润新阀之應用

第一版
1ª Edición

Aplicación de la Válvula Runxin



Wenzhou Runxin Manufacturing Machine Co., Ltd.

Prefacio

En los años recientes, con el desarrollo rápido de la economía de nuestro país, el consumo de agua en la industria, la agricultura y la vida cotidiana sigue aumentando, al mismo tiempo, las demandas en los equipos de tratamiento de agua correspondientes también siguen aumentando. En cuanto a la válvula de control de núcleo de los equipos filtrantes y equipos de ablandamiento para el tratamiento de agua, antes del año 2003, seguía utilizando las válvulas de control automático introducidas del extranjero o el control manual de múltiples válvulas, eso aumentaba mucho los costos y la dificultad de operación de los equipos de tratamiento de agua, y obstaculizaba la popularización de los equipos de tratamiento de agua a cierta medida.

El estudio de la válvula de control automático del sistema de tratamiento de agua comenzó en los EE.UU. en los 1960s, que principalmente utiliza estructura de pistón de caucho y estructura de leva, y sus componentes de sellado con de caucho y plástico. La Empresa Runxin inventó la válvula de control del sistema de tratamiento de agua de estructura de sellado plano de cerámica. Este producto utiliza la placa de sellado de cerámica de alta planicitud como el componente de sellado y caracteriza por su buen rendimiento de sellado, larga vida útil y conveniente posicionamiento, etc. Sus técnicas maduras de fabricación permiten sus ventajas tales como buena intercambiabilidad y alta relación de rendimiento - precio, etc. Después del incesante desarrollo y fabricación en serie, actualmente se ha desarrollado las válvulas de control de múltiples especificaciones de capacidad de generación de agua de 1-50m^3/h, de tipo tiempo y tipo caudal, de tipo manual y automático, de visualización LED o LCD y luz indicadora, etc.

La válvula de control de tratamiento de agua de estructura de sellado de plano de cerámica tiene una estructura completamente diferente a los productos similares en el extranjero. Por eso, tiene sus características únicas en cuanto a las funciones, características y aplicaciones. Para permitir que los usuarios de válvula Runxin puedan conocer completamente la válvula Runxin y aplicarla de una manera mejor para maximizar sus valores de uso, y para ayudar a los usuarios en gran medida a resolver los problemas en el proceso de tratamiento de agua, según los casos reales de aplicación en los años recientes, hemos resumido los problemas que los usuarios encontraron en el sitio. También hemos tomado los datos técnicos de aspectos pertinentes como la referencia para compilar la presente Aplicación de la Válvula Runxin.

Con el lanzamiento de cada vez más productos de serie de Válvula Runxin, los productos de emparejamiento también se van enriqueciendo. La válvula esférica del núcleo de cerámica es un ejemplo de otra aplicación perfecta de la tecnología de sellado de cerámica. La cual no sólo puede proporcionar la compatibilidad para la válvula de plano Runxin, sino también puede aplicarse más ampliamente en los ámbitos de tratamiento de agua alimentada, tratamiento de aguas residuales, ingeniería alimenticia, energía solar, petróleo, industria química, metalurgia, industria ligera, fabricación de papel, etc. Por eso, presentamos la válvula esférica de núcleo de cerámica como un capítulo independiente para la presentación, para que más amigos puedan conocerla en profundidad.

El presente manual abarca nueve capítulos, que principalmente abarcan: Generalidades de la Válvula Runxin, Válvula de Control Multifuncional para el Sistema de Tratamiento de Agua,

Aplicación de la Válvula Filtrante Runxin, Aplicación de la Válvula de Ablandamiento Runxin, Aplicación de la Válvula Runxin en el Tratamiento de Agua Desalinizada, Aplicación de la Válvula Runxin en el Agua Especial, Aplicación de la Válvula Runxin en el Sistema de Tratamiento de Agua Civil, Mantenimiento de la Válvula de Control Multifuncional Runxin, Válvula Esférica de Sellado Duro de Cerámica Runxin. El presente manual fue compilado por Zhou Ying, Wu Xiaorong, Liu Ying, Yuan Hailin, Ye Maogan, Wu Xianshui, Wang Guirong, etc. Los casos de aplicación en el manual fueron proporcionados por Shenyang Jieming Water Treatment Equipment Co., Ltd., Qingdao Dimei Thermal Power Equipment Co., Ltd., Shijiazhuang Lusheng Water Treatment Equipment Co., Ltd., Beijing Tongchuang Fulai Technology Development Co., Ltd., Tianjin Huaju Water Treatment Equipment Trade Co., Ltd., Colin Puer Environmental Protection Technology Co., Ltd., Sichuan Haidelun Electromechanical Co., Ltd., los agentes de Válvula Runxin en Brasil (WATER WAREHOUSE PROD. SERV. TRAT. AG. EFL. LTDA) y Hungria (EURO-CLEAR KFT.), etc. Expresamos nuestro agradecimiento a ellos aquí.

Los cálculos de diseño en el manual se refieren a libros, normas y especificaciones relacionados con el tratamiento de agua. Algunos abstractos no han sido autorizados por sus propietarios respectivos, se disculpa por la inconveniencia. Los casos de aplicación muestran la situación de instalación en el sitio del cliente, y no han sido autorizados por el usuario, por eso, los describimos como "una empresa" o "cierta empresa" durante la referencia.

Por el nivel límite de los redactores, es inevitable existir omisiones o errores en el manual, los comentarios de lectores y expertos son bienvenidos.

Redactores

Noviembre de 2020

Tabla de Contenido

1 Generalidades de la Válvula Runxin.....1
1.1 Introducción general de la válvula Runxin.....1
1.2 Características de las válvulas Runxin.....1
1.2.1 Características estructurales de las válvulas Runxin.....1
1.2.2 Filosofía de diseño de válvula Runxin.....2
1.2.3 Rendimiento de los componentes clave (componentes de cerámica).....2
1.3 Características de la válvula de control para el sistema de tratamiento de agua.....3
1.3.1 Una válvula sustituye múltiples válvulas.....3
1.3.2 Características de rendimiento de la válvula de control Runxin.....3
1.4 Propósitos y alcance aplicable de válvula Runxin.....5
1.4.1 Propósitos y alcance aplicable de válvula filtrante y válvula de ablandamiento de Runxin....5
1.4.2 Propósitos y alcance aplicable de válvula de control de tratamiento de agua especial.....7
1.4.3 Propósitos y alcance aplicable de válvula esférica.....10
2 Válvula de Control Multifuncional para el Sistema de Tratamiento de Agua.....11
2.1 Principios básicos de la válvula de control multifuncional.....11
2.1.1 Principios de la válvula de control de solo núcleo.....12
2.1.2 Principios de la válvula de control de doble núcleo.....17
2.1.3 Principios de la válvula de control de tipo pistón.....20
2.2 Clasificación y numeración de las válvulas de control multifuncionales.....23
2.2.1 Clasificación según el modo de control.....23
2.2.2 Clasificación de válvula de control automático según el modo de arranque de regeneración.....23
2.2.3. Clasificación de las válvulas de control multifuncionales según las ocasiones de aplicación.....25
2.2.4 Clasificación de las válvulas de ablandamiento según la dirección del flujo de líquido durante su funcionamiento y regeneración.....26
2.2.5 Clasificación de las válvulas de control automático según la cantidad de tanques de intercambio controlados.....27
2.2.6 Reglas de numeración de las válvulas de control multifuncionales.....31
2.3 Interfaz de la válvula de control automático.....33
2.3.1 Funciones de las interfaces principales.....33
2.3.2 Funciones de aplicación de las interfaces de la válvula de control.....34
2.3.3 Descripción de aplicación de funciones del puerto de salida de señal.....35
2.3.4 Descripción de la aplicación de la función de enclavamiento.....40
2.3.5 Descripción de la aplicación del puerto de control remoto.....41

2.4 Aplicación de las interfaces en el sistema de tratamiento de agua.....41
2.4.1 Múltiples equipos de tratamiento de agua realizan el abastecimiento de agua simultáneo y la regeneración por separado.....41
2.4.2 Uso de un caudalímetro individual para realizar el abastecimiento de agua simultáneo por dos (múltiples) tanques y la regeneración según la secuencia.....42
2.4.3 Sistema de ablandamiento de agua de uno para el uso, uno como el respaldo.....42
2.4.4 Pretratamiento del sistema de ósmosis inversa (RO).....43
3 Aplicación de válvula filtrante Runxin.....45
3.1 Función de filtrado y sus principios.....45
3.2 Equipos y sistemas de filtrado de uso común.....46
3.2.1 Filtro a presión.....46
3.2.2 Filtro con fibras.....51
3.2.3 Filtrado de adsorción por carbón activo.....52
3.3 Selección del material filtrante.....54
3.3.1 Estabilidad química del material filtrante.....54
3.3.2 Tamaño de partículas y coeficiente desigual del material filtrante.....54
3.4 Factores que afectan el funcionamiento del filtrado.....56
3.4.1 Velocidad de filtrado.....56
3.4.2 Retrolavado.....57
3.4.3 Uniformidad del flujo de agua.....60
3.5 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de filtrado.....61
3.5.1 Placas móvil y fija de la válvula filtrante y la dirección del flujo de líquido cuando la válvula está en diversas posiciones de trabajo.....61
3.5.2 Selección de válvula filtrante.....63
3.5.3 Ejemplos de planes de aplicación.....65
3.6 Introducción de casos de aplicación.....68
3.6.1 Aplicación de la válvula filtrante en el sistema de tratamiento de purificación y filtrado.....68
3.6.2 Aplicación de la válvula control en el sistema de filtrado por carbón activo.....69
3.6.3 Aplicación de la válvula de control en el sistema de filtrado de multi-etapa.....70
4 Aplicación de la válvula de ablandamiento Runxin 72
4.1 Introducción general del descalcificador de agua.....72
4.1.1 Estructura del descalcificador de agua automático.....72
4.1.2 Principios básicos del ablandamiento.....76
4.1.3 Regeneración de la resina.....84
4.2 Clasificación y selección de sistema de descalcificador de agua.....94
4.2.1 Sistema del descalcificador de agua de sola válvula y solo tanque.....94
4.2.2 Sistema del descalcificador de agua de sola válvula y doble tanque.....95

4.2.3 Sistema de descalcificador de agua de funcionamiento en serie de sola válvula y tres tanques 95
4.2.4 Sistema de ablandamiento de agua de múltiples válvulas y múltiples tanques.....96
4.3 Cálculo de procesos pertinentes del descalcificador de agua.....98
4.3.1 Configuración del ciclo de funcionamiento de producción de agua.....98
4.3.2 Cálculo de procesos pertinentes durante la regeneración.....100
4.3.3 Diseño y selección de dispositivo de chorro.....103
4.3.4 Evaluación del rendimiento económico del funcionamiento del descalcificador de agua...104
4.4 Tratamiento de ablandamiento y reducción de alcalinidad.....107
4.4.1 Método de ablandamiento parcial.....107
4.4.2 Método de intercambio de iones de hidrógeno - sodio.....108
4.4.3 Método de intercambio de iones de amonio - sodio.....115
4.5 Ejemplo de aplicación de la válvula de ablandamiento Runxin.....1 18
4.5.1 Aplicación del sistema de tratamiento de ablandamiento del agua de reposición a la caldera 1 18
4.5.2 Aplicación de la válvula Runxin en el sistema de tratamiento de ablandamiento y reducción de alcalinidad por intercambio de iones de hidrógeno - sodio.....124
4.5.3 Sistema de tratamiento de ablandamiento de agua para producción que requiere un control riguroso de la dureza.....129
4.5.4 Aplicación de los sistemas de tratamiento de ablandamiento de agua de diversos propósitos de requisitos no rigurosos sobre el control de la dureza del agua saliente.....133
5 Aplicación de la Válvula Runxin en el Tratamiento de Agua Desalinizada.....140
5.1 Tratamiento de desalinización de intercambio iónico del agua.....140
5.1.1 Principio de desalinización de intercambio iónico.....140
5.1.2 Sistemas de desalinización de intercambio iónico comunes.....141
5.1.3 Eliminador de carbono.....148
5.1.4 Funcionamiento del sistema de desalinización primaria.....150
5.1.5 Regeneración del intercambiador del sistema de desalinización.....154
5.1.6 Estimación del volumen de producción de agua cíclico.....156
5.1.7 Inicio de la regeneración del control automático del sistema de desalinización primaria...158
5.2 Funcionamiento y regeneración del lecho mixto.....162
5.2.1 Generalidades del tratamiento del lecho mixto.....162
5.2.2 Estructura de equipos del lecho mixto.....163
5.2.3 Operación de regeneración y funcionamiento del lecho mixto.....163
5.3 Tratamiento de desalinización de ósmosis inversa.....168
5.3.1 Generalidades del tratamiento con membrana de ósmosis inversa.....168
5.3.2 Contaminación de la membrana y su prevención 171
5.4 Aplicación de válvula de control automático Runxin en el sistema de desalinización.....174

5.4.1 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de desalinización de intercambio iónico.....174
5.4.2 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de pretratamiento del dispositivo de ósmosis inversa.....174
5.4.3 Casos de aplicación de válvula Runxin en el sistema de tratamiento de agua desalinizada 174
6 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de tratamiento de agua especial.....183
6.1 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de eliminación de hierro y manganeso.....183
6.1.1 Impactos del agua con hierro y manganeso a la vida.....183
6.1.2 Procesos comunes de tratamiento de agua de eliminación de hierro y manganeso.....184
6.1.3 Material filtrante de eliminación de hierro y manganeso.....185
6.1.4 Métodos comunes de oxidación de hierro bivalente y manganeso bivalente.....188
6.1.5 Aplicación actual del sistema de eliminación de hierro y manganeso.....190
6.2 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de desoxidación de temperatura ambiental.....198
6.2.1 Impactos del oxígeno disuelto en el agua a la caldera 198
6.2.2 Método común de desoxidación en el agua alimentada a la caldera.....198
6.2.3 Casos de aplicación de válvula Runxin en el sistema de desoxidación a temperatura ambiental 200
6.3 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de eliminación de flúor.....202
6.3.1 Peligros del agua fluorada.....202
6.3.2 Métodos comunes de eliminación de flúor.....203
6.3.3 Casos reales de aplicación de válvula Runxin en el sistema de eliminación de flúor.....204
6.3.4 Principios de selección de válvula de control Runxin en el proceso de eliminación de flúor 205
6.4 Aplicación de válvula Runxin en otros sistemas de tratamiento de agua especiales.....206
6.4.1 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de purificación de eliminación de nitrato y nitrito.....206
6.4.2 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de eliminación de arsénico.....208
6.4.3 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de eliminación de boro.....211
7 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de tratamiento de agua de uso civil.....213
7.1 Aplicación de válvula filtrante Runxin en el sistema de tratamiento de agua de uso civil.....213
7.1.1 Prefiltro.....213
7.1.2 Purificador de agua central.....215
7.2 Aplicación de la válvula de ablandamiento Runxin en el sistema de ablandamiento de agua de uso civil.....217
7.2.1 Ventajas del agua ablandada.....217
7.2.2 Composición y clasificación de descalcificadores de agua domésticos.....218
7.2.3 Funciones especiales del descalcificador de agua doméstico.....219
7.3 Casos de aplicación del sistema de agua en toda la casa de Runlucky.....222

7.3.1 Aplicación de descalcificador de agua de uso civil.....222
7.3.2 Casos típicos del sistema de tratamiento de agua de todo el hogar de uso doméstico.....223
8 Mantenimiento de la Válvula de Control Multifuncional Runxin.....225
8.1 Instalación de la válvula Runxin.....225
8.1.1 Condiciones de uso.....225
8.1.2 Requisitos de instalación.....226
8.1.3 Precauciones de instalación.....226
8.2 Casos de falla común del sistema.....228
8.2.1 Reducción del volumen de producción de agua cíclico.....228
8.2.2 La dureza del agua saliente del descalcificador de agua excede el estándar.....230
8.2.3 Sin succión de salmuera o succión de salmuera demasiado lenta.....232
8.2.4 La válvula de pistón drena el agua de forma continua (principalmente válvulas de ablandamiento de modelos 63540, 63550).....233
8.2.5 El caudalímetro no está preciso.....236
8.3 Solución de fallas en la válvula de control.....238
8.3.1 Búsqueda de fallas en caso de agua saliente descalificada.....238
8.3.2 Búsqueda de fallas en caso de canalización de agua en la válvula de pistón.....238
8.3.3 Búsqueda de fallas cuando la válvula de pistón no succiona salmuera.....239
8.3.4 Búsqueda de fallas cuando la válvula plana no succiona salmuera.....240
8.3.5 Búsqueda de fallas en caso de visualización de "E1".....240
8.3.6 Búsqueda de fallas en caso de visualización de "E2".....241
8.3.7 Búsqueda de fallas en caso de visualización repetida anormal en la pantalla.....241
8.3.8 Búsqueda de fallas de no actuación de la posición de trabajo de la válvula de ablandamiento 242
8.3.9 Búsqueda de fallas en caso de pantalla no encendida.....242
9 Válvula Esférica de Núcleo de Cerámica de Runxin.....243
9.1 Generalidades.....243
9.1.1 Composición de válvula esférica de núcleo de cerámica.....243
9.1.2 características de válvula esférica de núcleo de cerámica.....244
9.1.3 Clasificación de válvula esférica de núcleo de cerámica.....245
9.1.4 Reglas de denominación.....245
9.1.5 Rendimiento de diversos materiales de cerámica 247
9.1.6 Comparación entre válvula esférica de núcleo de cerámica y válvula de cierre.....249
9.2 Aplicaciones de válvula esférica de núcleo de cerámica.....250
9.2.1 Aplicación de válvula esférica de núcleo de cerámica en el tratamiento de agua.....250
9.2.2 Casos de aplicación de válvula esférica en el sistema de tratamiento de agua.....253
9.2.3 Aplicación de válvula esférica de núcleo de cerámica en el riego agrícola.....258
9.2.4 Aplicación de la válvula esférica de núcleo de cerámica en la industria química.....258

1 Generalidades de la Válvula Runxin

1.1 Introducción general de la válvula Runxin

"Válvula Runxin" es un nombre colectivo de diversos tipos de válvulas de control fabricadas por Wenzhou Runxin Machinery Manufacturing Co., Ltd. (en breve, Empresa Runxin). La Empresa Runxin fue fundada en año 2000, en la etapa inicial, la empresa principalmente fabricaba válvulas mezcladoras de agua, válvulas de flotador, válvulas de retención y grifos de núcleo de válvula de cerámica, válvulas angulares, válvulas de cierre, etc.; a partir de año 2003, comenzó a desarrollar la válvula de control multifuncional para el sistema de tratamiento de agua; en año 2010, aplicó la válvula de control multifuncional en los productos de tratamiento de agua de terminal civil, y desarrolló una serie de productos tales como purificador de agua, descalcificador de agua, prefiltro, etc.; en año 2013, comenzó a fabricar las válvulas esféricas de núcleo de cerámica.

Según las características de aplicación del producto, las válvulas Runxin principalmente se dividen en: válvula mezcladora de agua y válvula de flotador para calentador de agua de energía solar, grifo de núcleo de válvula de cerámica, válvula de control multifuncional para sistema de tratamiento de agua, válvula esférica de núcleo de cerámica, válvula de retención de núcleo de cerámica, etc. De las cuales, la válvula de control multifuncional para tratamiento de agua se divide en válvula filtrante, válvula de ablandamiento, válvula de desalinización, etc.; y la válvula de ablandamiento también se divide en múltiples tipos según la cantidad de tanques en el descalcificador de agua de control por una sola válvula, el modo de inicio de la regeneración, la dirección del flujo de regeneración, el modo de control, etc. (véase 2.2 para los detalles).

La válvula mezcladora de agua y la válvula de flotador para calentador de agua de energía solar, el grifo de núcleo de cerámica, la válvula de retención de núcleo de cerámica son de aplicaciones relativamente simples, y son relativamente comunes en el mercado, aquí no vamos a presentarlos en detalles. El presente manual principalmente presenta las aplicaciones de la válvula de control multifuncional para tratamiento de agua y la válvula esférica de núcleo de cerámica.

1.2 Características de las válvulas Runxin

1.2.1 Características estructurales de las válvulas Runxin

Las válvulas Runxin, no importa válvula de control multifuncional o válvula de control para calentador de agua de energía solar, válvula de retención, grifo, etc., utilizan la tecnología patentada de sellado de superficie de extremo.

En la válvula de control multifuncional para tratamiento de agua que requiere el control de múltiples canales de flujo y la válvula de control para calentador de agua de energía solar, se utiliza el control integrada de una sola válvula para sustituir la tradicional operación manual de múltiples válvulas. Su tecnología patentada principal es integrar las funciones que los canales de flujo necesitan en las placas de sellado de la superficie de extremo, dos (o más de dos) placas de cerámica con múltiples orificios pasantes u orificios ciegos y con planicitud muy alta pegan en el plano de la placa

de material compuesto. De las cuales, la placa fija se permanece fija, la placa móvil gira en torno al mismo centro según el procedimiento. Correspondiente al canal relativo del cuerpo de la válvula, se genera múltiples canales de fluido necesarios según el diseño, con el fin de realizar la función de control del flujo de líquido en diversas posiciones de trabajo.

1.2.2 Filosofía de diseño de válvula Runxin

La válvula Runxin siempre se adhiere a la filosofía de diseño "menos cortes y sin corte", que se refleja principalmente en los aspectos siguientes:

(1) El cuerpo de la válvula de control generalmente se diseña y fabrica según el modo "menos cortes y sin corte", principalmente abarca dos tipos: cuerpo de válvula de plástico y cuerpo de válvula metálico. El cuerpo de válvula de plástico se moldea por inyección mediante plástico de ingeniería de alta calidad, los materiales de uso común abarcan: POM, PP, ABS, PPO, UPVC, etc. El cuerpo de válvula metálico se moldea por la fundición en el molde de cera de mediana temperatura, los materiales de uso común abarcan: 304, 316, 316L, etc.

(2) Las piezas de caucho con función de sellado flexible se moldean en una vez con molde.

(3) El núcleo de válvula de sellado de los componentes clave es de cerámica mecanizada mediante esmerilado y pulido de alta resistencia y alta precisión.

1.2.3 Rendimiento de los componentes clave (componentes de cerámica)

(1) Mecanizado

Todos los materiales de cerámica usados en las válvulas Runxin son de cerámica de corindón, cuyo contenido Al_2O_3 es superior al 95%.

El componente de cerámica se moldea mediante el rejuntado o el prensado en seco, y luego se sinteriza en ultra alta temperatura de 1680°C.

Se utiliza la pasta de molienda de diamante y adopta la tecnología de molienda de doble cara para la molienda y el pulido, con el fin de fabricar la superficie de espejo óptica de alta precisión.

(2) Rendimiento del producto

Dureza alta, puede alcanzar Grado HRA85 y superior, por eso, es resistente a impurezas de granos y desgaste.

Después de la molienda y el pulido, la planicitud del núcleo de la válvula de plano puede alcanzar 0,0003mm, y su paralelismo es de 0,02mm, lo que permite un buen rendimiento de sellado en la unión. En caso de unión con alta planicitud, la superficie de sellado actual puede sellar contra gas y líquido perfectamente en 1mm.

El núcleo esférico y el asiento de la válvula esférica de núcleo de cerámica están sujetos a la molienda gruesa y molienda fina con diamante, y luego se realiza la molienda emparejada de la esfera y el asiento de la válvula, para que la esfericidad de la esfera sea controlada dentro de 0,0006mm. Mediante el sellado duro entre la esfera y el asiento de válvula, se realiza el sellado del gas y el líquido.

La estructura química de Al_2O_3 es estable, tiene alta resistencia a las corrosiones por ácido, álcali, sal, etc.

1.3 Características de la válvula de control para el sistema de tratamiento de agua

1.3.1 Una válvula sustituye múltiples válvulas

En comparación con el tradicional filtro y descalcificador de agua que requieren la instalación de múltiples válvulas ordinarias, el uso de una válvula de control multifuncional para sustituir múltiples válvulas ordinarias tiene las ventajas siguientes:

(1) Conexión conveniente de las tuberías

En los filtros tradicionales, para realizar las funciones de filtrado, retrolavado, lavado, se necesita instalar cinco válvulas; en el descalcificador de agua, para realizar las funciones de ablandamiento (descalcificación), retrolavado, succión de sal + lavado lento, reposición de agua al depósito de sal, lavado, se necesita instalar por lo menos siete válvulas y un dispositivo de chorro o una bomba de salmuera; en el intercambiador de anión y catión y el sistema de lecho mixto, para realizar las funciones, incluso se necesita instalar once válvulas y dos dispositivos de chorro. Las tuberías compuestas por múltiples válvulas se conectan de forma complicada y tienen muchos puntos de fuga.

La válvula de control multifuncional Runxin se equivale a la integración de las funciones de múltiples válvulas directas en una válvula. Al instalarla, sólo se necesita conectar la válvula de control multifuncional con el tanque, y luego conectar las tuberías de entrada y salida. La conexión es conveniente y con pocos puntos de fuga.

(2) Mantenimiento conveniente

Debido a pocas tuberías de conexión y pocos puntos de fuga, cuando aparece problema en la válvula de control multifuncional, se lo puede resolver mediante la sustitución directa de los accesorios correspondientes de la válvula de control.

(3) Facilidad de la automatización

El sistema de tratamiento de agua controlado por múltiples válvulas requiere la conmutación de apertura o cierre de múltiples válvulas, la duración de apertura o cierre es larga, es fácil causar la canalización de agua; si necesita realizar la automatización, se necesita realizar control respectivo de las válvulas y realizar programación relativamente complicada. Si se utiliza válvula de control multifuncional, sólo se necesita una válvula de control multifuncional para que se permanezca en la posición de trabajo configurada en el programa para realizar cierta función correspondiente.

1.3.2 Características de rendimiento de la válvula de control Runxin

(1) Material y estructura de sellado de superficie de extremo

Las placas móvil y fija de la válvula de control multifuncional son placas de sellado de superficie de extremo de alta adhesión. Para evitar la mordedura de las placas de sellado de superficie de extremo por la gravedad intermolecular, la placa móvil y la placa fija son de diferentes materiales. De las cuales, la placa móvil está hecha de céramica de corindón sinterizada en ultra alta temperatura 1680°C, cuya dureza puede alcanzar HRA≥85°; la placa fija está hecha de material compuesto de alta resistencia, cuya resistencia a la corrosión es buena, puede resistir a ácido o álcali de baja concentración. Por eso, la válvula de control puede usarse en lecho de resina catiónica y aniónica de

regeneración de ácido y álcali.

Para la válvula de ablandamiento, debido a la gran diferencia en el caudal en diversos pasos de operación y regeneración, si la presión de entrada de agua está relativamente alta, puede causar que la superficie de extremo de sellado sufra una presión excesiva causando el aumento del par de la superficie de extremo y el aumento del desgaste. Por eso, durante el diseño, se adopta un diseño similar a una parte de las estructuras de equilibrio en el sellado mecánico, para que la presión aplicada en la superficie de extremo de sellado sea parcialmente descargada y no aumente evidentemente con la elevación de la presión del agua entrante, lo que puede evitar el desgaste de la superficie de sellado.

(2) Capacidad de operación con presión

La válvula de control Runxin utiliza la tecnología de sellado de superficie de extremo. Debido al uso de dos placas de sellado de alta planicitud que se pegan mutualmente en la rotación, se puede operar directamente con presión durante la conmutación entre las posiciones de trabajo.

En el mercado, las válvulas de control de algunas estructuras utilizan resorte para presionar el componente de plástico firmemente en el caucho, con el fin de realizar el sellado del componente de caucho y el plástico mediante la presión del agua y la presión del resorte. Al conmutar este tipo de válvula de control entre diversas posiciones de trabajo, para evitar el daño o la salida del caucho, se necesita cerrar la válvula de entrada de agua, es decir, la operación no debe realizarse bajo presión.

(3) Selección de derivación de agua cruda

El descalcificador de agua no puede producir agua blanda en el proceso de regeneración. Por eso, para la caldera y otros equipos de consumo de agua que tienen rigurosos requisitos sobre la dureza del agua alimentada, se necesita establecer un tanque de almacenamiento de agua adecuado para proporcionar el agua alimentada de dureza calificada a la caldera durante la regeneración del descalcificador de agua, o se puede utilizar el sistema de suministro continuo de agua de uno para el uso, uno como el respaldo. Sin embargo, algunos equipos de consumo de agua, en particular, los sistemas de tratamiento de agua civil no tienen rigurosos requisitos sobre la dureza del agua alimentada, y la influencia del uso provisional del agua dura no será mayor, por eso, generalmente no se establece tanque de almacenamiento de agua. Se puede seleccionar la válvula de control con derivación de agua cruda para asegurar que el agua no se interrumpa durante la regeneración del descalcificador de agua.

Según lo estipulado en GB/T 18300 Condiciones técnicas del intercambiador de iones de sodio de control automático: para el descalcificador de agua usado en caldera, ninguna agua dura debe derramar de la salida del intercambiador en el proceso de regeneración. Por eso, todas las válvulas de ablandamiento de uso industrial de Runxin son de estructura sin derivación de agua cruda (sin derivación de agua cruda significa que la válvula de control obstruye automáticamente la tubería de salida de agua del equipo durante la regeneración o el lavado, y ninguna agua cruda no tratada puede entrar en el sistema). Cuando se utiliza en el sistema de tratamiento de agua de requisito no alto sobre la dureza del agua alimentada, para evitar la falta de agua durante la regeneración, se puede utilizar la válvula de control con estructura de derivación de agua cruda.

1.4 Propósitos y alcance aplicable de válvula Runxin

Las válvulas Runxin son de especificaciones y tipos completos, pueden aplicarse en diversos tipos de sistema de tratamiento de agua. Las válvulas filtrantes y válvulas de ablandamiento de uso común no sólo pueden usarse en el filtrado y el ablandamiento del agua usada en caldera y diversos equipos industriales, sino también pueden usarse en el tratamiento de agua de desalinización, desoxidación y eliminación de hierro y el tratamiento de agua de instalaciones civiles; la válvula esférica puede usarse en el control del flujo de líquido de tuberías de diversos fluidos.

1.4.1 Propósitos y alcance aplicable de válvula filtrante y válvula de ablandamiento de Runxin

Como los componentes de núcleo del sistema de tratamiento de agua del filtro y el descalcificador de agua, la válvula filtrante y la válvula de ablandamiento Runxin tienen una gran cantidad de ámbitos de aplicación. De los cuales, se aplican más ampliamente en el ablandamiento (la descalcificación) del agua de reposición de calderas industriales. Después de que los iones de calcio y magnesio en el agua entren en la caldera, pueden formar fácilmente las incrustaciones sólidas en la superficie sometida a alta temperatura. El rendimiento de transferencia de calor de las incrustaciones de agua es muy mal, después de formar incrustaciones en la caldera, no sólo la potencia y la eficiencia térmica de la caldera se reducirán evidentemente causando el malgasto de una gran cantidad de combustible, sino también se causará corrosión por debajo de las incrustaciones, en caso grave, los tubos de la caldera pueden obstruirse o hay sobretemperatura en metal, y se puede producir los accidentes de seguridad tales como deformación, abultamiento, incluso la explosión de tubo. Por eso, para garantizar el funcionamiento seguro, económico y de ahorro de energía de la caldera, el agua de reposición de la caldera debe someterse al tratamiento. Según lo estipulado en la norma GB/T 1576 Calidad del agua de caldera industrial: para la caldera a vapor de presión nominal de vapor ≤2,5Mpa o la caldera de doble uso de vapor y agua, si el agua de reposición adopta el tratamiento de ablandamiento, la dureza del agua alimentada requerida es ≤0,03mmol/L; para caldera a vapor de 3,8MPa＞Presión nominal del vapor ＞2,5Mpa, la dureza del agua alimentada requerida es ≤0,005mmol/L, su agua de reposición debe someterse al ablandamiento o la desalinización; si el agua de reposición de la caldera de agua caliente adopta el tratamiento de ablandamiento, la dureza del agua alimentada debe ser ≤0,6mmol/L.

En cuanto al agua usado en los equipos de intercambio térmico, sistema de enfriamiento en circulación y otros equipos industriales en que se pueden formar incrustaciones fácilmente, y en el pretratamiento antes del tratamiento de la membrana de ósmosis inversa, también se requiere filtrado y ablandamiento. Además, en algunas industrias de lavado, industrias de cría, etc., si la dureza del agua es relativamente alta, también se requiere un tratamiento de ablandamiento. Si se utiliza el agua blanda para lavar la ropa, las sábanas y los manteles, no sólo el consumo de detergente se reduce y el efecto de lavado es mejor, sino también el textil después del lavado está más suave; en la industria de cría, algunos flores y plantas necesitan regarse con agua blanda o agua purificada, lo que permite que los flores sean de color más vívido y se crezcan de forma más ideal. Actualmente, el descalcificador

de agua también se aplica ampliamente en la vida útil, por ejemplo, el agua usada en caldera de calentador de agua de uso doméstico, calentador de agua, calefacción del suelo, etc., si se utiliza agua blanda, se puede evitar formar incrustaciones en las tuberías, ahorrar la energía eléctrica y prolongar la vida útil de los dispositivos y equipos de calentamiento; si se utiliza agua doméstica de alta dureza a largo tiempo, no sólo las incrustaciones pueden generarse en la olla de hervido, sino también es fácil hacer la piel áspera si se la usa para lavar la cara y ducharse, la sensación de bebido es mala, incluso es fácil causar cálculos afectando la salud. Por eso, el agua doméstica en las zonas de agua de dureza relativamente alta también requiere un tratamiento de ablandamiento. Para el sistema de tratamiento de desalinización de ósmosis inversa, generalmente se necesita establecer un tratamiento de filtrado de dos etapas (filtrado con arenas de cuarzo + filtrado con carbón activo) y ablandamiento antes del sistema de tratamiento de la materia orgánica, con el fin de evitar que las partículas, materia orgánica, cloro residual, iones de calcio y magnesio y otras impurezas en el agua entrante contaminen y dañen la superficie de la membrana de ósmosis inversa, evitar afectar la tasa de desalinización por la obstrucción de agujeros de la membrana causada por las incrustaciones y prolongar la vida útil de la membrana RO.

Para las calderas de vapor de circulación natural de presión relativamente alta, diversos tipos de caldera de vapor de circulación forzada y calderas de agua caliente de tamaño grande, se necesita controlar rigurosamente la dureza del agua ablandada; y para las calderas de vapor pequeñas y calderas de doble uso de vapor y agua de presión relativamente baja, calderas de agua caliente de tamaño mediano y pequeño, equipos industriales ordinarios, tratamiento de agua civil y doméstica, el requisito de la dureza del agua saliente generalmente no es muy riguroso. Se puede seleccionar el descalcificador de agua oportuno para la válvula de control según la situación actual.

Actualmente la capacidad máxima de tratamiento de agua de cada válvula filtrante y válvula de ablandamiento puede alcanzar 50m^3/h. La dureza máxima del agua cruda tratada por cada descalcificador de agua es de 10mmol/L. Mediante la configuración del sistema de conexión en serie y conexión en paralelo de múltiples filtros y descalcificadores de agua, la capacidad de tratamiento de agua puede alcanzar más de 200m^3/h, y la dureza máxima de agua cruda que se puede tratar puede alcanzar 20mmol/L; y mediante la configuración de enclavamiento en el sistema, se puede lograr el control automático del lavado o la regeneración en rotación del tanque de filtrado o el tanque de ablandamiento, garantizando el funcionamiento ordenado del sistema y la calificación de la calidad del agua saliente.

1.4.2 Propósitos y alcance aplicable de válvula de control de tratamiento de agua especial

1.4.2.1 Tratamiento de desalinización

El agua de reposición de caldera de la central eléctrica, en los laboratorios, salas de ensayo, plantas de electrochapado, las industrias de fabricación de circuitos integrados, farmacia, bioquímica, agua potable, cosméticos se necesita usar agua pura o agua ultrapura. El método general de producción de agua pura y agua ultrapura mediante el método de intercambio iónico se muestra a continuación:

(1) Producción de agua pura mediante la desalinización primaria: se utiliza el sistema de desalinización de intercambio de anión y catión formado mediante la conexión en serie del intercambiador de catión (en breve, lecho de catión) e intercambiador de anión (en breve, lecho de anión). En el lecho de catión se rellena resina de intercambio catiónico de tipo H^+, y en el lecho de anión se rellena resina de intercambio aniónico. Durante el funcionamiento, todos los cationes en el agua que entra en el lecho de catión se eliminan por la sustitución con H^+, y el agua saliente es ácida; después de entrar en el lecho de anión, todos los aniones se eliminan por la sustitución con OH^-, H^+ se neutraliza con OH^-, y el agua saliente final es agua desalinizada. Cuando la resina está inválida, generalmente la resina de intercambio catiónico utiliza el ácido clorhídrico (mediante el uso de H^+) para la regeneración, y la resina de intercambio aniónico utiliza hidróxido de sodio (mediante el uso de OH^-) para la regeneración.

(2) Producción de agua ultrapura con desalinización en lecho mixto: se mezcla la resina de intercambio catiónico y la resina de intercambio aniónico en el mismo tanque en la relación de 1:2 (en breve, lecho mixto), y la válvula de control controla automáticamente la producción de agua y la regeneración. Después de mezclar la resina de intercambio catiónico y la resina de intercambio aniónico, quiere decir que se ha generado innumerables intercambios de aniones y cationes en el tanque, para que los aniones y cationes en el agua se eliminen de forma más completa. La conductividad eléctrica del agua saliente es más baja que el agua saliente del sistema de desalinización primaria, por eso se llama agua ultrafina. Durante la regeneración en el lecho mixto, se necesita estratificar la resina de intercambio catiónico y la resina de intercambio aniónico, y luego la válvula de control absorbe álcali y ácido respectivamente para realizar la regeneración. Sin embargo, el efecto de regeneración del lecho mixto no es tan mejor como el del sistema de desalinización primaria. Además, en caso de invalidez profunda, es muy difícil recuperar la capacidad original de intercambio de la resina. Por eso, generalmente el agua entrante del lecho mixto es agua saliente de desalinización primaria (conductividad eléctrica $\leq$ 20μs/cm). La desalinización en lecho mixto también se llama desalinización secundaria, cuando la conductividad eléctrica del agua saliente es ≥0,5μs/cm, es oportuno realizar la regeneración.

Actualmente, el sistema de desalinización de lecho mixto compuesto por válvulas de control Runxin puede lograr un caudal máximo de 4m^3/h. Si requiere un sistema de desalinización de caudal mayor, se puede utilizar el sistema de lecho mixto compuesto por las válvulas esféricas de núcleo de cerámica Runxin, cuyo caudal puede alcanzar 50m^3/h.

1.4.2.2 Tratamiento de filtrado de eliminación de hierro y manganeso

El agua subterránea que contiene hierro y manganeso se distribuye muy ampliamente. El hierro y el manganeso generalmente existen en forma de hierro divalente y manganeso divalente de solubilidad relativamente alta. En el agua superficial, debido a la existencia de óxido disuelto, el hierro y el manganeso principalmente existen en el estado de $Fe(OH)_3$y MnO_2 insolubles en el agua. Por eso, el agua subterránea que contiene iones de hierro bivalente no tiene color poco tiempo después de ser bombeada del pozo. Después de un período de tiempo de almacenamiento, se convierte en agua turbia granate, eso principalmente se debe la oxidación de Fe^{2+} en el agua a Fe^{3+}. Y Fe^{3+} puede facilitar el crecimiento de las bacterias de hierro en la red de tuberías y formar película viscosa en la red de tuberías causando la corrosión de las tuberías metálicas; es fácil colorear la ropa y los utensilios causando contaminación al agua doméstica y el agua de producción. El manganeso también puede colorear los utensilios y objetos lavados, generará una capa de sustancia cubierta en la pared interna del tubo de agua y fluye hacia afuera con el flujo de agua formando sedimentos negros. Si el agua potable contiene manganeso, la ingestión prolongada puede causar daño al cuerpo humano.

Los modos comunes de eliminación de hierro y manganeso son: después de la aireación de aire u ozono, se utiliza arenas de manganeso o material filtrante especial de eliminación de hierro y manganeso de baja densidad o la resina de eliminación de hierro y manganeso para eliminarlos. El sistema de eliminación de hierro y manganeso está compuesto por la válvula filtrante Runxin, el tanque de aireación y el tanque filtrado rellenado con arenas de manganeso. Primero realiza la aireación, y luego realiza filtrado y eliminación mediante la oxidación catalítica de arenas de manganeso. Se necesita un retrolavado regular para evitar el endurecimiento de arenas de manganeso. En el sistema compuesto por la válvula de ablandamiento Runxin y el material filtrante de eliminación de hierro y manganeso especial de baja densidad, el agua cruda se somete al ajuste del valor PH y la aireación, luego pasa por el material filtrante para eliminar su hierro y manganeso. Después de alcanzar cierta tasa de eliminación, se necesita realizar regeneración de lavado alcalino para recuperar su efecto de eliminación de hierro y manganeso. Su diseño puede ser de acuerdo con el sistema de ablandamiento.

En el sistema de eliminación de hierro y manganeso que utiliza arenas de manganeso como el material filtrante, sólo se necesita utilizar la válvula filtrante de Runxin, el caudal de lavado de una sola válvula puede alcanzar $60m^3/h$. En el sistema que utiliza material filtrante de eliminación de hierro y manganeso especial de baja densidad, se puede utilizar la válvula de ablandamiento Runxin, el caudal de funcionamiento de una sola válvula puede alcanzar $20m^3/h$. En el sistema de utilización de resina después de la oxidación por ozono, se puede utilizar la válvula de ablandamiento.

1.4.2.3 Tratamiento desoxidante

La corrosión por oxígeno se refiere a la destrucción de materiales metálicos bajo la acción electroquímica del oxígeno disuelto en el agua. La corrosión por oxígeno es la forma de corrosión más común en el sistema de caldera. Si no se adopta el tratamiento desoxidante en el agua alimentada

a la caldera o la desoxidación es inadecuada, la totalidad o una parte del oxígeno disuelto entrará en el sistema de caldera causando la corrosión por oxígeno de las tuberías de alimentación de agua, tanques de agua, economizador, tambor de vapor, tuberías de vapor y sistema de agua condensada. Esta corrosión puede causar daño grave a la resistencia de los componentes metálicos.

Los métodos comunes de desoxidación abarcan desoxidación al vacío, desoxidación por calor, desoxidación por reactivos químicos y desoxidación por hierro esponja. El sistema de desoxidación por hierro esponja controlado por válvula Runxin logra el propósito de desoxidación mediante la reacción entre el hierro esponja y el oxígeno en el agua. Después de cierto grado de reacción entre el hierro esponja y el oxígeno disuelto, se necesita enjuagar el hierro esponja para eliminar el óxido de hierro y evitar el endurecimiento del hierro esponja. Debido al peso específico grande del hierro esponja, se necesita un caudal de retrolavado muy grande para lavarlo completamente. Sin embargo, la velocidad de flujo durante la desoxidación no puede ser demasiado alta, existe una diferencia mínima de 4 veces entre el caudal de retrolavado y el caudal de funcionamiento, una válvula de control ordinaria no lo puede realizar. El sistema de desoxidación compuesto por válvula de desoxidación Runxin divide la cámara filtrante en una cámara izquierda y una cámara derecha, durante el funcionamiento, el agua entra en ambas cámaras izquierda y derecha al mismo tiempo; durante el lavado, se lo realiza por separado en la cámara izquierda y la cámara derecha, en este caso, la velocidad de flujo del lavado puede doblar logrando un mejor efecto de lavado. También se puede utilizar válvula esférica para realizar el lavado.

Actualmente el caudal máximo de la válvula de control de desoxidación Runxin es de $4m^3/h$. Mediante el enclavamiento, se puede realizar $12m^3/h$. Si se utiliza válvula esférica de núcleo de cerámica, se puede constituir un sistema de desoxidación de caudal superior a $50m^3/h$.

1.4.2.4 Tratamiento de eliminación de flúor

En muchas regiones, el agua subterránea contiene cierta cantidad de flúor, cuyo contenido general es de 0,4mg/L~0,5mg/L. Pero en las regiones de alto contenido de flúor, este valor puede alcanzar 10mg/L o más. La traza de flúor en el cuerpo humano es un componente importante de dientes y huesos. Sin embargo, si el cuerpo humano ingiere excesivo flúor, causará una intoxicación por flúor, que generará una mayor influencia a la salud del cuerpo humano. Por eso, según la norma nacional GB 5749-2015 Norma sanitaria del agua potable doméstica, el contenido de flúor en el agua potable no debe ser superior a 1,0mg/L. Si excede este vapor, se necesita eliminar el flúor.

Actualmente, el método de eliminación de flúor relativamente efectivo es mediante la adsorción por el material filtrante de eliminación de flúor. Es decir, el agua cruda que contiene flúor pasa por la capa de material filtrante de eliminación de flúor en cierta velocidad, mediante la adsorción por el material filtrante de eliminación de flúor, los iones de flúor están interceptados, así el agua saliente será agua de bajo contenido de flúor o sin flúor; cuando el flúor en el material filtrante de eliminación de flúor se aproxime al estado saturado, y el contenido de flúor en el agua saliente es ≥1,0mg/L, el

material filtrante de eliminación de flúor está inválido, y se necesita utilizar el agente de regeneración para realizar la regeneración a contracorriente forzada en la capa de material filtrante de eliminación de flúor para recuperar la capacidad de eliminación de flúor del material filtrante de eliminación de flúor.

1.4.3 Propósitos y alcance aplicable de válvula esférica

Como un tipo de válvula esférica de sellado duro, la válvula esférica de núcleo de cerámica Runxin principalmente se utiliza para cortar, distribuir y cambiar la dirección de flujo del medio en la tubería. La válvula esférica puede cerrarse firmemente mediante una operación de rotación de solo 90º y un par de giro muy pequeño. Debido al uso de la esfera de cerámica y el asiento de válvula de cerámica, el producto tiene las características evidentes tales como par torsional pequeño, resistencia a la corrosión, resistencia al desgaste, sin fuga, vida útil larga, etc. Mediante el uso de diferentes materiales de sellado de caucho, puede aplicarse ampliamente en múltiples medios tales como agua, vapor, aceite, ácido orgánico, ácido inorgánico, solvente, álcali, producto químico, etc. En el sistema de tratamiento de agua, mediante la combinación de diferentes válvulas esféricas, se puede constituir sistema filtrante, sistema de ablandamiento, sistema de desalinización de lecho mixto, etc.

Actualmente, las especificaciones de las válvulas esféricas de núcleo de cerámica de Runxin de producción masiva son de DN15 a DN80, el tamaño máximo puede alcanzar DN200.

2 Válvula de Control Multifuncional para el Sistema de Tratamiento de Agua

2.1 Principios básicos de la válvula de control multifuncional

La válvula de control multifuncional también se llama válvula de múltiples vías, que se refiere a la válvula que puede realizar tres o más de tres canales de fluido o tres o más de tres funciones de control. Según los diferentes canales, las válvulas de control multifuncionales comunes usadas en el sistema de tratamiento de agua pueden dividirse en válvula de tres posiciones y cinco vías (válvula filtrante), válvula de cinco posiciones y seis vías (válvula de ablandamiento, válvula de desalinización de intercambio iónico), etc.

La válvula de control multifuncional Runxin controla los canales de fluido según el principio de sellado de superficie de extremo. Dos (o más de dos) placas móviles con múltiples orificios pasantes o ciegos y con alta planicitud pegan en el plano de la placa fija, mediante el giro de la placa móvil, las placas móviles y la placa fija giran en torno al mismo centro. Cuando la placa móvil gire a cierta posición de trabajo configurada, el canal de fluido correspondiente al orificio pasante del cuerpo de la válvula se abre, el orificio ciego correspondiente sella y obstruye el fluido para que el equipo de tratamiento de agua realice cierta función. Después de cumplir esta función, según los procedimientos de funcionamiento del equipo de tratamiento de agua, la placa móvil gira a la siguiente posición de trabajo para realizar la siguiente función, así sucesivamente, el equipo de tratamiento de agua se pone en servicio normal.

Como se muestra en Figura 2-1, en la válvula filtrante multifuncional se han integrado las vías de filtrado, retrolavado y lavado, que pueden realizar las funciones necesarias para el filtro.

Como se muestra en Figura 2-2, un tipo de válvula de múltiples vías, que puede permitir que el agua que entra desde la entrada salga respectivamente de otras interfaces según las funciones necesarias.

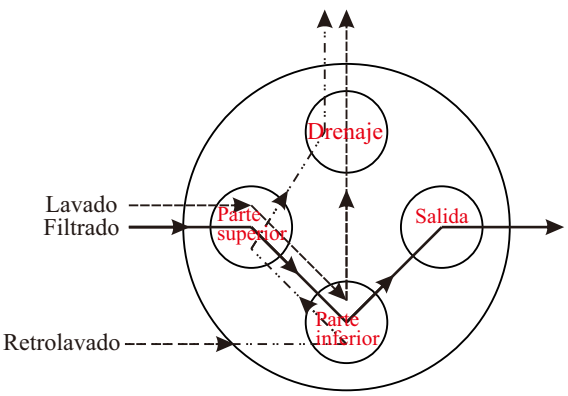


Figura 2-1 Vía filtrante

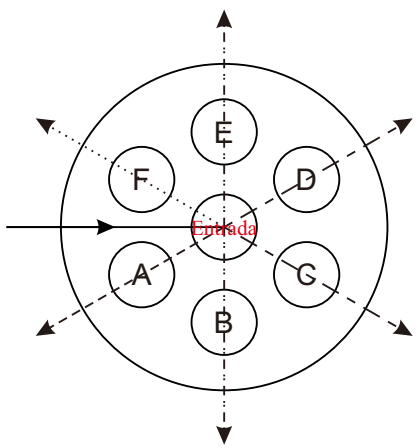


Figura 2-2 Válvula de múltiples vías

Para válvula automática, generalmente se adopta accionamiento por electromotor para la conversión de posición de trabajo. En cuanto a la señal del accionamiento del electromotor, la válvula filtrante generalmente utiliza señal de presión diferencial o tiempo; la válvula de ablandamiento y la válvula de desalinización generalmente utilizan señal de tiempo, señal de caudal de producción de agua u otras señales que la válvula de control puede recibir (por ejemplo, señal de dureza del agua saliente del descalcificador de agua, señal de conductividad eléctrica del agua saliente del intercambiador de iones de desalinización, etc.). Por ejemplo, para el descalcificador de agua, cuando la duración de funcionamiento de producción de agua alcance la duración configurada en el programa o el volumen de agua producida alcance el volumen de agua producida cíclico configurado o cuando la dureza del agua saliente detectada en línea esté descalificada, la válvula de control automático inicia la regeneración según el programa configurado, y luego, el programa controla electromotor para accionar la placa móvil para la rotación con el fin de realizar las funciones de regeneración, succión de salmuera + lavado lento, reposición de agua al tanque de salmuera, lavado respectivamente. En cuanto a la válvula filtrante, sus principios de funcionamiento son prácticamente iguales a los de la válvula de ablandamiento, la diferencia es que la válvula filtrante sólo tiene las funciones de funcionamiento, retrolavado y lavado, y no tiene las funciones de succión de salmuera y reposición de agua al tanque de salmuera.

2.1.1 Principios de la válvula de control de solo núcleo

Como se muestra en Figura 2-3, es un diagrama esquemático de la placa móvil y la placa fija de un modelo de válvula de ablandamiento de uso común. La placa fija está fija en el cuerpo de la válvula. En el cuerpo de la válvula se establecen entrada / salida de agua, abertura de drenaje de agua, abertura de succión de salmuera, interfaces de distribuidores de agua superior e inferior dentro del tanque, que están conectados correspondiente con los orificios pasantes en la placa fija. En la placa móvil, un orificio pasante está normalmente conectado con la entrada de agua. Además, hay dos orificios ciegos de guía de flujo, que pegan en la placa móvil mediante la rotación formando diferentes canales de flujo, así se forma respectivamente las posiciones de trabajo de funcionamiento, retrolavado, succión de salmuera, reposición de agua, lavado, etc.

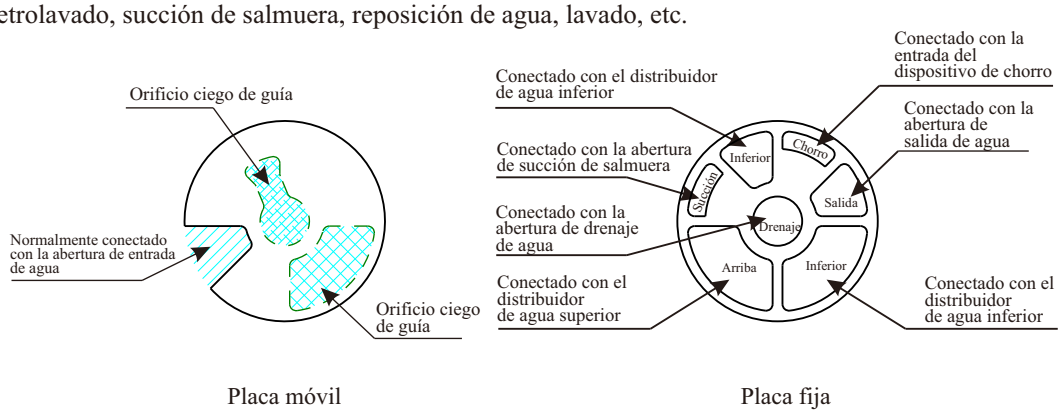


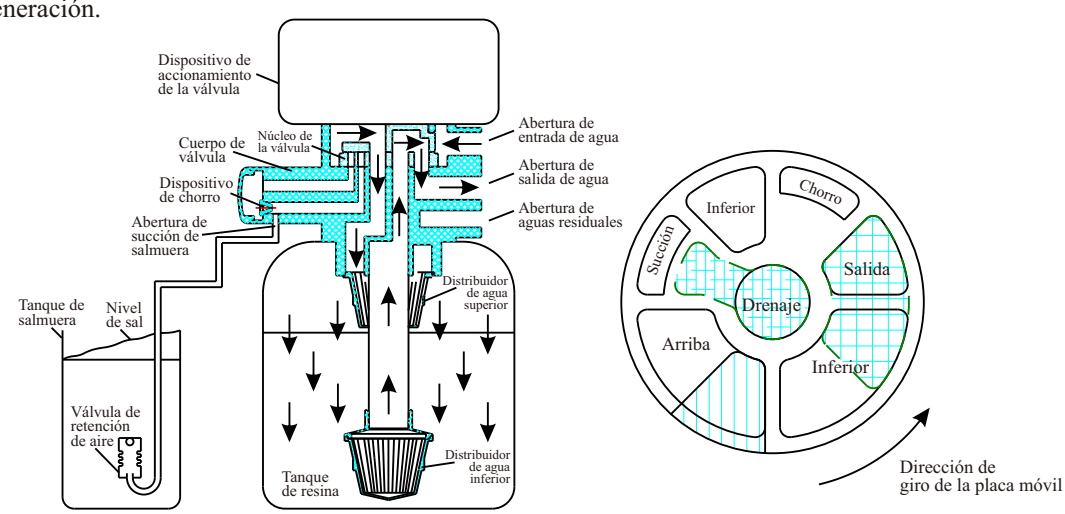
Figura 2-3 Diagrama esquemático de placa móvil y placa fija 63604

Dichas placa móvil y placa fija sólo son ejemplos. Según las funciones necesarias y las diferentes disposiciones de las interfaces, las interfaces de la placa fija pueden adoptar las formas de división en 5 / 6 / 7 /10 partes iguales o de división no en partes iguales. Las placas móviles se pueden distribuir según la posición de los orificios de placa fija, hay múltiples estructuras de placa móvil y placa fija.

A continuación, tomamos la válvula de ablandamiento como el ejemplo para describir la dirección del flujo en el proceso de funcionamiento y regeneración y las posiciones de trabajo en la válvula de ablandamiento:

2.1.1.1 Funcionamiento (producción de agua blanda)

Durante el funcionamiento, la placa móvil y la placa fija forman un estado de adhesión como se muestra en Figura 2-4. En este momento, el agua cruda entra en la placa fija, el cuerpo de la válvula, el distribuidor de agua superior mediante el orificio pasante de la placa móvil; después de ser ablandada por la resina, regresa a la placa fija mediante el distribuidor de agua inferior y el tubo central. Luego, el flujo es guiado por el orificio ciego guía de la placa móvil, por último fluye hacia afuera desde la salida de agua. Cuando la duración de funcionamiento o el volumen de agua producida cíclico alcance el valor configurado, el funcionamiento detiene y se entra en el proceso de regeneración.



a) Dirección del flujo de líquido durante el funcionamiento b) Dibujo de adhesión de placa móvil y la placa fija durante el funcionamiento

Figura 2-4 Diagrama Esquemático del Estado de Funcionamiento

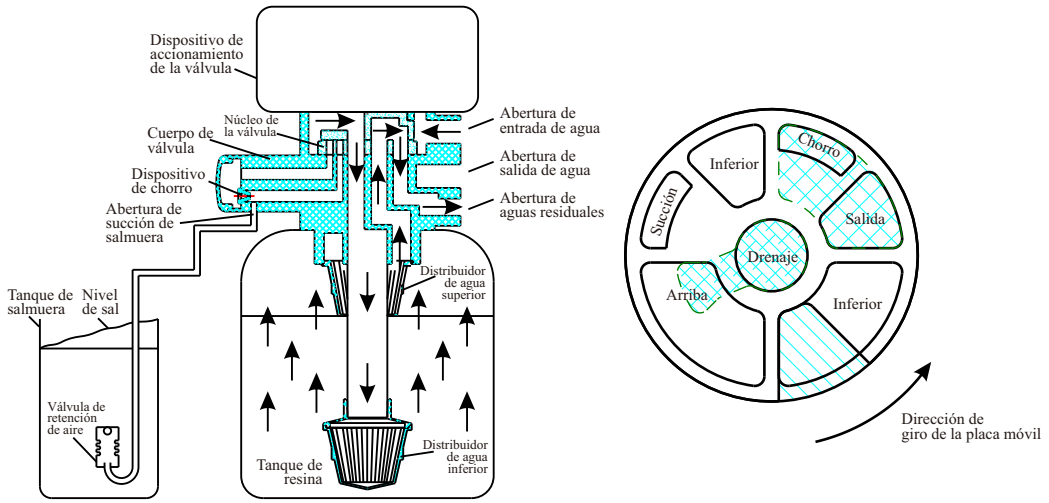
2.1.1.2 Proceso de regeneración

Los pasos del proceso de regeneración de flujo positivo son: retrolavado → succión de salmuera y lavado lento → reposición de agua al tanque de salmuera → lavado, cuando es calificado, se puede empezar el funcionamiento.

(1) Retrolavado

Después de la detención del funcionamiento, gire la palanca o el programa controla el electromotor para accionar la placa móvil para la rotación. Cuando forme un estado de adhesión con la placa fija como se muestra en Figura 2-5, la placa móvil detiene. El agua cruda pasa por el orificio

pasante de la placa móvil y entra en la placa fija, el cuerpo de la válvula, el tubo central, y sale desde el distribuidor de agua inferior; luego lava la capa de resina hacia arriba, y el agua usada (residual) pasa por el distribuidor de agua superior, el cuerpo de la válvula, y luego es guiada a la abertura de drenaje de agua mediante el orificio ciego de guía de la placa móvil para el drenaje.



a) Dirección del flujo de líquido durante el retrolavado b) Dibujo de adhesión de placa móvil y la placa fija durante el retrolavado

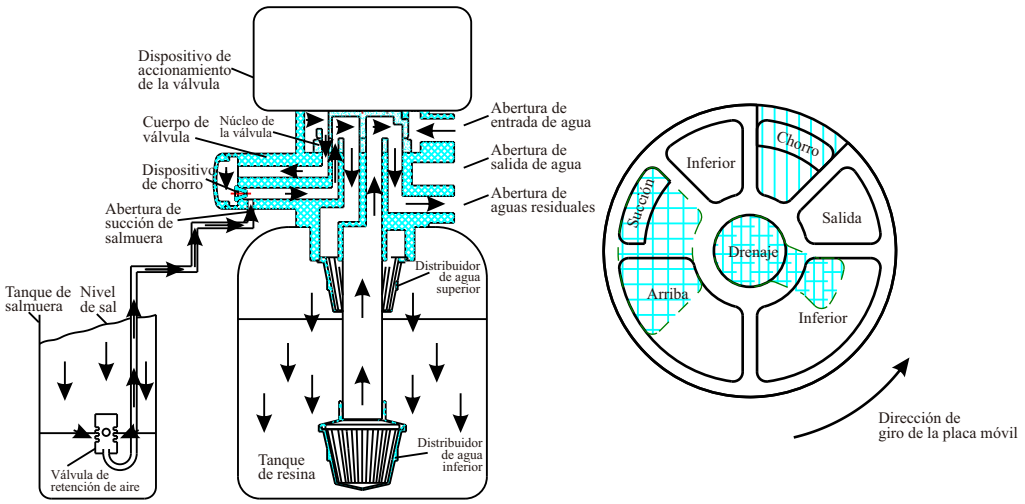
Figura 2-5 Dibujo Esquemático del Estado de Retrolavado

(2) Succión de salmuera + Lavado lento

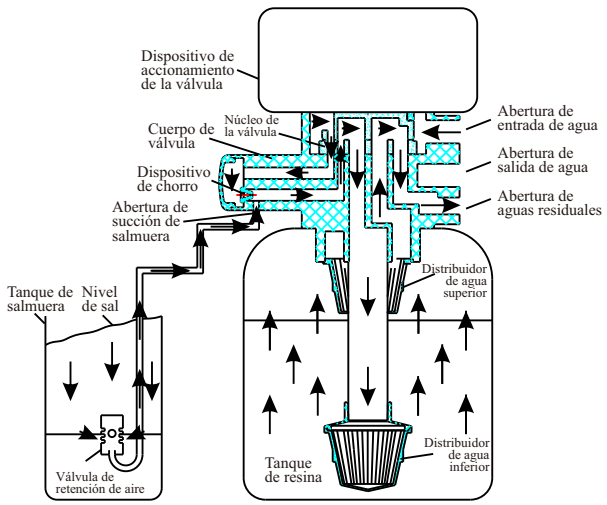
Succión de salmuera: después de finalizar el retrolavado, gire la palanca o el programa controla el electromotor para accionar la placa móvil para la rotación. Cuando forme un estado de adhesión con la placa fija como se muestra en Figura 2-6, el agua entrante entra en la placa fija mediante el orificio pasante de la placa móvil. Cuando pase por el dispositivo de chorro, genera presión negativa en la salida de la boquilla de inyección para absorber (succionar) la salmuera saturada en el tanque de salmuera, y la salmuera se mezcla con el agua entrante (en algunos productos, se utiliza el agua blanda generada por el tanque de agua blanda u otro tanque como el agua entrante para la regeneración y la mezcla con el agua blanda) para diluirse en la solución salina de cierta concentración. Esta solución fluye desde el distribuidor de agua superior a la capa de resina en la parte inferior para recuperar la capacidad de intercambio de la resina. El agua usada regresa a la placa fija desde el distribuidor de agua inferior y el tubo central. Después de ser guiada por el orificio ciego de guía de la placa móvil, será drenada desde la abertura de drenaje.

Lavado lento: después de la succión de salmuera en el tanque de salmuera, el agua entrante sigue lavando la resina mediante la misma posición de trabajo, la misma dirección de flujo de líquido y la misma velocidad de flujo usadas durante la succión de salmuera. Mientras tanto, utiliza la salmuera retenida en el tanque de resina para seguir reduciendo la resina. Es que el estado de lavado lento es prácticamente igual al estado de succión de salmuera, por eso, generalmente se configura ambos como el mismo paso. La diferencia sólo consisten en que, después de cumplir la succión de la salmuera en el tanque de salmuera, la válvula de retención de aire instalada dentro del tanque de salmuera se cierra para bloquear la entrada del tubo de salmuera evitando que el aire entre en el

tanque de resina.



a) Dirección del flujo de líquido durante la succión de salmuera de regeneración de flujo positivo
b) Diagrama de adhesión de placa móvil y placa fija durante la succión de salmuera de regeneración de flujo positivo + Lavado lento

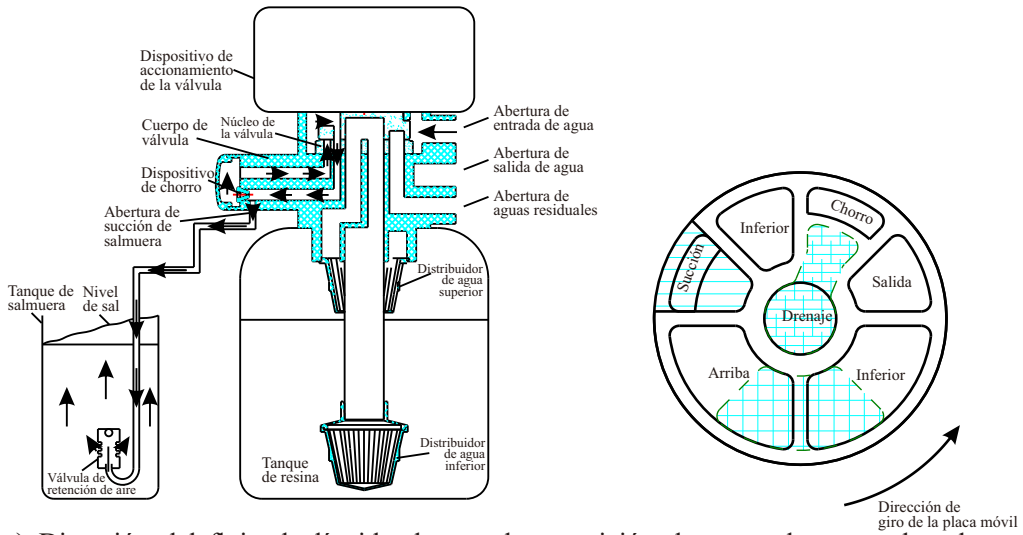


c) Dirección de flujo de líquido durante Succión de salmuera de regeneración de contraflujo + Lavado lento

Figura 2-6 Diagrama Esquemático del Estado de Succión de salmuera + Lavado lento

(3) Reposición de agua al tanque de salmuera

Después de finalizar la succión de salmuera, gire la palanca o el programa controla el electromotor para girar la placa móvil. Cuando forme un estado de adhesión con la placa fija como se muestra en Figura 2-7, el agua cruda entra en la placa fija mediante el orificio pasante de la placa móvil, después de pasar por el dispositivo de chorro, es inyectada en el tanque de salmuera desde la abertura de succión de salmuera, para que el nivel de líquido dentro del tanque de salmuera alcance la altura configurada para la siguiente succión de salmuera de regeneración.

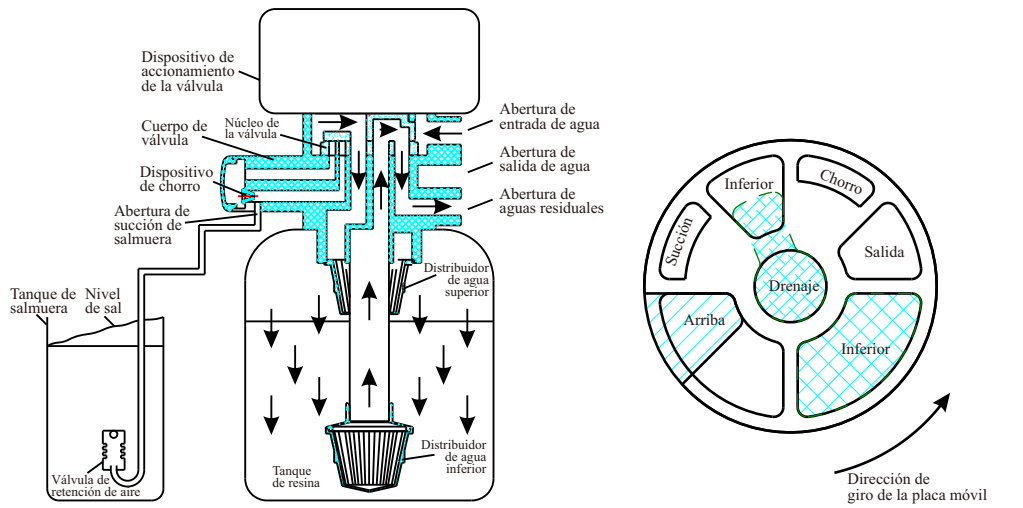


a) Dirección del flujo de líquido durante la reposición de agua al tanque de salmuera b) Dibujo de adhesión de placa móvil y la placa fija durante la reposición de agua al tanque de salmuera

Figura 2-7 Diagrama Esquemático del Estado de Reposición de Agua al Tanque de Salmuera

(4) Estado de lavado

Después de cumplir la reposición de agua, gire la palanca o el programa controla el electromotor para girar la placa móvil. Cuando forme un estado de adhesión con la placa fija como se muestra en Figura 2-8, el agua cruda pasa por el orificio pasante de la placa móvil y entra en la placa fija, el cuerpo de la válvula, el distribuidor de agua superior, después de lavar la capa de resina desde arriba a abajo, regresa a la placa fija desde el distribuidor de agua inferior y el tubo central, y luego es guiada a la abertura de drenaje de agua mediante el orificio ciego de guía de la placa móvil para el drenaje.



a) Dirección del flujo de líquido durante el lavado b) Dibujo de adhesión de placa Positivo y la placa fija durante el lavado

Figura 2-8 Diagrama Esquemático del Estado de Lavado

El proceso de regeneración de contraflujo es prácticamente consistente al proceso de regeneración de flujo positivo, las diferencias son las siguientes: no se requiere la reacción en cada regeneración, la dirección de flujo durante la succión de salmuera es contraria a la dirección en flujo positivo; la salmuera succionada entra en el tubo central primero, luego entra en la capa de resina mediante el distribuidor de agua inferior, después de la regeneración de resina, pasa por el distribuidor de agua superior y entra en el cuerpo de la válvula y la placa fija; después de la guía del flujo por la placa móvil, sale desde la abertura de drenaje, como se muestra en Figura C en Figura 2-6.

2.1.2 Principios de la válvula de control de doble núcleo

En las placas móvil y fija de la válvula de control, se necesita distribuir múltiples orificios pasantes en el mismo plano para facilitar la conexión del distribuidor de agua superior, el distribuidor de agua inferior, la entrada de agua, la salida de agua, la abertura de drenaje, la entrada y salida de agua del dispositivo de chorro, etc. Por eso, mayor el caudal del agua tratada, mayor el orificio pasante necesario, y mayor el diámetro de las placas móvil y fija. Generalmente, para la válvula de control de capacidad de tratamiento de agua de $10m^3/h$, el diámetro de las placas móvil y fija es alrededor de 100mm, si el diámetro excede 100mm, el rendimiento de sinterización de las placas de cerámica se reducirá muchísimo. Para garantizar la calidad de los productos, para las válvulas de control de capacidad de tratamiento de agua superior a $10m^3/h$, se diseña dos grupos de núcleos de válvula de plano para realizar las funciones necesarias. De los cuales, un grupo controla la entrada de agua (en adelante, núcleo de la válvula de entrada de agua), otro grupo controla la salida de agua (en adelante, núcleo de la válvula de salida de agua).

Como se muestra en Figura 2-9 a Figura 2-12, respectivamente son placa fija del núcleo de la válvula de salida de agua, placa fija del núcleo de la válvula de entrada de agua, placa móvil del núcleo de la válvula de salida de agua, placa móvil del núcleo de la válvula de entrada de agua. En la placa fija del núcleo de la válvula de entrada de agua se establecen los orificios pasantes conectados con las entradas del distribuidor de agua superior, el distribuidor de agua inferior y el dispositivo de chorro; en la placa fija del núcleo de la válvula de salida de agua se establecen los orificios pasantes conectados con la salida de agua y la abertura de drenaje de agua del distribuidor de agua superior y el distribuidor de agua inferior; en el cuerpo de la válvula se establecen los orificios conectados con los orificios pasantes correspondientes de la placa fija; las interfaces de distribuidores de agua superior e inferior del núcleo de la válvula de entrada de agua conectan con las interfaces de distribuidores superior e inferior del núcleo de la válvula de salida de agua mediante los orificios técnicos en el cuerpo de la válvula. En cuanto a la salida del dispositivo de chorro, según sea necesario, conecta con el distribuidor de agua superior durante la regeneración de flujo positivo; y conecta con el distribuidor de agua inferior durante la regeneración de contraflujo.

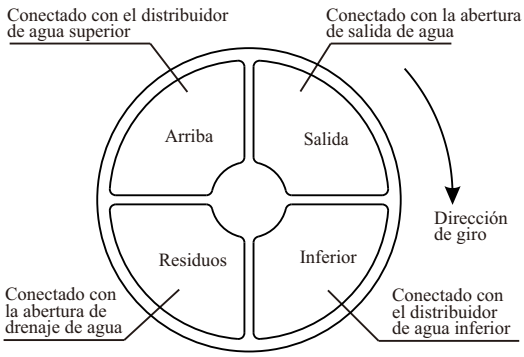


Figura 2-9 Placa fija de la válvula de salida de agua

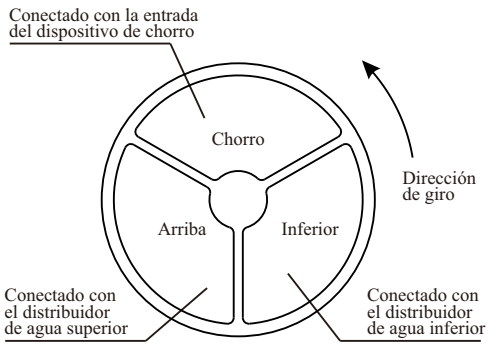


Figura 2-10 Placa fija de la válvula de entrada de agua

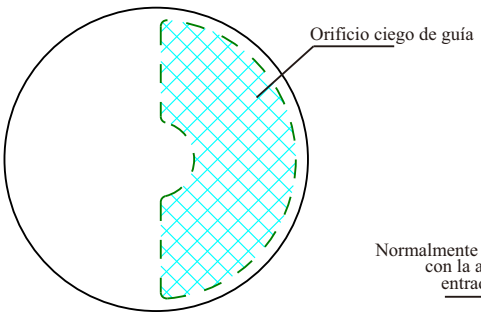


Figura 2-11 Placa móvil de la válvula de salida de agua

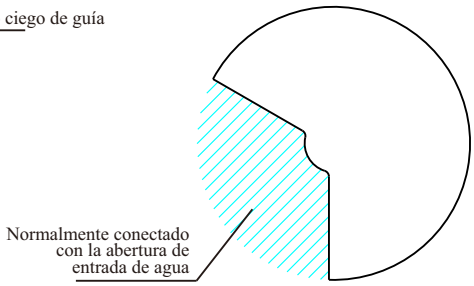
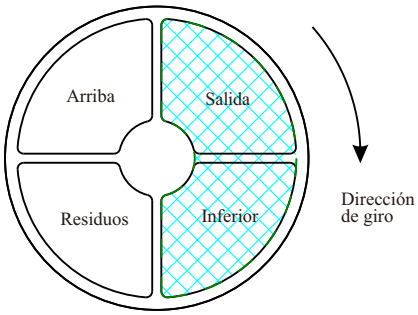
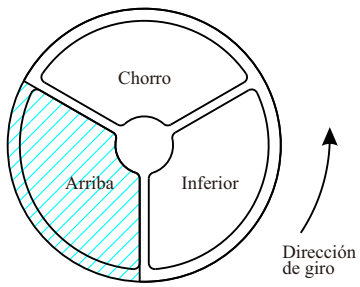


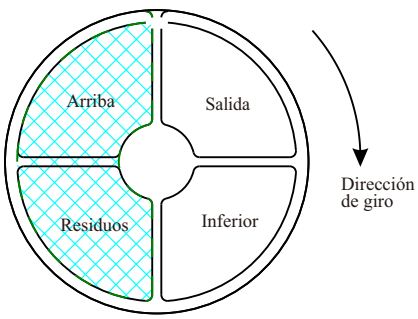
Figura 2-12 Placa móvil de la válvula de entrada de agua





a. Núcleo de la válvula de salida de agua b. Núcleo de la válvula de entrada de agua

Figura 2-13 Diagrama de adhesión de placas móvil y fija en la válvula de entrada de agua y la válvula de salida de agua en el estado de funcionamiento



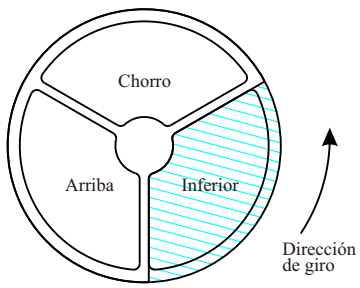


Figura 2-14 Diagrama de adhesión de placas móvil y fija en la válvula de entrada de agua y la válvula de salida de agua en el estado de retrolavado

(1) Estado de funcionamiento (producción de agua blanda)

Durante el funcionamiento, la placa móvil y la placa fija forman un estado de adhesión como se muestra en Figura 2-13. En este momento, el agua cruda entra en el núcleo de la válvula de entrada de agua, pasa por el orificio pasante de la placa móvil del núcleo de la válvula de entrada de agua, la placa fija del núcleo de la válvula de entrada de agua, el cuerpo de la válvula, el distribuidor de agua superior entrando en el tanque de resina. Después de ser ablandada por la resina, pasa por el distribuidor de agua inferior y entra en la placa fija del núcleo de la válvula de salida de agua mediante el tubo central, y luego es guiada a la salida de agua mediante el orificio ciego de guía de la placa móvil del núcleo de la válvula de salida de agua.

(2) Estado de retrolavado

Cuando la duración o el caudal de producción de agua alcance el valor configurado en el programa, el programa controla el electromotor para girar las placas móviles del núcleo de la válvula de entrada de agua y el núcleo de la válvula de salida de agua, para que las placas móviles y fijas de los dos grupos de núcleo de válvula formen un estado de adhesión como se muestra en Figura 2-14. En este momento, el agua cruda entra en el núcleo de la válvula de entrada de agua, pasa por el orificio pasante de la placa móvil del núcleo de la válvula de entrada de agua, luego entra en la placa fija del núcleo de la válvula de entrada de agua, el cuerpo de la válvula, el tubo central, y sale desde el distribuidor de agua inferior, lava la capa de resina hacia arriba, luego pasa por el distribuidor de agua superior, el cuerpo de la válvula, entra en la placa fija del núcleo de la válvula de salida de agua, luego es guiada a la abertura de drenaje en el orificio ciego de guía de la placa móvil del núcleo de la válvula de salida de agua para el drenaje.

(3) El estado de lavado de la válvula de control también se puede realizar mediante la operación similar. Y el estado de succión de salmuera y el estado de reposición de agua se necesitan realizar mediante la adición de una válvula esférica eléctrica pequeña en la abertura de succión de salmuera del cuerpo de la válvula.

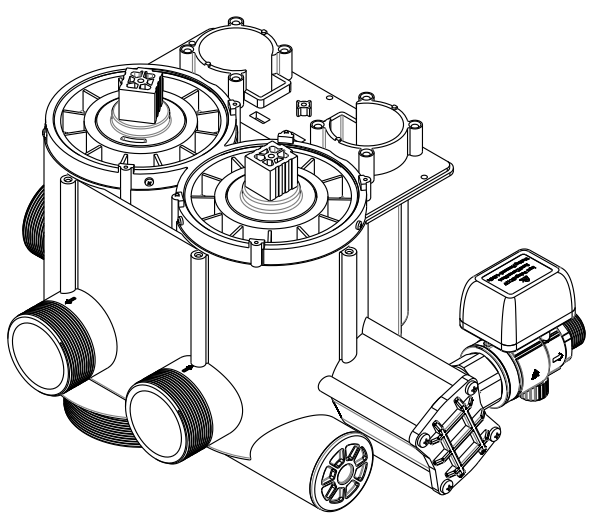


Figura 2-15 Diagrama de Estructura de la Válvula de Control de Doble Núcleo

2.1.3 Principios de la válvula de control de tipo pistón

Cuando el caudal de tratamiento de agua de la válvula de control es superior a 20m^3/h, si se utiliza núcleo de la válvula de cerámica de plano, el diámetro de las placas móvil y fija alcanzará más de 200mm, es difícil realizar el funcionamiento mediante el uso de placa de sellado de cerámica. Para resolver este problema, en el diseño, se utiliza una válvula de distribución para controlar cuatro válvulas de pistón de tres vías con el fin de realizar diversas funciones necesarias para el funcionamiento y la regeneración del equipo de tratamiento de agua. La válvula de distribución se utiliza para accionar la válvula de pistón con el fin de realizar los canales de flujo correspondientes. Y el caudal se realiza mediante la válvula de pistón de tres vías.

Como se muestra en Figura 2-16, son diagramas esquemáticos de la estructura de las cuatro válvulas de pistón de tres vías A, B, C, D. Una válvula de distribución acciona cuatro válvulas de pistón de tres vías. Como se muestra en Figura 2-17 y Figura 2-18, son diagramas esquemáticos de las placas móvil y fija de la válvula de distribución 63650. Como se muestra en Figura 2-19, es el diagrama esquemático de adhesión de la válvula de distribución 63650 cuando está en el estado de producción de agua. En la placa móvil se establecen cuatro orificios pasantes y un orificio ciego de guía; en el centro de la placa fija se establece un orificio pasante G, que está instalado en el cuerpo de la válvula para conectar con la atmósfera. En la placa fija respectivamente se establecen ocho orificios pasantes A superior, A inferior, B superior, B inferior, C superior, C inferior, D superior, D inferior, que conectan con la cámara superior y la cámara inferior de las válvulas de pistón de tres vías A, B, C, D respectivamente. El electromotor acciona la válvula de distribución para controlar las válvulas de pistón de tres vías. Mediante la configuración en el programa, se deja que los cuatro pistones se encuentran en las diferentes posiciones respectivamente en los procesos de funcionamiento, retrolavado, succión de salmuera + lavado lento, lavado, reposición de agua al tanque de salmuera en el principio del funcionamiento, realizando las funciones de cada paso. A1, A2, A3 respectivamente son las tres interfaces de la válvula de pistón de tres vías A.

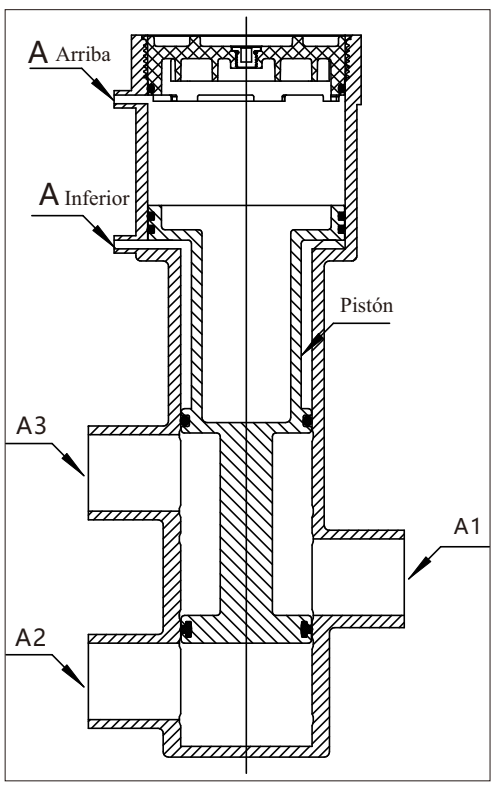


Figura 2-16 Diagrama esquemático de estructura de la válvula de pistón de tres vías

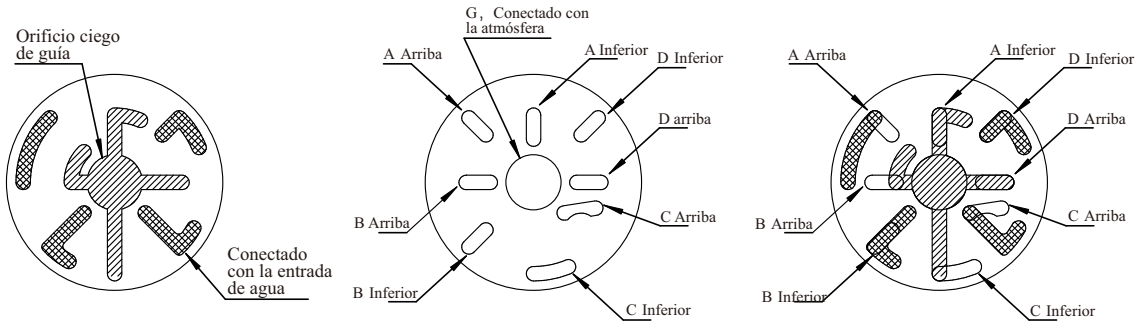


Figura 2-17 Diagrama esquemático de placa móvil Figura 2-18 Diagrama esquemático de placa fija Figura 2-19 Diagrama de adhesión de placas móvil y fija durante la producción de agua

(1) Funcionamiento (producción de agua blanda)

Durante la producción de agua, como se muestra en Figura 2-19 Diagrama de adhesión de placas móvil y fija durante la producción de agua, la válvula de distribución controla cuatro válvulas de pistón de tres vías para realizar el pistón A hacia abajo, el pistón B hacia arriba, el pistón C hacia abajo, el pistón D hacia arriba, es decir, se forma un diagrama de flujo de procesos como se muestra en Figura 2-20.

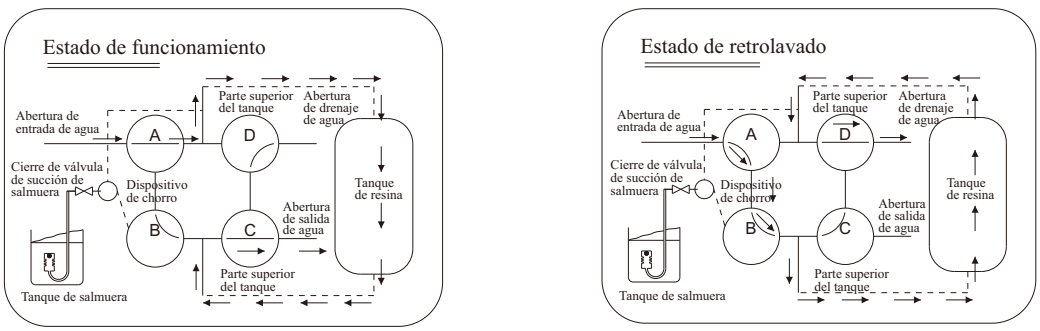


Figura 2-20 Diagrama de flujo de procesos en el estado de producción de agua

Figura 2-21 Diagrama de flujo de procesos en el estado de retrolavado

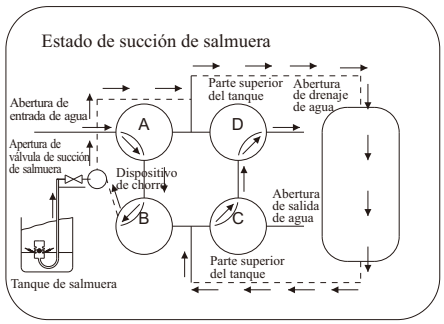
(2) Retrolavado

Durante el retrolavado, según los diferentes estados de adhesión de placas móvil y fija en la válvula de distribución, se deja que la válvula de distribución controle las cuatro válvulas de pistón de tres vías para realizar el pistón A hacia arriba, el pistón B hacia arriba, el pistón C hacia arriba, el pistón D hacia abajo, formando un diagrama de flujo de procesos como se muestra en Figura 2-21.

(3) Succión de salmuera + Lavado lento

Durante la succión de salmuera, se forma diferentes estados de adhesión de placas móvil y fija mediante la válvula de distribución, y se deja que la válvula de distribución controle las cuatro válvulas de pistón de tres vías para realizar el pistón A hacia arriba, el pistón B hacia abajo, el pistón C hacia arriba, el pistón D hacia arriba, mientras tanto, el programa controla la abertura de la válvula esférica de succión de salmuera para formar un diagrama de flujo de procesos como se muestra en Figura 2-22. Después de finalizar la succión de salmuera, el programa controla el cierre de la válvula

esférica de succión de salmuera para que entre en el estado de lavado lento.



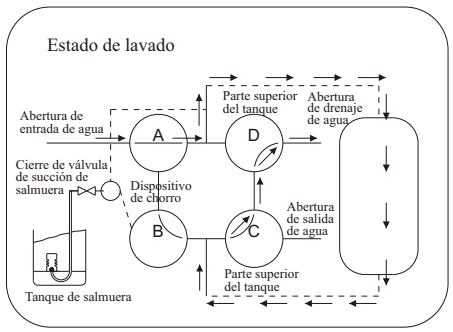


Figura 2-22 Diagrama de flujo de procesos en el estado de Succión de salmuera + Lavado lento Figura 2-23 Diagrama de flujo de procesos en el estado de lavado

(4) Lavado

Durante el lavado, la válvula de distribución forma diferentes estados de adhesión de placas móvil y fija, se deja que la válvula de distribución controle las cuatro válvulas de pistón de tres vías para realizar el pistón A hacia abajo, el pistón B hacia arriba, el pistón C hacia arriba, el pistón D hacia arriba, formando un diagrama de flujo de procesos como se muestra en Figura 2-23.

(5) Reposición de agua al tanque de salmuera

Después de cumplir el lavado, el programa controla la válvula para entrar en el estado de funcionamiento. Mientras tanto, controla la abertura de la válvula esférica eléctrica. Una pequeña parte de agua cruda entra en el tanque de salmuera mediante e dispositivo de chorro realizando la reposición de agua. Cuando alcance el final de la duración configurada de reposición de agua, la reposición de agua detiene, y se controla el cierre de la válvula esférica eléctrica.

La válvula de ablandamiento 63650 guía la fuente de presión a cuatro válvulas de pistón de tres vías mediante la válvula de distribución, y utiliza la presión diferencial en el pistón de la válvula de pistón debido a las diferentes superficies sometidas a fuerza en la parte superior y la parte inferior para controlar el movimiento del pistón hacia arriba y abajo. Para formar cierta presión diferencial en el pistón, se ha añadido una bomba de diafragma en la válvula de control electrónico para que la presión de entrada de agua ≥0,2Mpa, y sea mayor de la presión de entrada de agua de la válvula principal (mientras tanto, se debe asegurar que la placa fija esté conectada con la abertura de drenaje de agua a atmósfera G).

Cuando la válvula de control de tipo pistón se utiliza como el sistema de filtro, la válvula de distribución sólo necesita controlar el pistón para realizar las funciones de funcionamiento, retrolavado, lavado, etc.

2.2 Clasificación y numeración de las válvulas de control multifuncionales

2.2.1 Clasificación según el modo de control

Según el modo de control, las válvulas de control multifuncionales pueden dividirse en: control manual, control semiautomático, control automático, control por WIFI, etc.

(1) Control manual

El control manual significa la realización de las funciones necesarias para el funcionamiento, el lavado y la regeneración del equipo de tratamiento de agua mediante la operación manual. Es decir, durante el funcionamiento, la regeneración o el lavado del equipo, el personal gira manualmente la válvula a la posición de trabajo correspondiente, después de permanecerse en cada posición de trabajo por cierto tiempo, se la gira manualmente a la siguiente posición de trabajo.

(2) Control semiautomático

El control semiautomático significa el arranque manual de la regeneración o el lavado, y los procesos posteriores son cumplidos automáticamente por el programa.

(3) Control automático

Control automático significa que la válvula de control controla automáticamente el arranque de la regeneración o el lavado de la válvula según el tiempo o el caudal configurado en el programa o según el comando de entrada recibido, y los procesos posteriores son cumplidos automáticamente según la configuración en el programa.

Según los diversos modos de visualización, las válvulas de control automático se dividen en: visualización LED, visualización LCD, visualización por luz indicadora, etc.

(4) Control por WIFI

El control por WIFI se refiere a la válvula de control que puede controlar la válvula para realizar el funcionamiento, el arranque de regeneración o el lavado de forma remota mediante la APP del teléfono celular, y cumplir automáticamente diversas operaciones según la configuración del programa.

2.2.2 Clasificación de válvula de control automático según el modo de arranque de regeneración

Según los diferentes puntos finales de funcionamiento y modos de arranque de regeneración, las válvulas de control automático pueden dividirse en válvula de control de tipo tiempo, válvula de control de tipo caudal y válvula de control de tipo monitorización en línea, etc.

(1) Válvula de control de tipo tiempo

La válvula de control de tipo tiempo se refiere a la válvula de control que arranca el lavado del filtro o la regeneración del descalcificador de agua mediante la configuración del tiempo de

funcionamiento fijo. Se divide en dos tipos, día y hora. En cuanto a la válvula de control según día, el intervalo de tiempo mínimo de regeneración automática es una vez por día. Si se necesita dos o más de dos regeneraciones por día, se necesita realizar una regeneración adicional manualmente. En cuanto a la válvula de control según hora, el intervalo de tiempo mínimo de regeneración automática de la válvula de control es una hora, se puede regenerar automáticamente múltiples veces en un día. Sin embargo, no es apta la regeneración frecuente en el descalcificador de agua, generalmente, no debe ser más de dos regeneraciones por día. En el sistema filtrante, según la condición de la calidad del agua, se puede realizar un lavado cada dos horas como máximo.

Las desventajas de la válvula de control de tipo tiempo consisten en: siempre que el filtro o el descalcificador de agua se encuentre en la posición de trabajo de funcionamiento, la válvula de control continúa temporizando sin importar la falta de producción de agua real después del lavado o la regeneración, y la válvula de control arrancará el lavado o la regeneración después de alcanzar el tiempo configurado. En esta manera, a veces se causa un malgasto, o si la fluctuación de la demanda de suministro de agua es relativamente grande, cuando la demanda de agua aumenta bruscamente, es fácil causar la descalificación del agua saliente. Por eso, para la caldera u otros equipos industriales de consumo de agua de funcionamiento intermitente, si no hay ley en las horas de suministro de agua y el cambio de parada y arranque del descalcificador de agua es grande, no es apto utilizar un controlador de tipo de tiempo, y debe utilizar controlador tipo caudal.

(2) Válvula de control de tipo caudal

La válvula de control de tipo caudal se refiere a la válvula de control que arranca el lavado o la regeneración mediante la configuración del volumen de producción de agua cíclico. Durante el funcionamiento, el caudalímetro dentro de la válvula de control mide el volumen de agua que fluye por la válvula, cuando el volumen de producción de agua de funcionamiento alcance el volumen de agua configurado, se realiza el lavado o la regeneración automáticamente. Por eso, la configuración de regeneración de la válvula de control de tipo caudal es más razonable que la de la válvula de control de tipo tiempo, no importa el funcionamiento continuo o el funcionamiento intermitente, no importa si el volumen de agua consumido está estable o no, es aplicable.

Según los diferentes momentos de arranque de la regeneración, la válvula de control de tipo caudal también se puede dividir en tipo instantáneo de caudal y tipo retardado de caudal.

a) Tipo instantáneo de caudal: cuando el volumen de producción de agua cíclico alcance el valor configurado, se arranca el lavado o la regeneración inmediatamente;

a) Tipo retardado de caudal: cuando el volumen de producción de agua cíclico alcance el valor configurado, no se realiza arranca el lavado o la regeneración inmediatamente, y se retrasa al momento configurado para arrancar el lavado o la regeneración. Eso es relativamente adaptable a algunas condiciones operativas en que se necesita ajustar a cierto período de tiempo para realizar el lavado o la regeneración debido al intenso abastecimiento de agua o la inestabilidad de la presión del agua.

(3) Válvula de control de tipo de monitorización en línea

La válvula de control de tipo de monitorización en línea detecta los parámetros correspondientes del sistema de tratamiento de agua en línea, cuando los parámetros detectados exceden el valor configurado, emite la señal para controlar la válvula a arrancar automáticamente el lavado o la regeneración. Para el filtro, se puede detectar la caída de presión en la entrada / salida de agua o la turbidez del agua saliente; para el descalcificador de agua, se puede detectar la dureza del agua saliente; para el sistema de desalinización de intercambio de cationes y aniones, se puede detectar la conductividad eléctrica del agua, etc.

La válvula de control de tipo de monitorización en línea no sólo puede garantizar la calidad del agua saliente, sino también puede evitar el malgasto por el lavado o la regeneración con antelación, es un tipo de válvula de control realmente ideal. Actualmente, es que todavía es difícil realizar un control cuantitativo preciso en la detección automática de la dureza del agua saliente, por eso, la válvula de control de tipo de monitorización en línea no se aplica ampliamente en los descalcificadores de agua. Y en el futuro, aunque se aplique generalmente, requerirá detección y calibración manuales regularmente.

2.2.3 Clasificación de las válvulas de control multifuncionales según las ocasiones de aplicación

Según las diferentes ocasiones de aplicación, las válvulas de control multifuncionales pueden dividirse en: válvula filtrante, válvula de ablandamiento, válvula de control para agua especial, etc.

(1) Válvula filtrante

La válvula filtrante se refiere a la válvula de control multifuncional utilizada en el sistema filtrante, que tiene tres funciones principales: funcionamiento (filtrado), retrolavado, lavado. Con la popularización del filtro de uso doméstico, algunas válvulas filtrantes de uso doméstico también tienen función de cierre, es decir, después de recibir la señal (por ejemplo, la señal generada por la fuga de agua), se puede cerrar la válvula de control para cortar la entrada de agua.

(2) Válvula de ablandamiento

La válvula de ablandamiento se refiere a la válvula de control multifuncional que utiliza resina de intercambio iónico para reducir la dureza. Sus funciones principales abarcan funcionamiento de la producción de agua, retrolavado, succión de salmuera para regeneración, lavado lento, reposición de agua al tanque de salmuera, lavado, etc. Según los diversos modos de regeneración, la secuencia de las funciones puede ser ligeramente diferente.

(3) Válvula de control para agua especial

Las válvulas de control para agua especial abarcan válvula de control de eliminación de hierro y manganeso por desaireación (válvula filtrante), la válvula de desoxidación que utiliza hierro esponja para eliminar el oxígeno disuelto en el agua, la válvula de control de eliminación de flúor con material filtrante especial, etc.

2.2.4 Clasificación de las válvulas de ablandamiento según la dirección del flujo de líquido durante su funcionamiento y regeneración

Según las diferentes direcciones del flujo de líquido durante el funcionamiento y la regeneración, las válvulas de ablandamiento pueden dividirse en válvula de regeneración de flujo positivo, válvula de regeneración de contraflujo, válvula de regeneración de flujo positivo y contraflujo, válvula de control de lecho flotante.

(1) Válvula de control de regeneración de flujo positivo

La válvula de control de regeneración de flujo positivo se refiere a la válvula de control en que la dirección de la salmuera es consistente a la dirección del flujo de agua en el funcionamiento durante la regeneración, es decir, el flujo desde arriba a abajo. La regeneración de flujo positivo caracteriza por los pasos simples y el control fácil, por eso, la válvula de ablandamiento de regeneración de flujo positivo se aplica más ampliamente.

(2) Válvula de control de regeneración de contraflujo

La válvula de control de regeneración de contraflujo se refiere a la válvula de control cuya dirección de flujo de salmuera es contraria a la dirección del flujo de agua de funcionamiento durante la regeneración, generalmente se refiere al flujo de agua desde arriba a abajo durante el funcionamiento y el flujo de agua desde abajo a arriba durante la succión de salmuera y el lavado lento en la regeneración.

La regeneración de contraflujo tiene las ventajas de ahorro de salmuera y agua, su premisa es evitar el desorden de las capas de resina. Para evitar el desorden de las capas de resina durante el retrolavado, después del filtrado del agua entrante, si la turbidez está muy baja, no es necesario realizar retrolavado en cada vez de regeneración. La válvula de ablandamiento de regeneración de contraflujo Runxin permite la configuración de intervalo de retrolavado según la turbidez del agua entrante, con el fin de realizar un retrolavado después de varios ciclos de funcionamiento. Por ejemplo, si se configura un retrolavado en cada 4 ciclos, pues en la regeneración de los primeros 3 ciclos, no se realiza retrolavado en el primer paso, sino se realiza la succión de salmuera directamente; y al realizar la regeneración del 4º ciclo, se realiza retrolavado en el primer paso, luego realiza la succión de salmuera.

(3) Válvula de control de regeneración de flujo positivo y contraflujo

La válvula de control de regeneración de flujo positivo y contraflujo significa que la válvula de control tiene la función de regeneración de flujo positivo y la función de regeneración de contraflujo al mismo tiempo. Se puede configurarlo mediante el programa según la necesidad actual. Principalmente se utiliza en el sistema de ablandamiento civil.

(4) Válvula de control para lecho flotante

La válvula de control para lecho flotante se refiere a la válvula de control cuya dirección de flujo de agua es desde abajo y arriba durante el funcionamiento y que deja que la resina flote en su conjunto durante el funcionamiento; y la resina baja durante la regeneración y la dirección de flujo de agua durante la succión de salmuera y el lavado lento es desde arriba a abajo.

Para las características de regeneración de flujo positivo, regeneración de contraflujo y lecho flotante y sus ventajas y desventajas, véase 4.1.3.2.

2.2.5 Clasificación de las válvulas de control automático según la cantidad de tanques de intercambio controlados

Según la diferente cantidad de tanques de intercambio controlados por la válvula de control, las válvulas de control automático abarcan válvula de sola válvula y solo tanque, sola válvula y doble tanque y sola válvula y tres tanques. De los cuales, sola válvula y doble tanque y sola válvula y tres tanques principalmente se utilizan en el sistema de ablandamiento, son válvulas de ablandamiento.

(1) Válvula de control de sola válvula y solo tanque: como se muestra en Figura 2-24 y Figura 2-25, es decir, una válvula de control sólo puede controlar un tanque de tratamiento de agua. Es que no se produce agua durante el lavado o la regeneración, por eso, el descalcificador de agua configurado en una sola válvula de control de sola válvula y solo tanque sólo es adaptable a los equipos de consumo de agua relativamente estable y de funcionamiento intermitente. Para los equipos que requieren el funcionamiento continuo, se puede configurar dos descalcificadores de agua de sola válvula y solo tanque en funcionamiento en paralelo evitando el tiempo de regeneración para realizar el suministro de agua continuo; también se puede configurar el tanque de almacenamiento de agua para resolver el problema de uso de agua durante la regeneración del descalcificador de agua.

Las válvulas de ablandamiento de sola válvula y solo tanque se dividen en tipo de salida de agua en derivación y tipo sin salida de agua en derivación. El derrame del agua cruda durante la regeneración es para evitar la falta de agua en los equipos de consumo de agua. Durante la regeneración, se deja que el agua entrante salga del descalcificador de agua directamente mediante la derivación, es decir, el agua saliente durante la regeneración es el agua cruda no ablandada, es adaptable a los equipos que no tiene requisito alto sobre el agua ablandada y que permite el uso de agua dura durante un corto tiempo, y no es adaptable a las calderas u otros equipos que tienen requisitos rigurosos sobre la dureza del agua ablandada. Según lo estipulado en GB/T 18300 Condiciones técnicas del intercambiador de iones de sodio de control automático: para el descalcificador de agua usado en caldera, ninguna agua dura debe derramar de la salida del intercambiador en el proceso de regeneración. Por eso, en cuanto al descalcificador de agua utilizado en la caldera, si hay salida de agua durante la regeneración de la válvula de ablandamiento, se necesita añadir una válvula solenoide en la salida de agua para evitar que el agua dura en la salida del intercambiador entre en el tanque de agua blanda durante la regeneración. El modelo con salida de agua durante la regeneración del descalcificador de agua principalmente se aplica en el sistema de tratamiento de agua civil o de bajo requisito sobre la calidad del agua saliente.

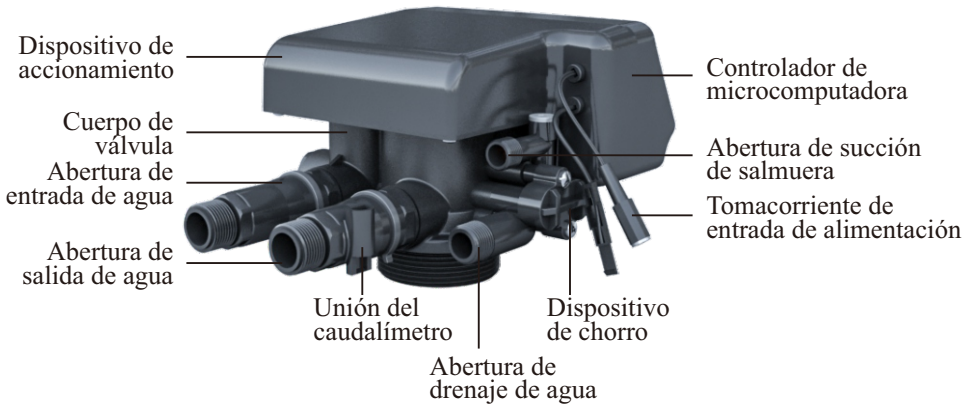


Figura 2-24 Válvula de control automático de sola válvula y solo tanque

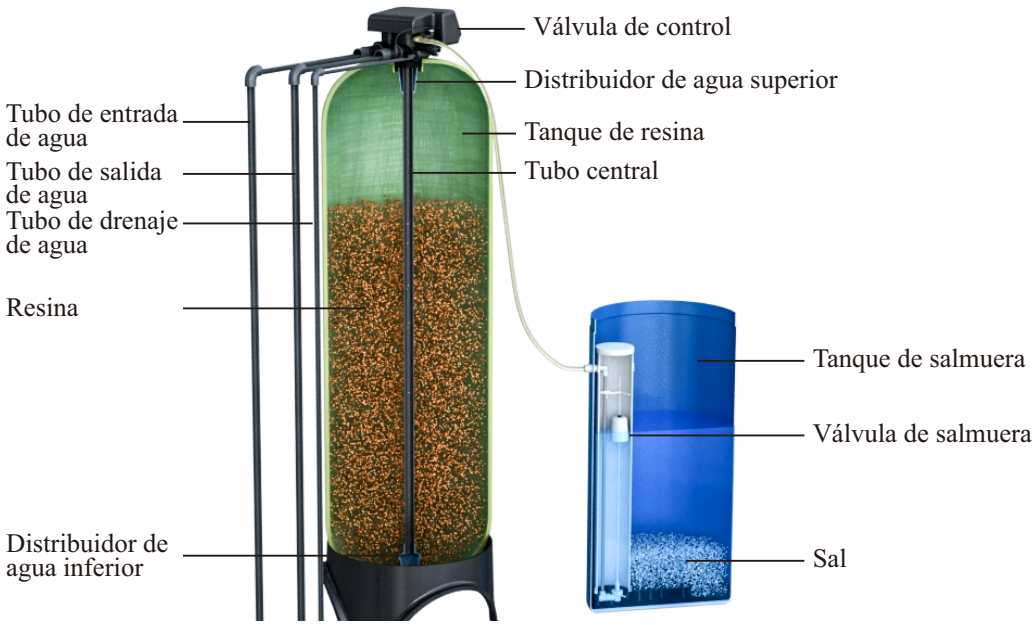


Figura 2-25 Descalcificador de agua de control automático de sola válvula y solo tanque

(2) Válvula de control de sola válvula y doble tanque: como se muestra en Figura 2-26 y Figura 2-27, principalmente se utiliza en el sistema de ablandamiento. Una válvula de control controla dos tanques de intercambio, de los cuales, un tanque de intercambio funciona para la producción de agua, otro tanque de intercambio se encuentra en el estado de regeneración o el estado de respaldo. El descalcificador de agua de sola válvula y doble tanque puede producir el agua de forma continua, es adaptable a los equipos de consumo de agua que necesitan funcionar continuamente.

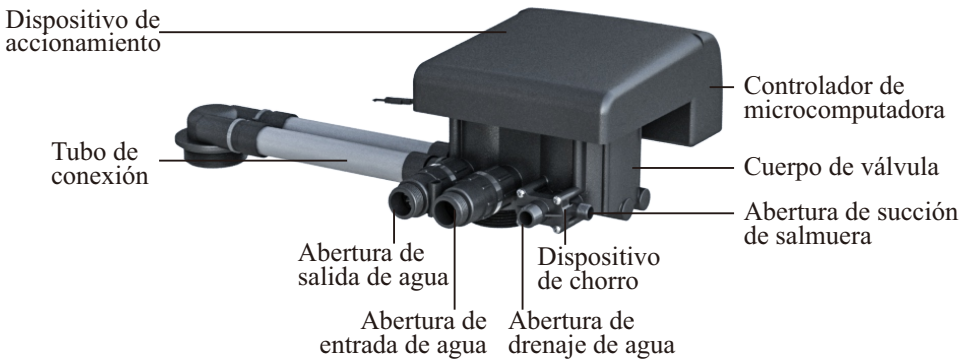


Figura 2-26 Válvula de control automático de sola válvula y doble tanque

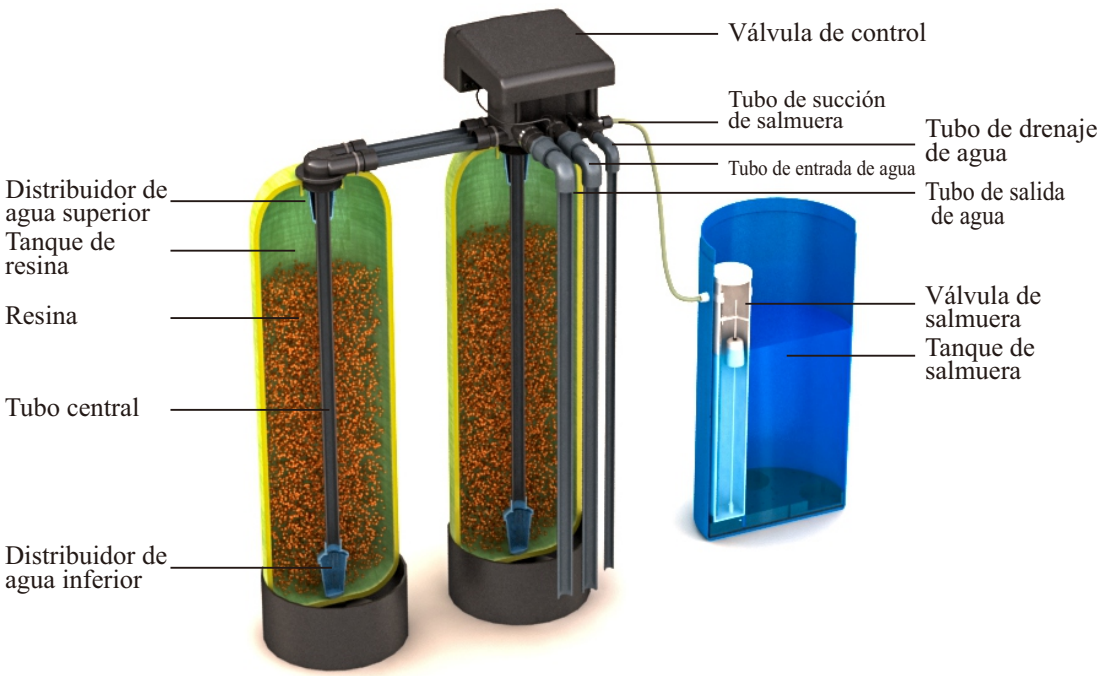


Figura 2-27 Descalcificador de agua de control automático de sola válvula y doble tanque

(3) Válvula de control de sola válvula y tres tanques: como se muestra en Figura 2-28 y Figura 2-29, se utiliza en el sistema de tratamiento de agua de alta dureza (superior a 10mmol/L) que requiere el ablandamiento secundario. Es decir, una válvula de control controla el funcionamiento y la regeneración de tres tanques de intercambio, dos tanques de intercambio se conectan en serie para el funcionamiento, otro tanque de intercambio se encuentra en el estado de regeneración o estado de respaldo. Tanques de intercambio de conexión en serie de dos etapas, cuando el tanque de primera etapa está inválido, se conmuta automáticamente el tanque de intercambio de la segunda etapa a la primera etapa, y el tanque de intercambio de respaldo después de la regeneración está conectado en serie para ser la segunda etapa, el tanque de intercambio inválido será de respaldo después de la regeneración. En esta manera, en el conjunto completo del sistema siempre dos tanques de

intercambio funcionan mediante la conexión en serie, y el tanque después de la regeneración funciona como la segunda etapa, así la calidad del agua saliente puede asegurarse.

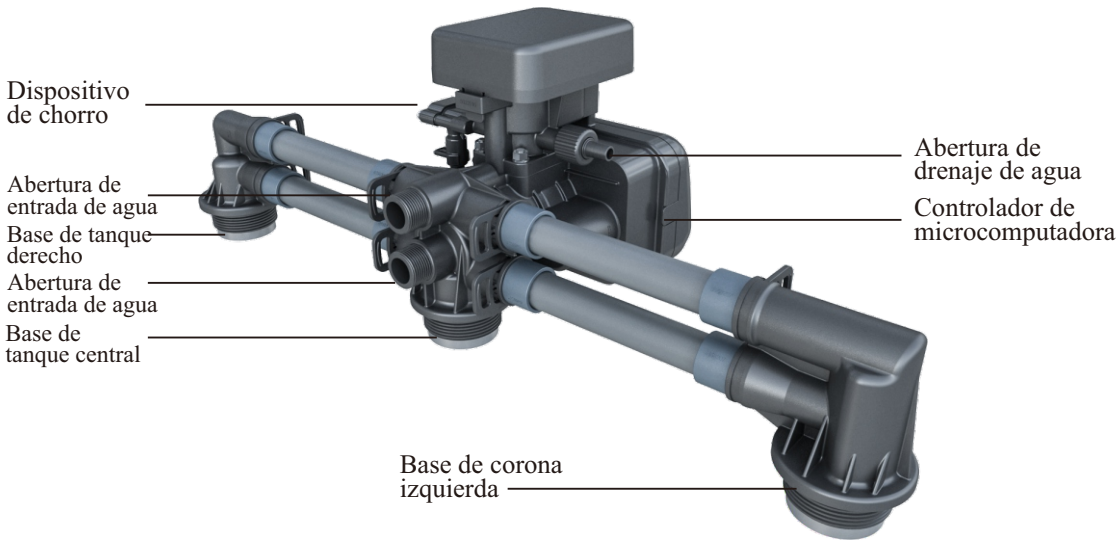
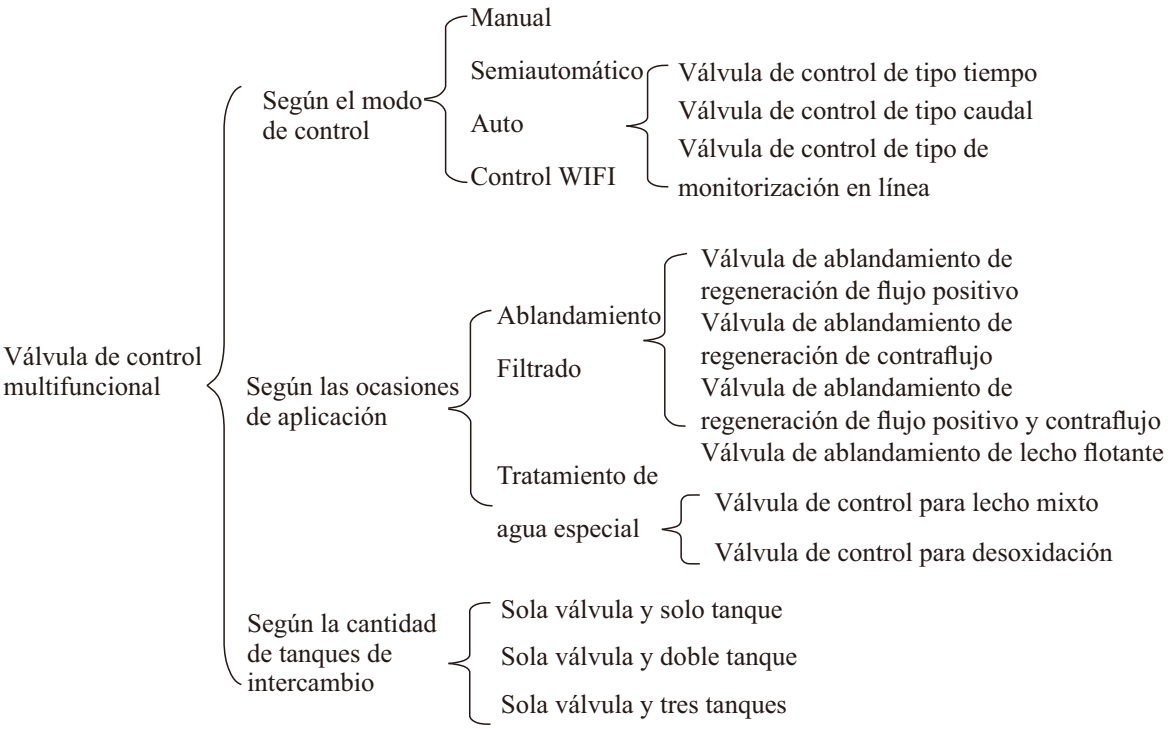


Figura 2-28 Válvula de control automático de sola válvula y tres tanques





2.2.6 Reglas de numeración de las válvulas de control multifuncionales

Para facilitar el uso, las válvulas Runxin son expresadas en las clasificaciones y números como se muestran en Tabla 2-1, 2-2, 2-3 según su propósito, modo de control, palanca o modo de arranque de regeneración:

Tablas 2-1 Clasificación y número de las válvulas de control según sus diversos propósitos

Nº	1	4	5	6	7	8	9
Significado	Propósito especial	Accesorio	Filtrado	Ablandamiento, regeneración de flujo positivo	Ablandamiento, regeneración de contraflujo	Ablandamiento, regeneración de flujo positivo y contraflujo	Lecho flotante

Tablas 2-2 Clasificación y número de las válvulas de control según sus diversos modos de control

Nº	0	1	2	3	4	5	6
Significado	Semiautomático	Control manual	Control automático, Visualización LCD	Control automático, Visualización LED	Control automático, visualización por luz indicadora	Control automático, visualización por tubo digital	Control automático, control por WiFi

Tablas 2-3 Clasificación y número de las válvulas de control según sus diversos modos de arranque de la regeneración

Nº	0	1	2	5	6	7
Significado	Sin modo de control	Control manual, palanca metálica	Control manual, palanca de plástico	Control automático, tipo de tiempo	Control automático, tipo de caudal	Control automático, tipo de monitorización en línea

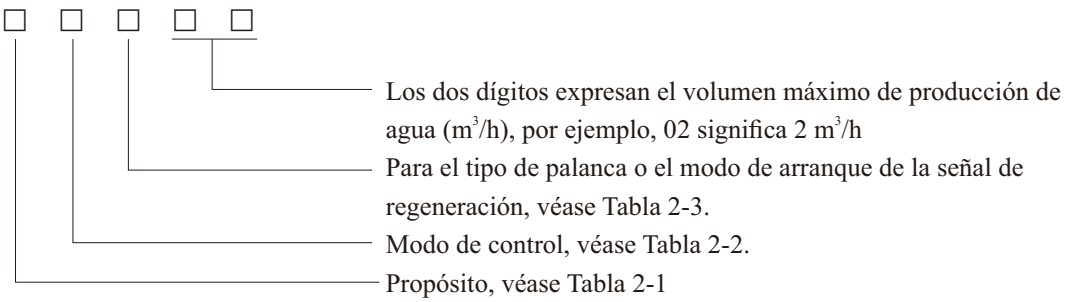
Tabla 2-4 Clasificación y número de las válvulas de control de propósitos especiales

Nº	11	13	15	17	18
Significado	Válvula de control para eliminación de flúor	Válvula de control para desoxidación	Válvula de control para lecho mixto	Válvula de control de sola válvula y doble tanque	Válvula de control de sola válvula y tres tanques

Tabla 2-5 Clasificación y número de los accesorios

Nº	41	42	43	44	45	46	47	48
Significado	Válvula de derivación	Válvula de tres vías	Válvula de salmuera	Dispositivo de monitorización en línea	Filtro de tipo láminas	Controlador independiente	Dispositivo de desinfección	Dispositivo de alarma de falta de salmuera

El modelo de válvula de control Runxin es expresado con cinco números. Su método de expresión y significado se muestran a continuación:



Nota: los de número iniciado con 1 ó 4 son válvulas de control especiales o accesorios, el significado que el segundo dígito expresa es diferente al en Tabla 2-2. Véase Tabla 2-4, Tabla 2-5 para el significado representado por los primeros dos dígitos.

Ejemplo de número (Nº):

Por ejemplo: la válvula de control de número 53610, 5 significado filtrado, 3 significa el control automático de la visualización LED, 6 significa tipo de caudal, 10 significa el volumen de producción de agua de 10m³/h, es decir, 53610 significa la válvula de filtrado automático de tipo caudal de volumen de producción de agua de 10m³/h.

La válvula de control de número 62504, 6 significado ablandamiento de flujo positivo, 2 significa la válvula de control automático de visualización LCD, 5 significa tipo de tiempo, 04

significa el volumen de producción de agua de 4m^3/h, es decir, 62504 significa la válvula de ablandamiento de regeneración de flujo positivo de tipo de tiempo de volumen de producción de agua de 4m^3/h.

La válvula de control de número 17610, 17 significado sola válvula y doble tanque, 6 significa válvula de ablandamiento de control automático de tipo caudal, 10 significa el volumen de producción de agua de 10m^3/h, es decir, 17610 significa la válvula de ablandamiento de control automático de tipo de caudal de sola válvula y doble tanque de volumen de producción de agua de 10m^3/h.

2.3 Interfaz de la válvula de control automático

2.3.1 Funciones de las interfaces principales

(1) Interfaz de salida de señal

En la placa de control principal se establece interfaz de salida de señal, el programa puede emitir señal para controlar las líneas externas. La interfaz central es el terminal común COM, otros dos puertos respectivamente son terminal normalmente cerrado (con "NC" en el tablero de circuitos) y terminal normalmente abierto (con "NO" en el tablero de circuitos).

Se puede utilizar para controlar la bomba de sobrealimentación de entrada de agua, la bomba de pozo profundo (en caso de suministro de agua de pozo profundo), la válvula solenoide de entrada de agua, la válvula solenoide de salida de agua, etc. Para el diagrama de cableado de su aplicación, véase "2.4.2 Aplicación de las interfaces de la válvula de control".

(2) Interfaz de enclavamiento

En la placa madre de la válvula de control automático de uso industrial, se han establecido dos puertos, una entrada de enclavamiento, una salida de enclavamiento. Función principal: para el sistema de conexión en serie, el sistema de conexión en paralelo o el sistema de conexión en serie y en paralelo compuestos por múltiples descalcificadores de agua o filtros, garantizar el funcionamiento ordenado del sistema y el lavado o la regeneración respectiva mediante el enclavamiento. Incluso 2 o más de 2 tanques requieren el lavado o la regeneración, debido al efecto de enclavamiento, el sistema sólo arranca una válvula de control para realizar lavado o regeneración según la configuración en el programa, evitando que varias válvulas arranquen la regeneración o el lavado al mismo tiempo.

(3) Puerto de control remoto

Este puerto puede recibir señales activas externas, de voltaje de 5 a 24VCC, para controlar la válvula. Por ejemplo, puede recibir la señal emitida por el PLC, la señal emitida por el instrumento de conductividad eléctrica. Después de recibir la señal, el programa controla la válvula para entrar en la siguiente posición de trabajo. Si la válvula de control está en el estado de funcionamiento, después de que el puerto de control remoto reciba una señal, la válvula de control entra en el estado de retrolavado; cuando la válvula de control está en el estado de succión de salmuera, después de que el puerto de control reciba una señal, la válvula de control entra en el siguiente estado.

(4) Puerto 485

485 es el puerto de comunicación remota, que puede realizar la adquisición y el control de los datos en sitio de la válvula de control de forma remota. Se utiliza en coordinación con el PLC y otras computadoras superiores para operar la válvula de control a distancia.

(5) Otros puertos

Debido a los diferentes requisitos en diversos países, para la válvula de control de uso doméstico, algunos productos también están equipados con el puerto de alarma de falta de salmuera que puede emitir alarma después de recibir la señal de falta de salmuera; cuando hay estado de regeneración, puede electrolizar la salmuera para generar el hipoclorito de sodio con el fin de desinfectar el puerto de desinfección del tanque de resina, etc. Estos puertos principalmente tienen funciones únicas, así no las describimos.

2.3.2 Funciones de aplicación de las interfaces de la válvula de control

La aplicación de las funciones de diversas interfaces del tablero de control de la válvula de control Runxin se muestra en Tabla 2-6, para el estado de la señal de salida del puerto de salida de señal, véase Tabla 2-7.

Tabla 2-6 Funciones de aplicación de las interfaces del tablero de control

Nombre de función	Aplicación	Descripción
Puerto de salida de señal b-01	Para controlar la válvula solenoide de salida o la válvula esférica eléctrica	Para requerir rigurosamente que no salga agua dura de la salida de agua o controlar el nivel en el tanque de almacenamiento de agua
	Control de la bomba de entrada de agua	Para aumentar la presión durante la regeneración o el lavado; utiliza el controlador de nivel en el tanque de almacenamiento de agua para controlar la bomba de agua con el fin de asegurar que haya agua en el tanque de almacenamiento de agua
Puerto de salida de señal b -02 / Puerto de alivio de presión	Para controlar el alivio de presión en la válvula solenoide de entrada, la válvula esférica eléctrica o la derivación	Cuando la presión del agua entrante está relativamente alta, puede cerrar o detener la entrada de agua en el proceso de giro de la válvula de control para evitar que el electromotor no pueda girar
Interfaz de enclavamiento	Asegúrese de que no más de una válvula de control realice regeneración o lavado en el sistema	Pretratamiento de ósmosis inversa, suministro de agua simultáneo y regeneración por separado, equipo de intercambio de iones de sodio de dos etapas, etc.
Puerto de control remoto	Recibe la señal para que la válvula de control llegue a la siguiente posición	Se utiliza para conectar con el sistema de monitorización en línea y la computadora PC para realizar el control automático o remoto de la válvula

Puerto 485	Transmisión de datos en tiempo real	Conecta con PLC, computadora, etc., realiza la comunicación en tiempo real con la válvula de control

Tabla 2-7 Señal de salida del puerto de salida de señal

Estado	Configuración: b-01			Estado	Configuración: b-02	
	COM y NO	COM y NC			COM y NO	COM y NC
Posición de trabajo de funcionamiento	No conectado	Conectado		Posición de trabajo	No conectado	Conectado
Otros estados	Conectado	No conectado		Conversión de posición de trabajo	Conectado	No conectado

2.3.3 Descripción de aplicación de funciones del puerto de salida de señal

2.3.3.1 Control de la válvula solenoide de salida o la válvula esférica eléctrica (configurado como b-01)

Puede controlar el nivel de líquido del tanque de agua mediante el control de la válvula solenoide de salida. Para los descalcificadores de agua que requiere un control riguroso de la dureza del agua saliente tales como la caldera, en el proceso de regeneración, se necesita asegurar que ninguna agua dura salga de la salida de agua. Se puede instalar válvula solenoide en la salida de agua, cuyo modo de cableado se muestra en Figura 2-30, cuyas funciones principales son:

a) Cuando la válvula de control se encuentra en la posición "funcionamiento", si el nivel de agua en el tanque de agua está bajo, la válvula solenoide se enciende para suplementar agua blanda al tanque de agua; cuando el nivel de agua en el tanque de agua alcance alto nivel, la válvula solenoide se enciende para cerrar la salida de agua, y deja de suplementar agua blanda al tanque de agua.

b) Cuando la válvula de control se encuentra en las posiciones de trabajo de los procesos de regeneración tales como "retrolavado, succión de salmuera + lavado lento, reposición de agua al tanque de salmuera, lavado", el punto NO se conecta con el punto COM, la válvula solenoide se enciende para cerrarse cortando el canal de agua de la salida. Es decir, durante la regeneración, el agua no sale del descalcificador de agua, asegurando que no se llene agua no ablandada al tanque de agua blanda.

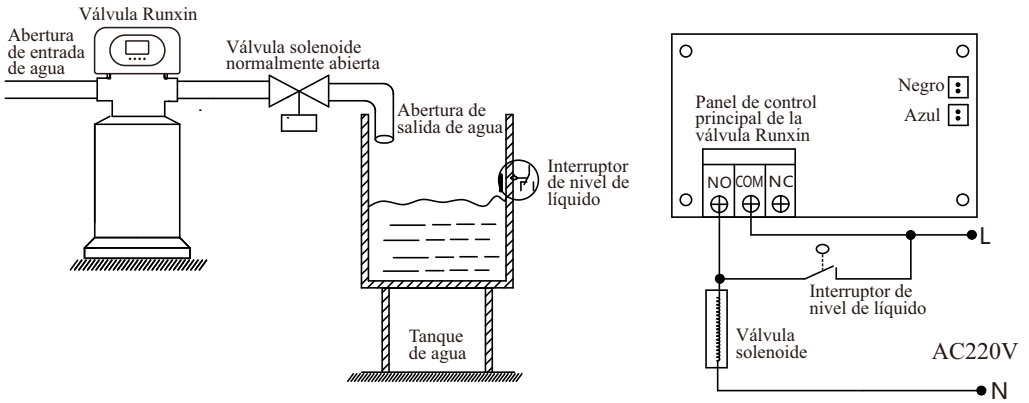


Diagrama esquemático del sistema Diagrama de conexión del sistema

Figura 2-30 Diagrama de cableado de control de la válvula solenoide de salida

2.3.3.2 Control de la válvula solenoide de entrada o la válvula esférica eléctrica (configurado como b-02)

(1) Alivio de presión durante la conversión de posición de trabajo: cuando la presión de la abertura de entrada de agua está superior a 0,6Mpa, se conecta la válvula solenoide en la abertura de entrada de agua. Si el modo de control de salida es configurado a b-02, el sistema realizará el alivio de presión cuando la válvula de control se conmute a cada posición de trabajo, su cableado se muestra en Figura 2-31.

Su función principal es: cuando la presión del agua entrante está muy alta, para asegurar que la válvula de multi-vía pueda realizar una conmutación normal de la posición de trabajo, se añade una válvula solenoide en la abertura de entrada de agua. Cuando la válvula de ablandamiento se encuentra en la posición de funcionamiento "Funcionamiento, retrolavado, succión de salmuera + lavado lento, reposición de agua al tanque de salmuera, lavado" o cuando la válvula filtrante se encuentra en la posición de funcionamiento "Funcionamiento, retrolavado, lavado", la válvula solenoide está apagada, la abertura de entrada de agua se abre, el sistema funciona normalmente; cuando una posición de trabajo finalice y se conmute a la siguiente posición de trabajo, en el proceso de conversión, la válvula solenoide se enciende cortando la abertura de entrada de agua, para que la válvula de control realice la conmutación de posición de trabajo en el estado sin presión. Este método puede resolver el fenómeno de flujo mixto y el fenómeno de golpe de ariete de la válvula de control en el proceso de conmutación de posición de trabajo.

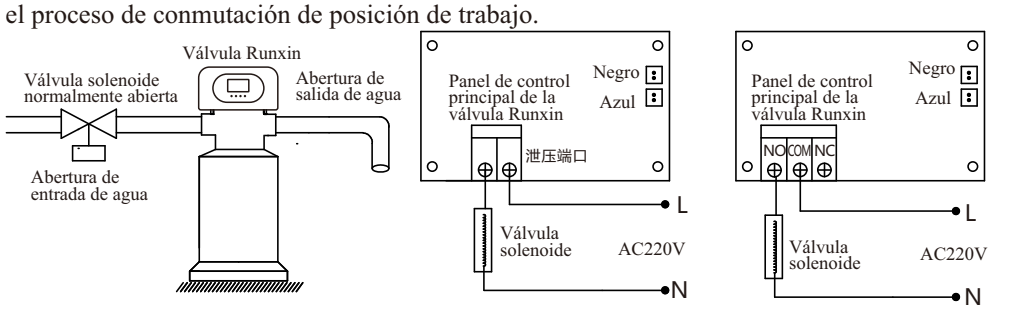


Diagrama esquemático del sistema Diagrama de conexión del puerto de alivio de presión Diagrama de conexión b-02 de configuración del sistema

Figura 2-31 Diagrama de cableado de control de la válvula solenoide de entrada

(2) Control en caso de conexión en serie: cuando varios equipos de tratamiento de agua forman un sistema de conexión en serie, por ejemplo, filtrado de multi-etapa, pretratamiento de ósmosis inversa o ablandamiento secundario, se puede conectar el cable de enclavamiento. En caso de uso en paralelo de los equipos de conexión en serie de multi-etapa, sólo una válvula de control realiza lavado o regeneración, lo que no afecta el funcionamiento normal de otros equipos. Cuando se adopta el enclavamiento de conexión en serie de multi-etapa, el cableado de la válvula solenoide de entrada se muestra en Figura 2-32.

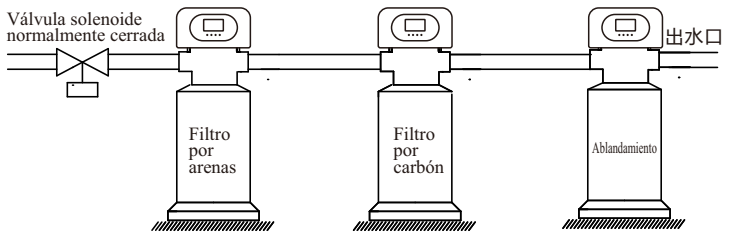


Diagrama esquemático del sistema

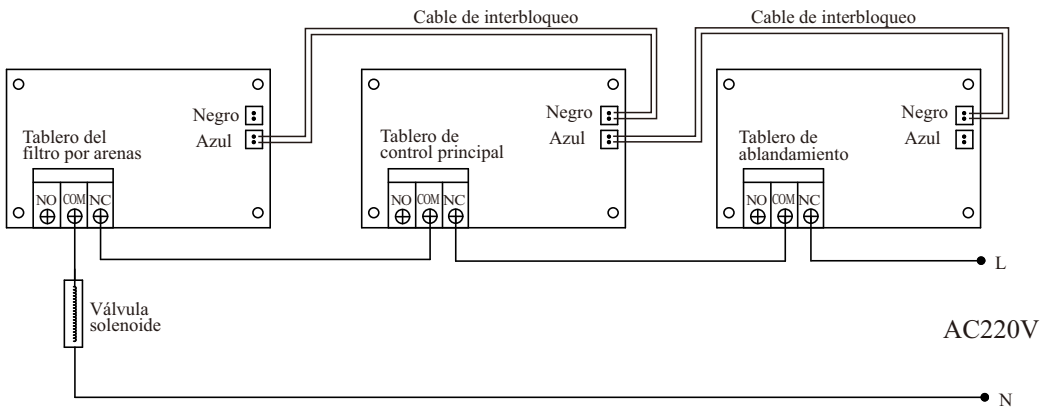


Diagrama esquemático del sistema

Figura 2-32 Diagrama de cableado de control de la válvula solenoide de entrada en caso de enclavamiento de conexión en serie de multi-etapa

(3) Alivio de presión de derivación: en el sistema que utiliza bomba de sobrealimentación de agua entrante o abastecimiento de agua del pozo, cuando la válvula gira, es que la conmutación de válvula puede causar el cambio del caudal causando el aumento o la disminución de la presión en el sistema, por eso, el requisito sobre la resistencia a presión del sistema es relativamente alto. Mediante la instalación de la válvula solenoide en la tubería de entrada de agua para conectar con la abertura de drenaje de agua o el tanque de agua cruda, cuando la válvula gira, la válvula solenoide de alivio de presión se abre para drenar el agua de la abertura de drenaje o que el agua refluya al tanque de agua cruda, así se puede evitar aparecer el cierre instantáneo durante la rotación de la válvula, es que eso puede causar la subida brusca de la presión de la entrada dañando el sistema. Su cableado es como se muestra en Figura 2-33.

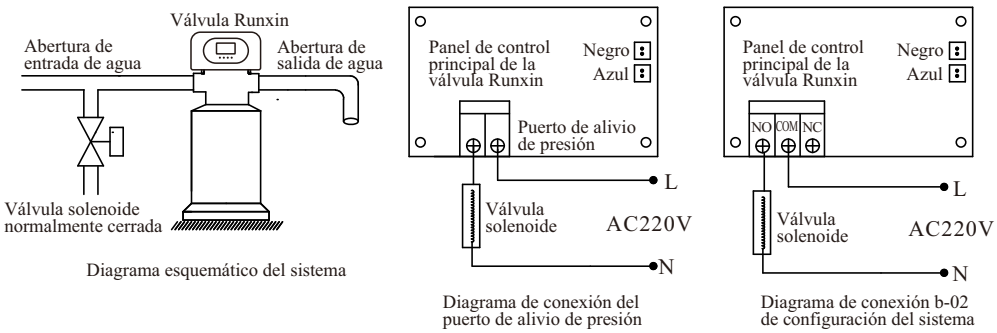


Figura 2-33 Diagrama de cableado del puerto de alivio de presión

2.3.3.3 Control de la bomba de entrada de agua mediante del interruptor de nivel de líquido del tanque de agua (electromotor bifásico o electromotor trifásico) (configurado como b-01)

Para el sistema que utiliza agua subterránea o abastecimiento de agua por el tanque de agua intermedio, se puede controlar el encendido y el apagado de la bomba de entrada de agua mediante el interruptor de nivel de líquido del tanque de almacenamiento de agua y la válvula de control. Su cableado es como se muestra en Figura 2-34. de los cuales, la bomba de agua monofásica utiliza el electromotor bifásico, la bomba de agua trifásica utiliza el electromotor trifásico y el contactor CA, cuyas funciones principales son:

(1) Cuando la válvula de control se encuentra en la posición "Funcionamiento", si el nivel de agua en el tanque de agua está bajo, la bomba de agua se enciende; si el nivel de agua en el tanque de agua alcance un nivel alto, el nodo del interruptor de nivel de líquido del tanque de agua se desconecta, la bomba de agua se apaga y deja de funcionar.

(2) Cuando la válvula filtrante se encuentra en "Retrolavado, lavado" o la válvula de ablandamiento se encuentra en la posición de trabajo de un paso de la regeneración, no importa el nivel de agua en el tanque de agua, la bomba de agua se encuentra en un estado de funcionamiento normal garantizando que la abertura de entrada de agua suministre el agua según el requisito durante el lavado o la regeneración.

(3) Dentro del pozo de agua (o el tanque de agua intermedio, etc.) se establece un interruptor de nivel de líquido, que puede evitar el daño de los equipos de la bomba de agua por el funcionamiento de la bomba vacía por el insuficiente volumen de agua en la fuente de agua.

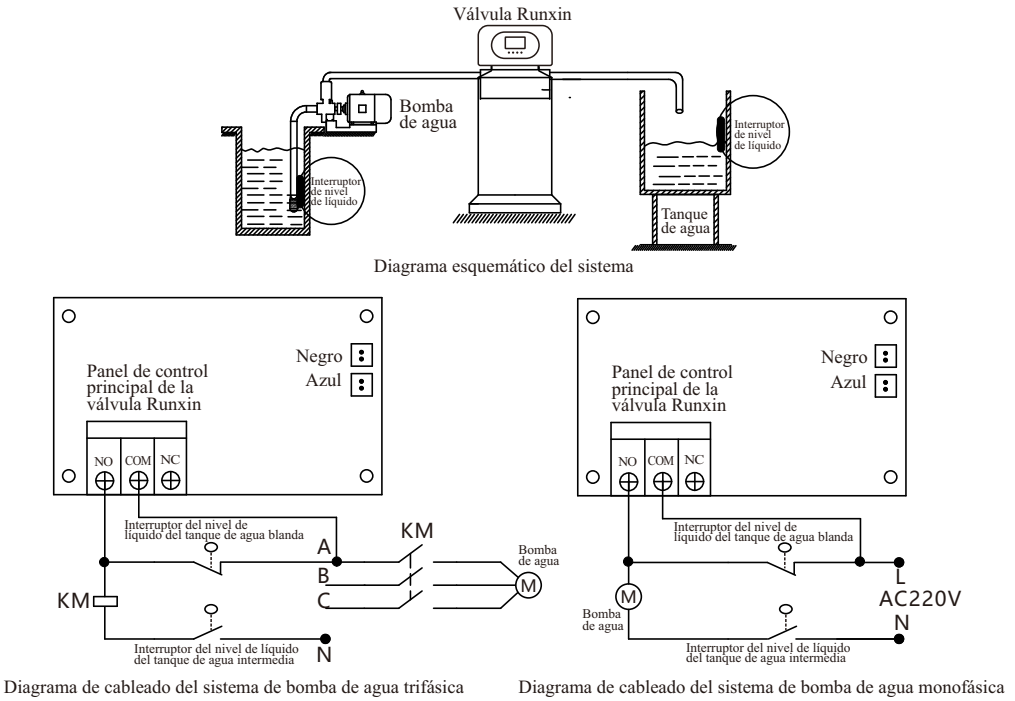


Figura 2-34 Diagrama de cableado de control de la bomba de entrada de agua mediante el nivel de líquido en el tanque de agua

2.3.3.4 Control de la bomba de sobrealimentación de la entrada (puede configurarse a b-01 o b-02)

Cuando la presión del agua entrante está por debajo de 0,15Mpa, generalmente no puede lograr el efecto de retrolavado o es difícil realizar la succión de salmuera. En este caso, se necesita conectar una bomba de sobrealimentación en la abertura de entrada de agua y configurar el modo de control de salida a b-01. La conexión de su circuito de control es como se muestra en Figura 2-35. Si la corriente de la bomba de sobrealimentación es superior a 5A, se debe conectar con el contactor CA en Figura 2-35.

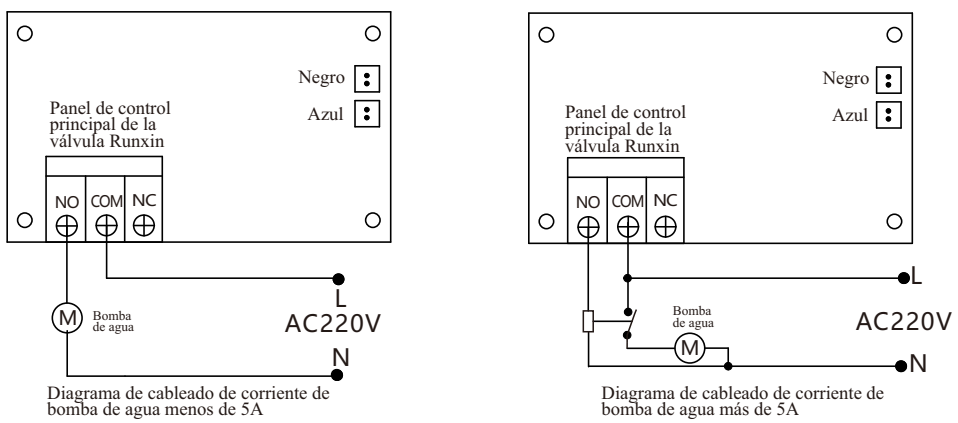


Figura 2-35 Diagrama de cableado de conexión de la bomba de sobrealimentación en la entrada

Su función principal es: instalación de una bomba de sobrealimentación en la entrada del descalcificador de agua o el filtro. Cuando la presión del agua entrante está relativamente baja, el puerto de salida de señal puede controlar la abertura de la bomba de sobrealimentación en el estado

de regeneración o lavado aumentando la presión del agua entrante, con el fin de garantizar el efecto de succión de salmuera o el efecto de lavado.

2.3.4 Descripción de la aplicación de la función de enclavamiento

Si se necesita utilizar un sistema de conexión en serie de la combinación de múltiples filtros o descalcificadores de agua de multi-etapa en el sistema de tratamiento de agua, o cuando múltiples filtros o descalcificadores de agua constituyen un sistema de conexión en serie, así como el sistema de conexión en serie compuesto por el descalcificador de agua y los equipos de ósmosis inversa. Mediante la conexión del cable de enclavamiento, se permite que los sistemas de conexión en serie, conexión en paralelo o sistema de conexión en serie y paralelo compuestos por múltiples válvulas de control de tratamiento de agua realicen el funcionamiento, el lavado y la regeneración, etc. de forma ordenada, evitando los efectos adversos de arranque simultáneo de lavado o regeneración de múltiples válvulas de control.

Durante la conexión del cable de enclavamiento, sólo se necesita conectar CN8 (negro) de la válvula anterior con CN7 (azul) de la válvula posterior; en caso de enclavamiento de múltiples sistemas, si el cable de enclavamiento está desconectado, se divide automáticamente en dos sistemas de enclavamiento desde la posición de desconexión, su cableado es como se muestra en Figura 2-36, sus funciones principales son:

(1) Cuando se utiliza en el sistema de conexión en paralelo compuesto por n equipos de tratamiento de agua, se puede realizar: una sola válvula está en regeneración o lavado, (n-1) equipos están en abastecimiento de agua o suspensión, es decir, se puede realizar el abastecimiento de agua simultáneo y la regeneración por separado.

(2) Cuando se utiliza en el sistema de tratamiento de agua de conexión en serie de múltiples equipos (por ejemplo, sistema de tratamiento de ablandamiento secundario o sistema de pretratamiento de ósmosis inversa), se puede realizar que una sola válvula está en regeneración o lavado, garantizando que haya agua en la regeneración o el lavado de cada etapa.

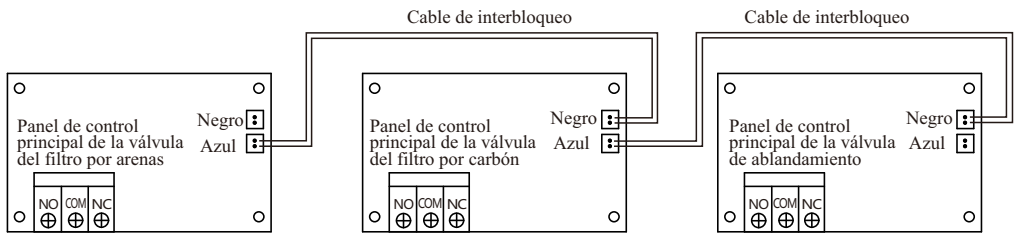
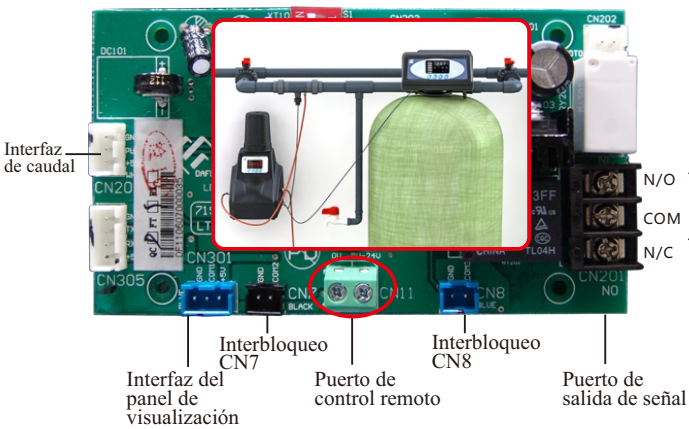


Diagrama de cableado del sistema

Figura 2-36 Diagrama de cableado de enclavamiento

2.3.5 Descripción de la aplicación del puerto de control remoto

Cuando la válvula de control se utiliza en el tratamiento de desalinización de intercambio iónico para producir agua pura u otros sistemas que permiten la monitorización en línea o cuando está conectada con la computadora PC, etc. (como se muestra en Figura 2-37), si la conductividad eléctrica u otros parámetros alcancen el valor configurado o la computadora PC emita la señal requiriendo la regeneración del sistema, se puede transmitir la señal al puerto de control remoto en la placa madre en el cuerpo de la válvula mediante el cable de señal para que la válvula arranque inmediatamente la regeneración. Después de que este puerto reciba la señal, es igual al presionado el botón manual. Su cableado es como se muestra en Figura 2-38:



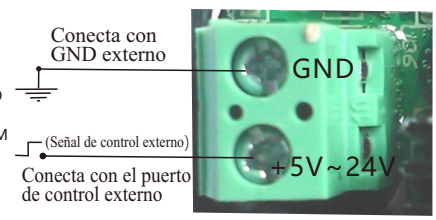


Figura 2-7 Control remoto de monitorización en línea **Figura 2-38 Diagrama de cableado del puerto de control remoto**

Extensión de función: si se necesita utilizar PLC para controlar la válvula de ablandamiento, se puede configurar los parámetros de tiempo de la válvula de ablandamiento a su respectivo valor máximo. Cuando se necesita una regeneración, el PLC emite la señal a la válvula de ablandamiento para entrar en el estado de retrolavado; si el tiempo de retrolavado en el PCL se configura a 20min, al finalizar el tiempo (en este momento, todavía no se ha llegado al final del tiempo configurado en la válvula de ablandamiento), el PLC emite la señal para controlar la válvula de ablandamiento a finalizar el retrolavado y entrar en el siguiente procedimiento, así sucesivamente.

2.4 Aplicación de las interfaces en el sistema de tratamiento de agua

2.4.1 Múltiples equipos de tratamiento de agua realizan el abastecimiento de agua simultáneo y la regeneración por separado

Para múltiples equipos de tratamiento de agua, si se necesita más de un equipo suministren agua al mismo tiempo y evitar el lavado o la regeneración simultánea, sólo se necesita conectar múltiples válvulas con el cable de enclavamiento. Su cableado es como se muestra en Figura 2-36:

2.4.2 Uso de un caudalímetro individual para realizar el abastecimiento de agua simultáneo por dos (múltiples) tanques y la regeneración según la secuencia

Si el sistema de tratamiento de agua está equipado con una válvula de control de tipo caudal y una válvula de control de tipo tiempo, se puede enclavar dos o más válvulas y configurar el ciclo de funcionamiento de la válvula de control de tipo tiempo al valor máximo, y conectar el puerto de salida de señal de una válvula de control de tipo caudal con el puerto de control remoto de la válvula de control de tipo de tiempo, así se puede realizar el abastecimiento de agua simultáneo y la regeneración según la secuencia, su cableado es como se muestra en Figura 2-39.

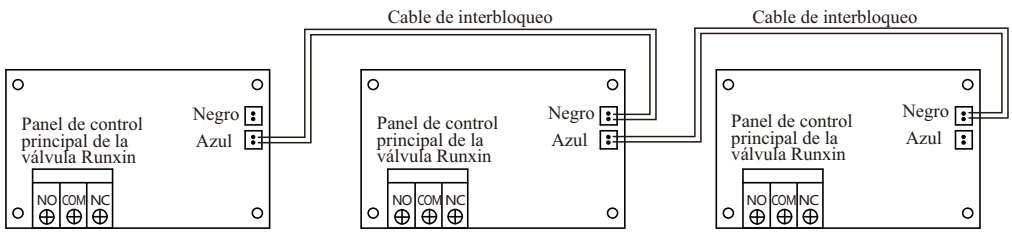


Figura 2-39 Diagrama de cableado de abastecimiento de agua simultáneo y regeneración según la secuencia

Cabe mencionar: durante la regeneración de la válvula de control de tipo caudal, el puerto de salida de señal emite la señal y la envía al puerto de control remoto de la válvula de control de tipo tiempo. Si también se necesita la regeneración cuando el puerto de control remoto de la válvula de control de tipo tiempo reciba la señal, debido al enclavamiento del sistema, la válvula de control tipo caudal está en regeneración, pues la válvula de control de tipo tiempo que está preparándose para la regeneración entra en el estado de espera, después de que la válvula de control de tipo caudal cumpla la regeneración, la válvula de control de tipo tiempo realiza la regeneración; asimismo, se controla la siguiente válvula de control de tipo tiempo entre en la secuencia de regeneración después de que la anterior válvula de control cumpla la regeneración, así sucesivamente, se puede lograr el propósito de abastecimiento de agua simultáneo y la regeneración según la secuencia.

Este modo de aplicación de conexión puede usarse en el sistema de lecho de catión y anión.

2.4.3 Sistema de ablandamiento de agua de uno para el uso, uno como el respaldo

Se conecta dos válvulas 63510, 63515 ó 63520 con una válvula de tres vías 42020 para formar un sistema de abastecimiento de agua de uno para el uso, uno como el respaldo. Se necesita enclavar la válvula de control y conectarla con la válvula de tres vías, su diagrama de cableado se muestra en Figura 2-40.

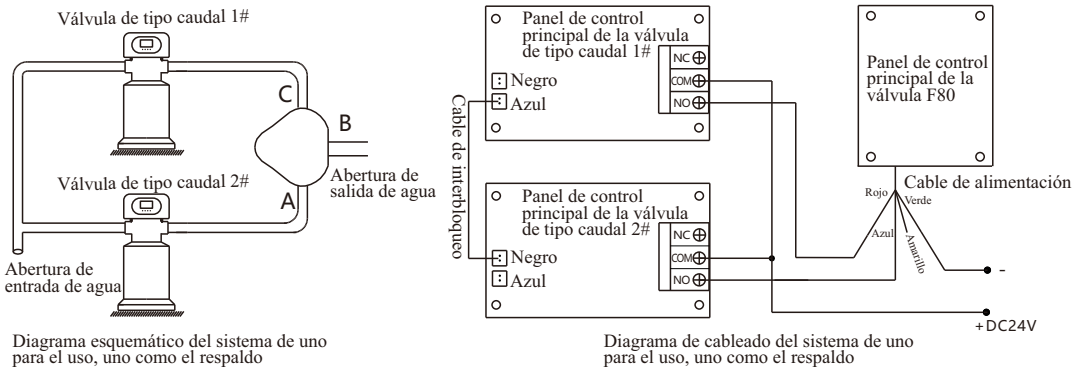


Figura 2-40 Sistema de uno para el uso, uno como el respaldo compuesto por doble válvula y doble tanque

Descripción de aplicación: como se muestra en la figura izquierda en Figura 2-40, cuando la válvula de control 1# se encuentra en el estado de funcionamiento, la válvula de tres vías se encuentra en el estado de conexión entre C y B, la válvula 2# se encuentra en el estado de regeneración o el estado de respaldo después de la finalización de la regeneración; cuando el volumen de agua producida o la duración de producción de agua de la válvula de control 1# alcance el valor configurado, la válvula de control entra en el estado de regeneración, mientras tanto, controla la válvula de tres vías para que se conmute al estado de conexión de A y B. (Es que 1# está enclavado con 2#, cuando 1# entra en el estado de regeneración, es seguro que 2# se encuentra en el estado de funcionamiento, viceversa), es decir, se ha realizado la funcionamiento de uno para el uso, uno como el respaldo.

2.4.4 Pretratamiento del sistema de ósmosis inversa (RO)

Para el sistema de almacenamiento de agua que adopta filtrado de dos etapas (filtrado por arenas de cuarzo + filtrado por carbón activo) y el pretratamiento de ablandamiento antes de realizar el tratamiento de ósmosis inversa (RO), se puede controlar el encendido y el apagado de la bomba de agua mediante el interruptor de nivel de líquido del tanque de almacenamiento de agua y la válvula de control juntos. Se configura el modo de control de salida de señal de la válvula Runxin a b-01, la válvula de control de pretratamiento está enclavada, el puerto de salida de señal y la bomba de sobrealimentación de agua entrante, la bomba de agua de alta presión y el interruptor de nivel de líquido del tanque de agua se conectan según Figura 2-41, su función principal es:

a) Cuando el nivel de líquido en el tanque de agua está bajo, encender la bomba de sobrealimentación del agua entrante y la bomba de agua de alta presión;

b) Cuando el tanque de agua está lleno, apagar la bomba de agua de sobrealimentación y la bomba de agua de alta presión;

c) Cuando la válvula de control ha entrado en el estado de regeneración, encender la bomba de sobrealimentación, mientras tanto, detener la bomba de agua de alta presión;

d) Función de válvula unidireccional: cuando el volumen de agua suministrada de pretratamiento está insuficiente, y no hay protección por interruptor de baja presión o el interruptor de baja presión está en falla, puede evitar que a bomba de alta presión cause la generación de presión negativa en el sistema frontal, y evitar el aplastamiento del tanque de pretratamiento por la succión.

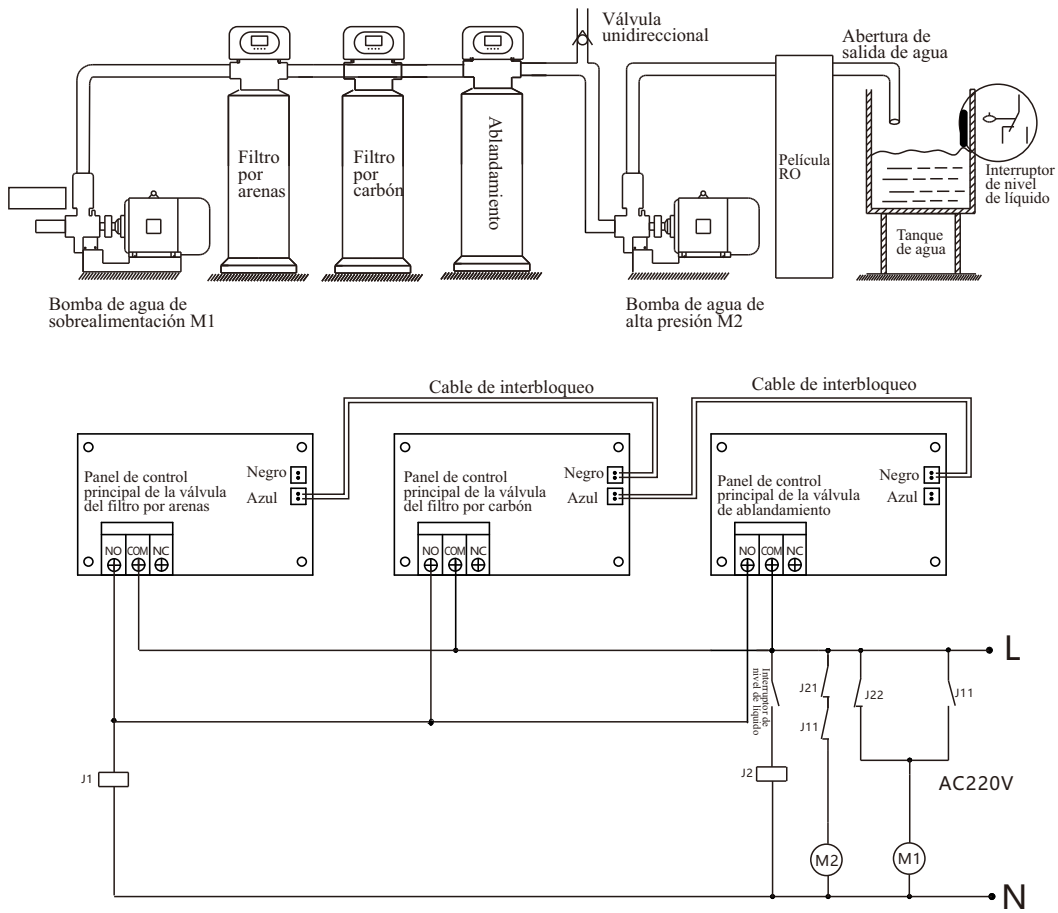


Figura 2-41 Diagrama de cableado del sistema de pretratamiento y ósmosis inversa

3 Aplicación de válvula filtrante Runxin

Generalmente, el agua natural contiene muchos sólidos suspendidos y sustancias coloidales. Después del tratamiento de coagulación, aunque la mayoría de los sólidos suspendidos y sustancias coloidales pueden eliminarse, es inevitable quedar una pequeña cantidad de partículas suspendidas fijas, que se necesita utilizar el método de filtrado avanzado para eliminarlas con el fin de cumplir los requisitos sobre el agua entrante en los pasos posteriores tales como el intercambio iónico y el tratamiento de membrana. En particular, para el sistema de tratamiento de membrana de ósmosis inversa, incluso el agua que es relativamente clara al parecer, también necesita ser tratada mediante un filtrado con precisión antes de entrar en el dispositivo de ósmosis inversa, con el fin de evitar el bloqueo de la película por suciedades y garantizar el funcionamiento normal.

3.1 Función de filtrado y sus principios

La selección del sistema filtrante y los materiales filtrantes generalmente se determina según la calidad del agua entrante, el requisito sobre el agua entrante en el proceso de tratamiento de agua posterior, el volumen de agua tratada, entre otros factores. La función del filtrado general es la intercepción de los residuos, es decir, eliminar los sólidos suspendidos, cicloides u otras impurezas en el agua de forma relativamente completa mediante la capa filtrante adecuada. El método de filtrado más común es el filtrado de material filtrante de forma partícula, es que este método utiliza los equipos relativamente simples, y después de la invalidez de la capa filtrante, es fácil recuperar su capacidad de filtrado mediante el método de retrolavado. Su principio de filtrado generalmente se considera como el resultado integral de adsorción superficial y retención mecánica: en primer lugar, cuando el agua empieza a entrar en la capa filtrante desde la parte superior, una parte de sólidos suspendidos en el agua están interceptados por la superficie de la capa filtrante debido al efecto de adsorción y retención mecánica. En este momento, entre los sólidos suspendidos se producen efectos de superposición y puenteado de uno al otro. Por eso, después de un período de tiempo, parece que se haya formado una membrana filtrante adicional en la superficie de la capa filtrante. En el filtrado posterior, esta capa de membrana filtrante generará la función principal de filtrado, este proceso de filtrado se llama filtrado por película. En el funcionamiento real del filtrado, no sólo la superficie de la capa filtrante tiene el efecto de filtrado, en realidad, cuando el flujo de agua entre en el centro de la capa filtrante, también funciona para interceptar los sólidos suspendidos y sustancias cicloidales debido al resultado de adsorción y coagulación.

3.2 Equipos y sistemas de filtrado de uso común

Los equipos de filtrado de uso común tradicionales principalmente son equipos de filtrado con medio de granos como el material filtrante. Según la estructura del equipo, la dirección de flujo del líquido y la configuración del material filtrante, hay múltiples categorías. A continuación, presentamos varios equipos y sistemas de filtrado de uso común.

3.2.1 Filtro a presión

Los filtros a presión comunes principalmente abarcan filtro de flujo único y filtro de doble flujo.

3.2.1.1 Filtro de flujo único

(1) Estructura

El filtro de flujo único ordinario también se llama filtro mecánico, este tipo de filtro generalmente es un recipiente cilíndrico vertical cerrado llenado con material filtrante adecuado, y está equipado con dispositivo de entrada de agua, sistema de distribución de agua, algunos también tienen dispositivo de entrada de aire comprimido. Fuera del filtro se establecen diversas tuberías, válvulas e instrumentos necesarios.

En el filtro de flujo único, para la necesidad de expansión de la capa filtrante durante el retrolavado, entre el dispositivo de entrada de agua y la capa filtrante se necesita reservar cierto espacio. Durante el funcionamiento, este espacio se permanece llenado de agua, que facilita la uniformidad del flujo de agua. Por eso, el dispositivo de entrada de agua de este tipo de filtro generalmente es relativamente simple.

En el filtro el sistema de distribución de agua es un componente importante, cuya función es garantizar la distribución uniforme del flujo de agua en la capa filtrante y evitar la fuga del material filtrante. Hay muchos tipos de sistema de distribución de agua, los comunes actualmente son: tipo de tapa de drenaje, tipo de fisura en tubo ramal y tipo de paño filtrante (paño filtrante pavimentado en placa de orificio o paño filtrante envuelto en tubo ramal), etc.

(2) Uso

La velocidad de flujo de funcionamiento del filtro de flujo único ordinario generalmente es de 8m/h a 10m/h. Cuando funcione hasta que la caída de presión (es decir, la presión diferencial entre la entrada y la salida) de paso del flujo de agua por la capa filtrante aumente a cierto valor, se necesita detener el funcionamiento y realizar el retrolavado. En este momento, se necesita drenar el agua dentro del filtro al borde superior de la capa filtrante, luego suministrar el aire comprimido de cierta resistencia desde la parte inferior (los diferentes materiales filtrantes requieren aire comprimido de diferente intensidad. Más peso el material filtrante, mayor la intensidad necesaria, generalmente, la intensidad de retrolavado del aire comprimido del material filtrante de arenas de cuarzo es de (18~25) L/ (m^2·s)), después de agitar, purgar y lavar durante 3min a 5min, mientras sigue suministrando el

aire comprimido, se suministra el agua de retrolavado al interior del filtro, su intensidad debe permitir la expansión de la capa filtrante por 10% a 15%. Después de suministrar el agua de retrolavado durante 2min a 3min, deje de suministrar el aire comprimido, siga utilizando el agua para el retrolavado durante 1min a 2min. En este momento, la intensidad del agua de retrolavado debe aumentar hasta que la tasa de expansión de la capa filtrante alcance 40%~50%. Por último, utilice el agua para el lavado hasta que el agua saliente sea calificada, luego se puede volver a empezar el funcionamiento de filtrado.

Dentro del período de funcionamiento del filtro, se debe monitorizar la turbidez del agua saliente, sin embargo, el punto final del funcionamiento del filtro de flujo único generalmente no se juzga según el cambio de la turbidez del agua saliente, sino se determina mediante la caída de presión adecuada obtenida mediante el comisionamiento. Eso se debe a la distribución fija en la parte superior y la distribución gruesa en la parte inferior del material filtrante en el filtro de flujo único, a medida que el flujo de agua pase por la capa filtrante, cada vez más impurezas suspendidas estén interceptadas en la superficie de la capa filtrante, eso se equivale a formar una película filtrante cada vez más densa, lo que puede reducir la turbidez del agua saliente y causar que la caída de presión de paso de flujo de agua sea cada vez mayor. Si el filtro sigue funcionando hasta que la caída de presión exceda cierto valor límite, esta capa de película filtrante puede romperse bruscamente. En este momento, una gran cantidad de impurezas suspendidas en la capa superficial se distribuyen rápidamente en toda la capa de material filtrante, lo que causa un deterioro rápido de la turbidez del agua saliente. Además, es muy difícil retrolavar bien la capa de material filtrante contaminada, lo que afectará el efecto de filtrado posterior. Por eso, para el filtro de flujo único, se debe determinar el punto final de funcionamiento y realizar el retrolavado antes del aumento de la turbidez (es decir, antes de que la caída de presión alcance el límite). Por ejemplo, se ha cargado material filtrante de arenas de cuarzo de tamaño de partículas de 0,6mm - 1,2mm en un filtro mecánico, la altura de la capa filtrante es de alrededor de 0,7m. Cuando acaba de cumplir el retrolavado, la caída de presión de paso del flujo de agua por la capa filtrante es de alrededor de 4,9kPa. Cuando la caída de presión máxima del funcionamiento es de alrededor de 40kPa, la turbidez del agua saliente empieza a aumentar evidentemente, por eso, el filtro no puede funcionar hasta este valor límite, generalmente, se debe realizar retrolavado cuando funcione hasta que la caída de presión sea de 20kPa a 30kPa.

3.2.1.2 Filtro a presión de doble flujo

La apariencia del filtro a presión de doble flujo es similar a la del filtro de flujo único, la diferencia consiste en que se ha añadido un dispositivo de distribución de agua intermedio. Durante el funcionamiento, el agua entra respectivamente desde el canal superior y el canal

inferior, y después del filtrado, el agua sale del centro. La altura total del material filtrante del filtro de doble flujo es de 2m a 2,4m, el dispositivo de distribución de agua intermedio generalmente se establece en la capa filtrante de 0,6m a 0,7m de la capa superficial del material filtrante. Cuando se utiliza arenas de cuarzo como el material filtrante, el tamaño de las partículas es de 0,4mm a 1,5mm, el tamaño medio de partículas debe controlarse entre 0,8mm y 0,9mm, el coeficiente desigual K80 debe ser de 2,5 a 3. Aunque la distribución de materiales filtrantes en el filtro de doble flujo todavía es fina en la parte superior y gruesa en la parte inferior, sin embargo, es que una gran parte de flujo de agua encuentra material filtrante de partículas grandes primero desde abajo a arriba, y luego pasa por capas filtrantes cada vez más finas, lo que permite toda la capa de materiales filtrantes sea aprovechada plenamente mediante este "filtrado de partículas inversas". Además, cuando el agua entrante desde la parte superior fluye hacia abajo pasando por el material filtrante de partículas pequeñas en la capa superficial, aunque el agua caída se pierda muy rápido, el caudal de agua también se reduce gradualmente, sin embargo, puede funcionar para evitar la expansión de la capa filtrante hacia arriba cuando el flujo de agua de la parte inferior filtre hacia arriba, lo que permite un proceso de filtrado más estable.

Durante el funcionamiento del filtro de doble flujo, en la etapa inicial, el agua entrante en la parte superior y el agua entrante en la parte inferior representan respectivamente alrededor del 50%. Sin embargo, con el proceso del filtrado, la resistencia en la capa filtrante superior aumenta, el caudal de agua se reduce gradualmente, la relación del caudal de agua de la parte inferior aumenta; en la etapa final del funcionamiento, el caudal de agua en la parte inferior representa alrededor del 80% del caudal del agua saliente. En comparación con el filtro de doble flujo ordinario, el filtro de doble flujo tiene las ventajas tales como potencia grande, ciclo de funcionamiento relativamente largo. Sin embargo, su operación de limpieza y mantenimiento son relativamente complicados, y la turbidez del agua saliente no es tan baja como la del filtro de flujo único.

El método de limpieza del filtro de doble flujo inválido es: primero utilice el aire comprimido para purgarlo durante 5min a 10min, luego deje que el agua limpia entre desde el centro y enjuague la capa filtrante de la parte superior hacia arriba. Luego, cierre el aire comprimido, deje que el agua entre desde el centro y la parte inferior al mismo tiempo, y deje que se drene desde la parte superior para enjuagar toda la capa filtrante, controle la intensidad de retrolavado (16~18)L / (m^2·s), duración 10min a 15min. Por último, detenga el retrolavado, realice lavado en la dirección de funcionamiento, cuando el agua saliente esté calificada, se puede reanudar el funcionamiento de filtrado.

3.2.1.3 Filtro de materiales filtrantes de múltiples capas

En el filtro de flujo único ordinario, bajo el enjuague por el agua de retrolavado, los materiales filtrantes se ordenan en la manera "fina en la parte superior y gruesa en la parte inferior" de forma natural. Por eso, este tipo de filtro principalmente utiliza la película delgada en la superficie de la capa filtrante para realizar el filtrado, y la mayoría de los materiales filtrantes en la capa inferior no pueden jugar su papel de filtrado, por eso,su capacidad media de intercepción de residuos es baja, su ciclo de

funcionamiento es corto, y la pérdida del agua caída de la capa filtrante aumenta de forma muy rápida. Para mejorar esta situación, para filtro de flujo único, se ha diseñado múltiples capas de materiales filtrantes. La mayoría de los filtros de múltiples capas de materiales filtrantes actualmente en uso son de dos capas o tres capas de materiales filtrantes.

(1) Filtro de dos capas de materiales filtrantes

Su estructura es igual al filtro ordinario, sólo se coloca dos tipos de materiales filtrantes diferentes en diversas capas en el lecho filtrante. En la capa superior se encuentran los materiales filtrantes de densidad relativa pequeña y tamaño de partículas grande; en la capa inferior se encuentran los materiales filtrantes de densidad relativa grande y tamaño de partículas pequeño. Generalmente se adopta el siguiente: en la capa superior se encuentra antracita (densidad relativa: 1,5~1,8), en la capa inferior se encuentra arenas de cuarzo (densidad relativa de alrededor de 2,6). Debido a la mayor diferencia en su densidad relativa, por eso, aunque el tamaño de partículas de la antracita es relativamente grande, después del retrolavado, todavía puede encontrarse por encima de la arena de cuarzo de tamaño de partículas relativamente pequeño. Así se permite formar una disposición de "gruesa en la parte superior y fina en la parte inferior" en las partículas en toda la capa filtrante, eso es muy ventajoso para el filtrado.

El punto clave de que el filtro de dos capas de materiales filtrantes alcance un buen efecto de funcionamiento es si dos tipos de materiales filtrantes pueden estratificarse adecuadamente durante el retrolavado. Para no mezclar las capas de dos tipos de materiales filtrantes durante el retrolavado, se debe seleccionar el tamaño de partículas de los dos tipos de materiales filtrantes de forma adecuada. Según la práctica, cuando la densidad relativa de la antracita es de 1,5, la relación entre el tamaño de partículas del grano de carbón más grande y el tamaño de partículas de la arena de cuarzo más pequeña no debe ser mayor de 3,2. En la aplicación real, es muy difícil realizar que dos tipos de materiales filtrantes no se mezclen en diferentes capas, generalmente sólo se requiere controlar el espesor de la capa de mezcla por debajo de 10cm.

El filtro de arena de cuarzo ordinario puede modificarse directamente al filtro de dos capas de materiales filtrantes. En este momento, se puede retirar las partículas mínimas de altura de 200mm a 300mm en su capa superior, para que el tamaño de partículas de la capa superficial de la arena de cuarzo restante sea de 0,65mm a 0,75mm, luego cargue material filtrante de antracita de tamaño de partículas de 1,0mm a 1,25mm. En esta manera, la mayoría de los sólidos suspendidos en el agua infiltran en los poros entre las partículas de la antracita durante el filtrado y son interceptados, y los restos pueden ser retenidos por las arenas de cuarzo de la capa inferior.

(2) Filtro de tres capas de materiales filtrantes

Los principios y estructura del lecho de tres capas de materiales filtrantes son similares a los del lecho de dos capas, es decir, se ha añadido una capa de materiales filtrantes de densidad relativa

mayor y tamaño de partículas menor por debajo del lecho de dos capas de materiales filtrantes. Los materiales filtrantes de densidad grande de uso común son: granate, magnetita o ilmenita, sus propiedades químicas son estables, de los cuales, la densómetro del granate es de 4,2g/cm^3, la densidad de magnetita es de (4,7 a 4,8) g/cm^3.

El rango de tamaño de partículas de tres capas de materiales filtrantes generalmente es: antracita en la capa superior 0,8mm a 2,0mm; materiales filtrantes de densidad grande en la capa inferior 0,25mm a 0,5mm; el tamaño de partículas de arenas de cuarzo en la capa central puede determinarse según las condiciones de los dos tipos de materiales filtrantes en la partes superior y la parte inferior, se requiere que no haya mezcla evidente. La relación del espesor de los materiales filtrantes en cada capa en el espesor total puede determinarse según la calidad del agua entrante, generalmente: los materiales filtrantes de la capa inferior representan 5% a 10%; los materiales filtrantes de la capa central representan 25% a 35%; los materiales filtrantes de la capa superior representan 60% a 65%.

Aunque el filtro de dos capas de materiales filtrantes tiene una capacidad de intercepción de residuos y una velocidad de flujo mayores que el filtro de sola capa (generalmente 12m/h a 16m/h), sin embargo, debido al tamaño de partículas relativamente grande de las arenas de cuarzo en la parte inferior, para evitar que los sólidos suspendidos penetren por la capa filtrante, la velocidad de filtrado no debe ser demasiado alta. Y en el filtro de tres capas de materiales filtrantes, es que el tamaño de partículas de los materiales filtrantes se ordena desde lo grande a lo pequeño desde arriba a abajo, y los materiales filtrantes de la capa inferior son de tamaño de partículas pequeño y área superficial grande, la capacidad de intercepción de residuos de la capa filtrante puede aprovecharse plenamente. Por eso, su velocidad de filtrado incluso puede aumentar a más de 30m/h, y todavía se puede evitar eficazmente la penetración de los sólidos suspendidos. Por eso, las ventajas de este tipo de filtro son velocidad de filtrado alta, capacidad de intercepción de residuos alta, ciclo de filtrado largo, calidad de agua saliente buena, además, tiene una alta adaptabilidad a las fuentes de agua de turbidez de agua entrante alta y fluctuación de turbidez grande. Su resistencia de flujo de agua es equivalente a la del filtro ordinario.

3.2.1.4 Filtro de porosidad variable

El filtro de porosidad variable también se diseña especialmente sobre la base del filtro de flujo único, su característica principal es que la capa filtrante en el filtro se forma mediante la plena mezcla de dos tipos de materiales filtrantes de diferente tamaño de partículas. La relación de los materiales filtrantes es: las arenas de filtrado grueso de tamaño de partículas de 1,2mm a 2,8mm representan alrededor del 96% del volumen total de la capa filtrante; las arenas de filtrado fino de tamaño de partículas de 0,5mm a 1,0mm representan alrededor del 4%, después de la mezcla de ambos, la altura total de la capa filtrante es de 1,5m a 2m.

En la capa filtrante de porosidad variable, los materiales de filtrado fino se mezclan uniformemente entre los poros de los materiales de filtrado grueso, lo que permite una gran reducción en la porosidad de toda la capa filtrante. En esta manera, cuando el flujo de agua pasa por la capa filtrante, el canal se alarga con muchas curvas, lo que facilita la intercepción de los sólidos suspendidos.

Según la experiencia de funcionamiento, el punto clave del estado de funcionamiento del filtro de porosidad variable es si el efecto de retrolavado es bueno y si los materiales filtrantes de tamaño de partículas pequeño pueden mezclarse plenamente en los materiales filtrantes de tamaño de partículas grande y distribuirse de forma uniforme. El proceso general de retrolavado es: primero utilice el agua para el retrolavado durante 2min; luego utilice el aire para la limpieza, mientras tanto, utilice el agua para el retrolavado, la duración también es de 2min; por último, utilice el agua para el retrolavado durante 2min, la intensidad del retrolavado es de (15 a 16)L/(s·m^2). Después de cumplir el retrolavado, también se necesita conducir el aire comprimido para que los materiales filtrantes grandes y pequeños se mezclen plenamente antes de su puesta en servicio. En el filtro de porosidad variable, principalmente se realiza el filtrado penetrante. En caso de un buen retrolavado, tiene las ventajas tales como resistencia de capa filtrante pequeña, capacidad de intercepción de residuos grande, velocidad de filtrado relativamente alta, etc.

3.2.2 Filtro con fibras

El filtro con fibras tiene su nombre debido al uso de los materiales de fibra como el medio filtrante. Actualmente principalmente se aplican el filtro con fibras de tipo extrusión de cápsula y el filtro de densidad de ajuste hidráulico de fibra flotante. La estructura del cuerpo propio del equipo prácticamente es igual al filtro de presión de filtro de flujo único, los materiales filtrantes internos son fibras sintéticas de cierta densidad suspendidas, el agua pasa por la capa filtrante desde abajo a arriba para realizar el filtrado. De los cuales, en el filtro con fibras de tipo extrusión de cápsula, se establecen varias cápsulas impermeables en la capa filtrante de fibras. Durante el filtrado, las cápsulas expanden por el llenado de agua para presionar firmemente la flexión de fibras, para que el agua sea filtrada cuando pase. Durante la

limpieza, drene el agua en la cápsula, afloje las fibras, utilice el aire comprimido para realizar el lavado mixto de agua y aire con el fin de limpiar completamente la capa filtrante de fibras.

El material del filtro de fibra generalmente es filamento largo hecho de polipropileno, que tiene las ventajas tales como resistencia a la tensión alta, estabilidad química buena, tasa de absorción de agua baja, área superficial grande, resistencia de flujo de agua pequeña, limpieza fácil, etc., es un tipo de material filtrante relativamente ideal. Según las prácticas, el filtro con fibras es un tipo de filtro relativamente eficiente, cuyas características son:

a) Velocidad de flujo de funcionamiento alta, capacidad de intercepción de residuos grande. Cuando la velocidad de flujo del agua es de 30m/h, la capacidad de intercepción de residuos es de 4,9kg/m^2; cuando la velocidad de flujo del agua es de 50m/h, la capacidad de intercepción de residuos es de 2,3kg/m^2. Su capacidad de intercepción de residuos es de 5 a 10 veces la del filtro de arenas.

b) La calidad del agua saliente es relativamente buena. El filtro con fibras no sólo puede utilizarse en el filtrado de aclaración, sino también en el filtrado de contacto. Cuando el agua entrante ha pasado el tratamiento de coagulación, la turbidez del agua saliente puede alcanzar ≤1NTU.

c) Pérdida de agua caída pequeña, presión de funcionamiento baja. Durante el funcionamiento, la presión diferencial media de filtrado es de 0,02Mpa a 0m06MPa, generalmente no excede 0,2Mpa como máximo.

3.2.3 Filtrado de adsorción por carbón activo

Aunque la turbidez del agua filtrada puede reducirse a un nivel relativamente bajo, siempre quedan algunas materias orgánicas y cloro libre, y estos son muy desfavorables a la vida útil de la resina de intercambio iónico o la película durante el tratamiento de película de ósmosis inversa, y deben eliminarse siempre cuando sea posible. El uso del filtro tipo presión ordinario con el cartón activo como el material filtrante puede eliminar bien el cloro libre en el agua, mientras tanto, reducir el contenido de materia orgánica en el agua. Es que el carbón activo tiene un precio relativamente alto y puede romperse fácilmente cuando se utiliza el agua fuerte para el lavado, por eso, la función principal del filtrado no es la intercepción de residuos, sino es la reducción del contenido de cloro libre y materia orgánica en el agua mediante la adsorción. Para garantizar su efecto de adsorción y evitar la contaminación del carbón activo por una gran cantidad de sólidos suspendidos y sustancias cicloidales, generalmente se necesita configurar el filtro por arenas antes del filtrado por carbón activo con el fin de reducir la turbidez del agua antes de entrar en el filtrado por carbón activo.

El carbón activo es un adsorbente de fuerza de adsorción relativamente fuerte, su función de filtrado principal es adsorción física. Generalmente, está hecho de carbón vegetal con forma de cáscara (como cáscara de coco, cáscara de nuez, albaricoque), carbón, carbón vegetal, etc., que se procesan mediante un tratamiento de activación, como un tratamiento químico o tostado a alta temperatura. Después del tratamiento de activación, se ha formado innumerables poros capilares conectados de uno al otro en la superficie y el interior del carbón activo, el diámetro de poros es de 1nm~100nm, por eso, hay un área superficial específica de adsorción muy grande, generalmente puede alcanzar 500 m^2/g～1500 m^2/g. El carbón activo utilizado en el filtrado por adsorción generalmente se fabrica en partículas de tamaño de partículas de 1mm a 4mm, durante el uso, se puede seleccionarlo según las necesidades.

El filtrado con carbón activo puede eliminar relativamente eficazmente el cloro libre en el agua. En este proceso, además del efecto de adsorción física del carbón activo a Cl_2, debido a cierto efecto de catalización en la superficie del carbón activo, puede promover la hidrólisis de Cl_2 del cloro libre y acelerar la generación del nuevo oxígeno ecológico [O]. Y el nuevo oxígeno ecológico puede reaccionar con el carbón u otros componentes que pueden oxidarse en el carbón activo para promover más allá la eliminación del cloro libre.

Aunque el filtrado por adsorción con el carbón activo puede reducir el contenido de materia orgánica en el agua, sin embargo, debido a múltiples tipos de materia orgánica en el agua y la diferencia en el tamaño de las moléculas es muy grande, por eso, la capacidad de adsorción desde el carbón activo a ellas es diferente. Generalmente, el efecto de adsorción se relaciona con la característica de activación del carbón activo y la composición de la materia orgánica en el agua, por ejemplo, en el carbón activo hecho de cáscara, según los indicadores de adsorción ordinarios, el carbón activo de cáscara de coco es mejor; sin embargo, para la adsorción de materia orgánica en el agua natural, es mejor usar el carbón activo hecho de cáscara de nuez o núcleo de albaricoque. Además, según los experimentos, el carbón activo general tiene un buen efecto de adsorción y eliminación de las materias orgánicas de peso molecular de 500 a 3.000, y para las materias orgánicas de peso molecular inferior a 500 o superior a 3.000, es difícil eliminarlas. Generalmente, la tasa de adsorción de las materias orgánicas en el agua general mediante el filtrado por carbón activo es de alrededor de 20% a 80%.

Durante el funcionamiento, cuando el carbón activo es contaminado por los sólidos suspendidos o el cicloide afectando el filtrado por adsorción, se puede utilizar el método de retrolavado para la limpieza. Sin embargo, si el rendimiento de adsorción del carbón activo se ha perdido, debe someterse al tratamiento de regeneración, o reemplazarse con el nuevo. Los métodos generales del tratamiento de regeneración del carbón activo son: 1) purga con vapor; 2) tostado a alta temperatura para la descomposición y volatilización las materias orgánicas adsorbidas; 3) uso de la solución adecuada tal como solución NaOH o NaCL para el remojo con el fin de succionar las impurezas adsorbidas; 4) extracción con solventes orgánicos. Sin embargo, estas tecnologías de regeneración no son maduras hasta la fecha, y están pendientes de los estudios y descubrimientos avanzados.

El filtrado por carbón activo generalmente se utiliza en el filtrado de precisión cuando hay un requisito relativamente alto en la calidad del agua. Es que el carbón activo tiene un precio relativamente alto y no puede regenerarse fácilmente después de la saturación en la adsorción, por eso, el propósito principal del filtrado por carbón activo no consiste en intercepción de residuos, sino en la adsorción del cloro libre, una parte de materias orgánicas y una pequeña cantidad de impurezas finas. El filtrado por carbón activo generalmente se establece después del filtrado mecánico ordinario, en esta manera, la turbidez del agua entrante no será demasiado alta prolongando la vida útil del carbón activo.

3.3 Selección del material filtrante

Las sustancias utilizadas como material filtrante deben tener las condiciones siguientes: propiedades químicas estables, la calidad del agua saliente no es afectada; con buena resistencia mecánica, no se rompen durante el uso; tamaño de partículas adecuado, buena uniformidad. Además, su precio debe ser bajo para facilitar la adquisición de material. Los materiales filtrantes de uso común para la intercepción de residuos abarcan arena de cuarzo, antracita, mármol, etc.

3.3.1 Estabilidad química del material filtrante

Para probar la estabilidad química del material filtrante, se puede remojar el material filtrante respectivamente con solución neutra (puede ser solución NaCl de concentración de 500mg/L), solución ácida (puede utilizar HCl para preparar la solución acuosa de pH≈2, solución alcalina (se puede utilizar NaOH para preparar la solución acuosa de pH≈12) durante alrededor de 24h, observe la situación de contaminación de esta solución acuosa. Si se lo utiliza en el tratamiento del agua de la caldera, se debe medir la dureza del agua antes y después del remojo. Si la dureza del agua aumenta evidentemente después del remojo, significa que es fácil disolver calcio o magnesio en el material filtrante. En caso general, la arena de cuarzo es adaptable al agua neutra y el agua ácida, y no debe utilizarse en el agua alcalina para el tratamiento de cal, por ejemplo, es que SiO_2 puede disolverse en la solución alcalina. Durante el tratamiento de cal, se puede utilizar la antracita o la dolomita semi-quemada como el material filtrante.

3.3.2 Tamaño de partículas y coeficiente desigual del material filtrante

(1) Tamaño de partículas

Hay dos métodos de expresión del tamaño de partículas del material filtrante: el tamaño de partículas medio d_{50} significa el tamaño de poros de cribado por que un 50% (según la masa) de los materiales filtrantes pueden pasar; el tamaño de partículas medio d_{10} significa el tamaño de poros de cribado por que un 10% (según la masa) de los materiales filtrantes pueden pasar.

Los diferentes materiales filtrantes y diferentes condiciones operativas de filtrado tienen diferentes requisitos al tamaño de partículas de los materiales filtrantes. Durante el uso, se debe seleccionar el material filtrante según la situación actual, no debe ser de tamaño demasiado grande o pequeño. Si el tamaño de partículas es demasiado grande, los sólidos suspendidos finos pueden cruzar por la capa filtrante fácilmente, además, durante el retrolavado, es difícil dejar que la capa filtrante esté plenamente floja, lo que puede causar el retrolavado incompleto, en este caso, los sedimentos y materiales filtrantes pueden formar bloques duros, y como una consecuencia, el flujo de agua generado no será uniforme, la calidad del agua saliente se reduce y el filtro se invalidará muy pronto; si el tamaño de partículas es demasiado pequeño, la resistencia del flujo de agua será grande, durante el filtrado, la pérdida de agua caída en la capa filtrante también se aumenta muy rápido, así el ciclo de filtrado se reduce, el consumo de agua de retrolavado se aumenta relativamente.

(2) Coeficiente desigual

La uniformidad del tamaño de partículas del material filtrante generalmente es expresada con el coeficiente desigual K_{80}, el cual significa la relación entre el diámetro de poro de cribado (d_{80}) por que 80% (según la masa) de los materiales filtrantes pueden pasar y el diámetro de poro de cribado (d_{10}) por que 10% (según la masa) de los materiales filtrantes pueden pasar, es decir: $K_{80} = d_{80} / d_{10}$.

Si el tamaño de las partículas de los materiales filtrantes es desigual, hay dos consecuencias adversas: primera, la operación de retrolavado será difícil, si la intensidad de retrolavado es demasiado grande, las partículas pequeñas pueden ser llevadas hacia fuera, si la intensidad de retrolavado es demasiado pequeña, no se puede aflojar la capa filtrante inferior; segunda, es fácil causar el deterioro de la situación de filtrado. El tamaño desigual de las partículas generalmente significa que existen partículas filtrantes finas, estas partículas filtrantes fijas generalmente se concentran en la parte superior de la capa filtrante causando que los residuos se acumulen en la superficie de la capa filtrante, lo que causa un aumento rápido de la pérdida del agua caída y la reducción del ciclo de filtrado.

Generalmente, cuando se utiliza arena de cuarzo o mármol como el material filtrante, el tamaño de partículas efectivo puede ser de 0,35mm, el coeficiente desigual no debe ser mayor de 2; cuando se utiliza antracita, el tamaño de partículas efectivo puede ser de 0,6mm, el coeficiente desigual no debe ser mayor de 3.

3.4 Factores que afectan el funcionamiento del filtrado

La situación de funcionamiento de los equipos de filtrado generales es: durante el funcionamiento, el flujo de agua pasa por la capa filtrante desde arriba a abajo para eliminar los sólidos suspendidos en el agua; cuando la pérdida de agua caída de paso del flujo de agua por la capa filtrante (también se llama caída de presión) alcance el valor admisible o la turbidez del agua saliente empiece a exceder el valor admisible, para recuperar su capacidad de intercepción de residuos, se necesita utilizar el agua rápida para el retrolavado desde abajo a arriba con el fin de eliminar las escorias interceptadas durante el funcionamiento y el polvo generado por la trituración del material filtrante en la capa filtrante; después del retrolavado, se utiliza el agua para un lavado desde arriba a abajo hasta que la turbidez del agua saliente sea calificada, luego se pone en el funcionamiento de filtrado del siguiente ciclo. Por eso, el funcionamiento del filtrado es un ciclo periódico. Un ciclo está compuesto por tres pasos: funcionamiento del filtrado, retrolavado y lavado. La duración real de funcionamiento entre dos retrolavados se llama ciclo de filtrado.

El efecto de funcionamiento del filtrado generalmente se evalúa desde dos aspectos: primero, la calidad del agua saliente, que es expresada con la turbidez generalmente; segundo, la capacidad de intercepción de residuos de la capa filtrante, también se llama capacidad de escorias. Se refiere a la masa de las escorias que los materiales filtrantes de volumen unitario pueden interceptar dentro de todo el ciclo de filtrado siempre la calidad del agua saliente del equipo filtrado se permanezca calificada.

Muchos factores pueden afectar el efecto de filtrado, principalmente son: velocidad de filtrado, uniformidad de retrolavado y flujo de agua, etc. A continuación se los presentan respectivamente.

3.4.1 Velocidad de filtrado

La velocidad del filtrado (v) puede calcularse según la fórmula siguiente:

$$v = Q/S \ \ m/h \qquad (3—1)$$

Donde: Q—— potencia del filtro, m^3/h;

S —— Área seccional de filtrado del filtro, m^2.

Según esta fórmula podemos saber que la velocidad de filtrado aquí no se refiere a la velocidad real cuando el agua pasa por los poros entre los materiales filtrantes, sino es la velocidad del agua cuando pasa por el estanque de filtrado cuando los materiales filtrantes no ocupan ningún espacio. Por eso, es un valor relativo que representa la velocidad del flujo de agua en el estanque de filtrado.

El proceso de filtrado es un proceso de saturación gradual de la capa filtrante por los sólidos suspendidos en el agua desde arriba a abajo. Por eso, la velocidad de filtrado no sólo afecta el suministro de los sólidos suspendidos a la superficie de los materiales filtrantes, sino también tiene un efecto de cizalla hidráulica a los sólidos suspendidos ya interceptados o adsorbidos por los materiales filtrantes. Si la velocidad de filtrado es demasiado alta y el efecto de cizalla hidráulica es mayor del efecto de adsorción, la turbidez del agua saliente subirá, la pérdida del agua caída aumentará, el ciclo

de filtrado se reducirá. Si la velocidad de filtrado es demasiado baja, significa que la potencia del área unitaria del filtro se reduce. Si necesita alcanzar cierta potencia, se necesita aumentar el área de filtrado para que el tamaño del equipo se amplíe, y en este caso, se necesita añadir inversión. Por eso, la velocidad óptima de filtrado del filtro debe determinarse según las características de los materiales filtrantes, la condición de calidad de agua entrante y saliente y mediante comisionamiento. La velocidad máxima admisible durante el filtrado principalmente depende del tamaño de partículas del material filtrante. Menor el tamaño de partículas, menor la velocidad de filtrado admisible. Refiérase a tabla 3-1 para la velocidad de filtrado de funcionamiento del filtro de uso común.

Tabla 3-1 Velocidad de filtrado del filtro

Tipo del filtro		Velocidad de filtrado m/h
		velocidad de filtrado después de la coagulación y la aclaración
Arena de cuarzo fina o arena fina		6～8
Material filtrante de sola capa	Flujo único	8～10
	Doble flujo	15～18
Material filtrante de doble capa		12～16
Material filtrante de tres capas		20～30
Filtrado de porosidad variable		18～20
Filtrado por fibras		20～40
Filtrado por carbón activo		Cuando principalmente se utiliza para adsorber materia orgánica: 5~10
		Cuando principalmente se utiliza para adsorción cloro libre: ≤20

3.4.2 Retrolavado

El efecto de filtrado durante el funcionamiento puede ser supervisado mediante la medición de la turbidez del agua saliente. Sin embargo, este indicador no puede indicar el progreso de intercepción de residuos de la capa filtrante. Es que durante el funcionamiento del filtrado, la ley del cambio de la turbidez del agua saliente no es fuerte. Cuando funcione hasta que la turbidez del agua saliente aumente evidentemente, generalmente la capa filtrante ya está sujeta a una contaminación grave. Si sólo realiza retrolavado en este momento, es difícil lavar completamente la capa filtrante. Por eso, en el funcionamiento, el indicador de supervisión real para determinar si requiere un retrolavado no es la turbidez, sino es la presión diferencial cuando el flujo de agua pasa por la capa filtrante. Eso se debe al cambio evidente de la pérdida del agua caída en el funcionamiento del filtrado, y la medición de presión es relativamente simple.

Cuando el filtro funcione hasta que la presión diferencial alcance cierto valor, debe dejar de funcionar para realizar un retrolavado. La causa por que el filtro no puede retrolavarse después de funcionar hasta que la presión diferencial sea demasiado grande: cuando la presión diferencial es muy grande, para alcanzar cierta potencia, la presión del agua entrante debe aumentar, eso puede causar fácilmente la ruptura de la capa filtrante, y una gran cantidad de flujo de agua cruza por las grietas en la película filtrante dañando el efecto de filtrado, y la calidad del agua saliente se deteriora rápidamente. En el funcionamiento actual, se debe controlar la presión diferencial del filtro en un valor mucho menor que la presión diferencial cuando se causa la ruptura de la capa filtrante. Así se puede evitar el retrolavado incompleto debido a la excesiva contaminación de la capa filtrante y las consecuencias adversas tales como la aglomeración de los materiales filtrantes.

La velocidad del flujo de agua durante el retrolavado puede ser expresada con "intensidad de retrolavado", su unidad es L/ (m^2·s), que expresa el volumen del agua de retrolavado (L) que fluye por cada metro cuadrado de sección filtrante por segundo. La intensidad de retrolavado debe ser controlada de forma adecuada, no sólo debe ser suficiente para aflojar plenamente la capa filtrante, para que las partículas puedan colisionarse y frotarse mutuamente, sino también debe poder enjuagar las escorias y los fragmentos finos de material filtrante al mismo tiempo sin llevar las partículas de material filtrante normales. La intensidad de retrolavado más adecuada debe ser obtenida mediante experimento, es que tiene relación con el tamaño de partículas y la densidad de los materiales filtrantes, la temperatura de agua y muchos otros factores, y es muy difícil estimarla. Generalmente, la intensidad de retrolavado de arena de cuarzo es de (13 ~ 16)L/ (m^2·s), la duración de lavado por agua es de 10min a 15min, la duración de lavado al aire es de 3min a 5min; en cuanto a la antracita, debido a su densidad relativamente pequeña, la intensidad de retrolavado es de (10 ~ 12)L (m^2·s), la duración de retrolavado es de 5min a 10min; la intensidad de retrolavado del carbón activo es de (7 ~ 10)L (m^2·s), la duración de retrolavado es de 20min a 30min. Para la graduación de materiales filtrantes y la intensidad de retrolavado de diversos tipos de filtro, refiérase a Tabla 3-2.

Durante el retrolavado, es que el flujo de agua fluye hacia arriba rápidamente, las partículas de materiales filtrantes pueden aflojarse, y la capa filtrante puede expandirse. La relación entre la altura aumentada después de la expansión de la capa filtrante y la altura antes de la expansión se llama tasa de expansión de capa filtrante, eso es un indicador para evaluar la intensidad de retrolavado. La tasa de expansión de la capa filtrante general debe ser entre 25% y 50%.

Para mejorar el efecto de retrolavado y reducir el agua usada en el retrolavado, algunos equipos de filtrado también están equipados con tubería de aire comprimido, con el fin de mezclar los materiales filtrantes mediante el aire comprimido.

Tabla 3-2 Tabla de graduación de materiales filtrantes e intensidad de retrolavado del filtro

Filtro Tipo	Material filtrante			Intensidad de retrolavado $L/(m^2 \cdot s)$			Observación
	Tipo	Tamaño de partículas mm	Altura de capa m	Retrolavado con el agua	Lavado con aire y agua		
					Aire	Agua	
Arena fija tipo presión Filtro	Arena de cuarzo	0,3～0,5	600～800	10～12	27～33	—	Lavado al aire durante 3 a 5min Lavado por agua durante 10 a 15min
Sola capa de tipo presión Filtro a materiales filtrantes	Arena de cuarzo	0,5～1,2	1200	13～16	20	—	Lavado al aire durante 3 a 5min Duración de 5 a 10min
	Antracita	0,5～1,2	800	10～12	10	—	Duración de 5 a 10min
Doble capa de tipo presión Filtro a materiales filtrantes	Antracita	0,8～1,8	400	13～16	10～15	8～10	Duración de 5 a 10min
	Arena de cuarzo	0,5～1,2	800				
Tres capas de tipo presión Filtro a materiales filtrantes	Antracita	0,8～1,6	450～600	16～18	—	—	Duración de 5 a 10min No debe adoptar el lavado al aire
	Arena de cuarzo	0,5～0,8	230				
	Mineral pesado	0,25～0,5	70				
Tipo presión Filtro por fibras	Polipropileno Haz de fibras	—	1200～1300	—	60	Lavado hacia arriba 3~5 Lavado hacia abajo 6~10	Duración de 20min a 60min
Carbón activo Filtro	Carbón activo	0,8～1,6	1500～2000	7～10	—	—	Duración de 20 a 30min No debe adoptar el lavado al aire

Nota: 1. La intensidad de retrolavado enumerada en la tabla es el parámetr o cuando la temperatura de agua de retrolavado es de 20℃. Para cada 1℃ de aumento o disminución en la temperatura de agua, la intensidad de retrolavado de retrolavado debe aumentar o disminuir 1% correspondientemente; se debe ajustar la intensidad de retro lavado adecuadamente según el cambio de temperatura de agua y calidad de agua en todo el año.

2. Tasa de expansión de retrolavado de material filtrante adecuada: 45% para material filtrante de sola capa de arena de cuarzo, 50% para material filtrante de do ble capa, 55% para material filtrante de tres capas.

3. Cuando se adopta el retrolavado alternativo de retrolavado con agua y retrolavado con aire comprimido, la intensidad de retrolavado con agua debe reducirse.

4. Densidad relativa del material filtrante : antracita 1,4 a 1,6, arena de cuarzo 2,6 a 2,65, mineral pesado 4,7 a 5,0.

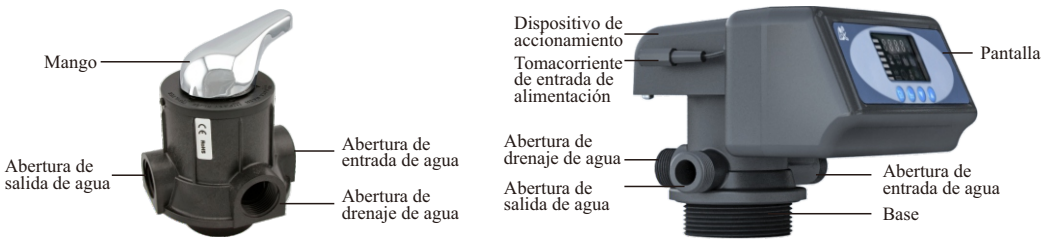
3.4.3 Uniformidad del flujo de agua

En el proceso de filtrado o retrolavado, los equipos de filtrado requieren una distribución uniforme del flujo de agua a lo largo de diversas partes de la sección de la capa filtrante, de lo contrario, su eficiencia energética máxima puede ser afectada.

Entre los equipos de filtrado, el sistema de distribución de agua (o se llama sistema de drenaje de agua) tiene una mayor influencia a la uniformidad del flujo de agua. El sistema de distribución de agua se refiere al dispositivo instalado por debajo de la capa filtrante, que se utiliza para recoger el agua filtrada durante el filtrado y suministrar el agua de retrolavado durante el retrolavado. Para permitir que el flujo de agua sea uniforme, el diseño del sistema de distribución de agua debe ser razonable.

3.5 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de filtrado

Las válvulas filtrantes de Runxin se instalan de forma conveniente y operan de forma simple, cuya apariencia se muestra en Figura 3-1. En válvula filtrante manual, sólo se necesita girar la palanca para cumplir diversos pasos del filtro; en válvula filtrante automática, todas las operaciones pueden cumplirse de forma totalmente automática. La introducción breve de la aplicación de la válvula filtrante se muestra a continuación.



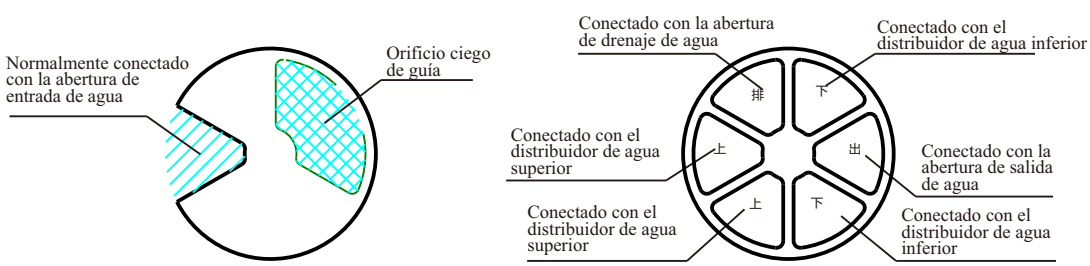
a. Válvula filtrante manual b. Válvula filtrante automática

3-1 Apariencia de la válvula filtrante Runxin

3.5.1 Placas móvil y fija de la válvula filtrante y la dirección del flujo de líquido cuando la válvula está en diversas posiciones de trabajo

Los pasos del proceso de funcionamiento y enjuague del filtro son: funcionamiento hasta la invalidez → Retrolavado → Lavado → Funcionamiento. Las placas móvil y fija de las válvulas filtrantes de uso común, la dirección del flujo de líquido de diversos pasos y la posición de trabajo del cuerpo de la válvula se muestran a continuación:

(1) Placas móvil y fija: como se muestra en Figura 3-2, la placa móvil utiliza un orificio pasante, que está permanentemente conectado con la abertura de entrada de agua, y un orificio ciego de guía, que se utiliza para guiar el flujo; la placa fija es una placa de sellado con múltiples orificios pasantes, sus diversos orificios pasantes están conectados con las interfaces correspondientes en el cuerpo de la válvula (por ejemplo, distribuidor de agua superior, distribuidor de agua inferior, abertura de entrada de agua, abertura de salida de agua, abertura de drenaje de agua, etc.).



Placa móvil Placa fija

Figura 3-2 Diagrama esquemático de las placas móvil y fija de las válvulas filtrantes de uso común

(2)Funcionamiento: como se muestra en Figura 3-3, durante el funcionamiento de la producción de agua, las placas móvil y fija forman un estado de adhesión como se muestra en Figura 3-3. El agua entrante entra en el distribuidor de agua superior desde la abertura de entrada de agua de la válvula de control, fluye hacia abajo pasando la capa filtrante, el agua filtrada pasa por el distribuidor de agua inferior, el tubo central, y sale desde la abertura de salida de agua.

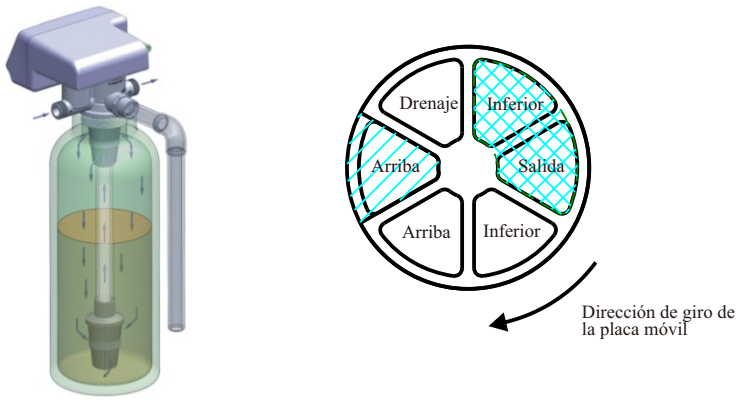


Figura 3-3 Estado de producción de agua y dibujo de adhesión de placas móvil y fija

(3) Retrolavado: cuando el filtro funcione hasta que la presión diferencial alcance el valor configurado o la turbidez del agua saliente aumente, deja de funcionar y realiza el retrolavado. Aplique un control manual o un control por programa para que la placa móvil gire al estado como se muestra en Figura 3-4, en este momento, el agua entrante pasa por la abertura de entrada de agua de la válvula de control, el tubo central y llega al distribuidor de agua inferior, lavando la capa de materiales filtrantes desde abajo a arriba, mientras tanto, afloja la capa de materiales filtrantes y descarga los residuos interceptados desde la abertura de drenaje de agua mediante el distribuidor de agua superior.

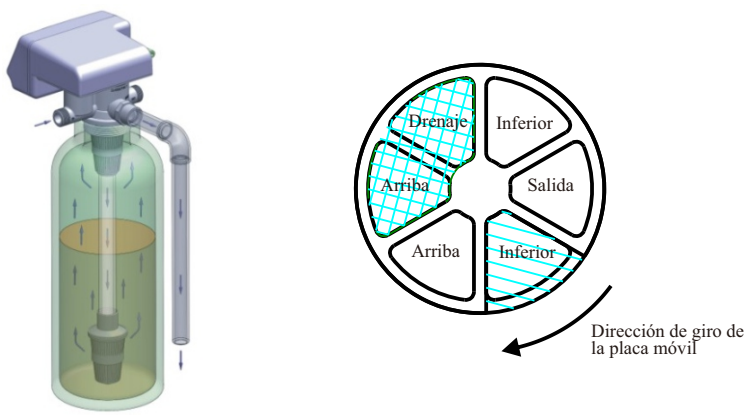


Figura 3-4 Estado de retrolavado y dibujo de adhesión de placas móvil y fija

(4) Lavado: al finalizar el retrolavado, realice un control manual o por programa para que la placa móvil gire al estado como se muestra en Figura 3-5. En este momento, el agua entrante entra desde la abertura de entrada de agua de la válvula de control y llega al distribuidor de agua superior, y luego pasa por la capa de materiales filtrantes desde arriba a abajo, el líquido residual de lavado pasa por el distribuidor de agua inferior, el tubo central y es drenado desde la abertura de drenaje de agua.

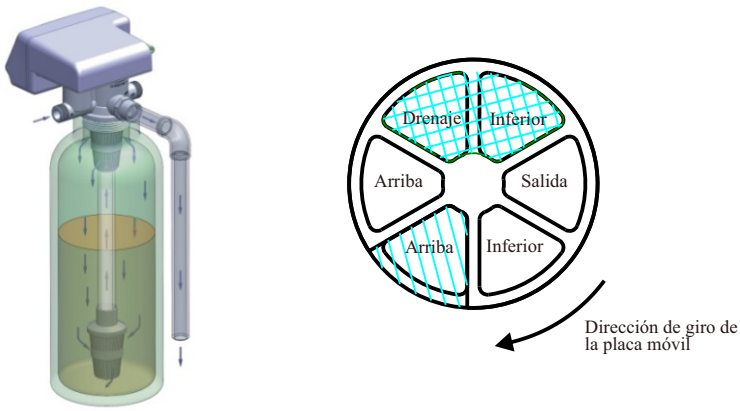


Figura 3-5 Estado de lavado y dibujo de adhesión de placas móvil y fija

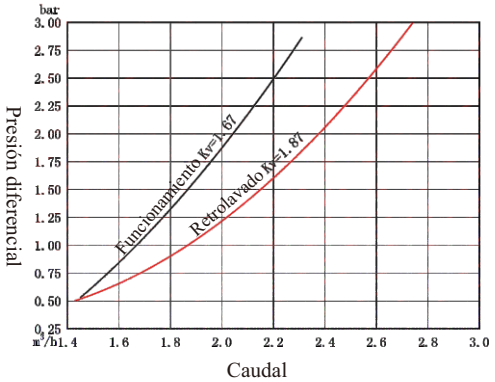
3.5.2 Selección de válvula filtrante

La selección de válvula filtrante se relaciona con muchos factores, por ejemplo, la calidad del agua en la fuente de agua, el caudal de producción de agua, el tamaño del tanque, el material filtrante, el tamaño de partículas, etc. Generalmente, la velocidad de flujo de funcionamiento es relativamente baja, y la velocidad de flujo de retrolavado es mucho más alta, por ejemplo, al determinar el modelo de la válvula de control, se debe tener en cuenta del siguiente: además de adaptarse al filtro equipado para cumplir el requisito del caudal de funcionamiento, también se debe considerar la curva de rendimiento de caudal correspondiente a la presión diferencial y la velocidad de flujo y seleccionar la válvula de control que cumple los requisitos de funcionamientoy la intensidad de retrolavado, y no se la debe seleccionar solamente según la capacidad de producción de agua del sistema y la capacidad máxima de producción de agua de la válvula de control.

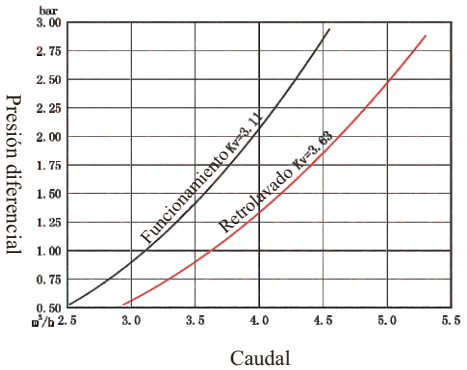
La curva de rendimiento de caudal de la válvula filtrante automática Runxin de uso común se muestra en Tabla 3-3.

Tabla 3-3 Curva de caudal de la válvula filtrante de Runxin de uso común

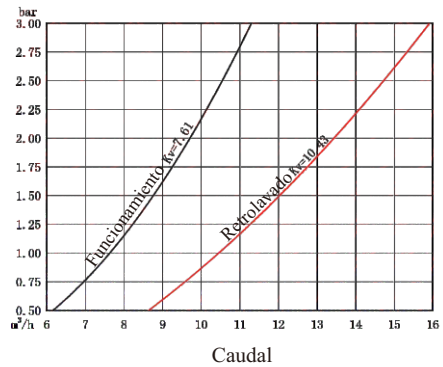
Modelo: 53502



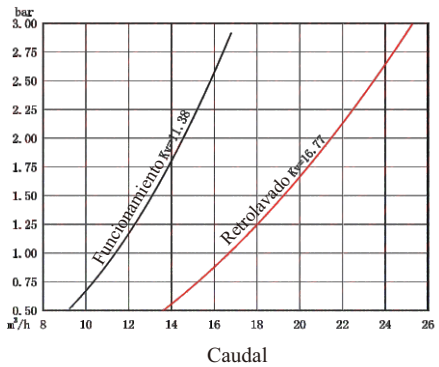
Modelo: 53504



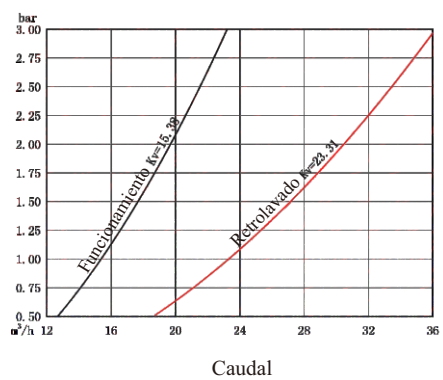
Modelo: 53510



Modelo: 53515



Modelo: 53520



En la Tabla 3-3, la curva de caudal toma la presión diferencial en las aberturas de entrada de agua y la salida de agua como la coordenada, y el caudal que pasa por la abertura de salida de agua o la abertura de drenaje de agua como la abscisa. Los puntos en la curva indican los valores de caudal que se pueden lograr bajo dicha presión diferencial. El volumen de salida continua de agua de la

válvula de control generalmente es el caudal en la abertura de salida de agua cuando la presión diferencial es de 0,1Mpa, cuando múltiples equipos están conectados en serie, se puede seleccionarlo; el volumen máximo de salida de agua generalmente es el caudal en la abertura de salida de agua cuando la presión diferencial es de 0,175Mpa, cuando un equipo se utiliza de forma independiente, se puede seleccionarlo; el caudal de retrolavado de la válvula de control es el caudal en la abertura de drenaje de agua cuando la presión diferencial es de 0,175MPa.

El valor KV de funcionamiento y retrolavado significa el caudal bajo la presión diferencial de 0,1Mpa cuando la válvula de control está en el estado de funcionamiento o retrolavado.

3.5.3 Ejemplos de planes de aplicación

Una empresa necesita establecer un conjunto de sistema de filtrado de carbón activo de capacidad de producción de agua de $10m^3/h$, ¿cómo se debe realizar la configuración?

Discusión del plan: 1) Según la velocidad de filtrado del filtro en Tabla 3-1, la velocidad de flujo de funcionamiento del filtro de carbón activo seleccionado es de 10m/h, pues:

Según la fórmula $Q=v\times S$, el área seccional de los materiales filtrantes dentro del tanque de filtrado: $S=Q/v=10m^3/h\div(10m/h)=1m^2$

Según la fórmula $S=3,14\times D^2/4$, se calcula el diámetro interno del tanque: $D^2=4S/3,14=1,27$, $D\approx1,13m$

Según las especificaciones de fabricación del tanque de filtrado de uso común, se puede configurar tanque de diámetro de 1,2m y altura de 2,4m.

2) Según la tabla de intensidad de retrolavado del filtro en Tabla 3-2, la intensidad de retrolavado del filtro de carbón activado seleccionado es de $7L/(m^2\cdot s)$, que se convierte en velocidad de flujo de retrolavado de: $7L/(m^2\cdot s)\times3600/1000=25,2m/h$

Pues el caudal de retrolavado es: $Q=v\times S=25,2\times3,14\times(1,15/2)^2\approx26,2m^3/h$

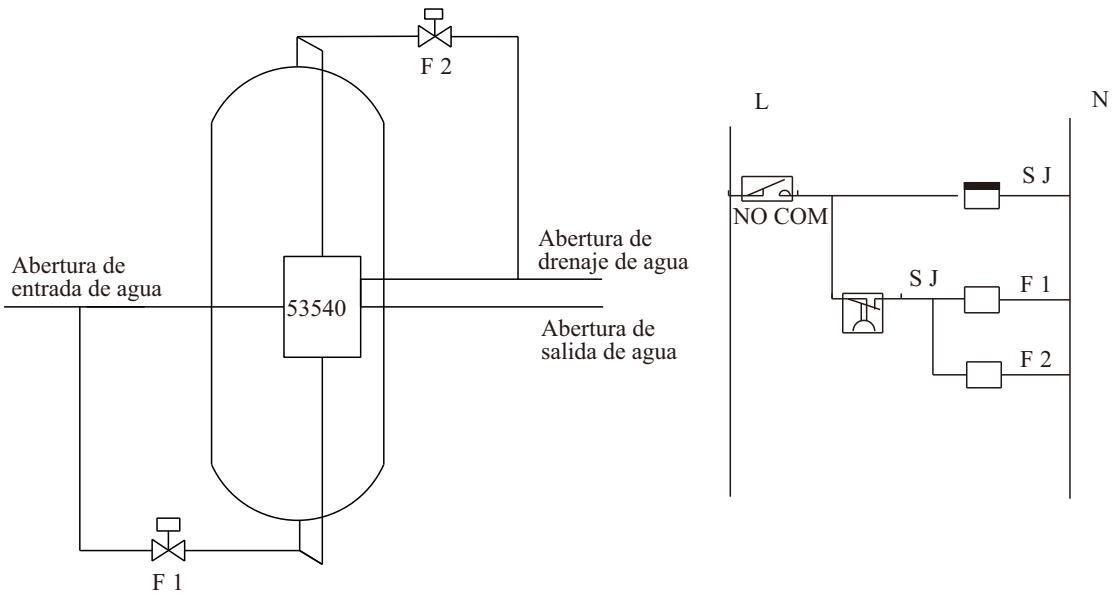
3) Según la tabla de curva de caudal de la válvula de control, bajo la presión diferencial de 0,175Mpa, el caudal de retrolavado de 53520 puede alcanzar $29m^3$, por eso, se puede seleccionar la válvula de control 53520.

Es que el caudal de retrolavado del filtro generalmente es mucho mayor que el caudal de funcionamiento, para permitir que la válvula de control cumpla el caudal de funcionamiento de producción de agua mientras garantiza suficiente caudal de retrolavado para asegurar el efecto de retrolavado, se proporciona los dos métodos siguientes para aumentar el caudal de retrolavado:

Método 1: adición de la válvula de derivación para elevar el caudal de retrolavado

Este método es para válvula de control montada en la parte lateral, como se muestra en Figura 3-6: mediante la adición de válvulas (F1 y F2) entre la abertura de entrada de agua y el distribuidor de agua inferior y entre el distribuidor de agua superior y la abertura de drenaje de agua. Estas dos válvulas se encuentran en el estado cerrado en el estado de funcionamiento y de lavado; en el estado

de retrolavado, el puerto de salida de señal de la válvula 53540 controla la abertura de las válvulas F1, F2, para que una parte de agua cruda entre directamente desde la parte inferior del tanque para retrolavar los materiales filtrantes, y luego suba al distribuidor de agua desde el tanque y pase por F2 y sea drenada desde la abertura de drenaje de agua, con el fin de lograr el propósito de aumentar la intensidad de retrolavado del sistema.



(a) Diagrama esquemático de configuración de la válvula de derivación (b) Diagrama de cableado de circuitos electrónicos

Figura 3-6 Diagrama esquemático de dispositivo y cables electrónicos de elevación del caudal de retrolavado mediante la adición de válvula de derivación

El cableado de los cables de señal de control se muestra en Figura 3-6.

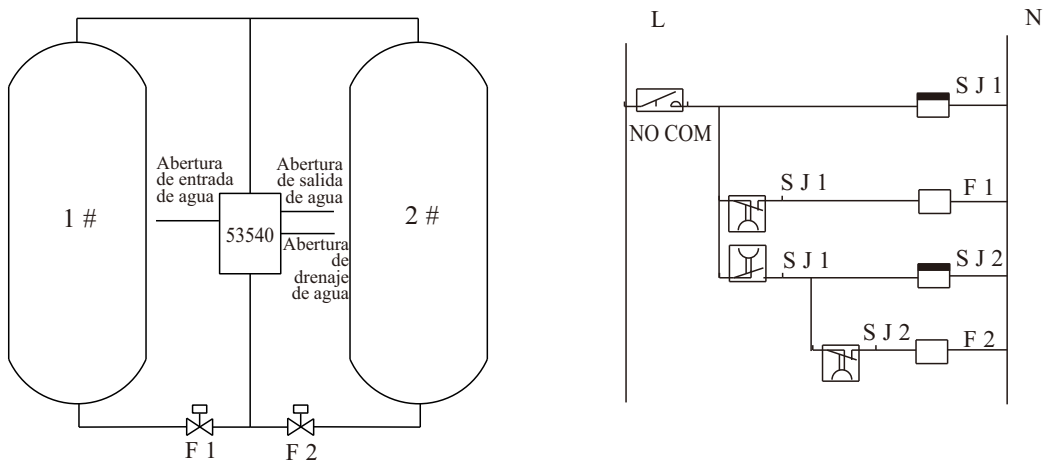
Se requiere configurar el parámetro de la válvula de control 53540 a: b-01; NO, COM son puntos de cableado de salida de señal de 53540; F1, F2 son válvulas normalmente cerradas; SJ es el relé de tiempo. Es que las válvulas F1 y F2 sólo necesitan abrirse durante el retrolavado y pueden cerrarse durante el lavado y el funcionamiento, por eso, el tiempo SJ configurado es consistente al tiempo de retrolavado.

Método 2: funcionamiento de conexión en paralelo de una válvula y doble tanque, retrolavado por separado

Para el sistema de control montado en la parte lateral, se utiliza una válvula para controlar dos tanques. Durante la producción de agua, dos tanques funcionan en paralelo, y durante el retrolavado, se retrolavan por separado, en esta manera, el caudal de funcionamiento sólo es la mitad del caudal de lavado.

Como se muestra en Figura 3-7: una válvula de control automático 53540 está equipada con dos tanques. Durante el funcionamiento de producción de agua, dos tanques suministran el agua al mismo tiempo, F1, F2 son válvulas normalmente abiertas. Durante el retrolavado, primero cierre la válvula F2 para retrolavar el tanque 1#. Al finalizarlo, cierre la válvula F1 y abra la válvula F2 para retrolavar el tanque 2#, con el fin de realizar que el caudal de retrolavado sea doble el caudal de funcionamiento. El cableado de los cables de señal de control se muestra en Figura 3-7.

El parámetro de la válvula de control 53540 es configurado a: b-01; NO, COM son los puntos de cableado de salida de señal de 53540; SJ1, SJ2 son de relés de tiempo, que controla el tiempo de cierre de las válvulas F1, F2 y el tiempo de retrolavado respectivo de los dos tanques; el tiempo de retrolavado de 53540 configurado es equivalente al tiempo de SJ1+SJ2 (cierre de las dos válvulas F1, F2).



(a) Diagrama esquemático de dispositivo y válvulas (b) Diagrama de cableado de cables electrónicos

Figura 3-7 Dispositivo de funcionamiento en paralelo de sola válvula y doble tanque, y retrolavado por separado y diagrama esquemático de cables electrónicos

3.6 Introducción de casos de aplicación

3.6.1 Aplicación de la válvula filtrante en el sistema de tratamiento de purificación y filtrado

(1) Antecedentes de aplicación

Un cliente en Shijiazhuang, Provincia de Hebei utiliza el agua subterránea como la fuente de agua doméstica. Es que el agua subterránea siempre contiene arenas de barro u otras partículas, que tienen un mayor impacto a la vida cotidiana, y pueden causar fácilmente el daño del calentador de agua, los grifos, el alcachofa de ducha u otros equipos de consumo de agua. Por eso, cuando el agua subterránea se utiliza como agua doméstica, debe ser filtrada para eliminar las impurezas en partículas para que el agua sea clara y transparente.

(2) Generalidades del proyecto

Para cumplir el consumo diario de agua del usuario y el requisito de la calidad dela gua, se necesita configurar un tanque de filtrado de acero inoxidable de caudal de salida de agua 8m^3/h, que adopta múltiples capas de arenas de cuarzo para el filtrado. El tanque está diseñado según la velocidad de flujo de funcionamiento de 10m/h y la intensidad de retrolavado de 10L/m^2·s. Es que el caudal de funcionamiento es de 8m^3/h, el caudal de retrolavado necesario es de alrededor de 28m^3/h. Consulte la tabla de curva de caudal de la válvula de control, cuando la presión diferencial es de 0,175Mpa, el caudal de retrolavado de la válvula de control 53520 seleccionada es de 29m^3/h, que puede satisfacer el requisito.

(3) Configuración del filtro

El sistema de filtrado utiliza la válvula filtrante de control automático de Runxin 53520, que está equipado con un tanque de acero inoxidable de diámetro de 1m y altura de 2,2m. Dentro del tanque se llena las arenas gruesas de tamaño de partículas de 2~4mm y espesor de 100mm como la capa portante, para que la distribuidor de agua sea uniforme; en el centro se llena las arenas de cuarzo de tamaño de partículas de 1~2mm como la capa portante secundaria; en la parte superior se llena las arenas de cuarzo de 0,6~1,2mm para el filtrado.

Flujo de procesos del sistema: agua del pozo → abastecimiento de agua de frecuencia variable sin torre con bomba de agua → filtro → tanque de agua limpia.

La instalación de los equipos se muestra en Figura 3-8.



Figura 3-8 Diagrama de instalación del filtro

(4) Efecto de funcionamiento

Turbidez media del agua cruda: 10NTU; turbidez del agua saliente del filtro: ≤5NTU

Este sistema se puso en servicio en año 2014, el sistema sigue funcionando de forma estable y la turbidez del agua saliente del sistema cumple el requisito del usuario. Puede realizar el retrolavado de forma automática según el tiempo configurado, el efecto es bueno.

3.6.2 Aplicación de la válvula control en el sistema de filtrado por carbón activo

(1) Antecedentes de aplicación

Para proteger el medio ambiente, las aguas residuales industriales sólo se deben drenar después de tratarse y cumplir el estándar. Una planta de productos metálicos musicales en Tianjin, la cromaticidad y los sólidos suspendidos en el agua usada de producción generada en el proceso de fabricación de los productos exceden la concentración máxima admisible de drenaje en el sistema de drenaje de agua urbano especificada en la norma nacional obligatoria GB 8978 Norma de drenaje integral de aguas residuales. Por eso, se requiere un tratamiento de aguas residuales con el fin de lograr el estándar de drenaje de nivel 1 de cromaticidad $<$50mg/L, sólidos suspendidos $<$70mg/L, y de cumplir el estándar de drenaje en cauce del río de prueba en puntos determinados por el Buró de Protección Ambiental.

(2) Generalidades del proyecto

Es que la cromaticidad y los sólidos suspendidos en el agua usada de producción superan gravemente el estándar, después de agregar productos químicos en el estanque de sedimentación para la floculación, la sedimentación y la solidificación, se utiliza la bomba de agua para extraer el agua y adopta el filtro por fibras para eliminar los sólidos suspendidos; se utiliza el carbón activo para el filtrado y la decoloración; se utiliza la resina para ablandar y reducir la dureza, el caudal de tratamiento requerido es de 50m^3/h.

Se utiliza dos válvulas filtrantes automáticas Runxin 53540, equipadas con tanque de filtrado de diámetro de 1,8m y altura de 2,8m, rellena carbón activo. Dos válvulas se conectan en paralelo para la producción de agua, realizando una capacidad de producción de agua por válvula de 25m^3/h y una capacidad de producción de agua por ambas válvulas de 50m^3/h. Mientras tanto, se equipa con la válvula esférica como se muestra en Figura 3-6 para aumentar el caudal de retrolavado. Luego, mediante dos válvulas de ablandamiento de agua de control automático de Runxin 63650 equipadas con tanque de resina de diámetro de 1,5m y altura de 2,4m para llenar resina de intercambio de iones de sodio para el ablandamiento.

El flujo de procesos de tratamiento de dicha agua usada es: agua usada a tratar → estaque de aguas residuales (dosificación, floculación y sedimentación) → bomba de agua de frecuencia variable → filtro por fibras → filtro por carbón activo → descalcificador de agua → tanque de agua. Su flujo de procesos es como se muestra en Figura 3-9.

(3) Efecto de funcionamiento

Este sistema se puso en servicio en año 2015 y lleva funcionando de forma estable. Ofrece un buen efecto de reducción de turbidez y decoloración, y cumple el estándar de drenaje en cauce del río de prueba de punto fijo del Buró de Protección Ambiental.

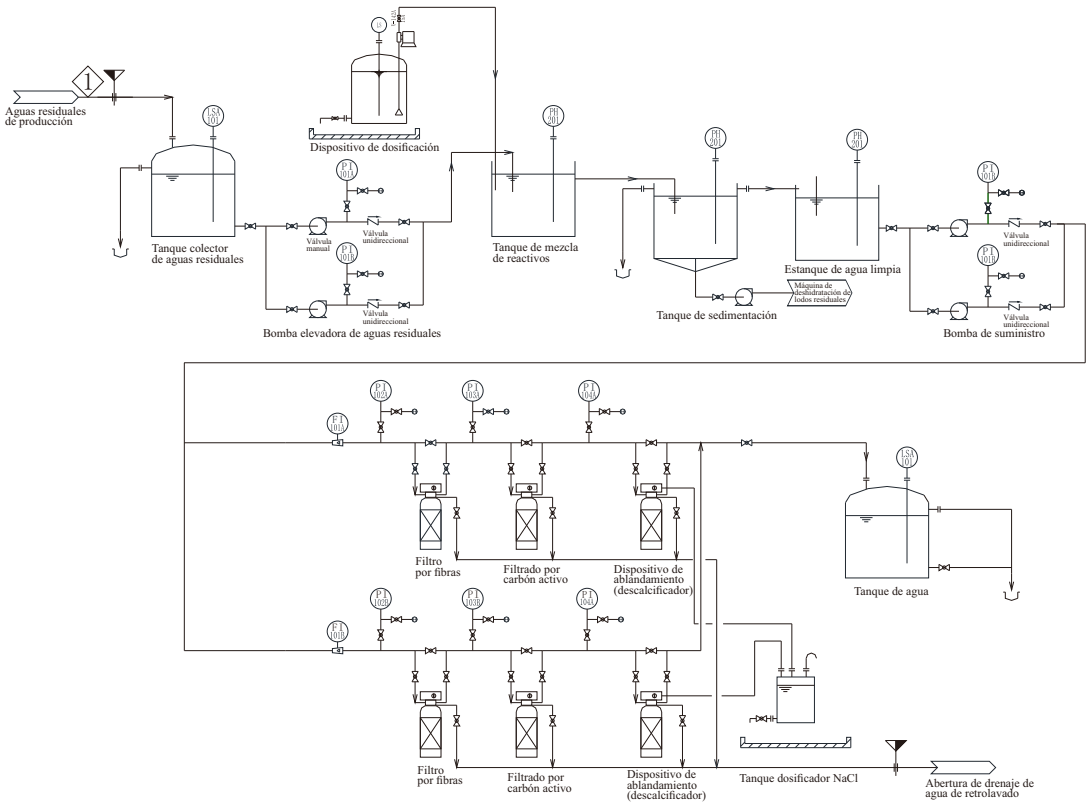


Figura 3-9 Diagrama de flujo de procesos del uso de la válvula de control en el tratamiento de aguas residuales

3.6.3 Aplicación de la válvula de control en el sistema de filtrado de multi-etapa

(1) Antecedentes de aplicación

Un aeropuerto en la Provincia de Yunnan, debido a la larga distancia del centro de la ciudad, no hay abastecimiento de agua corriente. Se utiliza el agua subterránea como la fuente de agua. Después del tratamiento, el agua se utiliza como el agua potable segura para el personal en el aeropuerto, el personal de tripulación de aviones y los pasajeros.

(2) Generalidades del proyecto

Según las pruebas, la calidad del agua subterránea local varía fácilmente según las diversas temporadas, a veces su turbidez es alta, es decir, puede alcanzar incluso supera 20NTU, y su dureza es de alrededor de 40mg/L (calculada según $CaCO_3$), hay cierto olor peculiar, no cumple el estándar de agua potable doméstica. Debido a la gran cantidad de personal y pasajeros en el aeropuerto, el volumen de agua tratada requerido es de 25m^3/h.

El presente proyecto está diseñado principalmente para eliminar la turbidez y el olor peculiar del agua. Según el diseño, se utiliza filtro de arenas de cuarzo para reducir la turbidez; se utiliza filtrado por carbón activo para eliminar el olor peculiar; se utiliza filtro de precisión para eliminar las impurezas finas; se utiliza esterilizador de UV para la desinfección y la esterilización, con el fin de cumplir el requisito en el estándar de agua potable doméstica.

Según el diseño del proyecto, se utiliza tres juegos de sistema de filtrado por arenas y filtrado por carbón activo de funcionamiento en paralelo y enclavados mediante puerto de enclavamiento, con el fin de realizar el abastecimiento de agua simultáneo y el lavado por separado de los tres juegos de sistema, garantizando que la capacidad de abastecimiento de agua cotidiana cumpla el requisito. Cada juego de sistema de filtrado por arenas y filtrado por carbón activo está compuesto por un filtro lleno de arenas de cuarzo y un filtro lleno de carbón activo mediante la conexión en serie, cuya capacidad de producción de agua es de $9m^3/h$/juego. Cada filtro utiliza válvula de control automático Runxin 53518, que está equipada con un tanque de filtrado de acero inoxidable de diámetro de 1m y altura de 2,4m. Se utiliza PLC para adquirir la señal de caída de presión del agua entrante y el agua saliente. Cuando se requiere un lavado, puede emitir la señal a la válvula de control para realizar el lavado automático.

El flujo de procesos del sistema es: agua cruda → filtro por arenas de cuarzo → filtro por carbón activo → filtro de precisión → esterilizador de UV → filtro microporoso → salida de agua. La instalación de los equipos se muestra en Figura 3-10.

(3) Efecto de funcionamiento

Este sistema se puso en servicio en año 2017 y lleva funcionando de forma estable. El agua saliente es clara sin olor peculiar, es mejor que el estándar sanitario de agua potable doméstica.



Figura 3-10 Instalación de la válvula de control en el sistema de filtrado multi-etapa

4 Aplicación de la válvula de ablandamiento Runxin

La válvula de ablandamiento es un dispositivo de control automático utilizado en el descalcificador de agua, es un componente clave del descalcificador de agua automático. El descalcificador de agua también se llama intercambiador de iones de sonido, es un equipo de tratamiento de agua para eliminar o reducir los iones de calcio, magnesio y otras sustancias duras en el agua, se aplica ampliamente en los equipos que requieren el agua ablandada tales como caldera, equipo de intercambio térmico, calentador de agua, así como en el tratamiento de agua doméstica civil, agua de industria de cría, agua de industria de lavado, etc.

4.1 Introducción general del descalcificador de agua

4.1.1 Estructura del descalcificador de agua automático

4.1.1.1 Composición principal y funciones del descalcificador de agua

El descalcificador de agua automático generalmente está compuesto por la válvula de control automático (también se llama válvula de ablandamiento), el tanque de resina y el tanque de salmuera. Generalmente hay dos tipos de descalcificador de agua - montado en la parte superior y montado en la parte lateral, cuya composición se muestra en Figura 4-1 y Figura 4-2. Las funciones principales de cada conjunto respectivamente son:

a) Válvula de control: controla automáticamente todo el proceso del descalcificador de agua desde su funcionamiento de producción de agua a su regeneración después de la invalidez. Hay muchos tipos y modelos de válvulas de control, véase 2.2 para los detalles.

b) Tanque de resina: el tanque para llenar resina de intercambio de iones de sodio.

c) Resina: el descalcificador de agua generalmente utiliza resina de intercambio catiónico ácida fuerte tipo sodio, generalmente se utiliza 001×7.

d) Tanque de salmuera: el tanque para cargar sal y salmuera, cuando la resina está inválida, puede proporcionar la salmuera para la regeneración de la resina de intercambio iónico.



Figura 4-1 Descalcificador de agua automático montado en la parte superior de sola válvula

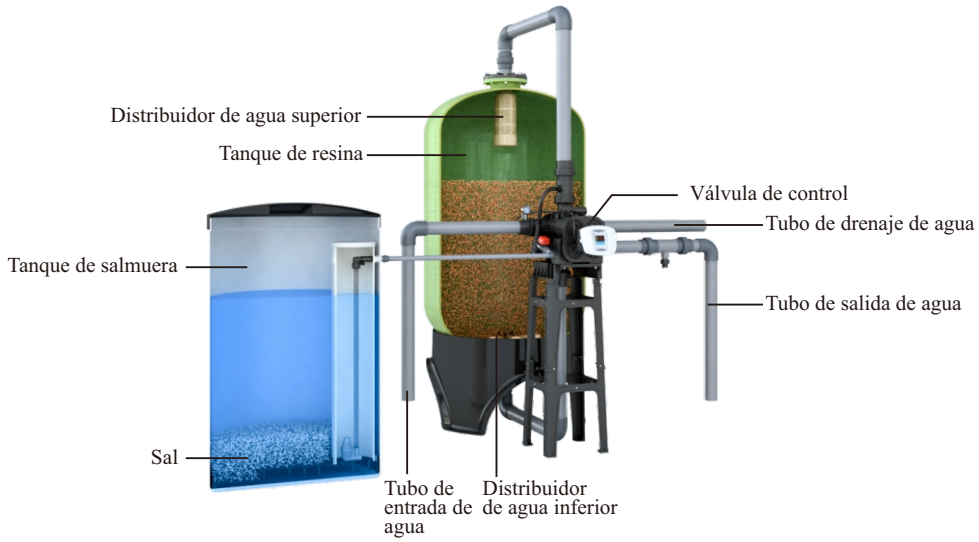


Figura 4-2 Descalcificador de agua montado en la parte lateral de sola válvula

4.1.1.2 Tanque de resina

El interior del tanque de resina está equipado con tubo central, distribuidor de agua superior y distribuidor de agua inferior, y está cargado con resina de intercambio Na^+, los requisitos básicos se muestran a continuación:

(1) Calidad del tanque

El tanque del descalcificador de agua automático generalmente está hecho de FRP, y una pequeña cantidad de los tanques están hechos de acero inoxidable u otros materiales. Si está hecho de acero al carbono, su superficie interna debe tener recubrimiento anticorrosivo o forro.

Requisitos de la calidad del tanque de FRP: la superficie interna debe ser plana y suave, el tanque no debe contener grietas, delaminación, picaduras, impurezas y burbujas que puedan afectar el rendimiento. El plano de la abertura debe estar perpendicular al eje, no debe existir rebaba u otro defecto evidente.

(2) Tubo central y dispositivo de distribución de agua

En el centro del interior del tanque de resina se encuentra un tubo central, que se utiliza para la salida de agua o para la entrada de agua durante el retrolavado, y para la entrada de salmuera durante la regeneración de reflujo. En ambos extremos del tubo central se establecen distribuidor de agua superior y distribuidor de agua inferior con el fin de asegurar la distribuidor de agua uniforme, que no se genere desvío de flujo y evitar la fuga o pérdida de resina. Generalmente, para los tanques de resina de diámetro relativamente pequeño, sus distribuidores de agua generalmente son de forma de una tapa de agua grande, y en algunos tanques, se utiliza distribuidor de agua de tipo laminación; el tanque de resina de diámetro grande debe usar distribuidores de múltiples garras (véase Figura 4-3), para que la distribución de agua sea más uniforme. El tamaño de las fisuras del distribuidor de agua debe ser adecuado, debe evitar la fuga de resina, y no debe afectar el paso del flujo de agua. La fisura en el distribuidor de agua superior no debe ser demasiado pequeña, generalmente debe ser

ligeramente menor que las partículas de resina. Si la fisura es demasiado pequeña, durante el retrolavado, las impurezas suspendidas y resinas rotas no pueden lavarse, eso puede causar fácilmente la acumulación de sólidos suspendidos en la capa de resina contaminando la resina, y la capacidad de intercambio de la resina puede reducirse; si la fisura es demasiado grande, cuando la resistencia de retrolavado es relativamente grande, es fácil causar la pérdida de resina.

Para evitar acumular excesivos sólidos suspendidos e impurezas cicloidales en la capa superficial de la resina durante el funcionamiento afectando el efecto de regeneración y reduciendo la capacidad de intercambio de resina, generalmente se requiere que la turbidez del agua entrante del descalcificador de agua sea ≤5NTU. Si la turbidez del agua cruda es relativamente alta, se debe configurar un filtro antes del descalcificador de agua con el fin de asegurar que la turbidez del agua entrante del descalcificador de agua cumpla los requisitos.



a. Dispositivo de distribución de agua del tanque de resina de diámetro pequeño

b. Dispositivo de distribución de agua del tanque de resina de diámetro grande

Figura 4-3 Dispositivo de distribución de agua del descalcificador de agua automático

(3) Relleno de resina

Al rellenar resina de intercambio Na^+ en el tanque de resina, tenga en cuenta de evitar que la resina entre en el tubo central (al rellenar la resina, se puede envolver un paño de plástico en la abertura del tubo central o bloquear la abertura del tubo central con el tapón o utilizar un embudo especial para bloquearla). La altura de la capa de resina debe determinarse según el tamaño del tanque, la calidad del agua cruda y la calidad del agua saliente. Para el tratamiento del agua usada en calderas generales u otros equipos industriales, la altura de la capa de resina no debe ser menos de 800mm, y por encima de la capa de resina se debe reservar un espacio de expansión de retrolavado del 40% a 50% de la altura de la capa de resina; la altura de la capa de resina del lecho flotante no debe ser menos de 1.200mm, y la altura de relleno de resina debe representar alrededor del 90% de la altura dentro del tanque, y se debe reservar alrededor del 10% del espacio de cojín de agua. En esta manera, no sólo las capas no son desordenadas durante la regeneración, sino también se puede satisfacer la cantidad de expansión durante la regeneración de la resina. Generalmente, más alta la dureza del agua entrante, más alta la capa de resina necesaria, y más alto el tanque de resina que se necesita configurar.

4.1.1.3 Tanque de salmuera

El material del tanque de salmuera equipado en el descalcificador de agua generalmente es plástico, dentro del cual se establecen tablero de aislamiento de salmuera, pozo de solución de sal, controlador del nivel de líquido, válvula de retención de aire, etc. (Figura 4-4). El tanque de salmuera debe equiparse con una cubierta, y su volumen efectivo debe estar dentro del rango de concentración de solución de sal especificado, por lo menos debe satisfacer el volumen para una regeneración, y facilitar la operación de adición de salmuera. En caso general, siempre debe mantener sal sólida dentro del tanque de salmuera para que la solución de sal se encuentre en el estado saturado o sobresaturado. Los requisitos de los componentes del tanque de salmuera son:

(1) Filtrado de solución de sal

Para evitar que las impurezas sólidas en la solución de sal bloqueen el dispositivo de chorro afectando el efecto de regeneración, el tanque de salmuera debe tener un buen dispositivo de filtrado, que generalmente se logra mediante tablero de aislamiento de sal, pozo de solución de sal y otros filtros.

(2) Tablero de aislamiento de sal

El tablero de aislamiento de sal es una partición en que se ha perforado muchos agujeros pequeños y que tiene cierta distancia con la parte inferior del tanque de salmuera. La sal usada para la regeneración se coloca sobre el tablero de aislamiento de sal, la salmuera saturada disuelta entra en el pozo de solución de sal mediante el tablero de aislamiento de sal. Además de tener un efecto de filtrado, el tablero de aislamiento de sal también puede facilitar que la concentración de la solución de sal alcance un nivel uniforme. Porque durante la reposición de agua al tanque de salmuera (relleno de agua después de la regeneración), el agua es llenada al tanque de salmuera a través de la parte inferior del tablero de aislamiento de sal después de pasar por el tubo de salmuera y el pozo de solución de sal. Después de que la sal en el tablero de aislamiento de sal se disuelva, la concentración de la salmuera es mayor que la del agua, es fácil fluir hacia abajo, así se ha formado una convección, que puede facilitar la concentración uniforme de la salmuera saturada. En algunos descalcificadores de agua, su tanque de salmuera no está equipado con tablero de aislamiento de sal, la sal sólida está sedimentada en la parte inferior del tanque de salmuera. Es que la solución de sal no puede fluir fácilmente, después de varias regeneraciones, es fácil causar que la concentración de la salmuera en los alrededores del pozo de solución de sal sea relativamente baja, afectando el efecto de regeneración.

(3) Válvula de retención de aire y controlador del nivel de líquido

Para evitar que el aire sea succionado en el tanque de resina después de la succión de toda la salmuera, dentro del pozo de solución de sal dentro del tanque de resina se debe establecer una válvula de retención de aire. Dentro de la válvula de retención de aire se establece una bola de retención, cuando hay salmuera dentro del tanque de salmuera, la bola está flotada; después de la succión de toda la salmuera, la bola baja bloqueando la abertura del tubo de salmuera para evitar que

el aire entre en la capa de resina. Si no se ha establecido válvula de retención de aire en el tubo de solución de sal, si se continúa la succión después de la succión de toda la solución de sal dentro del tanque, es fácil causar que el aire entre en la capa de resina y formar muchas burbujas pequeñas causando que la distribuidor de agua sea desigual, lo que puede afectar la calidad del agua producida durante la regeneración y el funcionamiento.

El controlador del nivel de líquido en realidad es una válvula de flotador pequeña, generalmente se instala en la barra de la válvula de retención de aire, que puede ajustarse hacia arriba y abajo según las necesidades. Algunos descalcificadores de agua no tienen controlador de nivel, el nivel de la salmuera principalmente depende del tiempo de reposición de agua al tanque de salmuera. Es que la velocidad de llenado del agua de reposición se relaciona con la presión del agua entrante, por eso, para el descalcificador de agua sin controlador de nivel, cuando la presión del agua entrante está inestable, a veces es difícil controlar el nivel de la salmuera a una altura adecuada.



(a) Dispositivo del interior del tanque de salmuera (b) Válvula de retención de aire (c) Válvula de retención equipada con controlador de nivel

Figura 4-4 Dispositivos dentro del tanque de salmuera del descalcificador de agua automático

4.1.2 Principios básicos del ablandamiento

4.1.2.1 Dureza (YD) y alcalinidad (JD) del agua

La dureza generalmente se refiere al contenido de los iones de calcio y magnesio (Ca^{2+}, Mg^{2+}) en el agua, que es un indicador técnico importante para evaluar si es fácil generar incrustaciones en la caldera u otros equipos sometidos al calor. La función principal del descalcificador de agua es eliminar o reducir los iones de calcio y magnesio en el agua. Generalmente, el agua con dureza se llama agua dura, y el agua de dureza eliminada se llama agua ablandada o agua blanda.

Los iones de calcio y magnesio son los cationes principales en el agua natural, casi existen en toda el agua natural. Generalmente, el contenido total de la dureza de calcio y la dureza de magnesio en el agua se llama "dureza total", de las cuales, la dureza de calcio abarca: bicarbonato de calcio, carbonato de calcio, sulfato de calcio, cloruro de calcio, etc.; la dureza de magnesio abarca: bicarbonato de magnesio, carbonato de magnesio, sulfato de magnesio, cloruro de magnesio, etc. Además, la dureza también puede dividirse en dos categorías según el tipo de aniones compuestos:

dureza de carbonatos y dureza sin carbonatos.

(1) Dureza de carbonatos

La concentración de sales compuesta por los iones de calcio y magnesio en el agua y bicarbonato o carbonato se llama dureza de carbonatos. La dureza de carbonatos en el agua natural principalmente es bicarbonato, por eso, el agua natural es neutra. La dureza de carbonatos puede producir las siguientes reacciones de descomposición en el agua de alta temperatura generando sedimentos. Si el sedimento se precipita en la superficie de calentamiento, formará incrustaciones. Si precipita en el agua de la caldera, formará escoria. La escoria se puede eliminar mediante la purga de la caldera, pero si la purga no es oportuna, la escoria también se convertirá en incrustaciones.

$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$Mg(HCO_3)_2 \rightarrow MgCO_3\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$MgCO_3 + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CO_2\uparrow$$

(2) Dureza sin carbonatos

Se refiere al contenido de sales compuesto por los iones de calcio, magnesio y otros aniones (tales como sulfato, cloruro, silicato) en el agua con excepción del carbonato. Después de que el agua que contiene dureza sin carbonatos entre en la caldera, con la evaporación y concentración de la caldera, la concentración de iones sigue aumentando, y la solubilidad y el producto de solubilidad del sulfato de calcio y el silicato en el agua se reducen con la subida de la temperatura. Cuando el producto de concentración de los iones es mayor del producto de solubilidad, precipita el sedimento, y genera incrustaciones sobre la superficie de calentamiento.

(3) Alcalinidad

La alcalinidad se refiere a la cantidad de sustancias que pueden aceptar iones de hidrógeno (H^+) en el agua. La alcalinidad en el agua se compone principalmente de OH^-、CO_3^{2-}、HCO_3 y otras pequeñas cantidades de sales ácidas débiles. En el agua natural, la alcalinidad existe principalmente en forma de HCO_3^-, solo una cantidad muy pequeña de agua natural, si la alcalinidad es alta, existirá una pequeña cantidad de CO_3^{2-}; HCO_3^- se descompondrá en después de calentarse en el agua de la caldera, y se hidrolizará aún más en OH^-. Por eso, la mayoría de la alcalinidad en el agua de la caldera existe en forma de CO_3^{2-} y OH^-.

La dureza de carbonatos no sólo constituye la alcalinidad, sino también es una parte de la dureza. Si el agua que contiene dureza de carbonatos entra en la caldera, la alcalinidad en el agua de la caldera bajará debido a la generación de incrustaciones o escorias de carbonato; si se utiliza agua ablandada como el agua alimentada a la caldera, es que el agua ablandada sólo elimina la dureza y reserva la alcalinidad, con la evaporación y concentración de la caldera, la alcalinidad del agua en la caldera subirá. Por eso, cuando la alcalinidad del agua usada en la caldera es demasiado alta, se necesita realizar tratamiento de ablandamiento - reducción de alcalinidad.

(4) Relación entre la dureza y la alcalinidad

La dureza y la alcalinidad del agua natural tienen las tres situaciones siguientes:

a) La dureza es mayor de la alcalinidad: En este tipo de agua, Ca^{2+}, Mg^{2+} primero forman dureza de carbonatos con HCO_3^-; los restantes Ca^{2+}, Mg^{2+} y otros aniones tales como SO_4^{2-}, Cl^- forman dureza sin carbonatos, la mayoría del agua natural pertenece a esta situación;

b) La dureza es igual a la alcalinidad: en este tipo de agua, todos los Ca^{2+}, Mg^{2+} forman dureza de carbonatos con HCO_3^-. En este caso, no hay dureza sin carbonatos, tampoco hay alcalinidad restante, esta situación es rara en el agua natural;

c) La alcalinidad es mayor de la dureza: este tipo de agua se llama agua alcalina, todos los Ca^{2+}, Mg^{2+} forman la dureza de carbonatos con HCO_3^-, los restantes HCO_3^- forman la alcalinidad de sodio y potasio con Na^+, K^+, también se llama dureza negativa. En este tipo de agua, prácticamente no hay dureza sin carbonatos, y este tipo de agua se llama agua de dureza negativa o agua alcalina, sólo existe este tipo de agua natural en algunas regiones.

(5) Unidad de medición de dureza y alcalinidad

Las unidades de medición comunes de dureza y alcalinidad tienen tres métodos de expresión, que se describen a continuación:

a) Expresada con Millimoles / Litro (mmol/L)

Según la norma GB/T 1576 Calidad de agua de caldera industrial, la dureza y la alcalinidad en los indicadores de calidad de agua de la caldera utilizan mmol/L como la unidad de medición y toman iones monovalentes como las unidades básicas. Es decir, las unidades básicas de la dureza son: 1/2 Ca^{2+}, 1/2Mg^{2+}, las unidades básicas de la alcalinidad son: OH^-, 1/2CO_3^{2-}, HCO_3^-. En el presente libro, si la capacidad de intercambio de funcionamiento de dureza, alcalinidad en el agua y resina involucra el concepto Mole, todos toman los iones monovalentes como las unidades básicas. Se debe prestar especial atención a eso en los cálculos de procesos pertinentes.

b) Expresada con "Grado alemán" (°dH)

Ésta es una unidad de medición utilizada en el pasado especialmente para expresar la dureza, su definición es: cuando la concentración de los iones de dureza en la muestra de agua se equivale a 10mg/LCaO, se llama 1 grado alemán (1°dH).

Es que la masa molar de 1/2CaO es 28g/mol, por eso:

$$1\text{mmol/L}\ (1/2Ca^{2+},\ 1/2Mg^{2+}) = 2{,}8\ ^\circ\text{dH}$$

c) Expresada con Miligramo / Litro de $CaCO_3$ (ppm)

Muchos datos de análisis de calidad de agua utilizan esta unidad para indicar el contenido de dureza, su definición es: cuando la concentración de iones de dureza en la muestra de agua se equivale a 1mg/L$CaCO_3$, es de dureza 1ppm.

Es que la masa molar de $1/2CaCO_3$ es de 50g/mol, por eso, la dureza de 1mmol/L se equivale a 50mg/L$CaCO_3$ o 50ppm$CaCO_3$.

La relación de conversión de dichas tres unidades puede expresarse como:

$$1mmol/L\ (1/2\ Ca^{2+},\ 1/2Mg^{2+}) = 2{,}8\ °dH = 50ppm\ (CaCO_3)$$

4.1.2.2 Propiedades químicas principales de la resina de intercambio catiónico

El principio de funcionamiento principal del descalcificador de agua se utilizar la resina de intercambio catiónico para eliminar la dureza, con el fin de permitir que el agua reciba un tratamiento de ablandamiento o un tratamiento de ablandamiento - reducción de alcalinidad. Por eso, las propiedades químicas de la resina tienen un gran impacto al efecto de tratamiento de intercambio iónico.

(1) Selectividad de la resina de intercambio catiónico

La resina de intercambio iónico tiene diferente capacidad de intercambio a diversos iones en la solución. Para la misma resina de intercambio iónico, algunos iones pueden ser adsorbidos e intercambiados muy fácilmente por la resina, pero son difíciles de ser sustituidos; y para otros iones, son difíciles de ser adsorbidos e intercambiados, pero son fáciles de ser sustituidos. Este rendimiento de la resina se llama la selectividad de la resina de intercambio iónico.

Muchos factores pueden afectar la selectividad de la resina de intercambio iónico, por ejemplo, el tipo, la naturaleza de la resina de intercambio iónico, la concentración de la solución, etc. Es que el tratamiento de ablandamiento requiere la eliminación de los cationes tales como Ca^{2+}, Mg^{2+}, por eso, se necesita utiliza resina de intercambio catiónico. Según las propiedades del grupo activo que tiene el efecto de intercambio en la resina, la resina de intercambio catiónico se divide en dos categorías: resina de intercambio catiónico de ácido fuerte y resina de intercambio catiónico de ácido débil, ellas tienen la ley de la secuencia de selectividad siguiente para diversos tipos de cationes:

a) La secuencia de selectividad desde la resina de intercambio catiónico de ácido fuerte a los cationes comunes es:

$$Fe^{3+} > Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^{+} \approx NH_4^{+} > Na^{+} > H^{+}$$

b) La secuencia de selectividad desde la resina de intercambio catiónico de ácido débil a los cationes comunes es:

$$H^{+} > Fe^{3+} > Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^{+} \approx NH_4^{+} > Na^{+}$$

Según la selectividad de la resina de intercambio catiónico, sabemos que:

1) Fe^{3+}, Al^{3+} pueden ser intercambiados y adsorbidos fácilmente por la resina, y no pueden ser sustituidos fácilmente. Si la resina son adsorbida y contaminada por los iones de hierro y aluminio, su capacidad de intercambio de otros iones será evidentemente afectada, este fenómeno se llama "intoxicación" de la resina. Para permanecer la capacidad de intercambio de la resina, se debe evitar que la resina sea contaminada por los iones de hierro y aluminio siempre cuando sea posible. Si está contaminada, se necesita realizar el tratamiento de resucitación mediante el decapado.

2) En la solución diluida, la selectividad de la resina a Ca^{2+}, Mg^{2+} es mejor que la de Na^{+}, por eso, durante el funcionamiento del descalcificador de agua, los Ca^{2+}, Mg^{2+} en el agua entrante pueden intercambiarse fácilmente con Na^{+} en la resina. Sin embargo, cuando se utiliza la sal para regenerar la resina inválida, se necesita elevar la concentración de la salmuera (aumento del contenido de Na^{+}) con el fin de sustituir los Ca^{2+}, Mg^{2+} de la resina.

3) La resina de intercambio catiónico de ácido débil puede intercambiar y adsorber H^{+} muy fácilmente, por eso, después de la invalidez de la resina de intercambio catiónico de ácido débil, puede ser regenerada muy fácilmente con el ácido. Generalmente, sólo se necesita utilizar una solución ácida de concentración relativamente baja para que la resina reciba una buena regeneración. Es que la resina de intercambio catiónico de ácido débil tiene una capacidad muy débil de adsorber Na^{+}, y es muy difícil regenerarla con la salmuera, por eso, para el tratamiento de ablandamiento, generalmente se utiliza la resina de intercambio catiónico de ácido fuerte; para el tratamiento de desalinización, para eliminar Na^{+}, también se necesita utilizar resina de intercambio catiónico de ácido fuerte; y para el agua cruda de alta dureza y alta alcalinidad, cuando se adopta el tratamiento de ablandamiento y reducción de alcalinidad de intercambio de iones hidrógeno - sodio, el intercambiador de iones de hidrógeno utiliza la resina de intercambio catiónico de ácido débil que tiene las ventajas tales como capacidad de intercambio grande, consumo de ácido bajo, concentración de ácido residual baja, tratamiento fácil, etc.

Además, dicha secuencia de selectividad sólo es adaptable al agua de bajo contenido de sal. En la solución de alto contenido de sal, la secuencia de selectividad puede ser ligeramente diferente, algunos iones de baja valencia tienen prioridad más alta que algunos iones de alta valencia. Por ejemplo, durante la regeneración en intercambiador de iones de sodio, en la solución de sal de cierta concentración, a veces el intercambio y la adsorción desde la resina a Na^{+} tienen una prioridad más alta que Ca^{2+}, Mg^{2+}.

(2) Capacidad de intercambio de la resina

La capacidad de intercambio se refiere a un indicador técnico que indica la cantidad de iones que la resina puede intercambiar. Hay dos unidades de medición comunes para el cual: primero, método de expresión con unidad de masa, generalmente se refiere a la cantidad de iones que la resina de intercambio de iones secos de masa unitaria puede intercambiar, que se expresa generalmente con mmol/g; otro es método de expresión con unidad de volumen, generalmente se refiere a la cantidad de iones que la resina de intercambio de iones húmedos de volumen unitario puede intercambiar, que se expresa generalmente con mol/m^3. En la aplicación actual, la capacidad de intercambio generalmente es expresada con los dos métodos siguientes:

a) Capacidad de intercambio completo: significa la cantidad total de grupos activos en cierta cantidad de resina de intercambio iónico, que refleja la cantidad de los iones que pueden intercambiarse cuando todos los grupos de intercambio en la resina funcionan. La capacidad de intercambio completo de la resina de intercambio catiónico de ácido fuerte generalmente

es ≥4,2 mmol/g. Pero en el trabajo actual, no todos los grupos de intercambio en la resina funcionan, por eso, la capacidad de intercambio completo refleja la cantidad teórica de iones que pueden intercambiarse.

b) Capacidad de intercambio de funcionamiento: la capacidad de intercambio de funcionamiento se refiere a la cantidad de iones que la resina en estado de funcionamiento puede intercambiar, que generalmente es expresada con unidad de volumen. En el trabajo actual, eso es un indicador muy importante y pragmático. Es que muchos factores pueden afectan la capacidad de intercambio de funcionamiento, por eso, incluso las mismas resinas de intercambio iónico pueden tener diferente capacidad de intercambio de funcionamiento en diversos descalcificadores de agua. Generalmente, los factores principales que afectan la capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina se muestran a continuación:

1) Tamaño de partículas de la resina. Para las resinas de mismo tipo y de mismo volumen, menor su tamaño de partículas, mayor su superficie específica, y mayor su capacidad de intercambio. Pero si el tamaño de partículas es demasiado pequeño, la pérdida de presión del flujo de agua cuando pasa por la capa de resina es relativamente grande, la potencia del descalcificador de agua será afectada.

2) Altura de la capa de resina. Más alta la capa de resina, más alta la tasa de utilización, y mayor la capacidad de intercambio de funcionamiento. Por eso, la capa de resina de los descalcificadores de agua de uso industrial generalmente no debe ser inferior a 0,8m.

3) Calidad del agua entrante. Bajo la misma velocidad de flujo, si el contenido de sal, la dureza y el contenido de Na^+ en el agua entrante aumentan, la capacidad de intercambio de funcionamiento bajará.

4) Estructura del descalcificador de agua. La uniformidad de la distribución de agua en el descalcificador de agua, la relación entre el diámetro interno del tanque de resina y la altura de la capa de resina, el modo de regeneración pueden tener cierto impacto en la capacidad de intercambio de funcionamiento.

5) Condiciones de operación. Principalmente la velocidad de flujo y la temperatura tienen un impacto relativamente grande en la capacidad de intercambio de funcionamiento: si la velocidad de flujo es demasiado alta, la capacidad de intercambio baja; mediante la elevación de la temperatura, la velocidad de intercambio iónico puede aumentar con el fin de elevar la capacidad de intercambio de funcionamiento. Por eso, en el proceso de producción y regeneración de agua blanda, es favorable controlar adecuadamente la velocidad de flujo y elevar la temperatura.

6) Valor pH de la solución. El valor pH de la solución tiene un impacto relativamente grande en el proceso de intercambio de la resina. Por ejemplo: para la resina de intercambio catiónico, cuando el valor pH de la solución baja, la actividad de los grupos ácidos de la resina también baja, y su capacidad de intercambio de funcionamiento también se reduce como una consecuencia; y para la resina de intercambio aniónico, cuando el valor pH de la solución baja, la disociación de grupos básicos en la resina puede acelerar con el fin de aumentar su capacidad de intercambio de

funcionamiento. En el sistema de desalinización, generalmente se coloca el intercambio aniónico después del intercambio de iones de hidrógeno, y una de las causas es para elevar la capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina de intercambio aniónico.

7) Nivel de regeneración. El nivel de regeneración de la resina tiene un gran impacto a la capacidad de intercambio de funcionamiento. Más completa la regeneración, más grande la capacidad de intercambio de funcionamiento. Pero en la aplicación actual, no es económico si se consume excesivo agente de regeneración para la regeneración completa de la resina. Generalmente, se debe seleccionar un consumo específico adecuado para el agente de regeneración, así no sólo se permite una buena regeneración de la resina, sino también no se necesita consumir demasiado agente de regeneración.

8) Calidad de la resina. Si la propia resina tiene una mala calidad o está contaminada por los sólidos suspendidos o materias orgánicas en el funcionamiento, "intoxicación" de Fe^{3+} u oxidación por cloro libre, la capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina se reducirá muchísimo.

(3) Reversibilidad de la reacción de intercambio iónico

En la producción de agua blanda con el descalcificador de agua, se utiliza la función de intercambio de la resina de intercambio Na^+ para eliminar los iones de calcio y magnesio. Y la reacción de intercambio iónico de la resina es reversible. Cuando el agua que contiene dureza pasa por la resina de intercambio Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} en el agua realizan reacción de intercambio con Na^+ en la resina para ablandar el agua saliente. Si se utiliza R para representa el grupo de intercambio iónico en la resina, RNa representa la resina de tipo sodio, R_2Ca (R_2Mg) representa la resina inválida, pues la fórmula de reacción en el proceso de producción de agua por ablandamiento es:

$$2RNa + Ca^{2+} (Mg^{2+}) \rightarrow R_2Ca (R_2Mg) + 2Na^+$$

Resina válida Entrada de agua (agua dura) Resina inválida Salida de agua (agua blanda)

Cuando la resina de intercambio iónico está inválida, para recuperar su capacidad de intercambio, se necesita el agente de regeneración para regenerarla. El agente de regeneración más común para el descalcificador de agua es la salmuera (solución de cloruro de sodio), es decir, se utiliza Na^+ ionizado de NaCl para tratar la resina inválida. Mediante la reversibilidad de la reacción de intercambio iónico, se permite que Na^+ en la salmuera realice reacción de intercambio con Ca^{2+}, Mg^{2+} en la resina, para que la resina recupere su capacidad de ablandamiento, la fórmula de reacción se puede expresar en la siguiente manera:

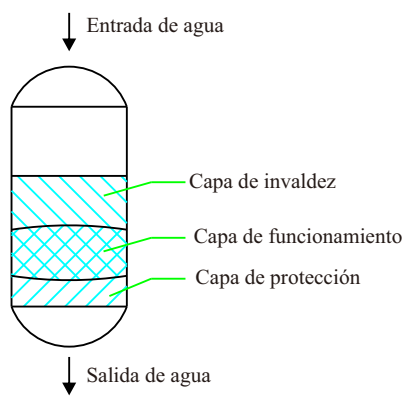
$$2Na^+ + R_2Ca (R_2Mg) \rightarrow 2RNa + Ca^{2+} (Mg^{2+})$$

Salmuera Resina inválida Resina válida Drenaje de líquidos residuales

Estas dos reacciones en realidad son resultados del movimiento de equilibrio químico positivo y negativo en la reacción reversible. Así podemos saber que la reacción de intercambio iónico es reversible, es la base de intercambio, regeneración y reutilización de la resina de intercambio iónico, también es el principio de funcionamiento del descalcificador de agua.

4.1.2.3 Funcionamiento del descalcificador de agua

Generalmente, durante el funcionamiento del descalcificador de agua, cuando el flujo de agua pasa por la capa de resina desde arriba a abajo, los Ca^{2+}, Mg^{2+} en el agua realizan una reacción de intercambio con los Na^{+} en la resina, y el agua saliente es ablandada; después de la invalidez de la resina de capa superior que entra en contacto con el flujo de agua, el flujo de agua sigue entrando en la siguiente capa de resina para el intercambio iónico, para que la capa de funcionamiento de intercambio siga moviéndose hacia abajo. Como se muestra en Figura 4-5, toda la capa de resina dentro del intercambiador puede dividirse en tres zonas. En la parte superior se encuentra la capa inválida, en este capa, debido al funcionamiento anterior, todas las resinas de tipo Na se convierten en resinas de tipo Ca^{2+} , Mg^{2+} perdiendo la capacidad de continuación del ablandamiento, y el agua no cambiará cuando pase por esta capa; la capa por debajo de esta capa es capa de intercambio, también se llama capa de funcionamiento, cuando el agua pasa por esta capa, los Ca^{2+}, Mg^{2+} en el agua realizan reacción de intercambio con Na^{+} en la resina válida, por eso, en esta capa, no sólo hay resina de tipo Na, sino también hay resina de tipo Ca, Mg; por debajo de la capa de funcionamiento es la capa de resina válida que todavía no tiene reacción de intercambio. Con el funcionamiento del intercambiador, la zona de la capa inválida sigue aumentando, la capa de funcionamiento sigue moviéndose hacia abajo, la zona sin intercambio se reduce como una consecuencia. Cuando la capa de funcionamiento se mueva hacia abajo aproximando la parte inferior de la capa de resina, aparecerá dureza en el agua saliente debido a la penetración de Ca^{2+}, Mg^{2+}. Por eso, para garantizar la calificación del agua saliente, en la capa más inferior se debe retener cierta cantidad de resina de tipo Na para el efecto de protección. Se debe realizar la regeneración antes de que la capa de funcionamiento llegue a la parte inferior.



1. Capa inválida 2. Capa de funcionamiento 3. Capa sin intercambio (capa protectora)

Figura 4-5 Situación de funcionamiento de resina en el descalcificador de agua

Desde dichos análisis podemos saber que en la actualidad, cuando el descalcificador de agua funcione hasta el estado inválido, todavía una parte de resina en la capa de funcionamiento o cala protectora es de tipo de sodio y no tiene plena función de intercambio iónico. Por eso, menor su proporción en toda la capa de resina, más alta la tasa de utilización de la resina, esa también es la

razón por que la capacidad de producción de agua del descalcificador de agua puede elevar mediante el aumento de la altura de la capa de resina. Además, en el funcionamiento del descalcificador de agua, el impacto desde el espesor de la capacidad de funcionamiento de intercambio iónico a la capacidad de intercambio de funcionamiento también es evidente, muchos factores pueden afectar el espesor de la capa de funcionamiento, principalmente son:

a) Velocidad de flujo de funcionamiento: más alta la velocidad de flujo del agua cuando pasa por la capa de resina, más gruesa la capa de funcionamiento, y más baja la tasa de utilización de la resina;

b) Calidad del agua cruda: más alta la dureza del agua cruda, más gruesa la capa de funcionamiento;

c) Temperatura de flujo de agua y partículas de resina: más baja la temperatura del flujo de agua, más grande el tamaño de partículas de la resina, más baja la velocidad de reacción de intercambio, más gruesa la capa de funcionamiento.

En el funcionamiento actual, si la dureza del agua cruda aumenta, cuando la temperatura en el invierno se reduce, la velocidad de flujo de funcionamiento puede reducirse adecuadamente para que la capa de funcionamiento y la capa protectora no se hagan gruesas, con el fin de mantener la capacidad de intercambio de funcionamiento y la calidad del agua saliente.

4.1.3 Regeneración de la resina

La regeneración de la resina es una etapa muy importante en el proceso de uso del descalcificador de agua, el nivel de regeneración de la resina afecta evidentemente la calidad del agua saliente y la capacidad de producción de agua durante el funcionamiento. Cuando la calidad de la resina es buena y hay sal en el tanque de salmuera, el aseguramiento de un control razonable de los procesos de regeneración para una regeneración efectiva de la resina es una base importante para evaluar si el rendimiento de la válvula de ablandamiento es bueno o no.

4.1.3.1 Procesos técnicos y requisitos de regeneración

Cuando el descalcificador de agua funcione hasta que la dureza del agua saliente sea descalificada, se necesita detener el funcionamiento y realizar el tratamiento de regeneración, el flujo de procesos de regeneración del descalcificador de agua es: retrolavado → succión de salmuera → lavado lento (limpieza de sustitución) → reposición de agua al tanque de salmuera → lavado → funcionamiento de la producción de agua después de que el agua saliente sea calificada. Los propósitos y requisitos de los pasos son:

a) Retrolavado: limpieza inversa de la resina para eliminar los sólidos suspendidos, lodos u otras impurezas interceptados en la superficie de la resina durante el funcionamiento y la resina rota en la capa de resina, mientras tanto, aflojar la capa de resina compactada en el funcionamiento. La intensidad de retrolavado debe ser controlada adecuadamente, si la intensidad es demasiado pequeña, las impurezas en la capa de resina no pueden ser lavadas completamente, la superficie puede ser envuelta fácilmente por los sólidos suspendidos o sustancias cicloidales afectando el intercambio

iónico; si la intensidad de retrolavado es demasiado grande, es fácil lavar las resinas de partículas completas causando la pérdida de resina. La duración de retrolavado es determinada según la turbidez del agua entrante y el nivel de contaminación de la resina, generalmente es de 10min a 15min.

b) Succión de salmuera: es decir, succión de salmuera para regenerar la resina, se utiliza el Na^{+} en la salmuera para realizar reacción de intercambio con los Ca^{2+}, Mg^{2+} en la resina inválida para que la resina recupere su capacidad de ablandamiento. La succión de salmuera en el descalcificador de agua automático utiliza la presión de entrada de agua para succionar la solución de sal en el tanque de salmuera mediante el dispositivo de chorro y la diluye en cierta concentración, y luego la solución entra en el tanque de resina para regenerar la resina. La velocidad de flujo debe ser baja durante la succión de salmuera para que la salmuera tenga suficiente duración de contacto con la resina. Si la velocidad de flujo es demasiado alta, una parte de la salmuera puede ser drenada antes de tener el efecto de intercambiador, y para la regeneración de reflujo, eso también puede causar capas desordenadas de la resina afectando su efecto de regeneración. Pero la velocidad de flujo de la salmuera no debe ser lo más baja como sea posible. Es que el intercambio iónico de la resina es una reacción reversible, si los Ca^{2+}, Mg^{2+}sustituidos no son drenados oportunamente, es posible que regresen a la resina. Por eso, si la velocidad de flujo de la salmuera es demasiado baja o se remoja en la salmuera, el nivel de regeneración puede ser afectado, y la eficiencia de trabajo puede reducirse. La duración de succión de salmuera se relaciona con la cantidad de resina, la concentración de salmuera, la velocidad de flujo, etc., y se la presentará específicamente en los cálculos técnicos pertinentes.

c) Lavado lento: también se llama lavado de sustitución, es decir, después de la succión de la salmuera, se realiza el lavado con agua con la misma dirección de flujo y una velocidad de flujo ligeramente más alta que el momento de succión de salmuera para la limpieza, su propósito es utilizar plenamente la salmuera que ha entrado en el tanque de resina para realizar la reacción de intercambio avanzada con la resina, mientras tanto, para drenar el líquido residual de regeneración y elevar el nivel de regeneración. La duración de lavado lento generalmente debe aproximar la duración de succión de salmuera, pero para el descalcificador de agua de regeneración de reflujo, si se utiliza el agua entrante para realizar el lavado lento, la duración debe reducirse para evitar que los iones de calcio y magnesio en el agua causen la invalidez de una gran cantidad de resina en la capa protectora inferior, lo que puede afectar la calidad del agua producida. Además, es que la succión de salmuera y el lavado lento son en la misma posición de trabajo de tiempo en la mayoría de las válvulas de ablandamiento, la configuración de tiempo es la duración total de ambos procesos, por eso, la duración real del lavado lento es la duración restante después de la succión de salmuera.

d) Reposición de agua al tanque de salmuera: es que la solución de sal dentro del tanque de salmuera está completamente succionada durante la succión de salmuera, se necesita suplementar el agua al tanque de salmuera hasta el nivel de solución de sal necesario para la siguiente regeneración; y se deja de la sal sólida disuelva hasta que la concentración de la salmuera sea saturada o sobresaturada (al usarlo por la primera vez, se necesita agregar agua al tanque de salmuera manualmente).

e) Lavado: se realiza lavado con agua en la misma dirección de flujo y la misma velocidad de flujo durante el funcionamiento de producción de agua, con el fin de drenar las soluciones residuales de regeneración, para que el agua saliente sea calificada con el fin de facilitar el funcionamiento de producción de agua.

4.1.3.2 Regeneración de flujo positivo y regeneración de reflujo

La regeneración de resina después de la invalidez del descalcificador de agua se divide en dos modos según la dirección de flujo de la salmuera: regeneración de flujo positivo y regeneración de reflujo.

(1) Regeneración de flujo positivo

Durante la regeneración, si la dirección de flujo de la salmuera es consistente a la dirección del flujo de agua durante la producción de agua, se llama regeneración de flujo positivo. En la regeneración de flujo positivo, la salmuera generalmente fluye desde arriba a abajo, es que la salmuera entra en contacto con la resina completamente inválida en la parte superior del tanque de resina, cuando la salmuera fluya desde arriba a abajo a la resina en la capa protectora de la parte inferior del tanque de resina, en la salmuera que ha pasado la reacción de intercambio, no sólo el contenido de Na^+ es muy bajo, sino también contiene una gran cantidad de Ca^{2+}, Mg^{2+} intercambiados, según la reversibilidad del intercambio iónico, esta situación es muy adversa para el movimiento del equilibrio a la dirección de regeneración. Por eso, durante la regeneración de flujo positivo, la resina en la parte inferior del tanque de resina generalmente no puede recibir una buena regeneración, y a veces, la resina en la capa protectora de la parte inferior incluso puede ser contaminada por Ca^{2+}, Mg^{2+} regenerados, lo que afecta la calidad del agua saliente. Para elevar el nivel de regeneración de la resina, se necesita aumentar el consumo de sal para la regeneración, por eso, durante la regeneración de flujo positivo, el consumo de sal generalmente es relativamente grande.

El flujo de procesos de funcionamiento de la válvula de ablandamiento de regeneración de flujo positivo generalmente se configura como: (funcionamiento hasta la invalidez) → retrolavado → succión de salmuera y lavado lento → reposición de agua al tanque de salmuera → lavado → funcionamiento de la producción de agua después de que el agua saliente sea calificada. Debido a los pasos simples y el control fácil de la regeneración de flujo positivo, la válvula de ablandamiento de regeneración de flujo positivo se aplica más ampliamente.

(2) Regeneración de contraflujo

Durante la regeneración, si la dirección de flujo de la salmuera es contrario a la dirección del flujo de agua durante la producción de agua, se llama regeneración de contraflujo, o se llama regeneración convectiva. Actualmente, hay dos tipos de regeneración de contraflujo comunes: en el primer tipo, la dirección del flujo de agua es desde arriba a abajo durante el funcionamiento, y la salmuera fluye desde abajo a arriba durante la regeneración, habitualmente se lo llama proceso de regeneración de contraflujo de lecho fijo; en otro tipo, la dirección del flujo de agua es desde abajo a arriba durante el funcionamiento, y mediante la energía cinética del flujo de agua, el conjunto de la

resina se flota en la parte superior del tanque de resina en un estado compacto, y durante la regeneración, la resina baja, la salmuera fluye desde arriba a abajo, habitualmente se lo llama proceso de lecho flotante. Le lecho flotante es adaptable al funcionamiento continuo, y no es adaptable a un proceso de parada y arranque con alta frecuencia.

Durante la regeneración de contraflujo, la salmuera entra en contacto con la capa protectora de nivel de invalidez relativamente bajo en la resina. Cuando fluya a la capa de resina de nivel de invalidez más alto, aunque la concentración de los Ca^{2+}, Mg^{2+} intercambiados es relativamente alta, es que pueden ser drenados rápidamente, por eso, facilita que el equilibrio se mueva hacia la dirección de regeneración, el efecto de regeneración es bueno. Es que la regeneración de contraflujo permite una regeneración muy completa de la capa protectora de resina (en el lugar de salida de agua), por eso, aunque el nivel de regeneración en la capa superficial de la resina (lugar de entrada de agua) sea un poco bajo, la calidad del agua saliente no será afectada.

En comparación con la regeneración de flujo positivo, la regeneración de contraflujo ideal tiene las ventajas tales como: nivel de regeneración alto, calidad del agua saliente buena, consumo específico del agente de regeneración bajo, capacidad de intercambio de funcionamiento grande, etc. Pero la regeneración de flujo positivo también tiene las ventajas tales como equipos y tuberías simples, control conveniente de la regeneración, control automático fácil, etc. Además, hay dos premisas para destacar las ventajas de la regeneración de contraflujo: primera, no debe existir un desorden de las capas de resina (durante el retrolavado y la regeneración, es que el flujo de agua fluye muy rápido desde abajo a arriba, la capa de invalidez y la capa protectora de la resina se han desordenado, este fenómeno se llama desorden de capas); segunda, se debe usar agua blanda para la succión de salmuera y el lavado lento después de esa. Si se utiliza agua entrante de dureza relativamente alta, es fácil causar la invalidez de la resina de la capa protectora inferior afectando la calidad del agua saliente. Para evitar el desorden de las capas de resina por el retrolavado antes de cada regeneración, algunos descalcificadores de agua realizan un retrolavado a intervalos de varios ciclos, y utilizan agua blanda para realizar succión de salmuera y lavado lento, pero requieren las tuberías y control más complicados que los para la regeneración de flujo positivo, por eso, la mayoría de los descalcificadores de agua utilizan la regeneración de flujo positivo.

El flujo de procesos de la válvula de ablandamiento de regeneración de contraflujo es similar al de la regeneración de flujo positivo, generalmente se configura en la siguiente manera: (funcionamiento hasta la invalidez) → retrolavado (en algunas válvulas de ablandamiento se puede configurar un retrolavado a intervalos de varios ciclos) → succión de salmuera y lavado lento → reposición de agua al tanque de salmuera → lavado → funcionamiento después de que el agua saliente sea calificada, de los cuales, durante la succión de salmuera y el lavado lento, la dirección de flujo de líquido es contraria a la dirección del flujo de agua durante el funcionamiento. Para evitar el desorden de las capas, la velocidad de flujo durante la succión de salmuera y el lavado lento en la regeneración de contraflujo es más baja que la que en la regeneración de flujo positivo (debe controlarla entre 2m/h y 4m/h).

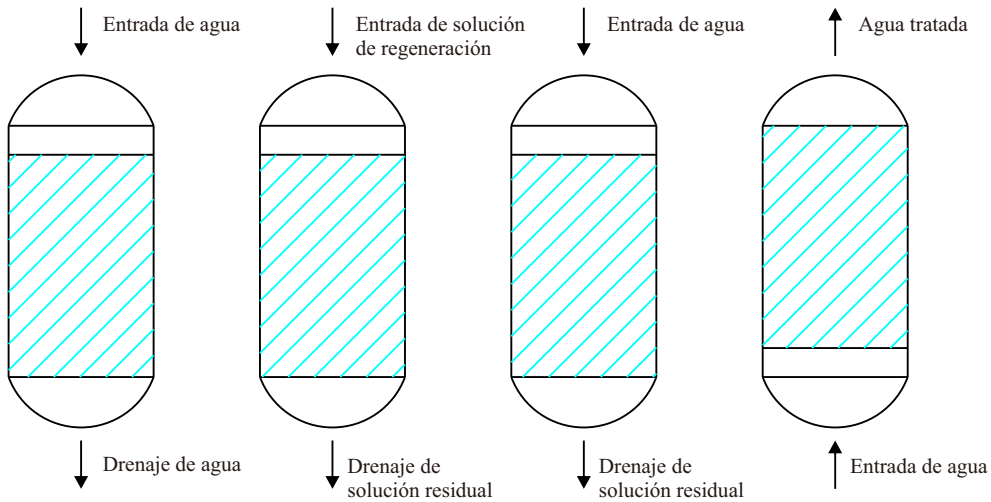
Actualmente, también hay descalcificador de agua de regeneración de contraflujo llenado de resina, es decir, la altura de relleno de resina es de alrededor de 90% a 95% de la altura dentro del tanque de resina, sólo se reserva un espacio pequeño como el espacio de expansión durante la regeneración de la resina. En el proceso de regeneración, se puede reducir los pasos de retrolavado, es decir, se lo puede configurar en la siguiente manera: (funcionamiento inválido) → succión de salmuera y lavado lento → reposición de agua al tanque de salmuera → lavado → funcionamiento después de que el agua saliente sea calificada. Aunque la dirección del flujo de líquido en la succión de salmuera y el lavado lento también es desde abajo a arriba, sin embargo, debido al pequeño espacio de flujo de la resina, y la cancelación del paso de retrolavado, se puede evitar el desorden de las capas de resina. Su velocidad de flujo de succión de salmuera y lavado lento puede ser igual a la de la regeneración de flujo positivo (4m/h a 6m/h), así puede tener cierto efecto de aflojar la resina. Así no sólo se puede reducir toda la duración de regeneración, sino también puede mejorar el efecto de regeneración y la capacidad cíclica de producción de agua. Pero este método tiene un requisito alto sobre la turbidez del agua entrante, se debe establecer filtro antes del descalcificador de agua para asegurar que la turbidez del agua entrante al descalcificador de agua sea inferior a 2NTU; y se requiere una distribución uniforme del agua y que no se genere una derivación de flujo. Además, la presión del agua entrante no debe ser demasiado grande, de lo contrario, durante el funcionamiento, puede hacer que la capa de resina sea demasiado compacta, y que sea difícil aflojarla durante la regeneración, y eso no es favorable para el intercambio iónico, también puede afectar el efecto de la regeneración y la calidad de producción de agua. En caso necesario, después de un período de tiempo de funcionamiento, se necesita retirar la resina para una limpieza exterior, y se debe evitar que la capa de resina sea demasiado compacta. Esa es la desventaja de este método.

(3) Lecho flotante

El lecho flotante también pertenece a la regeneración de contraflujo, la única diferencia es que la dirección del flujo de líquido es contraria a la de la regeneración de contraflujo del lecho fijo: durante la producción de agua, el flujo de agua soporta el conjunto de la resina desde abajo a arriba antes del funcionamiento; durante la regeneración, la resina baja, la salmuera y el agua de lavado de sustitución fluyen por la capa de resina desde arriba a abajo. Por eso, el flujo de procesos de funcionamiento de la válvula de ablandamiento de lecho flotante generalmente se configura de la siguiente manera: (funcionamiento hasta la invalidez) → bajada de lecho (estático o drenaje de una pequeña cantidad de agua para que la resina baje) → succión de salmuera y lavado lento → reposición de agua al tanque de salmuera → formación de lecho y lavado (soportar el conjunto de la resina para el lavado desde abajo a arriba) → funcionamiento de producción de agua después de que el agua saliente sea calificada. Además, es apto usar agua ablandada para la succión de salmuera y el lavado lento, de lo contrario, la resina de la capa superior puede entrar en estado inválido fácilmente, y después de su puesta en funcionamiento, la calidad del agua saliente puede ser afectada fácilmente. Si la válvula de ablandamiento Runxin se utiliza en el lecho flotante de sola válvula y solo tanque, se utiliza la bomba

de agua para bombear el agua blanda en el tanque de agua blanda para la succión de salmuera, el lavado lento y la reposición de agua al tanque de salmuera; y se utiliza en el lecho flotante de sola válvula y doble tanque, se utiliza el agua saliente del tanque de resina durante el funcionamiento para la succión de salmuera, el lavado lento y la reposición de agua al tanque de salmuera durante la regeneración de otro tanque de resina, eso facilita un buen efecto de regeneración de la resina.

La dirección de flujo de líquido del lecho flotante se muestra en Figura 4-6:



(a) Bajada de lecho; (b) Succión de salmuera; (c) Sustitución y limpieza; (d) Formación de lecho, lavado y producción de agua

Figura 4-6 Dirección de flujo de líquido durante la regeneración del lecho flotante

El lecho flotante deja de funcionar después de la invalidez, y realiza regeneración después de que la resina baje al lecho, hay dos modos de bajada de lecho:

a) Bajada de lecho por drenaje de agua: después de la parada del funcionamiento, se drena el agua a corto tiempo en la parte inferior para que el conjunto de la capa de resina baje. Cabe mencionar, la duración de drenaje de agua generalmente debe ser menos de 1min para evitar que el nivel de agua dentro del tanque de resina sea inferior a la capa de resina. Este modo de bajada de lecho permite una velocidad alta, una perturbación pequeña en la capa de resina, es adaptable al lecho flotante de cojín de agua ligeramente más alto.

b) Bajada de lecho por gravedad: después de la parada del funcionamiento, se utiliza el peso propio de la capa de resina para la bajada de lecho natural, la duración generalmente es entre 2min y 3min. La velocidad de este modo de bajada de lecho es relativamente baja, es adaptable al lecho flotante de cojín de agua relativamente bajo y de válvula de ablandamiento no configurada con bajada de lecho por drenaje de agua.

El lecho flotante requiere una distribución uniforme de agua en la parte superior y la parte inferior, y durante su arranque y funcionamiento, se necesita soportar el conjunto de la resina en una velocidad de flujo relativamente alta para su flotación (generalmente se forma lecho en la velocidad de flujo de 20m/h a 30m/h, la velocidad de flujo de funcionamiento puede elevarse a 20m/h a 60m/h).

En caso de distribuidor de agua no uniforme o velocidad de flujo relativamente baja, la capa de resina flota generando una forma floja y desordenada, y eso puede afectar fácilmente la calidad del agua saliente. Por eso, en la configuración de la válvula de ablandamiento, se necesita considerar el impacto de la presión baja del agua entrante.

Ventajas y limitaciones del lecho flotante

a) Ventajas del lecho flotante

1) Velocidad de flujo alta en el funcionamiento, potencia grande: el lecho flotante permite un funcionamiento en una velocidad de flujo relativamente alta, por eso, en los intercambiadores de mismo volumen, la potencia del lecho flotante es mucho mayor que la del lecho fijo general.

2) El consumo específico del agente de regeneración es bajo, la calidad del agua saliente es buena: el consumo específico del agente de regeneración del lecho flotante generalmente es entre 1,1 y 1,4, la tasa de utilización del agente de regeneración es entre 70% y 90%. Debido a la alta tasa de utilización del agente de regeneración, el líquido residual drenado es pequeño, aliviando la contaminación ambiental. Mientras tanto, debido al uso de la regeneración con agua blanda, la capa protectora en la resina sigue permaneciendo un buen nivel de regeneración. Por eso, la calidad del agua saliente es buena, y la adaptabilidad al contenido de dureza del agua entrante es grande.

3) Los equipos en el cuerpo propio son de estructura simple y operación conveniente: durante la regeneración, hay pocos pasos de operación, además, es que el líquido de regeneración fluye desde arriba a abajo, por eso no se necesita preocupar por el desorden de capas durante la regeneración.

b) Limitaciones del lecho flotante

1) No es fácil lavar las impurezas y suciedades en la resina, la resina requiere una limpieza externa: la cantidad de resina llenada en el lecho flotante puede alcanzar alrededor del 90% del volumen del tanque, no hay suficiente espacio de retrolavado, por eso, no se puede lavar las impurezas en la resina y la resina rota durante la regeneración. Por eso, el lecho flotante tiene un requisito relativamente alto sobre la turbidez del agua entrante, y a cierto intervalo de tiempo, se necesita transmitir la resina al tanque de limpieza exterior especial para la limpieza.

2) No adaptable a los funcionamientos de parada y arranque en frecuencia excesiva: es mejor que el lecho flotante pueda seguir funcionando después de formar el lecho hasta la bajada del lecho y la regeneración después de su invalidez. En esta manera, las ventajas del lecho flotante se pueden destacar plenamente. En caso de parada y arranque en frecuencia excesiva durante el funcionamiento, en el proceso de formación de lecho o bajada de lecho, se puede causar un desorden de capas en diversos niveles, y la calidad de agua saliente puede ser afectada (si el requisito sobre la dureza del agua saliente no es riguroso, el impacto no será grande). Además, el lecho flotante requiere que haya cierta presión en el agua entrante y la presión debe ser lo más estable como sea posible. Si la presión del agua entrante está relativamente baja, el intercambiador no puede formar el lecho en forma adecuada, eso también puede afectar evidentemente la calidad del agua saliente.

4.1.3.4 Factores que afectan el efecto de regeneración

Muchos factores pueden afectar el efecto de regeneración del descalcificador de agua, principalmente son:

(1) Modo de regeneración

Como se menciona anteriormente, si la regeneración de contraflujo puede asegurar que no haya desorden de las capas de resina, y si se adopta el agua blanda para la succión de salmuera y el lavado lento, su efecto de regeneración es mejor que el de la regeneración de flujo positivo.

(2) Consumo de sal en la regeneración

Generalmente, el consumo de sal es un impacto importante que afecta el nivel de regeneración del descalcificador de agua, que tiene una relación directa a la recuperación y el rendimiento económico de la capacidad de intercambio de resina. En caso de consumo de insuficiente sal o la concentración demasiado baja de la salmuera, el nivel de regeneración de la resina es bajo, la capacidad de intercambio de funcionamiento puede ser afectada, el ciclo de producción de agua se reduce, el consumo de agua propio en el intercambiador aumenta, en algunos casos, incluso la calidad del agua saliente puede ser afectada; el aumento adecuado del consumo específico del agente de regeneración puede elevar el nivel de regeneración de la resina, sin embargo, después de aumentarlo a cierta cantidad, el nivel de regeneración no elevará evidentemente más, si se sigue añadiendo la sal, será un malgasto, por eso, tampoco es económico utilizar un consumo específico demasiado alto del agente de regeneración.

(3) Presión de entrada de agua

Durante la regeneración del descalcificador de agua, generalmente utiliza la presión de entrada de agua para succionar la solución de sal en el tanque de salmuera mediante el dispositivo de chorro y la diluye en cierta concentración, y luego la solución entra en el tanque de resina para regenerar la resina. La presión de entrada de agua debe cumplir con los requisitos de diseño de la válvula de ablandamiento. Si la presión está demasiado baja, la succión de la solución de sal puede ser afectada, y eso puede causar una concentración demasiado baja en la salmuera afectando el efecto de regeneración. Por eso, cuando la presión del agua entrante está demasiado baja, se necesita añadir bomba de sobrealimentación. Si la fluctuación de la presión de agua es relativamente grande, se necesita establecer dispositivo de estabilización de presión y manómetro para asegurar la estabilidad de la velocidad y la cantidad de succión de salmuera, logrando un buen efecto en la regeneración.

(4) Concentración de la salmuera y configuración del dispositivo de chorro

Dentro de cierto alcance, el aumento adecuado de la concentración de la salmuera permite elevar el nivel de regeneración. Sin embargo, cuando la concentración ya está muy alta hasta cierto nivel, la continuación del aumento de la concentración de la salmuera no sólo no puede seguir elevando el nivel de regeneración, sino también puede afectar la capacidad de intercambio por el efecto de compresión desde la salmuera de alta concentración al grupo de resina; además, cuando el consumo de sal es cierto, más alta la concentración de la salmuera, menor el volumen de la salmuera, mejor el

tiempo de contacto con la resina, en este caso, el nivel de regeneración también se ve afectado. En caso general, durante la regeneración de flujo positivo, la concentración de la salmuera diluida por el dispositivo de chorro debe ser controlada entre 6% y 10%, y durante la regeneración de contraflujo, dicha concentración debe ser controlada entre 5% y 8%. Para garantizar el control de la concentración de la salmuera dentro de un rango adecuado, las tres condiciones siguientes deben cumplirse: primera, la concentración de solución de sal en el tanque de salmuera debe permanecerse en estado saturado o sobresaturado (generalmente, siempre debe existir sal de partículas sólidas en el tanque de salmuera); segunda, el dispositivo de chorro equipado debe ser adecuado; tercera, la presión de entrada de agua de succión de salmuera debe cumplir con el requisito.

(5) Velocidad de flujo durante la succión de salmuera y el lavado lento

La velocidad en que la salmuera fluye por la capa de resina durante la succión de salmuera es un factor importante que afecta el nivel de regeneración. Mantener una velocidad de flujo adecuada, en esencia, es permitir un tiempo de contacto adecuado entre la solución de regeneración y la resina con el fin de asegurar una plena reacción de intercambio en la regeneración y permitir la utilización al nivel máximo de la salmuera.

Durante la regeneración, es muy importante controlar la velocidad de flujo en cierto nivel. Si la velocidad de flujo es demasiado alta, el tiempo de contacto entre la salmuera y la resina es demasiado corto. En este caso, la salmuera será drenada desde el intercambiador sin que la reacción de intercambio realice completamente, y eso no sólo afecta el efecto de regeneración, sino también malgasta la sal. Para la regeneración de contraflujo, la velocidad de flujo demasiado alta también puede causar fácilmente un desorden de capas. Generalmente, durante la regeneración de flujo positivo y la regeneración de contraflujo, la salmuera va desde arriba a abajo, la resina no entra en un desorden de capas. La velocidad de flujo durante la succión de salmuera y el lavado lento debe controlarse entre 4m/h y 6m/h; en la regeneración de contraflujo de salmuera desde abajo a arriba, para evitar el desorden de las capas de resina, la velocidad de flujo debe ser controlada entre 2m/h y 4m/h.

(6) Nivel de solución de sal en el tanque de salmuera

En caso normal, en cada regeneración, el descalcificador de aguas succionará toda la solución de sal dentro del tanque de salmuera. Por eso, el consumo de sal en una regeneración en el descalcificador de agua automático principalmente depende del nivel de solución de sal después de la reposición de agua al tanque de salmuera, y no se relaciona con el contenido de sal sólida restante en el tanque de salmuera. Si el nivel de la solución de sal no es suficiente, la cantidad de sal succionada en la regeneración es demasiado pequeña, el efecto de regeneración puede reducirse, y eso puede afectar la producción de agua; si el nivel de salmuera es demasiado alto, la duración excesiva de succión de salmuera no sólo causará un malgasto de sal, sino también causará la reducción de la duración de lavado lento. Por eso, durante el comisionamiento del descalcificador de agua, se debe controlar la solución de sal en un nivel adecuado mediante el ajuste del controlador de nivel en el tanque de salmuera o la duración de reposición de agua al tanque de salmuera después de la regeneración. Eso no sólo puede garantizar suficiente consumo real de sal y la duración razonable de succión de salmuera en cada regeneración, sino también no causará un malgasto.

(7) Duración de succión de salmuera

Si la duración de succión de salmuera es demasiado corta, la salmuera no puede entrar en un pleno contacto con la resina, el efecto de regeneración puede ser afectado fácilmente. Para permitir realizar una plena reacción de intercambio durante la regeneración, generalmente se considera que la duración de contacto de intercambio entre el líquido de regeneración y la resina no debe ser menos de 30min. Pero la duración de succión de salmuera tampoco debe ser demasiado larga. Es que el canal de flujo y la velocidad de flujo de ambos "succión de salmuera" y "lavado lento (es decir, lavado de suspensión)" son iguales, por eso, el controlador automático siempre configura ambos en la misma posición de trabajo de tiempo, en este caso, si el nivel de salmuera dentro del tanque de salmuera está demasiado alto y la duración de succión de salmuera es larga, la duración de lavado lento se reducirá, lo que puede causar fácilmente un lavado incompleto del líquido residual de regeneración durante el lavado, y lo que puede causar un contenido relativamente alto de iones de cloruro en el agua saliente en la etapa inicial de la puesta en funcionamiento después del lavado, en algunos casos, incluso la dureza del agua saliente también es relativamente alta.

(8) Sal usada para la regeneración

La pureza de cloruro de sodio en la sal usada en la regeneración también tiene un gran impacto en el nivel de regeneración de la resina y la calidad del agua saliente. Si hay muchas impurezas en la sal, en particular, cuando el contenido de iones de calcio y magnesio es alto, el nivel de regeneración puede reducirse fácilmente, y la calidad del agua saliente también puede ser afectada. Además, si la dureza del agua entrante es relativamente alta, es mejor utilizar agua ablandada como el agua usada para la regeneración (incluyendo el agua de reposición al tanque de salmuera). De lo contrario, si se utiliza el agua entrante de alta dureza para disolver la sal y succionar la sal, el contenido de iones de calcio y magnesio en la salmuera puede elevar afectando el efecto de regeneración.

La sal para la regeneración del descalcificador de agua debe ser sal de bola pequeña especial o sal industrial de partícula gruesa siempre cuando sea posible, no se debe utilizar sal fina refinada o sal yodada. Es que cuando la sal fina está sobresaturada, es fácil aglomerarse formando "puente de sal", lo que puede causar una disolución incompleta de la sal y que la concentración de la salmuera esté insuficiente afectando el efecto de regeneración. Cuando la presión del agua entrante está relativamente alta, la sal fina incluso puede ser succionada en el tubo de salmuera y el dispositivo de chorro causando un bloqueo y la imposibilidad de succión de sal; si se añade sal yodada, es fácil oxidar la resina afectando su vida útil.

(9) Temperatura

La temperatura tiene un impacto relativamente grande a la velocidad de reacción de intercambio iónico, más baja la temperatura, más lenta la reacción. Por eso, cuando la temperatura de agua es baja en el invierno, es apto reducir adecuadamente la velocidad de flujo de regeneración y de funcionamiento.

(10) Dureza del agua entrante

Para los descalcificadores de agua generales, se utiliza agua entrante para la reposición de agua al tanque de salmuera en la mayoría de los casos. Si la dureza del agua entrante es muy alta, la dureza en la salmuera también aumentará, y el efecto de regeneración puede ser afectado fácilmente. Además, para el descalcificador de agua de regeneración de contraflujo, durante el lavado lento, el agua entrante sale desde el distribuidor de agua inferior para el lavado hacia arriba. Si la dureza del agua entrante es relativamente alta, en el proceso de lavado lento, es fácil causar la invalidez de la resina de la capa protectora de la parte inferior, y causar que la dureza del agua entrante sea descalificada o la prolongación del lavado en la etapa inicial del funcionamiento. Por eso, cuando la dureza del agua entrante está muy alta, es mejor utilizar agua ablandada en el proceso de regeneración (es decir, entrada de salmuera, lavado lento y reposición de agua al tanque de salmuera).

4.2 Clasificación y selección de sistema de descalcificador de agua

El tipo y el rendimiento de los equipos y sistemas del descalcificador de agua principalmente dependen de las características de la válvula de ablandamiento. Según las diferentes composiciones del descalcificador de agua y la diferente cantidad de tanques de resina controlados por la válvula de ablandamiento, el descalcificador de agua automático tiene múltiples sistemas: funcionamiento de conexión en serie de sola válvula y solo tanque, sola válvula y doble tanque, sola válvula y tres tanques y funcionamiento de conexión en paralelo de múltiples válvulas y múltiples tanques.

4.2.1 Sistema del descalcificador de agua de sola válvula y solo tanque

Es decir, una válvula de ablandamiento controla un tanque de resina, es el sistema de tratamiento de agua ablandada más simple. Es que el descalcificador de agua no pueda producir agua blanda durante la regeneración, por eso, un descalcificador de agua individual de sola válvula y solo tanque sólo es adaptable a las calderas u otros equipos de volumen de agua relativamente estable y de funcionamiento intermitente. Para las calderas que requieren un suministro continuo de agua y los equipos que requieren el uso continuo de agua ablandada, se necesita configurar descalcificador de agua de volumen de agua saliente superior al consumo de agua del equipo, y configurar por lo menos un tanque de agua blanda disponible para suministrar el agua durante 2 horas (por ejemplo, si el consumo de agua del equipo es de $4m^3/h$, se necesita configurar un tanque de agua blanda mínimo de $8m^3$), con el fin de asegurar que el descalcificador de agua almacene suficiente agua blanda en el proceso de regeneración para suplementar el agua a la caldera; o mediante la configuración de dos descalcificadores de agua de sola válvula y solo tanque, se escalona el tiempo de regeneración para lograr un suministro continuo de agua.

Además, el descalcificador de agua de sola válvula y solo tanque también se divide en sin salida de agua de derivación durante la regeneración y con salida de agua de derivación durante la regeneración. La salida de agua durante la regeneración es para evitar la falta de agua en los equipos de consumo de agua. Durante la regeneración, se deja que el agua entrante salga del descalcificador

de agua directamente mediante la derivación, es decir, el agua saliente durante la regeneración es el agua dura, es adaptable a los equipos que no tiene requisito alto sobre el agua ablandada y que permite el uso de agua dura durante un corto tiempo, y no es adaptable a las calderas u otros equipos que tienen requisitos rigurosos sobre la dureza del agua ablandada. Según lo estipulado en GB/T 18300 Condiciones técnicas del intercambiador de iones de sodio de control automático: para el descalcificador de agua usado en caldera, ninguna agua dura debe derramar de la salida del intercambiador en el proceso de regeneración. Por eso, el descalcificador de agua utilizado en la caldera debe equiparse con la válvula de ablandamiento sin salida de agua durante la regeneración. Si la válvula de ablandamiento equipada tiene salida de agua durante la regeneración, se necesita añadir la válvula de control electromagnética para evitar que el agua dura en la salida del intercambiador entre en el tanque de agua blanda durante la regeneración causando que la dureza del agua alimentada a la caldera exceda el estándar y la consecuencia adversa de incrustaciones en la caldera.

4.2.2 Sistema del descalcificador de agua de sola válvula y doble tanque

Es decir, una válvula de ablandamiento controla dos tanques de resina. Cuando un tanque de resina está en funcionamiento, otro tanque de resina se encuentra en el estado de regeneración o el estado de respaldo. El sistema de descalcificador de agua de sola válvula y doble tanque puede producir el agua de forma continua, puede utilizarse en las calderas u otros equipos que requieren el suministro continuo de agua durante el funcionamiento. Además, dos tanques de resina comparten un tanque de salmuera, el área ocupada es pequeña, el costo de compra es más bajo que el de configuración de dos descalcificadores de agua.

Cuando se utiliza descalcificador de agua de sola válvula y doble tanque, si la dureza del agua entrante es relativamente pequeña, el ciclo de producción de agua es relativamente largo, y a veces el tiempo de respaldo del tanque de resina después de la regeneración es relativamente largo. Al conmutar al funcionamiento, la dureza del agua saliente siempre excede el estándar en el principio de la producción de agua. Para resolver este problema, la válvula de ablandamiento que se utiliza en el descalcificador de agua de sola válvula y doble tanque siempre adopta el método de retraso de lavado. Es decir, el tanque de resina que realiza la regeneración suspende después de la reposición de agua al tanque de salmuera, hasta que otro tanque de resina aproxime al punto final del funcionamiento, y sólo se realiza el lavado antes de necesitar la conmutación. Así se puede asegurar que el agua sea calificada en el principio de la puesta en funcionamiento del tanque de resina de respaldo después de la conmutación.

4.2.3 Sistema de descalcificador de agua de funcionamiento en serie de sola válvula y tres tanques

El sistema de descalcificador de agua de funcionamiento en serie de sola válvula y tres tanques principalmente se utiliza en el sistema de suministro de agua con agua entrante de alta dureza (dureza

superior a 6mmol/L) o con requisito especialmente riguroso sobre la dureza del agua saliente (requiere una dureza inferior a 0,01mmol/L), y que requiere un tratamiento de ablandamiento secundario para que la dureza del agua saliente cumpla el nivel calificado. Generalmente, el ablandamiento secundario requiere el funcionamiento mediante la conexión en serie de dos descalcificadores de agua. Si requiere un suministro continuo de agua, para satisfacer el suministro de agua durante la regeneración, un descalcificador de agua ordinario necesita equiparse con dos juegos de equipos de conexión en serie, es decir, instalación de 4 descalcificadores de agua, de los cuales, 2 funcionan en serie, 2 realizan regeneración o son de respaldo, la tasa de utilización de los equipos es relativamente baja. En cuanto a la válvula de control de funcionamiento en serie de sola válvula y tres tanques desarrollada por Runxin, es decir, una válvula de ablandamiento controla tres tanques de resina para que realicen dos funcionamientos en serie en rotación, y un tanque realiza regeneración y es de respaldo, así no sólo puede elevar la tasa de utilización del descalcificador de agua, sino también puede reducir el costo de compra. El modo de funcionamiento en serie de sola válvula y tres tanques es: una válvula de ablandamiento controla automáticamente tres tanques de resina (por ejemplo, con números A, B, C respectivamente). Cuando A y B funcionan en serie (es decir, el agua saliente A entra en B para el ablandamiento secundario), C realiza regeneración o se encuentra en el estado de respaldo; cuando la dureza del agua saliente A de la primera etapa aumenta hasta cierto valor, el funcionamiento detiene, mientras tanto, el funcionamiento de C inicia (en este momento, B cambia a la primera etapa, el agua saliente entra en el ablandamiento secundario C), A realiza regeneración y luego es de respaldo. Así, A, B, C realizan funcionamiento y tratamiento de regeneración de etapa 1 y etapa 2 en rotación, así no sólo se puede asegurar la dureza calificada del agua producida, sino también puede elevar la tasa de utilización de la resina. Cabe mencionar, para el tanque de resina de etapa 1, no se debe detener la regeneración después de que funcione hasta que la dureza del agua saliente esté muy alta, las razones son: primero, la dureza del agua de etapa 1 demasiado alta puede causar fácilmente que la dureza del agua saliente de etapa 2 sea descalificada; segundo, en caso de invalidez de la profundidad de la resina en el tanque de resina, es difícil causar la regeneración completa de la resina, y cuando funcione como el ablandamiento de etapa 2 después de la regeneración, es fácil causar que el agua saliente sea descalificada.

4.2.4 Sistema de ablandamiento de agua de múltiples válvulas y múltiples tanques

El sistema de ablandamiento de agua de múltiples válvulas y múltiples tanques puede realizar el suministro de agua simultánea en múltiples tanques y la regeneración por separado.

Cuando el volumen de agua producida es mayor de $50m^3/h$, se puede utilizar un sistema de conexión en paralelo de múltiples válvulas y múltiples tanques o un sistema de tratamiento de ablandamiento de conexión en serie y en paralelo. Es decir, múltiples descalcificadores de agua se conectan en paralelo para formar un sistema de tratamiento de agua ablandada cuyo volumen total de agua producida cumple con el requisito de suministro de agua. Mediante el dispositivo de enclavamiento, el control por microcomputadora realiza regeneración de cualquier tanque de resina

en rotación, con el fin de asegurar que la calidad del agua producida y el volumen de agua producida cumplan con las necesidades de suministro de agua.

Es que el descalcificador de agua de sola válvula y solo tanque no puede suministrar el agua continuamente, para las calderas u otros equipos de consumo de agua que requieren el suministro continuo de agua, generalmente se configura dos juegos de sistema de descalcificador de agua de sola válvula y solo tanque, que suministran el agua mediante la conexión en paralelo enclavada, realizando el suministro de agua simultáneo y la regeneración por separado en dos juegos de sistema. Para el sistema de tratamiento de agua que requiere una capacidad de agua producida relativamente grande, también se puede utilizar el sistema de conexión en serie de múltiples tanques. Por ejemplo, cuando se necesita un sistema de tratamiento de agua de capacidad de producción de agua continua de 100m^3/h, se puede configurar 3 juegos de sistema de ablandamiento de agua de sola válvula y solo tanque de capacidad de producción de agua de 50m^3/h, que realizan el suministro de agua por un mínimo de dos juegos de sistema mediante el enclavamiento, garantizando el volumen de agua saliente. Considerando que el descalcificador de agua requiere alrededor de 2 horas para la regeneración, por eso, en este modo, se recomienda no utilizar más de 4 juegos de sistema de conexión en serie de sola válvula y solo tanque, con el fin de evitar que otro juego de sistema requiera la regeneración cuando cualquier juego de sistema está en regeneración.

4.3 Cálculo de procesos pertinentes del descalcificador de agua

4.3.1 Configuración del ciclo de funcionamiento de producción de agua

Es muy importante configurar correctamente y ajustar razonablemente el ciclo de regeneración del controlador. En caso de configuración inadecuada, es posible que no se realice la regeneración oportunamente cuando la capa de resina está inválida, causando que la dureza del agua saliente exceda el estándar; o que se realice la regeneración con antelación antes de que la capa de resina se invalide, causando el malgasto de la sal usada para la regeneración y el agua auto-consumida. Aunque generalmente se ha configurado diversos parámetros del proceso de regeneración en el controlador durante su entrega, el proveedor también realizará comisionamiento a domicilio antes de la puesta en funcionamiento de los equipos nuevos y configurará el programa de regeneración. Sin embargo, en el proceso de funcionamiento, el usuario todavía necesita realizar ajustes oportunamente según el cambio de la calidad del agua cruda, el requisito sobre la calidad del agua producida, el consumo de agua en los equipos u otros factores. Además, en el proceso de funcionamiento, el operador debe muestrear regularmente para realizar ensayos con el fin de comprobar si la dureza del agua saliente sea calificada. Cuando la dureza del agua saliente es descalificada, se debe verificar las causas oportunamente, ajustar la configuración de regeneración, reemplazar la resina o reparar el descalcificador de agua.

(1) Cálculo de capacidad de producción cíclica de agua del descalcificador de agua

La capacidad de producción cíclica de agua del descalcificador de agua puede estimarse según la cantidad de resina llenada y la cantidad total de dureza que puede eliminarse de acuerdo con la fórmula (4-1). Para descalcificador de agua de tipo caudal, se puede configurar el volumen de producción de agua cíclico directamente según este resultado de estimación.

$$Q = \frac{V_R \times E}{YD \times K} \qquad (4\text{-}1)$$

Donde: Q ── Volumen de agua blanda producida por el descalcificador de agua en el ciclo de funcionamiento, t o m^3;

V_R ── Volumen de resina llenada en el tanque de resina, m^3;

($V_R = \pi \times R^2 \times h_R$, donde R es el radio de la pared interna del tanque de resina, m; h_R es la altura de llenado de resina, m)

E── capacidad de intercambio de funcionamiento de resina, mol/m^3。 Generalmente, la nueva resina de intercambio de iones de sodio puede calcularse según $1000mol/m^3$ ~ $1200mol/m^3$, y la vieja puede calcularse según $800mol/m^3$ ~ $1000mol/m^3$;

K ── el coeficiente de seguridad necesario para asegurar que la dureza del agua blanda no exceda el estándar en la etapa tardía del funcionamiento generalmente puede ser de 1,1 a 1,8 (cuando la dureza del agua cruda es relativamente grande o la velocidad de flujo es relativamente alta, se toma el valor mayor; viceversa);

YD ── dureza total media del agua entrante, mmol/L (Nota: las unidades básicas de dureza son $1/2Ca^{2+}$, $1/2Mg^{2+}$);

(2) Cálculo de la duración de funcionamiento de producción de agua del descalcificador de agua de tipo tiempo

La duración de funcionamiento del descalcificador de agua automático de tipo tiempo (días u horas) puede estimarse según el volumen de producción de agua cíclico de la resina y el consumo medio diario de agua blanda, generalmente se puede estimar la cantidad de días de funcionamiento según la fórmula (4-2) y estimar la cantidad de horas de funcionamiento según la fórmula (4-3):

$$d = \frac{V_R \times E}{YD \times K \times Q_t \times T} = \frac{Q}{Q_t \times T} \quad \text{（Día, se toma el númeroentero del valor calculado）} \qquad (4\text{-}2)$$

$$t = \frac{V_R \times E}{YD \times K \times Q_t} = \frac{Q}{Q_t} \quad \text{（Hora）} \qquad (4\text{-}3)$$

Donde: d ── cantidad de días que permiten el funcionamiento después de la regeneración, d;

Q_t ── volumen de agua producida en tiempo unitario del descalcificador de agua (si se utiliza para alimentar agua a la caldera, también se lo puede calcular según la cantidad de evaporación de la caldera) t/h; aquí, el tiempo unitario se requiere a hora

T ── duración de producción de agua diaria del descalcificador de agua (hora) o duración de funcionamiento diario de la caldera, h/d;

t ── duración que permite el funcionamiento después de la regeneración (calculada según hora), h;

Otros símbolos son iguales a los en fórmula (4-1).

Ejemplo 4-1 Un descalcificador de agua de control automático de tipo caudal de sola válvula y doble tanque, se llena 250L de resina respectivamente en cada uno de los dos tanques de resina. La dureza media del agua entrante medida es de 4,0mmol/L, si la capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina es de 1000mol/m^3, el coeficiente de seguridad es de 1,4, ¿cuánto se debe configurar el volumen de producción de agua cíclico del descalcificador de agua?

Solución:

$$Q = \frac{V_R \times E}{YD \times K} = \frac{0.25 \times 1000}{4.0 \times 1.4} \approx 44.6\ m^3$$

Es que el caudalímetro del descalcificador de agua no tiene punto decimal, para evitar que la dureza del agua saliente exceda el estándar antes de la regeneración, se debe configurar el volumen de producción de agua cíclico a 44 m^3.

Ejemplo 4-2 Una caldera de aceite combustible de capacidad de evaporación de 2t/h, en el descalcificador de agua de control automático equipado, se llena 0,15m^3 de resina, la caldera funciona durante aprox. 10 horas por día, si la dureza del agua cruda es de 2,6mmol/L, ¿cuántos días se deben configurar en el intercambiador para una regeneración? (El coeficiente de seguridad es de 1,2)

Solución:

$$d = \frac{V_R \times E}{YD \times K \times Q_d \times T} = \frac{0.15 \times 1000}{2.6 \times 1.2 \times 2 \times 10} = 2.4$$

Para garantizar el funcionamiento seguro de la caldera y evitar que la dureza del agua blanda exceda el estándar, se toma un número entero según el resultado de cálculo, se debe realizar una regeneración cada 2 días (con un día de suspensión).

4.3.2 Cálculo de procesos pertinentes durante la regeneración

4.3.2.1 Estimación de cantidad de sal usada para una regeneración

La cantidad de sal agregada en el tanque de salmuera del descalcificador de agua generalmente puede realizar varias veces de regeneración, y no se necesita agregar sal en cada regeneración. Sin embargo, todavía se necesita estimar la cantidad necesaria de sal usada para una vez de regeneración (mz) mediante la fórmula (4-4), con el fin de facilitar la estimación de la duración de succión de sal y evaluar la racionalidad de la cantidad real de sal usada.

$$m_z = \frac{V_R \times E \times k \times M}{1000\varepsilon} \tag{4-4}$$

Donde: m_z——cantidad de sal necesaria para una regeneración, kg;

V_R —— Volumen de llenado de resina dentro del tanque de resina, m^3;

E —— Capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina, generalmente, para resina de intercambio de iones de sodio, (800 ~ 1200) mol/m^3, que generalmente se puede calcular según 1000mol/m^3;

k —— Consumo específico del agente de regeneración, para resina de intercambio de iones de sodio, generalmente se toma 1,2~1,7 durante la regeneración de contraflujo, y se toma 1,8~2,2 durante la regeneración de flujo positivo;

M—— Masa molar del agente de regeneración, durante la regeneración de la sal usada, NaCl es de 58,5;

ε—— La pureza del agente de regeneración, generalmente, el contenido de NaCl en la sal comestible o la sal industrial es del 95% al 98%.

4.3.2.2 Cálculo del nivel de solución de sal necesaria en el tanque de salmuera

Bajo la situación de mantener sal sólida en el tanque de salmuera y que la duración de succión de salmuera configurada es suficiente, el consumo de sal en la regeneración real del descalcificador de agua depende del nivel de solución de sal dentro del tanque de salmuera. Bajo la temperatura ambiental, la concentración de la salmuera es de 26,3%, por eso, se necesita alrededor de 2,8L de agua para disolver 1kg de sal en la solución saturada, pues el nivel de salmuera que se necesita controlar para la reposición de agua al tanque de salmuera puede ser estimado según la fórmula (4-5):

$$H = \frac{2.8 \times m_{cz} \times 10^{-3}}{\pi \times R_Y^{\ 2}} \tag{4-5}$$

Donde: H—— Nivel de líquido después de la reposición de agua al tanque de salmuera del descalcificador de agua, m;

m_{cz} —— Cantidad de cloruro de sodio en la sal necesaria para una regeneración ($m_{cz}=m_z\times\varepsilon$) kg;

R_Y —— Radio de la pared interna del tanque de salmuera, m.

4.3.2.3 Estimación de duración de succión de salmuera durante la regeneración

Después de determinar la cantidad de sal usada en una regeneración y la velocidad de flujo de regeneración, teóricamente, la configuración de la duración de succión de salmuera puede estimarse según la fórmula (4-6). Es que durante la succión de salmuera en el descalcificador de agua, el dispositivo de chorro succiona la salmuera saturada y la diluye antes de que entre en el tanque de resina, por eso, la velocidad de flujo real de entrada de sal y la concentración y el volumen de la salmuera diluida se relacionan con la válvula de control, el dispositivo de chorro equipados en el descalcificador de agua, también con la presión de entrada de agua y otros factores. La válvula de ablandamiento de agua de Runxin puede equiparse con la válvula de ablandamiento de agua y el dispositivo de chorro adecuados según el diámetro del tanque de resina de acuerdo, y se puede consultar el volumen de la salmuera y la velocidad de flujo de la sal entrante correspondientes desde el manual, con el fin de obtener la duración de succión de salmuera en la regeneración.

$$t=\frac{60\times V_z}{S\times v}\quad \text{min} \tag{4-6}$$

$$\text{Donde: } V_z=\frac{m_{cz}}{C\times\rho\times 10^3}\quad m^3$$

Donde: t —— Duración de succión de salmuera durante la regeneración, min;

V_Z —— Volumen de salmuera diluida que entra en el tanque de resina, m^3;

S —— Área seccional de la capa de resina, m^2;

ν —— Velocidad de flujo de la solución de regeneración (salmuera), m/h;

m_{cz}—— Cantidad de cloruro de sodio en la sal necesaria para una regeneración ($m_{cz}=m_z\times\varepsilon$), kg;

C —— Concentración de salmuera que entra en el tanque de resina después de la diluyente, % (generalmente 6% ~ 8%);

ρ—— Densidad de salmuera que entra en el tanque de resina después de la diluyente ($<1{,}06$, puede ignorarse).

Ejemplo 4-3: un descalcificador de agua de regeneración de flujo positivo, el diámetro interno del tanque de resina es de 0,5m, la altura de llenado de resina es de 1,4m; mediante la válvula de ablandamiento y el dispositivo de chorro configurados, la concentración de la salmuera de control durante la regeneración es de 6% y la velocidad de flujo de entrada de sal es de 5m/h según el manual. Pregunta: ¿Cuántos kg de sal industrial de contenido de cloruro de sodio de 96% se necesitan para una regeneración? Si el diámetro interno del tanque de salmuera es de 0,3m, ¿cuánto debe ser el

nivel de reposición de agua al tanque de salmuera después de la regeneración? ¿Cuál debe ser la duración configurada para la succión de salmuera de regeneración?

Contesta:

1) El volumen de resina en este descalcificador de agua es: $V_R = 3{,}14 \times 0{,}25^2 \times 1{,}4 \approx 0{,}27\ m^3$

El consumo específico de regeneración de flujo positivo es 2, la capacidad de intercambio de funcionamiento de resina es 1000mol/m^3, la cantidad de sal necesaria para una regeneración:

$$m_z = \frac{V_R \times E \times k \times M}{1000\varepsilon} = \frac{0.27 \times 1000 \times 2 \times 58.5}{1000 \times 96\%} \approx 33kg$$

2) Contenido de cloruro de sodio puro en la sal usada en una regeneración $m_{cz} = 33 \times 96\% \approx 32kg$, el nivel adecuado de reposición de agua al tanque de salmuera:

$$H = \frac{2.8 \times m_{cz} \times 10^{-3}}{\pi \times R_Y^{\ 2}} = \frac{2.8 \times 32}{3.14 \times 0.2^2 \times 1000} \approx 0.72\ m$$

3) Área seccional de capa de resina dentro del tanque de resina $S = 3{,}14 \times (0{,}5/2)^2 \approx 0{,}2 m^2$, duración configurada para la succión de salmuera de regeneración:

$$t = \frac{60 \times m_{cz}}{S \times v \times C \times 1000} = \frac{60 \times 32}{0.2 \times 5 \times 6\% \times 1000} = 32\ min$$

4.3.2.4 Requisitos sobre los indicadores principales de rendimiento del descalcificador de agua

Según lo estipulado en GB/T 18300 Condiciones técnicas del intercambio de iones de sodio de control automático, los indicadores principales de rendimiento del descalcificador de agua se muestran en Tabla 4-1.

Tabla 4-1 Parámetros de rendimiento principales del descalcificador de control automático

Sistema de conexión		Operación Velocidad de flujo[a] m/h	Retrolavado Velocidad de flujo m/h	Velocidad de flujo de succión de salmuera y lavado lento m/h	Lavado Velocidad de flujo m/h	Solución de regeneración Concentración[b] %	Consumo de sal g/mol	Capacidad de intercambio de funcionamiento[c]/ (mol/m^3)
Sodio de nivel I	Regeneración de flujo positivo	20～30	10～20	4～8	15～20	6～10	≤120	≥800
	Regeneración de contraflujo	20～30	10～20	2～4	15～20	5～8	≤100	≥900
	Lecho flotante	30～50	—	2～5	15～20[d]	5～8	≤100	≥900

Sodio de nivel 2	≤60	10～20	4～8	20～30	5～8	—	—
1 La duración de succión de salmuera para la regeneración del descalcificador de agua usado en el tratamiento de ablandamiento de agua usada en equipos industriales generalmente no debe ser menos de 30min. 2. En el final del proceso de regeneración, el contenido de iones de cloro en el agua saliente no debe ser mayor de 1,1 veces el contenido de iones de cloro en el agua entrante.							
[a]El límite superior de la velocidad de flujo de funcionamiento del descalcificador de agua de uso industrial es el valor máximo a corto tiempo; la velocidad de flujo de funcionamiento del descalcificador de agua civil puede ser más grande, pero eso no debe afectar la demanda del usuario sobre la calidad del agua producida. [b]La concentración de la solución de regeneración se refiere a la concentración de la salmuera que entra en la capa de regeneración de intercambio iónico después de ser dil uida por el dispositivo de chorro bajo temperatura ambiental. [c] Se refiere a la capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina de intercambio de iones de sodio. Capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina de cationes ácidos débiles≥1800 mol/m^3.							

4.3.3 Diseño y selección de dispositivo de chorro

La válvula de ablandamiento de control automático generalmente integra los dispositivos de chorro. Durante su diseño y fabricación, según el diámetro del tanque de resina que se necesita configurar, y considerando la relación de succión y chorro del dispositivo de chorro, su rendimiento debe cumplir con el requisito de velocidad de flujo de regeneración y el requisito de concentración de la solución de sal durante la regeneración del descalcificador de agua como se especifica en GB/T 18300 Condiciones técnicas del intercambio de iones de sodio de control automático.

Según el requisito sobre la concentración de la solución de regeneración mencionado en Tabla 4-1, durante el diseño del dispositivo de chorro usado en el descalcificador de agua de regeneración de contraflujo, su relación de succión y chorro (es decir, la relación entre el caudal de solución de sal succionada y el caudal de agua que entra en el dispositivo de chorro) es controlada entre 1:4,3 y 1:2,3; la relación de succión y chorro del descalcificador de agua usado en la regeneración de flujo positivo es controlada entre 1:3,4 y 1:1,6.

Mediante la velocidad de flujo de la solución de regeneración y el diámetro del tanque equipado (diámetro interno), se puede calcular el caudal total necesario en la salida del dispositivo de chorro (es decir, la suma del caudal del agua entrante en el dispositivo de chorro y el caudal de la salmuera saturada succionado, es decir, el caudal de salmuera diluida). Por eso, la relación de succión y chorro del dispositivo de chorro fue determinada durante el diseño del controlador. El tipo de dispositivo de chorro seleccionado para diversos tanques de resina debe determinarse durante la selección de modelo, es decir, durante el diseño del descalcificador de agua.

Por ejemplo: si se equipa con un tanque de resina de diámetro de 400mm, cuando se adopta la regeneración de flujo positivo, el caudal de la solución de regeneración que se necesita diluir es de: $Q=v\times S = (4 \sim 8)\times 3{,}14\times 0{,}2^2 = (0{,}5 \sim 1{,}0)\ m^3/h$

Para asegurar que la succión de salmuera y la velocidad de flujo de los tanques de resina de diversos diámetros puedan cumplir con los requisitos durante la regeneración, Runxin ha diseñado diversos modelos de válvula de control y los dispositivos de chorro correspondientes para los tanques de resina de diversos diámetros para la selección durante la compatibilidad con el descalcificador de agua. Sin embargo, al seleccionar el modelo, el mismo dispositivo de chorro también puede equiparse en diferentes válvulas de control (debido al canal de flujo diferente de las válvulas de control, la resistencia de agua también es ligeramente diferente, el caudal total en la salida del dispositivo de chorro, la velocidad de flujo de lavado lento y la velocidad de flujo de reposición de agua también son ligeramente diferentes). A veces, el mismo tanque también puede equiparse con diferentes válvulas de control, eso debe considerarse integralmente según la calidad del agua cruda, la presión de entrada de agua, la demanda actual de producción de agua u otros factores, y se debe realizar una prueba de funcionamiento para comprobarlo.

4.3.4 Evaluación del rendimiento económico del funcionamiento del descalcificador de agua

Cuando el descalcificador de agua funciona normalmente, generalmente se puede evaluar si el rendimiento económico de funcionamiento del descalcificador de agua es bueno mediante los indicadores tales como el consumo de sal o el consumo específico, la capacidad de intercambio de funcionamiento, etc.

4.3.4.1 Consumo de sal y consumo específico en la regeneración

La cantidad de agente de regeneración consumido (g) para recuperar una capacidad de intercambio de 1mol de la resina de intercambio iónico se llama el consumo del agente de regeneración, y durante la regeneración de la sal usada, también se llama consumo de sal. Según el cálculo teórico, la capacidad de ablandamiento de recuperación de 1mol de la resina de intercambio de iones de sodio requiere 58,5g de NaCl. Sin embargo, durante la regeneración real, el consumo de sal necesario siempre es mayor del valor teórico. Generalmente, la relación entre el consumo real de la sal durante la regeneración y la masa molar del agente de regeneración (es decir, la cantidad teórica) se llama consumo específico del agente de regeneración. En cuanto al consumo específico del agente de regeneración en los descalcificadores de agua generales, no debe ser mayor de 2,5 en caso de regeneración de flujo positivo, y no debe ser mayor de 2 en caso de regeneración de contraflujo, de lo contrario, se considera que el rendimiento económico no es bueno y se necesita comprobar las causas. El consumo de sal (g/mol) y el consumo específico en la regeneración real del descalcificador de agua pueden calcularse respectivamente según las fórmulas (4-7) y (4-8):

$$\text{Consumo de sal} = \frac{m_{cz}}{Q(YD\text{-}YD_C)} \approx \frac{m_{cz}}{QxYD}\ g/mol \qquad (4\text{-}7)$$

$$\text{Relación de regeneración del consumo de sal} = \frac{\text{Consumo de sal del agente de regeneración}}{\text{Masa molar del agente de regeneración}} = \frac{\text{Consumo de sal}}{58.5} \quad (4\text{-}8)$$

Donde: m_{cz} —— Cantidad de cloruro de sonido en la sal usada para una regeneración (calculada según 100%NaCl), g:

Q —— Volumen de producción de agua cíclico del descalcificador de aguas, m^3;

YD —— Dureza media de agua cruda en el ciclo de producción de agua, mmol/L;

YD_C —— Dureza residual del agua ablandada, cuando es mucho menos que la dureza del agua cruda, puede ser ignorada.

58,5 —— Masa molar de NaCl, g/mol.

Cuando el consumo de sal y el consumo específico del descalcificador de agua automático son demasiado altos, generalmente se puede comprobar sus causas desde los aspectos siguientes y realizar comisionamiento y mejora:

a) ¿Si el nivel de salmuera en el tanque de salmuera es demasiado alto causando que se succione excesiva sal?

b) ¿Si el volumen de producción de agua cíclico configurado es demasiado pequeño causando que la regeneración se realice con antelación antes de la invalidez?

c) ¿Si la resina está contaminada o "envenenada" causando la reducción del efecto de intercambio?

d) ¿Si la resina se ha perdido causando que la altura de la capa de resina esté insuficiente y la reducción del volumen de producción de agua cíclico cuando el consumo de sal se permanece constante?

4.3.4.2 Capacidad de intercambio de funcionamiento

La capacidad de intercambio de funcionamiento se refiere a la cantidad de iones que la resina puede intercambiar bajo el estado de funcionamiento. Generalmente la capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina nueva es mayor de 1.000mol/m^3, pero para el descalcificador de agua de regeneración automática de uso industrial, para asegurar que el agua saliente sea calificada dentro del ciclo de producción de agua, la configuración del volumen de producción de agua cíclico será relativamente conservadora, lo que causa cierta reducción en el volumen de producción de agua cíclico. Además, después del uso de la resina, debido a la contaminación, un mal efecto de regeneración u otras causas, la capacidad de intercambio de funcionamiento también puede reducirse, en este caso, se necesita averiguar las causas con el fin de lograr una mejora. Generalmente, si la capacidad de intercambio de funcionamiento real del descalcificador de agua de regeneración automática se reduce a menos de 500 mol/m^3 (para intercambiador de regeneración manual, menos de 800 mol/m^3), se considera que el rendimiento económico del funcionamiento no es bueno, se necesita comprobar las causas y realizar la mejora. La capacidad de intercambio de funcionamiento real de la resina de intercambio de iones de sodio E (mol/m^3) puede calcularse según la fórmula (4-9):

$$E=\frac{Q(YD-YD_C)}{V_R}\approx\frac{Q.YD}{V_R} \quad (4\text{-}9)$$

Donde: Q —— Volumen de producción de agua cíclico del intercambiador, t o m^3;

YD —— Dureza media del agua entrante del intercambiador, mmol/L;

YD_C—— Dureza del agua saliente del intercambiador de iones de sodio, mmol/L; (este valor puede ignorarse si es muy pequeño)

V_R —— Volumen de la resina en el tanque de resina, m^3.

Cuando la capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina se ha reducido evidentemente, se puede comprobar las causas y realizar mejora desde los aspectos siguientes:

a) ¿Si la regeneración de la resina cumple con los requisitos? (Ejemplo: ¿Si hay suficiente sal en el tanque de salmuera? ¿Si el nivel de la solución de sal es adecuado? ¿Si la presión de entrada de agua, la concentración de salmuera y la velocidad de flujo cumplen con los requisitos?)

b) ¿Si la resina está contaminada o "envenenada"?

c) ¿Si la altura de la capa de resina es suficiente?

d) ¿Si la velocidad de flujo del funcionamiento de producción de agua está demasiado alta?

b) ¿Si el volumen de producción de agua cíclico configurado es demasiado pequeño causando que la regeneración se realice con antelación antes de la invalidez, y la resina no se utilice plenamente?

Ejemplo 4-4: Un descalcificador de agua tipo caudal, de volumen de resina llenada de $0,5m^3$, que se utiliza en el tratamiento del agua de reposición de la caldera de vapor, la dureza media de agua entrante es de 3,6mmol/L. Se requiere una dureza del agua saliente inferior a 0,03mmol/L, y la configuración del volumen de producción de agua cíclico del descalcificador de agua a 90t puede garantizar el agua saliente calificada, se agrega 200 kg de cal (de contenido de NaCl de 96%) al tanque de salmuera cada vez, después de un promedio de 3 veces de regeneración, no hay sal sólida en el tanque de salmuera, y se necesita volver a agregar la sal, ¿cómo es el rendimiento económico de funcionamiento de este descalcificador de agua?

Contesta:

(1) El consumo real de sal de este descalcificador de agua $=(200\div3\times1000)\times96\%\div(90\times3,6)\approx198$ g/mol

El consumo específico del agente de regeneración real $=198\div58,5\approx3,4$

(2) Capacidad de intercambio de funcionamiento real: $E=90\times3,6\div0,5=648$ mol/m^3

El consumo específico de sal usada en este descalcificador de agua es relativamente alto, se necesita averiguar las causas. Es que la capacidad de intercambio de funcionamiento real cumple con el requisito, y todavía se puede garantizar el agua saliente calificada antes de la regeneración, eso indica que la configuración de la resina y del volumen de producción de agua cíclico es normal. Pues la causa posible es que el nivel de líquido en el tanque de salmuera está demasiado alto causando un alto consumo de sal, verifique y ajuste el controlador de nivel de la salmuera y la duración de succión de salmuera, y realice la prueba para la confirmación.

Algunas regiones utilizan unidades no de estándar internacional, se necesita conversión durante los cálculos pertinentes de la válvula de ablandamiento, las conversiones de unidades comunes son:

1mmol/L ($1/2Ca^{2+}$, $1/2Mg^{2+}$) = 50PPM (calculado según $CaCO_3$)

1mmol/L （$1/2Ca^{2+}$, $1/2Mg^{2+}$） = 2,92grain/gallon (grain / galón)

1grain/gallon (grain / galón) = 17,1PPM (calculado según $CaCO_3$)

$1m^3$ = 264gallon(US) (galón de EE.UU.) = 220gallon(UK) (galón de Reino Unido)

1kg = 2.2pounds (Libra)

1PPM = 1mg/L.

4.4 Tratamiento de ablandamiento y reducción de alcalinidad

En las regiones de alcalinidad relativamente alta en el agua en la fuente de agua, si toda el agua de reposición a la caldera es agua ablandada de intercambio de iones de sodio, debido a la eliminación de dureza calcio y magnesio en el intercambio de iones de sodio, la alcalinidad retenida en el agua será cada vez más alta con la evaporación y el espesamiento del agua en la caldera. La alcalinidad demasiado alta no sólo afecta fácilmente la calidad del vapor, en caso grave, también puede generar corrosión alcalina en los metales. Si se eleva excesivamente la tasa de descarga de residuos de la caldera con el fin de reducir la alcalinidad del agua de la caldera, no es favorable para el ahorro de energías y la reducción de emisión. Por eso, si se utiliza el agua cruda de alcalinidad relativamente alta (alcalinidad ＞2,5mmol/L) como el agua de reposición a la caldera, no sólo se necesita realizar un tratamiento de ablandamiento, sino también se necesita considerar un tratamiento de reducción de alcalinidad. Los métodos comunes de tratamiento de ablandamiento y reducción de alcalinidad para las calderas industriales son: método de ablandamiento parcial, método de intercambio de iones de nitrógeno - sodio, método de intercambio de iones de amonio - sodio.

4.4.1 Método de ablandamiento parcial

El método de ablandamiento parcial principalmente abarca dos situaciones: primera, para el agua de alta dureza, se adopta el ablandamiento primario para eliminar la mayoría de los iones de calcio y magnesio, con el fin de tratar el agua de alta dureza al agua de baja dureza; segunda, para el agua cruda de alta dureza y alta alcalinidad, una parte pasa el tratamiento de ablandamiento para eliminar su dureza, y luego se mezcla con el agua cruda a cierta medida, para que la alcalinidad de la dureza del agua mixta sea inferior a 1mmol/L~2mmol/L.

Una parte del agua sujeta al tratamiento de ablandamiento es adaptable a las calderas de vapor de ciclo natural, calderas de doble uso de vapor y agua de capacidad nominal de evaporación de ≤4t/h y presión de vapor nominal ≤1,0Mpa, así como a las calderas de agua caliente de potencia nominal ≤4,2MW. La presión de funcionamiento y la carga térmica de estas calderas son relativamente bajas, después del tratamiento de ablandamiento parcial del agua de reposición, los iones de calcio y magnesio residuales en el agua entran en la caldera para reaccionarse con las sustancias alcalinas

generando escorias de agua, que se eliminarán mediante el drenaje. Mediante el tratamiento de ablandamiento parcial (en caso necesario, agregar de cierta cantidad de inhibidor en la caldera), se permite que la calidad del agua en la caldera cumpla el estándar de tratamiento de agua en la caldera especificado en GB/T 1576 Calidad de agua de caldera industrial. Así no sólo se puede evitar las incrustaciones en la caldera, sino también puede evitar una alcalinidad excesiva en el agua de la caldera, reducir la frecuencia de drenaje de residuos y la pérdida de calor en la caldera, además, puede reducir el costo de tratamiento de agua.

4.4.2 Método de intercambio de iones de hidrógeno - sodio

El tratamiento con el método de intercambio de iones de hidrógeno - sodio deja que una parte de agua cruda pase por el tratamiento de resina de intercambio de H^+ para que el agua sea ácida; y otra parte de agua cruda pasa el tratamiento de resina de intercambio de Na^+ para eliminar la dureza generando agua alcalina. Después de mezclar estas dos partes de agua, se neutralizan, es decir, mientras elimina la dureza, la alcalinidad en el agua se ha reducido, para que la alcalinidad del agua en la caldera pueda cumplir con el requisito en la norma en caso de evaporación y espesamiento normales y el drenaje razonable de residuos. El sistema de tratamiento de intercambio de iones H-Na abarca dos procesos: intercambio de H^+ e intercambio de Na^+. Tiene múltiples modos de funcionamiento, a continuación presentamos varios modos comunes.

4.4.2.1 Uso del método de intercambio de iones H-Na con resina de intercambio de H^+ ácido débil

(1) Principios de ablandamiento y reducción de alcalinidad mediante el intercambio de iones H-Na con resina de intercambio de H^+ácido débil

El uso de la resina de intercambio de H^+ ácido débil para reducir la alcalinidad en el agua es un método relativamente bueno, que tiene las ventajas tales como: sin generación de ácido fuerte, capacidad de intercambio grande, regeneración fácil, control sencillo, etc. Es que es resina ácida débil no puede realizar intercambio iónico con las sales de aniones ácidos fuertes tales como SO_4^{2-}, Cl^-, y generalmente sólo tiene reacción de intercambio con las sales ácidas débiles, por eso, después del tratamiento de intercambio, no se generará ácido fuerte. Además, la capacidad de intercambio de Na^+ de la resina H^+ ácido débil es relativamente débil, una parte de $NaHCO_3$ se reservará en el agua saliente, por eso, la función principal del intercambiador de H^+ ácido débil es eliminar la dureza de carbonatos en el agua (es decir, bicarbonato de calcio. bicarbonato de calcio), su reacción puede ser expresada generalmente con la fórmula siguiente:

$$R(-COOH)_2 + \left.\begin{matrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{matrix}\right\}(HCO_3)_2 \rightarrow R(-COO)_2 \left\{\begin{matrix} Ca \\ Mg + 2H_2CO_3 \\ Na_2 \end{matrix}\right.$$

Resina H^+ de naturaleza de ácido débil Agua entrante Resina inválida Agua saliente

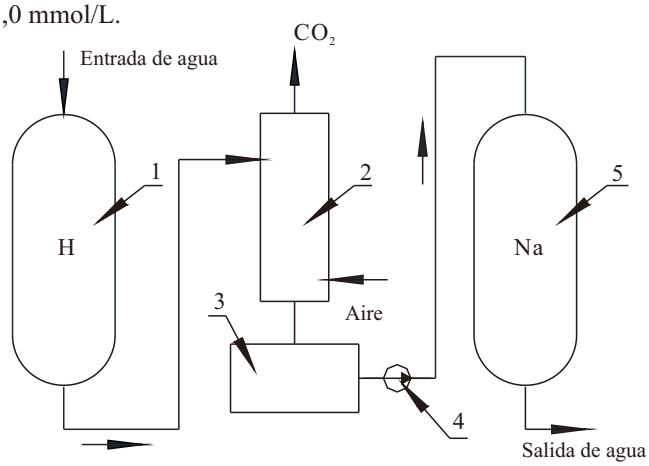
$$H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$$

CO_2 en el agua saliente del intercambiador H^+ se elimina mediante el eliminador de carbono, luego entra en el intercambiador de iones de sodio para eliminar otros tipos de dureza no de carbonatos, con el fin de reducir la alcalinidad mientras elimina la dureza. Además, la capacidad de intercambio de la resina de intercambio H^+ ácido débil (es decir, la capacidad de eliminación de la dureza de carbonatos) es casi doble la capacidad de la resina de intercambio de cationes ácidos fuertes, y después de la invalidez de la resina, es muy fácil regenerarla con el ácido, el consumo de ácido es bajo, generalmente el consumo específico del agente de regeneración sólo es de alrededor de 1,1, la concentración de ácido residual drenado es baja y puede ser tratada de forma fácil. Por eso, aunque el precio de la resina de tipo ácido débil es relativamente alto, debido a su bajo costo de operación, por lo general es relativamente económica y segura.

(2) Sistema de intercambio de iones H-Na de uso de resina de intercambio H^+ ácido débil

El sistema de intercambio de iones H-Na que utiliza resina de intercambio H^+ ácido débil y resina de intercambio Na^+ ácido fuerte se muestra en la Figura 4-7. El agua cruda entra en el intercambiador de H^+ ácido débil primero para eliminar la dureza de carbonatos, el dióxido de carbono generado es eliminado mediante el eliminador de carbono, luego entra en el intercambiador Na^+ para eliminar más allá la dureza sin carbonatos.

Es que toda el agua saliente final del sistema de intercambio de iones H-Na ha pasado el tratamiento de intercambio de iones de sodio, por eso, no es necesario que el control del punto final de funcionamiento del intercambiador H^+ ácido débil sea demasiado riguroso, sólo es necesario que la dureza reducida en el agua sea prácticamente igual a la alcalinidad del agua entrante. La calidad de producción de agua en el sistema principalmente toma el control de la dureza del agua saliente en el intercambiador Na^+ como el punto final de funcionamiento. Para permitir que el intercambiador H^+ y el intercambiador Na^+ se invaliden sincrónicamente y regeneren al mismo tiempo, la relación de la resina de intercambio H^+ ácido débil y la resina de intercambio Na^+ ácido fuerte debe determinarse según la relación de la dureza de carbonatos del agua cruda (es decir, la alcalinidad del agua cruda) y la dureza sin carbonatos (es decir, la diferencia entre la dureza total y la alcalinidad del agua cruda). Mientras tanto, también se debe permanecer cierta alcalinidad en el agua del agua. Generalmente, para el agua de reposición usada en caldera industrial, la alcalinidad conservada debe controlarse entre 0,4 mmol/L ~ 1,0 mmol/L.



1. Intercambiador H^+ ácido débil; 2. Eliminador de carbono; 3. Tanque de agua central; 4. Bomba de agua; 5. Intercambiador de Na^+

Figura 4-7 Diagrama esquemático del sistema de intercambio de iones H-Na de uso de resina de intercambio H^+ ácido débil

Para el sistema de intercambiador de control automático, en la configuración del ciclo de producción de agua durante el diseño, también se puede estimar el volumen de producción de agua cíclico según la fórmula (4-1), y estimar la duración de producción de agua cíclica según la fórmula (4-2) o (4-3). Sin embargo, la dureza en la fórmula debe modificarse correspondientemente: para el intercambiador H^+ ácido débil, YD es la dureza de carbonatos (es decir, la alcalinidad del agua cruda); para intercambiador Na^+, YD es la dureza sin carbonatos (es decir, la diferencia entre la dureza total del agua cruda y la alcalinidad); capacidad de intercambio de funcionamiento E: la resina de intercambio Na^+ todavía se calcula según 1000mol/m^3, y la resina de intercambio H^+ ácido débilse puede calcular según 1800mol/m^3~2000mol/m^3. Si el ciclo de producción de agua de dos intercambiadores es relativamente grande y no es favorable para el control automático, se necesita alterar el tamaño y la cantidad de resina llenada en los dos intercambiadores, mientras tanto, también se debe considerar la preservación de cierta alcalinidad en el agua saliente final.

4.4.2.2 Método de iones H-Na con resina de intercambio de cationes ácidos fuertes

(1) Principios de ablandamiento y reducción de alcalinidad mediante el intercambio de iones H-Na con resina ácida fuerte

La resina de intercambio de cationes ácidos fuertes se convierte en resina de intercambio H^+ (RH) después de regenerarse con el ácido. Después de que el agua entrante pase por el tratamiento con resina de intercambio H^+, diversos cationes en el agua son intercambiados por H^+, su reacción de intercambio puede ser expresada integralmente con la fórmula siguiente:

$$2RH + \begin{matrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{matrix} \Bigg\} \Bigg\{ \begin{matrix} (HCO_3)_2 \\ SO_4 \\ Cl_2 \end{matrix} \rightarrow R_2 \Bigg\{ \begin{matrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{matrix} + \Bigg\{ \begin{matrix} 2H_2CO_3 \\ H_2SO_4 \\ 2HCl \end{matrix}$$

Resina H^+ Agua entrante Resina inválida Agua saliente ácida

Desde la fórmula de reacción podemos saber que, después del intercambio de H^+, diversos aniones ácidos fuertes en el agua cruda y H^+ se reaccionan para formar ácido fuerte, por eso, el agua saliente tiene una acidez relativamente fuerte. Es que la capacidad de intercambio desde la resina de intercambio catiónico a los iones de sodio es más débil que su capacidad de intercambio a los iones de calcio y magnesio, por eso, cuando la resina de intercambio H^+ está inválida, el contenido de Na^+ en el agua saliente aumenta primero. Cuando el intercambiador H^+ toma el control del contenido de Na^+ en el agua saliente como el punto final de funcionamiento, la acidez del agua saliente es igual a la cantidad de aniones ácidos fuertes en el agua cruda. Sin embargo, si el intercambiador H^+ no realiza la regeneración después del aumento del contenido Na^+ en el agua saliente (también se llama fuga de sodio) y sigue funcionando hasta que aparezca dureza (también se llama dureza de fuga)

en el agua saliente antes de realizar la regeneración, es decir, el funcionamiento del intercambiador toma el control de dureza como el punto final, pues dentro del período de funcionamiento desde la fuga de sodio a la fuga de dureza, la acidez en el agua se reducirá.

Después de que el agua cruda sea tratada por el intercambiador Na^+, diversos cationes en el agua son intercambiados por Na^+, su reacción de intercambio puede ser expresada de forma integral a continuación:

$$2RNa+\begin{matrix}Ca\\Mg\end{matrix}\Bigg\}\begin{matrix}(HCO_3)_2\\SO_4\\Cl_2\end{matrix}\rightarrow R_2\begin{matrix}Ca\\Mg\end{matrix}\Bigg\}+\begin{matrix}2NaHCO_3\\Na_2SO_4\\2NaCl\end{matrix}\Bigg\}$$

Resina Na^+ Agua entrante Resina inválida Agua saliente

Desde la fórmula de reacción podemos saber que, después del intercambio Na^+, la dureza se ha eliminado y la alcalinidad se permanece sin cambio, es decir, el agua saliente se convierte en agua alcalina.

Se mezcla el agua ácida después del tratamiento de intercambio H^+ con el agua alcalina después del tratamiento de intercambio Na^+ para producir un efecto de neutralización, su fórmula de reacción se muestra a continuación:

$$2NaHCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O + 2CO_2\uparrow$$

$$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$$

El CO_2 generado después de la neutralización se puede eliminar mediante el eliminador de carbono.

(29 Formas comunes del sistema de intercambio de iones H-Na de la resina ácida fuerte

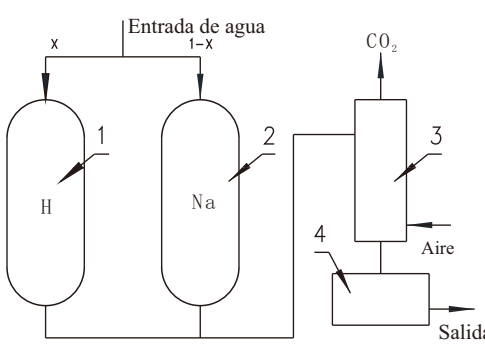
Las formas comunes del sistema de intercambio de iones H-Na de la resina ácida fuerte principalmente abarcan sistema de conexión en paralelo y sistema de conexión en serie:

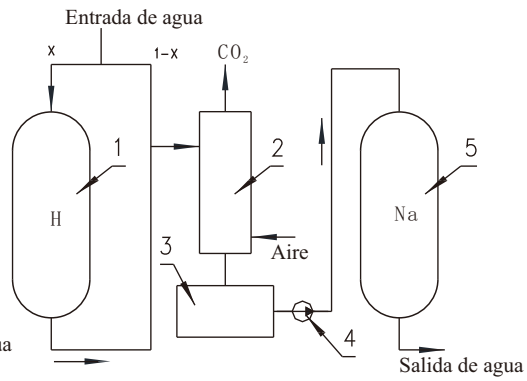
a) Sistema de intercambio de iones H-Na de conexión en paralelo

La configuración del sistema se muestra en Figura 4-8, se divide el agua entrante en dos partes, y las suministra respectivamente al intercambiador H^+ y el intercambiador Na^+, luego mezcla el agua saliente de ambos intercambiadores, el CO_2 generado en la neutralización es eliminado por el eliminador de carbono. Cabe mencionar: cuando se utiliza el sistema de intercambio de iones H-Na de conexión en paralelo, el punto final de funcionamiento del intercambiador H^+ debe ser el control de Na^+ en el agua saliente. Si se toma la dureza de fuga del agua saliente como el punto final de funcionamiento, aunque el ciclo de producción de agua puede prolongarse, sin embargo, después del aumento de Na^+ en el agua saliente del intercambiador, la alcalinidad en el agua saliente mixta del sistema aumentará gradualmente, y se necesita aumenta la relación de agua saliente del intercambiador H^+; y el intercambiador H^+ necesita reducir oportunamente la relación después de la regeneración, de lo contrario, se causará que la alcalinidad del agua saliente mixta sea demasiado baja, y en algunos casos, incluso se convierte en agua ácida, lo que puede afectar el funcionamiento seguro de la caldera. Eso quiere decir, si el punto final del funcionamiento del intercambiador H^+

toma la dureza del agua saliente como el punto final de funcionamiento, se necesita ajustar frecuentemente la relación de producción de agua de los dos tipos de intercambiador, y el control no será fácil.

Para el intercambiador H^+ automático, con el aumento de Na^+ en el agua saliente como el punto final de funcionamiento también es favorable para el control automático de la regeneración del intercambiador mediante la medición de la conductividad eléctrica del agua saliente. Cuando la conductividad eléctrica del agua entrante es prácticamente estable, el aumento de Na^+ en el agua saliente significa la reducción de H^+, en este momento, el valor medido de la conductividad eléctrica del agua saliente se reduce evidentemente como una consecuencia, y se puede instruir el inicio de la regeneración en el intercambiador.





1. Intercambiador H^+; 2. Intercambiador Na^+ 3. Eliminador de carbono 4. Tanque de agua

1. Intercambiador H^+; 2. Eliminador de carbono 3. Tanque de agua; 4. Bomba; 5. Intercambiador Na^+

Figura 4-8 Sistema de intercambio de iones H-Na de conexión en paralelo

Figura 4-9 Sistema de intercambio de iones H-Na de conexión en serie

b) Sistema de intercambio de iones H-Na de conexión en serie

La configuración del sistema se muestra en Figura 4-9, este sistema también divide el agua entrante en dos partes, una parte es suministrada al intercambiador H^+, otra parte se mezcla con el agua saliente del intercambiador H^+. En esta manera, las sustancias ácidas en el agua saliente del intercambiador H^+ y los carbonatos en el agua cruda tienen reacción de neutralización, el CO_2 generado es eliminado por el eliminador de carbono, el agua después de la eliminación de carbono es bombeada al intercambiador Na^+ mediante la bomba después de pasar por el tanque de agua. En el sistema de conexión en serie, el eliminador de carbono debe instalarse antes del intercambiador Na^+, de lo contrario, cuando el agua que contiene CO_2 pase por el intercambiador Na^+, se generará $NaHCO_3$ para que la alcalinidad del agua blanda vuelva a aumentar.

(3) Comparación del sistema de intercambio de iones H-Na de conexión en paralelo y el de conexión en serie

Desde el punto de vista del equipo, es que en el sistema de conexión en paralelo sólo una parte de agua cruda es suministrada al intercambiador Na^+, y en el sistema de conexión en serie, toda el agua tratada pasará por el intercambiador Na^+ en el final, por eso, cuando la potencia es igual, la

capacidad que el intercambiador de iones Na en el sistema de conexión en paralelo es relativamente pequeña, y la del sistema de conexión en serie es relativamente grande. Por eso, el sistema de conexión en paralelo es relativamente compacto, y la inversión en el cual es relativamente pequeña.

Desde el punto de vista del funcionamiento, en el funcionamiento del sistema de conexión en serie, no se necesita controlar ni ajustar rigurosamente la relación del volumen de agua tratado, es que durante la conexión en serie, incluso cuando la mezcla del agua de intercambio H^+ y el agua cruda es ácida, debido a la necesidad de pasar el intercambio Na^+ posteriormente (todos los H^+ serán intercambiados a Na^+ en el final), el agua saliente final no será ácida, por eso, el sistema de conexión en serie es relativamente seguro y confiable, y la capacidad de intercambio del intercambiador H^+ puede ser aprovechada plenamente. Si se requiere que el intercambiador H^+ en el sistema de conexión en serie funcione hasta la dureza de fuga para la regeneración, se necesita ajustar oportunamente y controlar rigurosamente la relación del volumen de agua tratada en los dos tipos de intercambiadores, con el fin de garantizar la permanencia de cierta alcalinidad en el agua blanda después de la mezcla.

(4) Relación de volumen de agua tratada de intercambio de iones H-Na

Cuando se adopta el tratamiento de intercambio de iones H-Na, se debe ajustar razonablemente la relación del volumen de agua tratada en los dos tipos de intercambio iónico según la calidad del agua cruda, con el fin de asegurar que la alcalinidad preservada sea de 0,4 mmol/L~1,2 mmol/L después de la mezcla del agua saliente en dos intercambiadores.

Supone que X es la proporción del volumen de agua tratada por el intercambiador H^+ en el volumen total de agua, pues (1-X) es: la proporción del volumen de agua tratada mediante el intercambiador Na^+ en el sistema de conexión en paralelo; o la proporción del volumen de agua no tratada por el intercambiador H^+ en el sistema de conexión en serie.

Es que después del tratamiento de intercambio de iones H-Na, todavía se necesita preservar cierta alcalinidad en el agua blanda mixta, por eso, no importa el uso del sistema de conexión en paralelo o el sistema de conexión en serie, después de la mezcla de los dos tipos de agua, los requisitos en la fórmula (4-10) deben cumplirse:

$$(1 - X)\,JD - XSD = JD_C \tag{4-10}$$

después de ordenar esta fórmula, se obtiene:

$$X = \frac{JD - JD_C}{JD + SD} \times 100\% \tag{4-11}$$

Donde: JD —— Alcalinidad del agua cruda, mmol/L($HCO3^-$);

JD_C—— Alcalinidad que debe preservarse en el agua después del tratamiento de intercambio de iones H-Na, mmol/L(HCO_3^-);

SD —— Acidez del agua saliente del intercambiador H^+, mmol/L (H^+); cuando se toma el control de Na^+ como el punto final del funcionamiento del intercambiador, se equivale al contenido total de aniones ácidos fuertes en el agua cruda; cuando se toma la dureza de control como el punto final de funcionamiento,se equivale al contenido de dureza sin carbonatos en el agua cruda.

Como una consecuencia, podemos saber que la relación del volumen de agua tratada en el intercambiador H^+ y el volumen de agua tratada en el intercambiador Na^+ se divide en dos situaciones según los diferentes puntos finales de control del intercambiador H^+:

a) El intercambiador H^+ toma el control del aumento de Na^+ como el punto final del funcionamiento, la relación de su volumen de agua tratada puede ser estimada directamente según la fórmula (4-11);

b) El intercambiador H^+ toma el control de la dureza de fuga como el punto final de funcionamiento, en este momento, la acidez del agua saliente se equivale a la cantidad de dureza sin carbonatos en el agua cruda, y la alcalinidad del agua cruda se equivale a la dureza de carbonatos, por eso, la suma de ambas es la dureza total del agua cruda (YD), por eso, en este momento, la fórmula (4-11) puede modificarse a fórmula (4-12):

$$X = \frac{JD - JD_C}{YD} \times 100\% \qquad (4\text{-}12)$$

Ejemplo 4-5: La calidad del agua cruda usada en una caldera industrial es: dureza= 5,6 mmol/L, alcalinidad= 4,8 mmol/L, se adopta el sistema de conexión en paralelo H-Na para el tratamiento, se requiere que la alcalinidad preservada del agua ablandada sea alrededor de 1,0 mmol/L después del tratamiento, y el volumen total de agua tratada sea de 20t/h. Cuando el intercambiador H^+ toma el control de Na^+ como el punto final de funcionamiento, la acidez media del agua saliente es de 2,3 mmol/L, ¿cuánta será la relación del volumen de agua tratada en el intercambiador H^+ y el intercambiador Na^+ respectivamente cuando el intercambiador H^+ toma el control de Na^+ como el punto final o ambos intercambiadores toman la dureza del agua saliente como el punto final de control?

Solución: 1) Relación de volumen de agua tratada cuando el intercambiador H^+ toma el control de Na^+ como el punto final:

$$X = \frac{JD - JD_C}{JD + SD} \times 100\% = \frac{4.8 - 1.0}{4.8 + 2.3} \times 100\% = 53.5\%$$

Es decir, cuando se toma el control de Na^+ como el punto final, el volumen de agua tratada en los dos intercambiadores respectivamente es:

Volumen de agua tratada en el intercambiador H^+= 53,5% x 20 = 10,7t/h;

Volumen de agua tratada en el intercambiador Na^+= 20 - 10,7 = 9,3t/h.

2) Relación de volumen de agua tratada cuando el intercambiador H^+ toma el control de dureza como el punto final:

$$X = \frac{JD - JD_C}{YD} 100\% = \frac{4.8 - 1.0}{5.6} \times 100\% \approx 68\%$$

Eso indica que, después del aumento del contenido Na^+ en el agua saliente del intercambiador H^+, debido a la reducción de la acidez en el agua saliente, el volumen de agua tratada en el intercambiadorH^+ debe aumentar a: 68%×20≈13,6 t/h; el volumen de agua tratada en el intercambiador

Na^+ debe reducirse a: 20 - 13,6 = 6,4 t/h. Pero después de la regeneración del intercambiador H^+, el volumen de agua tratada necesita volver a ajustarse a 10,7 t/h, por eso, el control no es conveniente.

4.4.3 Método de intercambio de iones de amonio - sodio

4.4.3.1 Principios de ablandamiento y reducción de alcalinidad mediante el intercambio de iones de amonio - sodio

Después de la regeneración de la resina de intercambio catiónico mediante la sal de amonio, se convierte en tipo NH_4^+ (RNH_4), después de que el agua entrante sea intercambiada en el intercambiador de iones de tipo NH_4^+, diversos cationes en el agua son intercambiados a NH_4^+, la reacción de intercambio puede ser expresada integralmente con la fórmula siguiente:

$$2RNH_4 + \begin{matrix} Ca \\ Mg \\ 2Na \end{matrix} \Bigg\} \begin{matrix} (HCO_3)_2 \\ SO_4 \\ 2Cl \end{matrix} \rightarrow R_2 \begin{matrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{matrix} \Bigg\} + \begin{matrix} 2NH_4HCO_3 \\ (NH_4)_2SO_4 \\ 2NH_4Cl \end{matrix} \Bigg\}$$

Resina de tipo amonio Agua entrante Resina inválida Agua saliente

El Bicarbonato de amonio (NH_4HCO_3) generado en la reacción se descompone por el calor en el agua de la caldera:

$$NH_4HCO_3 \rightarrow NH_3\uparrow + CO_2\uparrow + H_2O$$

Por eso, además de tener el efecto de ablandamiento y reducción de alcalinidad, el intercambio de NH_4^+ también tiene una parte de efecto de reducción de sal, y la entrada de NH_3 en el sistema de vapor permite la neutralización de CO_2, y un efecto de pasivación en la superficie del acero.

El cloruro de amonio (NH_4Cl) y el sulfato de amonio [$(NH_4)_2SO_4$] generados en la reacción también se descomponen por calor en el agua de la caldera, y generan ácido fuerte:

$$NH_4Cl \rightarrow NH_3\uparrow + HCl$$

$$(NH_4)_2SO_4 \rightarrow 2NH_3\uparrow + H_2SO_4$$

Otra parte del agua cruda es intercambiada en el intercambiador Na^+, después de que el bicarbonato de magnesio ($NaHCO_3$) generado en el agua blanda entre en la caldera, también se descomponen por calor en el agua de la caldera, y genera álcali:

$$2\ NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3\uparrow + CO_2\uparrow + H_2O$$

$$Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow 2NaOH + CO_2\uparrow$$

El ácido y el álcali generados en dichas reacciones producen reacción de neutralización en el agua de la caldera:

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

$$2H^+ + CO_3^- \rightarrow H_2O + CO_2\uparrow$$

Por eso, el principio de intercambio de iones NH_4-Na y el principio de intercambio de iones H-Na son prácticamente iguales, las diferencias consisten en:

(1) El efecto de reducción de alcalinidad y reducción de sal en el intercambio de iones NH_4-Na sólo se refleja después de que el agua ablandada entre en la caldera para la reacción de descomposición

en el calor. Y es diferente al sistema de intercambio de iones H - Na, en que la alcalinidad ya se ha reducido antes de que el agua entre en la caldera.

(2) El agua sujeta al intercambio NH_4^+ sólo tiene una acidez fuerte después de calentarse, y no se utiliza el ácido para la regeneración, por eso, no se necesita realizar un tratamiento riguroso de protección contra el ácido en los equipos y las tuberías de tratamiento de agua. Sin embargo, NH_4Cl y $(NH_4)_2SO_4$ son relativamente ácidos en el agua, por eso, el intercambiador NH_4^+ y sus tuberías deben usar materiales resistentes a corrosión por ácido.

(3) El agua sujeta al intercambio NH_4^+ no genera CO_2 mediante la descomposición antes de calentarse, por eso, no se necesita establecer un eliminador de carbono en el sistema de intercambio de iones NH_4 - Na.

(4) El amoniaco generado por el calentamiento del agua saliente del intercambio NH_4^+ y el vapor entran en el sistema de vapor juntos para neutralizar CO_2, que tiene cierto efecto anticorrosivo para la tubería de vapor, pero puede producir corrosión fácilmente en los componentes de cobre en el sistema térmico o el equipo de intercambio térmico. Además, si el vapor entra en contacto directo con el material calentado, la calidad del producto puede ser afectada. Por eso, antes de que el agua ablandada sujeta al intercambio de iones NH_4 - Na entre en la caldera, es mejor eliminar oxígeno, amoniaco, dióxido de carbono con el desaireador térmico siempre cuando sea posible.

4.4.3.2 Sistema de intercambio de iones amonio - sodio y las precauciones

(1) El sistema de intercambio de iones NH_4 - Na generalmente utiliza el modo de conexión en paralelo, y no es apto adoptar el sistema de conexión en serie o el modo de mezcla de resina. Es que la selectividad desde la resina de intercambio catiónico a NH_4^+ es un poco más fuerte que la para Na^+, si se adopta el funcionamiento de conexión en serie, cuando el agua intercambiada en NH_4^+ pasa por el intercambiador de Na^+, los NH_4^+ en el agua serán sustituidos por Na^+, lo que puede causar el aumento de otra vez de la alcalinidad del agua blanda; y cuando se adopta el modo mixto, el agente de regeneración de sal de amonio y el agente de regeneración de sal de sodio pueden regenerar la misma resina al mismo tiempo. Si la proporción de resina NH_4^+ es demasiado alta después de la regeneración, es posible causar insuficiente alcalinidad en el agua de la caldera, incluso el agua ácida, afectando el funcionamiento seguro de la caldera; si la proporción de resina NH_4^+ es demasiado baja, la alcalinidad será relativamente alta, no es fácil controlarla y es difícil ajustarla oportunamente.

(2) Durante la regeneración en el intercambiador NH_4^+, generalmente se utiliza NH_4Cl de 5% a 8% como el agente de regeneración. Si se utiliza $(NH_4)_2SO_4$ como el agente de regeneración, su concentración no debe exceder el 3% para evitar generar sedimentos $CaSO_4$ durante la regeneración, que pueden adherirse en la superficie de las partículas de resina reduciendo su capacidad de intercambio. El consumo de agente de regeneración del intercambiador NH_4^+ también puede estimarse según la fórmula (4-4), pero cuando el agente de regeneración es de NH_4Cl, la masa molar es de 53,5.

(3) Ambos el intercambiador NH_4^+ y el intercambiador Na^+ toman el control de la dureza del agua saliente como el punto final del funcionamiento. De los cuales, el contenido de amonio de anión ácido fuerte (es decir, la sal de amonio que será fuertemente ácida después de calentarse) en el agua saliente del intercambiador NH_4^+ se equivale a la dureza sin carbonatos. Por eso, la proporción X del volumen de agua tratada en el intercambiador NH_4^+ en el volumen total de agua tratada también se puede calcular según la fórmula (4-12), la porporción del volumen de agua tratada en el intercambiador Na^+ es de 1 - X. Es que la acidez fuerte de la sal de amonio de anión ácido fuerte no puede reflejarse plenamente en temperatura ambiental, por eso, no se debe determinar si la proporción de volumen de agua tratada por ambos es adecuada solamente mediante la alcalinidad conservada después de la mezcla del agua saliente de los dos intercambiadores, sino se debe monitorizar la alcalinidad en el agua actual en la caldera para realizar evaluación y ajuste. Cuando se utiliza la fórmula (4-12) para calcular la proporción del volumen de agua tratada en el intercambiador NH_4^+, la alcalinidad conservada JD_C generalmente debe ser de 1,0 mmol/L a 1,2 mmol/L.

4.5 Ejemplo de aplicación de la válvula de ablandamiento Runxin

La válvula de ablandamiento Runxin es adaptable al tratamiento de ablandamiento de agua de diversas calidades en múltiples propósitos. Actualmente se ha aplicado ampliamente en todo el mundo. Presentamos algunos casos de aplicación típicos a continuación para su referencia.

4.5.1 Aplicación del sistema de tratamiento de ablandamiento del agua de reposición a la caldera

Si el agua alimentada a la caldera contiene las sustancias de dureza tales como calcio, magnesio, etc., es fácil causar incrustaciones en la superficie calentada y la corrosión por debajo de las incrustaciones. Eso no sólo afecta evidentemente la transferencia del calor malgastando el combustible, sino también puede dañar fácilmente el metal en la superficie calentada afectando el funcionamiento seguro de los equipos de caldera. Por eso, toda el agua de reposición a la caldera requiere un tratamiento de ablandamiento, cuya característica es la necesidad de controlar rigurosamente la dureza del agua saliente con el fin de asegurar que el agua saliente cumpla los requisitos en la norma de alimentación de agua a la caldera y evitar generar incrustaciones en la caldera.

4.5.1.1 Sistema de tratamiento de agua de caldera de suministro de agua de conexión en paralelo

(1) Antecedentes de aplicación

Una empresa multinacional de alimentos tiene una planta en África del Sur, la caldera configurada para la fabricación requiere que la dureza del agua alimentada sea ≤0,5mg/L (0,01mmol/L), y el volumen de agua alimentada alcance 120m^3/h. El agua cruda es el agua corriente municipal, el valor medio de su dureza es de alrededor de 60mg/L (1,2mmol/L). Aunque la dureza del agua cruda no es alta, el control de la dureza del agua saliente es riguroso, por eso, el agua de reposición requiere un tratamiento de ablandamiento profundo. El vapor necesita usarse en la fabricación de alimentos, por eso, se necesita llenar resina de intercambio iónico de grado alimenticio en el descalcificador de agua, y el operador necesita detectar una vez la dureza del agua saliente en cada turno de trabajo.

(2) Generalidades del proyecto

El caudal requerido del sistema es de 120m^3/h, el descalcificador de agua de solo tanque no es capaz de alcanzar este caudal fácilmente, por eso, el diseño adopta el sistema de suministro de agua de conexión en paralelo de múltiples juegos (como se muestra en Figura 4-10): se configura 4 juegos de tanque de resina de diámetro de 1,2m y altura de 1,8m, utiliza válvula de ablandamiento 63640, dentro de cada tanque se llena 1.000L de resina de grado alimenticio, el flujo de procesos del sistema de tratamiento de ablandamiento de agua es: agua corriente → descalcificador de agua → agua para la producción. Las válvulas de control en los tanques adoptan el enclavamiento para realizar el suministro simultáneo de agua y la regeneración por separado. Así no sólo se puede garantizar el suministro de agua a la caldera, sino también puede elevar la tasa de utilización del descalcificador de agua.

(3) Efecto de funcionamiento

Los equipos de este sistema se pusieron en servicio en año 2017, y desde entonces siguen funcionan bien cumpliendo completamente con las demandas de uso de agua de la caldera, además, puede garantizar que la calidad del agua saliente sea calificada. El resultado de detección de dureza del agua saliente siempre es de 0mg/L, los clientes están muy contentos con eso.



Figura 4-10 Sistema de tratamiento de ablandamiento de funcionamiento en paralelo y regeneración por separado

4.5.1.2 Sistema de tratamiento de agua de conexión en serie de filtrado - ablandamiento

(1) Antecedentes de aplicación

Una empresa multinacional construye una nueva fábrica de bebidas en un país en África, la caldera de vapor equipada requiere una dureza de agua alimentada menos de 0,03mmol/L y un volumen de agua suministrada de 30m³/h. El agua cruda utilizada es el agua corriente municipal, pero la calidad del agua suministro no es estable, la turbidez del agua entrante es relativamente grande, la dureza del agua entrante es a veces alta y a veces baja, puede alcanzar 450mg/L (9mmol/L) como máximo, lo que excede el límite superior máximo de la dureza del agua entrante en el descalcificador de agua ordinario de sola etapa (según el estándar, no debe ser mayor de 6,5mmol/L). Para asegurar que el agua alimentada a la caldera cumpla con los requisitos de calificación y evitar generar incrustaciones en la caldera, y para evitar que la turbidez demasiado grande en el agua cruda contamine la resina de intercambio iónico y afecte el efecto del tratamiento de ablandamiento, el sistema de tratamiento de agua diseñado adopta el sistema de conexión en paralelo de filtrado - ablandamiento, el operador detecta manualmente la turbidez del agua saliente del filtrado y la dureza del agua saliente del descalcificador de agua.

(2) Generalidades del proyecto

Es que la calidad del agua cruda es relativamente mala, no sólo la dureza es alta, sino también contiene sólidos suspendidos y sedimentos en partículas, etc., por eso, el flujo de procesos del tratamiento de agua es: filtro de láminas → filtro de carbón activo → descalcificador de agua → tanque de agua, la instalación de los equipos se muestra en Figura 4-11.

La primera etapa del sistema de filtrado de tratamiento de agua está equipada con el filtro de tipo láminas, que es filtro Runxin 45040, cuyo propósito es eliminar efectivamente los sólidos suspendidos e impurezas en partículas; el filtro de la segunda etapa está equipado con un tanque metálico de diámetro de 2m y altura de 2,2m, y utiliza la válvula de control de tipo tiempo de Runxin 53540, cuyo material filtrante es de carbón activo, altura de relleno es de 1m, su propósito principal es eliminar el cloro residual en el agua, reducir el contenido de materia orgánica, evitar oxidar y contaminar la resina de intercambio iónico, prolongar la vida útil de la resina; mientras tanto, se configura válvula esférica como se muestra en Figura 3-6 para aumentar el caudal de retrolavado.

Debido al gran cambio de la dureza del agua cruda en el lugar de la fábrica, para asegurar que la dureza del agua saliente del descalcificador de agua todavía pueda cumplir con los requisitos de calificación cuando la dureza del agua entrante es tan alta como 9mmol/L, se utiliza un tanque de resina ultra alto y aumenta la altura de llenado de resina para resolver este problema. Por eso, el sistema de ablandamiento está equipado con dos descalcificadores de agua de tanque metálico de diámetro de 2m, altura de 2,2m, en cada uno se llena 4.000L de resina de intercambio de iones de sodio, el sistema de control utiliza la válvula de ablandamiento de Runxin 63650.

La válvula de control del filtro de carbón activo y la válvula de control de descalcificador de agua en el sistema de tratamiento de agua aseguran que el proceso de retrolavado y el proceso de regeneración no se realicen al mismo tiempo mediante el enclavamiento. Y para las situaciones de suministro de agua y suministro de energía eléctrica municipales inestables, se utiliza controlador de tipo tiempo para configurar el retrolavado del filtro. El descalcificador de agua se configura como regeneración con retardo según el estado de suministro de agua.



Figura 4-11 Sistema de tratamiento de agua de conexión en serie de filtrado - ablandamiento

(3) Efecto de funcionamiento

Desde la finalización de la instalación y la puesta en servicio de este sistema de tratamiento de agua en noviembre de 2015, su confiabilidad y estabilidad han sido comprobadas como calificadas. A lo largo de los cinco años de funcionamiento, los clientes no han informado ninguna falla aparecida en los equipos o la dureza del agua saliente fuera del estándar.

4.5.1.3 Aplicación del lecho flotante en el tratamiento de ablandamiento de agua en la estación de intercambio térmico de la red de suministro de calor

(1) Antecedentes de aplicación

La estación de intercambio térmico es una estación de intercambio de red de suministro de calor secundaria que convierte el calor obtenido desde la red de suministro de calor primaria de la caldera continuamente a la calefacción para usuario y a agua de calefacción. Es que, el agua caliente (o vapor) entra en el intercambiador térmico tipo placa desde la entrada lateral de la red de suministro de calor primaria de la unidad para realizar el intercambiador térmico, luego sale desde la salida lateral de la red primaria de la abertura de la unidad; Toda el agua caliente suministrada en la red de suministro de calor y agua de calefacción requieren un tratamiento de ablandamiento.

Una estación centralizada de suministro de calor e intercambio térmico en una ciudad en el norte de China, el agua cruda es el agua subterránea de pozo profundo, cuya dureza media es de 8,5 mmol/L, turbidez no es superior a 5NTU. Se requiere que el caudal de salida de agua en el sistema de tratamiento de ablandamiento de agua no sea inferior a 19m^3/h, la dureza del agua saliente sea menos de 0,03 mmol/L, y se requiere adoptar el control centralizado central, la detección automática de la dureza del agua saliente, el cierre automático del tanque de agua en caso de llenado de agua, la monitorización automática de la concentración de la salmuera, la alarma de disolución de sal de ciclo automático, etc.

(2) Generalidades del proyecto

Es que la dureza media del agua cruda usada en esta estación de intercambio térmico es tan alta como 8,5 mmol/L, lo que excede el límite superior máximo de la dureza del agua entrante en el descalcificador de agua de sola etapa del lecho de fijación ordinario (el estándar es no mayor de 6,5mmol/L), y la estación de intercambio térmico tiene un requisito relativamente alto sobre la calidad del agua blanda, el descalcificador de agua de lecho de fijación de sola etapa ordinario no es capaz de cumplir con este requisito fácilmente, y para el tratamiento de ablandamiento de intercambio de iones de sodio de dos etapas, el costo de equipos es alto. Por eso, el diseño adopta el sistema de tratamiento de ablandamiento de agua de lecho flotante con capa de resina más alta.

Aunque la turbidez del agua cruda en esta estación de intercambio térmico es menos de 5NTU, puede cumplir con los requisitos de entrada de agua del lecho de fijación ordinario. Sin embargo, en el lecho flotante, es que el tanque casi está lleno de resina, no hay espacio de retrolavado para lavar la resina, si la turbidez del agua entrante es relativamente alta, la resina puede contaminarse fácilmente, y lo que puede afectar evidentemente la potencia de funcionamiento del lecho flotante y la calidad del agua saliente. Por eso, se requiere que la turbidez del agua entrante del lecho flotante no sea superior a 2NTU, por eso, se establece un filtro de precisión antes del sistema de descalcificador de agua con el fin de cumplir con los requisitos de turbidez del agua entrante del lecho flotante.

Este sistema de ablandamiento está equipado con 2 juegos de tanque de resina de lecho flotante de diámetro de φ700×2300mm, dentro de cada tanque se llena la resina de intercambio de iones de

sodio hasta el lugar de 10cm desde el distribuidor de agua superior, el caudal de salida de agua de solo tanque es de 20m^3/h. Se utiliza válvula de control automático de lecho flotante Runxin 93620; se equipa con una válvula eléctrica de tres vías de Runxin 42020 para realizar uno para el uso, uno como el respaldo. Mientras tanto, para asegurar que no haya un desorden de las capas de resina flotante en el proceso de producción de agua, se adopta la bomba de frecuencia variable y presurización para suministrar el agua entrante al lecho flotante con el fin de permanecer una presión constante en el agua entrante y garantizar que la dureza del agua saliente sea menos de 0,03 mmol/L. Además, para elevar el efecto de regeneración y permitir que la dureza del agua saliente alcance el nivel calificado rápidamente, se utiliza el agua ablandada para realizar la succión de salmuera, el lavado lento y el lavado hacia arriba durante la regeneración. Por ejemplo, cuando el agua saliente detectada en el tanque 1# es descalificada o el volumen de agua producida alcanza el valor configurado, se realiza la conmutación mediante la válvula eléctrica de tres vías 42020, luego, el tanque 2# realiza la producción de agua, el tanque 1# inicia la regeneración, la válvula eléctrica de control de la válvula de ablandamiento 93620 se abre, y la bomba de regeneración se inicia automáticamente para bombear el agua de ablandamiento para realizar la regeneración en el tanque 1#; después de finalizar la regeneración del tanque 1#, la válvula eléctrica cierra, la bomba de regeneración para automáticamente, el tanque 1# se encuentra en el estado de respaldo.

La salida general de este sistema de ablandamiento está equipada con el monitor en línea de dureza del agua saliente Runxin 44310, que puede detectar automáticamente la dureza del agua saliente. Cuando la dureza del agua saliente excede el estándar (superior a 0,03mmol/L), puede enviar la señal al gabinete de control PLC, y el gabinete de control PLC envía la instrucción al puerto de control remoto de la válvula de control 93620 para iniciar la regeneración automáticamente. Se ha instalado un detector en línea de densidad en el tanque de salmuera para monitorizar en tiempo real la densidad de la salmuera. Al descubrir que la densidad de la salmuera sea inferior a 1,2g/cm^3 (eso indica que la salmuera no está saturada), envía la señal al gabinete de control PLC e inicia el sistema de disolución automática de sal.

En la salida general de agua del sistema se instala una válvula eléctrica, que conecta con el controlador de nivel de líquido del tanque de agua establecido en el tanque de agua blanda. Cuando el nivel de líquido en el tanque de agua blanda alcance un nivel alto, la válvula eléctrica en la salida general de agua se cierra automáticamente; cuando el tanque de agua blanda se encuentra en un nivel bajo, la válvula eléctrica en la salida de agua se abre automáticamente para la reposición de agua.

Mediante la configuración en el sistema de control central, se puede controlar automáticamente el arranque y la parada del sistema de suministro de agua de frecuencia variable sin presión negativa, el sistema de filtro, el sistema de intercambio iónico de lecho flotante, el sistema de monitorización en línea de la dureza del agua saliente, el sistema de monitorización en línea de la densidad de la solución de sal, el controlador del nivel de líquido en el tanque de agua, así como la bomba de regeneración. De los cuales, el sistema de tratamiento de ablandamiento de agua principalmente

utiliza la señal de contacto seco del interior de la válvula de control 93620 para controlar la conversión automática de la válvula eléctrica de tres vías 42020, controlar el arranque y la parada de la bomba de regeneración, y transmitir la señal al gabinete de control PLC, y exportar al exterior las señales remotas de funcionamiento y regeneración de las dos válvulas de control. Po medio de la señal del contacto seco del interior del monitor en línea 44310, cuando la dureza del agua saliente medida es descalificada, se puede enviar automáticamente la señal a PLC, y exportar la señal de alarma remota al exterior, mientras tanto, se transmite la señal de arranque a la válvula de control 93620 para iniciar forzadamente la regeneración del tanque inválido, y activar la conversión de la válvula eléctrica 42020, iniciando el funcionamiento del tanque de respaldo.

Para la configuración del sistema general de tratamiento de agua y la conexión del controlador automático de la estación de intercambio térmico, véase Figura 4-12, para el sistema de tratamiento de ablandamiento del lecho flotante, véase Figura 4-13.

(3) Efecto de funcionamiento

Desde la finalización de la instalación y la puesta en servicio de este sistema de tratamiento de agua en octubre de 2018, sigue funcionando en un buen estado, con la calidad del agua saliente calificada. En comparación, el sistema de tratamiento de ablandamiento de agua de lecho de fijación ordinario requiere adoptar el ablandamiento secundario para ablandar el agua cruda de alta dureza, para el descalcificador de agua de caudal de producción de agua de 20m^3/h, necesita equiparse con 4 tanques de resina (2 juegos × 2 tanques de conexión en serie para el ablandamiento secundario, uno para el uso, uno como el respaldo) o 3 tanques de resina (conexión en serie de 2 tanques en rotación, 1 tanque para la regeneración). Si el lecho flotante sólo necesita equiparse con 2 tanques, la inversión es pequeña, el ciclo de producción es larga, puede ahorrar alrededor del 20% del consumo de agua regenerada, es decir, puede reducir el 20% del drenaje de aguas residuales, además, puede reducir el consumo de sal y el consumo de agua; el sistema adopta la monitorización automática, el funcionamiento automática y la regeneración automática, mientras garantiza la calidad del agua saliente, puede reducir los pasos de operación y prueba manuales, reduciendo los costos laborales del funcionamiento.

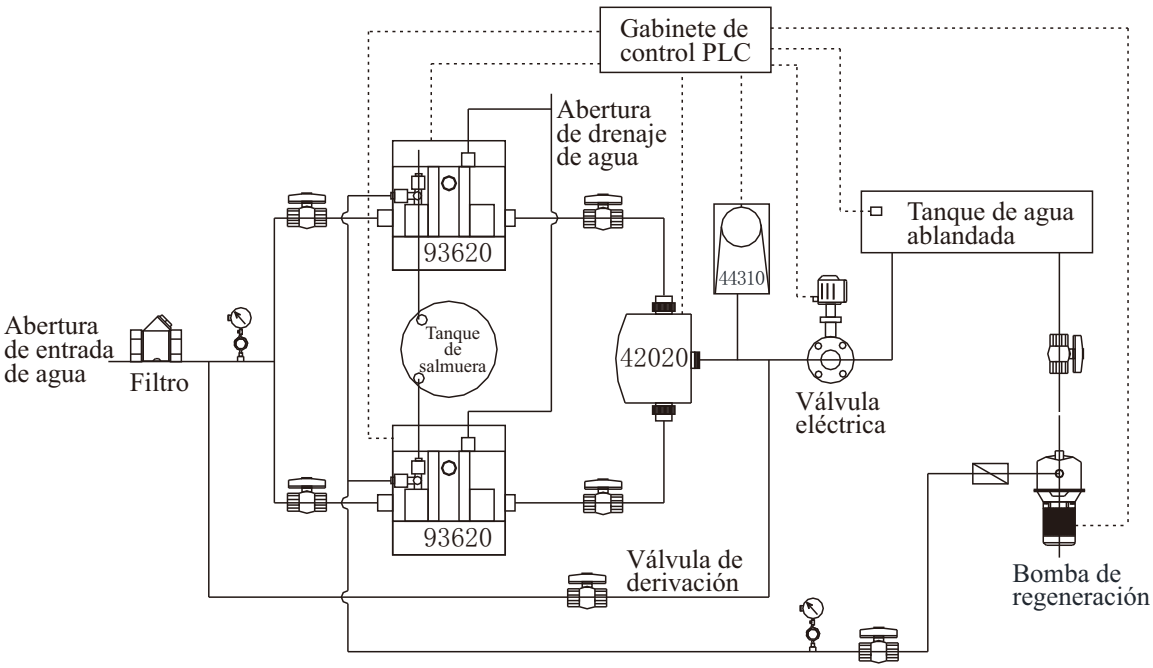


Figura 4-12 Diagrama esquemático de configuración del sistema de tratamiento de agua y conexión del controlador automático de la estación de intercambio térmico



Figura 4-13 Sistema de tratamiento de ablandamiento de control automático del lecho flotante

4.5.2 Aplicación de la válvula Runxin en el sistema de tratamiento de ablandamiento y reducción de alcalinidad por intercambio de iones de hidrógeno - sodio

4.5.2.1 Necesidad del tratamiento de ablandamiento y reducción de alcalinidad por intercambio de iones de hidrógeno - sodio

Cuando el agua cruda de alta dureza y alta alcalinidad se utiliza en la caldera, aunque el puro tratamiento de ablandamiento puede eliminar la dureza, la alcalinidad demasiado alta también se permanece. Después de que el agua entre en la caldera, con la evaporación y el espesamiento en el funcionamiento de la caldera, la alcalinidad del agua en la caldera subirá bruscamente, eso no sólo aumentará el volumen de residuos drenados de la caldera, malgastará el combustible, reduciría la eficiencia térmica de la caldera y aumentará el volumen de agua de reposición a la caldera, sino también afecta evidentemente la calidad del vapor, en caso grave, incluso se producirá accidente de ebullición simultánea de vapor y agua y la corrosión alcalina del metal en la caldera. Por eso, el agua cruda de alta dureza y alta alcalinidad requiere un tratamiento de ablandamiento y reducción de alcalinidad con el fin de lograr el propósito de eliminación de dureza y reducción de la alcalinidad al valor adecuado.

4.5.2.2 Casos típicos de tratamiento de ablandamiento y reducción de alcalinidad por intercambio de iones de hidrógeno - sodio

(1) Antecedentes de aplicación

Una empresa química en el noreste de China tiene 2 calderas de vapor de presión nominal de funcionamiento de 1,6Mpa y capacidad de evaporación de 35m^3/h. De las cuales, una caldera funciona de forma continua durante 24 horas por día, otra caldera principalmente es para el respaldo, en caso de gran volumen de producción, dos calderas necesitan funcionar al mismo tiempo. Se utiliza el agua subterránea como el agua cruda, el resultado de prueba de calidad de agua: dureza media 6,2mmol/L, alcalinidad media 5,9mmol/L; pertenece al agua de alta dureza y alta alcalinidad, que requiere un tratamiento de ablandamiento y reducción de alcalinidad. Considerando diversos factores, se decide a adoptar el sistema de intercambio de iones de hidrógeno - sodio para realizar el tratamiento de ablandamiento y reducción de alcalinidad. Para evitar generar incrustaciones en la caldera, elevar la calidad del vapor y reducir la tasa de drenaje de residuos de la caldera, se requiere que la dureza del agua saliente del sistema sea $<$ 0,03 mmol/L, la alcalinidad sea $\leq$0,9 mmol/L, con el fin de asegurar que la alcalinidad del agua en la caldera cumpla con el requisito en la norma GB/T 1576 Calidad del agua en la caldera industrial cuando la tasa de drenaje de residuos de la caldera no es superior a 5% (el espesamiento del agua en la caldera no es inferior a 20 veces) (es decir, después de espesar el agua en la caldera por 20 veces, la alcalinidad es $\leq$ 24,0 mmol/L).

(2) Generalidades del proyecto

Considerando que el agua subterránea que funciona como el agua cruda de la caldera no sólo tiene dureza y alcalinidad relativamente altas, sino también puede contener sedimentos u otras impurezas, por eso, se utiliza filtro de tipo láminas para eliminar los sedimentos con el fin de asegurar que la turbidez del agua entrante del intercambio iónico sea menos de 5NTU.

En cuanto a la selección de la resina de intercambio de iones de hidrógeno, en comparación con la resina de intercambio de iones H^+ ácida fuerte, la resina de intercambio de iones H^+ ácida débil tiene las ventajas tales como: capacidad de intercambio grande, sin generación de ácido fuerte en el

agua saliente, control fácil de la calidad del agua saliente del sistema, consumo bajo de ácido en la regeneración, concentración baja del ácido residual, costo bajo de tratamiento de líquido residual, etc. A continuación, comparamos dos tipos de resina mediante los resultados de cálculo de volumen de resina llenada, volumen de ácido usado para la regeneración:

A) Cálculo del volumen de resina llenada

Para dejar que el intercambiador H^+ y el intercambiador Na^+ se invaliden de forma prácticamente sincrónica y regeneran de forma simultánea, la relación de la resina de intercambio de H^+ y la resina de intercambio de Na^+ será determinada según la relación de la dureza de carbonatos en el agua cruda (es decir, la alcalinidad del agua cruda) y la dureza sin carbonatos (es decir, el valor diferencial entre la dureza total y la alcalinidad del agua cruda) y la alcalinidad retenida. La dureza total medida del agua cruda es de 6,2 mmol/L, la alcalinidad es de 5,9 mmol/L, pues la dureza de carbonatos - alcalinidad en el agua cruda = 5,9 mmol/L, la dureza sin carbonatos = dureza total - alcalinidad = 6,2 - 5,9 = 0,3 mmol/L. Se requiere que la alcalinidad del agua saliente en el sistema después del tratamiento de ablandamiento y reducción de alcalinidad sea ≤0,9 mmol/L. Por eso, la dureza de carbonatos que necesita eliminarse en el intercambio H^+ es de 5,9 - 0,9 = 5 mmol/L, y la dureza que necesita eliminarse en el intercambio Na^+ es de 6,2 - 5 = 1,2 mmol/L. Mediante la consulta, la capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina de intercambio catiónico ácida débil es de 1800 ~ 2000 mol/m^3, la capacidad de intercambio de funcionamientode la resina de intercambio catiónico ácida fuerte es de 800 ~ 1200 mol/m^3; la capacidad de evaporación de la caldera es de 35m^3/h, considerando las pérdidas tales como el drenaje de residuos de la caldera, la capacidad de tratamiento del agua de reposición a la caldera se calcula según 38m^3/h, de funcionamiento continuo durante 24 horas por día, una vez de regeneración cada día, se calcula el volumen de resina de intercambio de H^+ ácido débil llenada $V_{débil\ H}$, el volumen de resina de intercambio de H^+ ácido fuerte llenada $V_{fuerte\ H}$, el volumen de resina de intercambio de Na^+ llenada V_{Na} se muestran a continuación:

$$V_{H\ Débil} = \frac{Q \times YD \times k}{E} = \frac{38 \times 24 \times 5 \times 1.05}{1800} \approx 2.8 m^3$$

$$V_{H\ Fuerte} = \frac{Q \times YD \times k}{E} = \frac{38 \times 24 \times 5 \times 1.5}{1000} \approx 6.8 m^3$$

$$V_{na} = \frac{Q \times YD \times k}{E} = \frac{38 \times 24 \times 1.2 \times 1.45}{1000} \approx 1.6 m^3$$

Donde:

Q—— Volumen de producción de agua cíclico del intercambiador, se calcula según una regeneración por 24 horas, la unidad es m^3;

YD—— La dureza a eliminar, la unidad es mmol/L;

k —— El coeficiente de seguridad que garantizar que la dureza del agua saliente sea calificada, generalmente, para resina de intercambio H^+ ácido débil, es de 1 a 1,2, para resina de intercambio catiónico ácida fuerte (incluyendo intercambio H^+ e intercambio Na^+), es de 1,2 a 1,8;

E —— Capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina, la unidad es de mol/m^3.

Después del resultado de cálculo: es que la capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina de intercambio H^+ ácido débil es mucho mayor que la de la resina de intercambio H^+ ácido fuerte, por eso, sólo se necesita llenar 2,8m^3 de resina de intercambio H^+ ácido débil, si se utiliza resina de intercambio H^+ ácido fuerte, se necesita 6,8m^3.

b) Cálculo del volumen de ácido usado para una regeneración de la resina de intercambio de H^+:

Según el volumen de resina llenada antes calculado, para el descalcificador de agua de regeneración de flujo positivo, durante la regeneración de la resina de intercambio H^+ ácido débil y la regeneración de la resina de intercambio H^+ ácido fuerte, el volumen de ácido usado para una regeneración respectivamente se calcula de la siguiente manera:

$$m_{\text{Ácidodébil Z}} = \frac{V_R \times E \times k \times M}{1000\varepsilon} = \frac{2.8 \times 1800 \times 1 \times 36.5}{1000 \times 30\%} \approx 613\text{kg}$$

$$m_{\text{Ácidofuerte Z}} = \frac{V_R \times E \times k \times M}{1000\varepsilon} = \frac{6.8 \times 1000 \times 2 \times 36.5}{1000 \times 30\%} \approx 1655\ \text{kg}$$

Donde:

m_z——Volumen de ácido concentrado necesario para una regeneración, kg;

V_R ——Volumen de resina llenada dentro del tanque de resina, m^3;

E —— Capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina, generalmente, para resina de intercambio H^+ ácido fuerte, es de 1000mol/m^3, para resina de intercambio H^+ ácido débil, es de 1800mol/m^3;

k ——Consumo específico del agente de regeneración, para resina de intercambio H^+ ácido fuerte, generalmente es de 1,2 a 1,8 durante la regeneración de contraflujo; y es de 2 a 3,5 durante la regeneración de flujo positivo; y para la resina de intercambio H^+ ácido débil, generalmente sólo necesita ser de 1,0 a 1,1;

M—— Masa molar del agente de regeneración, durante la regeneración con ácido, HCl es de 36,5;

ε—— Pureza del agente de regeneración, para ácido clorhídrico concentrado general de uso industrial (HCl), es de 30% a 33%.

Según el resultado del cálculo: aunque el precio de la resina de intercambio catiónico ácida débil es más alto que el precio de la resina de intercambio catiónico ácida fuerte, el volumen de resina llenada y el volumen de ácido usado para la regeneración son mucho menos; además, la concentración de la solución ácida para la regeneración sólo requiere 1,5% a 2%HCl para la regeneración de la resina general ácida débil, y 3% a 4%HCl para la regeneración de la resina ácida fuerte. Por eso, si se selecciona el uso de la resina de intercambio catiónico ácida débil, el costo total de inversión, el costo de regeneración y el costo de tratamiento de solución residual serán mucho menos, y la presión al protección ambiental es pequeña.

Mediante análisis y comparación, el presente sistema utiliza resina de intercambio H^+ ácido débil para eliminar la dureza de carbonatos, y elimina CO_2 generado por la dureza de carbonatos mediante el intercambio de H^+ mediante el dispositivo de dióxido de carbono (simplemente se llama eliminador de carbono), con el fin de lograr el propósito de reducción de alcalinidad; luego, entra en el intercambiador Na^+ llenado de resina de intercambio catiónico ácida fuerte para eliminar más allá la dureza sin carbonatos y la restante dureza de carbonatos. Su flujo de procesos de tratamiento de agua es: agua cruda → bomba de agua cruda → filtro de tipo láminas → intercambiador H^+ ácido débil → eliminador de carbono → tanque de eliminación de carbono → bomba de agua central → intercambiador Na^+ → tanque de agua blanda → bomba de agua de reposición a la caldera → entrada en la caldera; durante la regeneración del intercambiador H^+ ácido débil, la solución ácida residual será drenada en el estanque de aguas residuales de la planta química para un tratamiento uniforme.

(3) Configuración del sistema

Según dicho resultado de cálculo, considerando la altura de expansión necesaria para el retrolavado del intercambiador y las especificaciones y dimensiones del producto de tanque de resina, el sistema de tratamiento de ablandamiento y reducción de alcalinidad de intercambio de iones de hidrógeno - sodio configurado en el sistema es: se utiliza dos tanques de resina de intercambio H^+, cada uno es de diámetro de 1,5m y altura de 2,4m, dentro de cada tanque se llena $2,8m^3$ de resina de intercambio H^+ ácida débil; y se utiliza dos tanques de resina de intercambio de Na^+ de diámetro de 1,2m y altura de 2,2m cada uno, y en cada tanque se llena $1,6m^3$ de resina de intercambio de Na^+; y se equipa un tanque de ácido clorhídrico utilizado en la regeneración del intercambiador H^+ y un tanque de salmuera utilizado en la regeneración del intercambiador Na^+, cada uno es de diámetro de 1,5m y altura de 1,2m; se selecciona la válvula de control tipo caudal de Runxin 63640 resistente a la corrosión por 'acido para constituir dos juegos de sistema de intercambio de H^+ de dos válvulas y dos tanques y sistema de intercambio de Na^+ de dos válvulas y dos tanques, así se puede realizar uno para el uso, uno como el respaldo o el funcionamiento en paralelo de 2 juegos (regeneración respectiva), y el volumen de agua producida alcanza $38m^3/h$ ~ $76m^3/h$.

Es que toda el agua saliente final del sistema de intercambio de iones H-Na ha pasado el tratamiento de intercambio de iones de sodio, por eso, no es necesario que el control del punto final de funcionamiento del intercambiador H^+ ácido débil sea demasiado riguroso, sólo es necesario que la dureza reducida en el agua sea prácticamente igual a la alcalinidad del agua entrante. La calidad del agua saliente en el sistema principalmente toma el control de la dureza del agua saliente en el intercambiador Na^+ como el punto final de funcionamiento. Por eso, se instala un instrumento de monitorización de dureza en línea Runxin 4430 en la salida del intercambiador del iones de sodio para detectar la dureza del agua saliente en tiempo real. Cuando la dureza del agua saliente es superior a 0,03 mmol/L, el instrumento emite alarma y emite la señal, para realizar una gestión de control automático desatendida en el sistema (con revisión manual periódica).

Los dos juegos de intercambiador H^+ e intercambiador Na^+ de acidez débil utilizan el cable de enclavamiento especial para válvula Runxin para el enclavamiento, lo que permite que por lo menos un juego de sistema de intercambio de iones de hidrógeno - sodio se encuentre en el estado de funcionamiento, garantizando que siempre haya agua saliente calificada en el sistema de intercambio de iones de hidrógeno - sodio para satisfacer las demandas de suministro de agua de la caldera. Además, para reducir el consumo energético de los equipos y garantizar la presión de suministro de agua en el sistema, la bomba de agua cruda y la bomba de agua de eliminación de carbono adoptan el control de frecuencia variable.

Para la instalación de los equipos de este sistema, véase Figura 4-14, Figura 4-15:





Figura 4-14 Sistema de intercambio de iones de hidrógeno - sodio de ablandamiento y reducción de alcalinidad Figura 4-15 Eliminador de carbono y tanque de agua de eliminación de carbono de ablandamiento y reducción de alcalinidad con hidrógeno - sodio

(4) Efecto de funcionamiento

A lo largo de casi un año desde la puesta en funcionamiento de dicho sistema de tratamiento de agua de ablandamiento y reducción de alcalinidad de intercambio de iones de hidrógeno - sodio, el funcionamiento, la regeneración y la monitorización del sistema pueden realizar el control automático. Mediante el muestreo, la revisión y la comprobación de la calidad del agua saliente en cada semana, la dureza y la alcalinidad del agua saliente del sistema cumplen con los requisitos, la calidad del agua alimentada a la caldera y del agua en la caldera cumplen con los requisitos de las normas nacionales, la tasa de drenaje de residuos de la caldera y la eficiencia térmica de la caldera cumplen con los requisitos de ahorro de energías y reducción de escape, la calidad de vapor puede ser garantizada, la retroalimentación de los usuarios es buena.

4.5.3 Sistema de tratamiento de ablandamiento de agua para producción que requiere un control riguroso de la dureza

Muchos productos en muchas empresas necesitan utilizar una gran cantidad de agua ablandada durante la producción, y tienen requisitos rigurosos sobre la dureza del agua suministrada, de lo contrario, la calidad de los productos puede ser afectada evidentemente, por eso, se necesita configurar un sistema confiable de tratamiento de agua blanda. Los casos típicos se presentan a continuación.

4.5.3.1 Tratamiento de ablandamiento del agua de producción en empresas cerveceras

(1) Antecedentes de aplicación

El agua es una materia prima indispensable para las bodegas, y la calidad del alcohol siempre depende en gran medida de la calidad del agua. Para el agua de producción en la bodega, su turbidez y dureza son los requisitos de control de calidad obligatorios para controlar el proceso de producción de alcohol de alta calidad.

Una gran fábrica de alcohol de China, que utiliza agua subterránea como fuente de agua. La turbidez media del agua cruda es de 10 NTU, y su dureza media es de 8 mmol/L; como agua de producción de alcohol, se requiere que su turbidez sea menor de 1 NTU y su dureza sea menor de 0,03 mmol / L; el volumen de agua usada en la producción requerido es de 200m^3/h.

(2) Generalidades del proyecto y configuración de equipos

Debido a la turbidez relativamente alta en el agua cruda, antes del ablandamiento, se necesita reducir su turbidez. Se utiliza filtro multi-medio para reducir la turbidez con el fin de asegurar que la turbidez del agua cruda se reduzca a menos de 1NTU desde un valor superior a 10NTU. Luego, se realiza tratamiento de ablandamiento de intercambio de iones de sodio.

El caudal requerido para el sistema de tratamiento de agua suministrada alcanza 200m^3/h, un solo filtro y descalcificador de agua no pueden alcanzar este caudal fácilmente. Por eso, en el diseño se utiliza 8 filtros y 8 descalcificadores de agua para constituir 8 juegos de sistema de suministro de agua de conexión en paralelo para realizar el funcionamiento continuo del suministro de agua y la regeneración respectiva mediante el dispositivo de enclavamiento, y el volumen de agua producida puede alcanzar 200 a 250m^3/h.

El filtro multi-medio está compuesto por tres tipos de material filtrante con el fin de realizar la disposición de material filtrante fino en la parte superior y material filtrante grueso en la parte inferior, elevando el efecto del filtrado y la calidad del agua saliente. Materiales filtrantes llenados en cada filtro: en la capa inferior, arena de porcelana de tamaño de partículas de 2-3mm (representa alrededor del 5% de la cantidad total de los materiales filtrantes); en la capa central, bioceramsita de tamaño de partículas de 1-2mm (representa alrededor del 35% de la cantidad total de los materiales filtrantes); en la capa superior, bioceramsita de tamaño de partículas de 0,5-1mm (representa alrededor del 60% de la cantidad total de los materiales filtrantes).El tanque de filtrado es de diámetro de 1,5m y altura de 2,4m, la altura total de los materiales filtrantes es de alrededor de 1,5m, y se utiliza válvula filtrante de control automático de Runxin 53540.

Es que la dureza del agua cruda es relativamente alta, se utiliza el modo de aumento de la altura del tanque de resina y el aumento de la cantidad de resina llenada para asegurar que la dureza del agua saliente sea calificada. En cada descalcificador de agua, el tanque de resina tiene un diámetro de 1,5, y una altura de 2,4m, dentro del tanque se llena resina de intercambio de iones de sodio de 2200L, y utiliza la válvula de ablandamiento de control automático Runxin 63640, que está equipada con el tanque de solución de sal de diámetro de 1,5m y altura de 1,5m. Cada descalcificador de agua

se conecta con un filtro en serie para constituir un juego de sistema de producción de agua. En total se establecen ocho juegos de sistema de producción de agua de conexión en paralelo, que, mediante el dispositivo de enclavamiento, controlan automáticamente el retrolavado y la regeneración del descalcificador de agua de un juego de filtro en rotación. Si el retrolavado y la regeneración no se han cumplido en un juego de sistema, y otro juego está inválido en este momento, se entrará en la espera, y otros sistemas de agua saliente calificada funcionan en paralelo para suministrar el agua.

Debido a la regeneración relativamente frecuente, considerando la agregación inconveniente de sal en el tanque de salmuera en múltiples juegos de sistema, se ha establecido especialmente un estanque de disolución de sal de capacidad grande. Se descarga la sal en todo el camión en el estanque de disolución de sal, y utiliza la bomba de regeneración para suministrar la solución de sal saturada o sobresaturada al tanque de salmuera configurado en cada descalcificador de agua de forma cuantitativa, y asegura la concentración y la uniformidad de la salmuera. Así se puede realizar la automatización de agregación de sal y ahorrar las fuerzas laborales. Además, se equipa con un estanque de agua blanda de 100m^3 para asegurar el suministro de agua en emergencia provisionalmente en caso de falla de los equipos.

El flujo de procesos de este sistema de suministro de agua de tratamiento de agua es: agua cruda → suministro de agua de la bomba de agua cruda → filtro multi-medio → descalcificador de agua → estanque de agua blanda → agua para producción. Los equipos y dispositivos del sistema se muestran en Figura 4-16.



Figura 4-16 Ocho grupos de sistema de tratamiento de agua de conexión en paralelo de filtrado - ablandamiento

(1) Efecto de funcionamiento

Después del tratamiento en el filtro multi-medio, la turbidez del agua cruda se reduce de 10NTU a menos de 1NTU; cuando el filtro alcance la duración de funcionamiento configurado o la caída de

presión entre el agua entrante y el agua saliente del filtro sea mayor de 0,05Mpa, el programa inicia automáticamente el retrolavado; si la dureza del agua cruda es de 8 mmol/L, no debe ser mayor de 0,03 mmol/L después del tratamiento de ablandamiento. El equipo se puso en servicio en año 2010 y sigue funcionando perfectamente.

4.5.3.2 Sistema de tratamiento de ablandamiento de agua para la producción de negro de humo

(1) Antecedentes de aplicación

La producción de negro de humo necesita utilizar una gran cantidad de agua ablandada. Un fabricante de negro de humo en Shandong, China, la dureza requerida para el agua de producción es ≤0,03 mmol/L; el agua cruda usada es agua subterránea de pozo profunda, cuya dureza es de 5 mmol/L, el usuario prepara independientemente un estanque de agua semi-subterráneo de 500m^3, el caudal requerido de tratamiento de ablandamiento de agua es de 60~80m^3/h.

(2) Generalidades del proyecto y configuración de equipos

Debido a la dureza relativamente alta del agua entrante, y el caudal requerido es de 60 ~ 80m^3/h, en el diseño se adopta el modo de suministro de agua de conexión en paralelo de múltiples juegos. Se utiliza 3 juegos de tanque de resina φ1200×2400mm, y dentro de cada tanque se rellena 1500L de resina de 001×7, y se selecciona la válvula de ablandamiento de control automático de Runxin 63640. Mediante el dispositivo de enclavamiento, tres tanques se conectan en paralelo para el suministro simultáneo del agua y la regeneración por separado.

Para facilitar la operación y ahorrar la sal, se adopta el modo de suministra de solución por disolución centralizada de sal (23-26% de salmuera de regeneración saturada limpia, suministrada y llenada periódicamente por el camión cisterna especial de suministro de solución. En el tanque de almacenamiento de solución de sal se establece una luz de alarma estroboscópica de aviso automático de nivel de líquido, que puede realizar una monitorización a larga distancia), y se establece un tanque de almacenamiento de solución de sal de material PE de 10m^3 (con altura aumentada) para suministrar la salmuera saturada 1500L a los tanques de salmuera de los tres descalcificadores de agua mediante el autoflujo; se establecen tres tanques dosificadores de solución de sal (tanque de salmuera), en cada tanque dosificador de solución de sal se establece una válvula esférica eléctrica Runxin Q931015C-25 como la válvula esférica eléctrica de suplemento automático de solución. Cuando la válvula de control de agua blanda correspondiente finalice la regeneración, mediante el gabinete de control de señal y por medio de la señal de contacto seco en el interior de la válvula de control 63640, la válvula esférica eléctrica de reposición de solución del tanque dosificador de solución de sal correspondiente a dicha válvula de control se abre automáticamente para la reposición de solución. Cuando la salmuera alcance el nivel configurado, la válvula esférica eléctrica de reposición de solución se cierra automáticamente, así se puede garantizar la concentración de la salmuera y el volumen de la sal consumida en la regeneración; se puede configurar el tiempo de reposición de agua al tanque de salmuera de cada válvula de control de abastecimiento 63640 a 0 para eliminar el programa de reposición de agua;

El flujo de procesos usado en este sistema es: estanque de almacenamiento de agua cruda → bomba de agua cruda (uno para el uso, uno como el respaldo, de control de frecuencia variable de voltaje constante) → sistema de conexión en paralelo de descalcificador de agua (conexión en paralelo de tres tanques, producción simultánea de agua y regeneración respectiva) → válvula eléctrica → tratamiento de agua blanda; el sistema de tratamiento de ablandamiento de agua principalmente está compuesto por los tanques de intercambio (tres), válvulas de control (tres), tanques dosificadores de salmuera (tres), tanques de almacenamiento de sal (uso combinado de tres), tuberías y accesorios, etc. Véase Figura 4-17 para la instalación real de los equipos.



Figura 4-17 Diagrama de instalación del sistema de tratamiento de ablandamiento de agua

(3) Efecto de funcionamiento

Mediante el enclavamiento y la señal de contacto seco interna de la válvula de control automático 63640, se puede realizar la función de enclavamiento de regeneración de tres descalcificadores de agua (funcionamiento simultáneo y regeneración por separado de tres descalcificadores de agua). Cuando tres descalcificadores de agua están en el estado de funcionamiento, el caudal puede alcanzar más de 90m^3/h, cuando uno está en regeneración, el caudal de otros dos es de alrededor de 60m^3/h, y la dureza del agua saliente cumple con los requisitos y las necesidades de suministro de agua para la producción. Los equipos siguen funcionando bien desde su puesta en servicio en año 2015.

4.5.4 Aplicación de los sistemas de tratamiento de ablandamiento de agua de diversos propósitos de requisitos no rigurosos sobre el control de la dureza del agua saliente

Si la dureza del agua cruda es demasiado alta, puede generar impacto evidente a alguna agua de producción y agua doméstica, por eso, también se necesita realizar tratamiento de ablandamiento de

agua, pero no se necesita controlar rigurosamente la dureza, sólo se necesita reducir la dureza del agua saliente a cierto valor. Según lo estipulado en GB/T 18300 Condiciones técnicas de intercambio de iones de sodio de control automático, la velocidad de flujo de funcionamiento del descalcificador de agua automático debe ser entre 20m/h~30m/h, porque si la velocidad de flujo es demasiado alta, el intercambio incompleto de los iones puede causar que la dureza del agua saliente sea descalificada, eso principalmente es para satisfacer los requisitos del tratamiento del agua usada en la caldera y el tratamiento de ablandamiento de otra agua que requiere un control riguroso de la dureza. Para el tratamiento de ablandamiento de agua de requisitos no rigurosos sobre el control de la dureza del agua saliente, se puede considerar una elevación adecuada de la velocidad de flujo del funcionamiento. Con la premisa de que la dureza del agua saliente cumpla con los requisitos, se equipa con tanque de resina relativamente pequeño para reducir el costo de compra de equipos. A continuación, presentamos algunos casos de aplicación de tratamiento de ablandamiento de agua de producción o agua doméstica para la referencia.

4.5.4.1 Aplicación en la limpieza de la pista en el aeropuerto

(1) Antecedentes de aplicación

Una vez que haya suciedad aceitosa en la pista del aeropuerto, es posible cause pérdida accidental de control del deslizamiento de las ruedas del avión, excediendo el rango configurado en los instrumentos dentro del compartimiento del avión. Por eso, en la pista del aeropuerto, cuando el instrumento de monitorización encuentre datos fuera del estándar, se debe realizar la limpieza por pulverización a presión oportunamente. Además, se necesita añadir reactivo en el agua de limpieza, y en este momento, el agua dura puede reducir el efecto del reactivo y aumentar el consumo del reactivo, y el agua de alta dureza puede generar fácilmente los sedimentos, que pueden obstruir la tubería y la boquilla de salida de agua de la máquina de limpieza por pulverización. Por eso, al limpiar la pista, se debe usar agua blanda. Además, la nieve acumulada en el invierno siempre genera hielo, y el aceite mezclado en el hielo es el obstáculo mayor de la limpieza. Por eso, para limpiar la pista del aeropuerto, generalmente se utiliza agua blanda de temperatura superior a 60℃ para la limpieza con el fin de mantener limpia y despejada la pista.

En el sistema de tratamiento de ablandamiento de agua de limpieza de pista de tamaño grande en un aeropuerto del norte de China, el agua cruda es el agua subterránea de dure media de 6,8mmol/L, que adopta el suministro de agua en frecuencia variable sin torre, se requiere que el agua dura saliente después del tratamiento de ablandamiento sea menos de 0,6 mmol/L, y el caudal de suministro de agua sea de 100m^3/h.

(2) Generalidades del proyecto y configuración de equipos

Considerando la necesidad de limpieza rápida al limpiar la pista del aeropuerto, el consumo de agua grande y el tiempo de limpieza no regular, por eso en el sistema de tratamiento de ablandamiento de agua diseñado, se utiliza cuatro descalcificadores de agua y las válvulas de ablandamiento de agua de control automático de Runxin 63640 para formar un sistema de tratamiento

de ablandamiento de agua de múltiples válvulas y múltiples tanques, además, se establece un sistema de enclavamiento para realizar el suministro de agua simultáneo y la regeneración por separado. El diámetro del tanque de resina equipado en cada descalcificador de agua es de 1,5m, y su altura es de 2,4m, dentro del tanque se llena 2,5m^3 de resina de intercambio de iones de sodio de 001×7; el diámetro del tanque de salmuera de regeneración equipado es de 1,5m, y su altura es de 1,5m. El volumen de agua producida en el sistema es de 70m^3/h ~ 100m^3/h.



El flujo de procesos de tratamiento de agua es: agua cruda → suministro de agua en frecuencia variable sin torre → sistema de tratamiento de ablandamiento de agua → tanque de agua de FRP tipo placa → agua para limpieza del inyector. Los dispositivos se muestran en Figura 4-19.

Figura 4-19 Sistema de conexión en paralelo de cuatro descalcificadores de agua enclavados

(3) Efecto de funcionamiento

La dureza del agua saliente del sistema es menos de 0,6mmol/L, que satisface los requisitos de limpieza de la pista del aeropuerto. El equipo se puso en servicio en año 2012 y sigue funcionando perfectamente.

4.5.4.2 Suministro de agua para piscina para bebés

(1) Antecedentes de aplicación

La natación del bebé en agua tibia puede promover la circulación sanguínea, aumentar la capacidad pulmonar y mejorar la inmunidad, etc. Actualmente se han establecido muchas piscinas para bebés y spas para bebés en varias ciudades para proporcionar lugares para nadar, bañarse y tocarse a los bebés de 0 a 12 meses. Es que la piel de los bebés es relativamente sensible, por eso se requiere un tratamiento de ablandamiento del agua.

Una piscina para bebés en una ciudad, el agua usada es el agua municipal, la dureza del agua cruda es de 5,5mmol/L. Se requiere que la dureza del agua saliente después del ablandamiento sea menos de 0,6 mmol/L y el caudal de producción de agua sea superior a 15m^3/h.

(2) Generalidades del proyecto y configuración de equipos

El sistema de tratamiento de ablandamiento de agua utiliza dos descalcificadores de agua, cada tanque de resina equipado es de diámetro de 0,9m y altura de 2m. Dentro del tanque se llena 750L de

resina de intercambio de iones de sodio de 001×7, que está equipado con un tanque de salmuera de diámetro de 0,9m y altura de 1,2m. Y se utiliza las válvulas de ablandamiento de agua de control automático de Runxin 63618 para formar un sistema de doble válvula y doble tanque, que puede realizar el suministro de agua simultáneo y la regeneración por separado mediante el enclavamiento, el volumen de agua producida es de 15 ~ 20m^3/h.Considerando el gran volumen de agua usada instantánea, se utiliza un tanque de agua blanda de acero inoxidable 304 de material de grado alimenticio para asegurarse de que el agua no se interrumpa dentro del período de operación. Véase Figura 4-20 para el sistema de tratamiento de ablandamiento de agua y sus equipos.

El flujo de procesos de tratamiento de ablandamiento de agua es: agua cruda → bomba de presurización → descalcificador de agua → tanque de agua blanda de acero inoxidable 304 → tubería de suministro de la piscina.

(3) Efecto de funcionamiento

Este equipo se puso en servicio en año 2017, el agua saliente del sistema puede satisfacer el requisito de dureza de agua para natación de bebés menos de 0m6mmol/L, el estado de funcionamiento sigue siendo perfecto.



Figura 4-20 Dispositivo de tratamiento de ablandamiento de agua de la piscina para bebés

4.5.4.3 Sistema de tratamiento de ablandamiento de agua para la industria del lavado

(1) Antecedentes de aplicación

Una gran cantidad de sábanas, edredones, toallas, manteles, ropa, etc. que se utilizan en los hoteles deben limpiarse a alta frecuencia. Si se utiliza el agua dura de dureza muy alta para la limpieza, los iones con dureza tales como calcio y magnesio pueden reaccionarse fácilmente con el detergente, eso no sólo puede reducir el efecto de limpieza, sino también puede aumentar el consumo de detergente, además, los sedimentos formados pueden penetrar fácilmente en las fibras del textil, lo que causa la sensación áspera y dura del textil y la oxidación fácil, generando "mancha" amarilla. Si se utiliza agua blanda de baja dureza para la limpieza, incluso el uso del jabón en polvo ordinario para la limpieza, se puede garantizar que la ropa sea suave y de color puro. Por eso, las empresas de lavado necesitan usar agua blanda para lavar diversos tipos de ropa y materiales de los hoteles u otros clientes.

Una empresa de lavado en la Provincia de Shandong, China, que está especializada en prestar servicios de lavado de diversos tipos de ropa y edredones para los hoteles y otros clientes. El agua cruda es el agua del pozo autopreparada, que es ligeramente turbina y contiene una pequeña cantidad de sedimentos de partículas grandes, cuya dureza media es de 16mmol/L. Se requiere filtrar y ablandar el agua para lavado de caudal superior a $4m^3/h$, y se requiere que la dureza del agua saliente sea < 1 mmol/L.

(2) Generalidades del proyecto y configuración de equipos

Es que el agua de pozo usada contiene una pequeña cantidad de sedimentos, si no se los elimina, la resina puede contaminarse fácilmente causando el atasco de los distribuidores de agua, además, la superficie de sellado de la válvula de control puede dañarse como una consecuencia. Por eso, se necesita utilizar filtro para eliminar los sedimentos y reducir la turbidez. En el diseño, se adopta el filtrado con doble medio: arena de cuarzo y antracita + el filtro de precisión compuesto por el elemento de filtro de 40 pulg. de 5 núcleos de precisión de 5 micrones, el volumen de agua producida alcanza $7,5m^3/h$.

Es que la dureza del agua cruda es tan alta como 16mmol/L, el lecho fijo ordinario de solo tanque no puede cumplir fácilmente con el requisito de control de la dureza del agua saliente del tratamiento de ablandamiento. Por eso, en el diseño se utiliza descalcificador de agua de lecho flotante, que puede elevar el efecto de ablandamiento y el caudal de producción de agua mediante el aumento de la altura de la capa de resina. Por eso, se equipa con dos tanques de resina de lecho flotante (diámetro 0,5m, altura 1,8m). Es que el agua entrante ha pasado un filtrado de precisión, no requiere un retrolavado durante la regeneración. Por eso, la resina se llena hasta el lugar de 8cm desde el distribuidor de agua superior, y se utiliza las válvulas de control automático de lecho flotante de una válvula y doble tanque de Runxin 17606, una para el uso, una como el respaldo, el caudal del agua saliente es de $4m^3/h \sim 6m^3/h$.

El flujo de procesos del sistema de suministro de agua es: agua cruda → suministro de agua de la bomba de agua cruda → filtro de doble medio y filtro de elemento de filtro de precisión → descalcificador de agua del lecho flotante → estanque de agua blanda → agua para producción.

La instalación de los equipos se muestra en Figura 4-21.



Figura 4-21 Descalcificador de agua del lecho flotante de control automático de una para el uso, una como el respaldo

(3) Efecto de funcionamiento

Después de que el agua cruda sea filtrada por el filtro de doble medio y el filtro de precisión, los sedimentos u otras impurezas en el agua han sido eliminados, lo que asegura que la turbidez del agua se reduzca a menos de 2NTU antes de que el agua entre en el sistema de ablandamiento de agua de lecho flotante. Así la contaminación a la resina se ha reducido muchísimo, por eso, el funcionamiento normal del lecho flotante puede garantizarse sin realizar un retrolavado. Se utiliza tanque de resina más alto, y la resina se llena hasta solo 8cm desde el distribuidor de agua superior, lo que permite aumentar muchísimo la altura de toda la capa de resina. Aunque la dureza media del agua cruda es tan alta como 16mmol/L, la dureza del agua saliente puede permanecerse en un nivel que cumple con el requisito de uso. Desde la instalación y la puesta en servicio del equipo en año 2017, sigue funcionando en estado bueno.

4.5.4.4 Tratamiento de ablandamiento de agua para el procesamiento y la producción de mariscos

(1) Antecedentes de aplicación

La producción y el procesamiento de mariscos también tienen ciertos requisitos sobre la dureza del agua. La dureza demasiado alta o baja del agua puede afectar la calidad y el sabor de los productos. Agua de producción y procesamiento de vegetales marinos de una empresa pesquera de Dalian, se requiere controlar la dureza del agua en los alrededores de 2,8mmol/L. El agua cruda es el agua subterránea local, cuya dureza media es de 8,9mmol/L, y su turbidez es de menos de 5NTU. El volumen requerido de agua suministrada para la producción no es menos de 6m^3/h.

(2) Generalidades del proyecto y configuración de equipos

Es que se requiere controlar la dureza del agua de producción en 2,8mmol/L, aunque la dureza del agua entrante es tan alta como 8,9mmol/L, sin embargo, durante la puesta en servicio del descalcificador

de agua después de la regeneración, la dureza del agua entrante generalmente es relativamente baja primero, y aumenta cuando se aproxime al estado inválido, es difícil controlarla en 2,8mmol/L. Por eso, se adopta el método de ablandamiento parcial para el tratamiento, es decir, se equipa con un descalcificador de agua, una parte de agua pasa el proceso de ablandamiento para reducir su dureza a cierto valor, luego se mezcla con el agua cruda en cierta relación, con el fin de asegurar que la dureza del agua para la producción se permanezca en (2,8±0,2)mmol/L.

El tanque de resina del descalcificador de agua es de diámetro de 0,6m y altura de 1,9m, dentro del tanque se llena 350L de resina, y se utiliza válvula de ablandamiento de agua de control automático 63610. Mediante la puesta en marcha del sistema, el caudal del agua saliente del descalcificador de agua es de 5m^3/h, la dureza del agua saliente es de 0,1mmol/L~0,3mmol/L, mediante la mezcla con el agua cruda de dureza de 8,9mmol/L de 2,2m^3/h, se permite permanecer la dureza del agua suministrada en (2,8±0,2) mmol/L.

El flujo de procesos usado en este sistema de tratamiento de agua es: agua cruda → bomba de agua cruda (control por frecuencia variable) → descalcificador de agua → tanque de agua blanda (mezcla con el agua cruda según la relación) → suministro de agua para la producción. El sistema de tuberías de adición de agua cruda al tanque de agua blanda está equipado con válvula esférica eléctrica de Runxin con control de caudal, que controla automáticamente la realización simultánea de la mezcla con el agua cruda y el funcionamiento del descalcificador de agua, además, dentro del período de regeneración del descalcificador de agua, detiene automáticamente la adición de agua cruda al tanque de agua blanda.

(3) Efecto de funcionamiento

El sistema de tratamiento de ablandamiento de agua se puso en servicio en año 2014 y sigue funcionando en estado bueno, y satisface los requisitos de uso de agua en procesos de producción.

5 Aplicación de la Válvula Runxin en el Tratamiento de Agua Desalinizada

El propósito del tratamiento de agua desalinizada es eliminar diversos tipos de sal e impureza en el agua para producir agua pura o agua ultra pura. El tratamiento de agua desalinizada se aplica ampliamente en el tratamiento de agua de reposición a caldera de mediana presión y superior, en la industria electrónica, en la industria farmacéutica, en la industria de agua purificada, en la industria de producción de cosméticos y belleza, y en la producción de agua de detección y prueba en los laboratorios de diversas industrias.

Los métodos actuales de tratamiento de agua desalinizada principalmente abarcan tratamiento desalinización primaria de intercambio iónico (producción de agua pura), tratamiento de desalinización primaria + lecho mixto (producción de agua ultra pura), tratamiento de ósmosis inversa (RO) + lecho mixto, tratamiento de ósmosis inversa + película completa de desalinización eléctrica (EDI), etc. De los cuales, en el tratamiento de desalinización de intercambio iónico, se utiliza resinas de intercambio de catión y anión para eliminar las sustancias de sal mediante la reacción de intercambio iónico, que pertenece a la desalinización química; y el tratamiento de ósmosis inversa y película de desalinización eléctrica principalmente adopta la desalinización física, es un método de tratamiento de desalinización de desarrollo relativamente rápido en los años recientes.

5.1 Tratamiento de desalinización de intercambio iónico del agua

El proceso de desalinización de intercambio iónico es utilizar la resina de intercambio catiónico de tipo H^+ para intercambiar diversos cationes en el agua en H^+, y utilizar la resina de intercambio aniónico de tipo OH^- para intercambiar diversos aniones en el agua en OH^-, luego H^+ y OH^- se combinan para formar H_2O.Después de dicho tratamiento de intercambio, casi todas las salas en el agua pueden ser eliminadas, por eso, se llama tratamiento de desalinización de intercambio iónico del agua o tratamiento de desalinización química.

5.1.1 Principio de desalinización de intercambio iónico

Cuando el agua pasa por la resina de intercambio H^+ en el intercambiador de catión (en adelante, lecho de catión), diversos cationes en el agua se permanecen en la resina después de ser intercambiados por los H^+ en la resina, y los H^+ entran en el agua, si se utiliza R para expresar la resina, su reacción de intercambio iónico puede ser expresada de forma integral con la fórmula siguiente:

$$2RH + \begin{matrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{matrix}\Bigg\} \begin{matrix} Cl_2 \\ SO_4 \\ (HCO_3)_2 \\ (HSiO_3)_2 \end{matrix}\Bigg\} \rightarrow R_2\Bigg\{\begin{matrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{matrix} + \begin{matrix} 2HCl \\ H_2SO_4 \\ 2H_2CO_3 \\ 2H_2SiO_3 \end{matrix}\Bigg\}$$

Resina de forma H Agua entrante del lecho de catión Resinainválida Agua saliente del lecho de catión

Desde dicha reacción podemos saber que el agua saliente del lecho de catión contiene los ácidos fuertes tales como H_2SO_4 y HCl correspondientes a los aniones en el agua entrante, así como los ácidos débiles tales como H_2CO_3 y H_2SiO_3, etc., por eso, el agua es ácida. De los cuales, H_2CO_3 se convierte en CO_2 en el agua ácida, y es eliminado por el eliminador de carbono, luego entra en el intercambiador de anión (en adelante, lecho de anión), en este momento, diversos aniones en el agua son adsorbidos por el intercambio de resina OH^-, y los OH^- en la resina son sustituidos al agua y combinan con H^+ en el agua para formar H_2O, su reacción de intercambio puede ser expresada integralmente con la fórmula siguiente:

$$2ROH + \begin{cases} 2HCl \\ H_2SO_4 \\ 2H_2CO_3 \\ 2H_2SiO_3 \end{cases} \rightarrow R_2 \begin{cases} Cl_2 \\ SO_4 \\ (HCO_3)_2 \\ (HSiO_3)_2 \end{cases} + 2H_2O$$

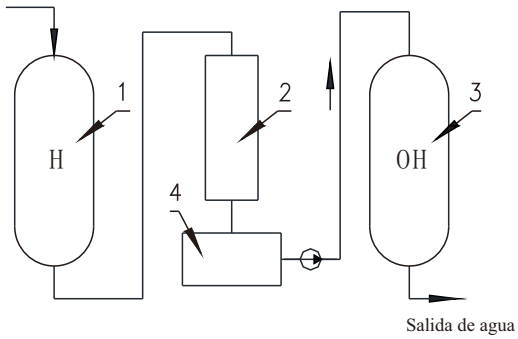
Resinatipo OH Agua entrante del lecho de anión Resinainválida Agua saliente del lecho de anión

En el agua desalinizada después del tratamiento de desalinización primaria, todos tipos de catión y anión han sido prácticamente eliminados, sólo quedan una pequeña cantidad de iones de sodio y sílice en el agua (generalmente controlado menos de 100μg/L), la conductividad eléctrica del agua saliente puede alcanzar menos de 5μS/cm, que puede satisfacer la necesidad de agua de reposición a la caldera de la central termoeléctrica de presión inferior a presión alta, y el requisito de las industrias generales sobre el agua pura. Para las calderas de parámetros altos de alta presión y superior o industria electrónica, se necesita producir agua ultra pura (conductividad eléctrica ≤0,2μS/cm; SiO_2≤20μg/L), en este caso, se necesita añadir un lecho mixto después del tratamiento de desalinización primaria para eliminar más allá los cationes y aniones residuales en el agua.

5.1.2 Sistemas de desalinización de intercambio iónico comunes

5.1.2.1 Sistema de desalinización de lecho múltiple primario

Entre los sistemas de tratamiento de desalinización de intercambio iónico, el sistema de desalinización de lecho múltiple primario es lo más simple, como se muestra en Figura 5-1, la forma de instalación de resina de intercambio tipo H y resina de intercambio tipo OH respectivamente en dos intercambiadores se llama lecho múltiple. Habitualmente el intercambiador llenado con resina tipo H se llama lecho de catión; y el intercambiador llenado con resina tipo OH se llama lecho de anión; y el intercambiador llenado con la mezcla de resina tipo H y resina tipo OH se llama lecho mixto.



1- Intercambiador tipo H ácido fuerte; 2- Eliminador de carbono; 3- Intercambiador tipo PH alcalino fuerte; 4- Tanque de agua intermedio

Figura 5-1 Sistema de desalinización de lecho múltiple primario

En el sistema de desalinización de intercambio iónico, generalmente el lecho de catión está en la posición delantera y el lecho de anión está en la posición trasera, esta secuencia generalmente no debe invertirse por las causas siguientes:

(1) Si el lecho de anión está en la posición delantera, después de que las sustancias de sal tales como calcio, magnesio, hierro en el agua sean intercambiadas mediante la resina de ánodo tipo PH, precipitarán los sedimentos tales como $Mg(OH)_2$, $Ca(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, etc. en el funcionamiento, y ellos pegarán en la superficie de la resina, atascando y contaminando la resina, causando que la reacción de intercambio no se pueda realizar normalmente.

(2) Si el lecho de catión está delante del lecho de anión, después de que el agua ácida después del intercambio catiónico entre en el lecho de anión, H^+ puede neutralizarse inmediatamente con OH^-, eso facilita la disociación de grupos básicos de resina aniónica, eso es muy favorable para la reacción de intercambio aniónico.

(3) La eliminación de silicio es una de las dificultades del tratamiento de desalinización. Si el Na^+ en el agua no se elimina, la eliminación de silicio será más difícil, y la invalidez del lecho de anión se acelerará.

(4) La estabilidad química y la capacidad de anti-contaminación de la resina catiónica es un poco mejor que la de la resina aniónica, y su precio es muy más bajo que el de la resina aniónica. Si se coloca el lecho de catión antes del lecho de anión, la resina aniónica puede ser protegida.

En el sistema de desalinización de lecho múltiple primario, se llena resina de intercambio catiónico ácida fuerte en el lecho de catión; y se llena resina de intercambio aniónico alcalina fuerte en el lecho de anión. Para el tratamiento de desalinización del agua cruda de alto contenido de sal, también se puede aprovechar las ventajas de capacidad de intercambio grande y regeneración fácil de la resina tipo débil, y establecer intercambiador tipo débil antes del intercambiador tipo fuerte. Debido a la capacidad débil de intercambio de iones de sodio de la resina catiónica débil y la capacidad débil de intercambio de carbonato de la resina aniónica débil, y casi no se puede eliminar el silicio, por eso, para eliminar los iones de sodio y el sílice en el agua, se necesita establecer un lecho tipo fuerte después del lecho tipo débil.

Generalmente, la resina de intercambio catiónico utiliza el ácido clorhídrico para la regeneración después de su invalidez, y la resina de intercambio aniónico utiliza el hidróxido de sodio para la regeneración después de su invalidez. Para facilitar el tratamiento de neutralización de la solución residual generada después de la regeneración, es debe diseñar el intercambio catiónico / aniónico y el llenado de resina como la invalidez sincrónica y la regeneración simultánea. Es que la capacidad de intercambio de la resina de intercambio aniónico generalmente es mucho menor que la de la resina de intercambio catiónico (Tabla 5-1), por eso, el lecho de anión generalmente debe ser mayor que el lecho de catión, o se debe configurar el intercambio aniónico como el tratamiento unificado de lecho de anión débil y el lecho de anión fuerte.

Además, siempre se puede causar la degeneración y la contaminación de la resina de intercambio iónico debido a los impactos de las sustancias oxidantes en el agua (tales como cloro residual libre e iones de metal pesado (tales como Fe^{3+}). Según la práctica, cuando el agua entrante contiene 0,5mg/L de cloro residual libre (Cl_2), la resina se degenerará evidentemente después de solo 4 a 6 meses de funcionamiento, los síntomas abarcan: desvanecimiento del color, ampliación del volumen, reducción de la capacidad de intercambio válida. Cuando el contenido Fe^{3+} en el agua cruda es relativamente alto o las medidas anticorrosivas del sistema de intercambio iónico y tuberías son defectuosas, es fácil causar la "intoxicación" de la resina, lo que puede causar una reducción brusca de la capacidad de intercambio de funcionamiento. En este momento, incluso el uso de 10%HCl para el tratamiento de resucitación, la situación sólo puede mejorarse provisionalmente, después de varios ciclos de funcionamiento, la capacidad de intercambio se reducirá bruscamente otra vez. Por eso, cuando adopta el tratamiento de desalinización de intercambio iónico, se debe prestar especial atención en las buenas medidas anticorrosivas en los equipos y el sistema de tuberías.

Tabla 5-1 Capacidad de intercambio de funcionamiento de varios tipos comunes de resina de intercambio iónico

Resina Modelo	Tipo	Capacidad de intercambio completo mmol/g	Capacidad de intercambio de funcionamiento mol/m^3	Tipo de entrega	Propósitos principales
001×7	Resina catiónica ácida fuerte	≥4,2	1100～1500	Na^+	Ablandamiento de agua dura, tratamiento de desalinización, eliminación de cationes, tratamiento de agua residual
D001	Resina catiónica ácida fuerte de poros grandes	≥4,0	1100～1400	Na^+	
111	Resina catiónica ácida débil	≥12,0	2000～2500	H^+	Ablandamiento de agua dura, tratamiento de desalinización, eliminación de cationes

D111	Resina catiónica ácida débil de poros grandes	≥9,0	1800～2200	H^+	Tratamiento de agua, tratamiento de agua residual que contiene níquel y cobre en chapado
201×4	Resina aniónica tipo I de álcali fuerte	≥3,5	350～450	Cl^-	Tratamiento de desalinización para eliminación de aniones
D201	Resina aniónica tipo I de álcali fuerte de poros grandes	≥3,0	450～500	Cl^-	Tratamiento de desalinización para eliminación de aniones
303×2	Resina aniónica alcalina débil	≥5,0	800～1000	Cl^-	Tratamiento de desalinización para eliminación de aniones
D301	Resina aniónica alcalina débil de poros grandes	≥4,0	1000～1200	Amina libre	Tratamiento de desalinización para eliminación de aniones
D311	Resina aniónica alcalina débil de poros grandes	≥6,5		Amina libre	Tratamiento de desalinización, desalación de agua salobre

5.1.2.2 Selectividad de la resina de intercambio iónico

La ley general de la secuencia de selectividad de la resina de intercambio catiónico y aniónico se muestra a continuación:

(1) La secuencia de selectividad de la resina de intercambio catiónico ácida fuerte a los cationes comunes es:

$$Fe^{3+} > Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ \approx NH_4^+ > Na^+ > H^+$$

(2) La secuencia de selectividad desde la resina de intercambio catiónico ácida débil a los cationes comunes es:

$$H^+ > Fe^{3+} > Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ \approx NH_4^+ > Na^+$$

(3) La secuencia de selectividad de la resina de intercambio aniónico alcalina fuerte a los aniones comunes es:

$$SO_4^{2-} > NO_3^- > Cl^- > OH^- > HCO_3^- > HSiO_3^-$$

(4) La secuencia de selectividad de la resina de intercambio aniónico alcalina débil a los aniones comunes es:

$$OH^- > SO_4^{2-} > NO_3^- > Cl^- > HCO_3^-$$

Desde dicha ley podemos saber que H^+ de la resina de intercambio catiónico ácida fuerte se clasifica en la última posición, eso significa que la regeneración no es fácil, y se necesita aumentar la concentración del agente de regeneración para la regeneración efectiva; H^+ de la resina de intercambio catiónico ácida débil y OH^- de la resina de intercambio aniónico alcalina débil se clasifican en la primera posición, eso indica que la resina tipo débil puede regenerarse fácilmente; sin embargo, la capacidad de intercambio de Na^+ de la resina catiónica ácida débil es relativamente débil,

y la capacidad de intercambio de HCO_3^- de la resina aniónica alcalina débil es muy fuerte, y no puede intercambiar $HSiO_3^-$. Así podemos saber que el establecimiento de la resina tipo débil puede reducir el consumo del agente de regeneración, pero para eliminar Na^+ y $HSiO_3^-$ en el agua, se necesita utilizar resina de intercambio catiónico ácida fuerte y resina de intercambio aniónico alcalina fuerte. Además, también podemos saber que Na^+ y $HSiO_3^-$ son los últimos para intercambiarse, por eso, para la resina de intercambio H^+, generalmente se toma la fuga de Na^+ en el agua saliente como el punto final de control del funcionamiento del lecho de catión; y para la resina de intercambio de OH^- alcalina fuerte, se toma la fuga de $HSiO_3^-$ en el agua saliente como el punto final del control del funcionamiento del intercambiador.

5.1.2.3 Sistemas de desalinización de intercambio iónico comunes

Además del sistema de lecho múltiple primario simple, también se puede constituir un sistema de desalinización adecuado según la calidad del agua cruda y los diversos requisitos sobre la calidad del agua de reposición, y mediante la configuración de diversos equipos de intercambio iónico y resinas, con el fin de lograr un efecto de desalinización que cumple con los requisitos y un buen rendimiento económico. Además, para evitar las contaminaciones por los sólidos suspendidos, sustancias cicloidales, materia orgánica, cloro residual libre, etc. y garantizar la vida útil de la resina de intercambio iónico, generalmente se necesita establecer filtro de arena de cuarzo (o fibra, multi-medio) o filtro de carbón activado antes del intercambio iónico. La configuración y la aplicabilidad del sistema de tratamiento de desalinización de intercambio iónico común se muestran a continuación:

(1) Filtro de arena de cuarzo (o fibra) → Filtro de carbón activo → Lecho de catión fuerte → Eliminador de carbono (tanque de agua intermedio) → Lecho de anión fuerte → Tanque de agua de desalinización primaria.

Este sistema de desalinización primaria más simple también es adaptable al agua cruda de alcalinidad, contenido de sal y contenido de silicio no altos, también es adaptable al tratamiento de requisito no alto sobre la calidad del agua desalinizada.

(2) Filtro de arena de cuarzo (o fibra) → Filtro de carbón activo → Lecho de catión fuerte → Eliminador de carbono (tanque de agua intermedio) → Lecho de anión fuerte → Tanque de agua de desalinización primaria.

Este sistema ha conectado en serie un lecho de anión débil antes del lecho de anión fuerte, es adaptable al agua cruda de contenido de sal o contenido de silicio relativamente alto pero de alcalinidad no alta. Principalmente aprovecha las características de capacidad de intercambio grande y regeneración fácil de la resina aniónica débil. Durante el funcionamiento, la mayor parte de aniones ácidos fuertes en el agua son eliminados por la resina aniónica débil primero, así se puede promover evidentemente que la resina aniónica fuerte elimine mejor los iones silicatos, garantizando que el contenido de silicio en el agua saliente alcance un nivel calificado. Y durante la regeneración, sólo se necesita la solución alcalina de regeneración de concentración relativamente baja para permitir que la

resina aniónica débil reciba una buena regeneración. Por eso, el establecimiento del lecho de anión débil en el sistema no sólo puede asegurar que la calidad del agua saliente sea calificado (en particular, la calidad de eliminación de silicio), sino también puede elevar el rendimiento económico del funcionamiento del sistema.

(3) Filtro de arena de cuarzo (o fibra) → Filtro de carbón activo → Lecho de catión débil → Lecho de catión fuerte → Eliminador de carbono (tanque de agua intermedio) → Lecho de anión fuerte → Tanque de agua de desalinización primaria.

En este sistema, se establece lecho de catión débil antes del lecho de catión fuerte, es adaptable al agua cruda de dureza de carbonatos y alcalinidad del agua cruda relativamente altas, pero de contenido de silicio no muy alto. Este sistema también aprovecha las características de capacidad de intercambio grande y regeneración fácil de la resina catiónica débil, y elimina los cationes de carbonato mediante la resina de intercambio catiónico ácida débil, y luego utiliza la solución residual de regeneración drenada del lecho de catión fuerte para regenerar la resina de intercambio catiónico ácida débil, reduciendo el consumo de ácido en la regeneración.

(4) Filtro de arena de cuarzo (o fibra) → Filtro de carbón activo → Lecho de catión débil → Lecho de catión fuerte → Eliminador de carbono (tanque de agua intermedio) → Lecho de anión débil → Lecho de anión fuerte → Tanque de agua de desalinización primaria.

Este sistema es adaptable al agua cruda de alcalinidad y contenido de sal relativamente altos. El establecimiento de resina de intercambio catiónico ácida débil y resina de intercambio aniónico alcalina débil no sólo puede elevar la capacidad de desalinización de intercambio iónico, sino también puede reducir el consumo del agente de regeneración.

(5) Filtro de arena de cuarzo (o fibra) → Filtro de carbón activo → Lecho de catión fuerte → Eliminador de carbono (tanque de agua intermedio) → Lecho de anión fuerte → Tanque de agua de desalinización primaria → Lecho mixto → Tanque de agua de desalinización secundaria.

Este sistema es adaptable al tratamiento de desalinización de requisito alto sobre la calidad del agua (conductividad eléctrica del agua saliente ≤0,2μs/cm).

(6) Filtro de arena de cuarzo (o fibra) → Filtro de carbón activo → Lecho de catión débil → Lecho de catión fuerte → Eliminador de carbono (tanque de agua intermedio) → Lecho de anión débil → Lecho de anión fuerte → Tanque de agua de desalinización primaria → Lecho mixto → Tanque de agua de desalinización secundaria.

Este sistema es adaptable al tratamiento de desalinización del agua cruda de alcalinidad, contenido de sal y contenido de silicio relativamente altos, y con requisito relativamente alto sobre la calidad del agua desalinizada. Pero actualmente para este tipo de agua, se adopta el tratamiento de ósmosis inversa + lecho mixto más para este tipo de agua.

5.1.2.4 Lecho de doble capa y lecho de doble cámara y doble capa

En algunos sistemas de desalinización, se establece resina catiónica ácida débil y resina catiónica ácida fuerte, o resina aniónica alcalina débil y resina aniónica alcalina fuerte en el mismo

intercambiador, es decir, se establece intercambiador de lecho de doble capa o de lecho de doble cámara y doble capa. El intercambiador de lecho de doble capa aprovecha la característica de que la densidad de la resina ácida débil (o alcalina débil) es menos de la densidad de la resina ácida fuerte (o alcalina fuerte), que hace que la resina tipo débil se encuentra por encima de la resina tipo fuerte. Durante el funcionamiento, el agua va desde arriba a abajo, primero pasa por el intercambiador de resina tipo débil, luego pasa por el intercambio de resina tipo fuerte; durante la regeneración, la solución de regeneración va desde abajo a arriba, primero regenera la resina tipo fuerte, luego regenera la resina tipo débil. En el intercambiador de doble cámara y doble capa, se utiliza particiones porosas para dividirlo en la cámara superior y la cámara inferior, y se llena la resina tipo débil y la resina tipo fuerte por separado para constituir el lecho de doble cámara y doble capa o el lecho flotante de doble cámara y doble capa (la resina tipo fuerte está en la cámara superior, la resina tipo débil está en la cámara inferior. Durante el funcionamiento, el agua va desde abajo a arriba; durante la regeneración, la solución de regeneración va desde arriba a abajo).

Las ventajas del lecho de doble capa y el lecho de doble cámara y doble capa son: lograr el efecto de elevación de la eficacia del intercambiador y reducción del consumo de agente de regeneración mediante el uso de las ventajas sobresalientes de capacidad de intercambio grande y regeneración fácil de la resina tipo débil y sin la adición de otros equipos. En particular, el lecho de doble capa de intercambio catiónico tiene ventajas relativamente evidentes.

Para el lecho de doble capa y el lecho de doble cámara y doble capa de intercambio aniónico, aunque tienen dichas ventajas, también tienen desventajas evidentes, es decir, pueden causar la contaminación por silicio coloidal de la resina. Eso se debe a que cuando se regenera resina aniónica fuerte y resina aniónica débil en el mismo intercambiador, la solución residual de regeneración drenada de la resina aniónica fuerte contiene relativamente alto contenido de compuestos de silicio, cuando fluye por la resina aniónica débil, es que la resina aniónica débil puede adsorber OH^- fácilmente, el valor pH en la solución de regeneración se reduce, como una consecuencia, los compuestos de silicio pueden formar ácido silícico coloidal fácilmente y el cual se sedimenta en la resina. En particular, cuando la temperatura es relativamente baja, siempre se produce dificultad en la limpieza después de la regeneración, y debido a la contaminación de la resina por el silicio coloidal, el contenido de silicio en el agua saliente es será relativamente alto, lo que afecta la calidad del agua desalinizada y el volumen de producción de agua cíclico. Para evitar la contaminación del silicio coloidal, se puede tomar las medidas siguientes:

a) Regeneración paso a paso: primero utilice la solución de regeneración de 1%NaOH para realizar la regeneración en una velocidad de flujo relativamente alta, para que la resina reciba una regeneración preliminar. En este momento, el volumen de silicato que sale mediante el intercambio no es grande, pero permite que la resina aniónica débil reciba una regeneración preliminar, y que la capa de resina sea alcalina. Luego, utilice 3%~4%NaOH para realizar la regeneración en una velocidad de flujo relativamente baja, así se puede evitar la precipitación de silicato coloidal debido a la reducción del valor pH.

b) Elevación adecuada de la temperatura de la solución de regeneración. Se puede añadir calentador o preparar la solución de regeneración mediante el agua condensada, para que la temperatura de la solución de regeneración NaOH se eleve a alrededor de 50℃, lo que permite mejorar el efecto de regeneración.

5.1.3 Eliminador de carbono

5.1.3.1 Propósito de establecimiento del eliminador de carbono

En el sistema de desalinización, generalmente se establece un eliminador de carbono después del lecho de catión. Es que después de que el agua cruda pase el intercambio de H^+, prácticamente todos los carbonatos en el agua se han convertido en ácido carbónico, y el cual puede descomponerse en agua y dióxido de carbono muy fácilmente. Cuando el valor pH en el agua es inferior a 4,3, casi todos los compuestos de ácido carbónico en el agua existen en la forma de CO_2 libre, que puede eliminarse de forma conveniente mediante el eliminador de carbono.

Propósito de establecimiento del eliminador de carbono: por un lado, el ácido carbónico en el agua ácida prácticamente existe en forma de CO_2, que puede eliminarse mediante el eliminador de carbono; por otro lado, después de la eliminación del CO_2, se puede aliviar las cargas del lecho de anión y mejorar el efecto de eliminador de silicio. Si no se establece el eliminador de carbono o el efecto de eliminación de carbono es mal, el CO_2 en el agua puede convertirse en HCO_3^- después de entrar en el lecho de anión, y el cual debe eliminarse mediante la resina de intercambio aniónico. Eso no sólo afecta el efecto de eliminador de silicio de la resina aniónica, sino también reduce el volumen de producción de agua cíclico, aumenta el consumo del agente de regeneración y reduce la calidad del agua saliente. Por eso, para asegurar que el eliminador de carbono tenga un buen efecto de eliminación de carbono, se debe medir el CO_2 en el agua del tanque de agua intermedio regularmente y realizar mantenimiento en el eliminador de carbono regularmente, reemplazar los rellenos dañados oportunamente.

5.1.3.2 Equipos y principios de funcionamiento del eliminador de carbono

El CO_2 libre en el agua puede considerarse como el gas disuelto en el agua, su solubilidad en el agua cumple con la ley de disolución de gases (es decir: la solubilidad de cualquier gas en el agua es directamente proporcional a la presión parcial de este gas en la superficie del agua). Por eso, sólo se necesita reducir la presión parcial de CO_2 en el gas en la superficie del agua para eliminar el CO_2 libre en el agua. El eliminador de carbono se diseña según este principio.

En diversos sistemas de tratamiento de agua de intercambio iónico, el eliminador de carbono de uso más común es el eliminador de carbono tipo soplador. Cuya estructura es como se muestra en Figura 5-2. El principio de funcionamiento del eliminador de carbono tipo soplador es: el CO_2 disuelto en el agua entra en contacto con el aire soplado en sentido inverso, es que el contenido de CO_2 en el agua es muy pequeño (representa alrededor del 0,03% de la presión atmosférica), por eso, según la ley de disolución de gases, el CO_2 en el agua seguirá escapándose hasta que su presión parcial se equilibre. Mediante el eliminador de carbono tipo soplador, generalmente se puede reducir el contenido de CO_2 en el agua a menos de 5mg/L.

El eliminador de carbono tipo soplador es un equipo cilíndrico, el cuerpo del cilindro generalmente está hecho de metal o plástico. Si está hecho de metal, su superficie interna debe tener medidas anticorrosivas. Los rellenos dentro del cuerpo del cilindro generalmente son: anillo de porcelana, anillo en forma de Ω de acero inoxidable o rejilla de panal, etc. Durante el funcionamiento, el agua entra desde la parte superior del cilindro, y es diluviada hacia abajo por el dispositivo de distribución de agua, después de fluir por la capa de relleno, entra en el tanque de agua intermedio desde la parte inferior. La función del soplador es el suministro incesante del aire fresco desde la parte inferior, mientras tanto, el escape incesante del aire que contiene CO_2 desde la parte superior. La función del relleno es dispersar el flujo de agua, para que el aire soplado tenga un área superficial de contacto muy grande con el agua, lo que permite que el CO_2 escape más fácilmente del agua y sea llevado hacia afuera inmediatamente.

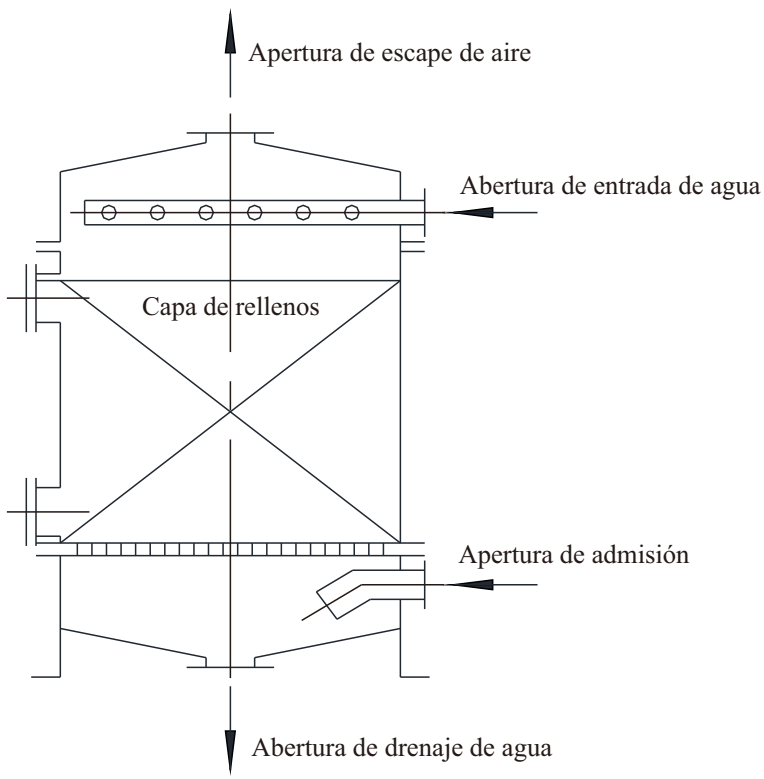


Figura 5-2 Diagrama esquemático de la estructura del eliminador de carbono tipo soplador

5.1.3.3 Factores que afectan el efecto de eliminación del dióxido de carbono del eliminador de carbono

Los factores que afectan el efecto de eliminación de CO_2 del eliminador de carbono principalmente son los siguientes:

a) Valor pH: cuando la temperatura es cierta, la cantidad relativa de diversos compuestos de ácido carbónico en el agua se relaciona con el valor pH. Menor el valor pH, más fácil existan en la forma de CO_2 libre los compuestos de ácido carbónico, y más favorable para la eliminación de CO_2.

b) Temperatura: más alta la temperatura, menos la solubilidad de CO_2 en el agua, y mejor el efecto de eliminación de CO_2.

c) Estructura del equipo: en el eliminador de carbono tipo soplador, más grande el área de contacto entre en el agua y el aire, más larga la duración de contacto, mejor el efecto de eliminación de CO_2.

5.1.4 Funcionamiento del sistema de desalinización primaria

5.1.4.1 Control del funcionamiento del intercambio catiónico (lecho de catión)

Según la secuencia de selectividad desde la resina de intercambio catiónico a los cationes, cuando el agua que contiene los iones tales como Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+} pasa por el lecho de catión, la resina de intercambio de iones H primera intercambia y adsorbe Ca^{2+}, y luego, Mg^{2+}, y por último Na^{+}, y los Ca^{2+}, Mg^{2+} que siguen entrando sustituirán los Na^{+} ya adsorbidos por la resina. Por eso, cuando todo el lecho se aproxime al estado inválido, el contenido de Na^{+} en el agua saliente del lecho de catión aumenta primero (cuando el contenido de Na^{+} en el agua saliente excede el contenido límite, se llama fuga de sodio). Por eso, generalmente se mide el contenido de Na^{+} en el agua saliente para controlar el punto final del funcionamiento del intercambio catiónico ácido fuerte. Para eliminar las sustancias de sal en el agua, el lecho de catión fuerte debe dejar de funcionar y realizar la regeneración cuando aparezca fuga de Na^{+}.

(1) Funcionamiento del intercambio catiónico ácido débil (lecho de catión débil)

La resina de intercambio catiónico ácida débil generalmente sólo puede eliminar la dureza de carbonatos, y no puede realizar intercambio con los cationes de otras salas de forma fácil. Si utilizamos RL para expresar la resina de intercambio catiónico ácida débil, la reacción de intercambio dentro del lecho de catión débil puede expresarse en la siguiente manera:

$$2R_LH + \begin{cases} Ca(HCO_3)_2 \\ Mg(HCO_3)_2 \end{cases} \rightarrow R_{L2} \begin{cases} Ca \\ Mg \end{cases} + 2CO_2 + 2H_2O$$

Generalmente, el lecho de catión débil y el lecho de catión fuerte funcionan en conexión en serie, y se regeneran de forma simultánea. Por eso, no se requiere un control riguroso sobre la calidad del agua saliente del lecho de catión débil. Pero mediante la medición de la conductividad eléctrica y la acidez del agua saliente del lecho de catión débil, se puede juzgar el contenido de sal del agua entrante del lecho de catión fuerte, y estimar el volumen de producción de agua cíclico y la capacidad de intercambio de funcionamiento.

Es que la resina de intercambio catiónico ácida débil puede regenerarse muy fácilmente, por eso, generalmente se adopta la regeneración por la conexión en serie del lecho de catión fuerte y el lecho de catión débil. Es decir, la solución de regeneración entra en el lecho de catión débil para regenerar la resina catiónica débil después de ser drenada del lecho de catión fuerte. Así el consumo del agente de regeneración puede reducirse, y el volumen de solución residual de regeneración puede reducirse. Como una consecuencia, los costos de tratamiento de aguas residuales pueden reducirse, y la presión de protección ambiental puede aliviarse.

(2) Funcionamiento del intercambio catiónico ácido fuerte (lecho de catión fuerte)

Después de que el agua pase por el tratamiento de intercambio de H^+ acido fuerte, los Ca^{2+}, Mg^{2+} son eliminados completamente, y Na^+ son prácticamente eliminados, casi todos los cationes en el agua son sustituidos a H^+, por eso, el agua saliente del lecho de catión es ácida. Durante el funcionamiento normal, la acidez del agua saliente del lecho de catión se relaciona con el contenido de sal en el agua entrante. generalmente, más alto el contenido de sal en el agua cruda, más alta la acidez del agua saliente del lecho de catión, y más alta la conductividad eléctrica; si el contenido de sal en el agua entrante es estable, la acidez y la conductividad eléctrica del agua saliente también se permanecen estables, hasta que el lecho de catión fuerte empiece la fuga de sodio, el intercambiador se invalida, y la acidez y la conductividad eléctrica del agua saliente se reducen al mismo tiempo. Por eso, cuando la calidad del agua cruda es estable, y el cambio de la conductividad eléctrica del agua entrante del intercambiador no es grande, según la reducción de la conductividad eléctrica o la acidez del agua saliente, se puede juzgar preliminarmente si el lecho de catión está inválido. Eso facilita que el controlador automático inicie la regeneración mediante la monitorización de la conductividad eléctrica en línea. Sin embargo, si la fluctuación del contenido de sal (conductividad eléctrica) en el agua entrante es relativamente grande, es difícil juzgar precisamente si el lecho de catión está realmente inválido según la conductividad eléctrica y la acidez del agua saliente solamente, es que la conductividad eléctrica y la acidez del agua saliente del lecho de catión variarán según el cambio del contenido de sal del agua entrante, y no pueden reflejar precisamente la cantidad residual de cationes en las salas en el agua saliente. Por eso, en caso del cambio frecuente de la conductividad eléctrica del agua entrante, se necesita medir el contenido de Na^+ en el agua saliente para juzgar el nivel de invalidez del lecho de catión. Para el sistema de desalinización de lecho múltiple primario, el punto final del funcionamiento del lecho de catión fuerte generalmente es controlado como: $Na^+ \leq 100\mu g/L$ (si se utiliza el medidor pNa para la medición, se debe controlar $pNa \geq 5{,}36$).

5.1.4.2 Control del funcionamiento del intercambio aniónico (lecho de anión)

Según la secuencia de selectividad desde la resina de intercambio aniónico a los aniones, sabemos que ambas la resina de intercambio aniónico alcalina débil y la resina de intercambio aniónico alcalina fuerte tienen muy alta capacidad de intercambio y adsorción de anión ácido fuerte, y una capacidad relativamente débil de adsorción de anión ácido débil (tal como HCO_3^-), y tienen peor capacidad de adosrción de $HSiO_3^-$. En particular, cuando el agua contiene una gran cantidad de NaOH, el efecto de eliminación de silicio siempre no es completo, y la resina aniónica alcalina débil casi no puede eliminar ningún silicio. Por eso, en el sistema de desalinización primaria, el intercambio aniónico generalmente se distribuye después del intercambio catiónico ácido fuerte tipo H y el eliminador de carbono, eso no sólo se debe a la reducción de las cargas en el lecho de anión después de la eliminación de HCO_3^-, sino también a que los H^+ en el agua entrante pueden neutralizar los OH^- generados por el intercambio con aniones inmediatamente, así la capacidad de ionización de los grupos activos en la resina de intercambio aniónico puede aumentar, facilitando la eliminación del silicio.

(1) Funcionamiento del intercambio aniónico alcalino débil (lecho de anión débil)

Aunque la resina de intercambio aniónico alcalina débil tiene una relativamente alta capacidad de intercambio de iones ácidos fuertes tales como SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-, y tiene las ventajas tales como capacidad de intercambio grande, regeneración fácil, sin embargo, debido a su muy débil capacidad de intercambio de HCO_3^- ácido débil, y su incapacidad de intercambio de $HSiO_3^-$ ácido más débil, y el proceso de intercambio y adsorción sólo puede realizarse en la solución ácida, por eso, el lecho de anión débil debe establecerse después del lecho de catión fuerte y el eliminador de carbono, y se debe establecer lecho de anión fuerte después del cual.

Durante el funcionamiento de conexión en serie y la regeneración simultánea del lecho de anión débil y el lecho de anión fuerte, principalmente se necesita controlar la calidad del agua saliente del lecho de anión fuerte, y generalmente no se requiere un control riguroso de la calidad del agua saliente del lecho de anión débil. Generalmente se mide la conductividad eléctrica del agua saliente del lecho de anión débil y Cl^-, principalmente es para juzgar el nivel de invalidez de la resina aniónica débil, estimar el ciclo de funcionamiento del lecho de anión fuerte y la capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina. Cuando el lecho de anión débil y el lecho de anión fuerte se regeneran por separado, el lecho de anión débil debe monitorizar y controlar Cl^- en el agua saliente. Cuando el contenido de Cl^- aumenta, se debe regenerar el lecho de anión débil.

(2) Funcionamiento del intercambio aniónico alcalino fuerte (lecho de anión fuerte)

En el funcionamiento del sistema de desalinización primaria, cuando el lecho de anión y el lecho de catión se invalidan al mismo tiempo, generalmente el cambio del valor pH del agua saliente del lecho de anión no es grande, la conductividad eléctrica y el contenido de silicio pueden subir muy rápidamente. En el funcionamiento real, a veces el lecho de anión y el lecho de catión no se invalidan al mismo tiempo, y el cambio de indicadores de la calidad del agua saliente del lecho de anión también es diferente. Por ejemplo, cuando el lecho de anión está inválido pero el lecho de catión no está inválido, el valor pH del agua saliente del lecho de anión se reducirá (a veces incluso es ácida), el contenido de silicio sube, y en cuanto a la conductividad eléctrica, siempre se reduce ligeramente primero, y luego se eleva muy rápido; al contrario, si el lecho de anión no está inválido pero el lecho de catión está inválido, el valor PH, la conductividad eléctrica y el contenido Na^+ en el agua saliente subirán, mientras tanto, debido al aumento del contenido NaOH en el lecho de anión, el efecto de eliminación de silicio de la resina será afectado, lo que causa una subida rápida del contenido de silicio en el agua saliente. Por eso, se debe supervisar el lecho de catión y el lecho de anión por separado, y regenerarlos oportunamente en caso de invalidez.

Durante el funcionamiento normal del sistema de desalinización primaria, el pH del agua saliente del lecho de anión generalmente es entre 7~9 debido a que contiene trazas de Na_2SiO_3, y su conductividad eléctrica es entre (0,5~5) μS/cm, el contenido de silicio generalmente es $<50\mu g/L$ si es calcula según SiO_2, y el punto final del funcionamiento generalmente controla $SiO_2<100\mu g/L$.

Para las industrias de requisito no riguroso sobre el contenido de silicio en el agua, el sistema de tratamiento de desalinización primaria puede juzgar el punto final del funcionamiento mediante la monitorización de la conductividad eléctrica del agua saliente del lecho de anión. Pero para el tratamiento de agua de reposición a la caldera de la central eléctrica que requiere un control riguroso del contenido del silicio, en el control del punto final del funcionamiento del lecho de anión, se debe juzgar si está inválido mediante la medición de SiO_2, y no se debe utilizar puramente la conductividad eléctrica para sustituir la medición de SiO_2. Es que la conductividad eléctrica de SiO_2 es muy débil, incluso el contenido del silicio excede el estándar gravemente, el impacto a la conductividad eléctrica es muy pequeña. La conductividad eléctrica sólo aumenta evidentemente cuando el contenido de otros aniones en el agua saliente aumenta, pero en este momento, el contenido de SiO_2 en el agua saliente siempre ya excede el estándar gravemente. Además, después de la invalidez del lecho de catión, si no se lo conmuta a la regeneración oportunamente, la conductividad eléctrica del agua saliente del lecho de anión también aumentará, el contenido alto de Na^+ en el agua entrante del lecho de anión también acelerará la invalidez del lecho de anión y reducirá la capacidad de producción de agua del lecho de anión.

Durante el funcionamiento del sistema de desalinización de intercambio iónico, si la velocidad de flujo del agua es demasiado alta ($>$40m/h) o demasiado baja ($\leq$2m/h), se producirá el fenómeno de reducción de calidad del agua saliente y aumento de conductividad eléctrica. Al volver a poner en servicio el intercambiador parado o en respaldo, la calidad del agua saliente siempre es descalificada en el principio, se requiere cierto tiempo de lavado hasta que la calidad del agua saliente sea calificada antes de ponerse en servicio.

(3) Medidas de mejora del efecto de eliminación de silicio de aniones

Para evitar generar incrustaciones de silicato en la caldera, la turbina de vapor y otros sistemas térmicos, se debe controlar rigurosamente el contenido de silicio en el agua de reposición para las calderas de la central eléctrica. Sin embargo, debido a la capacidad relativamente peor de adsorción de silicio de la resina de intercambio aniónico, se necesita tomar diversas medidas para elevar el efecto de eliminación de silicio, las medidas principales son siguientes:

a) Mejora del efecto de eliminación de dióxido de carbono del eliminador de carbono, alivio de las cargas del lecho de anión;

b) Establecimiento del intercambio aniónico débil, después de eliminar la mayor parte de aniones fuertes en el agua, el agua entra en el lecho de anión fuerte, así se puede evitar que el anión ácido fuerte sustituya los compuestos de silicato de la resina, así se puede mejorar evidentemente el efecto de eliminación de silicio de la resina aniónica fuerte.

c) Se controla el contenido de iones de sodio en el agua saliente del lecho de catión siempre cuando sea posible para evitar afectar el efecto de eliminación de silicio por el contenido excesivo de Na^+;

d) Elevación del nivel de regeneración de la resina de intercambio aniónico mediante las medidas tales como elevación adecuada de la temperatura de la solución de regeneración y la regeneración por dos pasos, etc.

5.1.5 Regeneración del intercambiador del sistema de desalinización

5.1.5.1 Consumo de agente de regeneración y concentración de la solución de regeneración

En el sistema de desalinización primaria, después de la invalidez del lecho de catión y el lecho de anión, sus pasos de regeneración y métodos de operación son prácticamente iguales a los de la regeneración del intercambiador de iones de sodio, sólo el sistema de regeneración y la concentración del agente de regeneración y de la solución de regeneración usados son diferentes.

(1) Solución de regeneración de uso común y su concentración: resina de intercambio catiónico fuerte de regeneración: 3% ~ 4%HCl; resina de intercambio aniónico fuerte de regeneración: 2% ~ 3%NaOH.

(2) Consumo de agente de regeneración necesario para una vez de regeneración (m_z), que puede estimarse según la fórmula (5-1):

$$m_z = \frac{V_R \times E \times k \times M}{10^3 \times \varepsilon} \qquad (5\text{-}1)$$

Donde: m_z —— consumo de agente de regeneración necesario para una vez de regeneración, kg;

V_R —— volumen de resina llenada dentro del intercambiador, m^3;

($V_R = \pi \times R^2 \times h_R$, donde R es el radio de la pared interna del intercambiador, n; h_R es la altura de llenado de resina, m)

E —— Capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina, generalmente, para resina de intercambio catiónico ácido fuerte ((800 ~ 1200)mol/m^3, para resina de intercambio aniónico alcalino fuerte (300 ~ 450)mol/m^3, resina de intercambio aniónico alcalino débil (600 ~ 1000)mol/m^3. Si se adopta la regeneración de control automático, se necesita multiplicar un coeficiente 0,6~0,9.

k —— consumo específico del agente de regeneración, para la resina de intercambio iónico tipo fuerte, generalmente el valor es de 1,2~1,8 para la regeneración de contraflujo; y es de 2~3,5 para la regeneración de flujo positivo; para la resina de intercambio iónico tipo débil, en caso de regeneración independiente, el valor generalmente sólo debe ser 1,0~1,1;

M—— masa molar del agente de regeneración, para HCl, es de 36,5, para NaOH, es de 40;

ε—— Pureza del agente de regeneración, para ácido clorhídrico concentrado (HCl) y álcali concentrado (NaOH) de uso industrial, el valor generalmente es de 30% ~ 33%.

Precaución: para el ácido concentrado y el álcali concentrado comprados, se debe muestrear para probar su pureza. Generalmente se debe utilizar la solución estándar para la titulación del ácido y el álcali, y no se debe utilizar solamente el densómetro para medir su densidad y juzgar su concentración. Además, en caso necesario, también se debe detectar los Na^+ en el ácido y los Cl^- en el álcali, para evitar el contenido excesivo de iones inversos en el agente de regeneración, afectando el efecto de regeneración.

5.1.5.2 Velocidad de flujo de la solución de regeneración y duración de regeneración

Cuando se utiliza ácido o álcali para la regeneración de la resina de intercambio iónico de tratamiento de desalinización, la velocidad de flujo de la solución de regeneración es similar a la que durante el tratamiento de ablandamiento. Generalmente, la velocidad de flujo de la regeneración de flujo positivo es de 4m/h~6m/h; si la regeneración de contraflujo no tiene prensado, su velocidad de flujo debe controlarse entre 2m/h~4m/h. El diámetro del intercambio iónico del tratamiento de desalinización del agua de reposición a la caldera de la central eléctrica generalmente es relativamente grande, cuando se adopta la regeneración de contraflujo, generalmente se debe adoptar el prensado de aire comprimido para evitar el desorden de capas, en caso de prensado, la velocidad de flujo de la solución de regeneración debe controlarse entre 4m/h~8m/h. Para el cálculo de la duración de entrada de solución de regeneración, véase el cálculo de procesos pertinentes del descalcificador de agua.

Ejemplo 5-1: Un intercambio aniónico de regeneración de contraflujo de diámetro de 2m, la altura requerida de llenado de resina es de 2m, si la densidad aparente húmeda de la resina 201×4 usada es de 0,7g/mL, la capacidad de intercambio de funcionamiento es de 400mol/m^3, el consumo específico del agente de regeneración es de 1,6, si la concentración de la solución de regeneración durante la regeneración es de 3% (densidad 1,03), la velocidad de flujo de la solución de regeneración es controlada en 3m/h, las preguntas son:

1) ¿Cuánta resina 201×4 se necesita llenar dentro del intercambiador?

2) Cuánto hidróxido de sodio de 30% se necesita para una regeneración?

3) ¿Cuánto tiempo se necesita para la entrada de solución de regeneración durante la regeneración?

Solución: 1) El volumen de resina a llenar: $m = V_R \cdot \rho = 3{,}14\times(2/2)^2\times2\times0{,}7=6{,}28\times0{,}7\approx4{,}4$ t

2) Hidróxido de sodio necesario para una regeneración:

$$m=\frac{V_R\cdot E\cdot k\cdot M}{10^3\varepsilon}=\frac{6.28\times400\times1.6\times40}{10^3\times30\%}\approx536kg$$

Diluido a 3% del volumen de la solución de regeneración mediante el dispositivo de chorro:

$$V_Z=\frac{m_{cz}}{C\cdot\rho\cdot10^3}=\frac{536\times30\%}{3\%\times1.03\times1000}=5.2\ \mathrm{m}^3$$

3) Duración de entrada de solución de regeneración:

$$t=\frac{60\cdot V_Z}{S\cdot v}=\frac{60\times5.2}{3.14\times1^2\times3}\approx33\ \mathrm{min}$$

5.1.5.3 Regeneración de la resina tipo débil

Para el intercambio iónico con resina tipo débil, para reducir el consumo de agente de regeneración, generalmente se aprovecha la ventaja de regeneración fácil de la resina tipo débil para conectar el lecho tipo fuerte y el lecho tipo débil en serie para su regeneración. Eso quiere decir, se utilizar la solución residual de regeneración drenada del lecho tipo fuerte para regenerar la resina tipo débil. Pero para el lecho de anión débil, si la solución residual de regeneración drenada del lecho de

anión fuerte contiene compuestos de silicato de concentración relativamente alta, durante la regeneración de la resina aniónica débil, es fácil causar la contaminación por silicio de la resina. Por eso, cuando el lecho de anión débil y el lecho de anión fuerte se conectan en serie para la regeneración, para evitar la contaminación por silicio, se puede adoptar el método de regeneración con dos pasos, es decir: primero utilice la solución de regeneración 1%NaPH para realizar la regeneración en la velocidad de flujo más alta, para que la resina reciba la regeneración preliminar; luego, utilice 3%~4% NaOH para realizar la regeneración en una velocidad de flujo relativamente baja. También se puede regenerar las soluciones de regeneración de misma concentración en varias veces. En el principio, sólo se regenera la resina aniónica fuerte (en este momento, el contenido de silicio en la solución de regeneración drenada es relativamente alto, y debe eliminarse); durante la entrada de la segunda mitad de solución de regeneración, se conecta en serie el lecho de anión fuerte y el lecho de anión débil para la regeneración. En este momento, el contenido de silicio en la solución residual de regeneración drenada del lecho de anión fuerte se ha reducido, y se la puede suministrar al lecho de anión débil para regenerar la resina aniónica débil. Además, también se puede regenerar el lecho de anión fuerte y el lecho de anión débil por separado, la solución de regeneración usada para regenerar la resina aniónica generalmente es de 1,5%~2,5%NaOH.

5.1.6 Estimación del volumen de producción de agua cíclico

5.1.6.1 Estimación del volumen de producción de agua cíclico del intercambio iónico del lecho múltiple primario

(1) El volumen de producción de agua cíclico del lecho de catión puede estimarse según la fórmula (5-2)

$$Q=\frac{E\times V_R\times\delta}{JD+SD_C} \tag{5-2}$$

Donde:

Q —— Volumen de producción de agua cíclico, m^3;

E —— Capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina, mol/m^3, refiérase a Tabla 5-1;

V_R —— Volumen de resina llenada dentro del intercambiador, m^3;

δ —— Para el intercambiador de regeneración por controlador automático, para garantizar el coeficiente de retención de agua saliente calificada en la etapa posterior del funcionamiento, generalmente se toma 0,6~0,9 (si la conductividad eléctrica del agua entrante es relativamente alta, tome el valor menor; viceversa);

JD—— Alcalinidad media del agua entrante del lecho de catión en el ciclo de producción de agua, mmol/L;

SD_C—— Acidez media del agua saliente del lecho de catión en el ciclo de producción de agua, mmol/L;

(2)) El volumen de producción de agua cíclico del lecho de anión puede estimarse según la fórmula (5-3):

$$Q=\frac{E\times V_R\times\delta}{SD_J+SiO_2+CO_2} \tag{5-3}$$

Donde:

SD_J—— Acidez media del agua entrante del lecho de anión en el ciclo de producción de agua, mmol/L;

CO_2—— Contenido medio de CO_2 en el agua entrante del lecho de anión en el ciclo de producción de agua, mmol/L, si el efecto de eliminador de carbono es bueno, la cantidad residual de CO_2 es muy pequeña, que puede ignorarse en el cálculo.

SiO_2—— Contenido medio de SiO_2 en el intercambiador aniónico en el ciclo de producción de agua, mmol/L;

El significado de sus símbolos es igual a la Fórmula (5-2).

5.1.6.2 En el sistema de conexión en serie del lecho de catión débil - lecho de catión fuerte, la estimación del volumen de producción de agua cíclico de la resina tipo débil y de la resina tipo fuerte

(1) El volumen de producción de agua cíclico del lecho de catión débil puede estimarse según la fórmula (5-4):

$$Q= \frac{E\times V_{Rr}\times\delta}{YD_T-\alpha)} \tag{5-4}$$

Donde:

YD_T—— Dureza de carbonatos media del agua entrante en el ciclo de producción de agua (en caso general, es la alcalinidad del agua entrante), mmol/L;

V_{Rr}—— Volumen de la resina ácida débil, m^3;

α —— Cantidad residual media de dureza de carbonatos en el agua saliente del lecho de catión débil, mmol/L, cuando es difícil medir el valor α, también se puede seleccionar según la Tabla 5-2;

Los significados de otros símbolos son iguales a la fórmula (5-2).

Tabla 5-2 Datos de referencia del valor α

Calidad del agua entrante	Dureza ÷ Alcalinidad	1,0～1,4		1,5～2,0	
	YD_T (mmol/L)	＜2	＞2	＜3	＞3
Valor *α* (mmol/L)		0,15～0,2	0,2～0,3	0,1～0,2	0,3～0,4

(2) El volumen de producción de agua cíclico del lecho de catión fuerte que funciona en conexión en serie con el lecho de catión débil puede estimarse según la fórmula (5-5):

$$Q= \frac{E\times V_{Rq}\times\delta}{SD_C+\alpha} \tag{5-5}$$

Donde:

V_{Rq}—— Volumen de la resina de intercambio catiónico ácida fuerte, m^3;

SD_C—— Acidez media del agua saliente del lecho de catión fuerte en el ciclo de producción de agua, mmol/L;

Los significados de otros símbolos son iguales a la fórmula (5-4).

5.1.6.3 En el sistema de conexión en serie del lecho de anión débil - lecho de anión fuerte, la estimación del volumen de producción de agua cíclico de la resina tipo débil y de la resina tipo fuerte

(1)) El volumen de producción de agua cíclico del lecho de anión débil puede estimarse según la fórmula (5-6):

$$Q=\frac{E\times V_{R,r}\times\delta}{SD-\beta} \tag{5-6}$$

Donde:

$V_{R,r}$—— Volumen de la resina aniónica débil, m^3;

SD—— Acidez media del agua entrante del lecho de anión débil en el ciclo de producción de agua, mmol/L;

β —— Cantidad residual media de ácido fuerte en el agua saliente del lecho de anión débil, mmol/L. El valor β es similar a la acidez media del agua saliente del lecho de anión débil, cuando no hay acidez, se puede calcular según el contenido medio de iones de cloruro en el agua saliente (con mmol/L como la unidad).

Los significados de otros símbolos son iguales a la fórmula (5-2).

(2) El volumen de producción de agua cíclico del lecho de anión fuerte que funciona en conexión en serie con el lecho de anión débil puede estimarse según la fórmula (5-7):

$$Q=\frac{E\times V_{R,q}\times\delta}{CO_2+SiO_2+\beta} \tag{5-7}$$

Donde:

$V_{R,q}$—— Volumen de la resina aniónica fuerte, m^3;

Los significados de otros símbolos son iguales a las fórmulas (5-3) y (5-6).

5.1.7 Inicio de la regeneración del control automático del sistema de desalinización primaria

5.1.7.1 Monitorización en línea de la conductividad eléctrica

Entre los diversos indicadores de calidad de agua en el tratamiento de desalinización, la conductividad eléctrica es la más fácil para medir. Se adopta la monitorización en línea de la conductividad eléctrica, no sólo los instrumentos son relativamente baratos, sino también los datos medidos son relativamente estables y confiables. Sin embargo, aunque la conductividad eléctrica puede reflejar el cambio de la concentración de iones en el agua, diversos iones tienen diferentes impactos a la conductividad eléctrica, por eso, si se desea juzgar el contenido de algún tipo de ion (por ejemplo, Na^+ en el agua saliente del lecho de catión) según la conductividad eléctrica, se necesita conocer la relación de correspondencia.

(1) Impactos de los componentes iónicos en el agua a la medición de conductividad eléctrica

El principio de medición de la conductividad eléctrica se basa principalmente en el electrólito (ácido, álcali, sal) disuelto en agua e ionizado en iones conductores positivos y negativos, su capacidad de conductividad eléctrica es expresada con la conductividad eléctrica. Mediante la

medición de la conductividad eléctrica de la solución acuosa, generalmente la concentración de iones en el agua puede reflejarse. Sin embargo, cuando diferentes iones tienen diferentes cargas eléctricas y diferentes velocidades de migración dirigida durante la conducción eléctrica, la conductividad mostrada es diferente. Por eso, en las soluciones acuosas de misma concentración de electrólito, si los componentes de iones de electrólito son diferentes, la conductividad eléctrica medida también varía. Mediante la consulta, la conductividad molar en una solución acuosa infinitamente diluida de 25℃ λ_o($S \cdot cm^2/mol$) se muestra en Tabla 5-3.

Tabla 5-3 Conductividad molar de algunos iones comunes en el agua en la solución acuosa infinitamente diluida de 25℃

Catión	H^+	Na^+	$1/2Mg^{2+}$	$1/2Ca^{2+}$	$1/2Fe^{2+}$	$1/3Fe^{3+}$
λ_0^+($S \cdot cm^2/mol$)	349,7	50,1	53,1	59,5	53,5	68,5
Anión	OH^-	Cl^-	HCO_3^-	$1/2CO_3^{2-}$	$1/2SO_4^{2-}$	$C_2H_5COO^-$
λ_0^-($S \cdot cm^2/mol$)	199	76,3	44,5	72	79,8	31

Generalmente, cuanto mayor sea la conductividad eléctrica del ión, mayor será la conductividad, y mayor será la conductividad medida. Según la tabla, podemos saber que la diferencia de la conductividad eléctrica de la mayoría de los cationes no es grande, sólo la conductividad eléctrica de H^+ es de varias veces mayor de la de otros cationes; la diferencia de la conductividad eléctrica de los aniones es mayor que la de los cationes, la conductividad eléctrica de OH^- es menos de la de H^+, pero todavía es de 2 a 6 veces mayor que la de otros aniones; la conductividad eléctrica de los iones de sal orgánica generalmente es relativamente pequeña. Por eso, en las muestras de agua de misma concentración de iones de sal, si la diferencia de pH es relativamente grande, el valor medido de conductividad eléctrica puede varía mucho, generalmente, el valor para el agua ácida es mayor, y luego el del agua alcalina, y el del agua neutra es menor.

(2) Cambio de la conductividad eléctrica de agua entrante y agua saliente del lecho de catión

Para el sistema de desalinización de intercambio iónico, después del tratamiento por el lecho de catión, los cationes son intercambiados con H^+, el agua saliente es ácida, por eso, la conductividad eléctrica del agua saliente del lecho de catión es evidentemente más alta que la conductividad eléctrica del agua entrante, y este incremento se relaciona con el contenido de sal en el agua entrante (en particular, el contenido de no carbonatos), más alto el contenido de no carbonatos, más evidente el incremento de la conductividad eléctrica del agua saliente. Sin embargo, si el cambio del contenido de sal en el agua entrante no es grande durante el funcionamiento, la conductividad eléctrica del agua saliente se permanece prácticamente estable hasta que la resina del cuerpo del lecho empiece a invalidarse, en este momento, el contenido de Na^+ en el agua saliente aumenta, el contenido H^+ se reduce, la conductividad eléctrica se reduce evidentemente como una consecuencia. Cuando alcance cierto nivel, se necesita regenerar el lecho de catión. Sin embargo, si el cambio de la conductividad eléctrica del agua entrante es relativamente grande, por ejemplo, en algunas regiones, el contenido de sal

en el agua cruda puede variar fácilmente según el cambio de la temporada, el clima, la temporada de agua baja y la temporada de agua alta, etc. En este caso, si no se realiza ajustes oportunos, cuando el contenido de sal en el agua cruda aumenta, la conductividad eléctrica y la acidez del agua saliente del lecho de catión aumentan correspondientemente, pero es posible que el contenido de Na^+ exceda el estándar y sea descalificado, y cause que el agua saliente final del lecho de anión sea descalificada; y cuando el contenido de sal en el agua cruda se reduce, la conductividad eléctrica del agua saliente del lecho de catión se reduce consecuentemente, pero en realidad, la capa de resina no está inválida, eso puede causar la regeneración anticipada malgastando el ácido y el agua. Por eso, cuando el cambio de la conductividad eléctrica del agua cruda es relativamente grande, es difícil reflejar si la capa de resina real está inválida solamente según la conductividad eléctrica del agua saliente, se necesita monitorizar el contenido de Na^+ del agua saliente al mismo tiempo para juzgar correctamente si se necesita una regeneración. Para conocer oportunamente el cambio de la conductividad eléctrica del agua entrante oportunamente, en el lugar de entrada de agua del lecho de catión también se debe establecer un medidor de conductividad eléctrica en línea, con el fin de juzgar correctamente y ajustar oportunamente el volumen de producción de agua cíclico, garantizando que la calidad del agua saliente sea calificada.

(3) Cambio de la conductividad eléctrica de agua entrante y agua saliente del lecho de anión

En el agua saliente del lecho de catión, después de la eliminación de CO_2 mediante el eliminador de carbono, los iones principales que existen en el agua abarcan iones de hidrógeno, trazas de iones de sodio, aniones ácidos fuertes, iones de silicato e iones de bicarbonato residuales. Después del intercambio aniónico, todos los aniones ácidos fuertes e iones de carbonatos son eliminados, los iones de silicato son prácticamente eliminados, mientras tanto, los OH^- se neutralizan con los H^+. Cuando la capa de resina del lecho de anión no está inválida, no importa la conductividad eléctrica del agua entrante, la conductividad eléctrica del agua saliente no será afectada, siempre que los Na^+ en el agua saliente del lecho de catión son calificados, la conductividad eléctrica del agua saliente del lecho de anión puede permanecerse prácticamente estable ($<10\mu S/cm$), el cambio de la conductividad eléctrica del agua entrante principalmente afecta el volumen de producción de agua cíclico. Cuando el lecho de anión es inválido, es que los iones de silicato ($HSiO_3^-$) son más difíciles de ser intercambiados, por eso, en el agua saliente, primero el contenido de silicato aumenta, es que los iones de silicato son medios eléctricos débiles de mala conductividad eléctrica, por eso, el cambio de su contenido no afecta mucho la conductividad eléctrica. La conductividad eléctrica sólo aumenta evidentemente cuando los Cl^- en el agua saliente del lecho de anión aumenten. Por eso, para la producción de agua pura de requisito no riguroso sobre el contenido de silicato, o si todavía se necesita realizar lecho mixto posteriormente, se puede adoptar el método de monitorización de la conductividad eléctrica del agua saliente en línea para iniciar la regeneración del lecho de anión; pero para el tratamiento del agua de reposición de la caldera de la central eléctrica que requiere un control

riguroso del contenido de silicio en el agua saliente, se necesita utilizar el medidor de silicio en línea al mismo tiempo para medir SiO_2 con el fin de iniciar la regeneración. Además, cabe mencionar, si el control de Na^+ en el agua saliente del lecho de catión no es riguroso, cuando la resina del lecho de anión no está inválida, si el agua saliente contiene NaOH y es alcalina, también causará un aumento evidente de la conductividad eléctrica del agua saliente, por eso, para el agua saliente del lecho de anión, también se necesita monitorizar el valor pH para realizar un juicio correcto.

5.1.7.2 Configuración del inicio de la regeneración

En cuanto al control automático del inicio de regeneración del intercambio iónico del sistema de desalinización, aunque puede realizarse mediante la configuración del volumen de producción de agua cíclico o la monitorización de la conductividad eléctrica u otros indicadores del agua saliente en línea, sin embargo, no puede configurarse simplemente mediante la medición de la dureza del agua entrante y del agua saliente como se la hace en el tratamiento de ablandamiento. Muchos factores pueden afectar el cambio de la calidad del agua saliente del tratamiento de desalinización, y se necesita instrumentos especiales para medir los indicadores de calidad del agua saliente. No importa se adopta la configuración del volumen de producción de agua cíclico o la monitorización en línea, o se combina ambos métodos, después de la instalación del sistema de desalinización, se debe realizar depuración y medición de varios ciclos de funcionamiento con antelación, y confirmar su confiabilidad antes de ponerse en funcionamiento por control automático. Y en caso de cambio evidente de la calidad del agua entrante, se necesita ajustarla oportunamente.

Desde dicha fórmula de estimación de volumen de producción de agua cíclico, podemos saber que, si se adopta la configuración del volumen de producción de agua cíclico para iniciar la regeneración, se necesita medir y conocer la alcalinidad (dureza de carbonatos), el contenido de silicio y la acidez del agua saliente del lecho de catión en la etapa de comisionamiento (puesta en marcha). Si se adopta la monitorización en línea para iniciar la regeneración, se recomienda establecer el instrumento de conductividad eléctrica en la entrada y la salida del lecho de catión y del lecho de anión; en la salida del lecho de anión también se debe establecer un medidor de pH para juzgar correctamente si el lecho de catión está inválido o el lecho de anión está inválido o si ambos lechos están inválidos en caso de aumento evidente de la conductividad eléctrica en el agua saliente del lecho de anión, y evitar los peligros causados por la acidez o alcalinidad del agua saliente; en las situaciones en que el requisito sobre el contenido de silicio es riguroso, se debe establecer medidor de silicio en la salida del lecho de anión para iniciar la regeneración del lecho de anión. Es que la composición de iones varía entre agua de diferentes fuentes de agua, el valor de correlación entre la acidez del agua saliente, el contenido de Na^+ y la conductividad eléctrica del agua saliente del lecho de catión es diferente, por eso, se necesita medir los indicadores de calidad de agua en la entrada y la salida de los intercambiadores durante el comisionamiento para confirmar la relación de correspondencia entre la conductividad eléctrica del agua saliente del lecho de catión y el contenido

de Na^+, con el fin de facilitar la confirmación del valor configurado de la conductividad eléctrica para el inicio de la regeneración; el lecho de anión puede adoptar el inicio de regeneración por la conductividad eléctrica del agua saliente fuera de estándar, pero al mismo tiempo, se debe establecer un medidor de pH en la salida, que debe tener función de aviso. Cuando el pH del agua saliente del lecho de anión es $<6{,}5$, es muy posible que la invalidez del lecho de catión cause el aumento de la conductividad eléctrica. Por supuesto, es mejor dejar que el lecho de catión y el lecho de anión se invaliden de forma sincrónica y regeneren de forma simultánea durante el diseño del sistema y la selección de resinas.

5.2 Funcionamiento y regeneración del lecho mixto

5.2.1 Generalidades del tratamiento del lecho mixto

El lecho mixto es el nombre breve del dispositivo de desalinización de precisión que mezcla la resina de intercambio catiónico y la resina de intercambio aniónico en el mismo intercambiador. Debido a la mezcla uniforme de la resina tipo H y la resina tipo OH en el lecho mixto, eso se equivale a la reacción de intercambio de aniones y cationes de lecho múltiple de decenas de miles de niveles. Además, los H^+ generados por el intercambio catiónico y los OH^- generados por el intercambio aniónico generan H_2O inmediatamente, que elimina prácticamente los impactos de iones inversos, y permite una reacción completa del intercambio, por eso, permite que la calidad del agua saliente alcance una pureza muy alta.

Cuando el lecho mixto funcione hasta que la resina esté inválida, se necesita separar la resina de intercambio aniónico y la resina de intercambio catiónico antes de la regeneración; después de la regeneración y la limpieza, se mezcla uniformemente dos tipos de resina, en caso necesario, también se puede mezclar las resinas de forma más uniforme mediante el aire comprimido, y luego se lo puede volver a poner en servicio. Para permitir una separación adecuada de la resina catiónica y la resina aniónica en el lecho mixto durante la regeneración, y una mezcla uniforme sin estratificación durante el funcionamiento, la densidad verdadera húmeda de la resina catiónica y la resina aniónica debe ser adecuada, generalmente, la densidad verdadera húmeda de ambas resinas debe controlarse entre 15%~20% (cabe mencionar, no es la densidad aparente húmeda).

Generalmente, el lecho mixto se establece después del lecho de anión fuerte o tratamiento de ósmosis inversa del intercambio iónico primario. Los cationes y aniones residuales en el agua desalinizada después del tratamiento de desalinización primaria de intercambio iónico principalmente son iones de sodio e iones de silicato, por eso, la resina llenada en el lecho mixto debe ser resina de intercambio catiónico ácida fuerte y resina de intercambio aniónico alcalina fuerte, además, es que la capacidad de intercambio de la resina catiónica generalmente es de un mínimo doble la de la resina aniónica, por eso, la relación de resina catiónica y resina aniónica en el lecho mixto generalmente es de 1:2. Sin embargo, para el lecho mixto que se utiliza para el tratamiento de precisión del agua condensada, debido a la necesidad de eliminar los cationes de metal principalmente, hay muy poco anión, por eso, la relación entre la resina catiónica y la resina aniónica generalmente es de 2:1.

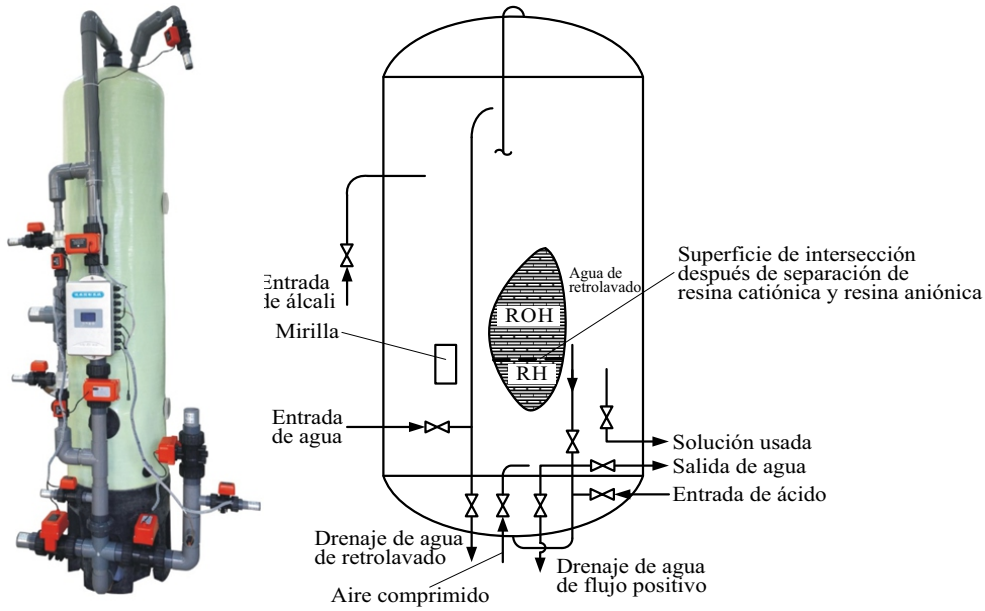


Figura 5-3 Diagrama esquemático de equipos y sistema de tuberías del lecho mixto

5.2.2 Estructura de equipos del lecho mixto

Los equipos y el sistema de tubería del lecho mixto se muestran en Figura 5-3. La carcasa del dispositivo es similar al filtro a presión, es un recipiente sellado cilíndrico. En la carcasa, generalmente se instala dispositivo de entrada de agua superior, dispositivo de distribución de agua inferior y dispositivo de aire comprimido; para el lecho mixto de regeneración dentro del cuerpo, también se equipa con dispositivo de entrada de álcali de la parte superior, el dispositivo de entrada de ácido de la parte inferior, el dispositivo de distribución de agua y drenaje de residuos del centro. En la carcasa del lecho mixto generalmente se establecen tres mirillas, respectivamente en la parte superior, el centro y la parte inferior. La de la parte inferior se establece en la línea divisora entre resina aniónica y resina catiónica, que se utiliza para observar la situación de estratificación de la resina durante la regeneración; la del centro se utiliza para observar la altura de la capa de la resina aniónica y la condición de la resina mixta durante el funcionamiento; la de la parte superior es para observar la situación de expansión de la resina al observar la estratificación del retrolavado.

5.2.3 Operación de regeneración y funcionamiento del lecho mixto

La regeneración del lecho mixto tiene gran diferencia con la regeneración de la resina de sola capa, los métodos principales de la operación de regeneración y funcionamiento se muestran a continuación:

(1) Estratificación por retrolavado

Después de que el lecho mixto funcione hasta el estado inválido, antes de la regeneración, se necesita separar la resina catiónica con la resina aniónica primero, y el nivel de separación es el punto más clave del efecto de regeneración. Actualmente, el método de cribado hidráulico es más común

para estratificar la resina catiónica y la resina aniónica. Este método permite la suspensión de la resina mediante la fuerza hidráulica del retrolavado, para que la capa de resina alcance cierta tasa de expansión, luego aprovecha la diferencia de densidad verdadera húmeda entre la resina catiónica y la resina aniónica, la resina catiónica de densidad relativamente grande asienta de forma rápida, y baja a la capa inferior primero; la retrolavado de densidad relativamente pequeña asienta de forma lenta, y baja a la capa superior, con el fin de lograr el propósito de estratificación. Si el control es adecuado, existirá una superficie divisora evidente entre dos capas de resina.

Durante la operación de retrolavado, cabe mencionar: en el principio del retrolavado, la velocidad de flujo debe ser pequeña, cuando la capa de resina está floja, se aumenta gradualmente la velocidad de flujo a alrededor de 20m/h, para que la tasa de expansión de toda la capa de resina alcance más de 50%. La duración de retrolavado generalmente es entre 10min y 20min.

Además, también cabe mencionar, la estratificación evidente de la resina catiónica y la resina aniónica no sólo se relaciona con la diferencia de densidad verdadera húmeda de la resina y la velocidad de flujo del agua de retrolavado, sino también con el nivel de invalidez de la resina. Si el nivel de invalidez de la resina es grande, es fácil estratificarse, viceversa. Eso se debe al aumento de la densidad de la resina después de adsorber diversos iones, en particular, la densidad verdadera húmeda de la resina aniónica inválida (por ejemplo, tipo SO_4^{2-}) se aproxima a la resina catiónica no inválida (tipo H), causando la dificultad de estratificación. Además, a veces se produce un fenómeno de adhesión (vinculación) mutua entre la resina tipo H y la resina tipo OH, eso también puede causar dificultad en la estratificación. Para permitir que la estratificación sea relativamente fácil, se puede conducir cierta cantidad de solución de regeneración NaOH antes de la estratificación para regenerar la resina aniónica al tipo OH y convertir la resina catiónica al tipo Na, con el fin de aumentar la diferencia de densidad de dos tipos de resina, y mientras tanto, eliminar el fenómeno de adhesión de la resina.

(2) Regeneración

Principalmente hay dos métodos de regeneración del lecho mixto: regeneración in vivo y regeneración in vitro, el último método actualmente sólo se utiliza en raros casos, a continuación, principalmente presentamos el método de regeneración in vivo.

La regeneración in vivo es la regeneración de resina dentro del intercambiador. Según los diversos pasos de entrada de ácido, entrada de álcali y lavado, también se puede dividir en método de tratamiento de dos pasos y método de tratamiento simultáneo.

a) Método de tratamiento de dos pasos: la mayoría de los lechos mixtos adoptan el método de tratamiento de dos pasos de paso de álcali y ácido por capa de resina aniónica y capa de resina catiónica en varios pasos, su proceso se muestra en Figura 5-4, el método específico de operación es:

1) Entrada de álcali en la resina aniónica: después de cumplir la estratificación por retrolavado, drene el agua en el intercambiador hasta el lugar de alrededor de 10cm por encima de la superficie de la resina. Suministre la solución de regeneración de 2%~4%NaOH para regenerar la resina aniónica,

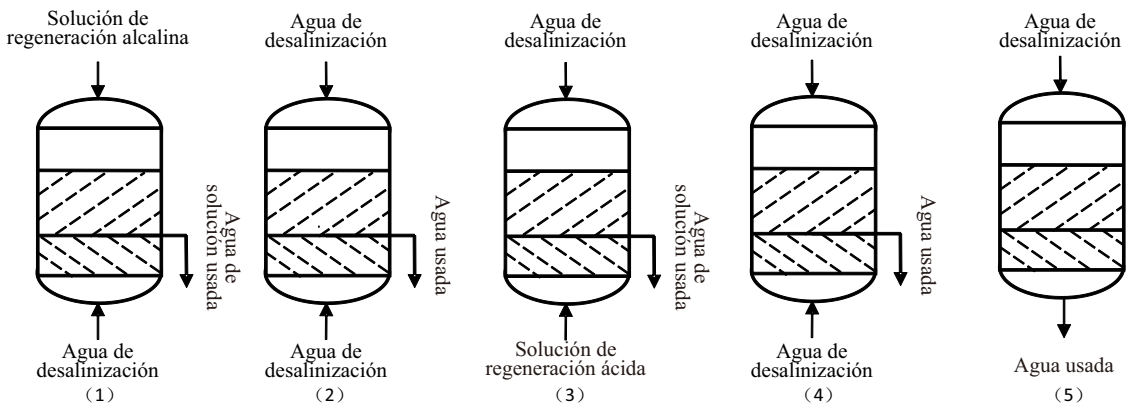
mientras tanto, deje que el agua de desalinización entre desde la parte inferior y llegue a la resina catiónica, con el fin de reducir la posibilidad de contaminación de la resina catiónica por la solución alcalina, la solución de regeneración es drenada desde el dispositivo de drenaje intermedio de la línea divisora de resina aniónica y resina catiónica.

2) Limpieza después de la entrada de álcali: después de cumplir la entrada de la solución de regeneración de álcali, se deja que el agua desalinizada pase por la capa de resina desde arriba y abajo en la misma dirección y la misma velocidad de flujo como se mencionan anteriormente para el lavado hasta que la alcalinidad del agua drenada se reduzca a por debajo de (OH^-) 0,5mmol/L;

3) Entrada de ácido en resina catiónica: suministre 3%~5% de solución de regeneración ácida (generalmente se utiliza HCl) desde la parte inferior para regenerar la resina catiónica, mientras tanto, deje entrar agua de desalinización de caudal pequeño desde la parte superior para limpiar la resina aniónica, y evite que la solución ácida entre en la capa de resina aniónica, y la solución residual de regeneración todavía es drenada de la línea divisora de resina aniónica y resina catiónica;

4) Limpieza después de la entrada de ácido: después de cumplir la entrada de la solución de regeneración de ácido, deje que el agua de desalinización pase por la capa de resina en la misma dirección y misma velocidad de flujo como se mencionan en el paso 3), realice el lavado hasta que la acidez del agua drenada se reduzca a por debajo de (H^+) 0,5mmol/L;

5) Lavado general: deje que el agua de desalinización entre desde la parte superior, drene el agua de la parte inferior, siga lavando hasta que la conductividad eléctrica del agua drenada sea menos de 1,5μS/cm. En el proceso de lavado, para eliminar las esquinas muertas, a veces también se puede realizar un retrolavado a corto tiempo de 2min~3min cada vez para elevar el efecto de limpieza.



(1) - Entrada de álcali en resina aniónica; (2) - Lavado después de la entrada de álcali; (3) - Entrada de ácido en resina catiónica; (4) - Lavado después de la entrada de ácido; (5) Lavado general

Figura 5-4 Diagrama esquemático del proceso del método de regeneración de dos pasos dentro del cuerpo del lecho mixto

(b) Método de tratamiento sincrónico: es decir, durante la regeneración, se deja que el álcali entre en la capa de resina aniónica desde la parte superior en el mismo tiempo de la regeneración, el ácido entra en la capa de resina catiónica desde la parte inferior, y la solución residual de

regeneración es drenada desde la línea divisora de resina aniónica y resina catiónica. La duración de su regeneración depende de la duración de regeneración de la resina aniónica, y el procesos de su limpieza es igual al método de dos pasos. La ventaja de este método es la corta duración de regeneración, y la desventaja es el control no fácil. Si desea obtener un efecto de regeneración satisfactorio, se necesita un sistema de regeneración de diseño preciso y las operaciones precisas.

Cuando utiliza la regeneración in vivo, se debe tener en cuenta de evitar la contaminación del agua saliente durante el funcionamiento por ácido y álcali. Durante el diseño, se debe tener cuenta del aislamiento entre la solución ácida, la solución alcalina y el agua saliente. Por ejemplo, en el tubo de entrada de ácido que conecta con el tubo de salida de agua, se debe establecer dos válvulas. Además, el volumen de resina aniónica y resina catiónica llenado debe permitir justamente que los dos tipos de resina se crucen entre sí en el dispositivo de drenaje intermedio. De lo contrario, después de la estratificación, si la resina aniónica está por debajo del dispositivo de drenaje intermedio o la resina catiónica está por encima del dispositivo de drenaje intermedio, esta parte de resina no podrá ser regenerada, lo que afecta la capacidad de intercambio de funcionamiento.

En cuanto al consumo específico del agente de regeneración de la regeneración del lecho mixto, generalmente para la resina catiónica es doble el volumen teórico, y para resina aniónica, es triple el volumen teórico.

(3) Mezcla de resina aniónica y resina catiónica

Después de la regeneración y la limpieza de la resina, antes de su puesta en servicio, se debe volver a mezclar uniformemente la resina estratificada. Para mezclar uniformemente las resinas, se puede adoptar el método de conducción de aire comprimido desde la parte inferior para realizar la mezcla, el aire comprimido usado debe pasar el tratamiento de purificación para evitar que las impurezas aceitosas en el aire comprimido contaminen la resina. Antes de mezclar las resinas, se debe bajar el nivel de agua en el intercambiador a 100mm~150mm por encima de la superficie de la capa de resina. Durante la mezcla, la presión del aire comprimido conducido generalmente es de 0,1MPa~0,15MPa, el caudal es de (2,5~3,0) $m^3/(m^2 \cdot s)$, y en cuanto a la duración de mezcla, se debe ver si las resinas se mezclan de forma uniforme, generalmente es de 0,5min~1,0min. Si la duración de conducción de aire comprimido es demasiado larga, las resinas pueden desgastarse fácilmente.

En algunos lechos mixtos, después de la mezcla de las resinas, la relación de resina aniónica y resina catiónica en la capa inferior siempre se aproxima a la relación de mezcla prevista, y la relación de mezcla de la resina de capa superior es relativamente grande, la causa es el drenaje no oportuno después de la mezcla de la resina o la insuficiente velocidad de drenaje de agua después de la mezcla de las resinas, y eso causa la re-estratificación en el proceso de subsidencia de resina. Para permitir la mezcla uniforme del conjunto de resinas, además de conducir cierta cantidad de aire comprimido y mantenerlo durante cierto tiempo, al desactivar el aire comprimido, se debe forzar la caída rápida de la resina en una velocidad de drenaje suficientemente grande. Mientras tanto, también se permite la entrada de agua de la parte superior para acelerar la subsidencia de la resina y evitar su re-separación.

(4) Lavado

La capa de resina mixta todavía debe ser lavado con agua de desalinización después de su puesta en servicio. Generalmente, la velocidad de flujo del lavado es de 10m/h~20m/h. Sólo se debe poner en servicio la producción de agua cuando el agua saliente sea calificada después del lavado. En la etapa inicial del lavado, si el agua drenada es relativamente túrbida, se la puede drenar en la zanja. Cuando el agua drenada se acelere, se la puede reciclar.

(5) Funcionamiento de producción de agua

En caso de lavado del lecho mixto hasta que la conductividad eléctrica del agua saliente ≤0,2μS/cm, contenido de silicio≤20μg/L, se puede cambiar al funcionamiento de producción de agua, cuyo método de operación es igual al del lecho fijo ordinario, pero se debe adoptar la velocidad de flujo de funcionamiento más alta que la del lecho de sola capa.

Para el lecho mixto, cuando la altura de la capa de resina y la velocidad de flujo del funcionamiento se encuentran dentro de cierto rango, el impacto a la conductividad eléctrica del agua saliente no será grande. Sin embargo, si la capa de resina está demasiado baja (por ejemplo, menos de 0,6m), la elevación de la velocidad de flujo afectará evidentemente la calidad del agua saliente. Cuando la velocidad de flujo del funcionamiento del lecho mixto es demasiado baja, se formará una película de agua de borde relativamente gruesa en la superficie de las partículas de la resina, lo que afectará la velocidad del intercambio iónico y reducirá la calidad del agua saliente; y cuando la velocidad de flujo es demasiado alta, los iones serán llevados hacia afuera antes de ser dispersados en el interior de la resina para el intercambio, lo que causará la elevación de la conductividad eléctrica del agua, además, la velocidad de flujo demasiado alta aumentará el espesor de la capa protectora y reducirá la capacidad de intercambio de funcionamiento de la resina. Por eso, la velocidad de flujo del funcionamiento del lecho mixto general debe ser entre 40m/h~60m/h.

La calidad del agua saliente del lecho mixto es relativamente estable, la conductividad eléctrica generalmente puede ser menos de 0,1μS/cm. En caso general, la calidad del agua entrante y el nivel de regeneración de la resina no generan un impacto grande a la conductividad eléctrica del agua saliente, pero generan un impacto evidente al volumen de producción de agua cíclico. Es que el nivel de regeneración de la resina en el lecho mixto no es alto, y la tasa de utilización de su capacidad de intercambio es relativamente baja, para asegurar cierto ciclo de producción de agua, la conductividad eléctrica y el contenido de silicio en el agua entrante no deben ser demasiado altos. Generalmente se debe controlar la calidad del agua entrante del lecho mixto en: conductividad eléctrica ≤10μS/cm, contenido de silicio ≤100μg/L.

El funcionamiento intermitente genera un impacto relativamente pequeño a la calidad del agua saliente del lecho mixto. Al igual que el lecho de sola capa, cuando el intercambiador vuelve a ponerse en servicio después de cierto tiempo de parada, la conductividad eléctrica del agua saliente siempre es descalificada en el principio, se necesita realizar un lavado a corto tiempo para que el agua saliente sea calificada. Sin embargo, el tiempo de lavado para que el lecho mixto alcance el nivel

calificado sólo es de 3min~5min, y este tiempo para el lecho de sola capa generalmente es más de 10min.

El punto final del funcionamiento del lecho mixto es relativamente evidente, cuando se aproxime a la invalidez del intercambiador, la conductividad eléctrica del agua saliente sube de forma relativamente rápida, por eso, es relativamente fácil iniciar oportunamente la regeneración mediante la monitorización de la conductividad eléctrica en línea, facilitando el control automático.

5.3 Tratamiento de desalinización de ósmosis inversa

5.3.1 Generalidades del tratamiento con membrana de ósmosis inversa

El tratamiento con membrana de ósmosis inversa es la tratamiento de desalinización desarrollado en los siglos XX. En los años recientes, con el desarrollo incesante de la tecnología de tratamiento de membrana y la gran reducción del precio de las membranas, el tratamiento de desalinización de ósmosis inversa se aplica cada vez más. Se aplica ampliamente en el sistema de tratamiento de agua de muchos ámbitos, por ejemplo, desalinización de agua de mar, caldera, electrónico, farmacia, tratamiento médico, prueba en laboratorio, agua potable, etc.

La ósmosis inversa principalmente se utiliza para eliminar las sales inorgánicas disueltas en el agua, con el fin de reducir significativamente el contenido de sal en el agua. El dispositivo de tratamiento de ósmosis inversa (también se llama dispositivo RO) no sólo tiene un alto nivel de automatización y ocupa un área pequeña, sino también es relativamente amigable al medio ambiente y prácticamente no genera contaminación.

En comparación con el tradicional tratamiento de desalinización por intercambio iónico, el costo de inversión única en el dispositivo de ósmosis inversa es relativamente alto, pero el costo de funcionamiento cotidiano es relativamente bajo, especialmente para el agua cruda de contenido de sal relativamente alto (conductividad eléctrica superior a 500μS/cm), su rendimiento económico de funcionamiento es mejor que el del tratamiento de desalinización por intercambio de cationes y aniones, además, tiene alta aplicabilidad en el agua, la estabilidad de la calidad del agua saliente está garantizada, y puede aliviar la presión de protección ambiental.

El dispositivo de tratamiento de agua de ósmosis inversa es como se muestra en Figura 5-5, generalmente abarca: filtro de seguridad, bomba de alta presión, elemento de membrana de ósmosis inversa y carcasa de membrana, instrumento y tubería de conexión, dispositivo de control eléctrico y cable, etc. Además, también debe contar con dispositivo de pretratamiento delantero, dispositivo de dosificación de inhibidor de ósmosis inversa y dispositivo de lavado químico, etc. De los cuales, la membrana de ósmosis inversa es el núcleo del dispositivo de ósmosis inversa, es el punto clave de asegurar el efecto de desalinización.



Figura 5-5 Dispositivo de ósmosis inversa

Cabe mencionar: a diferencia de la desalinización por intercambio iónico, la pureza (conductividad eléctrica) del agua saliente de ósmosis inversa se relaciona estrechamente con el contenido de sal del agua entrante y la tasa de producción de agua (también se llama tasa de recuperación de agua cruda). Cuando la tasa de producción de agua es constante, mayor el contenido de sal en el agua entrante, mayor la conductividad eléctrica del agua saliente, y mayor la dureza del agua saliente; si la tasa de producción de agua se reduce, la calidad del agua saliente elevará, pero la eficiencia de producción de agua se reducirá, el consumo energético aumentará, y es posible que el agua todavía no pueda cumplir el requisito de calificación. Por eso, el agua saliente de ósmosis inversa siempre no puede cumplir perfectamente con los requisitos de alimentación de agua a la caldera. Para las calderas industriales, se necesita añadir un tratamiento de ablandamiento avanzado, y para calderas de central eléctrica u otras situaciones en que se necesita producir agua ultra pura, se necesita realizar tratamiento de lecho mixto de intercambio iónico o tratamiento profundo de desalinización eléctrica más allá.

En caso general, la tasa de desalinización requerida del dispositivo de ósmosis inversa (es decir, el porcentaje entre el contenido de sal eliminada y el contenido de sal en el agua entrante) es entre 95%~98%, que puede calcularse según la fórmula 5-8:

$$\eta\ \% = \frac{S_J - S_C}{S_J} \times 100\% \qquad (5\text{-}8)$$

Donde: η% —— Tasa de desalinización, %;

S_J—— Contenido de sal (o conductividad eléctrica) en el agua entrante, mg/L (μS/cm);

S_C—— Contenido de sal (o conductividad eléctrica) en el agua de producto mg/L（μS/cm）.

Caso: una empresa de la Provincia de Sichuan se ha equipado con una caldera de vapor de modelo SZS55-1.25-Q, y se requiere controlar la conductividad eléctrica del agua de reposición ≤20 μS/cm, dureza ≤0,03 mmol/L, la conductividad eléctrica media del agua cruda es de 36 μS/cm, la dureza media es de 4,8 mmol/L, y se requiere que la tasa de desalinización del dispositivo de tratamiento secundario RO nuevamente instalado alcance 98%, ¿si la calidad del agua saliente puede cumplir con los requisitos del agua de reposición a la caldera?

Respuesta: mediante la conversión de la fórmula 5-8, cuando la tasa de desalinización es de 98%, se puede obtener los resultados siguientes mediante cálculos: la conductividad eléctrica del agua saliente es de 16,7 μS/cm, la dureza es de 0,096mmol/L, aunque la conductividad eléctrica del agua saliente cumple con los requisitos de uso de agua, la dureza excede el estándar y no cumple con lo estipulado en la norma nacional; aunque la calidad del agua saliente podrá elevar mediante la reducción de la tasa de producción de agua, será difícil cumplir con el estándar calificado. Además, después de un período de tiempo de funcionamiento del dispositivo RO, la tasa de desalinización se reducirá gradualmente, la calidad del agua cruda también fluctuará, por eso, la dureza del agua alimentada no puede cumplir con el estándar fácilmente, y es fácil causar incrustaciones en la caldera. La solución es: establecer un descalcificador de agua antes del dispositivo RO, con el fin de reducir significativamente la dureza del agua entrante de ósmosis inversa. En esta manera, no sólo se puede evitar generar incrustaciones en la membrana de ósmosis inversa para prolongar la vida útil de la membrana, sino también puede asegurar que la dureza del agua saliente cumpla con los requisitos en el estándar de agua alimentada a la caldera.

Para ahorrar el costo de inversión, muchos usuarios combinan el tratamiento de ósmosis inversa y el tratamiento de intercambio iónico, así no sólo se puede reducir el costo de inversión, sino también puede asegurar que la calidad del agua de producto cumpla con los requisitos del agua alimentada a la caldera o de producción de agua pura o agua ultra pura en otros casos. Los sistemas combinados de tratamiento de desalinización típicos comunes abarcan:

(1) Filtrado por arenas o filtrado multi-medio → Filtrado por carbón activo → Intercambio de iones de sodio → Ósmosis inversa → Tanque de agua desalinizada (aplicable a la producción de agua pura o la producción de agua ablandada de bajo contenido de sal mediante agua cruda de alto contenido de sal);

(2) Filtrado por arenas o filtrado multmedio → Filtrado por carbón activo → Intercambio de iones H+ ácidos débiles → Eliminador de carbono → Tanque de agua intermedio → Ósmosis inversa → Tanque de agua desalinizada (aplicable a la producción de agua pura mediante agua cruda de contenido de sal y dureza de carbonatos relativamente altos o la producción de agua ablandada de bajo contenido de sal);

(3) Agua limpia → Filtrado por arenas o filtrado multimedio → Filtrado por carbón activo o

ultrafiltración → Ósmosis inversa de conexión en serie de dos etapas → Tanque de agua desalinizada (aplicable a la producción de agua pura mediante agua de alto contenido de sal, antes de la ósmosis inversa, se necesita añadir inhibidor);

(4) Agua limpia → Filtrado por arenas o filtrado multimedio → Filtrado por carbón activo o ultrafiltración → Ósmosis inversa de conexión en serie de dos etapas → Lecho mixto de intercambio de cationes y aniones → Tanque de agua desalinizada (aplicable a la producción de agua ultra pura, antes de la ósmosis inversa, se necesita añadir inhibidor);

(5) Agua limpia → Filtrado por arenas o filtrado multimedio → Filtrado por carbón activo o ultrafiltración → Intercambiador H^+ ácido débil → Eliminador de carbono → Tanque de agua intermedio → Ósmosis inversa de conexión en serie de dos etapas → Lecho mixto de intercambio de cationes y aniones → Tanque de agua desalinizada (aplicable a la producción de agua ultrapura mediante agua cruda de contenido de sal y dureza de carbonatos relativamente altos).

En el sistema de ósmosis inversa de conexión en serie de dos etapas, el agua concentrada drenada en la segunda etapa puede retornar funcionando como el agua entrante de la primera etapa.

5.3.2 Contaminación de la membrana y su prevención

En el proceso de tratamiento por membrana, la contaminación de la membrana es un problema frecuente. La contaminación de la membrana generalmente se refiere al fenómeno de la reducción de la permeabilidad al agua o la capacidad de separación de la membrana por la disminución o el atasco de los poros de la membrana debido a la adsorción o la sedimentación de las partículas, partículas coloidales, materia orgánica, microorganismos y otros solutos macromoleculares en el líquido tratado en la superficie de la membrana o dentro de los poros de la membrana debido a las acciones fisicoquímicas o mecánicas con la membrana.

5.3.2.1 Formas de contaminación de la membrana

Las formas principales de la contaminación de la membrana abarcan contaminación de la cobertura de la superficie de la membrana y contaminación de atasco de poros dentro de la membrana. La capa de contaminación de la superficie de la membrana generalmente es de estructura de dos capas, la capa superior es la capa suelta de partículas relativamente grandes, y la capa fina de tamaño de partículas pequeña pega firmemente en la superficie de la membrana. En caso general, la contaminación en la capa suelta no es suficiente para generar gran impacto al rendimiento de la membrana, y puede ser enjuagada bajo el efecto de la fuerza de cizallamiento de la corriente de agua durante el retrolavado. La capa fina en la superficie de la membrana tiene un impacto relativamente grande al rendimiento normal de la membrana. Debido a la existencia de esta capa de contaminación, una gran cantidad de poros de la membrana son cubiertos, y la reacción prolongada entre las partículas dentro de esta capa y otras impurezas puede formar torta de filtración fácilmente mediante la gelificación, lo que puede aumentar la resistencia de permeabilidad del agua. El atasco de los poros de la membrana se refiere a la entrada de las partículas finas en los poros de la membrana, o la disminución o el atasco completo de los poros de la membrana debido a los sedimentos generados

por la adsorción de proteína u otras impurezas en la pared interna de los poros de la membrana. La generación de este fenómeno generalmente es un proceso irreversible, y dañará gravemente el rendimiento de la membrana.

5.3.2.2 Sustancias de contaminación comunes

Las sustancias de contaminación comunes generalmente pueden dividirse en los tipos siguientes:

(1) Contaminación por coloide: el coloide principalmente existe en el agua superficial, en particular, con el cambio de la temporada, el coloide y los sólidos suspendidos en el agua, como la arcilla y el limo se distribuyen uniformemente en el cuerpo de agua, lo que es extremadamente dañino para la membrana filtrante. Es que en el proceso de tratamiento de la membrana, una gran cantidad de partículas coloidales se desbordan en la superficie de la membrana a través del flujo de agua de la membrana, y después de un largo tiempo de funcionamiento continuo, las partículas interceptadas por la membrana pueden formar la capa de coloide fácilmente. Algunas partículas de tamaño igual o inferior al diámetro de poros de la membrana incluso pueden penetrar en el interior de los poros de la membrana, atascando el canal de flujo de agua generando un fenómeno de degradación irreversible.

(2) Contaminación por materia orgánica: entre las materias orgánicas del agua, algunas existen en el agua natural, como el ácido húmico y los taninos, y algunas se añaden artificialmente en el proceso de tratamiento del agua, como los tensioactivos, detergentes y floculantes poliméricos, etc. Estas sustancias también pueden adsorberse fácilmente en la superficie de la membrana perjudicando el rendimiento de la membrana.

(3) Contaminación por microorganismos: la contaminación por microorganismos también es un factor peligros para el funcionamiento seguro de la membrana. Algunos nutrientes son interceptados por la membrana acumulándose en la superficie de la membrana, las bacterias se reproducen rápidamente en este entorno. Las bacterias vivas junto con los materiales de excreción forman moco microbiano y se adhieren firmemente a la superficie de la membrana. Estos mocos y otros sedimentos se combinan para formar una capa de cobertura compleja, este resultado no sólo afecta la cantidad de agua permeable a la membrana, sino también incluye daños irreversibles a la membrana.

(4) Incrustaciones: cuando el agua cruda se concentra hasta cierto nivel dentro del elemento de la membrana, las sales insolubles y las sustancias que se ensucian fácilmente contenidas en el lado del agua concentrada precipitan debido a la sobresaturación y se sedimentan en la superficie de la membrana o en el canal del agua concentrada. Este fenómeno se denomina "incrustación", que puede atascar fácilmente los poros de la membrana y afectar el flujo de agua.

5.3.2.2 Prevención de la contaminación de la membrana

Para evitar la contaminación de la membrana, se necesita establecer un dispositivo de pretratamiento antes del dispositivo RO. Generalmente, se necesita establecer filtro multi-medio o filtro de arena de cuarzo para eliminar las impurezas suspendidas y sustancias cicloidales en el agua cruda; se establece filtro de carbón activo para eliminar las materias orgánicas y cloro residual; se

establece intercambio de iones de sodio para eliminar o reducir la dureza con el fin de evitar generar incrustaciones en la membrana (en algunos casos se añade inhibidor para evitar generar incrustaciones); el establecimiento del microfiltro o ultrafiltro puede eliminar las sustancias cicloidales o microorganismos de forma relativamente completa, pero el costo de inversión es relativamente alto, y la película filtrante puede ser bloqueada fácilmente por las partículas o sustancias cicloidales de diámetro similar al diámetro de los poros de la membrana. Por eso, en el sistema de tratamiento de membrana, se necesita añadir esterilizante adecuado y realizar lavado químico regular en la superficie de la membrana.

5.4 Aplicación de válvula de control automático Runxin en el sistema de desalinización

5.4.1 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de desalinización de intercambio iónico

El material de la válvula de control automático Runxin tiene rendimiento de resistencia a ácido y álcali, por eso, es adaptable al tratamiento de desalinización del intercambiador de cationes y aniones. La válvula de ablandamiento Runxin es adaptable al intercambiador de aniones / cationes, pero en el uso real, se utiliza álcali o ácido para la regeneración, y no se utiliza sal para la regeneración. Para el lecho mixto de producción de agua ultrapura (la resina de intercambio catiónico y la resina de intercambio aniónico se colocan en el mismo tanque de resina para lecho mixto según la relación especificada). Los modelos principales de válvula de control Runxin adaptables al lecho mixto son 15702 y 15704. La válvula de control para lecho mixto tiene dos dispositivos de chorro incorporados, que pueden absorber ácido, álcali o lavar ácido, álcali respectivamente.

5.4.2 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de pretratamiento del dispositivo de ósmosis inversa

El sistema de pretratamiento permanente en el sistema de pretratamiento del dispositivo de ósmosis inversa es: filtrado por arenas o filtrado multimedio → filtrado por carbón activo → intercambio de iones de sodio → ósmosis inversa; si la dureza y la alcalinidad del agua cruda son relativamente altas, también se lo puede configurar como: filtrado por arenas o filtrado multimedio → filtrado por carbón activo → intercambio de iones H^+ ácidos débiles → eliminador de carbono → ósmosis inversa, así se puede aprovechar las ventajas de capacidad de intercambio grande desde la resina de intercambio de iones ácidos débiles a la dureza de carbonatos y la regeneración fácil para eliminar la dureza de carbonatos y evitar generar incrustaciones en la membrana. La válvula de control automático aplicable es igual a la válvula de control de los filtros y descalcificadores de agua generales.

5.4.3 Casos de aplicación de válvula Runxin en el sistema de tratamiento de agua desalinizada

5.4.3.1 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de desalinización del agua potable

(1) Antecedentes de aplicación

En muchos países europeos, se necesita proporcionar una gran cantidad de agua potable doméstica en algunas plantas grandes, gasolineras, zonas de servicio de autopista y otros lugares de gente relativamente concentrada o con alto tráfico de personas. Y dichos lugares generalmente se encuentran en las regiones remotas alejadas de las ciudades, a donde es difícil suministrar el agua corriente, por eso principalmente se utiliza el agua subterránea tratada como el agua potable. Pero la condición de la calidad del agua subterránea es relativamente complicada, el tratamiento simple siempre no puede cumplir con los requisitos de agua potable, y se necesita realizar tratamiento de ósmosis inversa.

(2) Generalidades del proyecto

La empresa WATER WAREHOUSE de Brasil proporciona el sistema de agua potable para el personal que construye el sistema de gestión y facturación de una gasolinera y los clientes que pasan por la gasolinera. El agua cruda es agua subterránea, el resultado medido medio de la calidad del agua: TDS es de 1500mg/L, dureza es de 300 ppm (6 mmol/L), contenido de hierro es de 4ppm~5ppm, contenido de manganeso es de 0~2 ppm, contenido de cloruro es de 450mg/L, que pertenece al agua salobre de alto contenido de sal y alta dureza. Se requiere producir agua potable clara, de TDS ≤80mg/L, dureza ≤30 ppm(0,6 mmol/L), contenido de cloruro ≤30 mg/L y de caudal de producción de agua de 0,5m^3/h. Para este fin, en el diseño se utiliza el sistema RO para reducir el contenido de sal y la dureza.

Considerando que el contenido de hierro manganeso en el agua subterránea excede el estándar, que puede causar contaminación en la membrana RO fácilmente. Al realizar el pretratamiento, después de añadir cloro e hidróxido de sodio en el agua cruda, el agua pasa por el dispositivo de eliminación de hierro y manganeso, y luego pasa por el filtro de carbón activo, el ablandamiento por resina, luego entra en el sistema de ósmosis inversa. Se utiliza dos juegos de válvula filtrante automática 53502, que están equipados con dispositivo de eliminación de hierro y manganeso y filtro de carbón activo; un juego de válvula de ablandamiento automática 63502, que está equipada con un tanque de resina de diámetro de 0,4m y altura de 1,65m, para constituir el dispositivo de pretratamiento. El diagrama de flujo de procesos de todo el juego de dispositivo de tratamiento de agua es: agua del pozo → bomba de agua → adición de cloro e hidróxido de sodio → filtrado para eliminación de hierro y manganeso → filtrado por carbón activo → ablandamiento → unidad principal de RO → tanque de agua potable → bomba de sobrealimentación → desinfección → punto para beber agua potable. La disposición de los dispositivos del sistema se muestra en Figura 5-6, la instalación de los dispositivos se muestra en Figura 5-7.

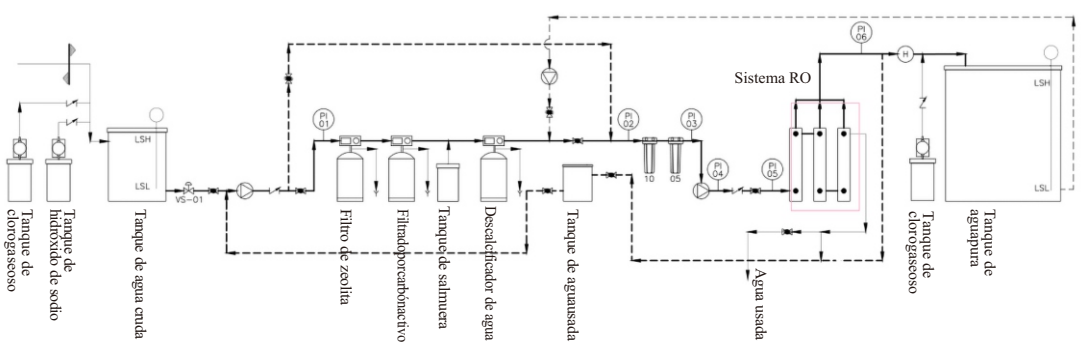


Figura 5-6 Diagrama esquemático de disposición del sistema de tratamiento de agua potable



Figura 5-7 Sistema de pretratamiento del dispositivo RO

(4) Efecto de funcionamiento

Desde la instalación y el uso de este dispositivo a principios de 2017, el sistema sigue funcionando de forma estable, con agua producida calificada y control automatizado bueno.

5.4.3.2 Aplicación de válvula Runxin en la ósmosis inversa durante el cultivo de plantas

Con el desarrollo social y los avances tecnológicos, los equipos de agua purificada de desalinización por ósmosis inversa se aplican ampliamente en los ámbitos de bebidas, industria química, procesamiento de alimentos, farmacia, crianza, plantación, etc. Es que la membrana de ósmosis inversa puede contaminarse fácilmente por las impurezas, en particular, cuando la turbidez y la dureza del agua entrante están relativamente altas, la superficie de la membrana puede dañarse fácilmente, y los canales de poros de la membrana pueden atascarse fácilmente, eso puede afectar evidentemente la tasa de desalinización y la tasa de producción de agua en el tratamiento de ósmosis inversa. Por eso, un juego completo de dispositivo de agua purificada de ósmosis inversa, el prefiltro y el pretratamiento a prueba de incrustaciones no deben ignorarse. La válvula de control automático Runxin se aplica en el prefiltrado y el tratamiento de ablandamiento del dispositivo de desalinización de ósmosis inversa con el fin escoltar el funcionamiento estable prolongado del sistema. A continuación, presentamos los casos de aplicación de la válvula de control automático Runxin en el pretratamiento del sistema de ósmosis inversa para su referencia.

(1) Antecedentes de aplicación

Un parque industrial de hongos raros en la Ciudad de Guiyang, Provincia de Guizhou. El agua cruda es el agua municipal, cuyo contenido medio de sal es de 286mg/L, y dureza media es de 4,4mmol/L. Es que el contenido de sal (la conductividad eléctrica) del agua es relativamente

alto afectando la calidad y el crecimiento de los productos, por eso, en el diseño se adopta un diseño de desalinización de ósmosis inversa de dos etapas (es decir, dispositivo RO) con el fin de reducir el contenido de sal (la conductividad eléctrica) en el agua cruda y satisfacer las necesidades del agua de riego de los hongos raros. Es que la dureza del agua es relativamente alta, que puede causar fácilmente el atasco de los poros de la membrana por las incrustaciones generadas en la superficie de la membrana de ósmosis inversa. Para evitar el daño de la membrana de ósmosis inversa, prolongar la vida útil de la membrana y garantizar la tasa de desalinización y la tasa de producción de agua del dispositivo RO, se establece un sistema de pretratamiento antes del dispositivo RO: se configura el filtrado de dos etapas: filtro de arena de cuarzo y filtro de carbón activado, la turbidez requerida del agua saliente es $<$1,0NTU; se configura el descalcificador de agua para controlar la dureza del agua saliente ≤0,06mmol/L.

(2) Generalidades del proyecto y configuración de equipos

a) Configuración del filtro de arenas: tanque de FRP de 400×1650, dentro del tanque se llena 200kg de arenas de cuarzo, y se selecciona la válvula filtrante Runxin 51106.

b) Configuración del filtro de carbón activado: tanque de FRP de 400×1650, dentro del tanque se llena 75kg de cáscara de nuez, y se selecciona la válvula filtrante Runxin 51106.

c) Configuración del descalcificador de agua: tanque de FRP de 400×1650, dentro del tanque se llena 150L de resina de intercambio de iones de sodio, tanque de salmuera de 200L, y se selecciona la válvula de ablandamiento de tipo caudal totalmente automática de Runxin 63604.

En el sitio del sistema se ha designado al personal dedicado para el mantenimiento con el fin de monitorizar regularmente los indicadores de la calidad del agua saliente. La válvula de ablandamiento se configura como el tipo instantáneo de caudal A-02 con el fin de asegurar el abastecimiento del agua blanda a la unidad principal RO; mientras tanto, se configura b-01 en salida de señal. Durante la regeneración del descalcificador de agua, se emite la señal, la unidad RO deja de funcionar; al finalizar la regeneración, se recupera el funcionamiento automáticamente para evitar el daño de la bomba de alta presión por el funcionamiento sin agua durante la regeneración del equipo de ablandamiento de agua.

El flujo de procesos del sistema de tratamiento de agua es: abastecimiento de agua municipal → tanque de agua cruda → bomba de agua cruda → filtro de arenas → filtro de carbón → descalcificador de agua → unidad principal RO → tanque de agua pura → bomba de sobrealimentación → punto de agua de riego. Véase Figura 5-8 para los equipos y dispositivos.



Figura 5-8 Filtro de arenas - Filtro de carbón → Pretratamiento de ablandamiento y sistema RO y tanque de agua pura

(3) Efecto de funcionamiento

Mediante las pruebas, el agua producida en el sistema cumple completamente con el estándar de uso de agua. Desde su instalación y puesta en servicio a principio de 2019 hasta la fecha, el sistema sigue funcionando de forma estable con la calidad de agua producida calificada y el control automatizado bueno. El cliente ha afirmado su rendimiento.

5.4.3.3 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de producción de agua ultrapura

(1) Antecedentes de aplicación

Una empresa farmacéutica en Mongolia Interior de China, que requiere agua ultrapura en la producción. El agua cruda es agua subterránea, la situación de calidad de agua medida: turbidez 8NTU~9NTU, conductividad eléctrica 1100 μs/cm ~ 1200 μs/cm, dureza 4 mmol/L ~ 5,5 mmol/L. Se requiere producir agua ultrapura de conductividad eléctrica ≤0,3 μs/cm, y el volumen de agua producida requerido es de $8m^3/h$ ~ $12\ m^3/h$. Para este fin, en el diseño se adopta ósmosis inversa RO de dos etapas + tratamiento de desalinización eléctrica EDI, y configura filtro de arena de cuarzo y filtro de carbón activo antes de ellos para cumplir con los requisitos de agua entrante para el diseño de ósmosis inversa.

(2) Generalidades del proyecto

Es que la turbidez y la dureza del agua cruda no son muy altas, en el diseño del sistema se utiliza el agua saliente después del filtro de arena de cuarzo y el filtro de carbón activo, y se agrega el inhibidor para evitar generar incrustaciones en la membrana RO, esta agua funciona como el agua entrante del dispositivo de ósmosis inversa, el agua pura después del tratamiento de ósmosis inversa de dos etapas entra en el tratamiento de desalinización profunda EDI para producir el agua ultrapura.

En el sistema de pretratamiento se configura un filtro de arena de cuarzo y un filtro de carbón activo, el tanque equipado es de diámetro de 1,5m y altura de 2,4m. Ambos filtros utilizan válvula filtrante de control automático de tipo tiempo de Runxin 53530. Véase Figura 5-9 para el bosquejo del flujo de procesos, véase Figura 5-10 para la instalación de los equipos.

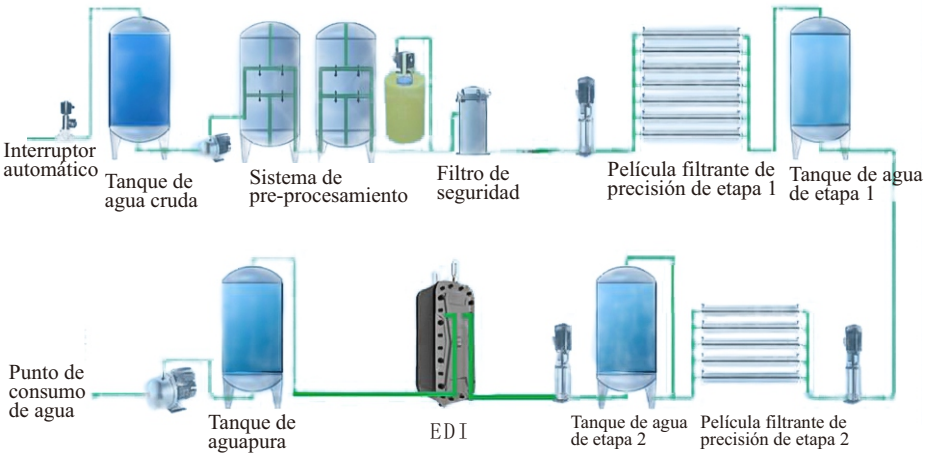


Figura 5-9 Diagrama de flujo de procesos de filtros y ósmosis inversa de dos etapas



Figura 5-10 Sistema de filtros y ósmosis inversa de dos etapas

El flujo de procesos del sistema de tratamiento de agua es: tanque de agua cruda → bomba de agua cruda → filtro multimedio → filtro de carbón activado → dosificación del inhibidor → filtro de seguridad → bomba de alta presión → dispositivo de ósmosis inversa de conexión en serie de dos etapas → tanque de agua intermedio → bomba de entrada de agua de EDI → desalinización eléctrica EDI → tanque de agua ultrafina → bomba de suministro de agua → filtro de terminal → esterilización por UV → agua para preparados farmacéuticos.

(3) Efecto de funcionamiento

Desde la instalación y el uso de este sistema a principios de 2018, sigue funcionando de forma estable, la calidad del agua producida cumple con los requisitos de producción, y su control automatizado es bueno.

5.4.3.4 Aplicación de válvula Runxin en el tratamiento de desalinización del agua de reposición a la caldera

(1) Antecedentes de aplicación

Una cervecería en Xichang, Provincia de Sichuan, hubo una caldera a carbón de capacidad de evaporación de 6m^3/h, el agua de reposición está sujeta al tratamiento de ablandamiento por el intercambiador de iones de sodio de control automático. Para adaptarse a las nuevas políticas de protección ambiental del país, la cervecería ha eliminado la caldera a carbón original y utiliza la caldera de calentamiento eléctrico de misma capacidad de evaporación. Es que la caldera de calentamiento eléctrico tiene un requisito más alto sobre la calidad del agua alimentada, el tratamiento de ablandamiento de agua original ya no puede satisfacer los requisitos de alimentación de agua para la caldera, y requiere una actualización. Para este fin, el agua de reposición pasará por el tratamiento de ósmosis inversa de dos etapas después del ablandamiento. El agua cruda usada en esta planta es el agua corriente municipal, el resultado medio de medición de su calidad es: valor pH 7,2, dureza 1,8 mmol/L, alcalinidad total 0,9 mmol/L. Se requiere la dureza del agua saliente $< 0{,}03$ mmol/L, la conductividad eléctrica ≤ 5 μS/cm, el caudal de producción de agua 10m^3/h.

(2) Generalidades del proyecto

Para evitar la contaminación de la membrana RO y prolongar la vida útil de la membrana, se equipa con un filtro de arena de cuarzo para eliminar las impurezas suspendidas y reducir la turbidez; y con un filtro de carbón activo para eliminar el cloro residual y la materia orgánica. Tanque de FRP equipado para los dos filtros: diámetro de 1,5m, altura de 2,2m, llenado respectivamente con arena de cuarzo y carbón activo, uso de válvula filtrante de control automático 53530; se reserva el descalcificador de agua automático original para reducir la dureza; el agua saliente después del filtrado y el ablandamiento pasa por el filtro de seguridad y entra en la bomba de alta presión, luego es tratada en el dispositivo RO de conexión en serie de dos etapas y entra en el tanque de agua desalinizada, luego es bombeada al desaireador por la bomba, luego es alimentada a la caldera.

El flujo de procesos del sistema es: agua corriente municipal → tanque de agua cruda → bomba de agua cruda → filtro multimedio → filtro de carbón activo → descalcificador de agua → filtro de seguridad → sistema RO de ósmosis inversa de conexión en serie de dos etapas → tanque de agua desalinizada. La instalación de los equipos se muestra en Figura 5-11.

(3) Efecto de funcionamiento

Desde la instalación y el uso de este sistema a principios de 2018, sigue funcionando de forma estable, el agua producida cumple completamente con los requisitos de uso de agua de la caldera, y su control automatizado es bueno.



Figura 5.11 Sistema RO y dispositivo de pretratamiento

5.4.3.5 Aplicación de válvula Runxin en lecho mixto

(1) Antecedentes de aplicación

En el proceso técnico de producción de polvo de plata metálica, se necesita utilizar el agua desionizada para realizar varias veces de limpieza dentro del tanque de sedimentación y la máquina de filtrado con el fin de obtener polvo de plata de alta pureza. Si el lavado no es completo, pueden quedar impurezas y causar el aglomerado de polvo de plata cuando está seco. La resistividad general para el agua desionizada para el lavado debe ser superior a 15MΩ.cm.

(2) Generalidades del proyecto

El consumo de agua desionizada para el proceso de lavado de una empresa es de 10m^3/h, la resistividad es de ≥15Mω.cm, la fuente de agua es procedente del agua corriente municipal. Se adopta filtro de carbón activo + tratamiento de ablandamiento + sistema de tratamiento de ósmosis inversa + sistema de intercambio iónico de lecho mixto para producir el agua desionizada. En el sistema de intercambio iónico de lecho mixto se equipan con tres tanques de FRP especiales para lecho mixto de diámetro de 300mm y altura de 2000mm respectivamente. Dentro del tanque se llena resina catiónica ácida fuerte y resina aniónica alcalina fuerte en la relación de 1:2, y se utiliza tres válvulas de control de lecho mixto Runxin 15704 para formar el suministro de agua de funcionamiento en paralelo de tres juegos de sistema de intercambio iónico de lecho mixto. La instalación de los equipos se muestra en Figura 5-12. La velocidad media de flujo del funcionamiento del lecho mixto en el diseño es de 50m/h (generalmente es de 40~60m/h), la velocidad de flujo estratificada de retrolavado es de 10m/h, la velocidad de flujo de regeneración es de 5m/h. Se utiliza el instrumento de resistividad para monitorizar la calidad del agua saliente en línea. Cuando la resistividad del agua saliente exceda el valor configurado, la válvula de control del lecho mixto inicia la regeneración automáticamente. La válvula de control del lecho mixto de Runxin utiliza la estructura de sellado plano de cerámica

resistente a ácido y álcali, durante la regeneración de resina aniónica y resina catiónica, se adopta el método de regeneración sincrónica para un buen efecto de regeneración. La válvula de control está equipado con dispositivo de chorro de ácido / álcali, que succiona solución ácida / álcali respectivamente mediante sifón de chorro para la regeneración sincrónica de la resina catiónica y la resina aniónica.

El flujo de procesos del tratamiento de agua adoptado en este sistema es: agua cruda → filtro de carbón activo → sistema de tratamiento de ablandamiento → sistema de tratamiento de ósmosis inversa → tanque de agua intermedio → bomba de sobrealimentación → sistema de intercambio iónico del lecho mixto → tanque de agua desionizada.

(3) Efecto de funcionamiento

Después del tratamiento de deionización del agua cruda en el sistema, la resistividad del agua saliente es ＞15Mω.cm, y puede alcanzar 17,6Ω.cm como máximo. El sistema funciona durante 8 horas por día, y realiza una regeneración después de aproximadamente medio mes, el efecto de deionización es bueno, la intensidad laboral es baja, el costo de funcionamiento es bajo.



Figura 5-12 Sistema de tratamiento de lecho mixto

6 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de tratamiento de agua especial

El tratamiento de agua especial mencionado en este capítulo principalmente se refiere al tratamiento de eliminación de hierro, manganeso, oxígeno disuelto, flúor, arsénico, nitrato y nitrito, así como los iones de metales pesados como cobre, plomo, zinc y níquel contenidos en el agua.

6.1 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de eliminación de hierro y manganeso

6.1.1 Impactos del agua con hierro y manganeso a la vida

El agua subterránea que contiene hierro y manganeso se distribuye muy ampliamente. El hierro y el manganeso puede coexistir en el agua subterránea, y siempre existen en forma de hierro divalente y manganeso divalente de solubilidad relativamente alta. En el agua superficial, debido al contenido relativamente alto del óxido disuelto, el hierro y el manganeso principalmente se sedimentan en el fondo del agua en la forma $Fe(OH)_3$ y MnO_2,que son insolubles en el agua. El hierro divalente y el manganeso divalente son relativamente estables en el agua subterránea hipóxica, sin embargo, una vez que entren en contacto con el aire, pueden oxidarse fácilmente formando $Fe(OH)_3$ y MnO_2,que son insolubles en el agua. Por eso, para el agua subterránea de contenido de iones de hierro divalente relativamente alto, siempre podemos ver que el agua subterránea incolora bombeada desde el fondo del pozo se convierte gradualmente al color granate en estado turbio después de un período de tiempo, y más alto el contenido de hierro, más oscuro el color, eso se debe a que el hierro divalente Fe en el agua ha sido oxidado a Fe_2O_3.

Cuando el contenido de hierro en el agua es $<0,3$mg/L, es difícil notar su presencia; si excede 0,3mg/L, es fácil hacer que la ropa y los utensilios sean coloreados en amarillo; cuando el contenido de hierro es superior a 0,5 mg/L, el agua se volverá amarilla y la cromaticidad puede ser superior a 30 grados; cuando alcance 1,0 mg/L, habrá un olor evidente de óxido. Los iones de hierro también pueden promover el crecimiento de las bacterias en la red de tuberías formando película viscosa dentro de la red de tuberías, lo que puede provocar la contaminación al agua doméstica y el agua de producción, y dañar las tuberías. Además, so el agua de alto contenido de hierro entra en la caldera y el dispositivo de intercambio térmico, es fácil generar de escalas de óxido de hierro y corrosión bajo escala; si el agua cruda de contenido de hierro relativamente alto entra en el intercambio iónico, es fácil causar la intoxicación de la resina.

Cuando el contenido de manganeso en el agua es $>0,1$mg/L, el agua potable puede emitir un olor desagradable y colorear a los utensilios y productos lavados; si el compuesto de manganeso divalente en la solución se oxida, formará precipitación y provocará incrustaciones; cuando el contenido de manganeso en el agua alcance 0,2mg/L, formará una capa de cobertura en la pared interna de la tubería de agua, que fluirá hacia afuera junto con el flujo de agua causando sedimentos negros.

El manganeso es uno de los oligoelementos necesarios para el cuerpo humano, los animales y las plantas. Pero la ingestión de excesivo manganeso puede causar intoxicación, y la exposición prolongada a los compuestos de manganeso también puede causar intoxicación por manganeso. Las primeras manifestaciones incluyen fatiga, debilidad, mareos, dolor de cabeza, insomnio, debilidad de las extremidades inferiores, etc. En caso de intoxicación grave, también puede causar trastornos del habla, habla arrastrada, dificultad de hablar y habla incoherente. El agua que contiene manganeso hará que el agua tenga color, mal olor y mal sabor, lo que afectará la calidad de productos industriales como textiles, fabricación de papel, elaboración y alimentos, y también causará contaminación en los electrodomésticos. La ropa lavada podrá tener manchas negruzcas o de gris claro.

Por eso, el agua rica en iones de hierro y manganeso podrán causar un mayor daño a la vida humana y a la producción industrial y agrícola y sólo debe usarse después del tratamiento.

6.1.2 Procesos comunes de tratamiento de agua de eliminación de hierro y manganeso

6.1.2.1 Eliminación de hierro

El hierro bivalente en el agua subterránea es inestable, generalmente se utiliza el método de aireación para eliminarlo. La sal de hierro bivalente en el agua subterránea generalmente existe en la forma de carbonato férrico Fe $(HCO_3)_2$. Generalmente, se bombea el agua subterránea en el estanque de aireación mediante la bomba de agua, y conduce el aire comprimido en la tubería de suministro de agua o el estanque de aireación o mezcla el aire en la tubería mediante el método de chorro, para que el oxígeno en el agua se mezcle plenamente con el agua logrando el propósito de oxidar el hierro bivalente en hierro trivalente; luego, se elimina los sedimentos de óxido de hierro mediante el filtrado por arena de manganeso u otro material filtrante de eliminación de hierro y manganeso.

La arena de manganeso natural (el componente principal es dióxido de manganeso) es un buen catalizador para la oxidación del hierro bivalente a hierro trivalente. Cuando el valor pH es mayor de 5,50 (generalmente se debe mantener el valor pH del agua cruda en 6,5~7,0 para lograr un efecto de tratamiento relativamente bueno), el proceso de oxidación del hierro bivalente a hierro trivalente puede acelerar. Su ecuación de reacción química se muestra a continuación:

$$4Fe^{2+} + O_2 + 8OH^- + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3\downarrow$$

En el proceso de oxidación, se debe mantener suficiente oxígeno disuelto en el agua para oxidar el hierro bivalente en hierro trivalente, y que se precipite en forma de flóculos marrones en hidróxido férrico coloidal después de la hidrólisis, que se puede eliminar el hierro mediante el filtrado por la capa filtrante de arena de manganeso.

6.1.2.2 Eliminación de manganeso

La eliminación de manganeso por oxidación es prácticamente la misma que la eliminación de hierro. El agua que contiene manganeso pasa por el material filtrante de arena de manganeso después de la aireación, con el efecto de la membrana filtrante activa de manganeso en la superficie del material filtrante de arena de manganeso, los Mn^{2+} son oxidados a MnO_2 por el oxígeno disuelto, y son adsorbidos en la superficie del material filtrante para refrescar la membrana filtrante. Este proceso

también es una reacción autocatalítica. Su ecuación de reacción es:

$$2Mn^{2+} + O_2 + 4OH^- \rightarrow 2MnO_2\downarrow + 2H_2O$$

Durante el filtrado de sal de manganeso bivalente en el agua, también puede producir las reacciones químicas siguientes debido a la adsorción de MnO:

$$MnO_2 \cdot H_2O + Mn^{2+} + 2OH^- \rightarrow MnO_2 \cdot MnO \cdot H_2O + H_2O$$

Arena de manganeso válida Arena de manganeso inválida

Después de que la arena de manganeso se combine con Mn^{2+} para formar trióxido de manganeso, perderá el rendimiento de eliminación de manganeso. Se necesita añadir el oxidante para la regeneración. Para que $MnO_2 \cdot MnO$ vuelva a oxidarse a MnO_2. En la producción general, en la mayoría de los casos se adopta el método de agregación de cloro (Cl_2) en el agua para recuperar el rendimiento de eliminación de manganeso de la arena de manganeso. Su ecuación de reacción es:

$$MnO_2 \cdot MnO \cdot H_2O + 2H_2O + Cl_2 \rightarrow 2MnO_2 \cdot H_2O + 2HCl$$

La eliminación de manganeso es mucho más complicada que la eliminación de hierro, en caso de coexistencia de hierro y manganeso, el hierro puede interferir en la eliminación del manganeso. En la capa filtrante, se debe cumplir la eliminación del hierro primero antes de empezar la eliminación del manganeso. Por eso, para obtener un efecto estable de eliminación de manganeso, la concentración de Fe^{2+} no debe ser superior a 2mg/L.

6.1.2.3 Método de eliminación de hierro y manganeso coexistentes

(1) Cuando el contenido de hierro y manganeso en el agua cruda es relativamente alto, y el contenido de Fe es superior a 5mg/L y el contenido de manganeso es superior a 1,5mg/L, si se utiliza arena de manganeso para realizar el tratamiento al mismo tiempo, es que el hierro puede oxidarse más fácilmente que el manganeso, el manganeso bivalente no puede oxidarse a manganeso tetravalente fácilmente. Por eso, generalmente se necesita adoptar el método de filtrado secundario, es decir, primero se elimina el hierro, para que la concentración de Fe^{2+} sea inferior a 2mg/L, luego elimina el manganeso. Su flujo de procesos es:

Agua subterránea → Bomba de pozo profundo (bomba de frecuencia variable) → Aireación → Filtrado primario (eliminación de hierro) → Filtrado secundario (eliminación de manganeso)

(2) Si la concentración de hierro y manganeso es relativamente baja y el contenido de hierro es inferior a 5mg/L y el contenido de manganeso es inferior a 1,5mg/L, se puede adoptar el filtrado de una sola vez para eliminarlos. Su flujo de procesos es:

Agua subterránea → Bomba de pozo profundo (bomba de frecuencia variable) → Aireación → Filtrado (eliminación de hierro y manganeso al mismo tiempo)

6.1.3 Material filtrante de eliminación de hierro y manganeso

Actualmente, los materiales filtrantes de eliminación de hierro y manganeso de uso común en China abarcan: arena de manganeso, material filtrante SS, material filtrante "JM-3" de criba molecular de síntesis artificial, que realizan la eliminación principalmente según el principio de reacción química e intercepción por adsorción.

La arena de manganeso principalmente utiliza MnO_2 en la membrana filtrante activa de manganeso de la superficie para eliminar el manganeso; el material filtrante SS es un tipo de material filtrante de partículas de forma porosa que contiene silicio, hierro, aluminio, que tiene buen efecto de filtrado, adsorción, floculación y sedimentación; el material filtrante JM-3 es un tetraedro en forma de celosía de silicio, aluminio y oxígeno, que elimina el manganeso mediante dos modos: adsorción e intercambio iónico.

En el material filtrante de eliminación de hierro y manganeso JM-3, el silicio se intercambia con el aluminio, y el aluminio es trivalente, el silicio es tetravalente, falta una carga eléctrica, se necesita suplementar iones de carga positiva. Cuando el agua entra en contacto con el material filtrante JM-3, los iones con carga eléctrica positiva en el agua puede suplementar la carga eléctrica faltante en el material filtrante JM-3, así es adsorbido por el material filtrante logrando el propósito de purificación del agua. Este material filtrante puede eliminar la absoluta mayor parte de sales inorgánicas y algunas materias orgánicas en el agua, la tasa de eliminación es entre 70% ~ 90%, en particular, tiene evidente efecto en el tratamiento de flúor, arsénico, mercurio, plomo, cadmio, selenio, molibdeno en sustancias toxicológicas, así como hierro, manganeso, zinc, calcio, magnesio, etc.

El propio material filtrante serie JM es una sustancia porosa, que contiene muchos túneles en el interior, el diámetro de poro es entre 0,5 y 1,6 nm, tiene un área superficial específica muy grande, generalmente es de (500~1000)m^2/g. En la producción, se adopta los métodos físicos y químicos para activarlo logrando el propósito de eliminar iones, por lo que puede ser regenerado y reutilizado. Este material es sólido, resistente a ácido y álcali, resistente a alta temperatura, y su vida útil puede ser de decenas años.

Véase Tabla 6-1 para la comparación de los materiales filtrantes comunes de eliminación de hierro y manganeso.

Tabla 6-1 Comparación de los materiales filtrantes comunes de eliminación de hierro y manganeso

Artículos de comparación	Material filtrante de arena de manganeso	Material filtrante JM-3	Material filtrante SS
Peso específico de apilamiento	(1,8～3,2)kg/cm³	(0,9～1,1)kg/cm³	(0,5～0,8)kg/cm³
Componentes del material filtrante	Mineral de manganeso natural [compuesto que contiene manganeso]	Material sintético artificial	Material sintético artificial
Principios de eliminación de manganeso	Intercepción por adsorción	Reacción química e intercepción por adsorción	Intercepción por adsorción
Vida útil	Un promedio de 2 años	＞**10** años	Un promedio de 2 años

Método de operación de eliminación de hierro y manganeso	Primero elimine el hierro, luego elimine el manganeso, después de eliminar el hierro mediante la aireación, agregue agente alcalino para elevar el valor pH del agua antes de eliminar el manganeso; luego agregue agente ácido para ajustar el valor pH del agua en la salida a menos de 8,2.	Después de la aireación, el flujo positivo entra en la capa de materiales filtrantes, el hierro y el manganeso son interceptados por adsorción, el contenido de hierro en el agua saliente es ＜**0**,3mg/L, el contenido de manganeso es ＜**0**,1mg/L.	Primero eliminar el hierro, luego realizar aireación y agregar álcali para elevar el valor pH del agua antes de eliminar el manganeso.
Modo de regeneración	Utilizar el agua que contiene hierro y manganeso p ara el retrolavado, agregar cloro, ozono u otras sustancias oxidantes en el agua para regenerar el material filtrante de arena de manganeso	Utilice la solución alcalina diluida de **2,5%** para un remojo dinámico y un remojo estático respectivamente durante al rededor de 3 horas para recuperar la capacidad de eliminación de hierro y manganeso.	Utilizar el agua que contiene hierro y manganeso para el retrolavado
Velocidad de flujo del filtrado	Flujo positivo, velocidad de flujo 8,0m/h		
Período de reemplazo del material filtrante	Reemplazo cada 1~2 años	No requiere un reemplazo dentro de 10 años	Reemplazo cada 1~2 años
Veces / consumo de agua de retrolavado	**1** retrolavado después de cada **4~8** horas de funcionamiento, el consumo de agua es grande.	**1** retrolavado desp és de un ciclo de funcionamiento, consumo de agua bajo, ahorro de agua.	**1** retrolavado después de cada **4~8** horas de funcionamiento, el consumo de agua es grande.
Material y vida útil del tanque	Se utiliza tanque de acero al carbono, cuya vida útil media es de **8** años; se debe realizar tratamiento anticorrosivo en la superficie cada año.	El tanque es de estructura FRP, cuya vida útil media es ＞**20**, pertenece al material de protección ambiental.	El tanque es de estructura de herido de alambres en FRO y tanque de acero al carbono.
Evaluación integral	Puede eliminar hierro y manganeso, la gestión de la operación es difícil, el costo de funcionamiento es alto. El costo integral es demasiado alto, y la calidad del agua saliente del sistema es inestable.	El proceso de eliminación de hierro y manganeso es simple, la gestión es fácil, el costo de funcionamiento es bajo. El costo integral es bajo, la calidad del agua saliente d el sistema es estable.	Puede eliminar hierro y manganeso, la gestión de la operación es difícil, el costo de funcionamiento es alto. El costo integral es demasiado alto, y la calidad del agua saliente del sistema es inestable.

Comparación de consumo de agente de regeneración	Relativamente alto	Bajo	Relativamente alto

6.1.4 Métodos comunes de oxidación de hierro bivalente y manganeso bivalente

Según el contenido de hierro y manganeso y la situación del proyecto de ingeniería, los métodos comunes de oxidación de hierro bivalente y manganeso bivalente principalmente abarcan: método de aireación y método de oxidación por ozono.

6.1.4.1 Método de aireación

Los métodos comunes de aireación también se dividen en método de aireación de caída y método de aireación de chorro, sus características respectivamente son:

(1) Método de aireación de caída: se bombea el agua subterránea mediante la bomba de pozo profundo, y deja que se baje directamente desde el lugar alto al estanque de agua. En el proceso de bajada del agua desde el lugar alto, el cuerpo del agua entra en contacto con el aire, aumentado el oxígeno disuelto en el agua. La aireación en este método no es plena, principalmente se aplica en el agua subterránea que contenido de hierro y manganeso no alto.

(2) Método de aireación de chorro: en el proceso de bombeo del agua subterránea desde la bomba de pozo profundo, en la tubería de suministro, se añade dispositivo de chorro, el cuerpo de agua pasa por la tubería principal del dispositivo de chorro generando la presión negativa para admitir el aire para la mezcla, y por último, el agua entra en el estanque de agua. La capacidad de llenado de oxígeno de este método es más alta que la del método de aireación de caída.

6.1.4.2 Método de oxidación por ozono

(1) Principio del método de oxidación por ozono: mediante la instalación del generador de ozono en el sistema filtrante, se utiliza ozono para promover la oxidación del hierro bivalente y el manganeso bivalente, y luego se los elimina mediante el material filtrante de eliminación de hierro y manganeso. En algunas familias alejadas de ciudades en los EE.UU., debido a la dificultad de pavimentar tuberías de agua corriente y el alto contenido de manganeso en el agua subterránea, y debido a las limitaciones del sitio, siempre se adopta el método de oxidación por ozono. La reacción de redox de oxidación de iones de hierro y manganeso por ozono es:

$$6Fe^{2+} + O_3 + 8OH^- + 7H_2O \rightarrow 6Fe(OH)_3\downarrow + 4H^+$$

$$3Mn^{2+} + O_3 + 2OH^- + H_2O \rightarrow 3MnO_2\downarrow + 4H^+$$

(2) Equipo principal y procesos del método de oxidación por ozono

El equipo está compuesto por el tanque de aireación y el tanque de filtrado, el ozono generado por el generador de ozono entra en el tanque de aireación, y en el tanque filtrante se llena el material filtrante especial para la eliminación de hierro y manganeso, y se selecciona válvula de ablandamiento Runxin para realizar el control automático. El flujo de procesos del tratamiento de agua es:

a) Funcionamiento: el flujo de agua entra en el tanque de aireación primero para la oxidación por aireación de ozono, luego entra en el tanque filtrante, y se utiliza la capa de materiales filtrantes especial de eliminación de hierro y manganeso para filtrar los sedimentos coloidales de hierro y manganeso después de la oxidación. Después de utilizar el material filtrante para eliminar hierro y manganeso para alcanzar el volumen de agua producida o el ciclo configurado, se necesita eliminar los sedimentos en el tanque filtrante y el tanque de aireación mediante el retrolavado, y controlar el inicio del retrolavado mediante programa.

b) Retrolavado: el flujo de agua entra desde la parte inferior del tanque filtrante, enjuaga desde abajo a arriba y suelta la capa filtrante. Lava los sedimentos coloidales de hierro y manganeso interceptados en la capa filtrante durante el filtrado y deja que fluyan a la parte inferior del tanque de aireación; luego continúa el lavado desde abajo a arriba para descargar los sedimentos en la parte inferior del tanque de aireación junto con los gases de escape residuales en la parte superior desde la válvula de control. Cuando el contenido de hierro es menos de 10mg/L, se puede utilizar el agua cruda directamente para el retrolavado. Cuando el contenido de hierro es más de 10mg/L, se necesita utilizar el agua con hierro eliminado para el retrolavado.

c) Entrada de ozono: después de finalizar el retrolavado, el programa de control de la válvula de control se cambia al estado de succión de salmuera (mientras tanto, el generador de ozono inicia), para que el ozono entre en el tanque de aireación. Cuando el ozono dentro del tanque alcance cierto volumen, el programa de control se cambia al estado de lavado.

d) Lavado: el flujo de agua entra en el tanque de aireación para la aireación y oxidación primero, luego entra en el tanque filtrante para enjuagar el material filtrante desde arriba a abajo. Al finalizar el lavado, se cambia al estado de funcionamiento normal.

Para el filtro que se utiliza para la eliminación de hierro y manganeso con método de oxidación por ozono, se debe seleccionar la válvula de ablandamiento de control automático. Sin embargo, es que no hay tanque de salmuera, no se requiere la reposición de agua, por eso, se configura el programa de reposición de agua a 0. Además, cuando la válvula de ablandamiento se cambie a la posición de succión de salmuera, se inicia y controla el generador de ozono para succionar el ozono en el tanque de aireación. El bosquejo de su instalación se muestra en Figura 6-1, el tanque a la derecha es el tanque de aireación, y se llena material filtrante en el tanque a la izquierda.



Figura 6-1 Sistema de eliminación de hierro y manganeso por ozono

6.1.5 Aplicación actual del sistema de eliminación de hierro y manganeso

Considerando la particularidad del proceso y el material filtrante de la eliminación de hierro y manganeso, se debe tener en cuenta de lo siguiente a seleccionar la válvula de control del filtro: debe seleccionar válvula filtrante lateral, y debe seleccionar la válvula de control que satisface "caudal de agua de retrolavado".

6.1.5.1 Aplicación de la válvula de control automático Runxin en la eliminación de hierro y manganeso

6.1.5.1.1 Reestructuración de agua potable en áreas rurales -- Eliminación de hierro y manganeso mediante el filtrado por aireación en la planta de agua corriente

(1) Antecedentes de aplicación

Muchas plantas de agua corriente en el norte de China utilizan el agua subterránea como la fuente de agua, pero en algunas regiones, el contenido de hierro y manganeso en el agua subterránea es relativamente alto, y el agua debe ser tratada antes de suministrarse a los hogares de usuarios.

Un pueblo del noroeste de la Provincia de Jilin, la capacidad diaria de suministro de agua de la planta de agua corriente es de 1200m^3, la fuente de agua es agua subterránea. Según la norma nacional, el contenido de hierro en el agua corriente debe ser inferior a 0,3mg/L, el contenido de manganeso debe ser inferior a 0,1mg/L. Sin embargo, en este lugar, el contenido de hierro en el agua subterránea es de 1,0mg/L, el contenido de manganeso es de 0,4mg/L, el número total de colonias excede el estándar, el agua no cumple con el estándar de calidad de agua del suministro de agua centralizado del país, y debe ser tratada antes de suministrarse a los residentes.

(2) Generalidades del proyecto

Considerando que el contenido de hierro y manganeso en el agua de la fuente no es significativamente superior al estándar, se adopta la aireación y luego el material filtrante SS para la eliminación de hierro y manganeso. El sistema utiliza la bomba de agua para bombear el agua del pozo al tanque de agua, después de la aireación por el soplador, el agua entra en el sistema de filtrado de eliminación de hierro y manganeso. Este sistema está compuesto por el tanque filtrante de diámetro de 1,5m y altura de 2,2m (llenado de material filtrante SS), y la válvula de control automático Runxin 53540. El agua filtrada luego pasa por el generador de dióxido de cloro para la esterilización y desinfección, luego entra en el tanque de agua purificada, y es suministrada a diversos puntos de consumo de agua por la bomba de agua.

El proceso de tratamiento de agua utilizado en el sistema de eliminación de hierro y manganeso se muestra en la Figura 6-2, su flujo de procesos es: agua del pozo → bombeo del agua al tanque del agua de pozo por la bomba de agua → mientras tanto, aireación por el soplador → bomba de agua cruda → filtro de eliminación de hierro y manganeso → esterilización y desinfección (generador de dióxido de cloro) → tanque de agua purificada, véase Figura 6-3 para los dispositivos del sistema de filtro.

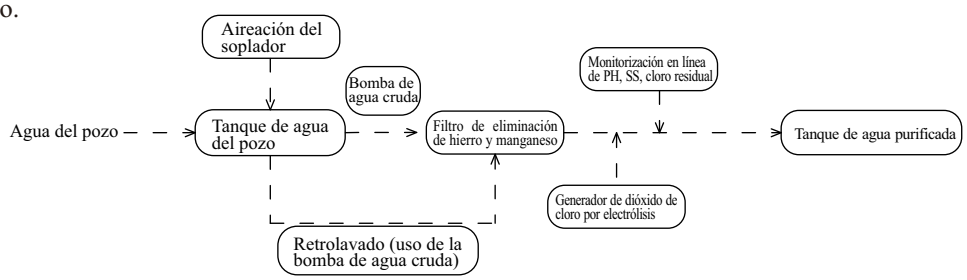


Figura 6-2 Flujo de procesos del tratamiento de eliminación de hierro y manganeso de filtrado por aireación en la planta de agua



Figura 6-3 Dispositivos y sistema de filtrado de eliminación de hierro y manganeso

(3) Efecto de funcionamiento

Después de la aireación del agua del pozo, Fe^{2+} se oxida a Fe^{3+}, Mn^{2+} se oxida a MnO_2, estos se eliminan mediante la adsorción y el filtrado por el material filtrante SS. El contenido de hierro en el agua saliente del sistema es inferior a 0,3mg/L, el contenido de manganeso es inferior 0,1mg/L; en el lugar de salida de agua, el generador de dióxido de cloro realiza la esterilización y la desinfección. El contenido de hierro y manganeso y el número total de colonias en el agua suministrada cumplen con el estándar nacional. Este sistema sigue funcionando bien desde su puesta en servicio en año 2018.

6.1.5.1.2 Eliminación de manganeso en el tratamiento de aguas residuales de la planta

(1) Antecedentes de aplicación

En algunas plantas de procesamiento de metales, el contenido de hierro y manganeso en las aguas residuales generadas en el proceso de producción es relativamente alto. En caso general, son drenadas a la estación de aguas residuales para el tratamiento, pero eso malgastará una gran cantidad de recursos hídricos. Una empresa de acero inoxidable en Qingdao, que principalmente fabrica chapas delgadas laminadas en frío. El contenido de manganeso en las aguas residuales generadas en el proceso de fabricación alcanza 1,5mg/L~2,5mg/L, que excede el estándar de drenaje de contenido de manganeso no superior a 0,1mg/L. Algunas partículas de impurezas metálicas contenidas en las aguas residuales también requieren un tratamiento antes de ser reutilizadas. La capacidad de tratamiento de agua es de $6m^3/h$, y se requiere el tratamiento continuo del agua suministrada.

(2) Generalidades del proyecto

Para reducir el contenido de manganeso desde 1,5mg/L~2,5mg/L a menos de 0,1mg/L, se requiere un tratamiento de aireación y luego el tratamiento con arena de manganeso. Para asegurar el suministro continuo de agua, se adopta el modo de uno para el uso, uno como el respaldo para los filtros de eliminación de manganeso.

Es que las aguas residuales contienen partículas de impurezas metálicas, se utiliza sedimentación y malla de rejillas para eliminarlas, y las aguas residuales son drenadas al estanque de subsidencia. La compuerta de malla de rejillas está incorporada en el estanque de subsidencia, las impurezas de partículas son interceptadas en un lado, las aguas residuales después de la sedimentación y el prefiltrado entran en el estanque de recogida, mientras tanto, se conduce el aire comprimido para la aireación; mediante la bomba de sobrealimentación autocebante, se presuriza las aguas residuales en el estanque de recogida de aguas residuales para que se filtren mediante el filtro de tipo saco, luego entran en el filtro de arena de manganeso para el filtrado, el agua limpia entra en el estanque de agua. El sistema de filtrado utiliza dos tanques filtrantes de acero al carbono de φ900×2200mm (con revestimiento de caucho en el interior). Dentro del tanque se llena 1,2t de arena de manganeso, y se selecciona la válvula de control automático Runxin 53520, además, se añade la válvula de tres vías para constituir un sistema de uno para el uso, uno como el respaldo.

El flujo de procesos de este sistema de tratamiento de aguas residuales es: aguas residuales → estanque de sedimentación de aguas residuales → compuerta de malla de rejilla → estanque de

recogida de aguas residuales (aireación del aire comprimido) → bomba de sobrealimentación autocebante → válvula de tres vías eléctrica (conversión entre funcionamiento, retrolavado, lavado) → filtro de arena de manganeso (uno para el uso, uno como el respaldo) → válvula de tres vías eléctrica (uno para el uso, uno como el respaldo) → estanque de agua de reserva, la disposición del sistema es como se muestra en Figura 6-4.

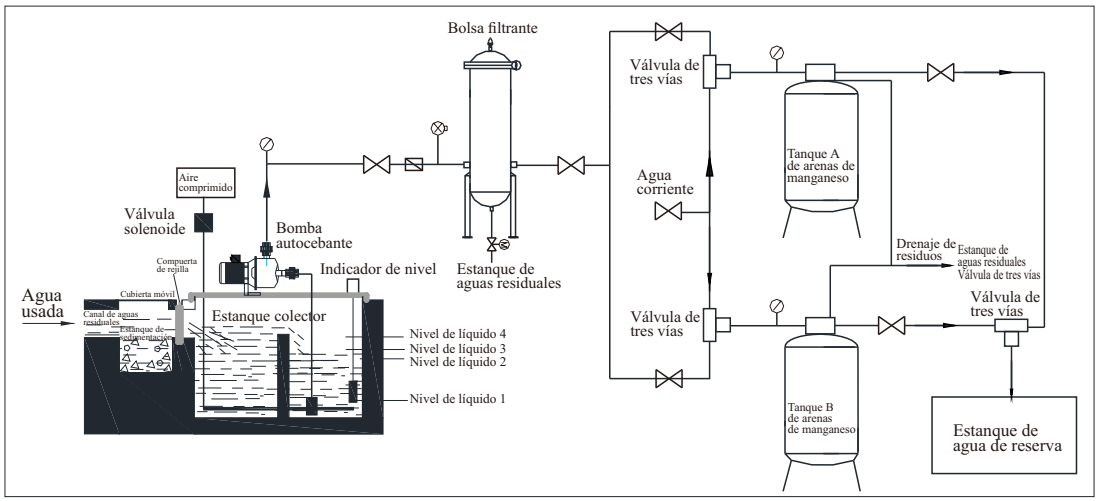


Figura 6-4 Diagrama de disposición del sistema de tratamiento de eliminación de manganeso en aguas residuales

(3) Requisitos del sistema y los dispositivos

1) El establecimiento del estanque de sedimentación y la compuerta de malla de intercepción es como se muestra en Figura 6-5.

2) Antes del estanque de recogida de aguas residuales, se excava un estanque de sedimentación de hormigón de profundidad de 0,5m y longitud de borde de 1,2m, para la subsidencia de las impurezas de partículas grandes del agua entrante en la parte inferior del estanque. En la abertura de desbordamiento se instala la malla de intercepción de tipo extracción e inserción (la malla filtrante tiene 18 meshes, precisión de 830 micrones), se puede realizar la excavación y eliminación manual de las impurezas en la parte inferior del estanque de sedimentación en línea de forma regular y la limpieza de la malla de intercepción, sin necesidad de apagado.

3) Dimensiones del estanque de recogida de aguas residuales: Longitud x Anchura x Altura de aprox. 2m×2m×2,5m, el centro se separa, en el interior se utiliza tubo de aireación para la conexión. El aire comprimido debe activarse o desactivarse según el nivel de agua, y debe desactivarse cuando el nivel de agua está relativamente bajo.

4) Para asegurar el suministro continuo del agua, se establecen dos bombas de sobrealimentación autocebantes, que se encenderán según el nivel en el estanque de agua. Cuando el nivel de agua en el estanque de agua alcance un nivel alto, dos bombas de agua se encienden al mismo tiempo; cuando está por debajo del nivel alto, y está por encima del nivel bajo, una sola bomba se enciende; cuando está por debajo del nivel bajo, dos bombas de agua se apagan.

5) Dos filtros de arena de manganeso, uno para el uso, uno como el respaldo, se utiliza el agua corriente para realizar el retrolavado. Cuando el filtro del tanque A alcance el ciclo de funcionamiento previsto, la válvula de control Runxin 53520 y la válvula de tres vías conmutan el agua saliente del tanque A automáticamente al agua saliente del tanque B, luego el tanque A entra en el retrolavado. Al finalizar el lavado, se conmuta al estado de funcionamiento, los equipos y dispositivos se muestran en Figura 6-6.

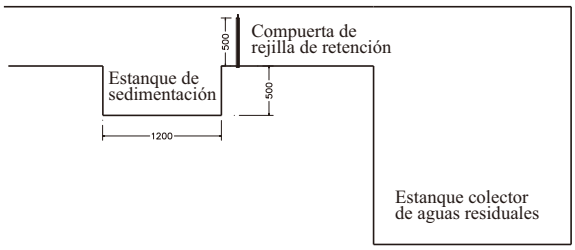


Figura 6-5 El establecimiento del estanque de sedimentación y la compuerta de malla de intercepción



Figura 6-6 Sistema de filtro de arena de manganeso

(4) Efecto de funcionamiento

Este sistema de tratamiento de aguas residuales se puso en servicio en junio de 2017, sigue funcionando durante 24 horas todos los días con un estado normal. El agua regenerada después del tratamiento de aguas residuales se reutiliza, trayendo buen rendimiento económico y rendimiento social.

6.1.5.2 Aplicación de la válvula esférica de cerámica eléctrica Runxin en la eliminación de hierro y manganeso

En el sistema de tratamiento de agua especial, cuando una sola válvula de control multifuncional no puede satisfacer las demandas del usuario sobre diversos modos de tratamiento de agua y producción de agua, se puede utilizar el circuito de control compuesto por múltiples válvulas esféricas de cerámica eléctrica y el controlador de válvula esférica eléctrica para cumplir los requisitos del control automático de los procesos del sistema de equipos de eliminación de hierro

y manganeso, con el fin de satisfacer los requisitos de producción de agua del usuario y el volumen de agua suministrada.

En el proceso de control de múltiples válvulas, un controlador y múltiples válvulas esféricas de cerámica eléctricas utilizan las válvulas esféricas de cerámica eléctricas establecidas en diversos puntos en el mismo sistema, que cumplen diferentes acciones del proceso en diferentes secuencias de apertura y cierre en diversos momentos, con el fin de cumplir secuencialmente las acciones de los procesos necesarios para la eliminación de hierro y manganeso tales como oxidación, funcionamiento de filtrado, regeneración, retrolavado, lavado, etc., así se puede formar una cadena dinámica de procesos de eliminación de hierro y manganeso y lograr el propósito de reducción del contenido de hierro y manganeso y purificación del agua. A continuación se muestra el caso en que se utiliza este sistema para la eliminación de hierro en el suministro de agua a caldera de calefacción centralizada en una ciudad.

(1) Antecedentes de aplicación

El sistema de agua subterránea de la cuenca del Río Liao en el norte de China es rico en hierro y manganeso, y la calidad del agua subterránea no es ideal. Sin embargo, debido a la insuficiencia de agua superficial, el agua subterránea todavía se utiliza principalmente para el suministro de agua en esta área. Como el agua alimentada a la caldera de calefacción, para evitar incrustaciones y corrosión en la caldera de calefacción, se debe realizar el tratamiento de eliminación de hierro y manganeso en el agua alimentada. La mayor empresa de calefacción térmica en cierta región, responsable del servicio de calefacción del 60% el área de calefacción local. De los proyectos de calefacción, uno requiere dos calderas de agua caliente de 100t/h para suministrar la calefacción a la región, y se utiliza agua subterránea como el agua de fuente, donde el contenido medio de iones de hierro es de 29,5mg/L, el contenido de iones de manganeso es de 3,5mg/L. Para evitar la sedimentación de incrustaciones de óxidos de hierro y manganeso en la superficie calentada de la caldera, y para evitar que los iones de hierro contaminen la resina de intercambio iónico durante el tratamiento de ablandamiento, se debe realizar el tratamiento de eliminación de hierro y manganeso primero, luego realiza el tratamiento de agua ablandada.

(2) Generalidades del proyecto

Según la norma GB/T 1576 Calidad de agua de la caldera industrial, el contenido de hierro en el agua de reposición a la caldera de agua caliente no debe ser mayor de 0,3mg/L. El contenido de hierro en esta agua cruda es tan alto como 29,5mg/L, que excede mucho el estándar. Para dejar que el tratamiento de eliminación de hierro cumpla con los requisitos especificados en la norma, se adopta la aireación plena antes de realizar tratamiento de eliminación de hierro y manganeso.

El presente proyecto utiliza el material filtrante JM-3, para eliminar hierro y manganeso al mismo tiempo. Durante el funcionamiento, primero se ajusta el valor pH del agua entrante a 8,5, y luego el agua pasa por el dispositivo de aireación (compresor de aire sin aceite) para una plena aireación del agua, para que el hierro bivalente y el manganeso se oxiden a hierro trivalente y

manganeso tetravalente, y luego el filtro con material filtrante JM-3 elimina hierro y manganeso al mismo tiempo, con el fin de satisfacer los requisitos de producción de agua alimentada a la caldera. Cuando el volumen de agua producida en el funcionamiento de eliminación de hierro y manganeso alcance el caudal ajustado, se necesita utilizar la solución NaOH de concentración de 2,5% para regenerar el material filtrante, para que el material filtrante recupere su efecto de tratamiento. Durante la regeneración, la bomba de regeneración bombea la solución NaOH de 0,8 vez el volumen del material filtrante y de concentración de 2,5% en el material filtrante, y luego el líquido regresa al tanque de líquido de refrigeración. Así después de tres horas de tanto ciclo, se apaga la bomba de regeneración y realiza remojo de tres horas, luego se utiliza agua cruda para lavar la solución de regeneración hacia afuera, hasta que el valor pH del agua saliente sea menos de 8,5, así se puede eliminar los sedimentos de óxidos de hierro y manganeso depositados en el material filtrante, realizando la reutilización del material filtrante.

Es que el contenido de hierro en el agua subterránea es relativamente alto, por eso el sistema está diseñado para el filtrado en una velocidad de flujo relativamente baja, generalmente se controla la velocidad de flujo del sistema a 8m/h; en el sistema se configura un grupo de tanques de FRP de diámetro de 1,8m, altura de 2,85m, dentro de cada tanque se llena el material filtrante JM-3. Múltiples válvulas esféricas Runxin DN50 y el controlador especial de válvula esférica forman el sistema de control automático, y constituyen el sistema de eliminación de hierro y manganeso para cumplir el suministro de agua. La instalación de los equipos del sistema de tratamiento de agua se muestra en Figura 6-7, el flujo de procesos del sistema se muestra a continuación:

Agua subterránea → Bomba de frecuencia variable → Dispositivo de ajuste de pH → Dispositivo de aireación (compresor de aire sin aceite) → Equipo de eliminación de hierro y manganeso (equipado con dispositivo de regeneración) → Tanque de agua purificada → Bomba de frecuencia variable → Usuario



Figura 6-7 Sistema de eliminación de hierro y manganeso y los equipos

El bosquejo de instalación del sistema de eliminación de hierro y manganeso de la válvula esférica se muestra a continuación:

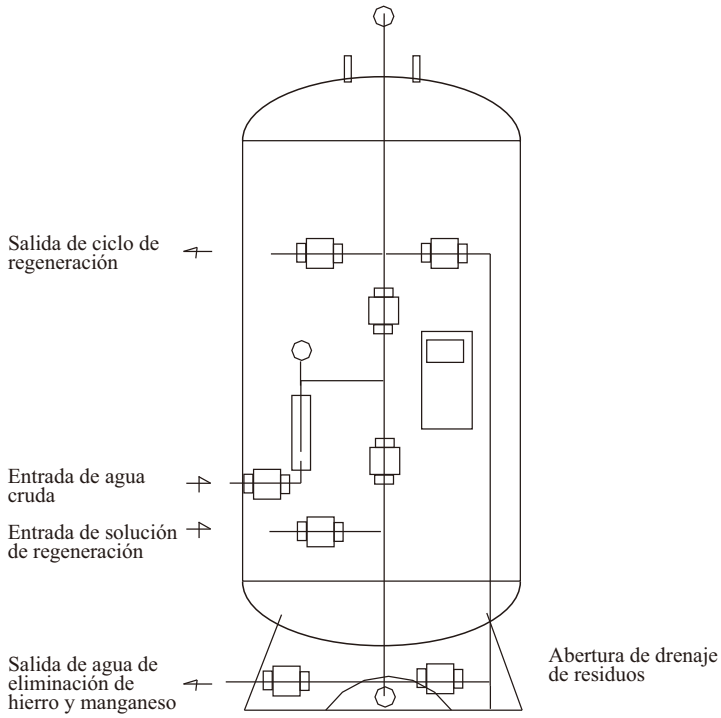


Figura 6-8 Bosquejo de instalación del sistema de eliminación de hierro y manganeso

(3) Efecto de funcionamiento

Después de la aireación del agua subterránea, los óxidos cicloidales generados después de la oxidación de hierro bivalente y manganeso bivalente se eliminan mediante la adsorción de material filtrante JM-3 y reacción química. Después de la prueba, el contenido de hierro en el agua saliente después del filtrado es de <0,1mg/L, el contenido de manganeso es de <0,05mg/L, el agua en el tanque de almacenamiento de agua es clara, transparente, incolora e inodora. Es que el efecto de eliminación de hierro y manganeso del material filtrante puede recuperarse oportunamente mediante la regeneración con NaOH, y no requiere un reemplazo regular como la arena de manganeso u otros materiales filtrantes similares, por eso, su costo de funcionamiento es bajo. El material filtrante JM-3 tiene una larga vida útil, que puede ser más de 10 años según el nivel medio. Este sistema se puso en servicio en año 2011 y sigue funcionando normalmente hasta la fecha.

6.2 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de desoxidación de temperatura ambiental

6.2.1 Impactos del oxígeno disuelto en el agua a la caldera

La corrosión del metal en la caldera principalmente se divide en corrosión por oxígeno, corrosión ácida, corrosión alcalina y corrosión por debajo de incrustaciones. La corrosión ácida o alcalina puede evitarse mediante el control del valor pH y la alcalinidad del agua alimentada y el agua de la caldera; la corrosión por debajo de incrustaciones puede evitarse mediante el control de la dureza del agua alimentada evitando la generación de incrustaciones en la caldera, o mediante la limpieza de incrustaciones en la caldera que ya tiene incrustaciones. Actualmente, la corrosión más común en la caldera es la corrosión por oxígeno, después de que la superficie del metal se someta a la corrosión por oxígeno, el espesor de la pared metálica se disminuirá, lo que reduce evidentemente la capacidad de soporte de presión de la caldera, y es fácil causar el daño de la caldera y afectar el funcionamiento seguro y económico de la caldera. En cuanto a las medidas de prevención de la corrosión por oxígeno, además de realizar bien el mantenimiento en la parada de la caldera, la desoxidación en el agua alimentada durante el funcionamiento es un método efectivo para evitar la corrosión por oxígeno de la caldera. En la norma GB/T 1576 Calidad del agua para caldera industrial, hay reglamentos sobre el contenido de oxígeno disuelto en el agua usada en la caldera, como se muestra en Tabla 6-2.

Tabla 6-2 Estándar de oxígeno disuelto en el agua alimentada a la caldera bajo diversas condiciones de presión Unidad: mg/L

Presión nominal del vapor (MPa)	Caldera a vapor				Caldera a agua caliente	
	p≤1,0	1,0＜p≤1,6	1,6＜p≤2,5	2,5＜p≤3,8	Agua de reposición	Agua de la caldera
Oxígeno disuelto (mg/L)	≤0,10	≤0,050			≤0,10	≤0,50

6.2.2 Método común de desoxidación en el agua alimentada a la caldera

(1) Método de desoxidación térmica

Su principio principal es utilizar la ley de Henry, es decir, la solubilidad de un gas en la fase líquida es directamente proporcional a la presión parcial de equilibrio del gas en la fase gaseosa de la interfaz divisora de gas-líquido. En un equipo de abertura expuesta, se calienta el agua al punto de ebullición para la ebullición del agua, la presión del vapor de agua en la superficie del agua es igual a la presión exterior, y la presión parcial de otros gases es cero. En este momento, todos los gases disueltos en el agua escaparán, eliminando el oxígeno disuelto en el agua. La desoxidación térmica generalmente es adaptable a la caldera a vapor. Y la caldera a agua caliente generalmente no es adaptable a la desoxidación térmica debido a la insuficiente temperatura de desoxidación, en este caso,

generalmente se utiliza activos químicos para la desoxidación o el hierro esponjoso a temperatura ambiental para la desoxidación.

(2) Desoxidación al vacío

El principio de desoxidación al vacío es similar al principio de desoxidación térmica, que utiliza la característica de que la solubilidad del gas del agua en estado de ebullición se aproxima a cero para eliminar el oxígeno, el dióxido de carbono u otros gases disueltos en el agua. Es que el punto de ebullición del agua se relaciona con la presión, en la temperatura ambiental, se puede utilizar el método de creación de vacío para que se encuentre en el estado de ebullición, es decir, cuando la temperatura de agua es cierta, menor la presión (es decir, mayor el grado de vacío), menor el contenido de oxígeno y dióxido de carbono residuales en el agua.

(3) Método de desoxidación por reactivos químicos

El método de agregar los reactivos químicos en el agua para producir reacciones químicas con el oxígeno disuelto con el fin de eliminar el oxígeno. Debido a la agregación de reactivos químicos, el contenido de sal del agua alimentada aumenta, y la reacción de desoxidación es relativamente lenta y el efecto es limitado, por eso, este método generalmente se utiliza como la desoxidación auxiliar.

Los reactivos de uso común para la desoxidación química de la caldera principalmente son: hidrazina (desaireación auxiliar de calderas de centrales eléctricas), sulfito de sodio (sólo para calderas industriales).

(4) Método de desoxidación por hierro esponjoso a temperatura ambiental

La desoxidación de tipo filtrado a temperatura ambiental pertenece a un método de desoxidación química, que utiliza el hierro esponjoso activo de producción profesional (hierro reducido directo) para eliminar el oxígeno disuelto en el agua. El componente principal del hierro esponjoso es hierro, su estructura interna porosa proporciona un área superficial específica de 50.000 a 100.000 veces la de las virutas ordinarias. Cuando el agua que contiene oxígeno pasa por este material filtrante de hierro esponjoso especial, debido su enorme área superficial, el oxígeno disuelto en el agua puede entrar en reacción de oxidación con el hierro, como una consecuencia, debido al consumo del oxígeno, el contenido de oxígeno en el agua saliente es menos de 0,05mg/L. Su ecuación de reacción química es:

$$2Fe + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe(OH)_2\downarrow$$

$$4Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4Fe(OH)_3\downarrow$$

Los productos generados en la reacción $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$ son flóculos blandos insolubles en el agua. Cuando se acumulen a cierto nivel, se los puede lavar desde el material filtrante mediante el retrolavado, recuperando a su capacidad de filtrado inicial. El consumo de hierro esponjoso es muy bajo, según la variedad de volumen de agua tratada y calidad de agua, generalmente se lo suplementa una vez cada 3 a 6 meses.

6.2.3 Casos de aplicación de válvula Runxin en el sistema de desoxidación a temperatura ambiental

Los métodos de desoxidación térmica, desoxidación al aire libre y desoxidación por reactivos químicos pueden calentar directamente el agua alimentada, o crear el vacío, agregar reactivos de desoxidación, etc., y no requieren una válvula de control para realizar el control. A continuación, presentamos los ejemplos de la aplicación de la válvula Runxin en el sistema de desoxidación por hierro esponjoso.

(1) Antecedentes de aplicación

La mayoría de las estaciones de calefacción del norte de China utilizan el agua subterránea como el agua de reposición a la caldera. Generalmente, el contenido de oxígeno en el agua subterránea no es alto, pero su dureza es relativamente alta, y se necesita eliminar o reducir su dureza mediante el tratamiento de ablandamiento. En el proceso de ablandamiento, el oxígeno en el aire puede disolverse fácilmente en el agua. Por eso, para evitar la corrosión por oxígeno de la caldera, también se debe realizar el tratamiento de desoxidación. Una estación de calefacción de un lugar en la Provincia de Hebei utiliza el agua de pozo profundo subterránea como el agua cruda, después del tratamiento de ablandamiento, el contenido medido de oxígeno disuelto en el agua es de alrededor de 8,5mg/L, se requiere dejar que el contenido de oxígeno disuelto en el agua de reposición que entra en la caldera sea menos de 0,1mg/L mediante la desoxidación.

(2) Generalidades del proyecto

Se adopta el hierro esponjoso para la desoxidación a temperatura ambiental, y equipa con dos tanques de acero de diámetro de 1,6m y altura de 2,6m, dentro del tanque se llena el hierro esponjoso especial. Y se selecciona la válvula de control de filtrado Runxin 53530 para formar dos conjuntos de sistema de desoxidación por hierro esponjoso para el funcionamiento en paralelo en el suministro de agua. La velocidad media del flujo en el diseño es de 12m/h (generalmente es entre 8m/h ~ 15m/h), y se realiza el retrolavado según la cantidad de días de funcionamiento configurada. Mientras tanto, se configura la válvula esférica como se muestra en Figura 3-6 para aumentar el caudal de retrolavado. Después del enclavamiento mediante el cable de enclavamiento, se puede evitar el lavado simultáneo de dos filtros. El agua después de la desoxidación entra en un tanque de agua sellado, que será suministrada como el agua de reposición a la caldera.

El flujo de procesos del tratamiento de agua utilizado en este sistema es: tanque de agua cruda → bomba de agua cruda → sistema de tratamiento de ablandamiento → filtro de desoxidación de hierro esponjoso → tanque de agua sellado de desoxidación → agua de reposición suministrada a la caldera. Véase Figura 6-9 para el filtro de desoxidación de hierro esponjoso.



Figura 6-9 Filtro de desoxidación de hierro esponjoso con válvula filtrante automática

(3) Efecto de funcionamiento

Después de desoxidar el agua ablandada mediante el hierro esponjoso, su contenido de oxígeno puede ser inferior a 0,05mg/L. Se suplementa una vez el hierro esponjoso cada medio año, el efecto de desoxidación es bueno y el costo de funcionamiento es bajo.

En el uso actual, según el tamaño del sistema, también se puede utilizar la válvula esférica eléctrica de Runxin y el controlador de válvula esférica especial para constituir el sistema de desoxidación por hierro esponjoso de control automático. La parte interior del tanque se divide en la cámara izquierda y la cámara derecha, durante su funcionamiento, ambas cámaras izquierda y derecha funcionan al mismo tiempo, y durante el lavado, estas dos cámaras se lavan por separado con el fin de elevar la intensidad de retrolavado. El bosquejo de su instalación se muestra en Figura 6-10.

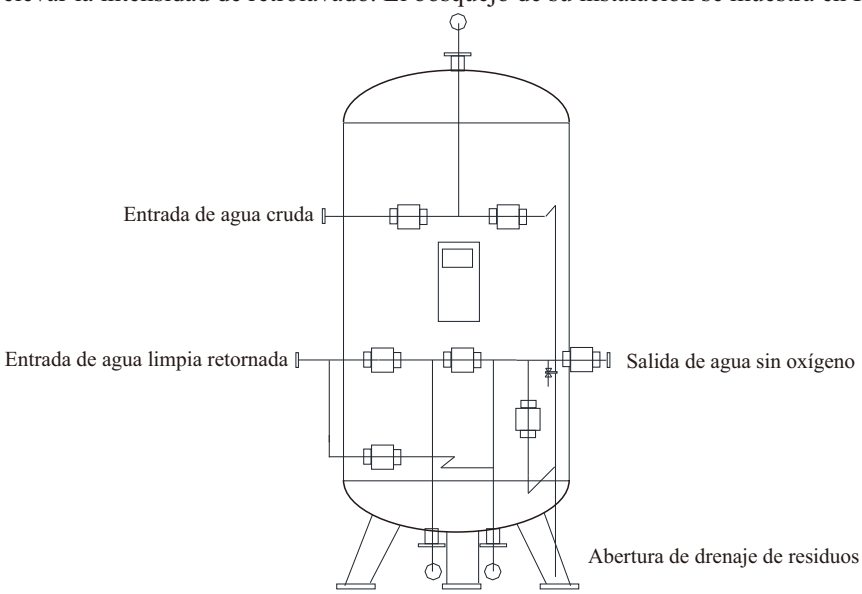


Figura 6-10 Bosquejo de instalación del filtro de desoxidación por hierro esponjoso controlado por válvula esférica

6.3 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de eliminación de flúor

6.3.1 Peligros del agua fluorada

El flúor tiene una alta actividad química. En la naturaleza, existe principalmente en forma de fluorita CaF_2, fluorofosfato cálcico $Ca_{10}F_2(PO_4)_6$ y compuestos de criolita Na_3AlF_6. Después de que el agua subterránea entre en contacto con estos minerales, se disolverá en los compuestos de flúor, por lo que el agua subterránea contiene una cierta cantidad de flúor, que generalmente puede alcanzar 0,4mg/L ~ 0,5mg/L, e incluso alcanzar 10mg/L o más.

El flúor tiene importantes funciones fisiológicas para el cuerpo humano y es un componente importante de los dientes y los huesos. En casos normales, el contenido de flúor de los dientes es de 200ppm ~ 600ppm y el contenido de flúor de los dientes adultos es de 11mg/100g, mientras que para las personas que padecen caries dentales, el contenido de flúor de los dientes es de solo 6mg/100g. Sin embargo, la ingestión excesiva de flúor por parte del cuerpo humano puede provocar fluorosis. Las principales manifestaciones de la fluorosis crónica son la fluorosis dental (dientes amarillos) y la fluorosis esquelética. Como se muestra en la Figura 6-11, la superficie de los dientes de persona con fluorosis dental pierde brillo y es áspera, y algunos tienen pigmentación amarilla, marrón o negra. En casos graves, puede haber defectos grandes o escamosos, y el esmalte se daña y se pierde.

Los pacientes con fluorosis esquelética tienen dolores en las extremidades, huesos de la columna vertebral y articulaciones de todo el cuerpo y la debilidad en todo el cuerpo. En casos graves, pueden causar disfunción de las extremidades, deformación de los huesos y articulaciones de todo el cuerpo e incluso parálisis.



Pacientes con fluorosis dental　　Pacientes con fluorosis esquelética

Figura 6-11 Fluorosis dental y fluorosis esquelética después de la fluorosis

Considerando generalmente que cuando el contenido de flúor en el agua potable no es superior a 1,0mg/L, tiene poco impacto en el cuerpo humano y el efecto anticaries del flúor, según la norma nacional GB 5749-2015 Norma sanitaria del agua potable doméstica, el contenido de flúor en el agua potable no debe ser superior a 1,0mg/L.

6.3.2 Métodos comunes de eliminación de flúor

(1) Método de adsorción por el agente de eliminación de flúor: es el método relativamente común para la eliminación de flúor, que se deja que el agua fluorada pase por el agente de eliminación de flúor en cierta velocidad de filtrado, así el agua saliente de la columna filtrante puede cumplir con los requisitos del contenido de flúor en el agua potable. Los agentes de eliminación de flúor de uso común abarcan: fosfato tricálcico, carbón de huesos, alúmina activada, resina modificada, etc. La resistencia mecánica de los primeros dos tipos es relativamente mala, y ellos requieren el uso de álcali fuerte y ácido fuerte para la regeneración, el uso es inconveniente. La alúmina activa tiene una resistencia mecánica relativamente buena, y no requiere el uso de álcali fuerte o ácido fuerte para su regeneración, pero puede causar el aumento del contenido de aluminio en el agua saliente fácilmente. Para el tratamiento del agua potable doméstica, no se debe utilizar el proceso de eliminación de flúor con agente de eliminación de flúor que contiene aluminio, es que cuando se trata el agua con flúor mediante el agente de eliminación de flúor que contiene aluminio, aunque el contenido de flúor puede cumplir con el estándar, sin embargo, el contenido de aluminio en el agua después del filtrado puede exceder el estándar fácilmente. El peligro del aluminio fuera de estándar al ser humano puede ser más grave que el peligro a la salud humana por el flúor fuera de estándar.

(2) Eliminación de flúor mediante el método de desalinización: los tratamientos de desalinización comunes tales como electroósmosis, ósmosis inversa e intercambio de cationes y aniones pueden eliminar el flúor mientras elimina la sal. Pero estos procesos de tratamiento de agua desalinizada son más complicados que el uso puro del agente de eliminación de flúor, y la inversión en los equipos también es relativamente alta. Para el agua de alto contenido de sal y alto contenido de flúor, cuando se utiliza este método para el tratamiento, generalmente se produce una gran cantidad de aguas residuales.

(3) Tratamiento de filtrado de material filtrante de eliminación de flúor de modelo JM-1: el material de eliminación de flúor de modelo JM-1 es una sustancia porosa, el diámetro de sus poros generalmente es de 0,5nm~1,6nm, tiene un área superficial específica ultra grande. Durante la eliminación de flúor, se adopta dos modos: adsorción e intercambio iónico para la eliminación. El material filtrante de eliminación de flúor de modelo JM-1 no contiene aluminio activo, su ecuación de reacción de eliminación de flúor es:

F-(agua fluorada)＋R(material filtrante de eliminación de flúor)→FR(sustancia interceptada)＋H_2O

Cuando el agua cruda que contiene flúor fluye de forma positiva en cierta velocidad de flujo pasando la capa de material filtrante de eliminación de flúor, los iones de flúor contenidos en el agua cruda son interceptados suavemente por la capa de intercambio del material filtrante de eliminación de flúor, para que el agua saliente se convierta en agua de bajo flúor o sin flúor; en el material filtrante se genera la sustancia que contiene flúor FR. Cuando FR en el material filtrante de eliminación de flúor se aproxime al estado saturado, y el contenido de flúor en el agua saliente es ≥1,0mg/L, significa

que el material filtrante de eliminación de flúor está inválido, y se necesita utilizar el agente de regeneración preparado inmediatamente para realizar la regeneración de contraflujo forzada en la capa de material filtrante de eliminación de flúor, recuperando la capacidad de eliminación de flúor del material filtrante de eliminación de flúor.

Para el agua cruda de contenido de flúor≤20mg/L, generalmente sólo se necesita adoptar el tratamiento de eliminación de flúor de una sola etapa (solo tanque); si el contenido de iones de flúor en el agua cruda es ＞20mg/L, se necesita utilizar el sistema de eliminación de flúor de conexión en serie de dos etapas (doble tanque) o múltiples etapas (múltiples tanques), para que el agua de alto contenido de flúor cumpla con el estándar de eliminación de flúor mediante el tratamiento de un solo sistema de eliminación de flúor. El material filtrante de eliminación de flúor de modelo JM-1 puede ser reutilizado mediante la regeneración, y su vida útil puede alcanzar los diez años.

(4) Otros métodos de eliminación de flúor: el método de costo más bajo es el uso de ácido sulfúrico o floculación de cal, la eliminación de flúor por precipitación, pero este método es de eficiencia relativamente baja, y el proceso de tratamiento puede generar impactos al medio ambiente, por eso se utiliza en raros casos actualmente. En las regiones de coste de electricidad bajo, se puede considerar el uso del método de destilación, es decir, producción de agua destilada mediante el agua fluorada.

6.3.3 Casos reales de aplicación de válvula Runxin en el sistema de eliminación de flúor

(1) Antecedentes de aplicación

Taonan de la Provincia de Jilin se encuentra en la región remota del noroeste de la Provincia de Jilin, con una población de más de 10.000 personas, sin abastecimiento de agua corriente. El agua potable sólo puede suministrarse mediante la planta de agua tipo centralizado de tamaño pequeño que se fabrica independientemente para el abastecimiento de agua según horario. Sin embargo, los recursos de agua superficial en la región local son escasos, el contenido de flúor en el agua subterránea es superior a 4mg/L, que excede gravemente el reglamento de contenido de flúor no superior a 1,0mg/L en el agua potable como se especifica en GB 5749-2006 Norma sanitaria de agua potable doméstica. Calculando según el consumo diario de agua doméstica per cápita de 80L~100L, se necesita tratar 82t~100t de agua cada día, y si la duración de suministro de agua por día es de 2,5 horas, se requiere que el caudal de tratamiento de agua sea de 32,8t/h~40t/h.

(2) Generalidades del proyecto

El presente proyecto utiliza el material filtrante de eliminación de flúor JM-1 para eliminar el flúor. Está equipado con tanque de FRP de diámetro de 1,8m y altura de 2,85m, dentro del tanque se llena material filtrante JM-1 de altura de 2m, y se utiliza múltiples válvulas esféricas manuales Runxin DN50 para constituir un juego de sistema de eliminación de flúor. La capacidad de tratamiento de agua de cada juego es de $10m^3/h$, y cuatro juegos funcionan en paralelo para cumplir con la demanda de suministro de agua de $40m^3/h$.

Es que el agua subterránea contiene sedimentos, se necesita eliminarlos antes de la eliminación de flúor; luego, se necesita ajustar el valor pH del agua cruda a 6,5, luego utilizar el material filtrante JM-1 para eliminar el flúor. El flujo de agua va desde arriba a abajo. El agua de bajo contenido de flúor con la mayor parte o la totalidad de flúor eliminado entra en el tanque de agua limpia, y es suministrada a los usuarios mediante bomba y tubería. Cuando el contenido de flúor en el agua saliente es superior a 1,0mg/L, significa que el material filtrante está saturado después de la adsorción, y se lo necesita regenerar mediante el agente de regeneración especial, con el fin de realizar la reutilización del material filtrante. Para la instalación de los equipos, véase Figura 6-12, el flujo de procesos del funcionamiento del sistema es:

Agua subterránea fluorada → Bomba de frecuencia variable → Eliminador de arena → Dispositivo de ajuste del valor pH → Equipo de eliminación de flúor (dispositivo de regeneración) → Tanque de agua limpia → Bomba → Usuario



Figura 6-12 Sistema de eliminación de flúor del agua alimentada en Taonan, Provincia de Jilin

(3) Efecto de funcionamiento

En la prueba del agua saliente inicial del sistema, el contenido de flúor es menos de 0,25mg/L, que es inferior al estándar de contenido de flúor en el agua potable no superior a 1,0mg/L en GB5749-2006Norma sanitaria de agua potable doméstica. El sistema sigue funcionando desde 2011 hasta la fecha, proporcionando el agua saliente estable.

6.3.4 Principios de selección de válvula de control Runxin en el proceso de eliminación de flúor

(1) Las válvulas esféricas de cerámica manuales de Runxin deben combinarse para formar el circuito de control manual lateral, y utilizan el proceso de eliminación de flúor de "Purificación de filtrado en flujo positivo, regeneración de contraflujo";

(2) La válvula esférica de cerámica eléctrica de Runxin y el controlador multi-válvula pueden combinarse para formar el circuito de control automático lateral, y utilizan el proceso de eliminación de flúor de "Purificación de filtrado en flujo positivo, regeneración de contraflujo";

(3) La válvula de multi-vía lateral de Runxin será válvula de control automático de "intercambio en flujo positivo y regeneración de contraflujo".

La Figura 6-13 muestra la aplicación real de la válvula Runxin en los equipos del proceso de eliminación de flúor:





Sistema de control de eliminación de flúor compuesto por válvula esférica

Sistema de control de eliminación de flúor de válvula de multi-vía

Figura 6-13 Dibujo de aplicación de válvula esférica y válvula de multi-vía de Runxin en el sistema de tratamiento de eliminación de flúor en el agua

6.4 Aplicación de válvula Runxin en otros sistemas de tratamiento de agua especiales

6.4.1 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de purificación de eliminación de nitrato y nitrito

6.4.1.1 Impactos de nitrato y nitrito a la salud

NitratoNitrato y nitrito existen ampliamente en el agua, el suelo y las plantas en un entorno natural. La ingestión de una gran cantidad de nitrato puede inducir metahemoglobinemia en el cuerpo humano. Las manifestaciones clínicas son cianosis de labios y uñas, y síntomas hipóxicos como manchas moradas en la piel. En casos graves, puede causar la muerte. El nitrito es un carcinógeno reconocido y tiene gran impacto en la salud humana.

Según lo estipulado en GB 5749-2006 Norma sanitaria de agua potable doméstica, el contenido de nitrato (calculado según nitrógeno N) en el agua potable no debe ser superior a 10mg/L. En caso de suministro de agua centralizado de tamaño pequeño, suministro de agua distribuido y algunas regiones con fuente de agua subterránea limitada, este valor puede aumentar a 20mg/L; el contenido de nitrito no debe ser superior a 1mg/L.

6.4.1.2 Método de eliminación

Actualmente, el método principal de eliminación de nitrato y nitrato es el intercambio iónico mediante la resina de intercambio aniónico de Trimetilamino $[\text{-N(CH}_3)_3\text{OH}]$. Cuando la resina está inválida, se puede recuperar la capacidad de eliminación de nitrato y nitrito de la resina mediante la regeneración con sal industrial (NaCl).

Cabe mencionar: la velocidad de flujo de intercambio de diversas resinas es diferente, cuando se utiliza la resina de intercambio aniónico para eliminar el nitrato y el nitrito, se necesita utilizar una velocidad de flujo de intercambio relativamente baja. Por eso, al seleccionar el modelo del equipo, se debe tener en cuenta del caudal de producción de agua en baja velocidad de flujo.

El flujo de procesos del tratamiento de agua de eliminación de nitrato y nitrito es: agua subterránea → bomba de frecuencia variable → filtro multimedio → intercambio iónico de eliminación de nitrato → filtro fino → tanque de agua → bomba de suministro de agua → usuario

La ecuación de reacción de intercambio iónico entre nitrato, nitrito y resina se muestra a continuación:

$$NO_3^-+NO_2^-+2RN(CH_3)_3Cl=RN(CH_3)_3NO_3+RN(CH_3)_3NO_2+2Cl^-$$

Nitrato Nitrito Resina válida Resina inválida Resina inválida Agua saliente

6.4.1.3 Aplicación real

(1) Antecedentes de aplicación

Una comunidad residencial de bienestar en el Distrito de Yuhong de la Ciudad de Shenyang, donde el agua doméstica está procedente del agua de pozo subterráneo. Después del uso del agua por un período de tiempo, se descubrió los síntomas de hipoxia como cianosis de labios, uñas y manchas moradas en la piel en los residentes. Se entregó la muestra de agua al Centro de Control y Prevención de Enfermedades para la prueba, y se descubrió que el contenido de nitrato en el agua (calculado según nitrógeno) era de 27,5mg/L, que fue 2,75 veces el valor en la norma nacional, y el agua debe ser tratada antes del uso.

(2) Generalidades del proyecto

Esta comunidad tiene 7000 residentes, donde el consumo diario medio de agua es de alrededor de 560m^3. Es que en la comunidad también hay agua usada en la industria de restaurantes y catering, por eso el consumo total diario del agua es de alrededor de 600m^3. Se calcula según un promedio de 15 horas de funcionamiento por día del equipo de tratamiento de agua, la capacidad diseñada de producción de agua del sistema es de 40m^3/h. El funcionamiento del intercambio iónico y la regeneración en la eliminación de nitrato son similares al tratamiento de ablandamiento, es decir, en ambos casos se utiliza la sal industrial para la regeneración, pero la velocidad de flujo de funcionamiento del primero es un poco más baja. En el presente proyecto se configura un tanque de resina de FRP de diámetro de 1,0m y altura de 2,4m, dentro del tanque se llena resina de intercambio aniónico alcalina fuerte tipo I de 1600L, se utiliza la válvula de control Runxin 63620, e instala la válvula esférica en la abertura de salida de agua de la válvula de control para ajustar el volumen de agua saliente al caudal diseñado. Se equipa con dos dispositivos de intercambio iónico, uno para el uso, uno como el respaldo, la instalación de los equipos se muestra en Figura 6-14. El efecto de funcionamiento es bueno, el contenido de nitrato en el agua saliente cumple con los requisitos estipulados en la norma.



Figura 6-14 Dispositivo de intercambio iónico de eliminación de nitrato

6.4.2 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de eliminación de arsénico

6.4.2.1 Impactos del arsénico al cuerpo humano

El arsénico y sus compuestos son altamente tóxicos, en caso de ingestión de excesivo arsénico en el cuerpo humano, se causará la intoxicación por arsénico De los compuestos, el trióxido de arsénico, también conocido como Pishuang en chino, puede causar la intoxicación humana después de la administración oral de 5mg ~ 50mg y la muerte después de consumir 60mg ~ 100mg. El consumo prolongado de agua o alimentos que contienen arsénico también puede acumular arsénico en el cuerpo humano y afectar la salud.

Después de que el arsénico invade el cuerpo humano, además de excretarse en la orina, el tracto digestivo, la saliva y los senos, se acumula principalmente en la osteoporosis, hígado, riñón, bazo, músculos, cabello, uñas y otras partes. El arsénico actúa fácilmente en el sistema nervioso, estimula los órganos hematopoyéticos, invade el cuerpo humano en una pequeña cantidad durante mucho tiempo y tiene un efecto estimulante sobre la producción de glóbulos rojos. La exposición prolongada al arsénico puede dañar fácilmente las células y los capilares humanos, agravar el daño de los órganos y puede inducir tumores malignos. Por esta razón, las normas nacionales de China estipulan que el límite máximo de arsénico en los alimentos no es más de 0,7mg/kg y el en la leche fresca no es más de 0,2mg/kg. Según lo estipulado en GB 5749 Norma sanitaria de agua potable doméstica, el límite de arsénico en el agua potable es de 0,01mg/L, y en el suministro de agua tipo centralizado de tamaño pequeño y el suministro de agua distribuido, el límite es de 0,05mg/L.

6.4.2.2 Método de eliminación de arsénico

Los métodos principales de eliminación de arsénico abarcan ósmosis inversa, método de adsorción por material filtrante JM-2, etc. El costo de inversión en los equipos de ósmosis inversa es relativamente alto, generalmente, en los lugares con arsénico en la fuente de agua, los recursos de

agua son relativamente escasos, y la eliminación de arsénico por ósmosis inversa puede generar un desperdicio relativamente grande en la fuente de agua, y el costo de uso posterior es alto, además, el mantenimiento es molestoso. El material filtrante JM-2 es un tipo de material filtrante especial para la eliminación de arsénico, que realiza la eliminación del arsénico mediante el modo de adsorción e intercambio iónico.

6.4.2.3 Casos de aplicación real

(1) Antecedentes de aplicación

Un hogar de ancianos en Xinminshi de la Ciudad de Shenyang está ubicado en un lugar remoto, a donde no se puede proporcionar agua corriente del grifo de la ciudad y no hay agua superficial en los alrededores, por lo que el agua doméstica sólo puede ser agua subterránea. Mediante las pruebas, el contenido de arsénico en el agua subterránea es de 0,12mg/L, que excede el límite de no superior a 0,01mg/L en GB/T 5749-2006 Norma sanitaria de agua potable doméstica, por eso, sólo se la debe utilizar después del tratamiento de eliminación de arsénico. Es que el agua subterránea es relativamente turbia, por eso, antes de eliminar el arsénico, se necesita realizar el tratamiento de filtro multimedio para eliminar los sedimentos.

(2) Generalidades del proyecto

En este hogar de ancianos hay 260 residentes, donde el consumo de agua diario es de alrededor de 15,6m^3. Si el equipo funciona durante un promedio de 8 horas por día, se equipa con un tanque de agua limpia de 8m^3 como el consumo de agua de uso urgente para la amortiguación. Por eso, en el diseño se utiliza el equipo de tratamiento de agua de eliminación de arsénico de capacidad de tratamiento de agua de 2m^3/h.

Cuando se utiliza el material filtrante JM-2 para eliminar el arsénico, se debe configurar una velocidad de flujo de intercambio relativamente baja, generalmente debe ser de 4m/h. Además, el valor pH del agua entrante debe ajustarse a 8,5~9,0. Se equipa con un tanque de FRP de diámetro de 1,0m, altura de 2,4m, y dentro del tanque se llena el material filtrante JM-2 especial para la eliminación de arsénico. Y se selecciona válvula esférica Runxin DN25 y el controlador, además, se instala la válvula esférica en la abertura de salida de agua de la válvula de control para ajustar el volumen del agua saliente hasta el caudal diseñado. En la etapa inicial del funcionamiento, se realiza un muestreo cada 2 horas para detectar el contenido de arsénico en el agua saliente; cuando se aproxime al ciclo de producción de agua, se realiza una detección cada hora; cuando el contenido del arsénico en el agua saliente excede el estándar, significa que el material filtrante está saturado después de la adsorción, y se lo necesita regenerar mediante el agente de regeneración especial con el fin de realizar la reutilización del material filtrante. Véase Figura 6-15 para la instalación de los equipos. El efecto de funcionamiento del sistema sigue siendo bueno después de su instalación y puesta en servicio, y el contenido de arsénico en el agua saliente cumple con los requisitos estipulados en la norma. El flujo de procesos de este sistema de tratamiento de agua se muestra a continuación:

Agua subterránea con arsénico → Bomba de frecuencia variable → Filtro de eliminación de lodos → Dispositivo de ajuste del valor pH → Equipo de eliminación de arsénico (con dispositivo de

regeneración) → Tanque de agua limpia → Punto de consumo de agua

Para los sistemas de tratamiento de agua especial de eliminación de flúor, eliminación de arsénico, eliminación de metales pesados, eliminación de nitrato, etc., también se puede seleccionar las válvulas esféricas de cerámica eléctricas de diversos diámetros de paso y el controlador de válvula esférica especial para constituir el sistema de control según el volumen de agua saliente. El bosquejo de instalación del equipo de tratamiento de agua especial controlado por válvula esférica se muestra en Figura 6-16:



Figura 6-15 Sistema de tratamiento de eliminación de arsénico controlado por válvula esférica manual

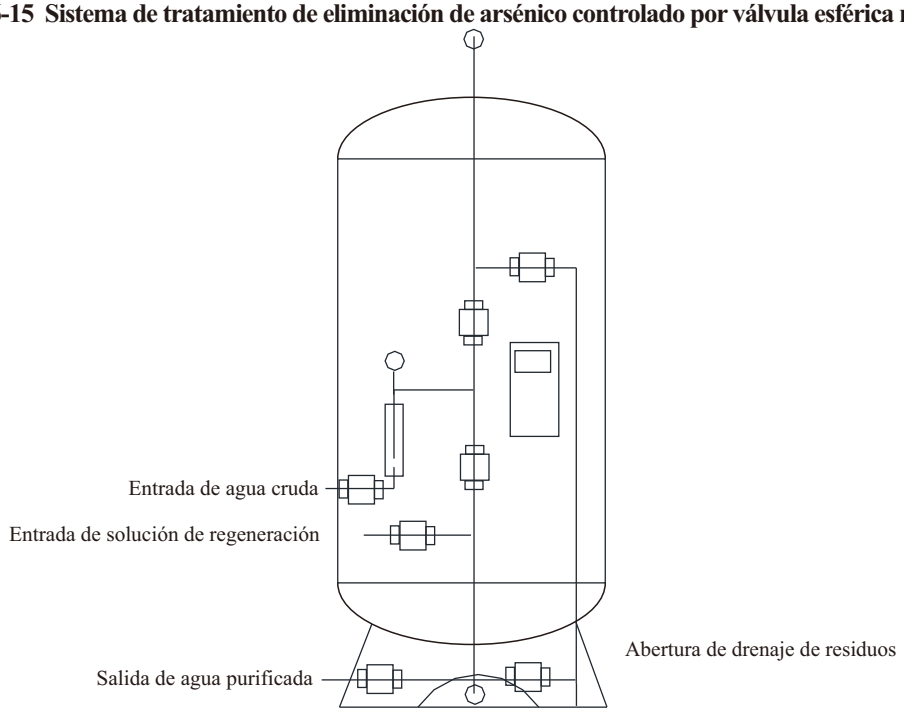


Figura 6-16 Bosquejo de instalación de equipo de tratamiento de agua especial de eliminación de flúor, arsénico, metales pesados, etc.

6.4.3 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de eliminación de boro

(1) Antecedentes de aplicación

Las granjas avícolas se ubican generalmente en áreas remotas alejadas de las ciudades, y a donde el agua corriente del grifo no puede acceder fácilmente. El agua principal utilizada es agua superficial o subterránea en los alrededores. Para asegurar que los productos avícolas cumplan con los estándares y evitar que las sustancias nocivas en la carne y los huevos excedan los estándares, generalmente es necesario esterilizar el agua potable de las aves de corral.

Una empresa de cría de aves de corral en Hungría utiliza agua subterránea como fuente de agua. El contenido de boro en el agua subterránea es relativamente alto, que generalmente existe en forma de ácido bórico H_3BO_3 y borato H_3BO^{2-} en el agua. Se requiere un tratamiento para reducir su contenido antes de que pueda ser consumida por los aves de corral. Además, el agua subterránea puede contener algunas bacterias Para evitar que las bacterias causen enfermedades infecciosas y otros daños a las aves de corral, es necesario realizar primero la esterilización y desinfección y eliminar el gas residual en el agua subterránea primero. Para este fin, el diseño adopta la esterilización con cloro gaseoso y la eliminación de boro mediante el tratamiento con membrana de ósmosis inversa (membrana RO). La empresa de cría tiene una gran cantidad de cría de aves de corral y la demanda diaria de agua es de aproximadamente $10m^3/h$.

(2) Generalidades del proyecto

En el presente proyecto se utiliza bomba de pozo profundo para bombear el agua subterránea, utiliza el generador de cloro gaseoso para agregar cloro gaseoso a las tuberías en tiempo determinado para la esterilización, también se equipan con tres tanques de FRP de diámetro de 0,9m y altura de 2,4m, la válvula de control de Runxin 53520 para constituir tres juegos de sistema de filtrado por carbón activo para eliminar impurezas y cloro residual; para evitar generar incrustaciones en la membrana RO, se establece un dispositivo de tratamiento de ablandamiento antes del dispositivo de ósmosis inversa, y se selecciona la válvula de control Runxin 63610, equipa con tanque de resina de diámetro de 0,6m y altura de 1,8m, y el descalcificador de agua llenado de resina de intercambio de iones de sodio, para constituir tres juegos de sistema de ablandamiento para reducir la dureza del agua entrante; luego, la membrana RO elimina otras impurezas en el agua, el agua saliente después del tratamiento entra en el tanque de almacenamiento de agua de $10m^3$, en el tanque de almacenamiento de agua se establece un interruptor de nivel de líquido para controlar el nivel de agua. Por último, se utiliza la bomba de sobrealimentación para suministrar el agua dentro del tanque de agua a diversos puntos de consumo de agua. En el sistema RO, se configura un sistema de limpieza in situ CIP para evitar que el agua saliente sea contaminada por microorganismos y bacterias. La instalación de los equipos se muestra en Figura 6-17, el flujo de procesos de tratamiento de agua se muestra a continuación:

Agua subterránea → Bomba de pozo profundo → Desinfección (con generador de cloro gaseoso) → Filtro de carbón activado → Descalcificador de agua → Ajuste del valor PH → Sistema de ósmosis inversa RO (compatible con el sistema de limpieza in situ CIP) → Tanque de almacenamiento de agua → Bomba de sobrealimentación → Punto de consumo de agua.



Figura 6-17 Diagrama de instalación de equipos del sistema de eliminación de boro

7 Aplicación de válvula Runxin en el sistema de tratamiento de agua de uso civil

Con el rápido desarrollo de la producción industrial y agrícola y la construcción de urbanizaciones y el crecimiento continuo de la población urbana, la contradicción entre la demanda de agua doméstica y la escasez de oferta y demanda de buenos recursos hídricos se ha vuelto cada vez más grave. En algunas áreas, no sólo la dureza del calcio y magnesio de la fuente de agua es extremadamente alta, sino también hay varios contaminantes nocivos para el cuerpo humano tales como diversos tipos de materia orgánica, los iones de metales pesados, las aguas residuales industriales, los residuos de detergentes o pesticidas, esos hacen que sea cada vez más difícil tratar el agua corriente y sea necesario agregar más desinfectantes. Además, con los edificios urbanos cada vez más altos, aparecen problemas de contaminación formados por el suministro de agua secundario; la red de tuberías vieja en las ciudades también puede causar fácilmente el problema de contaminación en el agua suministrada a los residentes. En el norte, el nivel en que se explota el agua subterránea es cada vez más profundo, y el contenido de dureza u otras impurezas en el agua es cada vez más alto, y la gente tiene cada vez más alto requisito sobre el agua doméstica, en particular el agua potable. Por eso, el tratamiento profundo para el agua corriente o suministro de agua centralizado para las ciudades recibe cada vez más atención de la gente.

El sistema de tratamiento de agua para toda la casa de uso doméstico de marca desarrollado y fabricado independientemente por Runxin puede realizar un tratamiento completo de diversas impurezas que existen en el agua. Los productos principales de serie desarrollados y fabricados para el suministro de agua doméstica de alta calidad abarcan: prefiltro de tipo láminas inteligente anti-fuga, purificador de agua central inteligente anti-fuga, grifo de agua limpia de uso doméstico, descalcificador de agua central, descalcificador de agua para ducha, máquina RO (máquina de agua pura) y filtro de agua de manantial de montaña, etc.

7.1 Aplicación de válvula filtrante Runxin en el sistema de tratamiento de agua de uso civil

7.1.1 Prefiltro

Debido al envejecimiento o la reparación de la tubería de agua corriente, en el proceso de suministro del agua corriente desde la planta de agua a diversos hogares, pueden existir algunas impurezas tales como sedimentos, herrumbres. Para garantizar la salud del agua doméstica y proteger los equipos de consumo de agua en el hogar, es necesario realizar un tratamiento avanzado del agua corriente suministrada. Algunos países desarrollados también han propuesto los requisitos más altos sobre el sistema de suministro de agua. Por ejemplo, el gobierno alemán estableció una ley (DIN1988) en año 1988 especificando que: para todos los edificios construidos, se debe instalar filtro de impurezas tipo protector en el sistema de suministro de agua.

Por eso, el prefiltro es el primero equipo de filtrado grueso para el agua usada en todo el hogar. Generalmente se instala en el extremo trasero del medidor de agua de la tubería de agua de uso en

hogar, es el primer guardia de purificación de agua en el hogar, que principalmente se utiliza para filtrar los sedimentos, herrumbres u otras impurezas de partículas o flóculos en la contaminación secundaria de la red de tuberías de suministro de agua corriente, es un tipo de dispositivo confiable de filtrado de impurezas. Su función principal es evitar generar una gran cantidad de impurezas sedimentadas en la red de tuberías de suministro de agua de ciudad y de zona residencial causando la lesión del cuerpo humano, y tiene un efecto activo de pre-protección para tuberías ocultas, grifos, calefacción de agua, calentadores de agua, calderas, acondicionadores de aire centrales, lavadoras, lavavajillas, máquinas de café y otros electrodomésticos de consumo de agua (purificador de agua, máquina de agua pura, ablandador de agua, etc.).

La mayoría de los prefiltros domésticos comunes en el mercado utilizan elemento de filtro de malla filtrante de acero inoxidable para el filtrado, que puede realizar el lavado manual de forma regular para eliminar las impurezas interceptadas en la malla filtrante. Debido al uso del lavado, es muy difícil lavar las impurezas incluidas en la malla filtrante, el efecto de lavado no es ideal, y es difícil eliminar los flóculos, y ellos pueden adsorberse fácilmente en la malla filtrante causando que el caudal sea cada vez menos.

En el tratamiento de agua industrial, hay un tipo de filtro que utiliza láminas como el elemento de filtro. Generalmente, múltiples placas de plástico de ingeniería de alta calidad de forma de disco con múltiples ranuras uniformemente distribuidas se apilan para constituir la barrera filtrante. Durante el lavado, se puede lavar efectivamente las suciedades soltando las láminas, y se puede recuperar el filtrado mediante el re-apriete de láminas. Teóricamente este filtro se puede reutilizar de forma ilimitada.

El sistema filtrante de uso doméstico requiere filtro de fácil operación y mantenimiento y conveniente instalación. Para facilitar el lavado automático del filtro y que sea libre del mantenimiento, el prefiltro de láminas de Runlucky aprovecha las ventajas de sellado de la superficie de extremo para integrar el núcleo de la válvula de cerámica con el elemento del filtro de tipo láminas (como se muestra en Figura 7-1). Mediante el electromotor, se puede controlar el giro del elemento de filtro de forma conveniente, así se puede realizar el filtrado y el retrolavado del elemento de filtro de láminas mediante la conmutación del flujo de agua. Durante el retrolavado, bajo el efecto de la presión hidráulica del agua, el elemento de filtro de láminas se suelta automáticamente y gira para el lavado para facilitar la exclusión de las impurezas interceptadas; además, para asegurar que el agua suministrada al usuario no se interrumpa en el proceso de lavado, la válvula de control diseñada tiene la función de derivación de lavado.



Figura 7-1 Filtro de elemento de filtro de láminas

7.1.2 Purificador de agua central

7.1.2.1 Impactos del agua doméstica a la salud del cuerpo humano

El impacto de la ingestión de sustancias nocivas en el agua potable sobre la salud humana es bien conocido, pero a menudo se ignora el daño de los productos químicos en el agua doméstica que entran en contacto con la piel al bañarse y en otros medios. Según las investigaciones, en mucha agua que se ve clara y transparente, existen algunas sustancias químicas tóxicas y nocivas (tales como tolueno, etilbenceno, estireno), que pueden ser absorbidas fácilmente por la piel humana. Por ejemplo, cuando el agua de ducha y baño contiene tricloroetileno, debido a su volatilidad en el agua caliente, hace que las personas sean más propensas a inhalar esta sustancia química en el baño que a tragarla directamente. La tabla 7-1 muestra la comparación de la tasa de absorción de ciertas sustancias químicas absorbidas por la piel de adultos y niños y la inhalación oral. Estas tasas de absorción pueden considerarse similares a la absorción de otras sustancias químicas comunes en el agua potable.

Tabla 7-1 Relación media de ciertas sustancias químicas absorbidas a través de la piel con respecto a la inhalación oral

	Duración de exposición	Absorción a través de la piel	Inhalación oral	Consumo de agua
Baño de adulto	15min	63%	27%	2L
Baño de bebé	15min	40%	60%	1L
Natación de niño	1h	88%	12%	1L
Promedio total		64%	33%	

Los datos de la tabla muestran que la tasa de absorción de ciertos químicos por la piel es asombrosa, por lo que las personas deben prestar especial atención al nadar y bañarse. De hecho, las sustancias químicas volátiles en el agua caliente se inhalan de 6 a 80 veces más por la respiración que por la boca.

Por eso, es insuficiente prestar la atención en la calidad del agua potable solamente. Para garantizar la salud física de toda la familia de forma completa, se necesita configurar un equipo de tratamiento de agua que realiza tratamiento de purificación para toda el agua doméstica de la familia y puede realizar retrolavado automático de forma regular, es decir, el purificador de agua central.

7.1.2.2 Clasificación de purificadores de agua centrales

En el mercado hay dos tipos de purificador de agua central comunes: uno es el purificador de agua central de estructura de membrana de ultrafiltración; uno es el purificador de agua central que utiliza el carbón activo como el material filtrante.

El purificador de agua central de estructura de membrana de ultrafiltración principalmente utiliza la membrana de ultrafiltración como el elemento filtrante para eliminar las impurezas y bacterias de tamaño superior a 0,1μm en el agua. Pero no puede eliminar el olor del cloro residual en el agua. El producto principalmente adopta el lavado (positivo), y las impurezas interceptadas son drenadas en dirección positiva mediante la abertura de drenaje de agua, y las impurezas interceptadas en los poros de la membrana no pueden salir, y las impurezas de tipo flóculo también son difíciles de ser lavados hacia afuera.

El purificador de agua central que utiliza el carbón activo como el material filtrante realiza el propósito de purificación mediante el efecto de adsorción e interceptación del carbón activo. El purificador de agua central de carbón activo puede equiparse con la válvula de control con función de retrolavado para realizar retrolavado regular en el material filtrante, con el fin de lograr el propósito de prevención de la configuración secundaria y prolongación de la vida útil del material filtrante.

7.1.2.3 Purificador de agua central de carbón activo

Generalmente, los problemas principales en el agua corriente urbana son cloro residual, materia orgánica, THM'S y plomo. De los cuales, el cloro residual es el desinfectante añadido por la planta de agua corriente para evitar generar bacterias en el proceso de transporte del agua, y sólo puede ser eliminado cuando el usuario final la utilice. La Figura 7-2 muestra los filtros de carbón activo de diversos modelos, que pueden reducir estos contaminantes principales de forma evidente y efectiva.



Figura 7-2 Purificador de agua central de carbón activo de uso civil de diversos modelos

El purificador de agua central de carbón activo principalmente adsorbe el cloro residual, los metales pesados, los virus, las materias orgánicas, las pesticidas, las algas y otras sustancias nocivas en el agua mediante carbón activo, arena de cuarzo y otros materiales filtrantes, y puede filtrar las herrumbres, los sólidos suspendidos u otras impurezas. Puede resolver efectivamente la contaminación secundaria en el proceso de suministro de agua corriente debido a la esterilización, el envejecimiento de la red de tuberías y el suministro de agua secundario, y puede garantizar perfectamente la seguridad del agua de uso en el hogar.

Después de que el carbón activo adsorbe las materias orgánicas, algas u otras impurezas, se necesita eliminar las impurezas oportunamente para evitar volver a generar la contaminación. Algunos expertos indican: " para resolver los microorganismos generados por los dispositivos de adsorción de carbón activo, etc. y el tratamiento por membrana, así como sus problemas de reproducción, se debe establecer un dispositivo de retrolavado para realizar el retrolavado regular.". Por eso, los puntos clave del purificador de agua central son: primero, el efecto después del filtrado, la turbidez del agua saliente y la situación de eliminación del cloro residual, que se relacionan principalmente con la calidad del carbón activo; segundo, debe tener la función de retrolavado. Un equipo ideal debe poder realizar el retrolavado del elemento de filtro y el material filtrante de forma automática y regular, así no sólo se puede evitar la contaminación secundaria por la acumulación de contaminantes y el crecimiento de bacterias debido al uso prolongado, sino también puede prolongar mucho la vida útil del elemento de filtro y el material filtrante, reduciendo los costos de mantenimiento posterior.

El purificador de agua central de carbón activo de Runlucky principalmente tiene las funciones siguientes:

a) Desodorización: elimina el olor peculiar causado por fenol, materia orgánica, etc.;

b) Decoloración: elimina la cromaticidad formada por contaminantes como hierro, manganeso y productos de descomposición vegetal o materia orgánica;

c) Decloración: elimina el cloro residual y el olor causado por la adición de desinfectante al agua corriente del grifo;

d) Eliminación de TOC (carbono orgánico total), puede eliminar del 10% ~ 60% de materia orgánica: plaguicidas, pesticidas, hidrocarburos clorados, etc.;

e) Eliminación de metales pesados: puede eliminar los iones de metales pesados tales como mercurio, cromo, plomo, etc.;

f) Eliminación de detergentes sintéticos y tintes sintéticos, etc.;

g) Eliminación de virus, sustancias radiactivas, sustancias mutagénicas, etc.

7.2 Aplicación de la válvula de ablandamiento Runxin en el sistema de ablandamiento de agua de uso civil

7.2.1 Ventajas del agua ablandada

El agua natural siempre contiene un relativamente alto contenido de iones de calcio y magnesio (se llama agua dura). Cuando las personas se lavan la cara, el cabello, se duchan y lavan la ropa, los iones de calcio y magnesio pueden reaccionar fácilmente con el jabón, el champú, el líquido de baño, el detergente (en polvo) y otros productos de lavado para formar partículas insolubles o flóculos, que pueden bloquear los poros humanos o formar aglomeración en el textil de la ropa; cuando se utiliza el agua dura para hervir agua o cocinar alimentos, no sólo afecta el sabor, sino también causa fácilmente la formación de incrustaciones en hervidores y olla al vapor; cuando se utiliza para calentadores de agua y chimeneas y otros equipos de calefacción, es más fácil generar incrustaciones, lo que puede

afectar la transferencia de calor y aumentar el consumo de energía eléctrica o gas. Por eso, el agua doméstica requiere un tratamiento de ablandamiento. Las ventajas principales del uso del agua ablandada son:

a) Puede limpiar y suavizar mejor la piel y el cabello. "Baños con agua ablandada, mejor para la piel y el cabello". Cuando se utiliza el agua ablandada para el baño, las suciedades dentro de la piel, el cabello y las células pilosas pueden eliminarse completamente, así se puede retrasar el envejecimiento de la piel, dejar que la piel sea limpia sin tirantez, brilla, fina, y que el cabello sea suave y liso. Por eso, los salones de belleza generalmente utilizan agua ablandada.

b) Prevención de incrustaciones generadas en los equipos de calentamiento y utensilios de cocción. El uso de agua ablandada puede prevenir la generación de incrustaciones en las calderas colgadas en la pared, calentadores de agua, ollas a vapor y hervidores de agua, y evitar que las tuberías de calefacción se quemen debido a las incrustaciones, lo que reduce en gran medida la frecuencia de reparación de los equipos y la vida útil del calentador de agua puede alargarse a más del doble. Las facturas de gas o luz utilizadas para los equipos de uso de calor o los utensilios de cocina se pueden reducir entre 29%~32%, y las tuberías de agua instaladas en las paredes internas de la familia no tendrán incrustaciones o bloqueos.

c) Mejora del efecto de lavado en la vida hogareña. El uso de agua ablandada puede hacer que la ropa lavada sea suave y limpia, con el color como nuevo, y puede reducir significativamente el consumo de detergente (en polvo); puede usarse para lavar los platos y la porcelana para que se vean como los nuevos sin manchas de agua, y puede reducir el consumo de detergente; los inodoros, lavabos, bañeras no tendrán coloración amarillenta o incrustaciones, tampoco tienen olor peculiar; los pequeños orificios de la alcachofa de ducha no tendrán incrustaciones blancas, y el agua fluye suavemente.

7.2.2 Composición y clasificación de descalcificadores de agua domésticos

El descalcificador de agua doméstico está principalmente compuesto por tanque de resina (se llena resina dentro del tanque), válvula de control, válvula de salmuera y tanque de salmuera, etc. Según las diversas formas, los descalcificadores de agua domésticos principalmente se dividen en descalcificador de agua integral y descalcificador de agua dividido (como se muestra en Figura 7-3 y Figura 7-4). El descalcificador de agua integral significa que el tanque de llenado de resina y el tanque de salmuera se colocan en la misma carcasa, el área ocupada es pequeña, y la apariencia es relativamente bella. El descalcificador de agua dividido significa que el tanque de resina y el tanque de salmuera son dos parte separadas, generalmente, el descalcificador de agua de gran capacidad de producción de agua es de tipo dividido.

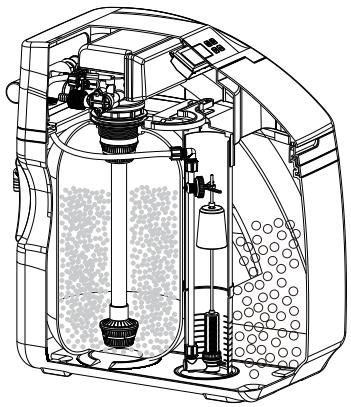


Figura 7-3 Descaldificador de agua integral

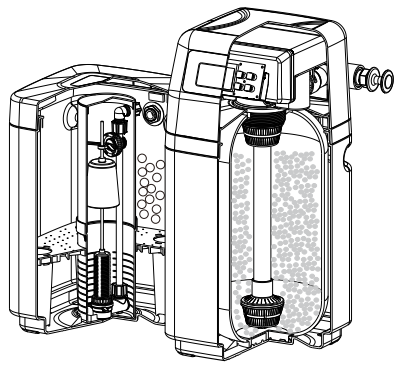


Figura 7-4 Descaldificador de agua dividido

7.2.3 Funciones especiales del descalcificador de agua doméstico

Las funciones especiales del descalcificador de agua doméstico de Runlucky principalmente se reflejan en la válvula de control. Según los diversos tipos de válvula de control equipados, tienen diversas funciones especiales. Las funciones opcionales comunes se muestran a continuación:

(1) Modo de sal seca

El tanque de resina del descalcificador de agua integral se coloca dentro del tanque de salmuera. Durante el funcionamiento del descalcificador de agua, generalmente existe una gran cantidad de salmuera dentro del tanque de salmuera, lo que causa que el tanque de resina esté remojado en la salmuera durante un largo tiempo, eso puede causar ciertos efectos negativos a ambos el tanque de resina y la salmuera, y puede causar la contaminación de la salmuera y la contaminación de la resina durante la succión de salmuera en regeneración.

El modo de sal seca significa que durante la producción de agua en el descalcificador de agua, se permanece sin agua en el tanque de salmuera evitando que el tanque de resina se remoje en la salmuera durante un largo tiempo, con el fin de evitar la degeneración del tanque de resina o la salmuera; cuando el caudal o el tiempo del descalcificador de agua alcance el valor configurado, se suplementa el agua al tanque de salmuera 4 horas antes de la regeneración, después de la reposición de agua, se espera durante 4 horas para la disolución de la sal, luego se realiza la regeneración. En esta manera, durante el funcionamiento del descalcificador de agua, el tanque de salmuera se permanece prácticamente seco, por eso se llama modo de sal seca.

(2) Alarma de falta de sal:

Cuando el descalcificador de agua alcance el volumen de producción de agua configurado, se debe regenerar la resina inválida, por eso, se necesita agregar la sal regularmente. En cuanto al descalcificador de agua de uso civil, debido a la falta del personal dedicado para la gestión y el largo período de agregación de sal, en algunos casos, el período de agregación de sal puede ser más de 1 mes, y el usuario puede olvidar la agregación de sal causando que la resina no pueda recibir la regeneración efectiva, lo que causa que el agua saliente no cumpla con los requisitos de ablandamiento.

Para mantener la sal siempre en el tanque de salmuera y asegurar que la resina pueda ser regenerada efectivamente después de la invalidez, Runxin ha desarrollado una válvula de control con función de alarma en falta de sal, que puede emitir alarma en caso de falta de sal en el tanque de salmuera para advertir al usuario a agregar la sal. Actualmente, los modos de alarma de falta de sal se muestran a continuación:

a) Método de peso específico: se detecta regularmente el peso específico de la salmuera dentro del tanque de salmuera, cuando esté por debajo del valor configurado, puede emitir alarma para advertir al usuario a agregar la sal. Este modo sólo es adaptable al descalcificador de agua que no tiene la función de modo de sal seca;

b) Método de refracción o reflexión: se ilumine el tanque de salmuera con el tubo de lámpara emisora de luz, determine si hay sal en el tanque de salmuera por la diferencia entre la reflexión o refracción de la sal sólida y el agua, y emite una alarma cuando se descubra la falta de sal.

(3) Desinfección con cloro gaseoso

Después del largo período de funcionamiento de la resina en el tanque de resina, se producirá bacterias, lo que puede causar el cambio de la calidad del agua. Según los requisitos de algunos países europeos, se necesita desinfectar el tanque de resina regularmente. En la desinfección por cloro gaseoso, se instala el dispositivo de electrólisis en la abertura de succión de salmuera, para que el descalcificador de agua realice la electrólisis en el proceso de succión de salmuera y regeneración, es decir, la electrólisis el NaCl en la salmuera, los Cl_2 generados se disuelven en el agua para formar hipoclorito de sodio, así desinfectando el tanque de resina.

(4) Modo de vacación

Cuando el descalcificador de agua no se utiliza durante un largo tiempo, la resina puede invalidarse, producir bacterias y aglomerarse fácilmente. Al reiniciarlo, es posible causar la fragmentación de la resina. El modo de vacación significa que, antes de viaje prolongado o la vacación del usuario, se succiona cierta cantidad de salmuera en el tanque de resina para remojar la resina, luego cierra la válvula. Después de finalizar la vacación, se abre la válvula para limpiar bien la salmuera dentro del tanque para su puesta en servicio normal.

(5) Disolución de sal con agua blanda

En la mayoría de los casos el agua de reposición de agua al tanque de salmuera del descalcificador de agua es agua cruda. Sin embargo, cuando la dureza del agua cruda es relativamente alta, el contenido de calcio y magnesio en la salmuera puede aumentar afectando el efecto de regeneración; además, cuando el agua cruda contiene iones de hierro y manganeso, etc., el color del tanque de salmuera puede cambiar, eso puede causar fácilmente la contaminación en el tanque de salmuera. Para resolver este problema, algunas válvulas de control utilizan agua blanda para la reposición de agua al tanque de salmuera, es decir, se utiliza el agua blanda para disolver la sal en el tanque de salmuera, así no sólo se puede elevar la eficiencia de regeneración, sino también puede evitar el cambio del color del tanque de salmuera u otros problemas.

(6) Salida de agua cruda durante la regeneración

Según lo estipulado en GB/T 18300 Condiciones técnicas del intercambiador de iones de sodio de control automático, en el proceso de regeneración del intercambiador iónico usado en el tratamiento del agua en la caldera y en otros equipos industriales, ninguna agua dura debe salir de la salida del intercambiador. Eso principalmente es para evitar el aumento de la dureza del agua alimentada causando la generación de incrustaciones en la superficie calentada de la caldera y de otros equipos térmicos, lo que puede causar la reducción de la eficiencia térmica o la generación de riesgos ocultos de seguridad. En caso general, el descalcificador de agua requiere 1~2 horas para la regeneración. Los equipos de ablandamiento de agua de uso industrial generalmente tienen tanque de agua blanda, lo que permite que haya suficiente agua blanda suministrada a la caldera en el tanque de agua blanda en el proceso de regeneración del descalcificador de agua. Pero el descalcificador de agua doméstico generalmente no está equipado con tanque de agua blanda, si no hay agua en la salida del descalcificador de agua en el proceso de regeneración, se causará la interrupción del agua en los equipos de consumo de agua afectando el uso por el usuario; en algunos casos, aunque se configura la hora de regeneración del descalcificador de agua a la noche, puede existir situación de uso provisional del agua. Por eso, para esta situación, generalmente los descalcificadores de agua domésticos están equipados con la válvula de control de conducción de agua cruda en la salida durante la regeneración, para que en el proceso de regeneración del descalcificador de agua, el agua cruda no ablandada pueda salir desde la salida para cumplir la demanda urgente del usuario.

(7) Derivación del agua dura

La dureza del agua doméstica no debe ser tan baja como sea posible, por ejemplo, la dureza del agua potable demasiado baja puede ser dañina para el cuerpo humano. Por eso, en Italia, Bélgica y algunos países europeos, se requiere controlar la dureza del agua saliente del descalcificador de agua entre 50~90mg/L (calculada según $CaCO_3$). Después de la regeneración del descalcificador de agua doméstico, la dureza del agua saliente es inferior a 30mg/L en la mayoría de los casos. Para cumplir con los requisitos, se puede agregar una parte de agua dura no ablandada en el agua saliente del descalcificador de agua para que la dureza de la mezcla de ambas sea entre 50~90mg/L, es decir, la función de derivación de agua dura.

(8) Función de WIFI

Con el desarrollo rápido de la IoT (red de cosas), el descalcificador de agua y otros electrodomésticos pueden ser controlados por teléfono celular. Siempre que el descalcificador de agua tenga señal inalámbrica, no importa su ubicación, puede consultar el estado de funcionamiento del descalcificador de agua y configurar los parámetros u otras funciones del descalcificador de agua mediante el teléfono celular. Con esta función, también se puede mejorar y perfeccionar mejor los servicios postventa.

7.3 Casos de aplicación del sistema de agua en toda la casa de Runlucky

7.3.1 Aplicación de descalcificador de agua de uso civil

El descalcificador de agua de uso civil puede aplicarse ampliamente en las calderas colgadas en pared, calentadores de agua, lavadoras, calefacción por suelo radiante, calderas de agua caliente, HVAC (aire acondicionado central), estaciones de intercambio de calor de calefacción central, entre otras industrias.

(1) Aplicación en caldera de agua caliente

En el campo de entrenamiento militar de Kashgar, Xinjiang, la dureza del agua cruda local es de 415mg/L (calculada según $CaCO_3$). En invierno, se necesita la calefacción y el suministro del agua de baño. Para evitar el problema de generación de incrustaciones de las calderas de calefacción eléctrica, se necesita realizar el tratamiento de ablandamiento del agua cruda.

Debido a la pequeña cantidad de personal y un tanque de almacenamiento de agua relativamente grande, se utiliza un juego de descalcificador de agua doméstico para la reposición de agua a la caldera de calefacción. La dureza del agua saliente del descalcificador de agua cumple con los requisitos en la norma, lo que ha resuelto efectivamente el problema de prevención de incrustaciones en la caldera y reducido el consumo energético de la caldera. Su instalación se muestra en Figura 7-5.

(2) Aplicación en el calentador de agua colgado en la pared

Para el hogar de decoración cumplida, no se consideró el tratamiento de ablandamiento del agua anteriormente y no se ha reservado tuberías. Para prolongar la vida útil del calentador de agua a gas y obtener mejor experiencia de baño en agua blanda, se puede montar un descalcificador de agua montado en pared posteriormente para suministrar el agua blanda necesaria para el suministro de agua y la ducha en el calentador de agua. Su instalación es como se muestra en Figura 7-6.



Figura 7-5 Descalcificador de agua para caldera de agua caliente

Figura 7-6 Descalcificador de agua montado en pared para baño

7.3.2 Casos típicos del sistema de tratamiento de agua de todo el hogar de uso doméstico

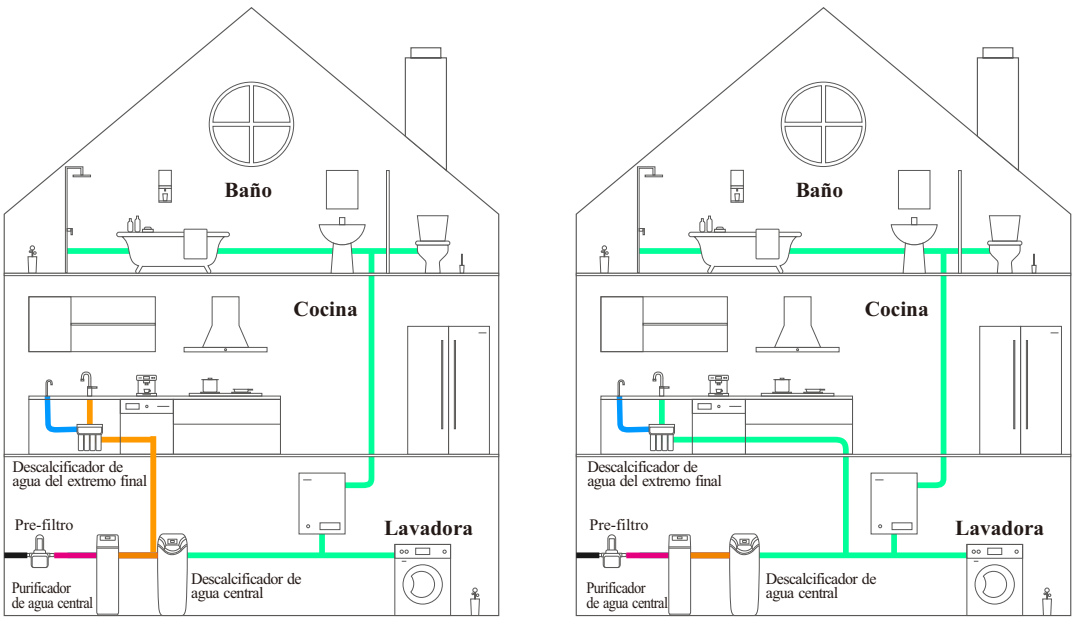
Prefiltrado + Filtrado de adsorción + Tratamiento de ablandamiento y ósmosis inversa (RO)

El agua cruda para el agua doméstica se procede del agua del río grande, el agua del lago, el agua del río, el agua del embalse u otras aguas superficiales. La calidad varía mucho entre las aguas superficiales de diferentes regiones. En comparación con el agua subterránea, generalmente la dureza del agua superficial no es muy alta, pero por los impactos de organismos acuáticos, algas y acuicultura, el contenido de materia orgánica en el agua superficial es relativamente alto, y la calidad del agua puede ser afectada fácilmente por la temporada lluviosa y la temporada seca; en algunas aguas superficiales, debido a la contaminación, siempre existen iones de metales pesados, sustancias químicas, virus y bacterias que afectan la salud humana. Aunque el agua corriente urbana ha sido tratada para eliminar la gran parte de impurezas, es inevitable existir residuos, y se necesita agregar cierta cantidad de fungicidas; en algunas ciudades costeras, cada vez que llegue la marea grande, el agua de mar puede refluir fácilmente, lo que deteriorará significativamente la calidad del agua y generará un gran impacto al agua doméstica de las personas.

El sistema de tratamiento de agua en toda la casa de uso doméstico en el presente caso se aplica en la vivienda de una ciudad del sur de China, donde el rango de cambio de calidad del agua corriente en todo el año es: dureza de 125mg/L~175mg/L (calculada según $CaCO_3$); alcalinidad 1,5mmol/L~2,2mmol/L; conductividad eléctrica 180μs/cm ~ 300μs/cm. El cliente desea configurar un sistema de tratamiento de agua de toda la casa, y el volumen total cotidiano de agua tratada es de alrededor de 20m^3/mes (alrededor de 700L por día). Según la calidad del agua corriente local y los diversos propósitos del agua, la configuración diseñada del sistema de tratamiento de agua de toda la casa es: se configura un juego de prefiltro en la tubería general de entrada en hogar de agua corriente para eliminar los sedimentos, herrumbres y otras impurezas de partículas grandes y flóculos en las tuberías de agua; y luego se equipa con un filtro de carbón activo, la válvula filtrante es de Runxin 53502, el diámetro del tanque filtrante es de 250mm y su altura es de 890m, dentro del tanque se llena 12kg de carbón activo, el volumen de agua producida es de alrededor de 1500L/h. Después de la salida del filtro, se divide en dos vías, de las cuales una vía se conecta directamente con la cocina para cocer arroz y preparar sopa, etc.; y en otra vía se configura un descalcificador de agua automático tipo integral de modelo R150 para suministrar el agua para calentar el sistema de ciclo de calefacción del suelo (el área de la calefacción del suelo es de alrededor de 160m^2), el calentador de agua, la ducha, el lavado de ropa, etc., el volumen de agua saliente es de 1500L/h; además, en la cocina se equipa con una máquina de agua potable de extremo final en la cocina para ofrecer agua directamente potable, etc., el volumen de agua saliente es de 2L/min, y el volumen de agua tratada por día en caso normal es de alrededor de 700L. La disposición del sistema de tratamiento de agua de toda la casa se muestra en Figura 7-7a, cuyo efecto de instalación y aplicación es bueno. Debido al alto nivel de automatización del sistema de tratamiento de agua (excepto que el descalcificador de agua requiere la agregación manual de sal de forma regular), después de la instalación y depuración, se puede operar y

realizar mantenimiento según los requisitos en el manual, el uso es conveniente, y la salida del agua saliente cumple con los requisitos del cliente.

Si la dureza del agua cruda es relativamente alta (calculada según $CaCO_3$, alrededor de 300mg/L), el agua usada en la cocina en el sistema de tratamiento de agua en toda la casa también debe pasar el tratamiento de ablandamiento. La máquina de agua directamente potable en el extremo final debe modificarse al dispositivo de membrana de ósmosis inversa + esterilización UV (como se muestra en Figura 7-7 b).



Capítulo VII Aplicación de la Válvula Runxin en el Tratamiento de Agua Civil Sistema de tratamiento de agua de toda la casa de dureza del agua cruda no alta b. Sistema de tratamiento de agua de toda la casa de dureza del agua cruda alta

Figura 7-7 Dibujo de disposición del sistema de tratamiento de agua en toda la casa de una vivienda

8 Mantenimiento de la Válvula de Control Multifuncional Runxin

8.1 Instalación de la válvula Runxin

8.1.1 Condiciones de uso

Las condiciones de uso de la válvula Runxin y el descalcificador de agua equipado deben cumplir con los requisitos en Tabla 8-1.

Tabla 8-1 Condiciones de uso de la válvula Runxin y el descalcificador de agua equipado

Artículo		Requisitos
Condiciones de funcionamiento	Presión de funcionamiento	0.2MPa～0.6MPa
	Temperatura del agua entrante	5℃～50℃
Entorno de funcionamiento	Temperatura ambiental	5℃～50℃
	Humedad relativa	≤95% (en 25℃)
	Alimentación aplicable	100~240VCC/50Hz o 60Hz
Calidad del agua entrante	Turbidez	Regeneración de flujo positivo ＜ 5FTU; regeneración de contraflujo＜2FTU; lecho flotante ＜2FTU; filtro＜20FTU
	Dureza	Sodio de sola etapa ＜6,5mmol/L; sodio de doble etapa＜10mmol/L
	Cloro libre	＜0,1mg/L
	Contenido de hierro	＜0,3mg/L
	Consumo de oxígeno (CODMn)	＜2mg/L (O_2)

Nota: en la tabla, sodio de sola etapa significa el funcionamiento independiente de un solo intercambiador de iones de sodio, sodio de doble etapa significa el funcionamiento de conexión en serie de dos intercambiadores de iones de sodio.

8.1.2 Requisitos de instalación

Los pasos de instalación cumplen con los requisitos estipulados, las funciones incorporadas pueden conectarse según las necesidades, la ubicación de instalación del equipo y los requisitos sobre el entorno se muestran a continuación:

a) Debe disponerse de manera ordenada según el flujo del procesos para reducir la interferencia de ruido en el área de operación principal;

b) Debe reservar cierto espacio para facilitar la operación y el mantenimiento de los equipos;

c) Los equipos deben disponerse en interiores. Cuando los equipos de tratamiento de agua están dispuestos al aire libre, las partes operativas del controlador y los instrumentos, el dispositivo de muestreo, la válvula deben disponerse de forma centralizada, y se debe tomar las medidas de prevención contra lluvia, congelación, luz solar, etc.

d) El tanque de almacenamiento de ácido / álcali puede disponerse al aire libre, en las zonas frías, el tanque de almacenamiento de álcali debe disponerse en interiores, el tanque de almacenamiento de ácido / álcali debe estar cerca del estanque de neutralización de aguas residuales.

e) La distancia entre el filtro o el descalcificador de agua y la abertura de drenaje de agua debe ser lo más corta como sea posible.

f) El tanque de salmuera equipado para el descalcificador de agua debe estar cerca del descalcificador de agua;

g) No coloque el equipo en los entornos con ácido / álcali, campo magnético fuerte, vibración fuerte, para evitar causar la falla del sistema de control electrónico;

h) No instale los dispositivos del equipo, abertura de drenaje de agua, tuberías de desbordamiento en un entorno de temperatura inferior a 5℃ o superior a 50℃;

i) Se debe instalar el sistema en un lugar donde se produce menor pérdida en caso de fuga de agua.

8.1.3 Precauciones de instalación

8.1.3.1 Requisitos sobre la tubería

a) Las roscas de la base de la válvula de control principalmente utilizan dos normas 2.5-8NPSM y 4-8UN (ambas son de norma americana). Las roscas del tanque emparejado con la válvula deben cumplir con las normas de roscas correspondientes.

b) Instale las interfaces de tubería, al atornillar las uniones de tubo, no aplique excesiva fuerza para evitar el deslizamiento de roscas o el agrietamiento de la superficie de contacto.

c) Al instalar las tuberías, asegúrese de que la tubería esté plana y recta, no deje que las uniones de la válvula sufran ninguna fuerza.

d) Al instalar el tanque con aberturas superior e inferior para válvula de control con pieza lateral, tenga en cuenta de la dirección de la pieza lateral, "TOP" conecta con la abertura superior del tanque, "BOTTOM" conecta con la abertura inferior del tanque.

e) La abertura de drenaje de agua no debe estar por encima de la válvula de control.

f) Cuando la presión del agua cruda está relativamente baja, el efecto de lavado o regeneración puede ser afectado, se puede añadir una bomba de sobrealimentación en la abertura de entrada de agua.

8.1.3.2 Precauciones de instalación de la válvula de ablandamiento

a) Al instalar la válvula de ablandamiento automática, si el usuario tiene requisitos rigurosos sobre el control de la dureza del agua saliente, se puede añadir la válvula solenoide en la abertura de salida de agua para facilitar el cierre de la salida de agua durante la regeneración y evitar que el agua cruda no ablandada entre en el sistema de consumo de agua.

b) Al instalar sistema equipada con válvula de control de ablandamiento 63504, 63502, 73504, 73502, 63510, si la tubería de salida de agua o el tanque de almacenamiento de agua está por encima de la válvula de control, se debe instalar controlador de nivel de líquido en el tanque de salmuera o instalar la válvula unidireccional en la abertura de salida de agua para evitar que el agua en la tubería de salida de agua o el tanque de almacenamiento de agua refluya al tanque de salmuera durante el retrolavado.

c) El tanque de salmuera debe estar lo más cerca del tanque de resina como sea posible, su longitud de conexión no debe exceder 2m, con el fin de evitar la anomalía en la succión de salmuera debido a la longitud excesiva del tubo de succión de salmuera.

8.1.3.3 Precauciones de instalación de la válvula de control tipo pistón de modelo de 63540, 63550

a) Requisito de la turbidez del agua entrante ＜20FTU

La turbidez excesiva en el agua entrante puede causar que el pistón funcione de forma no suave, y puede rayar el pistón fácilmente. Si la turbidez del agua entrante excede el estándar, se necesita añadir el dispositivo de filtrado en el puerto de entrada.

b) Requisitos sobre la abertura de drenaje de agua

La abertura de drenaje de agua debe estar por debajo de la válvula de control, para las válvulas de ablandamiento de serie 63540, 63550, la distancia entre la abertura de drenaje de agua y la válvula de control no debe exceder 5m; para válvulas filtrantes de serie 53530, 53550, la distancia entre la abertura de drenaje de agua y la válvula de control no debe exceder 3m.

c) Requisitos sobre tubería de succión de salmuera

No deben existir más de 4 codos de tubería desde la válvula esférica de succión de salmuera a la válvula de salmuera dentro del tanque de salmuera, y debe existir unión activa para facilitar la prueba de válvula de salmuera.

d) Requisitos de instalación del caudalímetro

Al instalar el caudalímetro de las válvulas de ablandamiento de serie 63540, 63550, la sección de línea recta del caudalímetro debe cumplir con la distancia de 10 veces el diámetro de la tubería en la parte delantera y 5 veces el diámetro de la tubería en la parte trasera.

8.2 Casos de falla común del sistema

8.2.1 Reducción del volumen de producción de agua cíclico

(1) Incompatibilidad del dispositivo de chorro

Según la retroalimentación de un proveedor de descalcificadores de agua domésticos, el volumen de producción de agua cíclico del descalcificador de agua doméstico montado por el cual se reduce gradualmente en el proceso de uso.

Según la información, el proveedor de este descalcificador de agua doméstico ha adquirido la válvula de control de ablandamiento de configuración estándar desde Runxin para su uso en el descalcificador de agua doméstico. Cuando la válvula de ablandamiento de configuración estándar de Runxin se utiliza en el descalcificador de agua de volumen de producción de agua de $2m^3/h$, generalmente se equipa con un tanque de resina de diámetro de 250mm y altura de 1350mm, y la configuración estándar abarca el dispositivo de chorro de 5# y la arandela limitadora de flujo. Y para el descalcificador de agua doméstico, generalmente se equipa con un tanque de resina de diámetro de 250mm o 200mm, altura de 890mm o 430mm, si también se configura el dispositivo de chorro 5#, es que el tanque de resina real tiene una altura relativamente baja y el volumen de resina llenada es pequeño, para controlar el consumo de sal en la regeneración, el proveedor siempre reduce la duración de reposición de agua durante el comisionamiento con el fin de reducir el volumen de salmuera, y el proceso de succión de salmuera del dispositivo de chorro se finaliza muy rápido, en esta manera, la duración de contacto entre la resina y la solución de sal se reduce mucho, en algunos casos, la duración incluso no alcanza la mitad de lo requerido, lo que causa que la resina no pueda ser plenamente regenerada, así el volumen de producción de agua cíclico puede reducirse, o el agua saliente sea descalificada en la etapa tardía de producción de agua antes configurada.

Por eso, al seleccionar válvula de control de ablandamiento, no sólo se necesita considerar el diámetro del tanque de resina, sino también se necesita considerar la altura del tanque de resina y el volumen de resina llenada. Para el descalcificador de agua de tanque de diámetro relativamente grande pero de altura relativamente baja, se puede seleccionar un dispositivo de chorro de tamaño más pequeño con el fin de prolongar la duración de contacto entre la salmuera y la resina, y elevar el efecto de regeneración de la resina.

(2) Intoxicación de la resina o contaminación por materia orgánica

Una fábrica de procesamiento de lana en Wuxi, Provincia de Jiangsu, que utiliza el agua del río como el agua cruda, y entra en el descalcificador de agua después de la floculación y sedimentación. El agua ablandada se utiliza para limpiar lana. Después de un período de tiempo de uso, la dureza del agua saliente del descalcificador de agua en la etapa tardía del volumen de producción de agua cíclico configurado no cumple con el estándar, es decir, su volumen de producción de agua cíclico se reduce gradualmente.

Según el resultado de la inspección, la turbidez del agua entrante del descalcificador de agua es relativamente grande, las causas principales son: el contenido de materia orgánica en el agua del río

es relativamente alto, y debido a la reducción de la precipitación, el nivel del agua del río se reduce gradualmente, y la turbidez del agua del río es cada vez más alta, el efecto de tratamiento de sedimentación no es ideal, la turbidez del agua saliente es relativamente alta; cuando se abre el tanque de resina para la inspección, se descubre que la resina esté envuelta por una gran cantidad de materia orgánica floculada (como se muestra en Figura 8-3), lo que causa que la resina efectiva que puede tener el efecto de intercambio sea cada vez menos, lo que causa la reducción del volumen de producción de agua cíclico.

Solución: limpie o reemplace la resina, mientras tanto, mejore el efecto de tratamiento de sedimentación del agua cruda, y añada un filtro antes del descalcificador de agua con el fin de mantener que la turbidez del agua entrante del descalcificador de agua cumpla con el requisito especificado. Si la turbidez del agua saliente todavía no cumple con el requisito después de que el agua cruda se someta al tratamiento de sedimentación y filtrado en la temporada seca, se debe utilizar el agua corriente como el agua entrante del descalcificador de agua.

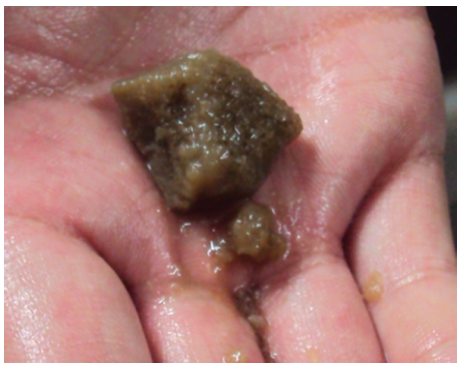


Figura 8-3 Resina contaminada por materia orgánica

(3) Bloqueo de la turbina del caudalímetro

Según la retroalimentación de un usuario de descalcificador de agua, un juego de sistema de ablandamiento que utiliza válvula de control 63618, cuyo tanque de resina es de diámetro de 0,9m y altura de 2,1m, dentro del tanque se llena 90L de resina; el agua cruda es agua subterránea, cuya dureza media es de 9,6mmol/L, la presión de entrada de agua del descalcificador de agua es de 0,3MPa. En el proceso de uso, el volumen de producción de agua cíclico es cada vez más pequeño, el caudal de salida de agua instantáneo visualizado en el controlador se reduce, pero el volumen real de agua saliente es normal.

Mediante la inspección y comparación, se descubre que el caudal de salida de agua mostrado en la válvula de control es más bajo que el volumen real de agua saliente en la salida del descalcificador de agua, y el caudal de entrada de agua cumple con el requisito, pero el caudal de salida de agua instantáneo es cada vez más pequeño, en este caso, se juzga que pueda ser problema en el caudalímetro. Después de desmontar el caudalímetro, se descubre que la turbina está bloqueada y gravemente desgastada debido a la turbidez demasiado alta en el agua entrante, y su funcionamiento no es suave (como se muestra en Figura 8-4), la medición es imprecisa, el caudal visualizado en el controlador es menos del volumen real de agua saliente. Y cuando el volumen real de producción de agua ya alcance el volumen de producción de agua configurado, se debe iniciar la regeneración, pero en este caso, el volumen de producción de agua cíclico medida en el controlador no cumple el valor configurado y no se puede realizar la regeneración oportunamente. Después de reemplazar un juego de caudalímetro, el volumen de producción de agua cíclico se muestra de forma normal.



Figura 8-4 Problema de bloqueo de la turbina del caudalímetro

Descripción: se requiere que la turbidez del agua entrante del descalcificador de agua sea < 5FTU, cuando excede este valor, se necesita añadir proceso de sedimentación por floculación o el filtro.

8.2.2 La dureza del agua saliente del descalcificador de agua excede el estándar

(1) Daño de la tubería central

Según la retroalimentación de un cliente: al poner en servicio el descalcificador de agua después de su regeneración, la dureza del agua saliente sigue excediendo el estándar. Al desmontar el descalcificador de agua para la inspección y reparación, se descubre que las impurezas de partículas y escorias de soldadura rayen la tubería central, y aparece fuga, una pequeña parte de agua cruda entra en la abertura de salida de agua sin el ablandamiento, lo que causa que el agua saliente sea descalificada. Después de la inspección avanzada, se descubre que el tubo de entrada de agua es soldado con tubo de hierro, durante la instalación, las escorias de soldadura en la tubería no se eliminan completamente, y eso causa que el agua entrante del descalcificador de agua contenga escorias de soldadura e impurezas de partículas pequeñas relativamente duras. En el proceso de funcionamiento, las impurezas de partículas o escorias de soldadura entran en el distribuidor de agua superior, después de un período de tiempo de uso, aparece la situación de que la succión de salmuera es relativamente lenta durante la regeneración.

(2) Daño de la junta tórica en la tubería central

Según la retroalimentación de un usuario en Changsha, Provincia de Hunan, en un juego de sistema de ablandamiento de válvula de control 63610 que utiliza, el agua saliente es descalificada después de cumplir su instalación. Mediante la inspección, se descubre que la junta tórica de la tubería central está dañada, pero el problema persiste después de reemplazar la junta tórica de la tubería central con una nueva. Después de otra inspección cuidadosa, se descubre que la abertura de la tubería central no está biselada, y durante la instalación, la esquina afilada de la abertura de la tubería raya la junta tórica de la tubería central, lo que causa que la abertura de la tubería no esté

sellada, y una pequeña cantidad de agua cruda se canalice con el agua saliente sin el ablandamiento por la resina, lo que causa que la dureza del agua saliente exceda el estándar. Después de volver a biselar la tubería central y reemplazar la junta tórica, el problema se ha resuelto.

(3) Tanque de salmuera demasiado pequeño

Como se muestra en Figura 8-5, dos descalcificadores de agua equipados con válvula de control 63640 en la Provincia de Jilin, el tanque equipado tiene diámetro de 1000mm y altura de 2400mm, y se llena 1250L de resina. Los dos juegos de sistema suministran agua a los equipos de caldera mediante el agua saliente de conexión en paralelo de enclavamiento, durante la regeneración, los dos sistemas de conexión en paralelo comparten un tanque de salmuera de volumen de 300L. Según la retroalimentación del cliente, la dureza del agua saliente del descalcificador de agua frecuentemente excede el estándar.

Mediante la investigación in situ, el técnico descubre que el tanque de salmuera equipado en el sistema es demasiado pequeño. Si se calcula según el consumo de sal de 120g para la regeneración de cada litro de resina, para la regeneración de 1250L de resina, se necesita 150Kg de sal, y se la disuelta en salmuera saturada de 420L. El volumen del tanque de salmuera generalmente se refiere a su volumen en el estado llenado de agua. El volumen real de la salmuera también necesita eliminar el volumen de sal de partículas sólidas y la distancia entre la abertura de desbordamiento de la salmuera y la parte superior. Por eso, en los tanques de salmuera generales, sólo tienen 2/3 del volumen total para caber la salmuera saturada. En este caso, es que el tanque de salmuera es demasiado pequeño, la salmuera saturada que el tanque de salmuera puede caber realmente no alcanza 200L, lo que causa la entrada de insuficiente sal durante la regeneración de la resina. Y una parte de resina no puede ser regenerada efectivamente, por eso aparece el fenómeno de que la dureza del agua saliente exceda el estándar. Generalmente, para descalcificador de agua de volumen de resina de 1250L, se necesita usar un tanque de salmuera de capacidad superior a 800L. Dos juegos de descalcificador de agua de funcionamiento en paralelo pueden compartir un tanque de salmuera si pueden regenerarse en dos diferentes tiempos. Sin embargo, si ellos necesitan regenerarse simultáneamente, se debe configurar un tanque de salmuera para cada uno.



Figura 8-5 Tanque de salmuera equipado demasiado pequeño

8.2.3 Sin succión de salmuera o succión de salmuera demasiado lenta

(1) Tubería de succión de salmuera demasiado larga

Como se muestra en Figura 8-6, la tubería de succión de salmuera de la válvula de control 63618 en el centro es demasiado larga (superior a 3m), la resistencia de succión de salmuera es grande, lo que causa que la válvula de control no succione la sal, y la válvula de control 63618 en la derecha (con el tanque de salmuera en la derecha) succiona la salmuera de forma normal.



Figura 8-6 Tubería de succión de salmuera demasiado larga

(2) Bloqueo de tubería de succión de salmuera

Como se muestra en Figura 8-7, un equipo de tratamiento de ablandamiento de agua instalado en una empresa petrolera en Yan'an, según la retroalimentación del usuario, la succión de salmuera durante la regeneración es lenta, no se ha succionado una mitad de la salmuera 70 minutos después del tiempo de succión de salmuera configurado. Cuando se abre el dispositivo de succión de salmuera para la inspección, se descubre que se utiliza el distribuidor de agua como la válvula de salmuera, sin embargo, debido a excesivas impurezas en la salmuera, el distribuidor de agua que funciona como la válvula de salmuera está gravemente bloqueado, lo que causa una velocidad de succión de salmuera muy baja.





Figura 8-7 Bloqueo de tubería de succión de salmuera

(3) Bloqueo del distribuidor de agua superior

Como se muestra en Figura 8-8, un juego de descalcificador de agua de válvula de control de 17610 instalado en un usuario en Shanghái, apareció un fenómeno sin succión de salmuera durante la regeneración. Después de la inspección, se descubrió que el distribuidor de agua superior estaba bloqueado por las impurezas suspendidas y resina rota. Es que esta válvula de control es de regeneración de contraflujo, el bloqueo del distribuidor de agua superior causa que no se succione la salmuera. Después de drenar la resina rota dentro del tanque hacia afuera del tanque mediante retrolavado

(remoción provisional del distribuidor de agua superior), se puede recuperar al estado normal de succión de salmuera.



Figura 8-8 Bloqueo del distribuidor de agua

(4) Bloqueo del dispositivo de chorro

Un sistema de tratamiento de ablandamiento de agua configurado por un usuario para la alimentación del agua a la caldera, que utiliza la válvula de control 63510. Después de usar el descalcificador de agua por un período de tiempo, se descubre que no succione salmuera durante la regeneración.

Según artículo nº11 en la Tabla 2 de 8.2.1 del presente capítulo, realice inspección artículo por artículo, se abre el dispositivo de succión de salmuera y descubre que el dispositivo de chorro está bloqueado por las arenas y gravas (como se muestra en Figura 8-9). Al verificar más allá las causas, se descubre que el distribuidor de agua inferior del sistema de filtrado de arenas en el filtro establecido antes del descalcificador de agua está dañado, y hay fuga de material filtrante, la arena de cuarzo entra en el sistema de agua blanda bloqueando la boquilla de inyección del dispositivo de chorro, lo que causa que no succione la salmuera. Después de realizar una limpieza completa, la función de succión de salmuera se recupera.

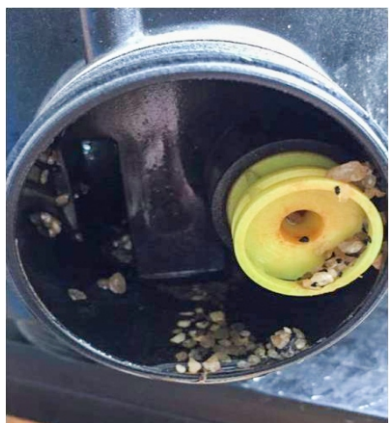


Figura 8-9 El dispositivo de chorro está bloqueado

8.2.4 La válvula de pistón drena el agua de forma continua (principalmente válvulas de ablandamiento de modelos 63540, 63550)

(1) Hay contrapresión en la tubería de drenaje de agua

Sistema de tratamiento de purificación de agua instalado en una planta de agua corriente de un lugar en Guatemala (como se muestra en Figura 8-10), que utiliza 12 filtros de válvula de control de 53530 para el funcionamiento en paralelo, y el volumen de producción de agua requerido es de 250m^3/h; en el proceso de limpieza, el agua usada es drenada al segundo piso (piso superior) para la reutilización, y se descubre la canalización de agua en el proceso de funcionamiento del filtro.

Después de que el usuario retroalimente sus comentarios, mediante la inspección y el análisis realizados por el técnico, es que se necesita drenar el agua drenada al segundo piso durante el retrolavado del filtro, lo que causa la contrapresión en la abertura de drenaje de agua, y la abertura de drenaje de la válvula de distribución está conectada con la apertura de drenaje de agua de la tubería principal, la contrapresión en la abertura de drenaje de agua de la válvula de distribución causa que el pistón no pueda actuar de forma suave.

Solución: separe la abertura de drenaje de agua de la válvula de distribución de la conexión de la abertura de drenaje de agua de la tubería principal (como se muestra en Figura 8-16), y no la conecta con el tubo de drenaje de agua principal y el agua es drenada directamente al estanque de reciclaje del primer piso, y se utiliza el tapón para bloquear las roscas de la abertura de drenaje de agua originalmente conectada con la válvula de distribución sobre la abertura de drenaje de agua principal. Después de la mejora, el pistón actúa de forma suave, el problema de canalización de agua puede resolverse.

Tubo de drenaje de agua hacia arriba, el tubo de drenaje de agua de la válvula de distribución conecta con el tubo de drenaje de agua principal, lo que causa la contrapresión en el tubo de drenaje de agua de la válvula de distribución.



Figura 8-10 Hay contrapresión en la tubería de drenaje de agua del sistema de tratamiento de ablandamiento

(2) Tubería de drenaje de agua demasiado larga

Como se muestra en Figura 8-11, tres juegos de sistema filtrante compuestos por 6 válvulas de control automático 53530, que se instalan en una planta de tratamiento de aguas residuales de Tianjin, un tanque de arena de cuarzo y un tanque de carbón activo constituyen un juego de sistema filtrante, tres juegos de sistema filtrante se conectan en paralelo para la salida de agua. Con el agua corriente como la fuente de agua, la presión de agua entrante es de 0,15MPa.



Después de cumplir la instalación, durante el comisionamiento, la abertura de drenaje de agua del sistema filtrante sigue drenando el agua, el manómetro en el filtro de carbón activado de cada grupo de sistema filtrante no visualiza ninguna presión.

Después de la inspección, se descubre que la presión del agua entrante es inferior a 0,2Mpa, y la disposición de la tubería de drenaje de agua es demasiado larga (superior a 15m), lo que causa la contrapresión en la abertura de drenaje de agua de la válvula de distribución, y eso causa que el pistón no pueda retornar normalmente, no pueda convertir la posición de trabajo normalmente, y estos causan el drenaje continuo de agua desde la abertura de drenaje de agua.

Medidas de mejora: reducción de la tubería de drenaje de agua del equipo, adición de equipo de aumento de presión, deje que la presión de entrada de agua de la bomba de frecuencia variable eleve a 0,3Mpa, mientras tanto, la tubo de drenaje de agua de Figura 8-11 es larga

Conecte independientemente los tubos de entrada de agua de válvula de distribución de los 6 equipos, para elevar la presión de la válvula de distribución y dejar que el pistón pueda actuar de forma suave y la posición de trabajo se pueda convertir de forma normal.

(3) La turbidez del agua entrante excede el estándar

Un cliente descubre que la abertura de drenaje de agua de la válvula de control del descalcificador de agua en uso sigue drenando agua, el personal de reparación desmonta la válvula de control para la inspección y reparación y descubre que el núcleo de la válvula está completamente bloqueado por los lodos (como se muestra en Figura 8-12). Se limpia bien el núcleo de la válvula y vuelve a instalarlo para el uso para recuperar su funcionamiento normal. Por eso, para el agua cruda de turbidez superior al estándar, se debe instalar un filtro antes del descalcificador de agua o realizar un pretratamiento de sedimentación de floculación.



Figura 8-12 La turbidez del agua entrante excede el estándar causa el bloqueo del núcleo de la válvula

(4) El pistón está bloqueado por los objetos extraños

Descalcificador de agua de válvula de control de 63640 instalado en una planta de Taizhou (como se muestra en Figura 8-13), en el proceso de uso, aparece fenómeno de drenaje continuo de agua. Mediante la inspección en el sitio, se descubre una pieza de plástico pequeña que entra desde el exterior dentro de la cámara de la válvula de control, que bloquea y daña el pistón, y como una consecuencia, el pistón no puede actuar causando la canalización de agua. Sugerencia: cuando la calidad del agua entrante es relativamente mala o la calidad del cuerpo acuático es desconocida, se debe añadir filtro de láminas en el extremo delantero del descalcificador de agua para evitar que los objetos extraños entren en el cuerpo de la válvula de control.



Figura 8- 8 El pistón está bloqueado por los objetos extraños

8.2.5 El caudalímetro no está preciso

(1) El caudal del agua saliente es demasiado pequeño

Un sistema de tratamiento de ablandamiento de agua instalado en una planta en Shanghái, que utiliza el sistema de suministro de agua de descalcificador de agua de tipo caudal compuesto por tres juegos de válvula de control automático 63640. El tanque de agua blanda se establece en el techado de altura de 8m (como se muestra en Figura 8-14), hay interruptor de flotador mecánico para la entrada de agua en el tanque de agua. Después de la instalación y el uso, la retroalimentación del usuario es: durante el funcionamiento, el volumen de producción de agua restante no disminuye, el sistema de ablandamiento de agua no se regenera automáticamente.

Mediante la inspección en el sitio, debido al pequeño volumen de agua usada, la apertura del flotador mecánico es muy pequeña, por eso, el volumen de agua saliente del sistema de suministro de agua blanda también es muy pequeño, y eso es difícil impulsar el funcionamiento de la turbina del caudalímetro, lo que causa que el caudal de producción de agua restante visualizado en el controlador no disminuya, el caudal instantáneo es de 0 m^3/h, lo que causa que el volumen acumulativo de producción de agua del caudalímetro no alcance el valor configurado, y no se regenere automáticamente.

Solución: instale un interruptor de nivel de líquido en el lugar de entrada de agua del tanque de agua blanda de posición alta para controlar la válvula solenoide de la abertura de salida de agua. Cuando el tanque de agua blanda se encuentra en el alto nivel de agua, el interruptor de nivel de líquido controla la válvula solenoide para el cierre; cuando el tanque de agua blanda se encuentra en el bajo nivel de agua, el interruptor de nivel de líquido controla la válvula solenoide para su apertura arrancando el sistema de ablandamiento de agua para suministrar el agua al tanque de agua blanda. Después de la mejora, se ha evitado el fenómeno de salida de agua en caudal pequeño en el sistema.



Figura 8-14 Uso del flotador mecánico para controlar el nivel de líquido del tanque de agua

(2) El rodete del caudalímetro está bloqueado o dañado

Como se muestra en Figura 8-15, la calidad del agua entrante es demasiado mala, lo que causa el daño del rodete y el bloqueo del caudalímetro. Por eso, se debe tener en cuenta que: la turbidez del agua entrante del descalcificador de agua generalmente no debe ser mayor de 5FTU, si la turbidez del agua cruda es demasiado alta, se debe configurar un filtro en el extremo delantero.



Figura 8-15 Bloqueo del rodete del caudalímetro

8.3 Solución de fallas en la válvula de control

8.3.1 Búsqueda de fallas en caso de agua saliente descalificada

(1) Descripción de la falla: después de la instalación de un equipo de ablandamiento de agua, en el principio de su puesta en servicio, el agua saliente era calificada, pero después de un período de tiempo de uso, el agua saliente todavía es descalificada después de la regeneración.

(2) Método de búsqueda de fallas

a) Primero, realice análisis e investigación desde los puntos siguientes: si la válvula de derivación está fugada o abierta, si se ha añadido sal en el tanque de salmuera, si el dispositivo de chorro está bloqueado, si el rodete está bloqueado, si la duración de regeneración configurada es correcta, etc. Si todavía es difícil juzgar las causas después de la investigación, realice el siguiente paso:

b) Desmonte el cuerpo de la válvula de control, detecte la dureza del agua dentro del tubo central (para el caso de montaje en la parte superior) o el distribuidor de agua inferior (para el caso de montaje en la parte lateral), realice el juicio siguiente según el resultado de medición:

1) Si la dureza en el agua es calificada, significa que el agua saliente descalificada es causada por la canalización de agua en la válvula de control;

2) Si la dureza del agua dentro del tubo es similar a la dureza del agua saliente, y ambas son descalificadas, las causas posibles del agua saliente descalificada son: configuración no razonable del descalcificador de agua, mal efecto de regeneración o invalidez de la resina por la intoxicación.

8.3.2 Búsqueda de fallas en caso de canalización de agua en la válvula de pistón

8.3.2.1 Canalización de agua en el comisionamiento del nuevo equipo

1) Refiérase al manual de usuario y verifique si la tubería está instalada de forma adecuada, si el tubo de drenaje de agua está despejado, si hay contrapresión. Si el tubo de drenaje de agua es superior a 5m o hay contrapresión en el tubo de drenaje, se necesita acortar el tubo de drenaje de agua o resolver la contrapresión del tubo de drenaje de agua. Si los arriba mencionados cumplen con los requisitos, pues:

2) Abra la válvula de entrada de agua, conmute manualmente la válvula de control, en cada estado, a dos minutos después de la parada de funcionamiento de la bomba de diafragma (bomba pequeña equipada en la válvula de control), verifique si hay canalización de agua. Si hay canalización de agua, significa que hay fenómeno de bloqueo en el interior del pistón; si no hay canalización de agua, puede funcionar normalmente.

8.3.2.2 Canalización de agua aparecida después de un período de tiempo de uso

① Encuentre la posición de trabajo con canalización de agua: abra la válvula de entrada de agua, conmute manualmente la válvula de control, a 1 minuto después de la parada de la bomba de diafragma equipada en el cabezal de la válvula, verifique si hay canalización de agua; luego, conmute manualmente la válvula de control a otra posición de trabajo en secuencia, verifique si hay canalización de agua. Así se puede juzgar en cuál posición de trabajo hay canalización de agua.



Figura 8-16 Tubo de drenaje de agua de la válvula de distribución

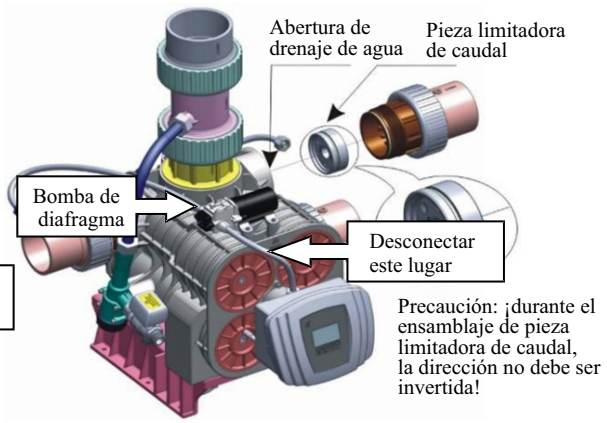


Figura 8-17 Inspección de la bomba de diafragma

② Verifique si la falla es causada por la contrapresión de la abertura de drenaje de agua: quite la válvula de control y el tubo de drenaje de agua negro de Φ12 conectado con el drenaje de agua principal (como se muestra en Figura 8-16), abra la válvula de entrada de agua, conmute manualmente la válvula de control, a 1 minuto después de la parada del funcionamiento de la bomba de diafragma equipada en el cabezal de la válvula, verifique el estado de la posición de trabajo, ¿verifique si hay canalización de agua? Si no hay canalización de agua en la posición de trabajo que tuvo canalización de agua en el paso 1), abra el tubo de drenaje de agua según Figura 8-16 y bloquee la abertura del tubo de drenaje de agua principal para resolver este problema; si todavía hay canalización de agua en la posición de trabajo que tuvo canalización de agua en el paso 1), continúe con el siguiente paso

③ Verifique si la bomba de diafragma puede funcionar normalmente: desconecte la abertura de salida de agua de la bomba de diafragma (como se muestra en Figura 8-17), encienda la bomba de diafragma, bloquee la abertura de salida de agua con el dedo gordo, si la presión no es grande (generalmente debe ser superior a 0,3Mpa), se necesita reemplazar la bomba de diafragma; si la presión es normal, se necesita inspeccionar y reparar la cámara de la válvula principal, y verificar si el pistón de la válvula principal está bloqueado.

8.3.3 Búsqueda de fallas cuando la válvula de pistón no succiona salmuera

(1) Descripción de la falla: un descalcificador de agua equipado con válvula de pistón no succiona salmuera después de un período de tiempo de uso.

(2) Método de búsqueda de fallas:

a) Primero verifique si hay canalización de agua en la válvula de pistón, excluya la falla de canalización de agua;

b) Verifique si la presión de entrada de agua cumple con el requisito: en caso general, la presión de entrada de agua de succión de salmuera es mayor de la presión en otras posiciones (excepto el sistema de presión constante), la presión de entrada de agua de la válvula de pistón no debe ser menor de 0,2MPa;

c) Desenrosque la unión móvil en la tubería de succión de salmuera, verifique si hay fuerza de succión. Si hay fuerza de succión pero no puede succionar la salmuera, significa que hay falla en la válvula de salmuera; si no hay fuerza de succión, continúe la inspección según el método siguiente;

d) Cierre la válvula de entrada de agua, desenrosque la unión de cobre en la tubería de conexión entre la válvula de control y el distribuidor de agua superior, conecte con la unión de cobre mediante manguera, abra la válvula de entrada de agua y observe si puede succionar salmuera:

① Si puede succionar salmuera, es posible que el distribuidor de agua superior o el distribuidor de agua inferior del interior del tanque está bloqueado o existir otros problemas en el interior del tanque, en este caso, se necesita abrir el tanque para la inspección.

② Si no puede succionar salmuera, significa que hay problema en la válvula de control.

8.3.4 Búsqueda de fallas cuando la válvula plana no succiona salmuera

(1) Descripción de la falla: un equipo de ablandamiento de agua equipado con la válvula plana, que no succiona salmuera en el proceso de uso.

(2) Método de búsqueda de fallas:

a) Primero realice análisis e investigación desde los aspectos siguientes: si la presión de entrada de agua es demasiado baja, si el tubo de succión de salmuera es demasiado largo o está bloqueado, si el tubo de drenaje de agua está bloqueado o es demasiado largo, si el distribuidor de agua está bloqueado, si hay canalización de agua en la válvula de control, etc. Si todavía es difícil juzgar las causas específicas de la falla, se puede realizar análisis avanzado según los pasos siguientes:

b) Desenrosque la tuerca de succión de salmuera o desmonte el tubo de succión de salmuera, bloquee la abertura de succión de salmuera con la mano, verifique si hay fuerza de succión en la abertura de succión de salmuera. Si hay fuerza de succión, la falla debe ser la fuga en la válvula de salmuera o el lugar de conexión con la válvula de salmuera; si no hay fuerza de succión, la falla puede existir en el tanque de resina (bloqueo de distribuidor de agua superior / inferior) o la válvula de control (bloqueo del dispositivo de chorro o canalización de agua en el interior de la válvula);

c) Para válvula de control de abertura de succión de salmuera sin fuerza de succión, cuando las condiciones lo permiten, se puede desenroscar la válvula de control desde el tanque de resina, conectar el tubo de entrada de agua y el tubo de succión de salmuera, luego observe si la válvula de control puede succionar salmuera, y realice el juicio siguiente:

1) Puede succionar salmuera, la falla puede existir dentro del tanque de resina (distribuidor de agua superior / inferior bloqueado o resina gravemente rota, con impurezas, etc.);

2) No puede succionar salmuera, es muy posible que haya falla en la válvula de control.

8.3.5 Búsqueda de fallas en caso de visualización de "E1"

(1) Descripción de la falla: la válvula de control de modelo 63618, durante el uso, la pantalla visualiza "E1" y se emite el sonido de alarma.

(2) Método de búsqueda de fallas

a) Apague la alimentación de la válvula y vuelva a encenderla; después de 10s de pantalla completa, se visualiza el modelo de la válvula de control, luego se visualiza —00—, en este momento, tenga en cuenta si el electromotor gira o no, y realice el juicio siguiente:

1) Si electromotor no gira, significa que el electromotor está dañado o el enchufe del electromotor está flojo en el tomacorriente del electromotor de la placa madre;

2) Abra la caja de control, verifique si el enchufe del electromotor está flojo. Si está flojo, vuelva a insertarlo, apáguelo y vuelva a encenderlo; si el electromotor todavía no puede girar cuando se visualiza —00—, significa que el electromotor está dañado.

b) Verificación de la falla del electromotor en la válvula de control: apague la alimentación y vuelva a encenderla, cuando se visualiza —00—, utilice el multímetro para probar los dos tomacorrientes de electromotor en el tablero de control principal. Si el tomacorriente emite el voltaje 24VCC, significa que el electromotor correspondiente de este tomacorriente está dañado; si no hay multímetro, se puede intercambiar la posición de los dos electromotores y el tomacorriente y luego verificar el electromotor, el electromotor que no gira está dañado; si ambos electromotores no giran, es posible que ambos electromotores estén dañados o el tablero de control principal esté dañado.

c) Si el electromotor sigue girando cuando se visualice —00— y sólo para cuando se visualice "E1", las causas posibles de la falla son: el engranaje grande y el engranaje del electromotor se deslizan, el cable de conexión del tablero de posicionamiento está flojo o dañado, la placa madre está dañada, etc., y se debe excluir y resolver los problemas respectivamente.

8.3.6 Búsqueda de fallas en caso de visualización de "E2"

(1) Descripción de falla: durante el uso de la válvula de control de modelo 63604, aparece la señal de falla "E2" en la pantalla durante el uso.

(2) Método de búsqueda de fallas:

a) Después de apagar la alimentación, abra el guardapolvo de la válvula de control, quite el cable de conexión del tablero de posicionamiento, verifique si hay bola de agua en el enchufe del cable de conexión del tablero de posicionamiento y el tomacorriente correspondiente en el tablero principal. Si hay bola de agua, séquelo con paño o por soplo. Después de realizar la conexión, encienda la válvula de control, si todavía se visualiza "E2", realice la inspección según los pasos siguientes;

b) Abra la caja de control, verifique el lugar de conexión entre el cable de conexión del tablero de posicionamiento y el tablero de posicionamiento con dicho método. Si todavía se visualiza "E2" después del secado, es muy posible que el tablero de posicionamiento o el tablero de control principal esté dañado.

8.3.7 Búsqueda de fallas en caso de visualización repetida anormal en la pantalla

(1) Descripción de la falla: en la válvula de control de modelo 63610, aparece repetidamente: pantalla completamente encendida - visualización de modelo - pantalla completamente negra.

(2) Método de búsqueda de fallas:

a) Abra la caja de control y quite el cable de conexión del electromotor, si la pantalla visualiza

.—00— y ningún fenómeno en dicha "descripción de falla" aparece, significa que el electromotor o la alimentación está dañado; si todavía aparece "pantalla completamente encendida - visualización de modelo - pantalla completamente negra", es posible que la placa madre esté dañada.

b) Verifique si el electromotor o la alimentación está dañado: cambie la alimentación con una calificada, luego verifique si la válvula de control puede funcionar normalmente, si no puede, significa que el electromotor está dañado.

8.3.8 Búsqueda de fallas de no actuación de la posición de trabajo de la válvula de ablandamiento

(1) Descripción de la falla: la válvula de control de modelo 63504 no succiona salmuera ni suplementa agua durante el comisionamiento.

(2) Método de búsqueda de fallas:

a) Apague la alimentación y vuelva a encenderla, verifique si el modelo visualizado después del encendido es de 63504. Si el modelo visualizado no es 63504, vuelva a apagar la alimentación, mantenga presionados los botones y al mismo tiempo, luego encienda la alimentación, hasta que se visualice el modelo y el ícono de configuración, presione el botón o para ajustar el modelo a 63504, luego presione el botón para guardarlo.

b) Si el modelo visualizado es 63504, pues realice inspección según el método siguiente:

1) Después del desbloqueo del teclado, se entra en la interfaz de consulta, presione el botón para entrar en la interfaz de consulta de parámetros; presione el botón o para ver los parámetros de cada posición de trabajo. Si el parámetro se configura a 0, vuelva a ajustarlo al valor correspondiente; si el parámetro configurado no es 0, realice la inspección según el método siguiente;

Capítulo VIII Mantenimiento de la Válvula de Control Multifuncional Runxin2) Abra el guardapolvo y la caja de control, verifique si ambos extremos del cable de conexión del tablero de posicionamiento están flojos en el tomacorriente, si el tablero de posicionamiento está dañado.

8.3.9 Búsqueda de fallas en caso de pantalla no encendida

(1) Descripción de la falla: para la válvula de control de modelo 73604, la pantalla no se enciende durante el uso.

(2) Método de búsqueda de fallas:

a) Desconecte la alimentación y enciéndela, si hay un sonido "di--" en la placa principal.

1) En su caso, el panel de visualización o el cable del panel de visualización está dañado;

2) Si la placa madre no ha emitido sonido "di---" durante el encendido, la alimentación, la placa madre y el panel de visualización pueden dañarse, y continúe la inspección según el método siguiente.

b) Cambie a otra fuente de alimentación para ver si es normal. Si es anormal, quite todos los cables de conexión en la placa madre, luego encienda la alimentación para la placa madre.

1) Si la placa madre no ha emitido el sonido "di--", significa que la placa madre está dañada;

2) Si la placa madre emite un sonido "di---", significa que no hay falla en la placa madre; luego enchufe los cables de conexión en la placa madre y realice observación y exclusión secuencialmente.

9 Válvula Esférica de Núcleo de Cerámica de Runxin

9.1 Generalidades

La válvula esférica es un tipo de válvula cuya pieza de apertura y cierre es esférica, es impulsada por el vástago de válvula, y realiza movimiento rotativa a lo largo del eje de la bola. Caracteriza por la pequeña resistencia del fluido y la apertura / cierre rápido. Se aplica ampliamente en el sistema de transporte por tubería, principalmente se divide en válvula esférica de sellado blando y válvula esférica de sellado duro.

La válvula esférica de sellado blando se refiere a la válvula esférica en que un componente de sellado en el par de sellado del asiento de válvula (es decir, la superficie de sellado del asiento de válvula y la superficie de sellado esférica) es de caucho, plástico u otros materiales flexibles; la válvula esférica de sellado duro se refiere a la válvula esférica cuyo par de sellado de asiento de válvula es metal, cerámica u otros materiales de sellado de alta dureza. Debido al uso de sellado flexible, la válvula esférica de sellado blando no tiene requisito alto sobre la bola o el asiento de válvula; la bola y el asiento de válvula en la válvula esférica de sellado duro son materiales de alta dureza, que tienen alto requisito sobre la coordinación de la superficie esférica, y se requiere una molienda.

En comparación con la válvula esférica de sellado blando, la válvula esférica de sellado duro ha elevado mucho la presión de sellado, la temperatura de uso y la vida útil, por eso, su alcance de medios aplicables es más amplio. Mediante la selección de diferentes materiales, puede aplicarse respectivamente en agua, vapor, aceite, ácido orgánico, ácido inorgánico, solvente, álcali, producto químico u otros medios.

La válvula esférica de núcleo de cerámica es un tipo de válvula esférica de sellado duro. Además de tener la absoluta mayor parte de ventajas de la válvula esférica de sellado duro metálica, también tiene las ventajas tales como ultra alta resistencia a corrosión, resistencia a desgaste, resistencia a alta temperatura y resistencia a la erosión. Principalmente se aplica en el sistema de suministro por tuberías en los ámbitos de electricidad, petroquímica, metalurgia, minería, producción de papel, tratamiento de agua, etc.

9.1.1 Composición de válvula esférica de núcleo de cerámica

La válvula esférica está principalmente compuesta por el par de sellado compuesto por el cuerpo de la válvula, la bola y el asiento de válvula, el vástago de válvula conectado con la bola y el dispositivo de accionamiento que controla la rotación de la bola mediante el vástago de válvula. Válvula esférica de núcleo de cerámica, se refiere a la válvula esférica cuyo asiento de válvula y bola son de cerámica, su estructura se muestra en Figura 9-1.

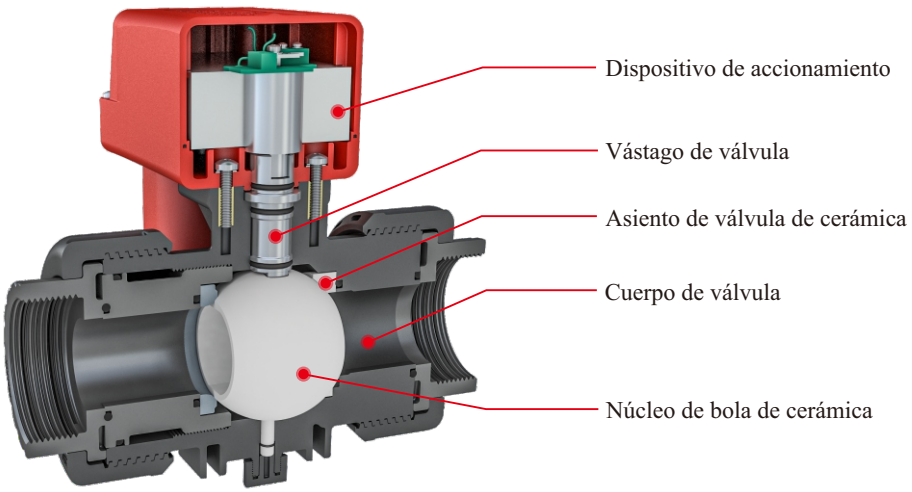


Figura 9-1 Diagrama esquemático de la estructura de la válvula esférica de núcleo de cerámica

9.1.2 características de válvula esférica de núcleo de cerámica

El material de cerámica es un material de rigidez mejor y dureza más alta entre los materiales de ingeniería. Su dureza generalmente es superior a 1500HV, y su estabilidad química es excelente, y no se oxida fácilmente en alta temperatura, y tiene alta capacidad anticorrosiva a ácido, álcali, sal, etc. El núcleo de la bola, el asiento de válvula, el buje de la válvula esférica de núcleo de cerámica utilizan material de cerámica estructural sinterizado en ultra alta temperatura superior a 1680℃, por eso tiene ultra alta dureza (≥HRA85) y estabilidad química. La válvula esférica de núcleo de cerámica de Runxin tiene las características siguientes:

(1) Par torsional pequeño

La válvula esférica de núcleo de cerámica de Runxin utiliza la estructura de par de sellado de baja fricción de diseño patentado, lo que reduce muchísimo el par torsional de apertura / cierre de la válvula esférica, y el par torsional es mucho menos que el de los productos similares de otras empresas. Véase la tabla siguiente para la comparación de su par torsional máximo:

Especificaciones	Diámetro de paso de la empresa	DN15	DN20	DN25	DN32
	Dimensiones de interfaz	1/2 "	3/4 "	1 "	1-1/4 "
Par torsional de otros productos de válvula esférica (N·m)	0,6MPa	12	12	24	30
	1.0MPa	18	27	30	42
Par torsional de la válvula esférica de cerámica de Runxin (N·m)	0,6MPa	1,5	1,5	2,0	7
	1.0MPa	2,0	2,0	3,0	12

(2) Resistencia a la corrosión

La cerámica tiene excelente estabilidad química, y no reacciona con la absoluta mayor parte de los medios químicos.

(3) Resistencia al desgaste

La cerámica se forma mediante la sinterización en ultra alta temperatura superior a 1680℃ y tiene una dureza ultra alta (≥HRA85), puede adaptarse a diversas condiciones operativas de alto desgaste y alta erosión.

(4) Sin fuga

El núcleo esférico de cerámica y el asiento de válvula se forman mediante el rectificado de precisión emparejado con el fin de asegurar su sellado y que no haya fuga.

9.1.3 Clasificación de válvula esférica de núcleo de cerámica

Hay muchos tipos de válvula esférica de núcleo de cerámica. Según las diferentes estructuras de la bola de cerámica y el asiento de válvula, puede dividirse en válvula esférica de bola fija y válvula esférica de bola flotante; según la posición cubierta por la cerámica, se divide en válvula esférica de cerámica de revestimiento completo y válvula esférica de cerámica de semi-revestimiento; según su diámetro de paso, se divide en válvula esférica de diámetro completo, diámetro de paso y diámetro reducido; según los diferentes materiales del núcleo esférico, hay válvulas esféricas de alúmina, carburo de silicio, óxido de zirconia; según diversos materiales del cuerpo de la válvula, se divide en cuerpo de válvula metálico (304, 316, 316L, etc.) y cuerpo de válvula no metálico (PPO, UPVC, CPVC, etc.); según diversos modos de control de operación, se divide en válvula esférica manual y válvula esférica automática (y la válvula automática puede dividirse en tipo eléctrico y tipo neumático, etc.9; según el modo de conexión, se divide en válvula esférica de conexión por brida, conexión por roscas y soldadura a tope; según diversos controladores, se puede dividir en válvula esférica de control por tres cables, control por tres cables, con retroalimentación, 220VCA, 24VCC, 12VCC, etc.

9.1.4 Reglas de denominación

Reglas de denominación de válvula esférica de núcleo de cerámica de Runxin

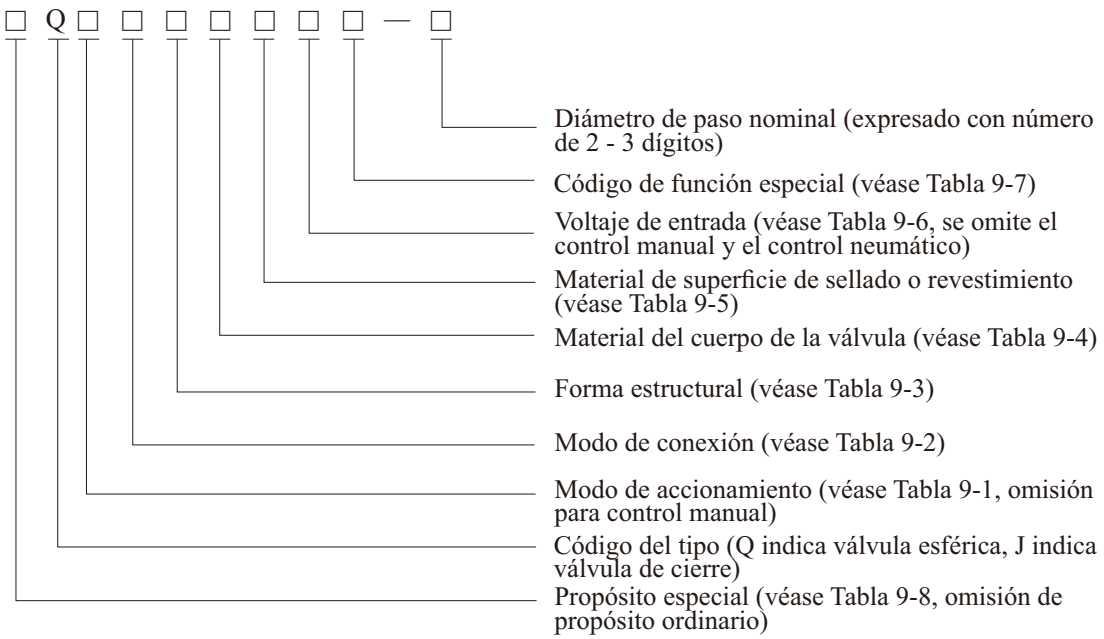


Tabla 9-1 Código de modo de accionamiento

Modo de accionamiento	Accionamiento electromagnético	Engranaje de estímulo	Engrana je cónico	Neumático	Eléctrico
Código	0	2	5	6	9

Omisión en caso de accionamiento manual: para la válvula de operación neumática: 6K para tipo normalmente abierto; 6B para tipo normalmente cerrado.

Tabla 9-2 Código de modo de conexión

Modo de conexión	Rosca interna	Rosca externa	Conexión por pegamento	Tipo brida	Fusión en caliente	Tipo de soldadura	Tipo de sujeción	Tipo de abrazadera	Tipo de férula
Código	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tabla 9-3 Código de la forma estructural de la válvula esférica de núcleo de cerámica

Forma de estructura		Código		Forma de estructura		Código
Bola flotante	Canal de flujo recto	1		Bola fija	Canal de flujo de cuatro vías	6
	Canal de flujo de tres vías de forma Y	2			Canal de flujo recto	7
	Canal de flujo de tres vías de forma L	4			Canal de flujo de tres vías de forma T	8
	Canal de flujo de tres vías de forma T	5			Canal de flujo de tres vías de forma L	9

Tabla 9-4 Código del material del cuerpo de la válvula

Material del cuerpo de la válvula	PPO	Hpb59-1	304	316	316L	UPVC	CPVC	PPH
Código	0	1	2	3	4	5	6	7

Tabla 9-5 Código de material de superficie de sellado o revestimiento

Voltaje de entrada	$95Al_2O_3$	SiC	ZrO_2	Si_3N_4	$99Al_2O_3$
Código	1	2	3	4	5

Tabla 9-6 Código del voltaje de entrada

Voltaje de entrada	6VCC	12VCC	24VCC	36VCC	220VCC
Código	1	2	3	4	5

Tabla 9-7 Código de función especial

Funciones	Código		Funciones	Código
Puede configurar el período de tiempo de apertura y cierre	A		Control por tres cables	C
Puede configurar el punto de tiempo de apertura y cierre	A1		Control por dos cables con retroalimentación de posición	D
Desconexión de dos cables para restablecimiento	B		Control por tres cables con retroalimentación de posición	E
Apagado por tres cables para restablecimiento	B1		Control por WIFI del teléfono celular	S

cuando la válvula todavía tiene otra función o tiene otra estructura especial, se añade una letra de pinyin de chino antes del código del tipo de la válvula como el código, como se muestra en Tabla 9-8:

Tabla 9-8 Código de válvula con otra función o con otra estructura especial

Nombre de función	Tipo de protección contra incendio	Tipo de cierre lento	Tipo de descarga de escorias	Tipo rápido	Tipo manual auxiliar	Tipo de regulación	(Sellado del vástago de válvula) Modelo de fuelle
Código	F	H	P	Q	S	V	W

9.1.5 Rendimiento de diversos materiales de cerámica

Diversos materiales tienen diversas resistencias de estructura y rendimiento. Tabla 9-9 muestra las propiedades físicas del material de cerámica de uso común, Tabla 9-10 muestra las propiedades de resistencia a corrosión química del material común, véase Tabla 9-11 para modelos de aplicación de válvula esférica de núcleo de cerámica de Runxin.

Tabla 9-9 Tabla de rendimiento de material de cerámica de uso común

Código de material de cerámica	Y-ZrO_2	Mg-ZrO_2	95Al_2O_3	99Al_2O_3	S i_3N_4	SiC
Densidad g/cm3	6,0~6,05	5,72~5,74	3,6~3,75	3,9~3,95	3,2~3,33	3,15~3,25
Dureza HRA	87	85	90	92	92	94
Resistencia a la flexión MPa	1150	900	370	450	1200	470
Resistencia a la compresión MPa	2000	1800	2000	2200	2800	--
Coeficiente de expansión térmica $\times10^{-6}$/℃	9,6	10	7,8	8,3	3,4	4
Módulo elástico GPa	200	200	330	350	300	400
Resistencia de aplastamiento KN (φ6mm)	15	10	3,6	4	18	3,5
Tasa de succión de agua %	0	0	0,01	0	0	0,5

Tabla 9-10 Tabla de propiedades de resistencia a la corrosión de materiales de uso común

Medio	Temperatura	ZrO_2	99Al_2O_3	SiC	S i_3N_4	Caucho de flúor	PPO	SS304	SS316
20%HCL	60℃	A	A	A	B	A	A	C	B
20%HCL	95℃	A	A	A	C	A	A	--	C
90%H_2SO_4	60℃	A	A	A	A	A	A	C	B
90%H_2SO_4	95℃	A	A	A	B	A	A	C	C
60%H_3PO_4	60℃	A	A	A	C	A	A	C	A
60%H_3PO_4	95℃	A	A	A	C	A	A	C	A
10%HF	60℃	C	B	A	A	A	A	C	B
46%HF	95℃	C	C	A	C	A	A	--	C
60%HNO_3	60℃	A	A	A	C	A	A	A	C
60%HNO_3	95℃	A	B	A	C	A	A	B	C
30%NaOH	60℃	A	B	A	B	A	A	A	A
30%NaOH	95℃	B	B	A	C	A	A	B	A

Descripción:

A: <0,1mmg/cm^2/día, significa que el material está en el medio, no hay corrosión o la corrosión puede ignorarse, se recomienda usarlo;

B: 0,1~0,3 mmg/cm^2/día, significa que el material está en el medio, hay corrosión leve o poca corrosión, adecuado para el uso;

C: > 0,3mmg/cm^2/día, significa que el material está en el medio, con corrosión intermedia o mayor, no se recomienda usarlo.

Tabla 9-11 Tabla de modelos de aplicación de válvula esférica de núcleo de cerámica de Runxin

Cuerpo de válvula	Anillo de sellado	Vástago de válvula	Asiento de válvula	Medio aplicable
PPO UPVC	EPDM	316L 304 revestimiento PPO	Asiento de válvula de cerámica individual ($95\%Al_2O_3$)	Apto para los medios no corrosivos sin partículas sólidas y sustancias químicas tales como ácidos y álcalis, sales, alcoholes y agua de mar, etc. No apto para ácid o oxidante, ácido fluorhídrico, ácido fluorosilícico, ácido clorhídrico, sulfato de hierro, sulfato de amonio, clorhidrato, bromo, hipoclorito, hidrocarburo aromático, hidrocarburo clorado, ácido orgánico, cetona, gasolina, lubricante sintético, etc.
316	EPDM		Asiento de válvula de cerámica individual ($95\%Al_2O_3$)	Adaptable a los medios no corrosivos sin partículas sólidas y sustancias químicas tales como ácidos y álcalis, sales, alcoholes y solventes polares, etc. No apto para ácido oxidante, ácid o fluorhídrico, ácido fluorosilícico, ácido clorhídrico, sulfato de hierro, sulfato de amonio, clorhidrato, bromo, hipoclorito, ácido orgánico, gasolina, lubricante sintético, etc.
PPO UPVC	EPDM	316L 304 revestimiento PPO	Asiento de doble válvula de cerámica ($95\%Al_2O_3$)	Apto para los medios no corrosivos y sustancias químicas tales como ácidos y álcalis, sales, alcoholes y agua de mar, etc. No apto para ácido oxidante con excepción de ácido nítrico, ácido fluorhídrico, ácido fluorosilícico, ácido clorhídri co, sulfato de hierro, sulfato de amonio, clorhidrato, bromo, hipoclorito, ácido orgánico, cetona, gasolina cetona tipo de, lubricante sintético, etc.
316				Adaptable a los medios no corrosivos y sustancias químicas tales como ácidos y álcalis, sales, a lcoholes y solventes polares, etc. No apto para ácido oxidante con excepción de ácido nítrico, ácido fluorhídrico, ácido fluorosilícico, ácido clorhídrico, sulfato de hierro, sulfato de amonio, clorhidrato, bromo, hipoclorito, ácido orgánico, gasolina, lubricante sintético, etc.

PPO UPVC 316	VMQ	316L 304 revestimiento PPO	Asiento de doble válvula de cerámica ($95\%Al_2O_3$)	Sólo se recomienda aplicar en medios no corrosivos y ácido orgánico.
PPO UPVC	FKM	Aleación Hastelloy - C	Asiento de doble válvula de cerámica ($95\%Al_2O_3$)	Sólo se recomienda aplicar en ácido oxidante con excepción de ácido sulfúrico y ácido nítrico, peróxido de hidrógeno y la mayoría de las sales de sulfato, clorhidrato y ácidos oxidantes, incluidas las sales de aluminio y hierro.
		Aleación Hastelloy - B / Aleación No.20		Sólo se recomienda aplicar en ácido sulfúrico, ácido clorhídrico de diversas concentraciones y la mayoría de las salas de sulfato, clorhidrato con excepción de las salas de aluminio e hierro.
PPO	Fluoruro de tetrapropilo FRPM	304 revestimiento PPO	Asiento de doble válvula de cerámica (SiC)	Apto para medios no corrosivos, ácidos y álcalis, sales, alcoholes; no apto para hidrocarburos aromáticos, hidrocarburos clorados, aceites, cetonas, ésteres, éteres, permanganatos.
UPVC	FRPM			Apto para medios no corrosivos, ácidos y álcalis, sales, alcoholes, hidrocarburo alifático, aceite; no apto para cetonas, ésteres, éteres, hidrocarbonos aromáticos, permanganatos.
316L	EPDM			Adaptable a los medios no corrosivos y sustancias químicas tales como ácidos y álcalis, sales, alcoholes y solventes polares, etc. No apto para ácido oxidante, ácido fluorhídrico, ácido fluorosilícico, ácido clorhídrico, sulfato de hierro, sulfato de amonio, clorhidrato, bromo, hipoclorito, ácido orgánico, gasol ina, lubricante sintético, etc.

9.1.6 Comparación entre válvula esférica de núcleo de cerámica y válvula de cierre

La válvula de cierre es una válvula cuyas partes de apertura y cierre son discos en forma de tapón y la superficie de sellado es plana o cónica. La apertura y cierre de la válvula se realiza mediante el movimiento lineal del disco a lo largo de la línea central del fluido. La válvula de cierre pertenece a una válvula de sellado forzado, por eso, al cerrar la válvula, asegúrese de aplicar presión al disco de la válvula con el fin de permitir que no haya fuga en la superficie de sellado. Véase Tabla 9-12 para la comparación entre válvula esférica de núcleo de cerámica y válvula de cierre.

Tabla 9-12 Tabla de comparación entre válvula esférica de núcleo de cerámica y válvula de cierre

Válvula de cierre	Sello duro	Gran resistencia de flujo	Buen rendimiento de sellado	Apertura y cierre relativamente rápidos	No apto para los medios con partículas, de viscosidad relativamente grande y que pueden formar coque fácilmente	Fuerza de apertura / cierre relativamente grande

Válvula esférica de núcleo de cerámica	Sello duro	Resistencia de flujo pequeña	Rendimiento de sellado excelente	Apertura y cierre rápidos	Más medios aplicables	Fuerza de apertura / cierre pequeña

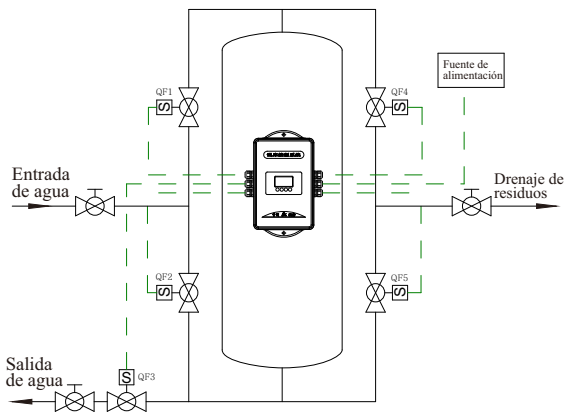
9.2 Aplicaciones de válvula esférica de núcleo de cerámica

La válvula esférica de núcleo de cerámica tiene múltiples aplicaciones. Debido a las ventajas tales como resistencia a corrosión, resistencia a desgaste, resistencia a alta temperatura y resistencia a la erosión, principalmente se aplica en el sistema de suministro por tuberías en los ámbitos de electricidad, , petroquímica, metalurgia, minería, producción de papel, tratamiento de agua, etc.

9.2.1 Aplicación de válvula esférica de núcleo de cerámica en el tratamiento de agua

9.2.1.1 Aplicación en el sistema de filtrado de agua

Mediante la combinación del controlador y cinco válvulas esféricas de núcleo de cerámica, mediante el control del estado de apertura / cierre de diversas válvulas esféricas, las válvulas esféricas de núcleo de cerámica pueden aplicarse en sistema de filtrado de tratamiento de agua, realizando las funciones de filtrado, material filtrante de retrolavado, material filtrante de lavado, etc. La apertura / el cierre y la estructura de la válvula esférica son como se muestra en Figura 9-2:

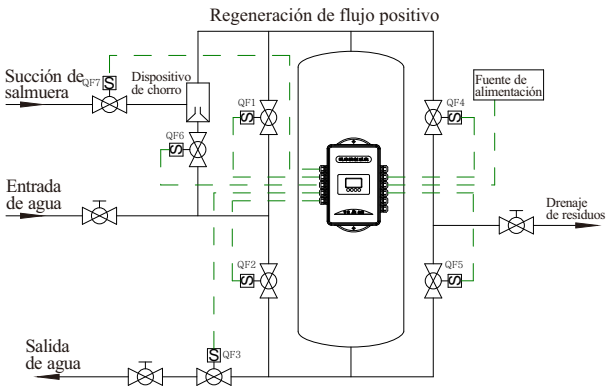


Posición de trabajo	Estado de la válvula esférica				
	QF1	QF2	QF3	QF4	QF5
Operación	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado
Retrolavado	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado
Lavado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido

Figura 9-2 Diagrama estructural de aplicación de la válvula esférica en el sistema de filtrado de tratamiento de agua y el diagrama del estado de apertura / cierre de la válvula

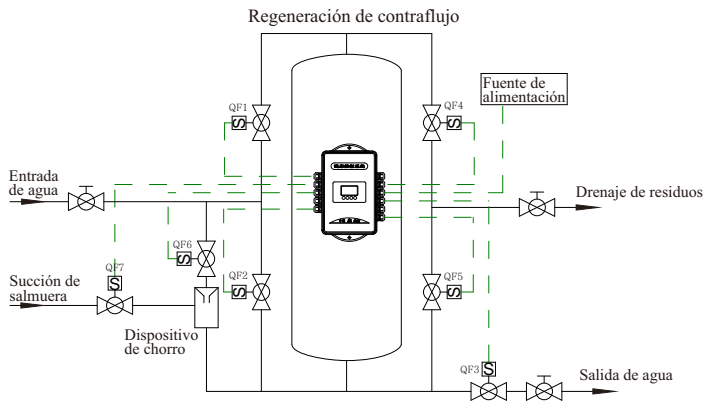
9.2.1.2 Aplicación en el sistema de tratamiento de ablandamiento de agua

Mediante la combinación del controlador, siete válvulas esféricas de núcleo de cerámica y el dispositivo de chorro, y mediante el control del estado de apertura / cierre de diversas válvulas esféricas, los productos pueden aplicarse en sistema de ablandamiento de agua, realizando las funciones de producción de agua blanda, retrolavado de resina, regeneración de resina mediante succión de salmuera de flujo positivo y contraflujo, reposición de agua al tanque de salmuera, lavado de resina, etc. La apertura / el cierre y la estructura de la válvula esférica son como se muestra en Figura 9-3 y la Figura 9-4:



Posición de trabajo	Estado de las válvulas esféricas cuando se aplican en la regeneración de flujo positivo de ablandamiento de agua						
	QF1	QF2	QF3	QF4	QF5	QF6	QF7
Operación	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado
Retrolavado	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado
Succión de salmuera de flujo positivo	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Encendido	Encendido
Lavado lento	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Encendido	Apagado
Lavado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado
Agua suplementada	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido

Figura 9-3 Diagrama estructural de la válvula esférica cuando se aplica en la regeneración de flujo positivo del sistema de ablandamiento de agua y el diagrama del estado de apertura / cierre de la válvula



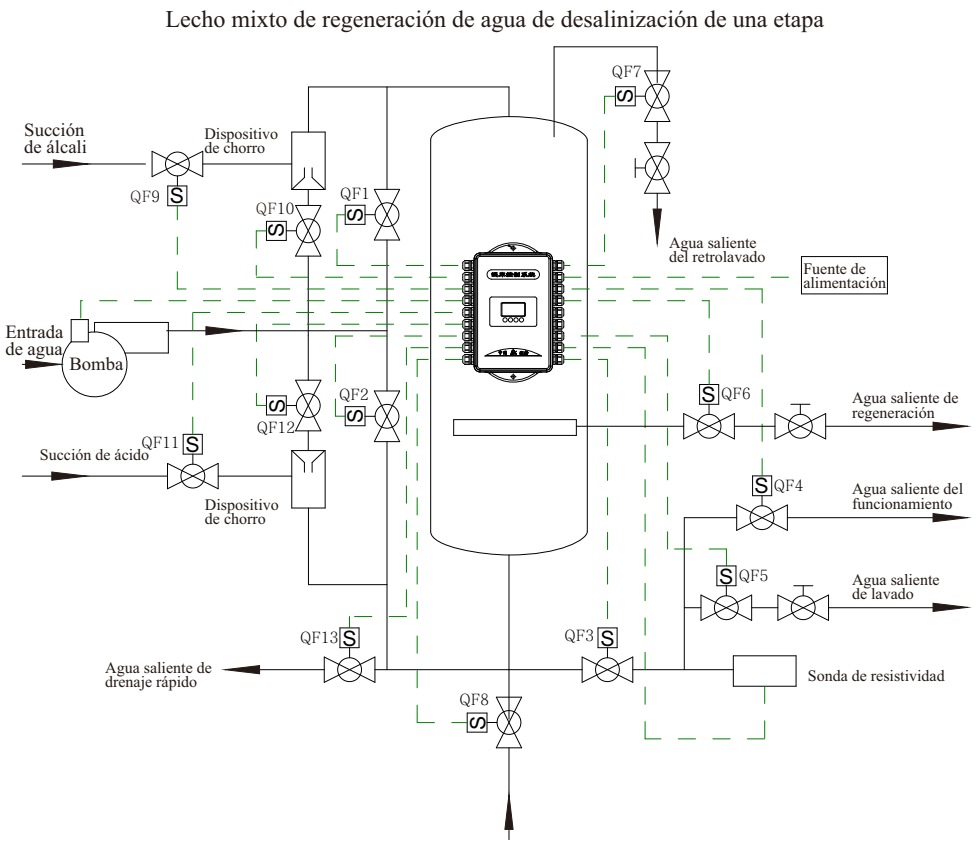
Posición de trabajo	Estado de las válvulas esféricas cuando se aplican en la regeneración de contraflujo de ablandamiento de agua						
	QF1	QF2	QF3	QF4	QF5	QF6	QF7
Operación	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado
Retrolavado	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado
Succión de salmuera de contraflujo	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido	Encendido
Lavado lento	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado
Lavado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado
Agua suplementada	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido

Figura 9-4 Diagrama estructural de la válvula esférica cuando se aplica en la regeneración de contraflujo del sistema de ablandamiento de agua y el diagrama del estado de apertura / cierre de la válvula

9.2.1.3 Aplicación en el sistema de lecho mixto

Mediante la combinación del controlador y 13 válvulas esféricas de núcleo de cerámica, dispositivo de chorro de succión de ácido y álcali, el instrumento de resistividad y la fuente de aire

comprimido, y mediante el control del estado de apertura / cierre de diversas válvulas esféricas, la combinación puede aplicarse en el sistema de lecho mixto de tratamiento de agua realizando las funciones de producción de agua pura, retrolavado de resina, estratificación estática, succión de álcali, succión de ácido, lavado de ácido y álcali, drenaje de agua, mezcla, lavado, etc. La apertura / el cierre y la estructura de la válvula esférica son como se muestra en Figura 9-5:



Posición de trabajo	Estado de funcionamiento de las válvulas esféricas y bombas													
	QF1	QF2	QF3	QF4	QF5	QF6	QF7	QF8	QF9	QF10	QF11	QF12	QF13	Bomba
Operación	Encendido	Apagado	Encendido	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido
Retrolavado	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido
Estancamiento	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado
Succión de álcali en la parte superior	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Encendido	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido
Succión de ácido y álcali	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Encendido	Encendido	Encendido	Encendido	Apagado	Encendido
Lavado de ácido y álcali	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido
Drenaje de agua	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado
Mezcla	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado
Drenaje rápido	Apagado	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido	Apagado
Escape de aire	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido
Lavado	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Encendido	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Encendido

Figura 9-6 Diagrama estructural de la válvula esférica aplicada en el sistema de desalinización de lecho mixto y el diagrama del estado de apertura / cierre de la válvula

9.2.2 Casos de aplicación de válvula esférica en el sistema de tratamiento de agua

9.2.2.1 Aplicación de la válvula esférica en el sistema de tratamiento de ablandamiento de agua

(1) Antecedentes del proyecto

En la válvula de control de ablandamiento integrada, debido a muchas vías en el interior de la válvula y la estructura relativamente complicada, para las fuentes de agua que contiene muchos sedimentos u otras impurezas, se debe realizar la sedimentación de floculación antes del tratamiento, con el fin de evitar que los sedimentos e impurezas dañen la válvula de control. Pero en algunos casos, debido a la restricciones del sitio, no se puede realizar la sedimentación. Por eso, aparece un tipo de sistema de multi-válvula compuesto por múltiples válvulas esféricas.

Una planta de coquización en Shijiazhuang, en año 2012 utilizó el sistema de ablandamiento equipado para F78A3. Varios años después, la calidad del agua cruda cambió, el contenido de sedimentos aumenta, y el sistema original no tuvo filtro de sedimentos, lo que causa el daño de la válvula de control debido al depósito de sedimentos en el interior. Luego, se reestructuró el sistema a un sistema de ablandamiento compuesto por 7 válvulas esféricas de núcleo de cerámica y el controlador.

(2) Generalidades del proyecto

Es que la válvula esférica es de estructura recta, cuya resistencia al agua es relativamente pequeña, se utiliza 2 válvulas esféricas DN50, 3 válvulas esféricas DN40, 2 válvulas esféricas DN25, así como el dispositivo de chorro, el caudalímetro para constituir el sistema de ablandamiento, cuyo caudal puede alcanzar 20~30m^3/h. Sus equipos y sistema de tubería se muestran en Figura 9-6.

(3) Dibujo del efecto de funcionamiento

Después de su reestructuración a principio de 2016, el sistema sigue funcionando de forma estable hasta la fecha, y ha resuelto completamente los problemas que existieron. El cliente está muy contento con el sistema.



Figura 9-6 Aplicación de la válvula esférica en el sistema de ablandamiento

9.2.2.2 Aplicación de la válvula esférica en el sistema de ablandamiento de caldera

(1) Antecedentes del proyecto

Si la dureza del agua usada en la caldera excede el estándar, puede generar gran peligro a la caldera. Más alta la dureza del agua alimentada, más fácil se generen las incrustaciones en la superficie calentada de la caldera, y como una consecuencia, se producirán una serie de peligros tales como la reducción de la eficiencia térmica, el aumento del consumo energético, el aumento de la tasa de falla, la reducción de la vida útil de la caldera, etc., en caso grave, incluso se producirá un accidente de seguridad en la caldera. Por eso, la dureza del agua alimentada a la caldera debe cumplir con las normas pertinentes nacionales.

La mayoría de los sistemas de ablandamiento de agua de caldera comunes utilizan múltiples válvulas integradas y tanque de resina para realizar el ablandamiento. Pero para las condiciones operativas que tienen requisitos altos sobre el caudal, la válvula de control integrada no es adaptable, en este momento, se necesita utilizar múltiples válvulas para realizar el tratamiento de ablandamiento mediante el control programable.

(2) Generalidades del proyecto

La caldera de vapor de calefacción de una empresa de energía en Shijiazhuang, que utiliza el agua corriente municipal como el agua cruda, cuya dureza media es de alrededor de 8.6mmol/L. La dureza del agua cruda excede gravemente el estándar y el agua requiere el tratamiento de ablandamiento hasta que su dureza sea menos de 0,03mmol/L, con el fin de alcanzar el estándar de agua alimentada a la caldera de vapor, el caudal requerido es de 80m^3/h.

El sistema de tratamiento de ablandamiento de agua diseñado utiliza dos descalcificadores de agua, y se equipan con dos juegos de válvula esférica de núcleo de cerámica para constituir el sistema de control automático de múltiples válvulas, realizando el suministro de agua simultáneo y la regeneración por separado mediante el enclavamiento. Cada juego de sistema utiliza válvulas esféricas DN65, caudalímetros DN65, dispositivos de chorro DN32, etc., y respectivamente se equipa con tanque de FRP de diámetro de 1,5m y altura de 2,4m, con resina de 2250L llenada, y se equipa con tanque de salmuera de 2000L. Además, se instala un dispositivo de detección de dureza en línea F84 en la salida de agua del descalcificador de agua. Cuando la dureza del agua saliente es superior a 0.03mmol/L, F84 emite la señal para iniciar automáticamente el sistema de multi-válvula entrando en el proceso de regeneración, garantizando la calidad del agua saliente. La instalación del sistema de tratamiento de ablandamiento de agua se muestra en Figura 9-7, el diagrama de flujo de procesos de tratamiento de agua se muestra a continuación:

Agua corriente municipal → Filtro → Intercambio iónico → Detección automática de dureza → Tanque de agua blanda → Bomba de sobrealimentación → Agua para caldera



Figura 9-7 Aplicación de la válvula esférica en el sistema de tratamiento de ablandamiento de agua de reposición a la caldera

(3) Efecto de funcionamiento

El agua producida por el sistema de tratamiento de ablandamiento de agua fue probada por los departamentos pertinentes y cumple completamente con el estándar de agua alimentada a caldera de vapor. Desde su instalación en 2017 hasta la fecha, el sistema sigue funcionando de forma estable con la calidad de agua producida calificada y el control automatizado bueno. El cliente ha afirmado su rendimiento.

La válvula esférica eléctrica de núcleo de cerámica puede usarse en ambos sistemas de filtrado y ablandamiento. Mediante la selección del calibre de las válvulas esféricas de entrada de agua, salida de agua, lavado y retrolavado, se permite que los equipos de filtrado y ablandamiento funcionen bajo las condiciones operativas ópticas.

9.2.2.3 Aplicación en los equipos de agua pura, agua purificada, agua ultrapura

En el diseño y la producción de agua pura y agua ultrapura, generalmente se necesita establecer una válvula de control de entrada de agua antes de la bomba de alta presión, y establecer válvulas de control de lavado de baja presión y de alta presión en el lado de agua concentrada, así como la válvula de control de drenaje de agua desalinizada dentro de la membrana del lado de agua pura. Durante el diseño, habitualmente se utiliza la válvula solenoide normalmente cerrada de 220V. Los principios de funcionamiento de la válvula solenoide determinan que siempre que la válvula de control de entrada de agua antes de la bomba de alta presión esté en funcionamiento, el sistema necesita alimentar energía eléctrica a la cual de forma continua. El funcionamiento prolongado puede acelerar el envejecimiento y la invalidez de la bobina de la válvula solenoide causando la reducción

de su vida útil; la característica de que las acciones de arranque y parada de la válvula solenoide se completan instantáneamente causa que todos los puntos en que se utiliza válvula solenoide necesiten soportar el impacto del golpe de ariete. En el sistema de medición de agua pura, generalmente se utiliza válvula de mariposa eléctrica y el arranque suave de la bomba de agua o el arranque de frecuencia variable para cumplir el proceso. El control de proceso necesita depender del PLC del controlador programable o el relé de tiempo. Las válvulas de mariposa eléctricas y válvulas esféricas eléctricas de sellado suave tienen un par torsional de arranque y parada, por eso, la potencia del electromotor de su actuador es alta, y el actuador es de volumen grande y gran peso. Cuando se lo distribuye en el sistema de agua purificada, se requiere un espacio muy grande y la tubería de resistencia suficiente para soportarlo, lo que aumenta los trabajos en el diseño de los equipos, también aumenta el costo de producción.

La característica de par torsional pequeño de la válvula esférica de sellado duro de cerámica permite el uso de las válvulas esféricas eléctricas de arranque y parada entre 3s-12s bajo el voltaje seguro de 24VCC, así se puede reducir el golpe de ariete. Además, debido a su par torsional pequeño, el tamaño del actuador de la válvula esférica de sellado duro de cerámica sólo es el 20-30% del tamaño de otras válvulas esféricas de mismas especificaciones. En esta manera, el tamaño y el peso del actuador se pueden reducir mucho, ahorrando el costo de producción y proporcionando más espacio para el diseño del equipo.

9.2.2.4 Aplicación en filtro multimedio, filtro de carbón activado, lecho mixto de catión y anión, filtro de disco

En cuanto a equipos de tratamiento de ablandamiento de agua, en los sistemas de caudal inferior a 50m^3/h, la válvula de multi-vía tiene ventajas incomparables. Pero para sistema de caudal grande superior a 80m^3/h, debido a las causas del diseño estructural de la válvula de multi-vía, una sola válvula no puede realizar el objetivo fácilmente, no importa la válvula plana, la válvula de pistón o la válvula de estructura de leva. Mediante el uso del sistema de multi-válvula compuesto por el controlador de válvula esférica y múltiples válvulas esféricas de sellado duro de cerámica, se puede realizar diversos caudales según los diferentes diámetros de paso de las válvulas esféricas equipadas.

En el sistema de filtrado, algunos materiales filtrantes requieren una velocidad de flujo de retrolavado de múltiples veces más alta que la velocidad de flujo del funcionamiento, y las válvulas multi-vía generales no pueden lograr este objetivo fácilmente. Durante el diseño y la selección de modelo, se necesita seleccionar válvula de multi-vía mediante el caudal de retrolavado, y no mediante el caudal de filtrado diseñado, y eso puede aumentar el costo de compra de válvula de control intangiblemente. El uso del controlador de válvula esférica y múltiples válvulas esféricas de sellado duro de cerámica puede resolver perfectamente este problema. En la sección de retrolavado que requiere un caudal relativamente grande, se puede establecer válvula de control de calibre relativamente grande para satisfacer el requisito en la velocidad de retrolavado.

El proceso de flujo de agua del lecho mixto de catión y anión es relativamente complicado, y tiene un requisito relativamente alto sobre la resistencia a la corrosión de ácido / álcali del material. Generalmente, se diseña con el controlador coordinando por la válvula de tubería. El núcleo de válvula de cerámica y el asiento de válvula de cerámica en las válvulas esféricas de Runxin pueden resistir a ácido y álcali, son muy aptos para este tipo de sistema de lecho de catión y anión.

El filtro de disco usado para filtrar las partículas grandes siempre necesita recibir los desafíos de diversos tipos de sedimentos, residuos u otras sustancias de partículas grandes. Actualmente, una gran cantidad de filtros de disco que utilizan válvula de diafragma pueden tener daño permanente en su diafragma debido a las partículas finas que entran en la válvula, lo que puede reducir la vida útil de la válvula de diafragma afectando la calidad del agua filtrada. El sellado duro de superficie esférica en la válvula esférica de sellado duro de cerámica puede resolver este problema perfectamente, las partículas no pueden pasar por la superficie de sellado de la válvula esférica de núcleo de cerámica ni rayar la superficie esférica de cerámica de alta dureza, por eso el sellado será más durable.

9.2.2.5 Aplicación en los equipos de tratamiento de agua especial de eliminación de hierro y manganeso, eliminación de flúor, etc.

En el ámbito de tratamiento de agua especial, hay múltiples métodos de tratamiento. En relativo a los equipos de purificación de agua de ablandamiento de agua y carbón activo, etc., el equipo de tratamiento de agua especial requiere una velocidad de filtrado más baja, una velocidad de lavado más alta, un proceso de tratamiento más complicado.

Con el equipo de eliminación de hierro y manganeso como el ejemplo, después del tratamiento de aireación, los iones de hierro divalentes se oxidarán y la valencia aumenta, formando óxidos de hierro insolubles en agua, que generalmente los llamamos "barro de óxido de hierro". En el sistema diseñado con las válvulas tales como válvula de mariposa, válvula esférica de sellado blando, el "barro de óxido de hierro" que se oxida en cualquier momento y lugar puede entrar en el elemento de sellado de válvula fácilmente mediante el flujo de agua causando el daño permanente en el elemento de sellado e invalidando el equipo.

La característica de sellado duro de la válvula esférica de sellado duro de cerámica deja que las sustancias tales como "barro de óxido de hierro" no puedan pasar por la superficie de sellado, lo que permite proteger perfectamente la superficie de sellado del elemento y prolongar la vida útil del elemento de sellado. Cuando los óxidos de hierro (herrumbres) se acumulan en la superficie de sellado cerrada, su característica de par torsional pequeño también permite que la válvula esférica de núcleo de cerámica arranque más fácilmente y no se bloquee fácilmente.

En el equipo de tratamiento de agua especial, el sistema de regeneración siempre utiliza solución ácida o alcalina de alta concentración para realizar la activación regenerativa del material filtrante. La característica de resistencia a corrosión de la válvula esférica de sellado duro de cerámica puede asegurar que el elemento de sellado de la válvula no sea corroído por la solución de ácido fuerte o de álcali fuerte.

9.2.3 Aplicación de válvula esférica de núcleo de cerámica en el riego agrícola

El desperdicio anual de recursos hídricos en China es muy grande, el volumen de agua usada para el riego agrícola en todo el país es de alrededor de 390.000 millones de m^3/año, que representa el 64% del consumo total de agua en todo el país. La causa principal es que la mayoría de las regiones del país todavía adoptan el modo antiguo de "Transporte de agua por canales de tierra, riesgo por inundación", por eso el desperdicio de agua es muy grave, la eficiencia sólo es entre 50 y 55%. Y en los países desarrollados, debido a la realización de la impermeabilidad, tubería de los canales de transporte de agua, el riesgo en campos grandes, riego por goteo, el riego ya es automatizado y científico, la tasa de utilización efectiva del agua alcanza 70~80%.

La válvula esférica de núcleo de cerámica Runxin se puede abrir automáticamente mediante la detección de la humedad; o mediante el control temporizado; o mediante el control remoto. Puede aplicarse en el riego agrícola para lograr el propósito de ahorro de agua.

9.2.4 Aplicación de la válvula esférica de núcleo de cerámica en la industria química

9.2.4.1 Aplicación de válvula esférica en el dispositivo de recuperación de metales pesados en la solución de galvanoplastia

La solución de galvanoplastia contiene una gran cantidad de metales pesados tales como cromo, níquel, oro, etc. La descarga directa de estos metales pesados puede causar contaminación grave al medio ambiente, además, algunos metales pesados son muy caros. Después de recuperar los metales pesados mediante el dispositivo de recuperación, por un lado se puede eliminar los metales pesados en la solución residual, para que la solución cumpla con el estándar de drenaje; por otro lado, se puede refinar los metales pesados.



Una planta de galvanoplastia realiza el tratamiento de solución residual y requiere un caudal de 2m^3/h, y utiliza resinas de intercambio aniónico y catiónico para refinar la solución residual. Es que se necesita usar ácido y álcali para regenerar la resina saturada, por eso, en el presente sistema se utiliza la válvula esférica de núcleo de cerámica resistente a ácido y álcali. Mediante el control PLC, se puede realizar la conversión automática entre diversos canales de flujo. El presente dispositivo utiliza 2 tanques de resina de diámetro de 340mm y altura de 1370mm, en los cuales se llena resina aniónica y resina catiónica respectivamente para constituir un juego de sistema

de lecho de anión y catión para tratar la solución residual. La presión de entrada de agua es de 0,2Mpa, la instalación de los equipos se muestra en Figura 9-8, el diagrama de flujo de procesos se muestra en Figura 9-9. Cuando se necesita regenerar la resina inválida, la resina aniónica será regenerada con la solución NaOH de concentración de 5%~7%, la resina catiónica será regenerada con el ácido clorhídrico de concentración de 10%.

Figura 9-8 Aplicación de válvula esférica en el dispositivo de recuperación de metales pesados en solución de galvanoplastia

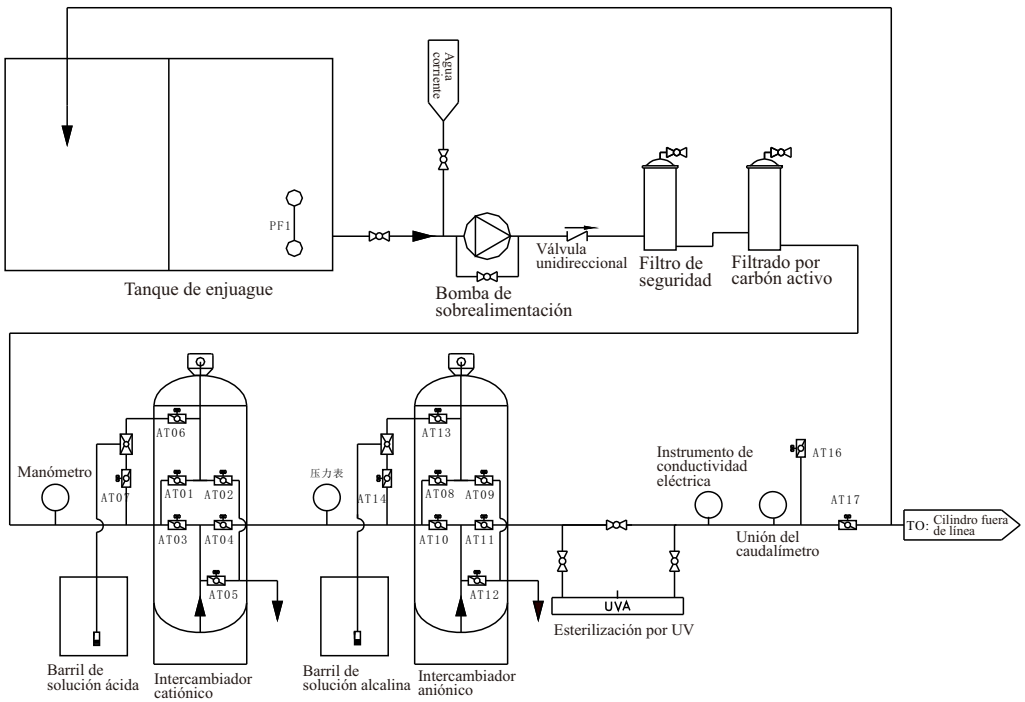


Figura 9-9 Diagrama de flujo de procesos de aplicación de válvula esférica en el dispositivo de recuperación de metales pesados en solución de galvanoplastia

9.2.4.2 Aplicación de válvula esférica en el generador de hipoclorito de sodio

La válvula esférica de sellado duro de cerámica Runxin utiliza núcleo esférico de cerámica de alúmina o carburo de silicio, cuya estructura de sellado es sello duro de cerámico, que tiene características de resistencia a corrosión y a desgaste al mismo tiempo, y ha superado las desventajas de sola resistencia a desgaste o sola resistencia a corrosión en las válvulas tradicionales. Se utiliza la tecnología patentada exclusiva de Runxin para reducir más allá el par torsional de la válvula esférica. Se puede utilizar el actuador de tamaño relativamente pequeño para ahorrar el espacio de instalación y ahorrar el consumo de energía.

El generador de hipoclorito de sodio, la salmuera de alta concentración genera la solución de hipoclorito de sodio mediante la reacción de electrólisis. La salmuera de alta concentración puede cristalizarse fácilmente y es corrosiva, la solución de hipoclorito de sodio es altamente corrosiva y oxidante, y eso requiere que la válvula pueda resistir al desgaste y a la corrosión al mismo tiempo. La válvula esférica de sellado duro de cerámica puede cumplir con los requisitos técnicos de resistencia

a corrosión y resistencia a desgaste al mismo tiempo, lo que permite el funcionamiento estable a largo tiempo del equipo. Su instalación se muestra en Figura 9-10.

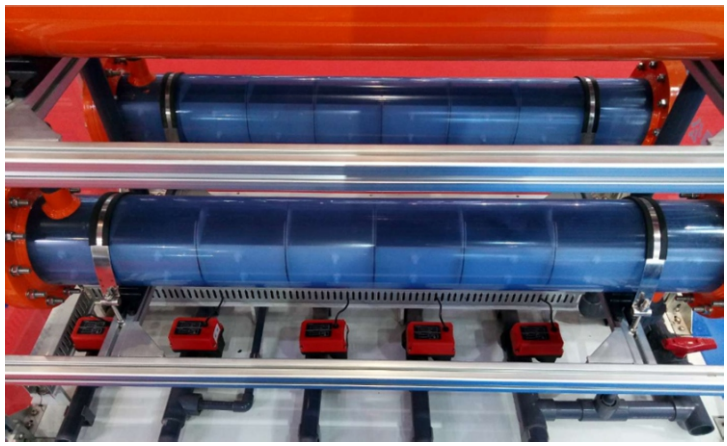


Figura 9-9 Aplicación de válvula esférica en el generador de hipoclorito de sodio

Datos de referencia

1. Tecnologías de tratamiento de agua de caldera industrial Redactores: Hao Jingtai, Yu Ping, Zhou Ying, Editorial de Meteorología, abril de 2000

2. Efecto y monitorización del funcionamiento de las instalaciones de tratamiento de agua de caldera industrial (GBT16811-2005)

3. Manual práctico de especificaciones técnicas de tratamiento de agua y operación y mantenimiento de equipos de tratamiento de agua Redactor: Huang Shiping, - Xi'an, Editorial San Qin, junio de 2003

4. GB/T18300 Condiciones técnicas del intercambio de iones de sodio de control automático

5. GB/T 50109 Especificaciones de diseño de ablandamiento y desalinización del agua industrial

6. GB/T 1576 Calidad de agua para caldera industrial

7. GB 8978 Estándar de drenaje integral de aguas residuales

8. CJ/T 43 Material filtrante para el tratamiento de agua

9. Patente de China: ZL200420078956.5 Válvula de control multifuncional para el sistema de tratamiento de agua Wu Xiaorong, Ding Fengyang, Yang Runde

10. Patente de China: ZL200720045551.5 Un dispositivo de control de tratamiento de agua totalmente automático Wu Xiaorong, Wu Xianshui, Yang Runde

11. Patente de China: ZL201320732225 Una válvula esférica Yuan Hailin, Wu Xiaorong

Índice de clasificación de productos

Volumen máxima de producción de agua m^3/h	Filtrado		Ablandamiento manual	Ablandamiento automático			Lecho flotante	Sola válvula y doble tanque	Sola válvula y tres tanques
	Manual	Auto	Regeneración de flujo positivo	Regeneración de flujo positivo	Regeneración de contraflujo	Regeneración de flujo positivo y contraflujo			
1-2 m^3/h	51101 F56B					82502 F79			18601 F120
	51102 F56E	53502 F71	61202 F64B	63502 F65/F117	73502 F69	82502 F79/F105/F122			
3-4 m^3/h						82503 F97/F136		17603 F73	
	51104 F56A	53504 F67	61104 F64A	63504 F63/F116	73504 F68	82504 F82	93504 F83A		18604 F118
5-6 m^3/h				63505 F130	73505 F92			17606 F98	
	51106 F56F	53506 F67B-A	61106 F64F						
8-12 m^3/h		53508 F134		63508 F133				17610 F88/F135	
	51110 F56D	53510 F75	61210 F64D	63510 F74					
15-25 m^3/h				63515 F99					
	51218 F77BS	53518 F77B	61218 F77AS	63518 F77A			91218 F77CS		
		53520 F95B/F111B		63520 F95A/F111A					
30-50 m^3/h	51230 F112BS	53530 F112B							
		53540 F96B	61240 F112AS	63540 F112A			91540 F112CS		
				63550 F96A					

Todas las válvulas de ablandamiento de regeneración automática se dividen en tipo de tiempo y tipo de caudal, en la tabla sólo se enumera tipo de tiempo o tipo de caudal, el tercer dígito del tipo de tiempo es 5, el tercer dígito del tipo de caudal es 6.

Si hay dos modelos bajo el mismo caudal, significa que el modo de instalación es diferente o se adopta dos principios para realizar las válvulas de control de mismo caudal.

Tabla de configuración de parámetros del producto

Categoría	Modelo	Modelo anterior	Abertura de entrada / salida de agua	Abertura de drenaje de agua	Abertura de succión de salmuera	Base	Tubo central	Volumen máxima de producción de agua m^3/h	Dimensiones del tanque equipado (pulg.)	Observación
Filtrado manual	51101A	F52	1/2″F	1/2″F		M82×3	Φ16,5	1	6″~10″	
	51101B/C	F56B/F56C	1/2″ ó 3/4″F	1/2″ ó 3/4″F		Tr95×6 ó Tr118×6, etc.	1,05″OD	1	Con carcasa filtrante de 10″/20″	
	51102	F56E	1/2″ ó 3/4″F	1/2″ ó 3/4″F		2,5″-8NPSM	1,05″OD	2	6″~10″	
	51104	F56A	1″F	1″F		2,5″-8NPSM	1,05″OD	4	6″~12″	
	51106	F56F	1″F	1″F		2,5″-8NPSM	1″D-GB	6	6″~14″	
	51110	F56D	2″F	2″F		4″-8UN	1,5″D-GB	10	10″~24″	
	51218	F77BS	2″M	2″M		4″-8UN	1,5″D-GB	18	14″~30″	
	51230	F112BS	DN65	DN65		DN80 (Distribuidor de agua superior e inferior)	/	30	24″~42″	Instalación lateral
Filtrado automático	53502	F71B	3/4″M	3/4″M		2,5″-8NPSM	1,05″OD	2	6″~10″	
	53504	F67B	1″F	1″F		2,5″-8NPSM	1,05″OD	4	6″~12″	
	53506S	F67B-A	1″F	1″F		2,5″-8NPSM	1″D-GB	6	6″~14″	
	53510	F75A	2″M	2″M		4″-8UN	1,5″D-GB	10	10″~24″	
	53518	F77B	2″M	2″M		4″-8UN	1,5″D-GB	18	14″~30″	
	53520	F95B	2″M	2″M		2″M (Distribuidor de agua superior e inferior)	/	20	18″~36″	Instalación lateral
	53520	F111B	2″M	2″M		4″-8UN	1,5″D-GB	20	18″~36″	
	53530	F112B	DN65	DN65		DN80 (Distribuidor de agua superior e inferior)	/	30	24″~42″	Instalación lateral
	53540	F96B	DN80	DN80		DN100 (Distribuidor de agua superior e inferior)	/	40	24″~48″	Instalación lateral
Ablandamiento manual Regeneración de flujo positivo	61202	F64B	3/4″F	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	2	6″~12″	
	61104	F64A	1″F	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	4	6″~18″	
	61206	F64F	1,5″M	3/4″M	1/2″M	4″-8UN	1,25″D-GB	6	10″~24″	
	61210	F64D	2″M	1″M	1/2″M	4″-8UN	1,5″D-GB	10	10″~30″	
	61218	F77AS	2″M	1,5″M	3/4″M	4″-8UN	1,5″D-GB	18	24″~40″	
	61240	F112AS	DN65	DN65	3/4″M	DN80 (Distribuidor de agua superior e inferior)	/	40	36″~60″	Instalación lateral
Ablandamiento automático Regeneración de flujo positivo	63502	F65	3/4″M	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	2	6″~12″	
	63504	F63	1″M	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	4	6″~18″	
	63505	F130	1″M	3/4″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1″D-ANSI	5	6″~22″	
	63508	F133	1,5″M	3/4″M	1/2″M	4″-8UN	1,25″D-GB	8	10″~30″	
	63510	F74	2″M	1″M	1/2″M	4″-8UN	1,5″D-GB	10	10″~30″	
	63515	F99	2″M	1,5″M	3/4″M	4″-8UN	1,5″D-GB	15	24″~40″	
	63518	F77A	2″M	1,5″M	3/4″M	4″-8UN	1,5″D-GB	18	24″~40″	
	63520	F95A	2″M	1,5″M	3/4″M	2″M (Distribuidor de agua superior e inferior)	/	20	24″~42″	Instalación lateral
	63520	F111A	2″M	1,5″M	3/4″M	4″-8UN	1,5″D-GB	20	24″~42″	
	63540	F112A	DN65	DN65	3/4″M	DN80 (Distribuidor de agua superior e inferior)	/	40	24″~60″	Instalación lateral
	63650	F96A	DN80	DN80		DN100 (Distribuidor de agua superior e inferior)	/	50	24″~63″	Instalación lateral
Ablandamiento automático Regeneración de contraflujo	73502	F69	3/4″M	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	2	6″~12″	
	73504	F68	1″M	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	4	6″~18″	
	73505	F92	1″M	3/4″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1″D-ANSI	5	6″~22″	

Ablandamiento automático Regeneración de flujo positivo y contraflujo	82602	F79	3/4″M	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	2	6″~12″	
	82602	F105	3/4″M	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	2	6″~12″	
	82603	F97	3/4″M	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	3,5	6″~16″	
	82603	F136	1″M	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	3,5	6″~16″	
	82604	F82	1″M	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	3,5	6″~16″	
Una válvula y doble tanque	17603	F73	1″M	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	3,5	6″~14″	
	17606	F98	1″M	3/4″M	1/2″M	1″M (Distribuidor de agua superior e inferior)	/	3,5	6″~22″	Instalación lateral
	17610	F88	1,5″M	1″M	1/2″M	1,5″M (Distribuidor de agua superior e inferior)	/	10	10″~30″	Instalación lateral
	17610	F135	1,5″M	1″M	1/2″M	4″-8UN	1,5″D-GB	10	10″~30″	
Una válvula y tres tanques	18601	F120	1″M	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	2	6″~12″	
	18604	F118	3/4″M	1/2″M	3/8″M	2,5″-8NPSM	1,05″OD	3,5	6″~16″	

Descripción: F- Rosca interna M- Rosca externa OD- Diámetro externo D-Diámetro nominal de norma nacional en la tabla GB. Los modelos anteriores en la tabla son los modelos compilados anteriormente, que se numeraron según la secuencia, no tienen significado actual.

Compiladapor Zhou Ying, Wu Xiaorong, Liu Ying, Wu Xianshui, Yuan Hailin, Ye Maogan, etc.

El nombre del libro en la portadafueescritopor Yang Runde, el presidente de Wenzhou Runxin Manufacturing Machine Co., Ltd.

润新® RUNXIN

浙 江 省 名 牌 产 品

www.run-xin.com

温州市润新机械制造有限公司
WENZHOU RUNXIN MANUFACTURING MACHINE CO.,LTD

地址：浙江省温州市山福镇润新路169号
No.169, Runxin Road,Shanfu Town, Wenzhou, Zhejiang, China

电话（Tel）：+86-577-88635628 88630038 邮编（P.C）：325021
传真（Fax）：+86-577-88633258 E-mail:sales@run-xin.com

