



SOPORTE OFICIAL



Análisis de la tasa de recuperación del sistema de ósmosis inversa

Introducción de la tasa de recuperación del sistema de ósmosis inversa y efecto del valor de la tasa de recuperación del sistema de ósmosis inversa

La tasa de recuperación del sistema de ósmosis inversa es el porcentaje de agua de alimentación convertida del tratamiento de agua por ósmosis inversa a agua producida. Cuanto mayor sea la tasa de recuperación, mayor será la producción de agua del sistema, lo que indica una mayor tasa de utilización del agua. La tasa de recuperación está relacionada con la calidad del agua de alimentación, el medio ambiente, la cantidad de elementos de membrana y su disposición.

Cálculo de la tasa de recuperación del sistema de ósmosis inversa

La tasa de recuperación de un elemento de membrana de ósmosis inversa convencional es en su mayoría de entre el 12% y el 18%, para la tasa de recuperación del sistema de ósmosis inversa de la primera etapa: $R_1 = \text{producción de agua de la primera etapa} \div \text{entrada de agua de la primera etapa} \times 100\%$, la tasa de recuperación del sistema de ósmosis inversa de la segunda etapa: $R_2 = \text{producción de agua de la segunda etapa} \div \text{entrada de agua de la segunda etapa} \times 100\%$, y la tasa de recuperación de todo el sistema de ósmosis inversa no es la suma de las dos tasas de recuperación, porque el agua concentrada del sistema de ósmosis inversa de la segunda etapa no se descargará, sino que fluirá de regreso a la entrada de la primera etapa. Por lo tanto, la fórmula de cálculo de la tasa de recuperación de todo el sistema de ósmosis inversa es:

$$R = \frac{Q_p}{Q_f} \times 100\%$$

- R — Tasa de recuperación del sistema de ósmosis inversa
- Q_p — Volumen de salida de agua del sistema de ósmosis inversa
- Q_f — Volumen de agua de alimentación del sistema de ósmosis inversa

Por ejemplo, si el volumen de agua de alimentación (Q_f) es 100 gpm y el volumen de salida de agua (Q_p) es 65 gpm, entonces la tasa de recuperación del sistema de ósmosis inversa (R) es $65 \div 100 \times 100\% = 65\%$.

Principales factores que influyen en la tasa de recuperación del sistema de ósmosis inversa

- **Propiedades químicas de la calidad del agua.**

Por ejemplo, cuanto mayor sea la concentración de iones de calcio y de magnesio en el agua, más fácil será que se formen incrustaciones en la superficie de la membrana, lo que provocaría el bloqueo del elemento de la

membrana y reduciría la tasa de recuperación.

- **Selección y disposición de elementos de membrana**

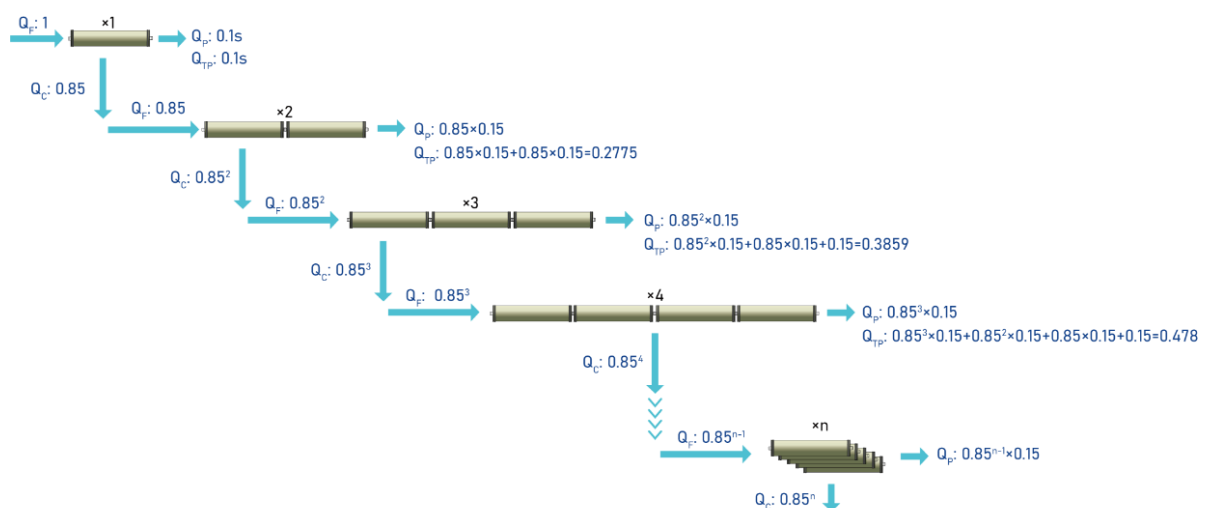
La superficie, el material, el espesor, etc. de los elementos de membrana varían ligeramente de una marca a otra y de una industria a otra. El tamaño de la superficie de la membrana determina la cantidad de agua producida por el sistema de membrana, lo que genera diferencias en la tasa de recuperación de los diferentes tipos de membranas individuales, pero básicamente no supera el 18%.

La tasa de recuperación del sistema de membranas de ósmosis inversa también se ve afectada por la cantidad de elementos de membrana en serie, la disposición y otros factores. Los elementos de membrana en serie son agua concentrada de la membrana anterior que fluye hacia la entrada de la siguiente membrana, y el agua concentrada pasa nuevamente a través de la membrana de ósmosis inversa, lo que puede mejorar la tasa de recuperación del sistema. Sin embargo, si todas las membranas están conectadas en serie para mejorar la tasa de recuperación, la presión de la membrana de la primera etapa será muy grande, por lo que varias membranas deben estar conectadas correctamente en paralelo para aliviar la presión del flujo de agua en la primera etapa.

Por lo tanto, la disposición de las membranas de RO tiene una gran influencia en la tasa de recuperación del sistema en el diseño real.

Damos un ejemplo del efecto del número de elementos de membrana en serie sobre la tasa de recuperación:

Se supone que la tasa de recuperación de una sola membrana es del 15% y el volumen de agua de alimentación es de 1 gpm.



- Q_f — Volumen de agua de alimentación (gpm)
- Q_p — Volumen de salida de agua (gpm)
- Q_c — Volumen de agua concentrada (gpm)
- Q_{TP} — Volumen total de salida de agua/Volumen de salida de agua del sistema (gpm)

Tasa de recuperación de una sola membrana: $(1 \times 15\%) / 1 \times 100\% = 15\%$

Tasa de recuperación de dos membranas en serie: $(0,85 \times 15\% + 1 \times 15\%) / 1 \times 100\% = 27,75\%$

Tasa de recuperación de tres membranas en serie: $(0,85^2 \times 15\% + 1 \times 27,75\%) / 1 \times 100\% = 38,59\%$

Tasa de recuperación de cuatro membranas en serie: $(0,85^3 \times 15\% + 1 \times 38,59\%) / 1 \times 100\% = 47,8\%$

Tasa de recuperación de cinco membranas en serie: $(0,85^4 \times 15\% + 1 \times 47,8\%) / 1 \times 100\% = 55,63\%$

Tasa de recuperación de seis membranas en serie: $(0,85^5 \times 15\% + 1 \times 55,63\%) / 1 \times 100\% = 62,29\%$

Tasa de recuperación de diez membranas en serie: $(0,85^9 \times 15\% + 1 \times 76,84\%) / 1 \times 100\% = 80,31\%$

Tasa de recuperación de doce membranas en serie: $(0,85^{11} \times 15\% + 1 \times 83,27\%) / 1 \times 100\% = 85,78\%$

Con n membranas en serie, la tasa de recuperación del sistema es:

$R = (0,85^{\text{número uno}} \times 15\% + 0,85^{\text{número 2}} \times 15\% + \dots + 0,85 \times 15\% + 15\%) / 1 \times 100\%$

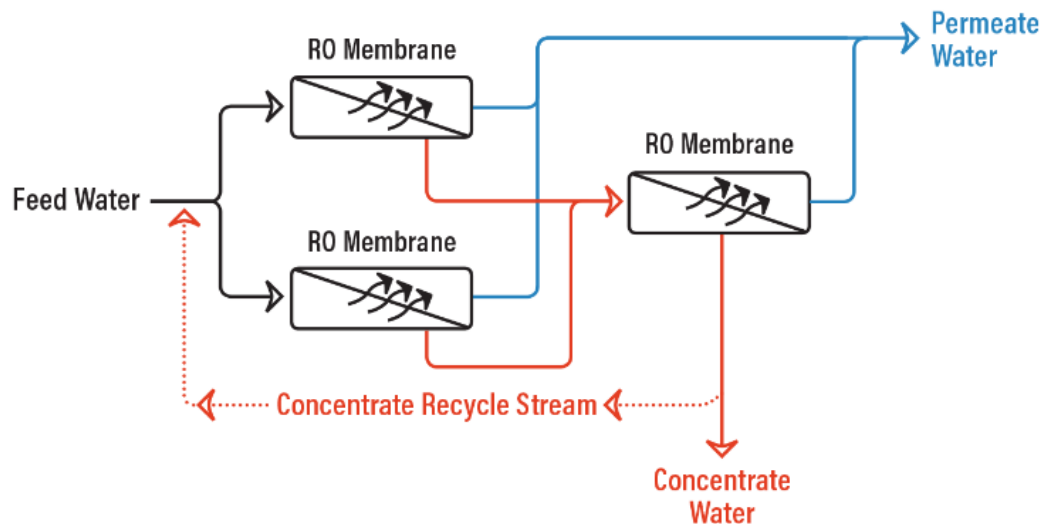
Sin embargo, este método de cálculo es ideal, la operación real será mucho menor, generalmente los equipos de tratamiento de agua grandes deben cumplir con una tasa de recuperación de al menos 60% - 80%, por lo que al menos 6 elementos de membrana deben conectarse en serie.

- **Entorno de trabajo**

Como tecnología de separación altamente eficiente, los cambios en el entorno operativo también pueden tener un impacto significativo en el rendimiento de las membranas de ósmosis inversa. En general, las temperaturas más altas aumentan la producción de agua; las presiones operativas más altas del sistema aumentan las tasas de recuperación. Sin embargo, independientemente de las altas temperaturas o presiones operativas altas, provocarán daños en las membranas de ósmosis inversa.

- **Reciclaje de agua concentrada**

El reciclaje de agua concentrada es una parte del agua concentrada generada por el sistema de ósmosis inversa que regresa a la bomba de alta presión, se mezcla con el agua entrante y luego nuevamente a la membrana de ósmosis inversa, por lo que la existencia de reciclaje de agua concentrada afectará en gran medida la tasa de recuperación del sistema.



¿Cómo mejorar la tasa de recuperación?

Los equipos de ósmosis inversa pequeños generalmente tienen una tasa de recuperación baja debido a la pequeña cantidad de elementos de membrana. Para mejorar la tasa de recuperación, a menudo se utiliza el reciclaje parcial del agua concentrada y parte del agua concentrada se devuelve a la entrada nuevamente para su desalinización y recuperación. Los equipos de ósmosis inversa grandes para uso industrial pueden adoptar la disposición adecuada de elementos de membrana y tipos de múltiples etapas para mejorar la tasa de recuperación debido a la gran cantidad de elementos de membrana.

Aunque las tasas de recuperación más altas generalmente están diseñadas para evitar el desperdicio de agua, no siempre son mejores, ya que las tasas de recuperación excesivamente altas pueden conducir a una disminución en la calidad del agua (tasa de desalinización).

La adición de procesos de pretratamiento, como tanques de filtro de carbón activado, tanques de filtro de arena y tanques de ablandamiento de agua antes del sistema de ósmosis inversa, reduce la contaminación de la membrana de ósmosis inversa y también mejora la tasa de recuperación general.