

反渗透基础原理及设计

第一部分 反渗透系统基本介绍

一、反渗透基本原理

1.1 渗透与反渗透

1.1.1 渗透现象

1.1.2 反渗透

1.1.3 渗透压

1.2 反渗透膜的种类及其结构特点

1.2.1 反渗透膜的性能

1.2.2 反渗透膜的分类

1.3 反渗透膜元件的构型及特点

1.3.1 膜元件的构型

1.3.2 涡卷式膜元件

1.3.3 中空纤维型膜元件

二、反渗透系统的设计

2.1 反渗透系统常用术语

2.2 反渗透给水要求及预处理

2.2.1 反渗透给水要求

2.2.2 给水预处理

2.3 反渗透本体系统

2.3.1 反渗透系统组成

2.3.2 反渗透系统的仪表设置

三、反渗透系统的安装及运行

3.1 反渗透膜元件的安装

3.2 反渗透装置的运行

3.2.1 反渗透装置初次启动前的检查

3.2.2 反渗透装置的运行

3.2.3 反渗透运行数据的记录及处理



3.2.4 反渗透装置运行维护注意事项

3.3 反渗透系统的一般故障原因分析

四. 反渗透膜的化学清洗与停用保护

4.1 反渗透膜的化学清洗

4.1.1 化学清洗的必要性

4.1.2 化学清洗的条件

4.1.3 反渗透膜元件常见的污染物

4.1.4 反渗透系统的清洗步骤

4.2 反渗透系统的停运保护

第二部分 某厂反渗透预脱盐系统操作说明

一. 反渗透系统工艺流程及设备规范

1.1 反渗透预脱盐系统流程

1.2 工艺说明

1.3 仪表设置

1.4 机务设备规范

二. 操作步骤

2.1 #1 双介质过滤器

2.1.1 投运步骤

2.1.2 反洗步骤

2.2 #1 活性炭过滤器

2.2.1 投运步骤

2.2.2 反洗步骤

2.3 #1 反渗透装置

2.3.1 反渗透装置的启动

第一部分 反渗透系统基本介绍

一. 反渗透基本原理

1.1 渗透与反渗透

1.1.1 渗透现象 (Osmosis)

当把两种不同浓度的溶液分别置于半透膜（只允许溶剂能过，而溶质不能透过的膜叫做半透膜）的两侧时，溶剂自动地从低浓度的一侧流向高浓度的一侧，这种自然现象叫做渗透。渗透是自发进行的，无需外界推动力。如果上述过程中溶剂是纯水，溶质是盐份，当用半透膜将它们分隔开时，溶剂水也会自发地从低浓度的一侧流向高浓度的一侧。此过程如图 1（a）所示。

1.1.2 反渗透 (Reverse Osmosis)

当在浓溶液上外加压力（该压力大于渗透压）时，浓溶液中的溶剂就会通过半透膜流向稀溶液的一侧，这种现象叫做反渗透，英文缩写为“RO”。该过程如图 1（b）所示。

1.1.3 渗透压 (Osmosis pressure)

在渗透过程中，溶剂不断地从低浓度的一侧流向高浓度的一侧，高浓度一侧的液位不断上升，当上升到一定程度后，溶剂通过膜的净流量等于零，此时该过程达到平衡，与该液高度对应的压力称为渗透压，此过程如图 1（c）所示。一般来说，渗透压的大小取决于溶液的种类、浓度和温度而与半透膜本身无关。通常可用下列公式计算渗透压：

$$\pi = \Delta C R T$$

π —渗透压，大气压；

ΔC —浓度压，摩尔/升；

R —气体常数，等于 0.08206 升·大气压/（摩尔·K）；

T —绝对温度，° K。

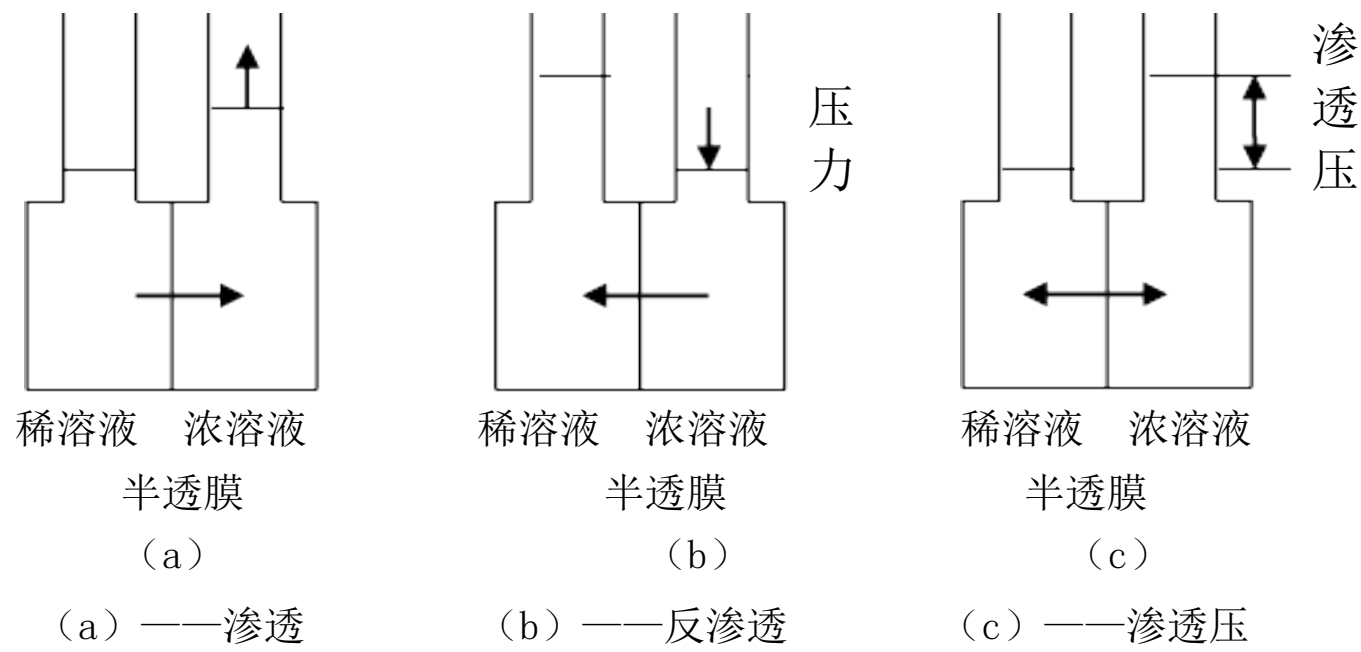


图 1 渗透及反渗透原理示意图

1.1 反渗透膜的种类及其结构特点

1.1.1 反渗透膜的性能

描述膜性能的主要指标有：产水量、透盐率、膜材料种类、膜允许使用的最高压力、温度范围、适用 pH 值范围、对有机溶剂等化学药品的抵抗性以及水中游离氯或氧化性物质的最高允许浓度等。其中产水量和脱盐率是两个最重要的指标，现分述如下：

(1) 产水量：

$$Q_w = K_w \cdot (\Delta P - \Delta \pi) \cdot A / T$$

式中：

Q_w — 产水量

K_w — 与膜性能有关的系数

ΔP — 膜两侧的压差

$\Delta \pi$ — 渗透压

A — 膜的面积

T — 膜的厚度

K_w 与膜的性能和水温有关， K_w 越大，说明膜的透水性越好。

水通量：单位时间内单位膜面积上的产水量，单位为加仑/平方英尺·天 (GFD) 或升/平方米·分钟 ($L/m^2 \cdot h$)。

(2) 脱盐率：

$$\eta = 1 - K_s \cdot \Delta C \cdot A / (Q_s \cdot T)$$

式中：

η — 脱盐率

Q_s — 进水盐浓度

K_s — 与膜性能有关的系数

ΔC — 膜两侧盐浓度差

A — 膜的面积

T — 膜的厚度

K_s 与膜的性质、盐的种类以及水温有关， K_s 越小，说明膜的脱盐性能越好。

相同面积和厚度的膜，其产水量与净驱动压力成正比，透盐率只与膜两侧浓度差成正比，而与压力无关。影响反渗透膜产水量和透盐率的几个主要因素是温度、pH 值和压力。

- 温度的影响：进水温度越高，水通量增加，但同时脱盐率会下降。
- pH 值的影响：膜的脱盐率和水通量都随 pH 值变化而变化。约在接近中性条件下时，膜的脱盐率最高。
- 压力的影响：压力越高，产水量越大。膜盐率与运行压力无直接关系。

反渗透膜的其它性能指标：

序号	性能	要求
(1)	耐压密性	通水性能随时间衰减越小越好
(2)	耐氧化性	耐溶解氧、余氯等的氧化
(3)	耐酸碱性	适合于广泛的 PH 范围
(4)	耐温性	适合于较宽的温度范围
(5)	耐细菌侵蚀性	抗微生物能力强
(6)	耐污染性能	吸附污染物少、脱除容易

1.1.4 反渗透膜的分类

反渗透膜的种类很多，分类方法也很多。但大体上可按膜材料的化学组成和膜材料的物理结构来分类。

按膜材料的化学组成大致可分为：醋酸纤维素膜和芳香族聚酰胺膜（复合膜）。

(1) 醋酸纤维素膜：

醋酸纤维素膜（Cellulose Acetate，简称 CA）是一种羟基聚合物，它一般是用纤维素经脂化生成的三醋酸纤维，再经过二次水解生成一、二、三醋酸纤维的混合物。这种膜的厚度约 100um，具有非对称结构和较高的水透过性。

醋酸纤维素膜的性能与其乙酰基含量有着密切的关系。乙酰基含量愈高，则脱盐性能愈好，但产水量愈小。为了均衡脱盐性能和透水性能，一般选择乙酰基含量为 37.5~40.1%的醋酸纤维。

醋酸纤维是一种脂类，会发生水解，水解的结果将降低乙酰基的含量，使膜的性能

受到损害，同时膜也更容易受到生物的侵袭。醋酸纤维素的水解与温度和 PH 值有关。温度越高，水解速度越快。在酸性和碱性条件下，水解速度都较快。所以通常控制 PH 值范围在 5~6 之间。

(1) 芳香族聚酰胺膜（复合膜）：有一层薄的脱盐表层和细孔众多的衬底，具有不对称结构。这种膜的最大优点是抗压实性较高、透水率较大和盐透过性较小。复合膜的化学稳定性好，醋酸纤维素膜相比，其性能上的差异主要有：

① 复合膜的化学稳定性好，醋酸纤维素膜不可避免地会发生水解。例如醋酸纤维素膜连续运行允许 PH 范围为 5~6，清洗时允许的 PH 范围为 3~7，PH5.7 时水解速度最慢，这就导致预处理加酸量大，清洗时可选用的药品范围窄，不易获得满意的清洗效果，而复合膜连续运行允许的 PH 范围为 3~10，清洗时允许的 PH 范围为 2~11。

② 复合膜的生物稳定性好，不易受微生物侵袭，而醋酸纤维素膜则易受微生物侵袭。

③ 复合膜的传输性能好，即 K_w 大而 K_s 小。

④ 复合膜在运行中不易被压实，因此产水量不随使用时间的增长而有明显的改变，而醋酸纤维膜在运行中会被压紧，因而产水量不断下降。

⑤ 复合膜由于 K_w 大，其工作压力低，反渗透给水泵用电量与醋酸纤维膜相比几乎减少一半。

⑥ 醋酸纤维素膜的寿命一般较短，而复合膜则相对较长。

⑦ 复合膜的缺点是抗氯及其它氧化性物质较差，且价格较贵。

按膜材料的物理结构大致可分为：

① 均态膜：厚度均一，致密层厚，透水量小。

② 非对称膜：厚度不均一，致密层薄，透水量大，强度高。复合膜属于非对称膜。按膜元件的构型可分为：平板膜、管式膜、卷式膜和中空纤维式膜。下节从膜元件的构型方面来谈谈工业用膜元件的构造及特点。

1.2 反渗透膜元件的构型及特点

1.2.1 膜元件的构型

目前反渗透膜元件的构型主要有四种：平板式、管式、涡卷式和中空纤维式，但常用于水处理中的是涡卷式和中空纤维式两种。四种构型的膜元件各有其优缺点，它们之

间各个方面的差异如下：

系统投资费用：管式、平板式 > 中空纤维式、涡卷式

设计灵活性：涡卷式 > 中空纤维式 > 平板式 > 管式

清洗方便性：平板式 > 管式 > 涡卷式 > 中空纤维式

系统占地面积：管式 > 平板式 > 涡卷式 > 中空纤维式

污堵的可能性：中空纤维式 > 涡卷式 > 平板式 > 管式

耗 能：管式 > 平板式 > 中空纤维式 > 涡卷式

下面就两种最常见的膜元件——涡卷式和中空纤维式膜元件的构型作简要介绍。

1.1.5 涡卷式膜元件

涡卷式膜元件是一张平的半透膜按固定尺寸切割对开折叠，中间夹入一层织物支撑材料，然后将平膜折叠好，两边用胶水粘住，形成一个口袋，依次在每个口袋下面铺上一层隔网。口袋的开口端贴在中心多孔管上，沿着中心管卷绕依次迭好的多层口袋与隔网，将卷好的膜刷上环氧玻璃钢，经在防腐剂中浸过，上端装上挡板和浓水密封支撑，即成完整的膜元件，将该膜元件逐个在试验台上按给定条件进行产水量、脱盐率试验。

给水是通过隔网沿膜表面流动，在压力作用下透过膜经织物支撑层螺旋形地流向中心管形成出水。将几个卷式膜元件装入圆筒形的压力容器内，两个膜元件之间用连接件连接，即形成一个反渗透器。目前直径 8 英寸的压力容器可装最多 6 个 40 英寸长的膜元件。由此种膜元件组装成的反渗透器在电厂锅炉补给水处理系统中应用日益广泛。

涡卷型装置填充密度大，膜元件保持了反渗透膜的原始形，因此具有良好的渗透性能（脱盐率高及透水量大）；涡卷型由于它的涡卷结构，比其他型式易于操作。

1.1.6 中空纤维型膜元件

由外径 84~90 微米，内径 42~50 微米的芳香聚酰胺膜组成 U 型（90~100 万根中空纤维管状膜捆扎在一起）管束，也可采用三醋酸纤维膜，以特殊环氧树脂将开口端粘结成管板，放入承压容器内。纤维管与环氧块就象一个小型热交换器的管板和管子一样。高压给水在中空纤维外侧流动；透过液在纤维管内流向管板，通过压力容器端部的管道收集于压力容器中。中空纤维管本身可承受 70 公斤/厘米²的运行压力。

中空纤维型反渗透组件具有最大的填充密度，产水率高（单位体积制水量可为涡卷

型的 1~3 倍)。由于中空纤维具有自支撑能力,容器内不需要支撑材料,这就使装置更为紧凑,这种型式对进水有较高的预处理要求 (SDI≤3);膜的制作相对比较困难,价格较高,在电厂苦咸水处理中应用较少。

二. 反渗透系统的设计

2.1 反渗透系统常用术语

(1) 淡水: 又称渗透水、产品水,是反渗透系统的净化水。

(2) 供水: 又称给水,是进入反渗透膜系统的供给水源。

(3) 浓水: 又称盐水,是反渗透系统的浓缩废液。

(4) 半透膜: 允许溶液中溶剂透过而溶质却不能透过的膜。

(5) 产水量: 膜元件、膜组件系列或系统每小时生产淡水的能力。

(6) 膜元件: 组成反渗透膜组件的单个反渗透膜滤元。

(7) 膜组件: 含有一个或多个反渗透膜元件的压力容器。

(8) 段: 膜组件的浓水流经下一组膜组件处理,流经几组膜组件即称为几段。

(9) 级: 膜组件的产品水再经下一组膜组件处理,产品水经几次膜组件处理即称为几级。

(10) 水通量: 单位时间内透过膜元件(组件)单位膜表面的水量。

(11) 回收率: 淡水与供水之比,以百分比表示。

$$\text{回收率}(\%) = \frac{\text{淡水(产水量)}}{\text{供水量}} \times 100\%$$

(12) 脱盐率: 反渗透装置或膜元件对盐分(或特定物质)的脱除能力。

$$\text{脱盐率}(\%) = \frac{\text{进水物质含量} - \text{产水物质含量}}{\text{进水物质含量}} \times 100\%$$

(13) 浓差极化: 反渗透装置在运行过程中,淡水透过后,膜界面层浓缩水中含盐量和进水之间往往会产生浓度差,严重时会产生很高的浓度梯度的现象,称为浓差极化。

(14) 污染指数(SDI): 在一定压力和标准间隔时间内,一定体积的水样通过微孔滤膜(0.45um)的阻塞率。污染指数的测试方案见附件一。

2.2 反渗透给水要求及预处理

2.2.1 反渗透给水要求

污染反渗透膜元件的主要物质有：难溶盐、金属氧化物、微粒、胶体、细菌、氧化性物质、有机物、胶体硅等等。为减小反渗透膜元件的污染，延长膜的清洗周期和使用寿命，对反渗透系统的进水水质有一定的要求。一般来说，对于涡卷式复合膜，对反渗透系统进水有以下要求：

项目	建议值	最大值
SDI ₁₅ 值	<4	5
浊度 (FTU)	<0.2	1
含铁量 (mg/L)	<0.05	0.1
游离氯 (mg/L)	0	0.1
水温 (°C)	25	40
水压 (MPa)	1.0~1.6	4.1
pH 值	5~9	3~10

其它指标也要符合膜生产厂家的设计要求。

2.2.2 给水预处理

① 颗粒物质

不允许大于 5um 的颗粒物质进入高压泵及反渗透器，以免损坏设备。一般高压泵前安装 5um 微保安过滤器。在微过滤器前后安装压力表，当压差超过一定数值后，更换滤芯。通常情况下更换周期为 1~3 个月，若使用时间小于 1 个月，则需改善预处理系统。

② SDI 和浊度

对于不同的原水水源，由于选用的膜通量不同，要求的SDI 值也不一样，一般要求SDI 小于 5，尽量越小越好，浊度应小于 0.2NTU（最大允许浊度为 1NTU）。当 SDI 值和浊度较大时，一般在预处理中加多介质过滤器。

③ 细菌

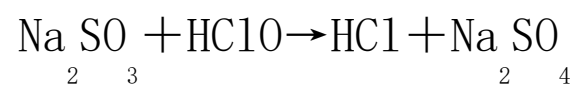
由于细菌会以醋酸纤维为食物，因此醋酸纤维膜易受细菌侵袭，对原水必须彻底杀菌。对于复合膜，虽然其不受细菌侵袭但细菌粘膜会造成膜的污堵。一般可采取加氯杀菌。

产生杀菌作用的，不是氯本身，也不是它所生产的 ClO^- 的作用，而是 HClO 分子（中性分子）。对于氯气的杀菌机理有不同说法，但比较合理的解释是它所生产的 HClO 产性分子，可以扩散到带负电的细菌表面，并穿过细菌的细胞膜进入细菌内部， HClO 分子进入细菌后由于 Cl 原子的氧化作用破坏了细菌的某种酶的系统。而 ClO^- 虽然也包括一个氯原子，但它带负电，不能靠近带负电的细菌，所以不能穿过细菌的细胞膜进入细菌内部，因此很难起杀菌作用。这种说法还可以说明水温低和 PH 值低时杀菌效果比较好的现象。

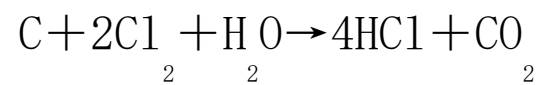
④ 除 氯

醋酸纤维膜要求给水中含有残余氯，以防细菌滋生，而氯含量过高又会破坏膜。最大允许连续余氯的含量为 1 毫克/升。

复合膜抗氯性差，一般不允许有余氯。采取加氯杀菌后，须加亚硫酸钠或经活性炭过滤消除余氯。使用亚硫酸钠除余氯的反应如下：



使用活性炭过滤消除余氯的反应如下：



⑤ 含铁量

当反渗透给水在进行氯化及脱氯过程中，或者是水中溶解氧含量高于 5mg/l 时水中的 Fe^{2+} 会转化为生成 Fe^{3+} 的不溶解的胶体物质，对反渗透膜造成污染。

即使是反渗透给水 SDI 值小于 5，铁的含量小于 0.1mg/l 仍可能发生铁的污染问题，这主要是由于浓差极化原因造成的。降低反渗透给水中铁的含量可以采用曝气—锰砂过滤的方法来完成。

⑥ 有机物

水中的有机物对反渗透膜的影响最为复杂，有些有机物的影响不大，而另一些则可能造成膜的有机物污染，一般来说，当水中 TOC 含量超过 3mg/l 时，即应考虑进行去除。对于地表水应尽量在凝聚澄清过程中去除有机物，还可采用活性炭过滤进一步降低有机物含量。

⑦ SiO_2

浓水不允许析出 SiO_2 ，当 SiO_2 过饱和则可能聚合而形成不溶解硅胶而引起结垢。

纯水 25°C 时，无定形硅的溶解度约为 100mg/l （以 SiO_2 计）。溶解度随温度呈直线

变化，在 0℃为 0mg/l，到 40℃时增加到 160mg/l。在中性条件下，溶解的只是硅酸；在碱性溶液中，无定形硅的溶解度较中性溶液大，主要原因是由于硅酸电离。但有铝出现时，溶解度可能降低很多，原因可能是由于硅酸铝的溶解度极小的缘故。

防止形成硅垢的方法如下：

- (A) 控制系统回收率。
- (B) 采取石灰软化，一般可降低给水中 50%的 SiO_2 或者在澄清器中多加氯化铁和铝酸钠。
- (C) 温度控制。因为无定形 SiO_2 的溶解度取决于温度，提高水的温度可以防止 SiO_2 结垢，也可以将提高温度与降低回收率结合使用。

⑧ 防垢

必须防止 CaCO_3 、 CaSO_4 、 SrSO_4 、 BaSO_4 和 CaF_2 垢。

膜结垢是由于给水中的微溶盐在给水处理过程中超过了溶度积而沉淀到膜上的。在苦咸水中， CaCO_3 和 CaSO_4 通常都需要处理，其他盐类 SrSO_4 、 BaSO_4 和 CaF_2 也需要根据计算来确定在浓水中是否会超过溶解度极限。如果微溶盐超过了溶解极限，需要采取以下一种或几种方法：

- (A) 降低系统回收率，避免超过溶度积。
- (B) 采用离子交换软化除去钙离子等。
- (C) 加酸去除碳酸或重碳酸根离子。
- (D) 加阻垢剂。

下表为常见的预处理方法：

预处理	CaCO_3	CaSO_4	BaSO_4	SrSO_4	CaF_2	SiO_2	SDI	Fe	Al	细菌	氧化剂	有机物
加酸法	★							☆				
水垢抑制剂	☆	★	★	★	★	☆						
以 IX 软化	★	★	★	★	★							
以 IX 脱盐	☆	☆	☆	☆	☆							
石灰软化法	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆				☆
预防性清洗	☆					☆	☆		☆	☆		☆
操作参数调整		☆	☆	☆	☆	★						
滤媒过滤						☆	☆	☆	☆			
氧化过滤							☆	★				
线上过滤							☆	☆	☆			☆
微/超过滤						★	★	☆	☆	☆		★
弹筒型过滤						☆	☆	☆	☆	☆		

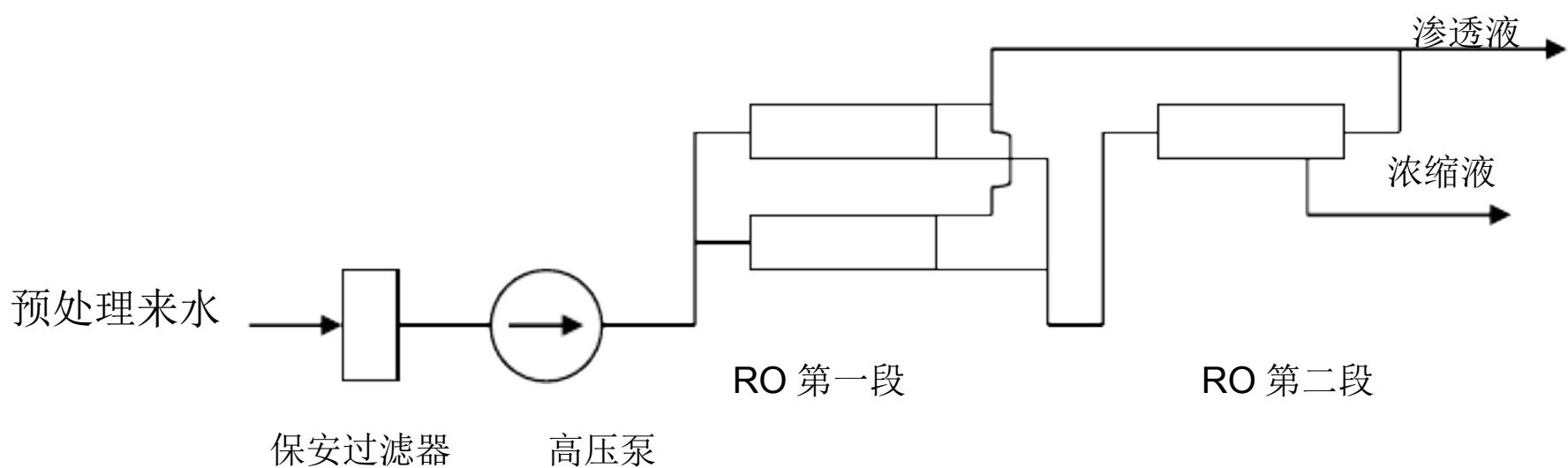
氯化										★		
脱氯											★	
预防性杀菌										☆		
GAC 过滤										☆	★	★

☆可能 ★非常有效

2.3 反渗透本体系统

2.3.1 反渗透系统组成

典型的反渗透系统包括以下几个单元：保安过滤器、高压泵、RO 本体装置（反渗透器）、清洗和冲洗系统。



图（2） 涡卷式反渗透膜系统

对于容量较大的反渗透系统，一般均选用涡卷式反渗透膜系统，图（2）为典型的涡卷型反渗透膜系统工艺流程，采用一级两段排列。预处理系统来水先进入保安过滤器，再经过高压泵升压后进入反渗透装置。反渗透装置为一级两段排列，高压水首先进入第一段反渗透膜组件，第一段膜组件出来的浓缩液进入第二段膜组件进行再处理，两段膜组件的渗透液汇集在一起进入下一级系统。

大型反渗透装置，压力容器组件应单独布置在滑架上，压力容器布置的最高高度应便于装卸膜元件。反渗透装置的管路、阀门、仪表的布置应便于操作和调节。

2.3.2 反渗透系统的仪表设置

为了使反渗透系统能够安全可靠地运行，便于运行过程中的监督，应装设必要的仪表和控制设备。一般需要装设的表计有温度表、压力表、流量计、PH 表、导电度表、余氯表、氧化还原电位表等，装设的地点及其作用分述如下：

① 温度计

给水温度计，测量反渗透系统进水温度。因产水量与温度有关，所以需要监测以便求出“标准化”后的产水量。另外，温度超过40℃会损坏膜元件，所以对原水加热的系统应设超限报警，超温水自动排放和停运 RO 系统。

清洗水温度计，用于控制清洗溶液的温度。

② 压力表

保安过滤器进出口需装压力表，当压降值达到 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 时就需立即更换滤芯。高压泵进口装有低压报警开关，出口装有压力表及高压报警开关。反渗透装置一段进水、二段进水、浓水及产品水压力表，用于计算每一段的压降（也可装设差压表）。

③ 流量计

产品水和浓水流量计。运行中监督产品水和浓水流量，用于控制反渗透系统出力并用于调整反渗透系统的回收率。给水流量计，主要用于反渗透系统加药量的自动调节，除指示累计外还要给出信号用于比例调节给水加药量的大小。

④ 导电度表

设有给水、产水导电度表，可设高限报警，可根据给水及产品水电导率计算出反渗透系统的脱盐率。

⑤ pH 表

当给水需加酸防 CaCO_3 垢时，加酸后的给水需装设 pH 表。当使用醋酸纤维素膜时，不仅为防垢，而且更重要的是维持最佳 pH 值。pH 表的功能除指示、记录、超限报警外，还可自动控制不合格给水排放，并停运 RO 系统，同时与流量计配合对加酸量进行比例调节。

⑥ 余氯表

使用醋酸纤维元件，反渗透系统给水必须含有 $0.1\sim 0.5\text{mg}/\text{l}$ 残余氯。最大允许含氯量为 $1.0\text{mg}/\text{l}$ ；对系统进行加氯杀菌时，需控制好加氯量，。此时给水必须装设余氯表，有指示、记录、超限报警等功能。

⑦ 液位开关

药液箱设低液位开关——低液位报警及停加药计量泵。

三、渗透系统的安装及运行

3.1 反渗透膜元件的安装

- (1) 先用水冲洗系统管道及压力容器内壁，然后用棉纱将压力容器内壁擦拭干净，最后再用水冲洗，以除去所有焊渣、尘土和颗粒，保证系统管道及压力容器干净无脏物；
- (2) 把第一根膜元件（有浓水密封端朝外）推入压力容器的进水端，端部留 $1/3$ 膜元件长度在容器外，以便连接下一根膜元件（膜元件由上游向下游方向安装）。
- (3) 用少量润滑剂（如甘油）润滑膜元件的浓水密封环和连接件的 O 型圈；
- (4) 将连接件连上前一根膜元件。

- (5) 把欲装入的膜元件与前一根对齐，并把它组装到已与前一根膜元件连接好的连接件上，再把已连接好的膜元件推入压力容器，直到留 1/3 膜元件长度在容器外为止。
- (6) 重复 (3) ~ (5) 步骤，直至装入此根压力容器上最后一根膜元件。
- (7) 在水流方向的下游侧装上推力环，并将下游端板安装在压力容器上；
- (8) 用力推入最后一根膜元件，使第一根膜元件与下游端板紧密连接；
- (9) 将上游端板安装在压力容器上；
- (10) 重复 (2) ~ (9) 步骤，直至最后一根压力容器安装完毕。
- (11) 用水冲洗已装入压力容器内的膜元件。

3.2 反渗透装置的运行

3.2.1 反渗透装置初次启动前的检查

在反渗透装置初次启动之前，原水的预处理系统必须已经过调试和试运行，出水质量能够满足反渗透装置进水要求，经二级过滤后水的浊度应 $<0.2\text{NTU}$ 和 $\text{SDI}<4.0$ 。

对给水加药系统核查：

- (A) 所有管道和装置必须都是由防腐材料制作的且已冲洗干净。
- (B) 所加入的化学药品之间要相兼容，且对反渗透膜元件没有负作用。
- (C) 保证药品能与给水充分混合。

对反渗透系统的检查：

- (A) 检查保安过滤器确实能起到保护高压泵和反渗透膜元件的作用。
- (B) 检查压力表、流量计、导电度表等安装正确且已校准。
- (C) 检查能够取出各段给水、各段产品水及总浓水、总产品水有代表性的水样。
- (D) 核对联锁、报警是否经过正确的整定。
- (E) 核对产品水管线确实已打开。保证浓水流量控制阀处于开启位置，可能需要人工整定开度。
- (F) 运行中监督化验所用的各种药剂、试剂、分析仪器已配备齐全。

3.2.2 反渗透装置的运行

- (A) 低压冲洗将系统内的空气排出。
- (B) 启动高压泵，随后开启高压泵出口电动慢开门，运行反渗透系统。

- (A) 调节进水及浓水调节阀，使流量及回收率满足设计要求。
- (B) 在反渗透系统停运后，用淡水低压冲洗5~20分钟，将浓水从压力容器中赶出。

3.2.3 反渗透运行数据的记录及处理

3.2.3.1 运行数据的记录

运行数据可以说明反渗透系统的性能。在整个运行期间都要进行日常收集，这些数据与定期的水分析一起为评价反渗透装置的性能提供资料。需要记录的主要数据如下：

- 流量（各段产品水和浓水流量）
- 压力（保安过滤器前后压力、高压泵出口、各段给水、浓水压力）
- 温度（给水）
- PH 值（给水）
- 导电度/TDS（总给水，总产品水）
- SDI（给水）
- 运行小时数
- 偶然事件（SDI、pH 和压力失常、不正常停运等）
- 所有仪表的校准（必须按照制造商的建议方法周期进行校准）

流量、压力、温度、pH、导电度，建议每班记录一次；SDI 对地表水每班测量一次，对地下水可每周测量一次。

另外，对于加药计量泵，应经常进行校准。

3.2.3.2 数据处理

反渗透系统的性能是受给水组份、给水压力、温度和回收率的影响。例如当给水温度下降 4℃将会使产品水流量下降 10%，但是这却是一种正常现象。为了把这种正常现象同反渗透系统性能的真正改变区分开来，就需要对产水流量和盐透过率进行标准化处理。也就是说在考虑运行参数的情况下，把产品水流量和盐透过率与一个给定的参考性能相比较，这个参考性能可能是设计指标或者是测量得到的系统刚投运时的性能指标。

以设计的（或保证的）系统性能作参比来进行标准化时，可以用该标准化来证实设备达到了指定（或保证的）性能。

以系统投运时的性能作参比来进行标准化时，可以用该标准化来显示从投运之日到进行标准化时设备性能的变化，即时识别系统存在的问题（如结垢或积污）。

每个膜元件生产厂家都提供有标准化软件，用以对那些使用自己生产的膜元件的反渗透系统进行标准化，用户只需按照要求输入运行数据即可得到标准化后的结果。

3.2.4 反渗透装置运行维护注意事项

3.2.4.1 注意调整各加药泵剂量

- 计量泵的出力应进行校验。计量泵的实际出力与泵的工作频率、冲程长度以及注入点背压有关。
- 配完药后应实测药浓度并将结果记录在案。
- 在给水处理水质变化时，要即时调整加药剂量。
- 为了反渗透装置安全运行考虑，建议在反渗透系统初投阶段（一到两周）阻垢剂量加倍，运行数据显示正常则可减至正常剂量。

3.2.4.2 建立符合要求的水质分析制度

欲知原水的变化情况及系统运行情况，完全依赖于一个合理的水质分析制度。准确齐全的数据是最重要的基础。反渗透膜供应商的文件中有关水质分析要求，应参照执行。附录二列出了反渗透标准化数据运行记录表。

3.2.4.3 过滤器运行注意事项

过滤器是反渗透预处理系统的主要设备，运行好坏是反渗透膜能否长久运行的关键。

- 加药剂量要根据原水情况及时调整。
- 每次反洗时应尽可能地将滤层中污物洗出，最大限度地恢复截污能力。
- 各过滤器应按设计值控制流速，不应超流速运行。
- 随着过滤器运行时间的延长，不可避免地在滤层中发生污物累积，使过滤器的截污能力降低，出水 SDI 上升，此时应考虑对过滤器滤料进行酸洗或更换滤料。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/606131050135010134>