



服务 源于专业

郑州开元恒业水处理有限公司

[反渗透膜重度污染控制及性能恢复技术]

郑州开元恒业水处理



内容概要

- ◆ 反渗透膜重度污染控制技术
 - 反渗透技术发展应用的现状
 - 反渗透重度污染的原因分析
 - 反渗透重度污染控制的技术分析
 - 反渗透重度污染控制的措施
- ◆ 反渗透膜的性能恢复
 - 膜重度污染的类别判断
 - 不同污染物及其清洗方法
 - 污染消除后的性能指标判定
 - 实例分析



反渗透膜重度污染控制技术

◆ 反渗透技术发展应用现状

反渗透系统因其先进的技术及经济特性，已形成国内各行业庞大的用户群，据不完全统计，目前国内反渗透水处理用户已超过2000家。

由于种种原因，现有反渗透水处理用户在使用过程中存在诸多问题，其中反渗透膜污染、结垢类的问题最多，不同程度困扰着用户的运行，使得经济效益和社会效益不能最佳发挥。



反渗透膜重度污染控制技术

◆ 反渗透膜重度污染的原因分析

1. 重度污染的概念

a. 物理污染：

指RO进水中所含的悬浮物、胶体、有机物、微生物及其它颗粒对RO膜产生的表面附着、沉积污染。重度污染指污染后的单段压差大于系统投运初期单段压差值的1.5倍以上的情况。

b. 化学污染：

水中的化学离子成分在膜表面因浓差极化等因素导致的离子积大于溶度积后的化学垢类生成现象。

RO系统正常运行过程中，结垢段压差值超过系统投运初期单段压差值的1.5倍以上的情况。

重度污染是重度物理污染和重度化学污染的叠加，某些情况下，二者同时伴生。



反渗透膜重度污染控制技术

2. 重度污染的原因

反渗透系统出现重度污染的因素很多，归纳起来有以下几类：

- 水处理工艺系统设计及制造缺陷
- 反渗透添加剂及其它耗材选用不当
- 运行条件突变问题
- 系统操作运行管理问题



反渗透膜重度污染控制技术

◆ (1).水处理工艺系统设计缺陷---

常造成投产后的系统无法正常运行，常见的设计缺陷见下表：

导致 错误设计	SDI值	反渗透一 段膜	反渗透二 段膜	后除盐
井水，滤速>8.5m/h 地表水，滤>8m/h	不合格	污染		
进水含胶体、悬浮物， 设计无降除措施	不合格	压差升高快		
原水COD>3，无降除 措施	可能不合格	有机物污染	有机物污染	
RO膜设计通量超标		污染快	结垢及压差升高 快,产水量衰减及 脱盐率下降快	周期短 产水品质 差
RO产水游离二氧化碳 >5PPM无除碳器				周期短



反渗透膜重度污染控制技术

◆ 水处理工艺系统设计缺陷示例

某电厂 2×30 吨/小时反渗透水处理系统

一、原水部分参数

1. 原水悬浮物:58毫克/升
2. COD:7.6毫克/升

二、预处理设备如下:

1. Ø2200多介质过滤器 3台 2运1备
2. 加次氯酸钠系统
3. 加还原剂系统

三、运行状态

1. 初投参数:



反渗透膜重度污染控制技术

◆ 水处理工艺系统设计缺陷示例（续）

$$\Delta P_1 = 1.8 \text{ Kg/cm}^2 \quad \Delta P_2 = 1.4 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Q = 60 \text{ M}^3/\text{H} \quad \text{脱盐率} = 98.2\%$$

2. 第二十天:

$$\Delta P_1 = 2.3 \text{ Kg/cm}^2 \quad \Delta P_2 = 1.45 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Q = 47 \text{ M}^3/\text{H} \quad \text{脱盐率} = 98.1\%$$

3. 第三十五天:

$$\Delta P_1 = 3.2 \text{ Kg/cm}^2 \quad \Delta P_2 = 1.55 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Q = 32 \text{ M}^3/\text{H} \quad \text{脱盐率} = 97.8\%$$



反渗透膜重度污染控制技术

◆ (2) 反渗透添加剂及其它耗材选用不当

➤ 反渗透阻垢剂类型或加药量选用不当

- 阻垢剂类型与源水水质不相匹配
- 阻垢剂类型与预处理添加剂不相匹配
- 阻垢剂的加药量与源水水质不相匹配
- 阻垢剂的类型与膜的类型不匹配

➤ 反渗透前保安过滤器的选择使用不当

- 保安过滤器内部滤芯精度选择不当
- 保安过滤器内部滤芯质量选择不当

➤ 预处理混凝剂及杀菌剂等选择不合理



反渗透膜重度污染控制技术

◆ (3) . 水处理运行条件突变导致的系统异常

举例一:XX热电厂

R0处理水量:580吨/小时 水源:黄河水 悬浮物:小于30mg/l
92年枯水期, 水源情况突变, 悬浮物短期内大于150mg/l
三天后: 预处理系统全部污染
R0系统严重污堵

举例二: XX电厂

R0处理水量: 100吨/小时, 水源: 地下水
运行1.3年内: 产水量: 100吨/小时, 脱盐率: 98.2%
系统投运第476天时, 脱盐率突然衰减至96.3%
至478天时, 脱盐率降至94%, 产水量大于110吨/小时
查找到的原因:地下水更换为自来水
自来水余氯实测:1.3ppm



反渗透膜重度污染控制技术

◆ (4) . 系统运行操作管理问题

- ☞ 不按操作规程操作
- ☞ 设备状态参数调整不及时
- ☞ 运行参数的调整不当
- ☞ 添加药剂的计量未作优化
- ☞ 系统达到清洗条件时不及时清洗系统
- ☞ 系统表计不按时调校
- ☞ 缺乏运行管理总结



反渗透膜重度污染控制技术

◆ 反渗透重度污染控制技术及控制措施

反渗透系统重度污染控制，需从以下方面入手：

- 1.通过改造彻底解决设计或设备制造过程中的先天不足因素,提高设备健康水平。
- 2.选择合适的水处理添加剂及保安过滤器等耗材，以使以上耗材的运用与系统实际情况相匹配，维持设备的正常运行。
- 3.将已经发生严重污染的膜实施离线清洗,使反渗透膜的性能得以最大程度的恢复。
- 4.调整系统运行方式使之与设备相匹配,并使各设备的运行参数最佳化。



反渗透膜重度污染控制技术

◆ 反渗透重度污染控制技术及控制措施

5. 对反渗透系统的表计实施3-6个月的定期校验,使表计示数反映设备的实际运行状态。

6. 对反渗透运行数据实施标准化,在设备的状态发生不良变化的趋势时,即采取必要的措施,控制事态的恶性发展。

7. 针对变化的水源,须经常分析设备的运行状况,必要时须对设备作出相应的调整。

8. 作好运行设备的基础管理工作,不断积累经验,使反渗透系统处于最佳运行态势。



反渗透膜性能恢复技术

一、反渗透膜重度污染的类别

引发反渗透膜重度污染的污染物的种类大致有：

- ▶ 固体颗粒类：包括焊渣、石英砂、无烟煤、胶皮污染物
- ▶ 胶体物、金属氧化物类
- ▶ 无机盐垢，如碳酸钙垢、硫酸钙垢、磷酸盐垢
- ▶ 有机物、微生物、菌藻类
- ▶ 二氧化硅垢



反渗透膜性能恢复技术

◆ 污 染 物 实 例（一）



一段反渗透膜受到泄漏石英砂及无烟煤的污染（伴随有金属氧化物）



反渗透膜性能恢复技术

◆ 污 染 物 实 例（二）



碳酸钙、硫酸钙垢附着在膜表面的情形



反渗透膜性能恢复技术

◆ 污 染 物 实 例 （三）



金属氧化物、胶体污染，膜已发生隔网涌出现象



反渗透膜性能恢复技术

◆ 污 染 物 实 例（四）



聚丙烯酸铁污染过的RO膜



反渗透膜性能恢复技术

◆ 污 染 物 实 例（五）



被有机物污染的反渗透膜切片



反渗透膜性能恢复技术

◆ 污 染 物 实 例（六）



被有机物污染的膜片采样灼烧后的残余量，膜上伴随有无机盐垢



反渗透膜性能恢复技术

◆ 污 染 物 实 例 （ 七 ）



膜隔网上的硫酸钙垢（药液浸泡过）



反渗透膜性能恢复技术

二、膜性能恢复的工艺流程：

- 1.污染膜→解剖→取出污染物
- 2.实验室定性、定量化学分析 →确定各污染物的成分及比例
- 3.选取适合的清洗剂→微调清洗剂配方
- 4.实施离线清洗(严格过程参数控制)
- 5.向膜供应商索取膜出厂测试参数
- 6.清洗后的膜上测试平台检测,数据与5对比,合格膜下线,不合格膜继续清洗,直至合格



反渗透膜性能恢复技术

三、不同污染物的离线清洗方法（以KY系列清洗剂为例）：

1. 胶体物、 CaCO_3 、 CaSO_4 、 BaSO_4 、 SrSO_4 类污染物

➤ 配药：

清洗剂主剂：**KY-410** PH=4 ± 0.5

按清洗箱体积的 2%-3%加药

清洗辅剂:柠檬酸（根据配方微调结果加入）、中性

表面活性剂（20ml）

溶剂：纯净水



反渗透膜性能恢复技术

➤ 清洗方法：

- a. 控制清洗液温度 35 ± 2 °C, 不可超过膜厂商要求的极限
- b. 控制清洗流量为 $8-12 \text{ M}^3/\text{H}$
- c. 系统清洗的前10秒钟的首排液不回收
- d. 每三分钟检测一次清洗液PH值, PH不再变化时停机换药
- e. 系统清洗20-40次时停机测试受洗膜元件的状态

注：对 CaSO_4 含量高的膜元件须采用浸泡24小时后化学清洗, 且需辅以物理除垢方法



反渗透膜性能恢复技术

2.有机物、微生物类污染物

➤ 配药:

清洗剂主剂: **KY-420** PH=10.5 ± 0.5

按清洗箱体积的 1%-3%加药

清洗辅剂:**EDTA**（根据配方微调结果加入）、中性
表面活性剂（20ml）

溶剂: 纯净水



反渗透膜性能恢复技术

➤ 清洗方法：

- a. 控制清洗液温度 35 ± 2 °C, 不可超过膜厂商要求的极限
 - b. 控制清洗流量为 $8-12 \text{ M}^3/\text{H}$
 - c. 系统清洗的前10秒钟的首排液不回收
 - d. 清洗过程中观测产水流量的变化，若流量不再升高时，
停机更换清洗剂
 - e. 系统清洗20-40次时停机测试受洗膜元件的状态
- 注：对有机物尤其是腐殖酸含量高的膜元件须采用非氧化
杀菌剂KY-221辅助清洗，慎用氧化性的杀菌介质。



反渗透膜性能恢复技术

3. 金属氧化物及金属氢氧化物类污染物

➤ 配药:

清洗剂主剂: KY-430 PH=3 ± 0.5

按清洗箱体积的 1%-2%加药

清洗辅剂:柠檬酸（根据配方微调结果加入）、中性
表面活性剂（20ml）

溶剂: 纯净水



反渗透膜性能恢复技术

➤清洗方法:

- a. 控制清洗液温度 35 ± 2 °C, 不可超过膜厂商要求的极限
- b. 控制清洗流量为 $8-12 \text{ M}^3/\text{H}$
- c. 系统清洗的前10秒钟的首排液不回收
- d. 清洗过程中每5分钟化验一次金属离子的含量, 该量不发生变化时, 停机换药
- e. 系统清洗15-20次时停机测试受洗膜元件的状态



反渗透膜性能恢复技术

4. 聚合硅沉积物

➤ 配药:

清洗剂主剂: **KY-440 PH=11.5± 0.5**

按清洗箱体积的 **8%-10%**加药

清洗辅剂:**0.2%氟化氢铵300ml、中性表面活性剂 (20ml)**

溶剂: 纯净水



反渗透膜性能恢复技术

➤ 清洗方法：

- a. 控制清洗液温度 $30 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
- b. 控制清洗流量为 $8\text{-}12\text{ M}^3/\text{H}$
- c. 系统清洗的前10秒钟的首排液不回收
- d. 清洗过程中每5分钟化验一次PH变化，PH变化值大于2个单位时，停机换药
- e. 系统清洗10-15次时停机测试受洗膜元件的状态

注：硅垢的清除较其他污染物困难！清洗过程中严禁尝试氢氟酸类化学试剂！！



反渗透膜性能恢复技术

5. 清洗综述

反渗透系统的清洗工艺过程要求较严格,清洗工作开始前,要咨询资深水处理专家或专业技术公司,力争清洗方案的完备性.

反渗透清洗的条件对膜性能的恢复很重要,清洗过程中,用户须严格按照膜供应商要求的参数进行调节,不可随意采用未经证实的适合膜药剂.

对于多成分污染状况,视情况可采用多配方组合清洗,以提高膜的清洗效果.



反渗透膜性能恢复技术

四、膜清洗后的性能指标评测

离线清洗后反渗透膜的性能指标评判方法有两种：

1. 系统法评测(不包括聚合硅沉积物)

$$Q/\geq 0.98 \times Q$$

$$T/\geq (100-n) \% \times T$$

$$\Delta P1/\nless \Delta P1+(0.2-0.3) \times n$$

$$\Delta P2/\nless \Delta P2+(0.2-0.3) \times n$$



反渗透膜性能恢复技术

四、膜清洗后的性能指标评测(续)

参数定义:

Q ---初投运时系统产水流量

Q' ---清洗后系统产水流量

T ---初投运时系统脱盐率

T' ---清洗后系统脱盐率

ΔP_1 ---初投运时系统一段压差

$\Delta P_1'$ ---清洗后系统一段压差

ΔP_2 ---初投运时系统二段压差

$\Delta P_2'$ ---清洗后系统二段压差

ΔP_m ---初投运系统 m 段压差

$\Delta P_m'$ ---清洗后系统 m 段压差

m ---段数

n ---运行年数



反渗透膜性能恢复技术

2. 单只膜评测(膜出厂测试参数向供应商索取)

$$Q' \geq 0.99 \times Q$$

$$T' \geq (100-n) \% \times T$$

$$\Delta P \geq 15 \text{ PSI}$$

参数定义:

Q---单只膜出厂测试水通量

T---单只膜出厂脱盐率

ΔP ---出厂单只膜压差

n---运行年数

Q'---清洗后单只膜水通量

T'---清洗后单只膜脱盐率

$\Delta P'$ ---清洗后单只膜压差



反渗透膜性能恢复技术

五、实例

例一：河南XX环保发电公司

原水：地下水

设计出力：**2X100吨/小时**

投产日期：**2002年3月**

系统状态：压差大于**7.6Kg/cm²**

单套出力：**60-70吨/小时**

运行时间：**1年**

处理问题时间：**2003年4月**

存在问题：硫酸钙结垢（占结垢量的**87%**）+碳酸钙垢(**7.6%**)+金属氧化物

处理办法：离线清洗、更换不合适的阻垢剂及滤芯、调整运行方式

处理后参数：出力**100吨/小时** 压差：**4.5Kg/cm²** 脱盐率：同清洗前



反渗透膜性能恢复技术

五、实例

例二：珠海XX发电厂

原水：地下水（铁含量实测大于1PPM）

设计出力：70吨/小时

上次换膜日期：2001年6月

系统状态：压差大于6Kg/cm²

实际出力：40-50吨/小时

运行时间：1年2个月

处理问题时间：2004年8月

存在问题：采用不合适的阻垢剂导致金属氧化物污染 + 碳酸钙垢析出+有机物污染

处理办法：离线清洗、更换不合适的阻垢剂及滤芯

处理后参数：出力70吨/小时 压差：3Kg/cm² 脱盐率：同清洗前



反渗透膜性能恢复技术

五、实例

例三：湖北XX化成箔有限公司

原水：地表水

设计出力：**5X100吨/小时**

投产日期：**2001年11月**

系统状态：压差大于**7Kg/cm²**

单套出力：**50-60吨/小时**

运行时间：**1年4个月**

处理问题时间：**2004年3月**

存在问题：**1.严重的有机物污染！2.絮凝剂与所加的阻垢剂不兼容
造成膜表面有生成物污染、部分膜爆破**

处理办法：**离线清洗**

处理后参数：**出力100吨/小时 压差:4.3Kg/cm² 脱盐率：同清洗前**



反渗透膜性能恢复技术

五、实例

例四：江苏淮安XX化工有限公司

原水：地下水（受到污染）

设计出力：**2X40吨/小时**

投产日期：**2001年10月**

系统状态：压差大于**6Kg/cm²**

单套出力：**20-28吨/小时**

运行时间：**1年6个月**

处理问题时间：**2005年8月**

存在问题：**严重的有机物污染+无机盐垢**

处理办法：离线清洗、更换阻垢剂

处理后参数：出力**2X40吨/小时** 压差：**3.5Kg/cm²** 脱盐率：同清洗前



反渗透膜性能恢复技术

五、实例

例五：河南XX化肥厂

原水：地下水

设计出力：**100吨/小时**

投产日期：**2003年1月**

系统状态：压差大于**6.5Kg/cm²**

单套出力：**50-60吨/小时**

运行时间：**5个月**

处理问题时间：**2006年3月**

存在问题：**碳酸钙+硫酸钙垢**

处理办法：离线清洗、更换阻垢剂

处理后参数：出力**100吨/小时** 压差：**3.2Kg/cm²** 脱盐率：同清洗前



反渗透膜性能恢复技术

五、实例

例六：湖北XX茶饮料厂

原水：茶叶水

设计出力：20吨/小时

投产日期：2002年5月

系统状态：压差大于6Kg/cm²

单套出力：10-12吨/小时

运行时间：2个月

处理问题时间：2002年7月

存在问题：膜上富集茶叶碱、RO浓水近乎断流

处理办法：离线清洗

处理后参数：出力19吨/小时 压差：3.6Kg/cm² 脱盐率：同清洗前比降低1.2%



反渗透膜重度污染控制综述

在反渗透的污染控制中，最根本的措施在于以反渗透为核心的水处理系统的设计及制造安装过程、反渗透系统各种耗材的选择、运行管理水平等方面的控制。这些方面的良好把握对反渗透系统的安全健康运行起着至关重要的作用。

当然，当反渗透系统发生严重污染时，首先采取的措施一定是要分析污染的原因、查找解决污染的方法，并通过恰当的途径在最短的时间内对反渗透系统进行清洗，因为随着时间的延长，意味着清洗难度的下降。

同时建议在清洗工作开始前，要咨询资深水处理专家或专业技术公司，力争清洗方案的完备性。



THANK YOU

地址：郑州市健康路159号

电话：0371-63280990

传真：0371-63553183

网站：WWW.ROCLEAN.COM

反渗透清洗专业网