

# 矿区入河排口废水治理项目膜处理实例应用探讨

王雪峰

杭州水处理技术研究开发中心有限公司 浙江 杭州 310012

**摘要：**本文以矿区生态环境治理及入河排口整治项目为例，本项目原水为业主通过絮凝沉淀池和V型滤池处理过的尾水。为了响应国家环境保护的号召，需要将该股废水进行处理，达到回用的目的，减少环境污染。矿区企业作为工业用水大户，在整个节水工作中应起排头兵的作用，不但有着良好的经济效益，同时也减轻了水环境污染，具有十分重要的经济效益和社会效益。

**关键字：**精密过滤器，电渗析

水资源的开发利用，既要满足社会经济发展的需要，又要充分考虑水环境的承受能力，对水资源进行切实有效的保护，使水资源得以可持续利用，满足社会经济的可持续发展；其次对水资源进行合理开发<sup>[1]</sup>，满足城市不断发展的需求；以实现水资源的综合利用。

## 1 系统设计

### 1.1 原水来源

设计进水量为12500m<sup>3</sup>/d，水质指标如下表1：

表1 设计进水水质（主要指标）

序号	项目	单位	数值
1	Cl <sup>-</sup>	mg/L	7000
2	总硬度	mg/L	3500
3	COD	mg/L	300

1.2 系统设计回用水要求，回用水水质如下表2，

表2 设计回用水质（主要指标）

序号	项目	单位	指标
1	pH	/	6~9
2	COD	mg/L	< 30
3	氯离子	mg/L	< 600

1.3工艺流程（见图1）

根据本项目总废水进水水质指标，表明废水中盐分高，Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>离子浓度高，为满足当地含盐废水外排指标Cl<sup>-</sup>小于600mg/L，从投资及运行成本处理角度，拟采用高精密过滤+电渗析处理工艺，如下图所示。



图1 工艺流程图

1.4膜系统水量平衡图，见图2

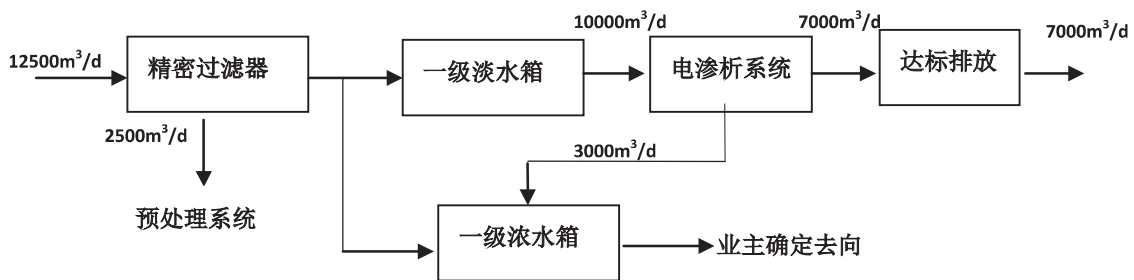


图2 膜系统水量平衡图

## 2 系统主要设备及参数

### 2.1 高精度过滤系统

高精度过滤系统为平板错流式微滤膜，其过滤孔径为0.45微米，材料为聚丙烯复合膜，膜尺寸为550\*1100mm，膜厚度为0.2毫米，可以有效的过滤掉废水中对电渗析系统有影响的悬浮物、污染物，保证电渗析系统的安全和运行稳定。一台膜过滤器装有800张膜，有效过滤面积达400平方米。选用的电渗析膜具有抗污染性

能好、截留率高、电阻小、脱盐速度快等特点。整流器采用高频电源<sup>[2]</sup>开关，几乎没有谐波，电流效率高，功率因素高。

本系统采用6套精密过滤器装置，5用1备。

工作压力：0.05MPa~0.3MPa，

工作温度：5℃~40℃，

操作方式：手动或自动控制，

产品规格：550\*1100mm

组器材质：SS304锁紧钢板、PP平板微滤膜、PP流道网。

## 2.2 均相膜淡化电渗析系统(ED)

电渗析原理<sup>[3]</sup>是：在阴极与阳极之间，放置着若干交替排列的阳膜与阴膜，让水通过两膜及两膜与两极之间所形成的隔室，在两端电极接通直通电源后，水中阴、阳离子分别向阳极、阴极方向迁移，由于阳膜、阴膜的选择透过性，就形成了交替排列的离子浓度减少的淡室和离子浓度增加的浓室。电驱动膜器的构造包括压板、电极托板、电极、极框、阴膜、浓水隔板、淡水隔板等部件。将这些部件按一定顺序组装并压紧，组成一定形式的电驱动膜器。电驱动膜器的辅助设备还包括水泵、整流器等，组成了电驱动膜装置。（见图3）

本项目采用欧洲进口均相电渗析膜组装成600\*1200mm的DED-5000型淡化膜组器，每台组器含550\*1100mm的均相膜600对，有效膜面积达 $2 \times 300$ 平方米。对于进水浓度为12g/L左右时，要求脱盐率大于90%（淡水中氯离子浓度小于600mg/L）、产水率不低于70%时，单台组器的处理量可达300-350吨/日。对于处理量为10000吨/日而言，共需36台组器，以满足分离废水中盐分的脱除，满足排放要求。

工作压力：0.05MPa ~ 0.1MPa

工作温度：15℃ ~ 35℃

操作方式：倒极电渗析自动控制(带手动控制)

直流电源：500V\*180A直流电源，36组

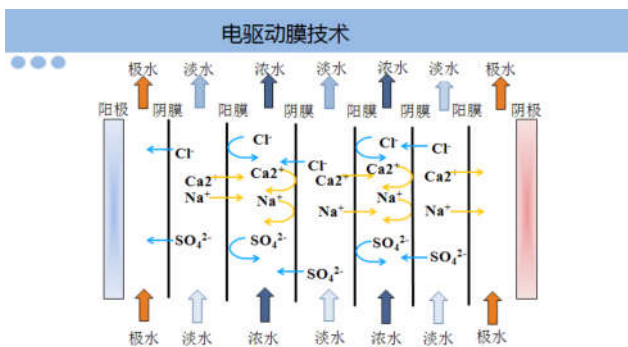


图3 均相膜淡化电渗析膜离子交换示意图

## 3 调试与运行效果

### 3.1 调试方案

检查全部动静设备、电气、仪表、阀门等，使其处于正常运行状态。

#### 3.1.1 高精度过滤器系统调试

##### 1) 启动

打开产水阀，变频启动滤水器给水泵，调节浓水手动隔膜阀及给水泵运行频率至产水流量为70m<sup>3</sup>/h，浓水流量

10m<sup>3</sup>/h，且进水压力低于0.3MPa。

##### 2) 停运

变频停滤水器给水泵，关闭产水阀；

##### 3) 反冲洗

打开反洗进水阀及反洗排放阀，启动精密过滤器反洗水泵，反冲洗10min；

反洗结束后关闭精密过滤器反洗水泵，关闭反洗进水阀及反洗排放阀。

##### 4) 正冲

当进水压力与产水压力差大于1.7bar时，需进行正冲。

运行过程中打开正冲排放阀，15秒后关闭；再打开正冲排放阀，15秒后关闭；再打开正冲排放阀，15秒后关闭；再打开正冲排放阀，15秒后关闭；依次对各模块进行冲洗。

#### 3.1.2 电渗析系统运行：

##### 1) 启动

打开进出水倒相阀、淡水回流阀及浓水回流阀；

变频启动ED淡水水泵、ED浓水泵、ED极水泵，调节淡水、浓水、极水、隔板的进口手动隔膜阀，控制电渗析组装淡浓水室流量均为25-30m<sup>3</sup>/h，极水流量为2m<sup>3</sup>/h，极水恒压控制在0.1MPa，隔板流量为0.5m<sup>3</sup>/h。观察浓淡水上的压力表，调节浓淡水进口手动隔膜阀，使淡水压力、浓水压力不得大于0.1MPa，且淡水压力要稍高于浓水压力；

启动ED浓水酸计量泵，加药量以控制PH在4-6之间为宜；

启动ED极水酸计量泵，加药量以控制PH在3-6之间为宜；

在电渗析器的各水流的压力和流量达到平衡和稳定15秒后，开启膜堆电流电压，逐渐调节旋钮，将电渗析组装中ED电压逐渐调至400V左右，电流调至80A左右（两项指标以一项达到即停止调节）。与此同时，应注意各水流的流量和压力是否有变化，如有变化应及时调节，并使之稳定。此时电渗析处于正常运行状态；

当淡水出水电导率低于1900μs/cm时，打开淡水出水阀，关闭淡水回流阀；当浓水循环至电导率达到40000μs/cm时，打开浓水出水阀，关闭浓水回流阀；

注：运行过程中需定期检测浓水及极水PH，使浓水PH维持在4~6，极水PH维持在3~6；

##### 2) 停运

电压降至零，切断整流器电源；

继续通水2-3min，同时当淡水出水电导率高于1900μs/cm时，打开淡水回流阀，关闭淡水出水阀；当浓

水出水电导不合格时打开浓水回流阀，关闭浓水出水阀；

变频缓慢停ED淡水泵、ED浓水泵、ED极水泵；

关闭系统所有自动阀。

### 3) 倒极

电压降至零；

继续通水2-3min，同时当淡水出水电导不合格时打开淡水回流阀，关闭淡水出水阀；当浓水出水电导不合格时打开浓水回流阀，关闭浓水出水阀；

按下倒相按钮（即倒相阀组开闭状态同时相互转换），逐步升高电压至操作值，当淡水出水电导率低于1900 μs/cm，打开淡水出水阀，关闭淡水回流阀；当浓水循环至电导率达到40000 μs/cm时，打开浓水出水阀，关闭浓水回流阀；

### 4) 自动控制

ED浓水箱自动补水，补水方式有以下两种，最终补水方式根据调试情况确定。

间歇补水：补水气动蝶阀与液位计连锁，当浓水箱液位达到低液位时自动开启气动蝶阀，补至中液位后自动关闭气动蝶阀；

连续补水：以每天运行20h计，通过调节手动隔膜阀以150m³/h的流速连续补水，补水气动蝶阀与液位计连锁，当浓水箱液位达到高液位时自动关闭气动蝶阀，当浓水箱液位达到中液位时自动打开气动蝶阀；

ED淡水泵、浓水泵及极水泵根据电渗析的启停信号自动启停；

根据时间设定，系统自动倒极；

淡水出水电导与淡水出水阀和淡水回流阀连锁，当淡水出水达标（电导率小于1900 μs/cm）后，打开淡水出水阀，关闭淡水回流阀；当淡水出水不达标（电导率高于1900 μs/cm）后，关闭淡水出水阀，打开淡水回流阀；

### 3.2 运行效果

案例企业使用了高精密过滤器+电渗析工艺，自2018年9月开始自动化运行，系统稳定运行。其运行参数见表3。

表3 系统运行主要参数

精密过滤器运行数据记录

系统名称	进水流量 (m³/h)	产水流量 (m³/h)	浓水流量 (m³/h)
A	83	73	10
B	82	72	10
C	81	71	10
D	81	71	10
E	82	72	10
F	80	70	10

电渗析运行数据记录 (A系统为例)

正向运行	流量 m³/h	压力 kPa	电导率 ms/cm	pH	温度 ℃	
极水参数:	1.7	40-60	31.5	4		
淡水参数:	110	97.2-98	2.0-2.38	7		
浓水参数:	106	96-97	38	4	26	
膜堆标号:	AA1	AA2	AA3	AB1	AB2	AB3
整流柜电压:	400V	400V	480V	400V	400V	480V
整流柜电流:	66A	66.1A	53.2A	64.4A	66.2A	59.2A

整套系统运行稳定，运行参数流量、压力都在设计范围内，回用水水质合格，氯离子指标均小于600mg/L，满足设计要求，能够处理完业主废水，满足该厂生产用水需求。

### 4 经济效益分析

该工程处理了矿区入河排口废水12500m³/d，解决了该公司的废水排放问题，节省了企业排污废水的开支，电渗析产水回用，实现了废水资源化的利用，使水资源得以可持续利用，满足社会经济的可持续发展；其次对水资源进行合理开发，满足城市不断发展的需求；以实现水资源的综合利用。

### 5 结论

综上所述，本项目的实施将进一步节约水资源，减少厂区污染物的排放，保护水体免受污染具有重要意义。对于促进厂区和区域的发展，提高周边地区和水域的环境质量均将起到积极的作用，并有利于保护人民群众的身体和社会安定，因此矿井水回用工程的建设已是当务之急和势在必行

### 参考文献:

- [1] 朱学愚，钱孝星. 中国东部若干城市地下水资源的合理开发与保护. 水利学报, 1997 (11期): 002
- [2] 万山明，宋琦. 三相高频PWM整流器的预测电流控制. 电源技术应用, 2005 (01期): 004
- [3] 王征民，侯凤. 电渗析水处理装置在我公司的应用. 石油和化工设备, 1998 (02期): 012