

# Treatment Process of Water Reuse in Double-membrane Method in Steel Plant

Wei Zhang

Shanghai Dongzhen Environmental Protection Engineering Technology Co., Ltd., Shanghai, 202105, China

## Abstract

Iron and steel enterprises will produce wastewater containing various pollutants in production, with complex composition and large amount of wastewater. To save water resources and reduce the water consumption of tons of steel, the pretreatment wastewater should be reused. This process adopts the medium-speed filter self-cleaning filter immersion ultrafiltration reverse osmosis process to desalinate the wastewater. Due to the different water quality demand of each water unit, the process adopts proportional mixing of each process section to effectively improve the water production quality of the system and to meet the water quality requirements of industrial water supplement, soft water and secondary demineralized water supply water.

## Keywords

double membrane method; immersion ultrafiltration; reverse osmosis

## 钢厂双膜法中水回用处理工艺

张玮

上海东振环保工程技术有限公司, 中国·上海 202105

## 摘要

钢铁企业在生产过程中会产生含各种污染物质的废水,其成分复杂,废水产生量大。为节约水资源,降低吨钢耗水量,需要对预处理后废水进行回用。本工艺对预处理后废水采用中速过滤器+自清洗过滤器+浸没式超滤+反渗透工艺,对废水进行脱盐处理。因各用水单位对水质需求不同,本工艺采用各工艺段产水按比例混合方式,有效提高系统产水质量,使其达到工业水补充水、软水及二级除盐水供水水质要求。

## 关键词

双膜法;浸没式超滤;反渗透

## 1 引言

水资源短缺与环境污染是全球淡水资源领域面临的主要问题,也是中国经济快速发展过程中所遇到的严峻挑战。中国是一个水资源紧缺的国家,提高水资源的利用效率和效益势在必行。污水回用是缓解水资源短缺的重要方法。

钢铁企业属于高耗能行业,生产过程中需消耗大量的水。面对水资源的匮乏,如何有效利用废水资源成为各大钢铁企业考虑的问题。采用传统的污水处理技术已无法满足废水利用的要求,为了提高水循环利用率,某钢厂在原有中水处理系统的基础上新建一套中水深度处理系统,以实现水资源的循环使用,降低吨钢耗水量。

【作者简介】张玮(1982-),女,中国河北唐山人,本科,中级职称,从事废水处理研究。

本工艺在原有混凝/絮凝+沉淀/气浮工艺基础上采用中速过滤器+浸没式超滤+反渗透+阳、阴离子交换器+混合离子交换器工艺实现废水再利用,以满足生产新水、软水、一级除盐水和二级除盐水的品质要求。

## 2 项目简介

### 2.1 设计规模

某新建中水回用水站处理规模为 $1250\text{m}^3/\text{h}$ ,其中包括综合污水 $850\text{m}^3/\text{h}$ 和 $400\text{m}^3/\text{h}$ 轧钢水处理中心浊环溢流水。回用水系统总产水为 $690\text{m}^3/\text{h}$ 。其中作为软水的水量为 $300\text{m}^3/\text{h}$ ,生产新水水量为 $120\text{m}^3/\text{h}$ ,另外 $270\text{m}^3/\text{h}$ 反渗透产水经原有阳、阴离子交换器脱盐后作为一级除盐水;一级除盐水中 $140\text{m}^3/\text{h}$ 回用至原有除盐水池,另外 $130\text{m}^3/\text{h}$ 经新建混合离子交换器深度除盐后外供,作为中温中压干熄焦发电机组用二级除

盐水<sup>[1]</sup>。

## 2.2 进、出水水质

进水水质见表1。

表1 系统进水水质表

COD <sub>Cr</sub> / mg/L	氨氮/ mg/L	石油类/ mg/L	SS/ mg/L	pH
≤ 15	≤ 1	≤ 3	≤ 25	6-9

回用水水质见表2。

表2 系统回用水水质表

指标	回用生产 新水	软水	一级除盐水	二级除 盐水
pH	7-9	7-9	6.5-8 (不加氨)	6.5-8 (不加氨)
电导率/ μs/cm	≤ 240		< 10	< 0.2
浊度/NTU	≤ 10	≤ 2	≤ 2	≤ 2
总硬度/ mg/L	≤ 130	≤ 3	≈ 0	≈ 0
总碱度/ mg/L	≤ 110			
Cl <sup>-</sup> /mg/L	≤ 50			
SiO <sub>2</sub> /mg/L	≤ 6		< 0.1	< 0.02

系统外排水水质标准执行GB13456—2012《钢铁工业水污染物排放标准》中表3钢铁联合企业直接排放标准。

表3 系统外排水水质表

COD <sub>Cr</sub> / mg/L	氨氮/ mg/L	石油类/ mg/L	SS/ mg/L	pH
50	5	3	30	6-9

## 2.3 工艺流程

原有系统出水汇入回用水池后由泵提升至中速过滤器，经中速过滤器截留悬浮物后进入板式换热器，以提高冬季水温，保证系统回收率。板式换热器出水进入超滤前自清洗过滤器，出水进入浸没式超滤装置。浸没式超滤装置通过产水泵抽吸负压使水从膜外表面过滤入内表面，产水储存在超滤产水池。超滤产水池水经反渗透给水泵提升至保安过滤器再经高压泵加压后进入反渗透装置。反渗透浓水进入反渗透浓水池，用泵输送至外排口达标外排。

反渗透一段产水进入一段产水池，用泵输送至原有软水池作为软水使用。由于反渗透脱盐率会随着运行时间慢慢衰减，也会受到温度的影响，为了确保一段产水达到软水要求，在一段产水无法达到要求的情况下，一段产水由一段产水输送泵输送至原有钠离子交换器，进一步降低硬度后再进入软水池作为软水使用。

二段产水进入新水回用水池，与部分中速过滤器出水进行勾兑后用泵直接泵入生产新水管网，一、二段剩余产水进

入反渗透二段产水池中储存，用泵输送至原有阳、阴离子交换器进一步进行脱盐后进入原有除盐水池。部分水用泵输送至一级除盐水用水点，剩余部分用泵输送至新建混合离子交换器，脱盐至焦化除盐水要求后进入二级脱盐水箱储存，用泵输送至用水点。

## 2.4 工艺特点

①考虑到项目处理水量大，用地紧张等因素，本工艺采用浸没式超滤装置代替外置式超滤，大大降低了占地面积。

浸没式超滤膜直接安装在池内，通过产水泵在膜内部产生负压，使水透过膜表面实现过滤，其有以下几点优势：

第一，浸没抽吸的运行方式，实现了对高浊度原水的过滤稳定性。

第二，高密度的填充，占地面积小于外置式超滤。

第三，独特的运行方式无需浓水回流等手段，运行压力低，运行费用低。

②由于系统进水水质较好，反渗透一段产水即可满足软水水质标准，故本项目将反渗透一段产水与二段产水分离，一段产水直接作为软水回用处理。多余一段产水与部分二段产水混合作为除盐水供给水供给阳、阴离子交换器进一步进行脱盐<sup>[2]</sup>。

③本项目因供给用户点较多，对水质需要不同：生产新水、软水、一级除盐水、二级除盐水等，结合各处理单元产水水质不同，本项目采用多单元产水混合法对系统资源配置实现最大优化。

对于生产新水采用部分中速过滤器产水+反渗透二段部分产水混合作为其供给水。

软水采用反渗透一段产水直接供给（一段产水+钠床作为补充工艺以满足后期反渗透脱盐率衰减）。

一级除盐水供给水采用反渗透一段部分产水+反渗透二段部分产水混合水作为供给水。

各处理单元产水水质见表4。

表4 各处理单元产水水质表

预处理 单元	COD <sub>Cr</sub> / mg/L	石油类 mg/L	浊度 NTU	pH
中速过滤器	< 10	< 0.5	< 5	6-9
浸没式超滤	< 7	—	< 0.1	6-9
除盐系统	进水电导率 μs/cm	产水电导率 μs/cm	硬度 mg/L	二氧化硅 mg/L
反渗透一段产水	< 600	< 8	< 1	< 0.3
反渗透二段产水	< 1200	< 15	< 2	< 0.3
混合离子交换器				

## 2.5 工艺及系统优化

### 2.5.1 中速过滤器反洗水优化

本工艺配备5套中速过滤器、5套浸没式超滤和5套反渗透系统。超滤产水除作为反渗透供水外,还需供给超滤系统反洗用水和中速过滤器反洗用水。超滤装置每半小时需进行一次自动反洗,耗时约3~4min、每天需进行一次维护性清洗,耗时约40~50min,处于此状态下的超滤装置不能进行产水,即实际产水的超滤装置为4套。中速过滤器运行8h或进、出水压差达到设定值,亦需进行自动反洗。由于空间限制,超滤产水池为半地下式水池,地下部分约占水池总容积的1/3,这使得水泵启泵液位较高。为保证超滤系统正常反洗,超滤产水池液位需一直保持在超滤反洗泵启泵液位以上(因超滤系统反洗为自动进行,但液位未达到启泵液位,系统会进入等待程序,使得超滤系统无法正常运行)。但在系统运行过程中发现中速过滤器反洗水量较大,每清洗一套中速过滤器,水池液位降低1m左右,如要保证超滤反洗随时进行,过滤器反洗需在水池较高液位进行。这使得系统运行不稳定,操作人员需监控水池液位以避免超滤产水池液位降至启泵液位以下,从而使超滤反洗水泵不能正常开启<sup>[9]</sup>。

后经论证,将中速过滤器进水作为其反洗水,延长气洗和水洗时间,在达到清洗效果的同时亦减轻超滤产水池运行压力。从而使系统稳定运行,减轻操作人员工作负担。

### 2.5.2 反渗透一段、二段产水进各水池管路优化

因本项目将反渗透一段产水与二段产水分离,一段产水分别进一段产水池和二段产水池;二段产水分别进二段产水池和新水回用水池。为实现各段产水与进水池之间自动切换,系统在各水池进水管道上安装自动阀门且与水池液位计连锁。

例如,反渗透一段产水在进一段产水池与二段产水池管道上分别安装自动阀,正常运行情况下,进一段产水池自动阀开启,进二段产水池自动阀关闭,当一段产水池达到关阀液位时,先开启进二段产水池自动阀,随后关闭进一段产水池自动阀。当一段产水池液位降至设定开阀液位,开启进一段产水池自动阀,关闭进二段产水池自动阀。但在系统运行过程中发现,一旦两个水池进水自动阀中的一个出现故障,就会造成阀门无法正常开启时,就会使得反渗透产水管道憋压,从而使运行中的所有反渗透装置爆破膜损坏,需要逐套进行更换。这不仅使得维修工作非常巨大,并且系统不能稳定供水,对用户影响也很大。为解决这类问题,将反渗透一段产水进二段产水池自动阀取消,管道改为倒U型,这样在进一段产水池阀门开启状态下,因进二段产水池管道为倒U型,增加管道背压,使得来水全部进入一段产水池,只有当进一段产水池阀门关闭情况下,一段产水才会进入二段产水池,且不会因阀门故障而造成对反渗透系统的憋压,出现系统不能正常运行的情况。

## 3 结论

此工艺充分利用中速过滤器、超滤系统、反渗透一段产水、二段产水水质不同的特点,将各处理单元产水灵活匹配,使其达到生产新水、软水、一级除盐水及二级除盐水的需求,实现水资源利用最大化。

## 参考文献

- [1] 许振良. 膜法水处理技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.
- [2] 吴松平, 古国榜, 胡有勇. 中水回用 [J]. 水处理技术, 2002, 28(6): 370-372.
- [3] 黄子逸. 化工回用水处理工程设计实例及分析 [J]. 工业水处理, 2020(2): 99-102.