

# 双膜法水处理技术的优化与改进

陈小青, 董金冀

(邯郸钢铁集团有限责任公司热力厂, 邯宝能源中心, 河北邯郸 056015)

[摘要] 以冶金工业废水作为水源, 将粉末活性炭和石灰乳联合投加, 应用于反渗透的预处理系统, 降低了超滤产水的 COD, 暂时硬度, 高价离子含量等, 有效地延长了反渗透的运行周期; 采用澄清池 + 无阀滤池 + 压力式超滤 + 反渗透的水处理工艺技术组合, 降低了设备的一次性投资及运行过程的动能费用。

[关键词] 石灰乳; 粉末活性炭; 压力式超滤

[中图分类号] X756 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2010)03-0030-03

## 1 前言

近年来随着我国工业经济的快速发展, 环境污染问题日趋显现。水资源的短缺及循环水体的污染日趋严重, 与此极不协调的是用水效率低下, 废水资源化程度极低, 所以淡水资源的匮乏已成为经济发展的瓶颈; 冶金行业是水资源消耗的大户, 多数企业普遍存在废水排放量大、循环利用率低、吨钢耗新水居高不下的现象; 为提高污水资源化水平, 降低吨钢耗新水, 缓解水资源供需矛盾, 2004年邯钢集团成功应用了负压浸没式超滤 + 二级反渗透的水处理技术, 可以利用冶金废水制取纯水。该方法由于工艺条件的限制存在对 COD 等有机物的去除率较低, 并且需要鼓风曝气, 动能消耗高等缺点。为此经过深入研究后, 对上述工艺进一步改进, 改进后很好地解决了上述问题。

## 2 原有工艺技术组合

### 2.1 原有工艺流程

以冶金工业废水作水源, 采用负压式超滤 + 反渗透的水处理工艺技术, 工艺流程如图 1 所示。

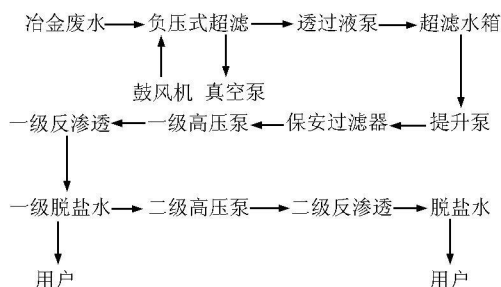


图 1 负压式超滤 + 反渗透组合  
Fig 1 The combination of negative pressure UF + RO

### 2.2 系统的不足之处

1) 水源为污水, 水质指标波动较大, 其中 COD, BOD, 含盐量, 硬度, 高价离子含量均较高, 而该工艺的预处理部分对 COD 的去除率只有 20% 左右, 对硬度以及高价离子、含盐量无任何去除效果, 这无疑将增加反渗透的运行负担, 直接影响反渗透的长期稳定运行。

2) 该工艺预处理系统采用负压浸没式超滤的膜通量较小, 使工艺设备的一次性投资相对较高。

3) 由于工艺的需要, 需对该超滤系统的膜丝进行不间断地鼓风曝气和抽真空, 造成系统运行过程中能耗较高。

[收稿日期] 2009-10-10

[作者简介] 陈小青 (1969-), 女, 河北临漳县人, 河北钢铁邯钢集团邯宝公司能源中心工程师, 研究方向为提高反渗透的回收率、降低制水成本, 强化反渗透浓水的回收利用, 实现工业废水零排放; E-mail: chxq1969@sina.com

### 3 改进后的工艺技术组合

#### 3.1 工艺流程

以冶金工业废水作水源,将石灰乳和粉末活性炭联合投加,应用于反渗透的预处理,采用压力式超滤+反渗透的水处理工艺技术。工艺流程如图2所示。

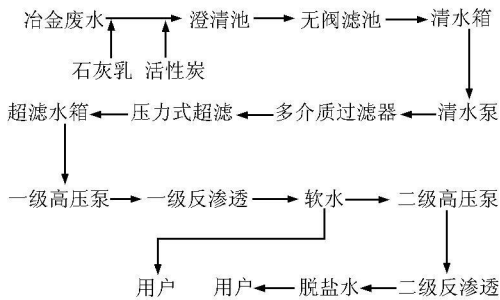


图2 压力式超滤+反渗透组合

Fig 2 The Pressurized combination of UF+RO

#### 3.2 工艺特点

由于该系统的水源为工业冶金废水,其水质成分复杂,各项指标波动较大, COD、硬度、悬浮物、钙离子、镁离子、钡离子、硫酸根离子、氟离子含量较高,采用单一超滤难以去除。而这些物质的存在,直接影响到反渗透的运行。由于负压浸没式超滤存在产水通量低、一次性投资相对较高,为了减少投资费用,笔者通过方案优化,决定采用压力式超滤+反渗透的工艺组合;根据冶金废水水质的特殊性,若污水直接经压力式超滤进行处理,超滤膜的污染堵塞会比较快,给系统运行带来不便<sup>[1-3]</sup>。

为解决上述问题,对反渗透的预处理系统进行了多次改进(将投加药剂多次更换,重新组合如单加絮凝剂、絮凝剂和石灰乳联合投加、粉末活性炭和石灰乳联合投加),经过反复论证,进行试验对比,方案优化,最后确定采用粉末活性炭和石灰乳联合应用来保证反渗透的预处理效果。

将石灰乳和粉末活性炭联合投加在预处理澄清池中,以降低冶金工业废水中90%的悬浮物质和胶体物质;去除水中40%~50%有机物、油类;去除水中50%以上的碱度,减少阻垢剂的加药量;除去部分暂硬,防止在反渗透设备产生各种无机盐垢,减少阻垢剂的加药量;能去除各种高价离子,特别是对能与硫酸根容易形成难溶沉淀、且对膜有绝对破坏作用的钡离子的去除率达50%以上,起到保护反渗透膜的目的;水中的硫酸根、氟离子含量较高(硫酸

根离子含量最高为402 mg/L,氟离子含量最高为3.96 mg/L),降低水中的钙离子,可防止CaF<sub>2</sub>难溶物质的产生,避免污堵反渗透;利用活性炭的极大的表面积,将其投加到澄清池的固液分离室内,一部分粉末活性炭进入澄清池的絮凝区与絮体形成混合体,直到吸附能力耗尽,最后随沉淀污泥排掉,另一部分细小少量的粉末活性炭随出水进入无阀滤池,由细砂黏结活性炭粉末所形成的结合体,直到吸附能力耗尽,最后随反冲洗水排出,上述过程可将COD降低60%~70%<sup>[4-8]</sup>。

### 4 实施效果

该工艺改进方案实施后效果明显。不仅降低了改造投资费用,降低了生产能耗;而且很好地满足了超滤和反渗透的进水要求,源水中的有机物和COD等指标得到了有效的去除,(COD的去除率见表1),反渗透的运行周期较工艺改进前由3个月延长到5~6个月;保安过滤器的滤芯更换周期由1个月延长到3个月。保证了反渗透的长周期安全稳定运行。

表1 石灰乳+粉末活性炭投加前后COD的变化  
Table 1 The COD change before and after the dosage of combined emulsified lime and powder activated carbon

投加前 /(mg·L <sup>-1</sup> )	投加后 /(mg·L <sup>-1</sup> )	除去率 /%	投加前 /(mg·L <sup>-1</sup> )	投加后 /(mg·L <sup>-1</sup> )	除去率 /%
108	37	65.7	117.6	37.6	68.03
112	43	61.1	105.9	37.3	64.8
101	38	62.4	107	43.2	59.6
99	38	61.6	113.2	36.1	68.1
120	36.8	69.3	98	32.4	66.9

### 5 结语

以冶金工业废水为水源采用澄清池+无阀滤池+压力式超滤+反渗透的组合工艺制备生产所需的软水、脱盐水,分别应用于邯钢高炉和焦化系统的化水处理改造中,两个项目年处理污水能力共计700万吨,自投入运行以来系统运行稳定,各项技术指标达到了设计要求;各项水质指标满足了生产需要;反渗透化学清洗周期达5~6个月,保安过滤器滤芯更换周期为3个月。将石灰乳和粉末活性炭联合投加,应用于冶金工业废水制取软水(一级脱盐水)、脱盐水的反渗透预处理中,对去除COD效果显著,有效地延长了反渗透运行周期。

## 参考文献

- [ 1 ] 任建新. 膜分离技术及其应用 [ M ]. 北京: 化学工业出版社, 2002
- [ 2 ] 董金冀, 陈小青. 双膜法水处理工艺在冶金污水回用系统的应用 [ J ]. 金属世界, 2006 ( 3 ): 36—39
- [ 3 ] 许振良. 膜法水处理技术 [ M ]. 北京: 化学工业出版社, 2001
- [ 4 ] 冯逸仙, 杨世纯. 反渗透水处理工程 [ M ]. 北京: 中国电力出版社, 2000
- [ 5 ] 陶氏化学 ( 中国 ) 投资有限公司液体分离部. 美国陶氏化学 FILMTEC 产品技术手册 ( 年版 ) [ G ]. 2007: 5—7
- [ 6 ] 张建国, 罗 凯. 反渗透应用及发展现状 [ J ]. 中国资源综合利用, 2004 ( 12 ): 6—9
- [ 7 ] 张光斗, 杨 平. 地下水反渗透除盐预处理工艺的优化 [ J ]. 工业水处理, 2004, 24 ( 1 ): 69—70
- [ 8 ] 吴松平, 古国榜, 胡有勇. 中水回用 [ J ]. 水处理技术, 2002, 28 ( 6 ): 370—372

# The optimization and improvements of dual-membrane water treatment

Chen Xiaojing Dong Jinji

( Handan Steel Group Ltd. Co., Thermal Department,  
The Hanbao Energy Center, Handan, Hebei 056015, China )

[ Abstract ] When treating the industrial waste water from metallurgical industry, applying the powder activated carbon together with the emulsified lime as the pre-treatment to reduce COD, the temporary hardness, and the concentration of high valence ions in the permeate of UF. The application can effectively prolong the operation cycle of RO system. BY applying the Clarifier+ Valveless Filter+ Pressurized UF+ Reverse Osmosis technology, it is able to reduce the capital investment and the operation costs of energy consumption.

[ Key words ] emulsified lime, powder activated carbon, pressurized UF