

研究报告

双膜法水处理工艺在冶金污水回用系统的应用

董金冀, 陈小青

(邯郸钢铁集团有限责任公司热力厂, 河北 邯郸 056015)

[摘要] 双膜法(超滤+反渗透)水处理工艺具有出水水质好、易于实现自控、占地面积小、节水环保等特点;文章重点介绍了双膜法工艺在邯钢污水回用系统中的应用情况。

[关键词] 双膜法水处理工艺;冶金污水;污水回收利用

[中图分类号] X703 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2006)06-0092-03

我国是一个淡水资源短缺的国家,以13亿人口计,人均淡水资源量仅 $2\ 150\ \text{m}^3$,不到世界人均的 $1/4$,居全球第110位,被列为世界最贫水的13个国家之一^[1]。与此极不协调的是,我们又是用水效率低下,污水处理率不高,污水资源化程度低和水资源浪费严重的国家。淡水资源的匮乏已成为经济发展的瓶颈,制约着我国社会经济的可持续发展,其危害的巨大性和深远性不亚于洪灾、旱灾等严重自然灾害。

华北地区水资源的短缺更为严重,过量的地下水开采已使其成为我国最大的地下漏斗区;邯郸钢铁公司(下称邯钢)所在的邯郸市又是华北地区最缺水的城市之一。冶金行业是水资源消耗巨大的产业,除上海宝山钢铁公司等少数钢铁企业外,普遍存在着废水排放量大,废水循环利用率低,吨钢新水耗量居高不下的现象。

为了提高邯钢公司的污水资源化水平,降低吨钢新水耗量,缓解水资源供需矛盾,在邯钢冷轧脱盐水处理站工程的设计中,我们采用双膜法工艺对污水进行深度净化处理,处理后即可成为循环水的补充水、锅炉给水、冷轧系统酸洗—漂洗用水。此法目前已用于生产实践。

1 常规水处理工艺

1.1 离子交换工艺

传统的离子交换水处理工艺主要由澄清池—无阀滤池—清水箱—(阳离子、阴离子)交换器—软水(或脱盐水)工序组成。这种传统水处理工艺有诸多弊端:

预处理部分占地面积大,且产生难以排放的淤泥;制备软水或是制备脱盐水,均需采用离子交换树脂进行交换,树脂再生过程所用的酸、碱、盐等再生液以及再生产物都是可溶性的,难以回收,若直接排放将使整个污水回用系统水质恶化,影响水循环的利用率的提高,同时对排水系统会造成严重污染;离子交换树脂极易被有机物、重金属离子污染造成中毒。因此该工艺不能用于邯钢污水的处理。

1.2 反渗透工艺

反渗透(RO)膜是一种新型的膜处理技术,它利用压差为推动力,使溶液中的溶剂通过反渗透分离出来,具有节能、环保、易于实现自控、占地面积小、运行费用低等优点。然而反渗透装置的膜组件是精细元件,极易受机械损伤、污染、堵塞,对进水水质要求高^[2]。为保证长期稳定运行,必须对进水做预处理。

常规预处理采用河水做为水源在工艺过程中加入氯,并维持残余氯含量 $0.5\sim 1.0\ \text{mg/L}$,另外投加絮凝剂,过滤除去絮凝物,然后用还原剂、活性炭中和、吸附水中的氧化性物质,使残余氯含量小于

[收稿日期] 2005-09-27

[作者简介] 董金冀(1968-),男,河北南宮县人,邯郸钢铁集团有限责任公司热力厂高级工程师

0.1 mg/L, 加阻垢剂后进入 RO 膜元件。这种方法处理后的水, SDI \leq 5 (15 min)、浊度 \leq 1°, 基本可满足反渗透的进水要求。若将水源改为污水, 由于污水中 COD, TDS, 杂质、细菌、微生物含量较高, 水质成分复杂, 常规预处理后的水仍难以满足反渗透进水水质要求。因此该工艺一般只能用于深井水或河水作水源, 而不宜应用于污水回用水做水源。

2 双膜法水处理工艺

2.1 工艺流程

我们采用双膜法处理冶金工业废水的生产工艺如图 1 所示:

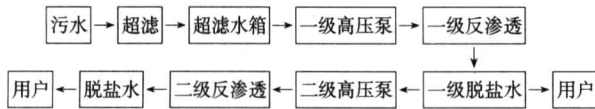


图 1 双膜法水处理生产工艺

Fig.1 Double-membrane water treatment process

采用的超滤 (UF) 膜元件为外压中空纤维膜, 直接浸没在待处理的污水回用水中, 膜材质为聚偏氟乙烯 (PDVF), 内径 0.9 mm、外径 1.9 mm, 膜元件滤水孔径为 0.04 μ m; 由于水中细菌、胶体、

悬浮物等的分子直径均 \geq 0.2 μ m, 所以很小的滤膜孔径可以有效阻挡悬浮物、胶体、细菌进入滤后水中; 对原水的进水浊度有较大的适用范围, 且产水水质较稳定, 浊度 \leq 0.2°, SDI \leq 3 (15 min); 工艺过程中加一定量的杀菌剂来抑制细菌、微生物的滋生, 加盐酸调整 pH 值减少超滤膜外侧的结垢倾向, 加絮凝剂增强微絮凝效果。采用该方法可减少澄清池、无阀滤池及过滤器等预处理设备, 产水满足 RO 进水要求, 并可有效延长反渗透清洗间隔时间, 降低清洗难度, 延长使用寿命^[3,4]。

2.2 运行数据分析

2005 年 3 月邯钢冷轧脱盐水处理站按上述工艺建成投产, 调试出水。经过近半年时间的进行试验和不断改进, 目前生产运行情况基本正常, 达到了预期目标 (图 2):

全部超滤产水 SDI \leq 4 (15 min), 其中 SDI \leq 3 占 85%, 进水浊度为 8°~17°, 产水浊度均 \leq 0.2°; 说明超滤产水完全能够满足反渗透的进水要求。一级反渗透进水电导率为 2 000~3 500 μ S/cm, 产水电导率为 40~80 μ S/cm, 二级产水电导率为 2~4 μ S/cm, 一级反渗透脱盐率 \geq 97%, 二级反渗透脱盐率 \geq 94%, 说明反渗透产水水质达到了设计要求。

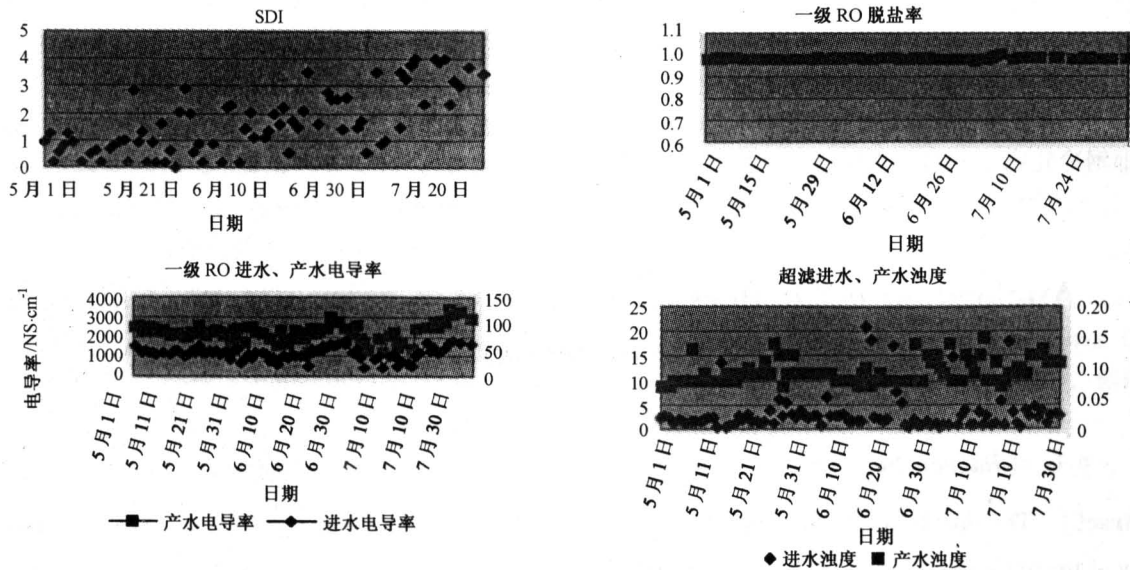


图 2 双膜法水处理工艺的生产运行统计

Fig.2 Operation data of the double-membrane water treatment process

2.3 存在的问题及解决方法

表 1 为污水处理过程中出现的问题及应对措施。

2.4 效果

1) 采用超滤做为反渗透的预处理, 出水水质高, 水质稳定, 且基本不受源水变化的影响; 能有

表 1 存在问题及处理措施

Table 1 Existing problems and tackling measures

存在问题	分析原因	处理措施	效果
一级反渗透保安过滤器滤芯多次污堵	源水钙、镁离子含量高,阻垢剂选型不对,引起结垢	重新选择阻垢剂的类型并调整浓度和投加量	调整后 2 个月内未出现污堵
超滤运行过程中频繁待机	超滤系统自控运行程序和实际运行情况不相符	调整超滤运行方式,调整控制参数	降低了待机次数,保证了超滤的正常运行
二级反渗透产水出现电导率、pH 值偏高	源水中 NH_4^+ 含量较高,而 RO 膜对 NH_4^+ 的去除率较低	通过加酸,中和源水中的 NH_4^+ ,调整源水 pH 值	一级 RO 产水 pH 值降至 7 以下,二级 RO 产水合格
运行初期,一级 RO 膜出现有机物污堵现象	超滤水箱过大,加之气温高,造成细菌繁殖快,氧化剂不能完全杀菌	根据气温和水温的变化,在一级 RO 进水前投加非氧化性杀菌剂	有机物污堵现象消失

效去除水中的颗粒、悬浮物、胶体、细菌、病毒,是一种可靠的水处理技术;做为反渗透的预处理,比常规预处理可大大降低反渗透进水的 SDI 值,延长反渗透装置的使用寿命。

2) 采用反渗透膜做为水的脱盐处理只是对水中的盐类进行了一定程度的浓缩,一级回收率大于 75%,二级回收率大于 90%,二级的浓盐水做为一级的进水循环利用,一级浓盐水直接送回厂区水冲渣使用。整个系统几乎没有外排,避免了酸、碱、盐的腐蚀及酸、碱废液的外排,减少了对环境的污染。经一级处理的水可做循环水的补水,二级的产水水质稳定,完全满足锅炉、冷轧酸洗、漂洗等系统用水的水质要求,且具有节能、环保等特点。

3 结语

邯钢冷轧脱盐水处理站采用超滤 + 反渗透的双膜法

处理工艺净化冶金污水是成功的,既解决了酸、碱腐蚀及对环境污染的问题,又有效提高了水循环的利用率,降低了吨钢的新水耗量。

参考文献

- [1] 徐有生,丁朝模.污水资源化是改善环境解决淡水资源短缺的重要途径[J].中国工程科学,2005,增刊,112~116
- [2] 任建新.膜分离技术及其应用[M].北京:化学工业出版社,2003
- [3] 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
- [4] 上海市环境保护局.废水生化处理[M].上海:同济大学出版社,1999

Application of Double-Membrane Water Treatment Process in the Reuse System of Metallurgical Waste Water

Dong Jinji, Chen Xiaoqing

(Handan Iron and Steel (Group) Co. Ltd., Handan, Hebei 056015, China)

[Abstract] The double-membrane (ultrafiltration and reverse osmosis) water treatment process features high quality of treated water, easy for realizing autocontrol, less land occupied, low water consumption, environmentally friendly, etc. The paper introduced the application of the double-membrane process in the reuse system of the waste water in Handan iron and Steel (Group) Co. Ltd.

[Key words] double-membrane water treatment process; metallurgical waste water; recycling and reutilization of waste water