

反渗透技术在钢铁工业废水处理和回用中的应用

张 胜¹,毛永灏¹,陈漫漫²,范国华³

(1.河北工程大学城建学院,河北 邯郸 056038; 2.上海市环境科学研究院,上海 200235;
3.中国通用机械工程总公司,北京 100500)

摘 要: 针对原水水质情况和环保要求,确定采用反渗透膜技术处理该废水,介绍了系统工艺流程及主要设备,详细说明了反渗透膜技术处理钢铁工业废水的应用经验及效果。通过观察电导、产水量、压差的变化,分析了膜污染的成因,提出了清洗方案,并对反渗透系统的运行管理问题进行了论述。结果表明,酸-碱-酸的清洗方案对反渗透膜污染具有很好的控制效果。

关键词: 反渗透; 废水回用; 膜污染; 清洗; 运行管理

中图分类号: X703.1;TQ028.8

文献标识码: A

文章编号: 1000-3770(2007)05-055-03

我国水资源严重贫乏,人均占有量仅为世界平均水平的1/4。近年来,钢铁工业的迅猛发展大力推动了经济建设,但在钢铁生产过程中会排出大量的废水,这些废水的直接外排对水资源造成了严重的污染,更加剧了水资源紧张状况。因此,提高水的循环利用率、减少新水的消耗、实现废水的资源化,不仅是钢铁工业可持续发展的重要手段,而且是保护环境、利国利民、造福后代的大事。

从节约水资源保护环境考虑,唐山钢铁股份有限公司针对一部分生产废水(240m³/h),利用反渗透技术深度处理后,按照除盐水的水质要求进行回用,从而实现废水的再生和资源化。

整个系统由预处理与反渗透两部分组成。反渗透机组前的部分为预处理部分,其作用是去除原水中的悬浮物、胶体、有机物及微生物等,这些物质容易导致膜污染。反渗透装置能否正常运行在很大程度上

表1 原水水质
Table 1 Raw water quality

指标	数值	指标	数值
pH值	9.2	总硬度(mg/L)	400
COD(mg/L)	80	油(mg/L)	18.9
BOD ₅ (mg/L)	11	TDS(mg/L)	1000
总碱度(mg/L)	150	SS(mg/L)	170
总Fe(mg/L)	12	电导率(μS/cm)	2500
Ca ²⁺ (mg/L)	60	Cl ⁻ (mg/L)	232
Mg ²⁺ (mg/L)	20	SiO ₂ (mg/L)	18.5

1 方案设计

1.1 原水水质分析

原水主要来自钢铁生产过程中的冷却水、清洗排放水、生活排放水、厂房地面冲洗水等。原水水质见表1。

1.2 工艺流程

针对原水水质情况确定系统工艺流程见图1。

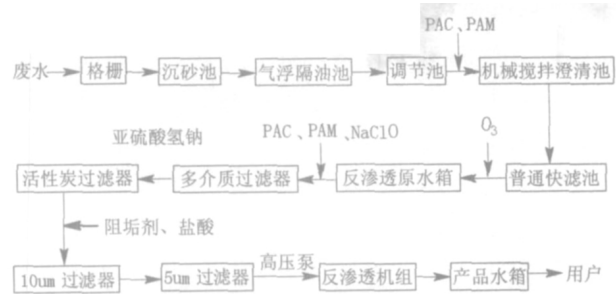


图1 工艺流程

Fig.1 Schematic diagram for the technological process

收稿日期 2006-05-30

作者简介 张 胜(1970-)男,副教授,硕士生导师,主要从事水污染控制工程研究与教学工作

联系电话 0310-7428512 E-mail:zhsh0604@126.com

联系作者 毛永灏 联系电话 0550-8020822 E-mail:maomao_007@163.com。

取决于预处理系统的设计和运行是否合理。

1.3 主要设备

回用水处理系统的主要设备见表 2。

表 2 主要设备
Table2 Main equipment

设备	规格型号	数量
原水泵(台)	KQL125/185-30/2	3
多介质过滤器(台)	3200mm 60m³/h	5
活性炭过滤器(台)	3200mm 80m³/h	4
反洗水泵(台)	KQL150/285-18.5/4	2
微滤器(台)	烛台式 80m³/h	6
高压泵(台)	CRCM90-6	3
反渗透膜元件(只)	LFC2-8040	216
清洗水泵(台)	CRNCM90-2	1

2 调试运行

2005 年 12 月 2 日,系统全部设备安装完毕,开始进入试运行阶段。反渗透进出水电导变化情况如图 2 所示,进水电导率波动比较大,范围在 2300 ~ 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 之间。

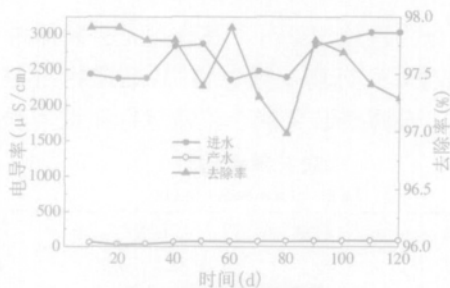


图 2 电导率去除效果
Fig.2 Electric conductance removal effect

系统试运行最初的一个月,产水电导率比较稳定,平均值在 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 左右;产水量稳定在 180m³/h 左右;压差平均值在 0.25MPa 左右。产水量与压差随时间的变化如图 3、图 4 所示。随着运行时间的增加,膜组件的压差变大,产水量逐渐减小,电导率去除率也开始不稳定,并有下降的趋势。这是由于系

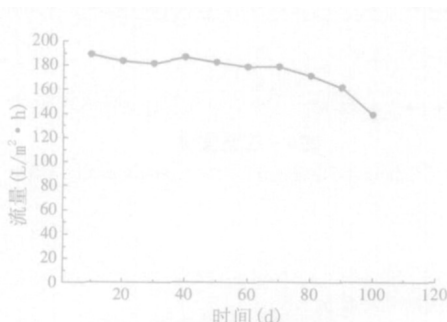


图 3 产水量随时间的变化关系
Fig.3 Water output changing with time

统在运行过程中,有机物和胶体硅的吸附、无机盐的结垢以及微生物的滋生共同引起的膜元件污染现象,膜污染使得水分子透过膜所需的压力增高,能耗增加。所以决定对反渗透膜元件进行清洗。清洗液配方和使用顺序见表 3。

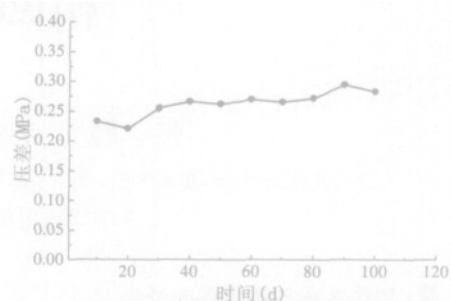


图 4 压差随时间的变化关系

Fig.4 Pressure difference changing with time

表 3 清洗液配方及去除的污染物
Table3 Pollutant and formulation of washing liquid

使用顺序	配方	去除污染物类型
1	0.2% HCL	无机盐结垢
2	0.1%NaOH (pH12, 30)	有机物、微生物、无机胶体
3	0.025% 十二烷基苯磺酸钠(pH12, 30)	硅、有机物
	2.0% 柠檬酸	

每种清洗药液需按照清洗步骤单独使用,在前一种药液完整清洗后,方可使用后一种药液,不可颠倒,清洗步骤与时间见表 4。每一种药液都需要严格按照清洗步骤与时间表进行 3 个循环过程,最大限度的发挥药液的作用、清洗掉系统中的污染物质。用产品水低压冲洗 20min,是为了去除在清洗系统和反渗透系统中的残存药品及污染物,防止各种清洗液发生交互作用,影响清洗效果。清洗完成后重新启

表 4 清洗步骤与所需时间

Table 4 Cleaning process and time needed

顺序	步骤	时间
1	药液清洗	1h
2	药液浸泡	2h
3	产品水低压冲洗	20min

动反渗透系统,最初 10min 的产水排放掉。检测各项指标又恢复了正常。

3 反渗透系统的运行管理

反渗透系统的应用效果除设计、制造安装等因素外,很大程度上取决于运行管理的技术水平。为了使系统长周期的平稳运行,应加强对系统的管理。

(1) 调试及运行期间,全面记录系统的各项参

数,摸清规律。

(2) 合理安排反渗透预处理设备的运行方式。严格控制各项运行参数,确保反渗透进水 SDI 值合格,防止反渗透膜污染。严格控制反渗透进水中没有氧化性物质,防止反渗透膜元件受到氧化。

(3) 科学使用药剂,使得反渗透装置的结垢趋势、污染程度降到最低。

(4) 做好反渗透系统的停运冲洗工作。每一个运行周期的结束,都要用产品水对反渗透装置进行低压冲洗,确保冲洗掉装置内的残留浓水,防止浓差极化而引起的无机盐结垢。

(5) 做好反渗透膜受污染后的清洗工作。清洗条件及周期、清洗药剂的选择、清洗过程的操作均是反渗透系统安全稳定运行的重要环节。

4 经济分析

工程总投资约 900 万元,年制水量 150 万 m^3 。水资源费 0.519 元/ m^3 ,电费 0.392 元/ m^3 ,药剂费 0.445 元/ m^3 ,折旧费 0.971 元/ m^3 ,人工费 0.295 元/ m^3 ,

利息 0.312 元/ m^3 。因此,水处理成本 2.934 元/ m^3 。自来水费为 1.8 元/ m^3 ,将钢铁生产废水作为反渗透的水源可比自来水节约 1.281 元/ m^3 ,年节省费用 192 万元,5 年即可收回成本。

5 结 论

利用反渗透技术将钢铁企业生产废水处理后进行回收利用,一方面节约了大量的水资源,并降低了企业的生产成本;另一方面大大减少了废水的排放对地下水源、流域水源以及对环境的污染,产生了巨大的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 范正虹,陈福泰,黄霞.微滤/反渗透净化污水厂二级处理出水[J].中国给水排水,2005,21(6):44-46.
- [2] 王琪,潘巧明,阮慧敏.反渗透技术在电子工业废水处理和回用中的应用[J].水处理技术,2005,31(8):76-77.
- [3] 徐峰,操家顺,蔡娟.反渗透工艺处理电厂循环冷却排污水[J].给水排水,2004,30(6):40-42.

APPLICATION OF RO TECHNOLOGY TO WASTEWATER TREATMENT AND REUSE IN STEEL FACTORY

ZHANG Sheng¹, MAO Yong-hao¹, CHEN Man-man², FAN Guo-hua³

(1. Hebei University of Engineering, Handan 056038, China; 2. Shanghai Academy of Environmental Sciences, Shanghai 200235, China;
3. China National General Machinery Engineering Corp, Beijing 100050, China)

Abstract: Aiming at raw water quality and requirements of environmental protection, reverse osmosis (RO) technique was adopted for wastewater treatment. In this paper, process flow and main equipment are introduced, the applied experience and effect of wastewater treatment by reverse osmosis technique for steel factory are expounded. Through the observation on the variation of electric conductivity, water yield, operating pressure, the genesis of membrane fouling is analyzed and cleaning program is put forward; issues of operational management for reverse osmosis system are discussed. It is shown that the acid-alkali-acid cleaning program is efficient for controlling RO membrane fouling.

Key words: reverse osmosis; wastewater reuse; membrane fouling; cleaning; operational management

(上接第 31 页)

TREATMENT OF L-LEUCINE WASTEWATER BY THREE DIMENSIONAL ELECTRODE METHOD

CHEN Wu^{1,2}, YANG Chang-zhu¹, MEI Ping², LI Ling-hong³

(1. College of Environmental Science & Engineering, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China;
2. College of Chemical and Environmental Engineering, Yangtze University, Jinzhou 434023, China;
3. Estuary Oil Production Plant, Shengli Oil Field, Dongying 257231, China)

Abstract: Taking simulated L-leucine wastewater as treated object, the factors affecting COD removal by three dimensional electrode (TED) and the optimal operating conditions were studied. The result showed that the factors, such as main electrode space, amount of packed particles, electrolytic time, electrolytic current, and waste water concentration, have salient effect on COD removal of leucine wastewater, and reached to 87.9% ~ 90% by TDE, TDE having a certain feasibility for treatment of leucine wastewater.

Key words: simulated leucine wastewater; three dimensional electrode (TDE); wastewater treatment