

反渗透膜技术处理含镍废水

胡齐福, 吴遵义, 黄德便, 张晶梦

(浙江省玉环县环境保护局, 浙江 玉环 317600)

摘要: 建立 24m³/d 电镀镍漂洗水膜法闭路循环回收系统, 采用两级反渗透 (RO) 膜分离技术对电镀废水浓缩 50 倍以上, 23.6m³/d 透过液回用到电镀生产线作为漂洗用水, 浓缩液再用蒸发器进一步浓缩后直接回到镀槽, 废水处理实现闭路循环。从 2005 年 4 月到 2007 年 4 月, 共运行了 2 年, 整个系统运行良好。通过回用水和回收镍等资源, 产生较显著的经济、社会和环境效益, 实现清洁生产, 基本上实现了电镀含镍废水的零排放。

关键词: 电镀含镍废水; 反渗透膜分离技术; 回用水; 回收镍

中图分类号: X703.1; TQ028.8

文献标识码: A

文章编号: 1000-3770(2007)09-072-03

膜分离技术作为一门高新技术, 因其分离高效、节能、无二次污染、操作方便、占地面积少等优点, 逐渐在电镀废水处理中得到广泛应用^[1-2]。

台州金源铜业有限公司有镀铬镍自动电镀线一条, 主要用于对高档水暖、卫生洁具表面进行装饰性电镀。废水主要来源于电镀生产过程中的镀件漂洗水, 以及翻槽时的浓废液, 废水含有 Cr⁶⁺、Ni²⁺、Zn²⁺ 和 Cu²⁺ 等重金属离子和酸碱废水。废水 pH 5~7, 镍浓度 250~350mg/L

该公司原采用传统的化学沉淀法处理电镀含镍废水, 处理过程中存在碱消耗量大、污泥产生量大和排放废水常超标等问题, 运行成本较高, 企业负担过重。

从节约水资源和保护环境考虑, 2005 年 4 月, 杭州水处理技术开发中心为台州金源铜业有限公司设计和建造了处理量为 24m³/d 的电镀废水处理 and 镍回收系统, 成功采用膜分离方法对电镀镍漂洗废水进行了处理, 并回收利用了水资源和金属镍^[2]。在对含镍废水进行处理的同时, 对废水进行回收利用, 水回用率为 100%, 实现废水零排放, 将废水处理重新回到漂洗工段。企业含铬废水采用焦亚硫酸钠还原处理, 混合废水经中和及混凝沉淀后, 上清液经压力过滤器和活性炭过滤器后流入高位回用水箱, 作为镀前处理车间和电镀流水线前处理回用水, 或作为冲厕和厂区绿化。本文着重介绍膜法镍回收系

统处理回收镀镍漂洗废水, 经过半年多的稳定运行, 表明反渗透膜 (RO) 技术在电镀废水处理、回用方面的应用在技术上和经济上都是可行的。

1 工艺流程

该系统由两部分组成, 即原水预处理部分和反渗透部分。

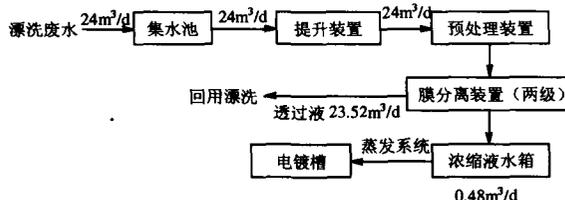


图1 工艺流程

Fig.1 Chart of technological process

1.1 预处理部分

预处理系统由原水池、提升泵、袋式滤器、除油过滤器及保安滤器组成。

废水由原水池经过提升泵进入袋式滤器, 运行压力 0.35~0.38MPa, 滤器内置孔径为 5μm 的 PP 滤袋, 可以去除大部分固体悬浮物、大分子胶体等。然后废水经过除油过滤器, 在 0.31~0.35MPa 运行压力下, 可以吸附废水中的有机物、油脂和残余氯, 也能去除水中的臭味、色度等。最后废水进入保安滤器, 运行压力 0.28~0.32MPa, 保安滤器配有 5μm

修改日期: 2007-05-31

作者简介: 胡齐福 (1982-), 男, 助理工程师, 主要从事环境管理工作

联系电话: 0576-7250599; E-mail: huqifu524@163.com.

的 PP 滤芯, 对预处理起到最后保安作用, 防止管路中微粒进入 RO 泵, 以免损坏 RO 泵和膜组件。所有预处理工序都是为最大限度地防止和延缓污染物在 RO 膜面上的沉积, 防止胶体物质及固体悬浮微粒的堵塞以及有机物、微生物、氧化性物质等对膜的破坏, 以延缓 RO 膜的水解过程, 从而使 RO 系统在良好状态下工作。

1.2 一级 RO 系统

废水经过预处理后, 由一级输送泵送入一级 RO 装置进行连续浓缩。一级浓缩系统的废水处理量为 $1 \text{ m}^3/\text{h}$, 废水镍离子的浓度约为 $320\sim 350 \text{ mg/L}$, pH $5\sim 7$, 还有光亮剂等少量有机物。设计运行压力 1.5 MPa , 膜组件通量 800 L/h 。该系统采用杭州水处理技术研究中心自行生产的 8 英寸聚酰胺抗污染膜元件 4 只, 单支元件的有效膜面积为 32 m^2 , 脱盐率 $\geq 99\%$ 。经过该系统的处理, 废水中 80% 的水分被分离出来, 产水电导率 $\leq 150 \mu\text{S/cm}$, 直接回用到电镀生产作漂洗用水。而绝大部分的金属离子被膜截留在浓缩液中, 进入二级浓缩系统, 浓缩倍数达到 5。

1.3 二级 RO 系统

一级 RO 系统的浓缩液由二级输送泵进入二级 RO 装置进行循环浓缩。二级浓缩系统的废水处理量为 $0.2 \text{ m}^3/\text{h}$, 废水镍离子的浓度约为 $16000\sim 1800 \text{ mg/L}$, pH $5\sim 7$ 。设计运行压力 2.5 MPa , 通量 200 L/h 。该系统采用 4 支进口的 4 英寸聚酰胺复合海水淡化膜元件, 单支元件的有效膜面积为 7 m^2 , 脱盐率 $\geq 99.5\%$ 。经过该系统的处理, 二级浓缩液再浓缩了 10 倍以上, 并送至蒸发系统, 两极 RO 产水均进入 RO 产水箱回用到生产线上, 形成良性的清洁化生产的循环用水系统。浓缩液经蒸发后直接回到电镀槽使用。

2 稳定运行

反渗透膜系统处理后的出水主要回用于镀镍漂洗水, 由于镀镍液的工作温度为 $55\sim 60^\circ\text{C}$, 在电镀过程中有大量水分蒸发, 故在 RO 装置浓液排出的稀镀镍液 (量少时) 可顺利加入镀镍槽中回用。整个系统从 2005 年 4 月运行至今, 系统运行平稳, 各项指标均基本达到设计要求, 系统运行参数见表 1。

废水处理监测结果见表 2。从实际运行结果来看, 膜法镍回收系统的镍回收率达到 99.96% , 水回用率达到 100% , 达到设计要求。本方案对漂洗废水不但对水资源进行了回收, 而且回收了镍资源。经膜系统

表 1 反渗透系统调试时运行参数

RO 系统	产水流量 (L/h)	浓水流量 (L/h)	产水电导率 ($\mu\text{S/cm}$)	运行压力 (MPa)	运行时间 (年-月-日)
一级 RO	800	200	113	1.10	2005-4-10
二级 RO	260	160	207	2.00	2005-4-10
一级 RO	760	190	125	1.20	2006-4-10
二级 RO	235	156	245	2.20	2006-4-10
一级 RO	755	180	131	1.45	2007-4-10
二级 RO	225	150	253	2.45	2007-4-10

表 2 膜系统对镍的去除效果

进水镍浓度 (mg/L)	出水镍浓度 (mg/L)	平均截留率 (%)	测量时间 (年-月-日)
327	0.282	99.91	2005-4-10
338	0.235	99.93	2005-10-13
355	0.243	99.93	2006-4-10
349	0.132	99.96	2007-4-10

浓缩 50 倍后的浓缩液直接回用到电镀槽, 作为生产工艺的补充用水。本方案处理工艺简单, 维护简单, 无二次污染, 较彻底地实现了镀镍废水的零排放。

3 RO 膜的清洗与维护

在正常操作过程中, RO 元件内的膜面会受到无机盐垢、微生物、胶体颗粒和不溶性有机物质的污染, 从而引起膜通量下降, 从而导致设备成本上升, 产品质量下降等一系列问题。尽管本工艺的预处理系统比较完善, 但经过较长时间运行, RO 膜面仍不可避免地出现污染问题, 这是膜分离技术在实际工程中普遍存在的问题。因此, 在实际工程中, 要特别注重对膜的维护—膜污染的控制与清洗。2005 年 10 月份, 膜污染较为严重, 通量下降约 20% , 采用加酸和碱的方法进行化学清洗, 膜通量恢复率基本能达到设计值的 95% 左右。

4 经济效益分析

目前市场上金属镍价格大幅上涨, 在镀镍漂洗废水中含有大量 Ni^{2+} , 如果将这种废水排入混合废水池中用化学法进行治理, 不但会产生大量污泥, 而且将宝贵的资源白白浪费掉。传统的化学法处理有较多的弊端, 污泥量多, 不能有效回收镍及水资源, 且排放水中重金属镍不能稳定达标。而采用反渗透法来治理含镍漂洗废水, 既可回收有价值的硫酸镍和氯化镍, 又可将反渗透的排出水作为镀镍工件的漂洗水回用, 变废为宝, 一举两得。

以年生产日按 300d 计算, 系统运行费用为: 电费 $1.68 \text{ 元}/\text{m}^3$, 人工费 $1.20 \text{ 元}/\text{m}^3$, 药剂费 $2.50 \text{ 元}/\text{m}^3$, 膜

材料更新及设备折旧费(2年计)1.46元/m³,日常维修费用0.70元/m³,合计180.96元/d,年运行费用为9.90万元。

收益状况:回用水24m³/d,回收水价值2.50元/m³,水回收收益60元/d。硫酸镍价值按50元/kg计,漂洗水镍含量按300mg/L计,镍回收收益1714元/d,回用水和回收镍每年产生收益为53.24万元。年净收益为43.34万元。

5 结 论

采用两级RO膜系统对含镍250~350mg/L的

漂洗废水进行处理,对镍的截留率达99.9%以上,经两年多运营考察,系统运行平稳,各项指标基本达到设计要求,经济效益较为明显,年净收益达43.34万元,且出水可达到回用要求。总之该工程在技术上可行,而且还产生了良好的经济效益、社会效益和环境效益,对电镀行业的可持续发展具有重要意义。

参考文献:

- [1] 楼永通,陈益堂,王寿根,等.膜分离技术在电镀镍漂洗水回收中的应用[J].膜科学技术,2002,4:43-47.
- [2] 楼永通,陈玲芳,等.膜分离技术与电镀清洁生产[J].水处理技术,2005,31(3):80-82.

TREATMENT OF ELECTROPLATING WASTEWATER BY REVERSE OSMOSIS (RO) PROCESS

HU Qi-fu, WU Zun-yi, HUANG De-bian, zhang Jing-meng

(Yuhuan County Environmental Protection Bureau, Yuhuan 317600, China)

Abstract: A 24m³/d project for treating nickel electroplating wastewater was established. The two-stage RO membrane process with closed and cyclic system enabled the electroplating wastewater to be concentrated to 50 times original concentration; 23.6 m³/d permeate was reused as the rinsing water in electroplating production; after being further concentrated, the concentrated liquor returned directly to the electroplating tank, thus the wastewater treatment realized closed circulation. From April 2005 to April 2007, whole the system had operated for two years and had better performance. Through the recovery of water, nickel etc. resources, marked economic, social and environmental benefits were achieved to realize clean production and basically realize zero discharge of nickel-electroplating wastewater treatment.

Key words: nickel-electroplating wastewater; RO membrane separation technique; reuse

征订启事

欢迎订阅 2008 年《给水排水》(月刊)

刊源与荣誉:

建设部优秀期刊、中国科学引文数据库(CSCD)核心库期刊、中国期刊方阵期刊、中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)、中国建筑科学类中文核心期刊、中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊、中国期刊全文数据库收录期刊、中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊

刊物背景:

《给水排水》创刊于1964年,是国内创刊最早,发行量最大,内容涵盖最广的水行业综合性权威期刊。《给水排水》由中华人民共和国建设部主管,亚太建设科技信息研究院(建设部科技信息研究所)、中国建筑设计研究院、中国土木工程学会主办,北京市市政工程设计研究总院、上海市市政工程设计研究总院、深圳水务(集团)有限公司、北京城市排水集团有限责任公司、全国给水排水技术信息网协办。

报道内容:

《给水排水》设有城镇给排水,工业给排水,建筑给排水,施工、材料与设备,计算机技术,管网设计与运行,标准规范交流园地等固定栏目和策略研讨,科技信息综述等机动栏目。2007年,《给水排水》跟踪报道了太湖水源地突发性污染供水应急处理、上海曲阳污水处理厂改造工程等热点内容和广州白云国际会议中心、国内多项大型隧道消防工程等重大项目,并邀请有关领导及业内专家撰写了极具前瞻性和引领作用的专稿作为每期首篇文章;2008年,《给水排水》将在原有特色基础上,重点报道新《生活饮用水水质标准》实施后水厂及管网的改造、“节能减排”工程的改造与建设,跟踪报道奥运下沉广场、“上海世博会”、“广州亚运会”等重大项目、特色工程,并继续加大对新技术、新材料、新设备及国家有关技术政策的报道力度。

适读人群:

建筑设计院、市政设计院、工业设计院、自来水公司、排水公司、水务管理部门、科研院所、高校、建筑安装单位、房地产开发企业、设备生产厂家以及相关单位的工程技术人员、运行管理人员、研究人员。

发行与邮购

《给水排水》为月刊,大16开本,每月10日出版,国内外公开发行。国内邮发代号:2-757,国外发行代号:M4425。每册定价:9.00元,全年定价:108.00元。全国各地邮局均可订阅,错过邮局订阅的读者,可直接在编辑部订阅。

联系方式:

地址:北京市西外车公庄大街19号;邮编:100044;电话:(010)68302904/68302907;传真:(010)68305036;E-mail:gsps@vip.163.com;网址:www.wwe1964.com