

电镀废水处理工艺改造的探索与实践

邓雅丽¹ 徐聪²

1. 武汉华咨同惠科技有限公司, 中国·湖北 武汉 430000

2. 江西明森环保科技有限公司, 中国·江西 南昌 330000

摘要: 电镀工业产生的电镀废水是典型的环境污染源之一, 其废水含有重金属等有害物质, 对环境造成不良影响。论文针对电镀废水处理工艺进行了改造探索与实践, 因区域水环境容量有限, 禁止重金属废水排放要求, 对现有污水处理设施进行升级改造, 新增反渗透处理系统+MVR 蒸发器, 实现电镀废水零排放。在实践中, 结合实际情况进行了工艺参数的优化, 并对处理效果进行了验证。结果表明, 改造后的处理工艺有效减少污染物排放, 实现资源的循环利用, 达到了环境保护的要求, 具有较好的应用前景。

关键词: 电镀废水; 处理工艺; 改造方案; 零排放; 实践验证

Exploration and Practice of the Transformation of Electroplating Wastewater Treatment Process

Yali Deng¹ Cong Xu²

1. Wuhan Huazi Tonghui Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

2. Jiangxi Mingsen Environmental Protection Technology Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract: Electroplating wastewater generated by the electroplating industry is one of the typical sources of environmental pollution, which contains harmful substances such as heavy metals and has adverse effects on the environment. The paper explores and practices the transformation of electroplating wastewater treatment processes. Due to the limited capacity of the regional water environment and the requirement to prohibit the discharge of heavy metal wastewater, the existing sewage treatment facilities have been upgraded and transformed, with the addition of a reverse osmosis treatment system and MVR evaporator to achieve zero discharge of electroplating wastewater. In the practical process, the process parameters were optimized based on the actual situation, and the treatment effect was verified. The results show that the renovated treatment process effectively reduces pollutant emissions, achieves resource recycling, meets environmental protection requirements, and has good application prospects.

Keywords: electroplating wastewater; processing technology; renovation plan; zero emissions; practical verification

1 引言

随着工业化进程的加快, 电镀工业作为重要的表面处理行业, 其废水排放问题日益引起人们的关注。电镀废水中含有大量的重金属和有机物等有害物质, 严重威胁着水环境和人类健康。因此, 对电镀废水处理工艺进行改造和优化, 成为当前环保领域的一项紧迫任务。本研究旨在探索电镀废水处理工艺的改造方案, 并通过实践验证其有效性, 以期为解决电镀废水污染问题提供理论支持和实践指导。

2 电镀废水处理工艺改造的探索与实践的意义

在当今工业化社会, 电镀工业作为一项重要的表面处理技术, 被广泛应用于汽车制造、电子产品生产以及装饰工艺等领域。然而, 随着电镀工业的迅速发展, 其废水排放问题也日益突显, 引起了人们的高度关注。电镀废水零排放可有效减少污染物排放, 提高废水处理效果, 实现资源的循环利用, 是解决电镀行业环境污染问题的理想选择^[1]。

2.1 可以减少废水对水环境的污染

电镀废水中含大量的重金属, 而重金属具有毒性大、易积累、难降解的特点。重金属进入水环境后, 经过水生植物的吸收与固定进入食物链, 对生态系统各组分产生影响。要想减轻电镀污水对水体环境的损害, 就必须对其进行高效的处理, 借助化学沉降、生物处置、反渗透等高端技术, 对污水实施综合整治, 能高效去除其中的有毒物质和重金属元素, 从而显著减轻水污染, 保护水体健康。这样做不仅有助于保护水源, 维系生态平衡, 还能提高水质标准, 促进水体环境的可持续发展, 因此强化电镀污水的处理, 主动实施措施减少废水排放, 是守护水体资源、保持生态环境稳定的重要行动。

2.2 可以高效处理废水同时提高资源利用效率

在传统废水处理工艺基础上增加反渗透处理系统+MVR 蒸发器, 能够高效地去除废水中的污染物, 同时处理后的废水再利用, 可以用于再生水的制备、工艺水的回用

等方面,实现了资源的循环利用。同时,对污水处理的处理工艺进行精心设计,引入节能减排的设备与环保材料,从而在处理过程中减少能耗和化学用品的使用,这样不仅降低了处理的费用,也减轻了对环境的负担^[2]。

2.3 可以促进电镀工业的持续发展

在当今社会环保问题日益凸显的背景下,各行各业都在积极寻找节约资源、保护环境的可持续发展之路。随着技术的不断进步,电镀废水零排放已成为可能。改进电镀废水的处理方法,探索电镀废水零排放,为电镀行业的持续成长提供新活力,借助先进废水处理技术及精细工艺的创新策略,能够针对性缓解电镀废水排放问题带来的环境负担,助力产业朝着绿色环保发展升级。这种改变不仅能满足政府和公众的环保要求,还让这些企业变得增强了企业的竞争优势和正面的企业形象,市场空间更为扩大,提升电镀废水处理技术,不仅促进电镀技术改进,有利于其稳定进步。

3 电镀废水的处理方法

3.1 对当前电镀废水处理工艺的现状进行概述

在中国,针对电镀废水的净化手段,普遍采用的包括化学反应、离子互换和电解技术等几种路径。

3.1.1 化学法

针对电镀行业产生的废水,采用添加特定化学物质的化学处理技术,借助一系列化学变化,转变废水中有害物质的固有属性,实现将这些物质从废水中彻底移除,确保处理后的排放物满足国家的严格环保标准。针对电镀废水的治理,广泛采用的化学手段包括氧化还原、酸碱中和、絮凝沉降等单一技术,亦可通过将这些技术巧妙搭配,形成综合处理方案。由于投资门槛较低、启动迅速、技术门槛不高,化学处理方式至今仍被全球范围内广泛采纳,并被视作具有潜力的发展方向。化学方法的限制在于,它需要持续处理工业化学品,过程中往往会产生沉淀物,形成污泥,这些污泥处理后难以再次利用,而处理后的水往往也存在再利用难题,同时,这种处理方式通常需要较大的空间。

3.1.2 离子交换法

采用离子交换树脂对含有正负离子的废水进行选择置换,以此达到净化废水的效果。几乎所有类型的无机有害离子都可以采用这种方法进行处理。采用离子交换技术对物质进行加工,可以有效地回收有价值的化学成分,这样处理过的水,既可以作为电镀工艺的液体原料,也可以作为清洁用途的水源。如果不考虑再生洗脱液的作用,离子交换法同样是处理电镀废水的常规手段之一。借助于研制出的既高效又耐用的离子交换树脂,以及处理设备向小型化和自动化方向的进步,这种技术正持续地进化着。离子交换法也有其不足之处:一次性投入较高,通常需要较广的土地,技术熟练度要求较高,处理后的废水内物质浓度不应过高,同时要解决再生的洗涤液处理问题。

3.1.3 电解法

借助电流,通过在阴阳两极激发电化学作用,让废水中有害成分经历化学破解、氧化还原过程,并最终沉淀去除。在治理含有氰化物、铬、镉、铜等成分的电镀废弃液方面取得了实际应用。采用电解手段能带来稳定且可信赖的效果,其操作便捷、管理轻松,具备一系列显著的优点。但电解法在处理含有铬的工业废水及含镉工业废水过程中,会形成大量的污泥副产品。目前,利用隔膜电解技术对废弃的浓电解液进行重复利用和治理,这在海外有着广泛的应用,尤其在处理铬酸废水方面更显其重要性。

3.1.4 蒸发浓缩法

通过对电镀废水的热量处理,在常压或降低压力的条件下使其溶剂水分蒸发,实现了废水的浓度提升。浓缩后的液体得以循环利用,返回到电镀容器;而蒸发掉的水分,通过冷却凝结,能够化作洗涤之用或补充至回收池中。在适宜的操作下,可以达成废液的完全净化处理。采用蒸发浓缩法,就得准备相应的蒸发设备、分离装置和冷凝系统。实施此方法需要配备相应的设备和宽敞的空间,同时还要付出大量的热能消耗。利用减压蒸发的技术,能够减少热能的消耗,不过得消耗一些电能。

3.1.5 反渗透法

采用反渗透技术对废水进行处理,仅需施加较高压力,让水分子通过特殊设计的半透膜,而溶质则被有效截留,实现废水的浓缩,这一技术投入成本相对较低,空间占用不显著,且操纵简便,有助于回收废水中价值物料,进而达到废水的近似“零排放”。反渗透技术正逐渐被用于电镀废水的治理。但是,维护成本略显昂贵,如果操作失误,可能会导致膜组件发生堵塞问题。

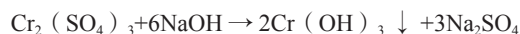
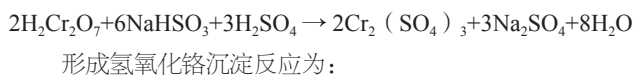
3.2 已有的电镀污水处理工艺和方式的利弊分析

某企业电镀废水主要包括含铬废水、含镍废水及综合废水,公司现有污水处理工艺流程简述如下。

3.2.1 含铬废水

含有铬的废水流入专门的收集池后,通过提升设备送往调节池,随后借助泵送,废水被运至还原池以降低六价铬的氧化状态。这一过程涉及添加亚硫酸氢钠,将有害的六价铬转变为相对无害的三价铬。转化完毕的废水须经过 pH 值调整以优化处理效果,随后经过混凝和沉淀步骤,最终汇入用于调节的综合性废水池。

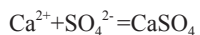
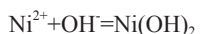
其还原反应为:



3.2.2 含镍废水

含有镍的废水流入专门收集含镍废水的池子,随后通过提升泵转移到含镍的调节池。在此,借助泵将废水送入 pH 值调节池以调整其酸碱度,废水经过混凝沉淀处理后,

最终汇入处理过的综合废水调节池。针对含镍废水，通过添加氢氧化钠和聚丙烯酰胺这两种化学物质进行混合反应，实现重金属和硫酸根的沉淀去除，从而达到净化处理的目的。



3.2.3 综合废水

综合废水在综合废水调节池混合后用泵泵入反应池。在反应池中投加石灰，后加碱调节废水的 pH 在沉淀适合的范围，使各种重金属离子生成氢氧化物沉淀。并在反应池中投加混凝剂和絮凝剂，协助捕捉重金属沉淀，并去除水中的有机物质。反应后废水进入沉淀池，利用沉淀进行固液分离，将新生成的固体不溶物从水中分离出来（见表 1）。

表 1 电镀废水水质

类别	六价铬	总铬	镍	铜	锌
进水水质 (mg/L)	50~70	90~150	30~60	30~60	30~60
出水水质标准 (mg/L)	0.2	1.0	0.5	0.5	1.5

现有企业废水虽能达到 GB21900—2008《电镀污染物排放标准》标准，由于区域水环境容量有限，区域禁止排放重金属废水。

4 改造方案设计

为进一步减少电镀废水对环境的影响，公司拟对现有污水处理设施进行升级改造，新增反渗透处理系统+MVR 蒸发器，实现废水零排放（见图 1）。

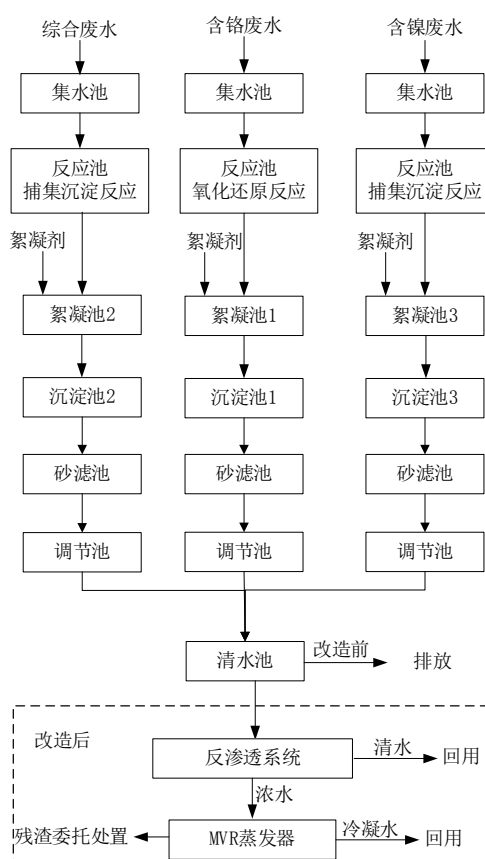


图 1 电镀废水处理工艺改造流程

企业产生的电镀废水经含铬废水处理单元、含镍废水处理单元和综合废水处理单元处理后统一进入清水池^[1]，进一步经反渗透处理后满足 HB5472—91《金属镀覆和化学覆盖工艺用水水质规范》C 类标准回用到除电镀槽配液用水外的其他工艺槽用水和水洗环节（见图 2）。

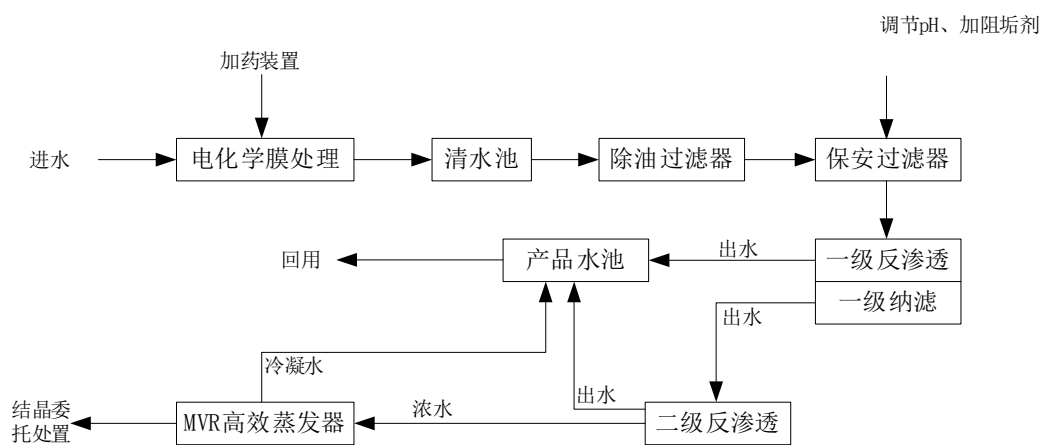


图 2 反渗透处理系统工艺流程

为避免膜系统堵塞现象,在反渗透处理之前对废水进行预处理,根据进入该系统的废水水质特点,该回用水处理工艺预处理采用电化学膜处理装置,过滤部分以陶瓷膜为主要过滤核心,该工艺可有效的去除和降低水中的浊度、悬浮物、重金属、COD等,抗污染能力强,为膜脱盐设备提供良好的预处理,延长膜的使用寿命,减少清洗或更换频率,降低运行成本^[4-5]。预处理后采用“反渗透和纳滤组合膜系统”脱盐处理工艺,最终产水实现回用,少量浓水经MVR装置蒸发处理,冷凝水实现回用,结晶作为危废委托资质单位处理。

5 结语

改进工艺不仅能够减少废水的排放,还能够提高废水处理效果,实现资源的循环利用。相信在不久的将来,电镀

废水零排放技术将会得到更广泛的应用,为电镀行业的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献:

- [1] 彭丽花,董佳.电镀废水处理工艺改造的探索与实践[J].电镀与精饰,2020,42(4):4.
- [2] 董佳,彭丽花.某工业园区电镀废水处理工艺改造的实验与探索[J].环境保护科学,2018,44(4):61-64.
- [3] 罗方.用于电镀废水处理的正渗透膜制备与集成过程研究[D].杭州:浙江大学,2018.
- [4] 刘德桦.反渗透技术在水处理中的应用研究[J].山西化工,2023,43(10):125-126+153.
- [5] 刘亮,刘杰灵,吴秋波,等.电镀废水零排处理及其意义的探讨[J].新型工业化,2022,12(5):211-214+229.