

# Research on the Common Techniques for the Treatment of Electroplating Heavy Metal Wastewater

Jian Liu

Shenzhen Lvtong Environmental Protection Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518172, China

## Abstract

Under the background of modern economic development, the level of industrialization is improving day by day, and promoting the efficient development of electroplating industry. However, in electroplating production, electroplating pre-treatment, electroplating treatment, post-treatment and other links often produce a large amount of wastewater, which contains a large number of heavy metal substances, once discharged into the nature, will seriously pollute the ecological environment, and even bring great carcinogenic threat to the human body. Based on this, we need to optimize the application of electroplating wastewater treatment methods, such as physical technology, biotechnology, chemical technology, nanotechnology, etc., to improve the effect of wastewater treatment, and realize the green and sustainable development of electroplating industry. This paper mainly analyzes the commonly used technologies for the treatment of electroplating heavy metal wastewater, so as to further improve the treatment effect of electroplating heavy metal wastewater, reduce environmental pollution, and increase economic benefits, and realize the harmonious coexistence between man and nature.

## Keywords

electroplating heavy metal; wastewater treatment; common technology

## 电镀重金属废水治理的常用技术研究

柳键

深圳市绿通环保技术有限公司, 中国·广东·深圳 518172

## 摘要

在现代化经济发展背景下, 工业化水平日益提升, 同时推动了电镀行业的高效发展。但是在电镀生产中, 电镀前处理、电镀处理、电镀后处理等环节往往会产生大量的废水, 其中含有大量的重金属物质, 一旦排放到自然界中, 会严重污染生态环境, 甚至对人体带来极大的致癌威胁。基于此, 我们需要对电镀废水的处理方法, 如物理技术、生物技术、化学技术、纳米技术等优化应用, 提升废水处理效果, 实现电镀行业的绿色化、可持续发展。论文主要对电镀重金属废水治理的常用技术进行分析, 从而进一步提升电镀重金属废水治理效果, 减少环境污染, 并增加经济效益, 实现人与自然的和谐相处。

## 关键词

电镀重金属; 废水治理; 常用技术

## 1 引言

在电镀生产中往往会产生大量的重金属废水, 严重威胁生态环境和人体健康。而且电镀废水中的重金属物质成分较为复杂, 包含铬、铜、锌等重金属物质, 这些物质的毒性、致癌性较强。因此, 需要加大对电镀重金属废水的治理力度, 创新治理技术应用, 实现无害化、资源化处理, 减少废水排放量, 实现电镀行业的绿色健康发展, 实现资源回收利用, 真正发展清洁生产工艺、循环经济。

## 2 电镀重金属废水的危害性

一般情况下, 电镀废水包含镀件清洗水、电镀废液、设

备清洁水、冷凝水、渗漏水等。在镀件清洗过程中, 需要利用酸、碱、表面活性剂等清洗镀件上的油污、锈斑, 所以镀件清洗水中包含大量的酸碱、油类物质等; 在电镀过程中, 需要利用电解反应在镀件上镀一层金属膜, 并对其反复洗涤, 导致废水中重金属物质含量较大; 后处理过程中, 要对电镀件着色、封闭, 致使废水中含有大量的有机物、络酸根成分等物质<sup>[1]</sup>。电镀重金属废水的危害性较大, 会严重污染生态环境, 且对人体具有严重的致癌、畸变威胁, 且影响呼吸、神经等系统的正常运行。且一旦排放到自然界中, 会危害水生动物的生存环境, 且降低自然水体自净能力, 致使农业减产。

## 3 电镀重金属废水治理技术

### 3.1 物理处理技术

①反渗透法, 即通过反涂膜的选择透过性, 对废水中

【作者简介】柳键(1987-), 男, 中国湖南湘乡人, 本科, 助理工程师, 从事电镀废水治理的常用技术研究。

的重金属物质进行物理渗透。在具体处理中,要向膜一侧施压,这样可以确保废水中的水分能够穿过反渗透膜,从而强化渗透效果,对废水中的重金属进行分离和回收。该方法的应用,能够对废水中的重金属进行高效清除<sup>[2]</sup>。

②蒸发浓缩法,该方法应用中,需要对废水加热,使其温度升高,把液态水分子向气态形态转化,从而实现重金属物质的有效分离,并对其进行回收利用。该方法可以与化学、生物技术进行结合应用,如常压蒸发器与逆流漂洗系统进行融合。该方法方便操作,但是费用较高,能耗大,不能广泛推广。

③膜分离技术,在技术应用中,要合理选择膜,实现废水中重金属的有效性分离,并对其进行提纯、回收。在该技术应用中,要对应用场景、处理类型进行优化选择,避免引起膜污染、损坏,防止影响废水处理效果。该技术不会产生二次污染,且处理效果好,但是膜组件寿命较短,容易堵塞和污染,需要重复性反冲洗、药洗,会增加治理成本。

### 3.2 化学治理技术

在化学治理技术应用中,需要通过化学反应对重金属物质的价态进行转变,从而对废水中的重金属物质进行有效性清除。

①化学沉淀法,包含中和沉法和硫化物沉淀法。在该技术应用中,需要向废水中持续投入化学试剂,使其发生化学反应,改变重金属元素价态,如把六价铬转化为三价铬,降低重金属物质毒性,并对沉淀物的形态进行回收。常见的化学沉淀技术包含酸化-氧化破络反应、氢氧化物和硫化物共沉淀的方式能够对电镀废水进行高效治理。还可以在废水中添加碱,以便对废水中的氢氧化物发生中和反应,生成沉淀物,对其进行分离。该技术应用中,需要消耗大量的药剂,且产生大量沉淀物,很有可能引起二次污染。

②离子交换法,该技术应用中,需要利用离子交换树脂与重金属离子发生交换反应,以便对重金属物质进行分离。在具体操作中,交换剂中的离子能够与重金属离子进行交换,从而去除废水中的重金属离子。其中常用的离子交换树脂包含阳离子交换树脂、阴离子交换树脂、螯合树脂等。当交换树脂饱和后需要对其脱附再生,重复使用,从而控制治理费用。该方法方便操作,且残渣较为稳定,不会产生二次污染,但是离子交换剂具有较强的选择性,成本较高,消耗量大,成本较高,设备占用空间大,且一旦重金属浓度过高,交换树脂容易饱和,因此仅适合在低浓度废水中治理中进行使用<sup>[3]</sup>。

③吸附法,该技术应用中,需要通过专业吸附剂、化合键等方式,对废水中的重金属物质进行清除。其中,常见的化学吸附剂包含高锰酸钾球、壳聚糖、硅藻土、腐殖酸等,这些物质都可以与重金属离子发生反应,形成螯合物,从而对其进行有效清除。随着科学技术的发展,煤渣、废弃聚乙烯等低价吸附材料被研发和利用,可以对电镀废水中的铜、锌离

子等重金属元素进行分离。此外,改性 PAN 纤维的治理效果较好,再生利用率较高;高吸水性树脂可以对  $\text{Cu}^{2+}$  进行吸附;此外,还可以利用膨润土吸附清除废水中的  $\text{Ni}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$ 。

④化学还原法,该方法应用中,需要利用特定的化学试剂,与废水中的重金属元素产生氧化还原反应,并改变重金属离子价态,转化为毒性较低的物质,从而对其进行分离去除。例如,可以在废水中投入  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NaHSO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{FeSO}_4$  或铁粉等还原剂,以便对废水中的  $\text{Cr}^{6+}$  产生化学反应产生  $\text{Cr}^{3+}$ ,然后在废水中投入石灰乳、 $\text{NaOH}$  等,对  $\text{Cr}^{3+}$  进行氧化,产生  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,对其进行沉淀清除。当前,常用的还原剂包含亚硫酸盐、硫酸氢钠、硫酸亚铁等。该方法方便操作,原理简单,但是出水水质不理想,不能进行回收利用,容易引起二次污染,部分养护剂的费用较高,处理成本较大。

⑤电解法,该技术主要在高浓度、单一电镀废水的预处理中进行使用,且适应性强,成本低,在电镀废水处理中发挥了重要作用。在该方法应用中,要利用工业铁屑为原料,使用微电池的腐蚀原理产生的电化学反应、物理反应等,对重金属价态进行转化,形成毒性较低且方便絮凝沉降的金属价态。在实际应用中,可以通过高压脉冲电絮凝法,通过铝碳、铁碳等对废水中的  $\text{Cu}$ 、 $\text{Ni}$  进行微电解,从而提升反应速度,提高去除率,提升废水治理效果。

⑥多硫化钙处理法,该技术主要针对电镀废水中的铜、镍等重金属元素进行有效处理,在电镀废水处理中发挥了重要作用。此外,多硫化钙的还原能力较强,方便操作,还原性强,价价差较大;该物质的碱性较低,呈现弱酸性,不需要再次进行酸碱中和反应,节省人力投入;成本较低。但是市场上难以找到成品,从而在溶液中残留负二价的硫离子。

⑦螯合治理技术。该技术应用中,可以把重金属元素转化为高分子螯合盐,从而强化废水治理效果。

⑧溶剂萃取分离,这是一种分离和净化方法,能通过溶液之间的充分接触,实现连续性操作,强化对重金属离子的分离效果。在具体操作中,要使用选择性较强的萃取剂,使其与重金属阳离子、阴离子价态发生络合反应,在酸性条件下可以在废水中萃取有机相,在碱性条件下可以萃取到水相,以便对溶剂进行回收利用,减少治理成本。所以在对该技术进行应用时,需要对水相酸度进行合理控制。该方法方便操作,但是溶剂流失率大,在再生过程中会消耗大量能源,应用局限性较大。

⑨铁氧体法,该技术应用中,需要在含  $\text{Cr}$  的废水中投入大量的  $\text{FeSO}_4$ ,使  $\text{Cr}^{6+}$  还原成  $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$  氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ ,同时对废水的  $\text{pH}$  值进行调节,以便对废水中的铁离子和络离子产生氢氧化物,使其沉淀。在该操作过程中,需要持续通入空气,并持续性搅拌,确保氢氧化物的持续性反应,产生铬铁氧体。该技术包含间歇式和连续式方式,方便对固液进行分离,且对电镀混合废水的清除效果较高。方便操作,成

本较低,不会出现二次污染,但是能耗较高,处理后的盐度较高,不能对络合物废水进行有效处理。

### 3.3 生物治理技术

在生物治理技术应用中,包含以下方式:生物絮凝技术,即通过微生物代谢物,对重金属进行沉淀清除,可以代替化学药剂的使用,减少二次污染;生物吸附法,通过微生物细胞自身的吸附能力,对废水中的重金属元素进行剥离和清除;植物修复技术,即通过植物根系的富集、吸收、转移能力,对重金属物质进行处理。该方法的处理速度慢,成本低,不会造成二次污染,需要与其他技术配合利用,从而提升处理效率<sup>[4]</sup>。

### 3.4 光催化氧化技术

该技术应用中,需要用氧化亚铁、氧化锌等催化剂,在紫外线的作用下进行催化,对废水中的重金属价态进行改变,转变为危害物质,从而提升重金属物质去除效率。但是该方法的治理费用较高,会引起二次污染,操作流程较为复杂,会影响其质量效果。

### 3.5 新型治理技术

①纳米技术,涉及纳米过滤技术、纳米光催化技术、纳米吸附技术。纳米过滤技术的节能性较强,且对离子的选择性高,不会产生二次污染;纳米TiO<sub>2</sub>光催化技术,能够在常温常压环境下,充分发挥氧化、还原特性,且进行充分反应,无污染。纳米材料的结构大小达到纳米级,且具有较强的吸附、交换能力,在重金属离子去除过程中发挥重要作用。

②基因工程,该技术应用中,能够对重金属离子进行生物富集,在未来研发中,需要培育耐毒性较高的菌种,并重组菌对重金属离子的富集容量,强化对重金属离子的选择性。

## 4 电镀重金属废水治理技术未来发展趋势

在可持续发展理念下,人们越来越关注循环经济和清洁生产技术的应用。尤其是在电镀重金属废水治理技术应用

中,从原来的末端治理逐渐向清洁生产工艺、物质循环利用等综合防治方向进行应用<sup>[5]</sup>。在电镀重金属废水治理中,要强化源头治理,从源头上减少重金属污染物的排放量,同时提高电镀物质、资源的转化率,有效提升循环使用率,实现全过程控制,优化综合治理,真正实现废水零排放。以往的废水处理技术较为落后,且费用较高,操作流程较为繁杂,设备结构复杂,维护难度较高,容易对生态环境造成二次污染。因此,在未来发展中需要对基因工程、分子生物学技术、纳米技术进行优化应用,培育耐毒性较高的菌种,保障生物技术优势的充分发挥。同时,要引进植物修复技术,美化环境,提升经济效益。由于电镀废水中的重金属类型较多,存在形态复杂,需要引进综合一体化的处理技术,进一步提升重金属废水处理效果。

## 5 结语

综上所述,为了实现电镀行业的可持续发展,需要对电镀重金属废水进行优化处理,结合废水浓度选择合适的治理技术,如物理技术、化学技术、生物技术等,对基因工程、纳米技术等新兴技术进行优化应用,进一步提升电镀重金属废水治理效果,强化环境保护,促进电镀企业的健康长远发展,实现经济发展与环境保护的协调性。

### 参考文献

- [1] 刘艳,孙兰梅,张源,等.电镀行业重金属废水治理技术现状及展望[C]//第九届重金属污染防治技术及风险评价研讨会论文集,2019.
- [2] 冯彬,张利民.电镀重金属废水治理技术现状与展望[C]//全国镀膜与表面精饰低碳技术论坛论文集,2011.
- [3] 董艳萍,王立晖.电镀重金属废水处理技术[C]//中国水污染治理技术装备论文集(第十六期),2011.
- [4] 牛俊.电镀重金属废水治理技术[C]//中国水污染治理技术装备论文集(第十六期),2011.
- [5] 电镀重金属废水治理技术现状与展望[C]//2009重金属污染监测、风险评价及修复技术高级研讨会论文集,2009.