

铝合金阳极氧化染色工艺中有机染料废水处理之化学氧化法

朱黎平

江门中远海运铝业有限公司 广东江门

【摘要】铝材是有色金属中使用量最大，应用面最广的金属材料，铝及铝合金制品，因为其优越的性能，使得在我们日常生活中应用相当广泛，为了增加表面有耐磨、耐腐蚀、美观性，我们会对铝及其合金，进行铝表面阳极氧化处理。使得铝制品获得色彩缤纷的外观，满足现代社会人们的审美需求，更有效发挥产品的功能和使用效果。但是在染色工艺中，会产生有颜色的废水。本文主要针对在废水处理过程中，有机染料（有颜色），如何快速低成本处理，进行研究，从而达到合格排放的过程。

【关键词】铝合金阳极氧化；有机染料；化学氧化；次氯酸钠

In the anodizing dyeing process of aluminum alloy Chemical oxidation method for organic dye wastewater treatment

Liping Zhu

Jiangmen COSCO Shipping Aluminum Co., Ltd., Jiangmen, Guangdong

【Abstract】 Aluminum is the most widely used and widely used metal material in non-ferrous metals. Aluminum and aluminum alloy products are widely used in our daily life because of their superior performance. For corrosion resistance and aesthetics, we will anodize the aluminum surface and its alloys. It makes the aluminum products have a colorful appearance, meets the aesthetic needs of people in modern society, and more effectively exerts the functions and use effects of the products. But in the dyeing process, colored wastewater is produced. This paper mainly focuses on how to treat organic dyes (colored) quickly and at low cost in the process of wastewater treatment, so as to achieve the process of qualified discharge.

【Keywords】 Anodizing of aluminum alloy; Organic dyes; Chemical oxidation; Sodium hypochlorite

前言

在国家环保政策越来越严格的前提条件下，每

个公司在生产过程中产生废气废水都需要经过严格的规范处理，达到国家排放标准才能排放，见表 1。

表 1 珠三角地区排放限值要求《电镀水污染物排放标准》（DB44/1597-2015）

| 项目 | COD _{cr} | SS | NH ₃ -N | TN | 总磷 | PH |
|------|-------------------|--------|--------------------|--------|--------|-----|
| 单位 | (mg/L) | (mg/L) | (mg/L) | (mg/L) | (mg/L) | 无量纲 |
| 上限数值 | 80 | 30 | 15 | 20 | 1 | 6-9 |

铝是一个两性金属，在酸性和碱性介质中都会发生化学反应，其合金也是不稳定的，除了在少数介质中会发生全面腐蚀，它还会发生点腐蚀、电偶腐蚀、缝隙腐蚀、晶间腐蚀、丝状腐蚀和层状腐蚀等。为了克服以上缺点，提高防护性、装饰性和功

能性，阳极氧化是最常用的保护手段。铝阳极氧化是一种电解过程，铝或者铝合金在电解液（有限度的硫酸、草酸、铬酸、磷酸，硫酸加有机酸，平常主要是用硫酸）中的表面会转化为一层多孔的氧化膜，这层膜具有防护性、装饰性、功能性。

作者简介：朱黎平（1983-），男，汉族，江西南康，本科，初级助理工程师，研究方向：与铝合金表面处理相关的技术研究。

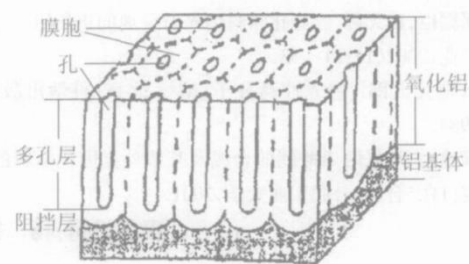


图1 阳极氧化膜结构图

多孔型阳极氧化膜的厚度在几微米到几十微米之间，氧化膜的孔径约为 $0.01\sim 0.03\mu\text{m}$ ，孔隙数约为 10^{10} 个/ cm^2 。氧化膜具有很强的吸附性。在为了提高装饰性方面，会在在阳极氧化后，进行着色工艺。着色方法很多种，有自然着色、电解着色、有机涂层着色、复合着色和吸附着色。利用氧化膜的吸附性，在铝合金表面阳极氧化染色工艺的生产中，就经常使用吸附着色的方法，由此可以使铝表面染上各种颜色，提高表面的装饰性，形成色彩缤纷的铝世界。本文主要介绍的就是利用氧化膜的特性，应用有机染料被吸附后，使铝材表面产生各种颜色，在此生产工艺中，由此产生会产生有颜色的废水，并具有水量大、色度高、组份复杂的废水，水质变动范围大等特点。

有机染料是有机化合物中有一种可以产生颜色的基团—发色团。这些基团都是些不饱和的基团，比如： $>\text{C}=\text{C}<$ 、 $>\text{C}=\text{O}$ 、 $>\text{S}=\text{O}$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{CH}=\text{N}-$ 、 $-\text{N}=\text{N}-$ 、 $-\text{N}=\text{O}-$ 等、这些发色基团连接在有特殊结构的碳氢化合物上（如芳烃类），一起组成化合物的发色体。

染料废水色度深、COD 浓度和有机污染物含量高、成分复杂、重金属和生物毒性大难生物降解，染料抗光解、抗氧化性强，且含有多种具有生物毒性或导致“三致”（致癌、致畸、致突变）性能的有机物，对环境污染的危害非常大。其主要危害如下：

（1）染料废水中色度对环境的污染：废水中的染料能吸收光线，降低水体的透明度，大量消耗水中的氧，造成水体缺氧，影响水生生物和微生物生长，破坏水体自净，同时易造成视觉上的污染。

（2）染料废水中毒性对环境的污染：染料是有机芳香族化合物苯环上的氢被卤素、硝基、胺基取代以后生成的芳香族卤化物、芳香族硝基化合物、芳香族胺类化合物、联苯等多苯环取代化合物，生

物毒性都较大，有的还是“三致”物质。

（3）染料废水中重金属对环境的污染：染料中存在的重金属，废水中的铬、铅、汞、砷、锌等重金属盐类无法生物降解，他们在自然环境中能长期存在，并且会通过食物链不断传递，在人体内积累。

（3）染料废水中有机物含量高，成分复杂，有害物质含量高，排放后使水体富营养化。如果染料废水处理不好后排放，将会对日益紧张的饮用水源造成极大的威胁。因此对废水的处理，不但可减轻或避免环境污染，保护人们身体健康，还可以回收利用处理后的水，节约水资源。

1 在染色废水处理中，普遍存在问题

1.1 处理染色废水，需要资金投入

1.2 重视程度不够，在对色度解决了之后，未考虑其他排放物的标准

1.3 处理技术不过关，缺少检测设备

为了解决有机染料对环境的污染，人们采用了不同的方法与技术对染料废水进行了各种处理途径的尝试，其主要目的为：

①分离去除富集发色物质；

②破坏发色物质，以达到脱色和降解有机物的目的。在对染料废水处理的方法中，有物理吸附法、化学（化学还原）处理法和生物（通过后期加大处理流程，投入厌氧与好氧池进行）处理法。但是从成本上来讲，物理吸附和絮凝法，都是会加大投入成本（场地和处理药剂损耗都是比较大）。使用化学氧化法，染料废水处理中常用的化学方法有絮凝沉淀法、化学氧化法、电化学法及光化学氧化法等。氯化学氧化法是目前印染废水脱色较为成熟的方法，利用各种氧化剂将染料分子中发色基团的不饱和键断开，形成分子质量较小的有机物或无机物，从而使染料失去发色能力，常用的氧化剂有臭氧、氯氧化剂化学氧化法是借助氧化作用破坏染料的共轭体系或发色基团是印染脱色处理的方法，是染料废水脱色降解的主要方法之一；聚合氯化铝，聚丙烯酰胺，氯酸钠等氧化剂，具有极强的破坏能力，能够迅速与废水中的有机物反应，从降低 COD；含氯的强氧化剂，无机高分子化合物与废水中的氨氮产生反应，从而达到清除废水中氨氮的目的。其能够较大幅度降解废水中的氨氮浓度，同时在反应过程中利用其特性使废水中的有机污染物无机化，有效的降

低有机污染物的含量。既可单独使用，也可以与常用的无机、有机絮凝剂或助凝剂配合使用。本文介绍的主要就是用氯化法，通过实验如何快速低成本脱色，去除 COD、去除氨氮，再通过絮凝后续处理达到达标排放。经过实践验证，达到了良好效果。

2 实验材料

①84 消毒液。（含氯量 5%）

②一级次氯酸钠水。（含氯量 12%）

③二级次氯酸钠水。（含氯量 10%）

④漂白粉。（氢氧化钙、氯化钙，次氯酸钙的混合物，其主要成分是次氯酸钙 $[Ca(ClO)_2]$ ，有效氯含量为 30%-38%）

⑤脱色剂和活性炭。

⑥染料混合废水。（生产集中调节池废水）

⑦黑色染料废水。

⑧过废水处理系统后的带颜色废水

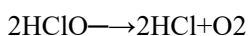
⑨絮凝剂（聚合氯化铝、聚丙烯酰胺）

3 实验原理

有机染料分子中一般都存在发色基团，例如偶氮基-N=N-、羰基>C=O、醌式结构等，加入次氯酸钠能将分子结构中不饱和键断开，使染料分子氧化分解，生成分子量较小的有机酸、醛类等物质，从而失去颜色。

漂白原理是如下：

$ClO^- + H_2O \rightleftharpoons HClO + OH^-$ ，是次氯酸根水解，生成次氯酸，次氯酸分解生成初态氧，初态氧有很强的氧化性。强氧化性的氧化会与有机染料反应。这种反应是不可逆的，从而达到降低色度问题，达到漂白作用。



4 实验过程

取用了不同处理流程的黑色染料废水，进行不同添加处理药水，对比处理效果。

①黑色染料废水（1000ml）

②染料混合废水（1000ml）

③过废水处理系统后的带颜色废水

（1）利用①，通过添加不通处理药剂，看结果，见表 2。

（2）利用①、②、③类不同处理过程的废水，同时添加二级次氯酸钠水，见表 3。

通过以上三种废水，在对脱色这块，使用直接在染色废水里面添加加入二级次氯酸钠，按 5% 的浓度去添加。都可以得到有效的效果。但是直接预先在染色废水这一阶段去处理从最佳成本的。

5 染色废水处理流程

染色废水处理流程见图 1。

脱色后的废水，由氢氧化钠调节水体的 PH，继而与聚合氯化铝、聚丙烯酰胺絮凝的双重作用下让水体中的油污分离出来，然后机撇除浮油浮渣后，清液自流进入初沉淀。水体进入初沉淀（原有）后将再次与絮凝剂接触，水体中的悬浮物将被药剂溶解后产生的絮体吸附，继而由于存在与水体比重的差异，絮体将逐渐形成沉降，经压缩沉淀后，絮体将在烧杯底形成紧致的物化污泥层，最终结束水体初步的固液分离。完成固液分离的水体将进行过滤，然后对数据经行检测，见表 4。

经过脱色，及按照工艺流程操作之后，在检测数据如下表 5。达到排放标准。

表 2

| 处理药水 \ 停留时间 | 10 分钟 | 1 小时 | 2 小时 | 4 小时 |
|-----------------|---------|---------|--------|---------------|
| 84 消毒液（5ml） | 轻微变色 | 轻微变色 | 轻微变色 | 轻微变色 |
| 一级次氯酸钠水（5ml） | 脱色为红色 | 脱色为红黄色 | 脱色为红黄色 | 脱色为浅黄色 |
| 二级次氯酸钠水（5ml） | 脱色为红色 | 脱色为浅红色 | 脱色为红黄色 | 脱色为浅黄色 |
| 漂白粉（5g） | 轻微变色，浑浊 | 轻微变色，浑浊 | 轻微变色 | 轻微变色，浑浊，无多大变化 |
| 脱色剂和活性炭（5ml/适量） | 未脱色 | 未脱色 | 轻微脱色 | 色度还较高 |

表 3

| 处理废水 \ 停留时间 | 10 分钟 | 1 小时 | 2 小时 | 4 小时 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|
| 黑色染料废水（1000ml） | 脱色为红色 | 脱色为浅红色 | 脱色为红黄色 | 脱色为浅黄色 |
| 染料混合废水（1000ml） | 脱色为红色 | 脱色为浅红色 | 脱色为红黄色 | 脱色为浅黄色 |
| 过废水处理系统后的带颜色废水 | 脱色为浅红色 | 脱色为浅黄色 | 脱色为浅黄色 | 脱色为浅黄色 |

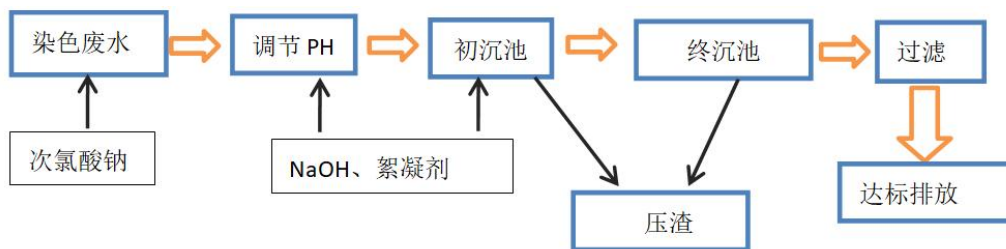


图 1 工艺流程图

表 4 原水检测数值

| 项目 | COD _{cr} | TN | 颜色 | PH |
|----|-------------------|--------|-----|-----|
| 单位 | (mg/L) | (mg/L) | 无量纲 | 无量纲 |
| 数值 | 114.4 | 81.46 | 偏红 | 5.5 |

表 5 处理后水检测数值

| 项目 | COD _{cr} | TN | 颜色 | PH |
|----|-------------------|--------|-----|------|
| 单位 | (mg/L) | (mg/L) | 无量纲 | 无量纲 |
| 数值 | 18.06 | 5.908 | 无色 | 8.36 |

6 结论:

(1) 二级次氯酸钠水 (含氯量 10%), 可以处理废水, 并且经济实惠。

(2) 处理流程: 染色废水 → 二级次氯酸钠水 (含氯量 10%) (降低色度) → 调整 PH 值 → 添加絮凝剂 → 沉淀 → 过滤 (设备可以采用砂滤) → 达到合格排放。

综上所述, 在解决染色废水方面, 可以采用成本最低的流程和化学氧化法解决。

参考文献

[1] 吴锡坤. 铝型材加工实用技术手册[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2006.6.
 [2] 徐捷, 兰为军. 铝和铝合金的阳极氧化与染色[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.4.
 [3] 朱祖芳. 铝合金氧化工艺技术应用手册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2007.5.
 [4] 戴友芝, 肖利平. 废水处理工程[M]. 北京: 化学工业出版

社, 2017.7.

[5] 肖进新, 赵振国. 表面活性剂应用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2018.1.
 [6] 迈克尔, B. 史密斯 (Michael B. Smith). 李艳梅, 黄志平译. March 高等有机化学-反应、机理与结构. 北京: 化学工业出版社, 2018.3.

收稿日期: 2022 年 8 月 20 日
 出刊日期: 2022 年 9 月 30 日
 引用本文: 朱黎平, 铝合金阳极氧化染色工艺中有机染料废水处理之化学氧化法[J]. 化学与化工研究, 2022, 2(2): 31-34
 DOI: 10.12208/j.jccr.20220014

检索信息: 中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。 <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

