

文章编号: 1001-3849 (2010) 02-0021-03

# 铝型材阳极氧化后镍盐电解着色缺陷分析

蒋 伟, 徐 军, 翟 军, 赵玉军

(中国铝业山东分公司, 山东 淄博 255051)

**摘要:** 铝型材在现代建筑装饰业中应用甚广。通过阳极氧化和电解着色处理, 铝型材表面可获得多种颜色的美丽外观, 具有极强的装饰性能。重点分析了建筑铝型材在镍盐电解着色方面存在的缺陷, 如表面暗纹色斑、着色色差与着不上色及型材端头发白等现象, 总结了这些缺陷的解决方法。

**关键词:** 铝型材; 镍盐; 电解着色; 阳极氧化

**中图分类号:** TG174 451

**文献标识码:** B

## Analyses of Defects of Nickel Salt Electrolytic Coloring for Aluminum Profiles after Anodic Oxidation

JIANG Wei, XU Jun, ZHAI Jun, ZHAO Yu-jun

(Aluminum Corporation of China Limited, Shandong Branch, Zibo 255051, China)

**Abstract:** Aluminum profile is widely used in modern construction and decoration industry. By anodic oxidation and electrolytic coloring, aluminum profiles can be endowed with beautiful appearances with excellent decoration function. This paper is focused on the limitations of nickel salt coloring technology for aluminum profiles, such as surface stains, unstable color, no-coloring, blanching of profile ends, etc. Furthermore, the countermeasures are summarized.

**Keywords:** aluminum profile; nickel salt; electrolytic coloring; anodic oxidation

### 引 言

电解着色法能够提高铝型材产品的装饰性能, 可自由地获得各种色调, 在铝型材表面处理领域应用广泛。铝型材电解着色法主要有镍盐着色法、锡盐着色法以及镍锡混盐着色法等。

镍盐着色法是在一定的电流电压下, 使镍离子在氧化膜微孔内的阻挡层表面上进行电化学还原反应, 沉积在氧化膜孔的底部, 使铝材表面呈现出颜色的一种着色方法。它沉积速度缓慢、着色稳定, 尤其在进行浅色调着色上具有极大的优势, 能够实现自

动化生产, 且可以进行镍回收、节约成本。目前, 镍盐着色法应用已经极为广泛。

但是, 镍盐着色工艺中易出现暗纹、着不上色、端头发白等弊病。本文对生产中经常遇到的问题与解决办法进行了分析。

### 1 表面暗纹及花斑

#### 1.1 预处理过程产生的暗纹花斑

1)  $Al^{3+}$  的影响 生产过程中, 碱蚀液中溶解的铝离子会越来越多。当  $\rho(Al^{3+})$  超过 80 g/L 时, 碱蚀液粘度增大, 产生大量的絮状物沉淀, 难以流动和

收稿日期: 2009-08-25 修回日期: 2009-09-21

作者简介: 蒋伟 (1982-), 男, 山东泰安人, 中国铝业山东分公司工程师。

进行清洗,从而产生碱流痕。

碱蚀水洗后,型材进入中和槽进行出光处理。由于大部分厂家的中和槽液是用氧化槽废  $\text{H}_2\text{SO}_4$  液调配,因此含有大量的  $\text{Al}^{3+}$ 。此时,型材表面若有大量的碱带入酸槽中,与高浓度的  $\text{Al}^{3+}$  形成的铝氢氧化物粘状物粘附在表面,若不能及时被酸溶掉,就会留下零星的花斑,并导致暗纹现象出现。

针对该缺陷,解决办法如下:

a 添加剂的加入,能有效防止槽液中  $\text{Al}^{3+}$  产生沉淀和结块,延长槽液使用寿命。在槽液调配过程中,必须加入适量的添加剂,一般  $m$  (添加剂)  
 $m$  (NaOH)在 1.2~1.6范围。

b 中和槽的酸液中,尽量减少  $\text{Al}^{3+}$  的积累。

c 增大中和槽中硫酸的浓度,加强其中和碱的能力。

2)漂洗时间的影响 碱蚀后,型材从碱蚀槽转移到水洗槽过程中,如果在空气中停留时间过长,那么局部表面碱液浓缩会继续加深腐蚀或者干燥结壳,在表面留下液体流动状的舌形斑块或轮廓线。一般,大界面的铝型材较易产生该现象,如 2001、074及 W1038等型号的铝型材。

解决办法:碱蚀后的三道水洗时间及空气中控水时间,要进行严格控制。一般 漂洗 控制在 3~5s, 控水 在 3~5s。

3)温度的影响 若碱蚀槽温度太低,如  $\theta < 40$ ,则反应速度太慢,氢气对表面的冲刷作用不够,不易脱去型材表面残留的污物,从而形成暗纹。碱蚀后,从高温环境向低温环境过渡的过程中,型材表面温度骤降,容易使铝离子迅速凝结在型材表面,难以清洗掉,也会产生暗纹。解决办法:

a 要保证  $\theta_{\text{碱蚀槽}}$  控制在 45~55,碱蚀槽中除装有加热管外,还应装有水冷却管,使温度能够得到有效控制。

b 碱蚀后的第一道  $\theta_{\text{水洗}}$  应保持在 (35  $\pm$  2),使型材表面温度在水洗的过程中,温度呈梯度变化,防止铝型材表面因温度突然骤降而造成成凝固结晶现象。

## 1.2 氧化过程产生的暗纹花斑

1)  $\text{Al}^{3+}$  的影响 氧化槽液中  $\text{Al}^{3+}$  含量太高,会使部分  $\text{Al}^{3+}$  附着在氧化膜孔内,在水洗的过程中,水解生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,从而造成花斑现象。因此,必须严格控制氧化槽中  $\text{Al}^{3+}$  的含量,当  $\rho(\text{Al}^{3+})$  超出 15 g/L后,需要对槽液进行调整。

a 及时清理槽液,重新加硫酸调配,使  $\rho(\text{Al}^{3+})$  控制在 10 g/L以内。

b 安装回收酸及除铝离子装置,定期开启。

2)温度的影响 氧化过程中,氧化膜的生成是放热反应,溶液的温度会不断地升高,容易造成氧化电压偏高、电击伤及着色品有色斑等缺点,氧化过程中膜的溶解会加快,氧化膜耐磨性、耐蚀性降低;温度过低,氧化膜层透明度降低,着色性能差,脆性增强,易开裂。 $\theta_{\text{槽液}}$  应保持在 (19  $\pm$  1)。

为此,阳极氧化槽应建立冷却循环系统,及时散热,在确保型材与导电杆接触良好的前提下,槽液  $q$  应控制在 50~80  $\text{m}^3/\text{h}$  较理想<sup>[1]</sup>。

3)水洗的影响 铝型材经氧化处理后,膜孔活性非常高,对其它物质有很强的吸附性。如果水洗时间太长,则会使其吸附性降低,从而导致铝型材不容易着色;水洗时间短,会导致氧化槽液水洗不充分,在相同的着色条件下颜色深,容易产生色斑与着色不均现象。解决办法:

a 严格控制三道水洗的水洗时间,第一道水洗 漂洗 为 25~45s, 控水 为 30s;第二道水洗 漂洗 为 45~60s, 控水 为 20s;第三道 漂洗 为 25~45s, 控水 为 10s。

b 为保证型材表面清洗干净,三次水洗的水质为纯水, $\sigma$  小于 0.2 ms/m,第一道水洗的 pH 为 1.0  $\pm$  0.1;第二道水洗的 pH 为 1.8  $\pm$  0.2;第三道水洗的 pH 为 3.0  $\pm$  0.5。

c 加大第 3道水洗的水流循环量。

## 1.3 着色过程产生的暗纹花斑

1)杂质离子的影响 镍盐着色对槽液中的杂质离子比较敏感,尤其是  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$  及  $\text{Cl}^-$  等。这些离子质量浓度一旦超标,将会造成着色型材表面产生暗纹。因此,对这些杂质离子要严格控制。一般, $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$  质量浓度总和控制在 0.02 mg/L内, $\rho(\text{Al}^{3+})$  不超过 0.2 mg/L, $\rho(\text{Cl}^-)$  不超过 0.1 mg/L。保证槽液管理的稳定性至关重要。

针对该缺陷,解决办法为:镍盐着色槽必须配备再生精制装置, $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$  质量浓度超出指标后,必须开启精制装置,利用阳离子交换器降低离子质量浓度; $\rho(\text{Cl}^-)$  超标时,需开启阴离子交换器降低其质量浓度。当精制装置不起作用时,要及时对交换器树脂进行再生。

如果条件许可的话,精制装置可以 24h连续开启。实践发现,大约电解 80~100t铝型材,就必须进行一次树脂再生工作。

2)槽液循环管路压力的影响 欧高峰<sup>[1]</sup>对着色槽液循环管路压力的大小对着色的影响做了试验,将  $p_{\text{循环}}$  控制在 0.1~0.4MPa,可以避免产生暗纹花斑。

## 2 着色色差及不上色现象

1)氧化后水洗的影响 氧化后没有清洗干净膜孔中残存的硫酸,导致颜色不稳定、上色困难。

解决办法:严格控制氧化后三道水洗的水洗时间;保证三道水洗的水质及 pH;加大第 3道水洗的水流循环量。

另外,水洗完后,型材在空气中停留的时间不能过长,要将其马上放进着色槽着色。如未能马上进入着色槽,应浸泡在洁净的纯水中,避免被空气中的氢氧化。

2)着色槽液 pH的影响 稳定剂的主要成分为硼酸和有机酸,它对着色液有缓冲作用。槽液 pH低,着色速度慢,如  $\text{pH} < 2.5$  时,氢离子几乎完全取代镍离子还原析出,而使型材不能着色;槽液 pH高,着色深,但由于界面 pH升高,会有绿色的氢氧化镍沉淀析出<sup>[2]</sup>。实践证明,着色液 pH在 4.0~4.2最好。

解决办法:当槽液 pH过低时,要及时开启精制设备,利用阴离子交换器提高 pH;当槽液 pH过高时,要加入稳定剂调整。

3)着色温度的影响 着色过程中金属离子主要依靠扩散进入孔隙内部,温度是影响扩散速率的主要因素,在着色时间和着色电压一定时,随着着色温度的升高色调明显加深。 $\theta_{\text{着色}}$  低于 20,上色速率慢,均匀性差; $\theta_{\text{着色}}$  高于 30,着色液易水解,溶液稳定性差。为了色泽均匀。着色液的最佳  $\theta_{\text{着色}}$  为 22~25。着色槽中既要安装加热管,也要安装水冷却管,使温度能够得到有效控制。

4)其它因素的影响 影响镍盐着色色差的因素还有很多,如轧制基材质量、型材装卡质量、表面碱蚀程度、氧化电压、电流密度及氧化膜厚度等。因此,要严格控制好各道工序操作方式及规范。还应注意以下几点:

a 轧制工艺、风冷速度及时效温度的不同会影响基材组织的均匀性,铁可能部分以  $\beta\text{-AlFeSi}$  的相存在,使氧化膜的透明度下降,造成着色后颜色浑浊。因此,必须保证铝型材内在成分和组织均匀。

b 型材装卡时,每挂料上同种型号,间距保持均匀,且大于型材宽度,防止型材出现阴阳面;每槽

着色的面积尽量一致。

c 碱蚀过程中,尽量保持前后两挂型材的一致性,根据碱液浓度、 $\rho(\text{Al}^{3+})$  及温度等,对碱蚀时间适时作出调整。

d 氧化过程中,氧化电压低,生成的氧化膜孔径小、孔数多;电压高,生成的氧化膜孔径大、孔数少。如果氧化电压变化太大,则会使孔径变化较大,从而着色时出现色差。因此,尽量保持氧化电压前后一致,使氧化膜孔径相近。

另外,氧化膜膜厚对着色色差也有很大影响,膜厚增加,颜色变浅;膜较薄,则颜色变深。

e 镍盐电解着色过程中,着色时间会根据实际情况有所调整。这主要与生产的型材种类有关,一般,大平面型材比形状复杂型材着色时间略长。

## 3 型材端头发白现象

1)型材装卡质量的影响 在装卡的过程中,如果导电梁与导电杆之间、导电杆与型材之间有杂物,紧固不好,或者型材装卡的位置不当,在氧化的过程中,会造成电击现象或端头屏蔽效应,着色后端头发白。

解决办法:导电梁与导电杆之间、导电杆与型材之间,必须用钢丝刷打磨干净、无杂物,然后紧固良好;型材装卡位置距端头不超过 30mm;中和后,氧化前,必须将型材与导电杆紧固。

2)氧化过程的影响 氧化过程中,电流密度过高,会造成型材发热,尤其在端头,容易引起电击,肉眼难以分辨,着色后,会出现型材端头发白现象。

解决办法为:尽量采用低电流密度或低电压氧化。一般控制在  $J_a$  为  $100 \sim 120 \text{ A/m}^2$ ,  $U$  为 14~16 V。

## 4 结 语

镍盐电解着色法优点比较突出,只有在实际生产中,严格控制各工序操作和工艺规范,维护好槽液,才能获得颜色均一稳定的优质铝型材外观。

## 参考文献

- [1] 欧高峰. 铝型材单镍盐着色技术色斑研究 [J]. 铝加工, 2003, 5: 22-24
- [2] 肖鑫, 钟萍. 铝型材仿不锈钢色电解着色工艺研究 [J]. 腐蚀与防护, 2005, 26 (4): 165-166