

# 浅谈氙灯老化试验对电镀测试件的影响

朱晓晶 李 飞 杨冬冬 戴 娟

中汽研汽车零部件检验中心(宁波)有限公司 浙江 宁波 315104

**摘要:** 氙灯老化试验是模拟自然环境中的光老化过程的一种加速试验方法,广泛应用于电镀行业的材料筛选、工艺优化和产品质量控制。本文概述了氙灯老化试验对电镀测试件可能产生的影响,包括颜色变化、光泽度下降、物理性能变化和附着力下降等方面,并分析了影响因素,如试验条件、电镀层厚度与成分、基材材质与表面处理等。最后,本文讨论了氙灯老化试验在电镀行业中的应用,包括材料筛选与评估、工艺优化和产品质量控制等方面。

**关键词:** 氙灯老化试验; 电镀测试件; 影响因素

## 1 氙灯老化试验简介

### 1.1 试验原理

氙灯老化试验是一种模拟自然环境中紫外光和可见光辐射对材料影响的老化测试方法。在老化试验中,电镀层与基材的附着力逐渐削弱,脆弱的微观结构暴露在外。这类实验经常被用来评定材料在如户外或高温高湿这样的恶劣条件下的耐气候、耐光和抗老化能力。氙灯作为一种绿色环保光源,具有寿命长、光效高、安全性能高等特点,被广泛应用于各个领域,如航空航天行业以及汽车制造业等等。氙灯老化实验是通过让材料暴露在高压氙气放电灯发出的光照下,来模拟太阳光中的UV和可见光对材料的影响。由于紫外辐射强度高而且持续时间长,所以氙灯老化试验箱需要具备很好的抗冲击性能,以满足不同类型试样的冲击要求。氙灯的光谱特性与太阳光非常接近,这使得它能够很好地模拟材料在实际应用中受到的光照老化效应<sup>[1]</sup>。氙弧灯所发射的光谱经滤镜过滤后可模拟最接近日光的紫外波段;紫外荧光灯老化强度最大,能最快得出实验结果<sup>[2]</sup>。

### 1.2 试验设备

氙灯的老化测试设备主要涵盖了氙灯老化试验箱、氙灯以及控制系统等部分。其主要目的在于检测材料是否达到设计要求的性能水平以及使用寿命。氙灯老化试验箱是一个密封的实验环境,通过不同的氙灯内外过滤管的组合,可以模拟不同条件下的太阳光,如室外、室内,而且可以通过改变灯的辐照量、温度、热周期、湿

度、凝露、喷淋等参数,模拟不同的使用环境<sup>[1,4]</sup>。

### 1.3 试验标准与要求

氙灯的老化测试通常都是基于国际或国家的标准<sup>[5]</sup>,例如ISO 16252和ASTM G155等标准。在氙灯老化试验箱内,精确控制着各项参数,仿佛创造了一个微观宇宙。这套标准明确了进行试验所需的各种条件,这包括氙灯的种类、光线的强度、温度和湿度等因素,以及在试验中如何放置材料样本和如何评估测试结果的方法。

## 2 电镀测试件的材料与结构

### 2.1 基材选择

作为电镀测试件的主要支撑材料,基材的选择对测试件整体的耐用性和性能表现起着至关重要的作用。在实施老化试验时,严格按照标准要求进行操作,确保氙灯类型符合规范,光照、温湿度等参数精准控制。基材通常需要拥有出色的机械特性、稳定的化学属性和适当的表面属性,这样才能顺利地接受电镀层。其他常见的基材还包括塑料和陶瓷材料。常见的基础材料有:各种金属,例如钢、不锈钢和铝,这些材料都拥有出色的强度和抗腐蚀特性。

塑料种类包括聚碳酸酯(PC)、聚氨酯(PU)和聚乙烯(PE)等,这些材料都具有轻便和抗冲击的特性。玻璃:适用于那些需要高度透明的电镀部件。陶瓷材料以其高度的硬度和出色的耐磨性而著称<sup>[4]</sup>。

### 2.2 电镀层材料

电镀层的材料选择是基于测试样品的实际应用需求和其性能标准来决定的。电镀层的多样性使得在特定应用领域能够更好地满足需求。电镀层既可以由单一的金属或合金构成,也有可能是由复合材料制成的。电镀层还可以选择一些特殊材料,如导电聚合物和陶瓷涂层。常见的电镀层材料有:贵金属如金(Au)、银(Ag)、铂(Pt)等,这些材料都具有很好的导电性和耐腐蚀性。

**作者简介:** 朱晓晶(1994.08),女,汉族,浙江兰溪人,本科,助理工程师,现就职于:中汽研汽车零部件检验中心(宁波)有限公司,职务:检测工程师,主要从事:汽车内外饰氙灯老化测试、盐雾循环测试、环境老化测试、纺织品性能以及材料涂镀层检测等方向。  
邮箱: zhuxiaojing@catarc.ac.cn

在实际应用中,除了考虑导电性和耐腐蚀性外,机械性能和成本效益也至关重要。一些常见的金属元素,例如铜(Cu)、镍(Ni)、铬(Cr)和锌(Zn),都展现出了出色的机械特性和经济效益。硬质的镀层材料,例如硬铬(Cr)和陶瓷涂层,都是为了增强材料的硬度和耐磨特性。新型的导电涂层不仅具有良好的导电性能,还融合了防腐技术,为电镀工艺带来了全新的可能性。具有特定功能需求的功能性涂层包括但不限于导电涂层和防静电涂层。

### 2.3 测试件结构设计

电镀层的材料选择是基于测试样品的实际应用需求和其性能标准来决定的。电镀层的多样性使得在特定应用领域能够更好地满足需求。在设计过程中,我们必须考虑以下几个方面:形状,并根据实际使用需求来设计测试件的形状,以便于后续的加工和安装工作。电镀层还可以选择一些特殊材料,如导电聚合物和陶瓷涂层。尺寸方面:要确保测试样品的尺寸符合实验的标准和规定。在测试件结构设计中,孔洞和凸起的位置需精心安排,以免影响电镀层的均匀性。在电镀过程中,对边缘进行平滑处理有助于减少缺陷的出现。在设计过程中,应当充分考虑到测试件上的孔洞和凸起对电镀层品质的潜在影响。电镀槽中,测试件的固定方式至关重要。在电镀槽中,测试件的固定方法应确保镀层均匀且操作简便。

## 3 氙灯老化试验对电镀测试件的影响

### 3.1 颜色变化

在氙灯的老化测试中,紫外线和可见光的暴露可能会引起电镀层颜色的改变,可能会出现褪色或色差的情况。材料选择也至关重要,必须考虑到其导电性和化学稳定性,以确保测试件在电镀过程中的稳定性和可靠性。这种现象的出现是由于光线可以激活电镀层中的电子元素,从而改变色素分子的结构,进而对其颜色产生影响。这种化学反应的影响不仅仅局限于颜色的改变,更深层次地,有机涂层中的化学键断裂可能导致其性能下降,表面质量受损,从而影响材料的稳定性和使用寿命。对于特定的电镀层,例如有机涂层,光线的照射可能会导致化学键断裂,从而进一步改变其外观的颜色。

### 3.2 光泽度下降

如果长时间暴露在光线下,电镀层可能会失去其原有的光泽,导致哑光或其质地发生变化。电镀层受紫外线和可见光的影响,色素分子结构发生变化,导致褪色和色差。这种现象是由于光线照射导致的微观结构的改变,例如产生裂纹、气泡等缺陷,以及电镀层中微观不平整性的增加,这些因素共同影响了光的反射和折射特性。

### 3.3 物理性能变化

氙灯的老化测试可能会使电镀层出现细微的裂痕或起泡现象,从而对其物理特性产生不良影响。电镀层经过长时间的光照,微观结构发生变化,裂纹、起泡等缺陷形成。由于光照导致的温度波动和材料内部应力分布的改变,电镀层有可能发生变形和破裂,这进一步会对其机械强度和韧性产生不良影响。

### 3.4 附着力下降

当进行老化实验时,电镀层与其基材之间的黏附性可能会减弱,这有可能导致分层脱落或剥离的情况发生。在老化试验中,电镀层的微小裂纹逐渐扩展,光照引起的温度波动使得应力在材料内部游走。在实验过程中,光线的强度与环境的温度和湿度有着紧密的联系。在实验中,我们观察到随着光照强度的增加,电镀层的微观结构发生了明显变化。这一现象是由光线引发的材料内部应力变化、微观结构缺陷的增多和化学性质的改变共同作用的结果,这些因素共同影响了电镀层与基材之间的结合力。

## 4 影响因素分析

### 4.1 试验条件

氙灯的老化测试结果在很大程度上会受到实验环境的制约。电镀层表面微观结构的变化,与光照引起的应力增加密不可分。在电镀的过程中,加入适当的合金元素,例如锌和镍,可以显著增强电镀层的耐候性。另外,随着光照强度增大,镀液内产生更多的自由基,这些都将加速镀层老化速率。随着光照强度的上升,紫外线辐射的强度也随之增加,这可能会对材料带来更为严重的伤害。因此,研究不同环境下的老化试验方法具有重要意义。在进行老化实验时,我们不能忽视温度和湿度这两个关键因素。其中温度对于材料的影响最为明显。随温度逐渐升高,材料的老化过程会变得更加迅速,湿度的不稳定可能导致材料吸湿或产生冷凝水,这些因素都可能对材料的老化进程和速度带来不利影响。

### 4.2 电镀层厚度与成分

电镀层的厚度以及其成分构成是决定其抗老化性能的核心要素。因此,为了更好地研究氙灯老化机理,本文通过不同的光照处理方法,分析了氙灯辐照时间对其表面镀层性能及耐紫外老化性能的影响规律。当镀覆材料中存在特定数量的杂质元素时,它的物理和机械特性会显著下降。因此,在电镀层的制备过程中,控制好其厚度和杂质含量至关重要。在大多数情况下,电镀层的厚度越大,其抵抗光线老化的能力也就越强。电镀层的成分及其比例关系着导电性的好坏,一旦含有合适的抗

紫外线添加剂,其耐候性将得到显著提升。另外,电镀层的组成成分在某种程度上也影响了它的导电特性。在实际应用中,人们常常追求电镀层不仅具备良好的导电性能,更要在面对各种恶劣环境时能够展现出卓越的耐候性。此外,电镀层内的各种元素也可能对其耐候性造成影响,例如,加入了抗紫外线添加剂的电镀层可能会展现出更优秀的抗老化性能。

#### 4.3 基材材质与表面处理

电镀层的厚度以及其成分构成是决定其抗老化性能的核心要素。电镀层的厚度对于抗老化至关重要,然而,在镀覆材料中引入杂质元素可能引起意想不到的影响。当镀覆材料中存在特定数量的杂质元素时,它的物理和机械特性会显著下降。因此,在电镀层的制备过程中,控制好其厚度和杂质含量至关重要。在大多数情况下,电镀层的厚度越大,其抵抗光线老化的能力也就越强。电镀层的成分及其比例关系着导电性的好坏,一旦含有合适的抗紫外线添加剂,其耐候性将得到显著提升。另外,电镀层的组成成分在某种程度上也影响了它的导电特性。在实际应用中,人们常常追求电镀层不仅具备良好的导电性能,更要在面对各种恶劣环境时能够展现出卓越的耐候性。

### 5 氙灯老化试验在电镀行业中的应用

#### 5.1 材料筛选与评估

氙灯的老化测试在电镀产业中被广泛用于材料的筛选和评价。在优化电镀工艺的同时,还需关注材料选择与环境因素。通过这一实验,我们能够评估各种电镀材料和基材在耐光老化方面的性能,进而挑选出最符合特定应用场景的材料。经过氙灯老化试验的严格筛选,企业能够更早确定最佳电镀配方和工艺。这一技术手段有助于企业在材料开发的早期阶段就锁定最合适的电镀配方和工艺流程,从而降低后续产品面临的质量风险。

#### 5.2 工艺优化

氙灯的老化测试是确保产品质量的关键环节。由于电镀产品具有特殊的表面结构和物理性能,使得电镀产

品在使用过程中容易受到各种环境因素影响而发生老化现象,严重时甚至会出现失效情况。通过对电镀制品的老化测试,我们能够确保这些产品在离开工厂之前满足耐光老化的标准规定。通过对老化试验结果分析,可以得出产品的耐光色牢度、色差及表面粗糙度等指标是否达到标准的相关规定。如果检测到产品老化性能未达到规定标准,可以迅速调整生产工艺参数或实施适当的处理方案,以确保产品质量的高标准。

#### 5.3 产品质量控制

氙灯的老化测试是确保产品质量的关键环节。由于电镀产品具有特殊的表面结构和物理性能,使得电镀产品在使用过程中容易受到各种环境因素影响而发生老化现象,严重时甚至会出现失效情况。通过对电镀制品的老化测试,我们能够确保这些产品在离开工厂之前满足耐光老化的标准规定。通过对老化试验结果分析,可以得出产品的耐光色牢度、色差及表面粗糙度等指标是否达到标准的相关规定。如果检测到产品老化性能未达到规定标准,可以迅速调整生产工艺参数或实施适当的处理方案,以确保产品质量的高标准。

#### 参考文献

- [1]白颖,李建伟,BAIYing,等.PVC异型材的耐候性试验方法[J].新型建筑材料,2008(2):3.DOI:10.3969/j.issn.1001-702X.2008.02.020.
- [2]谭红香,段星春.高分子材料人工加速光老化[J].材料导报,2013,27(S2):245-247.
- [3]闫永生,杨旭东,丁辛,等.PVC涂层膜材料老化研究进展[J].合成材料老化与应用,2012,41(2):11.DOI:10.3969/j.issn.1671-5381.2012.02.010.
- [4]高炜斌,韩世民,杨明娇,等.光氧老化对聚碳酸酯结构和性能的影响[J].高分子材料科学与工程,2008,24(10):5.DOI:10.3321/j.issn:1000-7555.2008.10.018.
- [5]高祥,周彦宇.氙灯老化试验箱整机控制的功能系统设计[J].合成材料老化与应用,2019,48(06):109-113.DOI:10.16584/j.cnki.issn1671-5381.2019.06.029.