

# 氙弧灯和荧光紫外灯对面漆漆膜破坏性的比较

韩新正

(中国铁道科学研究院标准计量研究所, 北京 100081)

**摘要:** 依据 2 项国家标准, 分别采用氙弧灯和荧光紫外灯对不同颜色面漆漆膜的破坏性开展试验研究。试验结果显示, 2 种光源对面漆漆膜破坏性的区别主要表现在失光、色差和粉化方面。从成膜物质和试验条件方面分析试验结果的形成原因, 比较 2 种光源对漆膜破坏的等效性。

**关键词:** 面漆漆膜; 氙弧灯; 荧光紫外灯; 破坏性; 性能试验

中图分类号: TQ630.72 文献标识码: B 文章编号: 1006-9178 (2013) 12-0038-03

**Abstract:** According to two national standards, destructive test is carried out to research the damage of different color surface paint film by xenon arc lamp and fluorescent UV lamps respectively. The test results show, the difference of destructive effects by the 2 kinds of light source is mainly manifested in the loss of gloss, color aberration and powdering. Cause analysis of the test results is done from the aspects of film forming material and test conditions. The author also compares the equivalence of the 2 kinds of light on film damage.

**Keywords:** Surface Paint Film; Xenon Arc Lamp; Fluorescent Ultraviolet Lamp; Destructive; Performance Test

## 1 概述

涂料分为底漆、腻子、中间漆和面漆, 广泛应用于混凝土建筑、机车车辆、大型钢铁结构等物体表面。涂料经过施工后在物体表面形成涂膜, 对物体起保护底材、装饰等作用。涂料的质量取决于其各项物理性能指标, 表现为其使用寿命, 即涂料对大气的耐久性。涂料的耐久性代表其使用价值, 因此, 对涂料进行耐候性试验可以验证涂料的质量。

面漆漆膜的老化是指在各种气候类型区域里, 日光、风、雪、雨、露水、温度、湿度、化工气体等各种大气因素对漆膜的破坏作用。通过检查试板漆膜的老化情况, 可以判断漆膜的耐久性。漆膜的耐久性试验方法主要有天然曝晒和人工加速老化 2 种。采用天然曝晒试验, 一是受气候条件、地理位置和季节变化等因素影响比较严重, 二是需要的时间比较长。因此, 一般采用人工加速老化试验模拟天然曝晒, 对漆膜进行耐久性试验。大量的漆膜天然曝晒试验结果表明, 影响漆膜耐久性的因素主要是光、温度、雨和露水。人工加速老化试验基于天然曝晒试验总结的规律, 在试验室内模拟相应气候

因素并给与一定的加速性, 以克服天然曝晒试验需要时间过长的不足。

目前, 我国对漆膜的耐久性试验主要依据 GB/T 1865—2009《色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射暴露 滤过的氙弧辐射》和 GB/T 14522—2008《机械工业产品用塑料、涂料、橡胶材料人工气候加速试验方法 荧光紫外灯》。这 2 项标准均采用人工加速的方法, 模拟天然气候中的光、温度、雨和露水对漆膜的破坏作用, 但这 2 项标准的关注点不尽相同。GB/T 1865—2009 采用滤过的氙弧灯光源, 光谱能量分布比较接近太阳光, 包含紫外线(UV)、可见光和红外线(IR), 光谱在 295~800 nm, 同时模拟天然气候中的温度和雨淋条件, 模拟性好, 但加速性较慢。GB/T 14522—2008 采用荧光紫外灯管光源, 主要产生紫外线能量, 光谱在 290~400 nm, 由于短波紫外线是造成户外材料老化的最主要因素, 再同时模拟天然气候中的温度和露水条件, 其加速性非常好。荧光紫外线灯管通常分为 3 种, UVA-340 灯管模拟阳光中的紫外线部分, 主要用于户外产品的光老化试验; UVA-351 灯管模拟穿过玻璃阳光的紫外线部分, 主要用于室内产品的光老化试验; UVB-313 灯管的紫外光能量更强, 会加速材料的老化, 具有快速、省时的特

收稿日期: 2013-10-11

作者简介: 韩新正, 助理研究员

点, 广泛应用于漆膜的耐久性测试。为了找出上述 2 种试验方法在人工加速老化方面的关系, 进行了氙弧灯和荧光紫外灯对面漆漆膜破坏性的比较试验。

## 2 试验方法提要

试验采用过滤的氙弧灯和 UVB-313 灯管作为试验光源, 在相同的气候条件下, 同时分别对不同颜色的面漆漆膜进行照射。在规定的时间内测量相关数据, 进行数据比较, 分析总结 2 种试验方法的关系。

## 3 涂料选择和漆膜样板制备

涂料组成中受环境因素影响的主要是面漆, 因为涂料的光老化现象首先从面漆开始。目前铁路机车车辆等钢结构经常使用的面漆为聚氨酯面漆, 其耐候性相对较好, 因此, 选择聚氨酯面漆作为试验用涂料, 并选择黑色、灰色和黄色 3 种有代表性的聚氨酯面漆作为具体试验对象。

漆膜样板基材选用普通碳素钢板, 样板尺寸为 75 mm×150 mm×1 mm。喷涂前, 首先利用二甲苯或溶剂汽油对样板除油, 然后利用砂纸打磨, 去除锈迹或油污, 除锈等级应达到 St2.5 级。除锈完毕后, 用丙酮清洁试板表面。漆膜采用喷涂法制备, 喷涂分 2 次完成, 之间间隔 24 h, 漆膜总厚度为 60~70 μm。喷涂工艺完成后, 漆膜样板需要在 23 ℃、50%RH 的环境下放置 168 h 后, 才可用于试验。

## 4 试验条件

### 4.1 氙弧灯人工加速老化试验

氙弧灯人工加速老化试验依据 GB/T 1865—1997《色漆和清漆 人工气候老化和人工气候暴露滤过的氙弧辐射》进行。氙弧灯老化试验箱由美国生产, 型号为 XE-3-HS。试验时, 黑板温度为 (65±2)℃, 辐照度为 0.51 W/m<sup>2</sup> (340 nm), 运行模式为连续光照, 干燥周期为 102 min, 浸润时间为 18 min, 干燥期间的相对湿度在 40%~60%。

### 4.2 荧光紫外人工加速老化试验

荧光紫外人工加速老化试验依据 GB/T 14522—2008《机械工业产品用塑料、涂料、橡胶材料人工气候老化试验方法 荧光紫外灯》进行。荧光紫外老化试验箱由美国生产, 型号为 QUV/

SPRAY。光照阶段, 黑板温度为 60 ℃, 辐照度为 0.68 W/m<sup>2</sup> (UVB-313), 光照周期为 4 h; 冷凝阶段, 黑板温度为 50 ℃, 冷凝周期为 4 h。

## 5 试验结果对比分析

### 5.1 试验结果

同时将黑色、灰色和黄色 3 种颜色面漆的试验样板分别放入氙弧灯老化试验箱和荧光紫外老化试验箱, 测试 100 h, 200 h, 500 h 和 1 000 h 时面漆样板的色差、失光率、粉化、起泡等数据。测试结果显示, 对于 3 种颜色面漆, 无论是氙弧灯老化试验, 还是荧光紫外人工老化试验, 面漆均没有起泡, 也没有出现泛金、斑点、沾污、裂纹、长霉、脱落和生锈等情况, 但在其他试验数据上有差异。

氙弧灯人工加速老化试验结果见表 1。

表 1 氙弧灯人工加速老化试验结果

面漆颜色	试验时间/h	失光率(60°)%	色差ΔE*	粉化
黄色	100	1	0.6	无粉化
	200	5	2.0	无粉化
	500	53	10.2	无粉化
	1 000	85	17.5	无粉化
灰色	100	2	0.5	无粉化
	200	8	1.6	无粉化
	500	58	6.8	无粉化
	1 000	96	10.2	无粉化
黑色	100	1	0.7	无粉化
	200	3	2.3	无粉化
	500	49	15.6	无粉化
	1 000	85	19.6	无粉化

荧光紫外人工加速老化试验结果见表 2。

表 2 荧光紫外人工加速老化试验结果

面漆颜色	试验时间/h	失光率(60°)%	色差ΔE*	粉化
黄色	100	6	0.7	无粉化
	200	12	2.3	无粉化
	500	89	11.7	较重粉化
	1 000	91	17.9	严重粉化
灰色	100	7	0.7	无粉化
	200	19	2.2	无粉化
	500	93	8.6	较重粉化
	1 000	99	11.8	严重粉化
黑色	100	6	0.8	无粉化
	200	14	2.9	轻微粉化
	500	89	16.7	较重粉化
	1 000	99	23.1	严重粉化

## 5.2 对比分析

从试验结果可以看出,对同一种颜色的聚氨酯面漆,氙弧灯人工加速老化和荧光紫外人工加速老化试验结果的主要区别在失光和粉化方面。荧光紫外人工加速老化试验对面漆漆膜的破坏性明显强于氙弧灯人工加速老化试验。在失光率方面,漆膜完全破坏前,荧光紫外人工加速老化破坏速度是氙弧灯人工加速老化破坏速度的2~3倍;在粉化方面,荧光紫外人工加速老化的破坏速度远大于氙弧灯人工加速老化的破坏速度。

形成上述差别由多种原因所致,最主要的是成膜物质和试验条件。

在成膜物质方面,聚氨酯面漆由成膜物质、颜料和助剂3部分组成。成膜物质主要是异氰酸酯和羟基树脂反应物,该成膜物质中含有大量C=C, C=C双键极易吸收紫外线而被破坏,造成漆膜失光、粉化。

在试验条件方面,人工加速老化试验中光源对漆膜的破坏起主要作用,而光源中起决定作用的为紫外线部分。氙弧灯老化试验光源为全光谱光源(300~800 nm),经过滤光系统过滤后,紫外线辐射能量只占总辐射能量的10%左右,荧光紫外人工加速老化试验光源主要为紫外线,紫外线辐射能量占总辐射能量的80%以上。

对于不同颜色聚氨酯面漆漆膜,每种试验方法

的试验结果,在失光、粉化、起泡、泛金、斑点、沾污、裂纹、长霉、脱落、生锈等方面基本一致;不一致主要表现在色差方面,即灰色性能最好,黄色性能次之,黑色性能最差。不同颜色聚氨酯面漆在同一人工加速老化试验中结果不一致的主要因素是颜料,因为不同颜色的颜料对光源的吸收速度不一样,颜色越深,吸收光能的速度越快,色差变化越大,因此,黑色色差最大。

## 6 结语

目前在铁路机车车辆等钢结构以及民用上使用的面漆主要是聚氨酯,因为其耐候性相对比较好。上述试验结果也仅适用于聚氨酯面漆,至于其他种类面漆是否存在上述规律,还有待进一步通过试验验证。

### 参考文献

- [1] 涂料工艺编委会. 涂料工艺(下册)[M]. 3版. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [2] GB/T 1865—2009 色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射暴露滤过的氙弧辐射[S].
- [3] GB/T 14522—2008 机械工业产品用塑料、涂料、橡胶材料人工气候加速试验方法 荧光紫外灯[S].
- [4] GB/T 1865—1997 色漆和清漆 人工气候老化和人工气候暴露滤过的氙弧辐射[S].
- [5] GB/T 14522—2008 机械工业产品用塑料、涂料、橡胶材料人工气候老化试验方法 荧光紫外灯[S].

(责任编辑 刘春雨)

(上接第34页)

## 4 结论

通过对比2种不同结构形式的齿轮箱,在测点上进行了时域和频域的对比分析,得到结论如下:

(1) 从2种箱体3个测点的主频分布来看,齿轮箱体A的振动主频比较分散,箱体B的振动主频单一,箱体A的振动幅值较箱体B小。

(2) 从振动幅值上看,对于齿轮箱体A,除了测点2在横向上相对于轴箱具有放大效果之外,其它测点在垂、横两个方向上基本都有抑制效果。此外,箱体B的尾部具有横向摆动趋势,测点2处的垂向振动也相对剧烈。

(3) 齿轮啮合高频特征在线路运行中表现仍然十分明显,在箱体振动中影响较大。

高速动车组齿轮箱的型式试验与线路测试试验

具有一定程度上的差异,只有在实际线路上的测试,才能真正揭示齿轮箱的实际运行特征,并通过测试数据深入对比分析,辅助高速动车组齿轮箱的故障预防和品质提升。

### 参考文献

- [1] 铁道科学研究院高速铁路技术研究总体组. 高速铁路技术[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2005.
- [2] 程广利, 朱石坚, 黄映云等. 齿轮箱振动测试与分析[J]. 海军工程大学学报, 2004, 16(4): 83-86.
- [3] 王志杰, 丁康. 齿轮箱故障诊断中复杂振动调制现象的分析[J]. 1996, 19(4): 21-24.
- [4] 卢文祥, 杜润生. 机械工程测试信息信号分析[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2003.
- [5] 闻邦椿. 机械设计手册 第六卷[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [6] GB/T 6404—1986 齿轮箱装置噪声功率级测定方法[S].

(责任编辑 瓦然)