

应用技术

紫外光固化静电喷涂透明底漆 在木门涂装中的应用

王嘉明¹, 张继强¹, 朱大军²

(1. 广东汇龙涂料有限公司, 广东江门 529738; 2. 广东润成创展木业有限公司, 广东佛山 528211)

摘要: 介绍紫外光(UV)固化涂料静电喷涂的原理及典型工艺,并与其他喷涂方式比较,分析UV固化静电喷涂透明底漆的优点及可行性,尤其在处理含异形结构木门时良好的漆膜干燥效果。采用紫外光(UV)固化静电喷涂透明底漆,可有效提高木门制造的涂装效率,减少VOC的排放,在板式家具及木门生产领域具有较大的发展潜力。

关键词: 木门; 紫外光固化; 静电喷涂; 底漆

中图分类号: TS664.05; TU228

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2014)03-0043-03

Application of Ultraviolet Curing Transparent Primer by Electrostatic Spraying in Wood Door Coating

WANG Jia-ming¹, ZHANG Ji-qiang¹, ZHU Da-jun²

(1. Guangdong Huilong Coating Co. Ltd., Jiangmen 529738, Guangdong, China;

2. Guangdong Runcheng Chuangzhan Wood Working Co. Ltd., Foshan 528211, Guangdong, China)

近几年以来,我国木门产业得到快速发展,2011年生产木质门1.4亿多樘,产值880亿元,按行业的平均增长速度,2012年国内木门产值约1000亿元,木门涂装用漆量按平均成本占10%计算,则耗漆量达100亿元^[1]。

目前,在整个木门行业,溶剂型聚氨酯(PU)漆或不饱和聚酯(PE)漆为主要用漆,约占70%以上,紫外光(UV)固化漆占比不到5%^[2]。由于溶剂型PU漆或PE漆的有机挥发物(VOC)含量较高,且漆膜干燥时间较长,需占用大量厂房面积堆放半成品,不仅生产效率较低、交货周期较长,而且不够环保,难以适应木门行业的快速发展。

UV光固化涂料利用紫外光辐照,使液体涂膜瞬间发生光聚合反应而固化,其主要组成材料是低聚物

光固化树脂及活性单体,活性单体可有效降低涂料的黏度,从而施工时无需加入有机溶剂进行稀释。光固化涂料具有固化速度快(因而生产效率高)少污染、节能、固化产物性能优异等优点,已在木地板涂装领域中得到了较广泛的应用。

我国生产的木门以实木复合门为主,门扇两面大多数含有一些异形结构,如雕花、凹槽等,只有喷涂施工才能获得较高的涂装质量。在几种常见的喷涂方法中,压缩空气喷涂的油漆利用率不到30%,高压无气喷涂亦低于40%,静电喷涂的油漆利用率可高达80%以上^[3]。静电喷涂适合外观形状比较单一的物件,在乐器、衣架等涂装领域得到了广泛的应用,理论上适合于木门喷涂。然而目前鲜有木门UV漆静电喷涂工艺的报道。

笔者结合生产实践经验,对UV透明底漆静电喷涂的原理及应用特点进行了总结,并进行木门涂装工艺试验,旨在木门行业改进涂装工艺,提高生产效率,降低VOC排放,提供技术依据。

收稿日期: 2013-06-18; 修改日期: 2014-03-26

基金项目: 国家林业公益性行业科研专项“实木复合门机械化制造与环保涂装技术研究”(201204703)。

作者简介: 王嘉明(1967—),男,广东汇龙涂料有限公司副总经理,高级工程师。

1 木门 UV 透明底漆静电喷涂的原理及特点

1.1 原理

静电喷涂是使用带有一定导电性的涂料,通过管道泵送至高速旋转的雾化装置(圆盘或钟杯);当涂料从此装置边缘高速掷出时即被雾化,雾化的漆液通过静电场,使漆液带上一定电荷。由于此漆液与被涂物件之间存在电荷差,涂料粒子受电场力及离心力作用,被均匀地吸附在被涂物件表面,形成均匀的漆膜。

静电喷涂设备自动化程度高,工艺要求涂料具备导电率通常为 $0.05 \sim 20 \text{ M}\Omega$,常规圆盘和钟杯可使用涂料的黏度为 $0.05 \sim 0.15 \text{ Pa} \cdot \text{s}$,高速($60\,000 \text{ r/min}$)钟杯可容许涂料黏度为 $1.5 \sim 2 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 。这种喷涂较高黏度涂料的能力,仅使用极少的有机溶剂^[2]。

1.2 特点

1) 环境友好,利用率高。

采用静电喷涂工艺的 UV 光固化透明底漆,在木门涂装施工及干燥过程中,只有很少量的有机物挥发,相对于溶剂型 PU 或者 PE 透明底漆,可有效降低 VOC 排放;而且在喷涂过程中,只需 1~2 名工人操作设备,避免了涂料喷雾对人体的直接接触。

表 1 列出一榫樱桃木薄木贴面实木复合门(幅面 $2 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$),使用不同底漆,均采用喷涂两遍底漆工艺,至达到相同导管填充效果时,油漆用量及理论 VOC 排放数据。其中:

理论 VOC 排放量 = 耗漆量 $\times$ 漆液 VOC 含量。

溶剂型 PU、PE 漆的 VOC 含量,根据 GB 24409-2009《汽车涂料中有害物质限量》检测;UV 漆由于活性单体固化时几乎全部参与成膜,极少挥发,其 VOC 含量根据实际配方进行理论计算。

表 1 平均每扇门使用各种底漆的耗漆量及理论 VOC 排放

底漆类别	涂装方式	漆液黏度/s (涂-4 杯)	漆液 VOC 含量/($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	耗漆量/L	理论 VOC 排放量/g
PU	空气喷涂	14	550	2.64	1 452
PE	空气喷涂	18	350	1.40	490
UV	静电喷涂	22	<50	0.80	<50

2) 组分单一,调漆方便。

UV 光固化静电喷涂透明底漆属于单组分涂料,使用时调整黏度即可施工,无需添加其他反应型组分,亦没有可使用时间的限制。而传统的 PU 透明底漆或 PE 透明底漆在使用时,必须加入固化剂或促进剂与引

发剂,调漆较繁琐,且活化期短,必须在短时间内用完,否则会因交联固化造成施工困难及损失。

3) 干燥速度快,效率高。

UV 光固化涂料经过紫外光辐射可瞬间干燥,门扇从自动静电喷涂到漆膜干燥,均采用流水线作业,全程只需 7~8 min;而溶剂型 PU 或 PE 透明底漆,通常是在自然条件下晾干,一般需 5~8 h。

2 木门 UV 透明底漆静电喷涂的典型工艺

以樱桃木贴面的异形实木复合门扇为例,静电喷涂工艺的流程为:

素材砂光→填充着色→喷涂第一遍 UV 底漆→打磨底漆→喷涂第二遍 UV 底漆→打磨底漆→表面着色→喷涂 PU 清面漆→干燥 PU 面漆→检测包装。

喷涂施工过程的质量控制,依据化工行业标准 HG/T 3655-2012《紫外光(UV)固化木器涂料》以及行业标准 LY/T 1923-2010《室内木质门》,各工序的操作要点如下。

2.1 素材砂光

采用 240# 砂纸,顺着木材纹理方向砂磨,按照 GB/T 12472-2003《产品几何量技术规范(GPS)表面结构 轮廓法 木制件表面粗糙度参数及其数值范围》,要求砂光度 R_a 达到 $5 \sim 12 \mu\text{m}$ ^[4]。

2.2 填充着色

使用水性 UV 腻子,采用刮刀刮涂或棉纱布擦涂方式,对木纹导管进行填孔着色;之后用纱布将表面多余涂料擦拭干净,自然待干 10~20 min。

2.3 第一遍静电喷涂与打磨 UV 底漆

1) 涂料参数:黏度 $20 \sim 22 \text{ s}$ (涂-4 杯,下同);电阻 $0.1 \sim 0.2 \text{ M}\Omega$ 。

2) 设备参数:电压 $50 \sim 60 \text{ kV}$;喷枪涂布量 $100 \sim 130 \text{ g/m}^2$;导轨线速度 $3 \sim 4 \text{ m/min}$;红外线加温室长度 $10 \sim 12 \text{ m}$,温度 $40 \sim 50 \text{ }^\circ\text{C}$;紫外灯辐射能量: $180 \sim 220 \text{ mJ/cm}^2$ 。

3) 自动涂装工艺流程:木门素材水雾加湿→静电喷漆→红外线加温→紫外光固化。

4) 打磨 UV 底漆:采用 320# 砂纸,要求砂光度 R_a 为 $2 \sim 5 \mu\text{m}$ 。

2.4 第二遍静电喷涂与打磨 UV 底漆

1) 涂料参数:同第一遍喷涂底漆。

2) 设备参数: 喷枪涂布量参数 $120 \sim 150 \text{ g/m}^2$, 其他参数同前。

3) 自动涂装工艺流程: 静电喷漆→红外线加温→紫外光固化。

4) 底漆打磨: 采用 320# 砂纸, 要求砂光度 R_a 为 $0.8 \sim 1.5 \mu\text{m}$ 。

2.5 表面着色

1) 设备与条件: 重力式喷枪, 水帘机, 空气喷涂, 气压 $3 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$ 。

2) 涂装使用材料: PU 修色剂, 要求黏度 $8 \sim 9 \text{ s}$ 。

3) 施工要点: 均匀喷涂上色, 干燥 $20 \sim 30 \text{ min}$ 。

2.6 喷涂 PU 清面漆与干燥

1) 设备与条件: 同表面着色使用设备与条件。

2) 涂装材料: PU 哑光清面漆, 黏度 $12 \sim 13 \text{ s}$ 。

3) 施工要点: 均匀喷涂两个“十”字, 喷涂量 $340 \sim 360 \text{ g/m}^2$ 。

4) 面漆干燥: 在常温(温度 $15 \sim 30 \text{ }^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $50\% \sim 70\%$)的条件下, 自然晾干 12 h 或以上。

3 木门 UV 透明底漆固化的关键技术

3.1 UV 光源辐射强度设定

UV 光固化涂料漆膜固化的关键条件是紫外光源, 工业上主要使用中压汞蒸气灯, 紫外光在管型灯周围向各个方向发出辐射, 其强度随其与光源距离的平方衰减。为了增加辐射效果, 将灯管安装在具有焦距长度的椭圆形面反射镜中, 辐射的最大强度聚焦在灯管与漆膜表面之间。紫外光固化的局限在于灯管与被涂物体各部位的距离必须一致, 因此, 紫外光固化最适合用于平面或网状物的涂装。

木门的门扇两面常有雕花及凹槽等局部异形结构, 但其高低落差一般不超过 3 cm , 总体上仍然符合平板材造型, 喷涂涂料时一般不存在死角, 故 UV 光源辐照时也基本无死角。由于 UV 透明底漆的漆膜呈透明状态, 紫外光在其中的穿透能力较强, 固化效率较高, 设定 UV 辐射强度为 $180 \sim 220 \text{ mJ/cm}^2$, 可使涂膜得到充分固化干燥。

3.2 UV 光源辐照角度设计

在紫外灯辐照角度设计时, 重点要考虑门扇两个正面的小部分异形面, 如与门扇正面呈垂直的窄边, 或雕花部位的斜角、斜边等。由于在 UV 静电涂装

生产线上, 木门是呈侧立方向由导轨引入 UV 干燥室, 所以, 可从门扇单面的四边, 按 $30 \sim 45^\circ$ 设计辐射角度, 基本保证大多数异形木门表面无辐照死角, 如图 1 所示。

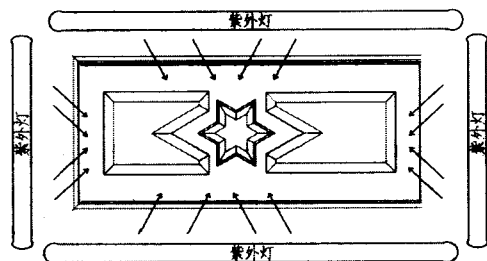


图1 紫外灯辐照角度的设计示意图

4 结语

1) 静电喷涂 UV 透明底漆可有效提高木门的涂装效率, 减少 VOC 排放, 是一种较环保的涂装方式。UV 静电喷涂生产线的关键设计点是 UV 光源的辐照角度, 应避免门扇异形结构出现漆膜固化死角。

2) 由于国内大多数木门喷涂采用哑光透明涂料, 哑光面漆对于溶剂型涂料很容易实现, 但对于无溶剂的 UV 固化涂料则较难。目前, 哑光 UV 面漆基本上只用于木地板等纯平面产品的辊涂或淋涂施工, 用于木门、家具等领域的喷涂型 UV 面漆, 其光泽稳定性及表面效果与 PU 漆相比, 仍有较大差距, 有待进一步研究。

3) 目前大多数木门企业对 UV 漆的了解程度较低, 而且静电涂装设备一次性投入费用较高, 关键设备依靠进口, 因此, UV 漆静电涂装生产线更适合大型木门企业。建议国内涂装设备生产企业, 重点研究开发性价比高、适用性广的静电涂装设备, 为木门企业提供更全面的涂装技术指导, 从而使 UV 光固化涂料在木门行业得到更广泛的应用。

参考文献:

- [1] 吕斌, 傅峰. 木质门[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2013.
- [2] Michael Knoblauch. 工业涂料的未来[J]. Paint & Coatings Industry, 2013(7): 24-26.
- [3] Zeno W 威克斯, Frank N 琼斯, S Peter 柏巴斯. 有机涂料科学和技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [4] 张占宽, 彭晓瑞, 王宝刚. 木门异形表面砂光粗糙度分析[J]. 木材工业, 2012, 26(2): 14-17.

(责任编辑 向琴)