

紫外光固化涂料在木制品涂饰中的应用(二)

祖勃荪

(续本刊 1997 年第 11 卷第 5 期“天昌”专栏)

在选择紫外光固化涂料时,要考虑各种成分的紫外吸收特性,同时要考虑紫外灯的光谱特性,即紫外灯在不同波段的发射强度。不管是使用哪一种单体,涂料的最大吸收波长和树脂的官能度和分子量基本上无关。丙烯酸类单体的最大吸收波长几乎都在 250 nm 附近,但聚酯和乙烯基树脂的吸收强度要大得多,分别是丙烯酸树脂的 10 倍和 20 倍。

在生产时选用哪一种齐聚物,要视产品用途、使用环境以及对漆膜性能的要求而定。在确定配方时,要通盘考虑齐聚物的分子结构和分子量分布,活性单体的官能度,混合物的粘度,光引发剂的添加量,紫外光源的特性,加入其它添加剂(如填料、颜料、表面活性剂和附着促进剂等)对涂料涂布性能和固化性能的影响等一系列因素,并进行必要的试验、调整,才能得到比较满意的结果。

漆膜的硬度和柔韧性主要是由齐聚物的分子结构和活性单体的官能度决定的。如果要得到柔韧的漆膜,应使用官能度低的活性单体;若想得到坚硬的漆膜,则应使用官能度高的活性单体。为了获得需要的漆膜性能,也可以将两种或多种齐聚物混合在一起使用。但不是随便哪两种齐聚物都能混合使用。首先得进行混溶性和储存稳定性试验,只有混溶性和储存稳定性好的齐聚物才能混合。

4 光引发剂

光引发剂是紫外光固化涂料必不可少的成分,起着吸收紫外光能,产生游离基,引发树脂聚合的作用。光引发剂在树脂中的加入量虽然仅占涂料重量的 3%~5%,但因其价格比较昂贵,花在光引发剂上的费用要占涂料成本的 25%~35%。如果采用电子束固化,则无需使用光引发剂,利用高能电子的能量就能引发涂料的聚合反应,使涂层固化。

许多化学物质的紫外吸收类型是由分子中的可激发电子决定的。加入光敏引发剂是为了使分子活化。聚酯和乙烯基树脂中的芳香环对树脂的激活不起作用。光引发剂的吸收范围不同对固化速度的影响以及加入这种光引发剂可能产生的后果是一个在

选择光引发剂时必须考虑的问题。

市场上出售的光引发剂有自由基型和阳离子型两类。自由基型光引发剂占商业化产品总量的 90% 以上,阳离子型光引发剂的品种很少,使用也很有限,占不到 10%。自由基型光引发剂又可分为分子内 α -裂解型和分子间夺氢型两种类型。其中分子内 α -裂解型引发效率高,因而使用十分普遍。

在选择光引发剂时,必须考虑其挥发性、毒性、引发聚合反应的效能、价格、供货情况、在树脂中的溶解度、与涂料中其它成分的混溶性及其最大吸收波长与所用紫外光源的发射光谱是否匹配等因素。

用某些光引发剂引发固化的涂料,在使用过程中因受光照等因素的作用,漆膜会慢慢变黄。对于材色较深的木材或用颜色较深的着色涂料涂饰木制品时,通常可以不考虑黄变问题,因为木材本身多呈黄褐色调。使用价格便宜的光引发剂(如 Irgacure 651),可以降低生产成本;但对颜色较浅的木制品,就必须考虑黄变的问题,尽可能使用不会产生黄变的光引发剂(价格较贵),以保证产品质量。

有些光引发剂的紫外吸收波长与紫外光源的发射波长不匹配,会造成漆膜固化不良或不固化。在这种情况下,可以加入增敏剂。这种成分在吸收一定波长的紫外光后,能发射与光引发剂的最大吸收波长相对应的光能,激发光引发剂,引发聚合反应。增敏剂起着吸收转换紫外光的能量,并将转换后的能量传递给光引发剂的二传手作用。

5 紫外光源的选择

紫外光源在紫外光固化涂料固化时的作用至关重要,涂料固化的程度,漆膜质量的好坏在很大程度上与紫外光源的选择和使用有关。有些产品的质量问題,如漆膜固化不完全,就是因为紫外光源选择或使用不当,线功率过小,辐照量不足,反光罩形状不适合及反光罩污染等原因造成的。

用于紫外光固化的紫外光源必须具有以下特点:在规定光谱范围内辐射强度大;使用寿命长;输出功率稳定性好;容易操作;形状和大小与使用条件匹配;需要的辅助设备最少。在现有光源中,汞弧灯最能满

足上述条件。常用汞灯的性能如下表所示:

常用汞灯性能表			
汞灯类型	低压汞灯	中压汞灯	高压汞灯
工作压力	0.1 mmHg	< 1 atm	10 ~ 100 atm
使用寿命(h)	7500	1000	
最大紫外发射波长(nm)	254	254; 313; 366	200 ~ 420
紫外辐射效率(%)	46	174	
可见光		23.8	
红外辐射	50	5.8	
热损耗		54	

目前已有和正在开发的紫外光源有: (高压、低压、中压)汞灯, 无电极汞弧灯(微波能激发), 毛细管高压汞灯, 脉冲氙灯, 激光灯, 单色光准分子灯等。国内一般使用高强(度)中压汞灯。

中压汞灯的工作压力低于 1 个标准大气压, 发射光谱带比低压汞灯宽, 最大紫外发射峰在 313 和 366 nm 处, 灯的使用寿命约 1 000 小时。灯功耗的 60% 左右是以红外辐射的形式发出的, 灯管表面温度可达 800 ℃, 这会降低设备使用寿命, 也导致基材过热。木材在 150 ℃~200 ℃加热时, 即使时间不长, 表面也会发生热降解; 在 200 ℃~350 ℃加热时, 很快就会炭化。为了防止系统过热, 一般都要通风冷却, 或用水冷却。但降温应适度, 不能太过。因为适当的加热, 对提高系统的温度, 加速自由基的形成有利; 系统温度升高, 可使涂料粘度降低, 自由基运动加快, 因而提高固化速度。由此可见, 正确控制辐照室的温度对固化速度和产品质量是很重要的。

灯的类型、构造形式、发射波长范围、功率大小、反光罩的几何形状、聚焦方式、散热及冷却状况、长时间使用过程中的发光稳定性等, 对涂料的固化程度、漆膜质量的好坏都起着极重要的作用。

此外, 美国辐深公司(Fusion System Corp.)生产的无电极汞弧灯, 是利用 2 450 兆赫微波能激发的紫外灯, 该灯的线功率大, 寿命长, 红外辐射相对地说要比汞灯低, 具有许多常用汞灯所没有的优点, 但价格也比汞灯贵得多, 超出了国内一般厂家的承受能力, 要普及尚需时日。

紫外灯反光罩的形状与光线的聚焦状态直接相关。从光源利用效率、固化速度、单体转化率等方面考虑, 应该采用能把反射光能聚焦成一条线的抛物线形反光罩。半球形反光罩的反射光呈平行状, 效果比抛物线形反光罩差。灯与涂饰面的距离以聚焦光落在涂料层上为佳。这样就能最大限度地利用紫外光能引发聚合反应。

用一根输出功率大的紫外灯比用总功率相同的多根小灯固化效果好, 因为单灯发出的光集中, 容易聚焦, 光的辐照强度大, 对光引发剂的作用强。

在照射时, 紫外光的辐照剂量要适当, 既要有足够的强度, 能穿透涂料膜, 激发光引发剂, 但又不能太大。过度辐照对漆膜质量有害, 能导致固化后的漆膜内结合应力和应变增大; 交联固化速度太快, 使有些来不及反应的单体或预聚体残留在漆膜中, 产生立体位阻效应, 降低涂膜的整体性和耐久性。

(未完待续)