

UV涂料技术

目录

- 一. UV涂料简介
- 二. UV固化原理
- 三. UV涂料的基本组成
- 四. UV涂料性能检测
- 五. UV涂料的涂装
- 六. UV涂料在我厂产品上的应用

一. UV涂料简介

- **UV**是英文Ultraviolet Rays的缩写，即紫外光线，紫外线（UV）是肉眼看不见的，是可见紫色光以外的一段电磁辐射，UV的波长为40~400nm, 比可见光（400~800nm）的能量高。
- **涂料**就是能涂覆在被涂物件表面，并能形成牢固附着的涂膜的材料，它即可以是无机的，也可以是有机的。有机高分子涂料是涂料的主要品种。涂料俗称油漆。
- **UV涂料**是指采用紫外光辐射固化的树脂涂料，即利用紫外光作固化能源，在常温下快速交联成膜的高分子树脂涂料。

UV涂料發展趨勢

- UV(ultraviolet)涂料是二十世纪六十年代末代国际上兴起的新型表面处理材料。涂料在紫外光线照射下，瞬间发生光化学反应而固化成膜。由于环保意识不断增强，世界上许多国家均立法严格限制涂料中VOC（挥发性有机溶剂）含量。UV涂料固含量高，VOC含量低，被称为二十世纪的绿色环保型涂料，现每年以10-15%的速率增长。
- 現射固化技术逐步由木材单一的基材扩展至纸张、各种塑料、金属、石材，甚至水泥制品、织物、皮革等基材的涂装应用。加工产品的外观也由最初的高光型，发展到亚光型、珠光型、烫金型、纹理型等，满足不同的需求。
- 辐射固化大规模进入印刷出版行业的时间较晚，大约为上世纪90年代。目前辐射固化几乎涵盖了所有的印刷工艺，包括干式胶印、湿式平印、丝网印刷、柔版印刷、凸版印刷与凹版印刷等。承印物除纸张外尚有塑料、金属和漆膜等。UV/EB油墨相对于传统的溶剂型油墨最突出的特点，也与UV涂料一样，就是快干、环保、节能、优质。

UV固化涂料的特点

- 与传统的自干型和烘烤型涂料相比，UV固化涂料有如下特点：
- (1) **固化速度快**：UV涂料固化机理属自由基聚合链式反应，在瞬间即可完成，所设计生产流水线速度最高可达100米/分钟，工件下线后即可包装，生产效率高
- (2) **冷固化**：适宜于塑料等易发生热形变的工件；
- (3) **节能**：UV涂料靠紫外光固，一般生产线能耗在50KW以内；
- (4) **环境污染小**：UV涂料VOC含量很低，是公认的绿色产品；
- (5) **涂膜性能优异**：UV涂料固化后的交联密度大大高于热塑型树脂涂料，故涂层在硬度、耐磨、耐酸碱、耐盐雾、耐溶剂等各方面的性能指标均很高；
- (6) **涂装设备故障低**：由于UV涂料没有紫外线辐照不会固化，因而不会堵塞和腐蚀设备，涂装工具和管路清洗方便；
- (7) **设备投资成本低** 固化装置简单，易维修，占用空间小，设备投资低。

UV涂料的類別

■ 按用途的不同大致分為

1. 竹木地板涂料
2. 塑料涂料
3. 紙張上光涂料
4. 金屬涂料
5. 真空鍍膜涂料
6. 光固化有機-無機雜化涂料
7. 光固化水性涂料
8. 光固化粉末涂料
9. 防靜電\導電涂料
10. 離型涂料
11. 阻燃涂料
12. 氟涂料

UV 塑膠塗料

- 我廠產品主要以塑膠做為基材，大多數塑料胚制品為擠塑或壓塑成型，在受熱擠壓過程中，原料中微量空氣或揮發性雜質可能逸出到表面，形成較多“火山口”等微觀缺陷，導致表面光澤度較低，美觀程度較差。
- 常見塑料材料為聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚乙烯、聚苯烯ABS塑料、HIPS等。
- 低表面張力塑料基材的活化處理

低表面能的PE、PP、PTFE等基材直接塗覆很難獲得較好的附著力，一般在塗裝之前都需對其進行適當表面處理，改善表面極性、濕度及表面交聯和強度。這些方法主要包括化學處理、火焰和熱處理、等離子處理、光化學反應處理等
- 塗料對塑料基材的潤濕能力

塗料配方中選用合適的活性稀釋劑和潤濕助劑才能有效的提升塗料的附著力而又不起副作用。

二、UV固化原理

■ 光化学基础

紫外线的波长通常在5~400 nm，见图1。

但对光源来说很难保证能提供单色光，即使是单色光也很难控制在较窄的波长范围内，即使使用滤透片。

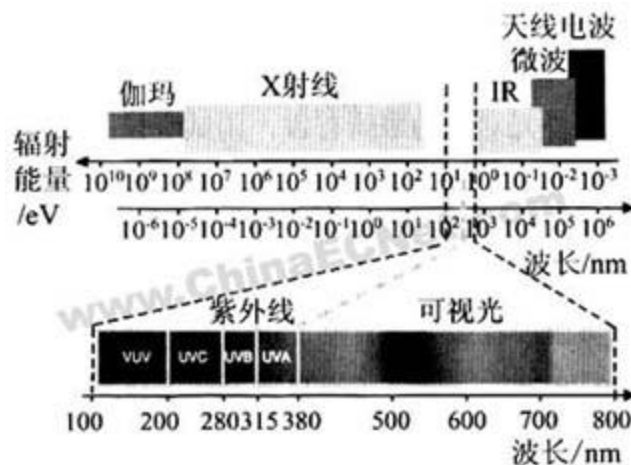
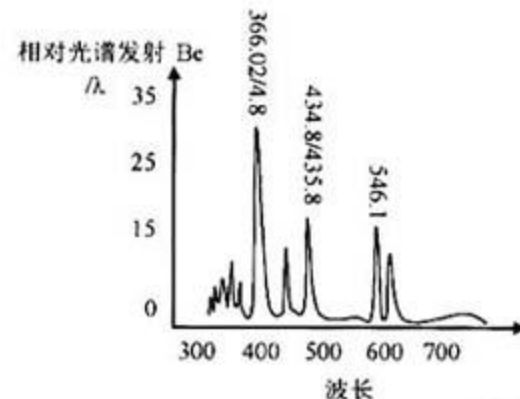
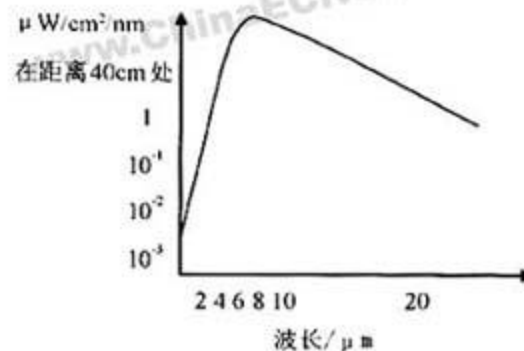


图1 电磁波谱及紫外线波长

图2是常见的2种UV灯光源的波长分布情况。对半导体最常采用的是365nm为吸收峰的UV膜，在此波长范围内的紫外光最能有效使粘附层的胶变性失去原先的粘性，与此波长相差越大则对胶的改性作用越弱。在生产中，一般选用低电压、光源辐射均匀、发热少和光源价格低而寿命长的灯光源，荧光紫外灯成了首选。



(a)



(b)

图2 常见紫外光谱特性示意图

(a) 200W 高压水银灯的相对光谱特性

(b) 碳-碘灯的光谱特性

UV固化原理

■ 光固化反应

紫外线光（UV）固化是利用光引发剂的感光性，而光的吸收本质是光的能量转移到吸光物质（光引发剂），使吸光物质分子由低能量状态转化到高能状态，光引发剂被引发，产生游离基或离子，这些游离基或离子（活跃成分）与预聚体或不饱和单体中的双键起交联反应，形成单体基因，这些单体基因开始连锁反应生成聚合体固体离分子，一个完整的固化过程结束。分为光引发自由基聚合和光引发阳离子聚合。

■ 光引发自由基聚合

■ 由光引发、链增长、链转移和链终止组成。

(1) 自由基光引发剂受到UV照射后，激发分解产生自由基

(2) **链引发**：引发剂产生的自由基引发树脂和单体分子的不饱和双键产生新的自由基

(3) **链增长**：由树脂和单体产生的自由基可以继续引发树脂和单体分子中的不饱和双键产生自由基，进行自由基连锁反应

(4) **链终止**：化学反应中，由于自由基含有未偶化电子，非常活泼，极易倾向于其他自由基偶合或发生酸化作用，使链反应终止。

上述反应结果，生成高分子化合物，使胶液转变为固体。

UV固化原理

■ 光引发阳离子聚合

一般是利用阳离子光引发剂在光照下产生的质子酸催化环氧基的开环聚合或富电子碳碳双键（如乙烯基醚）的阳离子聚合。

三. UV涂料的基本组成

- UV涂料主要由四个部分组成，即以可紫外光固化的合成树脂（又称低聚物或预聚物）为基础，加入特定的活性稀释剂（又称活性稀释单体）、光引发剂（又称光敏剂）和多种添加剂（助剂）配制而成。
- 各组分的功能是：
- **光引发剂**：吸收UV能量，引发聚合；
- **预聚物**：涂料的主体，决定着固化后涂层的主要性能；
- **活性稀释剂**：调整涂料的粘度，并参与固化反应，影响涂层的性能；
- **添加剂**：不同添加剂起不同作用，如颜料、稳定剂、消泡剂、流平剂等。

光引发剂(photoinitiator, PI)

- 光引发剂 是UV涂料中的关键组成部分，其作用在于传递紫外线光子的能量，迅速引发单体和低聚物的交联聚合，促进体系的液固转换过程。根据引发机理，光引发剂可分为自由基和阳离子两大类型。
- 自由基和阳离子體系比較

指標	自由基固化體系	陽離子固化體系
樹脂	丙烯酸樹脂、不飽和樹脂、聚酯等	環氧樹脂、乙烯基醚樹脂
單體	丙烯酸酯、乙烯基化合物等	乙烯基醚等
引發劑	自由基	陽離子（超強酸）
固化速度	快	對EP：中等；對VE：快
對氧的敏感性	強	無
氣味	高	低
價格	低	高
固化膜特性	收縮率高，附著力差	收縮率低，附著力好

預聚物 (prepolymer)

- 又叫低聚物是光固化產品中比例最大的組分之一，它和活性稀釋劑一起往往占到整個配方質量的90%以上，是光固化后產品的基本性能（包括硬度、柔韌性、附著力、光學性能、耐老化性等）主要由低聚物樹脂決定，這些性能當然與光聚合反應程度（轉化率）有關，通過稀釋劑及其他添加劑也可以對產品最終性能進行調整。
- 光固化產品中的低聚物一般應具有在光照條件下進一步反應或聚合的基團，例如碳碳雙鍵，環氧基團等。有環氧丙烯酸酯、聚氨酯丙烯酸酯、聚酯丙烯酸酯、聚醚丙烯酸酯、丙烯酸酯化聚丙烯酸樹脂與不飽和聚酯等樹脂，以及各種丙烯酸酯的單官能團或多官能團單體，都可在紫外線光子的作用下通過自由基引發室溫聚合和交聯，因而特別有利於對熱敏感的基材（如木材、紙張和塑料）的塗飾。

活性稀釋劑 (reactive diluents)

- 光固化體系中的稀釋劑一般是可以參加固化反應的，含有可聚合官能團的小分子，因而習慣上也稱之為單體 (monomer)。
- 主要作用是溶解UV涂料中的固体组分，调节体系粘度。UV涂料中的稀釋劑不是一般涂料使用的挥发性有机溶剂，而是直接参与固化成膜过程具有反应能力的无挥发性溶剂。活性稀釋劑就化学结构而言，一般是分子量不大而分子内含有可聚合官能团的一类单体，成膜后成为漆膜的一部分。
- 按所含反應性基團的多少，可以分為單體官能團活性稀釋劑和多官能團活性稀釋劑。按官能團種類，可分為丙烯酸酯類、乙烯基類、乙烯基醚類、環氧類等。按固化機理分為自由基型和陽離子型。

添加剂

- 又叫**助劑**，顾名思义是为满足具体使用要求、改善漆膜性能而添加的某些辅助性组分，如流平剂、消泡剂、基材润滑剂、消光剂、分散剂、稳定剂、表面滑爽剂等。这些助剂与溶剂型涂料常规使用的助剂没有什么两样。在有色體系中，需要使用顏料等，

四. UV涂料性能檢測

■ 1、UV涂料（湿态）性能及影响因素

（1）粘度

粘度指涂料在外力（压力、重力、剪切力）作用下，其分子间相互作用而产生阻碍分子间相对运动的能力，即涂料流动的阻力。直观感觉是涂料的“稀”、“浓”程度。不同的用途和不同的施工方法需要不同粘度的涂料。调节UV涂料粘度的主要方法是配方设计中调节树脂和单体的比例。施工中靠提高温度改变粘度。

（2）固含量

涂料固化后的质量固含量指涂料中不挥发成份的含量，即施工后留下成涂膜组分的含量，对UV涂料而言，涂料的粘度与固含量无关。

UV涂料（湿态）性能及影响因素

■ （3） 固化速度

■ （A） 固化速度的概念

涂料由“湿膜”变成“干膜”的过程称为“干燥”或“固化”，固化的快慢即固化速度。对UV涂料来说，固化速度是指涂料在一时间段里，吸收UV能量后聚合速度。

■ （B） 影响固化速度的因素

■ I 涂料因素

一般，涂料中光引发剂量越大，树脂比例越大，单体的官能度越高，即在同样时间里吸收的UV 能量越多，固化速度越快。

■ II UV灯及灯距离的影响

UV灯线功率越高，UV频率段与引发剂吸收频率段越匹配，灯光与辐射面距离越近，即吸收UV能量越大，固化速度越快。

■ III 涂覆面移动速度的影响

涂覆面吸收UV能量与其在灯光下的时间成线性关系。为得到理想的固化状态，时常以调节涂覆面的输送速度来实现。

UV涂料（湿态）性能及影响因素

■ （4）流平性

流平性指涂料在涂布后，其涂膜由不规则、不平整的表面流展成平坦而光滑表面的能力。促使涂膜流展的驱动力是表面张力或表面张力差。影响流平的因素除涂料本身原因外，提高温度（降低粘度）、增加时间可以改善流平效果。

■ （5）流挂

流挂指在垂直表面上的湿膜，因重力使其向下流，而形成幕状或褶皱的漆膜。

2、UV涂层（干膜）性能及影响因素

■ （1）光泽度

涂层光泽指涂层表面把投射其上的光线向一个方向反射出去的能力，反射的光量越大，则其光泽越高。

■ 检验按GB9754-88标准执行。

不同应用领域对光泽度的要求不一样。光泽度首先在配方设计中被确定，对于哑光类涂料，调节辐照程度可以一定限度内改变涂层光泽度，一般规律是，UV光强越大，光泽度越高；灯距越小（相当于光强越大），光泽度越高。

■ （2）硬度

硬度是指漆膜表面对作用其上的另一硬度较大的物体所表现阻力。铅笔硬度法是常被采用的检验硬度的方法。检测按GB/T6739-1996进行。值得注意的是，检测硬度只能按标准以马口铁板作为基材，而用铅笔在任一被涂物上测涂层硬度是不科学的，其结果不能做为仲裁依据。

UV涂层（干膜）性能及影响因素

■ （3）附着力

至今还没有对附着力下精确的定义，通俗认为附着力是指涂层与被涂物表面（包括涂层）结合在一起的牢固程度。

■ UV涂料附着力包括3个方面内容：

■ A. 与基材之间附着力——底漆附着力

一般说来，UV漆与木材、竹材、PVC塑料、某些金属之间可以形成良好的附着，但由于涂料固化快，为实现附着往往要求对基材进行前处理，如打磨、去脂、磷化等，才能提高附着的把握性。

■ B. 与UV涂料间附着力 —— 底面漆附着力

UV漆的层间附着力较差，这是UV漆的缺点。这是因为UV涂料层干膜饱满、光滑、表面能小，不利于湿膜（面漆）的润湿造成的。解决的方法：一是将底漆打磨粗化；一是控制底漆处于半干状态。

■ C. 与其它漆种涂层的附着

UV漆与其它漆种之间的附着更困难，除了采取打磨粗化的办法外，还使用表面活性剂——抛锚剂，来达到附着效果。

UV涂层（干膜）性能及影响因素

■ D. 附着力的检测方法

附着力测试一般采用划格法，即在实际基材涂膜样板上，按GB9286-88标准，用刀片（或划格器）划出100个小方格，对单层漆来说，划格间距1mm，对多层漆，间距增至2—3mm，然后用透明胶带粘扯，按方格漆膜落程度来判定级别。

(4) 柔韧性(柔顺性)

柔韧性是涂膜承受弯曲变形的能力。一般聚氨酯丙烯酸酯组分可提高柔顺性，弯曲试验是检验柔韧性的试验方法之一，按GB6742-86A标准进行。

■ (5) 抗冲击性

抗冲击性指涂膜承受快速变形而不开裂的能力，按GB/T1732-93标准检测。

UV涂层（干膜）性能及影响因素

■ （6）耐热性与耐冷冻性

耐热性与耐冷冻性是指涂层在急热和急冷变化的环境里保持性能的能力。检验方法是按正常工艺制作涂装样板，然后将其置于80℃烘箱中烘烤72hr，再置于冰箱冷冻室（约- 20℃）中冷冻72hr，取出后再检查是否有开裂和起泡现象，附着力是否变化。

■ （7）耐磨性

- 耐磨性是指涂层抗磨损的能力。检验按GB1768—79（89）标准进行。

耐磨性与硬度没有直接关系，硬的材料不一定比软的材料耐磨，如钢材不比橡胶耐磨。耐擦伤性与耐磨有关，磨损深入涂层，擦伤只及浅表。

- （8）耐溶剂性、耐老化性、耐盐雾性均可分别按国标进行检测。

五. UV涂料的涂装

■ (一)、喷涂的概念及应用

■ 1、概念

喷涂是将涂料变成（高速气流、变压等手段）微粒（雾化），由喷涂器射向被涂物表面的过程。

■ 2、应用

■ 平面与非平面工件均可采用喷涂法。喷涂应用的工件有：塑胶材、铝天花板、皮革、太阳能反射板、摩托车油箱、电路板、车灯等。喷涂的缺点是：涂料利用率低，对环境污染大，工作环境要求更严格。

■ 3、注意事项

- (1) 施工前，应将涂料调至适当粘度；
- (2) 供给喷枪的空气压力一般为0.3~0.6MPa；
- (3) 喷嘴与物面的距离要适当，空气喷枪以200~300mm为宜；
- (4) 喷出漆流的方向应尽量垂直于表面；
- (5) 手工喷涂时，喷枪的移动速度应保持均匀一致；
- (6) 保持喷涂室良好的除尘条件。

UV涂料的涂装

■ (二)、喷涂施工主要设备

■ 1、喷枪

选择何种喷枪取决于作业的要求，而口径大小的选择则取决于工件被涂面的大小，一般是面积大就选大的。分手动有气喷枪和無气喷枪。

■ 2、喷枪移动装置（非手工移动）

A、自动喷涂机构； B、机器人机构；

■ 3、喷漆房

喷漆房的作用是收集并带走过喷的漆雾，净化废气、保护操作室或操作者不受污染。目前以水幕式喷漆房使用较多。

■ 4、流平固化设备

用于喷涂作业线的流平设备必需保证充分的流平时间和温度。

■ 5、空压机与净化系统

压缩空气来源于单独的空压机或压缩空气管网，但不论来自何处对压缩空气的压力、含水、含油及含尘都有一定的要求

UV涂料的涂装（UV光源）

■ 紫外光源对UV涂料的固化过程及固化后涂层性能有很大影响：

- 1、 选择与光引发剂相匹配光谱的UV灯，可有效提高固化速度；
- 2、 增加辐射（如减小灯距或放慢输送速度）可增加固化深度；
- 3、 采用高强UV灯，可减少光引发剂用量，从而减轻或避免涂层黄变；
- 4、 采用短波长高能量UV灯，可以降低氧的阻聚作用，并提高涂层的刮痕性

■ UV光源

■ UV光源种类很多，这里只介绍两种：

■ 1、 蒸汽灯

■ 常用的汞蒸汽灯有高压汞灯和金属卤化物灯，其单位弧长的能量输出称线功率，以W/CM表示。

■ 2 、无极灯

无极灯管内的填充物也是汞或另加添加物，区别在于它不是靠两电极间高压电弧启动的，而是靠磁控管产生的微波启动灯管的。

UV涂料的涂装（UV光源）

■ 反射器

反射器的主要功能是使产生的紫外光都能到达辐照目标。

■ UV灯的保养

■ 1、 冷却

■ UV灯开启后伴生的热量会使石英管玻璃化，阻碍紫外线的穿透，缩短使用寿命，因此，需对灯管进行通风冷却。通风冷却还可减小基材升温，排除臭氧和其他烟气，提高固化效率。

■ 2、 减少开启次数

■ 3、 其它

保持灯管表面洁净，不损坏灯头密封等。

UV涂料的涂装

（三）、对涂装工作环境要求

1、对地面要求

工位	一般要求	较高要求
涂底漆、刮腻子、打磨	高标水泥	水磨石
涂面漆和罩光	水磨石	磁砖、地砖

2、对空气净化要求

（1）除尘方法及效果

种类	方法	防尘范围	备注
干性过滤	用纤维、厚布、毛毡、特别纸等制成过滤器过滤	能除掉1um以下的细尘	过滤器短期内就被污染，且经费高
静电除尘法	靠静电使尘埃得负电荷而聚集在阳极的方法	能除掉0.01um~0.005um以下微细尘埃	性能好 经费高

UV涂料的涂装

(2)空气洁净度等级

等级	$\leq 0.5\mu\text{m}$ 尘粒数/ m^3 空气	$\geq 0.5\mu\text{m}$ 尘粒数/ m^3 空气
100级	$\leq 35 \times 100$	
1000级	$\leq 35 \times 1000$	≤ 250
10000级	$\leq 35 \times 10000$	≤ 2500
100000级	$\leq 35 \times 100000$	≤ 25000

3、压缩空气压力及其它质量要求

压缩空气品质：

工作压力：0.3MPa~0.6MPa, 含水量： $<1.3\text{g}/\text{m}^3$, 含油量： $<1 \times 10^{-7}\text{g}/\text{m}^3$.

4、安全要求

施工场所：所有电器、照明都必须具有防爆性能，并要接地。

施工场所严禁烟火。

UV涂料的涂装

■ （四）喷涂涂层缺陷及改进方法

现象	原因	改进方法
漆膜泛白	①喷涂用的压缩空气中有水分；②稀释剂的低沸点组分过多；③作业环境温度过高；④喷涂漆膜过厚；⑤红外流平时间、温度不够。	①清除油水分离器中集聚的水分；②增加稀释剂的高沸点组分；③降低湿度；④喷薄；⑤延长红外流平时间，调高流平温度。
桔纹	①涂料粘度过高；②喷枪运行速度过快；③压缩空气压力过低，涂料雾化不良；④喷涂距离过远或过近；⑤溶剂挥发太快，流平效果差；⑥涂料分散搅拌不良。	①添加溶剂，降低粘度；②调整喷枪运行速度；③提高压缩空气压力；④调整喷涂距离；⑤增加挥发慢稀释剂；⑥喷涂前充分搅拌均匀。
条痕	①空气帽或涂料喷嘴被涂料沾污；②喷雾图形搭接不良；③压缩空气压力过高④喷枪不垂直于被涂物表面	①清除沾附的涂料；②调整喷雾图形搭接宽度；③降低压缩空气压力；④喷枪保持垂直状态。

（四）喷涂涂层缺陷及改进方法

气泡	①压缩空气中有水分；②涂料被涂物表面温差太大；③被涂物表面沾附有油、水、灰尘	①清除水分，提高弓离效果；②缩小温差；③清洁被涂物表面。
流挂	①涂料喷出量过多；②喷涂距离过近。	①减少出漆量；②调整喷涂距离。
粗糙	①压缩空气压力过高；②空气帽或涂料喷嘴对所喷涂料不适应；③喷涂距离过大；④底漆没干透或底没封死。	①降低压缩空气压力；②更换合适的设施；③缩小距离；④干透底漆或封死底。
针眼	①红外流平温度不够，流平时间不够；②油漆粘度过高；③流平段对流效果差；④喷涂、油漆过厚。	①增加流平温度，延长流平时间；②增加稀释剂降低粘度；③增加流平段空气对流；④喷薄涂层。

The End!

■ Thank you!

联系人：季先生

手机：13913721306

邮箱：117325788@qq.com

手机版网址：www.w-coating.com

www.w-moyi.com