

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,波长在  $10^{\sim}400\text{nm}$  的范围.通常按其性质的不同又细为几下几段:

- 1) 真空紫外线 (Vacuum UV), 波长为  $10\text{--}200\text{nm}$
- 2) 短波紫外线 (UV-C), 波长为  $200\text{--}290\text{nm}$
- 3) 中波紫外线 (UV-B), 波长为  $290\text{--}320\text{nm}$
- 4) 长波紫外线 (UV-A), 波长为  $320\text{--}400\text{nm}$
- 5) 可见光 (Visible light), 波长为  $400\text{--}760\text{nm}$

紫外线(UV)用于工业生产,国际上一般使用的是长波 UV (UV-A)。

注: nm 即纳米

什么叫“纳米”?

“纳米”是英文 nanometer (缩写: nm) 的译名,是一种度量单位,一纳米为百万分之一毫米,亦是十亿分之一米,约相当于 45 个原子串在一起的长度。

固化原理在特殊配方的树脂中加入光引发剂(或光敏剂),经过吸收紫外线(UV)光固化设备中的高强度紫外光后,产生活性自由基或离子基,从而引发聚合、交联和接枝反应,使树脂(UV 涂料、油墨、粘合剂等)在数秒内(不等)由液态转化为固态。(此变化过程称之为“UV 固化”)。

固化方式

一、UV 灯(常用)

二、无极灯(目前国内应用较少、价格非常贵)

三、太阳光.目前,工业上使用的 UV 设备所使用的光源,主要是气

体放电灯（汞灯）。依据灯内腔气体的压强的大小分为低压、中压、高压、超高压，工业的生产固化通常使用高压汞灯（热态时，腔内压力在 0.1-0.5/MPa）。

#### 应用范例

UV 光辐射物理性质类似于可见光，都具有直线性，其穿透力却远不及可见光，波长越短，穿透力越差，故此 UV 固化主要应用于光线能够直接射到的表皮面或透光性较好的内层固化。

a. UV 灯产生 UV 的同时会产生大量的 IR 辐射热，对于温度影响不大的工件，这一辐射热是有益的，它可以加速光固化的反应速度，尤其对于 UV+厌氧混合型的胶料，效果更为明显。应用范例：木制地板、金属制品等的 UV 涂装；印制线路板中 UV 绝缘涂层；玻璃制品的 UV 胶合。

b. 对于温度的影响较敏感或耐温性较差的光固化工件，传统 UV 灯产生的 UV 中附带的 IR 辐射热，对其却是一大危害甚至是致命的。降低 IR 辐射热是目前世界各国制造 UV 固化设备的前沿课题之一，一般是采用水冷、反射、分频过滤等方法来加以解决，但代价是必须损失部分的紫外光功。应用范例：各种 PVC(如 IC 卡)、塑胶片、柯式（网点）UV 油印刷、纸张类特殊印制（冰花）、计算机键盘的印制。

#### 辐射固化的化学体系

具有反应活性的化学配方内容构成了辐射固化的化学体系，一般包括齐聚物、单

体、光引发剂、助剂等成分。

齐聚物在辐射固化配方中起着极其重要的作用，它决定了涂料、油墨、黏合剂或其他基料在辐射固化后的整体性能。齐聚物是专门指一类具有不饱和双键结构的高分子聚合物，可进一步发生反应，扩展成为交联固化体，故也称预聚物。大多数齐聚物都是不同类型丙烯酸树脂，分子量一般不大。单体是有机合成材料最基本的单元，在辐射固化中单瘫主要是用作稀释剂以降低化学体系的黏度。UV/EB 固化单体一般为活性稀释剂，不仅可调节配方黏度，而且分子结构含有一个或多个双键，称作单官能团活性单体或多官能团活性单体。这种活性单体可与齐聚物或其他单体发生反应，参与辐射固化过程，而且由于不含挥发性物质，故不会对大气造成污染。

光引发剂在紫外光的作用下产生自由基和阳离子。这两种粒子在化学体系中都是高能活性基团，有利于引发单体、齐聚物和聚合物的不饱和双键的交联固化。值得指出的是，EB 固化不需要光引发剂，因为电子本身就能引发化学体系的交联反应。助剂在辐射固化中虽然并不直接参与固化过程，然而其作用不可忽视。最常用的助剂是稳定剂，主要用于防止配方用料在贮存时出现凝胶化现象，或防止配方体系在暗光条件下自动固化。此外，其他一些助剂，包括颜料、染料、消光剂、消泡剂、流平剂、附着力促进剂等，在改善最终固化性能中也发挥着各自不同的作用。

## 发展趋势

辐射固化虽然在全球取得了长足的进展，然而其产业化进程并不尽如人意，主要的原因在于许多技术成果尚处于中试和实验室研究阶段。

首先，辐射固化的主要发展方向是在传统制造业中继续发挥优势，同时向汽车与建筑装饰市场—全球最大的涂料市场进军，这就要求辐射固化产品性能达到户外长期耐候性的标准。

辐射固化另一发展方向是向新兴的信息产业进军，具体地说就是在光导介质、信息系统和远程通讯领域占领阵地。这是一个全新领域，正是UV/EB技术施展自身强势的广阔天地。

### UV 辐射固化—表面固化新技术

辐射固化的基本含义就是利用紫外光（UV）或电子束为能源，引发具有化学活性的液体配方，在基体表面实现快速反应的固化过程。

UV/EB固化的工业应用为材料表面固化提供了一种先进的加工手段。这种固化技术不同于传统技术（例如热固化）的最大优点在于辐射固化采用高效能源—紫外光或电子束作为引发手段，快速实现涂层固化。

#### 1. 紫外光与电子束

紫外光与电子束都可看成辐射大家族的成员，不同的是紫外光是一种电磁辐射，而电子束却是经加速的高能电子流。

辐射固化常用的100~380nm紫外光区又细分为UV-C（100~280nm）、UV-B（280~315nm）和UV-A（315~380nm）。辐射固化采用的紫外光源一般是经电能激发的紫外灯。

电子束也是一种辐射，它是一批经过加速的电子流，粒子能量远高于紫外光，可使空气电离，故高能电子束又可称为电离辐射。电子束固化一般不需光引发剂，可直接引发化学反应，而且对物质的穿透力也比紫外光大得多。产生电子束的装置称为电子加速器。辐射固化采用的一种扫描

型的电子加速器，其基本原理与家庭使用的电视机十分类似。在电视机中经加速的电子流扫描电视荧光屏取得视觉信息，辐射固化中电子加速器的电子束对基材表面扫描从而实现固化加工。

## 2. 辐射固化- 一项系统工程

辐射固化是在现有科学技术的基础上发展起来的一门新技术，因此可以看作是多种技术共同结构形成的综合体，包括辐射源（UV 和 EB）、原料、单体和齐聚物、光引发剂、各种助剂（如颜料、添加剂）、化学配方（涂料、油墨、黏合剂等）、基材与涂布装置等。辐射固化只有通过这些技术要素的合理配置才能发挥其固有的生命力。

事实上，这些技术要素在辐射固化的产业进程中已形成了相互依赖的市场链，共同保证市场竞争力，因此辐射固化的本身是一项系统工程。

### UV 固化

UV 固化材料的物理性能实质上是受用来固化它们的烘干系统的影响的。预期性能的获得，不管是保护胶、油墨、还是粘合剂，将依赖于这些灯管的参数、设计和控制的方法。UV 灯四个关键的参数是：

1. UV 辐射度(或密度)
2. 光谱分布(波长)
3. 辐射量(或 UV 能量)
4. 红外辐射。

相对于最大辐射度或辐射量，以及不同的 UV 光谱，油墨和保护胶将会展现出很大不同的特性。鉴别不同的 UV 灯管特性并使它们与可固化

材料的光学特性相匹配的能力，扩展了把 UV 固化作为一种快速、高效的生产过程的范围。

有许多固化系统的光学和物理性能（除它本身的组成之外）影响固化效果，从而导致了 UV 固化材料外观特性（performance）的不同。

被固化材料的特性一只 UV 灯管的效率，决定于发射光子进入可固化材料以启动光可触发分子的难易程度。UV 固化决定于光子—分子的碰撞。光可触发分子通过材料均匀地扩散，但光子却不同。除 UV 光源的特性外，被固化的薄膜还有光学及热动力学特性。它们与辐射能量互相作用，对固化的过程产生了重大影响。

**光谱吸收率：**能量是物质在逐渐增加的厚度内吸收进波长的作用。表面附近吸收的能量越多，意味着深层得到的能量越少。但这种情况随波长的不同而不同。总的光谱吸收率包括所有来自于光触发剂，单分子物质，齐聚体以及添加剂包括颜料的影响作用。

**反射和散射：**相对与吸收，光能更多地是被物质（或在物质内）改变方向；这一般是由于可固化材料中的基质材料和/或色素引起的。这些因素减少了到达深层的 UV 能量，但却改进了在反应之处的固化效率。

**光学密度：**与吸收相似，它由“不透明度”和薄膜的厚度两个因素构成；包括吸收和散射的光稀释作用；用一个单独的数字来表示，而不是作为光谱的分布。

**扩散性：**一个热动力学特性包含特定的热量，传导性和密度；材料“扩散”、接受热量的能力；影响由表面骤然进入的红外能量而导致的薄膜和基质的温度的升高。

红外吸收率：温度对固化反应的速率有着重大的影响；尽管反应中的温升也对温度有作用，但来自于 UV 灯管的辐射（radiant IR）才是表面热量的根本源头（不是从周围的空气或大气中传输的热量）。过大的温度升高是影响固化过程的重要限制因素之一。

### 光学厚度涂层和油墨

由于不透明度或色彩强度是我们需要的特性这一事实，油墨和颜料涂层提出了特殊的问题。粘合剂通常也提供相对厚的薄膜。不同于一个薄膜的物理厚度，它的光学厚度是非常重要的。当光能穿进或穿过一种材料时，它的减少是由 Beer—Lambert 来描述的——在薄膜的上层没有被吸收也没有被反射的光能将穿送并到达薄膜的底层。

### 光谱吸收性的意义

物质的吸收性随波长的不同而不同。很显然，短的 UV 波长（200~300nm）会在表面被吸收而根本达不到底层。一般地说，薄膜的厚度是被限制的，对于基质，粘合力才是应具有的首要特性。即使是光可触发剂也会吸收它所敏感的波长能量，从而阻碍该波长到达深层的光可触发分子。一种光可触发剂对于清漆涂层适用，但对于油墨也许并不是合适的选择。对于油墨，对应于较长波长的光触发剂才是较好的选择。除物理厚度外，光谱吸收性的另一个作用是光学厚度。一个薄膜不可能在一种波长下其光学厚度是厚的，而在另一种波长下是薄的。即使清漆涂层短波长（200~300nm）下的光学厚度也是倾向于较厚的。

当被固化的产品在 UV 可固化材料之上包含一层“透明”材料时，

其吸收性便阻碍了光能。这是层压法、透镜粘合、药品装配，当然，还有 DVD 粘合，所常用的。了解“透明”材料的光谱传播特性，以选择穿过它们进行固化的最有效的光谱是很重要的。一般情况下，长波长 UV 灯的选择，结合长波长的光触发剂，是通过象 PC 这样的材料进行成功固化的关键。

### 波长的重要作用

大多的 UV 固化包含了两种范围的波长同时工作（假如包含 IR，3 个）。短波长工作于表层，长波长工作于油墨或涂层的深层。这个定理是由于短波长在表层被吸收而不能到达深层的结果。短波曝光的不足会导致表面发粘；长波能量的不足则会导致粘附不良。每一个配方和薄膜的厚度都会从一个恰当的短、长波长能量速率中得到益处。最基本的汞灯在这两个范围内发射能量，但它在短波长下的强烈发射使它特别适合于涂层和薄油墨层。高吸收性的材料，比如粘合剂和丝网油墨，它们的配方更适合于使用长波光触发剂的长波固化。用来固化这些材料的灯管，包含了添加剂以及汞，这种灯在长波 UV 下发射的 UV 更多一些。这些长波灯管也辐射一些短波能量，从而足以应付表层的固化。

许多极特殊的应用，比如对大量含有氧化钛这种颜料添加剂的材料进行固化，或需要穿过塑料或玻璃进行固化，就必须长波固化，因为这些材料几乎完全阻碍了短波。

### UV 灯的参数特性

影响固化的 UV 灯性能，可以完全准确地用四个特性联系起来：UV



光谱分布，辐射度，辐射量和红外辐射。

1. 光谱分布 它描述作为灯管发射波长功能之一的相辐射能量或到达表层的辐射能量的波长分布。它常用一个相关标准化的术语来表达。为了显示 UV 能量的分布，可以把光谱能量合并为 10nm 的频谱带以形成一个分布表。这样便允许不同 UV 灯之间的对比以及更易于光谱能量和功率的计算。灯管生产商们公布它们产品的光谱分布数据。在线检测使用多谱带射线探测仪来使光谱辐射度或辐射量特性化。他们通过对在相对狭窄（20~60nm）的频带中的辐射能量的采样以获得对光谱分布有用的相对信息。由于不同厂商的射线探测仪的构造不同，对它们做相互比较是有可能的，但很困难。现在还没有这样的标准以使型号、厂家之间进行比较。

2. UV 辐射度（Irradiance）：辐射度是到达表面单位面积内的辐射功率。辐射度，以每平方厘米瓦特或豪瓦来表示。它随灯管的输出功率、效率、反射系统的聚焦以及到表面的距离不同而不同。（它是灯管及几何形状的特性，故与速度无关。）直接置于 UV 灯下的高强度、峰值聚焦功率参考为“峰值辐射度”。辐射度包括了所有有关电源功率，效率，辐射输出，反射率，聚焦灯泡尺寸及几何形状的因素。由于 UV 可固化材料的吸收特性，到达表层以下的光能量要比表层的要少。在这些区域的固化条件可能有显著不同。光学厚度厚的材料（或者高吸收性，或者物理结构厚，或者两者有之）可能会减少光效率，从而导致材料深层的固化不充分。在油墨或涂层里，表面较高的辐射度会提供相对较高的光能量。固化的深度更多地是被辐射度影响而不是较长的曝光时间（辐射量）。辐射度的影响对于高吸收性（高不透明度）的薄膜更重要。高辐射度允许使用较少的光

触发剂。光子密度的增加增多了光子—光触发剂的碰撞，从而补偿了光触发剂浓度的减少。这对于较厚的涂层会有效，因为表层的光触发剂吸收和阻碍了同一波长到达深层的光触发剂分子。

3. UV 辐射量到达表面单位面积的辐射能量。辐射量表示到达表面的光子总量（而辐射度则是到达的速率）。在任一给定光源下，辐射量与速度成反比而与曝光的数量成正比。辐射量是辐射度的时间累积，以每平方厘米 Joules 或转 miliJoules 表示，（遗憾的是，没有有关辐射度或光谱内容换为以辐射量测量的信息，它仅仅是被曝光表面能量的累积。）它的意义在于它是唯一包括了速度参数和曝光时间参数的特性显现。

4. 红外辐射密度：红外辐射主要是由 UV 源的石英泡发射出来的红外能量。红外能量和 UV 能量一起被收集并聚焦在工作表层。这决定于 IR 的反射率和反射器的效率。IR 能量可以被转换为辐射量或辐射度单位。但通常，它所产生的表面温度才是被注意的重要之处。它所产生的热量可能有害也可能有益。结合 UV 灯解决温度与 IR 之间关系的技术有许多。可以分为减少发射，传送和控制热量移动。发射的减少通过使用小直径的灯泡来实现，因为正是 hot quartz 的表面区域发射几乎所有的 IR。传递的减少可通过在灯管后面使用分色的反射器（cold mirror）来实现；或在灯管与目标之间使用分色窗（hot mirror）。热量移动降低了目标的温度——但仅仅是在 IR 已引起了温度升高之后——可使用冷气流或散热装置来控制热量的移动。IR 能量的吸收由材料本身决定——油墨、涂层或基片。速度对由入射的 IR 能量及工作表面吸收的能量引起的温度有重大影响。过程越

快，被吸收的 IR 能量越少，引起温度升高。可通过改进效率来加快生产的过程。

## UV 涂料

紫外光辐射固化技术是国际上 70 年代以来开发出的一种全新的绿色技术，利用该技术生产的紫外光固化涂料，简称 UV 涂料，具有不含挥发性有机化合物（VOC），对环境污染小，固化速度快，节省能源、固化产物性能好、适合于高速自动化生产等优点。而传统涂料易挥发、固化速度慢，不利于环境保护。因此，UV 涂料是传统涂料的主要替代品。由于 UV 涂料独特的技术和应用优势，被迅速广泛的应用到电子产品、机械制造，金属防腐等各个行业和领域，被誉为全新的环保新材料。最新资料表明，欧美等国家已通过立法限制 VOC 排放量高的传统涂料的使用，逐步使用环保新材料 UV 涂料等来取代传统涂料。在美国、德国、意大利等发达国家 UV 涂料的生产量占涂料生产总量的约 10%，并以每年 15% 的速度递增。据德国赫丝公司预测，到 2010 年，世界范围内 UV 固化涂料的产量将达到整个涂料行业总产量的 50% 以上，并且 UV 涂料这种环保新材料在 30 年内会保持优势，其 UV 涂料的市场空间极其巨大。据中国涂料业协会提供的数字，1999 年中国国内年产销售量 180 万吨涂料，99% 是有机溶剂的传统涂料。随着中国国力的增强和环境保护的重视，无公害的 UV 涂料替代传统的有机溶剂涂料成为必然。事实上，国内 UV 涂料的需求量正以 10% 的速度逐年上升，即需求量年净增加额至少为 18 万吨，据统计，欧美目前人均涂料用量为 4.6KG，而国内仅为 1.5KG，市场潜力巨大。

在我国已有部份厂家使用此 UV 涂料，成为生产高档产品加工使用发展趋势。

## UV 固化的应用领域

由于辐射固化具有污染少、固化快、耗能低等特点，近几年来，辐射固化不仅在木材涂料、金属装饰以及印刷工业等方面逐步取代传统涂料，并已开始广泛应用于光学透镜、电子器件、光纤涂层等精密工业。

辐射固化的主要应用领域：

木材涂层——木材底漆和表层清漆以及色漆：填料（填充木板内部和表面空隙）；水基家俱涂层。

塑料涂层——薄膜涂层和硬涂层：汽车部件、器械、光盘、信用卡、窗户薄膜以及汽车前灯和发光部件的金属化塑料底材涂层。

纸张涂层——装饰纸、标签、卡片和书面等的表面上光、金属化纸张底材涂层。

地板涂层——乙烯基地毯、乙烯基硅、镶木地板。

金属涂层——食品罐头、汽车和器械装饰、交通隧道墙板。

硅酮涂层（纸张/薄膜）——脱膜衬里、标签、铸件。

电子涂层——保形涂层、封装化合物、光刻胶、软（硬）盘、光盘、录相带、磁带、光纤。

油墨——平板印刷（纸板盒、软包装品、杂志、出版物）、丝网印刷（塑料标签、塑料瓶、金属箔、纸和纸板包装品）和印刷。

粘合剂——层压材料（纸或薄膜/木材、薄膜、纸、箔等）、普通

粘接（汽车部件、光学器件）、和压敏胶（标签、接触纸/薄膜等）。

交联——热收缩膜、电绝缘材料。

### 辐射固化产品举例

目前辐射固化产品已渗入到工业生产与日常生活的方方面面，几乎无所不在，这里仅举出一些典型的例子。

（1）涂层 光盘、光纤、磁带、磁卡、高档物品袋、照相胶片、杂志封皮、真空金属塑料、易拉罐、家具贴面、层压板、墙壁嵌板、乙烯地砖与瓦面、电镀金属管及皮革装饰等；

（2）油墨 平版胶印、凸版印刷、柔版印刷、凹版印刷和丝网印刷等；

（3）黏合剂 汽车前灯、压敏标签和移画印花、电子器件封装与外壳、医用塑件装配等；

（4）电子器件 印刷线路板敷形涂覆、抗蚀剂、阻焊剂、字符油墨、抗光干膜、保护涂层等；

（5）其他 印刷板、医用器件、牙科充填物、化妆品盒、眼镜片、高尔夫球、奖杯、滑雪板、摩托雪橇、广告标牌等涂层固化或装饰，以及三维立体光铸加工。

### UV 干燥设备的应用范围/涉及行业

UV 光固机:利用强紫外线辐射,进行瞬间表面固化是近几年来迅速发展的一项高新技术,其独特的辐射特性和良好的使用性能,已引起科技界和企业界的高度重视.象印刷烟盒、酒包装、磨砂标牌的 UV 磨砂油墨,

固化快，砂感好。用于胶印各种非渗透性基材，瞬间干燥附着力强。比如 UV 透明油墨、UV 发泡油墨、UV 宝石油墨、UV 冰花油墨等都离不开 UV 光固机。

一. 在电子、光纤、液晶、丝印、包装业等众多领域得到广泛应用。

如：

丝网印制、中幅包装纸盒胶印、铭牌、台历等 UV 油墨的固化，各式咭片、挂历 铭牌的 UV 固化，大张卡纸的 UV 光油干燥固化设备；

二. 小型电子塑胶五金件的 UV 胶或 UV 油墨固化，电子、精密零件、磁头、磁性材料光学片、液晶显示、微电机等 UV 光固胶点胶固化，液晶显示玻璃封边的 UV 胶固化设备；

三. 双面板面或双印刷面的 UV 固化设备，（印制线路板等）；

四. 条形印刷品的 UV 固化设备（商标印刷机或其它类型生产线）  
联接改装，连续 UV 固化, 效率倍增；

五. 塑胶按键、金属标牌、PE 塑 胶外壳的 UV 油、UV 胶的干燥固化，陶瓷电容生产线、小型电子元器件的打标固化专用配套设备；

六. 手提式 UV 固化实验型设备、现场实验、少量生产、现场修补，  
台式固化试验和小批量的 UV 固化实验型设备 。

## UV 油/UV 胶/UV 涂料的应用

### 1. UV 光固化丝印上光油

可用于印刷局部上光，也可以满版上光，上光印刷表面色彩鲜艳光亮透明，具有照片效果，耐磨，不起层，不卷曲的特点，用与高档包装的

表面装饰及保护。

产品特点：

- a . 产品无臭，不含溶剂，对皮肤刺激小，固化速度快。
- b . 产品消泡和流平性能极佳，可适应自动印刷机的快速印刷。
- c . 产品对金卡，银卡纸张有极好的附着力和耐折性。
- d . 产品粘度可调适用于不同目数丝网，可广泛印刷酒盒，香烟盒。

## 2. UV 塑料上光油（可烫金）

主要用于 PE，PP 薄膜或片材表面的棍涂，适用于牙膏管，PE 软管和薄膜不干胶表面上光。

产品特点：耐黄变，低气味，耐磨擦，高光泽，柔韧好。本系列还有 UV 磨砂光油。

## 3. 光盘保护 UV 光油

光盘保护胶是光盘生产的关键材料,对光盘的质量是至关重要,要求与光盘的反射金属层粘接好,对油墨适应性强,高低温性能好,抗磨损优,本公司产品具有上述特点.

## 4. UV 光固化粘合剂

特点:单组份 UV 光固化胶,UV 光固胶, 不仅比传统双组份热固化粘合剂使用方便。而且有如下特点。

光学性能：胶液晶莹透明，固化后光透过率 $\geq 90\%$ 。

粘接性能：固化后体积收缩率小，延伸率大，粘接强度高。

耐候性能：胶液固化后，耐候性好，经紫外线长时间照射下不黄变，

耐冷热性强，可在零下 50 度到摄氏 80 度的温度范围使用。

用途：用于透明材料如：透明塑料，玻璃与金属，塑料，陶瓷，橡胶等非透明材料的快速粘接，粘接固化时间可快到 1 秒，粘接强度可调节，适用于光碟，电子器件，光通讯器件，生物制品，家具等的粘接封装或贴装。

a. UV 光盘粘合剂：UV 光盘胶，适用于 DVD5/DVD10 的生产。

b. 玻璃—铝合金粘合剂（UV 光固化无影胶）：可广泛用于光学仪器，医用器件，工艺品，家具及建筑行业，所需的玻璃/金属，玻璃/玻璃，金属/金属等的粘合。用法：先将粘物表面清洗干净，晾干，滴少量胶液于被粘物表面，压紧表面排出胶层内的气泡，使胶层厚度小于 25  $\mu\text{m}$ ，施胶后用高压汞灯（功率-60W/CM）在 10CM 灯距照射 10-20 秒固化（随透光材料和灯具不同，固化时间稍有差异。放置半小时后无影胶的性能达到最佳。

## 5 .UV 光固化软胶

用途：商标，徽章，标签等的保护透明度。

特点：液体胶贮存稳定，一经紫外线照射迅速固化，固化胶透明，富有弹性，抗划伤，压痕和划痕能自行消失。

使用方法：滴胶后既可送入光固化炉固化，胶层厚度不超过 2mm，

固化条件：高压汞灯，60-80M/CM，固化时间 10-25 秒。

## 6 .UV 大理石材料涂料

UV 大理石光油，用于大理石，人造石料，陶瓷石材等装饰，明亮有特殊效果，可降低石材生产能耗，提高生产效率。

## 7. UV 无影胶



用于玻璃/玻、玻璃/金属、水晶/水晶、水晶/金属粘接。

特点：固化速度快，粘接强度高，不黄变，不起泡。可以在太阳光20秒内固化。

## UV 光固化汽车涂料 – 涂料最高水平的体现

汽车车身的涂料实际是一种艺术品，生产者力求做到令人赏心悦目，美玉无暇。另一方面，汽车年复一年地要经受日晒雨淋和风刀霜剑的侵蚀，还有酸雨、来自溶雪剂的盐水、石击等侵蚀，在此情况下，保持美丽外观和防止锈蚀是对涂料提出的严格要求。因此，汽车涂料被认为是涂料最高水平的体现。

汽车壳体大部分为钢铁，但塑料也已有广泛使用，涂料因而也有不同要求。除此之外，汽车的修补漆也是汽车涂料的重要组成部分。光固化涂料有种种优点，要使光固化涂料进入汽车涂料行列，除了涂料本身要达到要求外，还需要有合适的涂装和固化设备。通常光固化涂料一般用于平面和简单形状器物的涂装，由于汽车部件形状各不相同，因此要求有符合三维（3D）涂装和固化的设备，两者结合才有可能完全进入汽车领域。去年的北美光固化会议上展出一辆由多家公司合作研制的示范性辐射固化赛车，该车采用了最先进的各种辐射固化技术，它的壳体由电子束固化的复合材料制备，涂料几乎全部采用光固化涂料，充分展示了光固化技术的巨大潜力。本文结合该示范赛车及其他厂资料，就部分光固化汽车涂料的进展作简要介绍。

## 光固化修补底漆

汽车的金属部件特别是车身的金属底漆一般采用阴极电泳漆或其他防锈漆，含有大量颜料和填充剂，光固化涂料难以代替，但是当车身损坏，需予修补时，其底漆不可能使用电泳漆也难于使用热固型涂料，室温固化涂料则需耗费太多时间。现在ICI发明了一种光固化底漆UVSpeedprime，它采用常用于电子器件的树脂组分，用于低能UV光的引发剂及特殊颜料组成，添加的颜料可满足抗腐蚀、硬度、消光及填孔等要求，但不影响光固化速度。和一般不透明的底漆不同，该产品是透明的。该涂料易于涂布、容易打磨并且使用安全，彩低能手持紫外光灯可在2分钟内固化，经处理和打磨后即可涂布面漆，整个修补过程快捷易行。

## 汽车面漆

汽车面漆最重要的作用是装饰，除了美丽的外观外，还同时要求抗光氧化、抗水解、抗划伤、抗酸雨和汽油、抗撞击、抗雷雨及曝晒等性能。现在面漆一般由两层涂料组成，下层（第一道）涂料加有各种颜料如彩色颜料，闪光颜料等（二道浆），上层涂料为清漆，它能赋予涂层高的光泽并满足面漆的各种要求，因此是至关重要的。光固化涂料难以用在面漆的第一道漆但可用于透明清漆。光固化透明清漆具有无溶剂、快速固化、耐刻划、耐擦伤、高光泽、高硬度等固有的优点，但它的耐候性不是很好，这是它较长时间难于被接受的原因。光固化清漆不仅机械性能应达到或超过二罐装聚氨酯清漆，而且耐候性也要达到一定的要求。尽管可以通过添加光稳定剂等抗老化剂改善涂膜的耐候性能，但是光稳定剂的加入会影响光固化速度，这是一个难以解决的问题，是阻碍光固化清漆在汽车上使用的

关键问题之一。近年来通过选用合适的引发剂及紫外光吸收剂等防老化剂打开了用于汽车面漆的道路。汽车透明清漆一般采用丙烯酸化聚氨酯光固化树脂，选用的光引发剂一般为 BAPO (bisacylphosphin oxide) 或 Irgacure118 ( $\alpha$ -hydroxylketone), 同时在配方中加入紫外光吸收剂如 HPT (hydroxyphenyl-s-triazine) 及采用受阻胺 HALS 为自由基除去剂。实验证明通过合适的组分调节，可以达至满意的固化速度及优良的耐候性。

### 塑料部件涂料

汽车的部件很多已采用工程塑料或者聚合物基复合材料，他们不仅需要涂料改善其表面性质，光固化涂料在这方面具有十分突出的优势。光固化在这一方面的应用已有十余年的历史。

1、车灯灯罩：聚碳酸酯灯罩早已代替了玻璃灯罩，聚碳酸酯具有易加工成型、重量轻和柔性强不易破碎等优点，但它的表面强度不够，不耐刻划和刮擦而且耐候性差，易变黄，采用光固化涂料可以改善表面性质，因而得到了应用，不仅大大节约了涂装时间而且涂层有很好的光学耐擦性能，并可满足长期耐候性要求。

2、反光镜：汽车反光镜也是用塑料制备的但它的表面必须有很高的反光性能。为了达到这一目的，塑料表面须经三次紫外照射处理。首先塑料要紫外照射使表面产生光化学反应增加表面张力，以利于光固化涂料的流平与附着，经过涂布光固化清漆固化后，塑料表面变得平坦而易于金属化，然后地真空沉积箱中完成金属沉积。在塑料表面金属化后还需要再涂布一层光固化涂料，它的作用是保护金属反光层。

3、玻璃纤维增强复合材料部件：复合材料已大量应用于汽车的各

种部件，为了保护表面及美观，要求使用涂料进行涂装。例如前述的示范赛车车身部分采用了电子束固化的复合材料，同时采用了光固化涂料予以修饰。在体积很大的部件上使用光固化涂料的一个关键问题是设计便于车身整体涂装的涂装固化室。

光固化粉末涂料光固化粉末涂料综合了粉末涂料及光固化涂料的优点，它不仅可在金属上使用，也可用于塑料和木制品及其他对热敏感的部件，大大扩大了粉末涂料的使用范围，因此，它在汽车上使用潜力很大，受到重视。汽车上的框架、轮辋等都可用粉末涂料来取代原有涂料。汽车上的金属框架需承受石击、沾污、水泡等侵害，一般先要用电泳漆处理，但电泳漆颜色选择受限制而且通常有——条纹等漆病，为了提高其装饰性，可以彩光固化粉末涂料进行弥补。两者的结合可以取得满意效果，粉末涂料可赋予极好的装饰性。由铝合金制造的车轮轮辋涂料对涂料有极高要求，传统的轮辋涂层一般由热固性粉末涂料作底漆，然后是闪光效果的中间层，最后是透明面漆。现在这三层涂料都可以用光固化涂料代替。

3D 光固化设备与技术不同形状和大小、角度、弯曲、边缘、凹凸情况的三维（3D）部件光固化时，需要有光投射到所有的表面上，且应有可靠和足够的能量。一般灯具由管灯和反光罩组成，反光罩用于聚集光束定向投射到器物上，反光罩一般为椭圆形或抛物线状的，使用椭圆形灯罩，灯管置于椭圆的第一焦点上，灯光则在第二焦点上聚焦形成狭窄的高辐照度的光束。但由于光的发散，偏离此点后，辐照度迅速降低。使用抛物线灯罩，在较宽的范围内均可得到平等紫外光束，但是辐照度低并可在三维物体上增加阴影。为了得到整个表面的充分固化，需要采取一些措施：一

是改善椭圆形成灯罩形状，变化光的焦点，使它离灯面更远，使聚焦面更宽，虽然这样会减少高辐照的峰值，但可以使光的强度比较均匀，在离灯较远的地方也要以得到足够的辐射照，同时又保持了聚集和发散光的优点，减少阴影出现；二是优化配方，涂料的光谱吸收要与灯的发射光谱相匹配；三是优化工艺条件，紫外光投射到物体的能量要与加工速度相匹配；涂料光敏性及涂层的厚度要优化，在较大光强度变范围内都能使表面涂料彻底固化。当然，对于 3D 固化装置也有特殊要求，要根据物体大小和形状，物体是垂直的还是水平的，能否通过旋转使潜在的阴影部位得到照射等实际情况设计生产线。为了达到光固化能量要求与固化速度的调节等目的，将灯原装在机器人上是一个重要的方法。采用机器人有很多优点，许多固定光源不能照射到的部分都可得到有效的照射。如前所述，在以玻璃钢为车身的涂布与光固化需要有大空间的三维涂布与固化装置，这也是一个挑战。

### 双重混杂固化的应用

对于一些部件来说，无论如何设计固化装置和光源，总有一些部位灯光不能达到或者光强不能满足涂装要求，因此纯粹的光固化涂料不能满足涂装要求。为了解决这一问题发展了光固化与热固化方法看来是抵消了光固化的优点，但这是不可逾越问题。尽管如此，混杂固化较纯粹热固化还是有一些优点，一般混杂固化体系固化温度低、固化时间短。由于物件大部分在光照时已实干，只有少许部位未干，因此可减少物件被沾污的可能性 UV 光固化汽车涂料 - 涂料最高水平的体现。

## UV 上光代替复膜

薄膜不干胶材料 UV 上光代替复膜薄膜材料是一种非吸收性材料，表面能量(表面张力)低，如表面不经过某种预处理、提高表面张力，使用一般的油墨无论应用哪一种方式印刷，油墨很难达到理想的润湿状态，即油墨很难达到很好的牢固度，墨层脱落无法避免。为此，印刷工业为提高薄膜材料表面油墨层的牢固度，普遍采用电晕处理或在其表面预先涂布亲油墨涂层的方法来保证油墨的牢固度。经表面预处理后，薄膜表面油墨层的牢固度大大提高，按照印刷工业通常的检测方法，无论利用胶带测试或使用摩擦仪作耐摩擦试验，结果均符合国内标准部门颁布的标准。例如，我们的薄膜标签样品油墨牢固度已通过国家包装装潢质量检测中心，按国标 GB-7706-87 检验标准的方法检测。同时有些客户自己具备检测手段(如国内的一些台湾印刷厂)，使用自己的仪器检测自己印刷好的薄膜材料标签，其油墨层的耐摩擦能力和有关指标完全合格。但是，虽然薄膜材料标签的油墨牢固度经检验合格，可是在实际应用中油墨层的耐刮擦问题没有根本解决。如国内一些化妆品客户，其贴标后的塑料瓶体直接放入包装箱，瓶体间不放任何隔板或填充物，然后运往各地销售。在运输过程中，瓶体间互相碰撞、摩擦，最后导致瓶体标签表面的油墨严重磨损，无法正常销售。为解决这一严重的油墨层磨损问题，除最终客户在产品包装方式上采取措施外，印刷厂通常采用三种方法解决。

在包装瓶体上直接采用丝网印刷丝网印刷，由于使用特殊的油墨和厚的油墨层可以解决油墨的刮擦、磨损问题，但丝网印刷只适合普通的文

字、色块和线条印刷。对于高分辨率的彩色图纹，丝网印刷无法实现。不能达到产品的包装装潢效果。此外，经丝网印刷后瓶体表面的图纹很难去除，而客户又很难做到包装瓶体的定量印刷加工，会出现瓶体印刷数量过大或不够用，这样会给客户带来不必要的浪费。所以丝网印刷方式印刷瓶体，只适合简单的、大批量生产的产品，在高档次日化产品上很难推广。在印刷后的薄膜不干胶标签表面复合 BOPP 薄膜、保护油墨标签表面复膜、保护油墨，解决油墨层磨损问题，这种工艺在国内一些油墨厂中普遍使用，收到了一定的效果，但也带来了一些负面影响。根据我们近年来拜访客户、

调查研究，对于膜工艺的缺点总结为以下几点：

#### 一、成品标签增加了成本、客户增加了费用

薄膜不干胶材料本身的价格就比普通的纸类标签材料价格高得多，而在薄膜表面复膜用的 BOPP 薄膜要选用高档次、透明度好、张力变形小的材料，平均价格在 3~5 元之间，这样增大了不干胶标签的整体成本，

客户增加了费用。

#### 二、改变了薄膜不干胶材料的物理特性

BOPP 复膜材料是一种经双向拉伸的薄膜材料，本身基本上不变形，而不干胶薄膜材料有许多品种，每种材料都有不同的特性。如有的可单向拉伸变形 (Primax、FasClear)，有的可双向拉伸变形 (PVC、PE)。这类材料如复合上 BOPP 薄膜，则失去了自身的特性，改变了物理特性，无法应

用在可变形的瓶体上，如化妆品或洗发水的塑料瓶体。

#### 三、加厚了标签的厚度、产生内应力、增加了标签起翘、脱落的可能

性

复膜用的 BOPP 一般在  $15\ \mu\text{m}$  左右，无论采用哪种复膜机构都需给 BOPP 一定的张紧力，使其平整地贴合在标签表面。在张力的作用下，复合后的标签产生向上翘起的内应力，所以无论标签贴在平面或曲面瓶体上，都增大了向外翘边的可能性。此外，整体标签越薄、变形后内应力越小，在粘合剂的作用下粘得越牢。复膜后标签加厚，变形后下面的材料受挤压、上面的复膜材料受拉伸，它们都有恢复变形的内应力，所以说，复膜后的标签贴标后翘起的几率非常大，尤其是在温度过低、胶水流动性差或贴标时标签表面未完全压紧的情况下。

#### 四、复膜工艺产生大量静电，给印刷加工和客户最终应用自动贴标带来困难

塑料薄膜材料是一种极性十分不稳定的材料，印刷过程中会产生静电，而两种薄膜材料复合则产生大量的静电。这种静电给印刷和加工带来麻烦，尤其是模切排废工位，静电会造成标签频繁脱落、使机器不能高速生产。更为严重的是残留在成品卷筒中的静电会影响标签的正常使用。例如，标签在贴标机上不正常出标、歪斜，有时甚至贴标机无法正常操作，只能手工贴标，严重影响了生产。

#### 五、复膜工艺影响机器速度、加大了整体消耗

复膜的张力同机器速度成正比，所以复膜时机器的速度受到限制，一般在国内的轮转标签机上复膜速度在  $30\text{m}/\text{min}$  之内，而不复膜、只印刷(上光)的轮转机(柔版机)彩色印刷时，速度可达  $80\sim 100\text{m}/\text{min}$ 。这就是说，复膜工艺效率低。

目前，市场上能买到的无底纸 BOPP 复合膜最大长度 200 延长米，



这就意味着标签机必须每运行不到 200 米就要停机、更换复合膜，所以机器是开开停停。根据印刷原理，印刷机停机、开机时导致输墨系统的变化，使印刷材料的着墨量变化，最后使标签墨色变化，出现废品。这也是复膜工艺消耗大的原因之一。

#### 六、在薄膜材料表面采用 UV 上光工艺、保护油墨

UV 上光工艺是目前在国内标签印刷行业中轮转型、半轮转型标签机对纸张或薄膜材料通常采用的方法，用以保护油墨。UV 上光工艺提高了印刷品表面的光亮程度，更为重要的是利用其强度和耐摩擦特性保护了油墨层、防止油墨划伤脱落。同复膜工艺相比，虽然上光油的强度不如 BOPP 薄膜、成品标签的立体感也差，但在综合特性上有明显的优势。

#### 七、降低了标签印刷品的整体费用

UV 上光工艺的费用同 BOPP 复合膜复合的费用相比要便宜的多。目前，在国内 UV 上光油的种类很多，性能不一样，所以价格差别较大。我们推荐客户使用高透明度、耐刮擦、收缩率小、干燥快、强度大的上光油。这类上光油的价格一般在 150~200 元/kg 左右，以每平方米涂布 2g 计数，每平方米的费用为 0.3~0.4 元，价格差不多是复合膜价格的十分之一，所以说降低了标签印刷品的整体成本。

#### 八、不改变薄膜材料的物理特性

UV 上光油干燥后的厚度为 2~5  $\mu\text{m}$ ，同油墨层结合成一体，对标签的整体厚度影响很小，使用上光后的薄膜材料不会由于上光层而影响本身的变形和弯曲能力，保持了标签本身的平整度。同样 UV 上光工艺避免了由于材料本身变形，造成标签在包装瓶体上翘边脱落现象，这也是国内一些最终

客户选用上光工艺的原因之一。

## 九、不会产生静电

UV 上光过程基本上不会产生静电，相反，可在上光油中添加“除静电剂”，这样可消除印刷品表面的静电，使上光后的其它加工工序顺利进行，如模切、排废、切张或覆卷。最终客户使用标签时也不会出现静电引起的各种贴标问题。

## 十、可快速联机上光、提高了生产率、降低了消耗

印刷机的速度不受上光工艺的影响，可快速印刷加工。通常柔版机在印刷复杂图形的标签时平均速度为 60~80m/min，中途不换纸不用停车；而采用复膜工艺时的速度为 30~40m/min，且频繁停车换复合膜，影响套准和油墨均匀性。使用时，上光工艺提高了效率、降低了消耗。

综上所述，为保护薄膜表面的油墨层，提高其耐刮擦、耐磨损能力，标签印刷行业中所采取的三种方法中，UV 上光工艺是综合效果最好的一种。目前，在发达国家中普遍使用联机上光工艺，很少采用复膜工艺，除非客户要求。国内的情况也是一样，在标签印刷发达的地区，如上海、广州、天津等地的一些大型专业不干胶标签印刷厂中普遍采用 UV 上光工艺。

为此，我们提倡和推广在薄膜不干胶标签表面印刷后采用 UV 上光工艺，保护油墨层。对于上光工艺，经过我们几年的努力、总结印刷厂的实践，尤其是最近一两年通过我们公司培训中心在 arsoma 柔版机和 IGT 印刷适性仪上的反复试验，我们总结了很多经验。这些经验包括 UV 上光油的选择、印刷速度的控制、烘干固化功率的调整、上光涂层的控制等。现在，这些经验已经成功地在一些印刷厂应用。我们试验的样品得到一些大的化妆品客户的普遍认可。为进一步说明我们的经验，首先介绍国内

标签行业 UV 上光的基本方法；使用 UV 凸版机、胶印机(后固化)直接印光上光层薄、光泽性差，可单张或卷筒上光，可局部或整体上光，上光油黏度大。涂布上光利用两辊或三辊装置涂布上光。可安装在标签机上同步运行，适合卷筒纸。也可作为上光机独立上光，适合单张纸。上光静电低，上光层受速度变化、上光装置精度的影响，上光油黏度低，适合整体上光。柔版机上光先进的上光原理，利用网纹棍精确控制上光量，可局部或整体

上光，上光

油黏度低。 为保证 UV 上光质量，我们总结了三条经验：

一、要使用同油墨相配套的 UV 上光油和助剂，否则会影响上光层的牢固度或油墨同上光油之间起化学反应。

二、要使用薄膜材料专用的高质量、耐刮擦的高档次上光油，因为这类上光油中有特殊的助剂，可提高上光层的耐摩擦程度、保护油墨层。

三、油墨和上光油一定要干燥固化彻底，否则其牢固度和耐刮擦水平达不到最大程度，有条件的客户可安排多工位干燥，确保油墨和上光油干透。

以上从理论上和实践经验上论述了 UV 上光工艺代替复膜工艺的原因和重要性、又列举了国内成功的经验。最后我们相信，印刷厂和最终客户只要积极地同我们材料供应商和油墨供应商合作、相互配合，一定会实现 UV 上光工艺代替复膜工艺，为大家带来好处。

在纸印刷品 UV 上光油的定义、特点及应用

### 1. 什么是印刷上光

所谓印刷上光，就是在完成图文印刷的复制品表面，用实地印版或

图文印版再印一次或两次上光油，使印刷品表面获得光亮的 UV 膜层。印刷上光可以增强油墨的耐光性能，增加油墨层防热、防潮的能力，起到保护印迹、美化产品、替代覆膜的作用。印刷上光与覆膜等相比，不仅价格低廉、工艺简便，而且既可以满版上光，也可以局部上光。

## 2. 纸印刷品 UV 上光油的特点

UV 上光是利用 UV (Ultra viole 的缩写，即紫外线)照射来固化上光涂料的方法。具有涂料快速固化和低温固化的特点，有助于纸印刷品光泽加工过程诸多问题的解决，因此在纸容器、商标、封缄、图片、磁带封套等印刷品的光泽加工方面得到了广泛的应用。在国外，书刊杂志封面的光泽加工普遍采用 UV 上光。

UV 上光迅速兴起并在许多产品上大有取代塑料覆膜和溶剂型上光之势，这主要取决于其本身具有的下列特点：

1) UV 上光油几乎不含溶剂，有机挥发物排放量极少，因此减少了空气污染，改善了工作环境，也减少了发生火灾的危险；

2) UV 上光油不含溶剂，固化时不需要热能，其固化所需的能耗只有红外固化型油墨和红外固化型上光油的 20%左右。另外，这种上光油对油墨亲和力强，附着牢固，在 80~120W / cm 紫外线。灯照射下固化速度可达 100~300m / min；

3) 经 UV 上光工艺处理后的印刷品，色彩明显较其他加工方法鲜艳亮丽，而且固化后的涂层耐磨，更具有耐药品性和耐化学性，稳定性好，能够用水和乙醇擦洗；

4) UV 上光油有效成分高，挥发少，所以用量省。一般铜版纸的上光

油涂布量仅为  $4\text{g} / \text{m}^2$  左右，成本约为覆膜成本的 60% 左右；

5) 可以避免塑料覆膜工艺经常出现的缺陷，如翘边、起泡、起皱、脱层等现象，UV 上光产品不粘连，固化后即可叠起堆放，有利于装订等后工序加工作业；

6) 可以回收利用。解决了塑料复合的纸基不能回收而形成的环境污染问题。

目前国内市场上的 UV 上光油除少量是欧美进口产品外，大部分为台湾生产的产品。

3. UV 上光油组成及类型 UV 上光油是由紫外线感光树脂、光引发剂、活性单体和助剂，经科学复合加工而成。UV 上光油种类可分为 UV 油墨用 UV 上光油、油性油墨用 UV 上光油及两者兼用型 UV 上光油，还可根据涂布加工方式分为脱机型 UV 上光油，联机型 UV 上光油或两者兼用型 UV 上光油。

#### 4. 纸印刷品 UV 上光油的应用

UV 上光油可广泛应用于辊式(滚涂)涂布机、叼纸牙式涂布机、凹印涂布机及柔性版涂布机等脱机上光。厚纸专用的高效率辊式涂布机，是由同方向旋转的滚筒组成，根据滚筒的不同组合及滚筒间中心线角度的不同可分为很多型号。叼纸牙式涂布机适合规格在  $80\sim 120\text{g} / \text{m}^2$  的纸张；凹印涂布机及柔性版涂布机以局部涂布为主。凹版涂布机涂布能使局部图像鲜明，涂层均匀。但涂布量只能依靠稀释量来调整，只要不改变凹版线数、深度及形状，是不能增减涂布量的。而柔性版涂布时，图像边缘容易产生边缘轮廓，缺乏鲜明性。但涂布量的调整及改版相对比较容易。利用上述

任何一种涂布机涂布后，一般还要采用热风烘箱或红外线烘箱使溶剂挥发，然后再通过紫外线固化。纸张涂布 UV 上光油时，可采用先印刷，在后加工时涂布上光油的脱机方式，加工速度一般为 30-60m / min。

UV 上光油联机上光主要有以下 3 种方式：

- 1) 胶版印刷机橡皮布涂布，加工速度 7000~9000 张/h；
- 2) 凹印轮转印刷机最后机组涂布，加工速度 100~200m / min；
- 3) 柔性版印刷机最后机组及专用涂布机涂布，加工速度 100~200m / min。

5. 使用 UV 上光油应注意的几个问题

1) 光源。UV 照射光源一般采用高压汞灯或金属卤化物灯(以无极灯为佳)，光源的功率也要求稳定。高压汞灯的输出功率一般为 80~120W / cm，才能确保 UV 涂料的固化速度 $<0.5s$ ；

2) 纸张 UV 涂料不适合对容易渗透的纸张进行加工。因为 UV 涂料中的低分子材料容易渗透到纸张中，引起纸张的变暗甚至浸透。这种情况下，只有加快印刷速度，并增加灯管数量。为了预防渗透现象，可先用红外底涂涂布底层，以避免涂布 UV 涂料时出现渗透；

3) 油墨。需要注意 UV 涂料与油墨的结合问题，必要时先涂一层底胶；

4) 涂层。上光涂层经过紫外光辐射后光引发剂被引发，产生游离基或离子，这些游离基或离子与预聚体或不饱和单体中的双键起交联反应，形成单体基。这些单体基开通过连锁反应生成聚合体固体高分子，完成上光涂料的干燥过程。涂布层过厚，在同样功率光源的照射下干燥时间相对

长，一方面影响 UV 光油的干燥，另一方面使纸张的含水量相对减少，会使张纸变脆易断，影响 UV 油层的耐磨性；

5) 稀释剂。UV 上光油一般来说需使用专用稀释剂，稀释量控制在 1:0.5 至 1:1 左右，过多则会影响上光效果(具体视涂膜量而定)；

6) 上光亮度差。①纸张质量差或表面粗糙，吸油量大，应改用高一档纸张；②涂布不均匀或上光油稀释太薄，粘度过低，应调整上光机及提高上光油粘度；

7) 附着力差。①印刷品油墨层晶化或油墨添加剂及防滑剂等使用不当，应改善印刷工艺，不用或少用油墨添加剂；②上光油粘度太低，应调整上光机及提高上光油粘度；③使用 UV 光油类型不当；

8) 上光层发白，交联密度低。①稀释剂使用不当，因夏天醇类溶剂挥发速度快，应更换稀释剂或改用酯类稀释剂或专用稀释剂；

9) 涂布层偏黄。①上光油涂层太厚，粘度偏大，应降低粘度；②上光油过期(使用期限一般为 6 个月)，应停止使用；

10) 粘连(未干透)。①涂布太厚，应降低粘度；②UV 灯功率不足或老化(UV 灯管的寿命一般约为 800 小时，超过此时间固化效率会降低)，应更换 UV 灯使之达到额定功率；③上光油已过期，应停止使用；

11) 平滑度不佳。上光机涂布辊筒损坏或上光油粘度高，应更换或重磨辊筒，降低上光油粘度；

12) 安全生产。某些进口 UV 上光油对皮肤有刺激性，加上不挥发，在皮肤。衣服上附着时，如果是夏天高温天气的情况下，有可能与汗液一起进入皮肤引起炎症，因此在生产过程中如果皮肤沾上 UV 上光油，应尽

快用肥皂水清洗干净并及时更换衣服。

此外，还需注意环境的温、湿度控制以及纸印刷品经 UV 上光油上光后的热烫印性等。6 结束语

UV 紫外光固化技术自 20 世纪 60 年代发明以来，到 20 世纪末已经得到了普遍应用。在我国 UV 印刷和 UV 上光已经被广泛应用在铝箔纸和铝箔卡纸印刷、磁卡印刷、商业印刷、金属印刷、食品、药品、烟包、不干胶等包装印刷领域。UV 纸制品上光正以每年递增百分之十几的速度增长，所以 UV 上光油应用前景非常广阔。

局部 UV 上光 UV 局部上光

局部 UV 上光

局部 UV 上光是指在原有彩色印刷品上的某个图案丝印上 UV 光油。上完 UV 光油后，这个上光图案与周边印刷效果相比，上光图案就显得鲜艳、亮丽、立体感强。又因为丝印墨层厚，固化后会凸起来，看起来象压痕一样。丝印 UV 上光从高度、流平度及厚度都比胶印 UV 强，所以一直很受国外客商青睐。

目前，丝印局部 UV 上光已解决了在彩色印刷后再膜 BOP 或 PET、PP、OPP 上的附着力问题，还可击凸。且耐刮，耐折，低气味。这制造了很大的市场空间，可以应用在包装、商标、书本、宣传等印刷领域，起到画龙点睛的效果。

丝印局部 UV 上光所用设备成本很低，少量生产也不会造成浪费（每个版的外发制作费在 50——150 元之间，并可反复再生使用）。它所需设



备为:晒版、印刷、紫外线固化。整套设备投资只要几万元就可以完成,如晒版外发制作则可减少晒版设备投资。用电量约 9kw,几个工作人员即可,且简单易懂,稍有指点即可,场地占用三十平方米面积。拥有以上硬件,就可以轻松拥有局部 UV 上光,UV 上光面积可达 60cmX90cm 宽的纸张,厚度可达 1-2mm。如你已拥有硬件,则发展更易,你只要注意根据底材选择 UV 光油,根据 UV 光油稀浓度及印刷之回墨情况选择网纱参数。根据客户要求厚度而选择晒版过程中感光胶厚度及网纱疏与密,一般在 350 目——420 目之间。

## UV 印刷技术

### 新技术、新潮流——UV 印刷技术

工业应用 UV 硬化技术始自 1960 年代早期,德国木业公司使用于木材表面的涂料层硬化。全球首次使用 UV 平版印刷是在美国,英国随即于公司 1970 年成功地使用 (Holland, 1997)。和传统的平版印刷相比较,只算是极为年轻的新技术,但发展至今已成为非常重要的印刷技术。

一般而言,UV 并不是专应用于平版印刷,它是一种以 UV 光源照射化学物,而该化学物当中所含垢“光起始剂 (Photoinitiator)”受到 UV 光源的刺激,于极短时间内 (短于 1 秒) 让该化学物中所包含的“聚合单体 (Polymer)”产生胶合硬化的“辐射硬化技术 (Radiation Curing)”,一般称为 UV 硬化 (UV Curing)。国际上又将上与“电子束硬化技术 (Electronic Beam Curing)”归于同类,合称 UV/EB Curing。UV 硬化可以使用于各种传统的印刷版式,包含凸版、弹性凸版 (Flexo)、平版、

网版等印刷，只要使用 UV 油墨，配合 UV 光源即完成主要的部分。平版 UV 印刷即是以平版印刷的架构，使用 UV 油墨，配合 UV 光源而成，当然一些非常重要的配合条件亦需同时达成方可。除了印刷外，使用透明的材料印刷物进行 UV 上光亦是市场上广为使用的上光方式。

### 一、平版 UV 印刷的特性

一般而言，UV 印刷所具备的优点为：

1. 色彩饱和度高，色彩效果好。与传统平版印刷相比较，平版 UV 印刷可以获得比较高的色彩效果，对于色彩要求较严格的印刷品，可获得较令人满意的结果。

2. 印纹光泽度高，视觉艳丽。与消光的底色搭配，可获得令人欣赏的视觉对比，

对于强化产品的高品质形象，极具助益（Tolliver, 1998）。

3. 适用于物性及化性完全不同的多类被印物，包含纸、纸板、塑胶、赛路络、PVC、PE……等纸类与胶片类。此特性比传统平版印刷能印刷更多的产品种类，有更宽广的市场未来性。

4. 于印刷同时可立即干燥，可大幅改善生产效率（RadTech, 1998）。由于不需要等待油墨干燥时间，所以生产时间可以大幅缩短，印刷公司也可以节省许多储存待干印件的空间，对成本节省多有助益。

5. 由于印刷时立即干燥，故不需使用喷粉，于改善因为喷粉所导致的品质问题，可以避免。

6. 由于印刷时立即干燥，故可以不会像传统平版印刷一般，印下来的 48 小时内会有色彩变化情形发生（Ehrlitzer, 1998）。

7. 印纹的耐光性较佳。

8. 印纹的耐磨擦性较佳。

9. 对环境较为亲和（RadTech, 1998）。

除了前述的各项优点，平版 UV 印刷是否没有缺点？答案是它当然会有一些缺点：

1. 平版 UV 印刷的机器投资成本比传统的平版印刷设备高，投资决策需更小心。

2. 可以使用平版 UV 印刷的市场种类比传统的平版印刷市场更广，更分散，所以厂商若要投入发展此技术，应先进行市场的分析研究，以免投资设备后发生找不到订单的风险。

3. 平版 UV 印刷的印墨成本为传统的平版印刷的印墨成本的 3~4 倍左右，材料成本高。印刷生产中的生产管理技术、制程技术，及成本控管，需要更严谨，否则成本损耗的比例会比传统平版印刷高。

4. 印墨储存区需进行较严格的温度控制，需保持在 20℃ 以下，仓储成本较高

（HostmannSteinberg ,1992）。

5. 若紫外线外泄，对人员会产生健康上的影响。

6. 平版 UV 印刷不若传统平版印刷般普及，熟悉操作技术的人力供给，需仰赖自己培训。

一般而言，UV 印刷会应用到的技术种类，于下列简单述之：

1. UV 光源设备：包括灯管、反射罩、能量控制装置、温度控制装置（或称冷却装置）。

（1）灯管：UV 光源所使用的灯管，最常用的种类为内部填充水银的水银灯管

（Mercury Lamp），有些时候会添加其他的金属，便如镓（Gallium）。

另外金属卤素灯管，及石英灯管（quartz lamp）也是常用的种类。目前多仰赖进口。UV 灯管所发出的电磁波长须介于 200~400nm 之间。

（2）反射罩：反射罩主要的功能为将 UV 电磁波反射回来，以增加 UV 的光源效率（UV Tech Publications, 1991），另一个重要功能为维持灯管的工作温度。反射罩表面通常为铝制，反射率的要求通常需高达 90%。

反射罩的基本型式有两种，一为聚焦型，另一种为散焦型，随制造商的发展，又有其他的延伸型式。

（3）能量控制装置：此装置的主要供能为控制 UV 灯管所发射出的 UV 能量为稳定的，以维持硬化的效率及稳定，以配合不同印刷速度的需求。有电子式设计，也有使用微电脑控制。

2. 冷却装置：

由于 UV 灯管于发出 UV 电磁波时，也会发出 IR（红外线波），使得 UV 设备会在高温中运作（例如石英灯管的温度可达 600~800℃），如此

除了会缩短设备的寿命外，对印刷品也容易引起伸缩的情况，导致印刷时规位无法套准，所以冷却装置的重要性可见一斑。

### 3. 供墨系统：

由于 UV 墨比传统的平版印墨有较高的粘度，及较大的摩擦力，且对印刷机的组件（包括橡皮布、墨辊等）都会损伤，所以除了印刷时应对墨槽中的墨应持续地进行搅拌外，供墨系统中的墨辊及橡皮布应使用应为 UV 印刷所设计。

又为了维持 UV 印墨的稳定性，以免过高的温度影响印墨的粘度，墨辊的温控装置也是重要的设备。

### 4. 散热及排气装置：

主要的功能为将机器内部过多的热能及因印墨聚合硬化时产生的臭氧排除之用。通常由排气马达及排气管所组成。

### 5. 印墨：

印墨品质良好与否是直接影响 UV 印刷的最关键性因素。它除了会影响色彩表现与色域等传统的品质因素外，印墨的印刷适性更直接影响被印物印于印刷完成后印纹的附着力、强度、抗摩擦力等。光起始剂及聚合单体种类及特性为关键性的基础材料。要控制 UV 印墨的附着力，为湿的 UV 墨与被印物接触时，被印物的表面张力（单位：dynes/cm）必须高于印墨的表面张力（Schilstra, 1997），才能产生良好的印墨附着，因此控制印墨及被印物的表面张力为 UV 印刷的重要技术。

### 6. UV 能量量测设备：

于 UV 印刷当中，因为 UV 灯管老化、电源、印刷机速度等因素，需

要控制 UV 能量保持稳定，故量测 UV 能量的技术成为极重要的一环。

#### 7. 国外的技术发展趋势：

(1) 市场稳定的成长。

(2) 应用多色印刷及高精细表现的分色技术。包括 Hi-Fi Color，及随机网点过网技术 (Stochastic Screening Technology)。

(3) 冷 UV 硬化技术 (Cold UV Curing) (Holland, 1997)：

Heraeus 公司发展 Excimer Lamp，不会产生红外线，所以不会发热，对于薄膜印刷或易生收缩效应的被印物，有效佳的规位控制成果，其他的优点为：省能源、不会侵蚀印刷机零件、不发出臭味……等。然而到目前为止其效率尚无法取代水银灯管，未来发展极具潜力。

我国目前使用下版 UV 印刷的情况，与传统平版印刷相比较，属于极少数的技术种类。至目前为止，安装专门为平版 UV 印刷的特性所设计的平版印刷机的厂商极少，多数使用于生产磁卡、胶片、及高品质的化妆品包装盒等。

国内印刷公司使用较多的平版 UV 应用，大部分应用在上光的用途，它们大多为离线型 UV 上光。当传统平版印刷印刷完成的纸张印刷品需要高光泽的上光处理时（包括全面上光及局部上光），多数采用此种方式。它的投资额较小，且多数为上光厂所投资，如此印刷公司不必投资，而上光厂因为设备可以发挥效率而较划算。缺点为生产过程长，且品质不稳定。又因传统平版印刷使用喷粉，故上光效果会受影响。此种组合多应用于商业广告印刷及包装盒等。