

# UV 涂料在膜材上应用研究

南雄科田化工有限公司 刘东升

**摘要:** UV 涂料具有固化速度快、低能耗、零 VOC 排放等优点, 广泛应用于纸张印刷领域。普通纸张具有纤维素多孔结构, 通常比较有利于涂料附着, 随着我国消费水平的不断提高和后加工的彩印复合、覆膜、镀铝、涂布等行业迅速发展, 对薄膜需求量存在很大市场潜力。

膜材属于低表面能材料, 普通涂料很难进行附着, 需要基材表面预处理, 同时搭配功能性树脂满足市场要求, 本文详细介绍科田 UV 树脂在 BOPP、PET 膜材上应用研究。

**关键字:** UV 光固化树脂、BOPP 膜应用、PET 膜应用。

## 引言

我国材料薄膜应用越来越广泛, 像电子产品外包装盒、烟盒、酒盒、首饰礼品包装盒、化妆品外包装盒、手提袋、产品吊牌、画册书刊已大量采用薄膜基材增加保护装饰效果, 目前应用最广泛膜材有 BOPP、PET、OPP、PET、PVC, 其中 BOPP 薄膜有“包装皇后”的美称, 我国 BOPP 薄膜表观消费量 2015 年 250 万吨, 2019 年已达 320 万吨, 年增长率 6%。

## 一、UV 涂料在 BOPP 薄膜应用研究

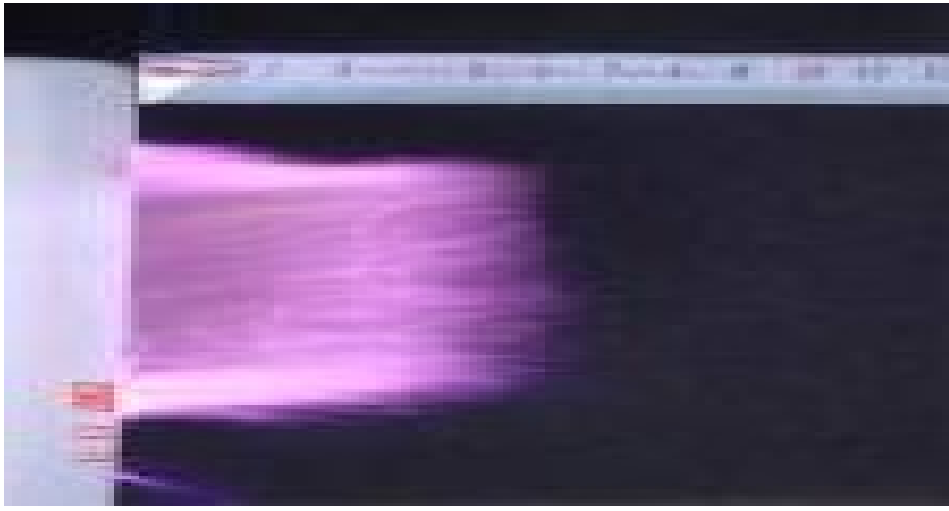
### 1.1 BOPP 薄膜介绍

BOPP 英文全称 Biaxial Oriented Polypropylene, 双向拉伸聚丙烯, 意思是在横向和纵向对流延出来的聚丙烯薄膜进行拉伸。由于拉伸定向, 所以这种薄膜的物理稳定性、机械强度、气密性较好, 透明度和光泽度较高, 坚韧耐磨, 是目前应用最广泛的印刷薄膜, 据涂布在线了解, 一般使用厚度 20~40  $\mu\text{m}$ , 应用最广泛的为 20  $\mu\text{m}$ 。由于 BOPP 的表面为非极性, 结晶度高, 表面自由能低, 因此其印刷性能较差, 对油墨和胶黏剂的附着力差, 在印刷和复合前需要进行表面处理。

### 1.2 BOPP 薄膜表面处理工艺

低表面能 BOPP 在涂装之前一般都需要进行电晕处理。电晕处理是一种电击处理, 它使承印物的表面具有更高的附着性, 大多数塑料薄膜属非极性聚合物, 表面张力较低, 已知的油墨与粘合剂都无法在上面附着牢固, 因此要对其表面进行电晕法处理, 使塑料分子的化学键断裂而降解, 增加表面粗糙度和表面积。放电时还会产生大量的臭氧, 臭氧是一种强氧化剂, 能使塑料分子氧化, 产生羰基与过氧化物等极性较强的基团, 从而提高了其表面能。其它处理方法包括火焰处理及涂布处理法等。

图一电晕处理微观效果



图二高聚物材料电晕处理前后表面性能参数 [1]

材 料	表面张力 /( $\times 10^{-5}$ N/cm)		水接触角		材 料	表面张力 /( $\times 10^{-5}$ N/cm)		水接触角	
	处理前	处理后	处理前	处理后		处理前	处理后	处理前	处理后
聚丙烯	29	>73	87°	22°	聚氨酯	—	>73	—	—
聚乙烯	31	>73	87°	42°	丁苯橡胶	48	>73	—	—
聚苯乙烯	38	>73	72.5°	15°	PET	41	>73	76.5°	17.5°
ABS	35	>73	82°	26°	PC	46	>73	75°	33°
固化环氧树脂	<36	>73	59°	12.5°	聚酰胺	40	>73	79°	30°
聚酯	41	>73	71°	18°	聚芳醚酮	<36	>73	92.5°	3.5°
硬质 PVC	39	>73	90°	35°	聚甲醛	<36	>73	—	—
酚醛树脂	—	>73	59°	36.5°	聚苯醚	47	>73	75°	38°
乙烯-四氟乙烯 共聚物	37	>73	92°	53°	PBT	32	>73	—	—
氟化乙-丙共聚物	22	72	96°	68°	聚砜	41	>73	76.6°	16.5°
聚偏二氯乙烯	25	>73	78.5°	36°	聚醚砜	50	>73	92°	9°
聚二甲基硅氧烷	24	>73	96°	53°	聚芳砜	41	>73	70°	21°
天然橡胶	24	>73	—	—	聚苯硫醚	38	>73	84.5°	28.5°

图三经过达因笔测试 BOPP 薄膜达因值 44mN/m



## UV 涂料在 BOPP 中实验应用

根据印刷工艺不同在 BOPP 膜材上主要有辊涂与丝印。辊涂施工方便效率更高、成本低等优点；丝印工艺对油墨效果自由性大，可以做皱纹、雪花、折光等效果。以下对两个工艺进行应用实验。

### 1.3.1 BOPP 膜辊涂光油

辊涂光油要求一般  $5\ \mu\text{m}$  左右，固化速度快、抗指甲刮痕、对基材附着力佳、柔韧性、施工方便、耐酒精擦痕。

表一 BOPP 膜辊涂光油组分含量

3311W	25
7810D	42.5
HDDA	20
7113	2
1113D	6
BP	4
助剂	0.5

3311W 三官聚氨酯丙烯酸酯分子中有氨基键，能在高分子链间形成多种氢键，对 BOPP 膜具有优异附着力，耐磨性柔韧性俱佳。

7810 8 官超支化固化速度快，能够 LED 低能量固化，提升体系耐磨抗刮性，降低粘度，便于施工。

HDDA 对塑料薄膜有一定溶胀作用，能够有效提高基材附着力，开稀能力强。

7113 磷酸酯丙烯酸酯与树脂相容性佳，作为附着力促进剂。

1113D 叔胺作为助引发剂，与 BP 夺氢型自由基引发剂配合使用，有利于反应速度提升，减少氧阻聚影响，表干好。

图四 BOPP 膜涂光油实物图



性能测试结果：附着力 3M 胶带不掉漆、手指无刮痕、低能量 80MJ 完全固化，揉搓柔韧性优异，酒精擦拭 20 次漆膜无异常。粘度 750CPS/25℃

### 1.3.2 BOPP 膜丝印油墨

丝印油墨具有良好触变性、固化速度、对基材附着力、对颜料良好润湿性特点，印刷厚度 30-100  $\mu$ ，油墨遮盖能力强。

表二 BOPP 丝印皱纹油墨组分含量

3340	46
7810D	10
HDDA	20
TM	5
1113D	10
色浆	5
TPO	1
BP	3
助剂	0.5

①3340 三官聚氨酯丙烯酸酯特殊的分子结构出纹速度快，对 BOPP 膜有较好附着力。

7810D 八官超支化丙烯酸酯，可以做到无苯级别，对 BOPP 膜有极好附着力，固化速度快，能够 LED 低能量固化，提升体系耐磨抗刮性，降低粘度，便于施工。

②皱纹形成需要经过起皱纹和后固化两个阶段，首先经过低压汞灯照射表面收缩形成皱纹，再经过中压汞灯固化。皱纹大小与油墨厚度及丝网目数、低压汞灯线速度有关。丝网目数越低、墨层越厚皱纹越粗；丝网目数越大、墨层越薄、皱纹越细；低压出纹汞灯线速度太快，无皱纹产生；线速度太慢，表明已固化，也不会生产皱纹。

图五 BOPP 膜和金卡上丝印印刷实物图



性能测试结果：出纹效果快，用手揉搓不掉漆、手指无刮痕、耐酒精 10 秒擦拭漆膜无变化。

## 一、 UV 涂料在 PET 薄膜应用研究

### 2.1 PET 薄膜介绍

PET 膜又名耐高温聚酯薄膜，它具有优异的物理性能、化学性能及尺寸稳定性、透明性可回收性，其强韧性是所有热塑性塑料中最好的，抗张强度和抗冲击强度比一般薄膜高得多。可广泛的应用于磁记录、感光材料、电子、电气绝缘、工业用膜、包装装饰、屏幕保护、光学级镜面表面保护等领域。

### 2.2 PET 薄膜表面处理工艺

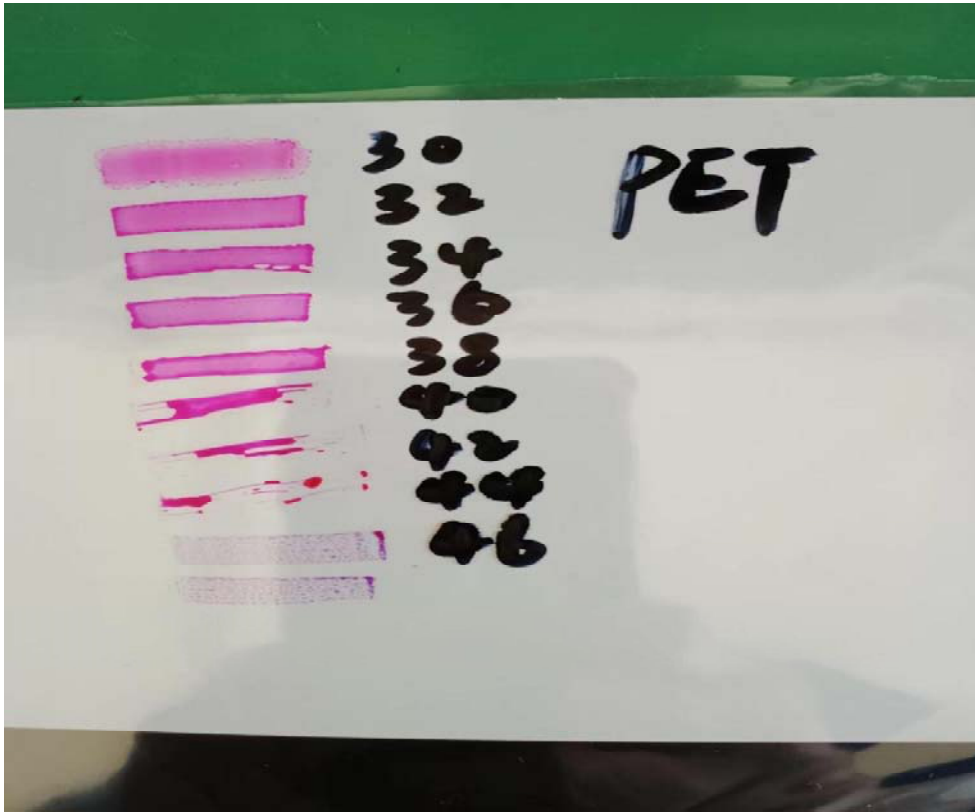
PET 归属于非极性的高聚物，其表面自由能  $3.5-4.0 \times 10^{-6} \text{J/cm}^2$ 。从理论上而言，若某类物体表面自由能小于  $3.3 \times 10^{-6} \text{J/cm}^2$ ，那么就基本上无法附着现阶段已知的任何一种胶黏剂。因此，要使油墨在膜材表面获一定包装印刷牢度，就务必提升其表面自由能，依据现阶段的加工工艺规定，应做到  $3.8 \sim 4.0 \times 10^{-6} \text{J/cm}^2$  才行。迄今为止，世界各国最广泛选用的塑料膜的合理解决方式便是电晕处理方式。

因为电晕处理一般在空气中开展，因此在高压、高频率火花放电的冲击性标准下，一方面气体发生了弱电解质，造成了各种各样极性官能团；另一方面聚烯分子式中的双链，特别是其碳键上的双链更易开启。那样解决的一瞬间，各种各样极性官能团与聚合物表面发生了接枝反应，进而使聚烯烃表面由非极性变为极性表面。经电弧放电解决后的聚烯烃表面，大概好多个 10-十米的薄厚已变成了与原聚烯烃构造彻底不一样的极性化学物质，表面自由能从而进一步提高，经测量达到  $3.8 \sim 4.0 \times 10^{-6} \text{J/cm}^2$ 。另外，高压高频率火花放电将塑料薄膜材料表面根据冲击性打毛(用高变大倍率的透射电镜观查，可在解决表面见到小管沟状凹凸不平)，提升了油墨的浸润性和触碰总面积。从而由有机化学和物理学两层面的作用进而提升了油墨在其表面的粘附牢度。

图六 PET 卷材实物图



图七 PET 膜表面达因值测试



### 2.3 UV 涂料在 PET 材料中实验应用

辊涂光油要求一般  $5\ \mu\text{m}$  左右，固化速度快、抗指甲刮痕、对基材附着力佳、柔韧性、施工方便、耐酒精擦痕。

表三 PET 膜辊涂光油组分含量

6213	38.5
5310D	25
2401	10
HEMA	20
7113	2
1173	4
助剂	0.5

备注：5310 二官聚氨酯丙烯酸酯分子中有氨酯键，能在高分子链间形成多种氢键，具有良好柔韧性及基材附着力，漆膜富有弹性。

6213 丙烯酸酯共聚物具有优异基材附着力，与树脂相容性佳。

2401 四官聚酯丙烯酸酯具有固化速度快、增加抗刮能力。

HEMA 单官单体收缩率小，有利于提高基材附着力，环保低气味，开稀能力强。

7113 磷酸酯丙烯酸酯与树脂相容性佳，作为附着力促进剂。

性能测试结果：采用配方一效果更优异，固化速度快，用手揉搓不掉漆、手指无刮痕、

耐酒精 10 秒擦拭漆膜无变化，施工粘度 50 秒涂四杯。

图八 PET 辊涂光油实物测试



## 二、 结论与展望

随着我国消费水平的不断提高和后加工的彩印复合、烫金、覆膜、镀铝、涂布等行业迅速发展，对薄膜涂料需求量存在很大市场潜力。本文重点介绍了科田 UV 树脂在 PET/BOPP 膜材涂料应用优势：附着力好、防刮花透视性好、表面可烫金及丝网印刷、对环境友好。科田具有规模化生产加工能力、稳定的品质保证及强大科研能力，为客户提供整体解决方案。