

BOPET薄膜基础知识与应用讲解

主要内容

- 一、BOPET薄膜性能介绍
- 二、薄膜性能对后加工的影响

BOPET薄膜性能介绍

(基本知识)

BOPET薄膜性能介绍

一、教你认知《半成品检验报告》中的内容

1. 外观质量

1.1 巡检项：此项应由当班班长根据拉伸工巡回检查记录及自查情况如实填写，并尽可能用数据描述外观质量，如记录缺陷的位置、数量等信息。

1.2 抽检项：此项为半成品检验员对截取的大卷膜表层样进行抽检自查，并如实填写检查情况，对发现的外观质量缺陷用数据描述出来。

2 物化性能

2.1 厚度

- 厚度是薄膜最基本的品质指标之一，厚度的均匀性直接影响到薄膜的外观形象以及内在性能，因此必须严加控制这一指标。其判定标准有以下几项：
 - (1) 平均厚度：指整卷膜厚度的算术平均值，通常称为实际厚度，亦通常与标称厚度有一定的偏差。
 - (2) 标准偏差：用以衡量数据值偏离算术平均值的程度。
 - (3) 厚度公差：是指整卷膜的最大和最小厚度值与平均厚度的正负差值。

2.2 光学性能

2.2.1 雾度

是薄膜的光学指标之一，是表征薄膜的清晰透明或混浊的程度，是透过薄膜而偏离入射光方向的散射光通量与投射光通量的百分比。

雾度的影响因素很多，主要有薄膜配方、工艺参数等。

2.2.2 透光率

透光率是指透过薄膜的光通量与入射到薄膜表面上的光通量的百分比。

2.2.3 光泽度

光泽度用来表示薄膜表面平整、光亮的程度。光泽度可通过对光线的反射能力来测定。当薄膜表面光滑平整时，对光线的镜面反射能力强，光泽度就高；当薄膜表面从微观上看表现比较粗糙时，光线对镜面反射能力弱，光泽度就低。常规PET膜主要测试 45° 折射角。一般角度越小测试值越大。

2.2.4 光学性能的影响因素

- 原辅料（大有光切片、母料切片）
 - （1）控制原辅料的结晶度
 - （2）控制母料开口剂的折光指数、粒径、形状等。
- 工艺条件
 - （1）控制拉伸定向后薄膜的结晶度（工艺参数）。
 - （2）控制开口剂的用量，以低量有效为原则，保证薄膜收/放卷顺利、薄膜间不粘连。

2.3 热学性能

2.3.1 热收缩率

- 热收缩率是表征薄膜在受热情况下的尺寸稳定性，也即薄膜受热变形的程度，亦可反映薄膜的耐温性能。
- 我们所测得的热收缩率数据是在标准测试条件下测量的静态受热收缩变形值，只是一个参考数据，与下游用户在使用中出现的收缩是有区别的，因为薄膜在使用过程中是在有外力（张力）的作用下在热场中作动态运动，是一种有外力的动态热收缩。但动态热收缩率在实验室是很难测量的。
- 一般情况下静态热收缩率越小，其动态热收缩在相同条件下也趋小，但条件不同就不一定有对应关系。

2.3.2 影响热收缩率的因素及控制办法

2.3.2.1 影响因素有：

- PET切片的聚合度、端羧基值
- 薄膜的结晶度
- 拉伸的工艺参数
- 热定型温度
- 热松弛（定型区、冷却区与出口链宽设置）等。

2.3.2.2 控制办法有：

- 要求原料供应商改善PET树脂的热稳定性，避免或减少在加工过程中的热降解。
- 适当提高TDO热定型温度，目的是完善结晶，充分释放内应力。
- 在热定型末端足够进行热松弛，随后快速冷却定型，使拉伸取向的结晶晶格“冷冻”并固定。

2.4 力学性能

2.4.1 拉伸强度

- 这是薄膜最重要的力学性能指标，是指材料产生最大均匀塑性变形的应力。它表示在单位截面上所承受的最大拉力。一般BOPET薄膜的拉伸强度应在200MPa以上。
- 在拉伸试验中，试样直至断裂为止所受的最大拉力与截面积的比值即为拉伸强度，其结果以MPa表示（ $1\text{MPa}=1\text{N}/\text{mm}^2$ ）。有时称之为抗张强度、抗拉强度等。
- 用仪器测试样拉伸强度时，可以一并获得拉伸断裂应力、断裂伸长率、弹性模量等数据。

2.4.2 断裂伸长率

- 它是表示一定长度薄膜的单位截面上承受最大拉力发生断裂时的长度减去起始长度后与起始长度的百分比。
- 断裂伸长率是反映薄膜的韧性指标，如偏低，表示薄膜的脆性增加，一般PET薄膜的断裂伸长率在100%左右。

2.4.3 弹性模量

- 它是表示在弹性范围内薄膜所受应力与应变的比例系数，它表征的是薄膜的刚性或挺度，BOPET薄膜的弹性模量一般在4000以上，而BOPP需要加入增刚剂才能达到4000以上。
- 弹性模量在测试时的取值范围为样品伸长0.05%~0.25%之间拉力变化值与伸长（截面）变化值之比，其结果以MPa表示。

2.5 表面性能

2.5.1 润湿张力（表面张力）

- 促使液体表面收缩的力叫做表面张力，是分子力的一种表现，对薄膜而言通常称润湿张力。
- 例如：新鲜荷叶表面滴上一滴水，水会收缩成水珠而不会浸润到荷叶内部，这一现象说明水的表面张力大（约73达因），荷叶的润湿张力小，且二者的差距比较大。
- 表面张力的国际单位为N/m，但通常我们用dyn/cm（达因）表示， $1\text{dyn/cm}=1\text{mN/m}$

2.5.2 摩擦系数

- 摩擦系数（friction factor）是指两表面间的摩擦力和作用在其一表面上的垂直力之比值。它是和表面的粗糙度有关，而和接触面积的大小无关。依运动的性质，它可分为动摩擦系数和静摩擦系数。
- 摩擦系数的大小影响到薄膜的收卷性能和薄膜的使用性能。
- 摩擦系数是薄膜开口性的量化评定指标，也是机器运行速度、张力调节和薄膜运行中磨损的参考依据之一。如BOPP烟膜就要求COF非常小，这样就能进行高速包装。
- 薄膜的摩擦系数对印刷油墨与薄膜之间、镀铝层与薄膜之间、涂层与薄膜之间的结合力有很大关系。
- 摩擦系数的大小可通过添加剂的选择和用量来控制。
- PET薄膜的COF值一般在0.4-0.6之间比较适宜，特殊用途产品就不在此控制范围了。

2.5.3 表面粗糙度

- 该指标为薄膜的一个隐性指标，是指薄膜表面所具有的在较小间距上的微小峰谷不平度的微观几何尺寸特征的综合评价。
- 表面粗糙度用Ra（轮廓平均算术偏差）、Rz（不平度平均高度）、Rt（从峰到谷的高度）、Rmax（最大深度）来表征。
- 适当的表面粗糙度有利于油墨印刷和镀铝，特别是对浅网印刷尤其重要。如果粗糙度过大，则可能会造成油墨分子或铝分子不能填满薄膜表面的凹点而影响两者之间的结合力，严重时会导致分层，或出现针孔漏白问题。

二、薄膜性能对后加工的影响

薄膜性能对后加工的影响

1. BOPET薄膜的表面性能特征及对后序加工的影响

- BOPET薄膜的表面结构与性能直接影响着其后序加工如镀铝、印刷及复合的牢度，下面就分从BOPET薄膜的表面极性与张力、表面粗糙度、薄膜界面层等几个方面来说明其表面的性能特征及对后序加工的影响。

1.1 表面极性与表面张力

- 材料本身的分子结构决定了材料极性的大小，而材料的表面张力又与其表面极性有关，极性越大，表面张力也越大。PET大分子链中含有极性基团酯基，因此，BOPET薄膜表面具有一定的极性，其表面张力较一般的非极性塑料薄膜如BOPP大，未经表面处理的BOPET薄膜的表面张力可达到40-44达因/cm，而未经表面处理的BOPP薄膜的表面张力只有30-33达因/cm。

- 当薄膜用于印刷时，为了使油墨能够完全浸润（润湿）薄膜表面，要求薄膜的表面张力要等于或大于油墨的表面张力，故在印刷时，要求薄膜的表面张力要至少大于38达因/cm；而对于转移膜等需要上涂层的材料来说，也要求涂布液的表面张力小于薄膜的表面张力，既要保证涂料在薄膜上有适当的附着和流平，又要能让涂层在适当的外力作用下与薄膜能顺利剥离；
- 对于真空镀铝，薄膜与铝层间一方面靠范德华力结合；另一方面，苯环的存在形成了冗电子体系，与铝原子外层的电子云叠加，形成配价键。
- 实践证明，在一般情况下，未处理BOPET薄膜已经能满足印刷、镀铝的要求。但为了进一步增加油墨及铝层与薄膜间的附着牢度，通常仍要对BOPET薄膜进行表面处理，最好的电晕值在52-60之间，如太高，容易造成电晕过度，造成弱介层。

- 薄膜表面处理方法有电晕处理、等离子体处理、涂层处理、化学处理、光化学处理、火焰处理等。
- ◆ 其中电晕处理是应用最普遍的一种,其作用表现为形成极性基团和表面粗糙化:
 - 1) 通过电极在电极和电晕处理辊之间放电,使空气电离,形成臭氧和氧化氮。同时高能的电子和离子轰击薄膜表面,使其键状分子断裂,产生自由基,并同空气的电晕产物发生氧化交联等反应,生成羟基、羰基等极性基团,提高了薄膜的表面张力及极性。
 - 2) 高能电子和离子注入薄膜,在薄膜表面产生微凹的密集孔穴,使薄膜表面粗化,增大表面活性。
- 薄膜表面的润湿张力与电晕处理的强度有关。
 - 电晕处理的强度则与电极电压的高低和电极-电晕辊之间的间隙有关。电极电压高、与电晕辊之间的距离小、电晕处理效果强;
 - 与薄膜和电晕辊之间是否夹有空气有关,如果辊膜之间夹有空气将会导致薄膜背面也被处理;
 - 与电晕辊和电极表面清洁度有关,电晕辊和电极表面很脏,则会减弱电晕处理的效果。

◆ 添加剂的加入也可能对薄膜表面的极性 & 表面张力产生一定的影响。BOPET 薄膜中常用的添加剂为抗粘连剂，通常采用二氧化硅 (SiO_2)。二氧化硅中的硅氧键具有较强的极性，且二氧化硅粒子表面常吸附有一定的化合水和羟基，因此，二氧化硅粒子具有较高的表面能，这样裸露在薄膜表面的二氧化硅粒子有助于增加薄膜表面的极性 & 表面张力，有利于镀铝和印刷。

◆ 对薄膜表面进行涂层，以彻底改变BOPET薄膜的表面性质，也有利于其与镀铝层及油墨的附着，并且能够克服由于PET的蠕变而产生的镀铝层转移。因为在对传统的镀铝复合膜用显微镜观察时可以发现：镀铝层存在大量的纹隙和空隙，镀铝层致密度差。这是由于在真空蒸镀过程中BOPET在张力、温度的作用下产生拉伸形变，收卷后PET蠕变恢复而产生的结果。复合以后粘合剂分子会通过这些空隙渗入镀铝层和薄膜界面，严重降低两者的附着牢度，从而造成剥离时镀铝层的转移。化学涂层介于镀铝层和BOPET薄膜间起到一个缓冲层的作用，使PET在真空蒸镀收卷后蠕变产生的应力释放在该涂层，从而减小了对镀铝层的破坏，镀铝层的致密度大大提高，复合以后粘合剂分子无法通过空隙渗入镀铝层和薄膜界面。铝层的界面结合牢度好，所以与其它基材复合后剥离强度很高，镀铝层不会向任何一层转移。

1.2 表面粗糙度

- 未经处理且不含有添加剂（抗粘连剂）的BOPET薄膜表面是非常光滑的。这不但不利于其收卷与分切，也不利于其后序的镀铝、印刷等加工。通过电晕处理及加入添加剂，可使其表面粗化，具有一定的粗糙度，从而增大了粘附面积，并利用机械锚固作用提高薄膜与油墨及镀铝层间的附着牢度。
- 添加剂对薄膜表面粗糙度的影响与添加剂的种类、形状、粒径、粒子分布、加入量等因素有关。
- BOPET薄膜中采用的抗粘连剂为二氧化硅、形状为不规则的球状。二氧化硅粒子的粒径越大，加入越多，则薄膜表面粗糙度也越大，在一定程度上有利于薄膜的印刷及镀铝。但粗糙度过大，可能会造成油墨及铝粉填不满薄膜表面的凹陷，形成空隙，进而降低两者之间的附着，导致成品的脱铝或脱墨。

- 另外，粒子粒径的分布及在薄膜中的分散均匀性会直接影响薄膜表面粗糙度的均匀性。因此，应在聚合及加工过程中，尽量防止粒子的凝聚，并促使其在薄膜表面分散均匀，从而使整个薄膜表面的粗糙度均匀一致。若粗糙度分布过于不均，则可能会在粗糙度过大或过小的区域形成比较薄弱的附着界面，剥离时就会在这些薄弱界面发生优先脱落，从而降低了整体的附着牢度。
- 二氧化硅遇到水分子极易凝聚，因此在酯化和缩聚时，加入二氧化硅，必须在乙二醇中均匀分散后才能加入到酯化釜中。在薄膜生产中，二氧化硅在PET熔融时因为也有少量水分子的存在也会产生凝聚，虽然也经过过滤器，但由于熔体在经过滤网时的流动摩擦会产生摩擦静电，二氧化硅离开滤网时也会因静电效应产生凝聚。二氧化硅凝聚在薄膜表面的影响，会使表面的粗糙度增加，形成颗粒状的麻点，影响表面的光泽度和印刷效果。

2、BOPET薄膜常见问题

2.1 BOPET薄膜成品易出现的问题

2.1.1 外观皱：水波纹：主要是受厚度影响，收卷松软，拉伸不均匀；

- 筋或暴筋：厚度和收卷工艺都有影响；
- 条纹：收卷工艺，硬度小，表面受力；
- 挤碰皱：运输、装卸产生碰撞，绳索勒痕，包装台压痕；

2.2.2 中间皱：主要是分切机工艺设备造成。

2.2.3 底皱：受设备、工艺、纸管、操作等影响在近纸管处形成皱纹或死折。

2.2.4 伤痕：划伤：TDO内部膜条、设备机械附件等造成；

MDO划痕：MDO滚筒造成；

戳伤：滚筒表面硬质异物，搬运碰撞；

2.2.5 气泡、麻点：静电吸附放电、吸附差或冷鼓脏造成；

2.2.6 粉尘、杂质：TDO低聚物和环境、设备表面灰尘等；

2.2.7 污染：设备润滑点、雨淋受潮；

2.2.8 凝胶：交联的网状聚酯，无熔点、不溶解但可溶胀，而且有弹性，主要是氧化造成，氧化的结果不仅生成凝胶，更可导致凝胶变成黄点甚至炭化成黑点。

2.2.9 晶点：受高温、缓慢结晶而成的高结晶、完整结晶的产物。

2.2.10 剥离不良：表面张力、局部疵点、静电不均

2.2 镀铝时易出现的问题

2.2.1 起皱、镀空线：

- 原膜：薄膜厚度不均、松紧不一，表面性能差，摩擦大，薄膜偏软刚性差有较大关系；
- 镀铝机：放卷张力控制，收卷张力控制，冷鼓控制，温度分布，整机性能等

2.2.2 复合脱落（迁移）：

- 原膜：表面张力，表面粗糙度，弱界面。
- 复合脱落主要与客户有较大关系：真空度，复合工艺，黏合剂的选择使用等。

2.2.3 翘边：张力控制不好。

2.2.4 针孔：表面张力不够，导辊有杂质污染，放卷张力设置问题。

2.3 印刷时容易出现的问题

2.3.1 油墨脱落:

- 原膜: 表面张力, 粗糙度、弱界层;
- 印刷: 油墨连接料相容性、溶剂配比、温湿度、印刷工艺;

2.3.2 复合不牢:

- 原膜: 表面张力, 弱界层;
- 主要与客户的工艺有关复合: 相容性、渗透性、固化剂量、上胶量、表面张力、溶剂含水量、涂布和固化、环境温湿度、油墨或胶水的耐湿热性造成粘结强度下降

2.3.3 松紧边:

- 原膜: 厚度不均和收卷松紧不一、薄膜弓曲大(打飘)
- 印刷: 印刷设备调整。

2.3.4 套印不良:

- 原膜: 张力、厚度不均和松紧不一, 跑边等;
- 印刷: 设备因素、套准控制、工艺及操作条件、版辊、环境

2.3.5 网点丢失:

- 原膜: 粗糙, 杂质多;
- 印刷: 粘度过高、干燥太快、流动不良、压力过低

2.4 烫金/转移易出现的问题

2.4.1 剥离不良和漏烫：

- 原膜：表面静电，局部疵点（晶点、凝胶、气泡等），放电和薄膜表面张力大小；
- 涂布：涂布工艺和剥离剂的松紧、干胶量、涂布过程洁净度控制、镀铝机工艺；

2.4.2 耐温性差或收缩大：

- 原膜：热收缩率偏大，原料配比控制；
- 涂布：涂布烘道温度、张力控制，涂料；

涂布在线战略合作伙伴

Reteck
睿泰科技

 花蝴蝶保护膜
Butterfly protective film

Maker-tech
创客新材

 **弘擎科技**
HONGQING TECHNOLOGY




欧仁新材
OUREN



东莞综邦实业有限公司
Dongguan fully mechanized Industrial Co., Ltd.


卡仕邦
ASHIBANG
安全·节能·健康


QINLE

勤樂電子有限公司
Qinle Electronics Co., Ltd.

 **东立**
DONLEE

SKIK
BRAND NEW FUTURE

涂布在线战略合作伙伴

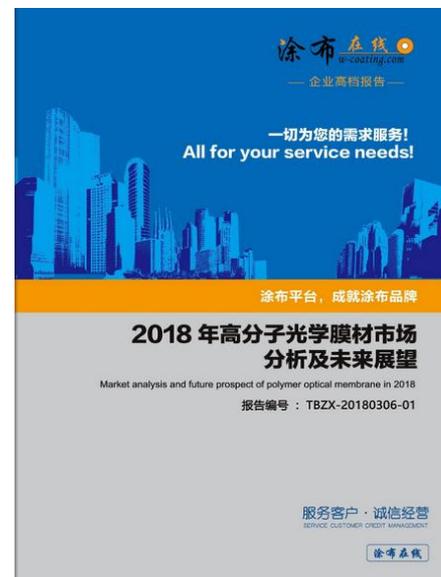
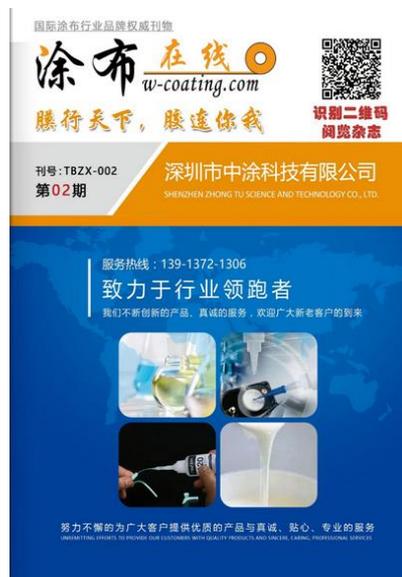


中国涂布在线 (www.w-coating.com) 手机版

您下载的资料来自涂布在线，欢迎访问涂布在线-手机版 www.w-coating.com

中国涂布在线五大版块：

终端客户资源 涂布在线微商铺 涂布在线活动版块 涂布客户新闻端 资源下载





涂布在线--您身边的方案解决专家

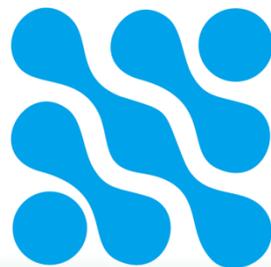
联系人：季先生

手机：13913721306

邮箱：117325788@qq.com

手机版网址：www.w-coating.com

www.w-moyi.com



膜易网

w-moyi.com