

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2012.02.002

BOPP薄膜的高性能化和功能化发展方向

涂志刚, 张莉琼

(中山火炬职业技术学院 包装印刷系, 广东 中山 528436)

摘要: 阐述了BOPP薄膜高性能化的目标指标, 包括长效抗静电性能、差异化摩擦性能、低温热封性能、可调的热收缩率、高光泽、低雾度等方面; 综述了BOPP薄膜的功能化发展现状, 主要体现在已有防雾、抗菌、激光全息、无胶复合、降解等BOPP薄膜的工业化产品方面。

关键词: BOPP薄膜; 高性能化; 热收缩率; 降解

中图分类号: TQ325.1+4

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2012)02-0006-07

Direction of Development in High-Performance and Functionalization of BOPP Film

Tu Zhigang, Zhang Liqiong

(Department of Packaging and Printing, Zhongshan Torch Polytechnic, Zhongshan Guangdong 528436, China)

Abstract: The major indicators of the performance of BOPP(Biaxial oriented polypropylene) film are reviewed, including the long-term antistatic properties, the difference in friction performance, low temperature sealing performance, adjustable heat-shrinkage, high gloss and low haze. BOPP film functional development is mainly reflected in the existing industrialized products in aspects as anti-fog, anti-bacterial, holographic laser, no-adhesive composite and degradation, etc.

Key words: BOPP film; high-performance; heat-shrinkage; degradation

0 引言

从20世纪90年代开始, 双向拉伸聚丙烯薄膜(biaxially oriented polypropylene, BOPP)行业的高利润直接刺激了许多中国企业对其投资。2003年和2004年盲目大量引进高产量生产线的恶果已经突现, 2004年底~2005年初, 国内BOPP薄膜全行业出现亏损, 市场需求的增长远小于产能的增长, 竞争激烈^[1]。经过几年的市场消化, 2010年又迎来了BOPP新的发展时期, 据业内人士透露, BOPP生产线设备预订期已经排到了2014年, 而且基本上是预订宽幅高速的生产线。预计薄膜行业又将面临一次激烈的竞争。尽管许多企业以规模体现效益, 但是越来越多的企业

加大了对技术的进步与创新的关注力度, 以提升产品的技术含量。

通过高性能化和功能化技术, 能提升BOPP薄膜的竞争力。因此, 本文以质量要求较高的热收缩BOPP薄膜为参鉴, 分析BOPP薄膜的高性能化发展现状; 同时, 以市场上出现的一些功能性BOPP薄膜为研究对象, 试图阐述BOPP薄膜功能化的发展方向, 以期BOPP薄膜的发展与研究方向提供一些有益的借鉴。

1 BOPP薄膜的高性能化

在现有薄膜物质性能的基础上, 提升和改善

收稿日期: 2012-03-25

作者简介: 涂志刚(1969-), 男, 江西高安人, 中山火炬职业技术学院高级工程师, 博士, 主要从事塑料包装材料和塑料加工与改性方面的研究, E-mail: zhigtu@126.com

BOPP薄膜重要的性能控制指标,是提高BOPP薄膜市场竞争力的重要手段^[2-9]。

1.1 长效抗静电性能

在BOPP薄膜包装使用过程中,薄膜的静电由薄膜本身带有的静电和在包装过程中因摩擦而产生的静电两部分组成。薄膜本身所带的静电较易控制,但在包装过程中产生的静电则较难控制。薄膜的静电会使其产生静电黏附,这对切割、输送、折叠薄膜等有不良影响,会造成薄膜上机运行故障。因此,若只强调薄膜本身的静电值,而忽略了包装过程中产生的静电值,这样的结果是薄膜的检测性能很好,但上机运行时却总是出现故障^[10]。

一般包装机上,静电可以通过金属或静电消除器的快速传导而转移,另外,湿度较大的环境也有利于薄膜表面的静电消除。遇上静电比较大的薄膜或干燥的季节(例如冬季),使用企业可以提前将薄膜放入包装车间,对包装车间进行调节湿度处理,也可以采用用水泼湿车间地面或将湿毛巾敷在膜卷端面的方法,以提高环境的湿度^[10],利于消除薄膜表面的静电。

抗静电特性是保证包装顺利进行的基本条件之一。大部分BOPP薄膜都要求具备良好的抗静电性能,以防止薄膜放卷和与设备摩擦时产生的静电黏附,因此,抗静电性能是BOPP薄膜要求的基本特性之一。目前,通常选用内添加型抗静电剂,这些抗静电剂大多是表面活性类助剂,它们具有迁移性,都将对薄膜的光学性能和摩擦性能产生一定的影响。实际生产中,薄膜的光学性能在3个月后将因为抗静电剂的迁移而超出控制标准。因此,在目前的技术基础上,以较少的抗静电剂加入量获得理想、平稳、持续的抗静电性能将是薄膜主要的研究方向之一。长效抗静电性能的BOPP薄膜的深入研究可从如下两方面考虑:一是BOPP薄膜表面的极性化;二是摆脱抗静电性对湿度的依赖,可直接在薄膜表层加入导电物质。长效或者永久型抗静电剂已有工业化应用,但是加入量太大,成本较高,且对薄膜的光学性能的负面影响较大。

1.2 差异化摩擦性能

盒式包装用BOPP薄膜,通常要求其具有差异化滑动性能,即要求薄膜内层和外层的摩擦系数不同。在包装过程中,薄膜外层在下膜通道、成型轮槽、折叠板、烙铁等金属部件上运行时,其摩擦系数应该控制在较低水平,但是由于这些金属部件大都是在50℃以上的高温条件下运转的,随着温度的升高,薄膜的摩擦系数升高,特别是超过45℃之后,摩擦

系数上升速度更快,因此,控制高温条件下薄膜对金属的热摩擦系数更加重要,只有这样才能确保薄膜在热金属部件上滑动运行顺畅^[10-12]。薄膜的内面在包装过程中与纸接触,其摩擦系数应该控制在稍高水平,以利于盒式产品在成型轮内与薄膜的定位良好,提高薄膜的折叠质量,从而获得紧凑和挺括的包装效果。该方向上进一步的研究,可以从如何调整内外层的差异化摩擦系数以适应定位和高速包装的需求方面着手。

在BOPP薄膜中,影响摩擦系数的因素很多。

1) 爽滑剂的种类。硅油类和酰胺类爽滑剂具有良好的高低温爽滑性能,而蜡类的常温滑动性能较好。爽滑剂能显著降低摩擦系数,是影响薄膜摩擦性能的主要因素。

2) 抗黏连剂。抗黏连剂一般是粒径为2~5 μm的固体粉末,将其添加到薄膜表层可以形成许多凸起,会使薄膜的层与层之间、薄膜与外界面之间的实际接触面积减少,从而降低其黏结力,相互间的滑动就会较容易,有利于摩擦系数的降低^[12]。当然,抗黏连剂的种类对摩擦系数的影响大小不一样。

3) 抗静电剂。常用的内添加型抗静电剂都是表面活性剂,能降低薄膜的表面张力,从而降低摩擦系数。

4) 表层料。如果薄膜表层使用聚丙烯(polypropylene, PP)均聚物,由于均聚PP的结晶度较高,用其生产的薄膜不仅刚性高而且表面硬度较好,所以薄膜的摩擦系数较低。但若要求薄膜具有良好的热封性能,则必须在其表层使用共聚物^[11-12],由于共聚PP的结晶度较低,生产的薄膜相对较柔软,薄膜表面较黏,所以薄膜的摩擦系数相对较高。

企业生产中,对产品的摩擦系数要求有很大不同,如有的要求薄膜的摩擦系数超过1,即生产防滑BOPP薄膜;有的要求薄膜的摩擦系数低于0.15,生产超爽滑BOPP薄膜。

1.3 低温热封性能

薄膜的热封性能表现为热封温度和热封强度,热封温度一般应控制在85~110℃之间。热封温度范围窄的薄膜,其在包装机上的可调整热封温度范围很窄:若设定的热封温度稍高,就会使得烫口起皱;而设定的热封温度稍低,又会出现封口不紧等问题。不同的包装机,其热封条件也不同,并且同型号的设备在不同的运行环境中,其需要的热封温度也不同。因此,较宽的热封温度范围,会使得薄膜有较好的热封适应性,可以确保其在各种包装机上的运行畅顺^[13]。

薄膜生产企业采用的专用热封材料一般为乙丙二元共聚物、乙丙丁三元共聚物和它们的混合物,这3种热封材料的熔点依次为135, 125, 115℃,呈逐步降低的趋势,因而以2.0 N/mm²作为薄膜的最低热封强度时,它们的初始热封温度分别由高依次降低为115, 105, 100℃,这3种热封材料的热封范围依次为:115~150℃, 105~150℃, 100~150℃^[14]。从无规则共聚物到混合物,由于多相的存在及乙烯含量的增加,薄膜的热封范围逐步增大,因此,在薄膜生产配方设计时,不同的包装速度应选用不同的热封材料。如包装速度小于400包/min的薄膜选用聚丙烯无规二元共聚物较为合适,而速度大于400包/min的薄膜应选用三元共聚物或低温混合物。

BOPP薄膜的热封强度还与热封层的厚度有关,如研究^[14]表明,对于总厚度为22 μm标准配方薄膜的热封层料为无规二元共聚物,表层与芯层厚度结构分别为0.8 μm/20.4 μm/0.8 μm和1.5 μm/19 μm/1.5 μm的2种薄膜,在不同的热封温度下测定它们的热封强度,发现在一定热封范围内,薄膜的热封强度随着热封层厚度的增加而增大。因此,在实际生产中,应根据使用需要来控制薄膜的热封层厚度,一般情况下,22 μm标准薄膜的热封层厚度为0.8~1.2 μm,对包装速度较慢的薄膜,由于使用过程中的热封时间稍长,可适当调整薄膜热封层厚度^[14]。在薄膜的配方设计过程中,还应该考虑各种助剂对其热封性能的影响。热封材料的选取和使用方法会直接影响薄膜的上机包装性能。用于热封的聚丙烯树脂必须具有较低的热封温度和较高的熔点,这是高速热封材料发展的一个趋势。

1.4 可调的热收缩率

对于香烟包装用BOPP薄膜,一般分为普通型烟膜和热收缩型烟膜两类。普通型烟膜的热收缩性能较小,热收缩率一般应控制在2%~5%,一般用于香烟的小盒软包装和条盒包装。热收缩型烟膜的热收缩性能较高,热收缩率一般应大于7%。热收缩率较大可在包装后使烟包紧凑,具有更加均匀的包裹性能,同时,能保证烟包长时间的紧绷而不松垮。其主要的特点是具有优良的贴体包装效果,克服了普通型烟膜对硬盒包装薄膜松弛皱褶问题;此外,热收缩型烟膜采用特殊的加工工艺和配方,因而具有低温热收缩性能,并且具有更好的高速包装性能,相较于普通型烟膜具有较好的应用效果。

调节薄膜的热收缩率可从如下几个方面入手:

1) 在芯层加入增刚母料。增刚母料具有较低的熔点,与PP相容性较好,在BOPP薄膜的拉伸过程

中易导致高分子链具有较高的取向度。增刚母料的加入量可在0~30%之间调节,因此可以使薄膜获得0~12%的热收缩率。但是增刚母料也容易造成薄膜产生较大的后收缩现象。

2) 调整拉伸工艺。BOPP薄膜的纵向收缩率是其主要的控制指标,在拉伸工艺方面,可以通过调整纵向拉伸比、拉伸预热温度和拉伸温度来调节薄膜的热收缩率。例如纵向拉伸比为6倍、拉伸预热温度为115℃、拉伸温度为95℃时,可以获得的热收缩率为4%~5%;而为了提高薄膜的热收缩率,将拉伸比提高到6.2倍、拉伸预热温度和拉伸温度分别降低为112℃和90℃,此条件下,薄膜的热收缩率可以达到9%~10%^[10]。

3) 控制定型温度。热收缩率还与薄膜横拉后的定型温度有关,薄膜的取向与解取向是一对矛盾,在一定温度下,薄膜的解取向是自发进行的。薄膜横向拉伸后的定型温度一般为135~155℃,在这样的高温下,薄膜的解取向可迅速发生,实际生产中,通过调节定型温度也能控制薄膜的热收缩率。

但是在调节薄膜的热收缩率过程中,应防止薄膜后收缩的产生。

香烟包装BOPP薄膜同样适用于一般盒式产品的包装。

1.5 高光泽、低雾度

在保证薄膜能正常上机包装以外,BOPP包装薄膜最重要的功能就是亮丽的包装外观。虽然人眼是评估薄膜光学性能的直接工具,而且用户的最终评价也仅是凭直觉,然而从质量管理的角度来看,仅靠视觉来进行控制是不够的,因为照明条件、观察者心情、甚至观察的角度都会影响目视效果。为了得到可靠而现实的质量保证,需要用客观的、可测得的参数来定量外观^[10]。从光学基本原理出发,出现了BOPP薄膜光学性能的两个重要的定量指标,即光泽度和雾度。

光泽度用于评估薄膜表面的视觉效果。由薄膜表面上直接反射的光越多,其光泽度就越高。高光泽薄膜表面反射的光线高度集中,能清晰地反射影像;低光泽薄膜表面反射的光线朝各个方向上漫反射,成像质量较差。因此,BOPP薄膜表面应具有较高的表面平整度,较高的光泽度能给烟包带来亮丽的视觉效果。雾度反称透明度,为测量透射光线偏离入射光线方向大于某个角度光线的百分比。小角度散射时,包装内容物比较清晰;散射角度大且不一致会造成对比度减小,包装内容物朦胧,较低的雾度可使产品外盒商标图案显得

清晰鲜艳^[10]。

追求高光泽和高透明性一直是 BOPP 薄膜企业研究开发的目标, 尽管近年来国内 BOPP 薄膜的质量有了很大提高, 但是在光学性能方面仍然与国外的薄膜有较大差距。从目前的技术研究状况来看, 以下几个方面是今后研究的方向。

1) 主体材料的创新应用。国内三层不对称结构薄膜芯层一般采用均聚 PP, 表层采用二元或三元共聚 PP。对于能否采用新的材料取代或者共混其它材料做基材, 国内很少有企业对其进行研究。PP 是一种半结晶聚合物, 晶体结构对薄膜的光学性能影响很大, 如何通过调整芯层和表层的聚集态结构, 而使薄膜获得较理想的光学性能, 国外科研人员已经做了许多工作。

2) 添加剂的合理使用。添加剂中的抗黏连剂、抗静电剂等对薄膜的光泽度和透明性有较大的影响, 因此, 减少这些添加剂的用量, 将可以改善薄膜的光学性能; 或者使用对光学性能影响较小的抗黏连剂、抗静电剂。

3) 重新对薄膜的三层结构进行合理设计。超薄化有利于薄膜光学性能的提高, 因此, 在满足上机性能要求的前提下, 对其三层结构的厚度比和总厚度重新设定, 这也是薄膜开发的一个重要方向。

4) 加大对薄膜光学基础的研究。BOPP 薄膜光学性能一直没有突破性的进展, 最重要的原因在于对薄膜的光学基础研究不充分, 企业研发人员在开发新产品的过程中存在极大的盲目性。对于影响薄膜的表面光泽度和雾度的根本原因没有进行系统、深入、规律性地研究。特别是对于助剂之间、助剂与 PP 之间、三层结构之间的相互作用, 及对薄膜光学性能的影响没有进行广泛的研究。

1.6 高挺度、耐磨

除以上提及的性能之外, 挺度也是 BOPP 薄膜的重要性能。在薄膜产品的指标控制过程中, 并不直接测量挺度, 而是以弹性模量来反映。弹性模量越大, 则挺度越高。薄膜挺度较高时, 可以在包装成型过程中获得高折叠质量, 并可在很短的停顿时间内达到良好的热封效果。高挺度是提高包装速度的前提条件, 适用于自动变速的高速包装机。

目前, BOPP 薄膜急切要解决的一个技术问题是提高薄膜的表面耐擦伤性能。虽然有研究者在提高基体 PP 的硬度方面做了一些工作, 但问题没有得到根本解决; 有些厂家推出抗磨花 BOPP 薄膜, 经过对比分析, 实际上只是一程度减轻了其表面擦伤。深入研究薄膜表面易擦伤的根本原因, 以及抗黏连剂

颗粒对表面抗擦伤的负面作用, 是 BOPP 薄膜高性能化的一个重要方向。

2 BOPP 薄膜的功能化

功能化是指在现有包装功能的基础上赋予薄膜新的特殊功能, 包括电、磁、光学、耐高温、耐低温、阻渗透、气调、光或生物降解、抗菌等功能^[2, 15-20]。这个发展方向是与整个高分子材料发展的大趋势相一致的, 因此, 塑料包装薄膜的功能化发展已经具备了一定的技术基础, 而且在薄膜新产品的开发方面成效已现^[9]。

2.1 防雾薄膜

最早的防雾技术主要用于农用大棚薄膜的生产, 把防雾技术移植到 BOPP 薄膜上来, 是随着超市等快速消费市场的发展应运而生的。BOPP 薄膜在食品包装方面的应用推广, 要求 BOPP 薄膜在包装冷热食品时能防止水雾的产生。一方面, 食品保鲜和果蔬包装中的内外温度差, 易在包装膜上形成一层水滴, 产生“结露”现象。“结露”为微生物的迅速繁殖和生长创造了有利条件, 采摘或者运输过程中受机械损伤的果蔬, 更易引起腐烂^[14]。另一方面, 消雾作用使得薄膜具有较高的透明度, 可视包装内容物。国内已有广东威孚包装材料公司等多家公司开始生产 BOPP 防雾薄膜。

2.2 抗菌薄膜

抗菌技术最早用于一般塑料制品的生产, 应用起始于 20 世纪 80 年代初, 到 90 年代几乎应用到所有的日常塑料制品中。根据 1997 年 CBS 的调查显示, 欧美国家已逐渐重视日用产品的抗菌性能, 其中, 52% 的美国民众购买日用品时会注意产品是否具备抗菌、防霉、防臭功能。塑料包装薄膜广泛用于日常用品、食品和医药等的包装, 因此塑料包装薄膜的抗菌功能更为重要。而用于一般塑料制品的无机抗菌剂与树脂的相容性较差, 应用到薄膜生产中会产生严重的团聚现象, 对薄膜的生产和质量产生明显不利的影响。华东理工大学在长期研究的基础上, 精选出具有高效广谱抗菌活性、对人体安全无毒、耐热性好的抗菌功能团, 将其通过嵌段、接枝官能团反应等化学方法组装到基体树脂的分子链上, 从而得到抗菌母料, 并采用分子组装抗菌化技术, 生产了抗菌母料 BOPP 薄膜, 其卫生无毒, 抗菌效果好。抗菌型 BOPP 薄膜的出现正是分子组装抗菌母料开发与推广应用的结果^[15]。2004 年, 广东德冠集团下属制膜公司开始生产 BOPP 抗菌膜。

2.3 激光全息薄膜

BOPP激光全息防伪收缩膜, 又称BOPP镭射膜, 它综合了多层共挤BOPP制膜工艺技术和宽幅激光全息制版与模压技术, 将激光全息图像模压到BOPP薄膜上达到防伪目的。BOPP激光全息防伪薄膜在传统BOPP原材料、生产设备以及工艺上进行了全新突破, 可根据客户需求在全息图像中置入全息加密信息或暗纹, 配以专用激光解码仪器识别, 增强了该产品的防伪力度。海南现代企业股份公司采用的多重高难技术相结合生产的BOPP激光全息防伪收缩膜具有如下特点: 多重连锁保护和唯一性, 加密形态隐蔽和不可复制性, 精细分辨力和单一性, 简单而确定的可检验性^[22]。激光全息薄膜的防伪等级较传统产品有了很大提升, 在下游使用中无需设备改造, 上机即可使用, 经模压或镀铝后模压, 与纸制品、薄膜复合或直接用于烟酒盒、化妆盒、食品袋、礼品袋、有价证券、机要证卡及豪华工艺品等的防伪及装饰领域。

2.4 无胶复合薄膜

无胶复合BOPP薄膜基膜为由上表层、芯层、下表层组成或者为由上表层、上次表层、芯层、下次表层、下表层组成, 基膜由共挤双向拉伸法制得。功能层按配定成分加工成功能熔体, 功能熔体由离线淋膜设备淋覆到上表层上而制得成品。该技术可实现纸塑的无胶复合, 在一定的温度与压力下, 无需胶水, BOPP薄膜可直接与纸张复合, 且无需使用传统的烘道工艺。同时, 还具有结构简单、热封强度大、剥离强度高的优点。采用无胶复合BOPP薄膜, 彻底解决了传统纸塑复合行业能耗大、污染严重的弊端, 消除了环境污染及产品中残留的挥发性有机化合物, 也有效地节省了能源和设备空间, 大幅降低了生产成本。无胶复合膜产品的各项指标均符合欧美等发达国家和地区的环保标准, 尤其适用于加工出口高档印刷复合产品。广东德冠包装材料有限公司对无胶复合膜的研发与推广, 引领行业朝节能、环保、综合低成本方向发展^[19]。

2.5 降解薄膜

塑料的降解包括光降解与生物降解。PP本身不具备生物降解特性, 只能采用光降解技术。光降解BOPP薄膜通过在产品中加入对人体无害的引发剂与光敏剂, 使丢弃后的薄膜在日光作用下引发老化而降解, 最终被土壤中的微生物分解, 从而达到消除白色污染的目的。有关降解BOPP薄膜的报道很多, 但是市场应用还不广泛。

随着全生物降解材料中生物降解塑料聚乳酸

(polylactide acid, PLA)、聚丁二酸丁二醇酯 (polybutylene succinate, PBS)、聚-β-羟基丁酸酯 (poly-β-hydroxybutyrate, PHB) 等在包装材料中的推广, 采用光降解技术生产包装薄膜不应成为主流, 技术进步将使更多的全生物降解材料采用双向拉伸技术规模化生产包装薄膜^[21]。

2.6 其它功能性薄膜

BOPP消光膜。它是一种高雾度、低光泽度、具有呈漫反射状消光效果的薄膜, 可与深色纸类制品复合; 可镀铝, 上色镀铝具有丝绸质感; 上UV油墨或烫金加工性能好; 易于复合加工^[23]。该膜多用于高档消费品的外包装。

BOPP珠光膜。它有珍珠光泽的高档外观, 遮光性较好。主要应用于市场环保型标签膜, 具有高挺度、低静电、高光泽、高白度、良好的珠光色泽以及优异的印刷复合性能。

BOPP合成纸。这是由无机粉体与PP采用双向拉伸工艺生产的一种纸张, 这种纸张既具有纸张的特性, 还具备塑料的优点。如白度、光泽度、耐光性、尺寸稳定性等较好, 强度大, 耐潮湿、腐蚀、虫蛀、折叠等, 比普通纸张具有更广泛的用途。

BOPP镀铝基材膜。该膜具有高光泽度、高刚性、可热封、高阻隔等性能, 随着人们对包装要求的提高和质量意识的加强, BOPP镀铝膜的高阻隔性使其必将替代双向位伸聚酯薄膜镀铝膜。

BOPP扭结膜。该膜主要用于糖果扭结包装, 由于环保卫生要求, BOPP将取代PVC材料, 价格方面优于双向拉伸聚苯乙烯、双向拉伸聚酯薄膜扭结膜和玻璃纸, 有较强的竞争力。

BOPP缠绕膜。此膜主要用于钓鱼杆、高尔夫球杆及其他工业制品的保护。产品的拉伸强度高、尺寸稳定性好、外观疵点少。

BOPP电容器薄膜。这类薄膜主要应用于交流电机、家用电器、电力电容器等电子领域, 是BOPP薄膜类的高端产品。随着我国电力工业的迅猛发展, 对优质电力电容器的需求量将增加较大, 随着市场朝薄型方向发展的趋势, 耐高温电容器薄膜的需求量将有很大的增加。

锂离子电池隔膜。这是液态锂离子二次电池的重要组成部分, 锂离子二次电池由正/负极材料、电解液、隔膜以及电池外壳包装材料组成。隔膜在电池中起着防止正/负极短路, 同时在充放电过程中提供离子运输电通道的作用, 其性能决定了电池的界面结构、内阻等, 直接影响电池的容量、循环性能以及安全性能等。性能优异的隔膜对提高电池的综

合性能具有重要的作用。采用双轴拉伸取向工艺生产制备聚丙烯微孔膜即 BOPP 锂离子电池隔膜, 科技含量高, 技术难度大, 利润丰厚。隔膜生产工艺要求设备加工精度高、运行控制精准。国内企业在隔膜生产的关键材料、配方、工艺方面缺乏深入研究, 薄膜一致性较差, 成品率低。

除了在 BOPP 薄膜的生产过程中可以赋予其功能性外, 在 BOPP 薄膜的二次加工中, 如采用复合、涂覆、蒸镀等技术可赋予 BOPP 薄膜更多的功能^[21]。

3 结语

BOPP 薄膜的高性能化和功能化是一个永恒的主题, 几乎所有的企业都热衷于讨论薄膜的差异化、市场细分、功能性等, 因为这里隐含着高利润, 但是高利润之前是巨额的付出与高风险。因此, 探讨往往止于口头, 行动只属于那些少数有前瞻眼光的企业, 而我国大部分的企业仍然以通用型 BOPP 薄膜产品为主。但是近 5 年来, 个性化的产品逐步脱颖而出, 引人注目, 至少给 BOPP 薄膜生产企业起到了引领示范的作用, 这对于行业的整体技术发展有很大的促进作用。

参考文献:

- [1] 蒋振宇, 张春林. 我国塑料制品包装行业“十一五”期间发展情况及“十二五”发展建议[C]//中国包装联合会塑料制品包装委员会八届一次年会暨绿色包装促进产业转型升级论坛论文集. 杭州: 中国包装联合会塑料制品委员会, 2011: 6-12.
Jiang Zhenyu, Zhang Chunlin. Plastics Packaging Industry in China During the 11th Five-Year Development of and 12th Five-Year Development Proposals[C]//Plastics Packaging Committee of the Eighth China Packaging Federation, the First Annual Conference and Green Packaging to Promote Industrial Transformation and Upgrade the Forum. Hangzhou: Plastic Packaging Committee of China Packaging Federation, 2011: 6-12.
- [2] 冯树铭. 绿色包装是塑料包装发展的必由之路[C]//中国包装联合会塑料制品包装委员会第七届第一次年会暨塑料包装新技术研讨会论文集. 福州: 中国包装联合会塑料制品委员会, 2006: 141-143.
Feng Shuming. Green Packaging is the Only Way for the Development of Plastic Packaging[C]//The Seventh of Plastic Packaging Committee of China Packaging Federation, the First Annual Conference and Plastic Packaging Technology Forum. Fuzhou: Plastic Packaging Committee of China Packaging Federation, 2006: 141-143.
- [3] 涂志刚, 吴增青. BOPP薄膜性能的时效性研究[C]//中国包装联合会塑料制品包装委员会第七届第一次年会暨塑料包装新技术研讨会论文集. 福州: 中国包装联合会塑料制品委员会, 2006: 65-71.
Tu Zhigang, Wu Zengqing. Study on Time-Dependence of the Properties of BOPP Film[C]//The Seventh of Plastic Packaging Committee of China Packaging Federation, the First Annual Conference and Plastic Packaging Technology Forum. Fuzhou: Plastic Packaging Committee of China Packaging Federation, 2006: 65-71.
- [4] 单卫忠. 2008年BOPP包装薄膜市场分析2009年市场展望[C]//中国包装联合会塑料制品包装委员会七届四次年会暨全国塑料包装行业发展论坛论文集. 青岛: 中国包装联合会塑料制品包装委员会, 2009: 88-92.
Shan Weizhong. 2008 BOPP Packaging Film Market and 2009 Market Outlook[C]//The Seventh of Plastic Packaging Committee of China Packaging Federation, the Fourth Annual Conference and the National Plastic Packaging Industry Development Forum. Qingdao: Plastic Packaging Committee of China Packaging Federation, 2009: 88-92.
- [5] 邓舜扬, 王强, 朱普坤. 新型塑料薄膜[M]. 北京: 中国轻工出版社, 1993: 1-5.
Deng Shunyang, Wang Qiang, Zhu Pukun. New Plastic Film [M]. Beijing: China Light-Industry Press, 1993: 1-5.
- [6] 杨明. 加大研发复配型塑料添加剂的力度应对加入WTO后的挑战[J]. 塑料助剂, 2003, 39(3): 1-3.
Yang Ming. Efforts to Increase R & D Complex Plastic Additives Joining WTO Challenges[J]. Plastic Additives, 2003, 39(3): 1-3.
- [7] 冯亚青, 周立山, 董宁, 等. 杯芳烃、受阻胺及其复合稳定剂对PP的抗光氧稳定作用[J]. 中国塑料, 2003, 17(1): 87-90.
Feng Yaqing, Zhou Lishan, Dong Ning, et al. Antiphotoxidative Stability Effects of Calix[n]Arene Hindered Amine and Their Compound on Polypropylene[J]. China Plastics, 2003, 17(1): 87-90.
- [8] 韩明哲, 周豪, 刘家伟. 成核剂在聚丙烯改性中的协同效应[J]. 中国塑料, 2003, 17(7): 69-71.
Han Mingzhe, Zhou Hao, Liu Jiawei. Synergistic Effect of Nucleating Agents in Modification of Polypropylene[J]. China Plastics, 2003, 17(7): 69-71.
- [9] 涂志刚. BOPP薄膜专用母料及其高性能化研究[R]. 广州: 中山大学, 2005: 11.
Tu Zhigang. Studies on Special Purpose Master Batches for BOPP Film and High-Performances of BOPP Film[R]. Guangzhou: Zhongshan University, 2005: 11.
- [10] 涂志刚. 时效稳定型高收缩BOPP烟膜的研究[J]. 中国塑料, 2008, 22(4): 66-69.
Tu Zhigang. Study on Time-Stability Master-Batch for High-Shrinkable BOPP Film of Cigarette Packaging[J]. China Plastics, 2008, 22(4): 66-69.

- [11] 王润霄. 热封型 BOPP 薄膜结构性能及其影响因素的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2009.
Wang Runxiao. Research on the Influencing Factors on the Structure Performance of Heating BOPP Film[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2009.
- [12] 陈广忠. BOPP 薄膜摩擦系数的研究[J]. 国外塑料, 2009, 27(3): 62-63.
Chen Guangzhong. Study on Coefficient of Friction of BOPP Film[J]. World Plastics, 2009, 27(3): 62-63.
- [13] 刘建荣. BOPP 烟膜抗磨花性能的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2008.
Liu Jianrong. Study on the Abrasion Resistance Property of BOPP Cigarette Packing Film[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008.
- [14] 宁 明. 非热封型防雾滴膜防雾性能及其他使用性能的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2008.
Ning Ming. Research on Anti-Fogging and Other Properties of Heat-Unseal BOPP[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008.
- [15] 李毕忠. 抗菌塑料的发展与应用[J]. 化工新材料, 2000, 28(6): 8-12.
Li Bizhong. The Development and Application of Antibacterial Plastic[J]. New Chemical Materials, 2000, 28(6): 8-12.
- [16] 郑安呐, 管 涌, 周 强, 等. 分子组装抗菌技术在塑料包装材料领域的应用[J]. 中国包装, 2002(3): 92-93.
Zheng Anna, Guan Yong, Zhou Qiang, et al. Antimicrobial Technology of Molecular Assembly in Plastic Packaging Material Field of Application[J]. China Packaging, 2002(3): 92-93.
- [17] Folos J D, Dock L L, Han J H. Active Packaging Technologies and Applications[J]. Food, Cosmetics and Drug Packaging, 1997, 20(1): 10-16.
- [18] Tu Zhigang, Mai Kangcheng, Wu Zengqing. Study of Nucleation Activity and Application of a Nucleating Agent to Copolypropylene[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2006, 101: 3915-3919.
- [19] 徐文树, 朱健民. 一种纸塑无胶复合用离线淋复双向拉伸聚丙烯薄膜及其制备方法: 中国, 101148104[P]. 2007-10-18.
Xu Wenshu, Zhu Jianmin. A Paper and Plastic Non-Gel Composite Offline Leaching Complex Biaxially Oriented Polypropylene Films and Its Preparation Methods: China, 101 148 104[P]. 2007-10-18.
- [20] 陈昌杰. 塑料功能性包装薄膜[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011: 1-6.
Chen Changjie. Plastic Functional Packaging Films[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2011: 1-6.
- [21] 涂志刚, 吴增青, 麦堪成. 阻隔性塑料包装薄膜的发展[J]. 包装工程, 2003, 24(6): 1-3,11.
Tu Zhigang, Wu Zengqing, Mai Kancheng. Development of Barrier Plastics Film for Packaging[J]. Packaging Engineering, 2003, 24(6): 1-3,11.
- [22] 海 霞. 海南现代研发 BOPP 全息防伪膜[J]. 工程塑料应用, 2005, 32(5): 28.
Hai Xia. Development of BOPP Holographic Anti-Counterfeiting Film by Hainan Modern New Materials Co., Ltd.[J]. Engineering Plastics Application, 2005, 32(5): 28.
- [23] 曹福林, 梁现峰, 宫建华, 等. BOPP 薄膜市场现状及发展趋势[J]. 塑料科技, 2007, 35(5): 99-101.
Cao Fulin, Liang Xianfeng, Gong Jianhua, et al. Present Situation and Development Trend of BOPP Film[J]. Plastics Science and Technology, 2007, 35(5): 99-101.

(责任编辑: 廖友媛)