

# 中国多层共挤流延聚乙烯（CPE）包装薄膜产业发展现状与趋势的研究

韦丽明

（上海若祎新材料科技有限公司）

**摘要：**本文主要分析了中国多层共挤流延聚乙烯（CPE）包装薄膜产业的发展现状与趋势。深入探讨和研究了存在的问题，提出了推进产业转型升级的建设性意见和对策，以促进产业高质量健康发展。

**关键词：**多层共挤 流延聚乙烯 包装薄膜 产能 工业 4.0

## Study on the development status and trend of Multi-layer co-extrusion Casting Polyethylene Packaging Film Industry in China

Wei Liming

（Shanghai Royal New Materials Technology Co.,Ltd.）

**Abstract:** This paper mainly analyzes the multi-layer co-extrusion casting polyethylene packaging film industry's development status and trends in China. The current problems were conducted in-depth exploration and research. Based on these analyses, the constructive suggestions and countermeasures were put forward, which would contribute to transformation and upgrade of industry and enhancement for positive industrial development.

**Keywords:** Multi-layer co-extrusion Casting polyethylene Packaging Film Capacity Industry 4.0

### 一、前言

流延薄膜设备及生产工艺自 80 年代引进中国，最初翻译为流涎薄膜（casting film）。流涎是一种塑料成型技术，将高分子聚合物的溶液或高分子聚合物的熔体通过刮刀或模头直接在钢带和钢辊上铺展成型的成为一定厚度未取向薄膜，分为溶剂流涎和熔融流涎。熔融流涎法可以用来生产聚烯烃流涎薄膜，PA 流涎膜等<sup>[1]</sup>，亦可生产 PET 流涎薄膜，PVC 流涎薄膜。流涎产业发展过程中，亦将“流涎”薄膜习惯称为“流延”薄膜。

以熔融共挤出流延法生产的聚乙烯（casting polyethylene，简称为 CPE）薄膜，根据用途可分为 CPE 软包装复合用包装薄膜，CPE 缠绕膜、CPE 透气膜、CPE 电子保护膜等。

多层共挤流延聚乙烯（CPE）包装薄膜是指以聚乙烯为主要原料，根据功能性需求，配以一定比例的改性母料、茂金属及其它材料，经由一个或多个挤出机熔融共挤出流延、无或单向微拉伸方法制造而成的平挤薄膜<sup>[2]</sup>，由于材质问题未处理的 CPE 薄膜表面张力较弱，通常需经过在线表面处理（通常是电晕处理）以增强薄膜表面张

力,可以用于彩印、复合、镀铝等深加工,广泛应用于食品、日用化妆品、工业品等包装用途。CPE包装薄膜研发最早可追溯到2003年左右,经过业界精英们十余年的探索,行业在设备、工艺、原料创新中得到较快发展。2017年是CPE包装薄膜产业提速发展的拐点年,中国石化镇海炼化成功研发出CPE包装薄膜专用线性料并于5月推向市场,助推产业发展。目前中国已是全球CPE包装薄膜制造大国,总产能约30.34万吨,居世界第一。

## 二、中国CPE包装薄膜产业发展历程与现状

### 1. 发展历程

我国流涎薄膜产业起步较晚,80年代开始引进国外的单层聚丙烯流涎膜(CPP)生产设备,加工速度慢,薄膜品质稳定性差。进入90年代,中国从德国Reifenhauser、Barmag、Battenfeld、奥地利Lenging、日本三菱重工、日本制钢所、日本摩登机械、意大利柯林斯Colines及道尔奇Dolci等国外知名公司引进了多层共挤流涎膜生产线<sup>[3]</sup>,宽幅在2~2.5m,2000年以来,引进更为先进生产线,宽幅4~4.5m,年生产能力一般都在5000~6000吨的三层共挤流涎膜<sup>[4]</sup>,流涎聚丙烯的技术水平跃上新台阶。2000年之后,国产化流涎设备制造技术得到突破性进展,设备厂家从最初的模仿部件制造,发展整套装置全部国产化。中国石化上海石油化工股份有限公司(以下简称上海石化)等石化企业研发、量产国产二元共聚原料(F800E和F800EDF等),薄膜企业对生产工艺的掌握趋于成熟,包装产业链下游对流涎聚丙烯薄膜需求逐步上升,多重因素助推流涎聚丙烯薄膜产业大跨步发展。

通常,业内人士习惯以2003年作为CPE包装薄膜研发、量产的分水岭。此前下游彩印复合企业所用的PE薄膜以挤出上吹管泡PE膜(PE Blown Film,简称PE吹膜)为主。随着消费理念变化和下游应用的发展,高速、环保、高透明高光泽型成为主流发展趋势,PE吹膜无法满足技术发展要求。CPP设备厂商开始研发设计CPE生产

装置<sup>[5]</sup>,CPP膜企开始尝试用CPP生产线生产CPE薄膜,但由于CPE原料配方较复杂,通常以LLDPE为主,LDPE及茂金属LLDPE占一定比例,以及有防粘开口、爽滑助剂的影响因素在内,熔体流变行为变得更复杂。经验表明,CPE原料配方在CPP生产线上生产,更容易出现降解、碳化,模唇线等品质问题,并且生产效率变低。

经过十余年的摸索,CPE专用设备设计制造技术、薄膜生产工艺控制日趋成熟,并且由于CPE包装薄膜具有透明度好,厚薄度偏差小,适合高速包装机及无溶剂复合机等特性,薄膜性能优势、品质稳定、生产效率高等较之PE吹膜的优势显现出来,下游彩印复合企业逐渐接受CPE包装薄膜取代PE吹膜。2015年末开始,产业发展逐渐加速。2017年是CPE包装薄膜产业提速发展的拐点年,中国石化镇海炼化成功研发出CPE包装薄膜专用线性料并于5月推向市场<sup>[6]</sup>,大大助推产业加速发展<sup>[7]</sup>。

### 2. 包装薄膜产业发展现状

截至2018年9月30日止,中国CPE包装薄膜总产能约30.34万吨;以全年330天计,全国产量约为设备设计总产能的35~40%,约10.62万吨/年。

#### 1) CPE包装薄膜产能年份发展轨迹

CPE包装薄膜产业发展可以归纳为:十年磨一剑,产业将腾飞。

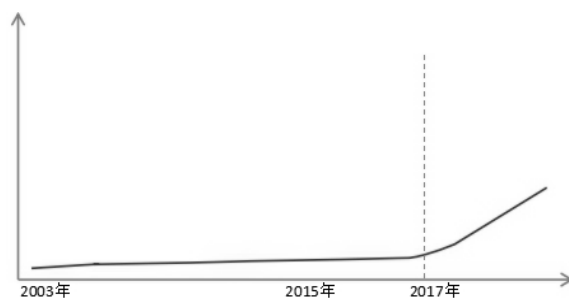


图1 CPE包装薄膜年份发展轨迹

#### 2) CPE包装薄膜产能分布

从分布区域来看,CPE包装薄膜产能(以下简称产能)江浙沪、华中、徽闽、潮汕、京津冀五大区占比近80%。

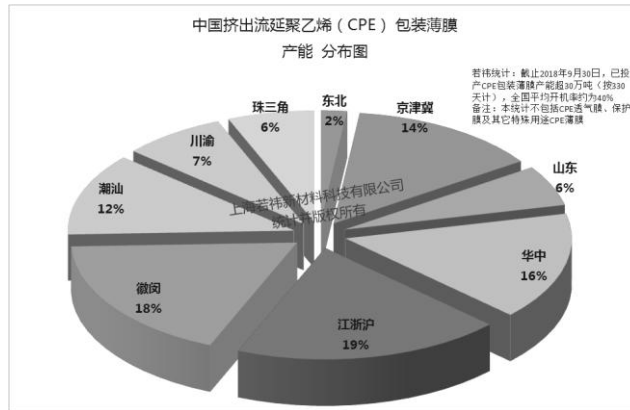


图2 CPE包装薄膜产能分布图

全国增速较快的是沿海区域，尤其是潮汕地区产能增速较快。潮汕地区的CPE包装薄膜用途以食品包装为主，部分企业在功能化细分市场研发力度大；福建地区的CPE包装薄膜用途以纸巾、食品包装为主，目前闽南、闽北发展较均衡。安徽地区的CPE包装薄膜市场两级分化，上市企业以生产高端薄膜产品为主，部分企业走与低价位PE吹膜竞争的中低端路线；上海地区因为成本较高，CPE包装薄膜产能增长后继乏力，今后产能增长区域主要是浙江、江苏地区，薄膜用途以食品、日化用品为主；华北区主要是河北省东光县周边产能增速较快，薄膜用途以食品、工业包装为主。

市场两级化，部分企业以高端产品为主，部分企业主要走与低价位PE吹膜竞争的中低端路线；华中地区以河南、湖北发展最快，但部分企业开机率不高，走与低价位PE吹膜竞争的中低端路线。

川渝地区因为小包装食品消费量大，外省薄膜进入川渝的运输成本高，造就了本地薄膜企业发展良好环境，CPE包装薄膜产业发展较早，实际产量占产能比例大。

东北地区CPE包装薄膜产业发展较南方晚，但是下游市场对PE薄膜需求量大，目前主要从京津冀地区、山东等地区购入CPE包装薄膜。可预见东北地区的产能仍有较大的增长空间。

西北部地区（陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、西藏）是产能凹地，但薄膜的需求亦逐年起量，目前主要从西南地区（成都、重庆），甚至华南、华东区购入。

### 3) CPE包装薄膜生产线分布

生产线分布与产能分布情况大致相当，2015年之后安装的生产线，宽幅大多在3.0m及以上，挤出量较大，产能高。2018—2019年，待安装及正在洽谈的生产线主要集中在潮汕、东北、江浙沪等地区。

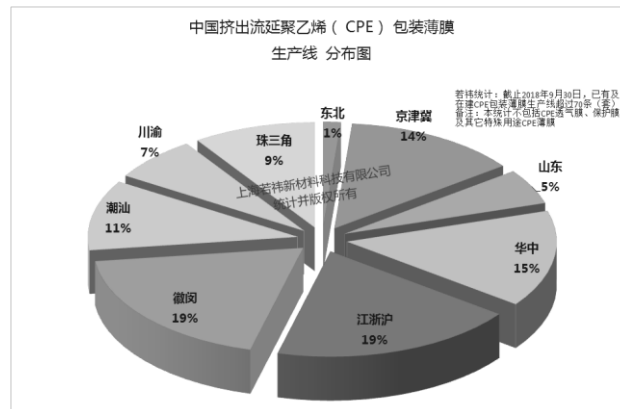


图3 CPE包装薄膜生产线分布图

### 三、CPE 包装薄膜与常见的聚烯烃包装薄膜特性比较

高分子聚合物的宏观性能是由其微观结构决定的, 结构决定了聚合物的性能, 也决定了制成品的性能及应用。聚丙烯和聚乙烯是半结晶高聚物, 许多宏观力学性能都与结晶性能直接相关。薄膜生产工艺及原料配比, 影响了结晶度和晶体尺寸, 从而使薄膜有着不同的性能。

#### 1. 不同制膜工艺聚烯烃包装薄膜特性比较

**双向拉伸工艺:** 经过挤出机熔融塑化的高聚物熔体树脂从衣架型模头挤出成厚片, 经激冷辊或水浴快速冷却可获得细小球晶, 从而获得较高透明度。

再预热到玻璃化温度以上、熔点以下的适当温度范围内(高弹态下), 在外力作用下, 先后沿纵向和横向进行一定倍数的拉伸, 从而使分子链或结晶面在平行于薄膜平面的方向上进行取向而有序排列, 然后在拉紧状态下进行热定型,

使取向的大分子结构固定, 冷却定型及后续处理便可制得薄膜。双向拉伸使聚合物中的高分子链沿作用力方向发生排列取向, 薄膜的共同特点是拉伸强度高, 弹性模量高, 挺度高, 透明性高, 耐高温性好, 阻隔性得到增强。

**上吹管泡法工艺:** 高聚物经过挤出机熔融塑化后从模具中挤出, 通入压缩空气将管泡吹胀, 同时通过牵引辊夹紧进行高于口模流出速度的高速拉伸以获得纵向取向。膜泡在风冷却环的冷风及周围空气中冷却下定型, 最后进行卷取<sup>[8]</sup>。

**挤出流延工艺:** 经过挤出机熔融塑化的熔体树脂从 T 型或衣架型模头挤出, 呈片状流延至冷却辊筒的辊面上, 快速冷却可获得细小球晶, 从而获得较高透明度。膜片冷却定型后, 视功能性要求选择括号内不同的工艺流程: (加温 I) → 无或微拉伸纵向牵引 → 测厚 → (加温 II) → 电晕处理 → (冷却定型) → (在线分切) → 收卷。

下表比较同等厚度的双向拉伸工艺、流延工艺、上吹管泡法工艺生产的透明薄膜特性:

表格 1 同样厚度透明薄膜特性比较表

物性	标准	PE 吹膜	CPE 膜	BOPE 膜	CPP 膜	BOPP 膜
厚度偏差	GB/T 6672	PE 吹膜 > CPE 膜 ≈ CPP 膜 > BOPE 膜 ≥ BOPP 膜				
雾度	GB/T 2410	PE 吹膜 > CPE 膜 ≥ CPP 膜 > BOPE 膜 ≥ BOPP 膜				
拉伸强度	GB/T 1040.3	CPE 膜 ≤ PE 吹膜 < CPP 膜 < BOPE 膜 < BOPP 膜				
热封强度	QB/T 2358	吹膜及流延薄膜热封强度高于双向拉伸薄膜热封强度 BOPE 热封强度高于 BOPP				
耐低温穿刺性	GB/T9639.1 A 法	BOPE > CPE 膜 ≥ PE 吹膜 ≥ CPP 膜 > BOPP 膜				
氧气透过率	GB/T 19789	CPE 膜 ≥ PE 吹膜 > CPP 膜 > BOPE 膜 > BOPP 膜				
水蒸气透过率	GB/T 26253	CPE 膜 ≥ PE 吹膜 > CPP 膜 > BOPE 膜 > BOPP 膜				
热收缩率	120℃ ±3℃, 120s	PE 吹膜、CPE 膜、CPP 膜、BOPE 膜远高于 BOPP 膜				
耐磨花性	GB/T 31727	CPE 膜 ≤ PE 吹膜 < CPP 膜 < BOPE 膜 < BOPP 膜				

由于配方体系不一样, 生产工艺条件不一样, 各种薄膜性能测试值会有较大差异, 表 1 的对比规律也会产生变化。

特别注意的是, 在下游彩印、复合、固化后, 复合薄膜通常会出现翘曲、卷边。这主要是因为不同材质的薄膜在受拉伸、受热过程中收缩率不

同而导致现象。复合薄膜卷边会影响到包装生产效率等。GB/T 21302《包装用复合膜、袋》对卷边、收缩率没有明确规定, 但在实际应用中, 下游加工企业要求卷边越小越好。通常通过检测热收缩率(热变形率)是表征薄膜在受热情况下尺寸稳定性, 也即薄膜受热变形的程度, 亦可反映

薄膜的耐温性能。目前 GB/T 4456《包装用聚乙烯吹塑薄膜》、GB/T 27740《流延聚丙烯(CPP)薄膜》对热收缩率的大小及测试方法没有明确规定, GB/T10003《普通用途双向拉伸聚丙烯(BOPP)薄膜》参考 YC/T 266《烟用包装膜》做出明确规定。下游加工企业测试热收缩率温度通常选择 80℃、120℃、135℃三档。

## 2. CPE 包装薄膜与 PE 吹塑包装薄膜特性对比

上吹管泡法生产 PE 薄膜,亦称 PE 吹塑薄膜,译自 PE Blown Film。有时被称为 IPE 薄膜,事实上, IPE 是 Injection PE 简称,特指注射、注塑成型工艺,与上吹管泡法 PE 薄膜工艺不同。PE 吹膜吹胀比与牵引比是生产控制要点,吹胀比是

吹胀之后膜泡的直径与未吹胀的管径之间的比值,为薄膜的横向膨胀倍数,实际上是对薄膜进行横向拉伸。吹胀比增大,从而使薄膜的横向强度提高;牵引比是指薄膜的牵引速度与管环挤出速度之间的比值,牵引比是纵向的拉伸倍数,使薄膜在引取方向上具有定向作用。牵引比增大,则纵向强度也会随之提高,且薄膜的厚度变薄。拉伸会对塑料分子产生一定程度的排列取向作用,从而影响性能。流延法生产 CPE 包装薄膜,制膜过程纵向无或微拉伸,横向无拉伸,因此强度较拉伸膜低,横向拉伸强度较纵向低。

相同条件(厚度、原料配比、层厚比等)下, CPE 包装薄膜与 PE 吹膜工艺及主要特性比较如下表:

工艺/性能	CPE 包装薄膜	PE 吹塑包装薄膜
厚度控制	T 型或衣架型模头调节,厚度均匀性好	旋转式或共挤出复合模头,管泡受牵引间隙、气流、冷却均匀性等影响大
膜泡或厚片冷却	贴激冷辊冷却,冷却速度快,球晶尺寸小	风冷却环空气冷却。冷却速度慢,球晶尺寸大
拉伸	调节模头、辊之间位置和速差,纵向微或无拉伸;横向无拉伸。	调节牵引辊与口模流出速差获得纵向拉伸,调节吹胀比获得横向拉伸
生产效率及产能	高	低
厚度均匀性	厚度均匀性好,偏差小	厚度均匀性差,偏差大
起热封温度	低	高
热封强度	高	低
抗冲击性	高	低
抗撕裂强度	高	低
耐穿刺性	高	低
耐低温冷冻性	略好	略差
雾度	低	高
透明度	高	低
光泽度(45°)	高	低
拉伸强度	略低,横向比纵向低	略高,纵横向较均衡
挺度	略低	略高
防粘开口性	略差	略好
表面耐磨花性	略差,两者几乎相当	略好,两者几乎相当

作为彩印复合袋内层薄膜, CPE 包装薄膜和 PE 吹膜都有低起热封温度、高热封强度、防粘开

口性好、爽滑性好的要求。

热封性能一般指起热封温度和热封强度。起

热封温度通常指 PE 薄膜热封强度达到一定值时所需的加热温度,其作用是使热封层加热到一个比较理想的黏流态使热封层相互粘合而达到热封的目的<sup>[9]</sup>。热封过程的微观表现为当两种相容的高聚物相互紧密的接触时,由于分子的布朗运动和链段的摆动而产生了相互的扩散。这种扩散是在高聚物与高聚物的界面层进行的。当提供足够的热量,分子布朗运动加强<sup>[10]</sup>。相同条件下,结晶度越高,熔点越高,起热封温度则会越高。拉伸会对塑料分子产生一定程度的排列取向作用,结晶度提高。因此相同条件下 PE 吹膜的起热封温度高、热封强度低于 CPE 包装薄膜。

PE 吹膜有一定程度横、纵向拉伸,强度和挺度略高于 CPE 包装薄膜。薄膜受压后回弹力要强于 CPE 包装薄膜。在实际生产过程中,CPE 包装薄膜受压后回弹力差,膜与膜之间更容易粘连,需要加入防粘开口母料的比例要高于 PE 吹膜。

PE 吹膜管泡是通过通入空气冷却,冷却速度慢,球晶尺寸大。同时,防粘开口剂与 PE 树脂是不相容的,在吹胀和牵引拉伸过程中树脂与防粘开口母料分开,周围产生空穴,形成折射率不同的界面,多重因素导致光折射和反射、散射率高,光透过率低,雾度大,透明度差。

#### 四、CPE 包装薄膜产业技术发展现状

##### 1. 设备

CPE 包装薄膜成套设备关键部件包括:挤出机、螺杆、分配套、模头(die,模具)、流延辊等。目前 CPE 包装薄膜设备以三层结构(热封层、中间层、电晕层)、三到四个挤出机为主。由 CPE 整机厂商进行整体设计、部分组件制造、组装;螺杆制造厂商根据整机厂商设计方案制造螺杆;模具制造厂商根据整机厂商的设计要求,设计并制造模具。CPE 包装薄膜设备设计的发展趋势是速度越来越快,幅面越来越宽,每小时挤出量越来越大。目前挤出机长径比(L/D)主要是 32—34,部分设备厂家设计的 L/D 是 25、28;幅宽有:2.5m—3.5m 等。

挤出机整机设计、制造、安装,特别是螺杆

塑化、分配器分层,模具流道设计的匹配性非常关键,否则容易导致薄膜出现的各种品质问题,包括晶点、塑化不良导致薄膜外观光泽度低,雾度高,延展性能差,过度塑化导致的薄膜厚薄不均匀,易老化,物理强度低等。由于设备产业链上各环节的制造精度稳定性等不一致缘故,实际生产中出现不同薄膜企业,同一配方、同一薄膜生产工艺参数,在配置一致的设备上生产时,薄膜性能不一致。CPE 包装薄膜设备制造产业链上各企业仍在不断摸索和改进当中,具有行业领导力的设备厂商有实力与能力完成设计阶段的熔体流变特性的模拟与分析。

1) 挤出机——挤出机采用的是单螺杆挤出机。部分薄膜企业开始探讨借鉴 BOPP 包装薄膜生产线双螺杆挤出机可行性。双螺杆与单螺杆挤出机有各自的特点,但双螺杆挤出机种类繁多,挤出机排气性更好,结构设计和加工更复杂。如果用双螺杆替代单螺杆,需要在充分了解 CPE 包装薄膜配方复杂性以及熔体流变特性的基础上,对螺杆甚至整机重新设计,才能够用于生产 CPE 包装薄膜。

2) 螺杆——螺杆设计对原料塑化是非常关键的。据文献,高产量挤出时,螺杆的塑化性能及测量的温度分布曲线与螺杆的几何形状有很大关系<sup>[11]</sup>。目前多家企业生产中出现塑化不良、晶点多、外观瑕疵点多,以及挤出量达不到要求等情况,经过重新设计螺杆参数来匹配生产工艺条件从而解决问题。实力强劲的设备厂家及薄膜生产企业在螺杆设计与改进方面形成自有技术。

3) 模头——模头(die)是关键部件,模头设计是挤出工程的一个重要环节<sup>[12]</sup>,热塑性塑料平膜的挤出成型广泛使用狭缝型模头,最常用的狭缝型模头有 T 型模头、鱼尾型模头和衣架模头<sup>[13]</sup>。熔体在模头中的流动是复杂的三维流动,模头设计时要使得内流道形状和尺寸能保证熔体在模腔内沿横向上均匀分布并以均匀的速度挤向模唇,熔体在机头内的停留时间也相应等同或相近,设计的模头尺寸应达到符合聚合物熔料流变性能的内流道尺寸。衣架型模头(coat-hanger die)与

T型模头(T-type die)各有优劣势,CPE包装薄膜原料种类多,配方复杂,模头宽,关键是要根据原料组分及其熔体流变特性,以及挤出量等要求设计模头。

目前CPE包装薄膜生产线国产品牌模头以衣架式模头为主。衣架式模头因为从挤出机挤出的熔体流到模头两边的距离比流到中心位置的距离要长,所以设定模头两边的温度稍高,使在两边位置的熔体黏度相比较低<sup>[14]</sup>,流动性比中心部位大,保证在整个宽度方向流量的均匀性,从而使成膜后薄膜的横向厚度均匀。

4) 风刀与真空——熔体从模头被挤出后,形成表面冷却硬化内部仍然是较高温半熔融状态的膜片。空气流通过气刀均匀地吹在膜片与流延辊接触成切线方向的地方,使膜片与辊面紧密贴合。同时真空箱将膜片与流延辊之间空气抽吸走。经吹风与吸真空协同作用,使膜片与流延辊表面紧密贴合得以快速冷却,形成细小球晶,贴辊效果直接影响到薄膜的外观质量和物理力学性能。

风刀风量、角度、位置及真空箱抽风风速的设定非常关键。风刀风量过大或过小都会造成膜片厚薄度偏差大。风量太大使膜片抖动大,引起冷却定型不均;风量过小,压力不足,贴辊效果变差,膜片就会产生横向波动;风刀角度不合适,使膜片与流延辊之间容易产生气泡。气泡鼓起区域贴辊不紧,冷却不好,球晶尺寸大,雾度高,且该区域高分子链段变形、经流延辊冷却定型后形成永久性松弛变形,对成品薄膜后续的印刷等处理有负面影响;风刀位置不同使膜片与流延辊的接触线不同,风刀位置越接近模唇,接触线也就越接近模唇,膜片急冷效果好,抖动的幅度就小,定型后薄膜的厚薄度均匀性就越好。

真空箱抽气风速设定值要与实际生产情况相匹配。过小则膜片不紧贴流延辊,冷却效果差,影响到成品薄膜的性能;过大则膜片部分区域先贴辊冷却变硬,在流延辊的带动下拉扯膜片未贴辊仍然比较软的区域,形成破洞现象。

5) 流延辊——流延辊辊面温度场的稳定性和均匀性是保证薄膜质量的关键。流延辊的冷却效

果和表面温度场的均匀性与流延辊的构造、辊筒直径、塑料薄膜与辊筒的包角、热交换效率、冷却介质的传热系数、流延膜的厚度和温度等因素有关<sup>[15]</sup>。目前大多数流延辊中间设计为螺旋式流道,中间通冷却水。流延膜的冷却速率主要取决于流延膜的厚度和流延辊外壁面的温度。决定流延辊外壁面温度的主要因素有:流道的结构尺寸、冷却水的流量和温度。熔体从模头被挤出流延到辊上冷却、定型,冷却速率越高,球晶尺寸小,则薄膜透明度高,雾度低。生产厚度较大的薄膜产品时,辊面温度的波动容易使得薄膜有较大的晶态差异。

值得注意的是,水中钙、镁离子等含量高,易形成水垢,水垢贴附流延辊流道内壁后影响了辊面温度均匀性。辊面温度不均匀,使膜片冷却不均,产生较大晶态差异,导致成品薄膜的光学性能、力学性能不均匀,且迁移型爽滑助剂迁移量不均匀,从而导致薄膜摩擦系数值不均匀。因此冷却水应使用去除水中的钙、镁离子,降低水质硬度的软水。

6) 电晕处理设备——聚乙烯属于非极性材料,表面润湿张力小,油墨和黏结剂、镀铝层或涂布层附着力差,因此通常需要进行表面处理。最常见的在线表面处理是电晕处理。电晕处理后薄膜表面润湿张力达到38mN/m以上,提高薄膜与油墨和黏结剂、镀铝层或涂布层附着力。电晕处理的原理是<sup>[16]</sup>,在电极上施加高频电压,使电极相邻的薄膜处理面的空气电离放电,气体电离的高能粒子在强电场的作用下快速冲击运行中的薄膜,薄膜表面产生一系列物理和化学变化:表面形成许多凹凸不平层面,使表面粗化;自由基和高速电子作用于薄膜表面,使表层分子链C—C单键断键,引起自由基加速反应;空气中氧的自由基对C—C键进行氧化,生成羰基(C=O)、羟基(—OH)、羧基(—COOH)等极性基团;电晕层表面分子形成交联。放电过程中伴随臭氧的生成,臭氧是一种强氧化剂,使表层分子进一步氧化,产生过氧化合物等。电晕处理产生极性基团,导致分子间作用力增强,相当于热熔焯增

加,熔点升高,薄膜起热封温度上升;电晕后产生交联使得分子链柔顺性变差,相当于热熔熵减小,热封层界面分子的相互扩散能力降低,使薄膜热封强度降低。

电晕处理设备通常包括电晕电源、放电电极架、电晕处理辊、压辊、排臭氧抽风机等。影响电晕处理效果的因素很多,其中电极间的间隙非常关键,一是要有适当间隙,才能达到最佳处理强度,二是要均匀一致,否则造成薄膜临界表面张力大小不一。另外,输入电晕处理机的交流电源稳定性也非常重要,电源不稳定会使输出的高频电压波动,从而造成电晕处理效果不均一。施加于处理装置上的电压、处理功率应适中,过度处理容易造成薄膜表层老化、降解,薄膜发脆,光学性能与力学性能劣化,膜卷端面易发红;此外,过度处理可能会造成非电晕面(通常是热封面)产生点状或条状电晕情况(通常称之为背电晕,简称背电),背电导致起热封性温度变高、热封强度下降;膜层间因极性基团之间的氢键吸附容易造成粘连等品质问题。

在实际生产中总结发现,电极由单头改为多头电极,在同样的处理条件下,也可提高处理程度;同样的电晕处理功率条件下,气体电离的高能粒子对薄膜表面冲击力度适中但细密,表面凹凸坑均匀细密,薄膜电晕处理效率更好,不容易出现背电晕、击穿,膜与膜间不容易出现粘连。

电晕处理辊作为接地电极,表面绝缘介质一般采用硅橡胶。硅橡胶使用时间长之后,出现老化现象,硅橡胶的老化使得绝缘介质的介电系数发生变化,电晕处理机的处理频率随之发生变化。另外,高温加速硅橡胶老化,导致电晕处理辊使用寿命的降低。CPE膜企应建立有关硅橡胶状态监测和维保体系。

## 2. 原料

1928年,美国物理化学家 Bingham 首次提出“Rheology”概念,正式命名流变学,剪切流动和拉伸流动是聚合物加工过程中主要的流动方式。聚合物在加工成型过程中会发生复杂的变化,流变行为对聚合物材料的加工工艺过程调节与控

制和制品的最终力学性能产生重要的影响。LLDPE、LDPE、m-LLDPE、HDPE 因为分子量大小与分布、侧链与支化结构,分子链松弛时间等不同,熔体流变行为表现不同,在内、外部因素的影响下,熔体挤出流动不稳定性,以及挤出物表面畸变影响因素更复杂。因此配方越复杂,变化因素越多,换言之,配方越简单越能控制稳定生产。

CPE 包装薄膜现有的配方体系所用原料以线性低密度聚乙烯(LLDPE)为主,根据功能性及加工性要求添加一定比例的低密度聚乙烯(LDPE)、高密度聚乙烯(HDPE)、中密度聚乙烯(MDPE)、茂金属线性低密度聚乙烯(m-LLDPE)、防粘开口母料、爽滑母料、乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)、弹性体(POE)、等。原料种类多,配方复杂,在实际生产过程,生产稳定性控制困难度增加,最常见的外观瑕疵是模唇线、碳化物、晶点等。

1) PE 专用膜料(LLDPE、LDPE、m-LLDPE、HDPE)——CPE 包装薄膜设备长径比 L/D 长,原料受热历程长,如果原料熔体流动速率低,熔体粘度大,加工较困难,增加挤出机背压,加工压力过高对成品薄膜影响主要在于熔融塑化阶段集聚剪切摩擦热无法及时释放,树脂产生降解、碳化,导致膜面出现模唇线、表面线条、厚度均匀度差、膜卷端面易发红等品质问题机率大大增加。加工压力过高对设备影响主要在于设备负荷大,功率消耗也随之增加,并有可能造成设备连接处漏料等问题。因此 CPE 包装薄膜的原料应选择熔融指数在 3.5~5g/10min(190℃, 2.16kg)左右的专用料为宜。

2017 年以前,CPE 膜企均在市面上购买熔指为 1.0g/10min(190℃)左右的线性低密度聚乙烯为主要原料进行生产。常见主要问题包括膜卷端面氧化变色快、小分子物析出多、外观瑕疵点多,以及膜挺度差,易发粘不好开口等问题。中国石化镇海炼化分公司 2017 年 5 月推出两款 CPE 包装薄膜专用线性料 ZF4527C 和 ZF4533H<sup>[6]</sup>,膜企普遍反映原料抗氧化性能好,膜卷端面颜色不



变化,外观瑕疵点少,薄膜纵横向拉伸强度均衡,厚度平整度良好。中国石化茂名石化分公司在2018年研发试产CPE线性膜料<sup>[17]</sup>。

2)防粘开口性及母料——薄膜在使用与加工过程中,当两层薄膜接触在一起时,由于温度、压力、电晕处理及其处理强度、受压作用时间和膜与膜的摩擦性能等因素的影响,两层薄膜可能因短链分子迁移或由于膜层间无空气层,产生很大的粘附力,出现薄膜相互粘连的现象。为了使薄膜具有良好的开口性,防止薄膜的粘连,在表层树脂中加入防粘开口母料(Antiblocking masterbatch)及爽滑母料(Slip masterbatch)。“爽滑”是指一层薄膜与另一层薄膜或接触物水平滑动时的能力,通常用表面摩擦系数来表征,GB/T 10006规定了塑料薄膜摩擦系数测定方法;“粘连”是指两层薄膜垂直分离时相互的粘接力,GB/T 16276规定了塑料薄膜粘接力测试方法,开口性是防粘与爽滑协同作用后的表现。防粘开口母料及爽滑母料通常添加在PE吹膜或CPE包装薄膜的热封表层(Heat sealable skin layer)或需要防粘、爽滑性的电晕表层(Corona skin layer)。防粘开口母料,又可称为抗粘连母料。具有微米级尺寸,加入后在薄膜表面形成许多凸起,使薄膜表面具有一定的粗糙度,膜与膜之间有空气层,从而减少了膜与膜之间的接触面积;同时有利于迁移型爽滑母料迁移到薄膜表面,实现了防粘开口、降低薄膜表面摩擦系数目的。如前所述,在实际生产中发现,CPE包装薄膜受压后回弹力差,膜与膜之间更容易粘连,需要加入防粘开口母料的比例要高。

从类别上区分,防粘开口母料的助剂通常分为无机类和有机类;从形状上分为无定型、圆球状、半圆球状;尺寸上,平均粒径范围是5~12微米。选择防粘开口剂的重要技术参数包括:形状、粒径及其分布、折光系数等。无定型、大粒径及宽粒径分布的MB1012E防粘开口母料的防粘效果好,但是对薄膜光学性能影响稍大;圆球型防粘开口母料M1007EB的折光系数与PE的折光系数接近,尺寸及形状均匀,对薄膜的光学性

能影响小,雾度低、透明度高,但防粘开口效果略差于无定型防粘开口母料。防粘开口助剂在PE薄膜里的分散均匀性对开口性及光学性能、外观品质有较大影响。防粘开口助剂分散性不好形成大的团聚点,导致薄膜雾度大,光泽度差,目测可见白点,甚至影响下游的印刷、复合效果<sup>[18]</sup>。

在薄膜制造或下游客户复合后制袋过程,导辊上经常会累积一层薄粉。若检测发现,主要成分是迁移型的助剂(例如爽滑剂、抗静电剂等),以及防粘开口母料。防粘开口母料在薄膜表层,形成凸起,从而实现薄膜层间的抗粘效果。但当薄膜表面与金属轴(导轨)的磨擦,与有机树脂结合力差、以及团聚形成大凸起的防粘开口母料易被磨脱,形成微观的一个小孔穴。因此,有必要研究并选择与有机树脂结合力较强的防粘开口母料<sup>[19]</sup>。

3)爽滑性及母料——目前大多数膜企使用的爽滑母料是脂肪酸酰胺类,这类爽滑母料是迁移型物质,来自于油脂精炼,熔点低( $\leq 85^{\circ}\text{C}$ ),不溶于水,溶于乙醇、乙醚等有机溶剂。与聚乙烯有一定的不相容性,通常被添加至薄膜的热封表层,或需要爽滑性的电晕层。通过分子扩散和分子布朗运动慢慢迁移到薄膜表面,从而起到降低摩擦系数、爽滑的作用。在环境温度、温度下降,特别是当环境温度低于 $10^{\circ}\text{C}$ 以下,分子扩散与布朗运动变缓,爽滑助剂迁移到薄膜表面的速率会变慢,爽滑作用起效慢;当环境温度 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $\geq 50\% \text{RH}$ 的高温、高温条件下,酰胺类爽滑助剂迁移速度加快,迁移量也会增加,爽滑作用起效快。爽滑助剂迁移到薄膜表面富集成团,当薄膜表面受到外界摩擦情况下,爽滑助剂会被磨耗;大量富集到薄膜表面则易形成起霜现象,即薄膜表面可见一层薄薄可见的霜(粉),对观测薄膜有雾蒙蒙现象,经仪器测试薄膜雾度值变大、透明度下降、清晰度下降、光泽度下降,擦拭去除后有痕迹。薄膜热封层严重起霜,不仅影响外观,还会降低薄膜热封强度,严重情况下甚至会导致薄膜丧失热封效果<sup>[16]</sup>。

高温高湿环境下迁移型脂肪酸酰胺类爽滑母

料反而使膜与膜之间发生粘连。脂肪酸酰胺类爽滑母料分子结构中含有较长的饱和 C 链和极性的胺基, 迁移到薄膜表面富集, 薄膜表面分子链上极性基团与另一面薄膜表面的分子链以及其上的极性基团之间的氢键吸附, 加上分子链间近距离足够小的时候产生的范德华引力吸附, 容易造成薄膜粘连。在实际生产中, CPE 薄膜在下游企业复合制袋后容易出现“水雾”现象发粘, 开口不良。此外, 无论何种工艺合成的酰胺类爽滑助剂, 在反应结束后, 所得的混合物中除了产物外, 还有未反应完全的各种副反应产物, 其中如酰胺脱水生成的脒, 还有催化剂等杂质。这些小副产物和杂质, 对薄膜的外观、光学性能及开口性有负面影响。因此, 部分高端市场的薄膜已开始采用 M6125SE、M6140SE 高分子量耐高温非迁移爽滑母料。

### 3. CPE 包装薄膜标准

2016 年 12 月, 由中国加工工业协会流延专委会协调发起, 受起草小组单位委托, 上海若祎新材料科技有限公司负责起草行业标准制订申报材料。2017 年 10 月, 《多层共挤流延聚乙烯薄膜》行业标准制订计划获得国家工信部正式批准<sup>[20]</sup>。根据工业和信息化部 2017 年第三批行业标准制修订计划(工信厅科[2017]106 号), 计划号为 2017-1403T-QB 《多层共挤流延聚乙烯薄膜》行业标准起草工作组成立暨标准初稿讨论会于 2018 年 1 月 30 日召开<sup>[21]</sup>。全国塑料制品标准化分技术委员会(SAC/TC48/SC1), 以及起草小组单位: 上海大汇塑业有限公司、安徽合肥美邦新材料科技有限公司、河北精瑞包装材料有限公司、浙江远大塑胶有限公司、上海若祎新材料科技有限公司、江苏申凯包装高新技术股份有限公司、中国石化镇海炼化分公司、中国石化北京化工研究院代表参加会议。

值得注意的是, 根据国家工信部发布 28726 项推荐性标准复审结论公告, QB/T1125-2000《未拉伸聚乙烯、聚丙烯薄膜》标准自公告发布之日起废止<sup>[22]</sup>。在《多层共挤流延聚乙烯薄膜》行业标准发布之前, 统一的标准有一个空窗期。膜企

可以到当地的质量监督局备案企业标准, 作为本企业与下游企业评判薄膜品质的协定标准。

### 五、CPE 包装薄膜产业发展现存问题

中国的 CPE 包装薄膜产业经过十余年的发展, 目前 CPE 包装薄膜产能已居世界第一位, 下游需求量年平均复合增长率 10~15%, 产业步入快速发展通道。但也暴露出 CPE 包装薄膜产业中低端产品同质化的市场竞争日趋激烈, 结构性及阶段性能过剩矛盾开始显现, 目前全行业平均产量仅占设备设计总产能 35~40%, 产业在今后三到五年内将会经历一个快速发展、价格混战的“春秋战国”、产业内部自我调整阶段, 最终向规范化、理性化发展。出现这种情况的原因是多方面的。一方面是世界政治格局正发生着前所未有的深刻转变。2017 年以来, 美国复苏势头依旧强劲, 美元指数走强, 将带来全球货币的普遍贬值。美国用一系列的行动向世界表明: 强调“美国第一”, 让美国成为全球治理的最大变数<sup>[23]</sup>。2018 年以来, 美国政府已多次采取贸易保护措施。根据美国贸易谈判代表处(USTR)的声明, 美国已于 7 月 6 日起对从中国进口的 340 亿美元的商品征收 25% 的关税<sup>[24]</sup>。于 9 月 24 日起对约 2000 亿美元的中国产品加征关税, 税率为 10%, 并将在 2019 年 1 月 1 日起上升至 25%<sup>[25]</sup>。油价持续上涨, 2014 年 1 月 2 日布伦特(Brent)原油价格在 109.07 美元/桶, 2014 年 12 月 31 日跌至 57.90 美元/桶, 近期, 国际油价不断创出新高, 布伦特原油强势突破了 86 美元, 高油价将给世界各国带来输入性的通胀。

国际形势变化, 能源资源市场恶性竞争进一步加剧、贸易保护主义愈加突出、人民币升值、劳动力成本上升、人口红利逐渐消失等诸多因素叠加影响, 中国塑料包装薄膜产业面临着前所未有的巨大挑战。另一方面, CPE 包装膜企研发投入不足, 高端功能性薄膜研究与供给能力严重不足, 膜企理论知识掌握不够深入, 粗放型管理导致运营成本上升, 赢利能力不佳等诸多问题, 严重制约了 CPE 包装薄膜产业的健康发展。



### 1) 产品定位出现错位

产品结构不合理, 大多企业在与 PE 吹膜拼价格、比盈利, 忽视了 CPE 膜的优势与功能性, 造成产品定位在中低端产品的同质化竞争。

### 2) 经验指导限制了技术创新

CPE 薄膜产品还处在由经验向标准化发展的阶段, 所以很多企业对设备选型、原料选择、配方选优、工艺优化等等仍然靠经验指导, 缺乏理论知识指导与大数据管理意见, 限制了技术创新与技术人才的培养。

### 3) 粗放型管理增加了运营成本

良好的企业、优质的产品是建立在质量管理体系 QMS、环境管理体系 EMS、实验室认可体系 CNAS 等标准化管理体系之下, 通过规范管理, 用数据说话, 降低成本、减少损耗。目前 CPE 行业的大多数企业在现场管理非常重视, 但对关键的 QMS、CNAS、EMS 等的规范化、标准化、体系化还停留在表面, 例如: 设备设施保养不定期的随意性, 管理的力度、技术投入远不够, 影响了产品质量与现场人员的自主开发的工作激情, 也让企业付出更多的额外维修费用。

### 4) 服务体系不完善

CPE 包装薄膜生产企业的营销渠道较狭窄, 对市场的调研、对客户需要的掌握, 大多停留在对产品的推销阶段, 较少有企业从战略合作、从产业链发展的角度去考虑、分析, 没有“未雨绸缪”, 没有做好走出国门的准备, 不愿意花太多的精力按国外客户要求建立一套严格质量管理体系的体

系和售后服务体系。

### 5) 缺乏区域战略

CPE 薄膜行业在东部、沿海地区发展较快, 而且对产品的功能化、安全环保性要求较高, 西北部地区发展缓慢, 主要目的是产品满足使用要求。因此, 如何开展强强合作、强弱合作, 发展战略联盟模式, 避开同质化低价竞争, 需要有前瞻性思想、有强烈创新意识的企业家去探索和引领行业发展。

### 6) 缺乏创新, 产品结构性矛盾凸显

行业需要加强产品创新。目前功能性薄膜研究与供给能力严重不足, 高端膜、特种膜依然很大部分依赖进口, 企业更应注重提高产品质量、淘汰落后产能, 进行技术创新和节能降耗, 推动结构调整。严峻的市场将加速淘汰落后产能企业, 有创新力、有持续盈利能力的企业将能持续发展。但是, 因技改投入大, 新品与市场开发风险高, 许多企业不愿意迈出创新的步伐。

行业内同质化产品价格竞争日趋激烈的情况下, CPE 膜企在产业链上下游的话语权较弱, 某种程度上对创新是一种无形的伤害。

### 7) 阶段性产能过剩问题显现

包装薄膜产业特点是技术密集型和资本密集型。CPE 包装薄膜产业刚步入快速增长通道。一个预期的巨大市场空间, 以及资金门槛低, 点燃投资者对 CPE 包装薄膜产业的投资热情, 国内 CPE 包装薄膜产能自 2015 年末迅速扩张。

另一方面, 站在企业的立场上考虑, 企业要

做大做强,规模决定了话语权的大小,因此,扩能增线成为不二之选。

还有一个不容忽视的因素是部分地方政府为了当地经济发展和区域竞争目的,大力招商引资、鼓励企业扩能增线,将导致区域性产能过剩,但这一现象却没有引起地方政府和行业主管部门的足够警觉和重视。

在未来三年至五年,CPE包装薄膜产业将面临一轮洗牌。管理不善、技术差、赢利能力差、低产能、产品定位低端低价竞争的中小型企业迫于市场竞争压力将自动关停下来,通过优化兼并、破产重组,促进产业升级。2017—2018年重庆、湖南等地区已有企业因经营战略调整停产或出售生产线。

## 六、CPE包装薄膜产业发展存在问题的解决方案思考

当前,各产业生产要素成本不断增长,资源、能源约束不断增强,环保要求越来越严格,人口红利消失,高成本时代已悄然而至。投资者与管理者应清醒认识高投入、高能耗、规模扩张、粗放型管理的发展模式已不可持续。

### 1. 创新为本,加大技术投入

微利时代企业更应重视技术进步、创新,未雨绸缪,培育新的核心竞争力、新的经济增长点。不进则退、进慢则困、非进不可,必须在创新中才能永续经营。创新,既需要推进产品类型及用途创新,也需要推进管理创新、体系创新、设备改造、营销模式创新。

### 2. 推进精细化管理,挖潜增效

在生产、经营管理上全面进行精益管理,统一管理标准、规范管理制度、优化管理流程、严格控制成本,迅速形成与竞争对手的成本优势。抓住运营管理过程中关键环节,建立完善的标准化管理体系,量化、考核、督促、执行。实行刚性的制度,规范人的行为,强化责任的落实,以形成优良的执行文化,勤练内功,挖掘降低成本的潜力,提高利用率,提高效率,节能降耗,增效增产。

### 3. 加强理论知识学习,借外力外脑加强研发

目前CPE膜企更多依赖经验,缺乏高分子材料理论知识指导,经验摸索依靠不断地“试错”,企业试验新材料和新工艺没有很好地运用正交等试验方法,没有系统地对生产及试验数据做出统计数据和规律,浪费非常大。应加强与有较深厚理论研究和丰富的材料、薄膜研制实践经验的技术服务公司、检测分析机构、学校等研发合作,加强企业内部理论学习,加大招收和培养有专业学习背景的技术人员成为企业的技术中坚力量。中国挤出流延技术研讨沙龙在行业人士鼓励推动下于2016年成立,成为流延膜界学习与提升理论知识和技术水平的一个重要平台<sup>[26-29,7]</sup>。

### 4. 加强风险控制,明智投资决策

企业投资决策不盲目跟风,吸取其它产业教训,评估市场风险,建立有效的风控体系。明智的投资决策应基于对市场的分析,原料生产成熟度,以及下游市场需求。

### 5. 加强知识产权保护,推进品牌建设

CPE包装薄膜企业在不断的摸索和经验总结,其中不乏独有的创新产品和技术。但是膜企对知识产权、商标及品牌保护意识较弱,目前被国家知识产权局授权的专利数量较少。

下表列出CPE包装薄膜产业国家知识产权局已授权(仍有效)及实审中的部分专利,见(表格2)。

### 6. 走出国门,积极参与国际市场竞争

欧美日等发达国家与地区,劳动力成本增加以及其它方面的原因,包装薄膜生产线在减少,但需求量仍在逐年递增。国际市场不仅要求包装薄膜产品品质优良、品种不断推陈出新,而且要求供应商建立完善的管理体系以保证产品品质稳定,部分跨国企业建立了本集团严格的供应商评价体系,要求供应商必须遵循并实施。出口产品还被要求提供第三方出具的食品接触材料安全检测报告。

以上要求对中国大多数CPE包装薄膜企业来讲,是不小的挑战。需要企业完成管理思维与体系蜕变、提升,才能与国际要求接轨。

表格 2 部分授权或实审中的专利

申请人	专利类型	专利号	专利号
上海紫华企业有限公司	发明专利	聚乙烯流延薄膜的制备方法	201210592170.4
四川厚诚新材料有限公司	发明专利	一种镀铝级流延 PE 膜的制备方法	201510054610.4
河南大有塑业发展有限公司	发明专利	一种流涎法制备的聚乙烯复合薄膜及其制备方法	201510405201.4
安徽双津实业有限公司	发明专利	一种线性易撕未拉伸聚乙烯薄膜	201510690900.8
广东铭丰包装材料有限公司	发明专利	一种未拉伸聚乙烯薄膜及其制备方法	201611249060.2
上海大汇塑业有限公司	实用新型	一种聚丙烯和聚乙烯共挤流延薄膜	201720391682.2
四川厚诚新材料有限公司	实审中	一种消光流延 PE 膜及其制备方法	201810054839.1
四川厚诚新材料有限公司	实审中	一种双向易撕流延 PE 膜及其制备方法	201810054427.8

### 7. 工业 4.0 时代，智慧制造取代传统制造

德国政府《高技术战略 2020》确定工业 4.0 (Industry 4.0) 是十大未来项目之一<sup>[30]</sup>，拉开了工业领域新一代革命性技术的研发与创新大幕。

2017 年，国务院发布《深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》，明确指出加快建设和发展工业互联网，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合，发展先进制造业，支持传统产业优化升级，具有重要意义<sup>[31]</sup>。

智慧制造和传统意义的制造最大区别就是大数据，过去制造业靠的是人口红利，靠的是成本比别人低。未来三十年，传统制造业会迎来巨大的变革，传统企业会因为互联网而发生裂变、重构，带来创新。

消费数据会决定工厂生产什么，而不是工厂生产什么、消费决定什么。未来意味着从 B2C 向 C2C 转移，这会带来生产变革和成本变革<sup>[32]</sup>。德国的工业 4.0 与国务院提出的互联网+先进制造业宗旨是一致的，由集中式控制向分散式增强型控制的基本模式转变，目标是建立一个高度灵活的个性化和数字化的产品与服务的生产模式，并且定制周期简短，生产方便快捷。

CPE 包装薄膜产业需要借鉴互联网思维，由传统管理和运营模式向工业 4.0 升级，由传统制造向智慧制造升级，深入了解用户需求、高效率运作，为终端用户提供个性化、功能化、性价比高的包装薄膜。

### 8. 接轨资本市场

国家发改委等部门联合制定《关于支持中小企业技术创新的若干政策》<sup>[33]</sup>。据该政策，我国将出台一系列优惠措施支持中小企业技术创新，鼓励中小企业上市融资。

目前，只有永新股份 (002014)、诚德股份 (835028)、富贵万年 (870513) 等少数几家 CPE 包装薄膜企业上市，未上市企业融资渠道少，融资困难，这是造成企业无法投入更多资金加大创新力度的瓶颈之一。

从其它包装薄膜产业经验来讲，上市公司融资渠道多，可投入较多资金加大研发、生产差异化、附加值高产品，盈利能力好于未上市企业，竞争优势明显。

### 9. 地方政府适当引导与鼓励企业创新

地方政府掌握了大量资源，也有发展地方经济的需求，但应正视产能阶段性和区域性过剩带来的恶性竞争问题，不应鼓励企业盲目扩能增线。应充分发挥地方资源优势，结合行业协会管理，提高投资准入门槛，包括技术、能源、环境、资源利用率，引导与鼓励企业创新，使行业能走上健康有序发展之路。

## 七、CPE 包装薄膜产业发展趋势和未来商机

1. 高效的标准化、精细化、集约化、自动化管理取代粗放式管理。
2. 专业型的综合性管理人才成为抢手资源。

3. 功能化 PE 专用膜料、改性材料及助剂将助力研发出功能化、差异化的功能基材薄膜。

4. 薄膜的功能化深度加工, 包括阻隔镀层、涂布等, 使 CPE 包装薄膜可应用于新型、高端应用领域。

5. 多层(四个及以上的挤出机)共挤可以实现多种原料的共挤出, 从而实现薄膜功能差异化, 多层共挤设备将成为主流趋势。

6. 专业型、订制型的设备维护保养方案、本地化精品级备品备件更换将会是一个可预见的较大市场。

7. 环保型、节能降耗的设施和材料更受欢迎。

## 八、结束语

近年来, 中国 CPE 包装薄膜产业发展非常快, 但与其它产业先进技术水平和管理水平相比还有很大差距。注重创新、注重精细化管理与加快产品转型升级, 才能促进 CPE 包装薄膜产业的整体进步。

## 参考文献

[1] 陈英. 聚丙烯流涎薄膜生产技术和进展[J]. 塑料包装, 2004, 14(4): 29-34

[2] 若祎新材科技. CPE 包装薄膜产业发展报告[J/OL]. [https://mp.weixin.qq.com/s?\\_\\_biz=MzIwNzYwMjQwNzQ==&mid=2247483931&idx=1&sn=4554eedf8b1b5e2336cabf61228349c&chksm=970e9591a0791c871ea6821252eb2cf54b11501dbe252a47104c3ca8d94575b8ee0f2ebb05b0&mpshare=1&scene=1&srcid=1001YePYr50RxKK2Z74r6eji&pass\\_ticket=PuUhrce24F0pwAA43o557GypJ444i%2Fc9s2RoTfPf5bkwELvh3j8pLg5SY97ma0Y#rd, 2018-2-12/2018-10-01](https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzIwNzYwMjQwNzQ==&mid=2247483931&idx=1&sn=4554eedf8b1b5e2336cabf61228349c&chksm=970e9591a0791c871ea6821252eb2cf54b11501dbe252a47104c3ca8d94575b8ee0f2ebb05b0&mpshare=1&scene=1&srcid=1001YePYr50RxKK2Z74r6eji&pass_ticket=PuUhrce24F0pwAA43o557GypJ444i%2Fc9s2RoTfPf5bkwELvh3j8pLg5SY97ma0Y#rd, 2018-2-12/2018-10-01)

[3] 潘晓. 流涎聚丙烯薄膜的市场前景看好[N]. 现代包装, 2000(3): 25-25

[4] 蔡明池. 走创新之路, 发展国产流涎设备, 重新整合, 实行行业整合[R]. 塑料包装, 2004(4): 4-5

[5] 陈伟. 流涎薄膜(CPP、CPE)生产线的国产化研究[R]. 塑料包装, 2004, 14(3): 6-8

[6] 林华杰, 方忠阳. 流延聚乙烯专用料 ZF4533H 和 ZF4527C 的研究与应用[J]. 塑料包装, 2018, 28(3): 51-55

[7] 若祎新材科技. 中国挤出流延技术研讨沙龙(第六届)暨中国石化镇海炼化 CPE 包装新产品应用评价技术研讨会圆满落幕[EB/OL]. [https://mp.weixin.qq.com/s?\\_\\_biz=MzIwNzYwMjQwNzQ==&mid=2247483799&idx=1&sn=cc49ce265ffef25fa5fab5e518792ec1&chksm=970e961da0791f0b7c467fd42033b60f91b4cc7a71ef922fb35c8d2c94cad37033e2c5379be8&mpshare=1&scene=1&srcid=1002eJ2PGog9HhBcxGSbzRhM&pass\\_ticket=MLkC5t%2B0PanEjAuLOPP4UVCYTHKkmVdYGojujI8zScTqYGmSudYWmbnbVSd%2Fwn1d#rd, 2017-07-29/2018-10-01](https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzIwNzYwMjQwNzQ==&mid=2247483799&idx=1&sn=cc49ce265ffef25fa5fab5e518792ec1&chksm=970e961da0791f0b7c467fd42033b60f91b4cc7a71ef922fb35c8d2c94cad37033e2c5379be8&mpshare=1&scene=1&srcid=1002eJ2PGog9HhBcxGSbzRhM&pass_ticket=MLkC5t%2B0PanEjAuLOPP4UVCYTHKkmVdYGojujI8zScTqYGmSudYWmbnbVSd%2Fwn1d#rd, 2017-07-29/2018-10-01)

[8] 董钜潮. 多层共挤吹膜技术[J]. 工程塑料应用, 2000, 28(3): 29-31

[9] 王英年, 柯扬船, 金丽晓. 乙烯共聚聚丙烯流延膜树脂力学与结晶性能研究[J]. 中国塑料, 2010, 24(9): 41-45

[10] 蔡佑星, 邓韶. 论高聚物的自粘性[J]. 广东包装, 2003(5): 10-10

[11] A.L.Kelly, E.C.Brown, P.D.Coate. 单螺杆挤出机螺杆几何形状对熔体温度分布的影响[J]. 塑胶工业, 2008, 11(02): 19-24.

[12] 于希明, 汪建萍. 衣架型模头内流道参数的确定和优化[J]. 中国塑料, 2000, 14(5): 95-99

[13] 麻向军, 文劲松, 何和智. T型模头内熔体流动特性的数值模拟\*[J]. 工程塑料应用, 2006, 34: 49-51

[14] 王文俊. 实用塑料成型工艺. 北京: 国防工业出版社, 1999

[15] 姚祝平. 塑料挤出成型工艺与制品缺陷处理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.

[16] 周先进, 赵燕, 麦建国. BOPP 薄膜电晕处理及效果研究[J]. 现代塑料加工应用, 2004, 16(4): 25-27.

[17] 茂名石化: 成功试产出两种流延聚乙烯膜料[N]. 塑料科技, 2018, 46(03): 106.

[18] 韦丽明. 聚烯烃包装薄膜外观瑕疵对印刷效果影响及解决方案[J]. 印刷技术, 2018(04): 44-46.

[19] 韦丽明, 梁雁扬, 曾令丰. 抗粘连剂在 CPP 镀膜膜上的应用研究[J]. 塑料包装, 2014, 24(1): 11-15

[20] 若祎新材科技. 大事记|《多层共挤流延聚乙烯薄膜》行业标准制订计划获批[EB/OL]. <https://mp.weixin>

qq.com/s?\_\_biz=MzIwNzYwMjQwNQ==&mid=2247483877&idx=1&sn=eea4e9d0f298d81f9a7534e1c3489392&chksm=970e966fa0791f797f922c687a5a2b99dc7b3b156da5536f2ae6f2b09f9e05e86a6b361a89c2&mpshare=1&scene=1&srcid=1002ohnqbbWwEc8pXkAKmwfo&pass\_ticket=MLkC5t%2B0PanEjAuLOPP4UVCYTHKkmVdYGojujI8zScTqYGmSudYWmbnbVsd%2Fwn1d#rd,2017-11-11/2018-10-01

[21] 若祎新材料科技. 大事记|《多层共挤流延聚乙烯薄膜》行业标准起草启动会[EB/OL]. [https://mp.weixin.qq.com/s?\\_\\_biz=MzIwNzYwMjQwNQ==&mid=2247483924&idx=1&sn=c4804b679ae79ead26efbfd92c956063&chksm=970e959ea0791c8832a55ba153cf4bfb2403de907c911e241179b9d59d95ddf98eefa78df03&mpshare=1&scene=1&srcid=1002kTMrtnqzqIdL1K2RXvQm&pass\\_ticket=MLkC5t%2B0PanEjAuLOPP4UVCYTHKkmVdYGojujI8zScTqYGmSudYWmbnbVsd%2Fwn1d#rd,2018-02-02/2018-10-01](https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzIwNzYwMjQwNQ==&mid=2247483924&idx=1&sn=c4804b679ae79ead26efbfd92c956063&chksm=970e959ea0791c8832a55ba153cf4bfb2403de907c911e241179b9d59d95ddf98eefa78df03&mpshare=1&scene=1&srcid=1002kTMrtnqzqIdL1K2RXvQm&pass_ticket=MLkC5t%2B0PanEjAuLOPP4UVCYTHKkmVdYGojujI8zScTqYGmSudYWmbnbVsd%2Fwn1d#rd,2018-02-02/2018-10-01)

[22] 食品伙伴网. 工信部发布28726项推荐性行业标准的复审结论的公告 2017年第23号[EB/OL]. <http://down.foodmate.net/info/sort/2/7517.html,2017-06-12/2018-10-01>

[23] 人民网. 百年变局迎来关键时期[EB/OL]. <http://world.people.com.cn/n1/2018/0104/c1002-29745197.html,2018-01-04/2018-10-01>

[24] 光大证券. 继续复苏, 尚未过热——美国2018年下半年经济展望[EB/OL]. [https://mp.weixin.qq.com/s?\\_\\_biz=MzI1OTU0MDM1Nw==&mid=2247486729&idx=1&sn=c585ad036449edc1b0c634ae4e337af5&chksm=ea7619e3dd0190f59f94cc3443e1a257d5c5b6b540e09ecaaa4f6442db47ab454c6cb88f35e1&scene=0#rd,2018-07-18/2018-10-01](https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzI1OTU0MDM1Nw==&mid=2247486729&idx=1&sn=c585ad036449edc1b0c634ae4e337af5&chksm=ea7619e3dd0190f59f94cc3443e1a257d5c5b6b540e09ecaaa4f6442db47ab454c6cb88f35e1&scene=0#rd,2018-07-18/2018-10-01)

[25] 财新网. 美国宣布对2000亿美元中国产品加征关税[EB/OL]. <http://international.caixin.com/2018-09-18/101327201.html,2018-09-18/2018-10-01>

[26] 塑膜网. 中国挤出流延技术研讨沙龙——2016年第2期完美收官.[EB/OL]. [https://mp.weixin.qq.com/s?\\_\\_biz=MjM5MzIxOTk2MA==&mid=2650064604&idx=4&sn=eea0670e4b02dba7379d88e73da52052&mpshare=1&scene=1&srcid=0713fIqCRInLRhWY2XWKvMjR&pass\\_ticket=hAk%2FAaXhiO9e0TaK1R8quAN4k24kAZv1ofMIpkP7GHqT8JlhUfZR4HPJ3vCefCg#rd,2016-07-13/2018-10-01](https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MjM5MzIxOTk2MA==&mid=2650064604&idx=4&sn=eea0670e4b02dba7379d88e73da52052&mpshare=1&scene=1&srcid=0713fIqCRInLRhWY2XWKvMjR&pass_ticket=hAk%2FAaXhiO9e0TaK1R8quAN4k24kAZv1ofMIpkP7GHqT8JlhUfZR4HPJ3vCefCg#rd,2016-07-13/2018-10-01)

7GHqT8JlhUfZR4HPJ3vCefCg#rd,2016-07-13/2018-10-01

[27] 塑膜网. 创新求变 远见未来 ——中国挤出流延技术研讨沙龙(2016年第3期)圆满结束[EB/OL]. [https://mp.weixin.qq.com/s?\\_\\_biz=MjM5MzIxOTk2MA==&mid=2650065115&idx=2&sn=28e861083cfe5608546dc687ffa480ab&mpshare=1&scene=1&srcid=0818bzuWM8eG8i0aQfUWk5se&pass\\_ticket=hAk%2FAaXhiO9e0TaK1R8quAN4k24kAZv1ofMIpkP7GHqT8JlhUfZR4HPJ3vCefCg#rd,2016-08-18/2018-10-01](https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MjM5MzIxOTk2MA==&mid=2650065115&idx=2&sn=28e861083cfe5608546dc687ffa480ab&mpshare=1&scene=1&srcid=0818bzuWM8eG8i0aQfUWk5se&pass_ticket=hAk%2FAaXhiO9e0TaK1R8quAN4k24kAZv1ofMIpkP7GHqT8JlhUfZR4HPJ3vCefCg#rd,2016-08-18/2018-10-01)

[28] 若祎新材料科技. 镇海炼化CPE包装薄膜专用料专题研讨会圆满收官[EB/OL]. [https://mp.weixin.qq.com/s?\\_\\_biz=MzIwNzYwMjQwNQ==&mid=2247483771&idx=1&sn=66b8a4de5b9204cc267ba72f02611bb1&chksm=970e96f1a0791fe734219050b02ad1fbfcee3cb0dded983f57ab312ac589ffc8f15be4dabf4b&mpshare=1&scene=1&srcid=1005cibDQ0bWCkcOAy145AOu&pass\\_ticket=hAk%2FAaXhiO9e0TaK1R8quAN4k24kAZv1ofMIpkP7GHqT8JlhUfZR4HPJ3vCefCg#rd,2017-05-11/2018-10-01](https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzIwNzYwMjQwNQ==&mid=2247483771&idx=1&sn=66b8a4de5b9204cc267ba72f02611bb1&chksm=970e96f1a0791fe734219050b02ad1fbfcee3cb0dded983f57ab312ac589ffc8f15be4dabf4b&mpshare=1&scene=1&srcid=1005cibDQ0bWCkcOAy145AOu&pass_ticket=hAk%2FAaXhiO9e0TaK1R8quAN4k24kAZv1ofMIpkP7GHqT8JlhUfZR4HPJ3vCefCg#rd,2017-05-11/2018-10-01)

[29] 若祎新材料科技. 第七届中国挤出流延技术研讨沙龙圆满收官[EB/OL]. [https://mp.weixin.qq.com/s?\\_\\_biz=MzIwNzYwMjQwNQ==&mid=2247483992&idx=1&sn=e9c6577b9769de4d1aad46f4d34cccbc&chksm=970e95d2a0791cc4f4e4d2707a7caede09484084dfd31dd3891e69503864d4b9aa290a2cea0f&mpshare=1&scene=1&srcid=1005URWD6pL2VEZ6Abn6xgzC&pass\\_ticket=hAk%2FAaXhiO9e0TaK1R8quAN4k24kAZv1ofMIpkP7GHqT8JlhUfZR4HPJ3vCefCg#rd,2018-07-17/2018-10-01](https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzIwNzYwMjQwNQ==&mid=2247483992&idx=1&sn=e9c6577b9769de4d1aad46f4d34cccbc&chksm=970e95d2a0791cc4f4e4d2707a7caede09484084dfd31dd3891e69503864d4b9aa290a2cea0f&mpshare=1&scene=1&srcid=1005URWD6pL2VEZ6Abn6xgzC&pass_ticket=hAk%2FAaXhiO9e0TaK1R8quAN4k24kAZv1ofMIpkP7GHqT8JlhUfZR4HPJ3vCefCg#rd,2018-07-17/2018-10-01)

[30] 工业4.0工作组. 德国4.0战略计划实施建议(上)[N]. 机械工程师, 2013年7-9月, 23-33

[31] 国务院. 国务院关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见[EB/OL]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-11/27/content\\_5242582.htm,2017-11-27/2018-10-01](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-11/27/content_5242582.htm,2017-11-27/2018-10-01)

[32] 马云. 智造国际投资新格局[EB/OL]. <http://tech.163.com/15/0908/17/B30PLUBH000915BF.html,2015-09-08/2018-10-01>

[33] 国家12部委出政策鼓励中小企业上市融资[OL]. <http://finance.sina.com.cn/china/hgjj/20071211/16054277224.shtml,2007-12-11/2018-10-01>