

# 新型防静电软塑包装复合材料研究及应用

杨虎林

姬志杰 李海军 杨海辰

(山西北方晋东化工有限公司, 阳泉 045000) (总装驻阳泉地区军代室, 阳泉 045000)

**摘要** 通过探索导电炭黑填充量对薄膜导电性能的影响,优选了油炉法炭黑。将油炉法炭黑和聚乙烯(PE)树脂混炼造粒,制得半导体粒子,采用三层共挤吹膜工艺和电晕处理技术,制得高表面能防静电PE薄膜;将该薄膜与其它基材复合成物理力学性能优异的防静电软塑包装复合材料。该复合材料被广泛应用于对静电及电磁辐射敏感的电子、化工及军工产品的包装,起到良好的防静电、抗电磁干扰等防护作用。

**关键词** 防静电 软塑包装 导电填充 复合技术

静电是一种常见却又复杂的物理现象,它无影无踪、无处不在。随着科学技术的迅猛发展,生产的高效率和自动化程度的提高,通讯和雷达等电子设备的广泛采用,使得静电和电磁环境越来越恶化,势必对静电及电磁辐射敏感的产品如集成电路、电磁控制系统、火工品、药剂等造成了威胁。由于外界电磁辐射引起集成电路及电磁控制系统失效、误动作,致使化工产品燃烧、爆炸的事故时有发生。化工产品、电子器件在生产、储存、运输及使用过程中由于摩擦、撞击、接触、分离产生静电积累并放电,造成的后果是破坏性甚至是灾难性的<sup>[1]</sup>。20世纪90年代已经市场化的单质防静电聚乙烯(PE)薄膜,因其为极性材料,且双表面电阻值低,无法进行电晕处理,因而不能与其它基材复合成层状包装材料。单质的PE薄膜因其物理力学性能低,无法对内包装产品提供可靠的防护,因而限制了它的广泛应用。软塑包装界急需开发一种既有防静电功能、又有卓越的物理力学性能的软塑包装复合材料。笔者经过数年艰苦攻关,研制成功的防静电复合材料具有优异的物理力学性能,可为在静电、电磁、化学、生物、气候等恶劣环境下的电子、化工及军工产品起良好的防护作用。

塑料材料要获得一定的导电性能,需将导电性物质如导电炭黑以一定比例与热塑性树脂混合。笔者将低密度聚乙烯(LDPE)与油炉法导电炭黑混合,并添加偶联剂、增塑剂、滑爽剂、稳定剂、抗氧剂等多种添加剂,经混炼、塑化、造粒,制得熔体流动速率(MFR)较高、塑化良好的半导体粒子<sup>[2]</sup>;再将该半导体粒子和LDPE等采用三层共挤吹塑工艺并进行电晕处理,制得高表面能防静电LDPE薄膜;最后将该薄膜经干式复合工艺,与聚酯(PET)、尼龙(PA)、铝箔(AL)、高强度纤维布、无纺布等经干式

复合,制得防静电软塑包装复合材料,其防静电、防电磁辐射及防潮性能达到并优于GJB 2605-1996《可热封柔韧性防静电阻隔材料规范》的要求。

## 1 实验部分

### 1.1 主要原料

LDPE:1F7B,北京燕山石化有限公司;

线性低密度聚乙烯(LLDPE):FU149m,韩国SK株式会社;

油炉法导电炭黑:N220,宁夏化工厂;

硅烷偶联剂:KH-550,东莞市东佳化工原料有限公司;

双组分聚氨酯粘合剂:UK2850/UK5000,北京化工研究院;

乙酸乙酯:纯度99.9%,天津有机化工一厂;

PET、镀铝PET(VMPET)、双向拉伸PA(BO-PA)、铝箔、高强度纤维布、无纺布:薄膜级,市售。

### 1.2 主要设备及仪器

加压式密炼机:X(S)M20×32型,无锡华德机械厂;

双螺杆挤出造粒机:SET-100型,江阴市创新机械设备有限公司;

塑料压片机:XKY-710型,大连华日橡塑机械有限公司;

三层共挤吹膜机组:SJ55X3型,广东顺德今明塑料机械有限公司;

塑膜电晕处理机:CFS-6000型,洛阳邦迅电子有限公司;

干式复合机:GF-B600/800/1100型,瑞安市嘉企包装机械有限公司;

电子万能试验机:XWW-10型,承德市金建检

测仪器有限公司;

多功能力学强度试验仪: TY8000 型, 江都市天源试验机械有限公司;

高阻仪: ZC46A 型, 上海精密仪器仪表有限公司。

### 1.3 试样制备

新型防静电软塑包装复合材料的工艺流程见图 1。

1。将复合材料按相关标准制备试样。

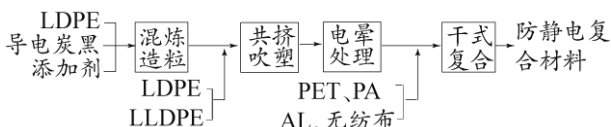


图 1 防静电软塑包装复合材料工艺流程图

### 1.4 性能测试

表面电阻率按 GJB 2605 - 1996 测试;

表面润湿张力按 GB/T 14216 - 1993 测试;

断裂伸长率、拉伸强度、拉断力、直角撕裂力按

GB/T 13022 - 1991 测试;

水蒸气渗透率按 GB/T 1037 - 1988 测试;

剥离力按 GB/T 8808 - 1988 测试;

热合强度按 GB/T 2356 - 1988 测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 导电粒子的制备工艺

#### (1) 导电炭黑填充量对性能的影响

经比较,选用电阻值低、导电性能好、比表面积大、活性高、工艺性能好、经济易得的油炉法炭黑较好。若导电炭黑填充量太少,则形不成导电通道,无防静电效果;而填充量太大,则薄膜的力学性能降低,制袋时的热合封口强度也降低。经实验表明,油炉炭黑的质量分数以 10% ~ 25% 为宜<sup>[3]</sup>。

#### (2) 混炼温度及时间对性能的影响

将导电炭黑加入 LDPE 中,按一定的次序加入添加剂,经充分搅拌均匀,通过 KH - 550 偶联剂增强树脂与填充剂界面的结合力,采用密闭高效混炼设备和双螺杆挤出机造粒,要求其压缩段温度为 120 ~ 140℃,混炼温度、时间需根据不同的设备(功率)适当调节,若混炼温度高、时间长,易破坏炭黑的体相结构,甚至发生炭化现象,不仅塑性和力学性能下降,而且起不到防静电作用。

### 2.2 高表面能防静电 PE 薄膜的共挤工艺

#### (1) 导电粒子添加量对电性能的影响

制备高表面能防静电 PE 薄膜时,首先要摸索加入导电粒子的临界量,若添加量高于临界量,则

在电晕处理时极易产生薄膜被电火花击穿现象,且增加产品成本;若添加量远低于临界量,则薄膜的表面电阻率高于  $10^{12} \Omega$ ,近似绝缘,不具备防静电功能。因此临界量要根据制备导电粒子时导电炭黑的加入量和 A 层挤出机的挤出速度确定。将适量的导电粒子与 LDPE、LLDPE 混合均匀,加入三层(A、B、C)共挤吹膜机的 A 层(热封层)料斗,而共挤吹膜机的 B、C 层中只加入 LDPE/LLDPE 共混树脂。

#### (2) A 层(热封层)挤出量对电性能的影响

A 层挤出量应适宜。若 A 层挤出量太大,则内层薄膜的厚度增加,整体薄膜的导电性能增强,在进行电晕处理时极易产生薄膜被电火花击穿现象,增加产品成本,且封口强度变差;若 A 层挤出量太小,则内层薄膜的厚度变薄。根据导电炭黑的导电机理,导电网络的形成是三维的,导电性能与薄膜的厚度有关系,内层薄膜的厚度太薄,无法形成导电网络,无防静电效果。

#### (3) 电晕处理对物理力学性能的影响

要对复合薄膜的 C 层进行电晕处理。电晕处理效果与输入高压、薄膜厚度、电极间的距离有关。因 A 层的表面电阻率低,薄膜的体积电阻率低,介电常数低,介电强度低,则电晕处理时易出现电火花击穿现象,因而应适当调小电极间的距离及电晕处理电压。但若电晕处理电压太低,薄膜的表面润湿张力低,无法与其它基材可靠复合,或者复合后材料的剥离强度和热合封口强度达不到要求,从而降低材料的物理力学性能。

### 2.3 复合工艺对材料物理力学性能的影响

#### (1) 第一基材薄膜

选用 PET、VMPET、PA 膜、铝箔、高强度纤维布、无纺布等材料经干式复合制得多层复合材料。要求基材复合面的表面张力大于等于  $38 \times 10^{-4} \text{ N/cm}$ 。如果复合面的表面张力低,无法和其它材料可靠复合。此外,如果基材选择不当,复合材料就不能满足包装材料的高力学强度和高阻隔性等要求。

#### (2) 第二基材薄膜

选用经三层共挤吹塑工艺制得的高表面能防静电 PE 薄膜,其 C 层(经电晕处理)为复合层,并与第一基材的复合面(涂布粘合剂)贴合。所制高表面能防静电 PE 薄膜总厚度应大于  $70 \mu\text{m}$ ,以保证复合制袋时有足够的热合封口强度。

#### (3) 粘合剂涂布湿量

在第一基材的复合面涂布粘合剂。粘合剂涂布

湿量一般在 10 g/m<sup>2</sup> 左右。如涂布湿量太少,粘合剂在基材上不能连续分布,致使基材局部缺胶,成为牢度薄弱区;而涂布湿量太多,胶层成膜厚,溶剂难以挥发而残留,且复合后薄膜发皱变硬,也会降低复合牢度,复合材料的力学性能就会降低。

(4) 烘道温度

如果烘道温度低,粘合剂中的溶剂没有挥发完全,残留溶剂会产生小气泡,使复合好的基材分层,剥离强度下降;而烘道温度过高,会使复合膜材料受热变形。因此三段烘道温度分别为:一段 50 ~ 65℃,二段 65 ~75℃,三段 75 ~85℃。

(5) 熟化温度与时间

因聚氨酯系列粘合剂属双组分反应性粘合剂,复合后还需要熟化才能达到剥离强度要求。熟化是将收卷的复合膜放置于恒温室内一定时间,让双组分聚氨酯与固化剂产生化学反应,以形成网状交联结构,从而保持更好的复合牢度。熟化温度为 50 ~ 60℃,熟化时间需 48 h。

3 防静电软塑包装复合材料性能指标和应用

表 1 列出高表面能防静电 PE 薄膜的性能测试结果和标准要求。

表 1 高表面能防静电 PE 薄膜性能及其与标准指标对比

| 项 目                                                  | 实测结果            | 标准要求              |
|------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|
| 断裂伸长率 / %<br>纵向<br>横向                                | 286<br>328      | ≥ 230             |
| 拉伸强度 / MPa<br>纵向<br>横向                               | 25<br>32        | ≥ 11              |
| A 面表面电阻率 / Ω                                         | 10 <sup>7</sup> | ≤ 10 <sup>9</sup> |
| C 面表面润湿张力 /<br>10 <sup>-4</sup> N · cm <sup>-1</sup> | 40              | ≥ 38              |

从表 1 可以看出,该薄膜的性能满足 GB/T 4456 - 1996《包装用聚乙烯薄膜》的要求。其 A 面的表面电阻率低,具有防静电功能;C 面表面能较高,可与其它基材复合成层状包装材料。

表 2 列出所制防静电软塑包装复合材料的综合性能测试结果和标准要求。由表 2 可以看出,新开发的复合材料的防静电、防电磁辐射及防潮性能均达到并优于 GJB 2605 - 1996《可热封柔韧性防静电阻隔材料规范》的要求;综合物理力学性能优异,可对内装产品提供良好的防护作用,完全能满足精密机械、电子、化工及军工产品对包装材料的高力学强

表 2 防静电软塑包装复合材料性能及其与标准指标对比

| 项 目                                                    | 实测结果            | 标准要求              |
|--------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|
| 内层表面电阻率 / Ω                                            | 10 <sup>7</sup> | ≤ 10 <sup>9</sup> |
| 电磁干扰衰减 / dB                                            | 28              | ≥ 25              |
| 静电屏蔽 / V                                               | 12              | ≤ 30              |
| 静电衰减 / s                                               | 0.04            | < 2.00            |
| 水蒸气渗透率 /<br>g · m <sup>-2</sup> · (24 h) <sup>-1</sup> | 0.02            | ≤ 0.31            |
| 拉断力 / N<br>纵向<br>横向                                    | 123<br>125      | ≥ 78              |
| 直角撕裂力 / N<br>纵向<br>横向                                  | 30<br>32        | ≥ 22              |
| 断裂伸长率 / %<br>纵向<br>横向                                  | 112<br>113      | ≥ 80              |
| 剥离力 / N<br>纵向<br>横向                                    | 无法剥离            | ≥ 45              |
| 热合强度 / N                                               | 78              | ≥ 60              |

度、高阻隔性和防静电等特殊要求。目前该产品质量稳定可靠,已经实现批量生产和商品化,年产数千万 m<sup>2</sup>,可广泛应用于精密机械、电子、通讯、化工及军工行业的包装。

4 结论

(1) 该防静电软塑包装复合材料研制的核心技术,一是在三层(ABC)共挤吹膜工艺中摸索加入半导电粒子的临界量,其临界量根据混炼时导电炭黑的加入量和 A 层挤出机的挤出速度确定;二是探索电晕处理电压、放电电极间距离与半导电粒子加入量的匹配关系,只有三者匹配良好,才能制得性能可靠的复合薄膜。

(2) 该防静电软塑包装复合材料集防静电、防电磁辐射、高阻隔性、高力学强度于一体,质地柔软,不仅可以热合封口,而且也可机械封口,适用范围广。

(3) 该防静电软塑包装复合材料年产数千万 m<sup>2</sup>,已被广泛应用于精密机械、电子器件、火化工品及军工产品的包装。

参 考 文 献

[1] 益小苏. 复合导电高分子材料的功能原理[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004: 123 - 124.

[2] 何益艳,杜仕国. 复合型导电塑料中导电填料的开发现状与发展[J]. 塑料科技, 2004(3): 35 - 37.

[3] 罗延龄. 乙炔炭黑在智能 PTC 自限温伴热带中的应用[J]. 炭素技术, 1999(6): 23 - 25.

RESEARCH AND APPLICATION OF NEW ANTI-STATIC FLEXIBLE  
PLASTIC PACKAGING COMPOSITE

Yang Hulin

Ji Zhijie, Li Haijun, Yang Haichen

( Shanxi North Jindong Chemical Co., Ltd., Yangquan 045000, China) ( Military Representative Office in Yangquan, Yangquan 045000, China)

**ABSTRACT** Through studying the effect of conductive carbon black content on conductivity, the oil furnace carbon black is selected as the filler. By smelting carbon black and polyethylene resin together, the semi-conductive particles is gotten. Through three-tier coextrusion blown film process and corona treatment technologies, the polyethylene film of high-antistatic surface is obtained. With the compounding with other substrate film, excellent anti-static plastic composites of reliable mechanical and physical properties could be manufactured. The products are widely used in the electrostatic and electromagnetic radiation sensitive electronics, chemicals and military products packaging, acting a good static, electromagnetic and mechanical protection role.

**KEYWORDS** anti-static, flexible plastic packaging, conductive filler, composite technology

### 三井化学等将在北美、泰国增加车用 PP 的产能

三井化学及其旗下的普瑞曼聚合物为了满足汽车对聚丙烯(PP)不断扩大的需求,将于 2009 年底之前在北美、泰国、中国共增加 7.3 万 t/a 的产能。加上目前正在建设的印度新公司的产能(1.5 万 t/a),2010 年将增至 8.8 万 t/a。

三井化学将车用 PP 定位于核心业务,普瑞曼聚合物负责开展具体工作。在日资汽车厂商的海外汽车产量实现稳步增长的情况下,为了满足原料需求,普瑞曼聚合物正在全球各地(日本、北美、欧洲、泰国、中国、印度)进行生产。此次,将通过增加北美、泰国、中国的产能,使汽车用 PP 的供应能力达到全球顶级水平。

(工塑网)

### 两项有关泡沫塑料燃烧国家标准通过专家审定

国家塑料制品质量监督检验中心(福州)主持修订的《泡沫塑料燃烧性能试验方法垂直燃烧法》和《泡沫塑料燃烧性能试验方法水平燃烧法》两项国家标准,日前已通过专家现场审定。据悉,两项标准均达到了国际水平,有望于近期获得审批。

《泡沫塑料燃烧性能试验方法垂直燃烧法》和《泡沫塑料燃烧性能试验方法水平燃烧法》两项标准,主要用于建筑装饰装修材料、保温材料、家具等用泡沫塑料燃烧性能的测试。通过比较泡沫塑料燃烧的相对趋势、燃烧时间和质量损失,评价泡沫塑料材料在受控的实验室条件下的相对燃烧特性。通过测试,全面评定泡沫塑料材料的阻燃性能,深入了解材料的安全性,不仅有助于加强对材料质量的控制,而且能够有效预防火灾隐患,保护人民群众的生命安全。因此,该两项标准的出台具有十分重要的意义。

(中华塑网)

### 塑料加工协会六指标把关食品包装袋

近日,从中国塑料加工工业协会复合膜专业委员会获悉,推荐性国家标准《包装用复合膜、袋通则》日前已批准发布,将于今年 9 月 1 日起实施。新标准要求,食品包装复合袋必须在拉断力、卫生性能等 6 项指标上进行检测。全国塑料制品标准化技术委员会秘书长陈家琪介绍说,新标准从外观质量要求、规格、物理力学性能指标、卫生性能等 18 个方面对食品和非食品包装用复合膜、袋产品作出了规范。此外,标准的检验规则要求,食品包装复合膜、袋必须检测外观质量、规格、拉断力、热合强度、剥离力、卫生性能这 6 项指标。据悉,这是我国首部规范包装用复合膜、袋的通则类国家标准。陈家琪表示,这项标准在一些方面已超越了代表国际先进标准的日本和欧盟标准。目前,很多企业已准备根据

这项标准制定各自的产品标准。

(中华塑网)

### 巴斯夫聚酰胺成功用于塑料微型天线

近日,巴斯夫向韩国领先的天线制造商 EMW 天线公司提供的新型可激光雕刻聚酰胺(PA),已用于开发全球首批 GPS 与蓝牙手机的塑料微型天线。

这种新型产品 Ultramid T 4381 LDS 是部分为半结晶型、部分为芳香族的耐高温 PA6/6T,通过 10% 玻璃纤维与 25% 矿物填料进行强化,在提供更宽的加工范围的同时又不损害其力学性能。与用于手机微型天线常规材料陶瓷相比,Ultramid T 4381 LDS 的频率范围更宽,电压驻波比(VSWR)比陶瓷微型天线更低,从而提高了天线性能。此外,它还通过降低不良率、减少制造工序节约了成本。

此前,EMW 天线公司只生产手机主天线。这是其首次进军竞争高度激烈的微型天线领域,公司现已开始向各大手机公司提供该塑料微型天线。

(中华化)

### 杜邦工程推出引擎罩内部件用新型 TPE 牌号

杜邦工程聚合物推出适合引擎罩内部件制造的新型热塑性弹性体(TPE)牌号。所有的新牌号能够承受高温环境,并且具有很高的耐油和润滑油性能。HytreAC801NC010 牌号是一种聚酯基的 TPE,表现出更好的耐热性能,并且适合高达 150℃ 的应用领域。杜邦还开发出两种新型热塑性硫化橡胶(TPV)材料,即 ETPV95A02HSBK001 和 ETPV95A02NC010。预期应用领域包括软管和管道、吹塑成型的通风管道、注射成型的密封和管塞产品。

(中华化)

### 陶氏化学推出新型(苯乙烯/丁二烯)基共聚物

陶氏化学推出了新的(苯乙烯/丁二烯)基共聚物,在消费电子产品和家用电器零部件领域可作为(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物(ABS)的替代产品,不仅具有更好的成本优势,同时具有很高的冲击强度和良好光亮度等综合性能。

(苯乙烯/丁二烯)基共聚物把容易加工的特性与性能优良结合起来,弥补了常规高抗冲聚苯乙烯(HIPS)树脂和 ABS 之间的差距,其产品的光泽度与 ABS 相似,并提供比一般 HIPS 更高的冲击强度。这种新产品在加工过程中消耗的能源较少,因此生产成本较低。即将上市的首个共聚物系列是 X-1 和 X-2(苯乙烯/丁二烯)基共聚物,它实现了卓越光泽和非凡韧性之间的平衡。X-1(苯乙烯/丁二烯)基共聚物是专为对于光泽度和美学有严格要求的应用而设计的,而 X-2(苯乙烯/丁二烯)基共聚物则是为要求有高韧性或跌落冲击性能的应用量身打造的。

(石化信息)