

炭黑填充聚烯烃防静电塑料薄膜性能影响因素及工艺过程控制

赵春燕, 蔡建

(中国兵器工业第五九研究所, 重庆 400039)

摘要: 简述了炭黑填充聚烯烃防静电机理, 对影响炭黑填充聚烯烃防静电塑料薄膜性能的几个主要因素进行了讨论, 探讨并提出了防静电塑料薄膜的制造工艺过程控制的要点。

关键词: 炭黑; 聚烯烃; 防静电; 影响因素; 工艺过程控制

中图分类号: **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)15-0129-03

Influencing Factors and Process Control of Anti-static Polyolefin/Carbon Black Composites Film

ZHAO Chun-yan, CAI Jian

(No. 59 Institute of China Ordnance Industry, Chongqing 400039, China)

Abstract: The anti-static mechanism of polyolefin/carbon black composites was briefly introduced. The main factors influencing performance of polyolefin/carbon black composites film was analyzed. The main points of process control of anti-static polyolefin/carbon black composites film production were put forward and discussed.

Key words: carbon black; polyolefin; anti-static; influencing factor; process control

炭黑填充聚烯烃防静电塑料薄膜以炭黑为导电填料、聚烯烃为基体树脂, 辅以相关助剂改性通过混炼、挤出吹塑而成, 具有永久性防静电功能, 可广泛应用于各种弹药、火工品、电子仪器等产品的包装。笔者通过分析多年来从事防静电塑料改性研究及工程化应用方面取得的成功经验, 对炭黑填充型聚烯烃防静电塑料薄膜的性能影响因素和工艺过程控制要点进行探讨。

1 炭黑填充聚烯烃防静电机理^[1]

炭黑填充聚烯烃防静电塑料防静电机理主要包括两个方面: 一方面是导电炭黑粒子在基体树脂中分散后相互之间连接成链, 电子通过炭黑粒子链发生移动而实现导电; 另一方面是炭黑粒子在基体树脂中并不相互接触, 而是存在一定的间隙, 电子在导电炭黑粒子间隙中跃迁而产生导电现象。复合体系的导电

性能并不随炭黑含量成比例地增加, 而是有一个临界值, 当炭黑含量达到这一临界值时, 体系的导电率会突然增大十个数量级以上, 超过此特征值, 再加入炭黑效果并不显著。

2 影响炭黑填充聚烯烃防静电塑料薄膜性能的主要因素^[2-5]

2.1 基体树脂

基体树脂除了直接影响到防静电塑料薄膜的综合机械力学性能外, 还对导电填料在树脂中的分散性、吹塑成膜性、表面电阻率及薄膜热焊封强度等具有较大的影响。通常用于制造防静电塑料薄膜的聚烯烃基体树脂主要是聚乙烯、聚丙烯及其共聚物, 其中用得最多的是聚乙烯和聚丙烯, 因两者均具有良好的热封性能, 可方便制造成各种焊封包装袋。在多年实际应用过程中, 选用 LDPE, LLPDE, HDPE 及 PP 等几种聚烯烃树脂, 按不同配比分别制备了多种配方

收稿日期: 2012-05-08

作者简介: 赵春燕(1959—), 女, 中国兵器工业第五九研究所工程师, 主要从事防护包装技术应用研究。

的防静电材料,发现将 LDPE, LLPDE 作为主体树脂,添加 10%~15% 的 HDPE 制得的防静电塑料薄膜综合性能最佳。

2.2 炭黑类型、填充量及预处理

防静电薄膜的表面电阻率、体积电阻率跟所添加的炭黑类型、粒子尺寸分布、孔隙率、填充量以及表面预处理有很大关系,一般高表面积、高孔隙率、低挥发性高结构炭黑具有良好的导电性能。常用炭黑主要有工业炉黑、槽黑、热裂黑、高温石墨化炭黑、乙炔黑等几种,其中用得最多的是工业炭黑,特别是乙炔黑和高温石墨化炭黑,因其结构稳定,不易氧化,容易在分子中形成伸展的链式或网状组织,可以得到优良的防静电性能。

炭黑含量的多少不仅影响到薄膜材料的防静电性能,还对材料的综合机械力学性能具有较大影响。炭黑填充量太少,则形不成导电通道,无防静电效果,填充量太大,薄膜的机械力学性能降低,制袋后的热合强度也大大降低。炭黑含量对材料电阻率的影响具有“渗滤”现象,电阻率的下降与炭黑含量并不成正比,而是有个狭窄的突变区域,在此区域内炭黑含量的细微变化均会导致电阻率的显著变化,其临界值通常称为“渗滤阈值”。炭黑含量对聚烯烃薄膜表面电阻率(ρ)的影响见图 1,从图 1 可以看出,当炭黑含量达到 12%~15% 时,材料的表面电阻率不再有明显的变化。

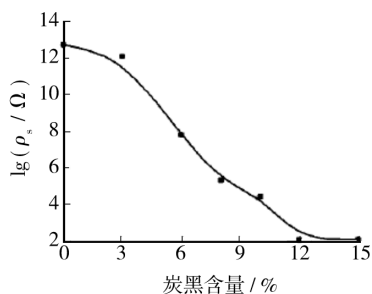


图 1 炭黑含量对聚烯烃表面电阻率(ρ)的影响

Fig. 1 Influence of CB content on polyolefin/carbon black composites resistivity

对炭黑粒子进行表面预处理可以有效改善其在基体树脂中的分散性和相容性,从而改善材料体系的导电性能和综合力学性能。通常可用于炭黑表面处理的主要有钛酸酯偶联剂、硬脂酸、丙烯酸和十八醇等,其中以钛酸酯偶联剂和硬脂酸为最佳,可以有效改善材料的导电性能,尤其是在炭黑含量较低时可使

电阻率下降 1~2 个数量级。不同预处理剂对体系表面电阻率(ρ)的影响见图 2。

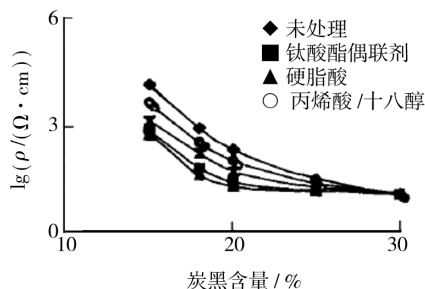


图 2 不同预处理剂对体系表面电阻率(ρ)的影响

Fig. 2 Influence of pretreatment agents on surface resistivity of the system

2.3 混炼温度及时间

要使炭黑在聚烯烃基体树脂中良好分散,必须经过混炼处理,通常有 2 种方式可选择:一种是利用双辊炼塑机;另一种是利用密炼机。无论是选用哪种混炼设备,混炼温度和时间对复合体系的性能具有十分重要的影响,混炼温度、时间需要根据不同的设备(功率)进行适当调节,温度过高、时间过长,将使树脂发生分解,且易破坏炭黑的体相结构,不仅降低复合体系的塑性和机械力学性能,而且起不到防静电效果。温度太低、时间太短,炭黑不能在基体树脂中有效分散,复合体系的力学性能和导电性能也会降低。

3 工艺过程控制^[6-7]

3.1 防静电塑料薄膜制造工艺过程

炭黑填充聚烯烃防静电塑料薄膜的制造工艺过程见图 3。

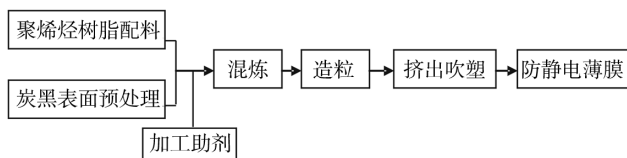


图 3 炭黑填充聚烯烃防静电塑料薄膜制造工艺过程

Fig. 3 The production processes of anti-static polyolefin/carbon black composites film

3.2 工艺过程控制要点

3.2.1 基体树脂配料

通常选用熔融指数较大的 LDPE, LLPDE 作为

主体树脂制造防静电塑料薄膜,以提高其吹塑成膜性,另外可根据具体产品要求添加一定量的 HDPE 提高薄膜的综合机械力学性能。配料过程中严格按照规定的材料配比对各成分进行准确称量,并利用高速混合机在常温条件下混合均匀,混合时间一般不小于 30 min,一次混合量最好不要超过高混机容量的 80%。

3.2.2 炭黑表面预处理

进行表面预处理前,仔细检查炭黑是否受潮、是否发生结块现象,清理工作环境,避免在炭黑中混入沙石、金属等其它颗粒状的杂质,以免在后续吹塑成型过程导致膜泡破裂。一般选用钛酸酯偶联剂和硬脂酸作复配处理剂对炭黑进行表面改性处理,将炭黑加入高速混合机中预混(15~20)min,温度一般控制在 50~60℃,然后加入配制好的处理剂,将高速混合机的温度升至 110~120℃,在继续混合(45~50)min,确保混合均匀和处理剂在炭黑表面产生充分的改性作用。

3.2.3 混炼

混炼的首选设备是高效密闭炼塑机,混炼过程中要按照一定顺序加入相应的增塑剂、润滑剂等加工助剂,将预处理好的炭黑要分多次加入,确保炭黑在树脂体系中分散均匀。严格控制好混炼温度和时间,一般控制混炼温度在 165~170℃,时间控制在(25~35)min。

3.2.4 造粒

混炼完成后的材料必须经过造粒才能进入后续的吹膜工序,采用高速粉碎切割机将混炼好的下片材料粉碎成较粗的颗粒,然后利用双螺杆挤出机进行造粒得到聚烯烃防静电塑料颗粒。粉碎过程中要控制筛网的目数,不能将材料粉碎得太细,也不能太粗,以免影响挤出造粒时产生进料“架桥”现象。双螺杆挤出机的温度控制在 160~170℃之间,且必须保证机头温度均匀,挤出温度过高,树脂容易发生分解。

3.2.5 挤出吹塑

挤出机温度、吹胀比和牵引比是挤出吹塑工艺过程必须控制好的几个主要参数。一般将挤出温度控制在 165~175℃之间,温度过高,挤出的薄膜发脆,纵向拉伸强度显著下降,温度过低,树脂塑化不良,薄膜的拉伸强度较低、表面光泽性差,甚至出现花纹以及未熔化的晶核(鱼眼)。吹胀比为薄膜的横向膨胀倍数,即对薄膜进行横向拉伸,拉伸会对塑料分子产

生一定程度的取向作用,吹胀比增大,从而使薄膜的横向强度提高。但是,吹胀比也不能太大,否则容易造成膜泡不稳定,且薄膜容易出现皱折,一般将薄膜的吹胀比控制在 2.5~3.0。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,纵向强度会随之提高,且薄膜的厚度变薄,但如果牵引比过大,薄膜的厚度难以控制,甚至有可能将薄膜拉断,造成断膜现象,牵引比一般控制在 4~6。

4 结语

影响炭黑填充型聚烯烃塑料性能和质量的因素较多,在该类防静电薄膜材料的制备过程中,除了要重点考虑基体树脂配比、炭黑类型与填充量、表面预处理方法、混炼温度和时间外,对制造工艺过程进行严格控制是确保产品质量的关键。在原材料采购、配料、混炼、造粒和挤出吹塑等各个环节均严格按工艺技术文件规定执行,同时做好生产作业环境控制,培训操作人员熟悉工艺影响因素,掌握工艺过程控制要点和注意事项,对于提高材料性能和质量具有极其重要的作用。

参考文献:

- [1] 庄建军,蔡建,郝明. 炭黑填充高密度聚乙烯开关材料[J]. 包装工程,1997,18(4):12-16.
ZHUANG Jian-jun, CAI Jian, HAO Ming. Switch Material of Carbon Black Filled by High Density Polyethylene[J]. Packaging Engineering, 1997, 18(4): 12-16.
- [2] 席保锋,陈凯,等. 基料对聚乙烯/复合材料 PTC 特性的影响. 功能材料,1998,29(1):432-434.
REN Wen, LIANG Hai-feng, CAI Chang-long. Election Emission Characteristics of C-TiThin Films[J]. Surface Technology, 2012, 41(3): 22-25.
- [3] 齐兴国,丁乃秀,等. 炭黑填充聚乙烯导电复合材料的性能研究[J]. 工程塑料应用,2006(7):21-24.
QI Xing-guo, DING Nai-xiu, HE Mei-ling. Study on Conductive Composites of PE/Carbon Black[J]. Engineering Plastics Application, 2006(7): 21-24.
- [4] 王勇,黄锐. 炭黑预处理对炭黑/HDPE 导电复合材料性能的影响[J]. 中国塑料,2002(10):41-44.
WANG Yong, HUANG Rui. Effect of Carbon Black treatment on Properties of CB/HDPE Conductive Composite[J]. China Plastics, 2002(10): 41-44.

- 2007,30(4):275—277.
- [8] 杨炳渊,张声雷,宋汉文. 导弹运输环境的单轴振动台模拟试验技术[J]. 装备环境工程, 2005,4(2):1—5.
YANG Bing-yuan,ZHANG Sheng-lei,SONG Han-wen. Simulation Test Technology of Missile Transportation Environment with Single Axis Vibrating Platform[J]. Equipment Environmental Engineering,2005,4(2):1—5.
- [9] 赵华,王敏杰,杨为,等. 箱式发射导弹适配器[J]. 战术导弹技术,2007(4):42—50.
ZHAO Hua,WANG Min-jie,YANG Wei,et al. Adapters for Canister-launched Missile[J]. Tactical Missile Technology,2007(4):42—50.
- [10] 孟德,王田苗,王家顺,等. 适配器支撑飞行器/发射箱组合几何特性研究[J]. 北京航空航天大学学报,2002,28(4):428—431.
- MENG Cai,WANG Tian-miao,WANG Jia-shun,et al. Research on Geometrical Features of Assembly of Aircraft and Container[J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics,2002,28(4):428—431.
- [11] 王江. 聚氨酯泡沫垫层隔振系统的数值模型[J]. 包装工程,2009,30(6):38—41.
WANG Jiang. Numerical Model of Vibration Isolation System with Polyurethane Foam Cushion[J]. Package Engineering,2009,30(6):38—41.
- [12] 林楠. 纤维复合材料在先进防空导弹贮运发射箱上的应用[J]. 航天发射技术,2000(2):41—45.
LIN Nan. Fiber Composite Materials in Advanced Air Defense Missile Launcher on the Application[J]. Space Launch Technology,2000(2):41—45.

(上接第 128 页)

- GUO Rui,WANG Qun-tao,XU Su-lan,et al. Status Quo and Development of Polyethylene Stretch Wrap Films in China[J]. China Synthetic Resin and Plastics,2010,27(5):64—67. (In Chinese)
- [5] 柳峰,徐冬梅. 塑料热收缩膜的发展[J]. 包装工程,2008,29(5):213—215.
LIU Feng,XU Dong-mei. On Development of Plastic Thermal Shrinkage Film [J]. Packaging Engineering,2008,29(5):213—215. (In Chinese)
- [6] 黄柏青. 木茶几桌面的 PE 膜包装工艺与设备[J]. 木工机床,1999(1):27—28.
HUANG Bai-qing. The processes and equipment for packaging the PE film of wooden tea table desktop[J]. Woodworking Machinery,1999(1):27—28. (In Chinese)
- [7] CONNOLLY S M,MARCONDES J A,WEIGEL T G,et al. A Comparison of the Performance Tests Used for Furniture Packaging[J]. Journal of Testing and Evaluation,2003,31(3):253—260.
- [8] 袁喜生,于伸. 家具包装性能试验简易方法[J]. 包装工程,2011,32(11):116—120.
YUAN Xi-sheng,YU Shen. Simple Method of Furniture Packaging Performance Test[J]. Packaging Engineering,2011,32(11):116—120. (In Chinese)

(上接第 131 页)

- [5] 罗延龄. 炭黑粒子偶联处理的 HDPE 复合材料 PTC 性能研究. 炭素,2001(3):16—22.
LUO Yan-ling. Ptc Performances of Hdpe Composites Filled with Cb Particles Treated with Coupling Agents [J]. Carbon,2001(3):16—22.
- [6] 吴培熙,王祖玉. 塑料制品生产工艺手册[K]. 北京:化学工业出版社,1993.
CHANG Xin-long,WANG Jian-long,ZHANG Lei. Ignition Probability Calculation of Bridge Wire Electric Explosive Device under the Action of Human Body[J]. Equipment Environmental Engineering,2012,9(2):72—78
- [7] 杨虎林,刘珍兰. 防静电高分子复合材料的制作工艺[J]. 火工品,2003(3):19.
SUN Rong-ping,CHENG Ben-mao,GUO Long. Study on EMC Simulation of Airborne Avionics under Complex Electromagnetic Environment[J]. Equipment Environmental Engineering,2012,9(2):57—60.