

抗静电聚丙烯电机塑料风叶的研制

刘苏芹 徐洪波 吕召胜 何 杰 赵红玉 王旭华 吴 昊

(中国兵器工业集团第五三研究所, 济南 250031)

摘要 研究了导电炭黑添加量、炭黑形状、试样成型方法对电机塑料风叶用聚丙烯(PP)材料抗静电性能的影响, 采用接枝、增强、增韧技术制得具有优良力学性能和抗静电性能的 PP 材料。结果表明, 炭黑的质量分数为 5% 时, 材料表面电阻率为 $10^8 \Omega$ 数量级, 力学性能优良, 达到电机用塑料风叶材料的指标要求, 并可应用于其它对抗静电性能要求较高的场合, 用于制造某些结构件。

关键词 炭黑 聚丙烯 抗静电性能 表面电阻 电机风扇

聚丙烯(PP)是一种综合性能优良的通用塑料, 它质轻、价廉、防腐性能优异且易造型, 广泛应用于电器、航空、石油化工等领域^[1]。在矿井设备中由于悬浮的煤粉或其它粉尘与塑料制品的表面相互摩擦碰撞^[2], 正负电荷在它们之间重新分布, 分别聚集在制品的表面和粉尘上。当静电积累到一定程度, 就会引发井下瓦斯产生爆炸。因此, PP 要应用于井下设备必须实现其抗静电性。

提高 PP 抗静电性能的主要途径是在 PP 中添加抗静电剂、导电填料等^[3]。在制品无特殊颜色要求的情况下, 导电炭黑是有效的抗静电添加剂, 并兼具良好的防老化性能^[4]。为了达到材料抗静电性能及韧性、强度的要求, 笔者研究了导电炭黑对增强 PP 抗静电性能的影响, 同时添加增韧剂、增容剂达到材料对韧性的要求, 最终制得高性能抗静电 PP 材料, 满足了矿用电机塑料风叶的使用要求。

1 矿用电机塑料风叶的性能指标

矿用电机塑料风叶主要用于井下作业, 要求材料具有较高的抗静电性能、优异的力学性能, 具体指标为: 表面电阻率小于等于 $1 \times 10^9 \Omega$, 冲击强度大于等于 40 kJ/m^2 , 弯曲强度大于等于 50 MPa , 拉伸强度大于等于 40 MPa 。

2 实验部分

2.1 原材料

PP: k1008, 北京燕山石化公司;

导电炭黑: HG-1B 型(粉状)、HG-2B 型(柱状), 临淄华光化工厂;

无碱玻璃纤维: 南京玻璃纤维研究院;

增韧剂(POE): 8150, 美国杜邦公司;

聚乙烯蜡: 德国巴斯夫公司;

接枝增容剂: 自制;

其它助剂: 市售。

2.2 设备及仪器

双螺杆挤出机: ZSE27 型, 德国 Leistritz 公司;

高温注塑机: BA950/500 型, 奥地利 Battenfeld 公司;

万能试验机: Sintech2/DI 型, 美国 MTS 公司;

冲击试验机: X CJ-22 型、X CJ-40 型, 承德试验机总厂;

平板硫化压机: 上海伟力机械厂;

电阻率测试系统: Keithley 65 型, 美国 Keithley 公司。

2.3 试样制备

试样制备工艺流程如图 1 所示。

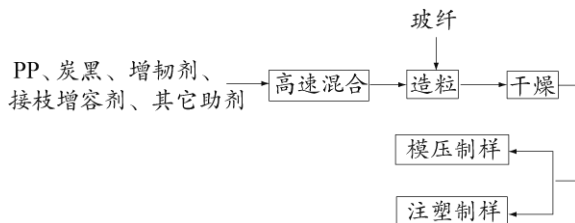


图 1 试样制备工艺流程图

2.4 性能测试

拉伸强度按 GB/T 1040-1992 测试;

弯曲强度按 GB/T 9341-2000 测试;

表面电阻率按 GB/T 1410-1989 测试;

冲击强度按 GB/T 1043-1993 测试。

3 结果与讨论

3.1 电机塑料风叶配方研究

(1) 炭黑含量、成型方法对表面电阻率的影响

炭黑作为抗静电剂与 PP 共混, 以粒子形式分散在 PP 中, 随炭黑添加量增加, 粒子间距变小, 当粒子接近或接触时, 形成大量的导电网络通道, 导电性能大大提高^[5]。实验结果表明, 利用模压成型制

样,在较低的炭黑含量情况下即可使材料的表面电阻率达到 $10^4\ \Omega$ 数量级以下;而利用注塑成型的试样,在相同的炭黑含量情况下,材料的表面电阻率远远满足不了材料抗静电要求。炭黑含量、制样方法对材料表面电阻率的影响见表1。

制样方法	炭黑质量分数/%				
	0	3.5	4.0	5.0	7.0
模压成型	$10^{15}\sim10^{16}$	$10^4\sim10^5$	$\sim10^4$	$\sim10^4$	$\sim10^4$
注塑成型	$10^{15}\sim10^{16}$	$10^{15}\sim10^{16}$	$10^{13}\sim10^{14}$	$10^7\sim10^8$	$10^5\sim10^6$

由表1可知,利用模压成型制样、炭黑质量分数为3.5%时即可使材料的表面电阻率达到 $10^4\ \Omega$ 数量级;而利用注塑成型制样、炭黑质量分数为5%左右时,材料的表面电阻率才出现了突变区域,在该区域内,随着炭黑含量的增加,材料的表面电阻率急剧降低。继续增加炭黑含量,材料的表面电阻率变化平缓,这就是所谓的“渗滤”现象。

由于采用不同的制样方法,使炭黑在材料体系中的形态分布不同。在添加量较少时,利用注塑成型制样,炭黑在螺杆中重新混合分散,虽然在整个基体材料中炭黑的分布更加均匀,但却破坏了炭黑的导电通道,达不到炭黑导电粒子之间的直接接触或粒子之间的电子跃迁(即隧道效应)来产生传导^[6];而利用模压成型,由于未经过注塑机螺杆的二次混合,炭黑粒子在基体树脂中分布不均,反而形成良好的导电通道,较少量的炭黑就能达到材料的抗静电指标要求。因此,在考察制品的抗静电效果时,抗静电材料的制样方法应尽量与制品的成型方法接近。

(2) 炭黑粒子形状对材料抗静电效果的影响

采用同样的材料挤出成型工艺及制样方法,比较炭黑粒子形状对材料表面电阻率的影响,见表2。

炭黑粒子形状	炭黑质量分数/%		
	3.5	4	5
柱状炭黑	$10^{15}\sim10^{16}$	$10^{13}\sim10^{14}$	$10^7\sim10^8$
粉状炭黑	$10^{13}\sim10^{14}$	$10^7\sim10^8$	$10^4\sim10^5$

由表2可见,粉状炭黑在质量分数为4%左右的情况下,材料的表面电阻率发生突变,柱状炭黑在质量分数为5%左右的情况下才发生突变。这主要是由于在同样的工艺条件情况下,粉状炭黑在基体树脂中的分散性要优于柱状炭黑,更易形成导电通道。

同时考察了两种炭黑的添加工艺性。由于粉状炭黑粒径很小,很难由料斗处均匀地加入到挤出机

中,在大量生产时,料筒中会积存大量炭黑从而影响共混材料的均匀性,造成正常生产较困难;而柱状炭黑,由于其粒径同PP颗粒相差不大,容易加入挤出机中。

(3) PP/炭黑抗静电复合材料的增韧改性

为了达到电机风叶的强度指标要求,需在材料中加入一定量的玻纤,本实验中选择玻纤质量分数为30%。在进行材料力学性能研究时,先进行纯增强材料的性能考核试验(1[#])。在此基础上添加炭黑,考核炭黑对材料力学性能的影响(2[#])。结果表明,少量炭黑的加入对材料的力学性能并无明显影响,冲击强度略有提高,这可能是由于炭黑粒径较小,在基体材料中分散较好,增加了基体材料的韧性,但达不到材料的抗静电要求;再增加炭黑含量,材料的力学性能下降,同时由于粉状炭黑的添加工艺性较差,考虑到以后材料的批量生产,选择柱状炭黑进行材料的力学性能实验。进行纯增强增韧材料的力学性能实验(3[#])时,发现材料的冲击强度较低,没有达到增韧的目的,调整增韧剂的含量,冲击强度仍无明显提高,究其原因,可能是由于材料间相容性不好,因此加入接枝改性增容剂(4[#]),材料的冲击强度大幅度提高。在此基础上加入炭黑(5[#]),材料的力学性能并无明显下降,继续增加材料中的炭黑含量,直至达到材料的抗静电要求,材料的力学性能并无明显变化(6[#])。

材料的配方见表3,性能测试结果见表4。

表 3 不同体系材料配方							质量份
实验号	材料						
	PP	炭黑	聚乙烯蜡	增韧剂	接枝增容剂	其它助剂	
1 [#]	99						1
2 [#]	89	5(粉状)	5				1
3 [#]	84		5	10			1
4 [#]	79		5	10	5		1
5 [#]	72	5(柱状)	5	12	5		1
6 [#]	70	7(柱状)	5	12	5		1

注:玻纤质量分数均为30%。

项目	实验号					
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]
弯曲强度/MPa	65	54	94	89	88	91
冲击强度/kJ·m ⁻²	11	20	12	45	44	42
表面电阻率/ Ω	$10^{15}\sim10^{16}$	$10^{13}\sim10^{14}$	$10^{15}\sim10^{16}$	$10^{15}\sim10^{16}$	$10^7\sim10^8$	$10^5\sim10^6$

3.2 高性能抗静电复合材料的性能及应用

笔者所制备的PP/炭黑高性能复合材料具有炭黑添加量低、力学性能好、表面电阻率低、易成型加

工等优点, 特别适于在矿井设备及电器部件上的应用。我们最终得到材料的表面电阻率为 $10^8 \Omega$ 数量级以下, 弯曲强度为 107.6 MPa, 拉伸强度为 88.4 MPa, 冲击强度为 40 kJ/m^2 , 其力学性能和抗静电性能均满足井下作业时设备中构件对材料的要求, 已成功应用于制造矿井设备中对抗静电要求等级较高的风扇翼片等抗静电结构件。另外, 可适当增加导电炭黑的含量, 选择不同的成型方式来制备导电性能更加优异的抗静电材料, 用于壁材、管材、管件等。

4 结论

- (1) 制样方法对材料表面电阻率影响较大, 应根据制品成型要求选择合理的制样方法。
- (2) 采用接枝增容剂, 提高材料界面的结合效果, 可以使材料的力学性能尤其是冲击强度大幅度

提高。

(3) 材料的表面电阻率达到 $10^8 \Omega$ 数量级以下, 力学性能优良, 已成功应用于制造风扇翼片等抗静电结构件。

参考文献

[1] 丁运生, 王僧山, 汪涛. 抗静电聚丙烯的制备研究[J]. 塑料工业, 2004, 32(5): 37-38.

[2] 李淮, 曲娟. 煤矿用阻燃抗静电塑料管材的研发与应用[J]. 矿山机械, 2006, 34(2): 70-71.

[3] 将杰, 徐战. 塑料抗静电机的研究进展[J]. 塑料工业, 2006, 34(5): 49-55.

[4] 邓如生, 魏运方, 陈步宁, 等. 聚酰胺树脂及其应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

[5] 吴人洁. 复合材料[M]. 天津: 天津大学出版社, 2000.

[6] 卢金融, 吴大军, 陈国华. 聚合物基导电复合材料几种导电理论的评述[J]. 塑料, 2004, 33(5): 43-47.

PREPARATION OF ANTISTATIC PP MOTOR BLOWER FANS

Liu Suqin, Xu Hongbo, Lü Zhaosheng, He Jie, Zhao Hongyu, Wang Xuhua, Wu Jiong
(CNGC Institute 53, Jinan 250031, China)

ABSTRACT The influence of the content and shape of carbon black, the process form of the sample on the antistatic property of polypropylene(PP) was studied. With the methods of grafting, reinforcing, toughening together, high performance PP with good anti-static property was produced. The results showed that the material with 5% content of carbon black could meet the requirement of the performance of motor blower fan material as the surface resistance reaching $1 \times 10^8 \Omega$. The material was used for making motor blower fans and structure components in some field which asking high antistatic property.

KEYWORDS carbon black, polypropylene, antistatic property, surface resistance, motor blower fan

废塑料进口给环保带来压力

时下, 废塑料已成为国内市场的俏销货。在过去 5 年, 我国废塑料进口量从 245.8 万 t 猛增到 2006 年的 586.5 万 t, 年均增速达 24.4%, 平均进口吨价也从 220.1 美元攀升到了 410.4 美元。而今年 1 月, 我国废塑料进口量值同比增速分别高达 36.7% 和 64.4%。如此进口增速是喜是忧, 应引起有关部门的高度关注。

首先必须承认, 对于我们这样一个世界塑料消费大国来说, 塑料原料的充足供给十分重要。尽管国内大型石化装置产能扩产速度极快, 五大合成树脂产量近 5 年来已经翻了一番, 2006 年产量达 2500 多万 t, 但仍无法满足高速增长的塑料加工业需求, 进口原料从而成为塑料加工业的重要支撑。但随着国际原油价格不断高涨, 新料进口价格也是节节攀升。由于具有明显的价格优势, 所以废料进口动力十分强劲。粗略估算, 我国近年来废塑料进口量已占新料进口量的 20%~30%, 在一定程度上有效缓解了国内市场原料供求紧张的矛盾。

然而, 在废塑料价值被充分利用的同时, 进口量大幅增长给国家监管和环境保护带来的压力也日益凸显。进口废塑料的风险主要是以下几个方面:

- (1) 购、运、销多方利益相连, 进口监管难度加大。供应商、中间商和进口商分工明确, 利益相连, 易形成带垄断性质的供销链条。同时, 发达国家对废塑料处理要求严格, 而且处理费用高昂, 有人就因此借我国大量进口废塑料之机, 将无法处理的塑料垃圾以次充好出口到了我国。
 - (2) 我国进口市场日趋多元化, 部分废塑料在香港堆放后转运深圳, 掩盖了真实交易方, 也加大了进口监管难度。
 - (3) 贸易型民营企业进口增速较快, 不易在国内流转环节进行监控, 使环保部门管理难度加大。
- 为控制废塑料加工带来的污染, 近期我国加大了对广东、浙江等沿海地区废塑料加工企业的监管力度。今年初, 有关部门对广东佛山南海区废塑料加工企业进行了清理整顿, 取缔了一批无证加工作坊, 有效遏制了当地废塑料回收业给环境带来的污染。而与此同时, 为降低成本、逃避监管, 经济相对发达地区的一些废塑料回收企业开始向人力资源廉价、环保要求还相对不高的中西部地区转移, 废塑料回收中污染向中西部扩散已初现端倪。
- 笔者认为, 要有效化解废塑料进口带来的风险, 除了要进一步加大进口监管力度外, 国内还应尽快建立有效的回收机制, 并建立规模化回收基地。
- (质量新闻网)