

文章编号: 1003-1480 (2003) 03-0018-03

防静电高分子复合材料的 制作工艺

杨虎林, 刘珍兰

(山西晋东包装材料有限公司, 山西 阳泉, 045000)

摘 要: 论述了 3 类防静电高分子复合材料的制作工艺, 对原材料的选用、工艺要求作出说明; 测试了 3 类防静电高分子复合材料的性能, 其结果均达到了国家军用标准要求, 可广泛用于军工产品的包装。

关键词: 防静电; 防电磁辐射; 火工品; 复合材料

中图分类号: TJ450

文献标识码: A

Manufacture Technology of Antistatic Macromolecule Compound Materials

YANG Hu-lin, LIU Zhen-lan

(China ordnance Industry Shanxi Jindong Packing Materials CO. Ltd., Yang-quan, 045000)

Abstract: This paper Presents three kinds of manufacture technologies of antistatic macromolecule compound materials, and introduces the selection of material and technical requirements. Properties of this kinds of antistatic macromolecule compound materials have been tested. Test results are all accord with the requirements of military standard. The technology can be widely used in packaging military products.

Key words: Antistatic; Anti-electromagnetic radiation; Pyrotechnics; Compound materials

随着科学技术的迅猛发展, 电子器件的高度集成, 通讯和雷达等电子设备的广泛采用, 火药、炸药、起爆药、发射药、火工品、弹药、电爆装置、电子引信等军工产品的电磁环境越来越恶化, 电磁辐射危害越来越严重。火工品在运输、贮存过程中的摩擦、撞击、接触、分离产生静电积累并放电, 造成后果不堪设想。根据 GJB2001-94《火工品包装、运输、贮存安全要求》、GJB786-89《预防电磁场对军械危害的一般要求》及 GJB2605-96《可热封韧性防静电阻隔材料规范》等国家军用标准研制的防静电高分子复合材料具有防静电、防电磁辐射、防潮、防机械损伤、防光热辐

射、防霉、防盐雾、阻燃等多种防护功能, 且耐化学腐蚀, 体质轻盈柔软, 封合方式多样, 满足火药、炸药、起爆药、发射药、火工品、弹药、电爆装置、电子引信等军工产品对包装材料的特殊要求。本文根据研制实践, 拟就导电材料复合型、涂层型、镀层型的防静电高分子复合材料的制作工艺做以下论述。

1 导电材料复合型

高分子材料要获得一定的导电功能, 需将导电性物质如导电炭黑、导电纤维、金属粉末等以

收稿日期: 2003-04-08

作者简介: 杨虎林 (1975-), 男, 工程师, 主要研究方向为火工品药剂及弹药包装。

一定比例与热塑性树脂如聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚氯乙烯(PVC)混合,并添加偶联剂、增塑剂、滑爽剂、稳定剂、抗氧剂等多种助剂,经混炼、塑化、造粒,制得复合型导电树脂。载体树脂选用防潮性能较好、耐低温、易热封,且耐化学品侵蚀的低密度聚乙烯树脂(LDPE);导电性填料选用较经济的油炉法导电炭黑,将导电炭黑按一定比例(10%~25%)加入LDPE树脂中。助剂的添加要按一定的次序,并充分搅拌均匀。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成型。该工艺要求压缩段温度在120~140℃;混炼温度、时间根据不同的设备适当调节,尽可能维持较低的加工温度,既保证炭黑分散均匀,又防止其体相结构被破坏。添加剂的选用要注意其协同性、与树脂的相容性及耐久性,且与工艺条件相适应。利用复合型导电树脂制作防静电高分子复合材料常采用以下3种工艺。

1.1 三层(ABC)共挤吹塑——干法复合工艺

将复合型导电树脂加入A面料斗挤出。该工艺要求:适当增加树脂压力;在保证薄膜塑化良好的情况下适当降低挤出机各区的加热温度;螺杆转速与加热温度匹配;选择合适的吹胀比、牵引比。B、C面料斗选用机械强度较高、滑爽剂含量较少的低密度聚乙烯(LDPE)和线性低密度聚乙烯(LLDPE)树脂。要注意导电树脂、LDPE、LLDPE 3者的MI(熔融指数)应尽可能接近。

此薄膜C面经电晕处理,使其润湿张力大于38dyn/cm²,与外层材料经干法复合。干法复合按常规的工艺要求即可,在此不作赘述。经干法复合工艺制得防静电高分子复合材料,A面作为防静电材料的功能面。

1.2 双面(AB)共挤复合工艺

将导电树脂加入A面料斗挤出。该工艺要求:选择MI值较高(接近7)的导电树脂;适当调节熔体温度接近粘度,防止温度过高发生变质;螺杆转速、加热温度及车速3者相匹配;适当增加树脂压力,减少滤网层数或目数。适当增加挤出薄膜的厚度,避免出现空洞。B面料斗加入涂覆级聚乙烯(LDPE)树脂。被加工材料表面涂布聚氨酯粘合剂,经烘箱干燥后与B面复合。选择合适的含固量及涂布辊,使粘合剂干量在2~3g/m²。其它工艺要求同干法复合。

经双面(AB)共挤复合工艺制作的防静电高分子复合材料,A面作为防静电功能面。

1.3 干法复合——双面(AB)共挤复合工艺

先用外层基材与聚乙烯薄膜C进行干法复合,用制得的复合膜进行如1.2式双面(AB)共挤复合工艺。使挤出的B面与C面复合。由于B、C面属同一类树脂,且B呈熔融状态,经胶辊加压后能牢固地融合在一起。故无需涂布粘合剂,也能获得理想的复合强度。而A面作为防静电高分子复合材料的功能面。

2 涂层型

涂层型防静电高分子材料的制作工艺是将金属系、金属氧化物系、导电碳系、复合填料等导电物质制成导电涂料,涂覆于高分子材料表面,形成固化的静电耗散层。

高分子材料选用机械强度好,挺度佳且耐化学腐蚀的双向拉伸聚酯(BOPET)薄膜。导电涂料要求耐摩擦、耐化学品侵蚀,且导电性能持久,通常由基体树脂、导电填料、溶剂和添加剂等组成。基体树脂选用对塑料附着力好、成膜性高且耐化学品侵蚀的丙烯酸或纤维素。导电填料则根据产品的颜色、透光率来选择。溶剂选用酯类或酮类,如乙酸乙酯、环己酮。选用TM-200S偶联剂有利于填料与树脂的亲合并提高涂料的附着力和强度。用双组分聚氨酯粘合剂来提高导电涂料的成膜性和与聚酯(PET)薄膜的附着力。固化剂的用量适当减少,以免影响涂料导电性能的发挥。导电涂料的配制工序依次为:溶解基体树脂 $\xrightarrow{\text{搅拌}}$ 加粘合剂主剂及偶联剂 $\xrightarrow{\text{搅拌}}$ 加导电填料 $\xrightarrow{\text{搅拌}}$ 加固化剂 $\xrightarrow{\text{搅拌}}$ 调粘度 $\xrightarrow{\text{搅拌}}$ 过滤。该工艺要求:导电涂料的固含量在20%~25%范围,涂料粘度在13~19s(涂4杯粘度计测),涂布干量2.5~3.5g/m²。设定涂布机干燥箱温度分别为90℃、100℃、85℃,车速80~120m/min,环境相对湿度小于70%。导电涂料涂布于聚酯薄膜表面,经干燥箱干燥后,形成固化的静电耗散层。

3 镀层型

要在高分子材料表面形成一层具有导电功能的金属镀层,方法有电镀、化学镀、物理气相沉积

(PVD)、化学气相沉积(CVD)、热喷镀(涂)等。常见的是真空镀铝工艺。真空镀铝是在真空状态下,将铝金属加热熔融至蒸发,铝原子凝结在高分子材料表面,形成极薄的电磁屏蔽层——铝层。常用的镀铝基材有聚酯(PET)、聚丙烯(PP)、聚酰胺(PA)、聚乙烯(PE)、聚氯乙烯(PVC)等薄膜,要求其表面张力大于 38dyn/cm^2 ;热性能好,含水量低于 0.1%。工艺要求:真空度不得低于 10^{-3}Pa ,以免出现褐色条纹或铝层厚度不均现象;控制好系统张力,开启冷却系统,避免薄膜受热出现拉伸变形;精确控制卷取速度($280\sim 320\text{m/min}$)、送铝速度($0.4\sim 0.7\text{m/min}$, $\phi 2\text{mm}$ 铝丝)及蒸发舟加热电流,以获得产品要求的铝层厚度($100\sim 300\text{\AA}$);可预先在薄膜上涂布一定干量的底胶,并充分干燥,再经真空镀铝,可提高铝层与薄膜的结合力;而后在铝膜上涂布一定量的保护树脂,防止铝层氧化变质。注意涂布的树脂不得影响其导电性能的发挥。经此工艺形成的导电层,耐摩擦,且性能持久。

4 性能测试

中国人民解放军总参谋部兵总部静电计量检测站对以上工艺制作的 3 类防静电高分子复合材料进行性能测试,测试结果见表 1(依据标准 GJB2605-96)。

由表 1 可见,各项指标达到并超过了国军标 GJB2605-96《可热封柔韧性防静电阻隔材料规范》规定的防静电指标要求。经北京理工大学机电工程学院火工烟火技术实验室试验(根据 GJB772-97

《火炸药相容性试验差热分析和差示扫描量热法》),导电材料复合型防静电高分子材料与硝化棉、硝酸钡、黑索今、单基无烟药、双基无烟药相容性好,为 I 级;与 4[#]小粒黑火药、泰安相容性较好,为 II 级。完全能满足火药、炸药、起爆药、发射药、火工品、弹药、电爆装置、电子引信等军工产品对防静电包装材料的特殊要求。

表 1 3 类防静电高分子复合材料性能测试结果

指 标	导电材料 复合型	涂层型	镀层型	指标 要求
表面电阻率 / Ω	$\leq 10^6$	$\leq 10^9$	$\leq 10^6$	$< 10^{12}$
静电衰减/s	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 2
电磁干扰 衰减 /dB	> 36	> 30	> 13	> 10

5 结语

军品包装材料的其它防护功能,如防潮、防机械损伤、防光热辐射、防霉、防盐雾、阻燃等要通过以上 3 类复合材料进行特殊技术处理得以实现,以针对性地对热起爆、机械起爆、电起爆、光起爆火工品防护。目前,具有防静电、防电磁辐射、防潮、防机械损伤、防光热辐射、防霉、防盐雾、阻燃等多功能的包装材料已批量生产,目前广泛应用于火药、炸药、起爆药、发射药、火工品、弹药、电爆装置、电子引信等军工产品的包装。

会议报道

- 第 7 届国际烟花会议将于 2003 年 10 月 6~10 日在西班牙巴伦西亚召开。更多详情可与 Fred Wade 联系。电话: (902) 542-2292; 传真: (902) 542-1445, Email: fire-works@fireworksfx.com 或浏览 www.ISFireworks.com。
- 第 1 届烟火药剂制造专题讨论将于 2004 年 7 月 10 日在科罗拉多举行。更多详情可与 Dr. Steve Son 联系。Email: son@lanl.gov 或访问网站: www.intlpyro.org/pyro-combustion-mechanisms.Htm。
- 第 31 届国际烟火年会计划于 2004 年 7 月 11 日~16 日在科罗拉多的 Fort Collins 举行。联系人: Ms. Linda Reese。电话: 303-795-8106; 传真: 303-795-0125, Email: Ireese@ara.com。

—— 史红漫报道