

包装材料的防静电设计

李宇明, 孙永卫

(军械工程学院, 石家庄 050003)

摘要: 材料自身的起电特性、电阻率和衰减时间等特征, 决定了包装材料的防静电性能。通过使用抗静电改性剂、导电性填充和辐照等方法, 提高了包装材料的防静电性能。利用层压复合型防静电阻隔材料, 开发了出新型多功能防静电包装材料, 并采用合理的防静电包装设计, 从而达到了静电敏感产品的防静电包装要求。

关键词: 包装材料; 静电; 起电率; 抗静电改性

中图分类号: TB484; TB482 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)19-0073-02

Anti-electrostatic Design of Packaging Materials

LI Yu-ming, SUN Yong-wei

(Ordnance Engineering University, Shijiazhuang 050003, China)

Abstract: The anti-electrostatic performance of packaging material depends on its electrification rate, resistivity and decay time. The anti-electrostatic performance of packaging material can be improved by using antistatic agent, conductive padding and irradiation. A new type of multi-functional anti-static packaging material was developed by using anti-static lamination with suitable packaging design method. The material was proved to achieve the anti-static packaging requirement of electrostatic sensitive product.

Key words: packaging material; electrostatic; electrification rate; antistatic agent

一般意义上的产品包装^[1], 是利用规定的包裹材料或容器将产品封装起来, 使产品与外界隔离, 在装卸、运输、存储等过程中免受振动、冲击、碰撞、挤压等机械损伤, 并能对外界的雨、雪、霜、灰尘、光照等有害气候条件实施有效的防护。静电防护包装^[2-3]除了完成上述一般包装功能之外, 对包装材料本身而言, 还要具有低起电率、静电屏蔽性能。在运输过程中, 更要避免带电的物体或人体对产品进行静电放电。

产品从制造完成到投入使用, 如何做好产品的静电防护, 所依赖的唯一防护手段是包装, 因此, 对包装材料进行防静电设计是产品静电防护整个链条中的重要环节。

1 防静电性能要求

包装材料本身是实现产品静电防护包装的物质基础, 材料的防静电性能^[4]主要与材料自身的摩擦起电特性、电阻率和衰减时间等特征参数有关。

1) 低起电率。为了控制摩擦起电, 在材料的选择上, 应选择在摩擦带点序列中与被包装产品较近的材料, 最好是选择同种材料。

2) 适当的电阻率。大多数的普通包装材料是电绝缘的, 由于绝缘材料易存留电荷, 为了使电荷从包装上消散, 材料表面电阻率应选择 $10^8 \Omega/\square$ 为宜。

3) 一定的屏蔽能力。要求在 1 000 V 电压放电条件下, 包装内感应电压小于 30 V 为合格。选择静电屏蔽材料对产品进行包装, 从而可以屏蔽或衰减外界静电场或者静电放电火花所感应的电磁脉冲。

4) 电荷衰减能力。使用表面电阻值小于 $10^{10} \Omega$ 的材料, 其从初始电位 1 000 V 衰减到 100 V 的时间不超过 2 s^[5]。

由于大部分绝缘包装材料容易产生静电, 并且对积累的静电荷难以泄漏, 因此常常需要对绝缘材料进行防静电改性设计, 将绝缘材料变为静电消散材料, 从而达到抑止静电的目的。

收稿日期: 2011-05-08

作者简介: 李宇明(1976—), 男, 河北定州人, 博士, 军械工程学院静电与电磁防护研究所讲师, 主要从事静电及电磁防护研究。

2 化学防静电设计方法

使用化学方法对材料进行抗静电处理,主要是采用抗静电剂,改变高分子材料的导电性能,使其达到抗静电的要求。抗静电剂是一种化学物质,具有较强的吸湿性和较好的导电性,可降低材料本身的体电阻率或表面电阻率。

使用抗静电剂进行防静电改性处理,可分为固体内部掺杂法和表面涂敷法,无论是内部掺杂还是外部涂敷,抗静电剂的作用机理都是一样的,因为抗静电剂一般都是表面活性剂,加入材料后表面活性剂的疏水基向材料内部结合,而亲水基则朝向空气,于是在被处理材料的表面形成一个连续的能够吸附空气中微量水分的单分子导电层。

军械工程学院研制的 L-H 型抗静电改性剂,对 PVC 包装袋进行抗静电处理的测试结果^[7],见表 1 和 2。无论是静电半衰期值,还是材料的表面电阻率值,经过静电改性处理后,下降了几个数量级,材料由静电非导体变成了静电导体或静电消散材料。

表 1 抗静电改性剂对 PVC 包装袋静电半衰期的影响

Tab. 1 Antistatic modifier's effect upon electrostatic half-time of PVC bag

测试电压 /V	未改性 /s	改性 /s	温度 /℃	相对湿度 /%
100	2. 553	1. 493	15. 5	20. 1
500	4. 809	1. 130	15. 5	20. 1
500	8. 748	0. 208	16. 5	29. 8
500	3. 202	0. 070	16. 5	38. 6

表 2 抗静电改性剂对 PVC 包装袋表面电阻率的影响

Tab. 2 Antistatic modifier's effect upon surface resistance of PVC bag

未改性/ Ω	改性/ Ω	温度/℃	相对湿度/%
10^{14}	10^7	16	34
$10^{13} \sim 10^{14}$	10^6	21	62
10^{14}	$10^6 \sim 10^7$	26	35

3 物理防静电设计方法

采用物理方法对聚合物高分子材料等静电非导体进行防静电处理的主要方法是导电性填充技术、射束辐照抗静电改性技术以及等离子体技术;针对微电

子电路生产等领域对防静电软包装的需要,近几年国内外已大量使用真空镀铝、层压复合材料生产技术制造防静电阻隔制品。

3.1 导电性填充技术

导电性填充材料^[6-8]抗静电改性技术:是在材料的生产过程中,将分散的金属粉末、碳黑、石墨、碳素纤维以及金属纳米颗粒等导电性填充料与高分子材料相混合,形成导电的高分子混合物,并可制成电阻率较低的各种抗静电制品。

导电性填充料与高分子混合物制成的抗静电材料及其制品的静电性能,主要取决于导电性填充料的种类、骨架构造、分散性、表面状态、添加浓度,以及基体聚合物的种类、结构和在填充料中加入聚合物的方法。此外,高分子混合料加工成制品的工艺及制品中的缺陷等也都会影响制品的抗静电性能。

导电填充技术同化学抗静电剂处理方法相比较,有如下优点。

首先,导电性填充材料可以更有效地降低聚合物材料的电阻率,并可在相当宽的范围内(体电阻 $\rho_v = 10^6 \sim 10^{-3} \Omega \cdot m$)加以调节,而化学抗静电剂最多只能将聚合物的电阻率降至 $10^6 \sim 10^{11} \Omega \cdot m$,再往下就非常困难了;其次,化学抗静电剂的防静电机理在于吸湿,因此,其制品在低湿度下的抗静电性能变得很差以至完全丧失,而由导电性填充材料获得的抗静电制品,其泄漏静电的机理与吸湿无关,所以即使在很低的相对湿度下,仍能保持良好的抗静电性能;最后,在抗静电性的耐久性方面,导电性填充材料也优于化学抗静电剂。

3.2 射束辐照抗静电改性

射束辐照抗静电改性技术:是利用离子束、电子束或 X 射线及 γ 射线对高分子材料进行照射,以期获得永久性的抗静电材料。用高能离子束对材料进行表面改性,在半导体和金属材料方面有比较成熟的工艺,并已广泛用于工业生产。利用离子束辐照聚合物材料,可以使其表层导电性能发生显著变化,而材料基体本身的原有结构和性能不会受到影响,并且可以对材料局部进行有选择性的改性,因此,射束辐照抗静电改性技术将会有广泛的应用前景。

3.3 层压复合防静电阻隔材料

层压复合型防静电阻隔材料^[9]是综合运用抗静电剂、真空镀铝和聚合物生产工艺研制而成。这些材

(下转第 114 页)

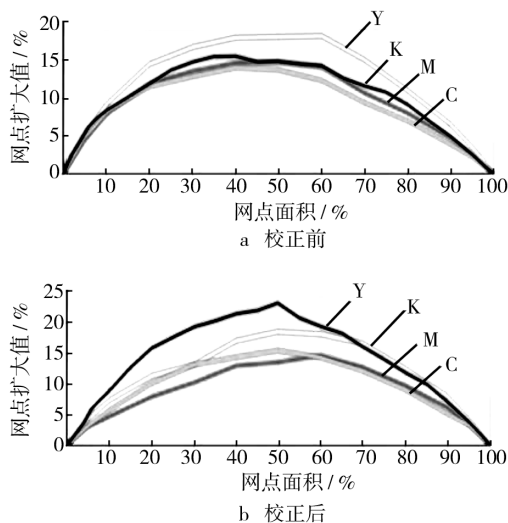


图5 NPDC曲线校正前后的TVI曲线

Fig. 5 TVI curves before and after NPDC curve calibration

3 结论

通过在四色胶印机印刷环境下,使用G7方法进行印刷标准化测试,得到了以下结论。

1) 通过在测试中控制G7的工艺参数,得到了较好的印版补偿曲线,达到了有效控制印刷网点扩大从

而控制印刷质量的目的。

2) 本次G7测试印刷结果的数据,验证了在国内相对印刷条件较弱的生产环境下,G7中包括HR, SC, HC, 中性灰色度值以及NPDC曲线等各种控制参数都能基本达到G7方法的规定要求,实现了预期效果。使用G7的控制参数能够丰富现有的印刷质量控制方法,有效提高印刷质量的控制水平。

3) 找到了在预定纸张、油墨以及印刷环境下,达到ISO 12647标准时,色度和密度的对应关系,能够与现有印刷色彩与质量控制方法有机结合,提升现有控制系统和方法的精度与易用度。

4) 本次G7测试方法和印刷结果可为采用G7方法做印刷标准化测试的印刷企业提供参考。

参考文献:

- [1] 王晓飞,黄超. 浅谈GRACoL组织的最新印刷质量控制工艺——G7[J]. 今日印刷, 2008(7): 35—37.
- [2] 李凯. G7工艺的标准化研究[J]. 中国印刷与包装研究, 2010(4): 80—83.
- [3] 孟涛,张婉,刘浩学. 平版胶印中性灰印刷密度曲线的研究[J]. 北京印刷学院学报, 2008, 16(16): 38—40.
- [4] CALIBRATING. Printing and Proofing by the G7™ Method [M]. 2006.

(上接第74页)

料可以对半导体器件、计算机芯片及某些电磁敏感产品与设备进行静电防护,同时具有防电磁辐射的功能,并能够隔湿防潮。近几年,我国有关工厂已研制生产出达到国际标准的层压复合型防静电阻隔材料和包装袋,已应用于防静电防电磁干扰的相关领域。

4 结论

防静电包装材料是防静电包装的基础,对于静电敏感的电火工品、火炸药及电子元器件进行防静电包装和设计,开发新型多功能的包装材料是防静电包装的发展方向。防静电工作贯穿于静电安全使用的全过程,因此在运输和存储静电敏感产品过程中,除了在包装材料上采取各种防静电措施之外,还要制定和贯彻有关标准规范,才能从根本上杜绝静电危害的发生。

参考文献:

- [1] GJB 145A—93, 防护包装规范[S].
- [2] GJB/z 86—97, 防静电包装手册[S].
- [3] 黄诒,蒋耀庭. 电子产品的静电防护对策研究[J]. 电子产品可靠性与环境试验, 2006, 24(2): 14—17.
- [4] 刘尚合,武占成. 静电放电及危害防护[M]. 北京:北京邮电大学出版社, 2004.
- [5] GJB 2605—96, 可热封柔韧性防静电阻隔材料规范[S].
- [6] 丁毅. 电子产品防静电包装设计[J]. 包装工程, 2004, 25(1): 8—11.
- [7] 江谷. 抗静电包装材料[J]. 中国包装工业, 2002(11): 26—29.
- [8] 陈萌,罗世永,许文才,等. 防静电包装研究进展[J]. 包装工程, 2008, 29(10): 52—54.
- [9] 谭志良,陶凤和,刘尚合,等. 防静电阻隔包装材料发展动态及其防静电机理探讨[J]. 包装工程, 2000, 21(1): 3—5.