

不锈钢纤维(SSF)和镍碳复合纤维(NCF)填充 PC/ABS导电塑料性能影响分析

张贵恩, 张世麟, 王保国, 郑 凯

(中国电子科技集团公司第三十三研究所, 山西 太原 030006)

摘要: 本文介绍了采用不锈钢纤维(SSF)和镍碳复合纤维(NCF)填充PC/ABS注塑成型新型轻质复合导电塑料,着重阐述了填充纤维后对复合材料的屏蔽效能、力学性能等的影响。

关键词: 导电PC/ABS塑料; 不锈钢纤维; 镍碳复合纤维

中图分类号: TM27 文献标识码: A

Analysis of Property of the Stainless Steel Fiber and Nickel Plated Carbon Fiber Filled PC/ABS Conductive Plastics

ZHANG Gui-en, ZHANG Shi-lin, Wang Bao-guo, ZHENG Kai

(The thirty-third Research Institute of China Electronic Technology Group Corporation, Taiyuan 030006, China)

Abstract: The paper introduces the stainless steel fiber and nickel plated carbon fiber filled PC/ABS light conductive plastics, with the emphasis on the effect of filled fiber on electromagnetic shielding and mechanical properties of composite.

Keywords: conductive PC/ABS plastics; stainless-steel-fiber; nickel-plated-carbon-fiber

目前,系统电子信息设备壳体主要为金属壳体和内壁喷涂导电涂层的塑性壳体。金属壳体造价高,质量重,机动性差,加工工艺复杂,成本较高,而采用喷涂导电涂层的塑性材料壳体导电性不稳定,耐环境性能差,涂层易脱落,不能重复利用。国内导电塑性材料的制造局限于填充导电石墨、黄铜纤维等,其制品密度大,物理性能差,屏蔽低,无法满足新技术新材料发展需求^[1-3]。

引进超细不锈钢纤维和镍碳复合纤维是制备先进轻质复合导电工程塑料的优选途径,制备的导电工程塑料具有良好的导电性和电磁波衰减性能,在较宽广的频率范围内都有好的反射屏蔽作用,并且具有轻质、耐腐蚀、易成型加工等特点,是新型轻质高分子屏蔽材料。可广泛用于电子工业、通讯产品、防爆安全生产、军工、航空航天、医疗器材等领域。屏蔽效能在20 MHz ~ 10 GHz频段范围内可达到30 dB ~ 85 dB,密度小于

1.7 g/cm³,厚度范围为1.2 ~ 4.0 mm,且可反复使用,有利于环保和材料再生使用,采用注塑、挤出、压模等各种塑料成型加工技术进行材料加工,是传统金属材料 and 表面导电涂层型塑料材料的理想替代品^[4-6]。

本文通过在PC/ABS塑料中填充不锈钢纤维(SSF)和镍碳复合纤维(NCF)制备导电塑料,分别讨论两种导电纤维的添加量对导电塑料的屏蔽效能和力学性能的影响。

1 热塑性导电工程塑料(PC/ABS)的制备

1.1 主要原料与设备

主要原料:

PC/ABS(进口); 不锈钢纤维(SSF)丝,直径8 ~ 12 μm; 镍碳复合纤维(NCF)丝,直径6 ~

收稿日期: 2012-08-21

基金项目: 军事预研项目(A1108301)

作者简介: 张贵恩, 1976年生,男,工程师,主要从事电磁安全防护复合材料与技术。E-mail: GuienZ@163.com。

10 μm。

设备:

SJ-65 型塑料单螺杆挤出造粒机; JM-808 型注塑机; 4045 型微型电子万能试验机。

1.2 材料制备

采用挤出机包塑造粒机组系统, 控制纤维丝束、挤出温度、牵引速率等参数, 采用与塑料基材共挤出工艺制备不同纤维含量的 PC/ABS 复合材料。之后切粒成 4~6 mm 的 SSF 和 NCF 复合塑料粒子。粒子经注塑机注射成型标准模具样板。

2 结果与讨论

2.1 不同纤维分别填充 PC/ABS 对屏蔽效能的影响

不锈钢纤维(SSF)和镍碳复合纤维(NCF)在相同塑性材料 PC/ABS 基体中, 不同的填充量对复合材料的屏蔽效能影响较大。在填充量(10% 质量分数, 下同)较少的情况下, 屏蔽效能随着填充量的增加而增加, 导电纤维的含量增加到某一临界值时, 导电粒子相互连接成链, 形成所谓的“导电通道”^[7]。

图 1 为 SSF 和 NCF 不同含量填充 PC/ABS 工程塑料, 注射模塑壁厚为 2.0 mm, 频率为 450 MHz 的屏蔽效能值。

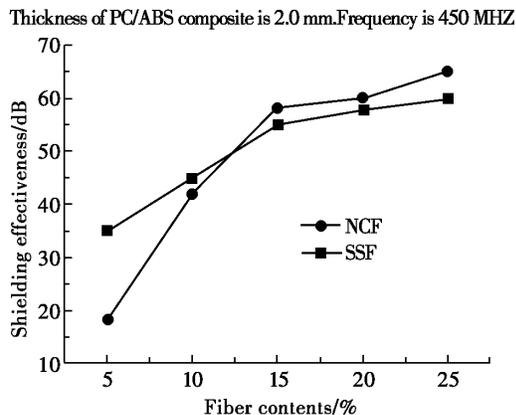


图 1 不锈钢纤维(SSF)和镍碳复合纤维(NCF)的填充量对复合材料屏蔽效能的影响

Fig. 1 Effect of SSF and NCF contents on the electromagnetic shielding of composites

可以看出, NCF 达到 10% 才能提供足够的屏蔽, SSF 填充量在 5% 时能提供较好的屏蔽, 当含

量达到 10% 以上时, 两种纤维材料在此频率时能提供相似的且有效的屏蔽。含量增加到 15% 时, 屏蔽效能增加明显, 填充量达到 25% 时, 材料的屏蔽效能增加缓慢, 这是导电网络趋于饱和所导致的结果^[7-8]。

图 2 和图 3 分别为两种填料的不同填充量在不同频率下对复合材料屏蔽效能的影响。

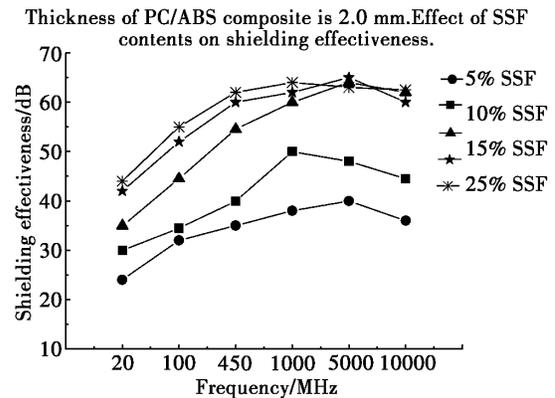


图 2 不锈钢纤维(SSF)的填充量对复合材料屏蔽效能的影响

Fig. 2 Effect of SSF contents on the electromagnetic shielding of composites

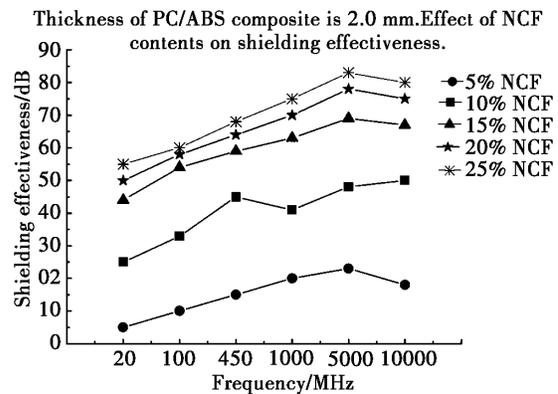


图 3 镍碳复合纤维(NCF)的填充量对复合材料屏蔽效能的影响

Fig. 3 Effect of NCF contents on the electromagnetic shielding of composites

图 2 和图 3 表明, 在 20MHz~10 000 MHz 频段内, 随着导电纤维含量的增加, 屏蔽效能也随之提高。在填充量为 5% 时, 填充 SSF 的屏蔽效能比填充 NCF 的屏蔽效能高, 而填充 NCF 的屏蔽效能在全频段内没有理想的屏蔽效能, 只有 NCF 的填充量为 10% 时才有比较好的屏蔽效能。当 SSF 的填充量为 15% 以上时, 最佳屏蔽效能值接近 70 dB, 而当 NCF 的填充量为 15% 以上

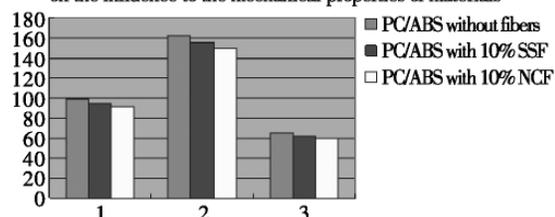
时,最佳屏蔽效能值可达 80 dB 以上。两种纤维填充量在 25% 时,屏蔽效能值增加趋势十分平缓,并在 10 000 MHz 频点附近有回落趋势。在试验中发现,在更大填充量时,两种纤维都给成型工艺带来较大难度。

2.2 不同纤维填充 PC/ABS 对力学性能的影响

一般来说,随着 SSF 和 NCF 填充量的增加,材料的电导率增加,提升材料的屏蔽效能的同时需要考察对材料的力学性能影响。实验证明,为了达到一定的屏蔽效能,必须增大导电纤维的填充量,但由此会引起材料力学性能下降。

图 4 为 SSF 和 NCF 的填充量均在 10% 时,材料厚度为 2.0 mm,PC/ABS 的力学性能。

Thickness of PC/ABS composites 2.0 mm,SSF,NCF filler contents 10%, on the influence to the mechanical properties of materials



1 tensile strength;2 bending strength;3 the impact strength(gap)

图 4 填充量均为 10% 的导电纤维对复合材料力学性能的影响

Fig. 4 Effect of 10% conductive fiber on the mechanical properties of composites

可以看出,导电纤维的填充制备导电工程塑料制品的力学性能均出现一定程度的降低。相比填充 SSF 而言,填充 NCF 对材料的力学性能的影响更大,但各自影响程度均不超过材料原有性能的 10%,并且这种变化不至于影响工程应用。出现这种情况原因可能是由于两种纤维密度不同,相同的填充量对材料结构的影响变化也不同。同时,纤维与塑料在成型复合工艺过程中带入少量空气以及纤维与塑料由于物系不同体系融合程度存在差异所致。

3 结论

(1) 采用 SSF 或 NCF 为导电填料、PC/ABS 塑料为基体制备导电工程塑料,在 SSF 或 NCF 的填充量为 15% 以上时,复合材料的屏蔽效能

率为 10 MHz ~ 10 GHz 范围内可达到 30 dB ~ 85 dB。

(2) 填充 SSF 和 NCF 导电纤维降低了原塑料的力学性能,但这种影响程度较小,均不超过材料原有性能的 10%,不会影响工程应用。

参考文献:

- [1] 郭银景,吕文红,等. 电磁兼容原理及应用教程 [M]. 北京:清华大学出版社,2004.
Guo Y J, Lv W G et al. Electromagnetic compatibility principle and application of the tutorial [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2004.
- [2] 杨克俊. 电磁兼容原理与设计技术 [M]. 北京:人民邮电出版社,2004.
Yang K J. Electromagnetic compatibility principle and design techniques [M]. Beijing: People's Post and Telecommunications Press, 2004.
- [3] B. E. 凯瑟. 电磁兼容原理 [M]. 北京:电子工业出版社,2001.
Kaiser B E. Electromagnetic compatibility principle [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2001.
- [4] 孔祖德. 导电屏蔽塑料技术研究进展 [J]. 现代塑料加工应用,1997,9(4): 501—505.
Kong Z D. Conductive shielding plastics technology [J]. Modern Plastic Processing, 1997, 9 (4): 501—505.
- [5] 李福刚,李长江. 复合型导电高分子材料 [J]. 合成树脂及塑料,1996,13(4): 571—576.
Li F G, Li C J. Composite conductive polymer materials [J]. J Synthetic Resin and Plastic, 1996, (4): 571—576.
- [6] 杜仕国. 复合型导电塑料的研究进展 [J]. 合成树脂及塑料,1996,13(3): 531—535.
Du S G. The research progress of composite conductive plastic [J]. J Synthetic Resin and Plastic, 1996, 13 (3): 531—535.
- [7] Huang C Y, Wu C C. The EMI shielding effectiveness of PC/ABS/nickel-coated carbon-fiber composites [J]. European Polymer Journal, 2000, 36 (1): 2729—2737.
- [8] Huang J C. EMI shielding plastics: A review [J]. Advances in Polymer Technology, 1995, 14 (2): 137—146.

(编辑:房威)