

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2013.11.008

玻璃纤维短切原丝增强 PC 的性能研究

张志坚,章建忠,陆建明

(巨石玻璃纤维研究院,浙江省玻璃纤维研究重点实验室,巨石集团有限公司,浙江桐乡 314500)

摘要:通过对常规增强聚碳酸酯(PC)用玻璃纤维(GF)短切原丝 510 浸润剂配方进行优化,开发新型 GF 短切原丝产品 510H,将其用于增强 PC,制得 PC/GF 复合材料。通过力学性能测试及扫描电子显微镜分析表明,GF 短切原丝 510 增强 PC 复合材料的拉伸强度以及弯曲强度明显提高;且 GF 短切原丝 510H 增强 PC 的复合材料冲击强度具有极大优势。不同浸润剂处理的 GF 短切原丝增强 PC 的复合材料显现出不同的增强增韧效果,满足了不同领域的应用需求,进一步拓宽了 GF 增强 PC 复合材料的应用领域。

关键词:玻璃纤维;短切原丝;聚碳酸酯;力学性能

中图分类号: TQ343 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2013)11-0039-03

Study on the Glass Fiber Chopped Strands Reinforced PC Composite

Zhang Zhijian, Zhang Jianzhong, Lu Jianming

(Jushi Fiberglass Research Institute, Zhejiang Key Laboratory for Fiberglass Research, Jushi Group Co., Ltd., Tongxiang 314500, China)

Abstract : By optimizing the formula of sizing agent for glass fiber(GF) chopped strands 510 used as normally reinforcing polycarbonate(PC), the new type GF chopped strands product 510H was developed. The strands were used to reinforce PC and PC/GF composites were prepared. The mechanical properties and SEM tests show that PC/GF composite reinforced by chopped strands 510 has good tensile strength and flexural strength; the PC/GF composite reinforced by chopped strands 510H has excellent impact strength. Therefore, the applications of PC/GF composites are extended because of different mechanical properties.

Keywords : glass fiber; chopped strand; polycarbonate; mechanical property

聚碳酸酯(PC)是分子链中含有碳酸酯基化合物的总称,通常可以根据其基团的不同分为脂肪族、脂肪族-芳香族和芳香族等 PC,且以双酚 A 型 PC 为主。PC 的熔融温度为 280~310℃,热分解温度大于 400℃,透明且冲击性能非常优异。由于 PC 结构上的特殊性,现已成为五大工程塑料中增长速度最快的通用工程塑料。

PC 是一种综合性能优越的工程塑料,具有优异的冲击性能、尺寸稳定,在电气行业、电器照明、建材行业、汽车制造工业、医疗器械、航空航天等领域具有广泛的应用。但同时 PC 也存在严重的缺点,如加工性能差、容易应力开裂、材料力学性能差、耐磨性欠佳、耐化学药品性差等,因此需要对 PC 进行改性以弥补其性能上的不足,实现高性能、低成本的目的,进一步拓宽了 PC 的应用领域。PC 的改性主要途径有:PC 与其它聚合物共混;用无机材料改性等。作为 PC 的增强材料有:玻璃纤维(GF)、碳纤维、滑石、云母等。而 GF 短切原丝增强 PC 是目前比较普遍使用的方法。将 GF 表面进行处理,然后加入到

PC 基体树脂中,复合材料的拉伸强度、弯曲强度有明显的提高,但一般情况下其冲击性能则急剧下降,该问题成为制约 GF 增强 PC 材料进一步发展的瓶颈^[1-2]。

笔者通过对 GF 短切原丝表面进行不同的浸润剂处理,开发出与常规 GF 短切原丝产品截然不同的 GF 产品,使得 PC/GF 复合材料的冲击强度大幅度提高,满足材料不同应用领域的需求^[3]。

1 实验部分

1.1 原材料

PC:L-1250Y,日本帝人株式会社;

GF 短切原丝 510:单纤维直径 13 μm,短切长度 4.5 mm,巨石集团有限公司;

GF 短切原丝 510H:单纤维直径 13 μm,短切长度 4.5 mm,巨石集团有限公司。

联系人:张志坚,博士,高级工程师,主要从事玻璃纤维技术等工作

收稿日期:2013-08-20

1.2 仪器和设备

双螺杆挤出机: ZE25 型,德国 Berstoff 公司;
注塑机: S-2000i100A 型,日本 FANUC 公司;
万能材料试验机: Z050 型,德国 Zwick 公司;
冲击试验机: 6956.000 型,意大利 Ceast 公司;
扫描电子显微镜 (SEM): KYKY-EM3200,北京中科科仪有限公司。

1.3 试样制备

(1) GF 短切原丝的制备。

分别按照两种不同的浸润剂配方 510 和 510H(510H 浸润剂配方是在 510 配方的基础上引入了丙烯酸酯类增韧剂组分) 配置浸润剂,经拉丝、短切、烘干得到 510、510H 两种短切原丝,作为实验材料。

(2) PC 挤出注塑成型。

将 PC 粒料、短切原丝 510 或 510H,按照一定比例分别通过双螺杆挤出机挤出造粒,然后用注塑机注射成试样,按照要求测试力学性能等^[4]。

试样具体制备工艺条件见表 1。

表 1 PC 试样制备工艺条件

项目	数值
挤出温度 / °C	240 ~ 275
注射温度 / °C	270 ~ 300
注射压力 / MPa	85
注射速度 / (mm · s ⁻¹)	90
注射螺杆转速 / (r · min ⁻¹)	40 ~ 50
模具温度 / °C	100

1.4 性能测试

拉伸强度按 ISO 527-1993 测试;

弯曲强度按 ISO 178-1993 测试;

简支梁冲击强度按 ISO 179-1993 测试;

SEM 分析: 将冲击试样断面经真空喷金后,用 SEM 观察其微观形态并拍照。

2 结果与讨论

2.1 GF 短切原丝 510 / 510H 增强 PC 复合材料的力学性能

经过表面处理的 GF 增强 PC 可显著提高复合材料的性能。实验设计挤出时 GF 短切原丝的质量分数为 10%。

表 2 为纯 PC 以及 510、510H 增强 PC 复合材料的力学性能测试结果。图 1 为纯 PC 及 510、510H 增强 PC 复合材料的力学性能对比。

从表 2 可看出,未加 GF 的纯 PC 材料的拉伸强度为 59.9 MPa,弯曲强度为 95.4 MPa,冲击强度为 306.2 kJ/m²; 而加入 GF 短切原丝 510 后, PC 的

表 2 纯 PC 以及 510、510H 增强 PC 复合材料的力学性能

项 目	试样		
	纯 PC	PC / 510H	PC / 510
拉伸强度 / MPa	59.9	64.3	76.4
拉伸弹性模量 / GPa	2.1	2.9	3.4
弯曲强度 / MPa	95.4	112.8	126.6
弯曲弹性模量 / GPa	2.3	3.0	3.7
冲击强度 / (kJ · m ⁻²)	306.2	168.2	82.1

性能明显改变,拉伸强度提高了约 28%,弯曲强度提高了约 33%,增强效果非常理想;但是复合材料的冲击强度下降超过 73.2%,只有 82.1 kJ/m²; 加入 GF 短切原丝 510H 后, PC / GF 复合材料的拉伸强度和弯曲强度虽略差于 GF 短切原丝 510 增强 PC,但其冲击强度达到 168.2 kJ/m²,与常规的 GF 短切原丝 510 相比,其冲击性能大幅提高,较 GF 短切原丝 510 增强 PC 增长了一倍多。从图 1 对比中可以看到,经过不同浸润剂体系处理的 GF 短切原丝 510 和 510H,其增强 PC 复合材料的力学性能存在不同的效果。GF 短切原丝 510H 增强 PC 复合材料的冲击性能具有明显的优势。

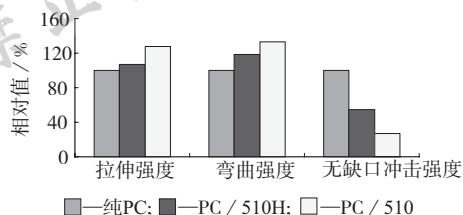
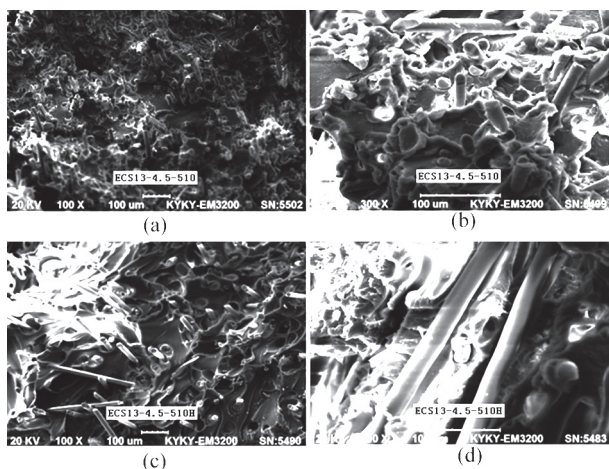


图 1 纯 PC 以及 510、510H 增强 PC 复合材料的力学性能对比

2.2 GF 短切原丝增强 PC 复合材料 SEM 分析

图 2 为 510 及 510H 增强 PC 复合材料的 SEM 照片。从图 2 可以看到,510 及 510H 增强 PC 树脂中, GF 和树脂界面结合存在较明显的差异。从图 2a 和图 2b 可以看到, GF 表面被树脂包覆明显,交联程度非常大,说明 GF 和 PC 发生交联反应,两者完全结合。纯 PC 材料是一种刚性差韧性好的材料,即其拉伸强度低、冲击性能高。当加入 GF 短切原丝 510 后, PC 树脂和 GF 发生交联反应并界面结合,使得 PC / GF 复合材料的拉伸强度大幅度提高,但正是由于和 GF 的结合,也使复合材料的脆性凸显,冲击强度急剧下降。但当加入 GF 短切原丝 510H 后, PC 树脂和 GF 的结合出现了完全不一样的现象,从图 2c,图 2d 中可以看到,虽然 GF 在 PC 基体树脂中同样分散均匀,但是 GF 表面和树脂的结合明显减弱。合理的控制 GF 短切原丝与 PC 树脂的界面结合程度,做到在增强 PC 材料拉伸强度的同时,尽



GF 原丝 510 增强 PC : a—放大 100 倍; b—放大 300 倍;

GF 原丝 510H 增强 PC : c—放大 100 倍; d—放大 300 倍

图2 510 及 510H 增强 PC 复合材料的 SEM 照片

可能地保留 PC 树脂原本的韧性和冲击强度,使得 PC/GF 复合材料的综合性能得到进一步的提高。

3 结论

(1) 使用质量分数为 10% 的两种 GF 短切原丝增强 PC,对复合材料力学性能进行对比可知,510 增强 PC 的拉伸强度和弯曲强度较高,510H 增强 PC 复合材料的冲击性能有明显优势。

(2) 通过对 PC/GF 复合材料的 SEM 分析表明,510 和 510H 在 PC 基体树脂中都有较好的分散性,

但是 GF 和树脂的结合存在明显的差异:GF 短切原丝 510 和 PC 树脂结合明显,其复合材料强度高;而 GF 短切原丝 510H 则和 PC 树脂交联程度较低,复合材料冲击性能优异。因而 510 及 510H 可满足材料不同应用领域的需求。

参考文献

- [1] 卡恩 R W,哈森 P,克雷默 E J. 复合材料的结构与性能 [M]. 吴人洁,译. 北京:科学出版社,1999.
Kahn R W, Haasen P, Kramer E J. The structure and performance of the composite material[M]. Translate by Wu Renjie.Beijing:Science Press, 1999.
- [2] 孙欲晓,关俊超,周占发. 聚碳酸酯生产及市场分析 [J]. 塑料工业,2010,38(8):1-4.
Sun Yuxiao, Guan Junchao, Zhou Zhanfa. Manufacture and market analysis of polycarbonate[J]. China Plastic Industry, 2010,38(8):1-4.
- [3] 张耀明,李巨白,姜肇中. 玻璃纤维与矿物棉全书 [M]. 北京:化学工业出版社,2001.
Zhang Yaoming, Li Jubai, Jiang Zhaozhong. Glass fibre and mineral wool encyclopedia[M]. Beijing:Chemical Industry Press, 2001.
- [4] 杨其,王鹏驹,李化雨,等. 聚碳酸酯注射成型收缩率的研究 [J]. 工程塑料应用,2012,30(12):18-20.
Yang Qi, Wang Pengju, Li Huayu, et al. Study on the shrinkage of PC by injection molding[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 30(12):18-20.

优惠销售 2000 ~ 2013 年中国工程塑料复合材料技术研讨会《论文集》及论文集光盘

中国合成树脂供销协会加工与应用分会为了配合 2000 ~ 2013 年先后召开的中国工程塑料复合材料技术研讨会共编辑、出版了 14 本《论文集》。其内容涉及工程塑料及通用塑料的合成与改性、加工、应用、测试、模具、设备新技术,以及文献综述、评论等,突出了我国工程塑料行业发展规划、热点分析。现尚有部分《论文集》,以及应广大读者要求加工制作的论文集光盘,以优惠价格(含邮费)销售,欢迎订阅。

1. 2000~2013 年中国工程塑料复合材料技术研讨会《论文集》,优惠价为 380 元/套。

2. 2000~2013 年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集光盘,优惠价为 260 元/盘。

本光盘除收录上述 14 本《论文集》的全部内容外,还包括约 2 700 人次的会议代表通讯录。

凡需购买《论文集》或论文集光盘的读者,请尽快办理邮购手续。汇款时请注明“论文集”或“论文集光盘”。

邮编汇款

收款单位: 山东济南市田庄东路 3 号杂志社

邮 编: 250031

电 话:(0531)85878223 85878057

85878278

传 真:(0531)85947355

银行汇款

户 名: 中国兵器工业集团第五三研究所

开户银行: 济南市工商银行经十一路支行

帐 号: 1602001229014425546

网上订购: <http://www.epa1973.com>