

玻纤用量对 ABS 复合材料性能的影响

王晨阳, 徐岳帅*

(青岛海尔新材料研发有限公司, 山东 青岛 266300)

摘要: 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯树脂 (ABS) 作为五大通用塑料之一, 在汽车工业、机械工业、家电业以及建筑业等多个行业中有着广泛的应用, 随着 ABS 使用范围的进一步增大, 人们对 ABS 性能要求也不断提高, 单一的 ABS 已经无法满足人们对于性能的要求; 本文通过添加不同比例的短切玻璃纤维 (SGF) 制备一种高性能的 ABS/SGF 复合材料, 并探究了 SGF 对于复合材料性能的影响规律; 结果表明, 使用 15 份 SGF 时, 复合材料的拉伸强度提高了 44.7%, 随着 SGF 添加量的增多, 复合材料的刚性逐渐增大。

关键词: ABS 树脂; 玻纤增强; 脆性转变; 复合材料

中图分类号: TQ325.2

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2026)01-0044-04

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2026.01.009

ABS 树脂是由三种单体 (丙烯腈、丁二烯、苯乙烯) 聚合、混炼而制成的一种热塑型树脂, 其中 SAN 树脂作为连续相, 一部分聚丁二烯橡胶粒子为分散相, 呈一种近似“海岛”结构^[1-2]。ABS 结构是以丁二烯为主链的接枝共聚物和以坚硬的 ABS 树脂主链的接枝共聚物链段交叉而成的结构, 相邻链段的基团相互吸引使得链段结合更为紧密, 同时丙烯腈链段还为 ABS 提供了良好的耐介质性能; 聚丁二烯链段是橡胶相为 ABS 提供了良好的韧性, 聚丁二烯的粒径越大, 在外力作用时就会产生更多的银纹来消耗外力, 从而提升了 ABS 树脂的韧性。ABS 这种软硬链段紧密结合的结构使之具有优良的韧性、低温冲击性能、耐油耐介质性能等多种优异的性能, 因此在汽车、家电、建筑业、纺织业等多个行业和领域中有广泛的应用^[3-5]。

随着 ABS 应用的进一步增大, 单一 ABS 树脂制品的性能已经无法满足人们的需求, 对于 ABS 的改性势在必行, 填充改性是指在塑料成型加工过程中加入各种有机或无机材料, 不但可以降低塑料制品的价格还可能显著的提升塑料机体的力学性能^[6-8], 作为塑料改性最常用和便捷的手段, 本文选用短切玻璃纤维填充 ABS, 成功制备了 SGF-ABS 复合材料, 并进一步探究了玻璃纤维的使用对于复合材料性能的影响规律。

T439 泰山玻璃纤维有限公司; 高胶粉 181 韩国锦湖; 抗氧剂 1010 德国巴斯夫; 抗氧剂 168 天津利安隆新材料。

1.2 实验设备

ZSE28MAXX-480 双螺杆挤出机, 莱斯特瑞兹 (Leistritz) 集团; 海天注塑机 (90 t), 中国海天集团; 万能试验机, 深圳市凯强利检测仪器有限公司; 熔融指数仪, America Tinius Hlsen Texting Machine Company; 洛氏硬度计, 奥龙星迪检测设备有限公司; 弯曲性能测试仪, 上海松顿仪器制造有限公司; 洛氏硬度计, 上海奕纵精密仪器有限公司。

1.3 试样制备

挤出与造粒: 按照配方准确称量物料后, 使用手动混匀的方式将除玻纤以外的其他物料混合均匀, 使用 ABS 12A 将挤出机进行冲车; 在冲车干净后, 将手动混匀的物料加入挤出机主喂料料斗中, 玻璃纤维加入至侧喂料斗中, 设定挤出机主喂料下料速度为 20 kg/h, 并按照此喂料速度换算出不同玻璃纤维比例下侧喂料斗下料速度, 开启加热设施、水冷设施、真空泵, 温区设置为第一区 80 °C, 第二区 195 °C, 第三区 200 °C, 第四区 195 °C, 其余各区均为 200 °C, 螺杆转速设定为 500 r/min。物料在挤出机混合后, 经循

1 实验

1.1 主要原料

ABS 12A 台化兴业 (宁波) 有限公司; 玻璃纤维

作者简介: 王晨阳 (1997-), 硕士研究生, 主要从事塑料改性方面的工作。

* 为通讯作者

环水冷却，风干系统风干以及切粒筛选后获得不同玻璃纤维含量的 ABS/ 玻璃纤维料粒。

试样注塑：选择注塑成型工艺，第一区温度设置为 120 ℃，后续所有温区均设置为 200 ℃，背压设置为 0 防止在储料过程中损伤玻璃纤维的保留长度，采用低速低压的注塑方式，进一步保证玻璃纤维的保留长度。

1.4 性能测试与表征

拉伸性能测试：使用万能试验机，按照 GB/T 1040—2006 标准测试，试验速率为 50 mm/min。

熔体流动速率：使用熔融指数仪，按照 GB/T 3682—2000 标准测试，测试条件为 220 ℃ /10 kg。

弯曲性能：使用三点式弯曲性能检测仪，按照 GB/T 230.2—2002 进行测试。

冲击性能测试：使用摆锤式冲击试验机，按照 GB/T 1843—2008 标准测试。

2 结果讨论与分析

2.1 玻纤含量对 ABS/SGF 复合材料物理机械性能的影响

测得不同含量玻纤增同玻强 ABS 物理机械性能如表 1 所示

表 1 不同玻纤含量 ABS 物理机械性能

玻纤含量 / 份	0	5	10	15
拉伸强度 /MPa	38	44	46	55
拉伸模量 /MPa	590	639	678	788
冲击强度 / kJ·m ⁻²	30	9.6	8.4	7.5
弯曲强度 /MPa	59	66	68	75
弯曲模量 /MPa	1 908	2 523	2 656	3 071
密度 /g·cm ³	1.037	1.082	1.091	1.114
洛氏硬度	96	98	101	102

由表 1 可知，随着玻纤含量的增加 ABS/SGF 复合材料的拉伸强度从 38 MPa 增大至 55 MPa，提高了 44.7%，拉伸模量从 590 MPa 增大至 788 MPa，拉伸强度与拉伸模量得到了显著的提高，这主要归因于玻璃纤维的使用对于 ABS 基体产生了显著的增强作用；在 ABS/SGF 复合材料中，玻璃纤维高强度与高模量的特点使得 ABS 基体中的玻璃纤维可以在拉伸过程中有效的承受外力，ABS 基体良好的流动性也有助于提高玻璃纤维之间的黏接还可以有效的传递应力，提升复合材料的性能。

在拉伸应变时，应力作用方向与玻璃纤维取向方向一致，玻璃纤维的应变量与 ABS 基体树脂的应变量是一致的，ABS 的模量远远低于玻璃纤维且容易发生

塑性屈服；当玻璃纤维与 ABS 应变量相同时，ABS/SGF 复合材料中玻璃纤维作为骨架材料会承受更多的外力，从而使得 ABS/SGF 复合材料可以承受更大的外力；随着玻璃纤维含量的进一步增加，单位体积内的玻璃纤维含量就越多，也就有更多的玻璃纤维可以去承受外力，ABS/SGF 复合材料也就呈现出更大的强度，宏观上也就表现为拉伸强度和拉伸模量的增大。同时，玻璃纤维是一种密度大于 ABS 塑料的材料，添加的玻璃纤维量越多，复合材料的密度也就越大，但随着玻璃纤维用量的增多，ABS/SGF 复合材料的冲击强度降低，这归因于玻璃纤维不容易发生断裂，当外力冲击时玻璃纤维弯曲形变而不是断裂，导致冲击产生的能量无法有效的分散，冲击强度因此降低；此外，冲击强度的降低还表明 ABS/SGF 复合材料的界面强度需要加强以及玻璃纤维和 ABS 的界面处存在一定的缺陷，外力经 ABS 基体传递至玻璃纤维的表面时，由于界面黏附力不佳以及缺陷的存在导致界面处基体材料发生断裂。

由表 1 可知，随着玻璃纤维含量的增多，ABS/SGF 复合材料的弯曲强度从 59 MPa 增大至 75 MPa；弯曲模量提升更为显著，弯曲模量从 1 098 MPa 增大至 3 071 MPa，增大了 179%；这也表明材料的刚性增大以及玻璃纤维的使用有效的提升了复合材料的性能。

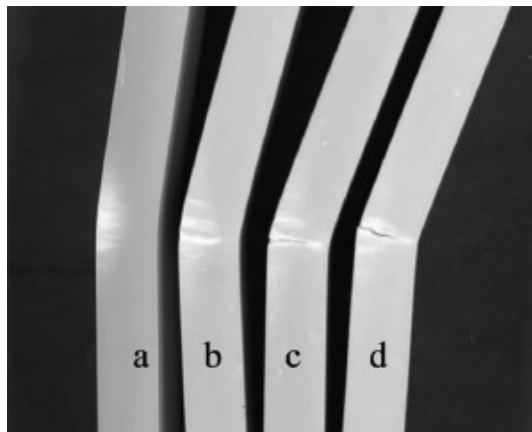


图 1 相同应变下试样破坏图

结合图 1 可知，自左至右玻璃纤维含量依次增大，相同应变下（应变量 10 mm），玻璃纤维含量越高，ABS/SGF 复合材料的裂纹深度与裂纹程度均增大，表明材料的刚性越强，这主要归因于 SGF 作为一种刚性补强填料有效的提高了 ABS 基体的刚性。如图 1(a) 所示，当不使用玻璃纤维时，ABS 基体材料韧性好，应变量为 10 mm 时，仅出现了应力发白的现象，在弯

曲处 ABS 基体因应力集中而出现塑性形变和取向；当玻璃纤维加入后，外力的作用方向垂直于玻璃纤维的取向方向，而且玻璃纤维作为一种大长径比的刚性填料阻挡了复合材料发生形变所产生的银纹的发展方向，基体中的玻璃纤维通过纤维的拔出与断裂两种方式消耗了作用于复合材料上的力，复合材料因此从韧性材料逐渐转变为一种刚性材料，同时也导致 ABS/SGF 复合材料洛氏硬度增大。

2.2 玻纤含量对 ABS/SGF 复合材料加工性能的影响

由图 2 可知，随着玻璃纤维含量的增多，ABS/SGF 复合材料的熔融指数明显降低，玻璃纤维是一种高长径比的填充补强材料，流动性远低于 ABS 树脂基体，因此玻璃纤维的加入会导致复合材料的熔融指数大幅降低，也意味着加工性能的降低。但添加玻璃纤维后，不同玻璃纤维含量的体系熔融指数仅略有降低，但总体相差不大。

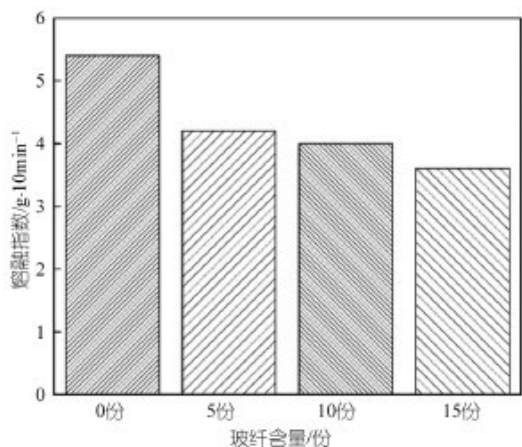


图 2 不同玻璃纤维含量下复合材料的熔融指数

由表 2 可知，随着玻璃纤维含量的提高，ABS/SGF 复合材料的收缩率降低，平行方向的收缩率远低于垂直方向，这主要是玻璃纤维在复合材料中起到了骨架作用导致，玻璃纤维的存在限制了冷却过程中 ABS 分子链的运动，因此随着玻璃纤维含量的增大，收缩率降低；此外，由于平行方向为注射方向，玻璃

纤维在此方向上取向，玻璃纤维是一种长径比大的刚性补强填料，在取向方向上支撑作用更强，收缩率也就更低。这说明玻璃纤维的使用能有效的降低制品的收缩率，有助于制品的成型加工。

表 2 不同 SGF 含量对收缩率的影响

玻纤含量 / 份	0	5	10	15
平行收缩率 / %	0.84	0.56	0.50	0.45
垂直收缩率 / %	0.86	0.61	0.55	0.47

3 结论

(1) SGF 的加入有效的提高了 ABS/SGF 复合材料的拉伸强度和弯曲强度，降低了复合材料的成型收缩率，但 SGF 也导致复合材料的熔融指数降低。

(2) SGF 的加入提升了复合材料的刚性，随着 SGF 含量的增多材料发生了韧—脆转变。

参考文献：

- [1] 危学兵, 邱昌州, 刘林祥, 等. 长玻纤增强 ABS 复合材料的动态力学性能 [J]. 塑料, 2014,43(03):97-99.
- [2] 张道海, 何敏, 郭建兵, 等. 长玻纤增强 ABS 复合材料的制备与性能 [J]. 现代塑料加工应用, 2014,26(02):21-23.
- [3] 郭建兵, 薛斌, 何敏, 等. 高强玻纤增强 ABS 复合材料的制备及性能 [J]. 高分子材料科学与工程, 2010,26(09):124-127.
- [4] 郭建兵, 谢婷, 薛斌, 等. ABS/SMA/GF 复合材料的制备及性能 [J]. 塑料, 2010,39(01):78-79+19.
- [5] Sohn K H, Kim M K, Lee S M, et al. Flame retarding PC/ABS resins having superior thermomechanical properties[J]. Fibers and Polymers, 2011,12:451-456.
- [6] 傅荣政, 王芳, 石正金. 玻纤增强本体法 ABS、乳液法 ABS 复合材料的制备及其性能 [J]. 工程塑料应用, 2008,36(10):26-28.
- [7] Zhang W, Wang L, Guo Z, et al. BLENDING ABS RESIN AND ITS EFFECT ON STRUCTURE AND PROPERTIES OF PC/ABS BLEND ALLOY[J]. ACTA POLYMERICA SINICA, 2013 (10):1 298-1 303.
- [8] 李光波. 悬浮拉挤法制备长玻纤增强 ABS 及 ABS/PVC 复合材料的研究 [D]. 东华大学, 2006.
- [9] 金敏善, 张文华, 陈光岩. 玻纤增强 ABS 复合材料的研究 [J]. 塑料科技, 2004, (05):1-4.
- [10] 刘明晖, 袁象恺, 余木火. 长玻纤增强 ABS 复合材料的性能研究 [J]. 化工新型材料, 2004,(01):23-25.

Effects of glass fiber content on the properties of ABS composites

Wang Chenyang, Xu Yueshuai*

(Qingdao Haier New Material R&D Co. LTD., Qingdao 266300, Shandong, China)

Key words: ABS resin; glass fiber reinforcement; brittle transition; composite material



Tyre giants expand their presence in India, driving the expansion of carbon black production capacity

摘编自“炭黑产业网”