

玻璃纤维增强 PC/PBT 共混体系力学性能的研究

朱亚峰

(广东技术师范学院天河学院,广州 510540)

摘要 采用增容剂对玻璃纤维(GF)增强聚碳酸酯(PC)/聚对苯二甲酸丁二酯(PBT)共混体系进行改性,研究了不同成分组成对 GF 增强 PC/PBT 材料力学性能的影响,并用扫描电子显微镜观察了不同共混体系的形态结构。结果表明,GF 可以提高共混体系的力学性能,当 GF 质量分数为 28% 时,共混体系的综合性能较好。

关键词 聚碳酸酯 聚对苯二甲酸丁二酯 玻璃纤维

聚对苯二甲酸丁二酯(PBT)工程塑料具有结晶速度快、易实现高速成型、耐候性、电性能佳等优点,但存在着缺口冲击强度低、高温下刚性差等缺点,从而限制了其实际应用^[1]。PBT 与许多树脂具有较好的相容性,因此共混就成为 PBT 改性的主要方法之一。以 PBT 为主要组分的 PBT/聚碳酸酯(PC)共混体系具有独特的应用性能,如高刚性、高抗冲击性、可焊接性及优良的涂装性能,关于该共混物的相容性已有一些研究报道^[2]。

玻璃纤维(GF)增强是热塑性聚合物作为工程塑料应用的一种重要途径。对于线膨胀系数较大的 PBT,其尺寸稳定性差、不耐热、易翘曲,力学性能不很突出,而经 GF 增强后,材料的耐热性、力学性能、尺寸稳定性能等得到了很大地改善,甚至可替代很多金属材料和其它材料,在工程领域中被广泛应用^[3]。

笔者考察了不同成分组成的 GF 增强 PC/PBT 材料的力学性能,研究 GF 在树脂基体中的分布状况及 GF 与树脂基体的粘接情况对宏观力学性能的影响。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PC: Makrolon 2605, 德国 K. D. 飞达臣有限公司;

PBT: Ultradur 4500, 美国 Basf 公司;

马来酸酐接枝聚乙烯(PE-g-MAH): 上海日之升新技术发展有限公司;

(乙烯/乙酸乙烯酯)共聚物(E/VAC): 美国杜邦公司;

增容剂 AX8900: 广州合成实业有限公司;

GF: 山东义和诚实业有限公司。

1.2 仪器及设备

鼓风烘箱: CS101 - 2EBN 型, 重庆万达仪器有

限公司;

同向双螺杆挤出机: TSE - 35A 型, 螺杆直径 35 mm, 长径比 40, 南京瑞亚高聚物装备有限公司;

四缸全液压注塑机: JPH80 型, 广东泓利机器有限公司;

电子万能试验机: GMAT4104 型, 深圳市新三思计量技术有限公司;

悬臂梁冲击试验机: POE2000 型, 美国 Instron 公司;

扫描电子显微镜(SEM): S - 510 型, 日本日立公司。

1.3 试样制备

(1) 制备混合粒料

将 PC/PBT 在 120℃ 的鼓风烘箱中干燥 24 h, GF 在 80℃ 的鼓风烘箱中干燥 8 h, E/VAC 在 50℃ 的鼓风烘箱中干燥 8 h, PE-g-MAH 在 80℃ 的鼓风烘箱中干燥 8 h, AX8900 在 60℃ 的鼓风烘箱中干燥 8 h, 再将上述几种材料分别以不同组成成分高速混合后送入同向双螺杆挤出机中, 并在一定条件下进行熔融共混挤出(通过控制 GF 加入股数和螺杆转速来确定材料中 GF 的含量)造粒。螺杆转速为 276 r/min(即主机频率为 23 Hz, 喂料频率为 8 Hz); 加热段 1 ~9 区温度分别为: 190、220、225、240、240、240、255、245、260℃, 机头温度 245℃。

(2) 注塑制样

将所得混合粒料在 120℃ 的鼓风烘箱中干燥 12 h, 然后在一定条件下注塑成标准试样。注塑时料筒前端温度为 255 ~270℃, 中端为 260 ~275℃, 后端为 250 ~260℃, 喷嘴温度为 250 ~260℃, 模具温度为 80℃, 保压 40 s, 冷却 12 s。经注塑制得的试样在室温下静置 24 h 后再进行力学性能测试。

1.4 性能测试

拉伸强度和断裂伸长率按 GB/T 1042 - 1992 测试;

弯曲强度按 GB/T 9341 - 2000 测试;

悬臂梁缺口冲击强度按 GB/T 1843 - 1996 测试;

将试样在液氮中冷冻后折断,经超声波清洗、真空镀金后,对试样脆断面进行 SEM 观察并拍照。

2 结果与讨论

2.1 不同成分组成对 GF 增强 PC/PBT 材料力学性能的影响

一般来说,随着 GF 含量的增加,聚合物材料的耐热性、拉伸强度和冲击强度都会大幅度地提高。但如果 GF 的含量过高,加工过程中 GF 间以及 GF 与树脂间的磨损加大,其长度减小,反而对材料的力学性能不利。除此之外,过高的 GF 含量会造成树脂流动性差,给成型加工带来困难,而且制品的表面粗糙,甚至还会引起树脂分子量的下降。本次试验采用 D 组配方(见表 1)为研究对象,即将多组分增容剂加入到 GF 增强 PC/PBT 体系中,期望能够在保证材料的强度、刚度和硬度的同时,改善 PC/PBT 两相界面的相容性,提高树脂基体与 GF 的界面粘结性。

表 1 A₁ 试样及 D 组试样配方

成分	试样编号				
	A ₁	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
PC/份	70	70	70	70	70
PBT/份	30	30	30	30	30
PE-g-MAH/份	0	10	10	0	0
(E/VAC)/%	0	0	0	2	2
GF/ %	0	30	29	31	28
AX8900/ %	0	0	0	1	1
滑石粉等/ %	0	0	5.15	0	5.15

图 1 示出不同成分组成对 GF 增强 PC/PBT 材料的拉伸强度、弯曲强度的影响。由图 1 可知,GF 的加入使 PC/PBT 共混体系的拉伸强度、弯曲强度

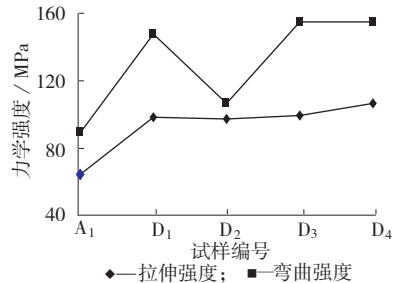


图 1 不同成分组成对 GF 增强 PC/PBT 材料的拉伸强度、弯曲强度的影响

均得到改善,弯曲强度相对提高了近 1 倍。根据目前普遍认同增强纤维对基体树脂结晶的影响是由于纤维表面的异相成核引起的观点,以及前人关于 PP 与 GF 界面结晶行为的研究,可以推测 PBT 与 GF 接触过程中,其结晶形态发生了变化,在 GF 表面形成横晶或串晶,结果导致截面层模量因界面上基体分子链或结晶的取向而得以加强,从而进一步加强了 GF 的有效增强率。

表 2 示出不同成分组成对 GF 增强 PC/PBT 材料的缺口冲击强度、断裂伸长率的影响。

表 2 不同成分组成对 GF 增强 PC/PBT 材料的缺口冲击强度、断裂伸长率的影响

项 目	试样编号				
	A ₁	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
缺口冲击强度 /kJ · m ⁻²	2.70	7.00	9.20	16.30	17.80
断裂伸长率 /%	14.17	1.21	2.39	2.14	2.48

由表 2 可以看出,增强体系的缺口冲击强度获得了极大地提高,当 GF 质量分数为 28% 时,共混物的缺口冲击强度比纯 PC/PBT 约提高 6.6 倍。这是因为缺口冲击强度除了与材料分子链的强度有关外,还与材料的分子链段运动将冲击能分散开的体积有关。相对于未增强体系,GF 起到了应力分散作用,在体系受到外力冲击时,分散于基体树脂中的 GF 便把冲击能散开在较大的体积内,使基体树脂产生银纹,能量被较大范围内的链段运动所吸收而转化为热能,裂纹不易扩展,材料难于发生断裂,从而使缺口冲击强度得以提高。根据上述讨论,可知 GF 与基体树脂间粘接性能的好坏对增强体系的力学性能,特别是对冲击性能是至关重要的。此外,GF 的加入使共混材料的强度、刚性增加的同时,体系的延伸性能下降,材料在受到拉伸作用时,未发生大的形变就断裂了。

由以上分析可知,D4 配方的综合力学性能最优。

2.2 不同成分组成对 GF 增强 PC/PBT 材料加工性能的影响

实验过程中,配方 D₁、D₂ 的挤出工艺过程出现不平稳状况,熔体塑化尚可,粘度高,有时出口膨胀成团,无法均匀拉条,粒料表面不够光滑。以配方 D₄ 的挤出造粒进程最为顺利,物料塑化完全,混炼均匀,流动性好,粒料表面光泽度好、颜色一致。而配方 D₃ 则介于两者之间。

从原料价格方面来讲,同等情况下(相同的总质量),配方 D₄ 的成本最低;从加工成本(见表 3)方

表 3 D₁、D₂、D₃、D₄ 4 种配方的挤出工艺参数的比较

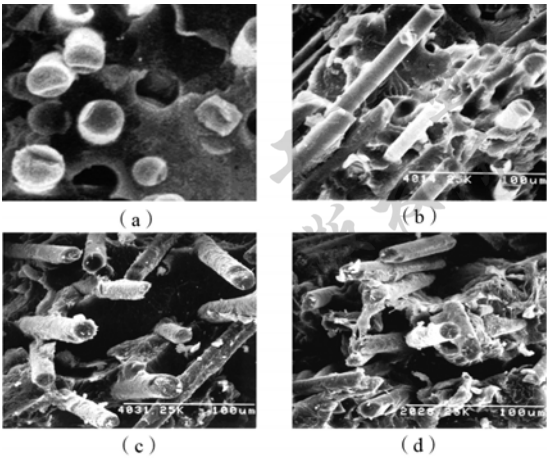
试样 编号	工艺参数					
	机筒最高 温度/℃	机头温度 /℃	物料温度 /℃	主机频 率/Hz	喂料频 率/Hz	主机电 流/A
D ₁	260	235	240	23	8.0	20.1
D ₂	260	235	240	23	8.0	30.0
D ₃	236	230	225	23	8.0	17.7
D ₄	250	245	220	23	8.0	19.6

面来讲, D₂ > D₁ > D₄ > D₃。

因此, 综合以上 4 种配方的力学性能、加工性能以及经济成本的分析, 以 D₄ 配方的综合性能最佳。

2.3 PC/PBT 共混体系的微观结构形态

图 2 是 GF 增强 PC/PBT 体系在不同成分组成时的 SEM 照片。从图 2a 可以看到, 未添加增容剂时, GF 表面比较光滑, GF 拔出后留下的孔洞洞壁也非常光滑, 并且 GF 在树脂中多以平行于端面的形式排列, GF 表面上的树脂附着物较少, 说明 GF 与基体树脂粘接性较差, 其结果会导致材料力学性能较差。



a—D₁ 试样; b—D₂ 试样; c—D₃ 试样; d—D₄ 试样

图 2 不同 GF 增强 PC/PBT 共混体系的 SEM 照片 (×500)

由图 2b ~图 2d 可以看出, PC 与 PBT 的相容性非常好, 断面起伏不平, 形貌较为复杂, 看不到明显的相界面, 并且 GF 表面粘附着许多树脂混合物。这是因为 E/VAC、PE-g-MAH 和 AX8900 等增容剂的加入改善了 PC/PBT 共混体系的相容性。其中, PE-g-MAH 的加入有利于消除 PC/PBT 共混物界面处的内应力, 避免在界面处产生微裂纹, 从而大幅度提高共混物的韧性; E/VAC 具有良好的吸收冲击能量性能及耐应力开裂和粘结性能, 可以改善 PC/PBT 共混体系相容性, 同时使得共混物具有良好的挤出、注射成型加工性能; AX8900 具有较高的反应活性, 与 PBT 有非常好的相容性和粘结性能, 因此

能够极大地提高材料的冲击性能, 此外, AX8900 在加工过程中有着完美的耐热性能和很好的力学性能。由前期实验^[4-5] 可得, 分别添加 10 份的 PE-g-MAH、2% 的 E/VAC、1% 的 AX8900, 共混体系的改性效果最佳。由图 2 还可以发现, D₄ 配方的断面形貌均匀程度要好于其它 3 种配方。这一结果与前面的力学分析是相吻合的。

2.4 与国外同类 PC/PBT 共混材料的力学性能对比

目前国内外大多数扶梯梯级都采用铸钢或铸铝材料制造, 近年来德国某公司在世界上采用 GF 增强的塑料材料制造梯级。这种材料具有强度高、质量轻、抗震好、防滑、阻燃等级达 UL 94 - V0 级、易清洁、节能、低磨损 (比铸铝梯级低 5 倍)、噪音低、具有多种颜色等优点。目前这种产品已进入我国市场。表 4 示出笔者所研制的 GF 增强 PC/PBT 材料与德国某公司同类材料 (F 配方) 的力学性能对比。由表 4 可以看出, 两种材料的力学性能比较接近, D₄ 配方材料在断裂伸长率和缺口冲击强度等性能方面都已超过该公司的材料。由此表明, 笔者研制的 D₄ 配方材料已初步具备较高的应用开发价值。

表 4 与德国某公司 GF 增强 PC/PBT 材料 (F 配方) 的力学性能对比

试样 编号	拉伸强度/ MPa	断裂伸长率/ %	缺口冲击强度/ kJ·m ⁻²	弯曲强度/ MPa
F	105.0	1.60	15.30	170.0
D ₄	106.6	2.48	17.80	155.8

3 结论

(1) GF 的加入使得 PC/PBT 共混体系的拉伸强度、弯曲强度以及缺口冲击强度均得到提高, 但断裂伸长率有所降低。

(2) 在加入 GF 后, 以 E/VAC、PE-g-MAH 和 AX8900 作为增容剂分别添加到共混物中所得到的 PC/PBT 合金中, 能极大地提高合金的机械力学性能, 同时使得共混物具有良好的挤出、注射成型加工性能, 从而具备较高的应用开发价值。

(3) 和德国某公司制造梯级用的 GF 增强 PC/PBT 材料相比, 笔者研制的 D₄ 配方材料在断裂伸长率和缺口冲击强度等性能方面都已超过该公司的材料。

参考文献

[1] 杨其, 郑一泉, 冯强, 等. PC/PBT 共混体系的研究进展[J]. 塑料科技, 2003(5): 58-61.
[2] 赵梓年, 沈惠玲, 张巧恩. 相容剂对 PBT/PC 共混体系性能的改进[J]. 现代塑料加工应用, 2001, 13(3): 13-15.

- [3] Wärmund D C, Paul D R. Polyester-polycarbonate blends. I. Poly (butylenes terephthalate) [J]. Appl Polym Sci, 1978, 22: 2155.
- [4] 朱亚峰, 李及珠. PE 接枝马来酸酐对 PC/PBT 共混体系性能

的影响[J]. 塑料科技, 2005(1): 13-15.

- [5] 朱亚峰, 李及珠. 乙烯-醋酸乙烯酯对 PC/PBT 共混体系性能的影响[J]. 工程塑料应用, 2005, 33(3): 13-15.

STUDY ON MECHANICAL PROPERTIES OF GLASS FIBER REINFORCED PC/PBT BLENDS

Zhu Yafeng

(Tianhe College of Guangdong Polytechnical Normal University, Guangzhou 510540, China)

ABSTRACT Glass fiber reinforced PC/PBT blends were modified by compatibilizers. The effects of different components on the mechanical properties of blends were studied, and the morphologies of different blending systems were observed by scanning electron microscopy. The result showed that the mechanical properties of blends could be increased by adding glass fiber. The blending system had better integrative performance when the mass ratio of glass fiber was 28%.

KEYWORDS PC, PBT, glass fiber

北欧化工评价塑料“水足迹”

北欧化工公司日前宣布, 已完成塑料材料的首个水足迹评估, 并将在斯德哥尔摩举行的 2009 年世界水周上对评估结果进行讨论。

水足迹是指生产过程中从生态系统或其他用途中消耗的水。北欧化工的分析已经考虑了生产过程中水的流动和损失以及最终重新返回到生态系统或其他用途的因素。

北欧化工公司表示, 调查结果证实了其最初的估计, 制造聚烯烃的直接水足迹在 1.2 ~6.5 L 淡水/kg 成品, 从原材料、能源起始的间接水足迹更多, 大概是直接水足迹的 3 倍。

北欧化工的水足迹分析工作于 2008 年 8 月启动。其后, 该公司与瑞典皇家科学院共同完成了对其主要客户德国 Uponor 公司 1 个 100 m² 套房的交联聚乙烯排水系统的测试。

“现在全球水资源紧缺, 水足迹已经成为更好地评估并减少对环境和社会影响的一个关键概念。”北欧化工公司的首席执行官马克·加勒特说, “了解公司的水足迹将使我们更好地掌握其对自身业务影响, 对当地影响的评估也将使我们以优先采取有关水资源管理的行动。水足迹将和碳足迹、能源足迹一起, 成为推动我们业务和产品可持续发展的核心指标。”

(中塑在线)

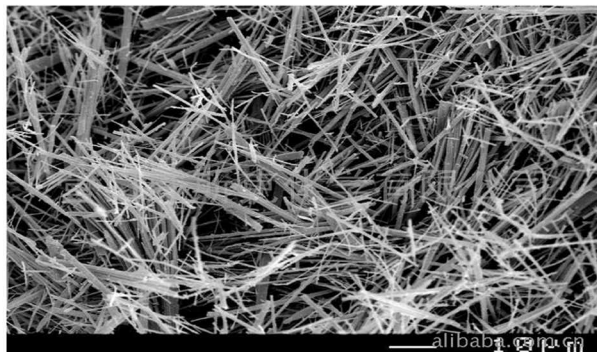


www.wskchem.com

晶须新材料：国际品质、轻质、高强、环保的镁盐晶须（短纤维）

我们提供具有国际品质的聚烯烃类塑料改性填充新材料——碱式硫酸镁晶须。适合 PP 增强、增刚、稳定尺寸、提高热稳定性。满足汽车专用的仪表板、内饰件等轻质、高强、降低壁厚、光洁美观的需求。满足 PP 制品形状复杂、尺寸小、壁厚薄需要增强要求。

放大 1000 倍的电镜照片



典型应用在汽车仪表板上的图片



营口威斯克化学有限公司

电话: 0417-2255013、3803038

联系人: 孙贵楠

地址: 中国营口市六三路韩家学坊

邮编: 115001

传真: 0417-3801048