

PPS/PA6 合金的研究

何志敏 张大伦 张文栓 李 杰 罗运军

(北京理工大学材料科学与工程学院, 北京 100081)

摘要 为了改善聚苯硫醚(PPS)的性能,降低应用成本,制备了一系列不同组成的 PPS/尼龙 6(PA6)合金,通过热失重分析,拉伸性能、冲击性能测试及扫描电子显微镜观察等研究了合金的热行为、力学性能及微观形态。结果表明,PPS/PA6 合金具有良好的耐热性能,PPS 和 PA6 有较好的相容性,PA6 的加入可以改善 PPS 的力学性能。

关键词 聚苯硫醚 尼龙 6 合金 热性能 力学性能 相容性

聚苯硫醚(PPS)是分子主链中含有 $[-\text{C}_6\text{H}_4-\text{S}-]_n$ 链节的热塑性特种工程塑料。PPS 具有优良的耐热、耐腐蚀、耐辐射性能;其本身具有阻燃自熄性,无需加入阻燃剂就可达 UL 94 V-0 级^[1],具有极好的粘合性能,吸湿性小,在高温高湿条件下仍保持优良的电绝缘性^[2]。PPS 还具有尺寸稳定性好、无毒及良好的加工成型性等优点,广泛应用于电子电气、机械、汽车、化工防腐、航空航天等领域^[3],被称为第六大工程塑料^[4],也是“八大”宇航材料之一,发展前景十分广阔。

PPS 虽具有一系列优良性能,但存在材料较脆、冲击性能较差、断裂伸长率较低、加工成型性较差、价格较昂贵等缺点。为了克服这些缺点,并使 PPS 具有新的功能性以扩大应用范围,需要对其改性。聚酰胺分子中重复出现的酰胺基团是一种极性基团,能形成牢固的氢键,使其具有优良的力学性能和热性能^[5],如良好的耐冲击性、耐磨性及自润滑性等。鉴于以上原因,笔者制备了 PPS/尼龙 6(PA6)合金并对其性能进行了研究。

1 实验部分

1.1 原料

PPS: PPS-hb, 四川华拓科技有限公司;

PA6: F223-D, 荷兰 DSM 公司。

1.2 仪器及设备

转矩流变仪: RM-200 型, 哈尔滨哈斯特科技公司;

注塑机: M20-55 型, 香港奥克兰公司;

万能试验机: WD4005 型, 中国科学院长春科新公司试验仪器研究所;

简支梁冲击试验机: HB-5 型, 长春材料试验机厂;

热分析仪: TGA2000 型, 美国杜邦公司;

扫描电子显微镜(SEM): S-3500N 型, 日本日

立公司。

1.3 试样制备

将原料烘干后按一定配比在流变仪上以 30 r/min 共混,以单丝形式挤出物料,在水槽中冷却后造粒。粒料在注塑机上注塑成所需试样。

1.4 热分析

在热分析仪上进行,升温速率为 10℃/min, N₂ 气氛,流速为 40 mL/min,试验样品质量为 5~10 mg,数据由热分析仪的计算机软件进行处理。

1.5 力学性能测试

拉伸强度和断裂伸长率在万能试验机上按 GB/T 1040-1992 测试,拉伸速率为 10 mm/min;冲击强度在简支梁冲击试验机上按 GB/T 1043-1993 测试。

1.6 SEM 观察

选用拉伸试样破坏断面,将表面喷金处理后在 SEM 下观察。

2 结果与讨论

2.1 热分析

图 1 是 PPS 及 PPS/PA6 合金的热失重(TG)曲线。由图 1 可以看出,虽然 PPS/PA6 合金的耐热性相对于 PPS 有所下降,但 PPS/PA6 合金仍然具有良好的耐热性能,PPS 起始分解(质量保持率 99%,下

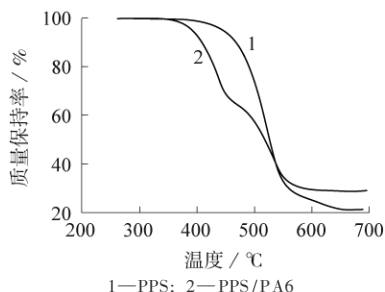


图 1 PPS 和 PPS/PA6 合金的 TG 曲线

同)温度为 395℃, PPS/PA6 合金为 358℃。

图 2 为 PPS 及 PPS/PA6 合金 (PA6 含量为 30%) 的微分热失重 (DTG) 曲线。由图 2 可知, 当温度达到 521.31℃ 时 PPS 的热失重速率达到最大, 此时的质量保持率是 54.46%。对于 PPS/PA6 合金, DTG 曲线有两个峰值, 温度为 437.70℃ 时 PPS/PA6 合金达到最大热失重速率, 此时质量保持率为 75.26%, 另一峰值温度为 526℃, 对应质量保持率为 45.00%。PPS/PA6 合金的 TG 曲线有明显的转折, DTG 曲线上对应有两个失重峰, PPS/PA6 合金表现为分两步降解。根据第一步降解的最大失重率与 PA6 含量 (30%) 相近, 并且 DTG 曲线上第二个失重峰的峰值温度 526℃ 与 PPS 最大热失重速率时的温度 521.31℃ 非常相近, 因此可以预测第一步主要是 PA6 降解, 第二步主要是 PPS 降解, 这说明二者只是部分相容, 并没有达到分子水平的相容。

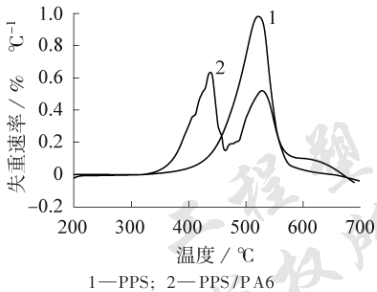


图 2 PPS 和 PPS/PA6 合金的 DTG 曲线

PPS 和 PPS/PA6 合金在失重率为 5%、40%、60% 时的温度及最大失重速率处温度见表 1。

表 1 PPS 和 PPS/PA6 合金失重率温度对照表

失重率 / %	温度 / °C	
	PPS	PPS/PA6
5	443	392
10	516	492
60	536	537
最大失重速率	521.31	437.70

2.2 力学性能

图 3 示出了 PPS/PA6 合金的拉伸强度与 PA6 含量的关系。从图 3 可以看出, PA6 的加入可提高

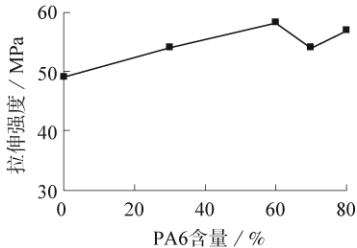


图 3 PPS/PA6 合金的拉伸强度与 PA6 含量关系

PPS 的拉伸强度, 各种配比合金的拉伸强度均比 PPS 的拉伸强度 (49.06 MPa) 有所提高, 而配方中 PA6 含量为 60% 时拉伸强度最大, 为 58.20 MPa。

不同配比合金的断裂伸长率列于表 2。由表 2 可知, PA6 的加入可明显提高 PPS 的断裂伸长率, 说明通过这种方法可以改善 PPS 的脆性, 提高它的韧性。

表 2 不同 PA6 含量的 PPS/PA6 合金的断裂伸长率

项目	PA6 含量 / %				
	0	30	60	70	80
断裂伸长率 / %	10.63	16.24	17.94	14.22	16.02

图 4 示出了 PPS/PA6 合金的冲击强度与 PA6 含量的关系。由图 4 可以看出, PA6 的加入可以明显提高 PPS 的冲击强度, 并且随着其含量的增加而增大。这是因为 PPS 与 PA6 的溶解度参数相近, 合金的相容性好, 加上 PA6 主链结构中有一—CH₂—, 分子链较为柔顺, 并且 PPS/PA6 合金分子间存在氢键, 共混后 PA6 对 PPS 起到增韧作用^[6,7]。PPS 的缺口和无缺口冲击强度分别为 7.80 kJ/m² 和 15.96 kJ/m²; PA6 含量为 30% 时, PPS/PA6 合金的缺口和无缺口冲击强度分别为 8.69 kJ/m² 和 17.12 kJ/m²; PA6 含量为 70% 时, 则分别为 9.37 kJ/m² 和 19.32 kJ/m²。

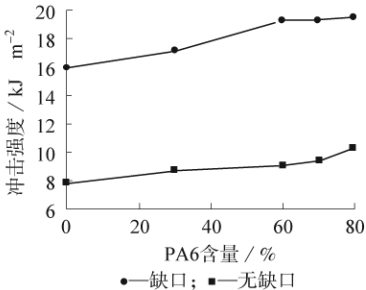
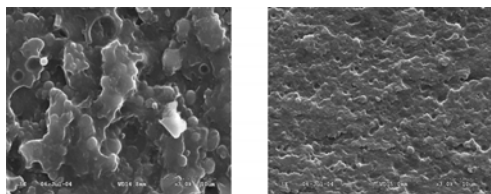


图 4 PPS/PA6 合金的冲击强度与 PA6 含量的关系

2.3 相形态观察

将 PPS/PA6 合金拉伸断裂试样断面喷金后在 SEM 上观察微观形态, 见图 5。当外力作用在试样上, 到达屈服点后, 会引起 PPS/PA6 合金链段沿受力方向取向, 尤其到试样取向极限状态, 也就是断裂时, 能够充分保留链段受力后的形态, 因此通过 SEM 观察可以得到 PPS/PA6 合金内部受力后的形态结构, 从而推断出 PPS/PA6 合金中两种聚合物的相容性。由图 5 可以看出, PPS 与 PA6 两相没有明显分离现象, 说明 PA6 和 PPS 有较好的相容性。对比不同配方的两个试样可见, PA6 含量为 60% 时相对于含量为 30% 时缺陷较明显, 可以看到有微小气

泡的存在, 这可能是因为 PA6 较易与水反应, 当 PA6 含量较高时, 在加工过程中与空气中水分反应造成的。



(a) (b)

a—PPS/PA6(4/6); b—PPS/PA6(7/3)

图5 PPS/PA6 合金拉伸断裂试样断面的 SEM 照片

3 结论

PA6 可以改善 PPS 的力学性能, 使 PPS/PA6

合金既具备 PA6 优良的力学性能, 又保留了 PPS 耐高温的优点, 是一种综合性能较优异的合金材料。

参考文献

- 1 张克惠. 塑料材料学. 西安: 西北工业大学出版社, 2000.
- 2 邓如生. 共混改性工程塑料. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- 3 李宏伟, 程淑英, 龚红. 聚苯硫醚. 化工技术经济, 1998, 16(3): 42
- 4 万涛. 聚苯硫醚的合成与应用. 弹性体, 2003, 13(1): 38
- 5 石安富, 龚云表. 工程塑料手册. 上海: 上海科学技术出版社, 2003.
- 6 佟伟, 杨杰, 龙盛如, 等. 聚苯硫醚共混合金的研究进展. 化学研究与应用, 2002, 14(6): 718
- 7 侯灿淑, 李继红, 余自力, 等. PPS/PA-66 共混物结构与性能的研究. 高分子材料科学与工程, 1998, 14(1): 75

STUDY ON PPS/PA6 ALLOYS

He Zhimin, Zhang Dalun, Zhang Wenshuan, Li Jie, Luo Yunjun

(Department of Materials Science and Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

ABSTRACT In order to improve the properties of PPS and reduce its cost, a series of PPS/PA6 alloys were prepared. The thermal and mechanical properties and micromorphology were investigated. The results indicated that the alloys had perfect thermal properties. The addition of PA6 in PPS brought about an improvement on the mechanical properties, and the morphological analysis showed that PPS and PA6 were well compatible.

KEYWORDS poly(phenylene sulfide), nylon6, alloy, thermal property, mechanical property, compatibility

环氧树脂反射发光管超亮节能

德国 Vishay 公司最近推出低电流表面贴装、基于超亮 AllnGap 技术的 LED(发光二极管)系列产品, 该新型发光管主要依赖充满透明环氧树脂的内部反射体, 适用于汽车、电信设备、办公设备、娱乐系统以及各种电池供电的设备作背景照明和指示灯。仅需 2 mA 的正向电流, 新 TLMx300x 系列中的超级红色、橙色和黄色 LED 就能为低功耗设备提供较高的亮度。器件内嵌于小型白色 EIA 和 ICE 标准封装中。封装包含一个内嵌于白色热塑性塑料的框架及一个充满透明环氧树脂的内部反射体。

(钟丽)

杜邦墙用无纺布高强透气

杜邦中国有限集团公司最近向中国市场推出一种商标为“特卫强”的建筑用无纺布, 不仅高强防水, 而且具有优异的透气防潮性能。

该无纺布的基材为聚丙烯, 加入增强纤维制作而成, 材质轻盈如纸, 但韧性、强度却很高, 主要用作建筑外墙、屋顶等的保护层。这些地方被认为是房屋结构中能量损失最多的地方, 其中六成的能量损失是由于风力形成的空气渗透所致。而通过使用这种无纺布, 可以减少穿过墙体的空气流动以减少热量损失和空调损耗, 达到节能效果, 并可使墙体、屋顶免受雨雪侵蚀, 寿命更长。

该无纺布最大的特点是具有独特的开放式孔道结构设计, 既能将水和外界强气流阻挡在外, 同时又能将室内湿气

排出室外, 防止潮气在墙体空穴及屋面凝结, 减少对建筑物的损害, 保持室内的干燥舒适。安装该材料的最佳时机是在护墙板之后、安装窗户和外墙板之前, 由于其只有薄薄一层, 安装十分方便, 市场反映良好。

(中化)

生物降解型 DVD 盘廉价环保

日本家用电器公司——先锋公司不久前开发成功一种生物降解型 DVD, 这种厚度为 1.2 mm、直径为 120 mm 的新型 DVD 碟片的问世, 有效解决了废弃光盘回收困难的问题。这种新型 DVD 以谷物淀粉为基础原料, 一旦投入大批量生产, DVD 盘的生产成本比现在以聚碳酸酯(PC)为原料制成的 DVD 成本会降低许多。据日本经济新闻报称, 先锋公司预计在未来 1~2 年内将这种 DVD 盘投入市场。

(庞晓华)

气泡防伪塑料标签在法问世

最近, 法国蒙托邦一家包装塑料设备公司发明并生产了一种难以仿造的气泡防伪塑料标签, 用于食品、电子产品、纺织品及手表等外包装。

据介绍, 这种气泡防伪塑料标签是直径 1~10 mm 的塑料圆片, 在冷却过程中, 会随机形成各种气泡图案。由于气泡图案相同的几率极小, 且图案和序号都记录在数据库里, 消费者购买商品时, 只需核查商品塑料标签中的气泡图案是否与数据库里记录的气泡图案一致, 就能辨别真伪。此外, 这种气泡防伪标签技术还可用在护照及钞票上。(童全生)