

增强耐磨 PA66 复合材料的研制及应用

张志军^{1,2} 戴文利² 刘爱学¹

(1. 株洲时代新材料科技股份有限公司, 株洲 412007; 2. 湘潭大学化学学院, 湘潭 411105)

摘要 以玻璃纤维(GF)作为增强体系,加入硅酮粉、增容剂和其它助剂制备了增强耐磨尼龙(PA)66 复合材料。探讨了增容剂、硅酮粉对复合材料性能的影响。结果表明,当 PA66 增强料、增容剂、硅酮粉质量比为 100∶6∶1 时,制备的复合材料具有较好的力学性能和耐磨性能。该增强耐磨 PA66 复合材料已广泛应用于织布梭的生产,性能满足行业标准要求。

关键词 硅酮粉 增容剂 PA66 力学性能 耐磨性能

尼龙(PA)66 是一种性能优良的工程塑料,具有较高的强度及优良的耐热性、耐腐蚀性、耐磨性和加工流动性等优点,在汽车、电子、电气设备、机械部件、交通器材等方面得到广泛的应用^[1]。而 PA66 作为结构性材料在纺织器材上的应用对其强度、耐磨性等方面提出了更高的要求,为此笔者以 PA66 为基体,选用玻璃纤维(GF)、自制的增容剂、硅酮粉等原料,研制了一种增强耐磨 PA66 复合材料,并探讨了增容剂、硅酮粉对复合材料性能的影响。

1 实验部分

1.1 原材料

PA66: 工业品, EPR27, 平顶山神马集团尼龙 66 盐厂;
GF: 工业级, 巨石集团;
硅酮粉: RM4-7051, 美国道康宁公司;
增容剂: 接枝率 0.9, 自制。

1.2 主要设备与仪器

高速混合机: SHR-10A 型, 张家港轻工机械厂;
双螺杆挤出机: 36 型, 江苏昆山科信塑机有限公司;
注塑机: T80 型, 无锡格兰塑机制造有限公司;
电子万能试验机: CMT-10000N 型, 深圳新三思材料检测有限公司;
摆锤式冲击试验机: XJJ-500 型, 承德试验机有限责任公司;
洛氏硬度计: HRSS-150 型, 上海精密仪器仪表有限公司;
热变形温度仪: XRW-300A 型, 承德试验检测仪器有限公司;
摩擦磨损试验机: MMU-2 型, 济南益华摩擦学测试技术公司;

金相显微镜: 201A-D 型, 上海光学仪器厂。

1.3 试样制备

将 PA66 在 120℃ 下热风干燥 8 h, 增容剂在 80℃ 下热风干燥 4 h, 然后将 PA66 与增容剂、硅酮粉和其它助剂按一定质量比经高速混合机混合后, 与 GF 通过双螺杆挤出机熔融挤出造粒, 造粒温度为 255~265℃, 螺杆转速为 300 r/min。所得粒料再经 120℃ 鼓风干燥 8 h, 在注塑机上注射成标准试样, 注射温度为 260~270℃。试样成型后在温度为 (23±2)℃、湿度为 (50±5)% 的环境中放置 (24±1) h 后备用。

1.4 性能测试

拉伸性能按 GB/T 1040-1992 测试;
弯曲性能按 GB/T 9341-1998 测试;
冲击性能按 GB/T 1043-2000 测试;
洛氏硬度按 GB/T 230.2/1.3-2002 测试;
热变形温度按 GB/T 1634-2004 测试;
摩擦因数按 GB/T 10006-1988 测试;

将加硅酮粉前后的 PA66 复合材料分别制成摩擦试样, 在摩擦磨损试验机上干磨 2 h 后, 取下试样在金相显微镜下观察摩擦面并拍照。

2 结果与讨论

2.1 硅酮粉对 PA66 复合材料性能的影响

据文献[2]报道, 在复合材料中加入 1 质量份(以下简称份)的硅酮粉时, 硅酮粉能较好地分散到体系中, 且能很好地改善润滑和耐磨性能。所以笔者将硅酮粉的用量确定为 1 份。表 1 为硅酮粉对 PA66 复合材料性能的影响。从表 1 可以看出, 加入 1 份的硅酮粉后, PA66 复合材料的拉伸强度、弯曲强度有较大提高, 冲击性能变化不大, 表面硬度与热

变形温度有一定提高, 摩擦因数略有降低。这是因为硅酮粉是一种刚性粒子, 粒径一般为 5 μm , 具有一定的耐磨性, 将硅酮粉加入到复合材料中可起到成核剂的作用, 在结晶过程中能形成许多细小的球晶, 并均匀地分布在复合材料中, 改善了复合材料的结晶状态, 使聚合物有了较细的纹理结构, 从而使得 PA66 复合材料的拉伸强度、弯曲强度、洛氏硬度、热变形温度得到提高, 摩擦因数降低, 耐磨性能提高。而一定量刚性粒子的加入对 PA66 复合材料冲击性能影响变化不大^[3]。

表 1 硅酮粉对 PA66 复合材料性能的影响		
性 能	硅酮粉用量 / 份	
	0	1
拉伸强度 / MPa	168.5	185
弯曲强度 / MPa	206	225
缺口冲击强度 / $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$	9.7	10.5
洛氏硬度 (HRR)	114	117
热变形温度 / $^{\circ}\text{C}$	242	248
摩擦因数	0.16	0.13

图 1 为两种试样摩擦面金相显微镜照片。从图 1a 可以看出, 试样磨损比较多, 磨痕宽。从图 1b 可以看出, 试样磨损比较少, 磨痕窄。说明加入硅酮粉后, 材料磨耗小, 复合材料耐磨性能提高。

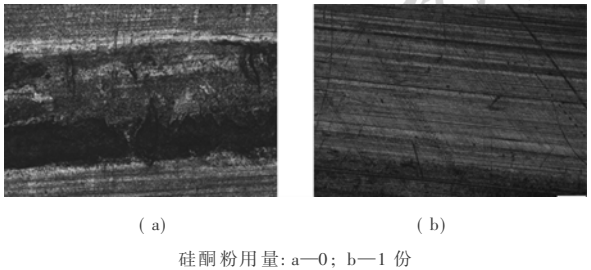


图 1 摩擦试验后试样摩擦面金相显微镜照片 (放大 50 倍)

2.2 增容剂用量对 PA66 复合材料性能的影响

对 PA66 进行耐磨和增强改性后, PA66 复合材料的冲击性能偏低, 在使用过程中显示脆性。笔者选用自制的增容剂对复合材料进行增韧, 其力学性能如图 2、图 3 所示。

从图 2、图 3 可以看出, 在一定范围内, PA66 复合材料的缺口冲击强度随着增容剂用量的增加而增大, 而拉伸强度、弯曲强度则随增容剂用量的增加而减小。当增容剂为 6 份时, PA66 复合材料的缺口冲击强度达到最大。随着增容剂用量的增加, 复合材料的缺口冲击强度略有减小。这是因为增容剂本身是一种接枝物, 其接枝后一端与基体中的 PA66 具有较好的相容性, 另一端与 GF 等其它组分相连, 改

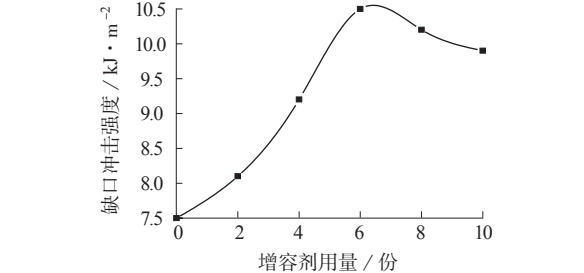


图 2 增容剂含量对 PA66 复合材料缺口冲击强度的影响

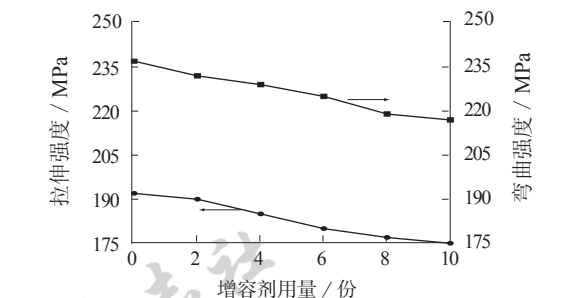


图 3 增容剂用量对 PA66 复合材料力学性能的影响

善了 PA66 和其它组分的相容性。但是, 当其含量过大时, 增容剂的分子链易在界面处相互缠结, 有自成一相的趋势。且其自身的接枝率并不很高, 热、力学性能低于 PA66 复合材料的性能, 因而, 过多的增容剂影响了复合材料的结构, 导致复合材料的缺口冲击强度下降。同时增韧剂又是一种弹性体, 在提高了复合材料韧性的同时, 降低了复合材料的刚性, 所以复合材料的拉伸强度、弯曲强度均降低^[4-5]。综合考虑 PA66 复合材料的性能及复合材料在纺织器材方面应用要求, 笔者确定增容剂的用量为 6 份, 即当 PA66 增强体系、增容剂、硅酮粉的质量比为 100:6:1 时, 可以得到力学性能和耐磨性能均比较好的增强耐磨 PA66 复合材料。

3 应用情况

增强耐磨 PA66 复合材料具有力学性能高和耐磨性能好, 在社会生产中具有良好的应用前景, 特别适合于在纺织行业使用。笔者研制的增强耐磨 PA66 复合材料的力学性能、摩擦性能等均能满足行业对增强 PA 校材料的要求。增强耐磨 PA66 复合材料性能与行业要求性能对比如表 2 所示。

项 目	行业要求性能	实测性能
拉伸强度 / MPa	≥ 150	185
弯曲强度 / MPa	≥ 190	225
缺口冲击强度 / $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$	≥ 8.0	10.5
摩擦因数	≤ 0.20	0.13

用该增强耐磨 PA66 复合材料生产的织布梭外

观图如图 4 所示。由于该产品具有较好的冲击性能和耐磨性能,已得到纺织行业的广泛认可。这种新型的 PA 梭在织布机上使用时,在换梭过程中基本没出现过断梭现象,连续使用 1 年后产品仍然完好无损,使用状况良好。该产品性价比高,已经在江西、江苏、山东等纺织器材厂批量生产。



图 4 用增强耐磨 PA66 复合材料制得的织布梭

4 结论

(1) 在 PA66 复合材料中加入 1 份的硅酮粉后,复合材料的力学性能和耐磨性能均有一定程度的提高。

(2) 一定范围内,PA66 复合材料的冲击韧性随

增容剂用量的增加而增加,而拉伸强度、弯曲强度随增容剂用量增加而降低。综合考虑复合材料的性能,当 PA66 增强料、增容剂、硅酮粉的质量比为 100:6:1 时,可以得到力学性能和耐磨性能均比较优良的增强耐磨 PA66 复合材料。

(3) 增强耐磨 PA66 复合材料已广泛应用于织布梭的生产,性能满足要求,使用状况良好。

参考文献

- [1] 邓如生. 工程塑料共混改性[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [2] 李杰,郑德. 塑料助剂与配方设计技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [3] 任民,陶国良. 增强耐磨尼龙 6 材料的研制[J]. 现代塑料加工应用, 1993, 5(6): 17-20.
- [4] 杨其,匡俊杰,赵亮,等. PA66 的增韧增强研究[J]. 塑料工业, 2005, 33(4): 18-20.
- [5] 石建江,陈宪宏,肖鹏,等. 新型尼龙织布梭的研制及应用[J]. 工程塑料应用, 2006, 34(7): 44-46.

MANUFACTURE AND APPLICATION OF REINFORCED AND WEARABLE NYLON 66

Zhang Zhijun^{1,2}, Dai Wenli², Liu Aixue¹

(1. Zhuzhou Times New Material Technology Co. Ltd., Zhuzhou 412001, China;

2. Chemistry Institute of Xiangtan University, Xiangtan 411105, China)

ABSTRACT With glass fiber as reinforcement and adding silicone powder, elasticizer and other assistant reagent, a kind of reinforced nylon(PA) 66 was prepared with hard wearing performance. The effect of the silicone powder and elasticizer on the properties of the composite was discussed. The results showed that when the dosage ratio of reinforced PA66, elasticizer, silicone powder was 100 6 1, the compound material had better mechanical and wearing performance. The reinforced and wearable PA 66 was widely used in the fields of textile equipment, and the performance satisfied the trade requirement.

KEYWORDS silicone powder, elasticizer, nylon 66, mechanical property, wearing performance

鞍山君利工程塑料有限公司

鞍山君利工程塑料有限公司是股份制企业,生产以工程塑料为主的改性材料。由教授级高级工程师、中国塑料加工工业协会专家委员会专家赵文聘负责生产技术。可为用户提供增强、增韧、复合、阻燃、环保阻燃、抗静电、耐磨、塑料合金类系列改性工程塑料。公司竭诚为用户“量身订做个性化需求的产品,为客户创造价值”。公司通过 ISO9001:2000 国际质量管理体系认证。公司宗旨:信誉第一;质量第一。

欢迎新老客户前来指导、合作!

- 改性品种: PA66、PA6、PP、PE、ABS、AS、HIPS、POM、PC、PC/ABS、PBT、PET、PVC 等系列改性塑料。
- 适用行业: 家电、汽车、机械、铁路、纺织、石油化工、煤矿、农业等。

经理: 徐长旭 13604228259, xuchangxu315@163.com

总工: 赵文聘 13804910274, zhaowenpin315@163.com

地址: 辽宁省鞍山市腾鳌镇黄县 邮编: 114225

电话: 0412-8935903 传真: 0412-8935803