

轴承保持架用玻纤增强尼龙 66 复合材料研制

李晓辉

(中平能化集团技术中心, 平顶山 467000)

摘要 通过试验考察了玻璃纤维(GF)含量对增强尼龙(PA)66复合材料性能的影响,用复合材料制成轴承保持架,并与德国巴斯夫轴承保持架的性能作了对比。结果发现,轴承保持架用PA66/GF复合材料与国外同类产品相比,质量稳定,拉伸强度、冲击强度等达到了国外同类产品的水平,能够满足轴承保持架市场的需要,可以替代同类进口产品。

关键词 玻璃纤维 尼龙 66 轴承保持架 双螺杆挤出机

轴承是保证机械设备运行的关键基础件,它直接决定设备的可靠性、使用效率及使用寿命。轴承保持架材料一般选取高强度黄铜、优质碳素钢、聚四氟乙烯、聚缩醛、聚甲醛、尼龙(PA)、聚苯硫醚、胶木(酚醛模塑料)等材料,具有成型性及综合性能优良的首选材料是PA。PA具有原料充足、成本低、自润滑性好、易加工等优势,成为塑料保持架最常用的材料。PA轴承保持架,相对其它保持架材料,具有质轻、噪音低、易注射成型、耐摩擦的优点,是目前替代铜、铁保持架的新一代产品。全世界每年生产轴承保持架有数亿件,每年需用塑料保持架专用料达到上万吨,目前国内市场的年用量超过2 000 t。国外生产的该类产品主要有德国巴斯夫的A3HG5[25%玻璃纤维(GF)],杜邦的70G25L,罗地亚的A216V30等;国内各大改性塑料厂相继推出国外产品的替代料,但大多存在耐热性、耐磨性、韧性差等缺陷。

PA66以其优良的力学、耐热、耐磨、自润滑、耐低温、阻燃等性能而被广泛应用于机械、电子、汽车、化工、纺织等领域。随着经济的增长及生活水平的提高,国内对PA66产品的需求正以15%的年均增长率持续增长,其用途也正不断拓展。

中平能化集团技术中心利用双螺杆挤出机共混造粒生产线,研制开发轴承保持架用GF增强PA66复合材料,替代进口产品,达到目前国内轴承生产企业专业化、规模化、低成本、高质量的要求,实现“以塑代钢、以塑代木”,为工程塑料的发展带来机遇。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PA66切片:自制;

热稳定剂:Z20,无机金属盐类,市售;

抗氧化剂:1098,市售;

润滑剂:F20,市售;

低粘PA、GF:市售。

1.2 仪器与设备

双螺杆挤出机:SHJ(N)-25型,南京信立塑料机械厂;

注塑机:HYF1000型,宁波海鹰塑料机械制造有限公司;

电子万能拉伸试验机:GT-AI-7000M型,高铁检测仪器有限公司;

冲击试验机:XJ-50Z型,承德试验机有限公司;

热变形维卡软化试验机:ZWK-6型,深圳市新三思材料检测有限公司;

水平垂直燃烧仪:CZF-3,南京上元分析仪器有限公司;

洛氏硬度计:XHR-150型,上海材料试验机厂;

熔体流动速率(MFR)仪:SRZ-400C型,长春智能仪器设备有限公司。

1.3 试样制备

将PA66粒子、各种改性剂按一定比例经高速混合机混合均匀,添加到双螺杆挤出机的进料仓,由进料仓经过计量系统控制下料量喂入双螺杆,GF通过双螺杆挤出机加入。混合料经过双螺杆挤出、水冷却、切粒后,再在注塑机上注塑成各种试样。工艺流程如图1所示。

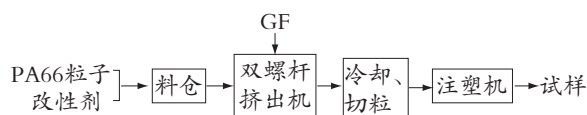


图1 试样制备流程图

双螺杆挤出机 1 区、2 区前段、2 区后段、3 区、4 区、5 区、机头区温度分别为 266、273、275、270、270、270、274℃。

1.4 性能测试

一组试样直接测试;另一组试样在 180℃ 高温下放置 200 h 后测试。

- 拉伸强度按照 ISO 527-2-1996 测试;
- 断裂伸长率按照 ISO 527-2-1996 测试;
- 冲击强度按照 ISO 179-1-2010 测试。

2 结果与讨论

2.1 GF 含量对 PA66/GF 复合材料性能的影响

(1) 力学性能

表 1 列出 GF 含量对 PA66/GF 复合材料拉伸性能的影响。由表 1 可以看出,随着 GF 含量的逐渐增加,复合材料的拉伸强度明显增加,材料的强度不断增加,当 GF 质量分数为 25.5% 时 PA66/GF 复合材料的拉伸强度达到最大,表明材料强度达到了最大值,PA66/GF 复合材料的断裂伸长率略有下降。复合材料的拉伸弹性模量增加幅度不大,GF 含量对复合材料的刚性影响较小。

表 1 GF 含量对 PA66/GF 复合材料拉伸性能的影响			
GF 质量分数 / %	拉伸强度 / MPa	拉伸弹性模量 / GPa	断裂伸长率 / %
24.8	151.4	5.0	4.6
25.2	154.2	5.0	4.7
25.4	155.7	5.1	4.8
25.5	158.2	5.4	4.3
25.6	157.4	5.3	4.5

表 2 为 GF 含量对 PA66/GF 复合材料冲击强度的影响。由表 2 可见,随着 GF 含量的增加,复合材料的简支梁和悬臂梁缺口冲击强度均有提高,当 GF 质量分数达到 25.5% 时,缺口冲击强度达到最大值,GF 含量继续增加,冲击强度基本保持不变。随着 GF 含量的增加,复合材料对缺口的敏感性逐渐降低,当 GF 含量达到一定值时,材料对缺口的敏感性保持基本稳定。GF 质量分数为 25.5% 时,PA66/GF 复合材料的韧性最佳,这和表 1 所得的试验结果是一致的。

表 2 GF 含量对 PA66/GF 复合材料冲击强度的影响			
GF 质量分数 / %	简支梁缺口冲击强度 / kJ · m ⁻²	简支梁冲击强度 / kJ · m ⁻²	悬臂梁缺口冲击强度 / kJ · m ⁻²
24.8	14.8	67.1	11.8
25.2	16.2	73.4	11.8
25.4	16.8	75.5	12.0
25.5	17.0	76.0	12.8
25.6	16.5	75.3	12.4

(2) 耐热性

表 3、表 4 分别是在 180℃ 下放置 200 h 后的不同 GF 含量的 PA66/GF 复合材料拉伸性能和冲击性能。由表 3 可以看出,随着 GF 含量的增加,PA66/GF 复合材料的拉伸强度明显提高,当 GF 质量分数为 25.5% 时复合材料的拉伸强度达到最大值,表明当 GF 质量分数为 25.5% 时复合材料的韧性最好,这同复合材料未受热前的试验结果是一致的,无论复合材料在常温还是在高温下,当 GF 的质量分数为 25.5% 时复合材料的强度最佳。

表 3 180℃ 高温下放置 200 h 后不同 GF 含量的 PA66/GF 复合材料的拉伸性能			
GF 质量分数 / %	拉伸强度 / MPa	拉伸弹性模量 / GPa	断裂伸长率 / %
24.8	146.9	4.7	4.1
25.2	150.8	4.8	4.3
25.4	151.4	4.77	4.5
25.5	154.6	4.9	3.9
25.6	153.2	4.83	4.2

表 4 180℃ 高温下放置 200 h 后不同 GF 含量的 PA66/GF 复合材料的冲击性能			
GF 质量分数 / %	简支梁缺口冲击强度 / kJ · m ⁻²	简支梁冲击强度 / kJ · m ⁻²	悬臂梁缺口冲击强度 / kJ · m ⁻²
24.8	17.7	31.4	14.5
25.2	19.0	33.7	14.3
25.4	19.6	34.8	15.2
25.5	20.0	35.7	15.3
25.6	19.9	35.4	14.9

由表 4 可以看出,PA66/GF 复合材料的简支梁和悬臂梁缺口冲击强度都随着 GF 含量的增加而增加,当 GF 质量分数为 25.5% 时缺口冲击强度均达到最大值。表明随着 GF 含量的增加复合材料对缺口的敏感性逐渐降低,当 GF 的质量分数为 25.5% 时材料对缺口的敏感性最低;简支梁冲击强度随着 GF 含量的增加而增大,当 GF 质量分数为 25.5% 时冲击强度达到最大值。表明当 GF 质量分数为 25.5% 时复合材料的韧性最佳,这与常温下的试验结果是一致的,无论在常温还是在高温环境下,当 GF 的质量分数为 25.5% 时复合材料的韧性最佳。

图 2、图 3 分别为常温、180℃ 下放置 200 h PA66/GF 复合材料的拉伸强度和简支梁冲击强度曲线。由图 2 可以看出,复合材料在高温下放置 200 h 后拉伸强度明显低于常温下的拉伸强度,表明复合材料在高温下强度变差;图 3 曲线也说明了这一点。

图 4、图 5 分别为常温、180℃ 下放置 200 h 复合

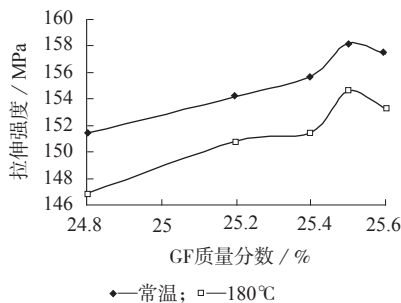


图2 常温、180℃下放置 200 h PA66/GF 复合材料的拉伸强度

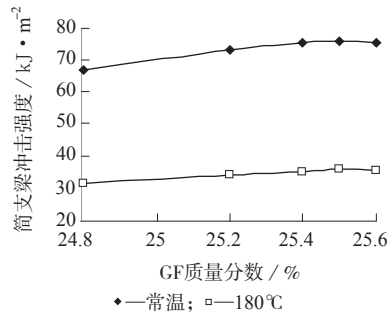


图3 常温、180℃下放置 200 h PA66/GF 复合材料的简支梁冲击强度

材料简支梁缺口冲击强度和悬臂梁缺口冲击强度曲线。由图4可以看出,复合材料在高温下放置 200 h 后其冲击强度有所升高,表明复合材料在高温下对缺口的敏感性降低。由图5可见,悬臂梁缺口冲击强度变化曲线的结果和简支梁缺口冲击强度试验结果是一致的。

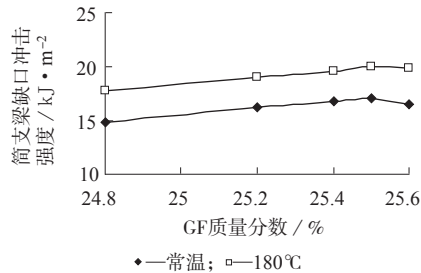


图4 常温、180℃下放置 200 h PA66/GF 复合材料的简支梁缺口冲击强度

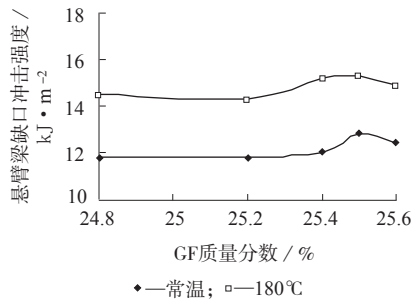


图5 常温、180℃下放置 200 h PA66/GF 复合材料的悬臂梁缺口冲击强度

轴承在使用过程中由于摩擦而产生热量,因此轴承的使用环境温度通常高于常温,因此,对于整个轴承来说,随着使用时间的增长,韧性降低幅度不大。由结果可知,PA66/GF 复合材料在高温下对缺口的敏感性降低,即轴承在实际使用当中,其韧性会比常温高。

2.2 与国外同类产品性能对比

采用同样的试验方法对德国巴斯夫公司的轴承保持架专用料 A3HG5 进行性能检测,其性能如表5所示。

由表5可见,笔者开发的轴承保持架 PA66/GF 复合材料达到或超过国外同类产品水平。

表5 巴斯夫公司与本公司 PA66/GF 复合材料的力学性能比较

项 目	本公司	巴斯夫公司
GF 质量分数 / %	25.5	25 ±1
拉伸强度 / MPa	158.2	157 ±4
断裂伸长率 / %	4.3	4.5 ±1.5
简支梁缺口冲击强度 / kJ · m ⁻²	17.0	11 ±2
简支梁冲击强度 / kJ · m ⁻²	76.0	61 ±5

3 结论

经过工艺配方、工艺参数的调整,开发的轴承保持架 PA66/GF 复合材料的各项性能与国外同类产品相比,质量稳定,拉伸强度、冲击强度、耐热性能等达到或超过了国外同类产品的水平,能够满足轴承保持架市场的需要,可以替代同类进口产品。

STUDY OF GLASS FIBER REINFORCED NYLON 66 COMPOSITES USED FOR BEARING CAGE

Li Xiaohui

(Technology Center of Zhongping Energy Chemical Group, Pingdingshan 467000, China)

ABSTRACT The effect of glass fiber content on properties of glass fiber reinforced nylon 66 composite was studied. The composite was used to manufacture bearing cage and it's properties were compared with that of bearing cage material of BASF. The results showed that compared with foreign similar products, the quality of glass fiber reinforced nylon 66 used for bearing cage was stable, it's tensile properties and impact strength reached or exceeded the level of foreign similar products, and the product could meet require of market and replace the same kinds of imported products.

KEYWORDS glass fiber, nylon 66, bearing cage, double screw extruder