

用硅烷偶联剂改性芳纶及高强聚乙烯纤维研究

孟 碧, 谢光银

(西安工程大学, 陕西 西安 710048)

摘要:采用硅烷偶联剂对芳纶和高强聚乙烯纤维表面进行改性处理,测试了纤维改性前后单丝断裂强度、纤维表面微观形貌和浸润性的变化,并对其结果进行了分析。

关键词:硅烷偶联剂;芳纶;高强聚乙烯;改性处理

中图分类号:TS102.5

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2015)07-0017-02

随着科学技术的发展,碳纤维、芳纶及高强聚乙烯纤维3种高性能纤维也随之发展,由于这3种纤维具有高强、高模、抗冲击、耐腐蚀等优良性能,其增强的复合材料被广泛应用于船舶、汽车、航空航天、国防兵器等各个领域^[1]。芳纶表面光滑呈惰性,与基体之间的粘结强度较低,导致其与基体之间形成界面缺陷,影响了复合材料的性能^[2]。而高强聚乙烯纤维(UHMWPE),由于分子链中不含极性基团,使UHMWPE纤维表面呈惰性,与基体间界面粘结性能也较差,影响了其在复合材料领域的应用。因此,必须对芳纶和UHMWPE纤维进行表面改性。

目前对芳纶和UHMWPE纤维的表面处理已有很多方法^[3]。如等离子体处理、表面氧化和刻蚀、辐射接枝处理等,这些方法均存在较多的不足之处。鉴于偶联剂改性法在玻璃纤维表面改性中的成功应用,确定用其对芳纶纤维和UHMWPE纤维表面进行改性处理,以期取得较好的处理效果。

本文采用化学方法中的硅烷偶联剂对芳纶和高强聚乙烯进行了表面改性,通过单纤维断裂强力、扫描电镜、接触角测试等对改性前后纤维的性能进行了分析。

1 试验部分

1.1 材料和仪器

实验材料:芳纶长丝(167 tex)、高强聚乙烯长丝(167 tex、89 tex)、丙酮、蒸馏水、KH-550偶联剂、无水乙醇。

实验仪器与设备:烧杯、玻璃棒、保鲜膜、电热恒温鼓风干燥箱、KQ3200E超声波清洗器、场发射扫描电镜(SEM)、全自动单一纤维接触角测量仪、YG(B)006

型电子单纤维强力机。

1.2 纤维清洗

将芳纶和高强聚乙烯纤维浸入质量分数为50%的丙酮溶液中,用保鲜膜包裹在烧杯口,超声清洗2h后用蒸馏水对其进行反复清洗。清洗完成后,放入80℃的电热恒温鼓风干燥箱中烘干4h,以备改性使用。

1.3 表面改性

将清洗过的芳纶长丝、高强聚乙烯长丝分别完全浸入在质量分数为5%的KH-550偶联剂酒精溶液^[4]的两个烧杯中,并用保鲜膜包裹在烧杯口,再用皮筋环套在上面,超声分散5h。每隔20min拧一下超声清洗器的旋钮,并且振荡烧杯,使芳纶长丝、高强聚乙烯长丝充分和溶液接触。取出后用蒸馏水反复清洗,放入干燥箱中烘干。

2 结果和分析

2.1 单纤维断裂强力

在YG(B)006型电子单纤维强力机上测试改性前后单纤维强力的变化,夹持长度为10mm,拉伸速率为10mm/min,测试结果见表1。

实验结果表明,经过硅烷偶联剂处理后,芳纶、高强聚乙烯纤维改性前后断裂强力有变化,但是总体变化不大。由此可以说明采用硅烷偶联剂对这两种纤维进行改性,并未损伤纤维本身,对复合材料的力学性能影响很小。

2.2 纤维表面形态

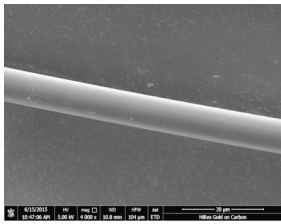
扫描电镜SEM测试的芳纶、高强聚乙烯纤维改性前后表面形态如图1所示。

通过观察实验图片,可以发现预处理后的纤维表面十分光滑,说明清洗之后去除了长丝表面覆着的油迹。经过硅烷偶联剂处理后的纤维表面发生了变化,芳纶表面变得粗糙而且附着一些物质,而高强聚乙烯

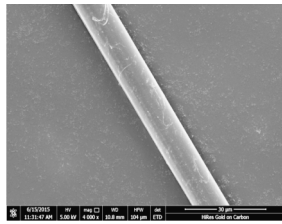
纤维^[5]表面沟槽明显变多并且附着一些物质。

表 1 芳纶、高强聚乙烯改性前后单纤断裂强力

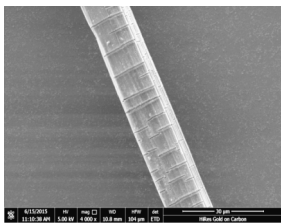
纤维种类及处理条件	规格 /tex	断裂强力 /cN	断裂强度 /cN·dtex ⁻¹	断裂伸长率 /%
芳纶纤维预处理	167	33.8	20.24	3.53
芳纶纤维改性处理	167	33.0	19.76	3.81
高强聚乙烯预处理	167	63.1	27.26	5.09
高强聚乙烯改性处理	167	60.6	26.18	5.66
高强聚乙烯预处理	89	59.1	26.22	5.21
高强聚乙烯改性处理	89	57.8	25.64	5.54



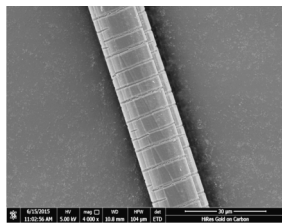
(a) 芳纶纤维预处理表面



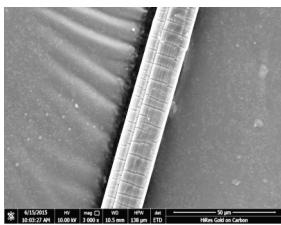
(b) 芳纶纤维改性后表面



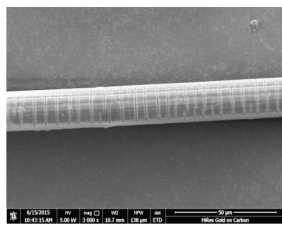
(c) 167 tex 高强聚乙烯纤维预处理表面



(d) 167 tex 高强聚乙烯纤维改性后表面



(e) 89 tex 高强聚乙烯纤维预处理表面



(f) 89 tex 高强聚乙烯纤维改性后表面

图 1 芳纶、高强聚乙烯纤维改性前后扫描电镜图

2.3 表面浸润性

采用全自动单一纤维接触角测量仪,选用去离子水作为探测液体,应用座滴法测试芳纶纤维和高强聚乙烯改性前后的接触角。

实验在恒温恒湿室进行,采用夹具将单纤维在张力作用下平齐展开,将去离子水滴到纤维上,并用 SCA20 软件实时记录液体与纤维平面所形成的接触角。经过改性处理前后接触角的平均值见表 2。

由表 2 可知,经表面改性处理后的芳纶长丝和高强聚乙烯的接触角都有所减小,这主要是由于纤维表面偶联剂中含有极性基团,这些基团与水产生亲和作用,从而使得水滴与纤维表面的接触角变小,这就有利于纤维与基体的结合,改善了界面性能。

表 2 芳纶、高强聚乙烯改性前后接触角平均值

纤维种类及处理条件	接触角/(°)
芳纶纤维预处理	55.3
芳纶纤维改性处理	54.5
高强聚乙烯预处理	64
高强聚乙烯改性处理	61.3

3 结论

(1)芳纶长丝和高强聚乙烯长丝经过丙酮预处理后,表面比较光滑,这是由于去除了纤维表面覆着的油剂。同时,经过对比硅烷偶联剂处理前后的纤维强力的变化,说明改性对纤维的力学性能影响不大。

(2)经过硅烷偶联剂处理后的纤维表面发生了变化,芳纶表面变得粗糙而且附着一些物质,高强聚乙烯纤维表面沟槽明显变多并且附着一些物质。

(3)通过采用硅烷偶联剂改性纤维,对比改性前后 2 种纤维的接触角,可以得出,硅烷偶联剂对于改性纤维表面性能有一定的作用。

参考文献:

- [1] 孔令美,郑威,齐燕燕,等.3 种高性能纤维材料的研究进展[J].合成纤维,2013,42(5):27-31.
- [2] 王海霞,谢光银,陈前维.芳纶的表面处理方法[J].产业用纺织品,2012,(4):32-34.
- [3] 陈自力,赵祥臻,于俊荣,等.超高分子质量聚乙烯纤维的光敏交联改性[J].合成纤维工业,1997,20(6):22-24.
- [4] 李斌,杜华太,张红民,等.芳纶与橡胶界面粘合技术的研究进展[J].橡胶工业,2012,59(12):757-761.
- [5] 张一,于俊荣,黄献聪,等.偶联剂改性 UHMWPE 纤维表面性能的研究[J].合成纤维工业,2009,32(1):1-3.

Study of Kevlar and High-strength Polyethylene Fiber Modified by Silane Coupling Agent

MENG Bi, XIE Guang-yin

(Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: The surface of Kevlar and high strength polyethylene fiber was modified by Silane coupling agent. The filament breaking strength, fiber surface morphology and wettability were tested and analyzed.

Key words: silane coupling agent; Kevlar; high strength polyethylene; modification