

一种混合织物增强复合材料的性能

谭 珏 孙宝岗 谭朝元 方 洲 邓火英

(航天材料及工艺研究所,北京 100076)

文 摘 使用碳纤维平纹布、玻璃纤维平纹布/环氧树脂预浸料制备了一种混合织物增强复合材料,并对其拉伸、弯曲、层间剪切性能以及导电性能进行了测试表征。结果表明,在 $-50\sim 200^{\circ}\text{C}$,制备的混合织物增强复合材料的拉伸、弯曲强度相对纯玻璃纤维布增强复合材料下降,拉伸、弯曲模量均提高,两种复合材料的层剪强度保持不变;此外,碳纤维布预浸料的加入,降低了复合材料的密度,增加了导电性能,拓宽了玻璃布增强复合材料的应用范围。

关键词 混合织物增强,复合材料,力学性能

中图分类号:TB33

DOI:10.3969/j.issn.1007-2330.2016.04.007

Properties of A Mixed Fabrics Reinforced Composite

TAN Jue SUN Baogang TAN Zhaoyuan FANG Zhou DENG Huoying

(Aerospace Research Institute of Materials & Processing Technology, Beijing 100076)

Abstract A new type of mixed fabrics reinforced composite was made, using carbon and glass plain cloth/epoxy prepregs. The tensile, bending, shear mechanical properties and conductive property are tested. The results show that the mixed fabric enhanced composite has lower tensile and bending strength than the composite which was reinforced by the pure glass fabric, but the modules are higher, in -50 to 200°C . The shear test shows that both composites have the same interlaminar shear strength. Besides, adding the carbon fiber results is decrease in the composite density and but increase in property, and broaden the application of the glass fabric enhanced composites.

Key words Mixed fabric, Composite, Mechanical property

0 引言

玻璃纤维增强复合材料比强度高,并且具有减震性、抗疲劳性、耐化学品腐蚀性、抗弹性、降噪性能、价格低廉等特点,在航空航天领域已经得到了广泛的应用^[1-3]。但是随着航空航天技术的迅速发展,对玻璃纤维增强复合材料的要求更加苛刻,如低密度、抗静电等^[4-6]。本文将玻璃纤维与碳纤维平纹布预浸料,按照碳布-玻璃布-碳布的顺序铺层,制备成碳布、玻璃布混合织物增强的复合材料,并研究其综合力学性能和抗静电性能。

1 实验

1.1 原材料

玻璃纤维平纹布预浸料(SW280F-90a),碳纤维平纹布预浸料(MT300-3K),自制。

1.2 复合材料的制备

原材料性能参数如表1所示。

表1 原材料

Tab.1 Raw material performance

原材料	预浸料树脂含量/wt%	预浸料单层厚度/mm
玻璃布	30~36	0.25~0.28
碳布	31~36	0.30~0.35

将玻璃布、碳布预浸料在平板模具上铺层,铺层顺序见表2。再将铺好的实验件进行包覆,然后放置在热压罐中固化后待用。

表2 原材料

Tab.2 Layer sequence of the composite

试样	铺层顺序
玻璃布增强复合材料	9层玻璃布
混合织物增强复合材料	1层碳布/7层玻璃布/1层碳布

收稿日期:2016-04-27

作者简介:谭珏,1986年出生,硕士,工程师,主要从事结构功能一体化复合材料的研究工作。E-mail:tangjue28@sohu.com

1.3 性能表征

测试环境温度(25±2)℃,按照 GB/T1448—2005 测试密度;按照 GB/T1447—2005 测试拉伸强度、模量;按照 GB/T1449—2005 测试弯曲强度和模量;按照 GB/T1450.1—2005 测试层间剪切强度;对制备的复合材料进行导电性能测试。利用微机控制电子万能试验机检测拉伸、弯曲、剪切性能,利用万用表测试复合材料导电性能。

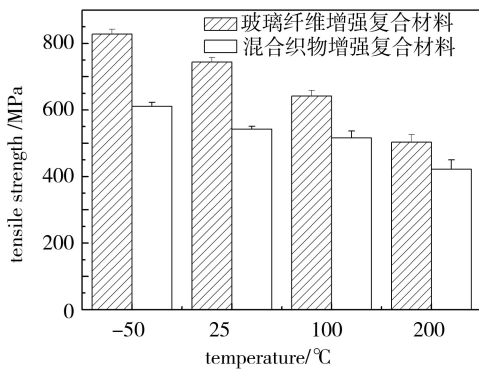
2 结果与分析

2.1 力学性能

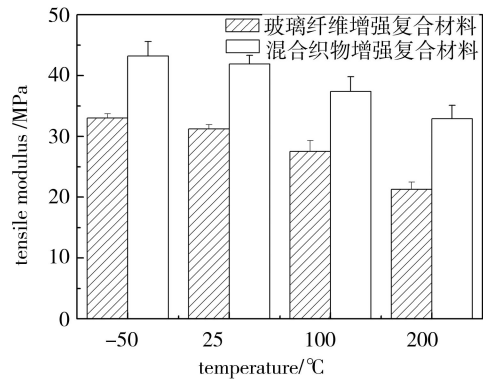
2.1.1 拉伸性能

图 1 为玻璃布增强与混合织物增强复合材料的拉伸性能柱状图,可以看出,在树脂基体的玻璃化转变温度(230℃)以下,由玻璃布增强的复合材料在不同温度下的拉伸强度均高于混合织物增强的复合材料,而其拉伸模量均小于混合织物增强的复合材料。在 200℃时,混合织物增强的复合材料的拉伸强度保

持率为 78%,玻璃布增强的复合材料的拉伸强度保持率为 68%。由于本文选用的玻璃布为高强玻璃布,其拉伸强度略大于选用的碳纤维(MT300-3K),模量小于碳纤维,故增加两层碳纤维布的复合材料的拉伸模量要大于玻璃布增强的复合材料。高模量碳纤维布的加入,增加了材料的整体模量,如图 1(b)所示,提高了材料的抗变形能力。图 2 为试样拉断后的宏观形貌照片,可以看出,增加了碳纤维织物后,复合材料在断裂过程中发生了分层断裂——内外层碳布与中间玻璃纤维分层,这是因为碳纤维织物模量大于玻璃纤维织物。在拉伸初始阶段,由于混合纤维织物增强的复合材料内外两层碳布有着较高的弹性模量,其在受应力作用时阻止内层玻璃布同步变形,因而使得混合织物增强复合材料有着较大拉伸模量,随着应力载荷的增大,由于内外层碳布断裂伸长率小先发生破坏,内层玻璃布断裂伸长率大后发生断裂,故发生依次断裂的现象,如图 2(b)所示。



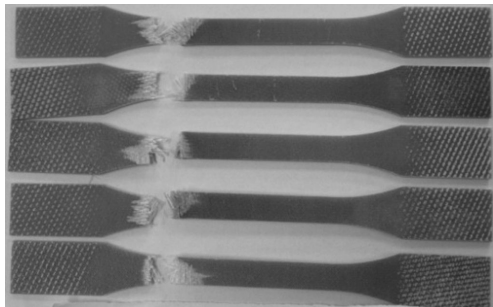
(a) 拉伸强度



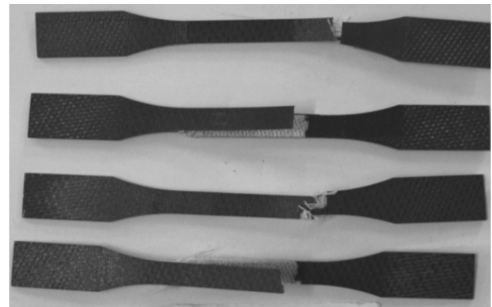
(b) 拉伸模量

图 1 玻璃布增强与混合织物增强复合材料的拉伸性能柱状图

Fig.1 Curves indicating tensile property of two composites at different temperature



(a) 玻璃布增强



(b) 混合织物增强

图 2 试样拉断后的宏观形貌

Fig.2 Macrographs of tensile specimen after break

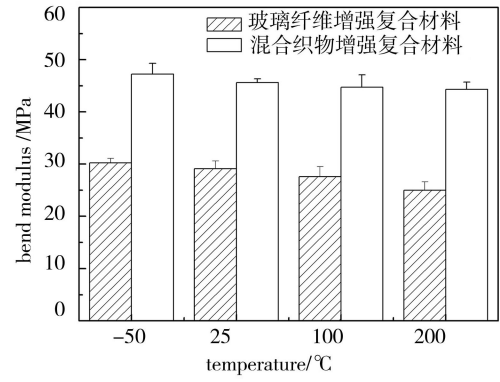
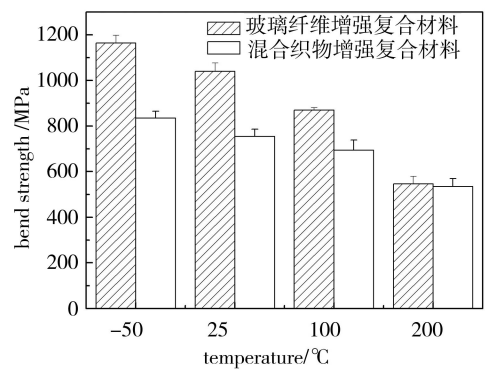
2.1.2 弯曲性能

从图 3 可以看出,制备的混合织物增强复合材料的弯曲强度均小于玻璃纤维织物增强的复合材料,在 200℃时混合织物增强复合材料的弯曲强度保持率为

67%,高于玻璃布增强复合材料。两种复合材料的弯曲模量随着温度的升高变化不大,由混合织物增强的复合材料弯曲模量在不同温度下均远高于玻璃布增强复合材料。在树脂基体相同的条件下,增加了内外

两层模量较大的碳纤维织物后,混合织物增强复合材料的弯曲模量均高于玻璃纤维织物,但由于碳纤维织

物的增加使得整体复合材料的延展性下降,其弯曲强度减小。



(a) 弯曲强度

(b) 弯曲模量

图3 两种复合材料的力学性能

Fig.3 Curves indicating bending property of composites with different fibers at different temperature

2.1.3 剪切性能

表3为两种复合材料在室温下的层剪强度,从表3可以看出,两种复合材料层间剪切性能相当,这说明碳纤维的加入对复合材料的剪切性能影响不大。在使用这种相同树脂基体的条件下,树脂基体对碳纤维与玻璃纤维的润湿性相当,故以碳布替代部分玻璃布作为增强相时,制备的复合材料的层间剪切性能变化不大,这说明碳布与树脂基体的界面结合能和玻璃布与树脂基体界面结合能力相当。

表3 两种复合材料的层间剪切强度

Tab.3 Shear strength of two composites

试样	剪切强度/MPa(RT)
玻璃布增强复合材料	78.4
混合织物增强复合材料	77.2

2.2 密度和导电性能

表4为两种复合材料的密度和表面电阻,从表4可以看出,制备的混合织物增强的复合材料密度小于玻璃布增强的复合材料。玻璃布增强的复合材料的表面电阻为无穷大;表面增加了碳布后,复合材料的表面电阻为15~86 Ω。由于玻璃纤维复合材料体积电阻率很大,在使用过程中易产生并带上静电,存在潜在的危害,表面碳布的加入使得制备的复合材料具有了良好的导电性能,满足了GJB2605—96防静电的要求。

表4 两种复合材料密度及表面电阻

Tab.4 Density and electrical resistance of two composites

试样	密度/g·cm ⁻³	表面电阻/Ω
玻璃布增强复合材料	2.143	∞
混合织物增强复合材料	1.864	15~86

3 结论

(1)使用MT300-3K碳纤维、SW280F-90a玻璃布混合织物增强的复合材料较玻璃布增强的复合材料的拉伸、弯曲模量得到提高,拉伸、弯曲强度略微下降,但两者层剪强度变化不大。

(2)添加了碳布后,制备的混合织物增强的复合材料密度降低,且增加了导电能力,表面电阻为15~86 Ω,满足复合材料防静电的要求。

参考文献

[1] 赵渠森.先进复合材料手册[M].北京:机械工业出版社,2003.

[2] 祖群,陈士洁,孔令珂.高强度玻璃纤维研究与应用[J].航空制造技术,2009,8(15):92-95

[3] 郭云竹.高性能玻璃纤维的进展与开发[J].纤维复合材料,2012(1):22-25

[4] 瞿安萍.一种玻璃纤维织物导电材料的制备方法[J].玻璃纤维,2004(3):26-27

[5] 李趁趁,高丹盈,黄承途.碳纤维与玻璃纤维增强聚合物复合材料耐久性[J].哈尔滨工业大学学报,2009(2):150-154

[6] 王光华,董发勤,陈晓燕,等.ABS/EG/碳纤维复合导电材料制备与性能[J].中国塑料,2007(11):27-31