

CF3052/5284RTM 复合材料湿热性能

李 晔 钟翔屿 崔 郁 陈敬哲 包建文

(北京航空材料研究院先进复合材料国防科技重点实验室,北京 100095)

文 摘 通过对 CF3052/5284RTM 复合材料进行试验研究,测定其在不同湿热条件下的基本力学性能,分析湿热条件对基本力学性能的影响。结果表明:湿热环境对该复合材料力学性能的影响程度不一,其中湿度的作用较温度更加明显;该复合材料在高温湿态条件下保持了较高的拉伸和纵横剪切强度,具有综合力学性能好、耐湿热性能好等优点。

关键词 RTM 复合材料,碳纤维复合材料,湿热性能

Hygrothermal Properties of CF3052/5284RTM Carbon Fiber Fabric Composites

Li Ye Zhong Xiangyu Cui Yu Chen Jingzhe Bao Jianwen

(National Key Laboratory of Advanced Composites,
Beijing Institute of Aeronautical Materials, Beijing 100095)

Abstract Hygrothermal properties of carbon fiber reinforced resin matrix composites is one of the important problems for structure application of advanced composites. With experimental research on domestic carbon fiber reinforced resin matrix composites CF3052/5284RTM, the basic mechanical properties of composites in different hygrothermal condition were tested, and the influence of hygrothermal condition on basic mechanical properties of composites was analysed. The results show that the effects of hygrothermal condition on basic mechanical properties of composites were different, and humidity has a larger effect than temperature, the domestic carbon fiber composites can keep higher tensile strength and shear strength in the hygrothermal condition, and hygrothermal properties is excellent.

Key words RTM composites, Carbon fiber composites, Hygrothermal properties

0 引言

碳纤维增强树脂基复合材料轻质高,耐高温,抗腐蚀、热力学性能优良,可设计性和工艺性好等特点广泛用作大型结构和整体结构材料及耐高温抗烧蚀材料,成为航空航天工业中使用最多的树脂基复合材料^[1]。然而,作为结构用的国产 C/E 复合材料还有一些问题。

本文通过试验分析 RTM 成型 CF3052/5284RTM (国产碳纤维增强复合材料)在不同湿热环境下的基本力学性能,研究温度和湿度对复合材料基本力学性能的影响。

1 实验

1.1 复合材料组分

国产碳纤维织物 CF3052,环氧树脂体系 5284RTM 树脂。

5284RTM 树脂是以美国 3M 公司 PR500 环氧树脂体系为参考目标研究的新型 RTM 单组分环氧树脂体系^[2]。

1.2 实验条件

所有实验均在 MTS880-50KN 和 MTS880-500KN 材料试验机上进行,其载荷、位移和应变测量误差均小于 1%。试验环境条件室温干态 [(23±2)℃,相对湿度为(50±5)%]的环境;湿态 [(95±5)℃的沸水中水煮 48 h];高温 [130℃的环境中保温至少 15 min]。

1.3 力学性能测试

复合材料拉伸、压缩、弯曲、层剪剪切及纵横剪切性能分别采用 GB/T 3354—1999、GB/T 3856—1999、GB/T 3356—1999、JC/T 773—1982 及 GB/T 3355—1999 进行测试。

2 结果与分析

按照试验标准,分别测试了 20℃ 干态和湿态, 130℃ 干态和湿态五个批次的 CF3052/5284RTM 复合材料的基本力学性能。大部分情况下,测试数据的离散系数 C_v (图 1) 在 10% 左右或以下,仅有两个测试数据(20℃ 湿态的经向压缩强度和 130℃ 湿态的经向弯曲强度)的离散系数大于 15%。研究表明,CF3052/5284RTM 复合材料的批次稳定性较好。

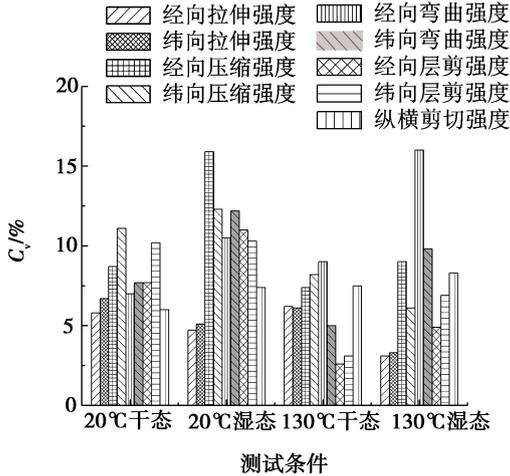


图 1 复合材料力学性能测试数据的离散系数 C_v

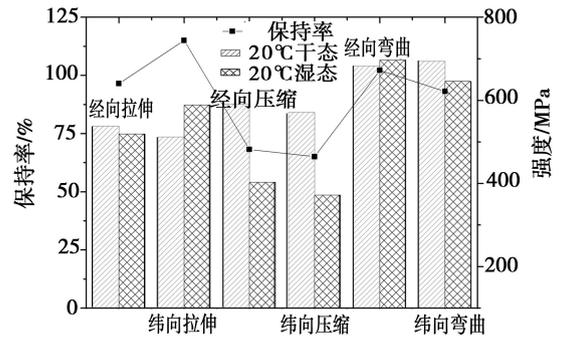
Fig. 1 Coefficient of variance of testing data of mechanical properties of composites

通常,复合材料的使用环境条件很复杂,如温度、湿度、载荷、腐蚀性介质、紫外线辐射等环境因素对其性能均有不同程度的影响^[3]。湿热环境的作用通常会导致复合材料的性能下降,影响其使用范围。

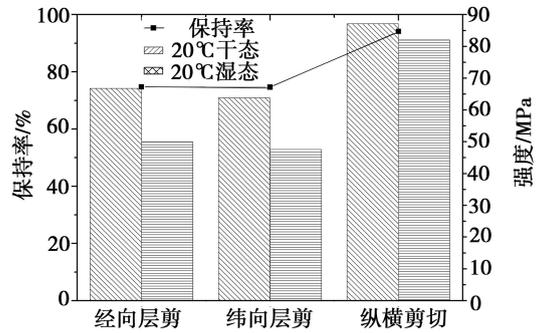
室温环境下吸湿对 CF3052/5284RTM 的力学性能及其保持率影响见图 2。在吸湿条件下,复合材料压缩和层间剪切性能显著下降,纵横剪切和弯曲性能变化不大。而复合材料拉伸性能反而有所上升,因为拉伸性能主要为增强材料所控制,而吸湿对增强材料的性能没有影响。数据显示的上升现象是实验试样制备及测试过程中的误差所致。复合材料的其他性能不同程度的受基体和界面性能的影响。吸湿主要影响基体和界面性能,从而复合材料的相关性能相比温度对该复合材料力学性能的影响而言,湿度的影响较之明显。经向压缩和纬向压缩强度的保持率分别降至 68% 和 65%,其余均在 70% 以上。

130℃ 不同湿度下 CF3052/5284RTM 的力学性能及其保持率见图 3。随着湿度的增加,拉伸性能略有上升,而压缩和弯曲性能显著下降,层间剪切和纵横剪切性能也有一定程度的降低。高温时,湿度的作用更加突出,力学性能的保持率均有不同程度的下降,究其变化规律的原因同室温湿态是相同的。压缩强度下降了 50%,弯曲强度下降了 40%,其他力学性能

保持率都在 70% 以上。



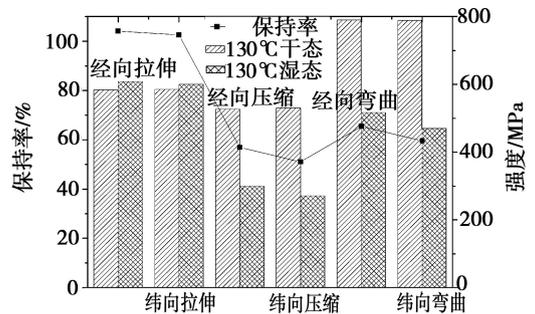
(a) 拉伸、压缩、弯曲性能



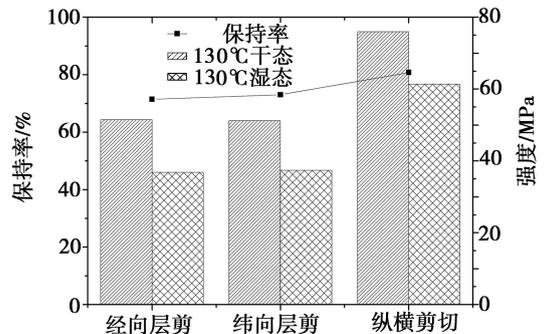
(b) 剪切性能

图 2 不同湿度下复合材料的力学性能及其保持率(20℃)

Fig. 2 Mechanical properties and retention of composites at different humidity (20℃)



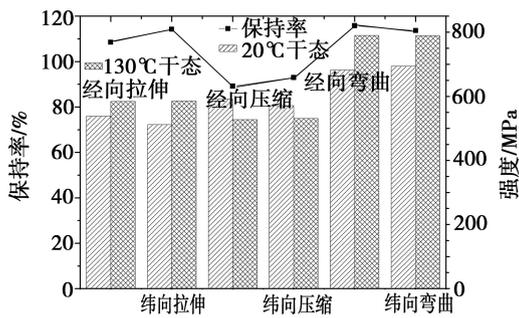
(a) 拉伸、压缩、弯曲性能



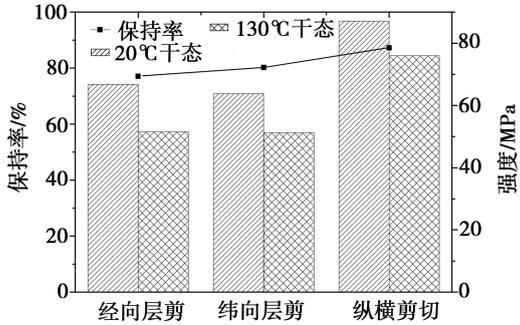
(b) 剪切性能

图 3 不同湿度时复合材料的力学性能及其保持率(130℃)

Fig. 3 Mechanical properties and retention of composites at different humidity (130℃)



(a) 拉伸、压缩、弯曲性能



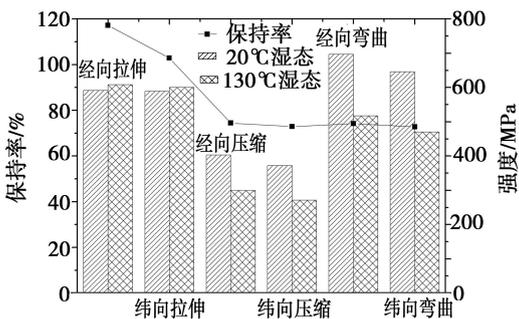
(b) 剪切性能

图4 不同温度下复合材料的力学性能及其保持率(干态)

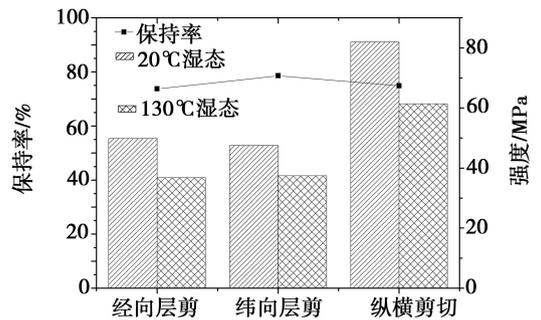
Fig.4 Mechanical properties and retention of composites at different temperature(dry state)

20°C和130°C下CF3052/5284RTM的力学性能及其保持率见图4。因为在高温处理时,复合材料基体受热变软,纤维增强体易拉直,更有利于发挥复合材料纤维增强体的性能,所以随着温度的升高,拉伸和弯曲强度增大,压缩、层间剪切和纵横剪切强度减小。在130°C时,除经向层间剪切强度保持率为77%以外,其他力学性能保持率均在80%以上。

湿态时不同温度(20和130°C)下CF3052/5284RTM的力学性能及其保持率如图5所示。随着温度的升高,弯曲性能大幅减小,与干态时的变化趋势刚好相反;而其他力学性能的变化与干态时相同。因为弯曲性能是复合材料的综合性能指标,同时受增强体及基体的影响,所以在温湿度的双重作用之下,弯曲性能大幅减小,其他力学性能的保持率均有不同程度的下降,但都在70%以上。



(a) 拉伸、压缩、弯曲性能

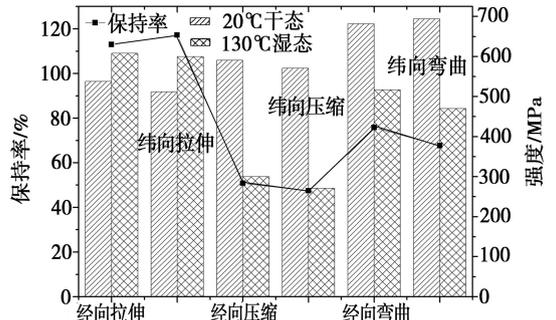


(b) 剪切性能

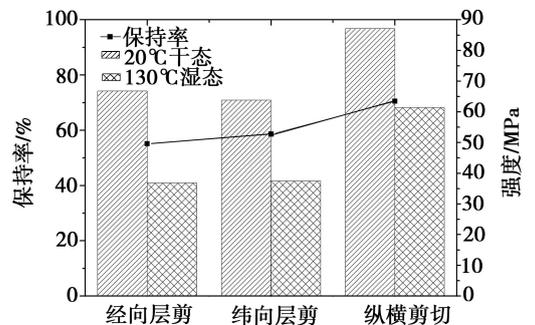
图5 不同温度下复合材料的力学性能及其保持率(湿态)

Fig.5 Mechanical properties and retention of composites at different temperature(hygroscopic state)

由以上可知,不论干态或是湿态,温度对压缩、弯曲强度和层间剪切强度具有明显的影响,但CF3052/5284RTM复合材料在高温环境下的力学性能保持率均在70%以上,仍具备良好的力学性能。



(a) 拉伸、压缩、弯曲性能



(b) 剪切性能

图6 不同状态下复合材料的力学性能及其保持率

Fig.6 Mechanical properties and retention of composites at different state

不同状态下CF3052/5284RTM的力学性能及其保持率见图6。可知,130°C湿态条件下的力学性能与20°C干态相比较,除拉伸性能略有增长之外,其余均降低;130°C湿态力学性能相对20°C干态的保持率多数高于50%,仅压缩强度保持率略低,其中经向压缩强度保持率50.8%、纬向压缩强度保持率为

47.5%。其原因同室温湿态基本相同,但由于同时受高温影响,因此 130℃湿态力学性能相对 20℃湿态时降低幅度更大。

3 结论

湿热环境对 CF3052/5284RTM 复合材料力学性能的影响程度不一,对压缩、弯曲和层间剪切强度影响较大,而对拉伸和纵横剪切强度影响较小,其中湿度的作用较之于温度更加明显。

CF3052/5284RTM 国产碳纤维增强复合材料在湿热条件下保持了较高的拉伸强度和纵横剪切强度,

具有综合力学性能好、耐湿热性能好等优点。

参考文献

- [1] 杜善义. 先进复合材料与航空航天[J]. 复合材料学报, 2007, 24(1): 1-12
- [2] 沈真, 杨胜春. 飞机结构用复合材料的力学性能要求[J]. 材料工程, 2007(增刊 1): 248-252
- [3] 刘志真, 李宏运, 邢军, 等. RTM 聚酰亚胺复合材料力学性能研究[J]. 材料工程, 2007(增刊 1): 98-101

(编辑 任涛)



功能涂料及多功能广用途改性剂

1 梯度功能轻质烧蚀涂料

- (1) T-98 烧蚀涂料
- (2) TH-120 轻质烧蚀涂料
- (3) TH-80 烧蚀涂料
- (4) TH-60 烧蚀涂料
- (5) THD-1 室温固化烧蚀涂料

以上涂料的固化温度有 180、120、80、60℃及室温等,其线烧蚀率为 0.3-0.0496 mm/s,质量烧蚀率为 78.8-40 mg/s,并且无烟。它们的密度有 1.2、0.8、0.4 及 0.22 g/cm³,可按设计要求调整。相应的热导率为 0.45、0.14、0.08 及 0.055 W/(m·K)。通过防热专业的理论计算,可以获得很好的烧蚀性和隔热性能。

2 无烟微毒膨胀型防火涂料、非膨胀型防火涂料,水基膨胀型防火涂料。

均可室温硬化,同时具有防中子射线功能。无烟,各种毒性化合物指标均明显优于美国波音公司材料规范 BMS8-223D 的要求。可用于飞机、舰艇、军事设施、重要地下建筑及电缆的防火。

3 可在 400-500℃间歇使用的绝缘漆、印刷电路板导电胶。

可经受 100 kA 多次使用的避雷器阀片绝缘漆。

4 多功能广用途改性剂

牌号有 TH-389、TH-390、TH-391、FBB-389、FBB-390、FBB-391、FBO-389、FBO-390、FBO-391,以上均为粉状。

R 系列、RB 系列、RBB 系列树脂,均为块状。

它们可以加入到酚醛、环氧、聚氨酯、各类橡胶、热塑性树脂中,可同时提高耐热性、阻燃性、耐烧蚀性、粘接性、耐油性等。

5 三元乙丙橡胶、丁腈橡胶烧蚀片

密度在 1.0-1.1 g/cm³,拉伸强度>5 MPa,伸长率>400%,线烧蚀率为 0.05 mm/s,质量烧蚀率为 0.07 g/s,热导率为 0.22 W/(m·K)。

6 高效森林灭火剂。

无毒、无气味,一经喷洒,有火灭火,无火防火,可快速建立隔离带,长时间不干,干后也不着火。军民两用。

7 多功能水基瞬凝防护涂料。

军用,具有防化学、防辐射、防生化、防火功能。

8 T-58 用于油库、油田的临时快速防火涂料。

经喷洒可瞬间形成原子 5 cm 左右的防火水基涂层。

9 自生色反应功能涂料。

无需添加颜料,可生成蓝色、蓝绿色、枣红色、黑色。有的立即生色,有的固化后生色,有的颜色又可逐渐褪去,有的可长久保持。

愿与各界合作,开辟新的领域,创造新的产品!

陕西太航阻火聚合物有限公司

地址:西安市电子二路中段国晟大厦 4010 号 邮编:710065

电话/传真:029-88758316 88219236

网址:www.taihangchina.com 邮箱:zhdtlil@sina.com