

T 300/4211碳纤维复合材料 大气老化投样方式的研究

A Study of the Ways of T 300/4211 Carbon
Fiber Composite Outdoor Exposure

刘东勋 詹美珍 (北京航空材料研究院)

Liu Dongxun Zhan Meizhen (Institute of Aeronautical Materials, Beijing)

[摘要] 报道了经过10年大气老化过程中不同的投样方式对 T 300/4211 碳纤维复合材料力学性能的影响,指出对复合材料层间剪切强度影响不明显,而对弯曲模量有较大的影响。

关键词 碳纤维 复合材料 大气老化

[Abstract] It has been reported in this paper that the two ways of T 300/4211 carbon fiber composite outdoor exposure affected the mechanical properties during ten years. It is indicated that the effect of the exposure ways on room-temperature interlaminar shear strength is a little, but effect on the flexural properties is clear.

Keywords carbon fiber composites outdoor exposure

1 前言

随着先进树脂基复合材料的应用日益增加,复合材料的耐老化性能引起了人们的关注,近几十年来,人们做了大量的研究工作,特别是复合材料人工加速老化的研究,相对而言,大气老化的研究进行得较少。在这些研究中,复合材料的试样都是从板材和构件上取下,加工成试样,再进行性能测试,而这些加工后的试样是否会真实地反应复合材料的耐大气老化性能,则未见报道。为此,我们选取了生产工艺较为稳定并已应用在飞机上的 T 300/4211碳纤维复合材料作为大气老化的材料,分别以板材和试样的形式在哈尔滨、北京和广州三个地方投放了10年,以此了解两种方法对复合材料的影响。

2 实验部分

2.1 主要原材料

(1) 复合材料层板性能

平均厚度 1.73 ~ 1.75mm, 纤维体积含量 67% ~ 69%, 孔隙率 0.4% ~ 0.5%。

(2) 复合材料试样

试样周边用 4211 树脂封边。

2.2 试验方法

(1) 曝晒场地

有草地的曝晒场

哈尔滨: 国营哈尔滨飞机制造公司

北京: 北京航空材料研究院

广州: 化工部合成材料老化研究所

(2) 曝晒角度

曝晒的试样都在无应力状态下曝露,曝晒角为 45°; 样品的正反面均不能翻转曝晒。

(3) 曝晒样品

曝晒样品分为有涂层和无涂层两种; 弯曲和层间剪切样品分为已加工成试样和复合材料板材两种。

(4) 复合材料力学性能的测试

复合材料层间剪切强度按 GB 3357-82 方法测试; 复合材料弯曲强度和弯曲模量按 GB 3356-82 测试。

(5) 复合材料强度和模量保持率的计算公式

$$\text{保持率}(\%) = \frac{\text{曝晒后的强度或模量}}{\text{原始强度或模量}} \times 100\%$$

(6) 相对于同期室内贮存的变化率:

$$\text{相对变化率}(\%) = \frac{\text{室外曝晒复合材料力学性能}}{\text{室内贮存复合材料力学性能}} \times 100\%$$

3 结果与讨论

3.1 两种投样方式对大气老化性能的影响

由于碳纤维复合材料的拉伸试样和压缩试样需要粘贴加强片,因此选定了无需粘贴加强片且对大气老化较敏感的复合材料层间剪切强度和弯曲性能作为测试项目,以两种方式投样,一种以复合材料板材的形式投放,取样,加工成试样后进行力学性能测试;另一种在投放前将复合材料板材加工成试样,然后直接投放。通过室外测试结果与室内同期贮存的结果对比,便可了解哪一种投样方式对大气曝晒更敏感。图1~4为三地曝晒平均值的保持率,表1为这些平均值与同期室内贮存的变化率。

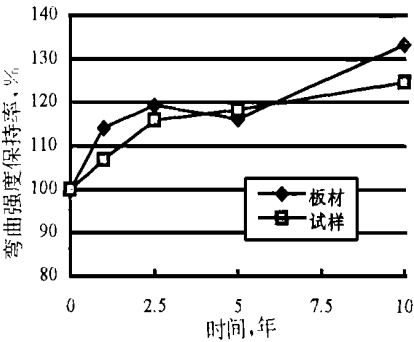


图1 大气曝晒10年复合材料弯曲强度室温保持率

Fig. 1 The retention of the composite flexural strength at room-temperature during ten years outdoor exposure

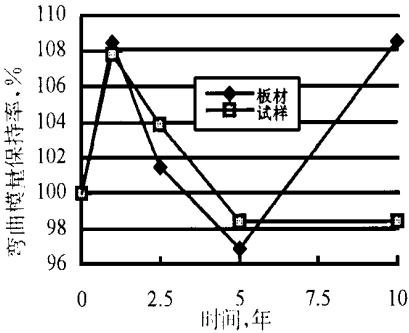


图2 大气曝晒10年复合材料弯曲模量室温保持率

Fig. 2 The retention of the composite flexural mouldlus at room-temperature during ten years outdoor exposure

从图1可以看出,对于常温复合材料弯曲强度以板材形式大气老化比以试样形式大气老化其保持率要高。图2表明弯曲模量板材与试样基本相当。表1的结果表明,对于复合材料弯曲性能试样形式的相对变化率要比板材形式的低,而且5~10年间的变化幅度比板材的高,这是由于板材在大气曝晒时只有朝向太阳的一面受到的腐蚀较严重,而试样则在三个方面受到严重的腐蚀

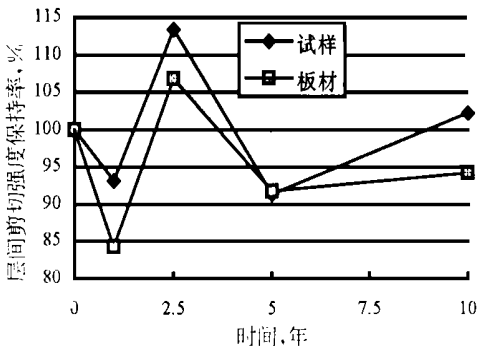


图3 大气曝晒10年复合材料层间剪切强度室温保持率

Fig. 3 The retention of the composite interlaminar shear at room-temperature during ten years outdoor exposure

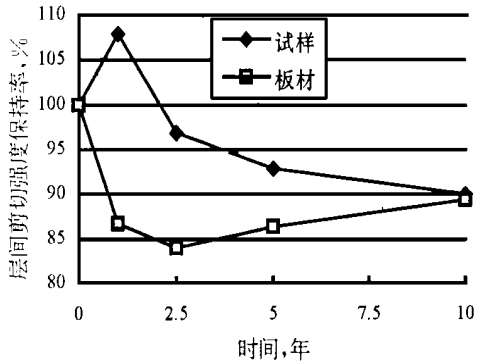


图4 大气曝晒10年复合材料层间剪切强度125 °C保持率

Fig. 4 The retention of the composite interlaminar shear strength at 125 °C during ten years outdoor exposure

表1 相对于同期室内贮存 T 300/ 4211复合材料大气曝晒层间剪切强度和弯曲性能变化率 (%)

Table 1 The unexposure composite mechanical properties rate to that of exposure at the same time

项目 时间 及 方式 年	层间剪切强度变化率				弯曲强度变化率		弯曲模量变化率	
	室温		125		室温		室温	
	板材	试样	板材	试样	板材	试样	板材	试样
5	93.3	100.5	106.2	106.6	123.2	120.8	105.9	107.6
10	97.0	97.7	98.9	107.0	114.6	107.2	101.7	92.3

因此,对于常温复合材料弯曲性能以试样的形式投放比以板材的形式投放更能反应复合材料的耐大气老化性。图3表明,在大气曝晒开始的几年中,对常温层间剪切强度两种投样方式差异较大,随着曝晒时间的延长两者差距逐渐缩小。从表1可以看出,5年间相对于室内同期贮存复合材料试样的变化幅度比板材的小。这说明对于常温层间剪切强度,在大气曝晒10年期间以板材的

形式投样比以试样的形式投样更能反应复合材料的耐大气老化性。图4为两种投样形式大气老化后于125下测试的复合材料层间剪切强度保持率,从图中可看出两种投样方式的变化趋势一致;相对于室温同期贮存复合材料的变率,其5年间的变化幅度试样形式的比板材形式的小,表明板材比试样对大气老化更敏感。

3.2 不同地区对两种投样方式的影响

从图5可以看出,不同地区对两种投样方式的复合材料常温层间剪切强度的影响不相同,在哈尔滨以试样形式投放的比以板材形式投放的变化幅度要大,随着曝晒地理位置的南移,板材的变化幅度逐渐大于试样的变化幅度,这一点从表2中也可明显看出。因此对于室温下复合材料的层间剪切强度,采用何种方式投样则取决于投样地区的温湿度。图6为125下层间剪切强度随曝晒时间的延长而升高,相对于室内贮存的复合材料,

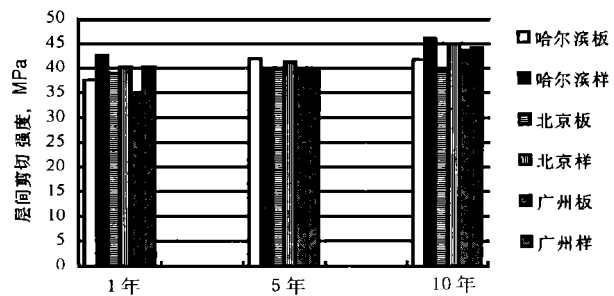


图5 两种投样方式大气曝晒室温层间剪切强度
Fig. 5 Room-temperature interlaminar shear strength in two ways exposure

表2 不同地区曝晒相对于室内同期贮存复合材料的力学性能变化率 (%)

Table 2 The unexposure composite mechanical properties rate to that of exposure at the same time in different region

项目	地区	哈尔滨		北京		广州	
		板材	试样	板材	试样	板材	试样
室温层间剪切强度	5	100	101.1	90.3	98.4	89.7	101.9
	10	95.3	91.3	88.7	99.5	106.8	101.9
125 层间剪切强度	5	110.3	105.3	104.5	108.7	105.0	104.5
	10	99.3	109.0	93.3	107.1	104.0	105.0
弯曲强度	5	118.8	122.1	126.9	119.2	123.8	121.0
	10	112.7	107.4	114.3	106.3	116.9	107.9
弯曲模量	5	102.5	106.8	109.3	106.8	105.9	109.3
	10	102.9	93.5	101.4	92.8	100.7	90.6

变化的幅度为板材大于试样,变化的幅度哈尔滨和北京一致,而广州两种投样方式无明显差异。这说明对于高温复合材料性能,选用两种投样方式都可以反应材料的耐大气老化性,低温地区选用板材形式的投样比较适合。图7表明,三个地区对复合材料弯曲强度的影响与平均值的结果一致,都是板材的强度值大于以试样形式投放的强度值,相对于室内同期贮存复合材料试样的

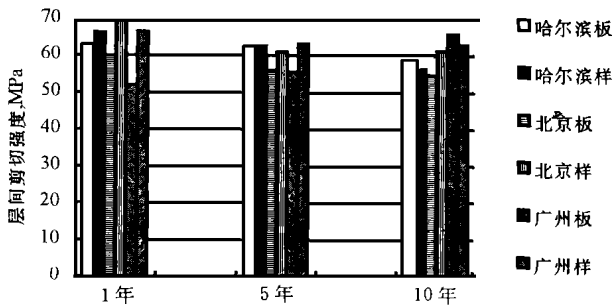


图6 两种投样方式大气曝晒125 层间剪切强度
Fig. 6 125 interlaminar shear strength in two ways exposure

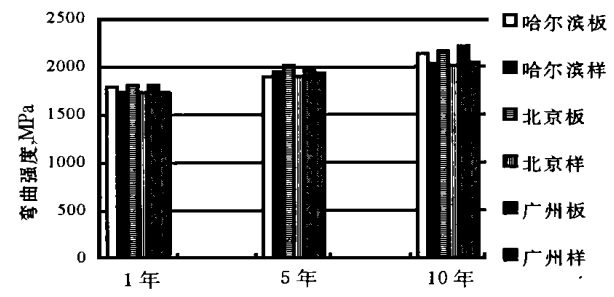


图7 两种投样方式大气曝晒RT 弯曲强度
Fig. 7 Room-temperature flexural strength in two ways exposure

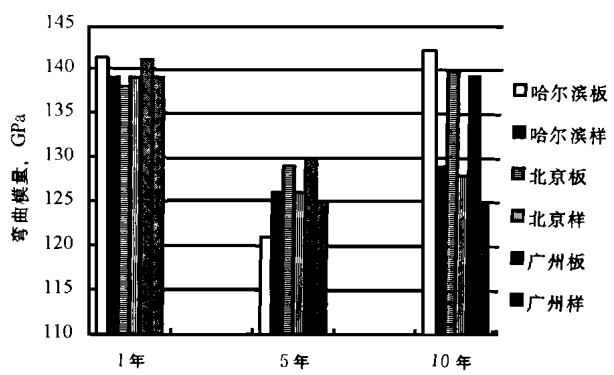


图8 两种投样方式大气曝晒RT 弯曲模量
Fig. 8 Room-temperature flexural modulus in two ways exposure

(下转第42页)

铜合金和镍钴合金标样，与标准值对照的情况见表2。

表2 样品中镍的分析结果 (%)

Table 2 Analytical result of Ni content in nickel alloy reference material

样品	标准值,	测定数据					
		实测数据, x_i			测定值, \bar{x}	标准偏差, S	$(\bar{x} -) \times 100/$
NM n5	95.32	95.29	95.28	95.31	95.30	0.015	0.021
		95.30	95.29	95.32			
NCu40-2-1	58.48	58.49	58.45	58.45	58.46	0.018	0.034
		58.46	58.44	58.47			
NCo17-2-2-1	77.55	77.58	77.59	77.57	77.57	0.015	0.026
		77.55	77.57	77.57			

根据对三个标准样品的实验分析,其标准偏差分别为0.015%,0.018%和0.015%,均小于万分之二,可见方法的精密度良好。将测定值(\bar{x})与样品的标准值()比较,其相对误差的百分数分别为0.021%,0.034%和0.026%。可见三个样品分析结果的误差均在万分之五以内,测定结果的准确度已达到令人满意的程度。

6 结论

根据上述实验、讨论和标准样品的分析结果,表明所拟方法适用于镍合金中主量镍含量的测定。在氨性溶

液条件下进行滴定,铜()、锰()和钴()的干扰可通过掩蔽或氧化的方法消除,其余共存金属离子对电导法测定镍无干扰作用。本法不受溶液颜色和浊度的影响,具有干扰因素少、试剂用量少、测定周期短、分析结果准确和精密度高的特点。

参考文献

1 徐盘明,赵祥大主编.实用金属材料分析方法.安徽:科学技术大学出版社,1990,571~573
2 上海材料研究所编著.金属材料化学分析方法.北京:机械工业出版社,1982,404~410

* * * * *

(上接第26页)

5 范崇政,吴佑实,王昌燧等.粉状锈生成的电化学腐蚀及价电子结构分析.化学物理学报,1992,6:479,484
6 王昌燧,袁玫,熊永红.青铜合金成分与粉状锈的生成.中国科技大学学报,1995,4:448~453
7 C.I.Elsner,R.C.Salvarezza and A.J.Arvia.The influence of halide ions at submonolayer levels on the formation of oxide layer and electrodisolution of copper in neutral solutions,Electrochimica Acta,1988,33(12):1735~1741
8 吴佑实,王昌燧,范崇政等.黑漆古耐蚀机理探讨.物理学报,1992,1:170~176
9 王昌燧,吴佑实,范崇政等.古铜镜表面层的纯铜晶粒形成机理.科学通报,1993,5:429,432
10 Booch M.H.,J.K.Brandon,R,Y.Brigard et al.z-Brasses with F cells,Acta cryst,1977,B33:30~36
11 吴来明.“天齐”商周青铜器化学成分及其演变研究.文物,1986,11:76~84
12 A.V.Benedetti,P.T.A.Sumodyo,K,Nobe et al.Elec-trochimica Acta,1995,40(16):2657~2668

(上接第36页)

变化幅度均大于板材的变化幅度,三地间的差异不大。自图8得知,弯曲模量与弯曲强度情况基本相同。相对于同期室内贮存的复合材料变化幅度由大到小次序为广州、哈尔滨和北京,这表明大气曝晒的复合材料不仅受温湿度的影响,而且还可能受工业污染的影响。

4 结论

- (1) 对于 T300/4211碳纤维复合材料常温弯曲强度和弯曲模量,以复合材料试样的方式投放比以复合材料板材的方式投放更能反应复合材料耐大气老化性能。
- (2) 高温复合材料层间剪切强度以板材的方式投放更合适。
- (3) 对于 T300/4211碳纤维复合材料常温层间剪切强度,各地区对其影响不同,年平均气温较低的哈尔滨以复合材料试样的方式投放大气老化更适合,而年平均气温较高的广州则以试样方式更适合。
- (4) 地区对复合材料弯曲强度的影响不明显,对弯曲模量有明显的影响。