

3232/Rc10 800 预浸带的试制

Experiment on 3232/Rc10 800 Prepreg Tape

沈 超

(北京航空材料研究院, 北京 100095)

SHEN Chao

(Institute of Aeronautical Materials, Beijing 100095, China)

摘要: 选择了 3232 树脂和 Rc10 800 玻璃粗纱, 研究了各浸渍工艺参数对预浸带质量的影响, 并试制出合格产品。

关键词: 预浸带; 热熔预浸; 工艺参数

中图分类号: TB332 文献标识码: A 文章编号: 1001-4381 (2001) 06-0027-03

Abstract: The effect of impregnating process parameters on prepreg tape quality has been studied by using 3232 mid-temperature curing epoxy resin and Rc 10 800 glass fiber. The qualified prepreg tape has been produced.

Key words: prepreg; hot-melt impregnation; process parameter

以高强玻璃粗纱或 Kevlar 纤维连续浸渍的窄带预浸料是直升机复合材料动部件上使用的一类重要材料, 如桨叶大梁、夹板等, 因而质量要求高, 特别是树脂含量精度需达到 $\pm 1\%$ 。本文选择了 3232 中温固化环氧树脂和高强玻璃纤维进行了预浸带试制, 制出浸渍效果满意, 树脂含量在 $\pm 1\%$ 以内, 宽度在 $\pm 0.5\text{mm}$, 收卷质量满意的预浸带产品。

1 实验方法

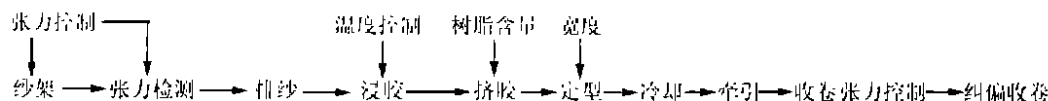


图 1 预浸带工艺流程图

Fig. 1 Sketch of process for prepreg tap

1.3 测试方法

外观: 目测。

宽度: 0.02 精度卡尺测量。

线性质量: 0.001 精度天平称量每米质量, 长度由 1mm 精度钢板尺测量。

树脂含量: GB7192-81 预浸料树脂含量试验方法。

层剪强度: Q/6 S1139 预浸碳纤维复合材料的层间剪切试验方法。

弯曲性能: Q/6 S1141 预浸纤维复合材料的弯曲试验方法。

1.1 原材料

Rc10 800 玻璃粗纱 (法国)

3232 中温固化环氧树脂 (航材院)

1.2 实验过程

流程图如图 1 所示。纤维经张力控制后通过梳子, 使纤维平行排列, 经过纤维预热后通过胶槽浸渍, 经压辊挤胶后得到合适的树脂含量, 经过定型辊控制预浸带宽度, 冷却后覆盖聚乙烯保护膜, 牵引后调节收卷张力, 纠偏收卷得盘状产品。

2 实验结果与分析

2.1 纤维张力

纤维张力对产品外观、浸渍效果、树脂含量及树脂含量的均匀性等有较大影响。

纤维张力不均, 即有的纤维张力大, 有的纤维张力小, 将影响树脂含量的均匀性, 张力大的纤维束含有较低的树脂, 张力小的纤维含有较多的树脂。因为纤维在胶槽中浸渍时含有较多的树脂, 需被挤出。在挤胶过程中, 树脂一方面沿着纤维方向流动, 另一方面垂直纤维方向向外流动, 即横向流动。树脂的横向流动产生了对

纤维的垂直作用力,使纤维横向扩张,张力大的纤维束扩张小,张力小的纤维束扩张大。由于纤维丝之间充满了树脂,故扩张大的纤维束含有较多的树脂,扩张小的纤维束含有较少的树脂。纤维张力不均导致树脂含量不均。

另外在纤维扩张时,由于内外径的差别,将导致部分纤维丝的弯曲,弯曲的纤维在辊压时会断裂,产生毛丝,形成毛团,不仅影响产品外观,也影响预浸带的性能。

在各纤维张力基本一致的情况下,总体张力大,窄带树脂含量低,张力小树脂含量高。张力过小,由于树脂横向流动引起纤维扩张,从而产生毛丝、毛团,甚至断纱。

2.2 浸渍效果

树脂均匀浸透纤维是预浸料的一个基本要求,也是预浸工艺中的一个技术关键。我们选择的是直接熔融浸渍法,即纤维在熔融的树脂胶槽中浸渍。由于辊压时间相对较短,树脂浸渍纤维主要靠树脂的表面张力作用在纤维表面形成树脂膜,这是一个动态过程,与纤维在胶槽中的停留时间即生产速度相关。因此影响浸渍效果的主要因素为胶槽温度和生产速度。浸渍效果与胶槽温度和生产速度关系见表 1。

表 1 不同温度和速度下的浸渍效果

Table 1 Impregnation effect at different temperature and rate

温度/	速度/ (m · min ⁻¹)	浸渍效果
50	0.5 1	浸透 未浸透
60	2 3	浸透 未浸透
65	4 5 6	浸透 基本浸透 未浸透
70	6 7 8	浸透 浸透 基本浸透

从表 1 可以看出,在 70 下可以得到满意的浸渍效果和生产效率。温度再高,树脂会发生反应,影响后续复合材料的成形。

2.3 树脂含量

直升机玻璃粗纱预浸带的树脂含量精度要求为 ± 1%。这一要求非常高,因此树脂含量的控制至关重要。在纤维张力恒定的情况下,树脂含量取决于挤胶辊间距、挤胶温度和生产速度。挤胶辊间距大,挤出树脂少,树脂含量高;挤胶温度高,树脂粘度小,流动速度快,树脂含量低;生产速度快,挤胶时间短,树脂流失少,

树脂含量高。在选定的间距和温度条件下,生产速度和树脂含量的关系见表 2。

从表 2 可以看出,在试验范围内,树脂含量与生产速度基本成线性关系。

在间距、温度和生产速度恒定时,树脂含量受挤胶辊精度和温度波动影响。图 2 为在选定的工艺条件下生产的预浸带树脂含量分布。从图 2 可以看出,98% 以上产品的树脂含量满足要求。

表 2 不同生产速度下的树脂含量

Table 2 Resin content at different production rate

生产速度/ (m · min ⁻¹)	树脂含量/ %
2	21.3
3	22.2
4	23.1
5	23.9
6	24.6

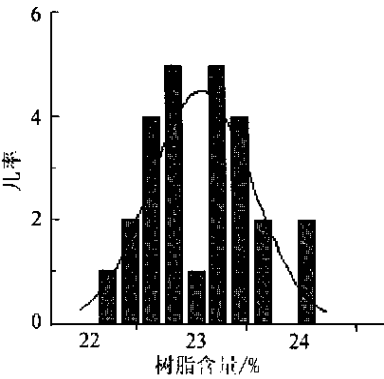


图 2 树脂含量分布图

Fig. 2 Distribution of resin content

2.4 宽度

纤维浸胶后,经过重排定型后形成窄带。预浸带宽度主要由定型辊确定。由于树脂在室温下仍具有一定的流动性,所以在牵引、张力恒定和收卷过程中由于张力的作用而有一定程度的扩展。在选定的工艺条件下,预浸带在定型后的宽度约扩展 2mm。由于预浸带树脂含量的波动,引起最终产品的宽度波动,其关系见图 3。在树脂含量满足要求时,宽度波动在 1mm 以内,满足产品宽度在 ± 0.5mm 的要求。

2.5 收卷质量

预浸带收卷端面整齐度可以通过光电纠偏装置控制,但收卷张力对其有较大影响。收卷张力太大,卷盘内部会发生滑移,导致端面不齐,这是因为树脂在室温下仍具有一定的流动性。收卷不实,在搬运时会发生变形。预浸带收卷张力取决于摆辊配重的位置,配重位置

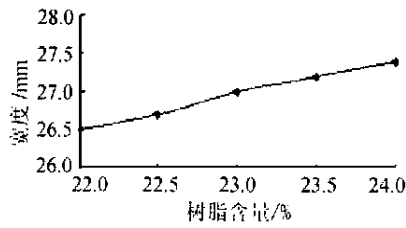


图3 预浸带宽度随树脂含量变化

Fig.3 Width of prepreg tap vs resin content

在标尺 4- 6 的位置时可以得到收卷质量满意的产品。

2.6 性能

我们试制生产了近万米预浸带，物理和力学性能分别见表 3、表 4，结果满足技术要求。

表 3 预浸带物理性能

Table 3 Physical properties of prepreg tap

项目	结果
外观	均匀平整，纤维平直、浸透
线性质量 (g · m ⁻¹)	27.03 ± 0.38
宽度/mm	26 ± 0.5
收卷质量	卷盘密实，端面偏差 ± 1mm 以内

表 4 预浸带的力学性能

Table 4 Mechanical properties of prepreg tap

项目	指标	测试值
弯曲强度/MPa	1300	1650
弯曲模量/GPa	49.3	58
层剪强度/MPa	45	71

3 结论

通过各工艺参数对预浸带质量的影响研究表明，设备精度、纤维张力、浸渍温度、浸渍速度对预浸带外观和树脂含量影响较大；预浸带宽度受树脂含量波动影响；收卷质量主要取决于收卷张力。在选定的工艺条件下，可制得浸渍效果满意，树脂含量在 ± 1% 以内，宽度在 ± 0.5mm，收卷质量满意的预浸带产品。

参考文献

[1] 何文治等编. 航空制造工程手册, 1996.
[2] 沈超. 适合热熔缠绕的中温环氧树脂体系 [J], 航空材料学报, 1997, 1: 58.

收稿日期: 2001-01-22

作者简介: 沈超 (1964-), 男, 高级工程师, 联系地址: 北京 81 信箱 12 分箱 (100095)。

本文编辑: 孙常青

(上接第 17 页)

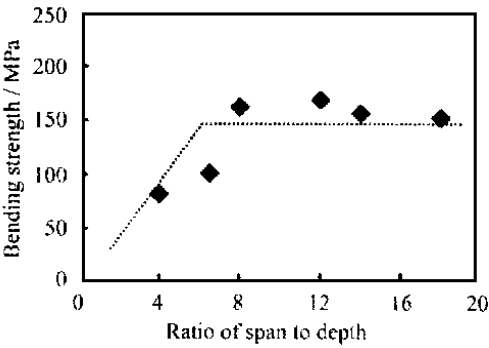


图 5 C/C 复合材料在 1400 时弯曲强度与跨厚比的关系

Fig.5 Relation between bending strength at 1400 and ratio of span to depth of C/C composite

大于等于 8 时，C/C 复合材料层合板的弯曲强度却与跨厚比基本无关，保持不变。即在 1400 高温状态下 C/C 复合材料层合板的临界跨厚比为 8，这表明高温对 C/C 复合材料层合板的临界跨厚比产生的影响很小，其临界跨厚比仍为 8。这可能与 C/C 复合材料层合板的弯曲强度和剪切强度随温度的增加而同时成比例增加有关，其机理有待进一步研究。

6 结论

(1) 在室温下，随着跨厚比的增加，C/C 复合材料层合板的弯曲强度也增加，而剪应力却逐步下降；但当跨厚比 8 时，C/C 复合材料层合板的弯曲强度不再增加，剪应力下降逐渐减缓并保持一恒定值。

(2) 在室温到 1400 高温范围内，温度对 C/C 复合材料层合板的临界跨厚比的影响极小。

参考文献

[1] Marom G, Rosensaft M. J Comp Technol Res, 1995, 7 (1): 12.
[2] Boukhili R, Hubert P and Gauvin R. Composites, 1991, 22 (1): 39.
[3] Berthelot J M, Rhazj J. Compos Sci Technol, 1990 37: 411.
[4] Miyano Y. Kanemitsu M. J Comp Mater, 1986, 20: 520.
[5] Schwarzl F, Staverman A. J Appl Phys, 1952, 23: 878.
[6] 顾里之. 纤维增强复合材料 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.
[7] 乔生儒. 复合材料细观力学 [M]. 西安: 西北工业大学出版社, 1997.

收稿日期: 2000-03-06;

作者简介: 周少荣 (1969-), 男, 博士, 联系地址: 广东省肇庆市风华技术集团博士后工作站 (526020)。

本文编辑: 全宏声