

复合材料自动铺带技术 研究与应用

Research and Application of Automated Tape Laying Technology of Composites

中航工业北京航空制造工程研究所 周晓芹 曹正华 郑广强 薛向晨 梁宪珠 王永贵



周晓芹

复合材料专业硕士研究生,工程师,主要从事复合材料自动铺带技术和纤维丝束自动铺放技术等方面的研究工作。

经过四十多年不断的发展与完善,自动铺带设备和技术在美国和欧洲已经成熟,并大规模应用于航空复合材料结构件的制造,如波音 777 飞机尾翼、水平和垂直安定面蒙皮,波音 787 翼面蒙皮, A340 尾翼、水平安定面蒙皮, A380 的安定面蒙

随着我国新型飞机项目的立项启动,复合材料用量以及大型整体构件的数量和尺寸不断增加,国内复合材料自动铺带技术得到迅速发展。目前,北京航空制造工程研究所率先完成了我国首台大型复合材料构件自动铺带机的研制,并在此基础上深入开展了自动铺带技术研究。

皮和中央翼盒等。自动铺带技术已经成为发达国家复合材料翼面类结构的典型制造技术之一。

随着我国新型飞机项目的立项启动,复合材料用量以及大型整体构件的数量和尺寸不断增加,国内复合材料自动铺带技术得到迅速发展。目前,北京航空制造工程研究所率先完成了大型复合材料构件自动铺带机的研制,并在此基础上深入开展了自动铺带技术研究。

自动铺带设备概况

北京航空制造工程研究所研制的大型复合材料自动铺带设备由多

坐标铺带头、高速移动横梁、高架桥式定位平台等组成,如图 1 所示。除了传统数控机床 X, Y, Z 三坐标定位以外,还有绕 Z 轴方向的转动轴 C 轴和绕 X 轴方向摆动的 A 轴,五轴联动以满足曲面铺带的基本运动要求。

- 自动铺带机联动坐标及行程范围:

X:20000mm; Y:6500 mm。

- 自动铺带机坐标速度:

X, Y:60000 mm/min。

整机技术水平和性能指标达到了国外同类设备水平,能够满足新型飞机研制中大型复合材料构件的研制需求。



图1 北京航空制造工程研究所的大型多坐标自动铺带机

CCF300/ BA9916-II 复合材料自动铺带工艺适应性研究

自动铺带用预浸料有别于普通预浸料,对预浸料的衬纸类型、粘性等参数均有一定要求。现选取典型材料 CCF300/ BA9916-II 进行自动铺带工艺适应性研究。

由于预浸料铺放时需要一定的粘性,纤维靠与底层的粘附力作用从背衬纸上剥离,它只有达到足够粘性才能铺到模具或已经铺好的底层上。不同树脂体系的预浸料,其粘性随环境温度变化规律不同。

为了检验 CCF300/ BA9916-II 复合材料自动铺带工艺适应性,在一定环境温度下,采用大型多坐标自动铺带机进行了铺带试验。

通过试验研究得出, CCF300/ BA9916-II 复合材料衬纸连续性好、粘性合适、铺放效果好,自动铺带工艺适

性好,而且材料的质量稳定性和一致性好,完全能够满足自动铺带的要求。

典型蒙皮铺带验证

1 典型蒙皮设计

典型蒙皮结构

采用的是变厚度设计,蒙皮外形尺寸为 5000mm × 1000mm,在蒙皮的不同部位存在多个过渡区域,最厚处是 8mm,最薄处是 4mm,如图 2 所示。

典型蒙皮采用 CCF300/ BA9916-II 复合材料,在基于 CATIA 的复合材料模块中进行铺层设计,详

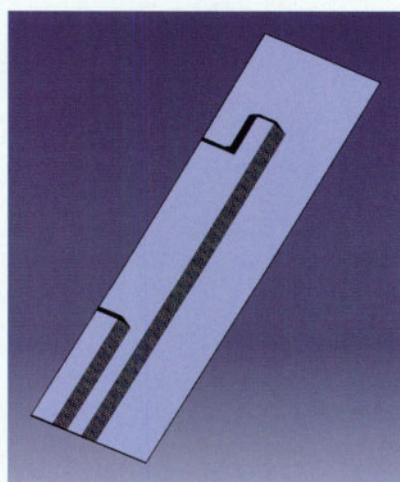


图2 一种大型复合材料蒙皮结构示意图

表1 典型蒙皮铺层信息

件数	复合材料典型蒙皮(铺层)
1	(45/0/90/0/-45/0/45/-45/0/-45/45/0/0/-45/45/0/0/90/45/-45) _s 总层数=40层

表2 CCF300/ BA9916-II 性能测试数据

材料	测试项目	自动铺带性能	标准要求
CCF300/ BA9916-II	层剪强度 /MPa	102	≥ 90
	弯曲强度 /MPa	2191	≥ 1500

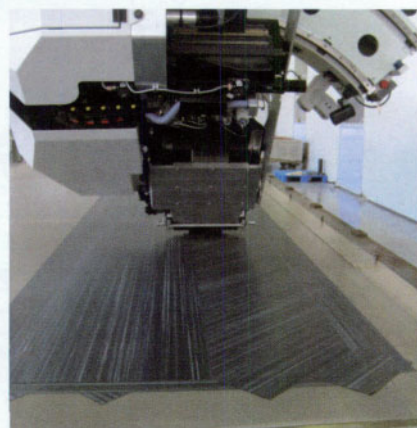


图3 典型蒙皮自动铺带

细铺层信息见表 1。

2 典型蒙皮铺带制造

采用 CCF300/ BA9916-II 复合材料,用北京航空制造工程研究所研制的大型多坐标自动铺带机完成零件的自动铺带(如图 3),然后经热压罐进行固化。

相比于手工铺放,自动铺带生产效率大大提高,废料率降低,铺层定位精度高,质量一致性高。

3 随炉件力学性能测试

进行力学性能测试,随炉件为自动铺带工艺完成,测试数据见表 2。

结束语

试验结果表明:

(1)北京航空制造工程研究所研制的大型多坐标自动铺带设备稳定可靠,技术规格及各项精度等均能够满足工程应用要求,整机技术水平达到当今国际先进水平,满足新型飞机的研制要求。

(2)北京航空制造工程研究所生产的 CCF300/ BA9916-II 复合材料自动铺带工艺适应性好,完全满足自动铺带要求。

(3)通过开展复合材料自动铺带技术研究,已用该设备完成大型复合材料蒙皮自动铺带,该设备具备了工程化生产条件,将为大量飞机复合材料构件自动铺带技术应用奠定装备与工艺基础。

(责编 岭雾 晓立)