

导管数字化制造技术在某新型飞机研制中的应用

Application of Tube Digital Manufacturing Technology on a New Type of Plane

中航工业沈阳飞机工业(集团)有限公司 白雪山

[摘要] 介绍导管数字化制造技术在某新型飞机研制中的应用,结合实际生产情况,实现了数模审查、工艺准备、导管数字化弯曲成形、拼装夹具应用和测量机矢量激光检测的全面数字化应用,所加工导管的装机合格率达 92%,达到目前国内的最好水平。

关键词: 导管 数字化制造技术 CATIA 模型

[ABSTRACT] In this paper the application of tube digital manufacturing technology on a new type of plane is discussed. The realization of tube manufacturability review, the application of digital manufacturing technology in layout process, tube digital manufacturing, module fixture and laser measuring system are introduced. And the FTY of the assembly is up to 92%, which is the highest throughout history.

Keywords: Tube Digital manufacturing technology CATIA model

沈阳飞机设计所在某新型飞机研制过程中充分发挥了数字化设计的优势,全机设计 100% 采用了 CATIA 三维数字化定义^[1]。在导管加工过程中,沈飞公司导管生产厂充分利用现有资源,按照导管数字化要求,实现了导管全面数字化制造。

数字化制造导管的优点:从三维数模中直接提取数据进行弯曲,无需机上取样,缩短了飞机的制造周期;无需留有实样,节省空间;数字化制造的导管精度高、质量好。

1 导管数字化制造技术的应用方案

根据实际生产情况,确定某新型飞机导管数字化制造技术的应用方案:基于 CATIA 管路模块进行导管的数字化设计,通过工艺性审查知识库和仿真模拟确定导管数字化弯曲是否可行;确定可行后,基于管路模块提取导管弯曲数据,进而在数控弯管机上输入所得数据将导管弯曲成形,最后用测量机对导管进行矢量激光测量从而实现数字化对比检验,整个流程实现了导管的设计、制造、检验全过程的数字化信息传递。导管数字化制造技术信息流程如图 1 所示。

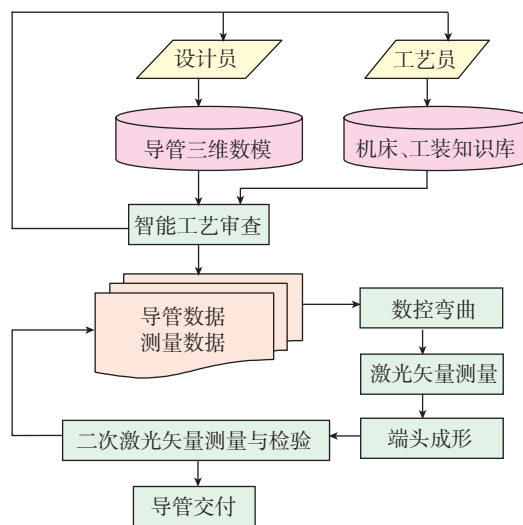


图1 导管数字化制造技术信息流程图

Fig.1 Information flow diagram of tube digital manufacturing technology

2 导管数字化制造技术应用的关键步骤

2.1 基于 CATIA 管路模块的零件设计

基于 CATIA 管路模块对导管进行设计,其中设计数据主要包括几何模型、注释和属性 3 部分。具体分解为零件的几何模型、零件的尺寸和公差标注、零件结构树几何定义部分、零件结构树标注定义部分、关键特性的标注、零件的注释说明和零件加工工艺过程所必须提供的产品描述性定义信息等数据^[2]。

2.2 并行工艺准备

设计员基于 CATIA 模型对导管设计成熟度分为 M1~M5 5 个等级, M1 等级成熟度最差, M5 成熟度最好。当等级达到 M4 时,工艺员对导管数模开始进行审查,依据工艺审查知识库,对数模中导管数据进行具体分析,利用模拟仿真技术对导管弯曲可行进行模拟。如在三维模型未定版的情况下发现问题,则与设计员及时沟通,使其最终符合数控弯曲工艺性要求。当等级达到 M5 时,三维模型自动冻结,无法随意更改,工艺员可以进行工艺文件的编制。图 2 所示为某根导管 CATIA 模型中直线段、弯曲角度、空间转角的基本信息。

设计状态达到 M5 后,工艺文件的编制和数据的提

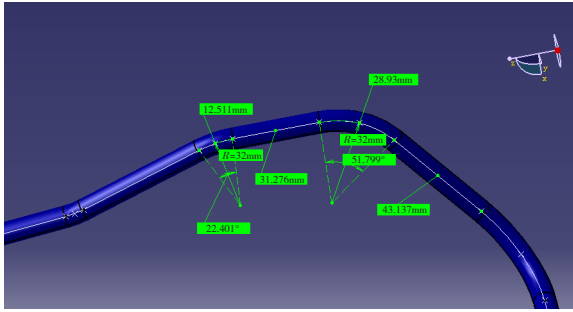


图2 导管CATIA管路模型
Fig.2 CATIA model of tube

取同时进行。工艺员通过 CATIA 管路模块将所需要设计的数据提取出来,转化成数控弯管机能够识别的数据。通常,数模会提供两种数据:一种是XYZ格式数据,另一种是LRA数据。

目前,沈飞公司导管生产厂数控弯管机系统中,LRA始终作为真实数据(指希望得到的工件或图形上的数据),而且在工人操作、零件交检过程中,LRA数据更加真实明显。因此,工艺人员会把LRA数据作为最终的工艺数据,如表1所示。

Y轴方向上的线性运动控制承载管的长度L;B轴围绕Y轴方向旋转形成转角R;弯曲臂沿C轴方向旋转形成弯头角度A。

YBC提供了用来描述数控弯管所必需的数据,见图3。

2.3 数控弯管

数控弯管技术是导管数字化生产的核心。除了螺旋管和特殊导管(如两弯之间直线段无法满足数控弯管机要求等)外,通常情况下,数控弯管机可以实现常用导管的数控弯曲成形。弯曲前,测量机测量导管固定回弹、比率回弹、延伸率,输入以上测量数据和转化后的工艺数据进行导管的数控弯曲,测量机能够对弯管机上弯曲的管子和设计数据进行比较,比较完成后,测量机能自动修正工件形状程序,对任何不同的部分进行补偿,然后用修正过的数据进行生产。

表1 导管的工艺数据

管外径/mm	弯曲半径/mm	长度L/mm	转角R/(°)	角度A/(°)
8	32	36.7840		89.9838
		39.9878	88.5040	90.0021
		31.2194	-129.7710	75.8238
		43.1372	-78.5290	51.7989
		31.2762	-16.6400	22.4010
		46.5775	-149.9180	12.0810
		44.6642	-99.2980	33.1622
		59.3145		

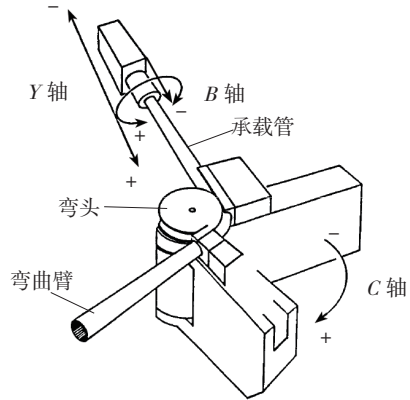


图3 数控弯管示意图
Fig.3 Sketch map of NC tube bend

2.4 测量机激光矢量测量技术

利用激光矢量测量机对导管进行精确的测量,然后将测量的数据和设计数据进行对比,看零件是否符合精度要求。测量结果如图4所示。

True LRAS for part:				
Tg Bn	L	R	A	DIE
- 01	125.71	0.0	16.3	01
- 02	145.78	179.4	16.2	01
- 03	85.16	-94.6	90.5	01
- 04	319.41			
True Radius 01: 96.00				
Part Dia.: 32.00				
Tolerance: 0.00				

图4 测量机测量的数据

Fig.4 Data measured by measuring machine

3 焊接类导管数字化制造技术

在以往机型制造过程中,焊接类导管采用的是专用工装,而在该机型中,所有焊接导管都采用拼装夹具的形式进行生产制造。拼装中心利用CATIA三维导管模型和拼装夹具设计系统软件,对导管数模进行工装设计(见图5),其制造误差在0.05mm以内,节约成本约550万元,缩短了近3个月的工装设计、制造时间。某新型飞机拼装夹具利用率与以往机型相比提高很大,达到100%。由于该飞机研制批之后将进行更改,尤其是导管基本无沿用项,拼装夹具更适合这种仅生产两架的产品,其节约成本的优势更加明显。

4 导管数字化技术在某新型飞机中的应用效果

在某新型飞机的研制生产过程中,全机导管数字化制造率达到96%,数字化导管装机率达到92%,与本公司以往机型相比,达到了一个新高度,同时创下国内数字化导管装机成功率的最好成绩,如图6所示。

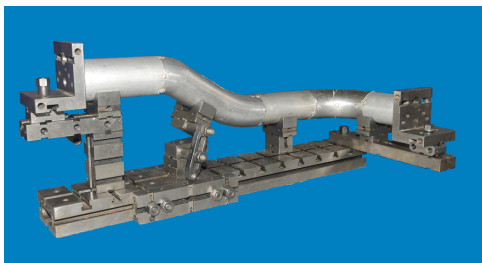


图5 拼装夹具

Fig.5 Assembled fixture

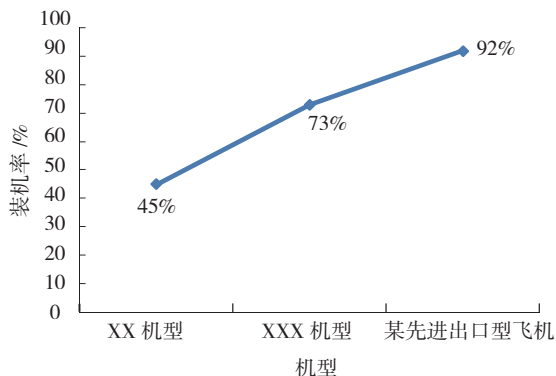


图6 数字化导管装机率对比

Fig.6 Comparisons of tube digital installation rate

飞机全机强度和清洗试验时,导管连接处漏油率仅为1%,正是由于导管数字化制造率的提高,制造精度和产品质量得到明显的提高和改善。装配厂在进行导管安装时几乎没有应力,避免了以前导管由于应力过大在机上补弯曲造成质量不好的现象。导管的数字化制造使导管的连接性能得到极大的优化,实现了导管无应力安装,漏油率降到了最低点。

对数字化导管安装后进行贴片应力试验,试验结果全部符合要求,与以往机型相比合格率有了进一步的提高,数字化导管精度高、质量高的优势再一次体现出来。

5 结束语

导管数字化技术实现了导管三维数模设计、工艺审查、成形制造、零件交检全过程数字化信息的传递,可降低制造成本、缩短飞机制造周期、保证产品质量。导管数字化技术在某新型飞机研究制造过程中取得了成功应用,达到促进航空制造企业数字化技术快速发展的目的。

参考文献

- [1] 毛燕,詹梅.数字化制造技术在ARJ21飞机导管研制中的应用.锻压技术,2008(4):120-124.
- [2] 石坚鲲,马艳玲,张森棠.数字化制造技术在航空发动机产品中的应用研究.航空制造技术,2012(1/2):44-47.

(责编 深蓝)

(上接第82页)

此项精度检验涉及3个部件,装配后的空间精度受误差叠加和重力引起刚性变形的双重影响。装配前单个部件的精度检测无法准确反映装配后的误差,可借助系统的RTCP功能进行检测(图7^[5])。通过对检测数据分析计算,辨识出各误差因素,采取相应措施进行调试。

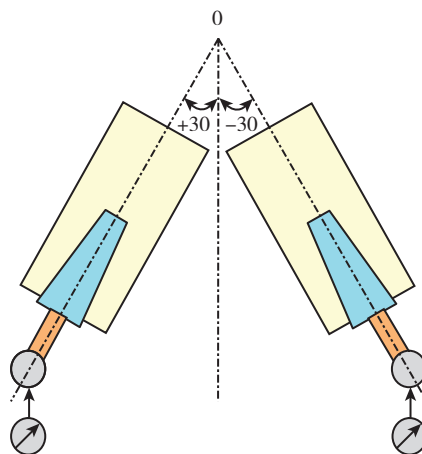


图7 旋转轴线重合度的测量方法

Fig.7 Contact radius measurement method of two rotation axes

3 结论

高档数控机床五轴联动误差的检测与调整是一项异常复杂的系统工程,需要在机床的研制生产和应用实践中不断探索。本文根据实际工作经验,简要分析了AB双摆角五轴联动数控机床的摆角运动误差,为相关类型机床的研制和调试提供参考。

虽然北京航空制造工程研究所研制的五坐标龙门数控机床和五坐标立式加工中心已经有数台成功应用于航空结构件数控加工,并取得良好使用效果,但是关于高档数控机床的五轴联动误差分析和辨识,还有许多问题需要研究和探讨。国产高档五轴联动数控机床设计研发和工程应用水平的提高任重而道远。

参考文献

- [1] 陈劲松. NUM数控系统在五轴插补上的特点. 制造技术与机床, 2000(6): 54.
- [2] 张翔,程志. 数控机床RTCP精度的分析. 自动化与仪器仪表, 2012(5): 179-181.
- [3] 王增新,马岩,王茜,等. 四坐标数控龙门加工中心进给传动系统设计. 航空制造技术, 2010(22): 114-117.
- [4] 杨文通,李钊,赵永胜. 重载摆角铣头摆链传动误差分布规律的研究与分析. 现代制造工程, 2011(4): 66-72.
- [5] 赵宝成,王增新. 航空数控机床摆角头回转运动误差分析. 航空制造技术, 2012(9): 45-48.

(责编 深蓝)