

某框基于后置程序逆向设计及数字化高效加工研究

Research on Inversing Design Based on Post Procedure and Digital High-Efficiency Processing of Some Frame

海军驻沈阳地区航空军事代表室 刘胜男
中航工业沈阳飞机工业(集团)有限公司数控加工厂 石海

[摘要] 介绍了飞机某框从逆向设计到数字化高效加工详细流程,应用以 CATIA V5、VERICUT 为代表的先进数字化制造技术,使零件数字化设计、数字化加工、工艺流程得到全面改进,为今后零件逆向设计及数字化加工奠定良好的基础。

关键词: 数字化加工 逆向设计 钛合金浅切加工

[ABSTRACT] The detailed process of manufacturing some aircraft frame from inversing design to high-efficiency digital processing is described. The parts digital design, digital processing flow are overall improved by using advanced digital manufacturing technology like CATIA V5 and VERICUT, which shows the superiority of digital processing. It lays a good foundation for future inversing design and digital processing.

Keywords: Digital machining Inversing design Titanium shallow cutting

基于后置程序逆向设计是一种逆向设计技术方法,可以广泛地应用到新产品开发、产品改型设计等领域,适合单件、小批量的零件制造。它通过反构造分析,推算出数学模型,提高产品竞争力。基于后置程序逆向设计适用面广,具有可推广性,是一种准确率高、可操作性强、技术可靠的创新方法。

1 建立数模的重要意义

建立有效数模是完善工艺流程的前提必要条件。G-Code 可以看做是根据指定数控机床而被编译过的、数控机床控制机可以识别的一种“机器语言”,它不具有良好的编辑性,数模和 G-Code 的关系简单可以看做 part 和 model 的关系, model 是无参数、无中间过程、无关联特征的一种格式,而数模 part 可以看做是母文件,因为 Process、APTSOURCE、G-Code 都是由数模派生出来的,所以说数模 Part 文件是最有价值的源文件。

2 逆向建模的创新点

一般逆向建模采用的方法是利用三坐标测量机测量检验夹具和样件外形,利用 CATIA V5 点云功能形成外形曲面,依靠以点形成线、再以线形成面的模拟逼近原理,这是一个模拟量传递的过程,检夹误差、测量误差、点云命令的计算误差这 3 种误差累积起来,必然产生一定的误差,所以逆向建立后的曲面是模拟逼近的,数模不能作为直接加工依据,需要试切验证。

VERICUT 软件是功能强大的 NC 机床切削仿真软件,在众多仿真软件产品(斯沃数控仿真、VNUC 数控仿真、华中数控仿真)中,VERICUT 有一个独有功能,支持演示结果 EXPORT MODEL 功能,此功能是 VERICUT 一个重要功能模块,可以输出 IGES 格式数模文件。

3 逆向建模过程

对刀具必须进行准确测量,采用数控测刀仪,测量误差为 $\pm 0.002\text{mm}$ 。

在仿真系统里建立刀具(外形刀具根据测刀仪实际测量结果)、毛料、坐标系,将原始程序导入 VERICUT 进行实体切削,将切削结果用 EXPORT MODEL 功能输入 IGES 格式曲面片,利用曲面为基准,建立新的数模。

4 加工方案论证

加工方案论证是整个零件加工过程的第一步,工艺性分析充分与否直接影响加工方案的优劣,对零件的整个生产链条具有决定性和引导性的作用。在零件加工之初必须指出并了解这个加工过程中关键环节及其难点,从而更加合理、简捷、全面、有效地控制零件加工的整个过程。

4.1 加工方案流程

整框采用全数字化协调,3 个分装件在焊接前分别进行粗加工,单边均留 3mm 余量,粗加工采用钛合金浅切加工方式——“小切削、大进给”,去除大部分余量;3 个分装件粗加工后,自动潜弧焊接;配框焊接后,进行消除应

表1 切削参数

刀体型号	齿数	刀片型号	刀片R角/mm	被加工材料	工具悬长/mm	刀具直径/mm	切削速度/ ($m \cdot \min^{-1}$)	主轴转数/ ($r \cdot \min^{-1}$)	工作台进给速度/ ($mm \cdot \min^{-1}$)	每齿进给量 f_z/mm	切深/ mm	切宽/ mm	切削时间/ /min	金属去除率/ ($m^3 \cdot \min^{-1}$)
FF FW D63-27- 09-C	5	FF WOCT 09T320T IC328	约4	钛合金 (模锻)	200	63	53.4	270	758	0.561	2	20	115	40772
FF FW D63-27- 09-C	5	FF WOCT 09T320T IC328	约4	钛合金 (模锻)	200	63	53.4	270	758	0.561	2	63	90	91182
FF EW D40-100- W32-09-C	3	FF WOCT 09T320T IC328	约4	钛合金 (模锻)	100	40	60.3	480	835	0.58	2	40	130	60100

力热处理,然后进行整框数字化加工,100%数控全部加工到位,没有常规补加工,加工流程顺畅,加工效率高。

4.2 机床选择

对某钛框外廓尺寸较大的大型结构件,零件的理论外形为带角度的弧面,故应采用大型龙门式五坐标铣床进行加工。该零件材料硬度大,应选择刚性好、功率大的五坐标机床加工。机床必须配有良好的加工冷却系统,能及时带走加工时产生的高温,保护零件和刀具不被烧伤。同时考虑机床台面利用率和摆角方式,最终选择A、B摆角的五坐标立式加工中心生产该零件。

FPF-D-N/C-5 动龙门五坐标机床的主要技术参数:

- (1)连续摆动的A+B轴。
- (2)摆动范围为 $\pm 30^\circ$ 。
- (3)定位精度为0.05。
- (4)主轴功率为37KW。
- (5)主轴转速为40~6000r/min。
- (6)各数控轴行程为:

- X轴 5900mm;
- Y轴 3600mm;
- Z轴 600mm。

- (7)工作台行程为6000×3300mm。

4.3 装夹方案

零件加工中,由于零件体积大,如果工人采用普通铣切夹具进行压紧,由于零件的加工部位不同,工人将无休止重复进行装夹,不但降低了零件的加工效率及零件加工精度,而且加大了零件的加工周期。

在零件铣夹上采用先进的液压技术,不仅可大幅度提高零件的加工精度,减少零件加工误差,还可减少工人的劳动强度。零件铣夹上有5个液压扳手,控制5种颜色的压板,根据零件的加工部位不同,进行替换装夹,可同时压紧,也可局部压紧,并保持压力以满足零件铣切要求。

4.4 钛合金浅切加工

3个分装件的毛料都为模锻件,加工余量大,表面氧化皮硬度高,大余量去除采用钛合金浅切技术进行粗加工,单边最大轮廓留3mm余量。

以往的钛合金数控切削方式受旧有切削理念的影响,大切深、小进给、低转速,利用机床最大的扭矩输出进行强力切削来获得最大的金属去除率,而钛合金浅切加工是小切深、大进给、高转数,这是一种绿色、环保、可持续、科学的切削理念^[1]。

钛合金浅切加工一般应用于粗加工,采用可转位刀片形式刀具,加工时只损耗刀片,不损耗刀柄,降低加工成本。钛合金浅切加工过程中释放应力以及减小切削力,减小了零件粗加工后的变形量,加工后的零件表面余量均匀,为后续的精加工提供了保障,同时降低了机床负荷,保护数控机床,延长机床使用寿命,并且,钛合金浅切加工效率明显提高^[2],具体参数见表1。

5 结论

采用数字化加工后,某钛框的加工取得了事半功倍的效果,保证了零件的装机质量,又提高了加工效率,降低了生产成本,还能更好地保证零件的加工质量,整个零件的加工过程较原工艺方案提升了一个高度;采用100%数字化加工,并且全部数控加工到位,优化切削参数实现无人干预,克服了零件加工变形、加工精度高的技术难题,实现优质高效的同时,为企业赢得了经济效益。

参考文献

- [1] 陈五一,袁岳峰.钛合金切削加工技术研究进展.航空制造技术,2010(15):26-30.
- [2] 陆海钰.高速及超高速切削加工技术的发展与应用.机械制造,1999,37(5):6-8.

(责编 叶枫)