

基于UG10.0整体叶轮数控成形仿真研究

曾念

(自贡市职业培训学院, 四川 自贡 643000)

摘要: 由于整体叶轮构造复杂, 加工精度要求严格, 其叶片的型面为自由型面并有一定的扭曲, 同时叶片内流道较窄, 为此在加工时很容易出现过切、碰撞、干涉等现象, 加工难度大。结合工程应用, 设计了整体叶轮的数控成形整套加工方案, 并基于UG 10.0软件的CAD/CAM功能模块, 重点研究了叶片成形过程仿真, 验证了方法的可行性。所提出的数控成形加工方案, 经仿真验证叶轮能够获得很好的成形, 对整体叶轮及类似零件的精密成形加工具有一定的工程实际意义。

关键词: 涡轮叶片; 自由型面; 数控仿真; CAD/CAM; UGNX

DOI: 10.3969/j.issn.1674-6457.2016.04.019

中图分类号: TH164 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-6457(2016)04-0096-04

CNC Machining Forming Simulation for Integral Impeller Based on UG10.0

ZENG Nian

(Zigong Professional Training School, Zigong 643000, China)

ABSTRACT: Integral impeller has a complicated structure and has strict precision requirement on processing. The blade is free-profiled and distorted to some degree, and the flow path is narrow. Hence, prone to overcutting, collision, interference and other problems, the processing is rather difficult. A CNC machining forming proposal was put forward for integral impeller based on engineering application. It focused study on the blade forming process simulation based on UG NX10.0 software CAD/CAM modules and verified the feasibility of the method. The CNC forming proposal could get a better form after verification by simulation. It has a great significance for the precision forming of integral impeller and similar parts.

KEY WORDS: turbine blade; free-profiled; numerical control simulation; CAD/CAM; UG NX

叶轮类零件在矿山、军工、船舶、航空等许多行业领域中应用广泛, 如风机和飞机发动机叶轮、水泵叶轮等, 也是这些机械设备的核心部件, 其制造技术水平和制造质量将直接决定该设备的整体性能和稳定性。整体涡轮包括叶片、轮毂和叶冠, 其中叶冠与轮毂为造型简单的回转体, 涡轮叶片多为空间曲面, 叶片通道狭窄甚至扭曲。本文为了提高涡轮叶片加工成型的工作效率和工件的整体性能,

采用数控加工中心来加工叶片。通过使用UG软件完成整体涡轮的参数化特征造型, 分析制定加工工艺方案, 生成优化的刀路轨迹, 进行加工仿真与验证。

1 整体涡轮参数化特征造型

零件的三维实体模型非常重要。在实体模型建立的过程中, 要根据零件的设计和工艺要求, 确保

收稿日期: 2016-05-20

作者简介: 曾念(1962—), 男, 四川自贡人, 一级实习指导教师, 主要从事机械技术基础课、专业课、生产实习课与CAD教学。

模型与实际零件的各种主要特征和工艺参数一致。在使用UG软件对整体涡轮建模过程中,轮毂与叶冠为回转体,造型简单,涡轮叶片的建模是最关键的。

叶片型面多为空间自由曲面,涡轮叶片参数化特征造型,首先要读取型值点数据文件,然后采用三次样条算法对型值点进行插值运算,得到叶片截面轮廓;再利用曲面工具生成涡轮叶片;最后把叶片按一定角度旋转,并进行阵列复制,得到整体涡轮模型,如图1所示。

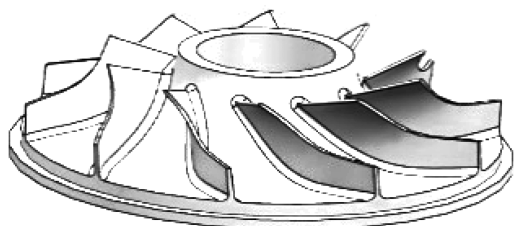


图1 整体叶轮模型

Fig.1 Model of integral impeller

2 整体涡轮数控加工工艺分析

2.1 确定毛坯

毛坯的形状和尺寸选择,总的要求是:减少“肥头大耳”,实现少屑或无屑加工,因此,毛坯形状要力求接近成品形状,以减少加工量。在保证加工质量的前提下,尽量减少加工余量,因此选择规格为 $\Phi 180\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ 的铝件毛坯较为合理,如图2所示。

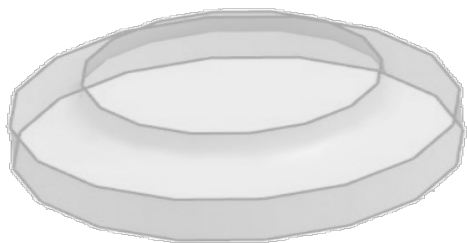


图2 整体叶轮毛坯

Fig.2 Blank of integral impeller

2.2 机床选择

加工整体叶轮可用五轴联动的机床,还需考虑以下因素:机床各轴的最大行程、工作台的摆动范围、机床功率等。本文加工中使用的MIKRON UCP800 Duro五轴联动加工中心为双回转工作台结构,它带有一个绕Z轴旋转的C轴和绕X轴摆动的A轴。UCP800 Duro配置了20 000 r/min主轴,Heidenhain

iTNC530数控系统。X轴行程: $-400 \sim 400\text{ mm}$, Y轴行程: $-320 \sim 330\text{ mm}$, Z轴行程: $105 \sim 605\text{ mm}$, A轴摆动角度: $-105^\circ \sim 120^\circ$ 。

2.3 加工工艺流程规划

整体叶轮的几何形状比较复杂,一般流道较狭窄且叶片扭曲程度大,加工时容易发生干涉碰撞现象,因此主要难点在于流道和叶片的加工,对刀具空间、刀尖点位和刀轴方位要进行精确控制。

通过对叶轮结构和加工工艺的分析,叶轮加工的主要工序有:粗加工叶片间流道(叶轮开粗)、流道曲面的半精加工、叶片精加工、流道精加工和倒圆部分的清根加工等。采用同一把刀一次性完成粗、精加工,这样刀具较集中,程序短,所占工时少,工作效率高。工序规划如下:车削毛坯→粗精铣外轮廓→粗精铣R23 mm孔→叶片粗铣→半精铣叶片→精加工叶片顶部→精加工叶片→精加工流道→去毛刺→整理。以下重点研究涡轮叶片部位的仿真加工。

2.4 刀具确定

刀具刚性和几何形状是叶轮加工刀具选择的主要因素,在流道尺寸允许的情况下尽可能采用大直径的刀具。粗加工刀具一般选择圆柱立铣刀。精加工选择锥柄球头刀具,锥度有利于提高刀具的刚性,但锥度不宜太大,一般 $3^\circ \sim 5^\circ$ 较合适。为提高加工效率,在不发生碰撞干涉的情况下,应尽可能选用大直径铣刀,并优先选多刃铣刀。

刀具长度选取原则:在满足各个部分加工要求的前提下,尽量减小刀具长度,以提高工艺系统的刚性;制造工艺和编程时,一般不必准确确定刀具的长度,只需初步估算出刀具长度范围。

3 叶轮叶片数控加工仿真

3.1 叶轮叶片粗加工

叶轮的粗加工是对零件开粗,这时不需要考虑精度等问题,只需要快速切掉多余的材料即可,因此采用型腔铣。在UG软件环境里,把3D模型导入到CAM模块当中,设置刀具安全距离,建立刀具库信息。在创建粗加工工序时,选择D8球刀,设置切削参数、主轴转数、进给速率等,系统自动生成加

工刀路, 并进行仿真。

3.2 叶轮叶片半精加工

叶片半精加工使用五轴深度加工切削方式。在创建类型里面选择 millmultiaxis, 选择半径加工, 刀具选择为 D4 的球头铣刀, 然后在刀轴的刀具的方向选择远离点, 通过点的这个对话框来设置 Z 轴为 -200 mm。在侧倾角上指定角度为 50° , 最大壁高度为 45 mm。在刀轨设置选项中最大距离为 5 mm, 设置切削参数, 使底面余量与侧面余量一致, 然后部件侧面余量为 0.2 mm, 设置进给率和速度分别为 F1500 和 S6000, 生成刀轨。最后可以点击确认按钮进行 3D 仿真加工, 加工结果如图 3 所示。

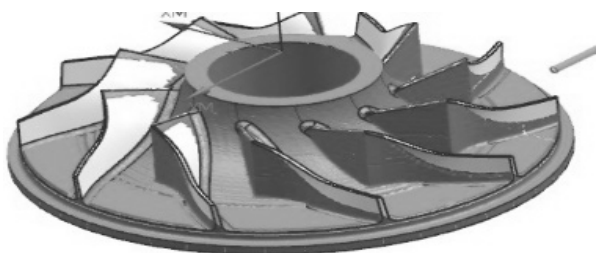


图 3 叶轮半精加工仿真
Fig.3 Simulation of impeller semifinishing

3.3 涡轮流道精加工

整体涡轮由 10 个流道组成, 在流道加工过程中是一个个流道依次加工, 所以只需要做一个流道的加工过程, 其他的重复该过程即可, 采用可变轮廓铣方式加工流道。

首先需要对流道进行分割, 分割成 10 个。回到建模里面, 插入关联复制, 选择抽取的面, 如图 4 所示, 抽取以后进行分割, 绘制出分割的线, 如图 5 所示。然后用分割面工具把流道面分割好, 返回加工环境, 选择多轴可变轮廓铣削, 刀具选择为 D4 的球头铣刀, 点击切削区域, 选择驱动方法为流线, 在驱动设置里面补距数设为 20, 结果如图 6 所示。最后设置进给率 F1200 和主轴速度 S8000, 生成的涡轮叶毂加工刀路轨迹如图 7 所示, 并进行仿真加工。

3.4 涡轮叶片精加工

涡轮叶片采用变轮廓铣削驱动方式加工, 设置方法与涡轮叶毂精加工工序相同, 选择多轴可变轮廓铣削, 刀具选择为 D4 的球头铣刀, 切削区域为叶片, 选择驱动方法为流线, 在驱动设置里面补距数

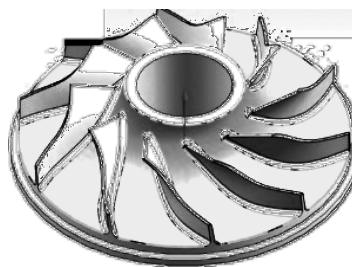


图 4 抽取面
Fig.4 EXTract surface

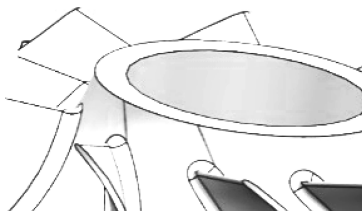


图 5 分割线图
Fig.5 Cutting line

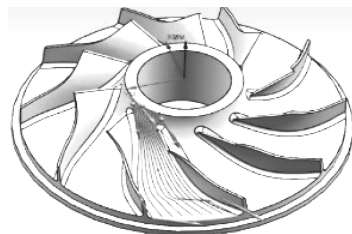


图 6 流线驱动
Fig.6 Streamline driving

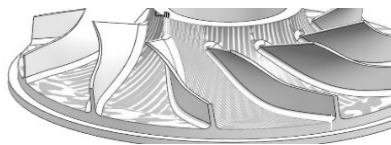


图 7 叶毂加工刀路
Fig.7 Machining path of tools for hub

设为 20。最后设置进给率和主轴速度分别为 F200 和 S1000, 点击计算按钮, 生成的涡轮叶毂加工刀路轨迹如图 8 所示, 并进行仿真加工。

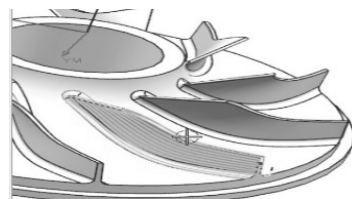


图 8 叶片精加工刀路
Fig.8 Finish machining path of tools for blade

4 结语

基于 UG10.0 软件, 对整体叶轮的数控加工成形

工艺进行了研究, 主要对整体叶轮的三维建模、数控加工工艺、自动编程的相关参数进行了简要说明。并使用UG10.0生成刀具轨迹对加工参数进行了多次修改, 通过加工仿真验证了整体叶轮的加工工艺及五轴数控加工的可行性。该方法具有人机交互友好直观、可视化程度高、操作指引性强等优点。在整体叶轮基于UG10.0的五轴数控加工方面做了有益的探索, 为合理规划整体叶轮的加工工艺, 提高叶轮的加工效率和加工精度, 提供了参考。

参考文献:

- [1] 曹著明, 么居标. 基于UG水轮机叶片数控加工方法的应用研究[J]. 航空精密制造技术, 2016(2): 49—52.
CAO Zhu-ming, YAO Ju-biao. Research of Multi-axis Machining Strategy Based on UG[J]. Aviation Precision Manufacturing Technology, 2016(2): 49—52.
- [2] 孙佳楠, 吕永锋, 范建蓓. 基于UG10.0叶轮五轴数控编程与加工问题分析[J]. 机械工程师, 2016(2): 239—240.
SUN Jia-nan, LYU Yong-feng, FAN Jian-bei. Five-axis NC Processing and Machining Problems Analysis of Integral Impeller Based on UG10.0[J]. Mechanical Engineer, 2016(2): 239—240.
- [3] 罗皎, 李淼泉. 高性能整体叶盘制造技术研究进展[J]. 精密成形工程, 2015, 7(6): 1—7.
LUO Jiao, LI Miao-quan. A Review on the Manufacturing Technology of High Property Blink[J]. Journal of Netshape Forming Engineering, 2015, 7(6): 1—7.
- [4] 周子钊, 李新军, 周应科, 等. 基于内高压成形方法的航空发动机空心叶片工艺设计[J]. 精密成形工程, 2015, 7(3): 67—72.
ZHOU Zi-zhao, LI Xin-jun, ZHOU Ying-ke, et al. Process Design of Aero Engine Hollow Blade Based on Hydro-forming[J]. Journal of Netshape Forming Engineering, 2015, 7(3): 67—72.
- [5] 万美湾, 彭静文, 李卫东, 等. 叶片数控喷丸强化路径设计与实现[J]. 精密成形工程, 2015, 7(3): 78—83.
WAN Mei-wan, PENG Jing-wen, LI Wei-dong, et al. Path Planning and Implementation of Blade NC Shot Peening Strengthening[J]. Journal of Netshape Forming Engineering, 2015, 7(3): 78—83.
- [6] 李忠, 张家麟, 姬广发, 等. 基于UG的叶轮数控加工及仿真[J]. 装备制造技术, 2015(1): 167—168.
LI Zhong, ZHANG Jia-lin, JI Guang-fa, et al. NC Processing and Simulation of Integral Impeller based on UG[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2015(1): 167—168.
- [7] 齐进, 吴刚, 戴和民. 基于UG水轮机叶片数控加工方法的应用研究[J]. 装备制造技术, 2016(1): 95—97.
QI Jin, WU Gang, DAI He-ming. Based on the UG Application Research of Turbine Blade NC Machining Method[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2016(1): 95—97.
- [8] 秦录芳, 孙涛, 时四强, 等. 基于UG的整体叶轮数控加工仿真研究[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2015(11): 98—102.
QIN Lu-fang, SUN Tao, SHI Si-qiang, et al. Research of CNC Machining Simulation for Integral Impeller Based on Software UG[J]. Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique, 2015(11): 98—102.
- [9] 周云曦. 基于UG的五轴加工中心虚拟机床及后置处理开发[J]. 制造业自动化, 2015, 37(12): 113—115.
ZHOU Yun-xi. Development of Virtual Machine Tool and Post Process of Five Axis Machining Center Based on UG[J]. Manufacturing Automation, 2015, 37(12): 113—115.