

# 基于 UG 的零件建模及数控加工过程的仿真

Modeling and NC machining process simulation based on UG

(三江学院) 韩训梅

HAN Xun-mei

**摘要:** 主要介绍了 UG 软件在飞机螺旋桨叶片数控加工中的应用,并从三维建模、数控编程、加工工艺选择、模拟仿真和后置处理等方面做了分析。实际表明:UG 是一个集 CAD、CAE、CAM 于一体的集成化计算机辅助设计系统,可以完成从概念设计、外观造型、详细设计、图纸生成、刀具路径生成、数控加工程序生成等整个产品的生产过程,实现真正意义上的无图纸化生产。

**关键词:** 计算机辅助设计; UG; 建模; 数控加工程序; 后置处理

中图分类号: TH164

文献标识码: B

**Abstract:** The application of UG software in numerical control processing about the blade of aeroplane, and the analysis for several facts of modeling, numerical control programming, selecting process craft, analog simulation and post processing was given. The practice shows UG is an integrated computer-aided design system that gather the CAD, CAE and CAM together, and can complete the whole manufacture process of the product from the design of concept, modeling, detailed design, drawing building, tool path creating to numerical control program creating. Then we will realize the production with no paper authentically.

**Key words:** Computer aided design; UG; Modeling; NC program; Post processing

## 1 引言

UG 是美国 UGS(Unigraphics Solutions of EDS)公司的 CAD/CAM/CAE 一体化软件,广泛应用于航天航空、汽车、通用机械及模具等领域。其功能强大,可以轻松实现各种复杂三维实体的造型构造。国内外已经有许多科研院所和厂家选择了 UG 作为企业的 CAD/CAM 系统。UG 运行于 Windows NT 平台,无论是装配图还是零件图都从三维实体造型开始,使图形直观、逼真。三维实体生成后,可以自动转换成工程图(如三视图、轴侧图、剖视图等)。其三维 CAD 是参数化的,修改一个草图尺寸,就使零件相关的尺寸随之变化。该软件还具有人机交互方式下的有限元分析,并可以对任何实际的二维及三维机构进行复杂的运动学分析和设计仿真,以及完成大量的装配分析工作。UG 的 CAM 模块提供了一种产生精确刀具路径的方法,该模块允许用户通过观察刀具运动轨迹来图形化的编辑刀具轨迹。UG 软件所带的后置处理程序支持多种数控机床,UG 基于标准的 IGES 和 STEP 产品,被公认为在数据交换方面处于世界领先地位。UG 还提供了直接转换器(如 CATIA、CADDS、SDRC、EMC 和 AUTOCAD),以确保同其他系统高效地进行数据转换。

## 2 数控加工简介

数控机床是实现数控加工的物质装备基础,零件数控加工程序的编制则是实现数控加工的前提。数控加工过程是指从生产、工艺准备到产出成品或半成品的整个过程。通常在根据图纸和工艺计划等确定几何、工艺参数数据时需作必要的数学处理工作。所谓数控编程,即将工艺计划以及相关的几何信息和工艺信息等用“数控语言”表达出来,以便传递给数控系统,经数控系统处理后空伺服系统执行输出,实现刀具与工件间的相对

成形运动及其他相关辅助运动。

数控编程通常分为手工编程与计算机辅助编程两大类。手工编程从工艺分析、数值计算,到数控程序的检验、修改等均由人工完成。对于几何形状不太复杂的零件,采用手工编程实现显得经济。计算机辅助编程目前应用较多的即 CAD/CAM 系统自动编程,利用 CAD 模块生成几何图形,指定被加工部位,输入相应加工参数,计算机便可自动进行相关数学处理并生成数控加工程序,同时在计算机屏幕上动态直观的显示出加工轨迹。

## 3 零件的 UG 建模与仿真加工

### 3.1 零件的建模

在机械零件中,叶片是属于比较难设计的零件。因为一般的叶片在径向和轴向都有扭动,而且叶片的前缘和后缘曲率变化十分剧烈。因此,本次的叶片建模是基于曲线的曲面重建方法的原理,是在数据分割的基础上,首先由测量点插值或拟合出组成曲面的网格样条曲线,再利用系统提供的混合、扫掠、曲线延伸等曲面造型功能进行曲面模型重建,最后通过延伸、求交、过渡等操作,将各曲面片光滑拼接或缝合成整体的复合曲面模型。基于测量点的曲面重建是直接对测量数据拟合,生成曲面片,最终经过对曲面片的过渡、拼接和剪裁等曲面编辑操作完成曲面模型的重建。

#### 3.1.1 叶片模型的创建



图 1 空间曲线

进入建模模块,再通过菜单进入点构造器。根据原始数据,构造点。再用样条曲线连接起来并通过相应的调整来生成三条平滑的空间曲线(如图 1)。这种方法是根据图纸上标出的各个截面上若干点的实际坐标,把各个截面上的点做出来,用光滑曲线

韩训梅: 教师 工程硕士

连接各点,得到截面的形状,再将各个截面移到相应的位置,通过缠绕、直纹面、缝合等命令,得到桨叶的三维实体造型,即缝合造型。



图2 叶片的模型

然后通过下拉菜单 [Insert]-[Free Form Feature]-[Through Curves],再依次选择三条曲线生成螺旋桨叶片的实体,并对相应参数进行调整来使其更加光滑(如图2所示)。为了便于应用,在已有叶片实体的两端分别沿基准轴方向延伸一段长20mm的实体出来

### 3.1.2 专用工装的设计与建模

经工艺分析可得本零件形状长而薄,且表面是扭曲的曲面,使用常规的加工办法振动大,定位困难,加工精度难以保证。因此必须先制作一个和零件一面相对应的专用工装,然后再将零件上所对应的面加工出来。最后将零件放在工装上用压板夹好再进行剩下一个面的加工。这样加工的方法要注意装夹问题:为了便于装夹,我们需要在已有实体的两端分别延伸一段长20mm的实体出来,用于压板的装夹。同时,在生成加工程序路径上也要避开压板。夹具与工件安装总图如图3所示。

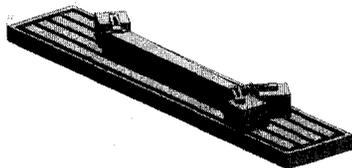


图3 夹具安装总图

## 3.2 零件的仿真加工与后置处理

### 3.2.1 加工前的准备

#### (1) 比例缩放

考虑到加工的实际操作,考虑到现有铣床上的最大平口钳的长为250mm,而现所加工的零件长超过了400mm,大大超出了平口钳的长度,加工起来容易晃动,难以保证加工精度。通过下拉菜单[Insert]-[Feature Operation]-[Scale],设置比例值为0.7。将原零件的长度缩小为300mm左右。

#### (2) 毛坯的创建

在模拟刀具路径时,需使用毛坯来观察零件的成形过程。因此,在进入加工模块之前,应在UG-Modeling中建立用于成形零件的毛坯。毛坯的创建方法,应根据零件的结构、形状来选择,可以创建单独的圆柱体或块体作为毛坯,也可拉伸零件的某个面或某条边来创建毛坯,还可以通过偏置零件的表面来创建毛坯。此处选择拉伸零件的某个面或某条边来创建毛坯,如图4所示。



图4 毛坯模型

### 3.2.2 仿真加工

通过下拉菜单[Application]-[Manufacturing]进入加工模块。鉴于所加工表面是复杂的扭曲曲面,再结合加工工艺要求,分三步进行加工,粗加工(型腔铣削)—半精加工(固定轴轮廓铣削)—精加工(固定轴轮廓铣削)。再依次进行以下操作:创建几何—创建刀具—创建加工方法—创建程序组—创建操作。叶片的加工过程要用三种刀:端铣刀(粗加工用)、带角圆的圆柱铣刀(半精加工

和精加工用)和球头铣刀(清根用)。在UG制造中建立用户自己的刀具库,可根据叶片尺寸大小选用不同直径的刀具。设定好其中的参数,即可生成刀具路径和加工程序,并能动态的仿真加工出零件(如图5所示)。



图5 模拟加工的结果

### 3.3 后置处理

在UG中各加工模块的主要功能是创建零件加工的刀具路径。加工仿真后,将加工信息输出到刀位源文件(CLFS)中。CLFS包括刀具信息、加工坐标系信息、刀具位置和姿态信息,以及各种辅助命令信息。但是,生成的这样的文件如果不经后置处理将无法送到数控机床上进行零件加工。这是因为不同的厂商生产的机床硬件条件是不同的,因此必须进行后置处理,选用UG-POST(UG后置处理器)。

UG/POST是UG提供的两种后置处理器之一,可直接读取刀具轨迹数据进行后置处理,生成机床能够接受的数控程序。UG/POST是事件驱动的,它包括事件生成器(event generator)、事件解释器(event handler)和定义文件(definition file)。事件生成器读取刀具轨迹信息,将它解释为“事件”,并触发这个“事件”;UG/POST根据事件解释器中的函数指令来处理这个“事件”;定义文件中包括特定机床的信息和数控代码的输出格式,UG/POST按照定义文件规定的格式,把后置处理结果输出,成为机床可接受的数控程序。

具体步骤为:生成工件的刀具路径;通过POCTBUILD生成事件管理器文件和定义文件,并将生成的事件管理器文件和定义文件添加到后置处理模板中;进入UG/POST后置处理环境进行后置处理,从而可生成用于指定机床的数控加工程序。

## 4 结束语

由于本次加工的对象叶片,具有长而薄,且表面扭曲等特点,不能采用手工编程实现加工,选用UG作进行了计算机辅助编程,大大降低了编程的难度,提高了效率。对于另一难点加工时的定位,在考虑加工工艺后选择了构建专用工装。通过建模时,将叶片的模型上下表面分模,从而构建出所需辅助工装。实现了零件的精准定位和精确加工,缩短了加工周期。

本文作者创新观点:对于表面复杂的零件进行加工,选用计算机辅助编程软件可降低编程的难度。另针对该叶片的复杂形状,利用分模设计专用夹具,可提高加工精度。

### 参考文献

- [1]李春丽,邓化宇等.数控多面加工仿真关键技术研究及实现[J].微计算机信息.2009,8-1:116-117
- [2]沈春龙,张友良,等.基于三维虚拟环境的数控加工中心建模与仿真[J].机械科学与技术,2001(5)1
- [3]周济,周艳红.数控加工技术[M].北京:国防工业出版社,2002.
- [4]Unigraphics Solutions Inc. UG铣制造过程培训教程[M].苏红卫.北京:清华大学出版社,2002.
- [5]Unigraphics Solutions Inc. UG后处理技术[M].安杰,邹显章.北京:清华大学出版技术社,2003
- [6]张思弟,贺曙新.数控编程加工技术[M].北京:机械工业出版社,2006

(下转第84页)

络方案结构如图4所示,主要具有以下特点:

(1)整个通讯系统结构较前期方案简便、简洁,符合“双筒”原则,减少了通讯故障的可能性。

(2)测控系统和数据采集系统在船上部分完全合并,只需要一只测控箱和一台PC机,简化了操作,节约了硬件成本。

(3)测控箱与PC机之间采用USB接口代替原来的RS232C接口,适应了未来PC机用USB接口代替RS232C的趋势,不再必须使用本身具有双串口的计算机。

(4)探头节点的通讯协议被破解处理后,使海底无缆触探变为可能。

(5)单一总线的网络方案需要对管内锥探总成测控系统和船上测控系统的软硬件进行全新设计,尤其对PC机软件提出了更多的功能与时间处理方面的要求,并需要与以前Datem公司的PC机软件进行数据对比。

虽然单一总线的网络结构方案增加了协议破解的技术要求和重新设计的工作量,但使得整个海底CPT系统具备了更好的适应性、稳定性和可靠性,且对于提高设备开发的自主性也有相当的益处。

#### 4 测控系统上位机软件

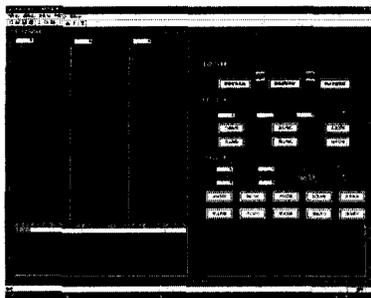


图5 海底CPT通讯与数据采集系统软件界面

由于改变了原来的通讯系统网络结构,并且将原测控系统与触探数据采集系统的两台PC机合并,因此需要重新开发一套统一的测控与数据采集系统软件以代替原来的独立的测控系统软件和数据采集软件。图5所示为海底CPT系统测控与数据采集系统软件的界面,主要由以下六个功能模块所构成:

(1)通讯设置模块:对PC机USB/RS232C通讯接口进行配置,以适应整个系统的需要。

(2)联机测试模块:测试PC机是否能够与静力触探数据采集装置、海底基座和锥探总成建立正常的通讯联接。

(3)海底基座测控模块:对海底基座作为探头贯入时支撑反力的提供者所涉及的参数进行实时显示,并按照工艺需要对海底基座进行远程控制。

(4)管内锥探总成测控模块:对锥探总成作为探头贯入时的执行者所涉及的参数进行实时显示,并按照工艺需要对海底基座进行远程控制。

(5)触探数据显示模块:锥尖阻力、侧壁摩擦力、孔隙水压力实时曲线显示,并利用Flexgrid控件的表格滚动记录与显示

(6)数据保存与回放模块:数据保存,将整个海底CPT系统的所有信息以Excel文件格式进行保存;数据回放,将已经保存的文件读出,并以曲线和表格的形式显示该文件的真实状态。

#### 5 结论

2008年9月,课题组搭载“奋斗五号”船在南海万山群岛海

域开展了海底CPT系统的海上试验,累计贯入深度达54.8m,成功获取了贯入路径上的触探数据。海上试验的成功不仅验证了对井下式CPT工艺的理解与掌握,也验证了在通讯系统中增加总线并行中继器、破解通讯协议、改变通讯网络结构等方案的正确性,所开发的数据采集与测控系统软件实现了对整套海底CPT系统的监视与控制,提高了数据采集与通讯系统的安全性、稳定性和可靠性。

本文作者创新点:通过开发数据分流的CAN总线并行中继器、破解通讯协议、改变通讯网络结构等方案,解决了井下式海底CPT系统研发中遇到的触探数据采集与设备测控相互独立、传输距离与传输速度相互限制的问题,设计了简便、简洁的网络结构并开发了数据采集与通讯系统软件。

#### 参考文献

- [1]陈奇,石要红,潘毅等.基于Downhole工艺的海底静力触探及其设备研制[J].海洋工程.2007(11):P73~75.
- [2]陈奇,张大海,陈卫明等.并行中继器在海底锥探数据传输CAN总线中的应用[J].机床与液压.2006(4):P94~96.
- [3]石要红.海底土体静力触探关键技术研究:[硕士学位论文].青岛:中国海洋大学.2005(5):31,41,52~54.
- [4]陈奇.海底静力触探若干关键技术研究:[博士学位论文].武汉:中国地质大学.2008(5):P78~85,91~92.
- [5]阳小燕,刘义伦,周国荣.基于CAN总线的煤矿安全分布式监控系统[J].微计算机信息.2007,7-1:P110~111.

作者简介:徐行(1963-),男,浙江诸暨人,硕士,研究方向:海洋地球物理勘探。

**Biography:**XU Xing (1963-), male, born in Zhuji city Zhejiang province, Master degree, research field: Marine Geophysical Prospecting.

(510760 广东广州国土资源部广州海洋地质调查局) 徐行 陈奇 吴衡 于彦江 万芃

(Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou 510760, China) XU Xing CHEN Qi WU Heng YU Yan-jiang WAN Peng

通讯地址:(510760 广东广州国土资源部广州海洋地质调查局) 徐行

(收稿日期:2009.12.04)(修稿日期:2010.03.04)

(上接第158页)

[7]任玉田,焦振学,王宏甫.机床计算机数控技术[M].北京理工大学出版社,19961

作者简介:韩训梅(1984),女,江苏扬州人,江苏省三江学院机械工程学院教师,东南大学自动化学院控制工程专业工程硕士,主要从事数控技术和机电一体化专业课程的教学工作。

**Biography:**HAN Xun-mei (birth year-1984), Gender:female (the han nationality), Province: Jiangsu, Working company: Sanjiang University (Southeast University), Title: Junior, Major: Control Engineering, Research area: Numerical Control Technology & Mechatronics.

(210012 江苏南京三江学院) 韩训梅

(Sanjiang University, Nanjing Jiangsu 210012, China)

HAN Xun-mei

通讯地址:(210012 江苏省南京市雨花区龙西路10号三江学院机械工程学院) 韩训梅

(收稿日期:2009.11.12)(修稿日期:2010.02.12)