

基于UG和VERICUT的整体叶轮数控编程及仿真加工

中国航天科工九院红阳机械厂 王德跃

1 整体叶轮特点简介

整体叶轮是指轮毂和叶片在同一毛坯体上加工而成,具有结构紧凑、曲面误差小、强度高等优点,在现代航空发动机的压缩机、鼓风机和水泵中都得到了广泛的应用。由于叶轮采用整体式结构,并且叶片的形状又是机械中最难加工的复杂扭曲曲面,这给数控加工带来了很大的困难和风险。叶轮的加工有其特殊性,刀纹要顺着流道方向,且叶轮叶片曲面扭曲的复杂性使三轴加工中心无法加工,因此叶轮一般采用五轴数控机床加工。由于叶片的扭曲很大,流道比较窄,刀具要在叶片流道内合理摆动防止叶轮过切,从而得到光顺的刀轨,减少手工打磨和锉修。

整体叶轮采用铝合金锻压毛坯成型,需经热处理强化,属于典型的薄壁件,叶片壁厚为4mm,易产生加工变形,如图1所示。整体叶轮加工最大的问题是加工质量和效率,为了提高加工效率,一是对数控程序进行优化,减少进退刀,优化刀位轨迹;二是要进行数控加工几何仿真,保证数控程序的正确性,减少机床的试切时间和反复。



图1 整体叶轮实体模型

2 基于UG NX6.0平台叶轮的五轴加工工艺

根据整体叶轮的几何结构特征和使用要求,其基本加工流程为:在锻压铝材上车削加工回转体的基本外形;叶轮粗加工,叶片流道间加工余量大,采用等高分层或沿流道进行粗加工去除大部分余量;叶轮半精加工,采用插补刀具轴的方式沿流道分层加工;叶片的精加工,采用铣刀侧刃加工,侧刃铣削加工出的叶片表面非常光滑,效率高,精加工时间大为缩短;叶片根部清根。

2.1 流道开粗加工

根据整体叶轮流道部分的几何特征,流道开粗采用等高分层的方式加工。选择流道的各个面为驱动面,叶片面和轮毂面为干涉检查面,驱动方式为插补方式。插补刀轴矢量的创建方法:首先抽取流道两侧的叶片面边,然后将边均分成若干等分(根据叶轮加工精度要求可细分),利用插补刀轴矢量的工具建立插补刀轴,如图2、图3所示。

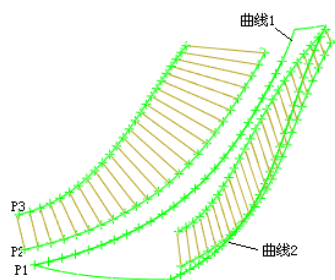


图2 矢量控制点和线

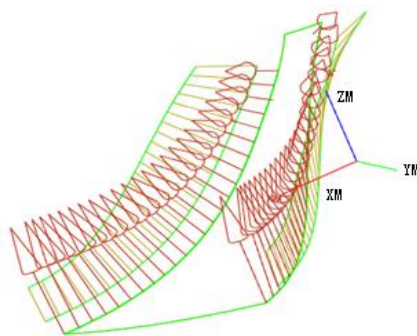


图3 插补刀轴矢量

2.2 流道半精加工

根据整体叶轮流道部分的几何特征,选择流道的各个面为驱动面,叶片面和轮毂面为干涉检查面,驱动方式为插补方式或相对于驱动面方式,刀轨如图4。

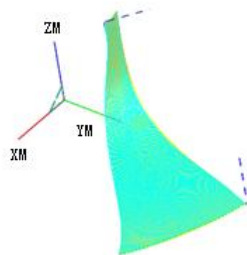


图4 流道半精加工刀轨图

2.3 叶片的精加工

根据叶片面的几何特征,选择一个叶片面为驱动面,流道面以及相邻的叶片面和轮毂面为干涉检查面,采用的驱动方式为直纹面驱动方式,导轨如图5。

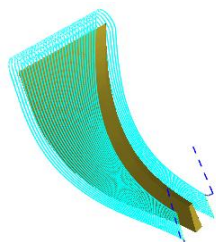


图5 叶片精加工刀轨图

2.4 叶片根部倒圆部分清根

选择倒圆部分为驱动面,流道面以及相邻的叶片面和轮毂面为干涉检查面,驱动方式为相对于驱动面方式,同时注意合理设置倾斜角度。

3 基于VERICUT7.0的数控加工仿真

3.1 仿真软件介绍

VERICUT7.0是美国CGTECH公司开发的专用数控加工仿真软件,采用先进的三维显示及虚拟现实技术,不仅能用彩色的三维图像显示出刀具切削毛坯形成零件的全过程,还能显示出刀柄、夹具和机床的运行过程等,可对各类数控系统进行仿真或定制,目前已广泛应用于航空、模具制造等行业。

VERICUT7.0软件由NC程序验证模块、机床运动仿真模块、优化路径模块、多轴模块、高级机床特征模块、实体比较模块和CAD/CAM接口等模块组成,可仿真数控车床、铣床、加工中心、线切割机床和多轴机床等多种加工设备的数控加工过程。能进行NC程序优化、缩短加工时间,可检查过切、欠切,防止机床碰撞、超行程等错误,可对切削模型进行尺寸测量,并能保存切削模型为后续工序毛坯。

VERICUT7.0具有与多种CAD/CAM平台的嵌入式接口,用户可方便地实现编程与仿真一体化,该版本最大的特点是操作更简单,功能更强大,仿真更快速。

3.2 机床仿真系统的构建

要采用VERICUT7.0软件进行数控加工仿真,必须预先构建数控机床的仿真模型和系统。首先对机床系统进行分析,确定机床数控系统型号或版本、机床结构形式和行程、机床原点以及刀具库和夹具库等;然后分块建立机床各部分几何模型,并转换成STL格式;再建立刀具库、夹具库,并组装机床几何模型;最后进行机床参数设置与控制文件定制,导入数控程序、刀具与零件毛坯后便可进行产品的加工仿真,如

图6为建立的机床模型结构树。

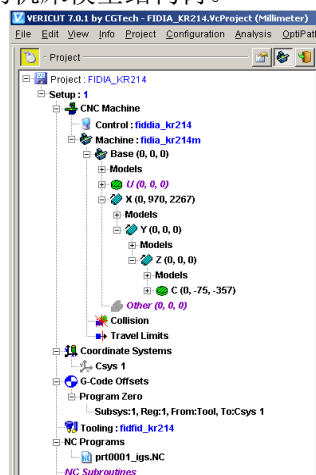


图6 机床模型结构树

3.3 整体叶轮的仿真加工

仿真加工是检验数控程序质量的最有效手段。在进行整体叶轮粗精加工程序的编制过程中,通过后置处理器生成数控程序,利用VERICUT软件进行仿真加工实现程序的校对,有效预防程序错误造成零件过切、干涉和撞机等,大大减小了编程的风险,提高了编程的效率和产品质量,图7为整体叶轮在FIDIA KR214六轴五联动高速铣机床上的仿真加工。

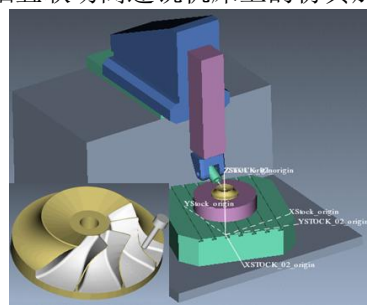


图7 整体叶轮的仿真加工

4 结束语

整体叶轮在数控加工中,涉及刀具、驱动面选择、边界约束条件的定义以及叶片扭转角较大,引起刀轴摆角剧烈变化,当刀具中心的线位移很小时,摆角变化的值很大,往往会造成过切,因此在进行叶轮加工前,进行数控程序的仿真加工校对是非常必要的。整体叶轮进行五轴切削加工程序容量大,采用手工的方法或者在CAM软件里进行轨迹模拟难以有效的检查数控程序是否存在问题。采用传统试切的方法去验证程序时不仅效率低,而且本身验证过程中涉及的风险较大,因此对多轴高速机床数控加工前采用VERICUT软件进行仿真加工是至关重要的,同时也是非常节约成本的方式。

