

基于Cimatron的汽轮机叶片多轴数控加工

常州机电职业技术学院 (江苏 213164) 陈玉文 刘 燕

汽轮机叶片是汽轮机中用以引导流体按一定方向流动,并推动转子旋转的重要零件。该零件材料为镍铬不锈钢,毛坯经精锻成型和热处理得到,毛坯余量为1mm。该零件由叶身、叶根、底板三部分组成。汽轮机叶片三维模型如图1所示,汽轮机叶片多轴数控加工可分为以下六步:叶身粗加工、叶身精加工、叶根精加工、叶身顶面精加工、底板顶面精加工、底板侧面精加工。Z轴对刀点为工件顶面中心。底板底面去掉1mm后作为汽轮机叶片多轴数控加工的基准。

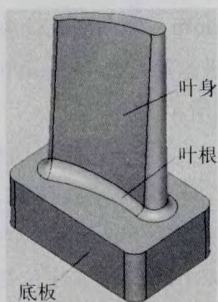


图1 汽轮机叶片三维模型

1. 汽轮机叶片多轴数控加工

(1) 叶身粗加工 叶身粗加工采用5轴航空铣, UCS为汽轮机叶片顶面中心,安全平面为20mm,零件类型为曲面,零件尺寸为60mm×95mm×155mm,毛坯类型为曲面,偏移1mm,拾取除底板底面外的所有曲面共18个,毛坯尺寸为62mm×97mm×156mm。刀具为D20R5牛鼻刀,粗加工余量为0.25mm,主轴转速为1 500r/min,进给速度为150mm/min。5轴航空铣控制面板如图2所示。

曲面路径选项卡中第一编辑曲线为叶片叶身顶面曲线,第二编辑曲线为叶片叶身底面曲线,导动曲面为叶身侧面,导动曲面余量为0.25mm,切削方式为单向加工,最大步距为3mm。刀轴控制选项卡中输出格式为5轴,最大角度步长为3°,刀轴将相对切削方向倾斜,限制对话框中A轴角度为

0~90°,C轴角度为0~360°。干涉检查选项卡中检查切削刃、刀杆、刀柄,检查曲面选择底板



图2 5轴航空铣控制面板

的顶面,毛坯余量为0.25mm。连刀选项卡中安全区域为安全平面为20mm,进、退刀类型均为垂直相切圆弧,安全距离中快速距离为25mm,进给距离为10mm,空走刀安全距离为10mm。叶身粗加工刀路如图3所示。

(2) 叶身精加工 叶身精加工采用5轴航空铣,刀具为D10R5球头刀,精加工余量为0mm,主轴转速为2 500r/min,进给速度为

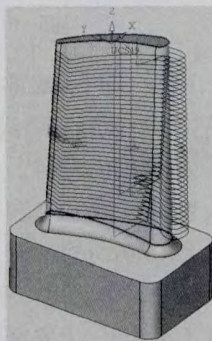


图3 叶身粗加工刀路

450mm/min。5轴航空铣控制面板曲面路径选项卡中第一编辑曲线为叶片叶身顶面曲线,第二编辑曲线为叶片叶身底面曲线,导动曲面为叶身侧面,导动曲面余量为0,切削方式为单向加工,最大步距为1mm。

刀轴控制选项卡中输出格式为5轴,最大角度

步长为 3° ，刀轴将相对切削方向倾斜，限制对话框中A轴角度为 $0\sim 90^\circ$ ，C轴角度为 $0\sim 360^\circ$ 。干涉检查选项中检查切削刃、刀杆、刀柄、夹头，选中导动曲面，检查曲面选择底板的顶面。连刀选项中安全区域对话框安全平面为Z方向20mm，进、退刀类型均为垂直相切圆弧，安全距离中快速距离为25mm，进给距离为10mm，空走刀安全距离为10mm。叶身精加工刀路如图4所示。

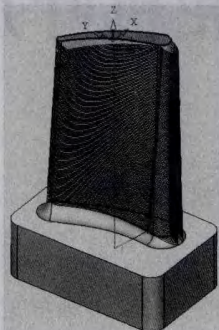


图4 叶身精加工刀路

(3) 叶根精加工 叶根精加工采用5轴叶片清根，刀具为D5R2.5球头刀，精加工余量为0，主轴转速为2 500r/min，进给速度为450mm/min。叶根精加工控制面板如图5所示。

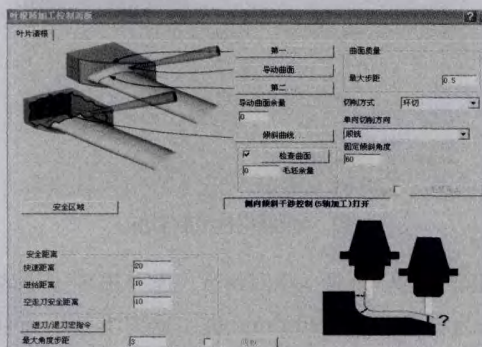


图5 叶根精加工控制面板

第一为叶根底部曲线，导动曲面为叶根曲面，第二为叶根顶部曲线，导动曲面余量为0，倾斜曲线为叶根顶部曲线，检查曲面为叶身曲面，毛坯余量为0，侧向倾斜干涉控制（5轴加工）打开，最大步距0.5mm，切削方式为环切，固定倾斜角度为 60° ，进、退刀类型为垂直相切圆弧，最大角度步距为 3° ，安全区域对话框安全平面为Z方向20mm，安全距离中快速距离为25mm，进给距离为10mm，空走刀安全距离为10mm。叶根精加工刀路如图6所示。

(4) 叶身顶面精加工 叶身顶面精加工采用曲面铣精铣全部，刀具为D5R2.5球头刀，安全平面为20mm，零件精加工余量为0，曲面精度为0.01mm，加工方式为环切，水平步距为0.2mm，主轴转速为2 500r/min，进给速度为450mm/min。

叶身顶面精加工刀路如图7所示。

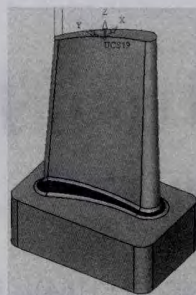


图6 叶根精加工刀路

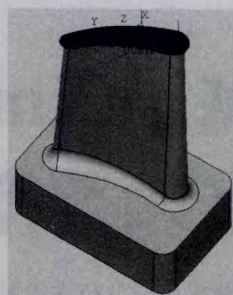


图7 叶身顶面精加工刀路

(5) 底板顶面精加工 底板顶面精加工采用2.5轴型腔环切，刀具为D16R0平底刀，安全平面为20mm，零件精加工余量为0，轮廓精度为0.01mm，刀具定位在轮廓上面，切削深度为1mm，侧向步长为4mm，主轴转速为2 500r/min，进给速度为450mm/min。底板顶面精加工刀路如图8所示。

(6) 底板侧面精加工 底板侧面精加工采用2.5轴型腔精铣侧壁，刀具为D16R0平底刀，安全平面为20mm，零件精加工余量为0，轮廓精度为0.01mm，刀具定位在轮廓外部，切削深度为5mm，主轴转速为2 500r/min，进给速度为450mm/min。底板侧面精加工刀路如图9所示。

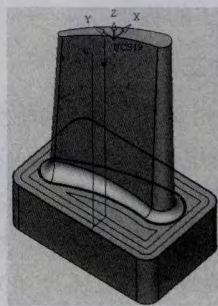


图8 底板顶面精加工刀路

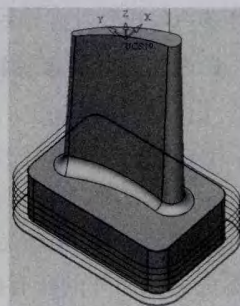


图9 底板侧面精加工刀路

2. 结语

汽轮机叶片多轴数控加工由6道工序来完成，结果表明该零件的加工质量达到预期的加工要求。利用Cimatron E的航空铣及叶轮加工专用模块进行叶片多轴数控加工编程时，编程人员只需选择对应的模块和设置相关参数即可完成程序的创建，由于该专用模块提取了所需的刀轴控制方式和简化了参数的设置，这可大大提高编程人员的工作效率。

MW (收稿日期: 20111223)