

采用CAXA多轴功能完成叶轮加工

■ 长沙航天工业学校（湖南 410205） 谢 华

摘要：本文主要介绍了第六届全国数控大赛五轴样题中叶轮的加工工艺、CAXA的叶轮造型、五轴编程以及刀具轨迹优化，构建采用华中818B系统的B、C双摆五轴机床后处理，利用其生成的NC程序，完成对叶轮的加工。

图1所示的叶轮是第六届全国数控大赛五轴样题中的关键件，该件主体面由公式曲线 $X=22 \times T$ 、 $Y=22 \times T \times T$ 绕中轴线回转生成，叶片则由4条样条曲线分别在主体曲面与叶尖外轮廓曲面投影后利用直纹曲面创建，叶

片与低平面的夹角连续变化，曲面形状复杂，使用球头铣刀加工时，刀具轴方向必须连续变化，机床必须进行五轴联动才能完成零件的加工，加工该叶轮能集中考核加工者空间曲面造型、五轴机床操作、五轴刀路与后处理优

化的综合能力。

1. 确定加工工艺

(1) 所使用的机床是结构为B、C双摆台式五轴立式加工中心，主要参数如表1所示

(2) 加工工艺与刀具方案。根据加工机床与材料的特点，

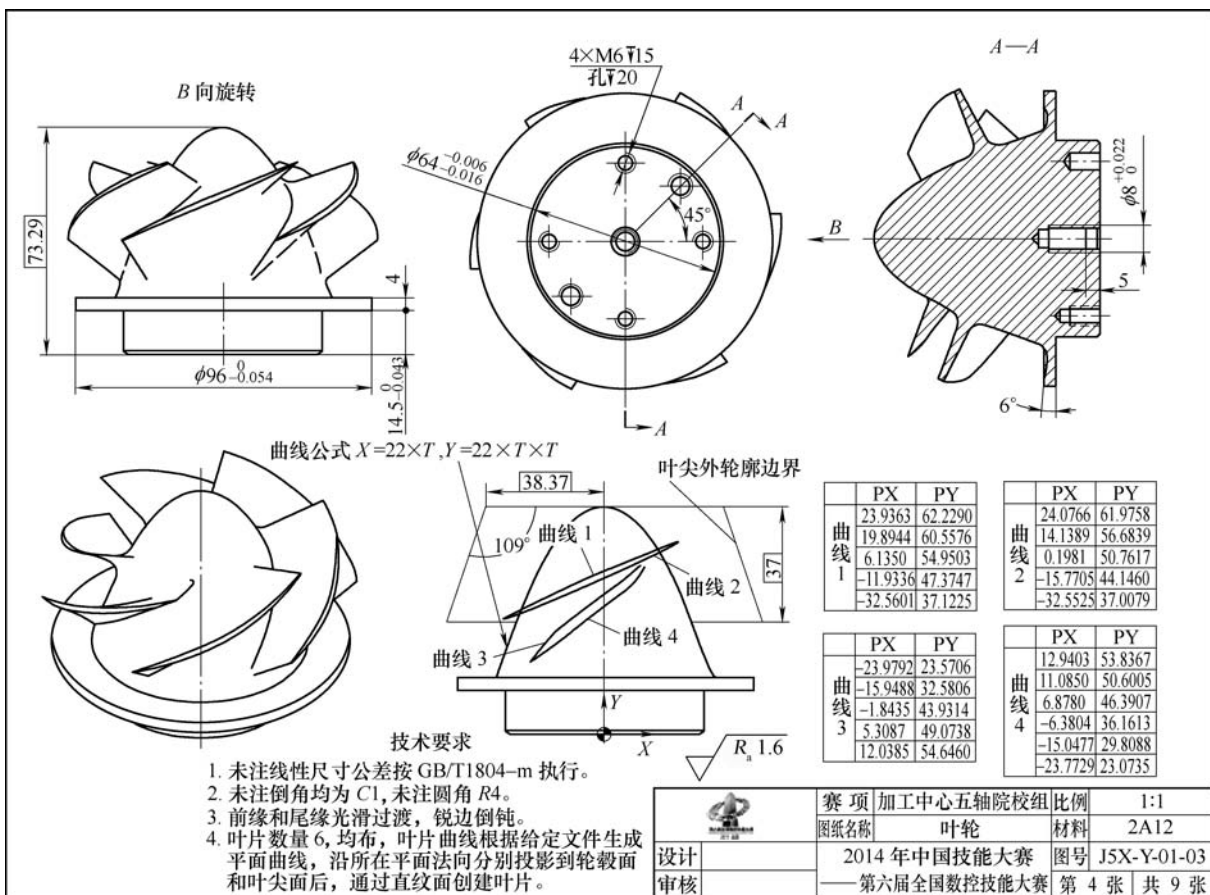


图 1

表 1

项目	参数
工作台直径	200mm
主轴转速	8 000r/min
X、Y、Z轴行程	600mm/400mm/550mm
B、C轴行程	-12° ~93° /0° ~360°
数控系统	华中818B

制定了低转速、大切削深度粗加工，以及高转速、小切深、高进给速度的精加工工艺参数方案，具体如表2所示。

2. 叶轮CAXA造型

(1) 主体曲面。主体曲面是公式曲线 $X=22\times T$ 、 $Y=22\times T\times T$ 绕中轴线回转生成，如图2所示。

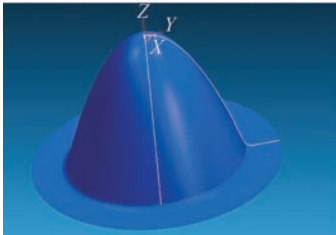


图 2

(2) 叶片。叶片由4条样条曲线分别在主体曲面与叶尖外轮廓曲面投影后利用直纹曲面创建，如图3所示。

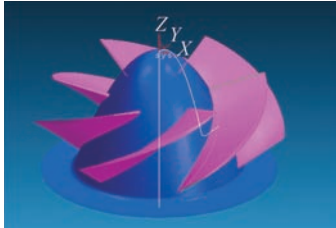
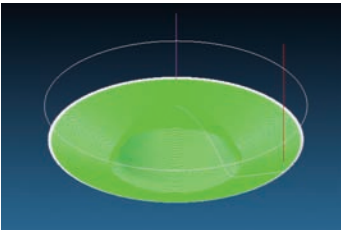


图 3

3. 刀路优化与编程

零件加工分成以下3部分完成。

(1) 加工主体与叶片相连的上曲面。主体与叶片相连的上曲面采用轮廓导动加工，以外接圆为轮廓线，将主体曲线与叶片上边界线曲线组合后做为截面线，刀路如图4所示。



(a)

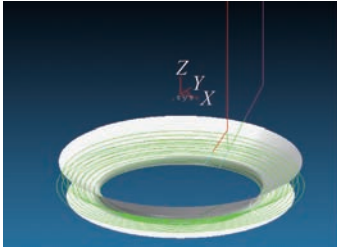


(b)

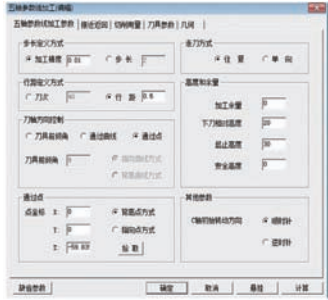
图 4

(2) 加工主体与叶片相连的下曲面。主体与叶片相连的下曲面采用五轴参数线加工，将主体曲线与叶片上边界线及端面斜边曲线后，绕轴线做曲面，刀路如图5所示。

(3) 叶轮加工。叶轮分3步完成刀路：①叶轮开粗，采用五轴叶轮粗加工铣叶片间的流道。



(a)



(b)

图 5

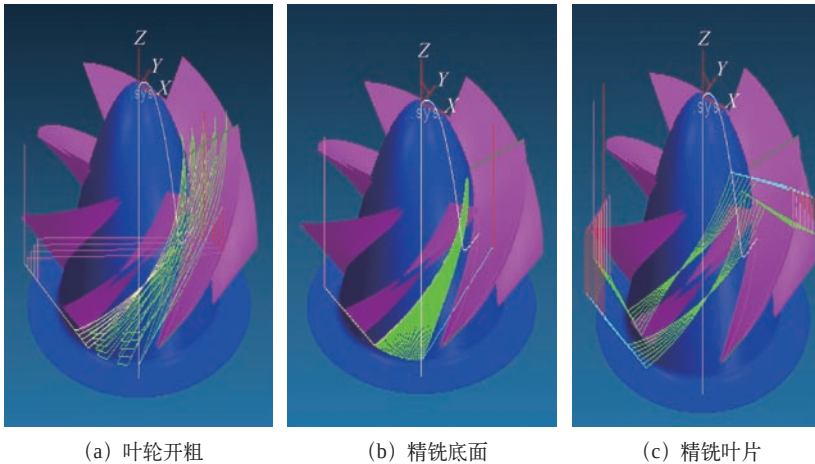
②叶轮清底，采用五轴叶轮粗加工铣叶片间的流道底面，采用的方式是叶轮粗加工，只是把行距设定成0.4、层次设为1、余量按图样要求设定。③叶片精修，采用五轴叶轮精加工精铣叶片两侧边。刀路如图6所示。

(4) 编程。CAXA生成的刀具轨迹信息并不能直接被数控系统所执行，必须将其转换为数控系统能识别的代码，这个过程称为后置处理，但CAXA自带的五轴针对华中系统的后处理只有A、C轴，而本文采用的五轴机床为B、C轴，为此更改了后处理设置，使其生成的代码适用，部分代码示例如下：

```
%1000
G05.1Q1
N100 G90 G59 G0 b0 C0
N102 Z30.
N104 X-174.251 Y-9.414 Z30.
B53.348 C-82.68
N106 S3000 M03
N108 G1 X-150.412 Y-9.414 Z0.
```

表 2

序号	加工项目	选用的刀具	轴向切削深度 a_p /mm	径向切削深度 a_r /mm	进给速度 $n/(mm\cdot min^{-1})$	主轴转速 $u/(r\cdot min^{-1})$
1	五轴侧铣叶尖外轮廓面	φ12平底刀	5	8	600	2 400
2	轮廓导动铣上曲面	R4球头刀	17	0.1	2 000	3 200
3	五轴参数线铣下曲面	R4球头刀	3	1	800	2 400
4	五轴叶轮粗铣流道	R4球头刀	4	6	800	2 400
5	五轴叶轮流道清底	R4球头刀	0.5	0.5	3 000	3 200
6	五轴叶轮精铣叶片	R4球头刀	20	0.5	2 000	3 200



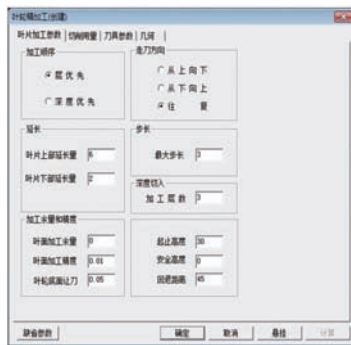
(a) 叶轮开粗

(b) 精铣底面

(c) 精铣叶片



(d) 叶轮粗加工设置



(e) 叶轮精加工设置

图 6

N110 X-150.412 Y-9.414 Z-22.915
N112 X-150.412 Y-9.414 Z-92.915
F504
N114 X-150.914 Y-9.244 Z-93.193
B53.468 C-82.417
N116 X-152.67 Y-8.667 Z-94.148
B53.888 C-81.496
N118 X-155.011 Y-7.938 Z-95.441
B54.449 C-80.263
N120 X-156.979 Y-7.349 Z-96.537
B54.921 C-79.219
N122 X-158.947 Y-6.775 Z-97.608
B55.394 C-78.163
N124 X-160.132 Y-6.438 Z-98.26
B55.677 C-77.524
N126 X-161.321 Y-6.101 Z-98.925
B55.962 C-76.878
N128 X-162.515 Y-5.765 Z-99.591
B56.247 C-76.223
N130 X-163.718 Y-5.425 Z-100.273

B56.535 C-75.564
N132 X-165.739 Y-4.852 Z-101.458
B57.02 C-74.471
N134 X-167.793 Y-4.267 Z-102.695
B57.517 C-73.379

4. 实际加工与检测

利用B、C双摆台式5轴立式加工中心进行了叶轮试件加工(见图7)，加工过程机床运行平稳，无明显振动，说明加工叶轮采用的切削参数比较合理。精加工后的零件如图8所示，零件表面完整，无过切现象，表面质量良好。采用粗糙度仪检测表面粗糙度值 $R_a = 3.2\mu\text{m}$ ，满足图样要求，用数显卡尺检测叶片厚度，6个叶片的厚度误差在0.1mm以内，这说明加工所选择的刀具、工艺参数以及装夹方式的合理性。



图 7



图 8

5. 结语

通过实践加工，对采用CAXA软件完成此零件加工总结如下：

(1) CAXA在完成叶轮造型上比较简便，仅通过两步就可以完成。

(2) 要合理安排工艺路线，因无法一次成形，必须分成三部分完成，且每部分的加工方法各不相同。

(3) 用CAXA加工中间叶片分3步走：①粗铣流道。②精铣流道底面。③精铣叶片。

(4) 因零件加工分3部分完成，要把握好叶片与上下曲面的过渡，就要合理的设定各部分的余量。

(5) 存在的问题：采用CAXA的专用叶轮加工功能只能加工流道与叶片两侧，对于叶片上下边缘的圆弧角加工则无法完成。**MW**

(收稿日期：20151229)