

五轴叶轮加工案例教程

JDSoft SurfMill9.0 提供了基于特征的五轴叶轮加工模块，可以大量减少编程时间、降低编程难度。下面将以具体案例，采用五轴叶轮加工方法来介绍如何实现叶轮路径生成。

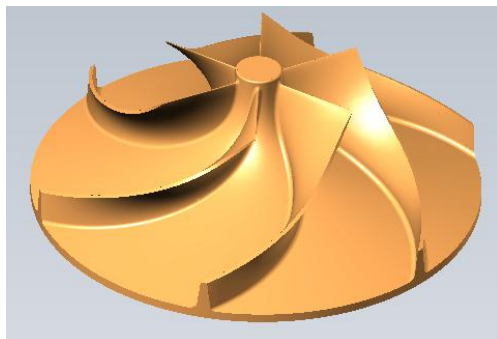


图 1-1 叶轮模型

工艺分析：

- 1、模型分析：叶片为扭转曲面，工件最小 R 角为 0.5mm，毛坯为叶轮包覆面形状的回转体。
- 2、编程基准：将 X、Y 选择在夹具的中心，将 Z 选择在夹具的上表面。

工艺方案：

- 1、机床选择 JDGR200_A10H 五轴机床；
- 2、装卡使用专用夹具；
- 3、采用【特征加工】——【五轴叶轮加工方法】编制加工程序；

加工工艺卡：

序号	工序	加工方法	刀具	主轴 转速	进给 速度	加工 余量
1	粗	分层粗加工- 流道开槽	[锥度球头]JD-10-1.00	12000	2000	0.1
2	粗	分层粗加工- 流道开粗	[锥度球头]JD-10-1.00	12000	2000	0.1
3	半精	叶片半精加工	[锥度球头]JD-10-1.00	12000	2000	0.1
4	精	叶片精加工	[锥度球头]JD-10-1.00-精	15000	1500	0
5	精	流道精加工	[锥度球头]JD-10-1.00-精	15000	1500	0
6	精	倒角精加工	[锥度球头刀]JD-10-0.5	15000	1500	0

具体编程内容分为以下五个部分：

模型准备
项目设置
路径生成
机床模拟
路径输出



说明:

1、软件为此案例教程提供了模型文件，双击新建文件页面案例教程“五轴联动加工—叶轮”后会自动打开模型空文件，省去了下述说明中的“1 模型准备”过程，用户只需从“2 项目设置”开始操作即可。

用户用别的模型自行体验编程时，需按照本文描述逐步进行。

2、针对此案例教程，软件亦提供了编程完毕的文件（“同名-final”），供用户对比学习，文件存放地址：“软件安装目录\Help\CaseExample_Chs”，用户自行查找即可。

1 模型准备

模型准备的内容包括选择文件模板类型、建立部件的几何模型、夹具模型，为之后的操作奠定基础。

1.1 文件模板类型的选择



操作步骤:

- 1、双击桌面 SurfMill 9.0 图标，进入主界面。
- 2、点击 Ribbon 面板的  “新建”按钮，进入文件模板类型的选择界面。
- 3、选择“曲面加工”下的机床文件模板“精密加工”，点击“确定”按钮进入软件加工环境。

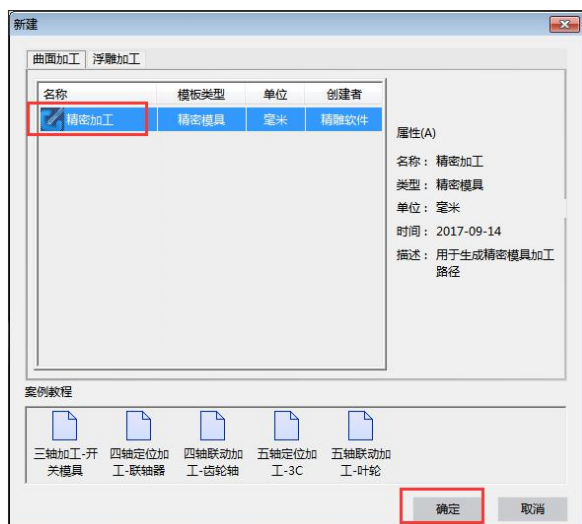


图 1-2 文件模板选择

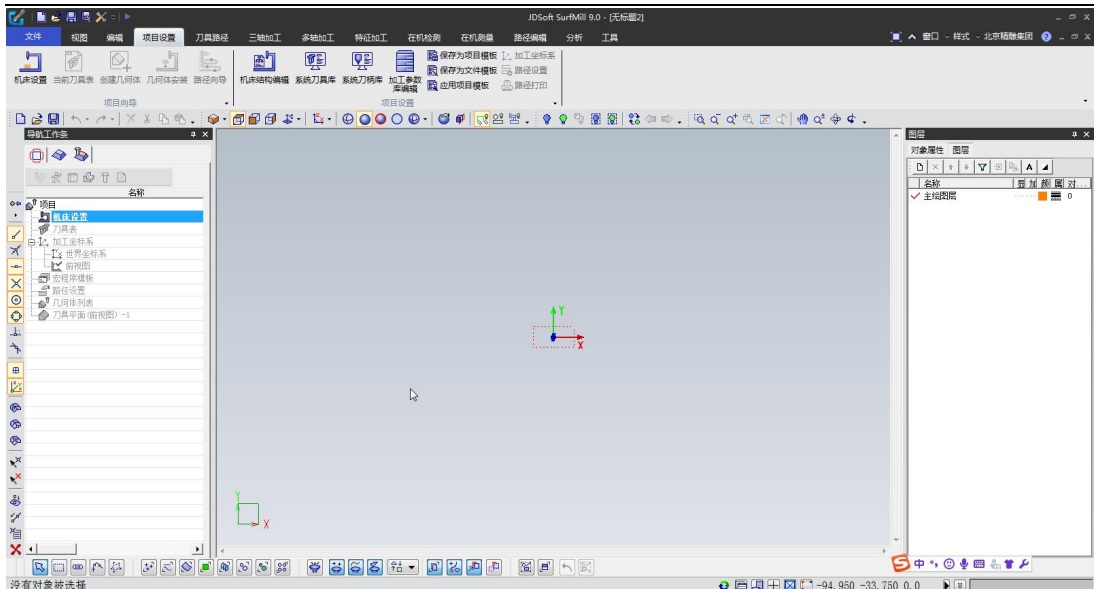


图 1-3 软件加工环境

1.2 建立部件的几何&夹具模型

操作步骤:

- 1、点击“导航工作条”的  按钮进入“3D 造型”环境。
- 2、点击“文件”->“输入”->“选择三维曲线曲面”，在列表中选择“叶轮”文件，点击“打开”导入几何模型。

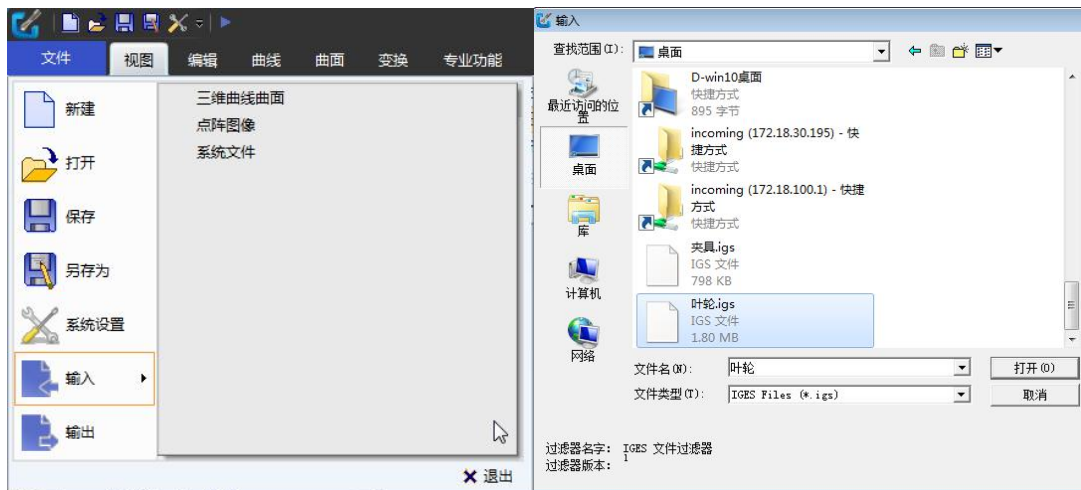


图 1-4 输入模型

- 3、同样的操作，选择“夹具”文件，导入模型，结果如下图所示。

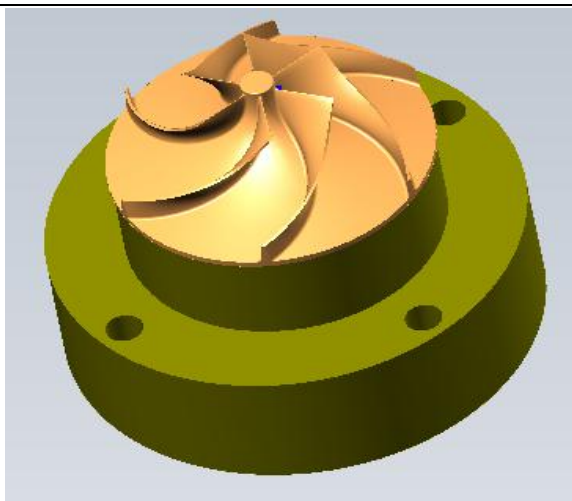


图 1-5 夹具和叶轮模型

4、将模型的图层根据模型不同部分进行有序分图层类管理，以便后续的高效拾取。具体操作步骤如下：



图 1-6 图层管理器

第一步：点击图层管器的“新建”按钮，新建夹具、工件图层。

第二步：选中相应曲面，在图层上右键选择“移动对象到图层”，将各曲面放到对应图层中。



说明：

1、一般夹具和加工模型的装配，建议在三维造型软件中装配好，直接导入到 SurfMill 软件中会更方便；

2、在 SurfMill 软件装配夹具，可以充分利用 3D 环境中的分析、变换、软件界面左侧导航栏的微调功能，功能彼此之间的搭配使用达到装配目的；

3、充分使用图层管理器提供功能，如移动对象到图层、复制对象到图层、图层颜色线宽属性等，可以让编程操作更加的快捷，界面更加整洁；

4、加工文件模板的使用会使编程更加的快捷，加工模板详情可以参考软件自带说明书“加工环境”章节中的文件模板介绍。

2 项目设置

项目设置用于定义加工的环境配置，在精密环境下此步骤如果没有按步执行将无法进入编程。其具体内容包括以下几点：

机床设置

创建刀具表

创建几何体

几何体安装设置

2.1 机床设置

操作步骤：

1、点击左侧“导航工作条”的按钮进入“加工”环境。

2、双击左侧导航栏 **机床设置**，按照图示选择机床类型为“5 轴”、机床文件中选择“JDGR200_A10H”机床，界面会自动匹配相应的配置信息，选择机床输入文件格式为“JD650 NC (As Eng650)”。



图 1-7 机床设置

3、切换“ENG 设置扩展”选择子程序模式，勾选“子程序支持 T”，点击“确定”退出机床设置。

此处主要是对输出程序模式进行设置，用户可以根据需求自行操作。

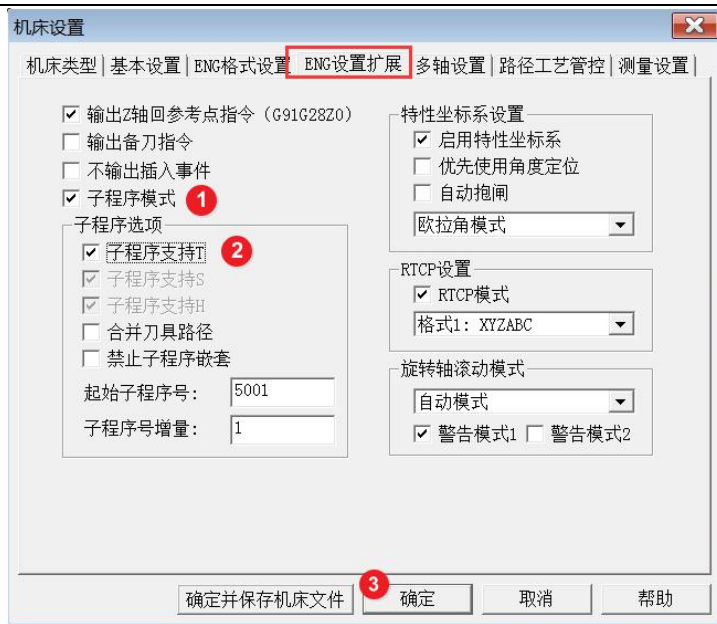


图 1-8 ENG 设置扩展

2.2 创建刀具表

2.2.1 系统刀具库创建新刀具

操作步骤:

- 1、点击菜单栏或 Ribbon 面板的 “系统刀具库”按钮进入系统刀具库界面创建刀具。

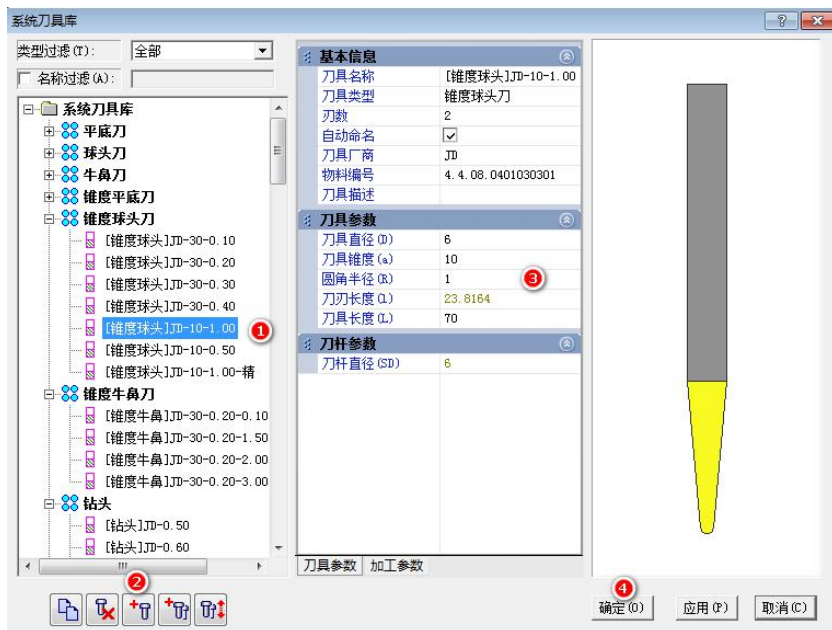


图 1-9 系统刀具库

- 2、点击工具栏的 按钮，添加一把新刀具。

3、点击新建的刀具，在其右侧参数表中修改刀具参数信息。

4、点击“确定”按钮，完成刀具“[锥度球头]JD-10-1.00”的创建。

同样的操作在创建一把“[锥度球头刀]JD-10-0.5”刀具，创建完成如下：

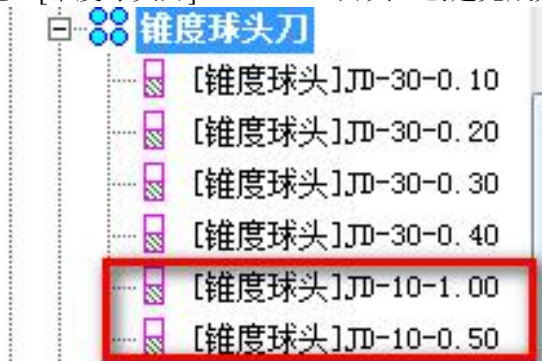


图 1-10 两把锥度球头刀

2.2.2 添加刀具到当前刀具表

 操作步骤：

1、双击左侧导航工具条项目树上的  刀具表 节点，进入当前刀具表界面。

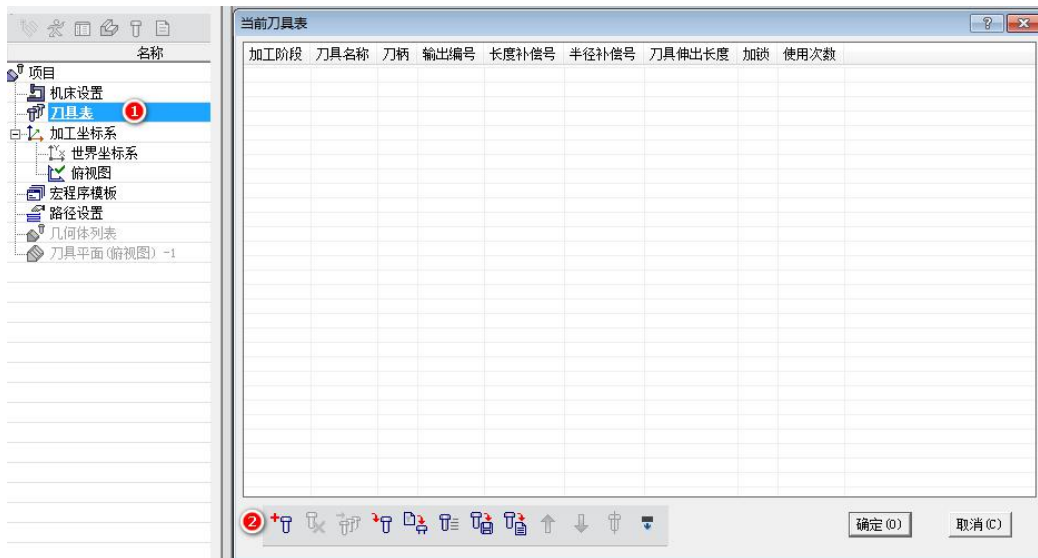


图 1-11 当前刀具表

2、点击工具栏的  按钮，进入刀具创建向导界面（系统刀具库）添加刀具。

3、选择之前创建好的“[锥度球头]JD-10-1.00”，点击下一步。

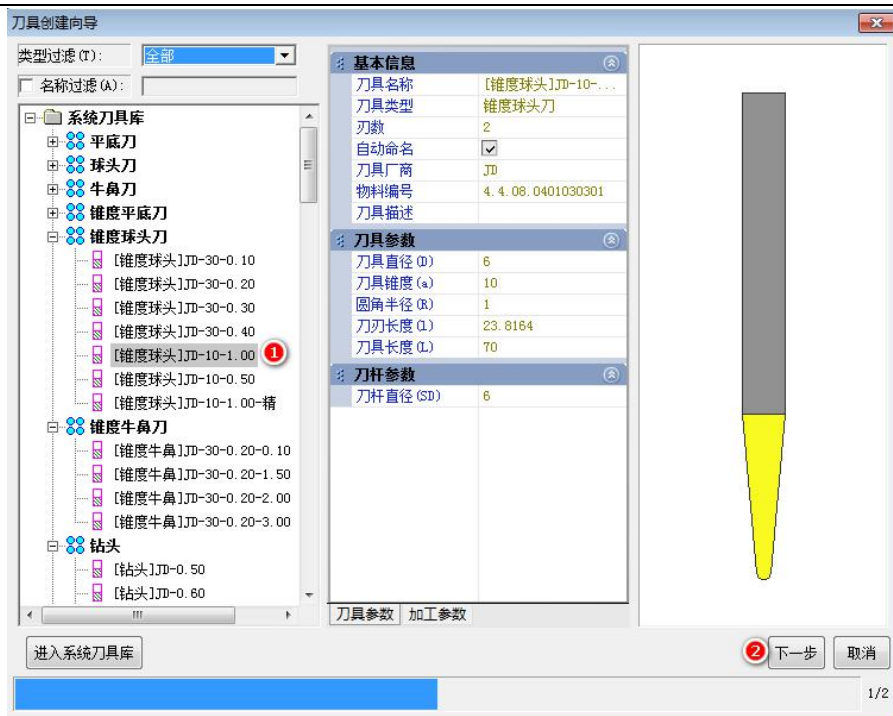


图 1-12 刀具创建向导

4、选择“HSK-E32-ER20M-050S”刀柄，点击下一步进入刀具参数编辑界面。

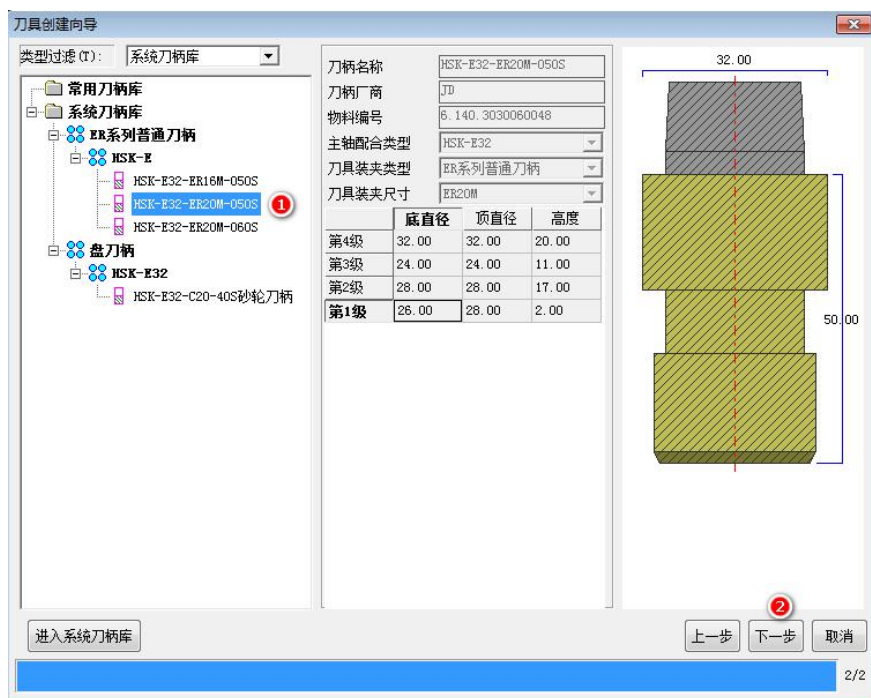


图 1-13 刀柄选择

5、选择 Tab 页中的“加工参数”页，修改刀具加工速度信息。

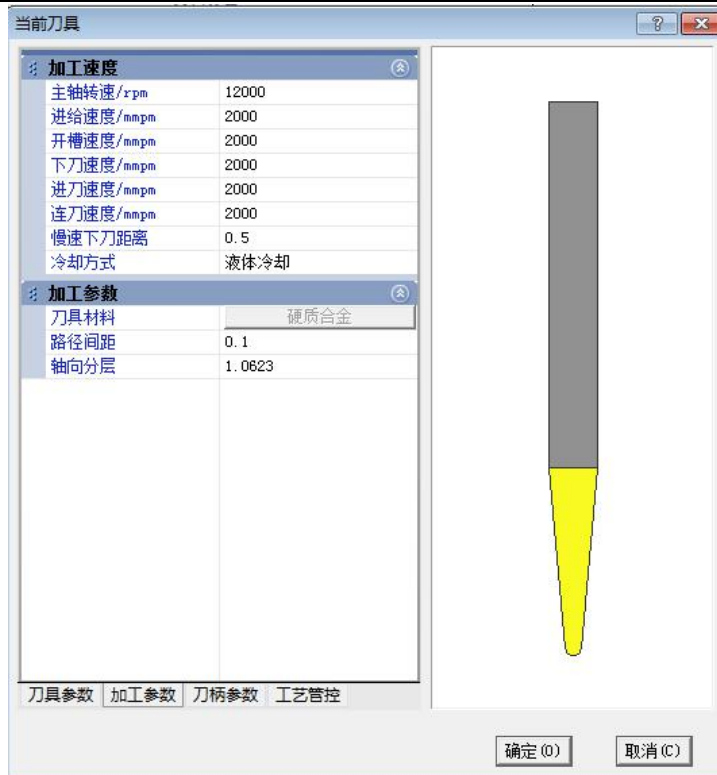


图 1-14 刀具参数-加工参数

6、点击“确定”按钮完成第一把刀的添加。

当前刀具表								
加工阶段	刀具名称	刀柄	输出编号	长度补偿号	半径补偿号	刀具伸出长度	加锁	使用次数
精加工	[锥度球头]JD-10-1.00	HSK-E32-ER16M-050S	2	2	2	36.9082		0

图 1-15 创建第一把刀具

7、按照上述步骤再添加一把锥度球头刀[锥度球头]JD-10-1.00，在“当前刀具”界面将其重命名为[锥度球头]JD-10-1.00-精。

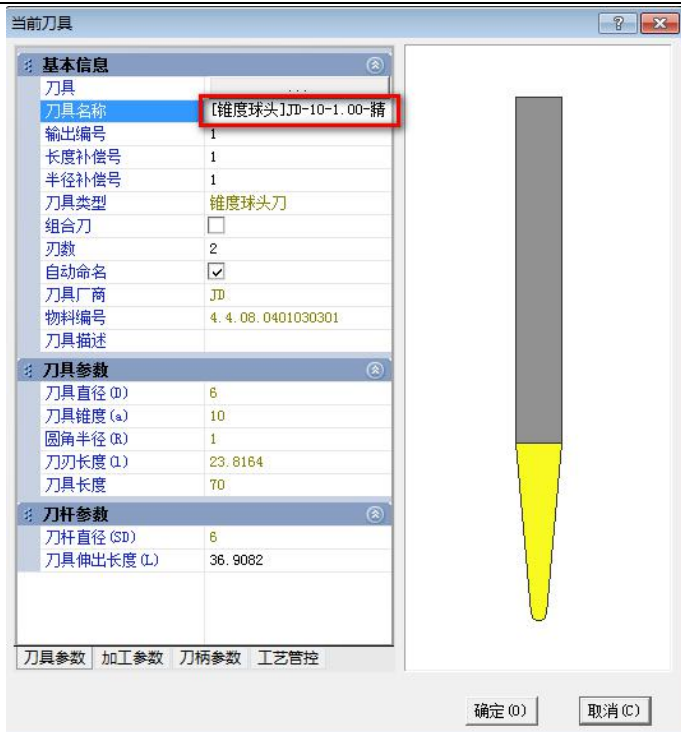


图 1-16 重命名刀具

8、再添加一把锥度球头刀[锥度球头]JD-10-0.5，完成当前刀具表的创建如下图：

加工阶段	刀具名称	刀柄	输出编号	长度补偿号	半径补偿号	刀具伸出长度	加锁	使用次数
粗加工	[锥度球头]JD-10-1.00	HSK-E32-ER16M-050S	2	2	2	36.9082		0
粗加工	[锥度球头]JD-10-0.50	HSK-E32-ER16M-050S	3	3	3	39.5267		0
精加工	[锥度球头]JD-10-1.00-精	HSK-E32-ER16M-050S	1	1	1	36.9082		0

图 1-17 创建好的当前刀具表



说明：

上图当前刀具表可以单击每把刀具加工阶段进行修改粗加工、精加工等；也可在当前刀具 tab 标签“工艺管控”中进行修改。

2.3 创建几何体



操作步骤：

1、双击项目树的  **几何体列表** 节点进入几何体的设置。

2、几何体的设置分为三个部分：工件设置 、毛坯设置 、夹具设置 ，分别代表工件几何体、毛坯几何体和夹具几何体。



图 1-18 创建几何体界面

3、修改名称为“叶轮加工几何体”。

(1)  工件设置

操作步骤:

- 1、选择  “定义过滤条件”按钮，进入“设置拾取过滤条件”对话框。
- 2、点击“增加”按钮后拾取任意曲面，自动弹出“添加拾取过滤条件”对话框。
- 3、在图层一栏的下拉列表中选择“工件”，点击“确定”返回“设置拾取过滤条件”对话框。
- 4、点击“确定”按钮回到“几何体设置”命令导航，完成工件面的选取。

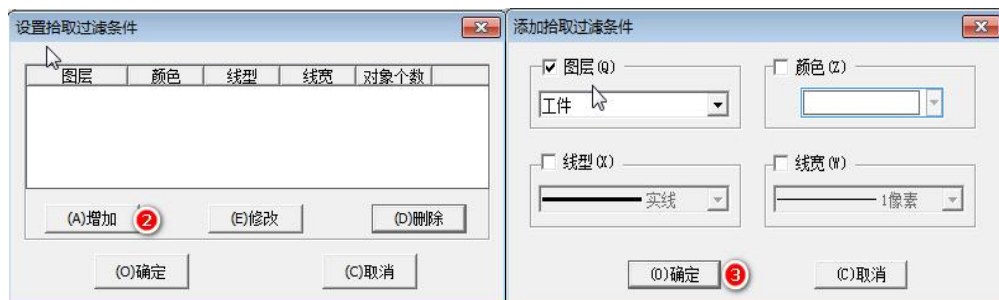




图 1-19 过滤条件使用

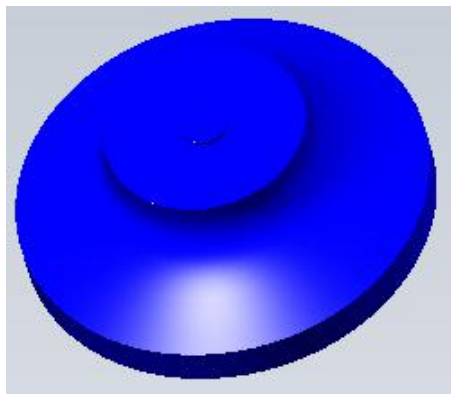
(2) 毛坯设置

毛坯的创建软件提供了毛坯面、方体等几种常用的方法。



图 1-20 毛坯创建方法

此案例中选用自定义生成毛坯面的方式创建毛坯，选择毛坯面图层的曲面作为毛坯面。



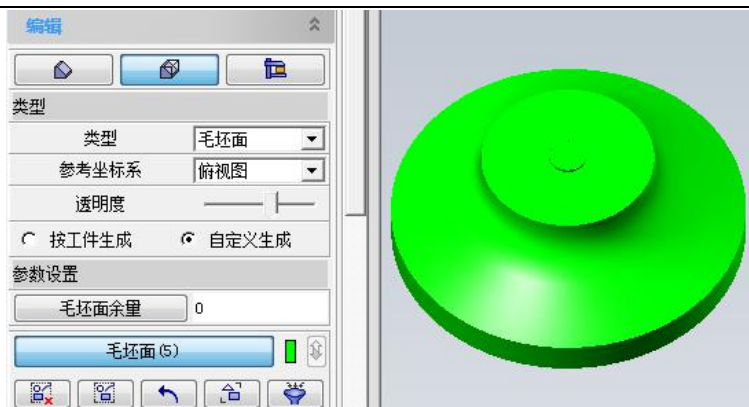


图 1-21 毛坯几何体创建

(3) 夹具设置

按照上步操作，选取夹具层图形，作为夹具几何体，如下图所示。

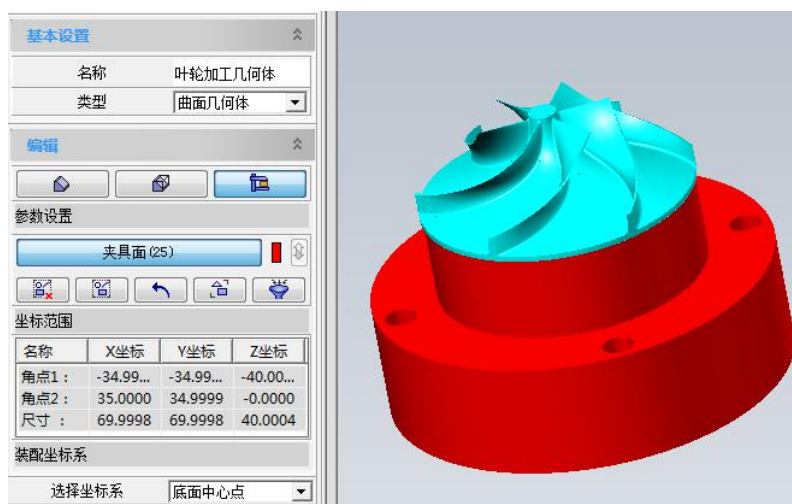


图 1-22 夹具设置

2.4 几何体安装设置

操作步骤:

- 1、单击 Ribbon 界面“几何体安装”进入几何体安装界面。



图 1-23 几何体安装

- 2、点击“自动摆放”，查看安装结果，若自动摆放后安装状态不正确，可以通过软

件提供的原点平移、绕轴旋转等方式完成几何体安装（可参考软件自带说明书加工环境章节-几何体安装）。



图 1-24 安装几何体界面

3、安装位置正确后，点击加工坐标系绑定加工坐标系 G54，点击  完成几何体安装。

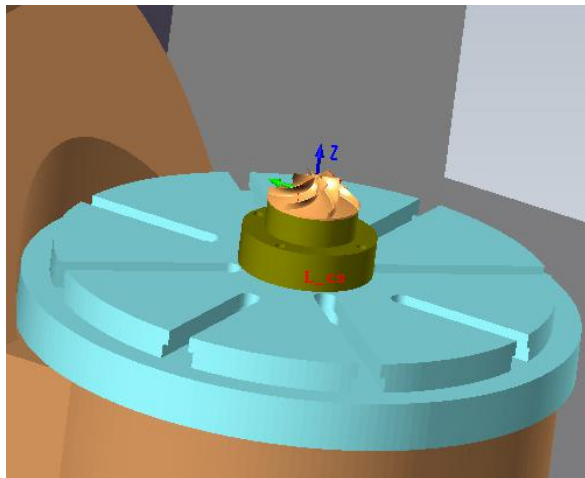


图 1-25 正确安装后



说明:

1、项目设置在“虚拟加工”中相当于加工环境的配置，每个操作步骤真实与现实情况相互对应，确保后续编程模拟可以顺利的进行，路径更加安全。

3 路径生成

路径生成的入口有两条，一是通过路径向导选择加工方法、刀具及加工域进入刀具路径参数界面生成路径，二是直接通过主菜单栏的加工方法命令直接进入刀具路径参数界面生成路径。这里选用**第二种方法**，加工方法均选择“五轴叶轮加工”。

五轴叶轮加工包含了叶轮加工的开粗、精加工、清根等全部策略，只需定义包覆面、轮毂面、主叶片、分流叶片和倒角面等加工域，通过设定几个简单的参数，选择合理的走刀策略，系统就会自动调整刀轴生成光滑、无干涉的路径。

3.1 辅助线面创建

根据加工方法，初步分析即将选用加工策略所需要的辅助线面，这一步将分别创建“五轴叶轮加工”所需要的包覆面、轮毂面、主叶片、倒角面、延伸面等辅助线面图层。

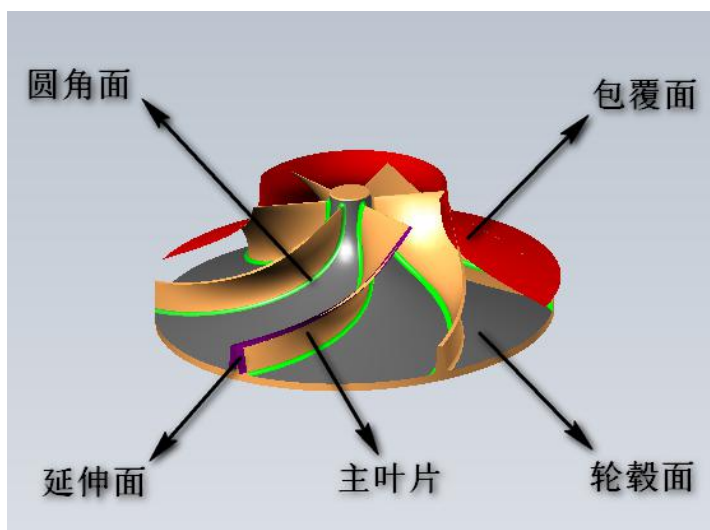


图 1-26 整体图

1、包覆面的创建。

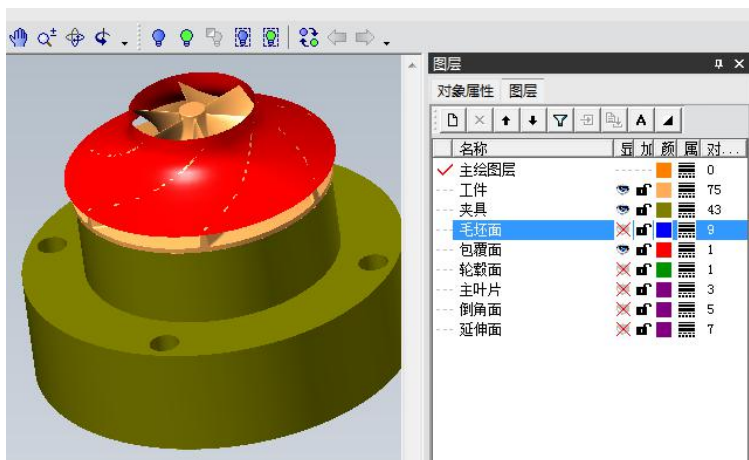


图 1-27 包覆面

2、轮毂面的创建。

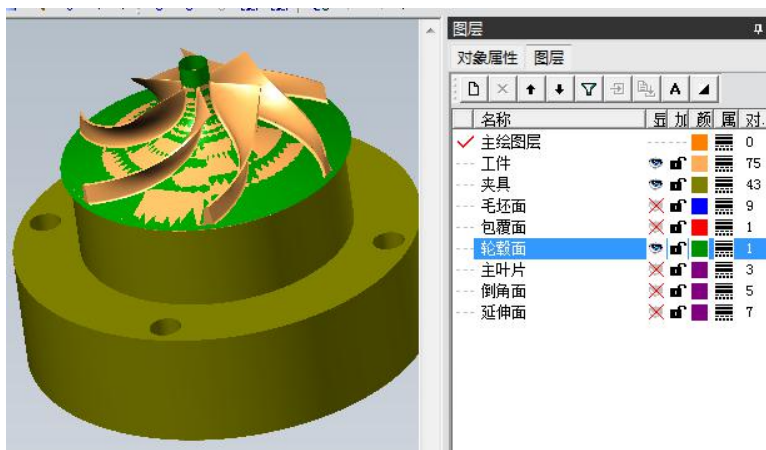


图 1-28 轮毂面

3、主叶片创建。

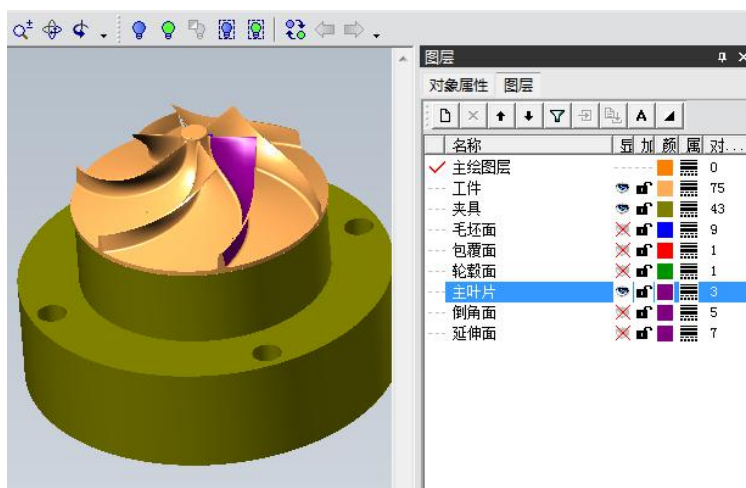


图 1-29 主叶片

4、倒角面创建。

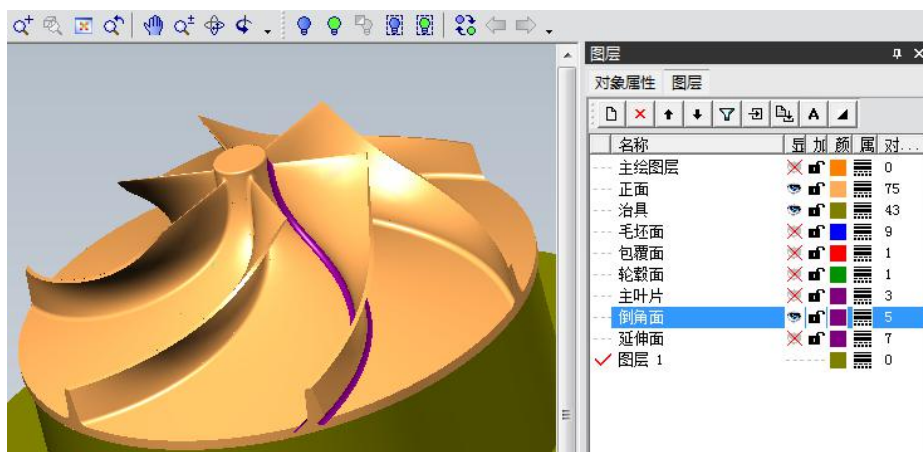


图 1-30 倒角面

5、延伸面创建。

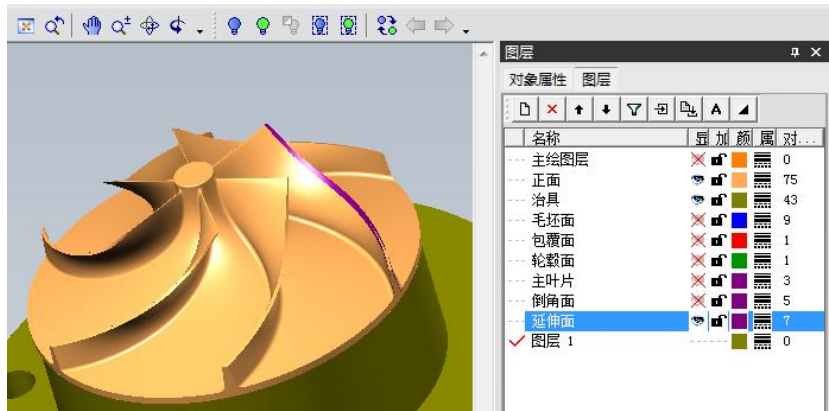


图 1-31 延伸面



说明:

- 1、上述曲面的创建，可以参考软件自带说明书，3D 环境“曲线/曲面创建”、“曲线/曲面编辑”章节。
- 2、本案例中以上曲面已经创建完成，操作者可以直接使用。

3.2 流道开槽



操作步骤:

- 1、点击 Ribbon 面板的“特征加工”，选择“五轴叶轮加工”加工方法，进入刀具路径参数界面。
- 2、修改加工方案中的叶片个数、偏移方式等参数。

五轴叶轮加工	
叶片个数 (N)	6
加工方式 (I)	分层粗加工
偏移方式 (M)	轮毂面偏移
区域走刀方式 (R)	区域流线
初始仰角 (I)	轮毂面法向
平均初始仰角 (V)	☒
设置刀轴方向偏移 (E)	☐
☒ 限定路径条数 (X)	☒
路径条数 (E)	1
从中间向两边加工 (K)	☒
轮毂面偏移 (H)	0.2
包覆面偏移 (U)	0
往复走刀 (Z)	☒
旋转阵列 (A)	☒
校正方式 (I)	极限方式

图 1-32 加工方法参数

- 3、切换到参数树的“加工域”，点击“编辑加工域”按钮，拾取包覆曲面、轮毂曲面、叶片曲面和倒角曲面，其中叶片曲面包含图层“延伸面”，完成后点击回到刀具路径参数界面。

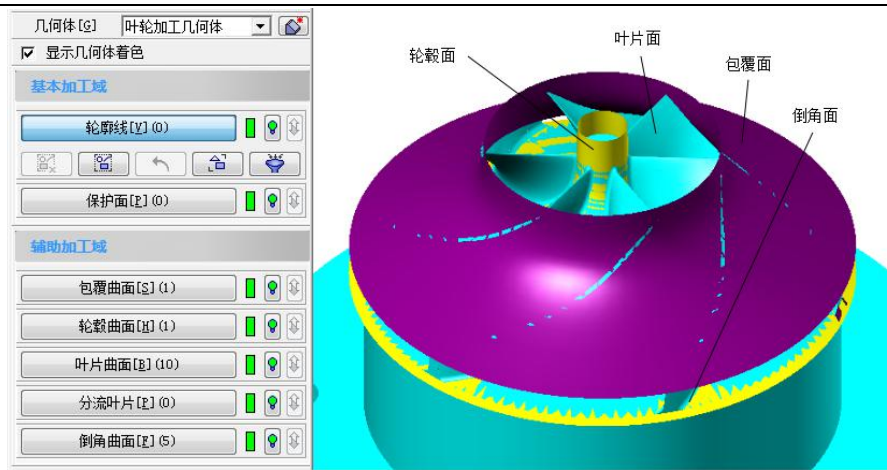


图 1-33 加工域参数

4、修改加工余量参数。

加工余量	
边界补偿 (U)	关闭
边界余量 (A)	0
加工面余量 (E)	0.1
保护面余量 (U)	0.1

图 1-34 加工余量设置

5、切换到参数树的“加工刀具”，点击“刀具名称”按钮进入当前刀具表，选择“[锥度球头]JD-10-1.00”后点击“确定”回到刀具路径参数界面。



图 1-35 加工刀具界面

6、切换到参数树的“进给设置”，修改路径间距、轴向分层及下刀方式相关参数。

路径间距	
间距类型 (T)	设置路径间距
路径间距	1
重叠率 (R)	49.81

轴向分层	
分层方式 (T)	限定层数
路径层数 (L)	20
吃刀深度 (D)	0.5
拷贝分层 (Y)	☐
减少抬刀 (K)	☒

下刀方式	
下刀方式 (M)	折线下刀
下刀角度 (A)	0.5
直线长度 (L)	2.88
表面预留 (T)	0.02
侧边预留 (S)	0
每层最大深度 (M)	5
过滤刀具盲区 (D)	☐

图 1-36 加工刀具参数

7、切换到参数树的“安全策略”，修改路径检查相关参数。

路径检查	
检查模型	叶轮加工几何体
☒ 进行路径检查	检查所有
刀杆碰撞间隙	0.2
刀柄碰撞间隙	0.5
路径编辑	不编辑路径

图 1-37 路径检查

8、点击“计算”按钮开始生成路径，计算完成后弹出结果提示框，点击“确定”退出提示框，路径树增加新的路径节点。

计算结果	
1个路径重新完成，共计用时合计：41 秒	
(1) 流道开槽 ((锥度球头)JD-10-1.00):	
无过切路径。	
无碰撞路径。	
避免刀具碰撞的最短装夹长度：9.303。	
I	
确定	

图 1-38 计算结果

9、右击路径树的新路径节点，在弹出的菜单栏中选择重命名，修改名称为“流道开槽”后点击完成设置。

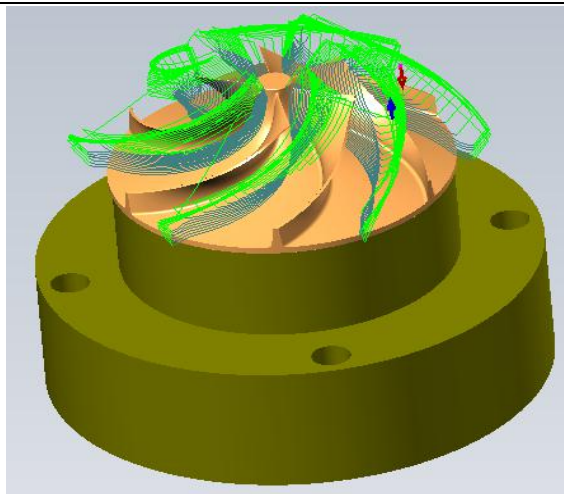


图 1-39 流道开槽

3.3 流道开粗

由于叶轮加工路径的加工域基本相同，可以选择拷贝“流道开槽”路径，再双击路径树节点进入刀具路径参数界面，然后修改一些加工参数即可生成路径，这里还是走之前的流程。

操作步骤:

- 1、点击 Ribbon 面板的“特征加工”，选择“五轴叶轮加工”加工方法，进入刀具路径参数界面。
- 2、修改加工方案中的叶片个数、偏移方式等参数。

五轴叶轮加工	
叶片个数 (N)	6
加工方式 (T)	分层粗加工
偏移方式 (M)	流线加工
区域走刀方式 (R)	区域流线
初始仰角 (I)	轮毂面法向
平均初始仰角 (V)	☒
设置刀轴方向...	☒
顶部仰角增量 (U)	0
底部仰角增量 (Q)	-18
顶部方位角增量 (E)	25
底部方位角增量 (U)	20
限定路径条数 (X)	☐
从中间向两边加工 (K)	☒
轮毂面偏移 (H)	0
包覆面偏移 (H)	0
往复走刀 (Z)	☒
旋转阵列 (A)	☒
校正方式 (I)	极限方式

图 1-40 加工参数

- 3、加工域的设置与“流道开槽”的步骤相同，修改加工余量参数。

加工余量		
边界补偿 (U)	关闭	
边界余量 (A)	0	f
加工面余量 (F)	0.1	f
保护面余量 (U)	0.1	f

图 1-41 加工余量

4、切换到参数树的“加工刀具”，点击“刀具名称”按钮进入当前刀具表，选择“[锥度球头]JD-10-1.00”后点击“确定”回到刀具路径参数界面。

5、切换到参数树的“进给设置”，修改路径间距、轴向分层及下刀方式相关参数。

路径间距		
间距类型 (T)	设置路径间距	
路径间距	0.5	f
重叠率%(R)	74.91	f
轴向分层		
分层方式 (T)	限定层数	
路径层数 (L)	1	
拷贝分层 (Y)	☐	
减少抬刀 (K)	☒	
下刀方式		
下刀方式 (M)	折线下刀	
下刀角度 (A)	0.5	f
直线长度 (L)	2.88	f
表面预留 (T)	0.02	f
侧边预留 (S)	0	f
每层最大深度 (M)	5	f
过滤刀具盲区 (U)	☐	

图 1-42 加工刀具参数

6、切换到参数树的“安全策略”，修改路径检查相关参数。

路径检查	
检查模型	叶轮加工几何体
☒ 进行路径检查	检查所有
刀杆碰撞间隙	0.2
刀柄碰撞间隙	0.5
路径编辑	不编辑路径

图 1-43 路径检查

7、点击“计算”按钮开始生成路径。计算完成后弹出结果提示框，点击“确定”退出提示框，路径树增加新的路径节点。

8、右击路径树的新路径节点，在弹出的菜单栏中选择重命名，修改名称为“流道开粗”后点击完成设置。

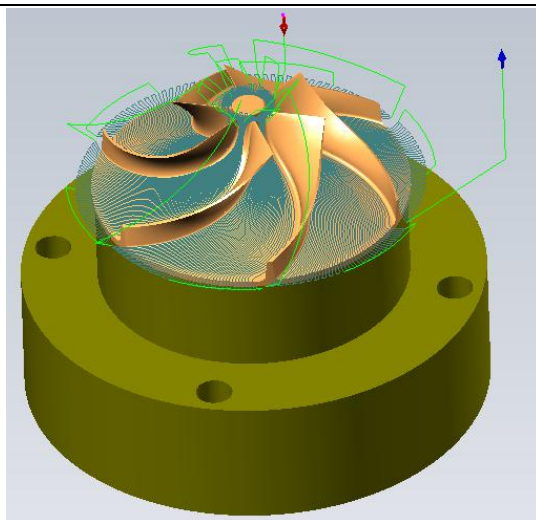


图 1-44 流道开粗

3.4 叶片半精加工

操作步骤:

1、点击 Ribbon 面板的“特征加工”，选择“五轴叶轮加工”加工方法，进入刀具路径参数界面。

2、修改加工方案中的叶片个数、加工方式、偏移方式等参数。

叶片个数 (N)	6
加工方式 (I)	叶片精加工
偏移方式 (M)	流线加工
初始仰角 (L)	轮毂面法向
平均初始仰角 (V)	☒
 设置刀轴方向...	☒
顶部仰角增量 (L)	0
底部仰角增量 (Q)	-18
顶部方位角增量 (E)	25
底部方位角增量 (U)	20
限定加工叶片 (G)	只加工主叶片
轮毂面偏移 (H)	0
包覆面偏移 (Q)	0
设置加工范围 (E)	☐
往复走刀 (Z)	☒
旋转阵列 (A)	☒
校正方式 (I)	极限方式

图 1-45 加工参数

3、加工域的设置与“流道开槽”的步骤相同，修改加工余量参数。

加工余量	
边界补偿 (U)	关闭
边界余量 (A)	0
加工面余量 (F)	0.1
保护面余量 (Q)	0.1

图 1-46 加工余量

4、切换到参数树的“加工刀具”，点击“刀具名称”按钮进入当前刀具表，选择“[锥度球头]JD-10-1.00”后点击“确定”回到刀具路径参数界面。

5、切换到参数树的“进给设置”，修改路径间距和进刀方式相关参数。

路径间距	
间距类型 (T)	设置路径间距
路径间距	0.3
重叠率 % (R)	84.95
进刀方式	
进刀方式 (T)	关闭进刀
封闭路径螺旋连刀 (E)	☒
按照行号连刀 (X)	☐
最大连刀距离 (Q)	4
删除短路径 (S)	0.02

图 1-47 路径间距

6、切换到参数树的“安全策略”，修改路径检查相关参数。

路径检查	
检查模型	叶轮加工几何体
☒ 进行路径检查	检查所有
刀杆碰撞间隙	0.2
刀柄碰撞间隙	0.5
路径编辑	不编辑路径

图 1-48 路径检查

7、点击“计算”按钮开始生成路径。计算完成后弹出结果提示框，点击“确定”退出提示框，路径树增加新的路径节点。

8、右击路径树的新路径节点，在弹出的菜单栏中选择重命名，修改名称为“叶片半精加工”后点击完成设置。

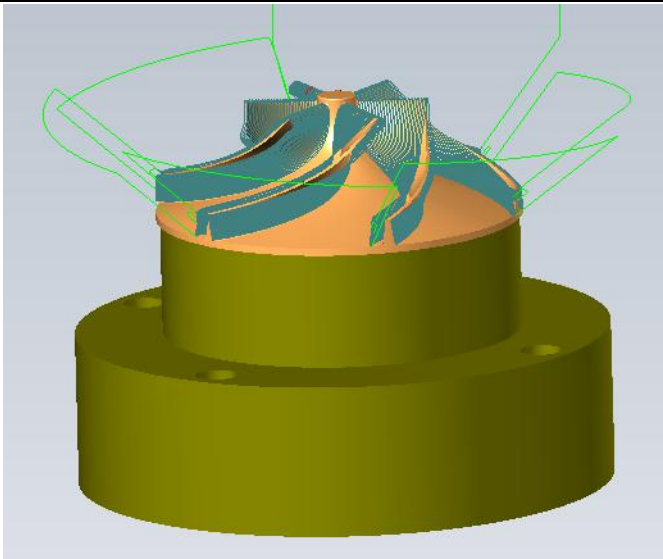


图 1-49 叶片半精加工

3.5 叶片精加工

 操作步骤:

- 1、点击 Ribbon 面板的“特征加工”，选择  “五轴叶轮加工” 加工方法，进入刀具路径参数界面。
- 2、修改加工方案中的叶片个数、加工方式、偏移方式等参数。

五轴叶轮加工	
叶片个数 (X)	6
加工方式 (T)	叶片精加工
偏移方式 (M)	流线加工
初始仰角 (I)	轮毂面法向
平均初始仰角 (V)	☒
 设置刀轴方向...	☒
顶部仰角增量 (L)	0
底部仰角增量 (Q)	-18
顶部方位角增量 (E)	25
底部方位角增量 (U)	20
限定加工叶片 (G)	只加工主叶片
轮毂面偏移 (H)	0
包覆面偏移 (D)	0
设置加工范围 (R)	☐
往复走刀 (Z)	☒
旋转阵列 (A)	☒
校正方式 (J)	极限方式

图 1-50 加工参数

- 3、加工域的设置与“流道开槽”的步骤相同，修改加工余量参数。

加工余量		
边界补偿 (U)	关闭	
边界余量 (A)	0	f
加工面余量 (F)	0	f
保护面余量 (U)	0	f

图 1-51 加工余量

4、切换到参数树的“加工刀具”，点击“刀具名称”按钮进入当前刀具表，选择“[锥度球头]JD-10-1.00-精”后点击“确定”回到刀具路径参数界面。

几何形状		
刀具名称 (N)	[锥度球头]JD-10-1.00-精	
输出编号	1	
顶直径 (D)	6	f
圆角半径 (R)	1	f
刀具锥度 (a)	10	f
长度补偿号	1	
刀柄碰撞 (U)	☐	
刀具材料	硬质合金	
从刀具参数更新	...	
刀轴方向		
刀轴控制方式 (T)	自动	
最大角度增量 (M)	3	
走刀速度		
主轴转速/rpm (S)	15000	f
进给速度/mm/min (F)	1500	f
开槽速度/mm/min (T)	1500	f
下刀速度/mm/min (P)	1500	f
进刀速度/mm/min (L)	1500	f
连刀速度/mm/min (K)	1500	f
重设速度 (R)	...	

图 1-52 加工刀具

5、切换到参数树的“进给设置”，修改路径间距和进刀方式相关参数。

路径间距		
间距类型 (T)	设置路径间距	
路径间距	0.1	f
重叠率% (R)	94.99	f
进刀方式		
进刀方式 (T)	切向进刀	
圆弧半径 (R)	3.6	f
圆弧角度 (A)	30	f
封闭路径螺旋连刀 (C)	☒	
仅起末点进退刀 (E)	☐	
直线延伸长度 (L)	0	f
按照行号连刀 (C)	☐	
最大连刀距离 (D)	4	f
删除短路径 (S)	0.02	f

图 1-53 路径间距

6、切换到参数树的“安全策略”，修改路径检查相关参数。

路径检查	
检查模型	叶轮加工几何体
☒ 进行路径检查	检查所有
刀杆碰撞间隙	0.2
刀柄碰撞间隙	0.5
路径编辑	不编辑路径

图 1-54 路径检查

7、点击“计算”按钮开始生成路径。计算完成后弹出结果提示框，点击“确定”退出提示框，路径树增加新的路径节点。

8、右击路径树的新路径节点，在弹出的菜单栏中选择重命名，修改名称为“叶片精加工”后点击  完成设置。

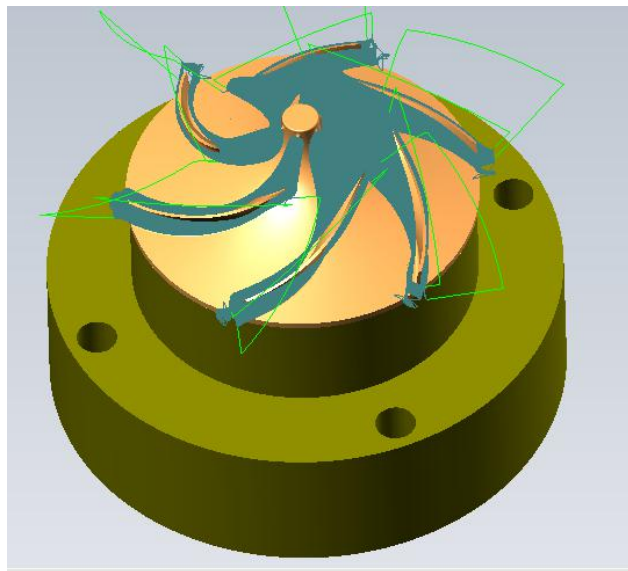


图 1-55 叶片精加工

3.6 流道精加工

操作步骤:

1、点击 Ribbon 面板的“特征加工”，选择  “五轴叶轮加工”加工方法，进入刀具路径参数界面。

2、修改加工方案中的叶片个数、加工方式、偏移方式等参数。

五轴叶轮加工	
叶片个数 (N)	6
加工方式 (I)	流道精加工
区域走刀方式 (R)	区域流线
初始仰角 (I)	轮毂面法向
平均初始仰角 (V)	☒
 设置刀轴方向...	☒
顶部仰角增量 (L)	0
底部仰角增量 (Q)	-18
顶部方位角增量 (E)	25
底部方位角增量 (U)	20
限定路径条数 (X)	☐
从中间向两边加工 (X)	☒
轮毂面偏移 (H)	0
包覆面偏移 (H)	0
往复走刀 (Z)	☒
旋转阵列 (A)	☒
校正方式 (I)	极限方式

图 1-56 加工参数

3、加工域的设置与“流道开槽”的步骤相同，修改加工余量参数。

加工余量	
边界补偿 (U)	关闭
边界余量 (A)	0
加工面余量 (E)	0
保护面余量 (U)	0

图 1-57 加工余量

4、切换到参数树的“加工刀具”，点击“刀具名称”按钮进入当前刀具表，选择“[锥度球头]JD-10-0.5”后点击“确定”回到刀具路径参数界面。

5、切换到参数树的“进给设置”，修改路径间距和进刀方式相关参数。

路径间距		
间距类型 (T)	设置路径间距	
路径间距	0.1	f
重叠率 (R)	89.97	f
进刀方式		
进刀方式 (T)	切向进刀	
圆弧半径 (R)	3.6	f
圆弧角度 (A)	30	f
封闭路径螺旋连刀 (E)	☒	
仅起末点进退刀 (E)	☐	
直线延伸长度 (L)	0	f
按照行号连刀 (E)	☐	
最大连刀距离 (D)	2	f
删除短路径 (S)	0.02	f

图 1-58 路径间距

6、切换到参数树的“安全策略”，修改路径检查相关参数。

路径检查		
检查模型	叶轮加工几何体	
☒ 进行路径检查	检查所有	
刀杆碰撞间隙	0.2	
刀柄碰撞间隙	0.5	
路径编辑	不编辑路径	

图 1-59 路径检查

7、点击“计算”按钮开始生成路径。计算完成后弹出结果提示框，点击“确定”退出提示框，路径树增加新的路径节点。

8、右击路径树的新路径节点，在弹出的菜单栏中选择重命名，修改名称为“流道精加工”后点击  完成设置。

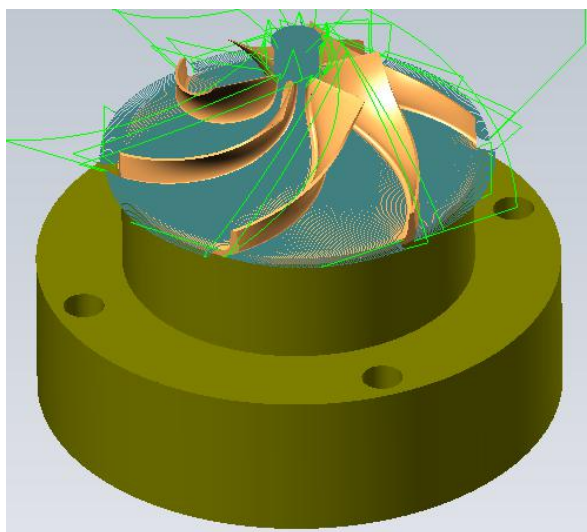


图 1-60 流道精加工

3.7 倒角精加工

操作步骤:

1、点击 Ribbon 面板的“特征加工”，选择  “五轴叶轮加工”加工方法，进入刀具路径参数界面。

2、修改加工方案中的叶片个数、加工方式、偏移方式等参数。

五轴叶轮加工	
叶片个数 (U)	6
加工方式 (U)	倒角精加工
上把刀具圆角半径 (R)	1
初始仰角 (U)	轮毂面法向
平均初始仰角 (V)	☒
☐ 设置刀轴方向...	☒
顶部仰角增量 (U)	0
底部仰角增量 (Q)	-18
顶部方位角增量 (U)	25
底部方位角增量 (U)	20
限定加工叶片 (G)	只加工主叶片
轮毂面偏移 (U)	0
包覆面偏移 (U)	0
往复走刀 (Z)	☒
旋转阵列 (A)	☒
校正方式 (U)	极限方式

图 1-61 加工参数

3、加工域的设置与“流道开槽”的步骤相同，修改加工余量参数。

加工余量	
边界补偿 (U)	关闭
边界余量 (A)	0
加工面余量 (U)	0
保护面余量 (U)	0

图 1-62 加工余量

4、切换到参数树的“加工刀具”，点击“刀具名称”按钮进入当前刀具表，选择“[锥度球头]JD-10-0.5”后点击“确定”回到刀具路径参数界面。

5、切换到参数树的“进给设置”，修改路径间距和进刀方式相关参数。

路径间距	
间距类型 (T)	设置路径间距
路径间距	0.1
重叠率 (R)	94.99
进刀方式	
进刀方式 (T)	切向进刀
圆弧半径 (R)	3.6
圆弧角度 (A)	30
封闭路径螺旋连刀 (T)	☒
仅起末点进退刀 (R)	☐
直线延伸长度 (L)	0
按照行号连刀 (R)	☐
最大连刀距离 (L)	4
删除短路径 (S)	0.02

图 1-63 路径间距

6、切换到参数树的“安全策略”，修改路径检查相关参数。

路径检查	
检查模型	叶轮加工几何体
☒ 进行路径检查	检查所有
刀杆碰撞间隙	0.2
刀柄碰撞间隙	0.5
路径编辑	不编辑路径

图 1-64 路径检查

7、点击“计算”按钮开始生成路径。计算完成后弹出结果提示框，点击“确定”退出提示框，路径树增加新的路径节点。

8、右击路径树的新路径节点，在弹出的菜单栏中选择重命名，修改名称为“倒角精加工”后点击  完成设置。

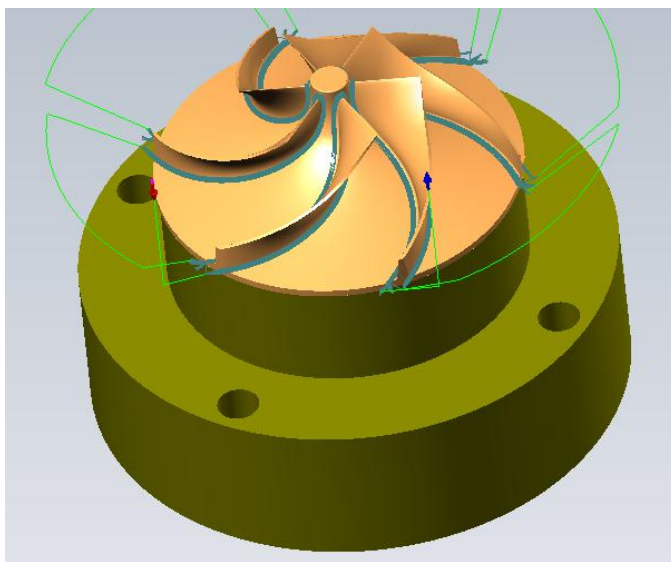


图 1-65 倒角精加工

4 机床模拟

操作步骤:

- 1、点击 Ribbon 面板中的“刀具路径”，选择“机床模拟”命令进入机床模拟界面。

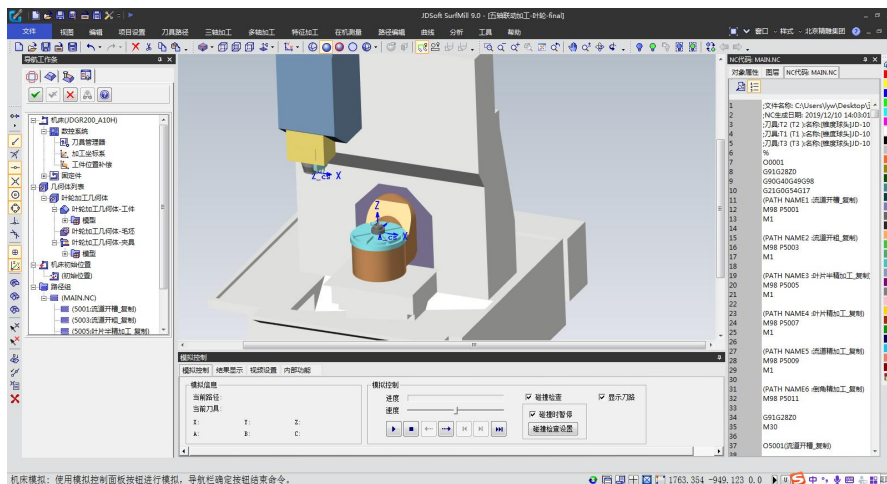


图 1-66 机床模拟界面

- 2、调节模拟速度后，点击模拟控制台的按钮开始进行机床模拟。

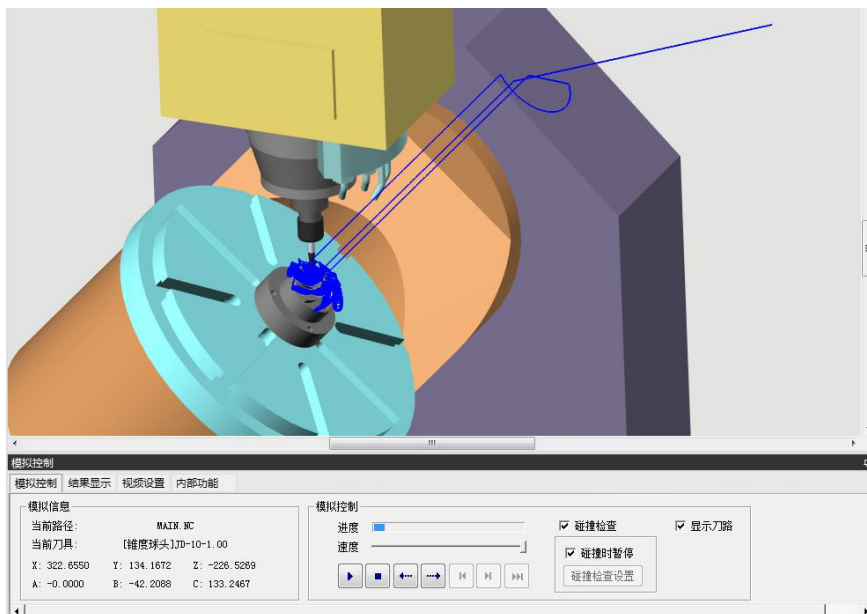


图 1-67 模拟进行中

- 3、机床模拟无误后点击退出命令。



图 1-68 模拟后路径树

5 路径输出

操作步骤:

- 1、点击主菜单栏或 Ribbon 面板的“输出刀具路径”按钮。
- 2、在输出刀具路径界面中选择要输出的路径，根据实际加工设置好路径输出的排序、输出文件名称。
- 3、点击“确定”即可输出最终的路径文件。
- 4、勾选“输出 Mht 工艺单”还能同步输出对应的工艺单。

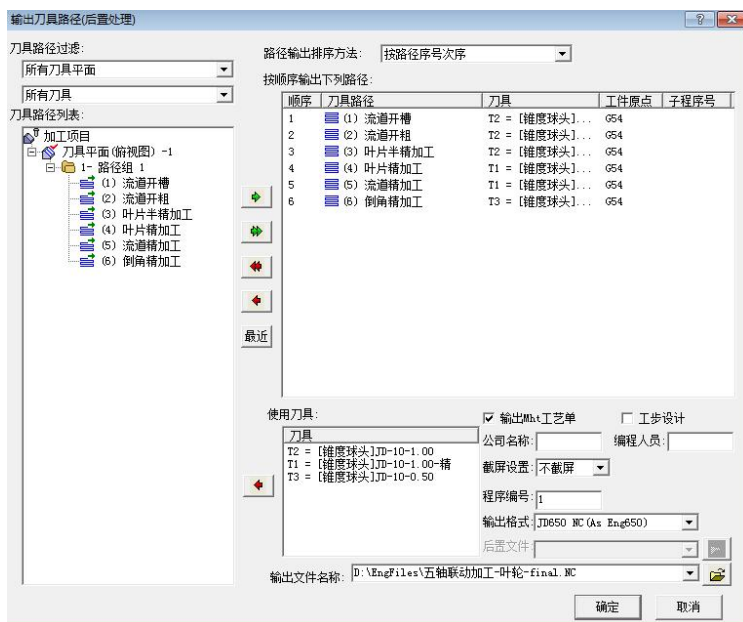


图 1-69 路径输出

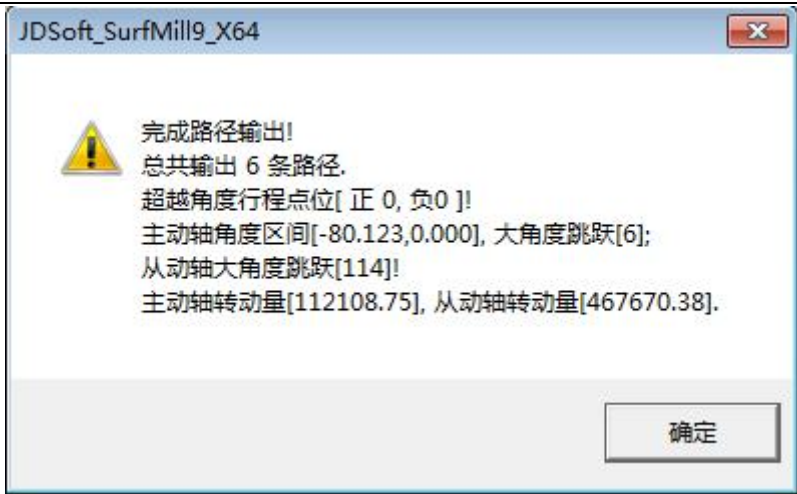


图 1-70 输出成功对话框

公司名称	—	工件名称	五轴开槽	
编程人员	—	编程日期	2019/03/25 17:33	
文件目录	C:\Users\jyw\Desktop			

序号	路径名称	加工方法	刀具编号	刀具物料编号	刀具直径	圆角半径	刀柄物料编号	创边余量	底面余量	安全高度	相对定位高度	路径间距	吃刀深度	主轴转速	进给速度	输出文件目录	加工时间
1	进给开槽	五轴开槽加工	2	4.4.08.0401030301	6	1	—	0.1	0.1	5	2	1	0.05	12000	2000	C:\Users\jyw\Desktop\NCD.NC	0:00:00
2	进给开槽	五轴开槽加工	2	4.4.08.0401030301	6	1	—	0.1	0.1	5	2	0.5	1	12000	2000	C:\Users\jyw\Desktop\NCD.NC	0:00:00
3	进给开槽加工	五轴开槽加工	2	4.4.08.0401030301	6	1	—	0.1	0.1	5	2	0.3	—	12000	2000	C:\Users\jyw\Desktop\NCD.NC	0:00:00
4	进给开槽加工	五轴开槽加工	1	4.4.08.0401030301	6	1	—	0	0	5	2	0.1	—	15000	3000	C:\Users\jyw\Desktop\NCD.NC	0:00:00
5	进给开槽加工	五轴开槽加工	1	4.4.08.0401030301	6	1	—	0	0	5	2	0.1	—	15000	3000	C:\Users\jyw\Desktop\NCD.NC	0:00:00
6	进给开槽加工	五轴开槽加工	3	4.4.08.0401030301	6	0.5	—	0	0	5	2	0.1	—	15000	3000	C:\Users\jyw\Desktop\NCD.NC	0:00:00
加工总时间																	0:00:00

运动范围		
	最小	最大
X	-140.374	39.951
Y	-38.456	38.456
Z	-4.222	28.841

图 1-71 总工艺单

		流道开槽		加工方法	五轴开槽加工
				加工工序	粗
				毛坯物料编号	—
				夹具物料编号	—
				材料	No Name
				加工机床	JDGR200_A10H
				创边余量	0.1
				底面余量	0.1
				安全高度	5
				相对定位高度	2
				路径间距	1
				吃刀深度	0.05
				主轴转速	12000
				进给速度	2000
				冷却液	湿式冷却
				最小Z	-3.92
				加工时间	0:00:00
				刀具路径长度	7172.4
				输出坐标系偏移	(0.0,0)

刀具编号	2
刀具物料编号	4.4.08.0401030301
刀具名称	[恒速球头]UD-15-1.00
刀具直径	6
圆角半径	1
刀柄型号	HSK-E32-ER16M-050S
刀柄物料编号	—
刀杆长度	—
刀长	23.816
有效长度	—
总卡长度	36.908
最短卡长度	9.303
A轴旋转	0
B轴旋转	1
C轴旋转	1
运动范围	
最小	
X	-28.173
Y	-28.104
Z	-3.92
最大	
X	38.131
Y	28.104
Z	25.892

输出文件目录	C:\Users\jyw\Desktop\NCD.NC
--------	-----------------------------

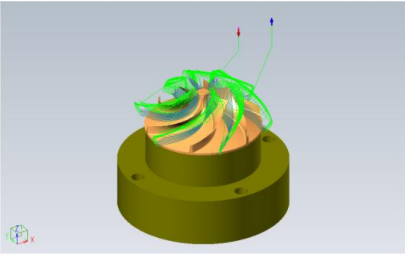


图 1-72 流道开槽工艺单

五轴叶轮加工实例

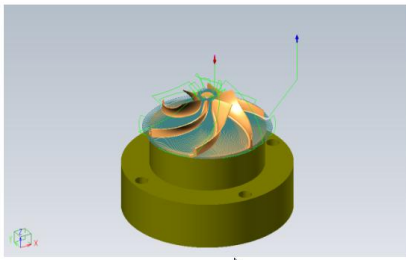
	流道开粗		<table><tr><td>加工方法</td><td>五轴叶轮加工</td></tr><tr><td>加工工序</td><td>粗</td></tr><tr><td>毛坯物料编号</td><td>—</td></tr><tr><td>夹具物料编号</td><td>—</td></tr><tr><td>材料</td><td>No Name</td></tr><tr><td>加工机床</td><td>JDQR200_A10H</td></tr><tr><td>侧边余量</td><td>0.1</td></tr><tr><td>端面余量</td><td>0.1</td></tr><tr><td>安全高度</td><td>5</td></tr><tr><td>相对定位高度</td><td>2</td></tr><tr><td>路径间距</td><td>0.5</td></tr><tr><td>吃刀深度</td><td>1</td></tr><tr><td>主轴转速</td><td>12000</td></tr><tr><td>进给速度</td><td>2000</td></tr><tr><td>冷却液</td><td>液体冷却</td></tr><tr><td>最小Z</td><td>-3.917</td></tr><tr><td>加工时间</td><td>0:00:00</td></tr><tr><td>刀具路径长度</td><td>10563.858</td></tr><tr><td>输出坐标系偏移</td><td>(0,0,0)</td></tr></table>	加工方法	五轴叶轮加工	加工工序	粗	毛坯物料编号	—	夹具物料编号	—	材料	No Name	加工机床	JDQR200_A10H	侧边余量	0.1	端面余量	0.1	安全高度	5	相对定位高度	2	路径间距	0.5	吃刀深度	1	主轴转速	12000	进给速度	2000	冷却液	液体冷却	最小Z	-3.917	加工时间	0:00:00	刀具路径长度	10563.858	输出坐标系偏移	(0,0,0)					
加工方法	五轴叶轮加工																																													
加工工序	粗																																													
毛坯物料编号	—																																													
夹具物料编号	—																																													
材料	No Name																																													
加工机床	JDQR200_A10H																																													
侧边余量	0.1																																													
端面余量	0.1																																													
安全高度	5																																													
相对定位高度	2																																													
路径间距	0.5																																													
吃刀深度	1																																													
主轴转速	12000																																													
进给速度	2000																																													
冷却液	液体冷却																																													
最小Z	-3.917																																													
加工时间	0:00:00																																													
刀具路径长度	10563.858																																													
输出坐标系偏移	(0,0,0)																																													
<table><tr><td>刀具编号</td><td>2</td></tr><tr><td>刀具物料编号</td><td>4.4.08.0401030301</td></tr><tr><td>刀具名称</td><td>[恒宽球头]JD-10-1.00</td></tr><tr><td>刀具直径</td><td>6</td></tr><tr><td>圆角半径</td><td>1</td></tr><tr><td>刀柄型号</td><td>HSK-E32-ER16M-0505</td></tr><tr><td>刀柄物料编号</td><td>—</td></tr><tr><td>刀杆长度</td><td>—</td></tr><tr><td>刀长</td><td>23.816</td></tr><tr><td>有效长度</td><td>—</td></tr><tr><td>总卡长度</td><td>36.908</td></tr><tr><td>最短卡长度</td><td>12.45</td></tr><tr><td>A轴旋转</td><td>0</td></tr><tr><td>B轴旋转</td><td>1</td></tr><tr><td>C轴旋转</td><td>1</td></tr><tr><td>运动范围</td><td><table><tr><td></td><td>最小</td><td>最大</td></tr><tr><td>X</td><td>-29.052</td><td>36.951</td></tr><tr><td>Y</td><td>-27.876</td><td>27.876</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.917</td><td>25.892</td></tr></table></td></tr></table>	刀具编号	2	刀具物料编号	4.4.08.0401030301	刀具名称	[恒宽球头]JD-10-1.00	刀具直径	6	圆角半径	1	刀柄型号	HSK-E32-ER16M-0505	刀柄物料编号	—	刀杆长度	—	刀长	23.816	有效长度	—	总卡长度	36.908	最短卡长度	12.45	A轴旋转	0	B轴旋转	1	C轴旋转	1	运动范围	<table><tr><td></td><td>最小</td><td>最大</td></tr><tr><td>X</td><td>-29.052</td><td>36.951</td></tr><tr><td>Y</td><td>-27.876</td><td>27.876</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.917</td><td>25.892</td></tr></table>		最小	最大	X	-29.052	36.951	Y	-27.876	27.876	Z	-3.917	25.892		
刀具编号	2																																													
刀具物料编号	4.4.08.0401030301																																													
刀具名称	[恒宽球头]JD-10-1.00																																													
刀具直径	6																																													
圆角半径	1																																													
刀柄型号	HSK-E32-ER16M-0505																																													
刀柄物料编号	—																																													
刀杆长度	—																																													
刀长	23.816																																													
有效长度	—																																													
总卡长度	36.908																																													
最短卡长度	12.45																																													
A轴旋转	0																																													
B轴旋转	1																																													
C轴旋转	1																																													
运动范围	<table><tr><td></td><td>最小</td><td>最大</td></tr><tr><td>X</td><td>-29.052</td><td>36.951</td></tr><tr><td>Y</td><td>-27.876</td><td>27.876</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.917</td><td>25.892</td></tr></table>		最小	最大	X	-29.052	36.951	Y	-27.876	27.876	Z	-3.917	25.892																																	
	最小	最大																																												
X	-29.052	36.951																																												
Y	-27.876	27.876																																												
Z	-3.917	25.892																																												
输出文件目录	C:\Users\jyw\Desktop\NC0.NC																																													

图 1-73 流道开粗工艺单

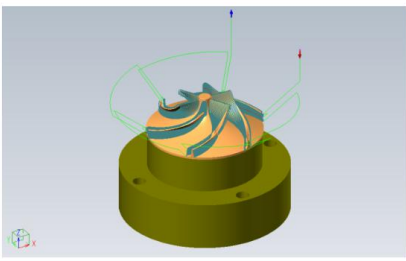
	叶片半精加工		<table><tr><td>加工方法</td><td>五轴半精加工</td></tr><tr><td>加工工序</td><td>精</td></tr><tr><td>毛坯物料编号</td><td>—</td></tr><tr><td>夹具物料编号</td><td>—</td></tr><tr><td>材料</td><td>No Name</td></tr><tr><td>加工机床</td><td>JDQR200_A10H</td></tr><tr><td>恒边余量</td><td>0.1</td></tr><tr><td>端面余量</td><td>0.1</td></tr><tr><td>安全高度</td><td>5</td></tr><tr><td>相对定位高度</td><td>2</td></tr><tr><td>路径间距</td><td>0.3</td></tr><tr><td>吃刀深度</td><td>—</td></tr><tr><td>主轴转速</td><td>12000</td></tr><tr><td>进给速度</td><td>2000</td></tr><tr><td>冷却液</td><td>液体冷却</td></tr><tr><td>最小Z</td><td>-3.783</td></tr><tr><td>加工时间</td><td>0:00:00</td></tr><tr><td>刀具路径长度</td><td>12221.532</td></tr><tr><td>输出坐标系偏移</td><td>(0,0,0)</td></tr></table>	加工方法	五轴半精加工	加工工序	精	毛坯物料编号	—	夹具物料编号	—	材料	No Name	加工机床	JDQR200_A10H	恒边余量	0.1	端面余量	0.1	安全高度	5	相对定位高度	2	路径间距	0.3	吃刀深度	—	主轴转速	12000	进给速度	2000	冷却液	液体冷却	最小Z	-3.783	加工时间	0:00:00	刀具路径长度	12221.532	输出坐标系偏移	(0,0,0)	
加工方法	五轴半精加工																																									
加工工序	精																																									
毛坯物料编号	—																																									
夹具物料编号	—																																									
材料	No Name																																									
加工机床	JDQR200_A10H																																									
恒边余量	0.1																																									
端面余量	0.1																																									
安全高度	5																																									
相对定位高度	2																																									
路径间距	0.3																																									
吃刀深度	—																																									
主轴转速	12000																																									
进给速度	2000																																									
冷却液	液体冷却																																									
最小Z	-3.783																																									
加工时间	0:00:00																																									
刀具路径长度	12221.532																																									
输出坐标系偏移	(0,0,0)																																									
<table><tr><td>刀具编号</td><td>2</td></tr><tr><td>刀具物料编号</td><td>4.4.08.0401030301</td></tr><tr><td>刀具名称</td><td>[恒宽球头]JD-10-1.00</td></tr><tr><td>刀具直径</td><td>6</td></tr><tr><td>圆角半径</td><td>1</td></tr><tr><td>刀柄型号</td><td>HSK-E32-ER16M-0505</td></tr><tr><td>刀柄物料编号</td><td>—</td></tr><tr><td>刀杆长度</td><td>—</td></tr><tr><td>刀长</td><td>23.816</td></tr><tr><td>有效长度</td><td>—</td></tr><tr><td>总卡长度</td><td>36.908</td></tr><tr><td>最短总卡长度</td><td>10.75</td></tr><tr><td>A轴旋转</td><td>0</td></tr><tr><td>B轴旋转</td><td>1</td></tr><tr><td>C轴旋转</td><td>1</td></tr><tr><td>运动范围</td><td><table><tr><td>最小</td><td>最大</td></tr><tr><td>X</td><td>-38.344 38.85</td></tr><tr><td>Y</td><td>-38.456 38.456</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.783 25.892</td></tr></table></td></tr></table>	刀具编号	2	刀具物料编号	4.4.08.0401030301	刀具名称	[恒宽球头]JD-10-1.00	刀具直径	6	圆角半径	1	刀柄型号	HSK-E32-ER16M-0505	刀柄物料编号	—	刀杆长度	—	刀长	23.816	有效长度	—	总卡长度	36.908	最短总卡长度	10.75	A轴旋转	0	B轴旋转	1	C轴旋转	1	运动范围	<table><tr><td>最小</td><td>最大</td></tr><tr><td>X</td><td>-38.344 38.85</td></tr><tr><td>Y</td><td>-38.456 38.456</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.783 25.892</td></tr></table>	最小	最大	X	-38.344 38.85	Y	-38.456 38.456	Z	-3.783 25.892		
刀具编号	2																																									
刀具物料编号	4.4.08.0401030301																																									
刀具名称	[恒宽球头]JD-10-1.00																																									
刀具直径	6																																									
圆角半径	1																																									
刀柄型号	HSK-E32-ER16M-0505																																									
刀柄物料编号	—																																									
刀杆长度	—																																									
刀长	23.816																																									
有效长度	—																																									
总卡长度	36.908																																									
最短总卡长度	10.75																																									
A轴旋转	0																																									
B轴旋转	1																																									
C轴旋转	1																																									
运动范围	<table><tr><td>最小</td><td>最大</td></tr><tr><td>X</td><td>-38.344 38.85</td></tr><tr><td>Y</td><td>-38.456 38.456</td></tr><tr><td>Z</td><td>-3.783 25.892</td></tr></table>	最小	最大	X	-38.344 38.85	Y	-38.456 38.456	Z	-3.783 25.892																																	
最小	最大																																									
X	-38.344 38.85																																									
Y	-38.456 38.456																																									
Z	-3.783 25.892																																									
输出文件目录	C:\Users\jyw\Desktop\NC0.NC																																									

图 1-74 叶片半精加工工艺单

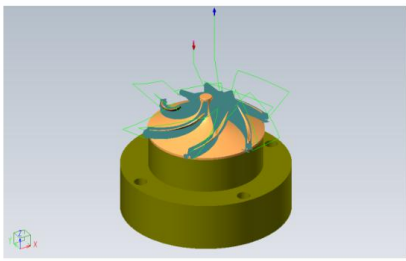
		叶片精加工		加工方法 五轴叶轮加工	
刀具编号 1				加工工序 精	
刀具物料编号 4.4.08.0401030301				毛坯物料编号 ---	
刀具名称 [恒宽球头]JD-10-1.00-1#				夹具物料编号 ---	
刀具直径 6				材料 No Name	
圆角半径 1				加工机床 JDQR200_A10H	
刀柄型号 HSK-E32-ER16M-0505				恒边余量 0	
刀柄物料编号 ---				端面余量 0	
刀杆长度 ---				安全高度 5	
刀长 23.816				相对定位高度 2	
有效长度 ---				路径间距 0.1	
总卡长度 36.908				吃刀深度 ---	
最短卡长度 10.501				主轴转速 15000	
A轴旋转 0				进给速度 3000	
B轴旋转 1				冷却液 液体冷却	
C轴旋转 1				最小Z -4.222	
运动范围 最小最大		加工时间 0:00:00			
X -36.90436.904		刀具路径长度 37478.118			
Y -33.94233.942		输出坐标偏移 (0,0,0)			
Z -4.22225.892					
输出文件目录		C:\Users\jyw\Desktop\NC0.NC			

图 1-75 叶片精加工工艺单

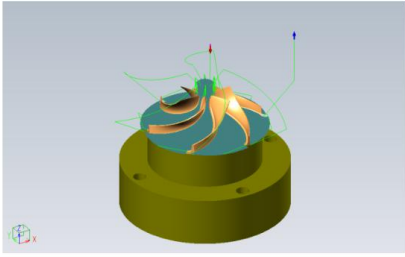
		流道精加工		加工方法	五轴叶轮加工
刀具编号	1			加工工序	粗
刀具物料编号	4 4 08 0401030301			毛坯物料编号	—
刀具名称	[球头铣刀]D-10-1 00-球			夹具物料编号	—
刀具直径	8			材料	No Name
圆角半径	1			加工机床	JDGR200_A10H
刀柄型号	HBM-E32-ER10M-0505			创边余量	0
刀柄物料编号	—			端面余量	0
刀杆长度	—			安全高度	5
刀长	23.816			相对定位高度	2
有效长度	—			库转间距	0.1
键槽长度	35.908			吃刀深度	—
键槽距卡长度	10.518			主轴转速	15000
A轴旋转	0			进给速度	3000
B轴旋转	1			冷却液	液体冷却
C轴旋转	1			最小Z	-3.948
运动范围	最小	最大	输出文件目录	加工时间	0:00:00
X	-40.374	39.834	C:\Users\jyw\Desktop\NC0.NC	刀具编程长度	54314.622
Y	-36.739	36.739		输出坐标系偏移	(0,0,0)
Z	-3.948	28.841			

图 1-76 流道精加工工艺单

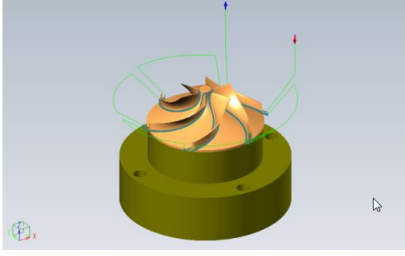
		倒角精加工		加工方法	五轴叶轮加工
刀具编号	3			加工工序	粗
刀具物料编号	4 4 08 0401030301			毛坯物料编号	—
刀具名称	[球头铣刀]D-10-0 50			夹具物料编号	—
刀具直径	8			材料	No Name
圆角半径	0.5			加工机床	JDGR200_A10H
刀柄型号	HBM-E32-ER10M-0505			创边余量	0
刀柄物料编号	—			端面余量	0
刀杆长度	—			安全高度	5
刀长	29.053			相对定位高度	2
有效长度	—			库转间距	0.1
键槽长度	39.527			吃刀深度	—
键槽距卡长度	10.351			主轴转速	15000
A轴旋转	0			进给速度	3000
B轴旋转	1			冷却液	液体冷却
C轴旋转	1			最小Z	-4.101
运动范围	最小	最大	输出文件目录	加工时间	0:00:00
X	-37.053	35.833	C:\Users\jyw\Desktop\NC0.NC	刀具编程长度	56026.61
Y	-37.482	37.482		输出坐标系偏移	(0,0,0)
Z	-4.101	25.892			

图 1-77 倒角精加工工艺单