

四轴齿轮轴加工案例教程

齿轮轴是支承转动零件并与之一起回转以传递运动、扭矩或弯矩的机械零件。属于典型的回转体零件，需要使用四轴旋转加工的方法进行加工，本案例介绍齿轮轴精加工的工艺方案。

工艺分析：

- 1、加工要求：工件尺寸大小为 17.448*17.448*33.917。
- 2、确定定位基准：齿轮轴一端为精加工面，以精加工圆柱面的轴线和另一端面为定位基准进行加工。

工艺方案：

- 1、机床选择：
基于齿轮轴是具有典型回转体特征的零部件，为了保证两轴肩和齿轮的同轴度，选用四轴机床进行加工，本案例选用精雕四轴 JDCarver600_RT_A 型号机床，机床 XYZ 行程为 600*500*420，可以满足加工行程需求。
- 2、装夹方式：
工件为回转体工件，采用三抓卡盘进行装夹，牢固可靠，便于装夹和拆卸。
- 3、工序及刀具选择方案：
 - （1）采用“四轴旋转加工”方法对齿轮面进行精加工，使用刀具为“[球头]JD-1.00”。
 - （2）采用“四轴旋转加工”方法对齿轮轴进行精加工，使用刀具为“[球头]JD-1.00”。

加工工艺卡：

序号	工步	加工方法	刀具	主轴转速	进给速度	加工余量
1	1	四轴旋转加工	[球头]JD-1.00	16000	1000	0
2	2	四轴旋转加工	[球头]JD-1.00	16000	1000	0

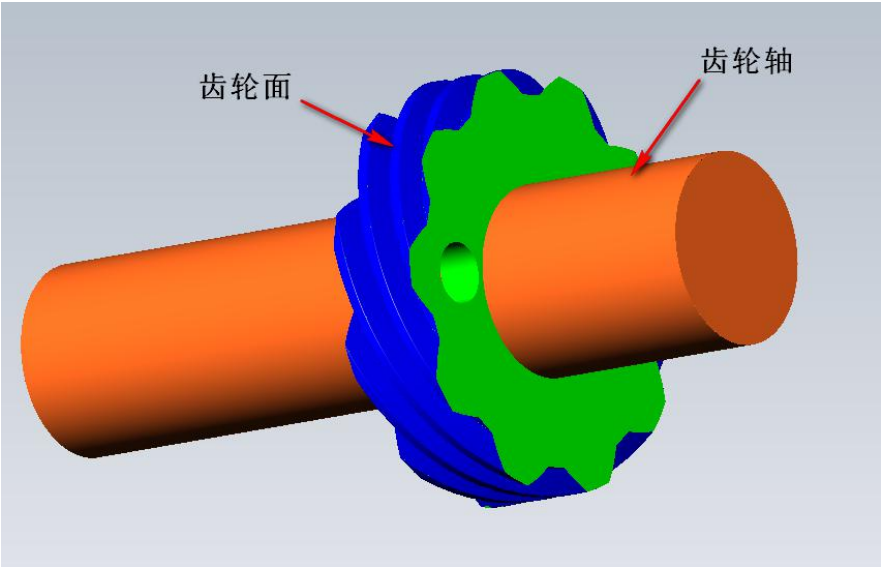


图 1-1 齿轮轴模型

本教程具体内容分为五大部分：

模型创建
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，直接双击案例教程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-终”），供用户对比学习，文件存放地址：“软件安装目录\Help\实例文件”，用户自行查找即可。

1. 模型创建

模型创建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 模板类型的选择

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。

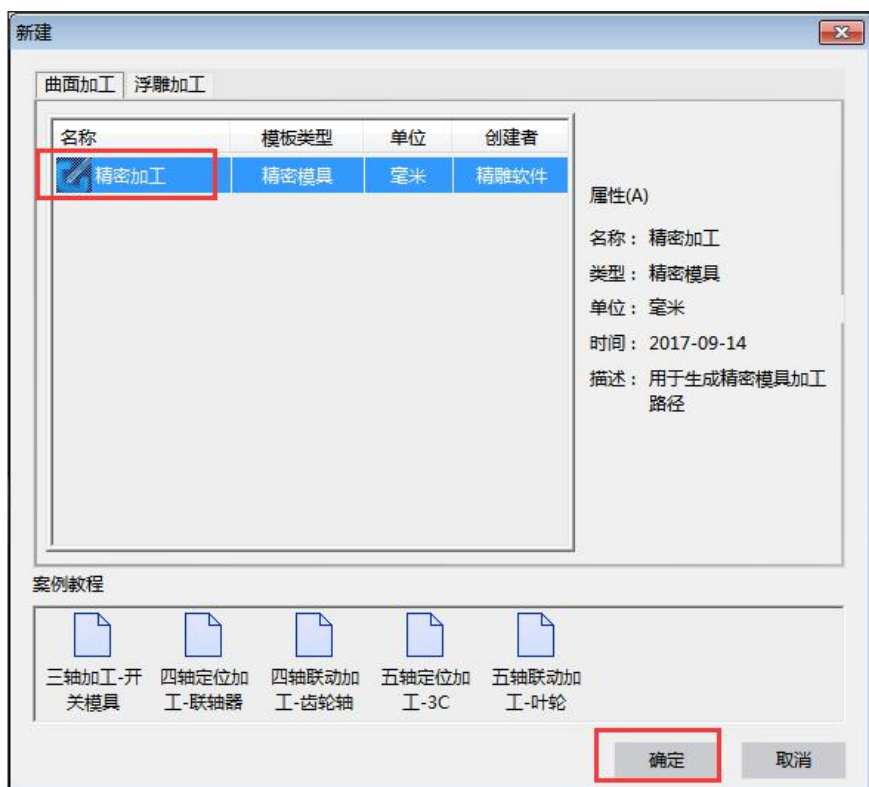


图 1-2 文件模板选择

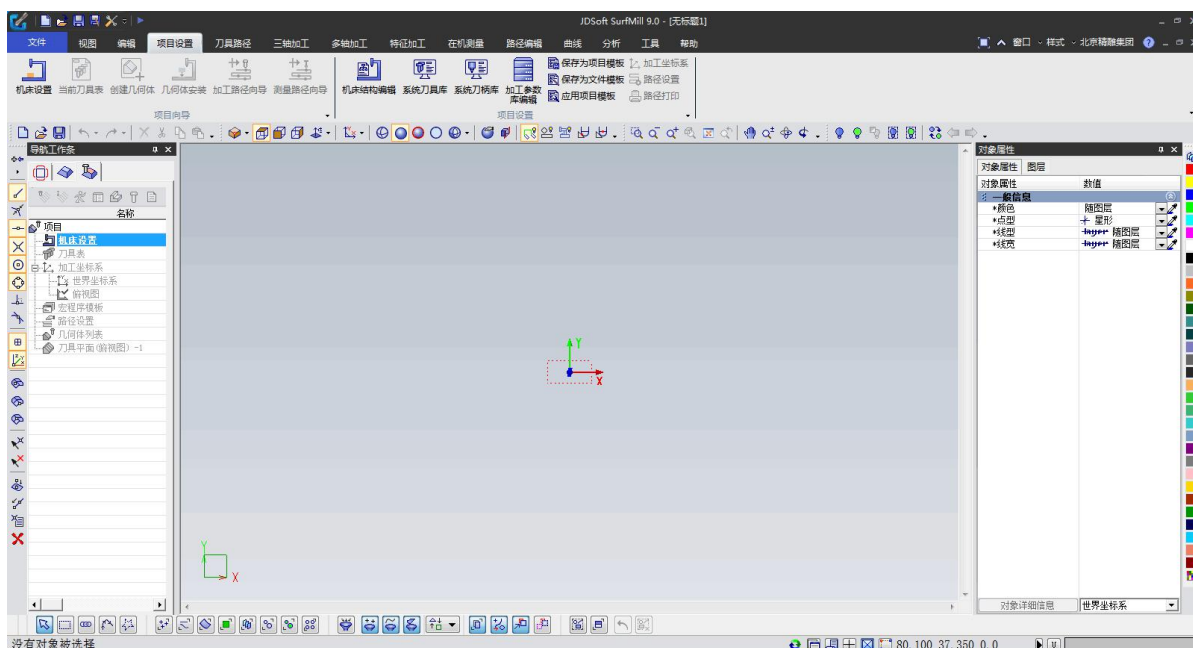


图 1-3 软件加工环境



注意:

本案例教程旨在指导精密加工环境下四轴齿轮轴的加工,采用四轴选择加工方法,对齿轮轴进行加工。

1.2 建立部件的几何模型

1. 点击“导航工作条”的  按钮进入“3D 造型”环境。



图 1-4 进入 3D 环境

2. 然后点击“文件”->“输入”，选择“三维曲线曲面”。

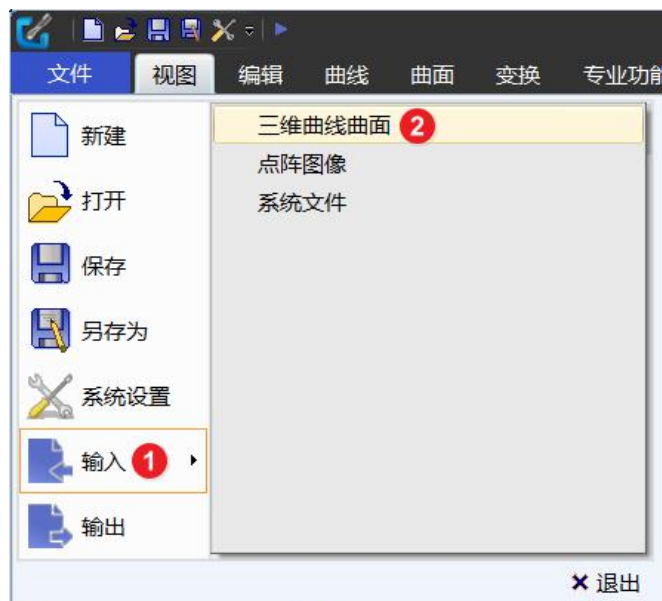


图 1-5 输入模型

3. 选择“文件类型”，选择对应的文件，点击“打开”导入模型。

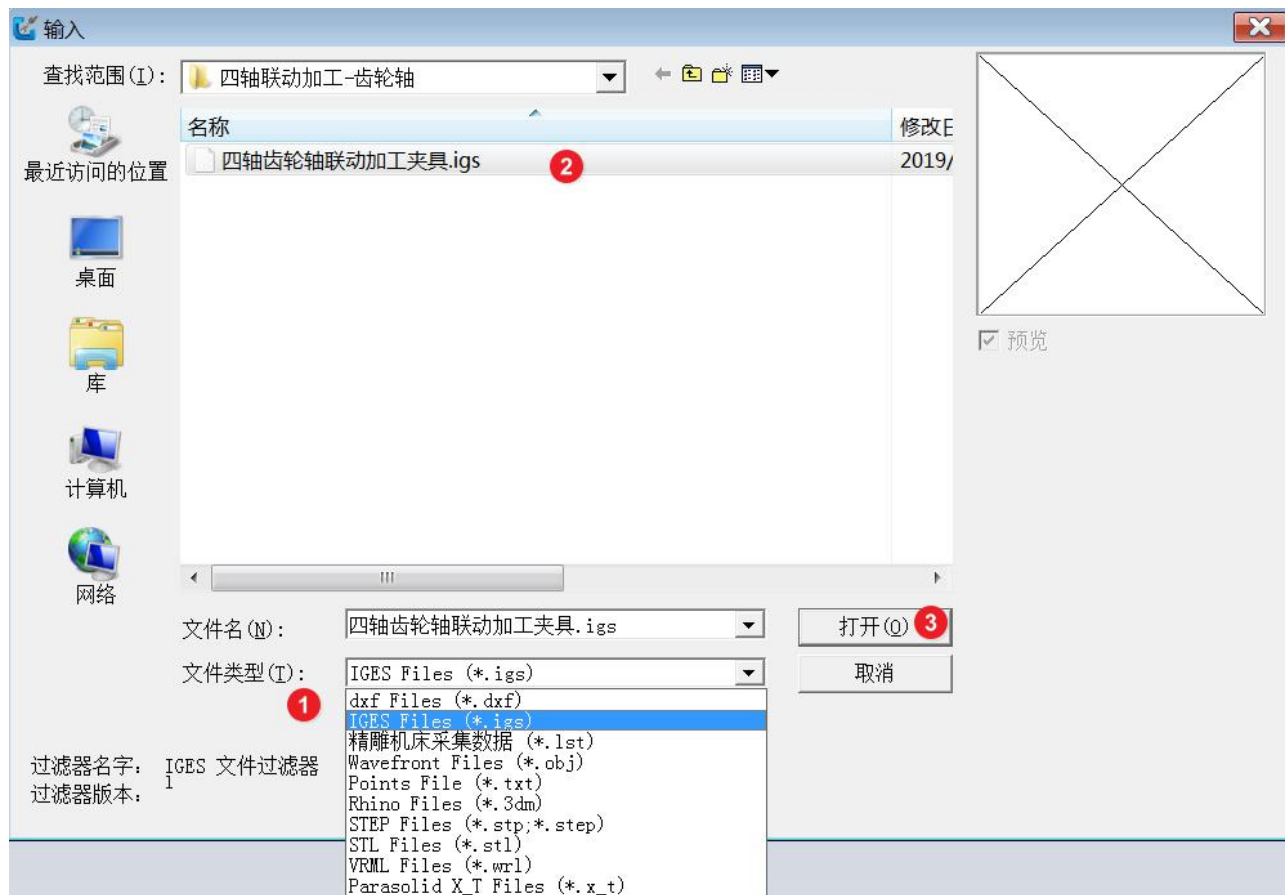


图 1-6 选择文件类型和文件

4. 同样的操作办法，选择“夹具”文件，导入模型，结果如下图所示。

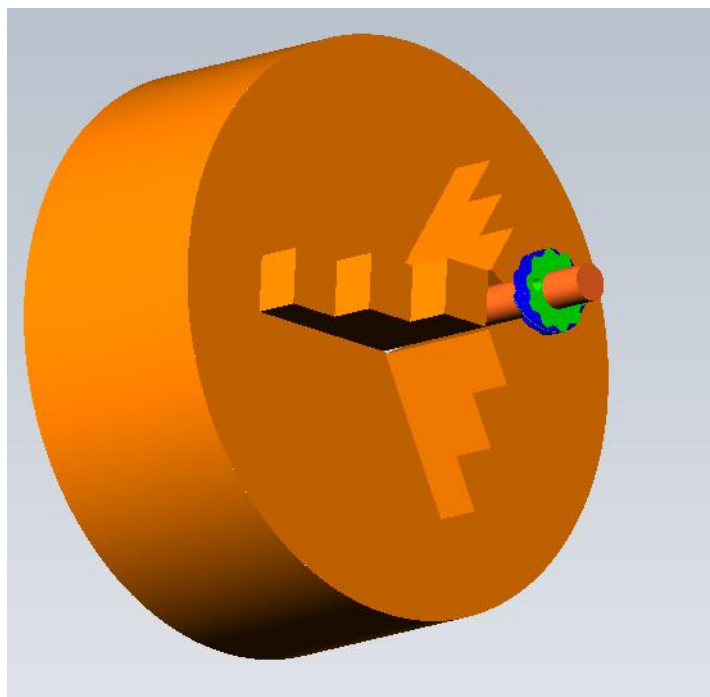


图 1-7 轴齿轮和夹具

5. 如果导入的夹具和工件的装配位置不对应，需要调节夹具的装配位置。点击 Ribbon 界面“变换”，选择“3D 平移”进入 3D 平移对话框。



图 1-8 平移命令

6. 点击“拾取对象”，拾取要平移的夹具，输入平移的距离。使夹具和工件进行装配操作，最终装配结果如下图所示。

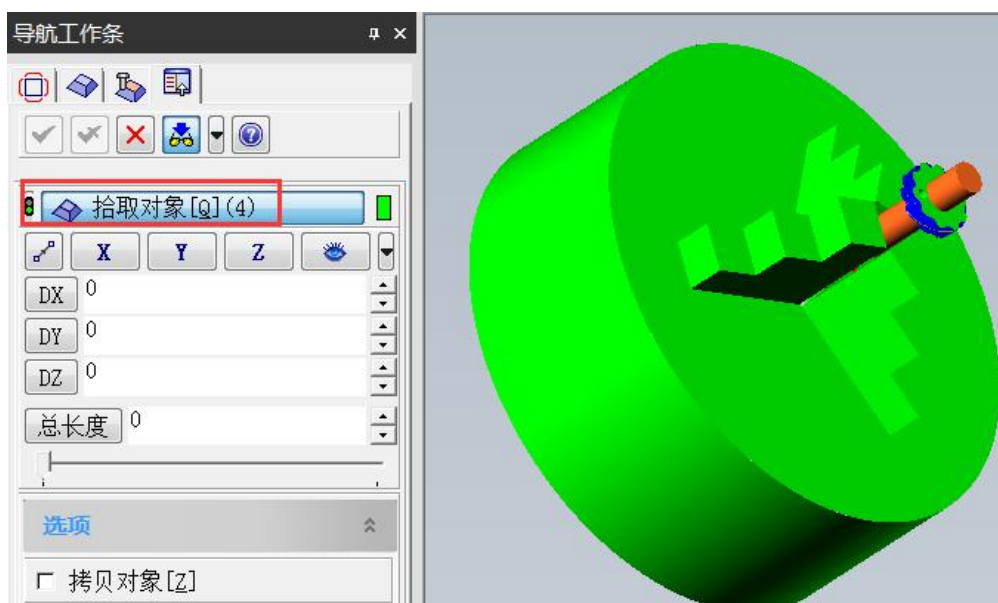


图 1-9 工件和夹具安装

7. 右击模型管理树的 **图层** 节点，在弹出的菜单中选择“新建图层”即可创建新图层。右键图层选择重命名，分别创建工件、夹具、螺纹线图层。



图 1-10 图层管理

8. 分别选中工件、夹具、螺纹线，分别点击目标图层右键选择“移动对象到图层”，将各曲面放到对应图层中。

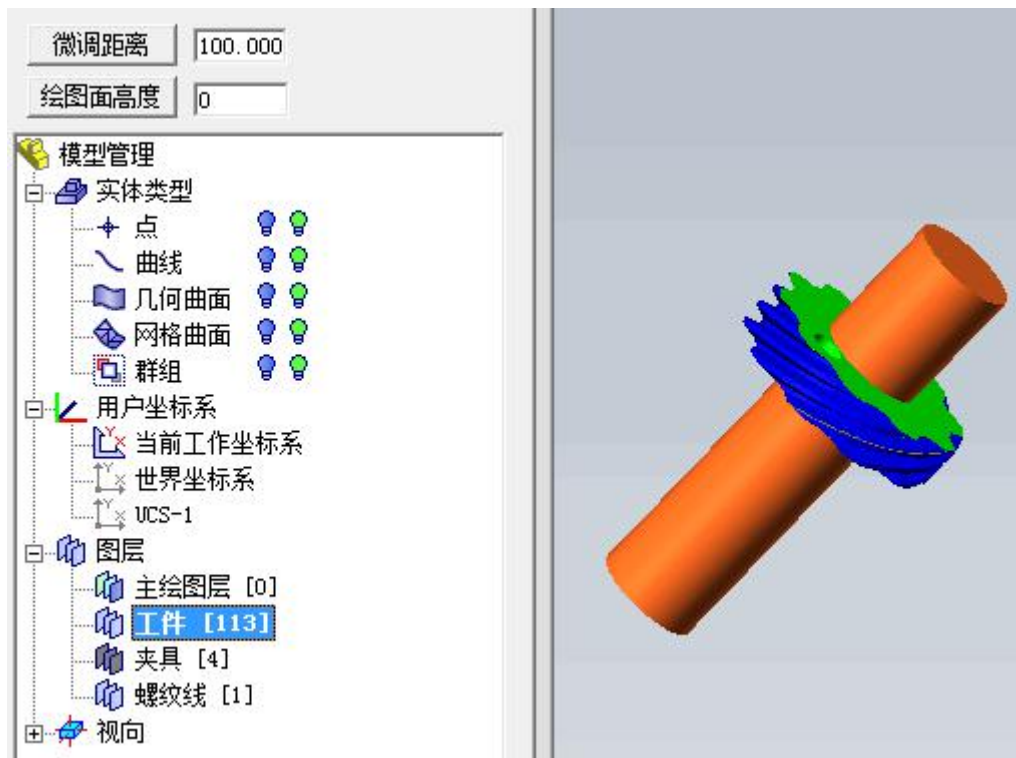


图 1-11 工件图层

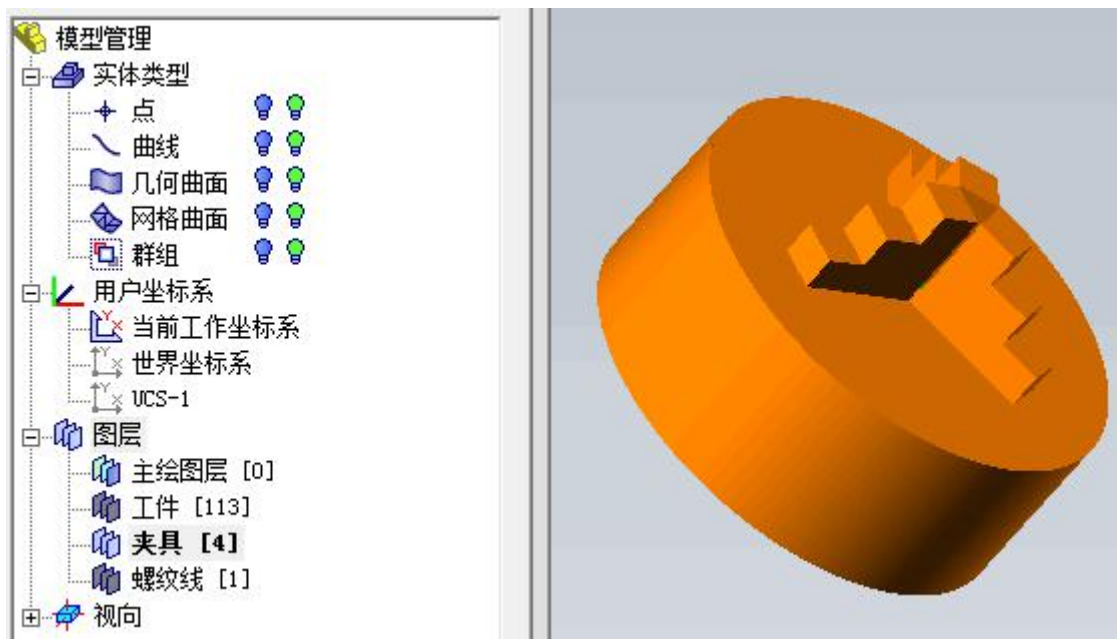


图 1-12 夹具图层



图 1-13 特征点和特征线图层



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、【专业功能】—【系统夹具库】将标准或者常用的夹具加入到系统夹具库中，方便夹具的导入和管理；
- 3、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；
- 4、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；
- 5、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

项目设置用于虚拟加工环境的设置，必须按照机床设置——创建刀具表——创建几何体一步一步进行设置，否则无法创建路径。在精密环境下此步骤如果没有按部执行或参数有误将无法进入路径生成步骤。其具体内容包括以下几点：

- 机床设置
- 创建刀具
- 创建几何体
- 几何体安装



说明：

项目设置前应该对模型进行分析，明确其加工工艺，完成工艺分析后才可进行下步才做。

2.1 机床设置

1. 点击左侧“导航工作条”的按钮进入“加工”环境。

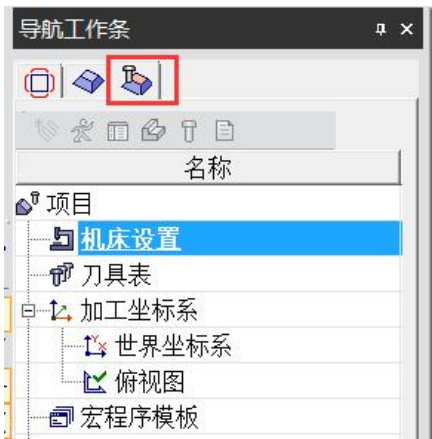


图 1-14 加工环境

2. 然后双击左侧导航栏 **机床设置**，弹出机床设置对话框。

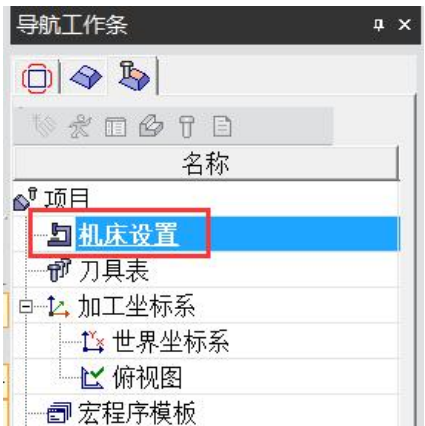


图 1-15 导航栏机床设置

3. 按照图示，依次选择机床类型为“4 轴”、机床文件为“JDCarver600_RT_A”，选择机床输入文件格式为“JD650 NC (As Eng650)”。



图 1-16 机床设置

4. 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。

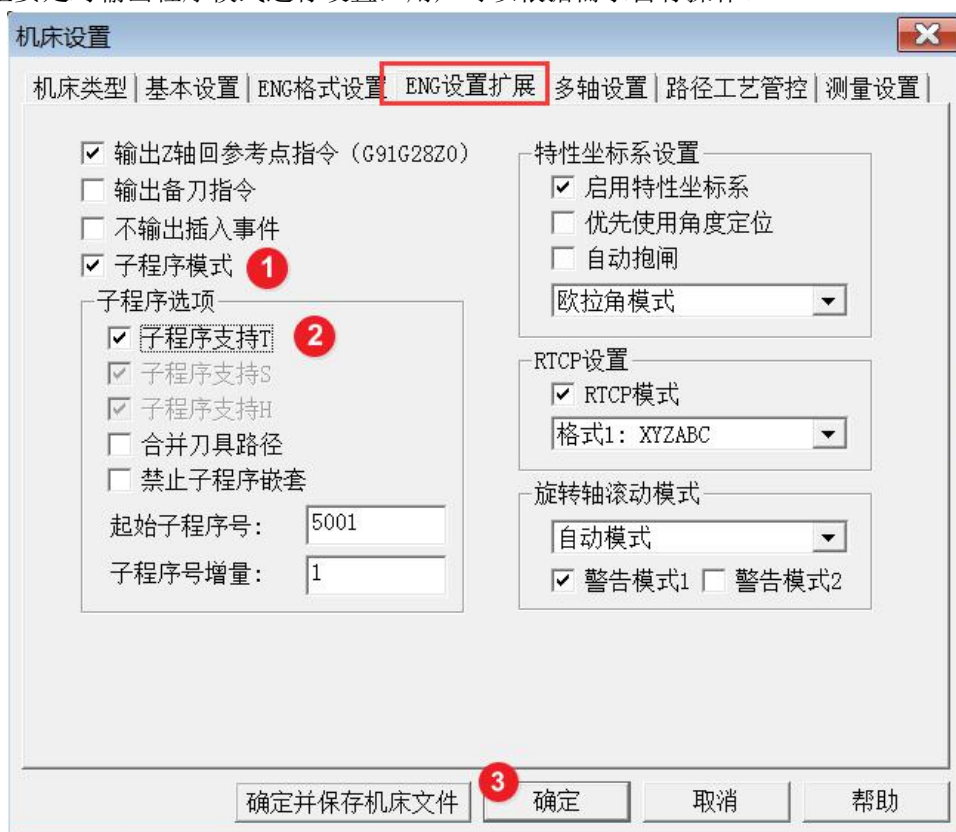


图 1-17 ENG 设置扩展

2.2 创建刀具

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。



图 1-18 系统刀具库

2. 点击类型过滤，选择“球头”刀。

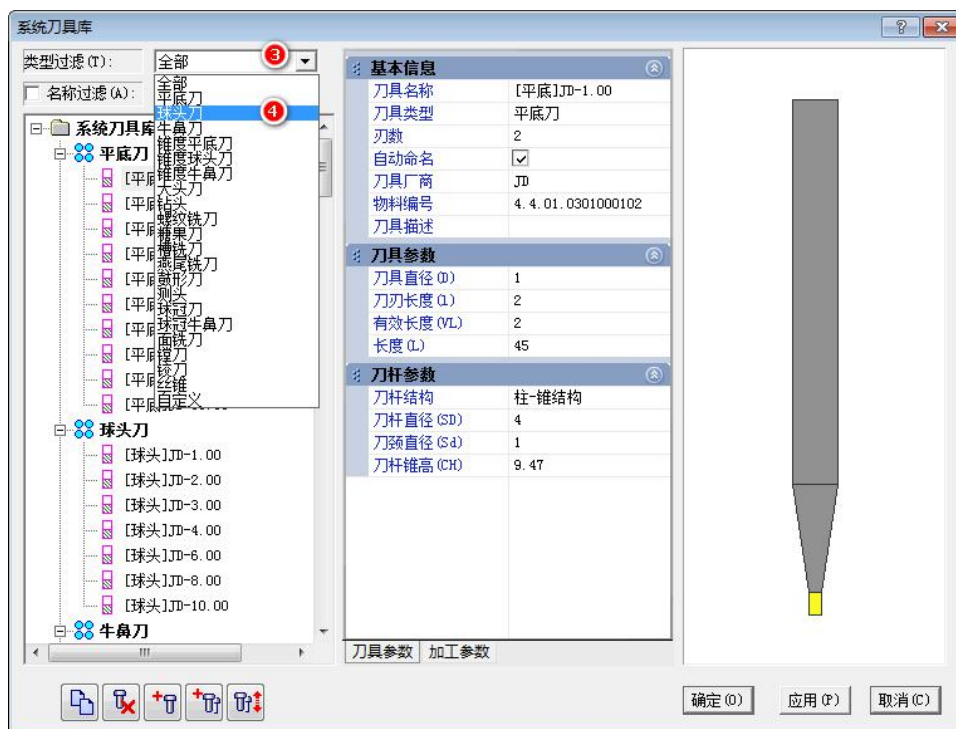


图 1-19 选择刀具类型

3. 选择任意一把球头刀具，点击工具栏的  按钮，添加一把新刀具。

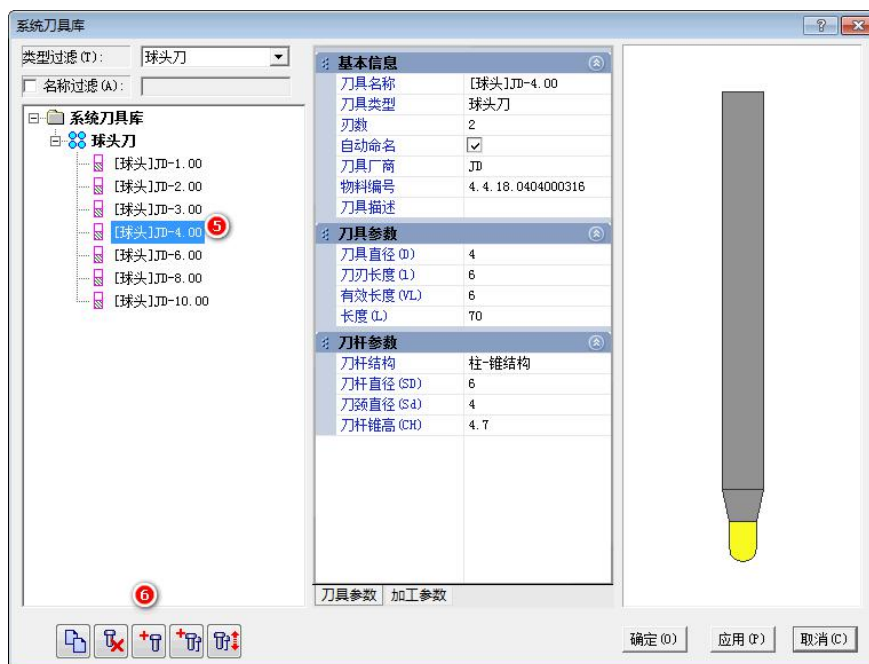


图 1-20 添加新刀具

4. 点击新建的刀具，在其右侧参数表中修改刀具参数信息。

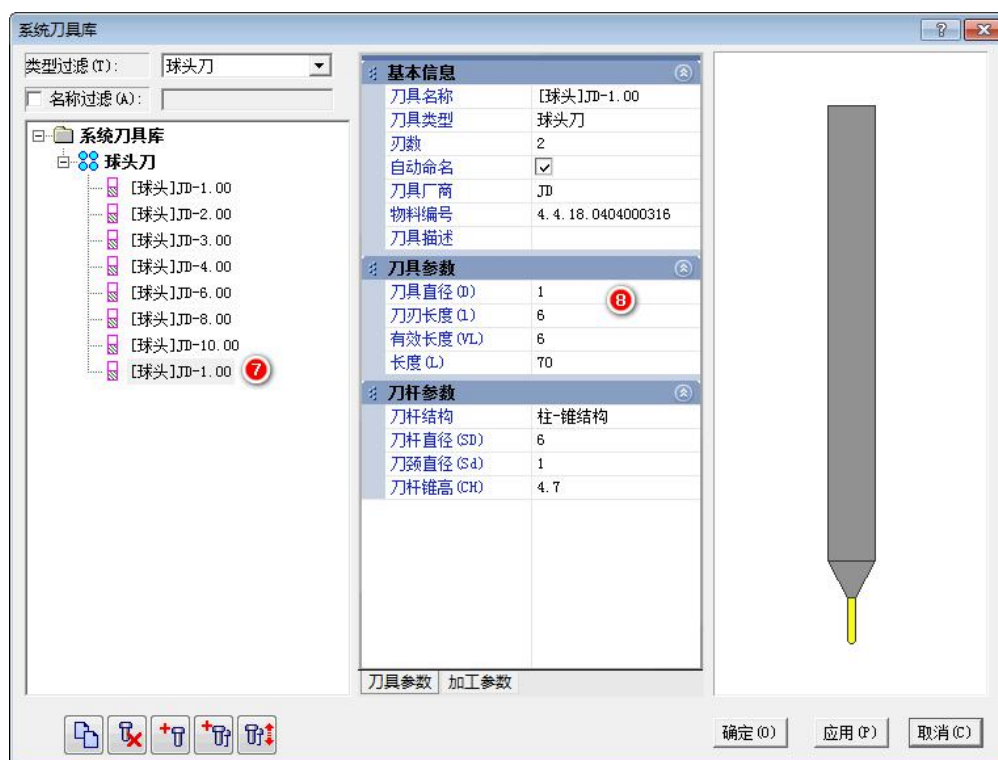


图 1-21 修改刀具参数

5. 点击“确定”按钮完成刀具“[球头]JD-1.00”的创建。



注意：

对刀具几何参数的修改只能在“系统刀具库”中进行。

2.2.1 添加第 1 把刀具到当前刀具表

1. 双击项目树上的  刀具表 节点或点击菜单栏或 Ribbon 上的  “当前刀具表”命令进入当前刀具表界面。

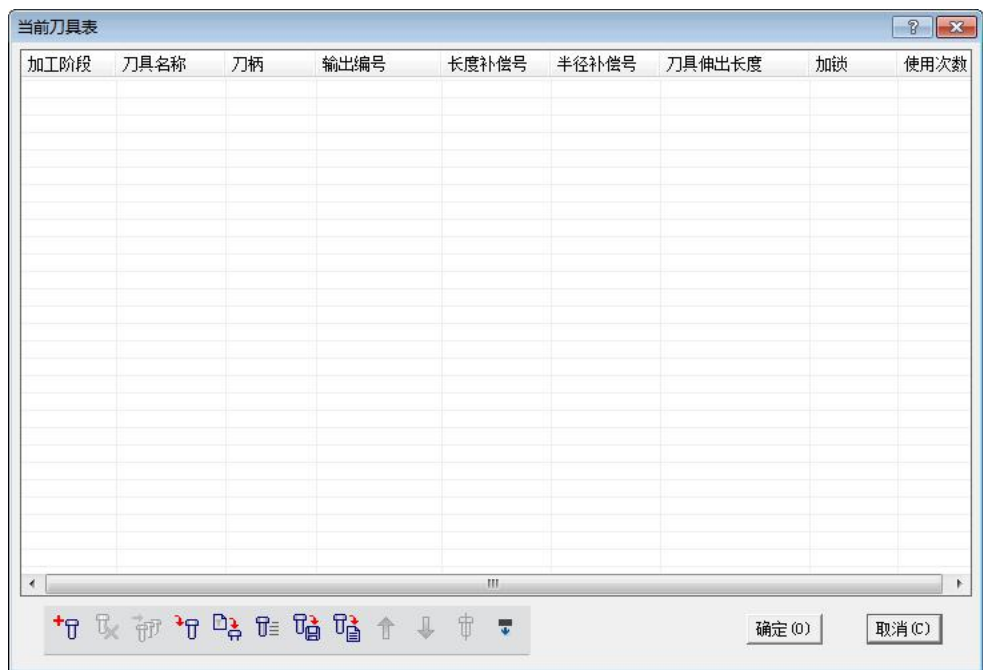


图 1-22 当前刀具表

2. 点击工具栏的  按钮，进入刀具创建向导界面添加刀具。
3. 在刀具创建向导中选择之前创建好的“[球头]JD-1.00”，点击下一步。

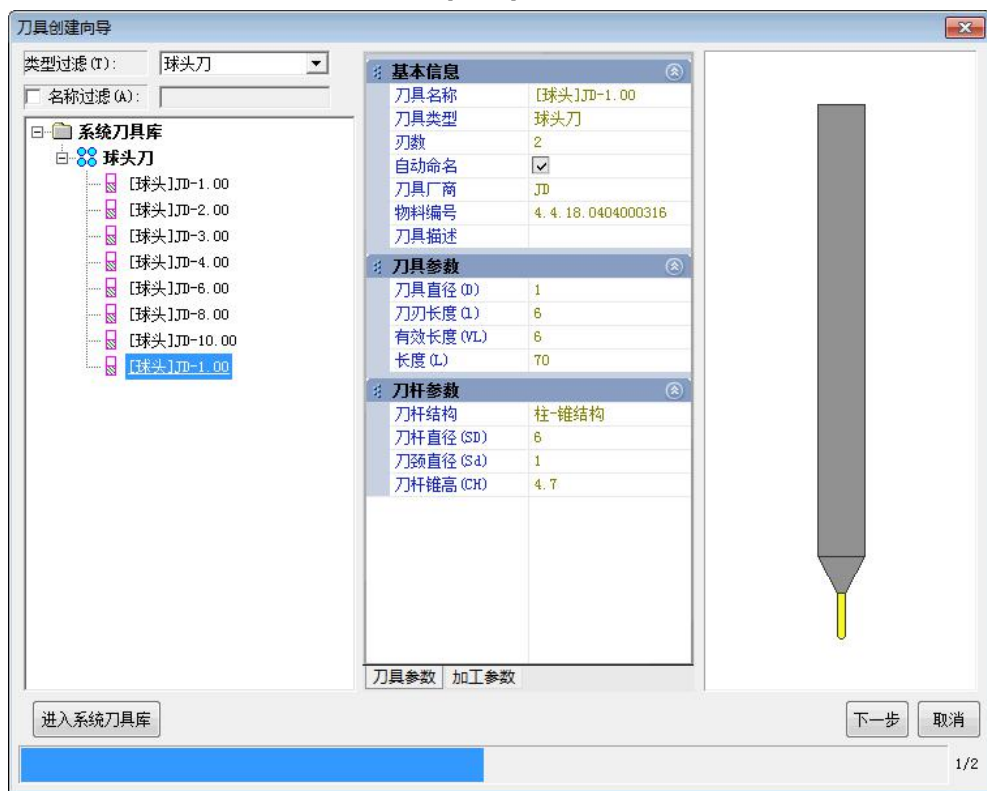


图 1-23 选择刀具

4. 在系统刀柄库中选择“BT30-ER11M-80S”刀柄，点击下一步进入刀具参数编辑界面。

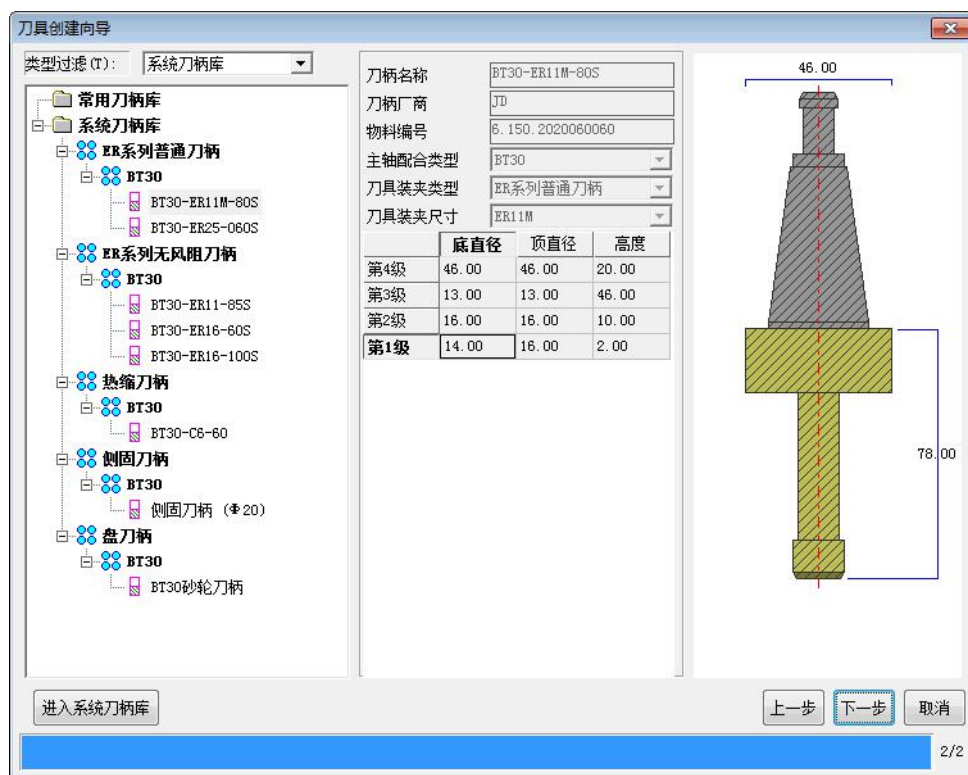


图 1-24 选择刀柄

- 选择“当前刀具”页中的“加工参数”页，修改刀具加工速度信息。

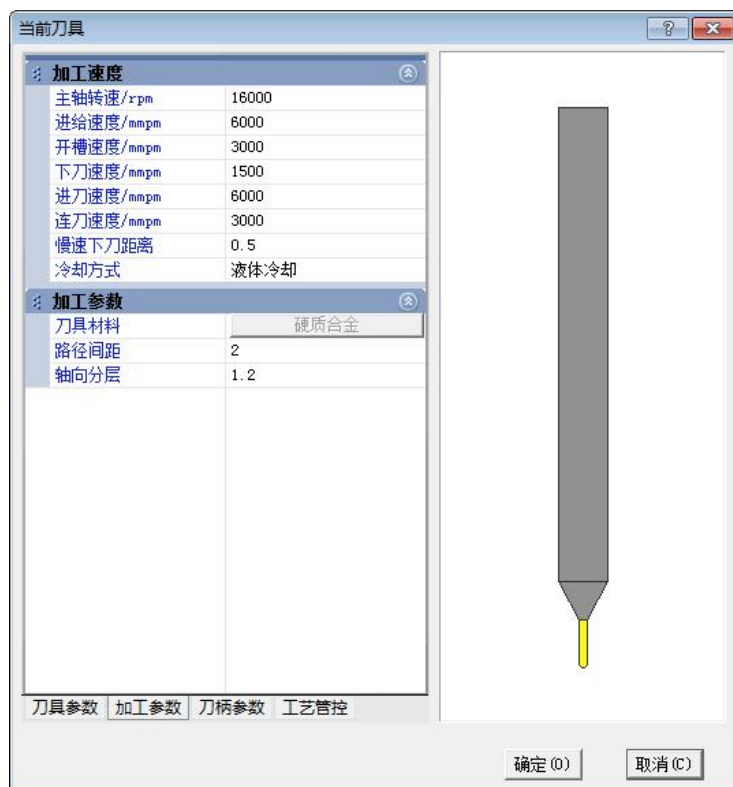


图 1-25 当前刀具

- 点击“确定”按钮完成刀具的添加。

2.3 创建几何体

双击项目树的  **几何体列表** 节点或点击 Ribbon 栏的  “创建几何体”命令进入几何体的设置，几何体的设置分为三个部分：工件设置 ，毛坯设置  和夹具设置 ，分别代表工件几何体、毛坯几何体和夹具几何体。



图 1-26 几何体设置

1. 修改名称为“齿轮轴几何体”。



图 1-27 修改几何体名称

2. 首先是  工件设置，选择  “定义过滤条件”按钮。

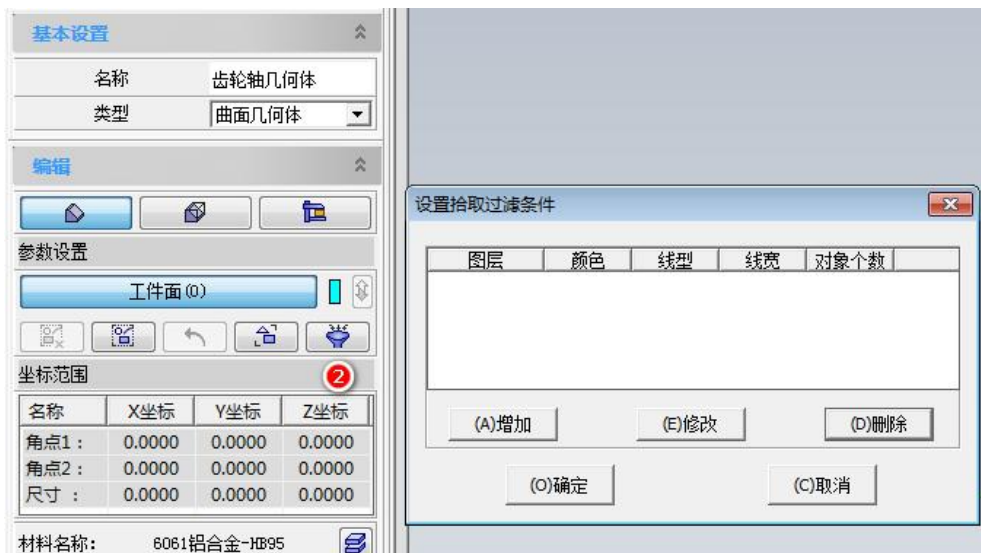


图 1-28 拾取过滤条件

3. 进入“设置拾取过滤条件”对话框，点击“增加”按钮后拾取任意曲面。



图 1-29 拾取过滤条件

4. 自动弹出“添加拾取过滤条件”对话框，在图层一栏的下拉列表中选择“工件”。

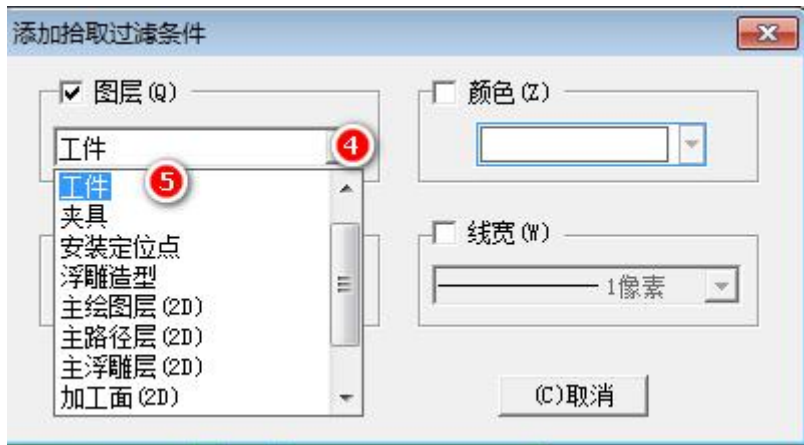


图 1-30 工件面图层过滤

5. 点击“确定”按钮。完成图层过滤条件的设置。



图 1-31 选择过滤图层

6. 点击“确定”返回。完成工件设置。



图 1-32 工件面图层过滤

7. 点击  毛坯设置，毛坯类型选择“毛坯面”，选择  “定义过滤条件”按钮。



图 1-33 毛坯设置

8. 进入“设置拾取过滤条件”对话框，点击“添加”按钮。



图 1-34 拾取过滤条件

9. 拾取任意曲面，自动弹出“添加拾取过滤条件”对话框。



图 1-35 选择过滤图层

10. 在图层一栏的下拉列表中选择“工件”，点击确定，完成毛坯的设置。



图 1-36 毛坯设置

11. 点击  夹具设置，其操作步骤与“毛坯设置”基本相同，不同在于所选的图层为“夹具”图层。
选择坐标系选择“后面中心点”

12. 点击  完成几何体的创建。

2.4 几何体安装设置

1. 单击 Ribbon 面板上的  “几何体安装”按钮进入几何体安装坐标系的设置。



图 1-37 启动几何体安装命令

2. 点击“自动摆放”，安装位置选择“几何体定位坐标系”，加工坐标系选择“G54”。几何体安装完成，点击  完成设置。



图 1-38 几何体安装

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。我们这里选用第二种方法，加工方法均选择“四轴旋转加工”。

四轴齿轮轴加工包含了齿轮面和齿轮轴的精加工，分别利用四轴旋转加工方法进行加工。通过设置四轴旋转加工的刀具路径参数来完成加工过程。

3.1 齿轮面加工



1. 点击 Ribbon 面板的“多轴加工”，选择“四轴旋转加工”加工方法，进入刀具路径参数界面。

2. 选择“加工方式”为“旋转精加工”，“加工子方式”为“外圆加工”，“走刀方式”为“斜线”，“倾斜方式”为“螺纹特征”。

3. 拾取螺纹线，点击“拾取螺纹线”窗口，拾取“螺纹线”图层中的曲线，设置轴向尺寸，通过拾取方式拾取齿轮面左右两面的中心点，完成加工方法设置。

加工方法	
方法分组 (G)	多轴加工组
加工方法 (T)	四轴旋转加工
工艺阶段	铣削-通用
四轴旋转加工	
加工方式 (M)	旋转精加工
加工子方式 (T)	外圆加工
走刀方式 (Q)	斜线
倾斜方式	螺纹特征
拾取螺纹线 (Q)	...
设置旋转半径 (Q)	☐
设置轴向尺寸...	☒
开始	42.0005
结束	45.917
重设	...
从右端加工 (T)	☒
角度范围 (A)	0, 360
轴向偏移 (T)	☐
往复走刀 (Q)	☒
路径自动均匀 (Q)	☐

图 1-39 加工参数设置

4. 切换到参数树的“加工域”，点击“编辑加工域”按钮，点击“加工面”，拾取所有工件面为加工面，点击回到刀具路径参数界面。

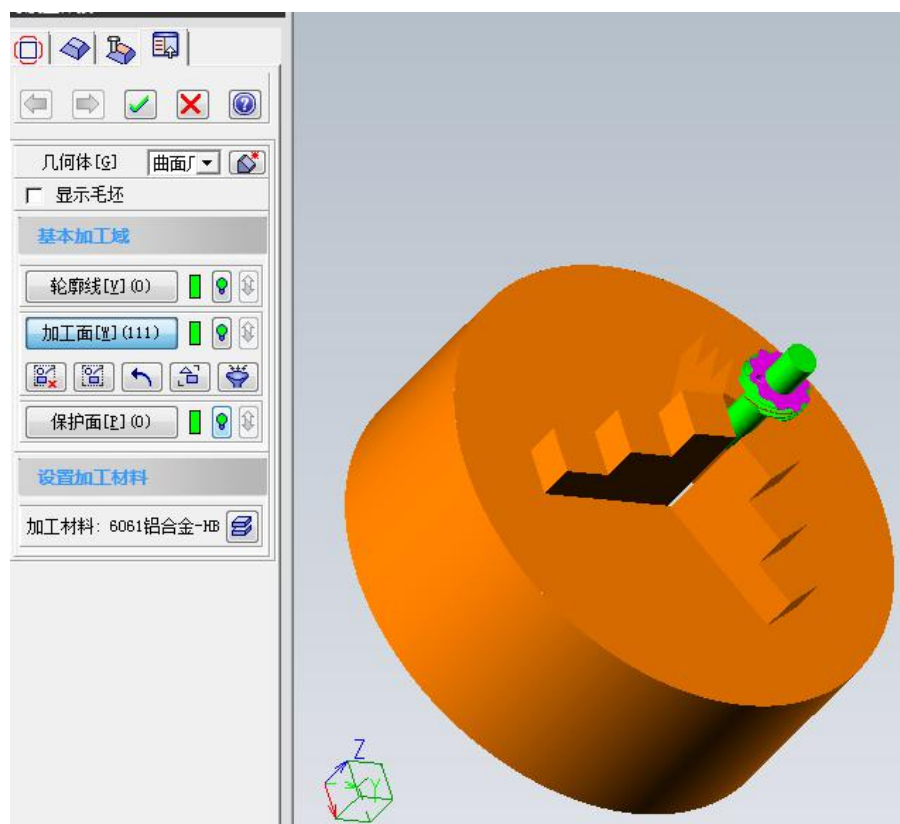


图 1-40 编辑加工域

5. 修改加工余量参数如下图。

加工余量		
边界余量 (A)	0	f
加工面侧壁余量 (B)	0	f
加工面底部余量 (M)	0	f
保护面侧壁余量 (D)	-0.02	f
保护面底部余量 (C)	-0.02	f

图 1-41 设置加工余量

6. 选择“加工刀具”，点击“刀具名称”按钮进入当前刀具表，选择“[球头]JD-1.00”，点击确定。

几何形状		
刀具名称 (N)	[球头]JD-1.00	
输出编号	1	
刀具直径 (D)	1	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	
倾斜角度 (A)	0	
最大角度增量 (M)	3	
刀轴限界 (L)	☐	
走刀速度		
主轴转速/rpm (S)	16000	f
进给速度/mmpm (F)	1000	f
开槽速度/mmpm (T)	1000	f
下刀速度/mmpm (P)	1000	f
进刀速度/mmpm (L)	1000	f
连刀速度/mmpm (K)	1000	f
重设速度 (R)	...	

图 1-42 选择加工刀具

7. 选择“进给设置”，修改“路径间距”、“进刀方式”等参数。

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)	90	f
进刀方式		
进刀方式 (T)	关闭进刀	
封闭路径螺旋连刀 (P)	☒	
按照行号连刀 (N)	☐	
最大连刀距离 (D)	2	f
删除短路径 (S)	0.02	f

图 1-43 进给设置

8. 选择“安全策略”，点击显示安全体，进入如下图所示界面，“安全模式”设为“柱体”柱体，“旋转轴线”设为“x 轴”，点击“拾取原点”，在绘图去拾取叶轮面左侧圆心。根据齿轮面设置相应的参数，要求设置的柱面包围整个齿轮面。

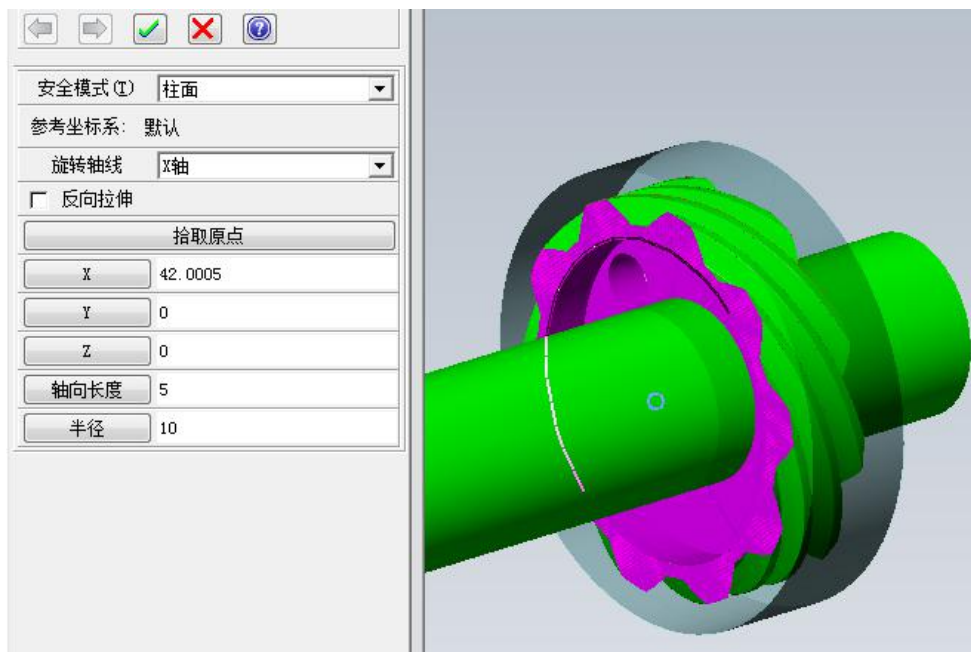


图 1-44 安全策略设置

9. 点击“计算”按钮开始生成路径。

10. 计算完成后弹出计算结果提示框，点击“确定”退出提示框，路径树增加新的路径节点。

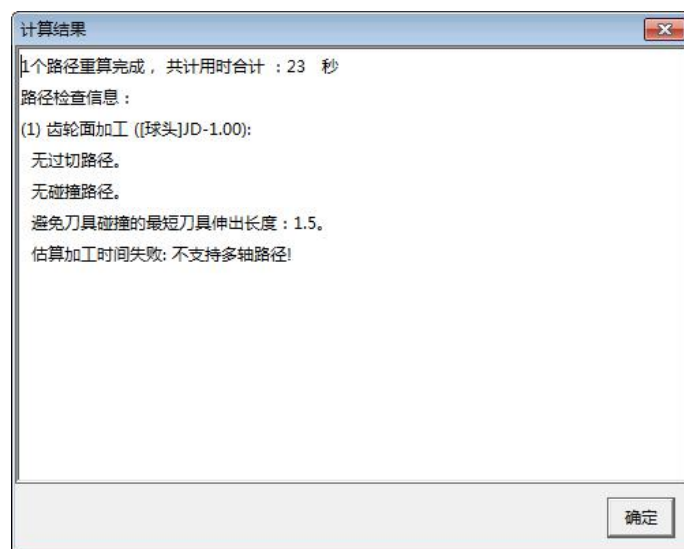


图 1-45 路径计算完成

11. 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“齿轮面加工”后点击完成设置。

3.2 齿轮轴加工

由于齿轮轴加工和齿轮面加工的方法和参数几乎一样，可以拷贝“齿轮面”加工，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。

1. 点击 Ribbon 面板的“多轴加工”，选择“四轴旋转加工”加工方法，进入刀具路径参数界面。
2. 修改加工方案中的“走刀方式”为“螺旋”走刀、设置轴向尺寸等参数。

加工方法	
方法分组 (G)	多轴加工组
加工方法 (I)	四轴旋转加工
工艺阶段	铣削-通用
四轴旋转加工	
加工方式 (M)	旋转精加工
加工子方式 (I)	外圆加工
走刀方式 (Q)	螺旋
设置旋转半径 (E)	☐
☐ 设置轴向尺寸...	☒
开始	45.917 
结束	55.9175 
重设	...
从右端加工 (I)	☒
轴向偏移 (Y)	☐
往复走刀 (Z)	☒
路径自动均匀 (E)	☐

图 1-46 加工方法

- 加工域中加工面选择齿轮轴面。

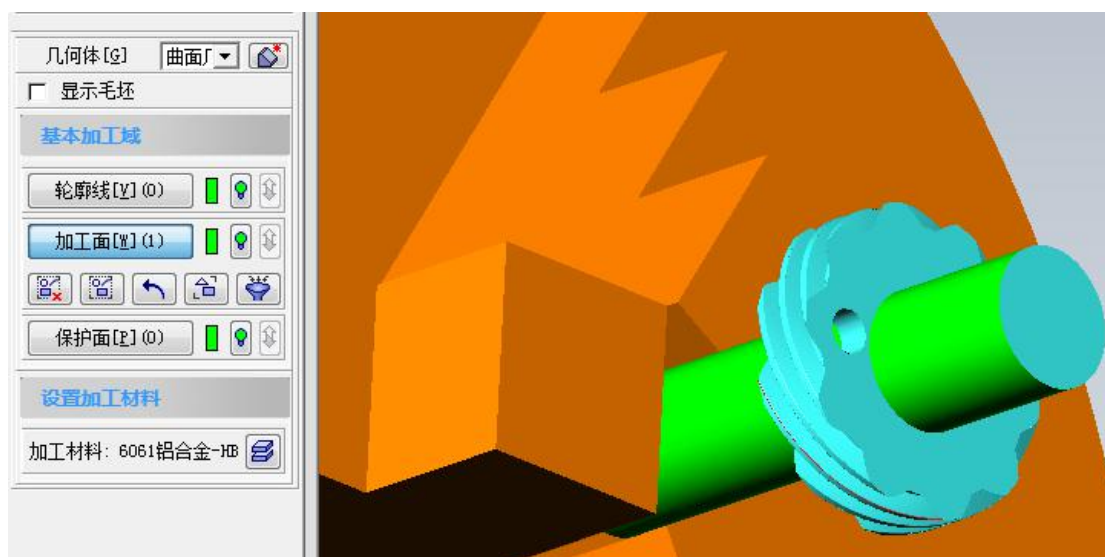


图 1-47 编辑加工域

- 修改加工余量参数如下图。

加工余量	
边界余量 (A)	0 
加工面侧壁余量 (B)	0 
加工面底部余量 (M)	0 
保护面侧壁余量 (D)	-0.02 
保护面底部余量 (C)	-0.02 

图 1-48 加工余量设置

- 选择“加工刀具”，点击“刀具名称”按钮进入当前刀具表，选择“[球头]JD-1.00”后点击“确定”回到刀具路径参数界面。

几何形状	
刀具名称 (N)	[球头]JD-1.00
输出编号	1
刀具直径 (D)	1 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
倾斜角度 (A)	0
最大角度增量 (M)	3
刀轴限界 (L)	☐
走刀速度	
主轴转速/rpm (S)	16000 f
进给速度/mmpm (F)	1000 f
开槽速度/mmpm (T)	1000 f
下刀速度/mmpm (E)	1000 f
进刀速度/mmpm (L)	1000 f
连刀速度/mmpm (K)	1000 f
重设速度 (R)	...

图 1-49 选择加工刀具

6. 切换到参数树的“进给设置”，修改“路径间距”、“进刀方式”等参数。

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)	90 f
进刀方式	
进刀方式 (T)	切向进刀
圆弧半径 (R)	0.6 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 (N)	☐
最大连刀距离 (D)	2 f
删除短路径 (S)	0.02 f

图 1-50 进给设置

7. 选择“安全策略”，选择“安全模式”为“柱体”，“轴向”为“x”，根据齿轮面设置相应的参数，要求设置的柱面包围整个齿轮轴。

路径检查	
检查模型	路径加工域
☒ 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
工件避让	
定义出发点 (E)	☐
定义回零点 (I)	☐
操作设置	
安全模式 (T)	柱面
参考坐标系 (C)	默认
轴向 (A)	X
反向拉伸	☐
☒ 原点	22, 0, 0
轴向长度	34
半径 (R)	10
显示安全体	☐
安全高度 (H)	5
定位高度模式 (M)	优化模式
慢速下刀距离 (L)	0.5
禁止干涉检查	☐
冷却方式 (Q)	液体冷却
半径磨损补偿 (E)	关闭
定位路径转加工路径 (	☐

图 1-51 安全策略设置

8. 点击“计算”按钮开始生成路径。
9. 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个路径重算完成，共计用时合计：9 秒

路径检查信息：

(1) 齿轮轴加工 ([球头]JD-1.00):

无过切路径。

无碰撞路径。

避免刀具碰撞的最短刀具伸出长度：5.3。

估算加工时间失败: 不支持多轴路径!

确定

图 1-52 路径计算完成

10. 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“齿轮轴加工”后点击完成设置。

4. 机床模拟

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。

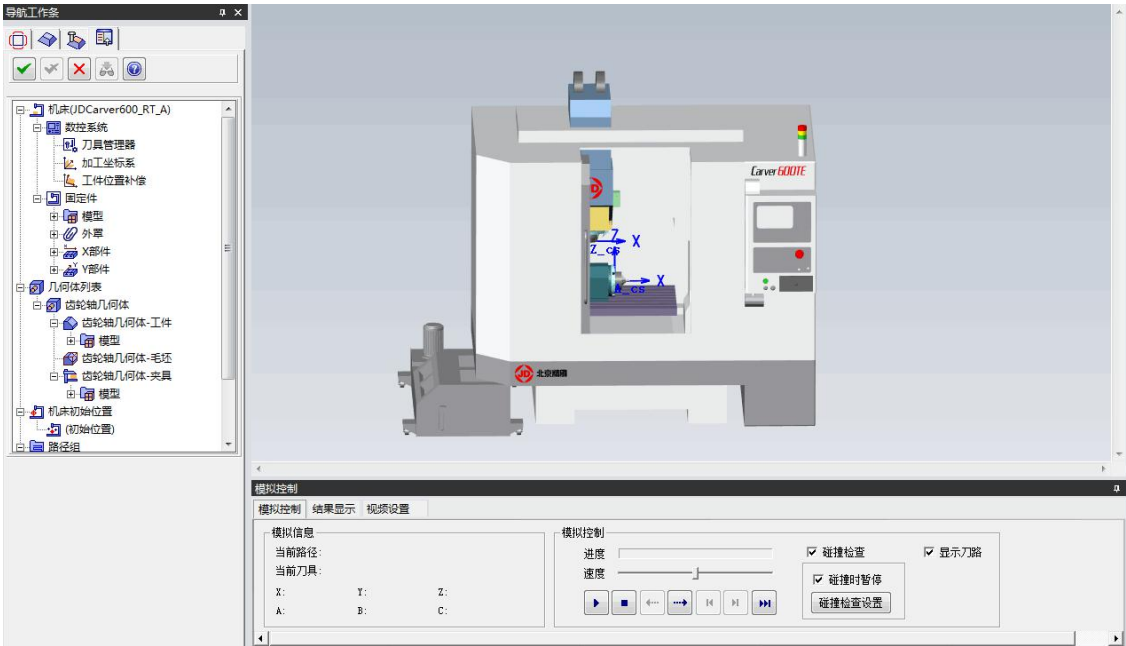


图 1-53 机床模拟

2. 点击模拟控制台的按钮开始进行机床模拟。

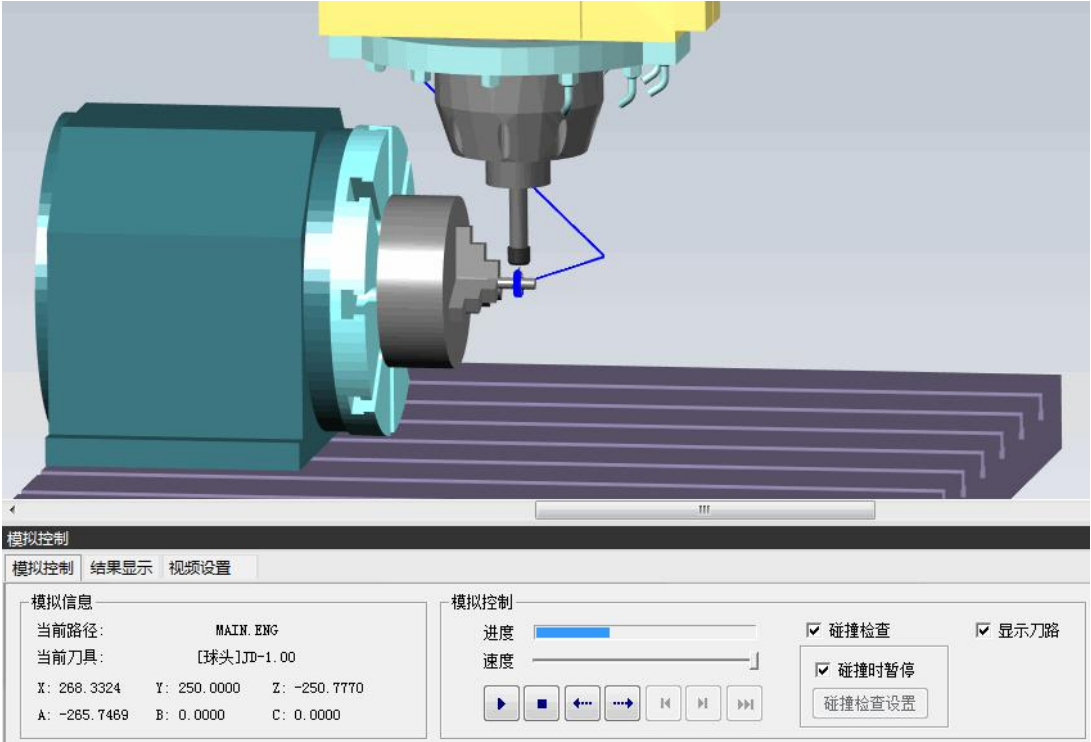


图 1-54 机床模拟过程

3. 机床模拟无误后点击退出命令。

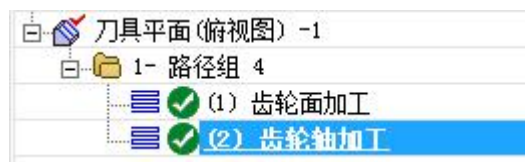


图 1-55 模拟后路径树

5. 路径输出

1. 点击主菜单栏或 Ribbon 面板的  “输出刀具路径” 按钮，启动路径输出命令。



图 1-56 启动输出路径命令

2. 勾选“输出 Mht 工艺单”，选择需要输出的格式，选择文件保存路径，点击“确认按钮”。

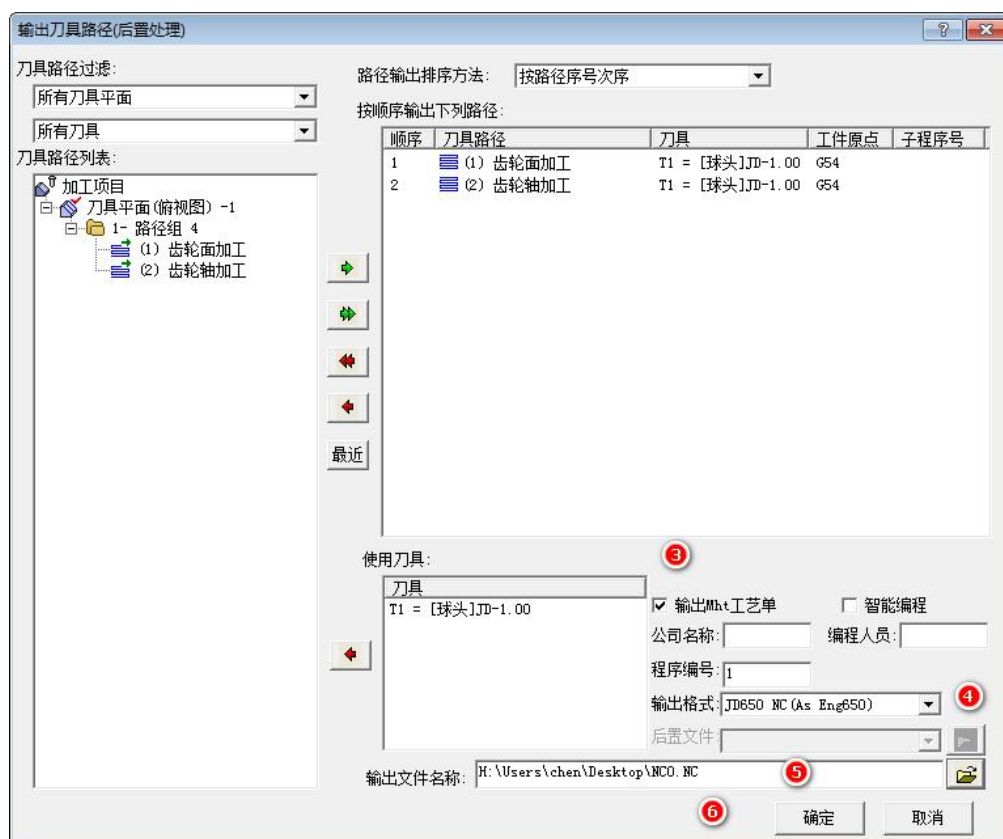


图 1-57 输出刀具路径设置

3. 显示路径输出成功信息，点击“确定”，完成工艺单和路径输出。

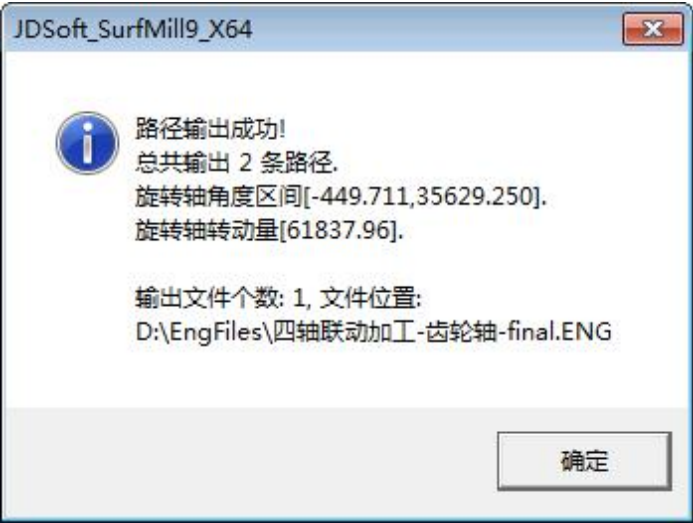


图 1-58 路径输出成功

显示单位

毫米

预设显示

显示选项

公司名称	—	工件名称	四轴齿轮轴联动加工	
编程人员	—	编程日期	2019/03/28 11:53	
文件目录	H:\Users\chen\Desktop\原峰峰四轴案例\第一次\			

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	侧边余量	端面余量	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	复制四轴齿轮加工	四轴旋转加工	1	4.4.18.0301000301	1	—	6.150.2020060060	0	0	5	2	0.1	—	16000	6000	H:\Users\chen\Desktop\NC0_NC	0:00:00
2	齿轮轴加工	四轴旋转加工	1	4.4.18.0301000301	1	—	6.150.2020060060	0	0	5	2	0.1	—	16000	6000	H:\Users\chen\Desktop\NC0_NC	0:00:00
加工总时间																	0:00:00

运动总范围		
	最小	最大
X	42.001	55.918
Y	-8.724	12.346
Z	-8.724	66.2

图 1-59 加工工艺单