



项目 5

车削加工

学习目标

知识目标

1. 了解车削加工工序制订的思路。
2. 熟悉车削加工类型及操作方法、技巧。
3. 熟悉车削加工参数的设置。

技能目标

1. 掌握 UG NX 12.0 软件车削编程步骤。
2. 掌握内外车削零件的加工工序和加工参数。
3. 掌握“1+X”证书（中级）训练题的编程技巧及流程。
4. 能独立对加工零件进行车削加工编程，且加工零件精度达到“1+X”证书（中级）的评分标准。

素质目标

1. 深刻体会知行合一在数控加工中的重要性。
2. 培养力求最优的编程思路，具备“1+X”证书（中级）所需的职业素养和规范意识。
3. 培养具有职业操守、工匠精神的高技能人才。

项目概述

轴类零件是机械加工零件中经常遇到的典型零件之一，根据轴类零件的结构形式不同，一般分为光轴、阶梯轴和异形轴三种，还可分为实心轴、中空轴等。轴类零件用于支撑齿轮、皮带轮等传动部件，传递扭矩和动力。特别是轴类零件中的传动轴，是汽车传动系统中传递动力的重要部件，它的作用是与变速箱、驱动桥一起将发动机的动力传递给车轮，使汽车产生驱动力。中国已经发展成为传动轴制造大国，但还不是制造强国，大部分核心制造技术被发达国家企业控制。因此传动轴制造水平的提高迫在眉睫，它关乎着我国汽车产业的制造技术水平能否提高。下面以传动轴类零件的车削加工编程为例进行介绍。

车削加工模块包含了面加工、外径粗车、退刀粗车、内径粗镗、退刀粗镗、外径精车、内径精镗、外径开槽、内径开槽等工序。车削加工模块提供了零件外轮廓和内孔外形粗精加工、退刀槽加工和螺纹加工等工序的编程。相较于手工编程，编程人员对复杂形状的零件进行自动编程更容易且更便捷。

任务 5.1 车削加工类型及操作

在“应用模块”中单击 （加工）图标后，选择“turning”工序，如图 5-1-1 所示。

当我们单击  (创建工序) 后, 系统会弹出如图 5-1-2 所示的“创建工序”对话框。它提供了所有车削加工工序的类型, 下面对各个工序类型进行简单介绍。



图 5-1-1 CAM 模块选择



图 5-1-2 “创建工序”对话框

车削加工工序子类型如下。

-  (FACING): 面加工。
-  (ROUGH_TURN_OD): 外径粗车。
-  (ROUGH_BACK_TURN): 退刀粗车。
-  (ROUGH_BORE_ID): 外径粗镗。
-  (ROUGH_BACK_BORE): 退刀粗镗。
-  (FINISH_TURN_OD): 外径精车。
-  (FINISH_BORE_ID): 内径精镗。
-  (FINISH_BACK_BORE): 退刀精镗。
-  (GROOVE_OD): 外径开槽。
-  (GROOVE_ID): 内径开槽。
-  (THREAD_OD): 外径螺纹铣。
-  (THREAD_ID): 内径螺纹铣。

5.1.1 简单外轮廓车削加工

在数控车床上经常加工类似中间轴的轴类零件, 其外轮廓加工一般为外圆加工端面加



简单外轮廓车削加工

工、锥面加工及圆弧轮廓加工，这些分别是零件加工的基本步骤和前期工步。外轮廓车削加工主要包括外径粗车、退刀粗车、外径精车、外径开槽、外径螺纹铣等工序。

下面以如图 5-1-3 所示轴类零件的加工为例进行介绍。

加工步骤如下。

1. 外径粗车

(1) 进入加工模块。

①打开如图 5-1-3 所示的“加工零件”建模文件。

②在“应用模块”功能选项卡中单击  (加工) 图标，在弹出的“加工环境”对话框中的“要创建的 CAM 组装”模块选择“turning”选项，如图 5-1-4 所示，再单击“确定”按钮。

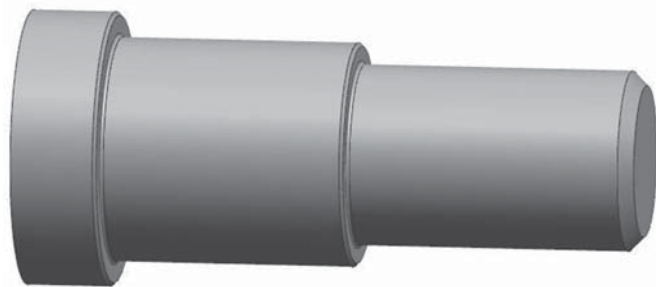


图 5-1-3 加工零件



图 5-1-4 CAM 模块选择

(2) 创建几何体模块。

①单击  (几何视图) 图标，进入几何视图界面。双击  MCS_SPINDLE 图标，弹出“MCS 主轴”对话框。

②单击零件右端面的外圆，自动捕捉圆心成为坐标系原点，如图 5-1-5 所示。绕着 Y 轴逆时针旋转坐标轴 270°，得到如图 5-1-6 所示的机床坐标系。



图 5-1-5 加工原点的设置

在“MCS 主轴”对话框中的“车床工作平面”模块的指定平面选项选择“ZM-XM”选项，如图 5-1-7 所示。单击“确定”按钮完成安全平面的设置。

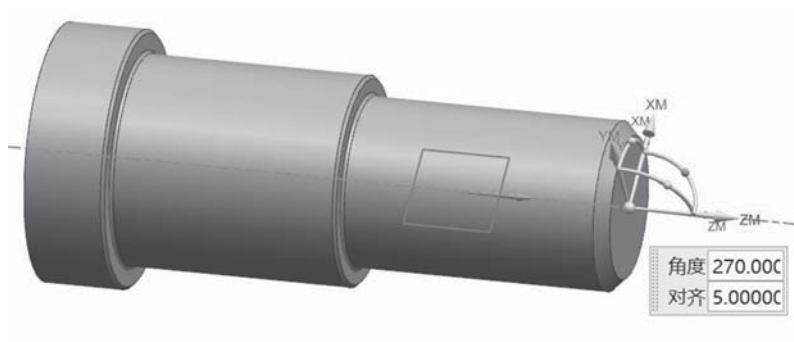


图 5-1-6 安全平面的设置

(3) 创建毛坯几何体。

①单击 MCS MILL 图标中的“+”，展开列表。双击 WORKPIECE 图标，弹出“工件”对话框。

②单击 (指定部件) 图标，弹出“部件几何体”对话框，选取加载零件作为加工最终部件，并单击“确定”按钮返回“工件”对话框。

③双击 TURNING_WORKPIECE 图标，弹出“车削工件”对话框，单击“指定毛坯边界”对话框右侧的 图标，进入“毛坯边界”对话框，单击 (指定点) 图标，选取左侧端面外圆，自动捕捉圆心作为安装原点，如图 5-1-8 所示。在“长度”文本框中输入“86.0000”，在“直径”文本框中输入“40.0000”，如图 5-1-9 所示。



图 5-1-7 工作平面的设置

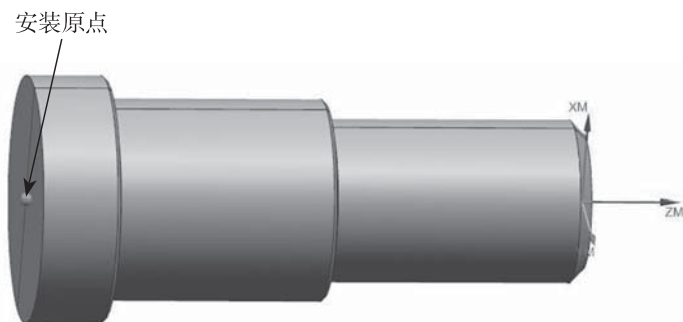


图 5-1-8 安装原点设置



图 5-1-9 毛坯参数的设定

④单击 (显示) 图标，观察设置的部件和毛坯是否符合要求，如图 5-1-10 所示。

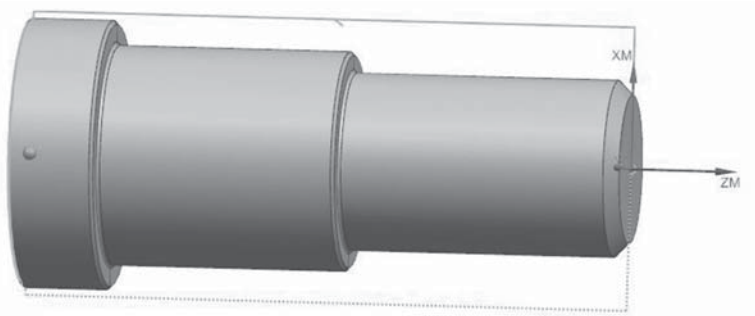


图 5-1-10 毛坯几何体

(4) 创建刀具。

①单击  图标，进入“创建刀具”界面，选择刀具子类型中的车刀 ，在“名称”文本框中输入“外圆刀_80_L”作为刀具名称，单击“确定”按钮进入刀具参数设置对话框。

②在“尺寸”区域中的“刀尖半径”文本框中填入实际加工车刀的外圆半径，在“编号”区域中的“刀具号”文本框中填入“1”，如图 5-1-11 所示。在跟踪界面，设置补偿寄存器为“1”，刀具补偿寄存器为“1”，如图 5-1-12 所示。单击“确定”按钮完成刀具建立。



图 5-1-11 刀具参数

(5) 创建外径粗车加工工序。

①单击  图标，弹出“创建工序”对话框，在工序子类型中选择  (外径粗车) 工序。

②在“位置”区域中，“程序”下拉菜单选择“PROGRAM”选项，“刀具”下拉菜单选择“外圆刀_80_L (车刀)”选项，“几何体”下拉菜单选择“TURNING_WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“LATHE_ROUGH”选项，如图 5-1-13 所示。单击“确定”按钮进入“外径粗车”对话框，如图 5-1-14 所示。



图 5-1-12 寄存器设置



图 5-1-13 工序选择



图 5-1-14 外径粗车界面

③在“刀轨设置”对话框中，设置步进的“切削深度”模式为“恒定”选项，“深度”文本框设置为“2.0000”，如图 5-1-15 所示。

④单击“刀轨设置”对话框中的（切削参数）图标，进入“切削参数”对话框，在“粗加工余量”区域中，设置“面”余量为“0.3000”，“径向”余量为“0.3000”。在“公差”区域，设置“内公差”和“外公差”均为“0.0100”，如图 5-1-16 所示。单击“确定”按钮返回“外径粗车”界面。



图 5-1-15 刀轨设置界面



图 5-1-16 切削参数设置

⑤单击“刀轨设置”对话框中的（非切削移动）图标，进入“非切削移动”→“逼近”界面，如图 5-1-17 所示。设置“出发点”区域的“点选项”为“指定”选项，单击

 (指定点) 图标, 设置“输出坐标”区域中的“参考”为“WCS”选项, “XC”为 50, “YC”为 50, 如图 5-1-18 所示。单击“确定”按钮返回“非切削移动”界面。在“工件安全距离”设置区域把“径向安全距离”文本框修改中的内容为“0.0000”, “轴向安全距离”文本框中的内容修改为“0.0000”, 如图 5-1-19 所示。



图 5-1-17 逼近界面



图 5-1-18 逼近点设置

⑥单击“刀轨设置”对话框中的 (进给率和速度) 图标, 进入“进给率和速度”对话框, 在“主轴速度”区域中, 将输出模式设置为RPM, 勾选☒ 主轴速度图标, 在文本框中填入“600.0000”, 在“进给率”区域中的“切削”文本框中填入“100.0000”, 把切削模式设置为“mmpm”选项, 如图 5-1-20 所示。单击“确定”按钮返回“外径粗车”界面。单击 图标进行计算, 预览刀轨, 如图 5-1-21 所示。



图 5-1-19 安全距离设置



图 5-1-20 进给率和速度设置

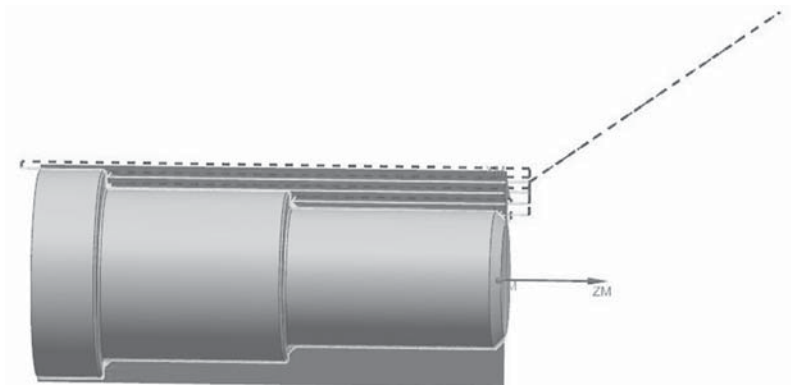


图 5-1-21 刀轨预览

⑦单击“操作”区域中的图标进行计算，再单击图标，进入“刀轨可视化”对话框。单击“3D 动态”图标进行 3D 仿真操作，把“动画速度”调整到“2”，便于观察。单击图标进行仿真，如图 5-1-22 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

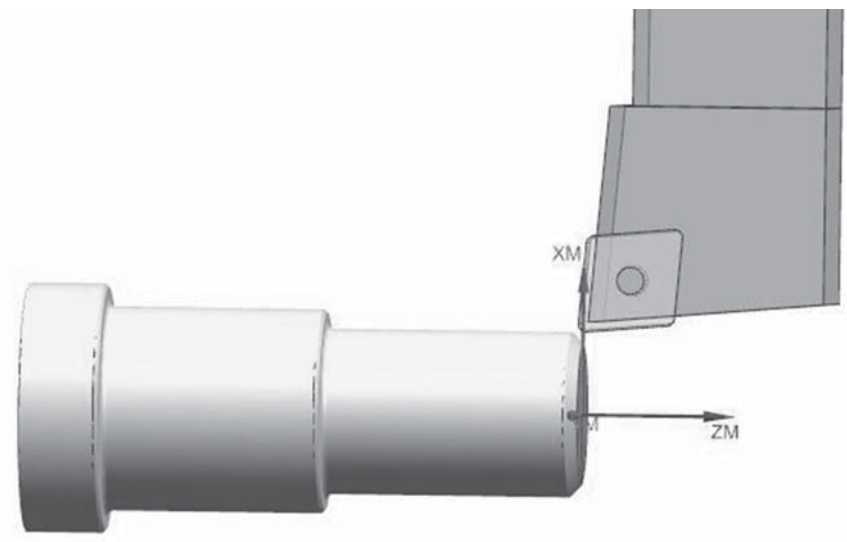


图 5-1-22 加工仿真

2. 外径精车

(1) 右击 (外径粗车) 工序图标，通过工具条插入工序，进入“创建工序”界面。在工序子类型中选择 (外径精车) 工序。

(2) 在“位置”区域中，“程序”下拉菜单选择“PROGRAM”选项，“刀具”下拉菜单选择“外圆刀_80_L (车刀)”选项，“几何体”下拉菜单选择“TURNING_WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“LATHE_FINISH”选项，如图 5-1-23 所示。单击“确定”按钮进入“外径精车”对话框，如图 5-1-24 所示。

(3) 单击“刀轨设置”对话框中的 (非切削移动) 图标，进入“非切削移动”界面。在“进刀”界面，设置“进刀类型”为“线形 - 相对于切削”选项，“长度”文本框改为

“5.0000”，“延伸距离”文本框改为“1.0000”，如图 5-1-25 所示。单击“确定”按钮返回“外径精车”界面。



图 5-1-23 工序选择



图 5-1-24 外径精车界面

(4) 单击“刀轨设置”对话框中的（进给率和速度）图标，进入“进给率和速度”对话框，在“主轴速度”区域中，将输出模式设置为 RPM，勾选  主轴速度图标，在文本框填入“1000.0000”，在“进给率”区域中的“切削”文本框中填入“60.0000”，把切削模式设置为“mmpm”选项，如图 5-1-26 所示。单击“确定”按钮返回“外径粗车”界面。单击图标进行计算，预览刀路，如图 5-1-27 所示。



图 5-1-25 进刀参数设置



图 5-1-26 进给率和速度设置

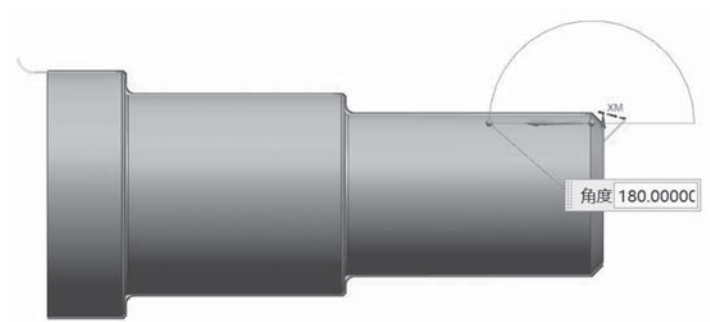


图 5-1-27 刀轨预览

(5) 仿真。单击“操作”区域中的图标进行计算，再单击图标，进入“刀轨可视化”对话框。单击“3D 动态”图标进行 3D 仿真操作，把“动画速度”调整到 2，便于观察。单击图标进行仿真，如图 5-1-28 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

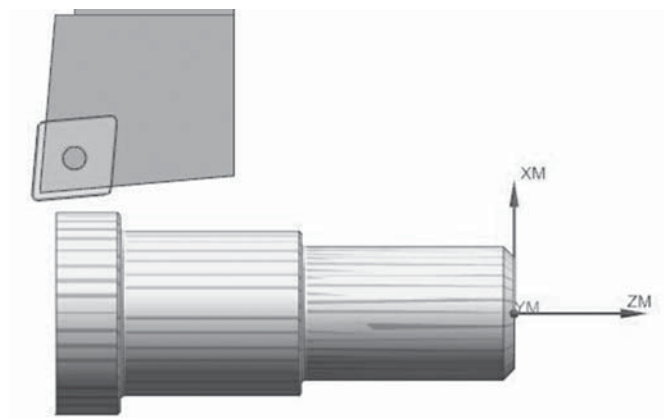


图 5-1-28 加工仿真

5.1.2 复杂外轮廓车削加工

对复杂外轮廓零件用外径粗车工序进行粗加工，由于零件中间具有凹槽，左偏外圆刀具加工时与零件发生干涉，导致无法对全部形状开粗。因此，我们需要利用右偏外圆刀对零件的反方向进行二次开粗，去除余量。

下面以如图 5-1-29 所示零件的加工为例进行介绍。

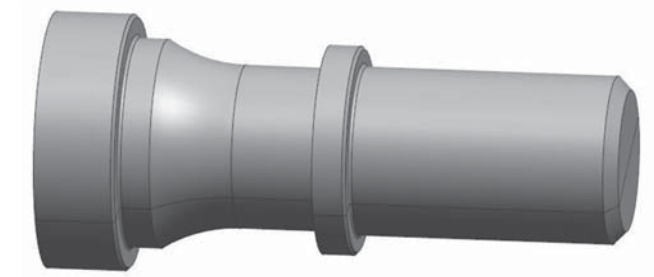


图 5-1-29 加工零件



复杂外轮廓车削
加工

1. 外径粗车

加工步骤如下。

(1) 参考之前外径开粗工序的做法，对加工零件进行第一次外径开粗，加工效果如图 5-1-30 所示。

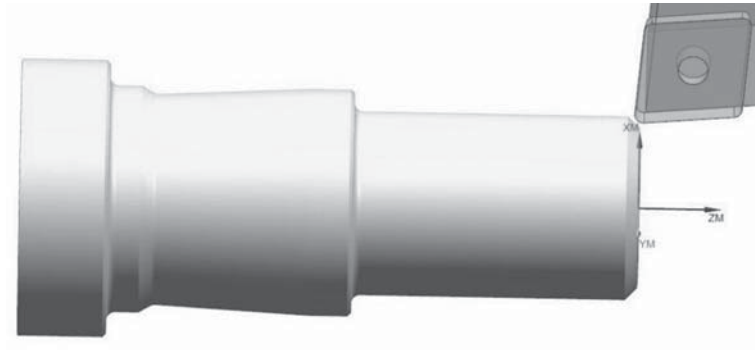


图 5-1-30 外径粗加工效果图

(2) 创建刀具。

①单击  图标，进入“创建刀具”界面，选择刀具子类型中的右偏车刀 ，在“名称”文本框中输入“外圆刀_35_R”作为刀具名称，单击“确定”按钮进入刀具参数设置对话框。

②在“刀片”设置区域，把“ISO 刀片形状”设置为“V (菱形 35)”选项。在“尺寸”区域中的“刀尖半径”文本框中填入实际加工车刀的外圆半径，“方向角度”文本框填入“90.0000”。在“编号”区域中的“刀具号”文本框中填入“2”，如图 5-1-31 所示。在跟踪界面，设置补偿寄存器为“2”，刀具补偿寄存器为“2”，如图 5-1-32 所示。单击“确定”按钮完成刀具建立。



图 5-1-31 刀具参数

(3) 创建退刀粗车加工工序。

①右击  图标，通过弹出的工具条插入工序，在工序子类型中选择  (退刀

粗车) 工序。

②在“位置”区域中,“程序”下拉菜单选择“PROGRAM”选项,“刀具”下拉菜单选择“外圆刀_35_R(车刀)”选项,“几何体”下拉菜单选择“TURNING_WORKPIECE”选项,“方法”下拉菜单选择“LATHE_ROUGH”选项,如图5-1-33所示。单击“确定”按钮进入“退刀粗车”对话框,如图5-1-34所示。

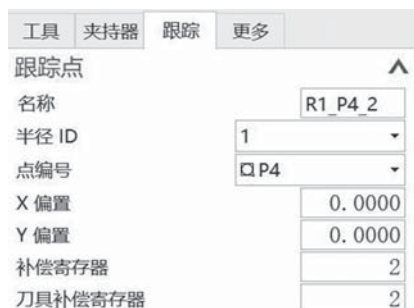


图 5-1-32 寄存器设置



图 5-1-33 工序选择



图 5-1-34 退刀粗车界面

③在刀轨设置对话框中,“步进”界面的“切削深度”下拉菜单选择“恒定”选项,“最大距离”文本框设置为“1.5.000”,如图5-1-35所示。

④单击“刀轨设置”对话框中的 (切削参数) 图标,进入“切削参数”对话框,在“粗加工余量”区域中,设置“面”余量为“0.3000”,“径向”余量为“0.3000”。在“公差”设置区域,设置“内公差”和“外公差”均为“0.0100”,如图5-1-36所示。单击“确定”按钮返回“退刀粗车”界面。

⑤单击“刀轨设置”对话框中的 (非切削移动) 图标,进入“非切削移动”→“逼近”界面,如图5-1-37所示。设置“出发点”区域的“点选项”为“指定”选项,单击 (指定点) 图标,“输出坐标”区域的“参考”下拉菜单选择“WCS”选项,“XC”文本框改为50,“YC”文本框改为50,如图5-1-38所示。单击“确定”按钮返回“非切削移动”界面。在“安全距离”设置界面中的“工件安全距离”设置区域,把“径向安全距离”文本框改为“0.0000”,“轴向安全距离”文本框改为“0.0000”,如图5-1-39所示。



图 5-1-35 刀轨设置界面



图 5-1-36 切削参数设置



图 5-1-37 逼近界面



图 5-1-38 逼近点设置

⑥单击“刀轨设置”对话框中的（进给率和速度）图标，进入“进给率和速度”对话框，在“主轴速度”区域中，将输出模式设置为RPM，勾选主轴速度图标，在文本框中填入“600.0000”，在“进给率”区域中的“切削”文本框中填入“100.0000”，把切削模式设置为“mmpm”选项，如图 5-1-40 所示。单击“确定”按钮返回“退刀粗车”界面。单击图标进行计算，预览刀轨，如图 5-1-41 所示。



图 5-1-39 安全距离设置



图 5-1-40 进给率和速度设置

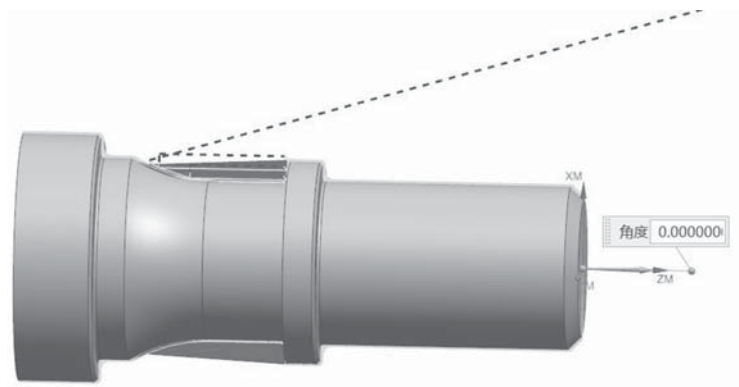


图 5-1-41 刀轨预览

⑦单击“操作”区域中的图标进行计算，再单击图标，进入“刀轨可视化”对话框。单击“3D 动态”图标进行3D 仿真操作，把“动画速度”调整到2，便于观察。单击图标进行仿真，如图 5-1-42 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

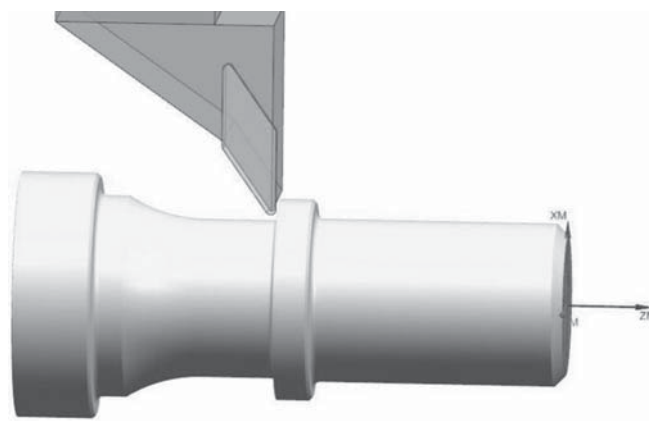


图 5-1-42 加工仿真

2. 外径精车

选用切槽刀（3号刀）对零件进行“外径精车”工序精加工。具体步骤可参考之前的内容，精加工效果如图 5-1-43 所示。

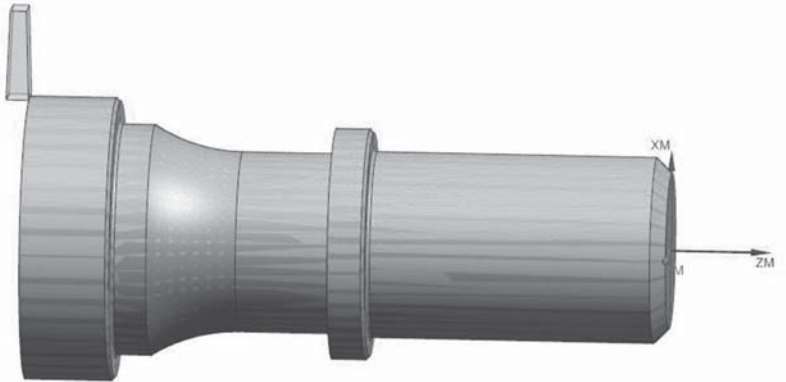


图 5-1-43 精加工效果

5.1.3 外径开槽车削加工

为了在加工时便于退刀，且保证在装配时与相邻零件靠紧，所以在台肩处应加工出退刀槽。退刀槽和越程槽是在轴的根部和孔的底部做出的环形沟槽。沟槽的作用：一是保证加工到位，二是保证装配时相邻零件的端面靠紧。

下面以，图 5-1-44 所示零件的加工为例进行介绍。



外径开槽车削加工

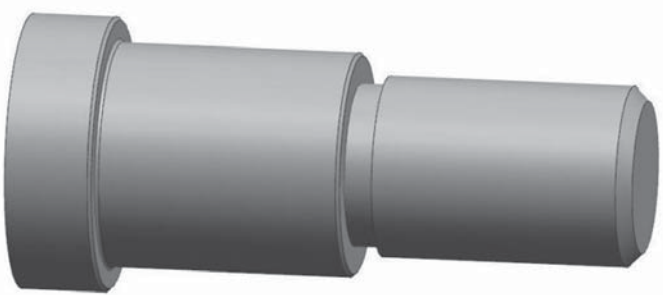


图 5-1-44 加工零件

加工步骤如下。

1. 外径开粗和外径精车工序

第一步参考之前的外径开粗和外径精车工序的做法，对加工零件进行外形加工，加工效果如图 5-1-45 所示。

2. 创建刀具

(1) 单击  图标，进入“创建刀具”界面，选择刀具子类型中的槽刀 ，在“名称”文本框中输入“3 mm 槽刀”作为刀具名称，单击“确定”按钮进入刀具参数设置对话框。

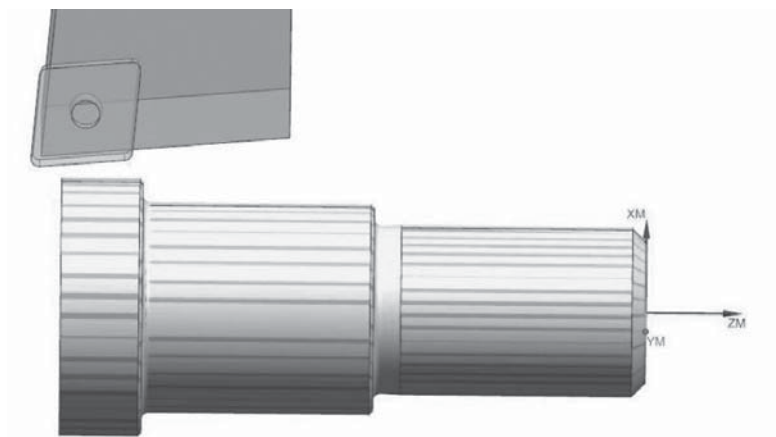


图 5-1-45 外形加工效果图

(2) 在“尺寸”区域中的“刀片宽度”文本框中填入“3.0000”，“半径”文本框填入实际加工车刀的外圆半径。在“编号”区域中的“刀具号”文本框中填入“2”，如图 5-1-46 所示。在跟踪界面，设置补偿寄存器为“2”，刀具补偿寄存器为“2”，如图 5-1-47 所示。单击“确定”按钮完成刀具建立。

尺寸	
(OA) 方向角度	90.0000
(IL) 刀片长度	12.0000
(IW) 刀片宽度	3.0000
(R) 半径	0.2000
(SA) 侧角	2.0000
(TA) 尖角	0.0000
更多	
描述	
材料: CARBIDE	
编号	
刀具号	2

图 5-1-46 刀具参数

跟踪点	
名称	R1_P3_2
半径 ID	1
点编号	P3
X 偏置	0.0000
Y 偏置	0.0000
补偿寄存器	2
刀具补偿寄存器	2

图 5-1-47 寄存器设置

3. 创建外径开槽加工工序

(1) 右击 外径精车 图标，通过弹出的工具条插入工序，在工序子类型中选择 (外径开槽) 工序。

(2) 在“位置”区域中，“程序”下拉菜单选择“PROGRAM”选项，“刀具”下拉菜单选择“3MM 槽刀 (槽刀 - 标准)”选项，“几何体”下拉菜单选择“TURNING_WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“LATHE_FINISH”选项，如图 5-1-48 所示。单击“确定”按钮进入“外径开槽”对话框，如图 5-1-49 所示。



图 5-1-48 工序选择



图 5-1-49 外径开槽界面

(3) 在刀轨设置区域中，设置“步距”的模式为“恒定”选项，“距离”设置为“2.5000 mm”，如图 5-1-50 所示。

(4) 单击“刀轨设置”对话框中的 (非切削移动) 图标，进入“非切削移动”→“逼近”界面，如图 5-1-51 所示。“出发点”区域的“点选项”下拉菜单选择“指定”选项，单击 (指定点) 图标，“输出坐标”区域的“参考”下拉菜单选择“WCS”选项，“XC”文本框改为 50，“YC”文本框改为 50，如图 5-1-52 所示。单击“确定”按钮返回“非切削移动”界面。在“安全距离”设置界面中的“工件安全距离”区域，把“径向安全距离”文本框改为“0.0000”，“轴向安全距离”文本框改为“0.0000”，如图 5-1-53 所示。



图 5-1-50 刀轨设置界面



图 5-1-51 逼近界面



图 5-1-52 逼近点设置



图 5-1-53 安全距离设置

(5) 单击“刀轨设置”对话框中的 (进给率和速度) 图标, 进入“进给率和速度”对话框, 在“主轴速度”区域中, 将“输出模式”设置为RPM, 勾选 主轴速度图标, 在文本框中填入“400.0000”, 在“进给率”区域中的“切削”文本框中填入“50.0000”, 切削模式下拉菜单选择“mmpm”选项, 如图 5-1-54 所示。单击“确定”按钮返回“外径开槽”界面。单击 图标进行计算, 预览刀轨, 如图 5-1-55 所示。



图 5-1-54 进给率和速度设置

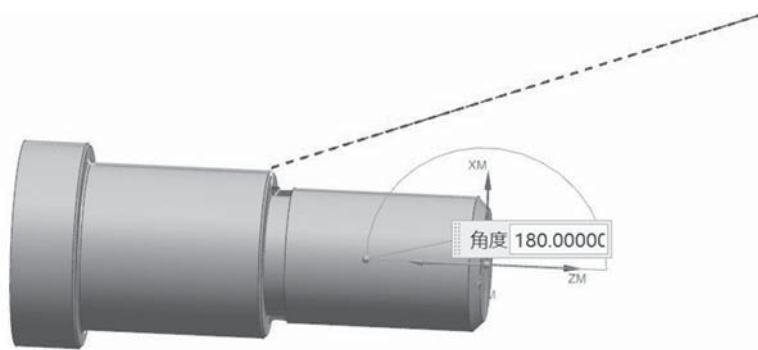


图 5-1-55 刀轨预览

(6) 单击“操作”区域中的 图标进行计算, 再单击 图标, 进入“刀轨可视化”对话框。单击“3D 动态”图标进行 3D 仿真操作, 把“动画速度”调整到 2, 便于观察。单击 图标进行仿真, 如图 5-1-56 所示。确认无误后, 单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

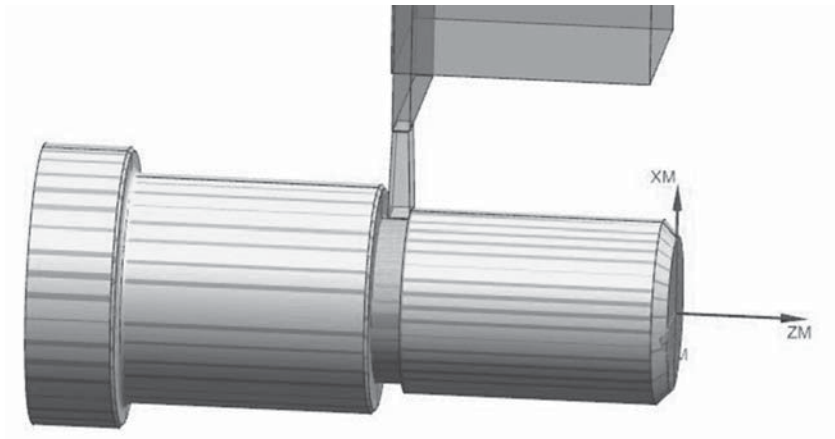


图 5-1-56 加工仿真

5.1.4 外径螺纹车削加工



外径螺纹车削加工

螺纹车削是螺纹加工的一种方式，具体是指工件旋转一圈，车刀沿工件轴线移动一个导程，刀刃的运动轨迹就形成了工件的螺纹表面的螺纹加工的过程。车床主轴与刀具之间必须保持严格的运动关系：主轴每转一圈（即工件转一圈），刀具应均匀地移动一个导程的距离。工件的转动和车刀的移动都是通过主轴的带动来实现的，这保证了工件和刀具之间严格的运动关系。

下面以如图 5-1-57 所示零件的加工为例进行介绍。

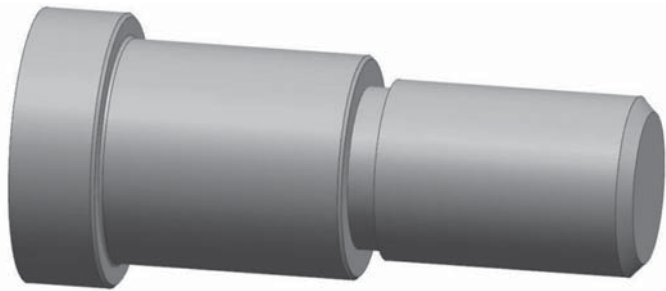


图 5-1-57 加工零件

加工步骤如下。

1. 加工退刀槽

参照之前介绍的开槽工序，对加工零件进行退刀槽加工。加工零件退刀槽的效果如图 5-1-58 所示。

2. 创建刀具

(1) 单击  图标，进入“创建刀具”界面，选择刀具子类型中的螺纹车刀 ，在“名称”文本框中输入“螺纹刀”作为刀具名称，单击“确定”按钮进入刀具参数设置对话框。

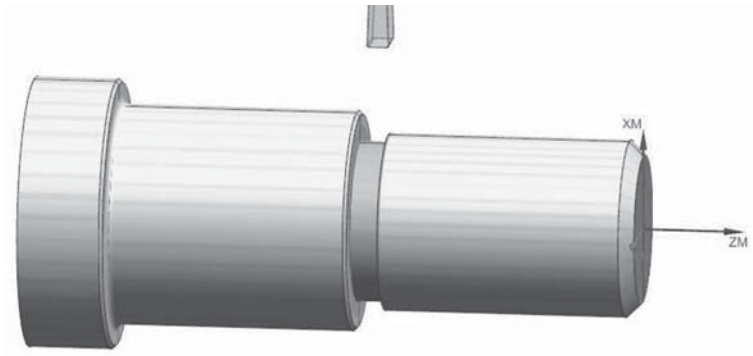
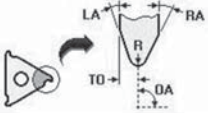


图 5-1-58 退刀槽加工效果

(2) 在“编号”区域中的“刀具号”文本框中填入“3”，如图 5-1-59 所示。在跟踪界面的“补偿寄存器”和“刀具补偿寄存器”文本框中填入“3”，如图 5-1-60 所示。单击“确定”按钮完成刀具建立。

图例



尺寸

(OA) 方向角度	90.0000
(IL) 刀片长度	20.0000
(IW) 刀片宽度	10.0000
(LA) 左角	30.0000
(RA) 右角	30.0000
(NR) 刀尖半径	0.0000
(TO) 刀尖偏置	5.0000

更多

描述

材料: CARBIDE

编号

刀具号	3
-----	---

图 5-1-59 刀具参数 1

跟踪点

名称	R1_P9_3
半径 ID	1
点编号	P9
刀具角度	0.0000
半径	0.0000
X 偏置	0.0000
Y 偏置	0.0000
补偿寄存器	3
刀具补偿寄存器	3

图 5-1-60 刀具参数 2

3. 创建外径螺纹铣加工工序

- (1) 右击  外径开槽 图标，弹出工具菜单，选择“插入”→“工序”选项。
- (2) 弹出“创建工序”对话框，在位置区域中，“程序”下拉菜单选择“PROGRAM”选项，“刀具”下拉菜单选择“螺纹刀（螺纹刀—标准）”选项，“几何体”下拉菜单选择“TURNING_WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“LATHE_AUXILIARY”选项，如图 5-1-61 所示。单击“确定”按钮进入“螺纹铣”对话框，如图 5-1-62 所示。



图 5-1-61 工序选择



图 5-1-62 工序界面

(3) 在螺纹形状设置区域中, 单击* 选择顶线 (0) 按钮, 选择螺纹上方的截面线作为顶线, 如图 5-1-63 所示。(注意: 选取截面线时, 单击线的右端, 则从右端开始加工; 反之, 单击线的左端, 就会从左端开始加工。)

根据螺纹牙高公式 (牙高 $H=0.54P$), 计算出 M25 粗牙螺纹的深度 = 牙高 = 1.35。把“深度选项”设置为“深度和角度”选项, 在“深度”文本框填入“1.3500”, 在“与 XC 的夹角”文本框中填入“-180.000”。为了能加工出完整的螺纹, 需要增加切进距离和切出距离, 在“偏置”设置区域, 在“起始偏置”文本框中填入“3.0000”, 在“终止偏置”文本框填入“2.0000”, 如图 5-1-64 所示。

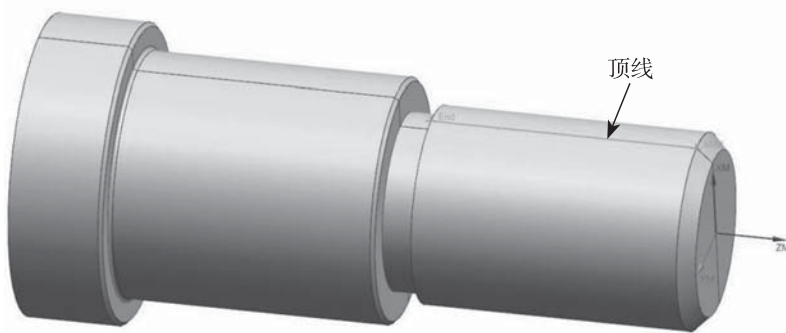


图 5-1-63 螺纹顶线的选取

(4) 在“刀轨设置”对话框中, 把“最大距离”文本框设置为“1.5000”, “最小距离”文本框设置为“0.4000”, 如图 5-1-65 所示。单击 (生成) 按钮, 预览刀路, 如图 5-1-66 所示。



图 5-1-64 螺纹形状设置



图 5-1-65 刀轨设置

(5) 单击“刀轨设置”对话框中的 (切削参数) 图标, 进入切削参数界面。在“螺距”界面的“距离”文本框中填入“2.5000”, 如图 5-1-67 所示。

单击 (进给率和速度) 图标, 进入“进给率和速度”对话框, 在“主轴速度”区域中, 勾选 图标, 在文本框中填入“300.0000”, 在“进给率”区域中, 把“切削”模式由“mmpm”改为“mmpr”选项, “切削”文本框中填入“2.5000”, 如图 5-1-68 所示。单击 图标进行计算, 单击“确定”按钮返回“螺纹铣”界面。

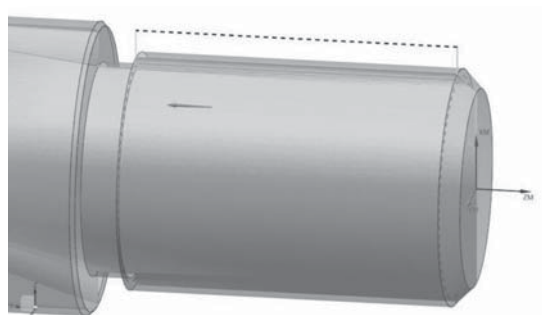


图 5-1-66 刀轨预览



图 5-1-67 螺距设置



图 5-1-68 进给率和速度设置

(6) 单击“操作”区域中的图标进行计算，再单击图标，进入“刀轨可视化”对话框。单击“3D 动态”图标进行 3D 仿真操作，把“动画速度”调整到 2，便于观察。单击图标进行仿真，如图 5-1-69 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

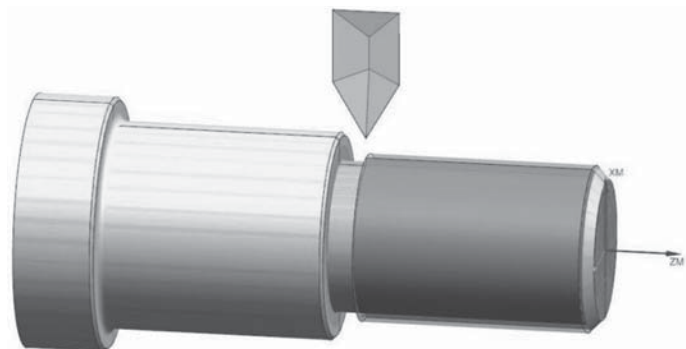


图 5-1-69 仿真加工

5.1.5 内孔车削加工

在车床上对工件的孔进行车削的方法叫镗孔（又叫车孔）。铸造孔、锻造孔或用钻头钻出来的孔，为了达到所要求的精度和表面质量，还需要镗孔。镗孔是常用的孔加工方法之一，可以作粗加工，也可以作精加工，加工范围很广。



内孔车削加工

下面以如图 5-1-70 所示零件的加工为例进行介绍。

加工步骤如下。

在粗加工前，先用 $\phi 20$ 的钻头钻出长度为 25 mm 的底孔。

1. 内径粗加工

(1) 进入加工模块。

①打开如图 5-1-70 所示的“加工零件”建模文件。

②在“应用模块”功能选项卡中单击（加工）图标，在弹出的“加工环境”对话框中的“要创建的 CAM 组装”模块选择“turning”选项，如图 5-1-71 所示，单击“确定”按钮。

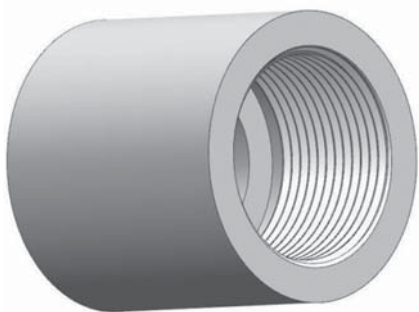


图 5-1-70 加工零件



图 5-1-71 CAM 模块选择

(2) 创建几何体模块。

①单击 (几何视图) 图标, 进入几何视图界面。双击 MCS_SPINDLE 图标, 弹出“MCS 主轴”对话框。

②单击零件右端面的外圆, 自动捕捉圆心成为坐标系原点, 如图 5-1-72 所示。绕着 Y 轴旋转坐标轴 90°, 得到如图 5-1-73 所示的机床坐标系。

在“MCS 主轴”对话框中的“车床工作平面”模块的指定平面选项选择“ZM-XM”选项, 如图 5-1-74 所示, 单击“确定”按钮完成安全平面的设置。

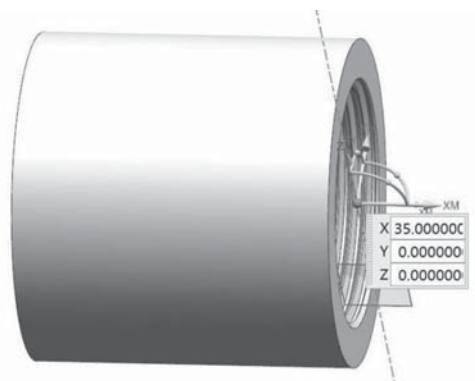


图 5-1-72 加工原点的设置

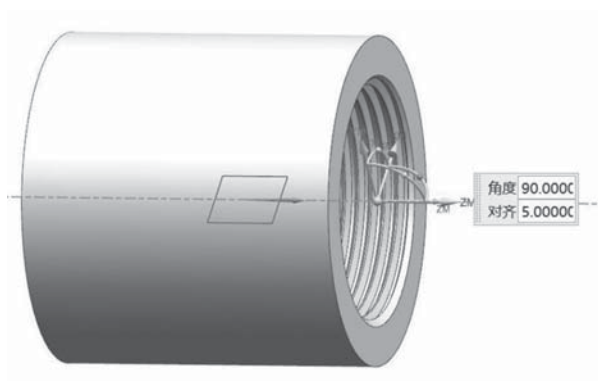


图 5-1-73 机床坐标系

(3) 创建毛坯几何体。

①单击 MCS MILL 图标中的“+”，展开列表。双击 WORKPIECE 图标, 弹出“工件”对话框。

②单击 (指定部件) 图标, 弹出“部件几何体”对话框, 选取加载零件作为加工最终部件, 并单击“确定”按钮返回“工件”对话框。

③双击 TURNING_WORKPIECE 图标, 弹出“车削工件”对话框, 单击“指定毛坯边界”对话框右侧的 图标, 进入“毛坯边界”对话框, 选取“类型”设置为 管材 选项, 单击“指定点” 按钮, 选取左侧端面外圆, 自动捕捉圆心作为安装原点, 如图 5-1-75 所示。在“长度”文本框中输入“35.0000”, “外径”文本框中输入“36.0000”, “内径”文本框中输入“20.0000”(钻头的直径), 如图 5-1-76 所示。



图 5-1-74 工作平面的设置

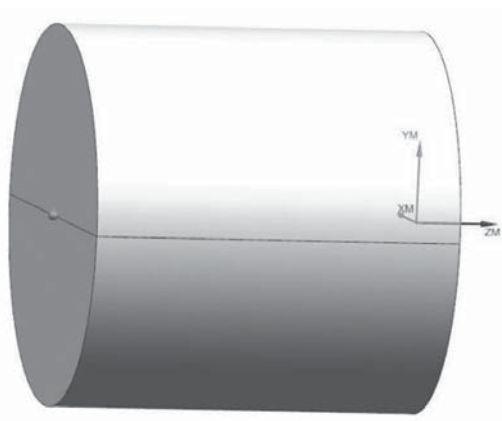


图 5-1-75 安装原点的设置

④单击（显示）图标，观察设置的部件和毛坯是否符合要求，如图 5-1-77 所示。



图 5-1-76 毛坯参数的设定

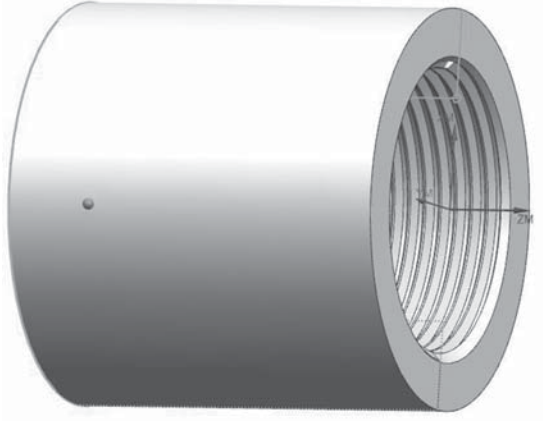


图 5-1-77 毛坯几何体

(4) 创建刀具。

①单击图标，进入“创建刀具”界面，选择刀具子类型中的内孔车刀，在“名称”文本框中输入“镗刀_L”作为刀具名称，单击“确定”按钮进入刀具参数设置对话框。

②在尺寸区域中的刀尖半径填入实际加工车刀的外圆半径，在“编号”区域中的“刀具号”文本框中填入“1”，如图 5-1-78 所示。在“跟踪”界面，设置补偿寄存器为“1”，刀具补偿寄存器为“1”，如图 5-1-79 所示。单击“确定”按钮完成刀具建立。



图 5-1-78 刀具参数



图 5-1-79 寄存器设置

(5) 创建内径粗镗加工工序。

①单击图标，弹出“创建工序”对话框，在工序子类型中选择（内径粗镗）工序。

②在“位置”区域中，“程序”下拉菜单选择“PROGRAM”选项，“刀具”下拉菜单选择“镗刀_L (槽刀-标准)”选项，“几何体”下拉菜单选择“TURNING_WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“LATHE_ROUGH”选项，如图 5-1-80 所示。单击“确定”按钮进入“内径粗镗”对话框，如图 5-1-81 所示。



图 5-1-80 工序选择



图 5-1-81 内径粗镗界面

③在“刀轨设置”对话框中，设置“步进”界面的“切削深度”模式为“恒定”选项，“最大距离”设置为“1.0000 mm”，如图 5-1-82 所示。

④单击“刀轨设置”对话框中的（切削参数）图标，进入“切削参数”对话框，在“粗加工余量”区域中，设置“面”余量为“0.3000”，“径向”余量为“0.3000”。在“公差”区域设置“内公差”和“外公差”均为“0.0100”，如图 5-1-83 所示。单击“确定”按钮返回“内径粗镗”界面。



图 5-1-82 刀轨设置界面

⑤单击“刀轨设置”对话框中的（非切削移动）图标，进入“非切削移动”→“逼近”界面，如图 5-1-84 所示。设置“出发点”区域的“点选项”为“指定”选项，单击（指定点）图标，设置“输出坐标”区域的“参考”为“WCS”选项，“XC”文本框中填入 50，“YC”文本框中填入 50，如图 5-1-85 所示。单击“确定”按钮返回“非切削移动”界面。在“安全距离”界面中的“工件安全距离”设置区域，把“径向安全距离”改为“0.0000”，“轴向安全距离”改为“0.0000”，如图 5-1-86 所示。



图 5-1-83 切削参数设置



图 5-1-84 逼近界面



图 5-1-85 逼近点设置



图 5-1-86 安全距离设置

⑥单击“刀轨设置”对话框中的（进给率和速度）图标，进入“进给率和速度”对话框，在“主轴速度”区域中，将输出模式设置为RPM，勾选（主轴速度）图标，在文本框中填入“600.0000”，将“进给率”区域中的“切削”设置为“80”“mmpm”选项，如图 5-1-87 所示。单击“确定”按钮返回“内径粗镗”界面。单击图标进行计算，预览刀轨，如图 5-1-88 所示。

⑦单击“操作”区域中的图标进行计算，再单击图标，进入“刀轨可视化”对话框。单击“3D 动态”图标进行 3D 仿真操作，把“动画速度”调整到 2，便于观察。单击图标进行仿真，如图 5-1-89 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。



图 5-1-87 进给率和速度设置

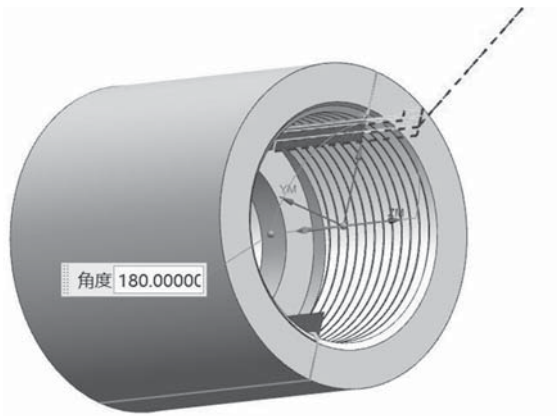


图 5-1-88 刀轨预览

2. 内径精加工

(1) 右击 内径粗镗 图标，通过工具条插入工序，进入创建工序界面。在工序子类型中选择 （内径精镗）工序。

(2) 在“位置”区域中，“程序”下拉菜单选择“PROGRAM”选项，“刀具”下拉菜单选择“镗刀_L (槽刀-标准)”选项，“几何体”下拉菜单选择“TURNING_WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“LATHE_FINISH”选项，如图 5-1-90 所示。单击“确定”按钮进入“内径精镗”对话框，如图 5-1-91 所示。

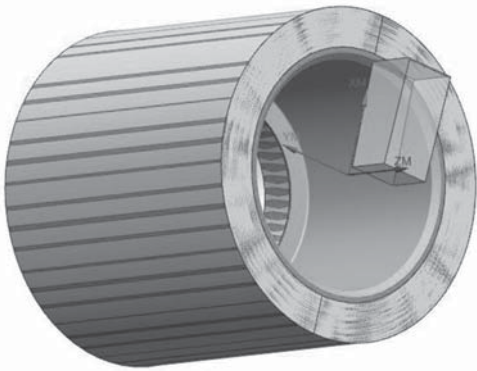


图 5-1-89 加工仿真



图 5-1-90 工序选择



图 5-1-91 内径精镗界面

(3) 单击“刀轨设置”对话框中的 (非切削移动) 图标, 进入“非切削移动”→“逼近”界面, 如图 5-1-92 所示。设置“出发点”区域的“点选项”为“指定”选项, 单击 (指定点) 图标, 设置“输出坐标”区域的“参考”为“WCS”选项, “XC”文本框中填入 50, “YC”文本框中填入 50, 如图 5-1-93 所示。单击“确定”按钮返回“非切削移动”界面。



图 5-1-92 逼近界面



图 5-1-93 逼近点设置

进入“离开”界面, 如图 5-1-94 所示。在“离开点”设置区域, 单击 (指定点) 图标, 设置“坐标”区域的“参考”为“WCS”选项, “XC”文本框中填入“50”, 如图 5-1-95 所示。单击“确定”按钮返回“非切削移动”界面。



图 5-1-94 离开界面



图 5-1-95 离开点设置

在“安全距离”界面中的“工件安全距离”设置区域, 把“径向安全距离”改为

“0.0000”，“轴向安全距离”改为“0.0000”，如图 5-1-96 所示。

(4) 单击“刀轨设置”对话框中的（进给率和速度）图标，进入“进给率和速度”对话框，在“主轴速度”区域中，将输出模式设置为RPM，勾选☒（主轴速度）图标，在文本框中填入“1000.000”，将“进给率”区域中的“切削”设置为“40”“mmpm”选项，如图 5-1-97 所示。单击“确定”按钮返回“内径精镗”界面。单击图标进行计算，预览刀轨，如图 5-1-98 所示。



图 5-1-96 安全距离设置



图 5-1-97 进给率和速度设置

(5) 单击“操作”区域中的图标进行计算，再单击图标，进入“刀轨可视化”对话框。单击“3D 动态”图标进行 3D 仿真操作，把“动画速度”调整到 2，便于观察。单击图标进行仿真，如图 5-1-99 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

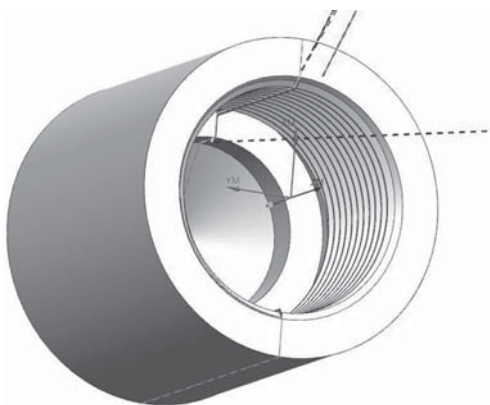


图 5-1-98 刀轨预览

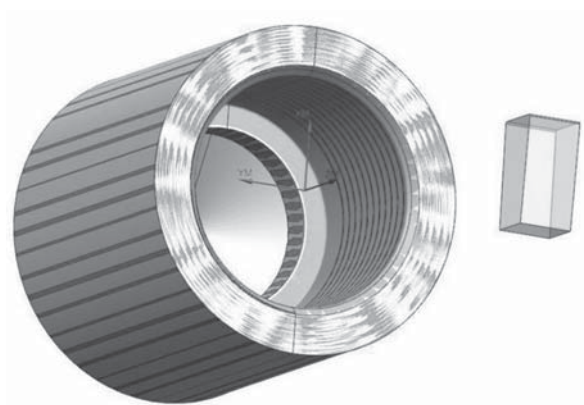


图 5-1-99 加工仿真

3. 内径开槽

(1) 创建刀具。

①单击图标，进入“创建刀具”界面，选择刀具子类型中的内孔槽刀，在“名称”文本框中输入“3 mm 内槽刀”作为刀具名称，单击“确定”按钮进入刀具参数设置对话框。

②在“尺寸”区域中的“刀片长度”文本框填入“6.0000”，“刀片宽度”文本框填

入“3.0000”。在“编号”区域中的“刀具号”文本框中填入“2”，如图 5-1-100 所示。在“跟踪”界面，设置“补偿寄存器”为“2”，“刀具补偿寄存器”为“2”，如图 5-1-101 所示。单击“确定”按钮完成刀具建立。



图 5-1-100 刀具参数



图 5-1-101 寄存器设置

(2) 创建内径开槽加工工序。

①右击内径精镗 图标，通过弹出的工具条插入工序，在工序子类型中选择（内径开槽）工序。

②在位置区域中，“程序”下拉菜单选择“PROGRAM”选项，“刀具”下拉菜单选择“3MM内槽刀（槽刀 - 标准）”选项，“几何体”下拉菜单选择“TURNING_WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“LATHE_FINISH”选项，如图 5-1-102 所示。单击“确定”按钮进入“内径开槽”对话框，如图 5-1-103 所示。



图 5-1-102 工序选择



图 5-1-103 内径开槽界面

③在刀轨设置区域中，设置“步距”的切削深度模式为“恒定”，“距离”设置为“2.5000”，如图 5-1-104 所示。

④单击“刀轨设置”对话框中的（非切削移动）图标，进入“非切削移动”→“逼近”界面，如图 5-1-105 所示。设置“出发点”区域的“点选项”为“指定”选项，单击（指定点）图标，在“输出坐标”区域的“参考”选择“WCS”选项，“XC”文本框中填入 50，“YC”文本框中填入 50，如图 5-1-106 所示。单击“确定”按钮返回“非切削移动”界面。



图 5-1-104 刀轨设置界面



图 5-1-105 逼近界面

进入“离开”界面，如图 5-1-107 所示。在“离开点”设置区域，单击（指定点）图标，在“坐标”区域的“参考”选择“WCS”选项，“XC”文本框中填入“50”，如图 5-1-108 所示。单击“确定”按钮返回“非切削移动”界面。



图 5-1-106 逼近点设置

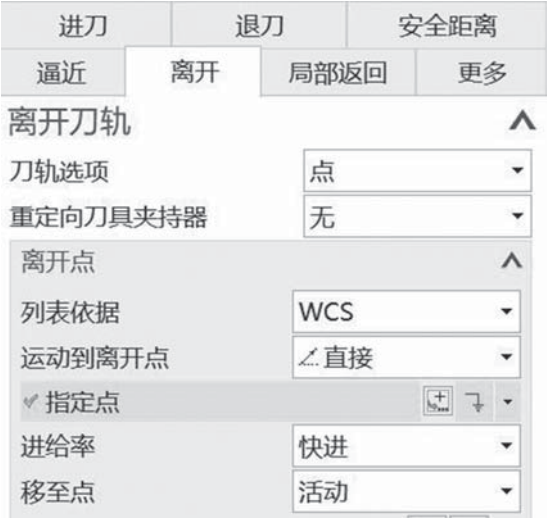


图 5-1-107 离开界面

在“安全距离”界面中的“工件安全距离”设置区域，把“径向安全距离”改为“0.0000”，“轴向安全距离”改为“0.0000”，如图 5-1-109 所示。



图 5-1-108 离开点设置



图 5-1-109 安全距离设置

⑤单击“刀轨设置”对话框中的（进给率和速度）图标，进入“进给率和速度”对话框，在“主轴速度”区域中，将“输出模式”设置为“RPM”，勾选（主轴速度）图标，在文本框中填入“400.0000”，将“进给率”区域中的“切削”设置为“50.0000”“mmpm”选项，如图 5-1-110 所示。单击“确定”按钮返回“内径开槽”界面。单击图标进行计算，预览刀轨，如图 5-1-111 所示。



图 5-1-110 进给率和速度设置

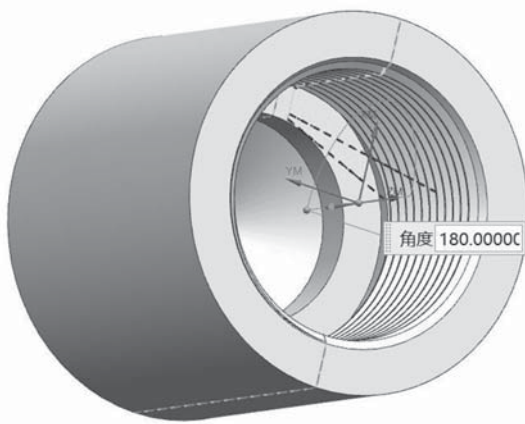


图 5-1-111 刀轨预览

⑥单击“操作”区域中的图标进行计算，再单击图标，进入“刀轨可视化”对话框。单击“3D 动态”图标进行 3D 仿真操作，把“动画速度”调整到 2，便于观察。单击图标进行仿真，如图 5-1-112 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

4. 内径螺纹铣

(1) 创建刀具。

①单击  图标，进入“创建刀具”界面，选择刀具子类型中的内螺纹车刀 ，在“名称”文本框中输入“内螺纹刀”作为刀具名称，单击“确定”按钮进入刀具参数设置对话框。

②在“编号”区域中在“刀具号”文本框中填入“3”，如图 5-1-113 所示。在“跟踪”界面中的“补偿寄存器”和“刀具补偿寄存器”文本框中填入“3”，如图 5-1-114 所示。单击“确定”按钮完成刀具建立。

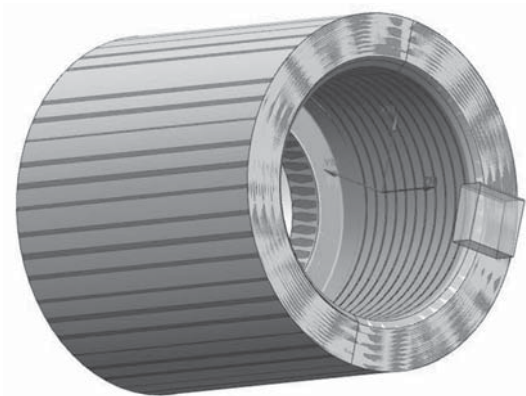


图 5-1-112 加工仿真

尺寸	
(OA) 方向角度	270.0000
(IL) 刀片长度	10.0000
(IW) 刀片宽度	5.0000
(LA) 左角	30.0000
(RA) 右角	30.0000
(NR) 刀尖半径	0.0000
(TO) 刀尖偏置	5.0000
更多	
描述	
材料: CARBIDE	
编号	
刀具号	3

图 5-1-113 刀具参数 1

(2) 创建外径螺纹铣加工工序。

①右击  内径开槽图标，弹出工具菜单，选择“插入”→“工序”选项。

②弹出“创建工序”对话框，如图 5-1-115 所示，在“位置”设置区域，“程序”下拉菜单选择“PROGRAM”选项，“刀具”下拉菜单选择“内螺纹刀（螺纹刀 - 标准）”选项，“几何体”下拉菜单选择“TURNING_WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“LATHE_FINISH”选项，单击“确定”按钮进入“内径螺纹铣”对话框，如图 5-1-116 所示。

③在螺纹形状设置区域中，单击  选择顶线 (0) 按钮，单击选择螺纹下方的截面线作为顶线，如图 5-1-117 所示。（注意选取截面线时，选取线的右端，则从右端开始加工；反之，选取线的左端，就会从左端开始加工。）

跟踪点	
名称	R1_P9_3
半径 ID	1
点编号	P9
刀具角度	0.0000
半径	0.0000
X 偏置	0.0000
Y 偏置	0.0000
补偿寄存器	3
刀具补偿寄存器	3

图 5-1-114 刀具参数 2



图 5-1-115 工序选择



图 5-1-116 工序界面

根据公式 (牙高 $H=0.54P$)，计算出 $M27 \times 1.5$ 螺纹的深度 = 牙高 = 0.81。把“深度选项”设置为“深度和角度”，在“深度”文本框中填入“0.8100”，在“与 XC 的夹角”文本框中填入“-180.000”。为了能加工出完整的螺纹，需要增加切进距离和切出距离，在“偏置”设置区域中的“起始偏置”文本框中填入“3.0000”，“终止偏置”文本框中填入“2.0000”，如图 5-1-118 所示。

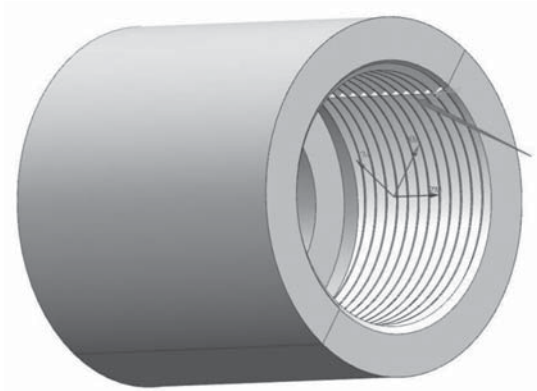


图 5-1-117 螺纹顶线的选取



图 5-1-118 螺纹形状设置

④在“刀轨设置”对话框中，将“最大距离”设置为“1.5000”，“最小距离”设置为

“0.3000”，如图 5-1-119 所示。

⑤单击“刀轨设置”对话框中的（切削参数）图标，进入切削参数界面。在“螺距”界面中的“距离”文本框中填入“1.5000”，如图 5-1-120 所示。



图 5-1-119 刀轨设置



图 5-1-120 螺距设置

⑥单击“刀轨设置”对话框中的（非切削移动）图标，进入“非切削移动”→“逼近”界面，如图 5-1-121 所示。设置“出发点”区域的“点选项”为“指定”选项，单击（指定点）图标，在“输出坐标”区域的“参考”选择“WCS”选项，“XC”文本框中填入 50，“YC”文本框中填入 50，如图 5-1-122 所示。单击“确定”按钮返回“非切削移动”界面。



图 5-1-121 逼近界面



图 5-1-122 逼近点设置

进入“离开”界面，如图 5-1-123 所示。在“离开点”设置区域，单击（指定点）图标，在“坐标”区域的“参考”选择“WCS”选项，“XC”文本框中填入“50”，如图 5-1-124 所示。单击“确定”按钮返回“非切削移动”界面。



图 5-1-123 离开界面



图 5-1-124 离开点设置

在“安全距离”界面中的“工件安全距离”设置区域，把“径向安全距离”改为“0.0000”，“轴向安全距离”改为“0.0000”，如图 5-1-125 所示。

⑦单击 (进给率和速度) 图标，进入“进给率和速度”对话框，在“主轴速度”区域中，勾选 图标，在文本框中填入“300.0000”，将“进给率”区域中的“切削”设置为“1.5”“mmpr”，如图 5-1-126 所示。单击“确定”按钮返回“内径螺纹铣”界面。单击 图标进行计算，预览刀轨，如图 5-1-127 所示。



图 5-1-125 安全距离设置



图 5-1-126 进给率和速度设置

⑧单击“操作”区域中的 图标进行计算，再单击 图标，进入“刀轨可视化”对话框。单击“3D 动态”图标进行 3D 仿真操作，把“动画速度”调整到 2，便于观察。单击 图标进行仿真，如图 5-1-128 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

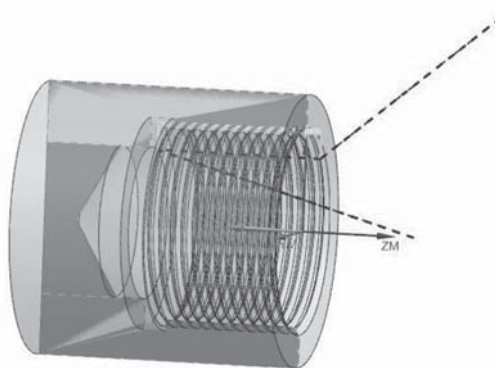


图 5-1-127 刀轨预览

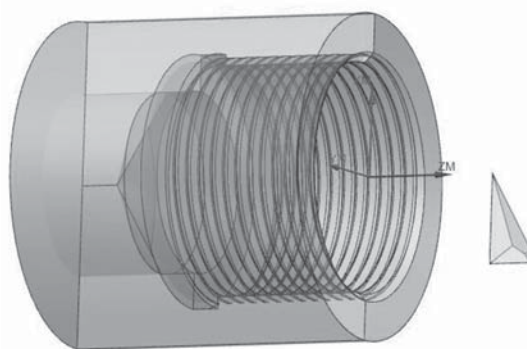


图 5-1-128 仿真加工

任务 5.2 “1+X”证书项目的车削加工编程

5.2.1 项目分析

如图 5-2-1 所示的零件图是数控车铣加工职业技能等级（中级）实操练习题之一。由图可知，我们需要加工一个尺寸为 $\phi 52_{-0.046}^{+0.037} \times 60_{-0.037}^{+0.037}$ 的传动轴，加工基准面为 A 面，公差为 $\text{◎} \phi 0.02 A$ 。传动轴零件有同轴度的要求，因此我们先加工含有基准面 A 面的右端面，然后再调转工件，装夹基准面 A 面，加工带有内孔螺纹的左端面。由于基准面 A 面有表面粗糙度要求 $\sqrt{Ra1.6}$ ，因此我们需要在基准面 A 面上包裹铜皮，再用三爪卡盘夹紧。



“1+X”证书项目的
车削加工编程

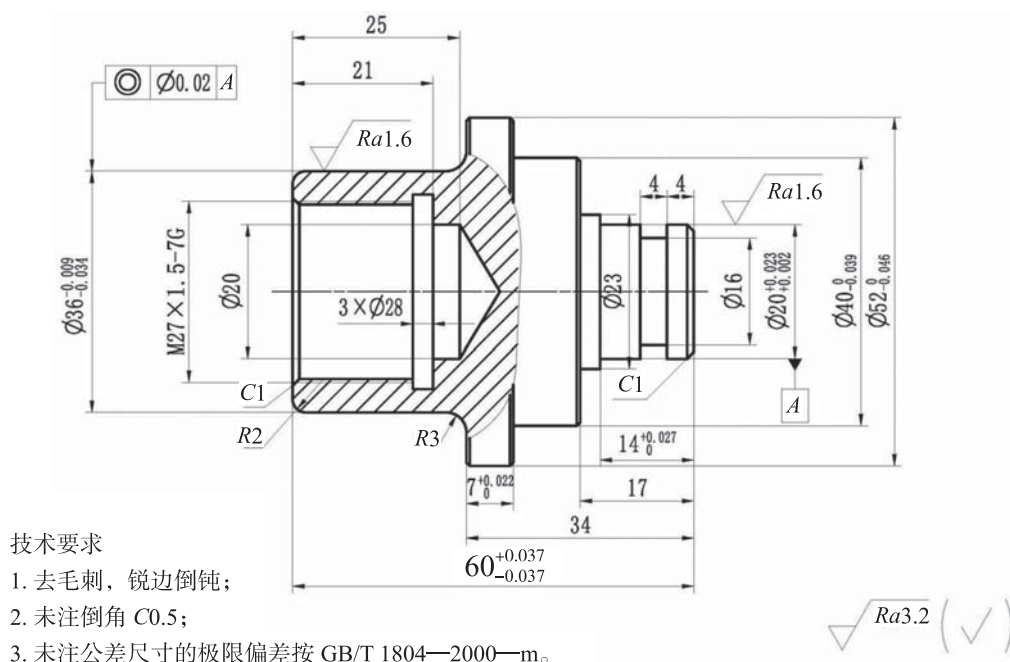


图 5-2-1 传动轴零件图

5.2.2 车削加工工艺选择

根据广州数控 980TD 数控车床的加工设备的具体情况，列举车削加工工艺，如表 5-2-1 所示。

表 5-2-1 加工工艺表

加工步骤	选用工序	加工刀具	主轴转速 / ($r \cdot \min^{-1}$)	进给率 / ($\text{mm} \cdot \min^{-1}$)
粗车右端面外形轮廓 $\phi 52_{-0.046}^0$ 、 $\phi 40_{-0.039}^0$ 、 $\phi 20_{-0.002}^{+0.023}$	外径粗车	外圆车刀	600	100
精车右端面外形轮廓 $\phi 52_{-0.046}^0$ 、 $\phi 40_{-0.039}^0$ 、 $\phi 20_{-0.002}^{+0.023}$	外径精车	外圆车刀	1000	80
车削 $4 \times \phi 16$ 退刀槽	外径开槽	3 mm 切槽刀	300	50
调头，钻 $\phi 20 \times 25$ 的加工底孔	钻孔	麻花钻 $\phi 20$	150	手动
粗车左端面外形轮廓 $\phi 36_{-0.034}^{-0.009}$	外径粗车	外圆车刀	600	100
精车左端面外形轮廓 $\phi 36_{-0.034}^{-0.009}$	外径精车	外圆车刀	1000	80
粗车左端面内孔螺纹 M27 $\times$ 1.5 的底孔	内径粗镗	内孔车刀	600	80
车削 $3 \times \phi 28$ 退刀槽	内径开槽	3 mm 内切槽刀	300	50
车削内孔螺纹 M27 $\times$ 1.5	内径螺纹铣	内螺纹铣刀	300	F1.5

5.2.3 编程工序的确定

下面以加工 $\phi 52_{-0.046}^0 \times 60_{-0.037}^{+0.037}$ 传动轴的含有基准面 A 面的右端面为例。根据如图 5-2-1 所示的传动轴零件图，利用 NX UG 12.0 建立如图 5-2-2 所示的模型。

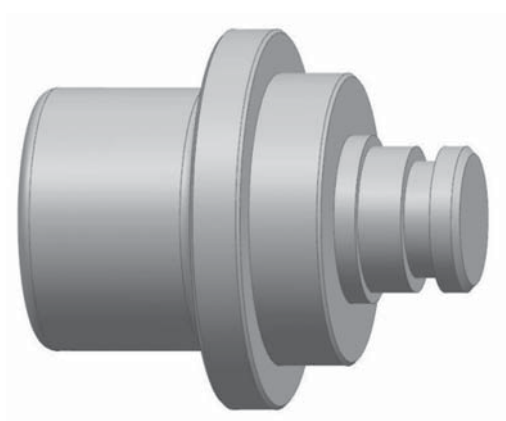


图 5-2-2 传动轴零件

- 加工步骤如下。
- 1. 外径粗车**
- (1) 进入加工模块。
- ①打开图 5-2-2 所示的“加工零件”建模文件。
- ②在“应用模块”功能选项卡中单击 （加工）图标，在弹出的“加工环境”对话框中的“要创建的 CAM 组装”模块选择“turning”选项，如图 5-2-3 所示，再单击“确定”按钮。

(2) 创建几何体模块。

①单击 (几何视图) 图标, 进入“几何视图”界面。双击 MCS_SPINDLE 图标, 弹出“MCS 主轴”对话框。

②单击零件右端面的外圆, 自动捕捉圆心成为坐标系原点, 如图 5-2-4 所示。绕着 Y 轴旋转坐标轴 90°, 得到如图 5-2-5 所示的机床坐标系。

在“MCS 主轴”对话框中的“车床工作平面”区域的“指定平面”下拉菜单选择“ZM-XM”选项, 如图 5-2-6 所示, 单击“确定”按钮完成安全平面的设置。



图 5-2-3 CAM 模块选择

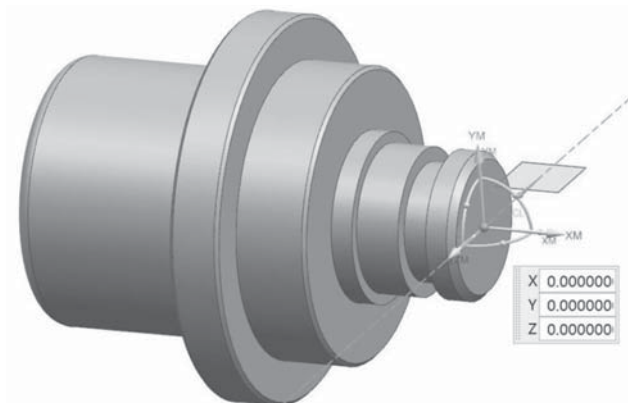


图 5-2-4 加工原点的设置

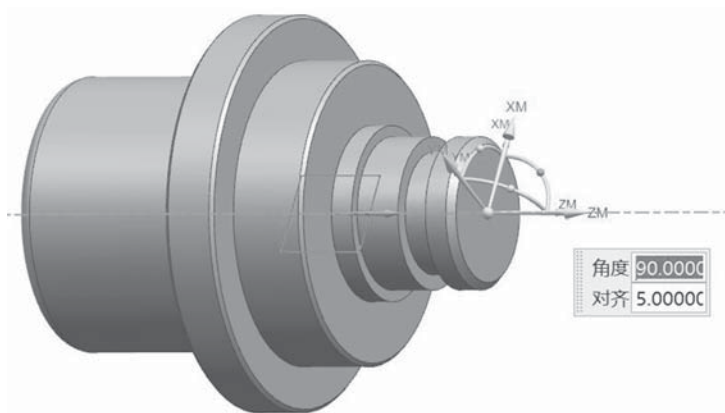


图 5-2-5 坐标轴旋转

(3) 创建毛坯几何体。

①单击 MCS MILL 图标中的“+”，展开列表。双击 WORKPIECE 图标, 弹出“工件”对话框。

②单击 (指定部件) 图标, 弹出“部件几何体”对话框, 选取加载零件作为加工最终部件, 并单击“确定”按钮返回“工件”对话框。

③双击 TURNING_WORKPIECE 图标, 弹出“车削工件”对话框, 单击“指定毛坯边界”对话框右侧的 图标, 进入“毛坯边界”对话框, 单击 (指定点) 图标, 选取左侧端面外圆, 自动捕捉圆心作为安装原点, 如图 5-2-7 所示。在“长度”文本框输入“60.0000”, 直径文本框中输入“55.0000”, 如图 5-2-8 所示。



图 5-2-6 工作平面的设置

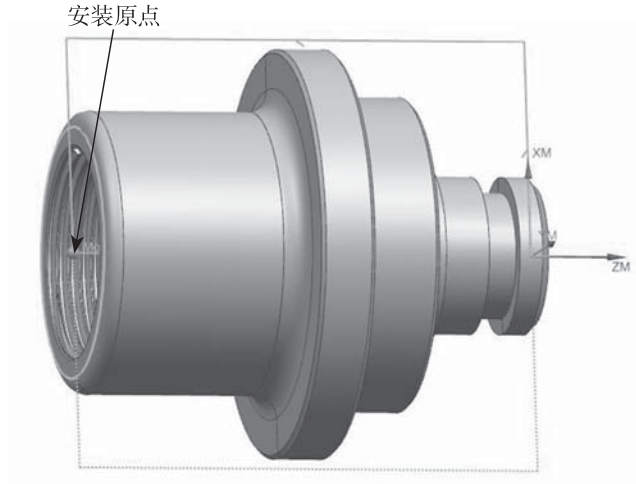


图 5-2-7 安装原点设置

④单击  (显示) 图标, 观察设置的部件和毛坯是否符合要求, 如图 5-2-9 所示。



图 5-2-8 毛坯参数的设定

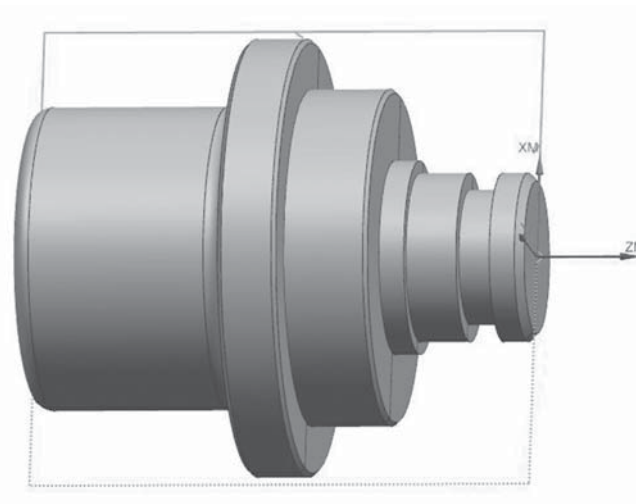


图 5-2-9 毛坯几何体

(4) 创建刀具。

①单击  图标, 进入“创建刀具”界面, 选择刀具子类型中的车刀 , 在“名称”文本框输入“外圆刀_80_L”作为刀具名称, 单击“确定”按钮进入刀具参数设置对话框。

②在“尺寸”对话框中的“刀尖半径”文本框中填入实际加工车刀的外圆半径, 在“编号”区域中的“刀具号”文本框中填入“1”, 如图 5-2-10 所示。在“跟踪”界面, 设置补偿寄存器为“1”, 刀具补偿寄存器为“1”, 如图 5-2-11 所示。单击“确定”按钮完成刀具创建。

(5) 创建外径粗车加工工序。

①单击  图标, 弹出“创建工序”对话框, 在工序子类型中选择  (外径粗车) 工序。



图 5-2-10 刀具参数

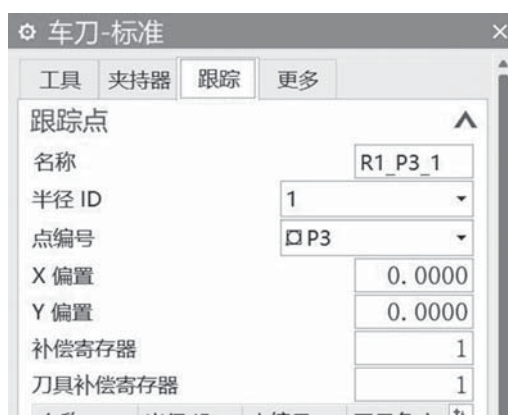


图 5-2-11 寄存器设置

②在“位置”区域中，“程序”下拉菜单选择“PROGRAM”选项，“刀具”下拉菜单选择“外圆刀_80_L (车刀 - 标准)”选项，“几何体”下拉菜单选择“TURNING_WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“LATHE_ROUGH”选项，如图 5-2-12 所示。单击“确定”按钮进入“外径粗车”对话框，如图 5-2-13 所示。



图 5-2-12 工序选择



图 5-2-13 外径粗车界面

③在刀轨设置区域中，“步进”的“切削深度”模式选择“恒定”选项，“深度”设置为“2.0000”，如图 5-2-14 所示。

④单击“刀轨设置”对话框中的（切削参数）图标，进入“切削参数”对话框，在

“粗加工余量”区域中，设置“面”余量为“0.3000”，“径向”余量为“0.3000”。在“公差”设置区域，设置“内公差”和“外公差”均为“0.0100”，如图 5-2-15 所示。单击“确定”按钮返回“外径粗车”界面。



图 5-2-14 刀轨设置界面



图 5-2-15 切削参数设置

⑤单击“刀轨设置”对话框中的（非切削移动）图标，进入“非切削移动”→“逼近”界面，如图 5-2-16 所示。设置“出发点”区域的“点选项”为“指定”选项，单击（指定点）图标，“输出坐标”区域的“参考”选择“WCS”选项，“XC”文本框中填入 50，“YC”文本框中填入 50，如图 5-2-17 所示。单击“确定”按钮返回“非切削移动”界面。在“安全距离”界面中的“工件安全距离”设置区域，把“径向安全距离”改为“0.0000”，“轴向安全距离”改为“0.0000”，如图 5-2-18 所示。



图 5-2-16 逼近界面



图 5-2-17 逼近点设置

⑥在几何体设置区域，单击切削区域按钮，进入“切削区域”界面。将轴向修剪平面1中的“限制选项”设置为“点”，单击如图5-2-19所示的圆角边，自动捕捉圆心作为加工区域的边界。单击“确定”按钮返回“外径粗车”界面。



图 5-2-18 安全距离设置

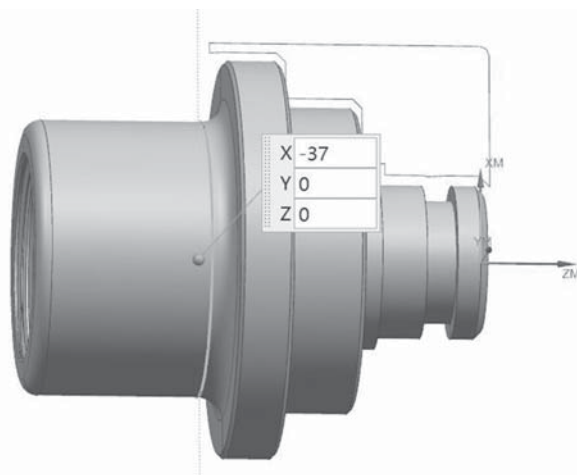


图 5-2-19 加工区域边界的设置

⑦设置进给率和速度。单击“刀轨设置”对话框中的（进给率和速度）图标，进入“进给率和速度”对话框，在“主轴速度”区域中，将“输出模式”设置为RPM，勾选（主轴速度）图标，在文本框中填入“600.0000”，在“进给率”区域中的“切削”文本框中填入“100.0000”，把切削模式设置为“mmpm”选项，如图5-2-20所示。单击“确定”按钮返回“外径粗车”界面。单击图标进行计算，预览刀轨，如图5-2-21所示。



图 5-2-20 进给率和速度设置

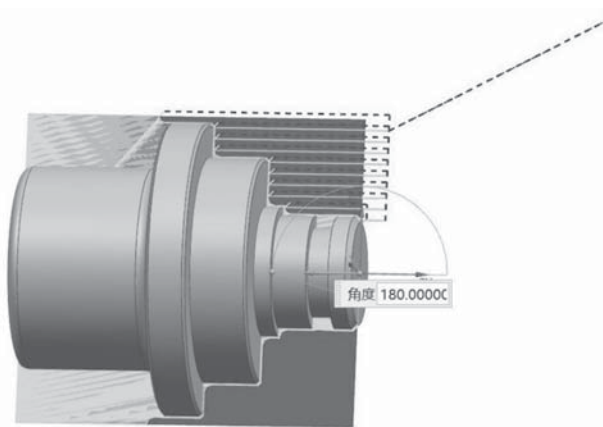


图 5-2-21 刀轨预览

⑧单击“操作”区域中的图标进行计算，再单击图标，进入“刀轨可视化”对话框。单击“3D 动态”图标进行3D仿真操作，把“动画速度”调整到2，便于观察。单击图标进行仿真，如图5-2-22所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

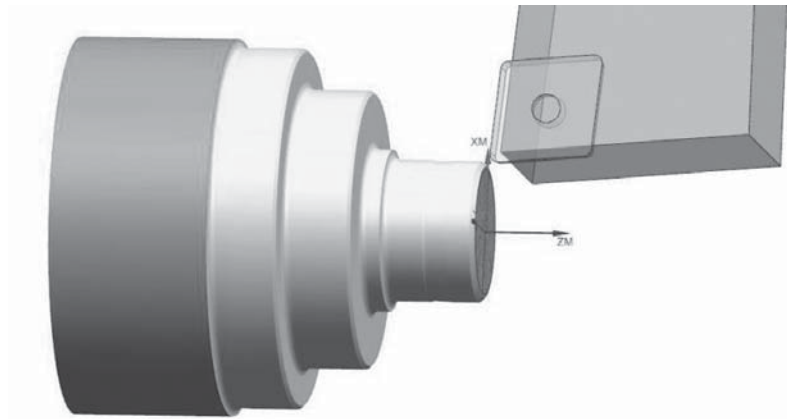


图 5-2-22 加工仿真

2. 外径精车

- (1) 右击  图标，通过工具条插入工序，进入创建工序界面。在工序子类型中选择  (外径精车) 工序。
- (2) 在“位置”区域中，“程序”下拉菜单选择“PROGRAM”选项，“刀具”下拉菜单选择“外圆刀_80_L (车刀-标准)”选项，“几何体”下拉菜单选择“TURNING_WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“LATHE_FINISH”选项，如图 5-2-23 所示。单击“确定”按钮进入“外径精车”对话框，如图 5-2-24 所示。



图 5-2-23 工序选择



图 5-2-24 外径粗车界面

- (3) 单击“刀轨设置”对话框中的  (非切削移动) 图标，进入“非切削移动”界面。在“进刀”界面，设置“进刀类型”选择“线形 - 相对于切削”选项，“长度”设置

为“5.0000”，“延伸距离”设置为“1.0000”，如图 5-2-25 所示。单击“确定”按钮返回“外径精车”界面。

(4) 在几何体设置区域，单击切削区域按钮，进入“切削区域”界面。将轴向修剪平面 1 中的“限制选项”设置为“点”，单击如图 5-2-26 所示的圆角边，自动捕捉圆心作为加工区域的边界。单击“确定”按钮返回“外径粗车”界面。



图 5-2-25 进刀参数设置

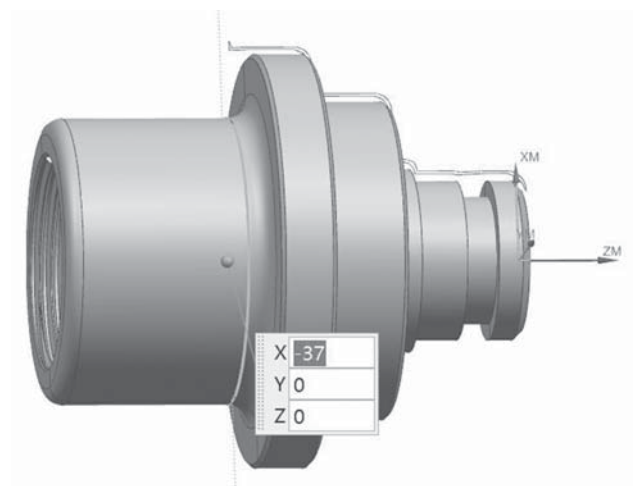


图 5-2-26 加工区域边界的设置

(5) 单击“刀轨设置”对话框中的（进给率和速度）图标，进入“进给率和速度”对话框，在“主轴速度”区域，将“输出模式”设置为“RPM”，勾选☒（主轴速度）图标，在文本框中填入“1000.000”，在“进给率”区域中的“切削”文本框中填入“60.0000”，把切削模式设置为“mmpm”选项，如图 5-2-27 所示。单击“确定”按钮返回“外径粗车”界面。单击图标进行计算，预览刀轨，如图 5-2-28 所示。



图 5-2-27 进给率和速度设置

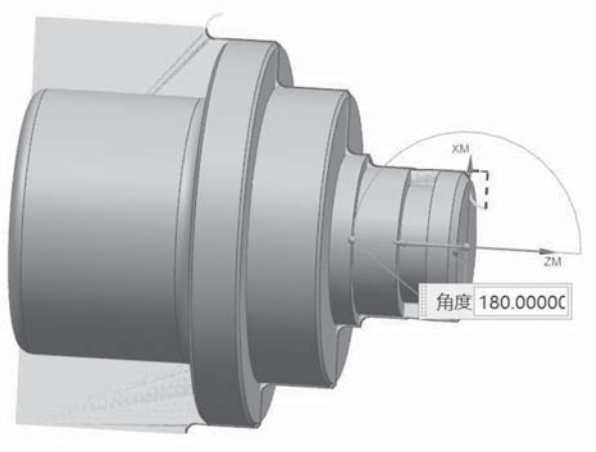


图 5-2-28 刀轨预览

(6) 单击“操作”区域中的图标进行计算，再单击图标，进入“刀轨可视化”对话框。单击“3D 动态”图标进行 3D 仿真操作，把“动画速度”调整到 2，便于观察。单击

▶图标进行仿真，如图 5-2-29 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

3. 外径开槽

(1) 创建刀具。

①单击  图标，进入“创建刀具”界面，选择刀具子类型中的车刀 ，在“名称”文本框中输入“3mm 槽刀”作为刀具名称，单击“确定”按钮进入刀具参数设置对话框。

②在“尺寸”对话框中的“刀片宽度”文本框中填入“3.0000”，“半径”文本框中填入实际加工车刀的外圆半径。在“编号”区域中的“刀具号”文本框中填入“2.0000”，如图 5-2-30 所示。在“跟踪”界面，设置补偿寄存器为“2”，刀具补偿寄存器为“2”，如图 5-2-31 所示。单击“确定”按钮完成刀具建立。

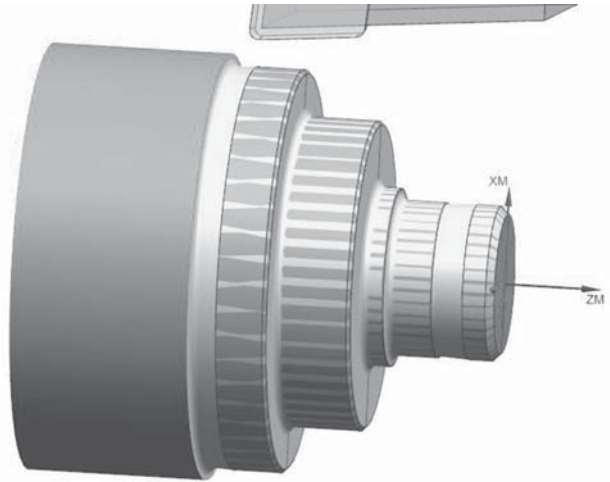


图 5-2-29 加工仿真



图 5-2-30 刀具参数



图 5-2-31 寄存器设置

(2) 创建外径开槽加工工序。

①右击  图标，通过弹出的工具条插入工序，在工序子类型中选择 （外径开槽）工序。

②在位置区域中，“程序”下拉菜单选择“PROGRAM”选项，“刀具”下拉菜单选择“3MM 槽刀（槽刀 - 标准）”选项，“几何体”下拉菜单选择“TURNING_WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“LATHE_FINISH”选项，如图 5-2-32 所示。单击“确定”按钮进入“外径开槽”对话框，如图 5-2-33 所示。



图 5-2-32 工序选择



图 5-2-33 外径开槽界面

③在“刀轨设置”对话框中，“步进”的“步距”模式选择“恒定”选项，“最大距离”设置为“3.0000”，如图 5-2-34 所示。



图 5-2-34 刀轨设置界面

④单击“刀轨设置”对话框中的（非切削移动）图标，进入“非切削移动”→“逼近”界面，如图 5-2-35 所示。设置“出发点”区域的“点选项”为“指定”选项，单击（指定点）图标，“输出坐标”区域的“参考”选择“WCS”选项，“XC”文本框中填入 50，“YC”文本框中填入 50，如图 5-2-36 所示。单击“确定”按钮返回“非切削移动”界面。



图 5-2-35 逼近界面



图 5-2-36 逼近点设置

进入“离开”界面，如图 5-2-37 所示。在“离开点”设置区域，单击（指定点）图标，“输出坐标”区域的“参考”选择“WCS”选项，“XC”文本框中填入 50，如图 5-2-38 所示。单击“确定”按钮返回“非切削移动”界面。



图 5-2-37 离开点设置



图 5-2-38 离开点坐标

在“安全距离”界面中的“工件安全距离”设置区域，把“径向安全距离”改为“0.0000”，“轴向安全距离”改为“0.0000”，如图 5-2-39 所示。

⑤单击“刀轨设置”对话框中的（进给率和速度）图标，进入“进给率和速度”对话框，在“主轴速度”区域中，将“输出模式”设置为“RPM”，勾选（主轴速度）图标，在文本框中填入“400.0000”，在“进给率”区域中的“切削”文本框中填入“50.0000”，把切削模式设置为“mmpm”，如图 5-2-40 所示。单击“确定”按钮返回“外径开槽”界面。单击图标进行计算，预览刀轨，如图 5-2-41 所示。



图 5-2-39 安全距离设置



图 5-2-40 进给率和速度设置

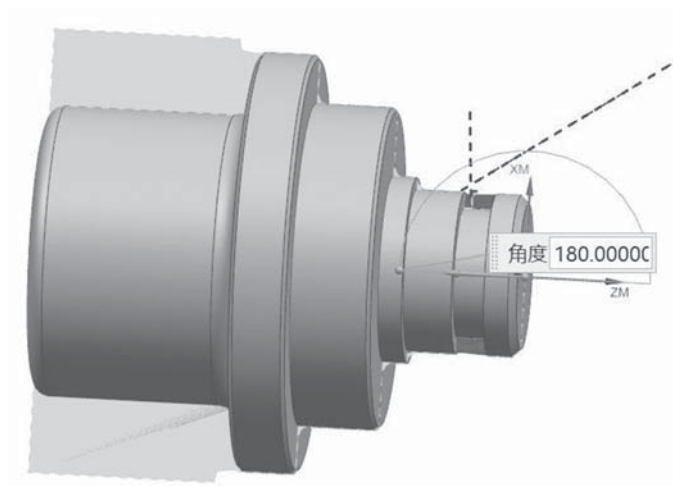


图 5-2-41 刀轨预览

⑥单击“操作”区域中的图标进行计算，再单击图标，进入“刀轨可视化”对话框。单击“3D 动态”图标进行 3D 仿真操作，把“动画速度”调整到 2，便于观察。单击图标进行仿真，如图 5-2-42 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

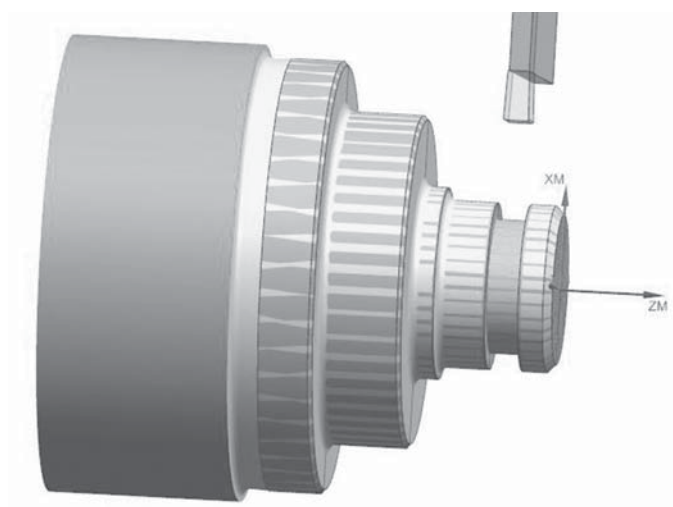


图 5-2-42 加工仿真

思考

能否先对传动轴零件的左端加工，再调头加工零件的右端？请分析一下具体原因。

5.2.4 工件的检测与改进

数控车铣加工职业技能等级（中级）实操样题附带了如图 5-2-43 所示的考核评分表。我们可以通过常用内径千分尺（量程 0~25 mm 和量程 25~50 mm）和游标卡尺（量程

0~100 mm) 进行测量, 把测量的实际值填入评分表中, 计算出得分。如果无得分, 认真分析原因。

数控车铣加工职业技能等级标准(中级)评分表-传动轴零件										
试题编号				考生代码				配分	35	
场 次		工位编号				工件编号		成绩小计		
序号	配分	尺寸类型	公称尺寸	上偏差	下偏差	上极限尺寸	下极限尺寸	实际尺寸	得分	备注
A-主要尺寸										
1	2	Ø	52	0	-0.046	52	51.954			
2	2	Ø	40	0	-0.039	40	39.961			
3	4	Ø	20	0.023	0.002	20.023	20.002			
4	3	Ø	36	-0.009	-0.034	35.991	35.966			
5	0.5	Ø	28	0.2	-0.2	28.2	27.8			
6	0.5	Ø	23	0.2	-0.2	23.2	22.8			
7	0.5	Ø	20	0.2	-0.2	20.2	19.8			
8	1	Ø	16	0.2	-0.2	16.2	15.8			
9	1.5	L	60	0.037	-0.037	60.037	59.963			
10	2	L	7	0.022	0	7.022	7			

图 5-2-43 考核评分表

5.2.5 “1+X” 证书项目习题

在 5.2.3 中, 学习了传动轴中的右端的外径轮廓加工的工艺与编程, 请根据传动轴图 5-2-1 以及工艺表 5-2-2, 完成传动轴左端加工编程, 效果如图 5-2-44 所示。

表 5-2-2 加工工艺表

加工步骤	选用工序	加工刀具	主轴转速 / ($r \cdot \min^{-1}$)	进给率 / ($\text{mm} \cdot \min^{-1}$)
调头钻 $\phi 20 \times 25$ 的加工底孔	钻孔	麻花钻 $\phi 20$	150	手动
粗车左端面外形轮廓 $\phi 36_{-0.034}^{-0.009}$	外径粗车	外圆车刀	600	100
精车左端面外形轮廓 $\phi 36_{-0.034}^{-0.009}$	外径精车	外圆车刀	1000	80
粗车左端面内孔螺纹 27×1.5 的底孔	内径粗镗	内孔车刀	600	80
精车左端面内孔螺纹 $M27 \times 1.5$ 的底孔	内径精镗	内孔车刀	1000	60
车削 $3 \times \phi 28$ 退刀槽	内径开槽	3 mm 内切槽刀	300	50
车削内孔螺纹 $M27 \times 1.5$	内径螺纹铣	内螺纹铣刀	300	F1.5

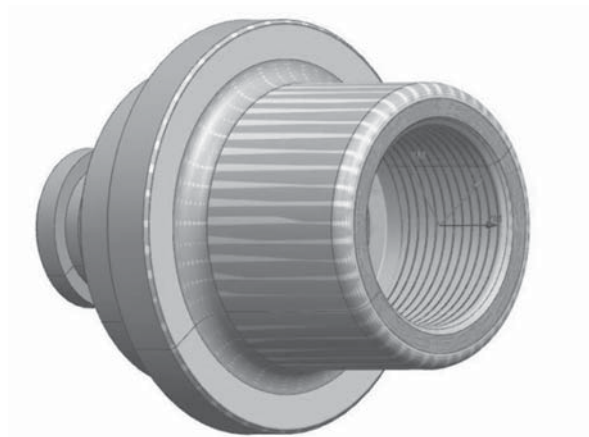


图 5-2-44 加工效果

学思践悟

锻造“千里眼”的幕后英雄——胡胜

随着现代科技的发展，“雷达”无疑成了现代人的“千里眼”。位于南京的中国电科第十四研究所就是我国雷达工业的发源地。1974年出生的胡胜，现任中国电科第十四研究所数控车高级技师，他被称为锻造“千里眼”的幕后英雄。

2009年国庆阅兵仪式上，我国自行研制的空警-2000大型预警机首次亮相，机身上方安装的雷达成为万众瞩目的焦点。这个雷达关键零部件的加工生产，是由胡胜带领团队完成的。

雷达零部件对精度的要求非常“苛刻”，有的误差要求不能超过一根头发丝的1/10（0.005~0.008 mm），甚至要达到0.004 mm的精度，哪怕一丝划痕也不能出现。实现装备零部件对精度的苛刻要求，首先需要加工者选取不同的刀具。胡胜将1000多种刀具按照使用功能及其材料构成加以分类，经过两次筛选，剩下十几种或几种刀具备选，再结合加工材料的特性选择刀具。但是，挑选出来的刀具也常常不能满足要求。一些非标刀具，必须手工打磨。因为“磨功”好，胡胜打磨的刀具可以使用上千次，而有的人打磨的刀具往往只能使用十几次。

多年来，胡胜先后在机载火控、机载预警、舰载火控、星载雷达等一系列具有国际先进水平的重点科研项目中，承担关重件加工70多项，攻克了毫米波雷达的波纹管一次车削成形、机载火控雷达反射面加工变形等技术难题。他还提出了技术革新和合理化建议30多项，尤其在数控车的宏程序编程模块、车铣一次性加工成形等方面研发出许多独特的方法，大大提高了生产效率，节约科研经费近千万元。

20多年潜心于数控机技术研究，胡胜奋战在国防尖端武器装备精密加工制造的最前线，从一名小车工晋升为我国精密加工制造领域的领军人物。2015年，胡胜被誉为“工人院士”。2020年，胡胜等10位顶尖技术技能人才荣登由中华全国总工会、中央广播电视总台联合举办的2019年“大国工匠年度人物”的榜单。

（来源：工人日报，2022年10月17日）