



项目 4

孔加工

学习目标

知识目标

1. 了解孔加工工序制订的思路。
2. 熟悉孔加工类型及操作方法、技巧。
3. 熟悉钻孔和螺纹孔加工参数的设置。

技能目标

1. 掌握 UG NX 12.0 软件孔加工编程步骤。
2. 掌握不同类型孔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钻孔和螺纹加工编程，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. 深刻理解工匠精神在数控编程中的重要性。
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. 提升贴近实际生产的设计意识和能力。

项目概述

模具，工业生产上用注塑、吹塑、挤出、压铸或锻压成型、冶炼、冲压等方法得到所需产品的各种模子和工具。它主要通过成型材料物理状态的改变来实现对物品外形的加工。模具生产技术水平的高低已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志，在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力，在国际上被称为“工业之母”，对国民经济的发展起着毋庸置疑的关键作用。模具加工中，经常需要进行孔加工，下面我们以模板加工为例进行介绍。

孔加工模块包含了定心钻、钻孔、钻埋头孔、攻丝、孔倒斜铣等工序。孔加工主要加工方法：切削刀具先快速移动至加工位置上方，下降到切削起点后，按预定的切削速度和切削方法进行切削，完成切削后快速返回到安全平面。

任务 4.1 孔加工类型及操作

在“应用模块”中单击 （加工）图标后，选择“hole_making”工序，如图 4-1-1 所示，当我们单击 （创建工序）图标后，系统会弹出如图 4-1-2 所示的“创建工序”对话框。它提供了所有孔加工工序的类型，下面对各个工序类型进行简单介绍。



图 4-1-1 CAM 模块选择



图 4-1-2 “创建工序”对话框

孔加工工序子类型如下。

- 🔧 (SPOT_DRILLING): 定心钻。
- 🔧 (DRILLING): 钻孔。
- 🔧 (COUNTERSINKING): 钻埋头孔。
- 🔧 (TAPPING): 攻丝。
- 🔧 (HOLE_CHAMFER_MILLING): 孔倒斜铣。

4.1.1 定心钻

定心钻为钻孔辅助工艺，在进行钻孔加工前，先用刚性好的定心钻钻一个初始孔，以保证普通钻头进行钻孔加工的准确性。模具钻孔加工的精度要求高，若直接采用麻花钻钻孔，会因麻花钻的钻头受力不均匀产生定心误差。利用定心钻预先加工定心孔，可以保证麻花钻的钻孔加工的位置达到精度要求。



定心钻

下面以如图 4-1-3 所示模板零件的加工为例进行介绍。
加工步骤如下。

1. 进入加工模块

- (1) 打开如图 4-1-3 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“hole_making”选项，如图 4-1-4 所示，再单击

“确定”按钮。

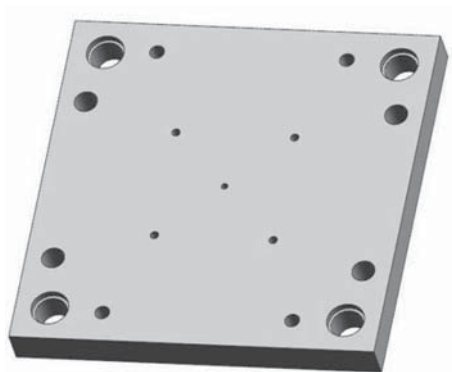


图 4-1-3 加工零件



图 4-1-4 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_MILL 图标，弹出“MCS 铣削”对话框。

(2) 单击零件中心的小圆孔的外圆，自动捕捉圆心成为坐标系原点，如图 4-1-5 所示。绕着 X 轴旋转坐标轴 180°，得到如图 4-1-6 所示的机床坐标系。

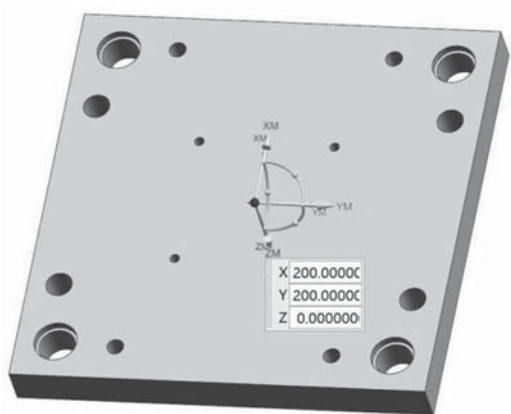


图 4-1-5 加工原点的设置

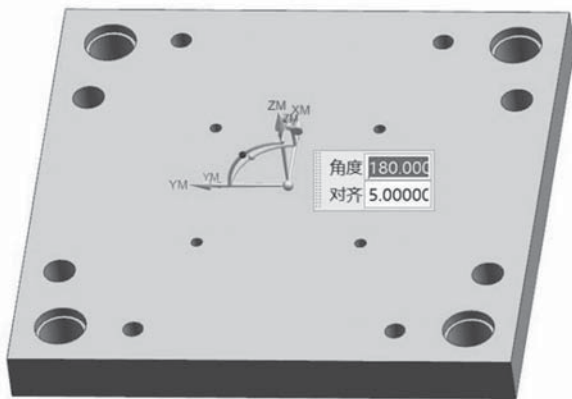


图 4-1-6 旋转坐标轴

在“MCS 铣削”对话框中的“安全设置”模块选择“平面”选项，单击 图标，弹出“平面”对话框，选择如图 4-1-7 所示的零件顶面，在“距离”文本框中输入“5”，单击“确定”按钮完成安全平面的设置。

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。

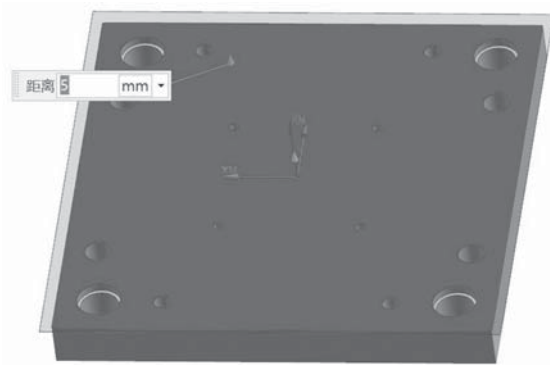


图 4-1-7 安全平面的设置

(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, 单击“确定”按钮返回“工件”对话框。

(3) 单击 (指定毛坯) 图标, 弹出“毛坯几何体”对话框, 单击对话框右侧的图标, 选择包容块选项, 单击“确定”按钮返回“工件”对话框。

(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 4-1-8 所示。

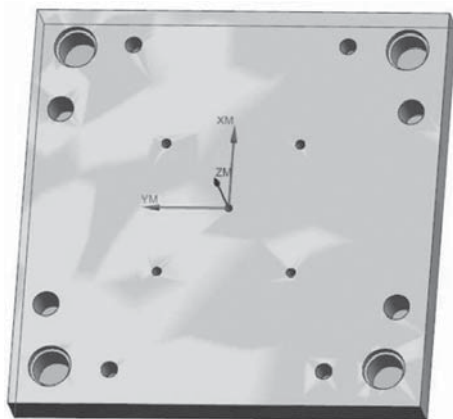


图 4-1-8 毛坯几何体

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中心钻, 在“名称”文本框中输入中心钻的直径大小“C6”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“直径”文本框中填入“6.0000”, 在“编号”区域中的“刀具号”“补偿寄存器”两项文本框中填入“1”, 如图 4-1-9 所示。单击“确定”按钮完成刀具建立。



图 4-1-9 刀具参数

5. 创建定心钻加工工序

(1) 单击图标, 弹出“创建工序”对话框, 在工序子类型中选择 (定心钻) 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“C6 (中心钻刀)”选项, “几何体”下拉菜单选择“WORKPIECE”选项, “方法”下拉菜单选择“DRILL_METHOD”选项, 如图 4-1-10 所示。单击“确定”按钮进入“定心钻”对话框, 如图 4-1-11 所示。



图 4-1-10 工序选择



图 4-1-11 定心钻界面

(3) 在几何体设置区域中，单击 (指定特征几何体) 图标，进入“特征几何体”界面，如图 4-1-12 所示。依次选取零件上的所有孔作为特征几何体，如图 4-1-13 所示。在中心孔区域，单击深度设置的 图标，将数值改为“0.5000”，如图 4-1-14 所示。在序列区域的“优化”下拉菜单中，把“最接近”选项修改为“最短刀轨”选项，单击“重新排序列表”图标，进行重新排序，如图 4-1-15 所示。单击“确定”按钮返回“定心钻”界面，单击 (生成) 图标，预览刀轨，如图 4-1-16 所示。



图 4-1-12 “特征几何体”界面

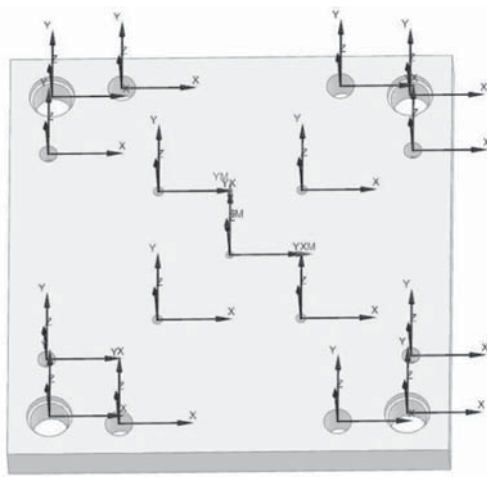


图 4-1-13 孔的选取

(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，勾选 图标，在文本框中填入“2000”，在“进给率”区域中的“切削”文本框中填入“200”，单击 图标进行计算，单击“确定”按钮返回“定心钻”界面。

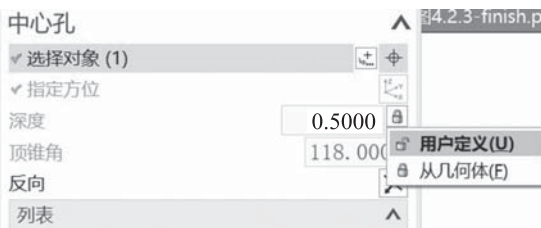


图 4-1-14 加工深度设置



图 4-1-15 加工顺序设置

(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 4-1-17 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

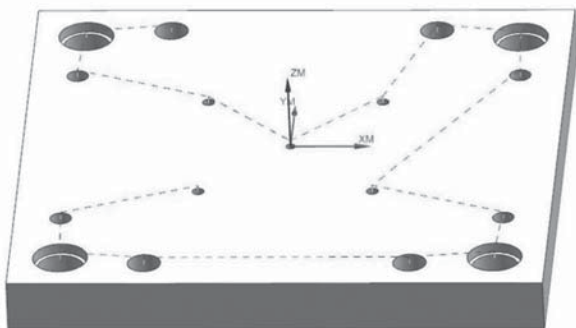


图 4-1-16 刀轨预览



图 4-1-17 加工仿真

4.1.2 钻孔

钻孔加工是一种常见的机械加工方法。内孔是组成机械零件的重要组成部分之一。在机械零件中，带孔零件一般要占零件总数的 50%~80%。孔的种类也是多种多样的，有圆柱形孔、圆锥形孔、螺纹形孔和成型孔等。常见的圆柱形孔一般分为一般孔和深孔。深孔很难加工，需要用钻深孔工序进行加工，它可以切削一段深度后，提刀到安全位置，再继续下刀切削，直至加工完毕。

下面依然以如图 4-1-3 所示的零件的加工为例进行介绍。

加工步骤如下。

之前我们已经对加工零件进行了定心孔加工，接下来将对不同类型的孔进行钻孔加工。对孔进行分析测量，加工零件上有 $\phi 6$ 、 $\phi 9$ 、 $\phi 25$ 、 $\phi 35$ 的通孔， $\phi 16$ 的盲孔和 $\phi 7$ 、 $\phi 41$ 的沉头孔。其中由于 $\phi 6$ 孔的深度 / 直径 = $40/6 \approx 6.67 > 5$ ，所以属于深孔。



钻孔

1. 通孔的加工

(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麻花钻，在“名

称”文本框中输入平底刀的直径大小“S6”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“直径”文本框中填入“6.0000”，在“编号”区域中“刀具号”“补偿寄存器”两项文本框中填入“2”，如图 4-1-18 所示。单击“确定”按钮完成刀具建立。



图 4-1-18 刀具参数

③使用同样的方法创建麻花钻 3 号刀“S9”、4 号刀“S16”、5 号刀“S25”、6 号刀“S35”。

(2) 创建钻孔加工工序。

①右击 SPOT DRILLING 图标，在弹出的工具条中选择“插入”→“工序”选项，在工序子类型中选择 (钻孔) 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“S9 (钻刀)”选项，“几何体”下拉菜单选择“WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“DRILL_METHOD”选项，如图 4-1-19 所示。单击“确定”按钮进入“钻孔”对话框，如图 4-1-20 所示。



图 4-1-19 工序选择



图 4-1-20 钻孔界面

③在几何体设置区域中，单击（指定特征几何体）图标，进入特征几何体界面，如图 4-1-21 所示。依次选取零件上的孔作为特征几何体，如图 4-1-22 所示。单击“确定”按钮返回“定心钻”界面，单击（生成）图标，预览刀路，如图 4-1-23 所示。



图 4-1-21 特征几何体

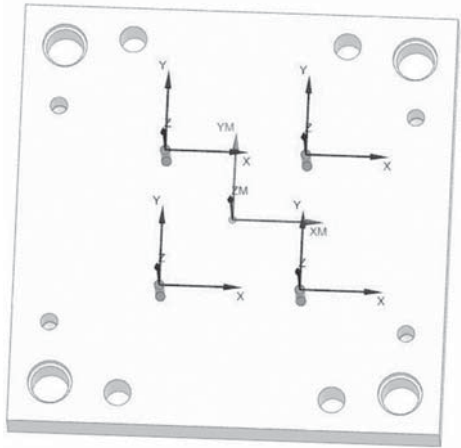


图 4-1-22 孔的选取

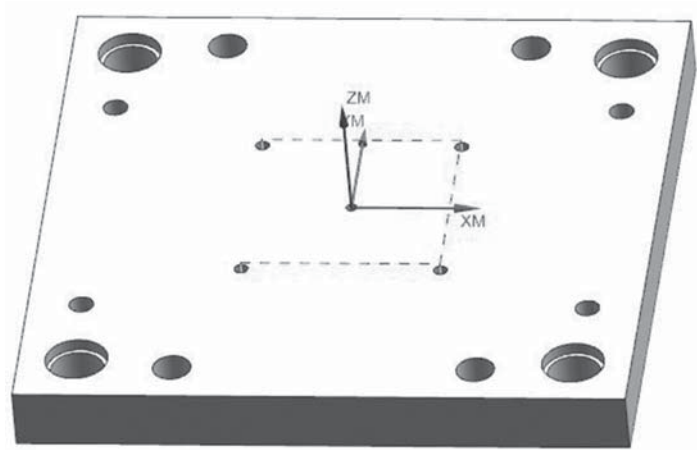


图 4-1-23 刀轨预览

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，勾选图标，在文本框中填入 800，在“进给率”区域中的“切削”文本框中填入 80，单击图标进行计算，单击“确定”按钮返回“钻孔”界面。

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 4-1-24 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

⑥使用同样的方法创建通孔和盲孔的钻孔工序，仿真效果如图 4-1-25 所示。

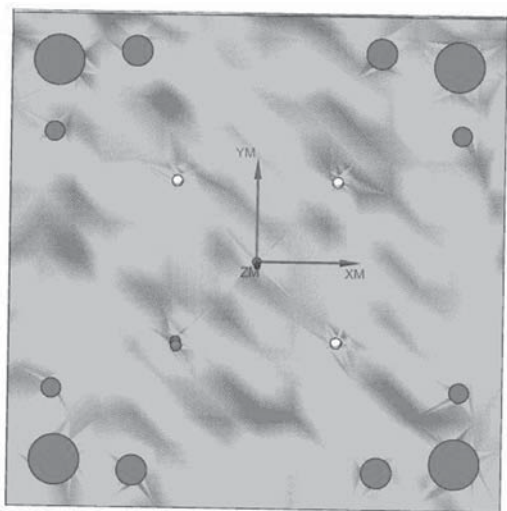


图 4-1-24 仿真加工

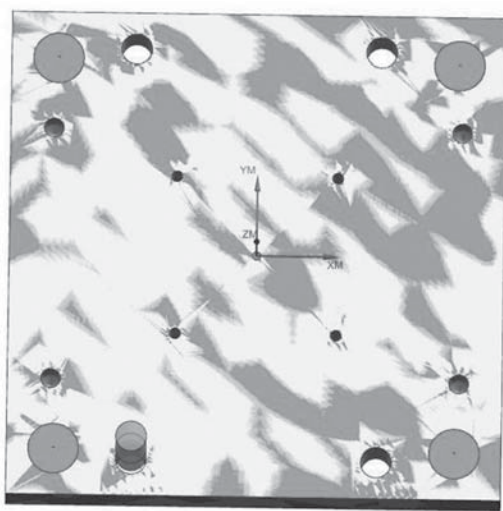


图 4-1-25 仿真效果

2. 带有沉头孔的通孔的钻孔加工

(1) 右击 **DRILLING** 图标，在弹出的工具条中选择“复制”选项，再右击 **DRILLING** 图标，在弹出的工具条中选择“粘贴”选项，出现 **DRILLING COPY** 工序，即成功复制通孔的钻孔工序。

(2) 双击 **DRILLING COPY** 图标，进入钻孔工序界面。在几何体设置区域中，单击  (指定特征几何体) 按钮，进入“特征几何体”界面，删除原来选择的孔。选取零件上的孔作为特征几何体，如图 4-1-26 所示。在公共参数区域中的“加工区域”下拉菜单选择“FACES_CYLINDER_2”选项，将“加工区域深度”转变为通孔深度 40，如图 4-1-27 所示。单击“确定”按钮返回“钻孔”界面。

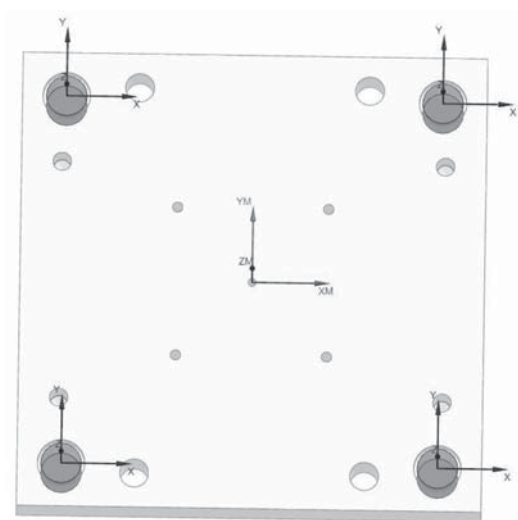


图 4-1-26 孔的选择



图 4-1-27 加工区域选择

(3) 在“工具”设置中，把刀具设置为“S35 (钻刀)”选项，单击  (生成) 图标，预览刀路，如图 4-1-28 所示。

(4) 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 4-1-29 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

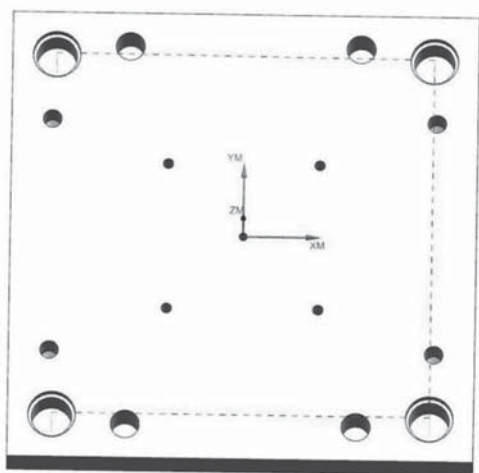


图 4-1-28 刀轨预览

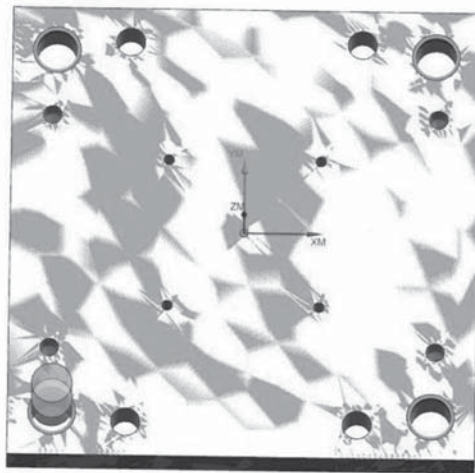


图 4-1-29 仿真效果

3. 深孔的钻孔加工

(1) 右击图标，在弹出的工具条中选择“复制”选项，再右击图标，在弹出的工具条中选择“粘贴”选项，出现图标，即成功复制通孔的钻孔工序。

(2) 双击，进入钻孔工序界面。在几何体设置区域中，单击（指定特征几何体）按钮，进入“特征几何体”界面，删除原来选择的孔。选取零件上的孔作为特征几何体，如图 4-1-30 所示。在公共参数区域中，“加工区域”下拉菜单选择 **FACES_CYLINDER_2** 选项，如图 4-1-31 所示，将“加工区域深度”转变为通孔深度 40。单击“确定”按钮返回“钻孔”界面。

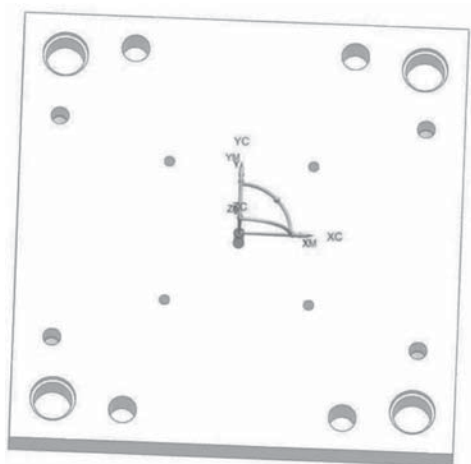


图 4-1-30 孔的选择



图 4-1-31 加工区域选择

(3) 在“工具”设置中,把刀具设置为“S6(钻刀)”选项。在“刀轨设置”区域,将“循环”下拉菜单中的“钻”更改为“钻,深孔”选项,如图4-1-32所示。在弹出的“循环参数”对话框中的“步进”区域,将“最大距离”文本框设置为“3 mm”,如图4-1-33所示。在单击 (生成) 图标,预览刀路,如图4-1-34所示。



图 4-1-32 参数设置



图 4-1-33 循环参数设置

(4) 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4-1-35所示。确认无误后,单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

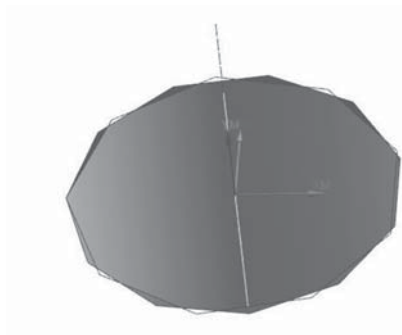


图 4-1-34 刀轨预览

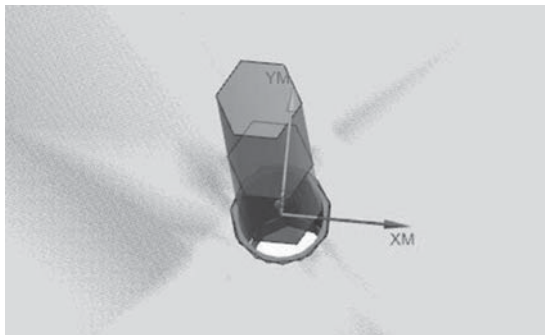


图 4-1-35 仿真效果

✨ 小结

对比钻孔的普通“钻”方式和“钻,深孔”方式,我们可以发现,在“钻”方式下,钻头一直钻到最终位置才停下来,再返回起始点;而在“钻,深孔”方式下,钻头按设定的切削量钻到一定的深度后,自动提刀回到安全平面,再继续向下钻到下一个切削深度,然后再提刀,重复这个过程直到切削完毕。

4. 沉头孔的钻孔加工

(1) 单击 图标,进入“创建刀具”界面,选择刀具子类型中的钻刀,在“名称”文本框串输入钻刀的直径大小“C41”作为刀具名称,单击“确定”按钮进入刀具参

数设置对话框。设置如图 4-1-36 所示的刀具参数。在尺寸区域中的“直径”文本框中填入“41.0000”，在编号区域中“刀具号”“补偿寄存器”两项文本框中填入“7”，单击“确定”按钮完成刀具建立。



图 4-1-36 刀具参数

(2) 右击 **DRILLING** 图标，在弹出的工具条中选择“复制”选项，再右击 **DRILLING** 图标，在弹出的工具条中选择“粘贴”选项，出现 **DRILLING COPY** 工序，即成功复制通孔的钻孔工序。

(3) 双击 **DRILLING COPY** 图标，进入钻孔工序界面。在几何体设置区域中，单击  (指定特征几何体) 按钮，进入“特征几何体”界面，删除原来选择的孔。选取零件上的 $\phi 41$ 孔作为特征几何体，如图 4-1-37 所示。在“公共参数”区域中的“加工区域”下拉菜单选择“FACES CYLINDER_1”选项，如图 4-1-38 所示，将加工区域深度限制转变为“盲孔”选项。单击“确定”按钮返回“钻孔”界面。

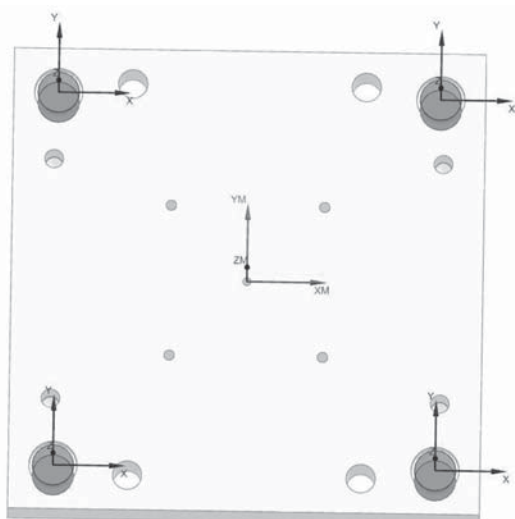


图 4-1-37 孔的选择

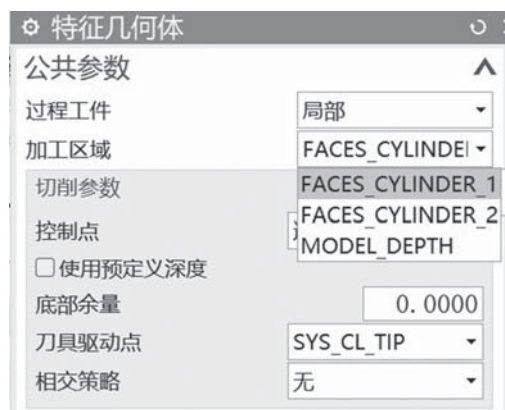


图 4-1-38 加工区域选择

(4) 在“工具”设置中，把刀具设置为“C41(沉头孔)”选项，单击  (生成) 图标，预览刀路，如图 4-1-39 所示。

(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 4-1-40 所示。确认无误后，单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

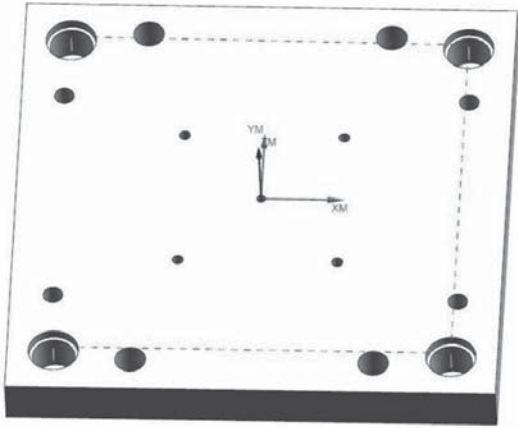


图 4-1-39 刀轨预览

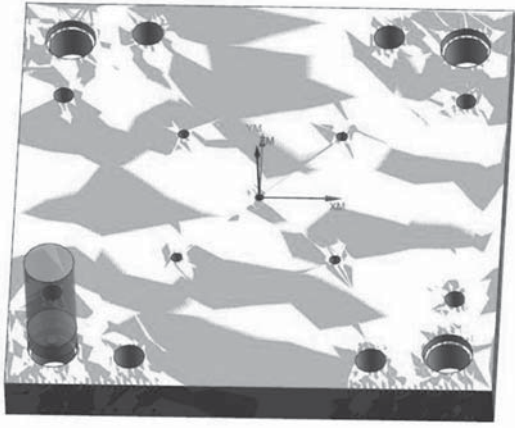


图 4-1-40 仿真效果

4.1.3 攻丝



攻丝

攻丝是指利用机用丝锥对螺纹孔的内螺纹进行加工。攻丝工序非常重要，参数设置不当容易造成丝锥断裂，残留在工件内。由于丝锥经常热处理非常坚硬，一旦断裂部分留在工件中，则取出较为困难，影响生产效率。

下面以如图 4-1-41 所示零件的加工为例进行介绍。

加工步骤如下。

参照之前的钻孔工序，对加工零件钻出 4.9 mm 的底孔。加工螺纹底孔的效果如图 4-1-42 所示。

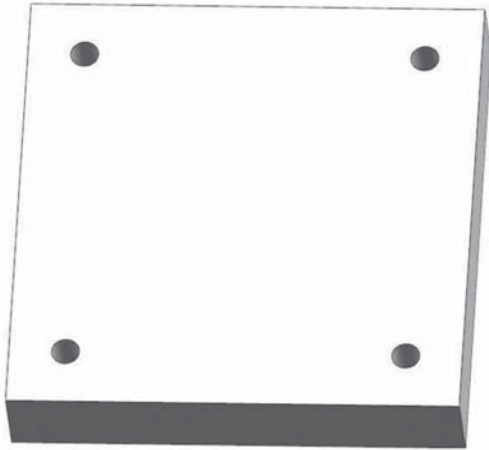


图 4-1-41 加工零件

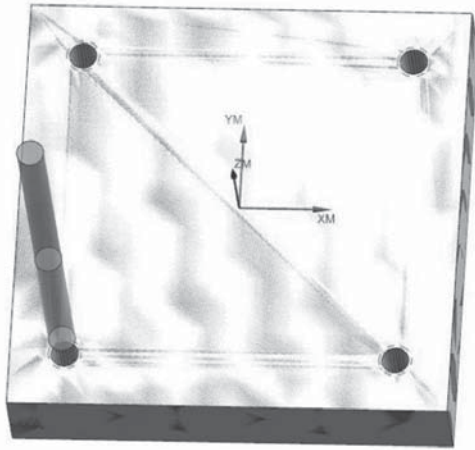


图 4-1-42 加工螺纹底孔效果

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丝锥，在“名称”文本框中输入丝锥的直径大小“T6”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“直径”文本框中填入“6.0000”，“颈部直径”文本框填入“5.0000”。“螺距”文本框修改为“1.0000”，如图 4-1-43 所示（粗牙螺纹 M6 的螺距为 1.0000，如不正确设置，将导致攻丝工序在捕捉螺纹参数时出错，造成丝锥加工时断裂的情况）。

(3) 在“编号”区域中“刀具号”“补偿寄存器”两项文本框中填入“3”，单击“确定”按钮完成刀具建立。



图 4-1-43 刀具参数

2. 创建攻丝加工工序

- (1) 右击  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 4-1-44 所示，在“位置”区域中，“刀具”下拉菜单选择“T6（丝锥）”，“方法”下拉菜单选择“DRILL_METHOD”选项，单击“确定”按钮进入“攻丝”对话框，如图 4-1-45 所示。



图 4-1-44 工序选择



图 4-1-45 工序界面

(3) 在几何体设置区域中,单击(指定特征几何体)按钮,进入“特征几何体”界面。依次选取零件上的底孔作为特征几何体,如图 4-1-46 所示。攻丝工序自动读取螺纹的参数用于加工,如图 4-1-47 所示。单击“确定”按钮返回“攻丝”界面,单击(生成)图标,预览刀路,如图 4-1-48 所示。

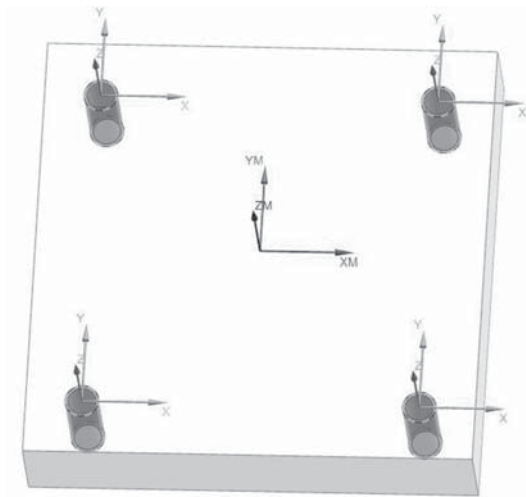


图 4-1-46 螺纹底孔的选取



图 4-1-47 读取螺纹参数

(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,勾选图标,在文本框中填入“500.0000”,在“进给率”区域中,把“mmpm”改为“mmpr”,填入“1.0000”,如图 4-1-49 所示。单击图标进行计算,单击“确定”按钮返回“攻丝”界面。

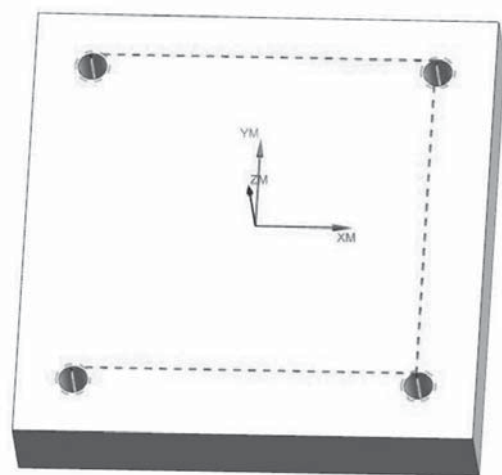


图 4-1-48 刀路预览



图 4-1-49 切削参数设置

(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 4-1-50 所示。确认无误后,单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

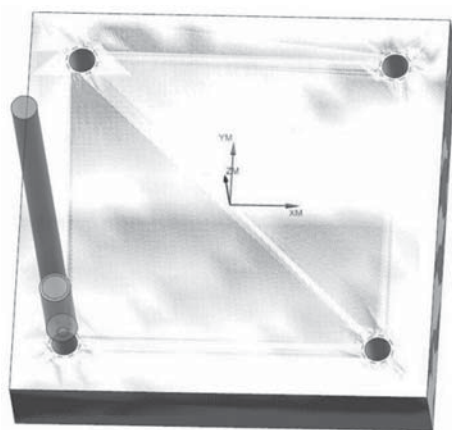


图 4-1-50 仿真加工

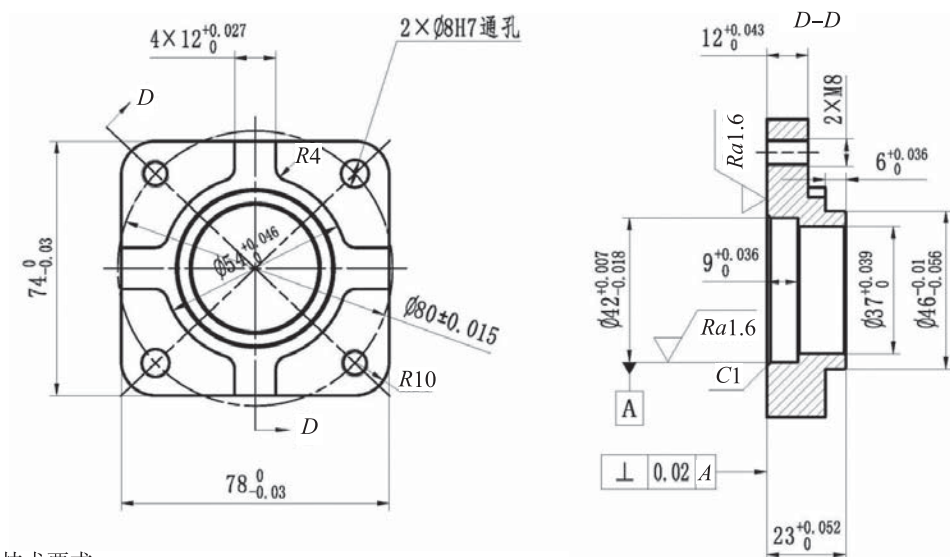
任务 4.2 “1+X” 证书项目的孔加工编程

4.2.1 项目分析

如图 4-2-1 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 $78_{-0.03}^0 \times 74_{-0.03}^0 \times 23_{-0.03}^{+0.052}$ 的轴承座，加工基准为 *A* 面，公差为 $\perp 0.02 A$ 。前两个项目中我们已经加工了基准面 *A* 面和反面 *B* 的形状和尺寸。我们接着将加工轴承座未加工的 $2 \times \phi 8H7$ 通孔和 $2 \times M8$ 螺纹孔。



“1+X” 证书项目的
孔加工编程



技术要求

1. 去毛刺，锐边倒钝；
2. 未注倒角 $C0.5$ ；
3. 未注公差尺寸的极限偏差按 GB/T 1804—2000—m。

$\sqrt{Ra3.2}$ (✓)

图 4-2-1 零件图

4.2.2 孔加工工艺选择

根据广州数控 990MA 数铣加工中心（不带刀库）的加工设备的具体情况，列举孔加工的加工工艺，如表 4-2-1 所示。

表 4-2-1 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 / ($\text{mm} \cdot \min^{-1}$)
钻中心孔	钻中心孔	中心钻 6	2000	200
钻 $2 \times \phi 8\text{H7}$ 通孔	钻孔	麻花钻 8	800	80
钻 $2 \times \text{M8}$ 螺纹底孔	钻孔	麻花钻 6.92	800	80
$2 \times \text{M8}$ 螺纹的攻丝	攻丝	丝锥 8	500	500

$\phi 8\text{H7}$ 的公差为 $\phi 8_0^{0.015}$ ，因此我们选用 $\phi 8$ 型号麻花钻进行钻孔。M8 为粗牙螺纹，底孔为 $\phi 6.92$ ，螺距为 1。

4.2.3 编程工序的确定

下面以钻 $2 \times \phi 8\text{H7}$ 通孔的加工为例。如图 4-2-2 所示为轴承座未加工孔 A 面的效果图，我们接着来加工 $2 \times \phi 8\text{H7}$ 通孔。

加工步骤如下。

1. 钻中心孔

(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中心钻 ，在“名称”文本框中输入中心钻的直径大小“C6”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“直径”文本框中填入“6.0000”，在“编号”区域中的“刀具号”“补偿寄存器”两项文本框中填入“1”，如图 4-2-3 所示。单击“确定”按钮完成刀具建立。

(2) 创建定心钻加工工序。

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



图 4-2-2 未加工孔 A 面的效果

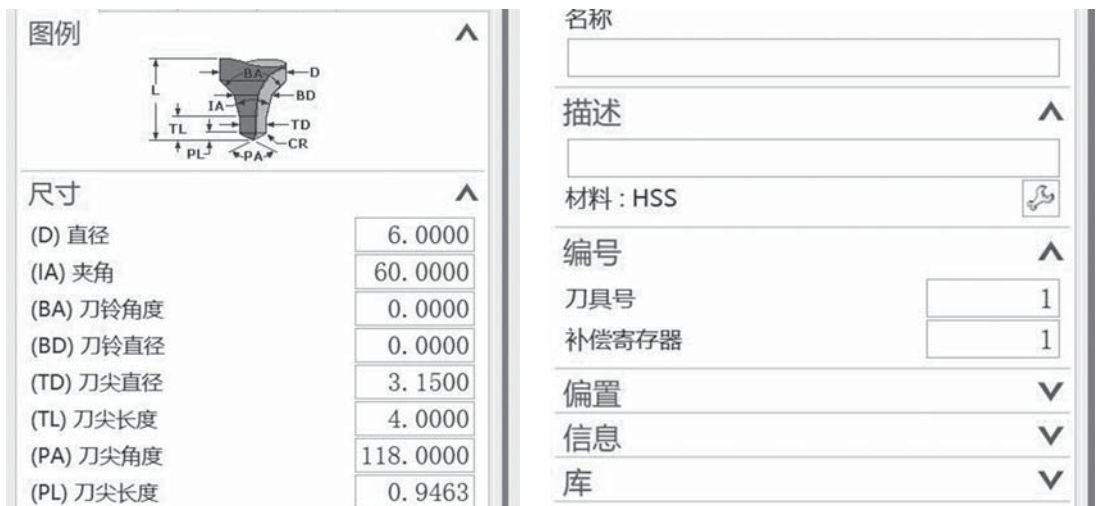


图 4-2-3 刀具参数

②在“位置”区域中，“程序”下拉菜单选择“PROGRAM”选项，“刀具”下拉菜单为“C6（中心钻刀）”选项，“几何体”下拉菜单选择“WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“DRILL_METHOD”选项，如图 4-2-4 所示。单击“确定”按钮进入“定心钻”对话框，如图 4-2-5 所示。



图 4-2-4 工序选择



图 4-2-5 “定心钻”界面

③在几何体设置区域中，单击（指定特征几何体）图标，进入“特征几何体”界面，如图 4-2-6 所示。依次选取零件上的所有孔作为特征几何体，如图 4-2-7 所示。在中心孔区域，单击“深度”设置的图标，将数值改为“0.5000”，如图 4-2-8 所示。单击“确定”按钮返回“定心钻”界面，单击（生成）图标，预览刀路，如图 4-2-9 所示。



图 4-2-6 “特征几何体”界面

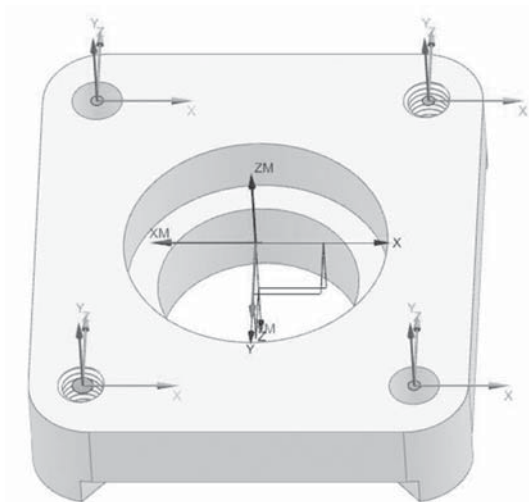


图 4-2-7 孔的选取

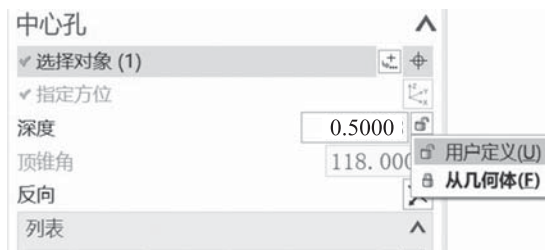


图 4-2-8 加工深度设置

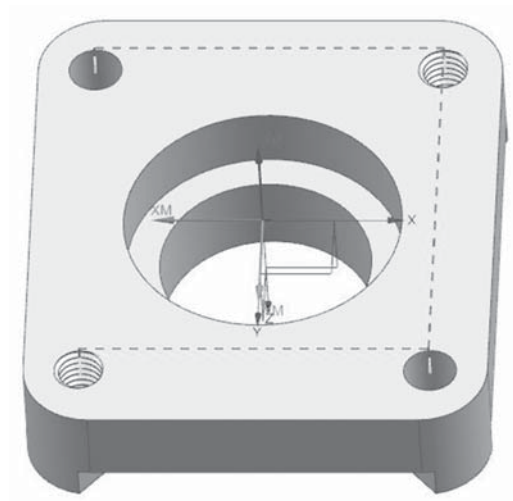


图 4-2-9 刀路预览

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, 勾选 图标, 在文本框中填入 2000, 在“进给率”区域中的“切削”文本框中填入 200, 单击 图标进行计算, 单击“确定”按钮返回“定心钻”界面。

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 4-2-10 所示。确认无误后, 单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

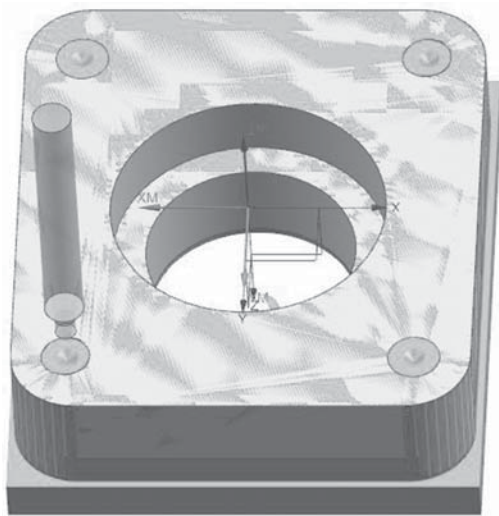


图 4-2-10 加工仿真

2. 钻 $2 \times \phi 8H7$ 通孔

(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麻花钻 ，在“名称”文本框中输入麻花钻的直径大小“S8”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“直径”文本框中填入“8.0000”，在“编号”区域中“刀具号”“补偿寄存器”两项文本框中填入“2”，如图 4-2-11 所示。单击“确定”按钮完成刀具建立。



图 4-2-11 刀具参数

(2) 创建钻孔加工工序。

①右击  SPOT DRILLING 图标，在弹出的工具条中选择“插入”→“工序”选项，在工序子类型中选择 （钻孔）工序。

②如图 4-2-12 所示，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“S8（钻刀）”选项，“几何体”下拉菜单选择“WORKPIECE”选项，“方法”下拉菜单选择“DRILL_METHOD”选项，如图 4-2-13 所示。单击“确定”按钮进入“钻孔”对话框。



图 4-2-12 工序选择



图 4-2-13 钻孔界面

③在几何体设置区域中,单击 (指定特征几何体) 按钮,进入“特征几何体”界面,如图 4-2-14 所示。依次选取零件上的孔作为特征几何体,如图 4-2-15 所示。单击“确定”按钮返回“定心钻”界面,单击 (生成) 按钮,预览刀路,如图 4-2-16 所示。



图 4-2-14 “特征几何体”界面

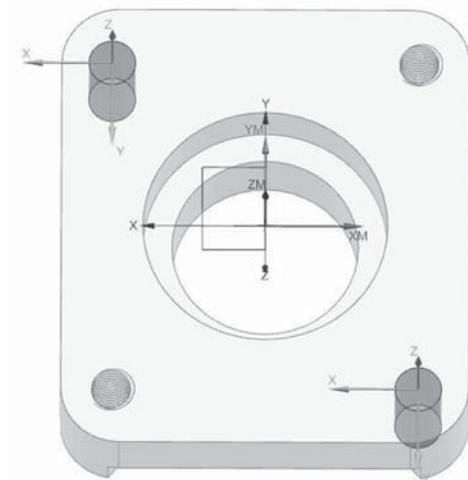


图 4-2-15 孔的选取

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,勾选 图标,在文本框中填入 800,在“进给率”区域中的“切削”文本框中填入 80,单击 图标进行计算,单击“确定”按钮返回“钻孔”界面。

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 4-2-17 所示。确认无误后,单击两次“确定”按钮后完成工序创建。

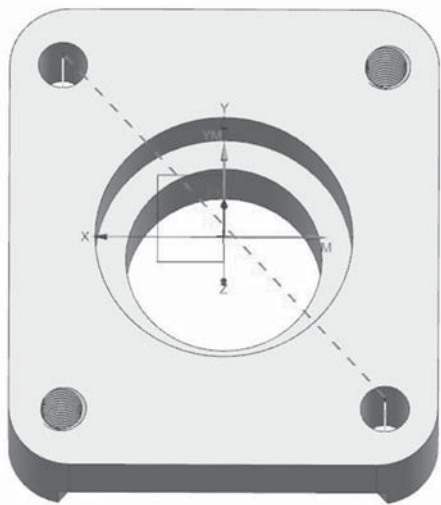


图 4-2-16 刀轨预览

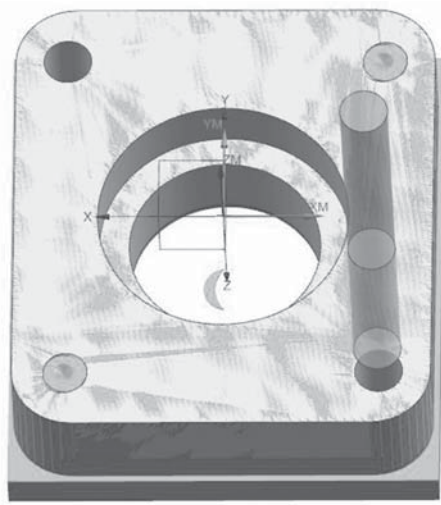


图 4-2-17 仿真加工

思考

是否能在反面 *B* 面进行 $2 \times \phi 8H7$ 通孔和 $2 \times M8$ 螺纹孔的加工？请分析具体原因。

4.2.4 工件的检测与改进

数控车铣加工职业技能等级（中级）实操考核试题附带的考核评分表如图 4-2-18 所示。我们可以通过常用内径千分尺（量程 0~25 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-座承座零件										
试题编号		考生代码				配分		40		
场 次		工位编		工件编		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										
11	1	Ø	80	0.015	-0.015	80.015	79.985			
12	3	M8	8	0	0	8	8			
13	3	Ø	8	0.015	0	8.015	8			

图 4-2-18 考核评分表

4.2.5 “1+X” 证书项目习题

大家在 4.2.3 中，学习了零件轴承座中的 $2 \times \phi 8H7$ 通孔的孔加工工艺与编程，请根据零件轴承座图 4-2-1 以及加工工艺表 4-2-2，完成 $2 \times M8$ 螺纹孔的孔加工编程，加工效果如图 4-2-19 所示。

表 4-2-2 加工工艺表

加工步骤	加工方式	加工刀具	主轴转速 / ($r \cdot \min^{-1}$)	进给率
钻 $2 \times M8$ 螺纹底孔	钻孔	麻花钻 6.92	800	$80 (mm \cdot \min^{-1})$
$2 \times M8$ 螺纹的攻丝	攻丝	丝锥 8	500	$1 (mm \cdot r^{-1})$



图 4-2-19 加工效果



首批“中国质量工匠”——巩鹏

巩鹏，男，中共党员，中国航天科工三院 33 所钳工，高级技师，国防科技工业有突出贡献中青年专家。他主要承担导弹武器控制系统关键件的加工和生产任务。巩鹏设计制造 80 余套工装和加工设备，提高工效从几倍到几十倍不等；技术革新 20 余项；排除产品故障数十起，直接和间接创造经济效益近 2000 万元。

导弹技术太高新、太尖端，很多零部件的加工无法通过自动化机床来生产，必须手工打造、研磨、精制，这些零部件的加工精度直接决定着国防武器装备的精准度。质量是考验工人的技术、经验以及大脑支配双手操作能力的综合体现。有些小零件的研磨平面精度要求达到机器都无法完成的 12 级。12 级是什么概念？就是一面镜子！

巩鹏尝试着摸索研磨方法、改进研磨环境及设备，经过无数次尝试，成功发明了一个研磨“秘方”，再辅以特殊的研磨工具和手法，被大家称作“巩氏研磨法”，终于达到技术指标要求，而且合格率由外协厂家的 50% 提高到近 100%。由于攻克了平面精密研磨技术难关，所以确保了产品质量，大大提高了生产效率，满足了多个型号急迫的批量生产需求。

为攻克某重点型号产品中的 D 型孔加工工艺，巩鹏潜心研究，改进钳工研磨方法，将成品合格率由原来的 50% 提高到 99%；某产品罩盖设计结构复杂，一件产品往往需要数天才能加工完成，而且尺寸的一致性和产品质量都难以保证。经过 3 个多月日夜奋战，巩鹏熬红双眼，发现了新的加工方法，省去 6 道加工工序，降低了劳动强度，提高工效近 50 倍，提高了产品质量。

依靠独特的平面精密研磨技术，巩鹏所在单位完成了多个型号加速度计的研制和批产，技术指标在国内外惯导产品占据领先地位。因其性能稳定、质量可靠，先后 11 次助力神舟系列飞船飞行任务取得圆满成功，也为圆满完成飞船与“天宫”目标飞行器交会对接、“嫦娥三号”精准落月、探月三期再入返回等飞行试验任务立下功劳。

这位从 1988 年开始与板锉、钻头等加工器具“厮守”的普通钳工，如今已经是享誉行业内的“大国工匠”。在 30 年的职业生涯中，巩鹏用默默的坚守和非凡的成绩，书写了一段从学徒到钳工拔尖人才、再到质量工匠精神传承者的传奇人生，成为中国航天技能人才的代表，也为千千万万追求极致质量、锤炼卓越技能的人们树立了一个典范。

（来源：央视网，2022 年 10 月 28 日）