

序

随着中国经济的快速发展、现代化制造业新技术的提升以及先进设备在工业界的广泛应用，也呼唤着中国现代职业教育的改革和发展，加速和提升了高素质、高技能应用型人才的培养和要求。

现代制造业的最重要标志是基于工业化和信息化两化融合基础上的智能化生产工具和生产过程。而现代化职业教育的主要特征之一是职业教育信息化，即：利用现代化多媒体课件、仿真模拟软件、大数据、数据仓库及云计算技术等，真实地、直观地放映生产加工过程。采用人机对话、动态学习和案例分析的方式，让学生在虚拟环境中，得到操作训练，提高实际动手能力。

以数控专业为代表的职业教育发展和教学方法的改革，充分体现了现代化制造业和职业教育信息化的结合。很显然，由于数字化在这一领域的应用，数控教学和这一专业从业人员的培养，已不再是普通意义上的蓝领操作工，而是具有一定基础机械加工和软件编程的理论与实践经验相结合的综合性技能人才。

作为德国职业教育优质资源引进的重要项目之一，我们向中国职业教育院校和应用技术大学推荐凯勒数控教学软件SYMplus CNC以及相关系列的教学教材和案例。通过凯勒数控仿真模拟教学软件 and 与之相关的教材、案例的学习、分析和应用，使读者能更好地掌握现代化制造业数控加工各种控制系统编程和PAL数控标准，便捷轻松地学习复杂的数控多轴加工和简化的3+2轴工作原理，了解认知国际化数控教学方法和练习，从而实现现代职业教育“理-虚-实”一体化的综合解决。

凯勒数控教学软件是一款优秀的教学方法软件，或称数控教学资源大课件。它将数控教学基础、数控加工工作过程、CAD/CAM功能模块、车铣削加工方案、系统控制编程等，利用计算机动漫、三维模拟的方法并加入大量的图表、数据、解释和习题等融为一体，集成一个庞大的教学资源库，采用多媒体和人机对话的方式，进行演示和训练。通过这一数控教学软件的演练，使从事数控教学的和培训的教师有了一套丰富多彩的的教学工具，对学员来说，能轻松地学习和掌握数控基础知识，“寓教于乐”。同时辅助学员达到数控机床操作实训目的，这大大地减少了昂贵的设备投入。

为使用户能简单明了地使用和掌握凯勒数控教学软件，我们编写了这本凯勒数控教学软件快速使用指南。希望您为您在数控专业领域的教学和学习提供快捷帮助和解惑！



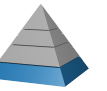
德国China Window国际信息技术合作公司
董事长兼CEO 高鹏博士

第1版，2015年 版权声明
未经发行人和版权拥有者书面许可（即便是单独文字段落及图片和图纸），不允许复制或改编。此声明，不仅对影印或复印有效，而且对改编为影片、音像、工作页及其他媒体方式均有效。

发行人：广州凯勒德中信息科技有限公司（简称凯勒中国）
作者和版面设计：广州凯勒德中信息科技有限公司
版权拥有者：广州凯勒德中信息科技有限公司

非法复制、版权必究！

德国联系方式：<http://www.cnc-keller.com>
中国联系方式：<http://www.chinawindow-keller.com>



目录

第1章 软件启动及界面说明	3
1.软件启动	3
2.软件界面介绍	3
3.软件功能介绍	4
第2章 虚拟车间/机床/工具操作	5
1.虚拟车间介绍	5
2.机床结构内容操作介绍	8
3.机床使用操作简介	10
第3章 数控基础教学模块	12
1.理论知识模块介绍	12
2.G1/G2/G3模块介绍	14
3.PAL控制器介绍	17
4.教师教案介绍	20
5.设置介绍	21
6.机床连接介绍	24
7.铣削加工实例	25
8.车削中心（C轴）加工实例	28
第4章 控制系统教学模块	31
1.控制系统操作介绍	31
2.数控铣床控制系统简介	33
3.数控车床控制系统简介	33
第5章 CAD/CAM模块	34
1.绘图模块介绍	34
2.加工工艺模块介绍	38
3.加工实例	39

第1章 软件启动及界面说明

1. 软件启动

1.1双击桌面快捷图标启动。如图1.1 a所示为数控铣床软件图标，图1.1 b所示为数控车床软件图标。



图1.1 凯勒软件快捷图标

1.2使用操作系统程序菜单

在开始程序菜单栏依次找到KELLER Systems→SYMplus→SYMplus Milling（数控铣床）或SYMplus Turning（数控车床）软件，并点击启动软件。如图1.2所示。

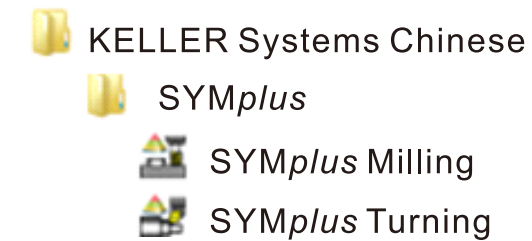


图 1.2 开始程序菜单栏启动

2. 软件界面介绍

启动软件后，将进入图1.3所示界面。其中，单击图标 （序号6）按钮可调节软件窗口大小；单击图标 （序号7）按钮可退出软件。

图标上的F1-F12表示要进入该模块（功能）可按相应的快捷键F1-F12。

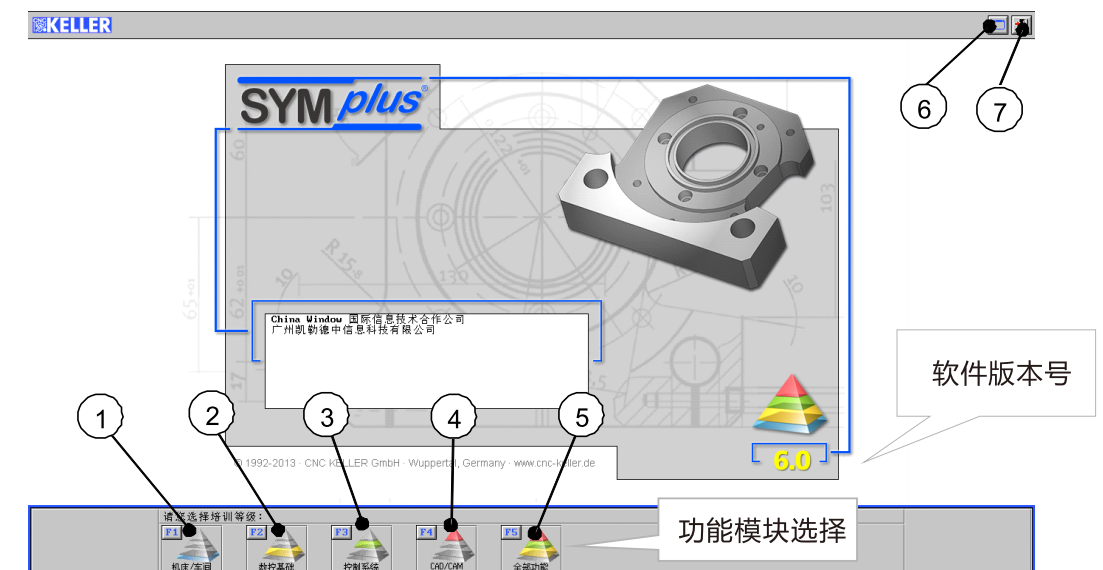
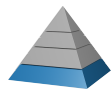


图1.3 软件界面



3. 软件功能介绍

3.1 软件的基本功能

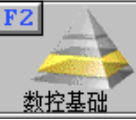
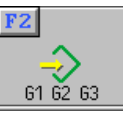
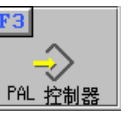
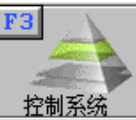
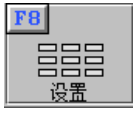
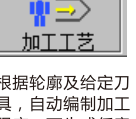
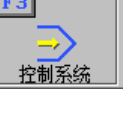
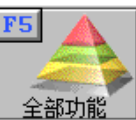
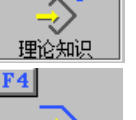
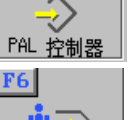
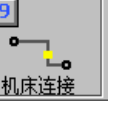
利用SYMplus您可以实现整个数控技术的培训和进修：

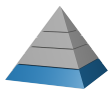
- 在虚拟车间中了解和调整数控机床；
- 利用PAL多媒体和PAL模拟器实施数控基础培训（软件可以扩充铣削的3+2轴功能和车削的C轴功能）；
- 学习所有重要的控制编程；
- 应用CAD/CAM 接口的培训/生产。

3.2 软件各功能模块的功能简介

软件包含机床/车间、数控基础、数控系统、CAD/CAM及全部功能操作模块，各模块的主操作功能和辅助操作功能见表1.1所示。

表1.1 凯勒软件各功能模块的操作功能

序号	功能模块	主操作功能	辅助操作功能
1	 点击图标或按F1键进入	 模拟车间  数控机床结构  数控机床操作	
2	 点击图标或按F2键进入	 数控理论知识  数控指令编程  数控加工模拟器	 教学的案例、学生测试题及评价等，需要密码才能进入系统程序  输入刀具材料信息 完成设置 转变为 基础培训 考试内容 高级培训  将数控程序传送到机床系统程序
3	 点击图标或按F3键进入	 利用数控指令编程	 设置  机床连接
4	 点击图标或按F4键进入	 计算机绘图  根据轮廓及给定刀具，自动编制加工程序，可生成任意系统程序  控制系统	 设置  机床连接
5	 点击图标或按F5键进入	 理论知识  G1 G2 G3  PAL 控制器  控制系统  绘图  加工工艺	 教师教案  设置  机床连接



第2章 虚拟车间/机床/工具操作

1. 虚拟车间介绍

进入机床/车间模块后，点击  图标（或按F1键）进入车间操作功能。如图2.1所示。



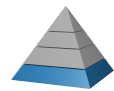
图2.1 车间操作功能界面

说明：

：序号8，单击此按钮可得到相应的帮助信息；：序号9，单击此按钮可从一个操作方式切换至其他操作方式。
点击  按钮可获得按钮功能（如图2.2 a）所示、图像调整（如图2.2 b）及版本信息（如图2.2 c）。你可以通过键盘上的  按钮来巡视立体的车间环境(如图2.3所示)；也可以改变图像的显示质量；也可以了解到flash及凯勒软件的版本信息。



图2.2 车间操作帮助信息



利用箭头按钮巡视立体车间环境

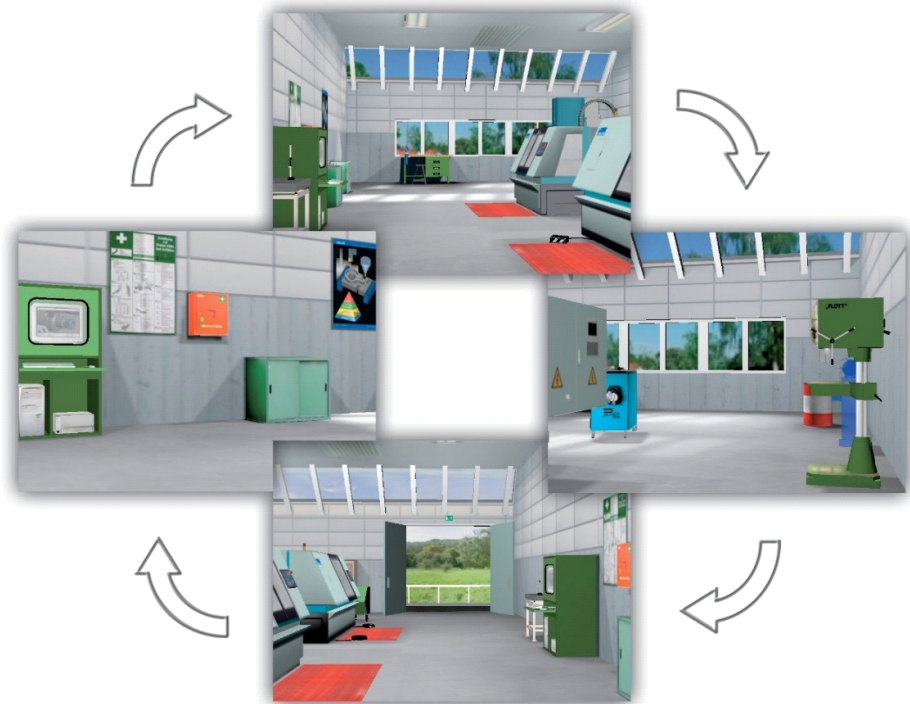


图2.3 巡视立体车间环境

巡视过程中，鼠标变成  时，表示该物品可以活动，比如可以双击医药箱门、滑动储物门及工具车的抽屉将其打开如图2.4所示。

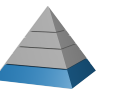


图2.4 可打开的门和抽屉

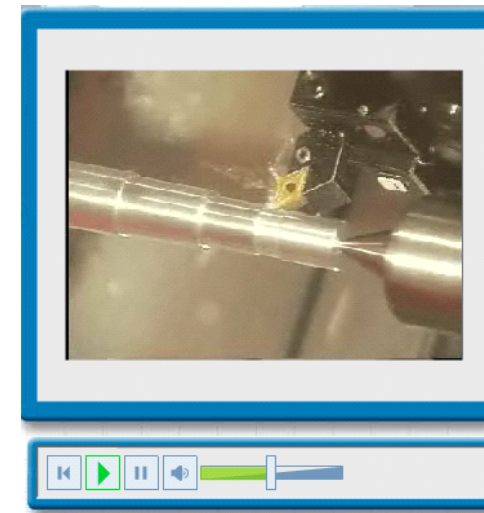
当你将鼠标移至车间内某一物体上时，在信息栏将会显示物体的名称信息,如图2.5所示，将鼠标移至测试台时，信息栏显示的信息；



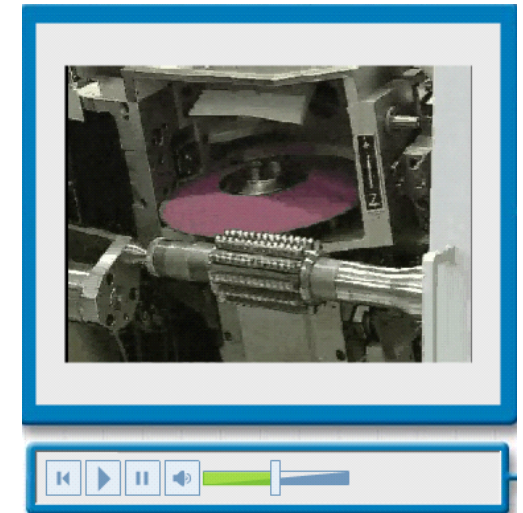
图2.5 物体名称信息显示



当指示旁边出现（序号10）图标时，表示该物品有视频或学习知识，可点击进一步了解相关信息或学习知识。点击数控车床或数控铣床上，可以观看数控加工视频。如图2.6所示，a为数控车床加工视频，b为数控铣床加工视频。



a数控车床加工视频



b数控铣床加工视频

图2.6 加工视频

点击工作台上的测量工具，如图2.7所示，可以学习到常用量具游标卡尺、千分尺、极限塞规和极限卡规的使用方法。

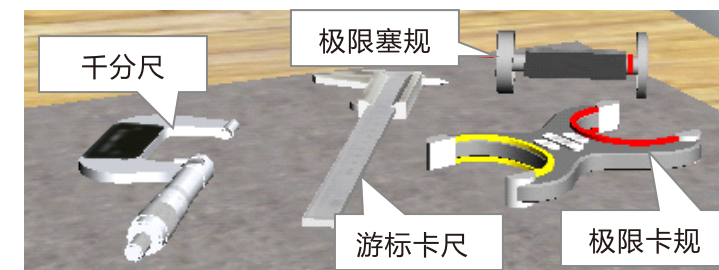


图2.7 常用工具

点击工具车上的扭力扳手，如图2.8所示，可以学习到有关扭力的知识。

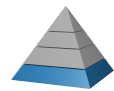


图2.8 扭力扳手

点击夹具，可以学习液压夹具的相关知识。



图2.9 液压夹具

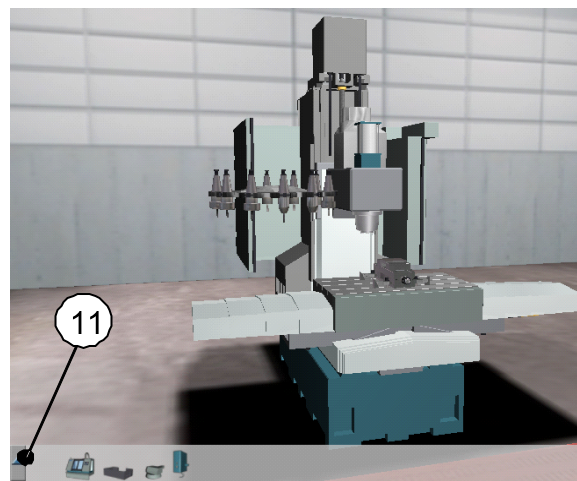


2. 机床结构内容操作介绍

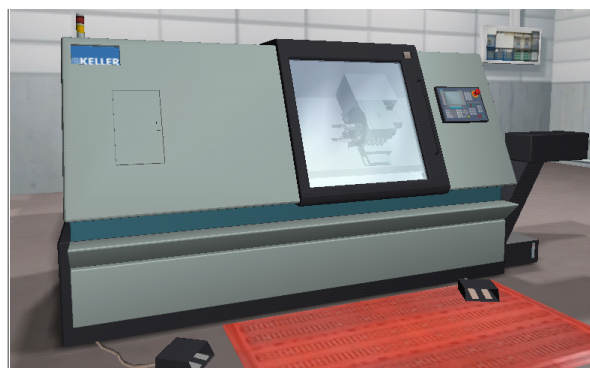
进入机床/车间模块后，点击  图标（或按F2键）进入机床结构内容操作。利用箭头按键可旋转、接近或远离观察机床，如图2.10 a和c所示，当鼠标放在机床相关部位时，信息栏会显示部位名称。



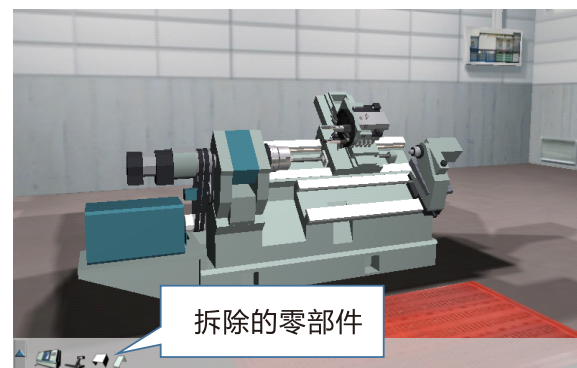
a 数控铣床外形



b 拆除部分零件的数控铣床



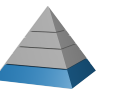
c 数控车床外形



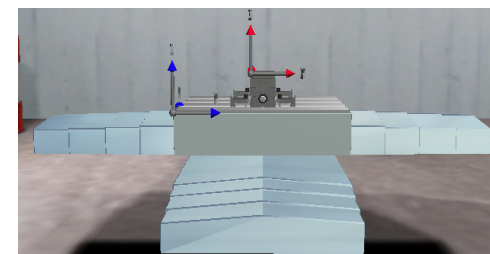
d 拆除部分零件的数控车床

图2.10 数控机床

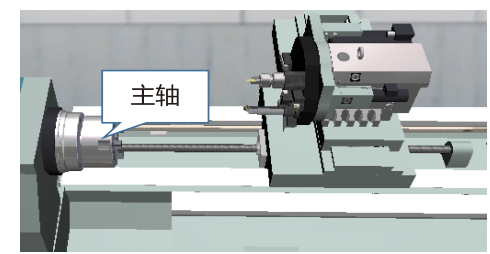
当鼠标指针变成  时表示该部分可拆除，点击后部件将被拆除，拆除的部件将显示在下方物品栏内如图2.10 c和d所示，点击拆除的部件又可重新安装回机床上。点击  （序号11）按钮，可将物品栏上移至顶部。



当鼠标指针显示为  图标时，表示该结构有进一步学习的内容。分别点击菜单栏中的各项内容，你将能全面了解机床的重要部分的结构，如数控铣床的工作台（图2.11 a）、数控车床的主轴（图2.11b）、数控铣床的车库（图2.11c）及数控车床的刀架（图2.11d）等。



a



b



c



d

图2.11 数控机床重要部分的结构

同时，还可以学习机床结构、坐标系的布置、滚珠丝杠的工作原理、液压夹具的工作原理以及机床的控制原理等。以下截图只是一小部分内容，软件中的知识非常丰富。

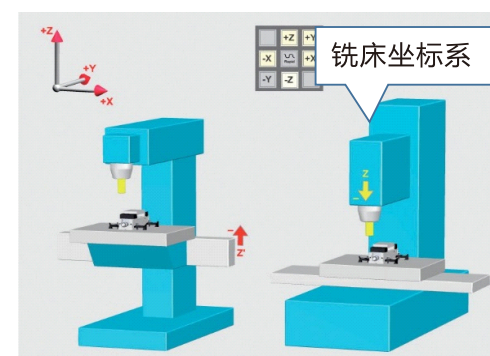


图2.12 数控铣床的坐标系

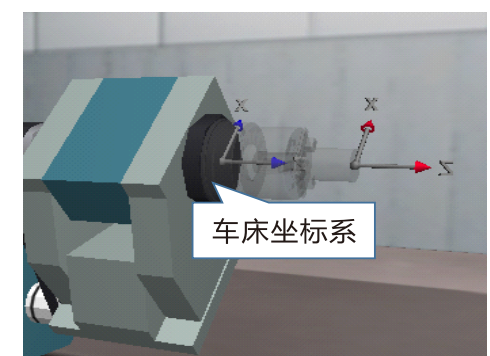


图2.13 数控车床的坐标系

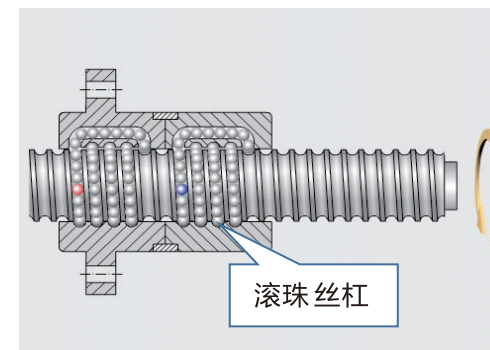
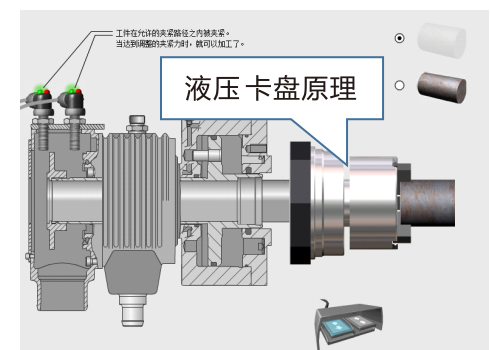
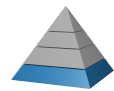


图2.14 滚珠丝杠的结构图



2.15 液压卡盘的原理

注：在软件中有很多可以互动的动画，需要操作者一步步按照提示去完成动作，这样能让操作者清晰的认清机构的工作原理及理论知识。



3. 机床使用操作简介

3.1 软件的基本功能

进入机床/车间模块后，点击图标 （或按F3键）进入机床使用功能。本操作方式中有机床调整及编程两个操作菜单，如图2.16所示。机床调整菜单有接通、手动操作、刀具补偿和工件零点四种形式的模拟操作；编程菜单有写程序、编辑程序和程序运行三种形式的模拟操作。

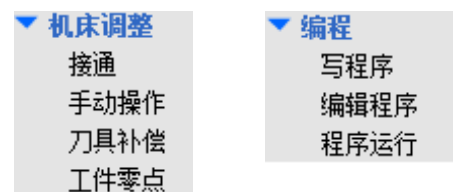


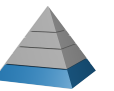
图2.16 机床使用菜单

软件提供了学习操作的基本步骤，初学者只需按操作机床的基本步骤操作软件模拟的机床，如果不知道下一步该如何做时，可以点击  查看信息栏中的步骤提示，如图2.17所示。以机床调整中接通操作为例：

点击接通菜单，软件界面如下：



图2.17 机床开机操作



息栏显示，用机床电源总开关接机器并且等待，直到控制系统开启；你可以点击  符号，则信息栏显示主开关位于机器后面的开关柜门上，此时，可用键盘的箭头按钮旋转机床，点击开关  符号，电源接通如图2.18所示，信息栏则显示下部动作：释放紧急停机按钮，只需按要求一步步做，便可完成任务。



图2.18 机床电源接通

在操作机床过程中，若存在错误操作导致模拟机床碰撞等，软件会进行报警，并给出相应信息，如图2.19所示。



图2.19 机床碰撞报警

说明：：序号12，返回到主菜单；：序号13，出现事故，点击可调入事故信息。



第3章 数控基础教学模块

1. 理论知识模块介绍

进入数控基础模块后，单击  或按F1键，进入理论知识学习模块界面，如图3.1所示。

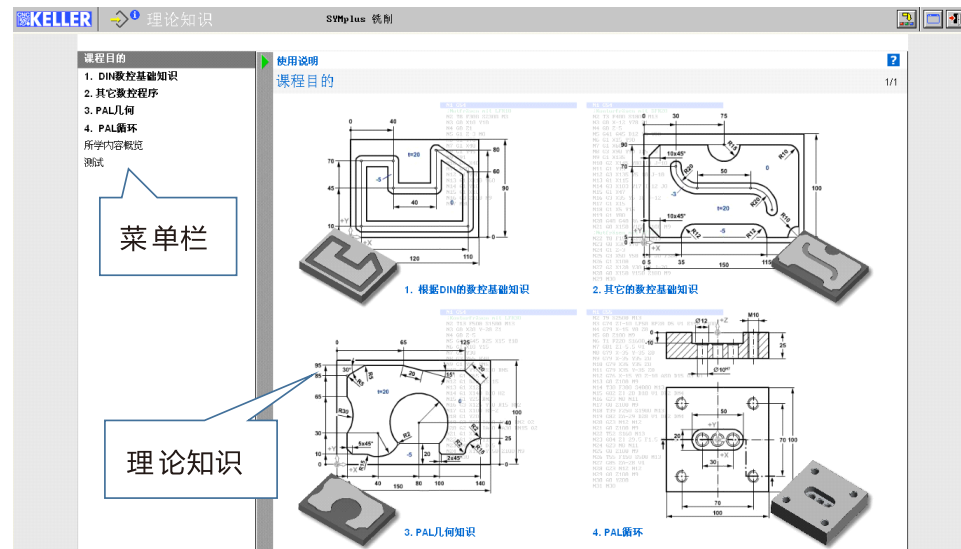


图3.1 理论知识学习界面

理论知识菜单栏内包括：1.DIN数控基础知识、2.其他数控程序、3.PAL几何和4.PAL循环等4个学习部分。如图3.2所示为各部分的子菜单内容。

1. DIN数控基础知识	2. 其它数控程序
• 引言 ▶ 几何基础知识 I ▶ 技术基础知识 ▶ 编程指南 • 总结 • 编写数控程序	• 导论 ▶ 几何基础知识 II ▶ 技术基础知识 ▶ 用于培训的切削数据 ▶ 用于产品的切削数据 • 总结 ▶ 编写数控程序
3. PAL几何	4. PAL循环
• 引言 • 倒圆角和倒斜角 • 半径 • 利用 RN+/RN-/R 指令进行轮廓编辑 (顺时针方向) • 利用 RN+/RN-/R 指令进行轮廓编辑 (逆时针方向) • 坐标和角 • 角和长度 • 坐标和长度 • XA/YA 和 XI/YI • IA/JA 和 I/J • G2/G3的变种 • 总结 • 数控程序编写	• 引言 • 循环结构 • 利用 G79调入 G72矩形型腔铣削循环 • 利用 G79或 G76调入 G73圆形铣削循环 • 利用 G79调入 G74铣槽循环 • 利用 G77调入 G75圆槽铣削循环 • G23 部分程序重复 • 利用 G76的 G81 钻孔循环 • 利用 G77带有断屑的 G82 深孔钻削循环 • 利用 G76的 G84 攻丝循环 • 利用 G77调入 G85铰孔循环 • 总结 • 数控程序编写

图3.2 理论知识菜单内容



理论知识学完后，在菜单栏点击“测试”对DIN和PAL多媒体提供随机的、有一定时间限制的测试题进行解答，测试内容如图3.3所示。

根据DIN66025的数控基础知识

- ▶ 几何基础知识
 - 工件上的点
 - G90绝对值/G91增量值
 - G1 直线插补
- ▶ 技术基础知识
 - 转速
 - 进给速度
- ▶ 编程导论
 - T 刀具
 - M功能
- ▶ 编写数控程序
 - 铣槽

其它的数控基础知识

- ▶ 几何基础知识
 - G2/G3圆弧插补
 - 轮廓调节
- ▶ 工艺基础知识
 - 理论上的切削数据
 - 实践上的切削数据
- ▶ 编写数控程序
 - 带有刀具半径补偿的外部轮廓

PAL几何

- PAL几何的应用
- 轮廓调节
- 编写数控程序

PAL循环

- G72 矩形型腔铣削循环
- G74 槽铣削循环
- 编写数控程序

PAL编程

- G功能
- 程序分析

评价

- 检测结果

图3.3 测试的内容

当测试达到80%或以上标准时，您将会获得一份如图3.4所示，带有姓名和分数的“证书”。



图3.4 测试结果证书



2. G1/G2/G3模块介绍

在“理论知识学习”里，您已经学会绘制轮廓的几何基础知识，在这种操作方式中您可以绘制任意轮廓。以及在G1/G2/G3操作方式下新建程序、录入程序、显示刀具轨迹路径、保存程序等。

2.1新建程序

单击  图标，弹出新建文件/打开文件窗，如图3.5所示。选择新建文件，确认后弹出新建文件对话框，如图3.6所示。

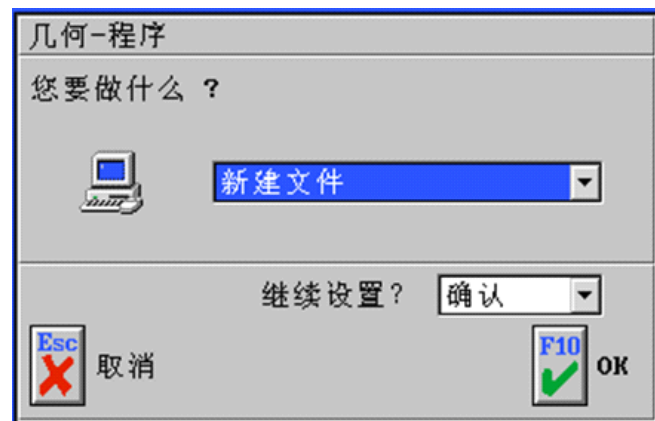


图3.5 新建文件/打开文件弹窗



图3.6新建文件弹窗

在对话框中输入文件名及相应的起点位置，单击  确认。进入编程界面，如图3.8所示。

2.2录入程序

单击  图标或按F1键，在程序语句输入区选择命令，如图3.7所示；并填入相应坐标值。

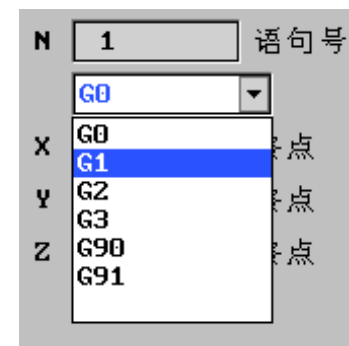


图3.7 程序语句输入

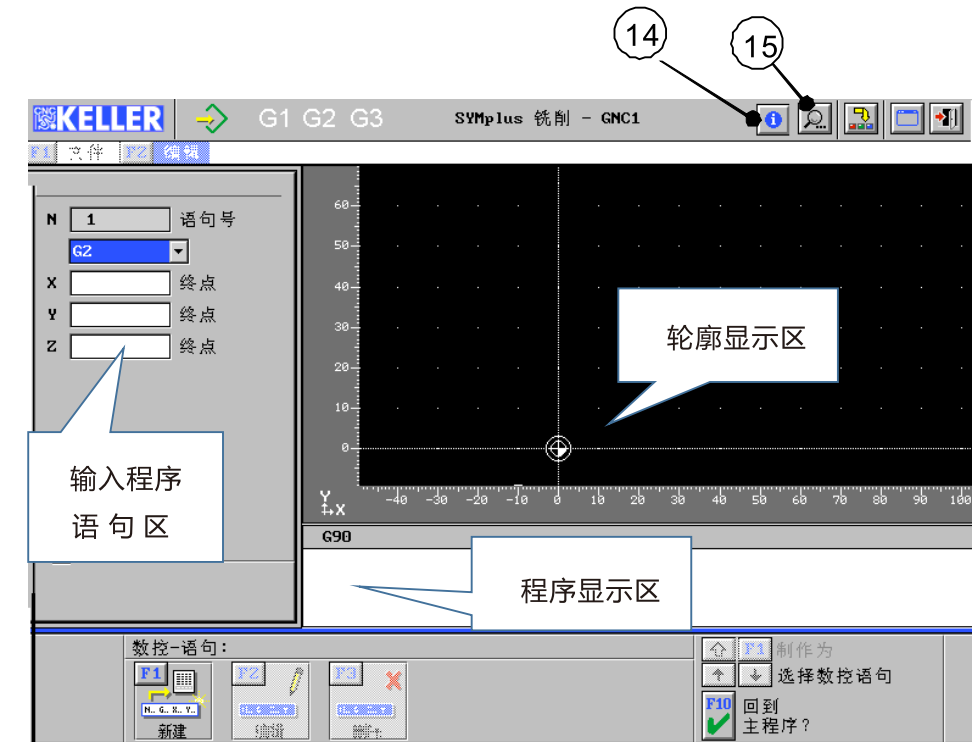
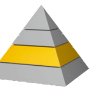


图3.8 编程界面

说明：序号14，单击图标会显示语句功能图示及注释，如图3.9所示。

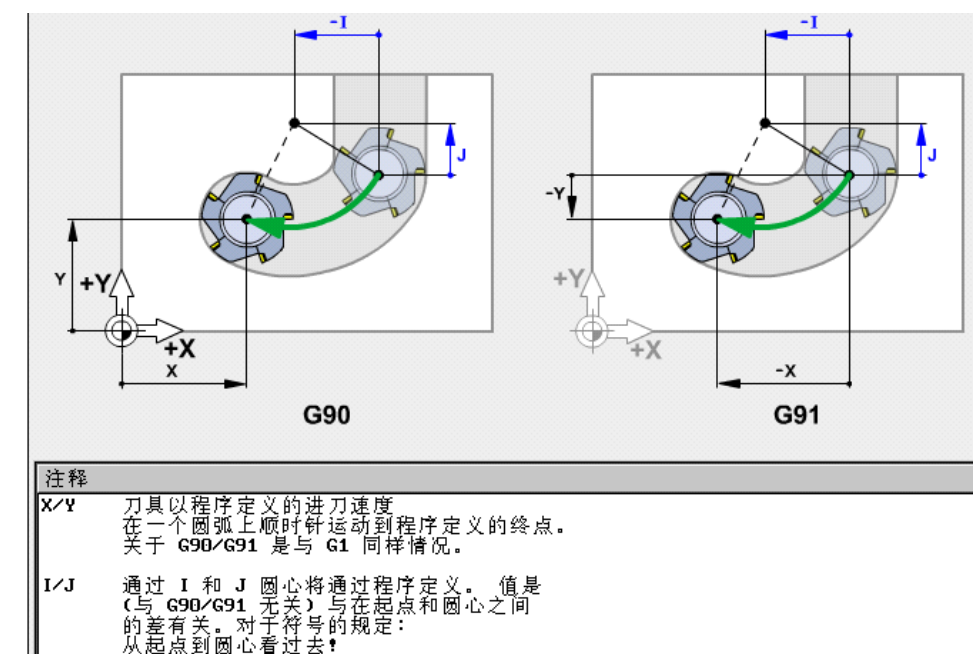


图3.9 语句注释



：序号15，附加功能按钮，在未选程序语句时，点击后功能面版如图3.10所示。



图3.10 附加功能按钮

单击 图标，可进行数控语句编辑或删除。

每次录入完一段程序以后必须要按F1新建程序段，否则会覆盖之前录入的数值。按照图形坐标数值，录入相对的坐标指令，结果如图3.11所示：

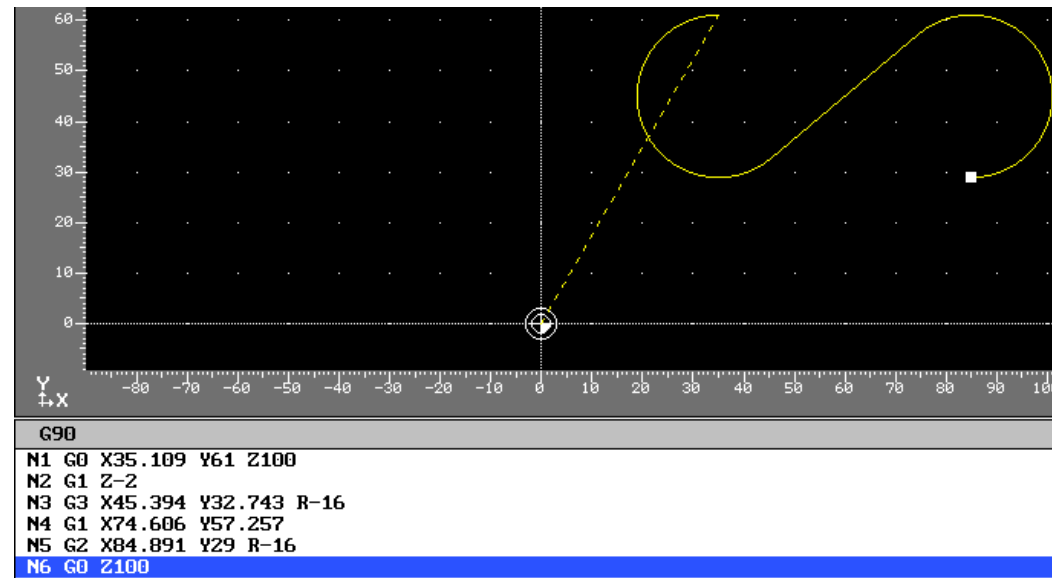


图3.11 程序和轮廓显示结果

2.3程序保存

当程序全部输入验证无误后，需要对程序进行保存，保存文件名为NC1，具体操作如下：



3. PAL控制器介绍

3.1从操作方式G1/G2/G3到PAL模拟器

在操作方式 G1/G2/G3 中您已经拟定了几何形状，现在导入操作方式“PAL模拟器”中，具体操作如图3.12所示：

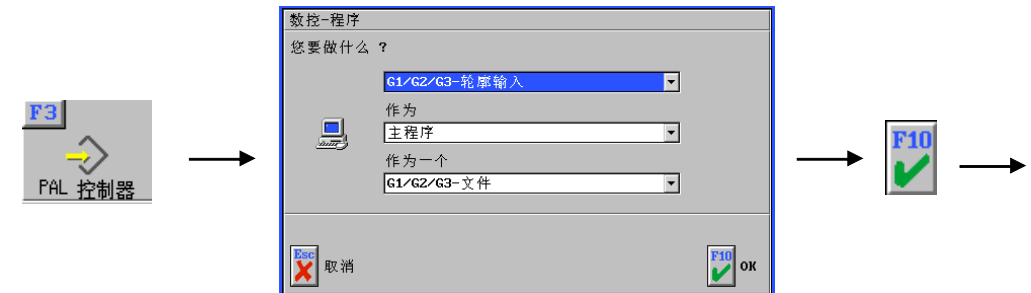


图3.12 PAL模拟器导入操作

打开文件夹111名称为NC1的文件，假如这个文件夹不是需要激活的文件，可以通过“F1选择其他文件夹”进行激活，如图3.13所示。

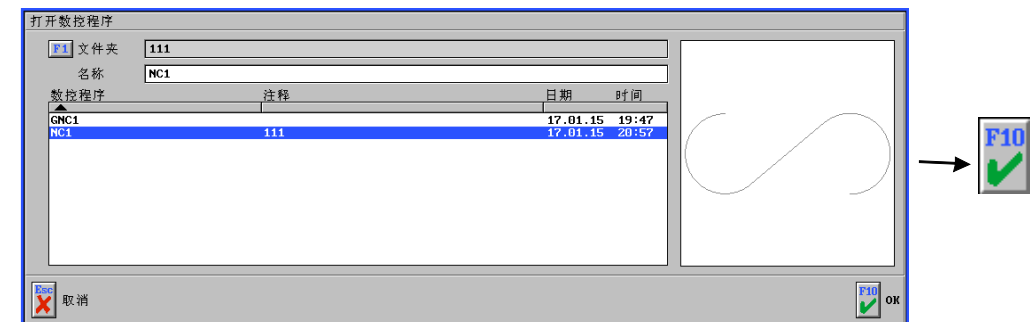


图3.13 文件选择

现在几何程序被加载到编辑模拟器中，如图3.14所示。

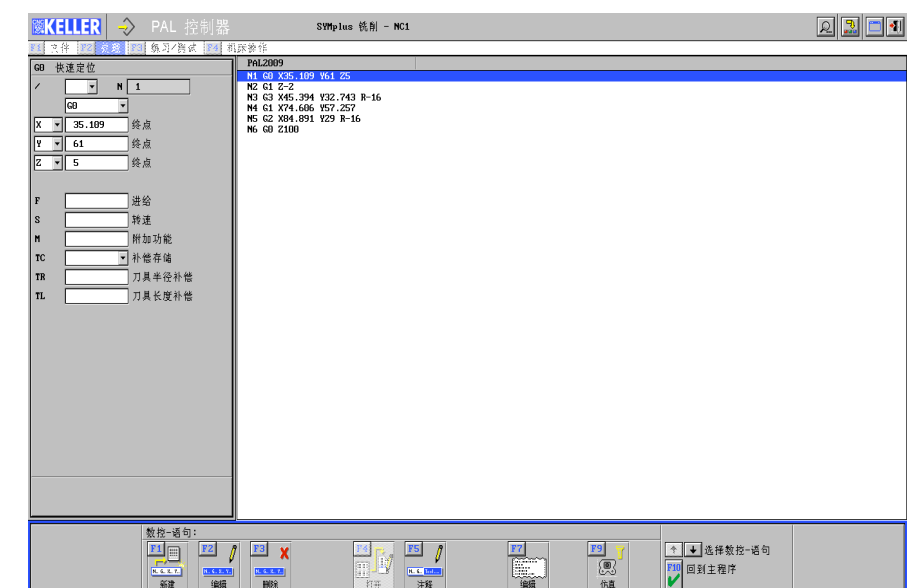


图3.14 加载程序结果



3.2 刀具的选择

具体操作详见设置模块。

3.3 二维模拟仿真



显示如图3.15所示刀具加工动画，使用 **+** 键和 **-** 键调节模拟速度，按下 **F8** 键，可以暂停模拟。

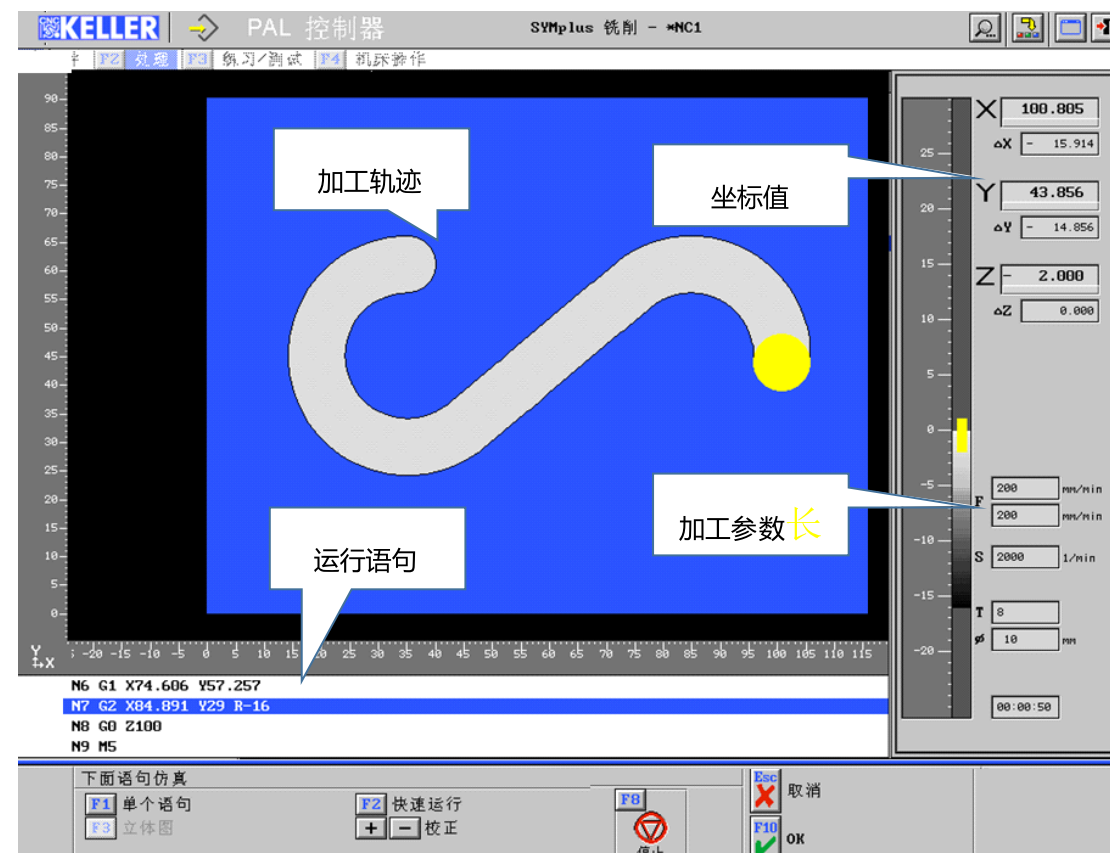


图3.15 二维模拟图

二维模拟过程后利用 **F3** 生成这个工件的三维视图显示，如图3.16所示。

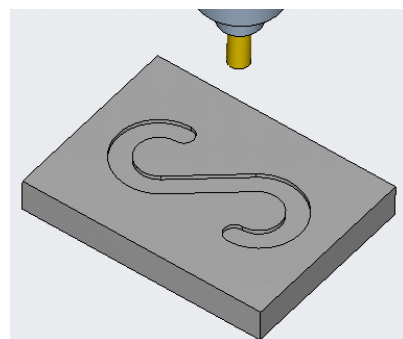
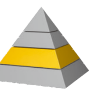


图3.16 三维视图

利用 **F5** 确定体积...
 $V = \text{[]} \text{ dm}^3$
...利用 **F6** 确定质量
 $m = \text{[]} \text{ kg}$



3.4 三维模拟仿真



点击进行参数设置，如图3.17所示。



图3.17 仿真参数设置

如果您购买了(3+2)轴的模拟程序，还有下面的补充机床，如图3.18所示：

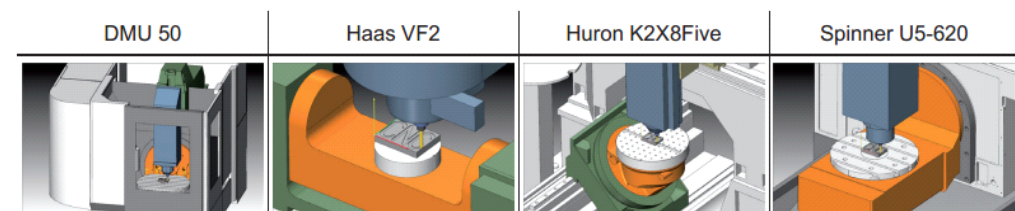


图3.18 具有3+2轴的机床模拟程序

选择 **F9** 和 **F2**，然后你可以利用 **F6** 视图 进行存储和调入不同的显示视角。



图3.19 视图调整菜单

在调入三维模拟过程，为了总能够获得“喜欢的视图”，可采取以下措施：

选择希望得到的视图 **F6**，然后储存视图的位置，再按 **F6** 存储。在三维模拟时，只要你选择视图1，仿真视角马上会调节到你预先设置的视图角度，总是显示你“喜欢的视图”。

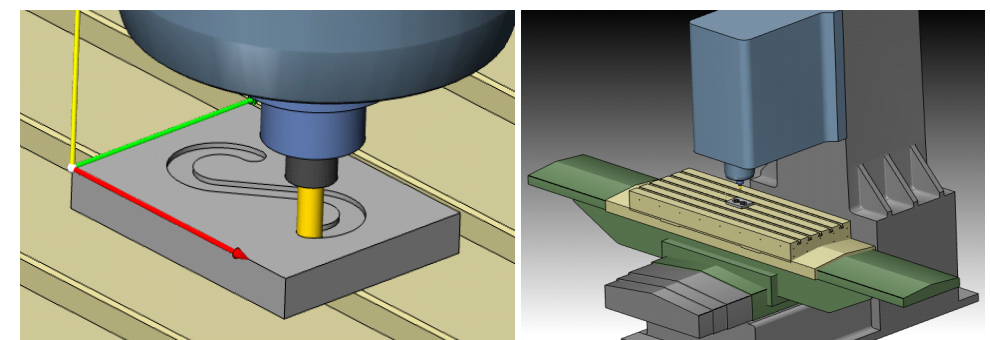


图3.20 三维视图

在三维模拟仿真过程中，你可以通过鼠标中键进行视图的放大缩小，同时按住鼠标左键进行视图的旋转。



4. 教师教案介绍

单击  图标，进入教师教案模块，初始密码“123”，可通过  修改密码或进行测试。

为了编订练习或者测试，请您采取以下措施：

- 1) 在操作方式‘PAL-模拟器’中编订一个相应的您要设立任务的数控程序。
- 2) 调入操作方式‘教师’并且输入密码。
- 3) 利用<F1>‘文件’/ <F1>‘新的’设立一个新的任务，如图3.48所示。
- 4) 利用<F1>‘数控程序’选出您编订的数控程序。
- 5) 给这个任务分配一个名称和评价。
- 6) 选择任务为练习或者测试。
- 7) 利用<F10>结束这个对话框。

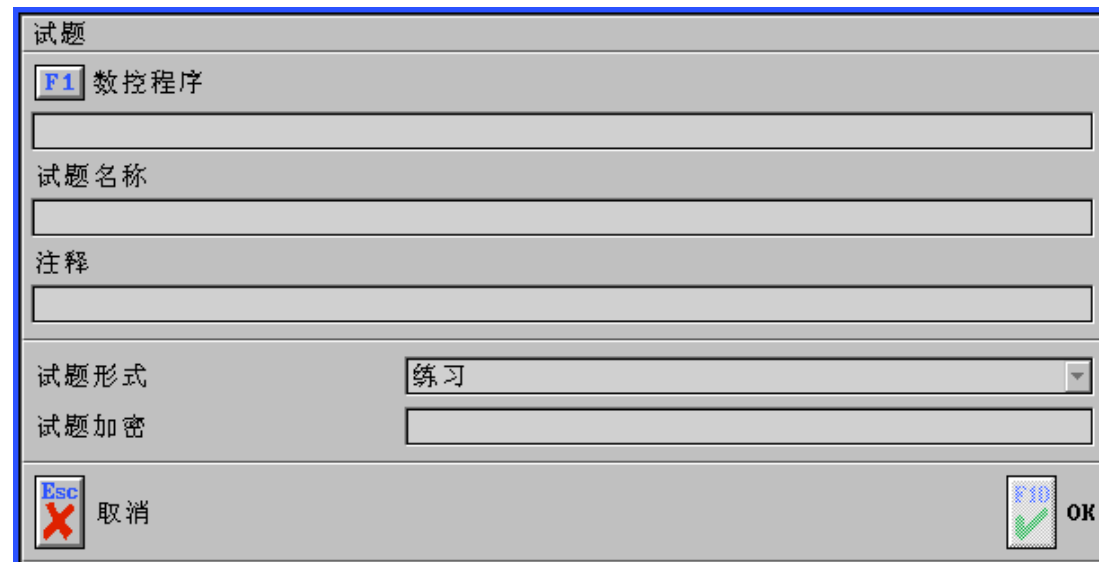


图3.21 新建练习或试题

注：在练习和测试之间重要的区别在于，在测试中详细的评价只有通过测试人员实现，一次处理的空缺不能再次修正。从各个成绩可以自动获得班级的平均成绩。



5. 设置介绍

点击  图标或按F8，进入设置菜单如图3.22所示。



图3.22 设置菜单

5.1 刀具设置菜单

进入刀具菜单后，可选择F1新建、F2修改、F3管理及F4打印等操作。

1) 新建刀具

点击F1新建菜单，选择刀具类型，如图3.23所示并确认。

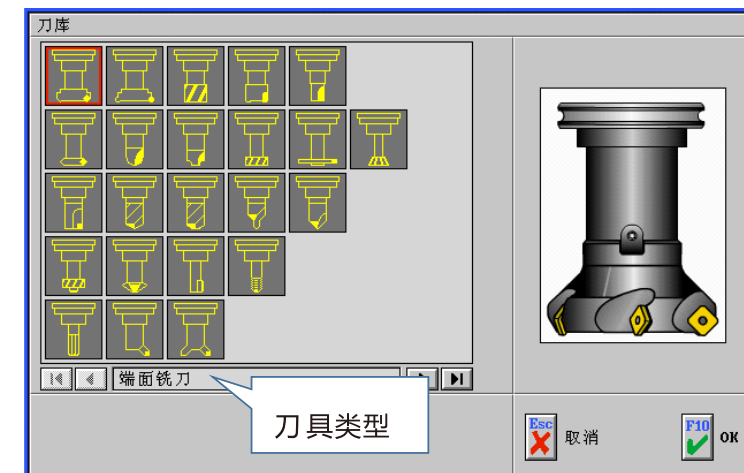


图3.23

分别点击修改如图3.24所示，F1名称、F2属性、F3绘图、F4加工和F5工艺相关参数，并确认新刀具建立完成。

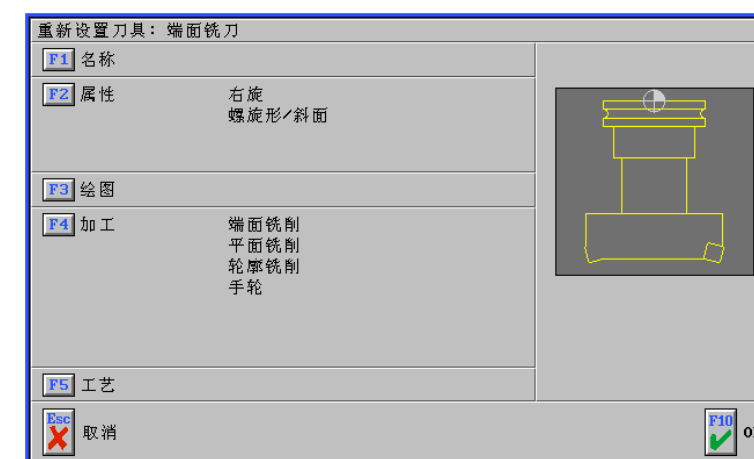


图3.24 新建刀具参数



2) 其他操作

点击F2修改菜单，进入刀具单，选中其中要修改的刀具，双击便会弹出如图3.24所示的参数表，可进行相应参数的修改。

点击F3管理菜单，进入刀具单，可以对刀具进行删除、复制、导入\导出等管理操作。

点击F4打印菜单，可以打印刀具参数及刀具单等信息。

5.2 刀库设置菜单

1) 新建刀库

点击F1新建菜单，显示如图3.25所示窗口。当所选位置是空位时，点击F1位置配备，则出现刀具单，选中要入库的刀具并确认完成刀具入库；若所选位置已存有刀具，点击F1移除刀具。点击F2、F3和F4分别可以进行刀库的存储、修改和加载功能。

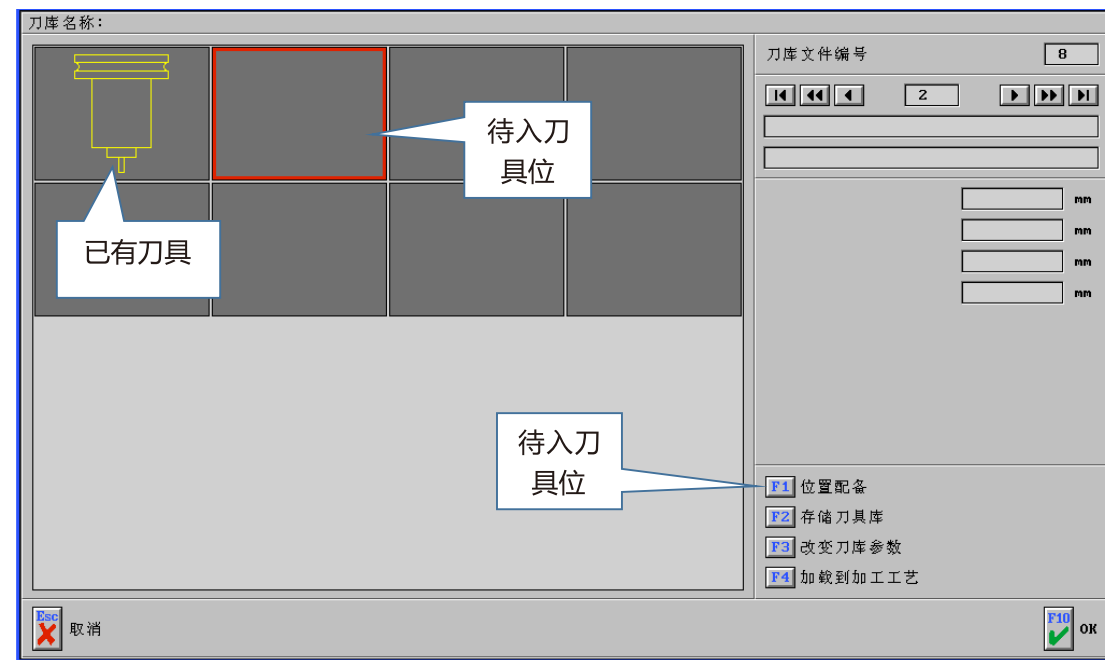


图3.25 刀库的建立

2) 其他操作

点击F2修改菜单，可修改刀库参数；点击F3管理菜单，可以管理刀库操作；点击F4打印菜单，可以打印刀库参数。

5.3 材料设置菜单

进入材料菜单后，显示如图3.26所示材料管理菜单，分别点击F1、F2、F3和F4可以实现对材料的重新设置、修改、删除和复制功能。



图3.26 材料设置菜单

5.4 系统 - 设置菜单

1) 预调菜单

可以预置操作方式，点F2修改或双击‘操作方式模拟器’进行确认，如图3.27所示。



图3.27 预调菜单

2) 文件存储区域



可以设置

各类文件存放的文件夹等信息。



6. 机床连接介绍

单击  进入机床连接模块，可以在自由编辑器中利用“F1文件”加载和编辑（搜寻，替代，复制，插入，...）任意的数控程序。为了将数据传输到数控机床中，选择“F3数据传输”和“F1发送”。在“F1参数”下利用“F10编辑”“Demo”，如图3.28所示。然后选择 ，如图3.29所示，编辑机床参数。

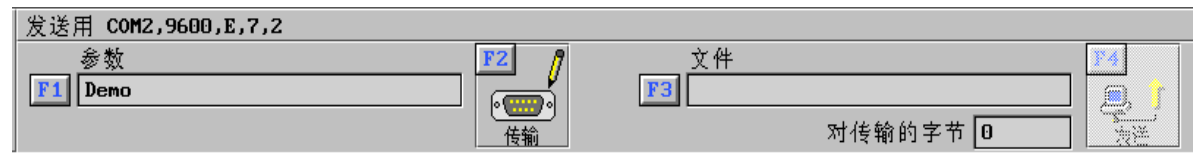


图3.28 机床连接参数设置



图3.29 机床参数设置

注意：控制系统的传输参数在电脑上同样的被编辑。

单击“F3文件”。然后选择需要文件，按下“ENTER”键并且利用“F10”打开数控程序。然后选择 ，数据将传送到机床中。



7. 铣削加工实例

按照图3.30所示加工零件图，完成80X80的正方形加工以及25度角的定向铣削加工。

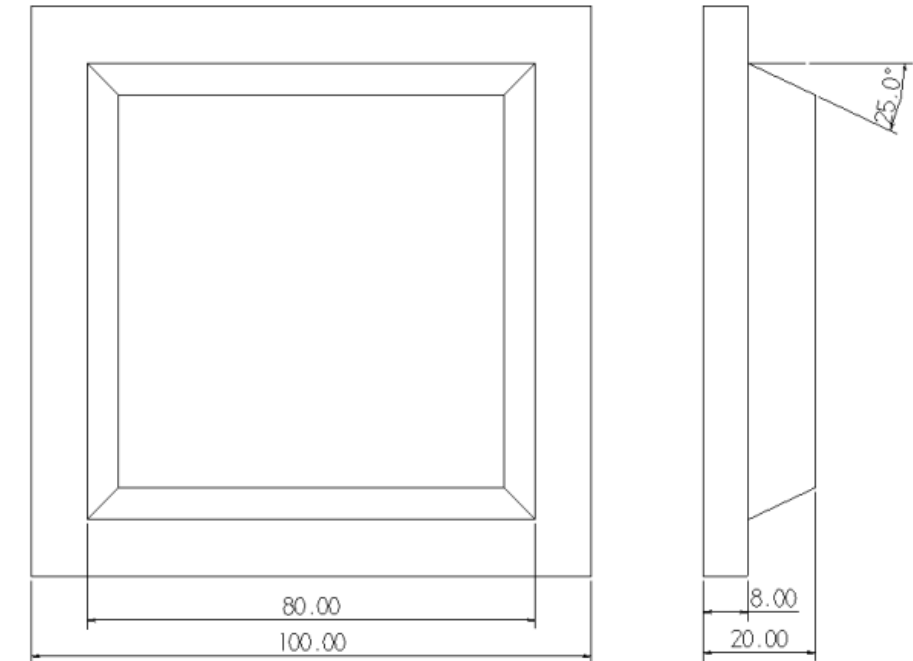


图3.30 零件图

第一步：按顺序完成以下操作，为保证编写程序时G功能指令下拉菜单中出现G17、G23、G59等命令。

点击  进入后——点击  —— F4 系统-设置 —— F1 预调 ——点击图3.31中的[操作方式 PAL控制器]、点击[F2修改]——点击图3.32中的模式[PAL2012 3+2]、点击[F10]保存，必须重新启动软件否则无法保存数据。



图3.31

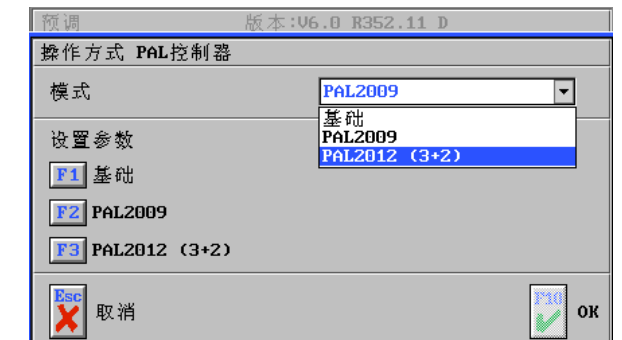


图3.32



第二步：重新启动软件后，点击 、点击 ，选择[新建文件]，如图3.33所示；点击[F10]进入，如图3.34所示。

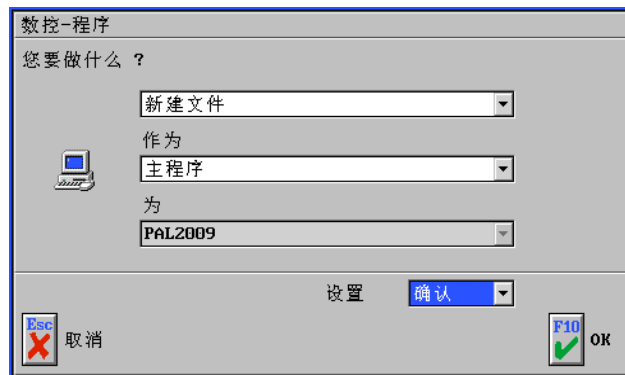


图3.33

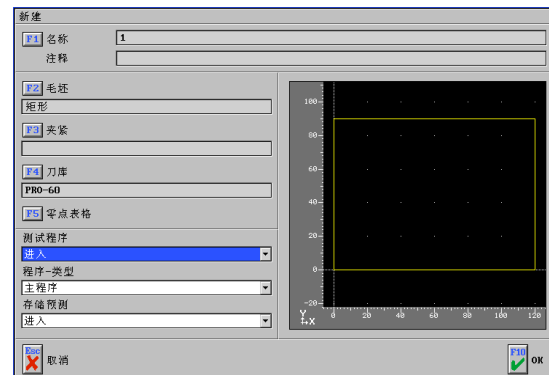


图3.34

第三步：点击F2设置工件毛坯，选择毛坯为矩形如图3.35所示；设置参考点位置为“左上角”，毛坯长度和宽度为100，如图3.36所示；毛坯深度为20，如图3.37所示。

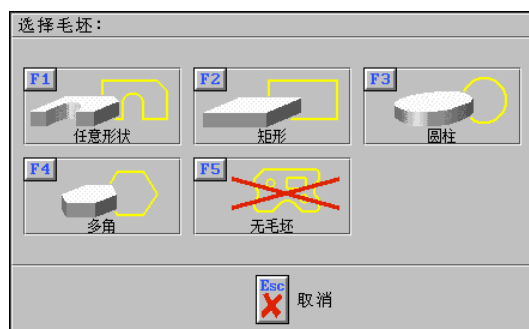


图3.35

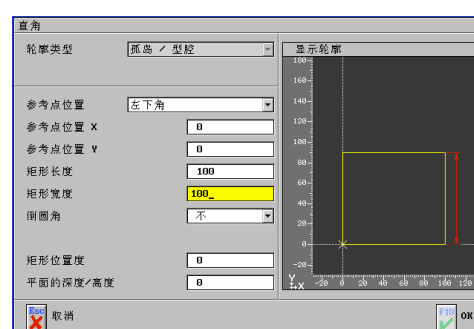


图3.36



图3.37

第四步：点击F3选择夹具，选择F2平行的夹具，如图3.38所示，设置平口夹具的参数，如图3.39所示。

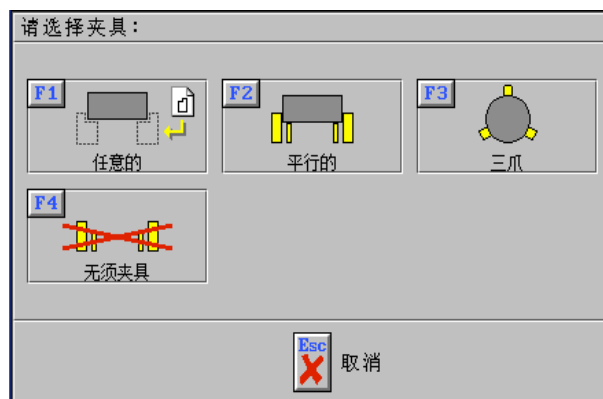


图3.38

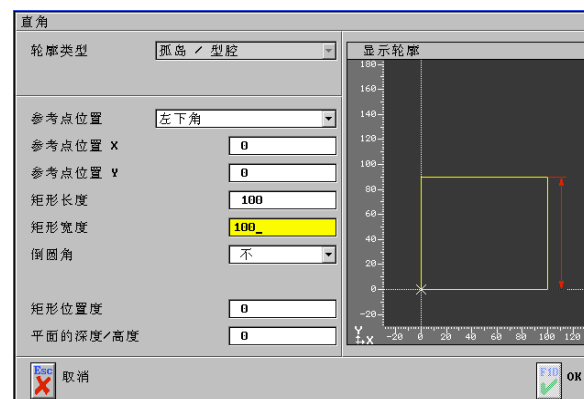
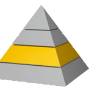


图3.39



第五步：点击F4选择刀具，选择PRO - 60刀库中的第15号刀具，直径为20，具体参数如图3.40所示。

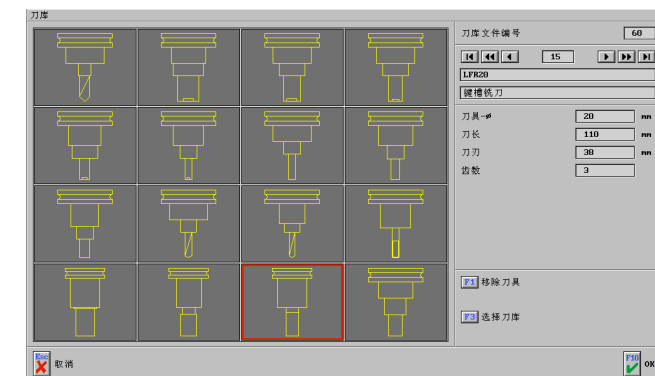


图3.40

第六步：对正方形80×80进行程序编写，如图3.41所示将程序录入。程序编写完成后选择三维立体仿真，加工结果如图3.42所示。

```
N1 G54
N2 T15 F500 S2000 M3
N3 G0 X-20 Y-20 Z100
N4 G0 Z2
N5 G1 Z-6
N6 G41
N7 G1 X10 Y10
N8 G1 Y90
N9 G1 X90
N10 G1 Y10
N11 G1 X10
N12 G40
N13 G0 Z2
N14 G0 X-20 Y-20
N15 G1 Z-12
N16 G23 N6 N13
N17 G0 Z100
```

图3.41

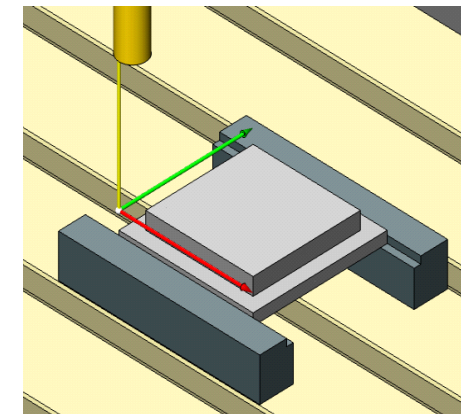


图3.42

第七步：继续完成25度角的定向铣削加工程序的编写，如图3.43所示将程序录入（注：G17指令中的CR和BR顺序不能相反，否则空间旋转的角度会错误，发生撞刀现象）；程序编写完成后选择三维立体仿真，加工结果如图3.44所示。

```
N18 G59 XA90 YA10 ZA-12
N19 G17 AM0 BM-25 CM0
N20 G0 X25 Y90 Z20
N21 G0 Z0
N22 G41
N23 G1 X0 Y90
N24 G1 Y-10
N25 G40
N26 G0 Z100
N27 G17 AM0 BM0 CM0
N28 G50
N29 G59 XA90 YA90 ZA-12
N30 G17 CR90 BR-25
N31 G23 N20 N28
N32 G59 XA10 YA90 ZA-12
N33 G17 CR180 BR-25
N34 G23 N20 N28
N35 G59 XA10 YA10 ZA-12
N36 G17 CR-90 BR-25 AR0
N37 G23 N20 N28
N38 M30
```

图3.43

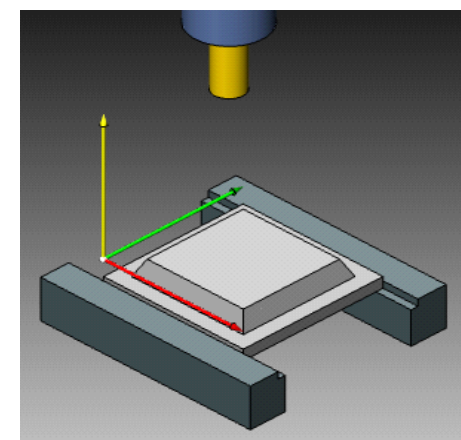
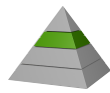


图3.44



8. 车削中心（C轴）加工实例

如图3.45所示加工样件图，完成外圆的车削加工、轴向六角型的铣削加工。

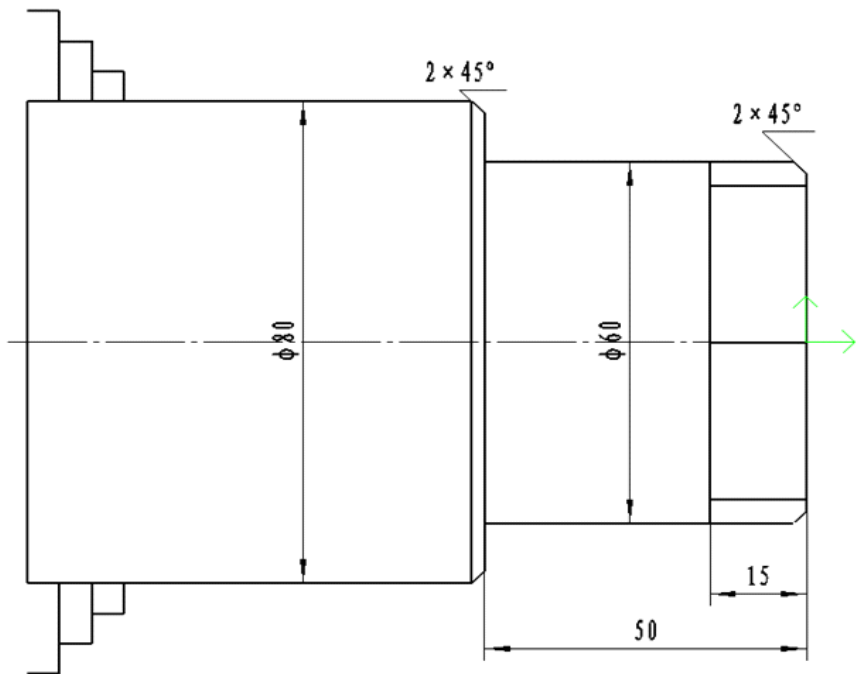


图3.45 零件图

第一步：按顺序完成以下操作，为保证编写程序时G功能指令下拉菜单中出现G17、G17C等命令。

点击 进入后——点击 —— 系统-设置 —— 预调 ——点击图3.46中的[操作方式 PAL控制器]、点击[F2修改]——点击图3.47中的模式[PAL2012 C]、点击[F10]——重新启动SYMplus车削软件后将改变编写程序时G功能指令下拉菜单中出现G17、G17C等命令

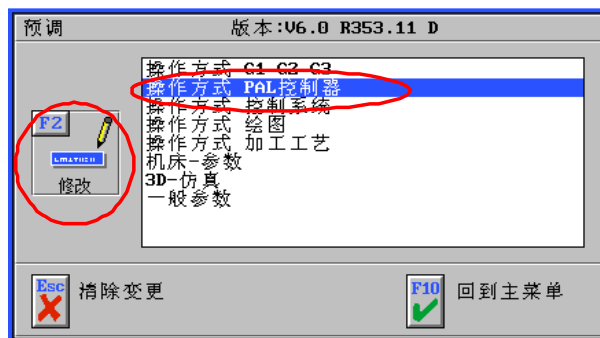


图3.46

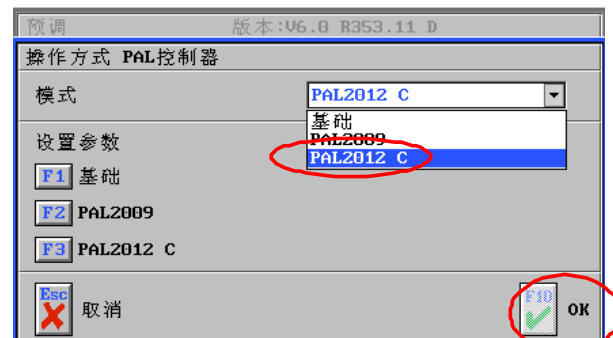
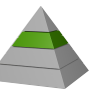


图3.47



第二步：重新启动SYMplus车削软件后，点击 、点击 选择[新建文件]，如图3.48所示；点击[F10]进入，如图3.49所示。

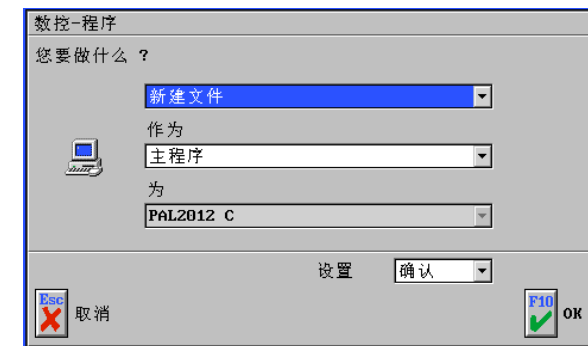


图3.48

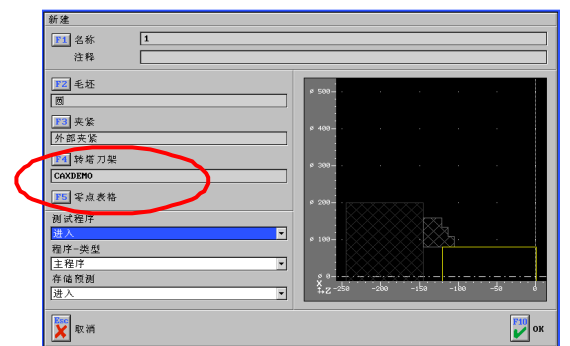


图3.49

第二步：点选图3.49中[F4转塔刀架]，显示如3.50所示；点击[F3加载转塔刀架设备]，显示图3.51，点选“CAX-12”，如图3.52所示，图中第9号刀为轴向键槽铣刀可用于完成轴向六角型面的铣削加工。

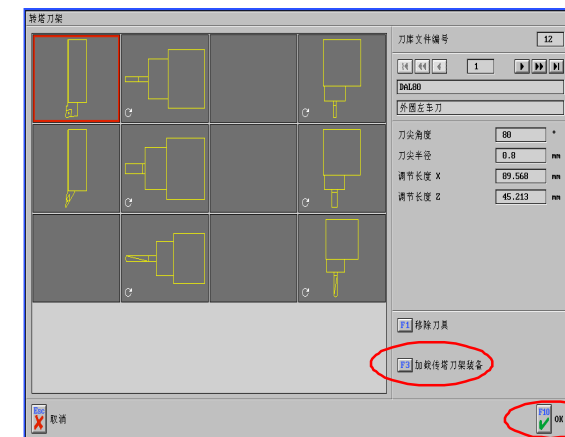


图3.50

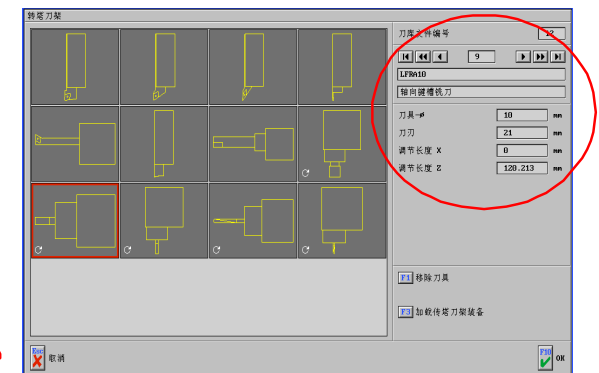


图3.52

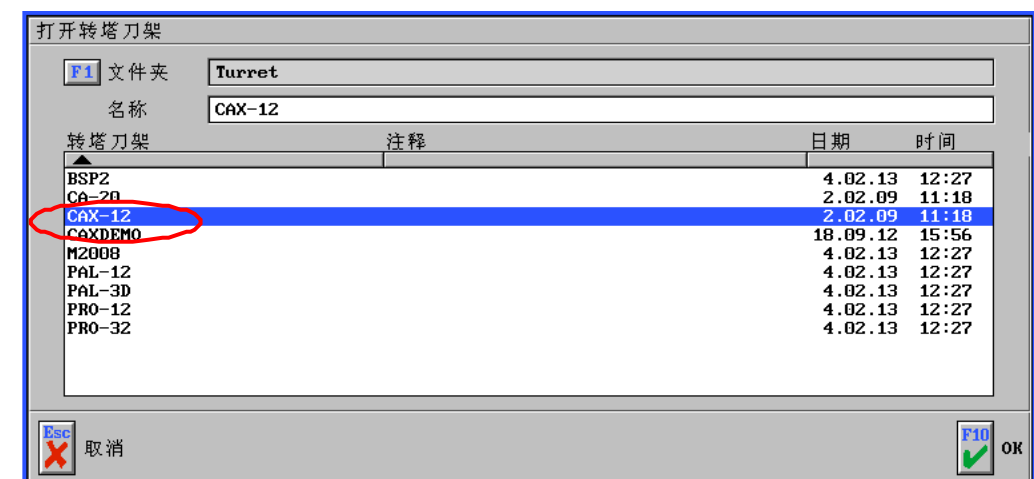
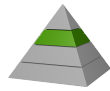


图3.51



第三步：进行新程序的部分编写，如图3.53所示程序内容将使用1号外圆粗车刀进行外圆循环粗加工和使用2号外圆精车刀进行外圆精加工，（仿真加工三维图，如图3.54所示）。

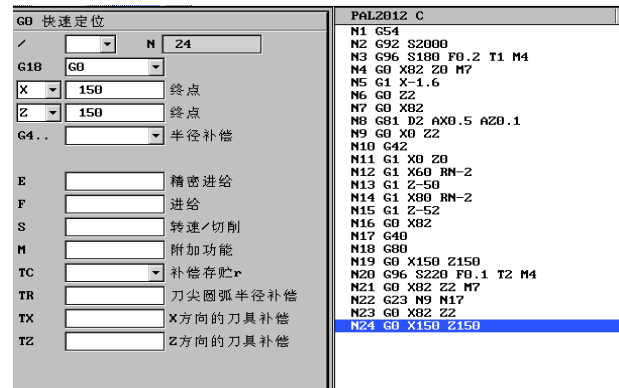


图3.53

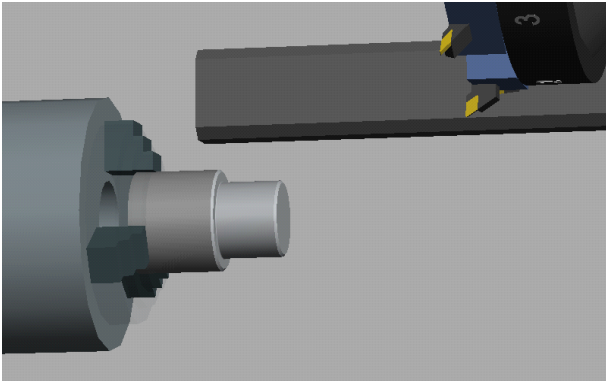


图3.54

第四步：继续完成程序的编写，如图3.55所示程序内容将从N25段G17转换铣削平面选择端面指令开始使用9号轴向键槽铣刀完成六角型的铣削加工（仿真加工三维图，如图3.56所示）。

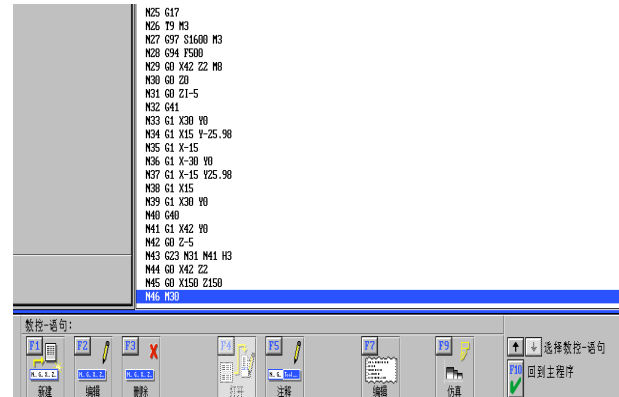


图3.55

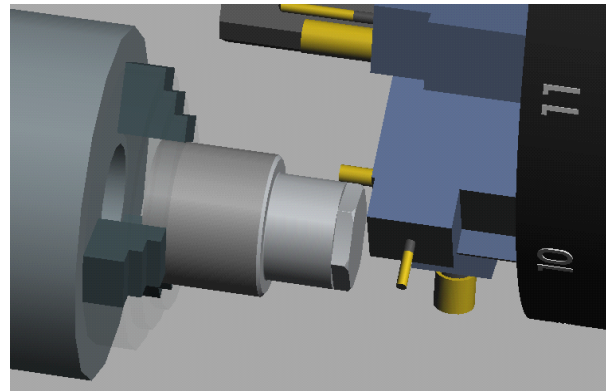


图3.56



第4章 控制系统教学模块

数控机床的控制系统种类繁多，凯勒软件内置了部分控制系统模拟器，在编程时，要将PAL语句做适当的变化才能用于不同的控制系统，具体查看使用手册。

1. 控制系统操作介绍

单击  图标，进入控制系统，再单击  图标进入新建文件对话框，选择想要模拟的控制系统。

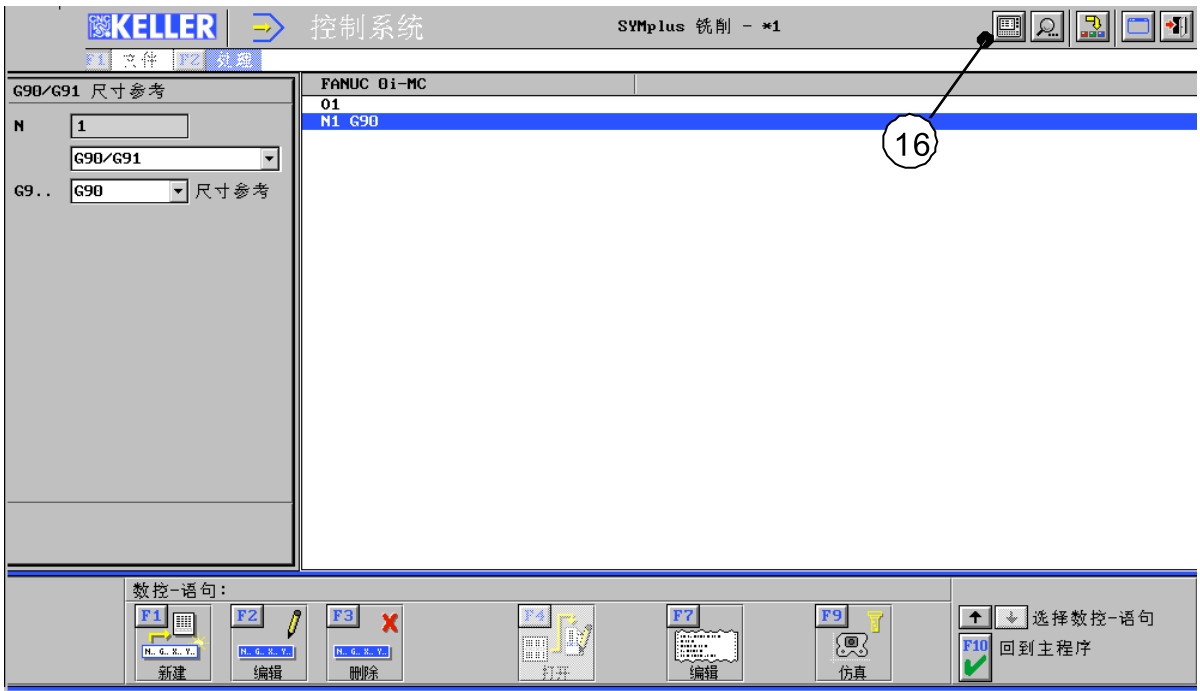


图4.1 控制系统操作界面



键盘/练习图标：序号16，点击该图标可以调出理论知识，如图4.2所示。当蓝色光标在数控程序中时，然后按下该图标，显示键盘，如图4.3所示。

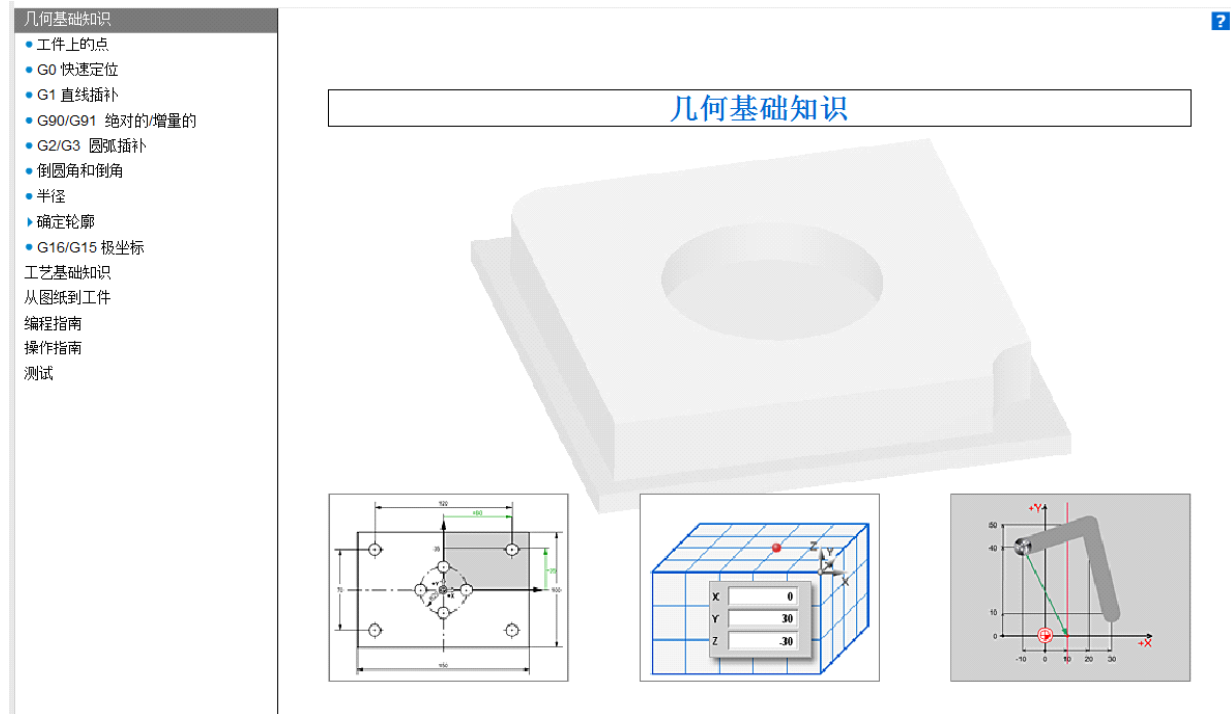
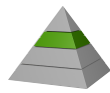


图4.3 理论知识

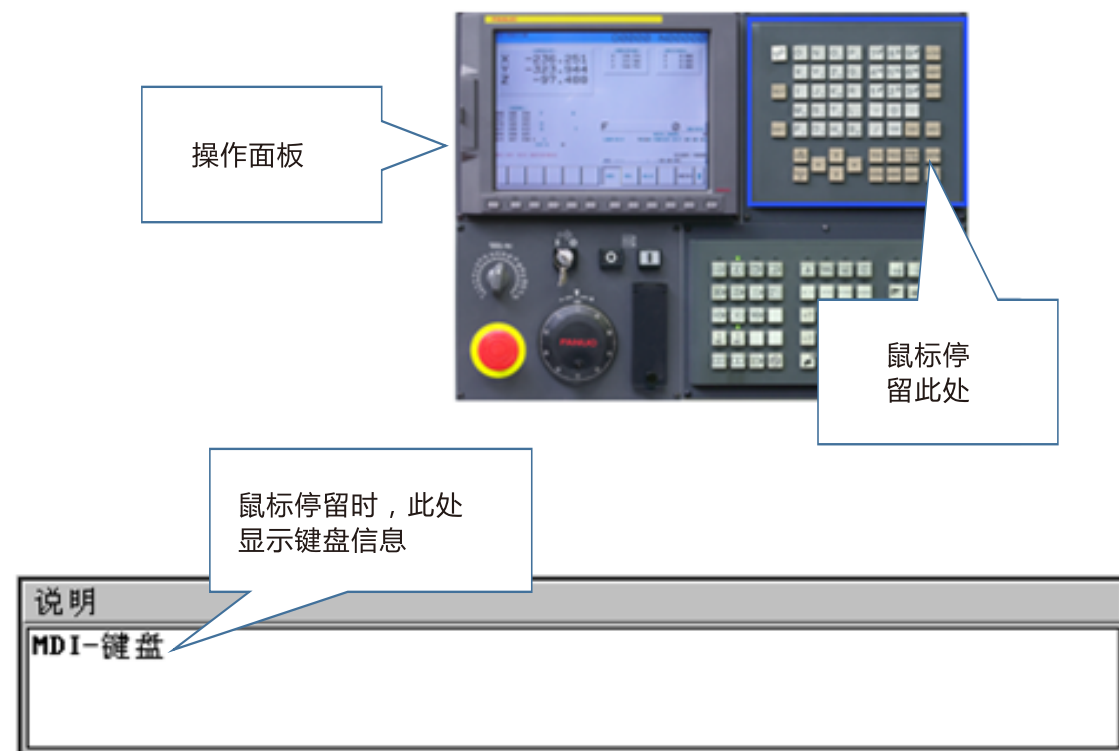


图4.3 控制系统键盘显示

单击F1文件后，弹出下拉菜单，分别可新建、编辑、打开、存储、文件管理、打印、输出、后置处理器参数及控制等操作，如图4.4所示。



图4.4 文件菜单

2.数控铣床控制系统简介

如图4.5所示为数控铣床控制系统，其中FANUC 3LI-A(3+2)、HEIDENHAIN i TNC 530Dialog(3+2)和 SINUMERIK 810D/840D(3+2)三种系统具有3+2轴功能。

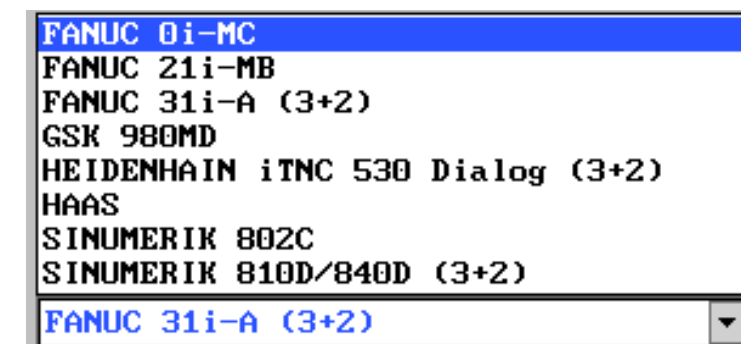


图4.5数控铣床控制系统

3.数控车床控制系统简介

图4.6所示为数控车床控制系统，其中HAAS C和SINUMERIK 810D/840D C两个系统具有C轴功能。

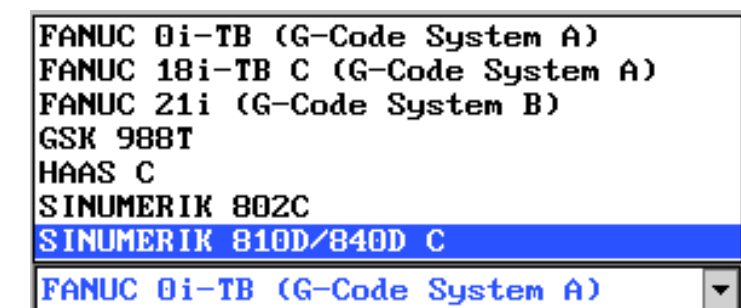


图4.6数控车床控制系统



第5章 CAD/CAM模块

凯勒CAD/CAM模块能对零件图进行绘制、创建刀具路径、生成NC程序、导入模拟数控系统仿真、连接机床真实传输加工。

1. 绘图模块介绍

单击 图标，进入CAD/CAM界面，再单击 图标，进入如图5.1所示的绘图界面。

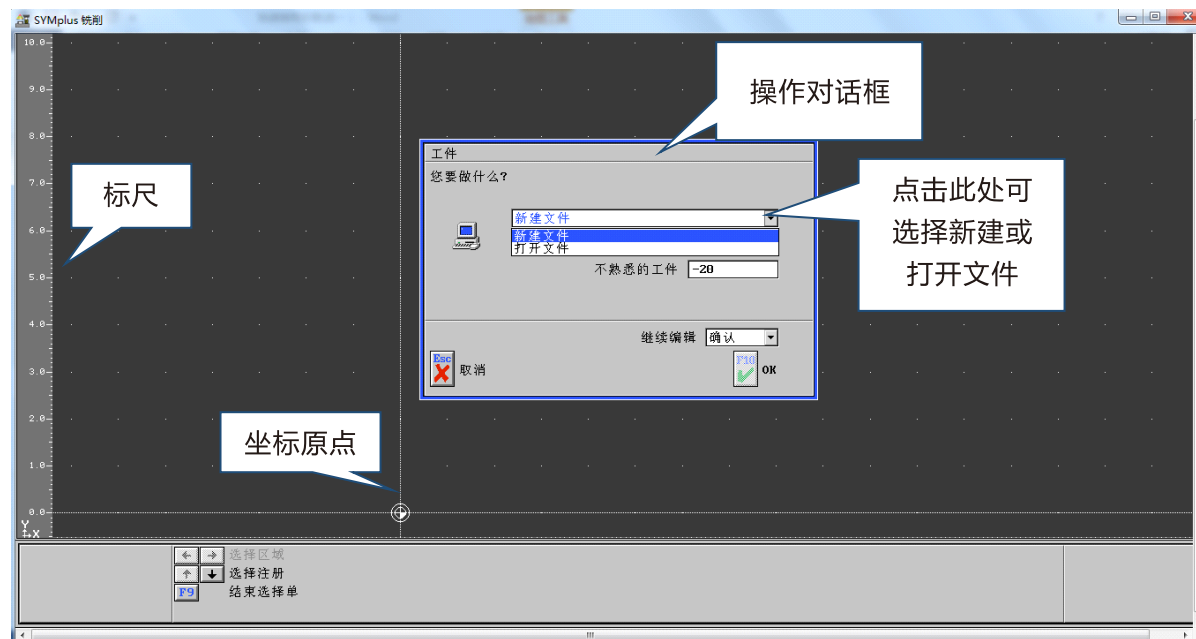


图5.1 绘图界面

若选择新建文件，则如图5.2所示窗口可以设置工件名称、视图尺寸、工件位置。若选择打开文件，则如图5.3所示窗口选择所需的图形文件。

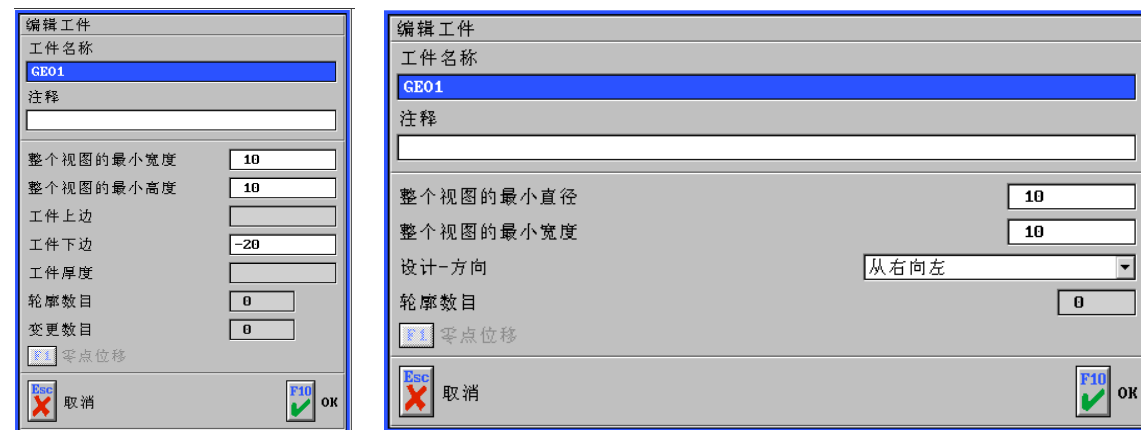


图5.2 工件视图、位置设置

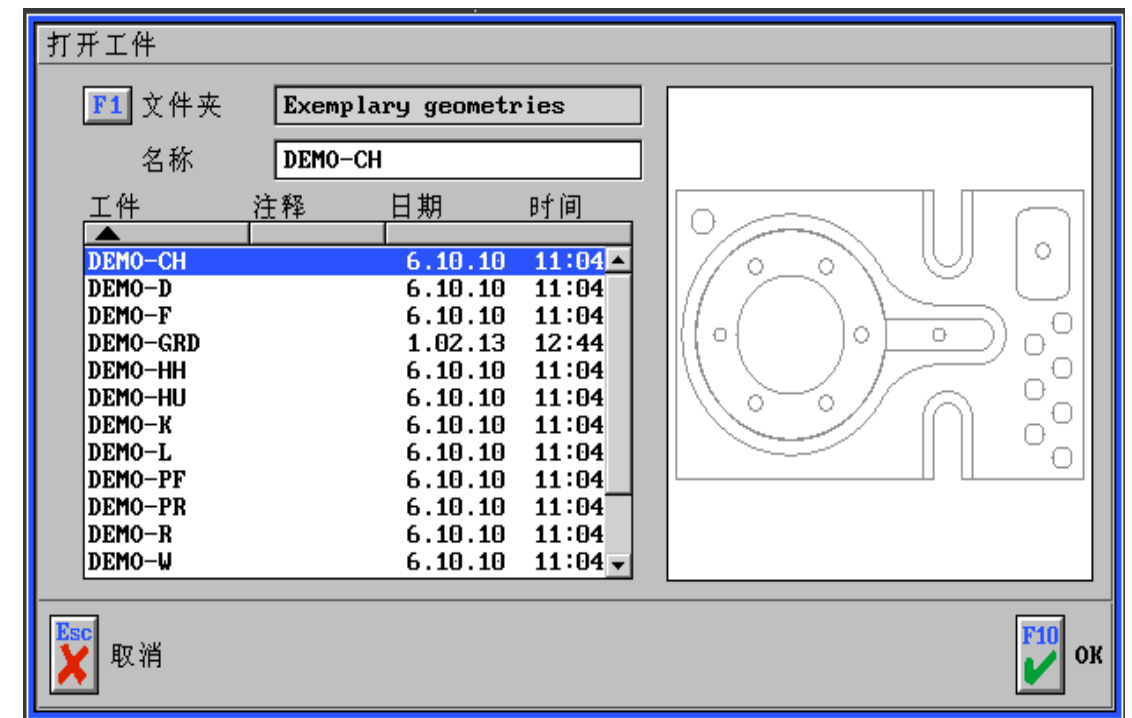


图5.3 打开现有文件

1.1 数控铣床绘图功能简介

进入绘图功能后，将显示如图5.4的图标，F1~F5图标分别为图形轮廓新建、编辑、删除、镜像（移动、旋转、镜像、缩放）、切换选择功能；F7图标为查看单个轮廓中的图素尺寸和位置；F8图标为查看图形3D视图； 图标为切换选择单个轮廓中的图素， 图标为切换选择图形的几何轮廓。



图 5.4 数控铣床图形绘制功能图标



单击或按F1键后，进入新建轮廓，如图5.5所示，分别有任意形状、CAD输入数据、矩形、圆、多边形、孔和文本功能。其中任意形状需要逐一绘制轮廓图素，CAD输入数据为导入外部图形数据，文本为创建编写文字（暂不能输入汉字），其余为规则形状轮廓创建。

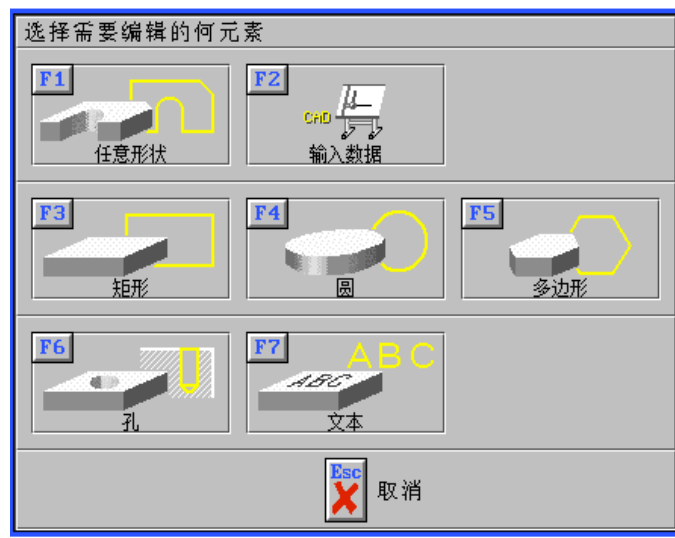


图5.5 新建轮廓形状

若选择进入任意形状绘图后，需选择轮廓类型、输入深度/高度，如图5.6所示。确认后可以绘制，如图5.7所示。此时，可以进行绘制和编辑图素。

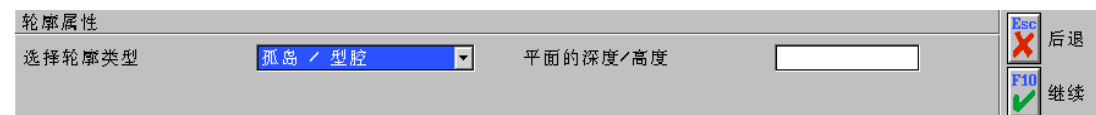


图5.6 轮廓属性



图5.7 图素形状、方向



1.2 数控车床绘图功能简介

进入绘图功能后，将显示如图5.8所示的图标，F1~F5图标分别为图形轮廓新建、编辑、删除、镜像（移动、旋转、镜像、缩放）、切换选择功能；F7图标为查看单个轮廓中的图素尺寸和位置；F8图标为查看图形3D视图；  图标为切换选择单个轮廓中的图素，  图标为切换选择图形的几何轮廓。



图 5.8 数控车床图形绘制功能图标

单击或按F1键后，进入新建轮廓，如图5.9所示，其中任意形状需要逐一绘制轮廓图素，CAD输入数据为导入外部图形数据，其余为规则形状轮廓创建。

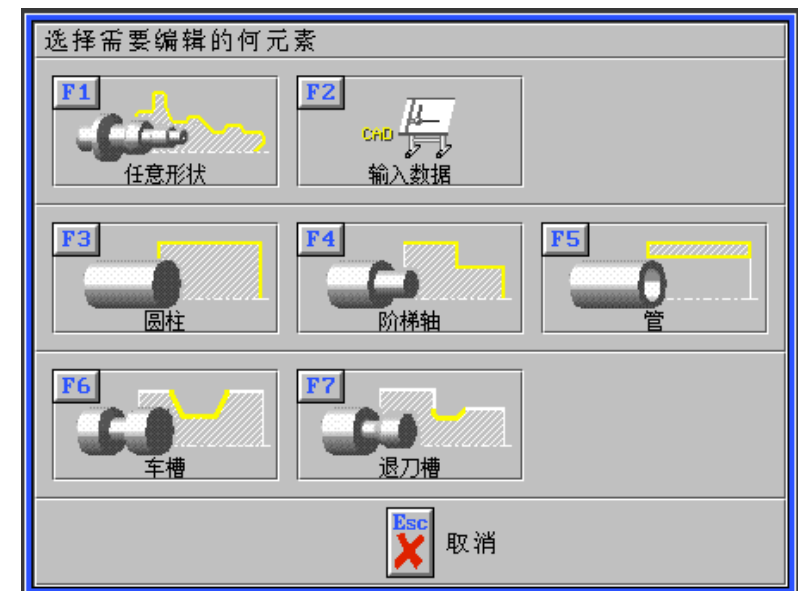


图5.9 新建轮廓形状

若选择进入任意形状绘图后，需选择轮廓属性（外轮廓/内轮廓），如图5.10所示。确认后可以进行绘图，如图5.7所示。此时，可以进行绘制和编辑图素。

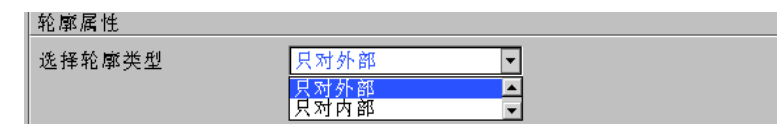


图5.10 轮廓属性

软件提供的绘图功能简便、直观，根据零件图要求按顺序创建便可完成绘图工作，当然绘图过程中有很多技巧还需您不断探索。



2.加工工艺模块介绍

单击  图标或按F2，进入工艺编制界面，选择新建或打开文件将进入如图5.11所示界面。

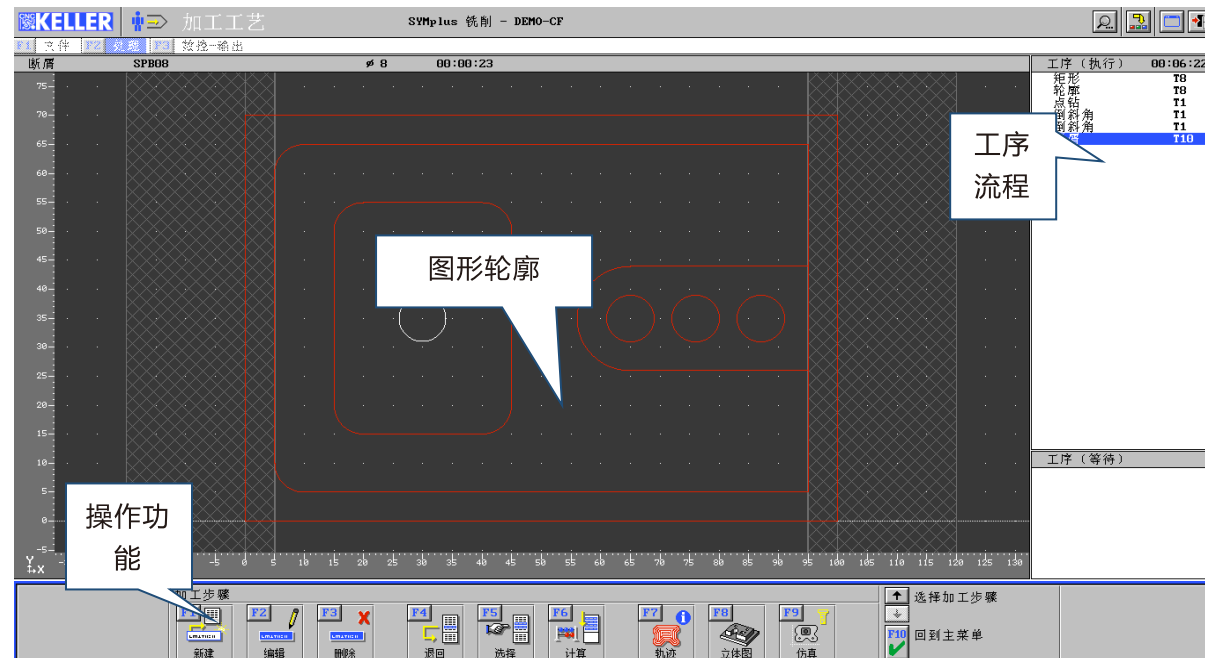


图5.11 加工工艺操作界面

加工步骤栏F1~F3图标分别为新建刀路、编辑和删除所选刀路；F4~F6图标分别为执行或退回所选刀路、选择所要的刀路和重新计算所有刀路；F7~F9图标功能是显示或隐藏刀路、3D视图及仿真。如图5.12所示。



图5.12 加工步骤栏功能图标

进入新建刀路后，根据加工工艺要求，选择零件的加工轮廓，完成相关夹具、刀具、切削参数等的设置，最终形成加工工艺文件。

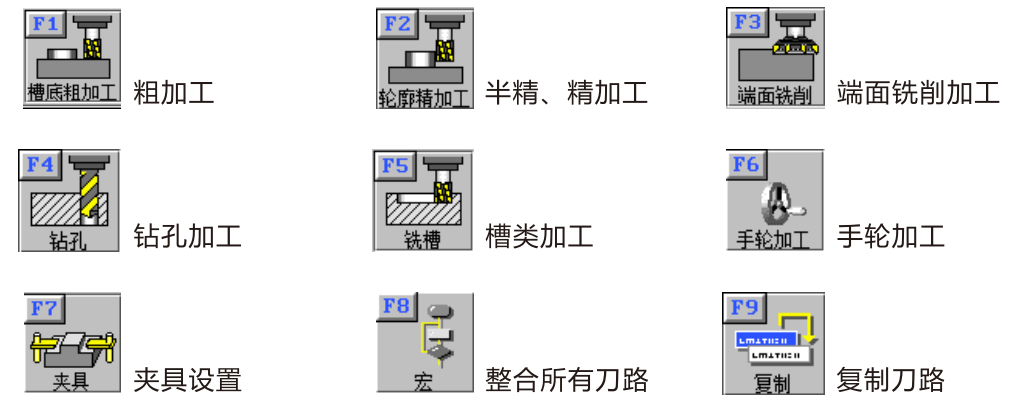
单击新建图标后，数控铣床将显示如图5.13。



图5.13 数控铣床新建刀路功能



注：

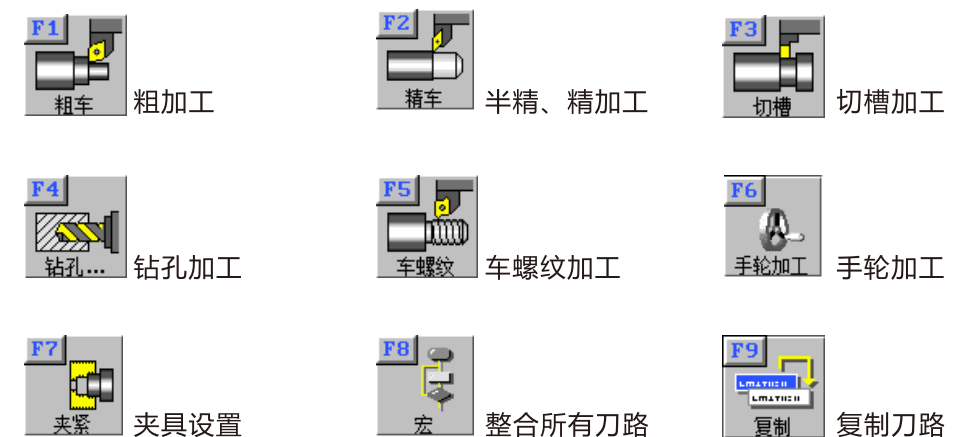


单击新建图标后，数控车床将显示如图5.14。



图5.14 数控车床新建刀路功能

注：



3.加工实例

3.1 数控铣床实例

根据图5.15所示要求和表5.1零件的加工工序表，请您按照引导完成本任务的编程与加工。

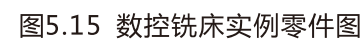


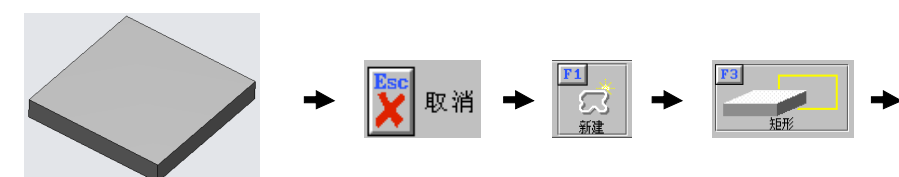
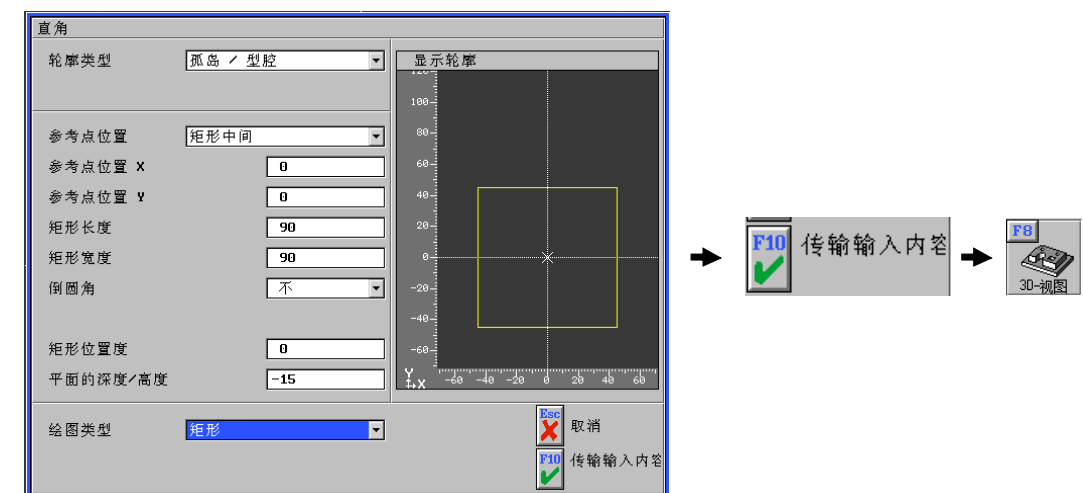
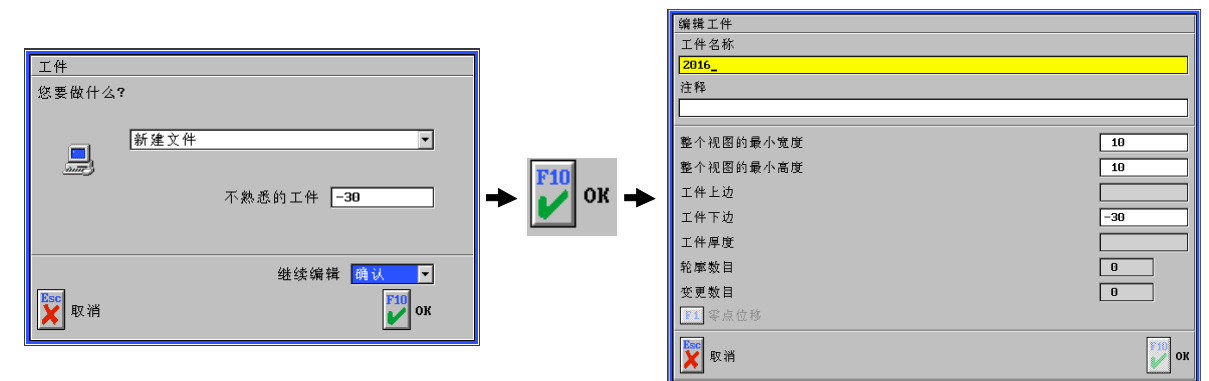
表5.1 数控铣实例零件加工工序表

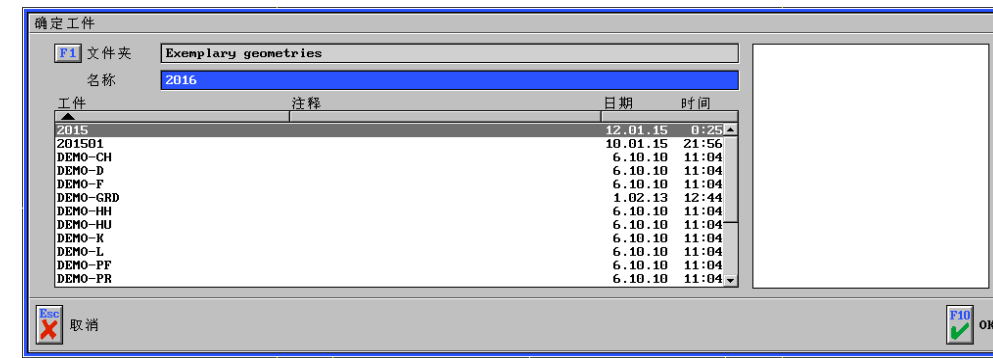
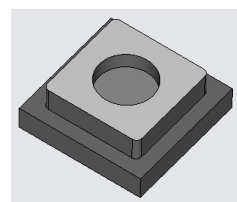
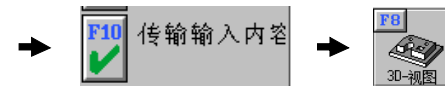
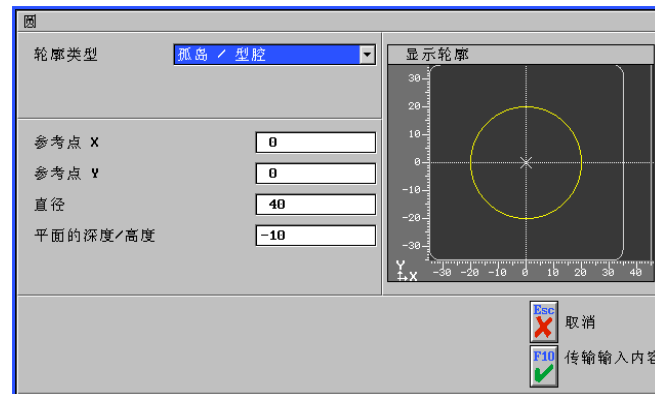
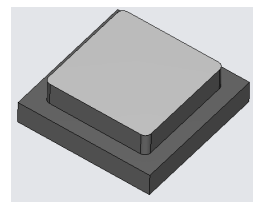
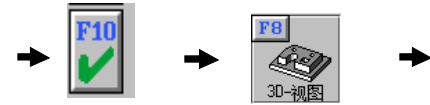
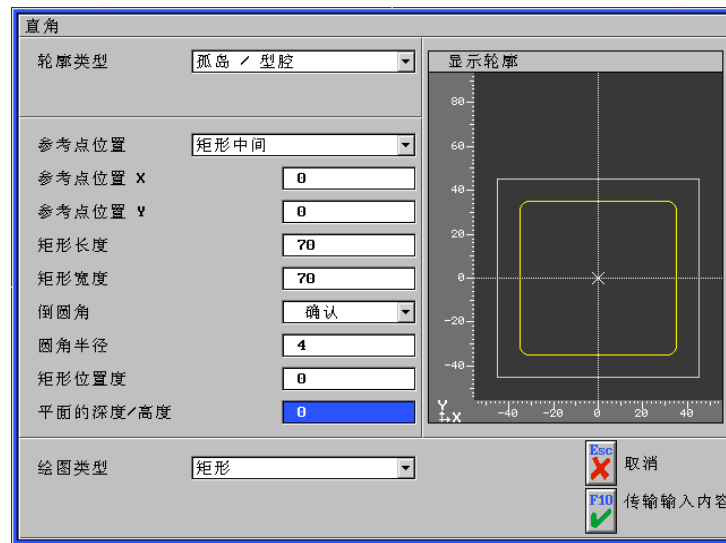
零件名称	凸台	零件图号		Gz0001	
零件材质	铝材	毛坯尺寸		90mm×90mm×30mm	
加工设备	数控铣床	设备编号		SX0001	
数控系统	FANUC	程序名称		O2016	
工步	内容	刀具号	刀具类型	规格	粗、半精、精
1	铣削90mm×90mm平面	T25	端面铣刀	Ø63	精
2	铣削70mm×70mm外形	T09	立铣刀	Ø12	粗
3	铣削Ø40mm槽	T09	立铣刀	Ø12	粗
4	铣削70mm×70mm外形 和Ø40mm槽	T08	立铣刀	Ø10	精



1) 绘制零件图

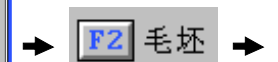
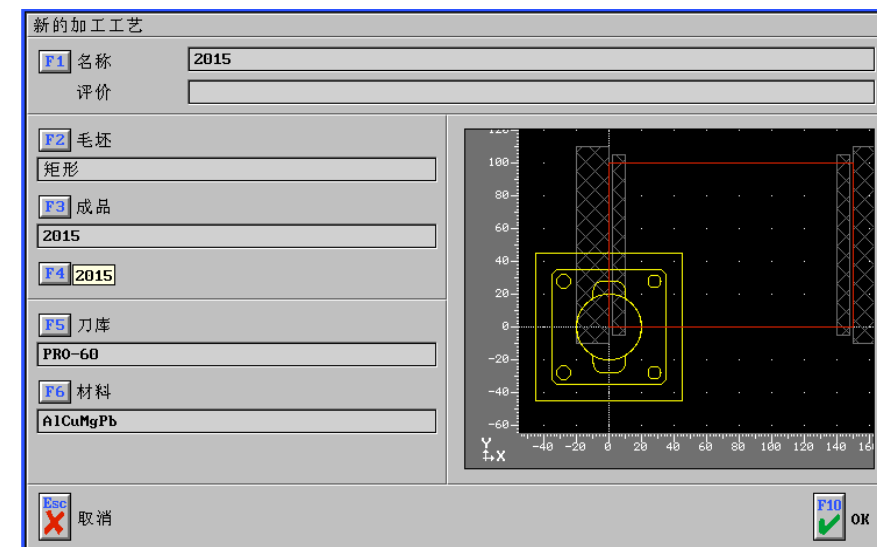
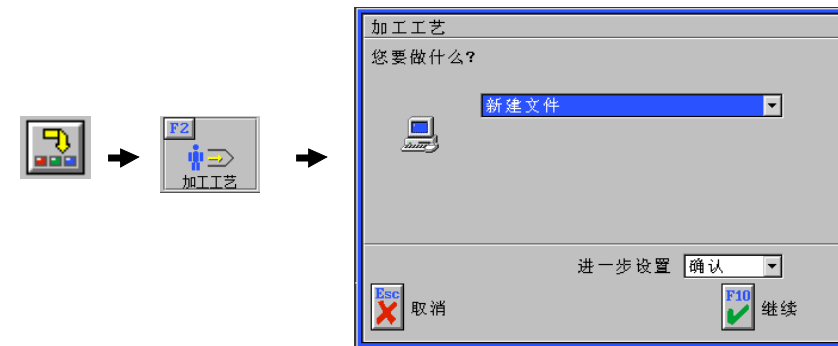
按以下各图显示的选项及数值，进行流程式操作绘图。

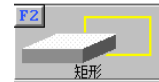
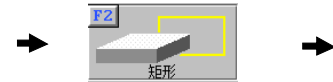
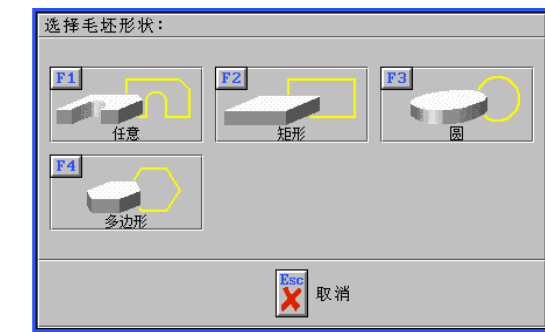




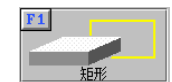
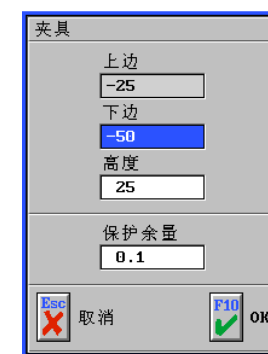
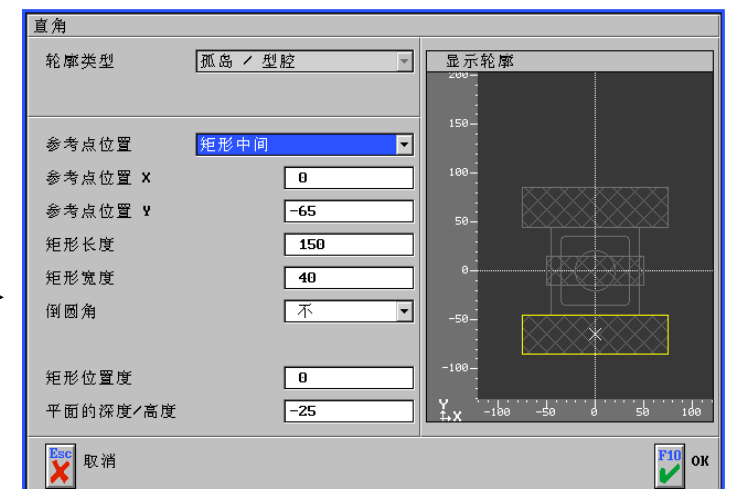
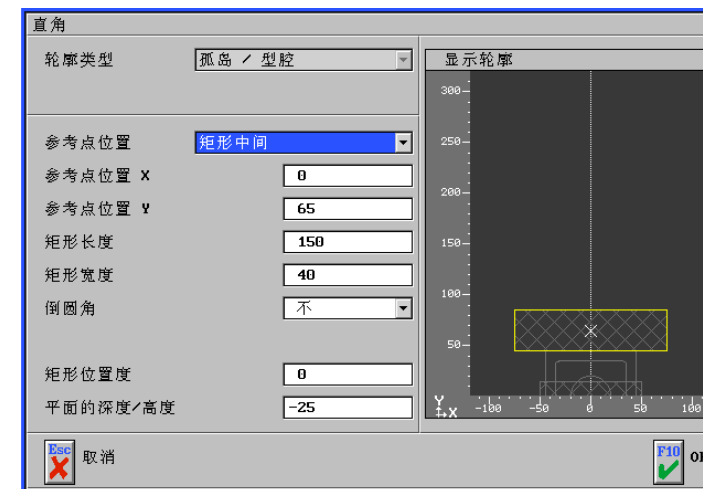
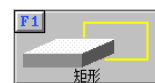
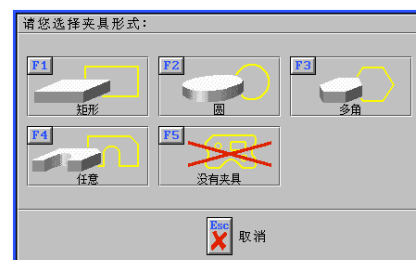
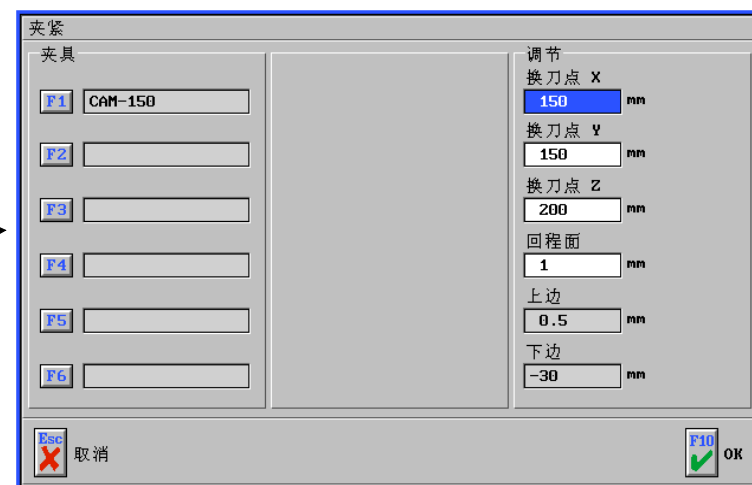
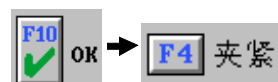
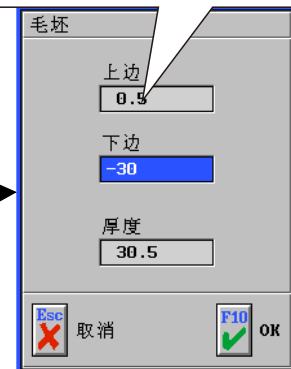
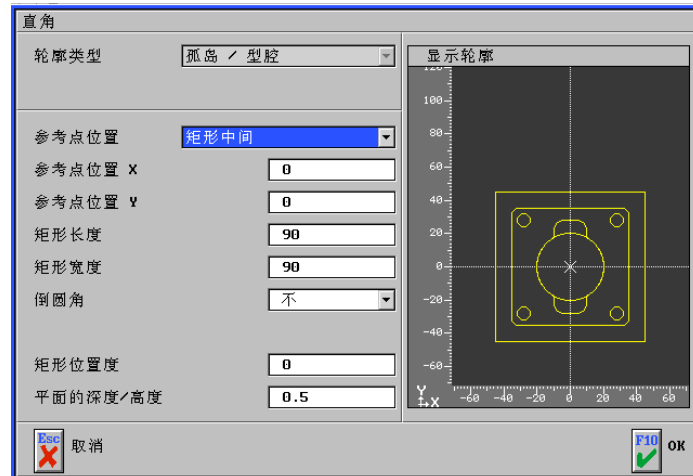
2) 创建刀具路径

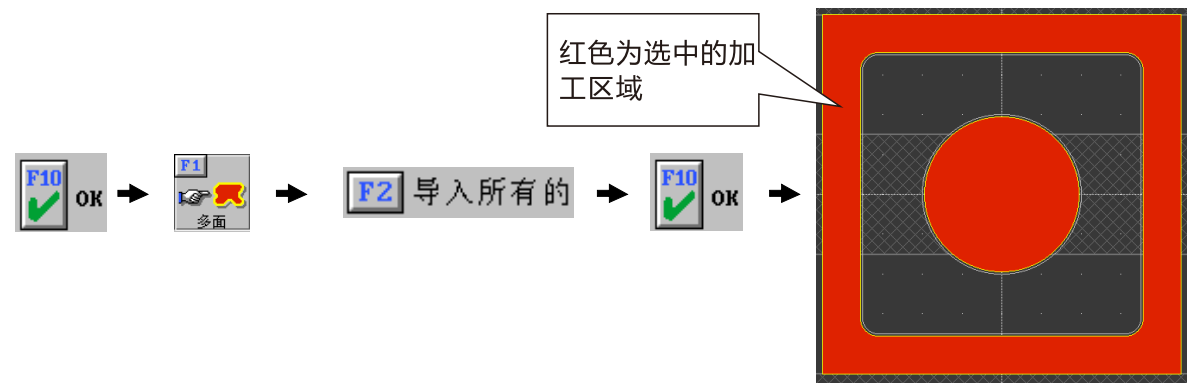
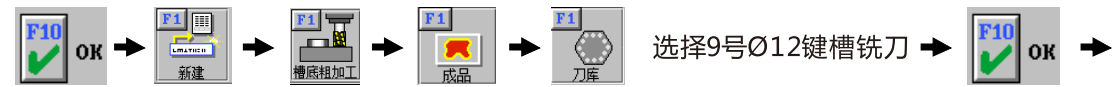
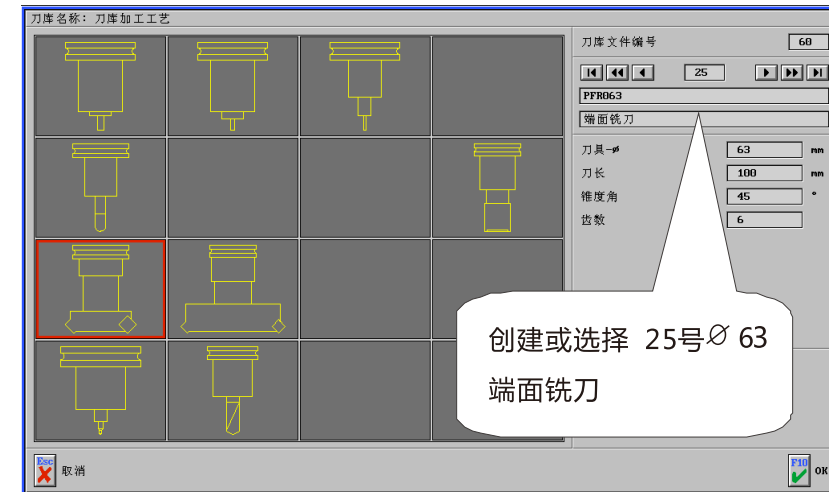
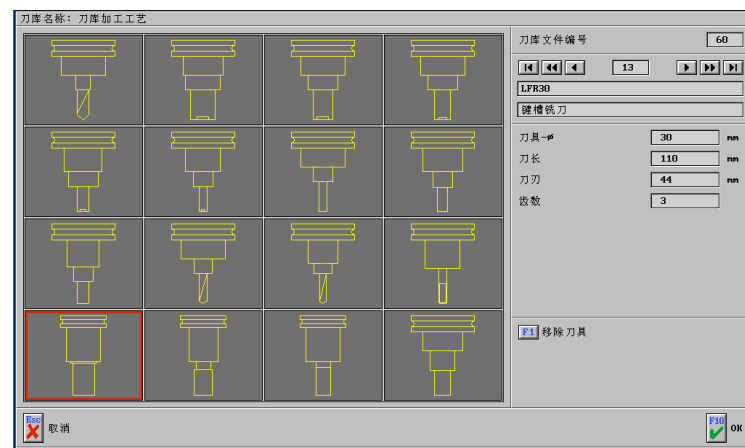
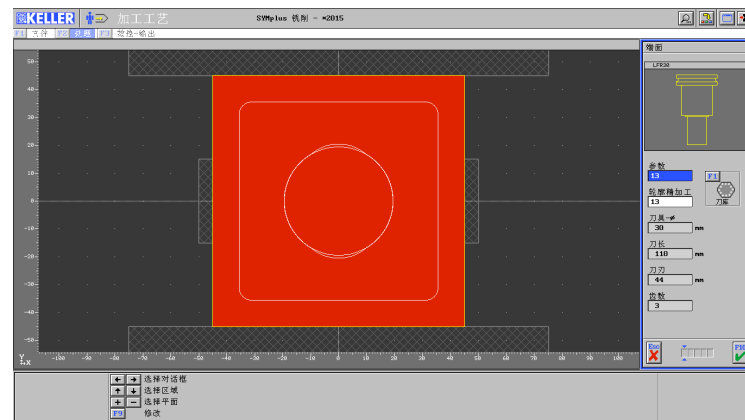
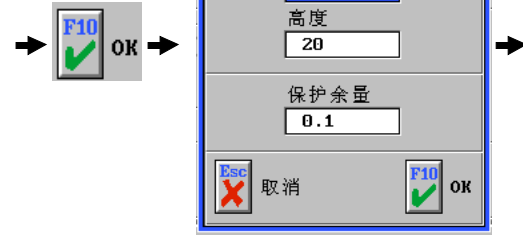
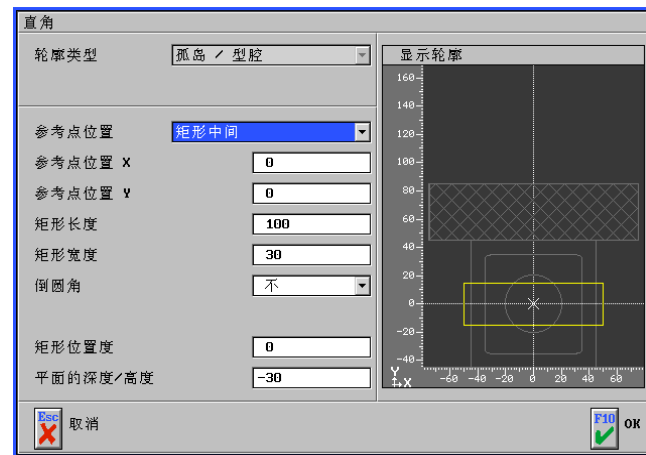
请根据零件加工工序表，进行创建刀具路径。按以下各图显示的选项及数值，进行流程式操作。





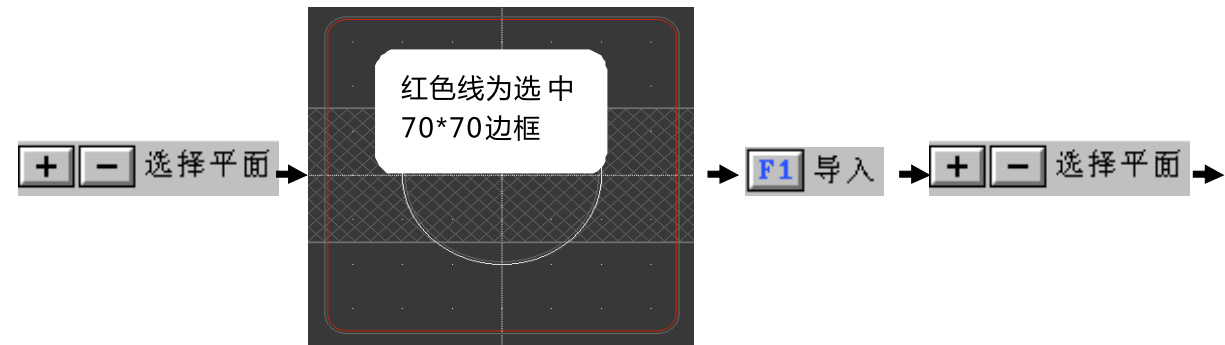
毛坯厚度增加0.5 (即是毛坯上边0.5), 可以使端面铣削时见到仿真切削效果。



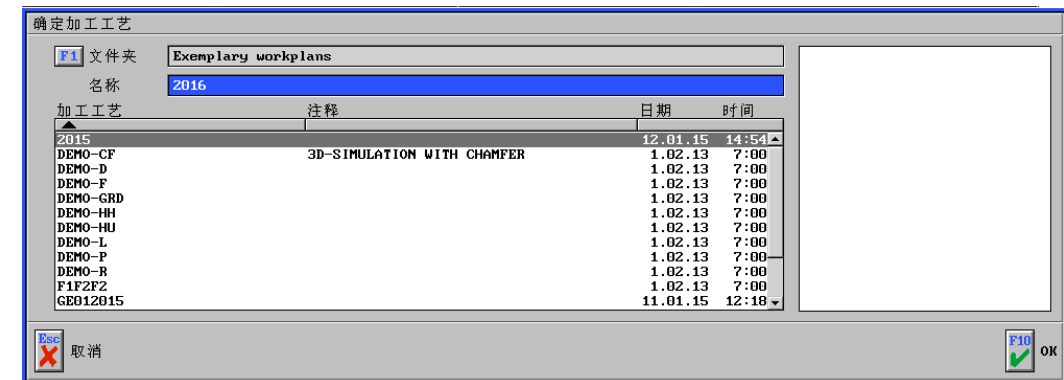
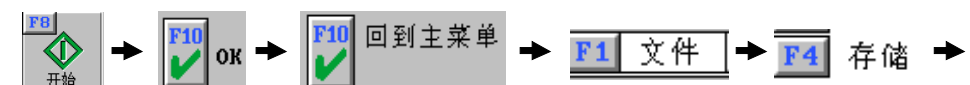
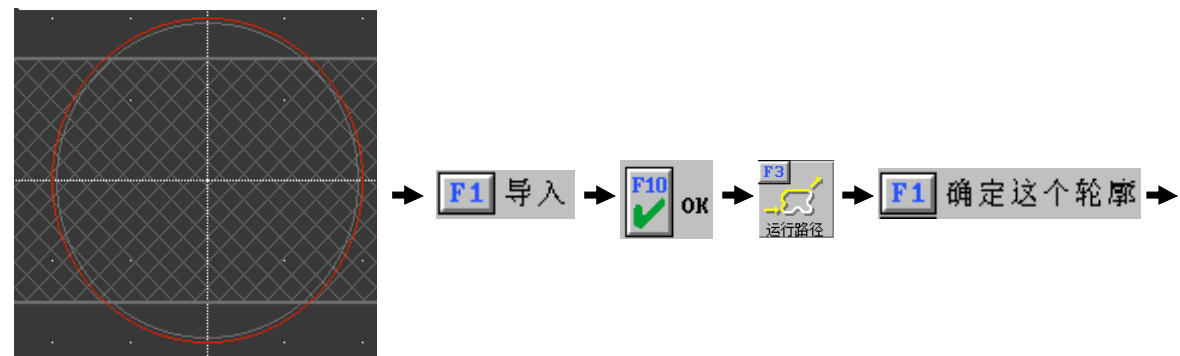




选择8号Ø10键槽铣刀 → OK → OK → → 取出所有的

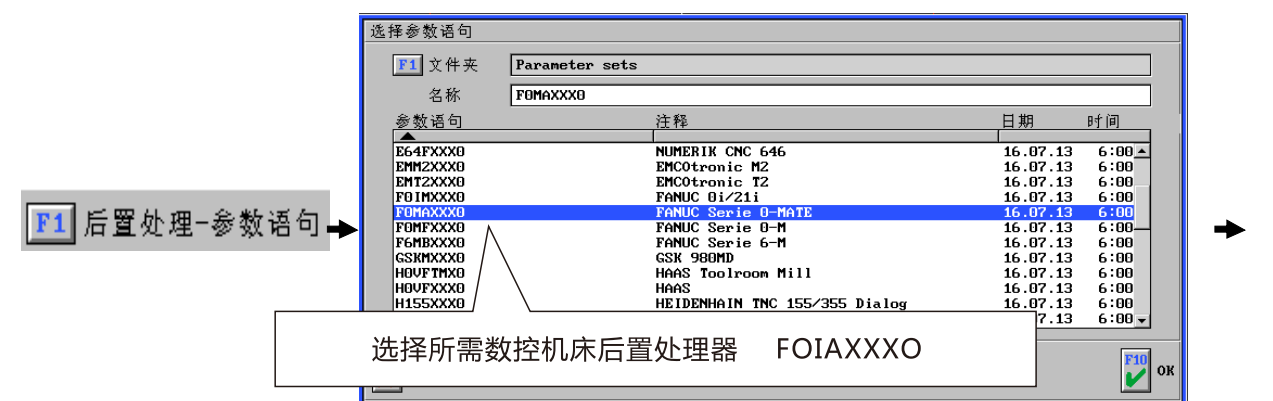
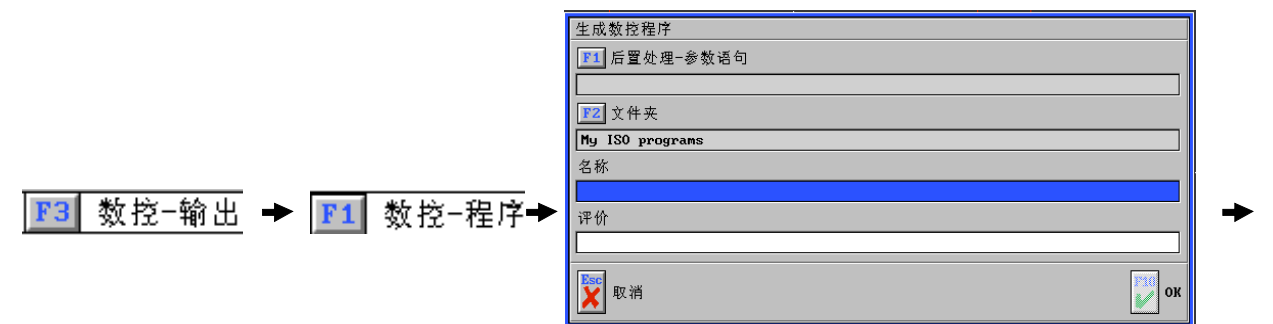


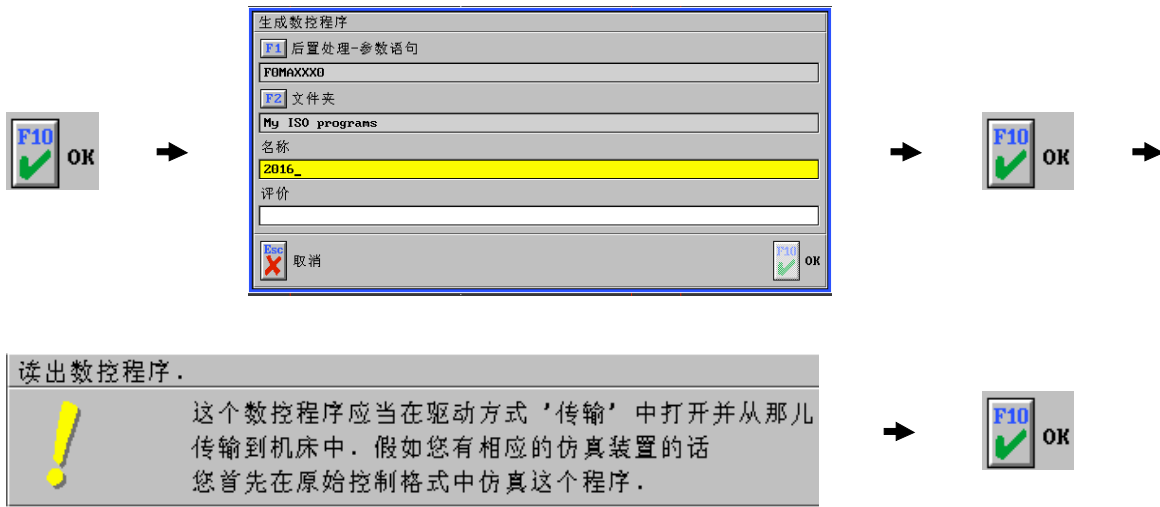
选中Ø40圆边框显示红色框



3) 生成NC文件

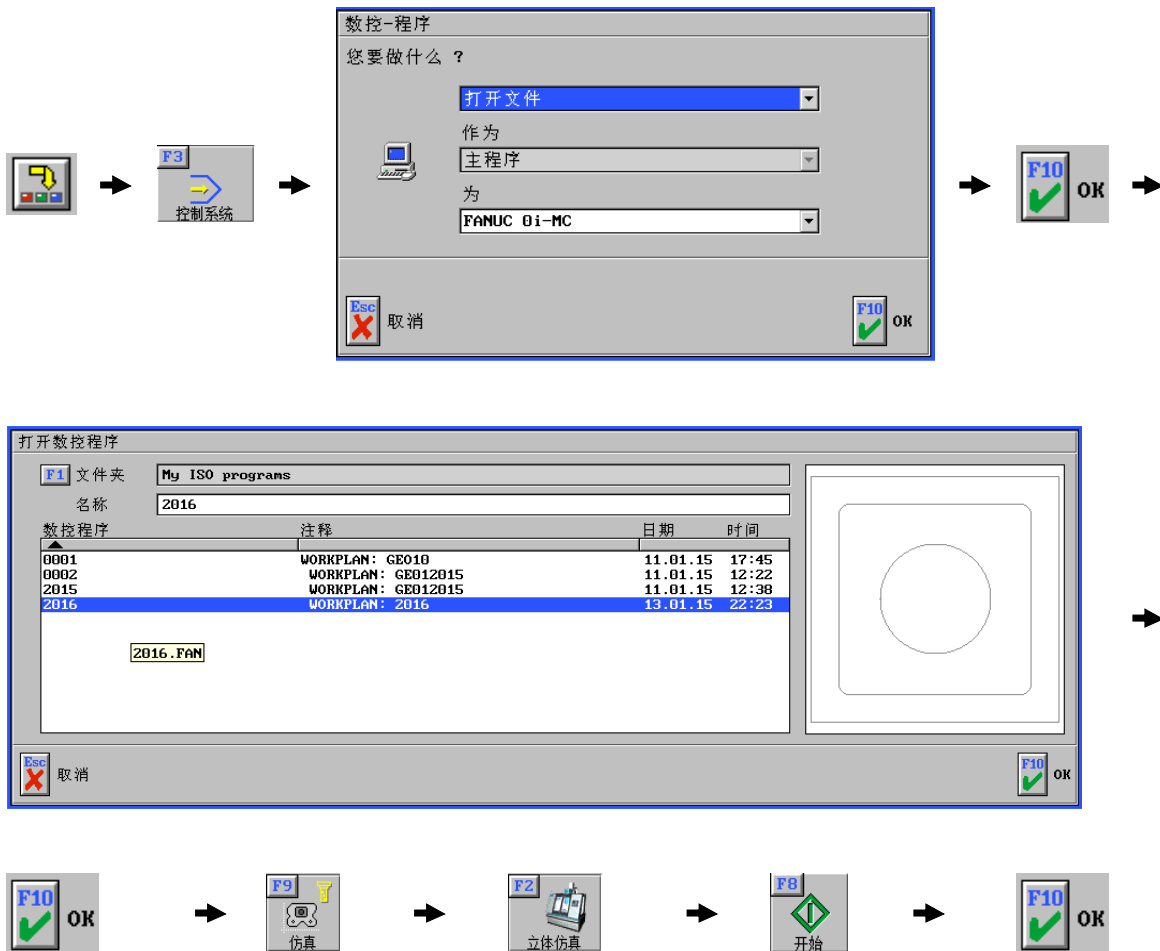
请根据零件加工工序表，进行创建刀具路径。按以下各图显示的选项及数值，进行流程式操作。





4) 将NC文件导入模拟系统仿真加工

按以下各图显示的选项及数值，进行流程式操作。



3.2 数控车床加工实例

根据图5.15所示要求和表5.2零件的加工工序表，请您按照引导完成本次任务的编程与加工。

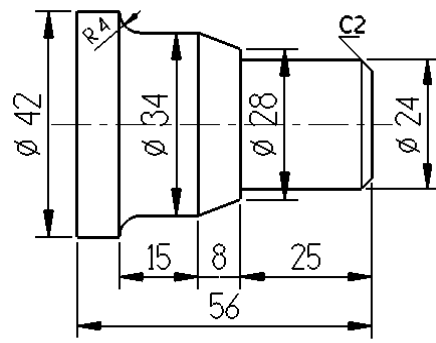


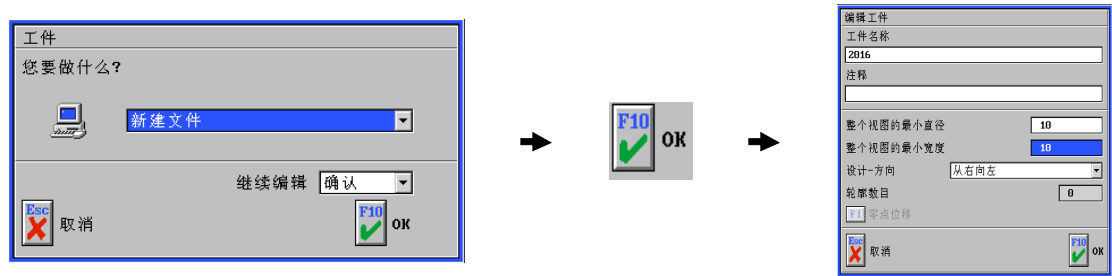
图5.16 数控车实例零件图

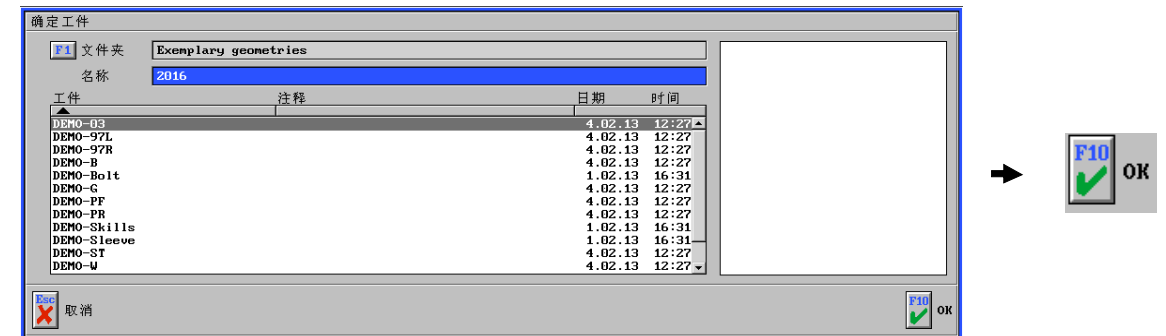
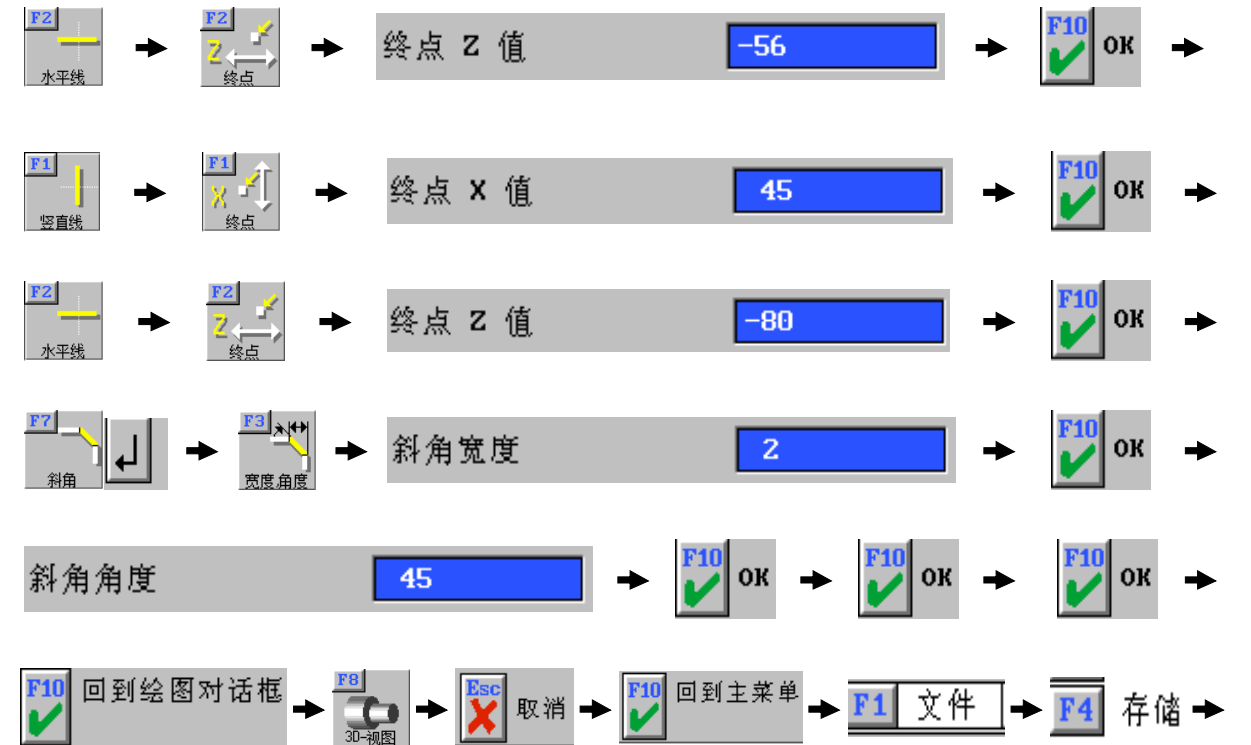
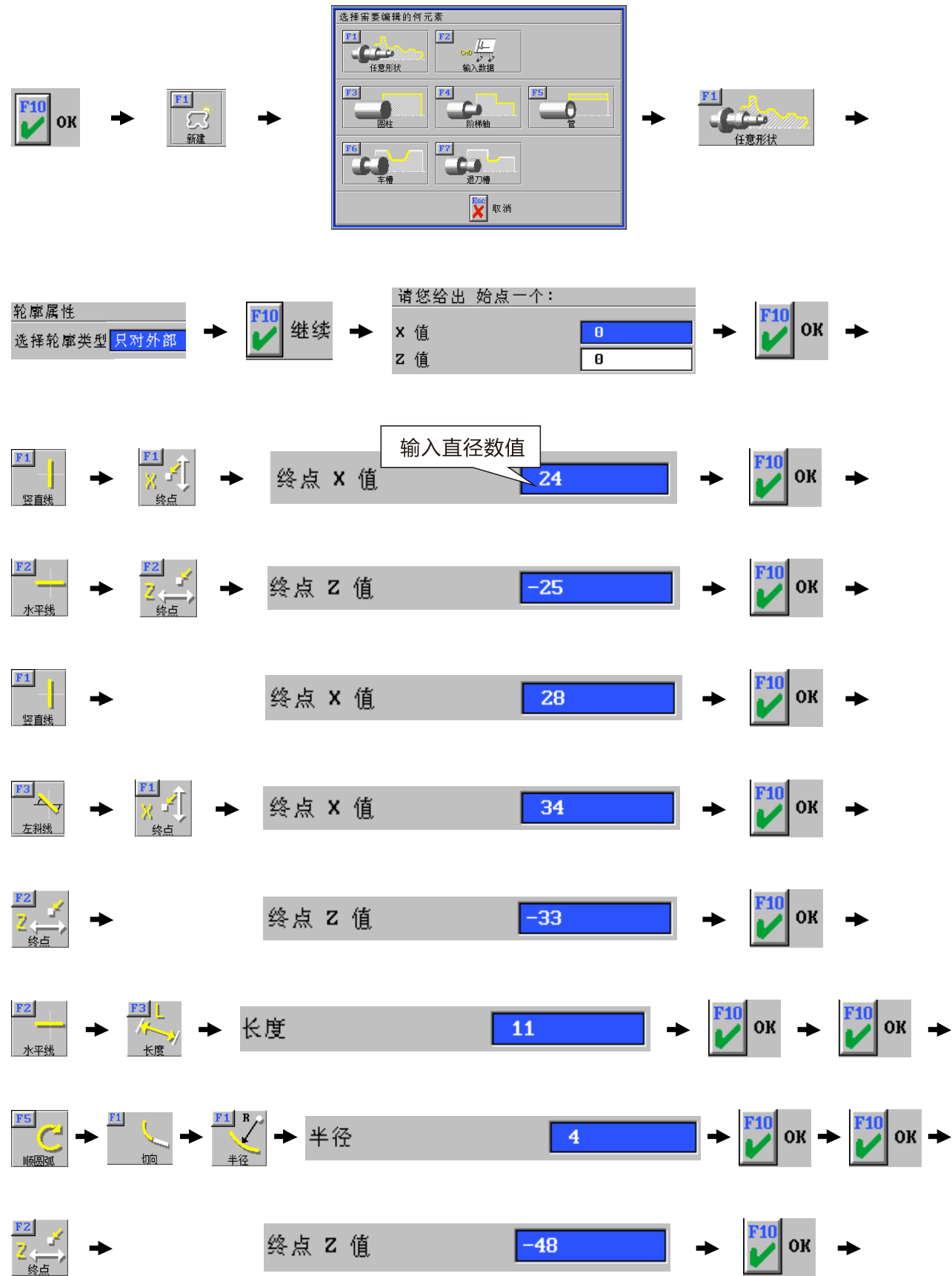
表5.2 数控车实例零件加工工序表

零件名称	小轴	零件图号		Gz0001
零件材质	铝材	毛坯尺寸		Ø45mm×80mm
加工设备	数控车床	设备编号		SC0001
数控系统	FANUC	程序名称		O2016
工步	内容	刀具号	刀具类型	
1	车削端面	T01	80°外圆车刀	精
2	车削外圆	T01	80°外圆车刀	
3	车削外圆	T03	35°外圆车刀	精

1) 绘制零件图

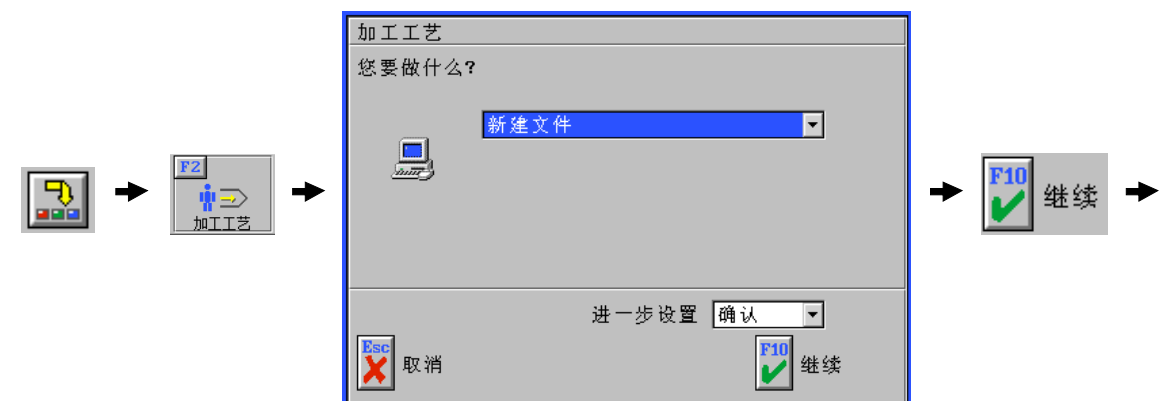
按以下各图显示的选项及数值，进行流程式操作绘图。

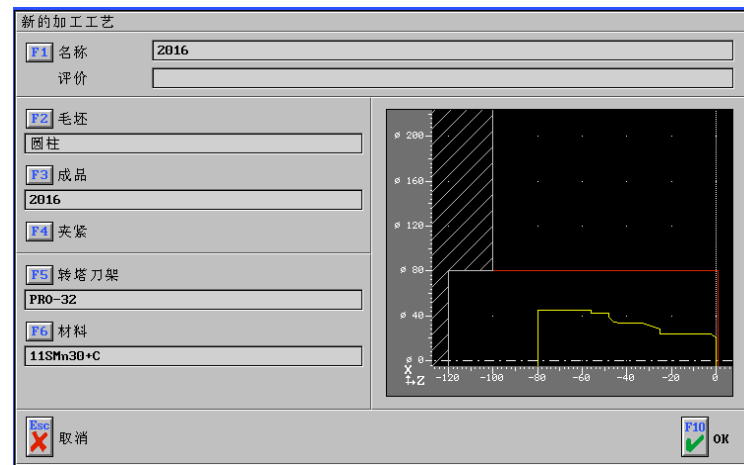




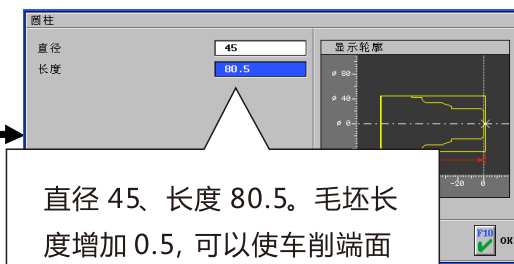
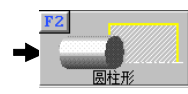
2) 创建刀具路径

请根据零件加工工序表，进行创建刀具路径。按以下各图显示的选项及数值，进行流程式操作。





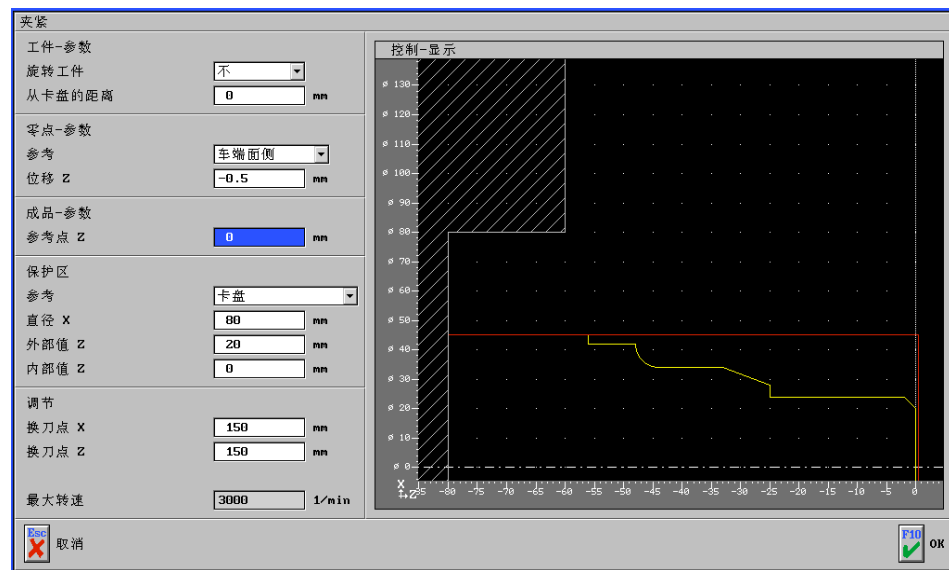
→ F2 毛坯 →



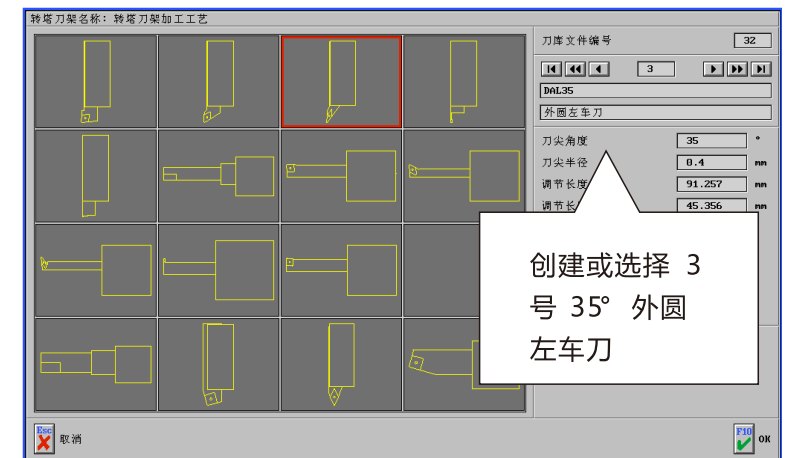
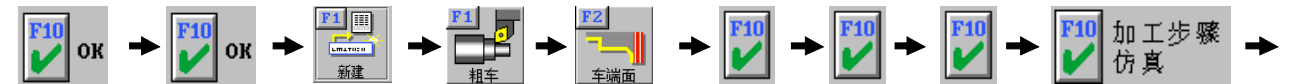
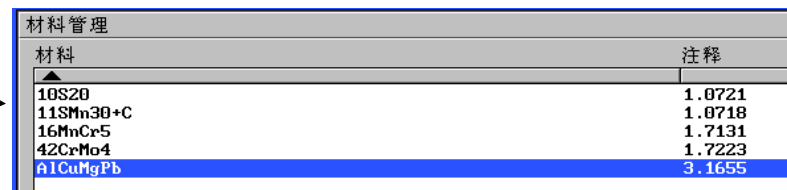
直径 45、长度 80.5。毛坯长度增加 0.5，可以使车削端面时见到仿真切削效果。



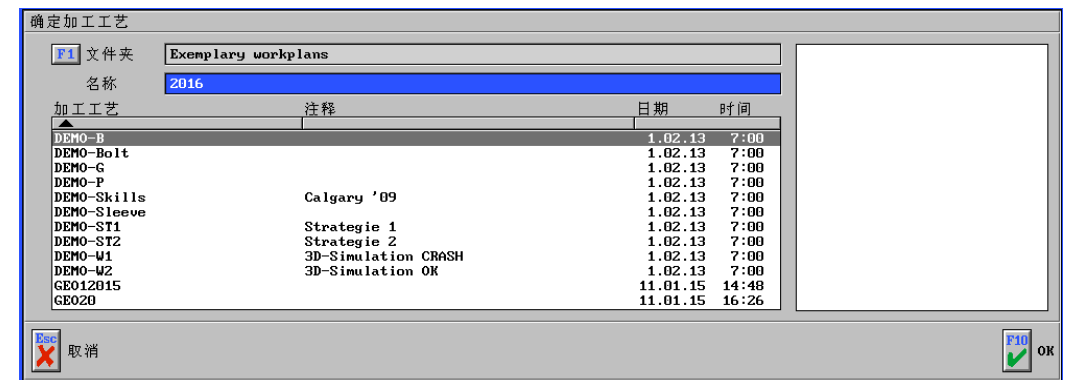
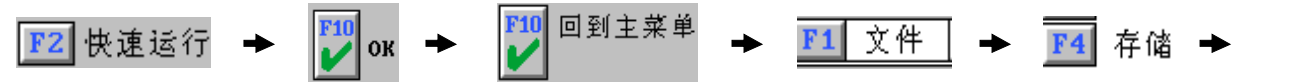
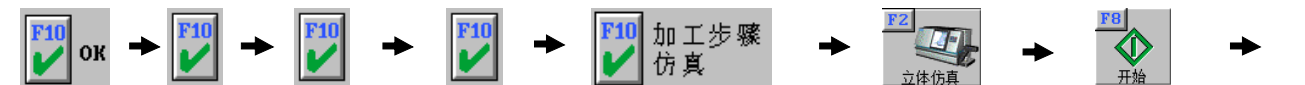
→ F4 夹紧 →



→ F6 材料 →



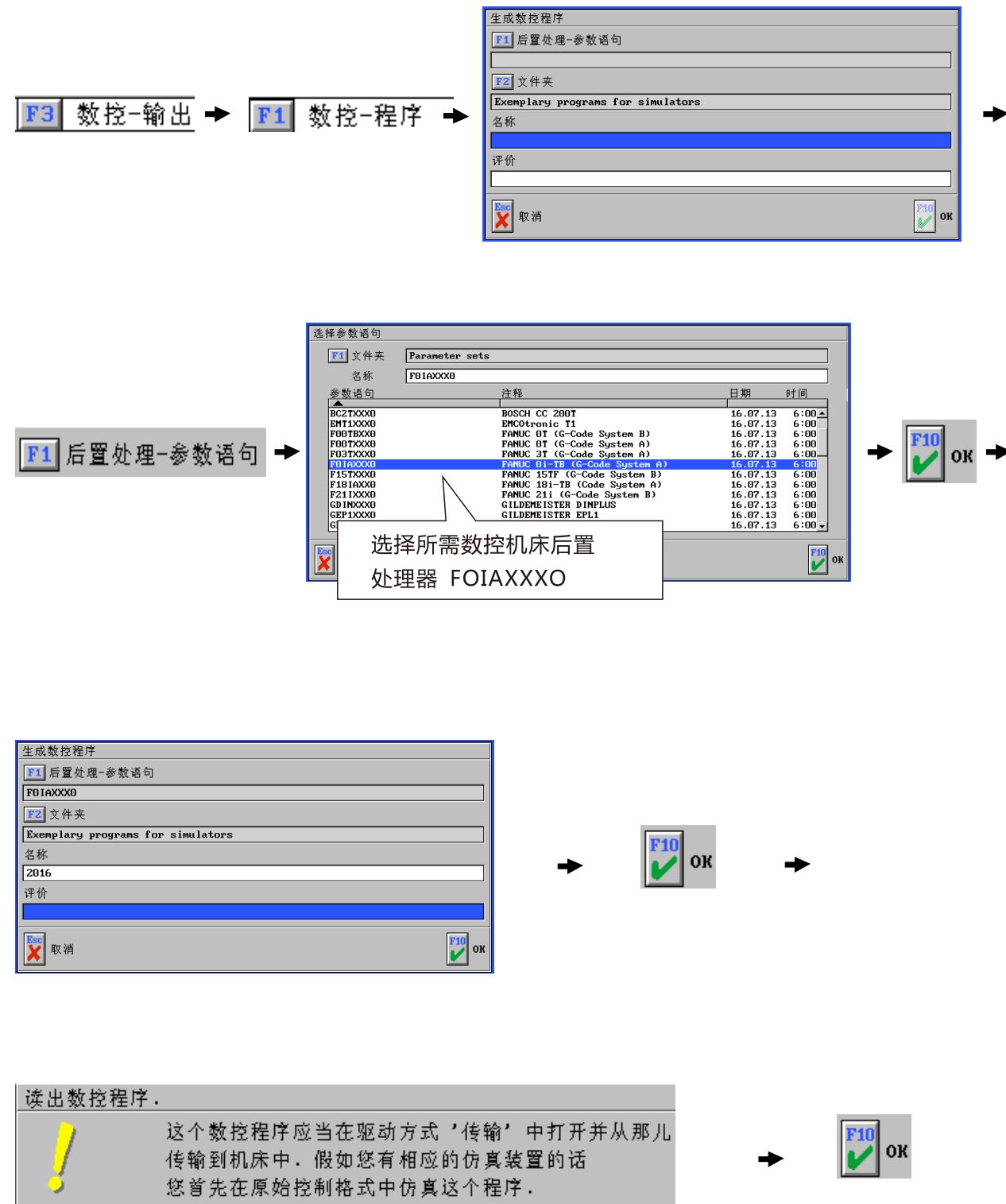
→





3) 生成NC文件

将已创建的刀具路径生成NC文件。按以下各图显示的选项及数值，进行流程式操作。



4) 将NC文件导入模拟系统仿真加工

按以下各图显示的选项及数值，进行流程式操作。

