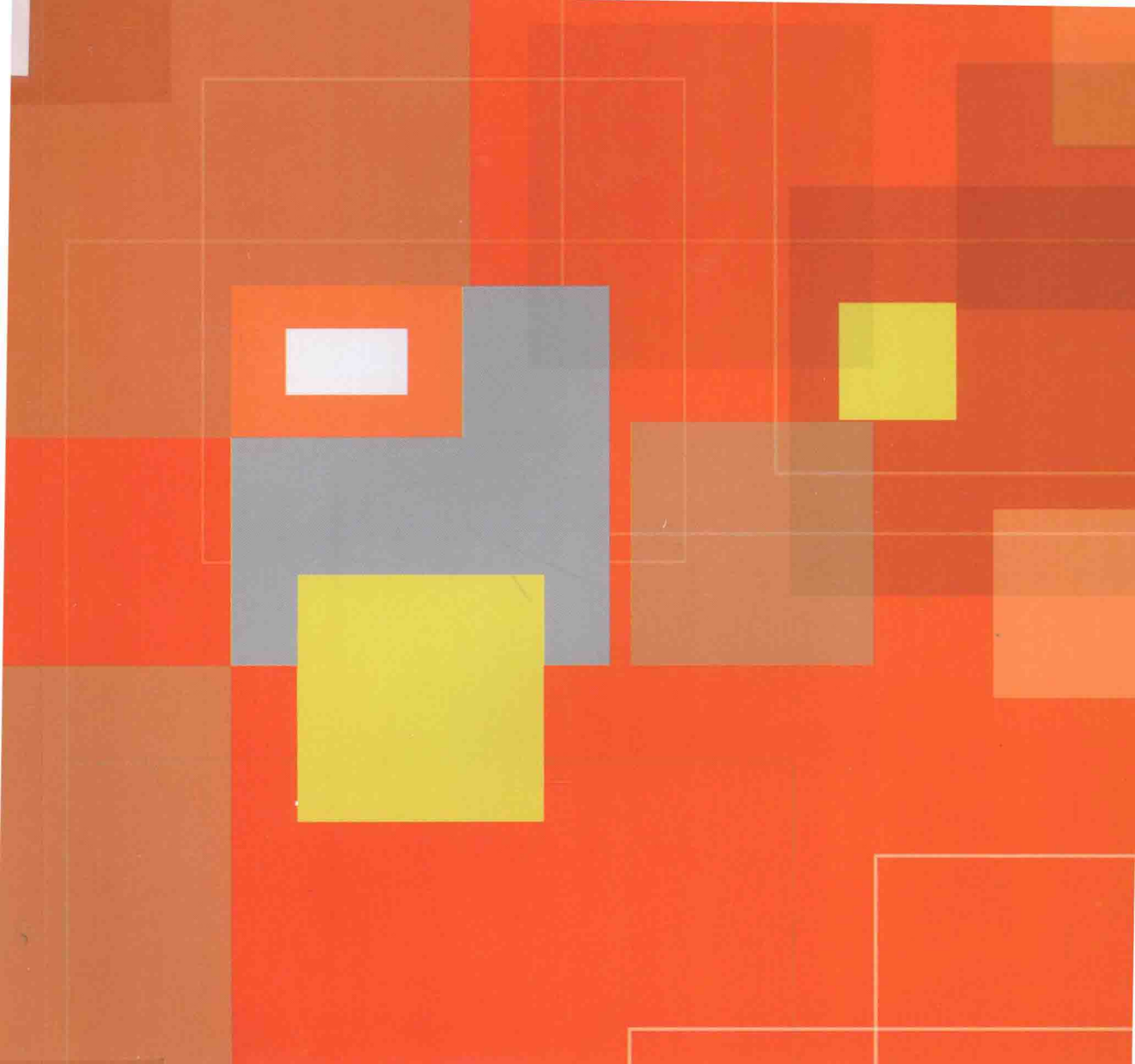




数控铣削编程 与操作项目教程

● 主 编 陈艳巧 徐连孝

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

数控铣削编程与操作 项目教程

主 编	陈艳巧	徐连孝	
副主编	肖国涛	杨朝霞	邢友强
参 编	陈善岭	王 冰	郑 睿
	王丽丽	刘 洋	吴 克
主 审	陈秀云		

内 容 简 介

本书对数控铣削编程与操作课程进行大胆改革,引入企业真实工作任务作为课程教学内容,注重学生应用能力和综合素质的培养。本书详细介绍了数控铣削编程与操作的基本理论知识、数控铣床仿真系统的操作及数控铣床基本操作与编程等知识。全书共分10个项目,内容包括认识数控铣削加工、平面的铣削编程与加工、槽的数控铣削编程与加工、轮廓的数控铣削编程与加工、孔的数控铣削编程与加工、特殊零件的数控铣削编程与加工、典型零件的数控铣削编程与加工、宏程序概述、数控铣削加工中心概述以及中级数控铣工技能鉴定模拟题及答案等内容。各个项目下逐层次地分有不同的任务,在知识包中介绍了相关的理论知识,每个项目都有典型例题可供参考,项目后又有实训内容,配合教学需要,易教易学。

本书特点是:以基本概念、基本理论和基本操作为主要内容,不追求严格的教学推导,但内容丰富,理论联系实际,是一本较为实用、全面的高等院校机械类专业的技术基础课教材。本书引用了最新的国家标准和技术资料,便于在学习和实践中应用。

本书既可作为高等院校机械类专业的教材,也可作为教师教学参考用书。对于自学者来说,本书无疑也是一本良好的参考资料。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数控铣削编程与操作项目教程/陈艳巧,徐连孝主编. —北京:北京理工大学出版社,2016.8

ISBN 978-7-5682-2962-3

I. ①数… II. ①陈… ②徐… III. ①数控机床-铣床-程序设计-高等学校-教材②数控机床-铣床-金属-切削-高等学校-教材 IV. ①TG547

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第201838号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京富达印务有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/18.75

字 数/437千字

版 次/2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷

定 价/56.00元

责任编辑/封雪

文案编辑/封雪

责任校对/孟祥敬

责任印制/马振武

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

本书以配置 FANUC - 0i Mate TC 数控系统的数控铣床为例, 全面介绍了数控铣削加工的加工工艺、编程和操作等实用性极强的技能知识。在内容选择上, 遵循从简单到复杂的设计理念, 考虑相关内容的衔接性, 形成了比较完整和科学的教材体系, 能适应当前课程教学改革的基本要求。

本书以突出职业意识和职业能力培养为主线, 精选教学内容, 全书共有 10 个项目, 项目下共设有多个任务, 根据任务特点, 设计了相应的实训项目, 进行拓展练习, 以加强应用理论知识解决问题能力的训练。

本书编者长期从事数控加工、教学、生产实训等相关工作, 经过多年的学习和生产实践, 积累了丰富的实践经验。在编写本书的过程中, 除了参考文献所列出的书目外, 编者借鉴了多所院校数控技术精品课程中的内容, 资料的来源很多, 集众家知识之长, 还结合了实际的教学情况。

本书内容简明扼要, 理论联系实际, 突出能力培养。编写中, 在讲清原理的基础上, 着重于问题的分析和具体应用。本书附有较多的实例, 有助于读者较快地掌握相关技术。

本书由陈艳巧、徐连孝任主编, 肖国涛、杨朝霞和邢友强任副主编。具体分工为: 陈艳巧编写项目 1、项目 2、项目 3、项目 4 和项目 5, 徐连孝编写项目 6 和项目 10, 肖国涛编写项目 8, 杨朝霞编写项目 9, 邢友强编写项目 7。其他参编老师主要负责书中零件图的绘制。全书由陈艳巧负责统稿和定稿。陈秀云担任本书主审, 对全书进行了审阅, 提出了很多宝贵的修改意见, 在此表示衷心感谢!

在近 3 年的教学改革与教材的编写过程中得到学院各级领导与同行的大力支持, 特别是张伟主任对教材内容安排提出了宝贵的建议, 并大力支持本课程进行教学改革, 有关企业领导和企业一线技术人员也给予了大力支持, 在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限, 书中缺点、错误在所难免, 恳请广大读者批评指正。

编 者

2016 年 5 月

目 录

项目 1 认识数控铣削加工	1
任务 1 认识数控铣削仿真加工	1
1.1.1 任务书	1
1.1.2 任务准备	1
1.1.3 任务实施	3
1.1.4 知识包	22
1.1.5 任务总结	38
1.1.6 实训项目	39
1.1.7 思考与练习	42
任务 2 方形槽的数控铣削加工	42
1.2.1 任务书	43
1.2.2 任务准备	44
1.2.3 任务实施	46
1.2.4 知识包	50
1.2.5 任务总结	64
1.2.6 实训项目	64
1.2.7 思考与练习	66
项目 2 平面的数控铣削编程与加工	67
任务 1 一般平面的数控铣削编程与加工	67
2.1.1 任务书	67
2.1.2 任务准备	68
2.1.3 任务实施	70
2.1.4 知识包	71
2.1.5 任务总结	85
2.1.6 实训项目	86
2.1.7 思考与练习	86
任务 2 台阶平面的数控铣削编程与加工	87
2.2.1 任务书	87
2.2.2 任务准备	88
2.2.3 任务实施	90
2.2.4 知识包	91
2.2.5 任务总结	93
2.2.6 实训项目	93

2.2.7 思考与练习	93
项目3 槽的数控铣削编程与加工	94
任务1 直槽的数控铣削编程与加工	94
3.1.1 任务书	94
3.1.2 任务准备	95
3.1.3 任务实施	98
3.1.4 知识包	99
3.1.5 任务总结	102
3.1.6 实训项目	102
3.1.7 思考与练习	103
任务2 U形槽的数控铣削编程与加工	103
3.2.1 任务书	104
3.2.2 任务准备	104
3.2.3 任务实施	108
3.2.4 知识包	108
3.2.5 任务总结	109
3.2.6 实训项目	109
3.2.7 思考与练习	110
项目4 轮廓的数控铣削编程与加工	111
任务1 凸台的数控铣削编程与加工	111
4.1.1 任务书	111
4.1.2 任务准备	112
4.1.3 任务实施	114
4.1.4 知识包	115
4.1.5 任务总结	118
4.1.6 实训项目	118
4.1.7 思考与练习	120
任务2 型腔的数控铣削编程与加工	120
4.2.1 任务书	121
4.2.2 任务准备	121
4.2.3 任务实施	124
4.2.4 知识包	124
4.2.5 任务总结	127
4.2.6 实训项目	127
4.2.7 思考与练习	129
项目5 孔的数控铣削编程与加工	130
任务1 普通孔的数控铣削编程与加工	130
5.1.1 任务书	130
5.1.2 任务准备	131

5.1.3 任务实施	133
5.1.4 知识包	134
5.1.5 任务总结	139
5.1.6 实训项目	140
5.1.7 思考与练习	141
任务2 深孔的数控铣削编程与加工	141
5.2.1 任务书	142
5.2.2 任务准备	142
5.2.3 任务实施	145
5.2.4 知识包	145
5.2.5 任务总结	147
5.2.6 实训项目	147
5.2.7 思考与练习	148
任务3 孔的镗铣削编程与加工	148
5.3.1 任务书	148
5.3.2 任务准备	149
5.3.3 任务实施	152
5.3.4 知识包	152
5.3.5 任务总结	157
5.3.6 实训项目	158
5.3.7 思考与练习	158
任务4 螺纹孔的数控铣削编程与加工	158
5.4.1 任务书	158
5.4.2 任务准备	159
5.4.3 任务实施	162
5.4.4 知识包	162
5.4.5 任务总结	164
5.4.6 实训项目	164
5.4.7 思考与练习	166
项目6 特殊零件的数控铣削编程与加工	167
任务1 旋转零件的数控铣削编程与加工	167
6.1.1 任务书	167
6.1.2 任务准备	168
6.1.3 任务实施	170
6.1.4 知识包	171
6.1.5 任务总结	172
6.1.6 实训项目	172
6.1.7 思考与练习	173
任务2 轮廓对称零件的数控铣削编程与加工	174

6.2.1	任务书	174
6.2.2	任务准备	175
6.2.3	任务实施	178
6.2.4	知识包	179
6.2.5	任务总结	180
6.2.6	实训项目	180
6.2.7	思考与练习	182
任务3	缩放轮廓零件的数控铣削编程与加工	182
6.3.1	任务书	182
6.3.2	任务准备	183
6.3.3	任务实施	186
6.3.4	知识包	186
6.3.5	任务总结	187
6.3.6	实训项目	187
6.3.7	思考与练习	188
项目7	典型零件的数控铣削编程与加工	189
任务1	凸台与槽的数控铣削编程与加工	189
7.1.1	任务书	189
7.1.2	任务准备	190
7.1.3	任务实施	199
7.1.4	任务总结	200
7.1.5	实训项目	200
任务2	岛屿型腔零件的数控铣削编程与加工	202
7.2.1	任务书	202
7.2.2	任务准备	203
7.2.3	任务实施	213
7.2.4	知识包	213
7.2.5	任务总结	216
7.2.6	实训项目	216
项目8	宏程序概述	220
任务1	阵列孔的数控铣削编程与加工	220
8.1.1	任务书	220
8.1.2	任务准备	221
8.1.3	任务实施	223
8.1.4	知识包	224
8.1.5	任务总结	229
8.1.6	实训项目	229
8.1.7	思考与练习	230
任务2	椭圆轮廓的数控铣削编程与加工	231

8.2.1 任务书	231
8.2.2 任务准备	232
8.2.3 任务实施	234
8.2.4 知识包	235
8.2.5 任务总结	236
8.2.6 实训项目	237
项目9 数控铣削加工中心概述	238
任务1 孔的铣削编程与加工	238
9.1.1 任务书	238
9.1.2 任务准备	239
9.1.3 任务实施	243
9.1.4 知识包	244
9.1.5 任务总结	250
9.1.6 实训项目	250
9.1.7 思考与练习	252
项目10 中级数控铣工技能鉴定模拟题及答案	253
任务1 中级数控铣操作工知识考核点	253
任务2 中级数控铣操作工理论考核模拟试题	256
任务3 中级数控加工中心操作工理论考核试题	269
任务4 中级数控铣工技能考核模拟试题一	281
任务5 中级数控铣工技能考核模拟试题二	283
附录	285
参考文献	287

项目 1 认识数控铣削加工

任务 1 认识数控铣削仿真加工

- 知识目标:

- (1) 了解常见数控系统。
- (2) 学习数控加工仿真软件的使用。
- (3) 掌握 FANUC -0i 数控系统操作面板各功能键的含义和使用方法。
- (4) 掌握数控铣床加工零件的操作过程。
- (5) 掌握数控机床坐标系相关知识。
- (6) 掌握铣床对刀方法。

- 能力目标:

- (1) 能够正确操作数控铣床。
- (2) 能够正确对加工程序进行编辑。
- (3) 能理解机床坐标系。
- (4) 掌握 FANUC -0i 数控系统控制面板的使用方法。

1.1.1 任务书

- (1) 功能要求: 认识数控铣削仿真加工。
- (2) 数控系统: 采用 FANUC -0i 数控系统。
- (3) 软件要求: 上海宇龙软件有限公司开发的数控加工仿真系统。
- (4) 任务内容: 完成如图 1.1.1 所示零件的加工。毛坯尺寸为 60 mm × 60 mm × 20 mm, 材料 45 号钢。刀具为 $\phi 6$ mm、材料为硬质合金的键槽铣刀。工件坐标系原点设在工件上表面的中心处, 如图 1.1.1 所示。输入数控加工程序 (表 1.1.1), 运用数控加工仿真软件完成图 1.1.1 所示方形槽零件的仿真加工。
- (5) 任务提交: 在数控加工仿真系统中完成图 1.1.1 所示零件的仿真加工。
- (6) 评价标准: 见表 1.1.2。

1.1.2 任务准备

安装上海宇龙数控加工仿真软件, 了解数控仿真加工系统的操作过程。

- (1) 明确零件的加工要求以及工件坐标系在零件上的位置。
- (2) 进入数控系统后, 根据零件特点和加工要求选择合适的机床。

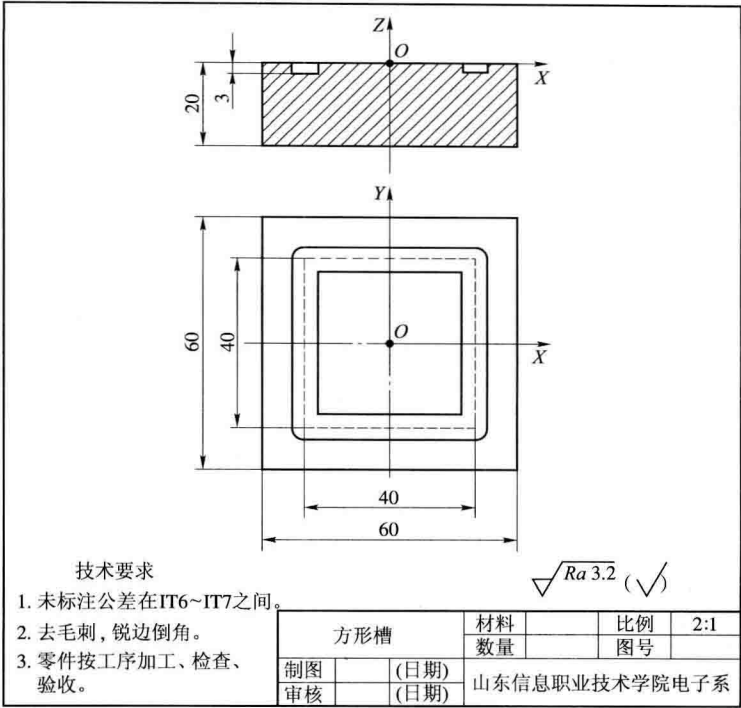


图 1.1.1 方形槽零件图

表 1.1.1 方形槽加工程序

序号	加 工 程 序	释 注
1	O0001;	程序名
2	N10 G54 G17 G90 G40 G49 G80;	初始化设置，并建立工件坐标系
3	N20 M03 S1000;	主轴正转，转速为1 000 r/min
4	N30 G00 Z200.0;	刀具沿 Z 轴快速移至 Z200.0
5	N40 X-20.0 Y-20.0;	快速定位至 (X-20.0, Y-20.0)
6	N50 Z5.0;	沿 Z 轴快速移至 Z5.0 处
7	N60 G01 Z-3.0 F50;	沿 Z 轴切深 3.0 mm，进给速度 50 mm/min
8	N70 Y20.0 F200;	铣削方形槽，进给速度 200 mm/min
9	N80 X20.0;	
10	N90 Y-20.0;	
11	N100 X-20.0;	
12	N110 Z3.0;	抬起刀具至 Z3.0
13	N120 G00 Z200;	快速退刀至安全位置
14	N130 M30;	程序结束

表 1.1.2 任务实施评价表

工件编号	项目与权重	序号	技术要求	配分	总得分		
					评分标准	检测记录	得分
工件质量 (20%)		1	尺寸合格	10	教师自定		
		2	工件加工完整	5	教师自定		
		3	表面粗糙度符合图样要求	5	教师自定		
程序编辑 (30%)		4	输入编辑程序	30	教师自定		
机床操作 (30%)		5	刀具安装正确	5	误操作全扣		
		6	对刀操作正确	15	误操作全扣		
		7	机床面板操作正确	10	教师自定		
文明生产 (20%)		8	安全操作	10	违反全扣		
		9	机床整理	10	不合格全扣		

(3) 根据加工需要,定义毛坯材料与尺寸大小,选择合适的夹具,然后将毛坯安装在工作台上。

(4) 选择符合加工要求的刀具,安装在机床主轴上。

(5) 系统上电,机床进行回参考点操作,即复位操作,机床恢复出厂设置的默认状态。

(6) 手动移动刀具或者工作台,让刀具与工件接近,然后调整 1 mm 塞尺,根据塞尺检查提示信息,确定刀具与工件的距离。

(7) 将刀具在工件坐标系中的坐标值输入数控系统中,建立工件坐标系与机床坐标系的关系。

(8) 输入零件加工程序。

(9) 自动加工零件。

(10) 检测零件。

(11) 将合格的零件导出并保存,以备后用。

(12) 保存项目,以备后用。

1.1.3 任务实施

1.1.3.1 进入数控加工仿真系统

1) 启动加密锁管理程序

用鼠标左键依次单击“开始”→“程序”→“数控加工仿真系统”→“加密锁管理程序”,如图 1.1.2 所示,加密锁管理程序启动后,屏幕右下方的工具栏中将出现“”图标。

2) 运行数控加工仿真系统

依次单击“开始”→“程序”→“数控加工仿真系统”→“数控加工仿真系统”,如图 1.1.2 所示,系统弹出用户登录界面,如图 1.1.3



图 1.1.2 启动加密锁管理程序

所示。进入数控加工仿真系统的方法有以下两种：

方法一：直接单击“快速登录”按钮即可进入如图 1.1.4 所示操作界面。

方法二：输入用户名和密码，再单击“确定”按钮即可进入如图 1.1.4 所示操作界面。其中，管理员用户名为 manage，密码为 system；一般用户名为 guest，密码为 guest。



图 1.1.3 用户登录界面

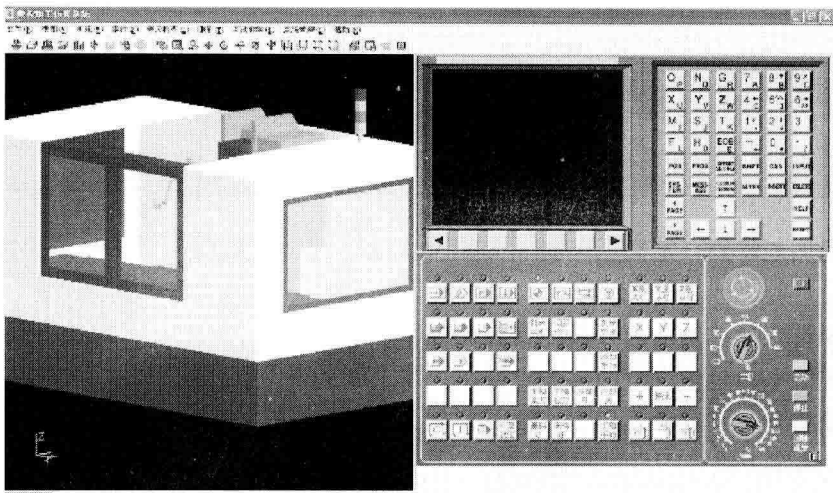


图 1.1.4 数控加工仿真系统的操作界面

小提示：

● 一般情况下直接单击“快速登录”按钮登录。无论采用哪一种方法登录，都不会影响后面的零件编程与加工。

● 在局域网内使用本软件时，必须按上述方法先在教师机上启动加密锁管理程序。等到教师机屏幕右下方的工具栏中出现“”图标后，才可以在学生机上依次单击“开始”→“程序”→“数控加工仿真系统”→“数控加工仿真系统”，登录到软件的操作界面。

1.1.3.2 机床、毛坯与刀具

1) 选择机床类型

(1) 打开菜单“机床”→“选择机床”，如图 1.1.5 所示。在“选择机床”对话框中选择控制系统类型和相应的机床，界面如图 1.1.6 所示。单击“确定”按钮后进入如图 1.1.7 所示操作界面。

(2) 去掉机床防护罩。打开菜单“视图”→“选项”，或者在工具条上选择图标“”，系统打开如图 1.1.8 (a) 所示“视图选项”对话框。取消勾选“显示机床罩子”，勾选“左键平移、右键旋转”，如图 1.1.8 (b) 所示，单击“确定”按钮，结果如图 1.1.9 所示。

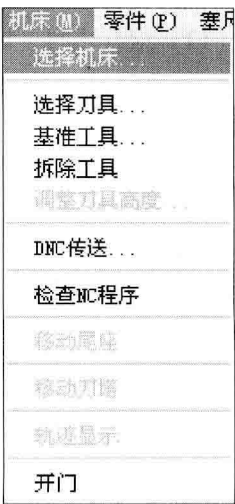


图 1.1.5 “机床”菜单

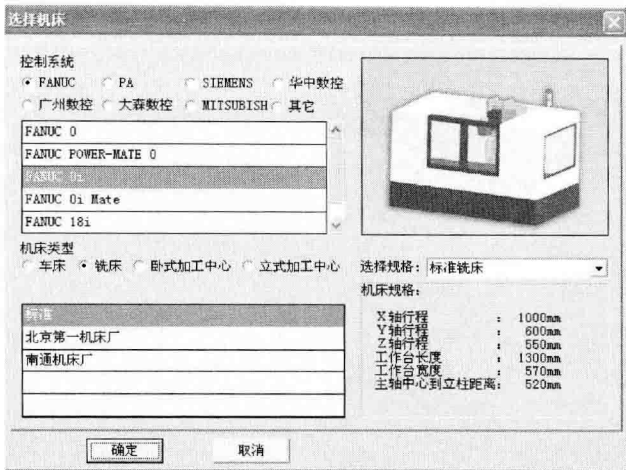


图 1.1.6 “选择机床”对话框

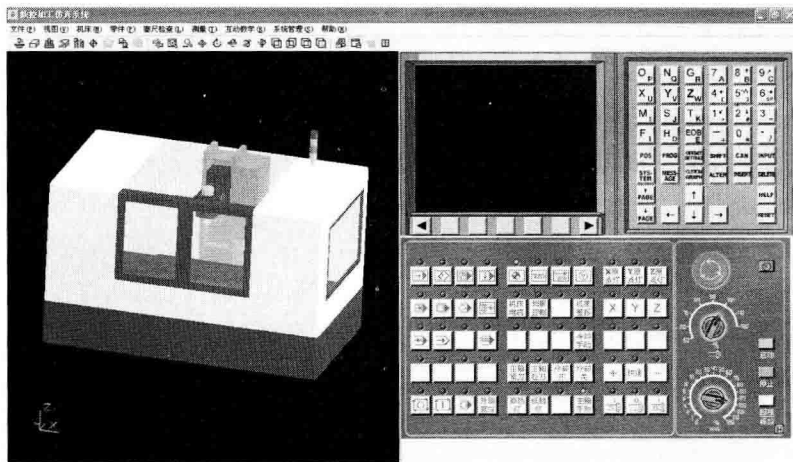


图 1.1.7 宇龙数控加工仿真 FANUC-0i 铣床操作界面

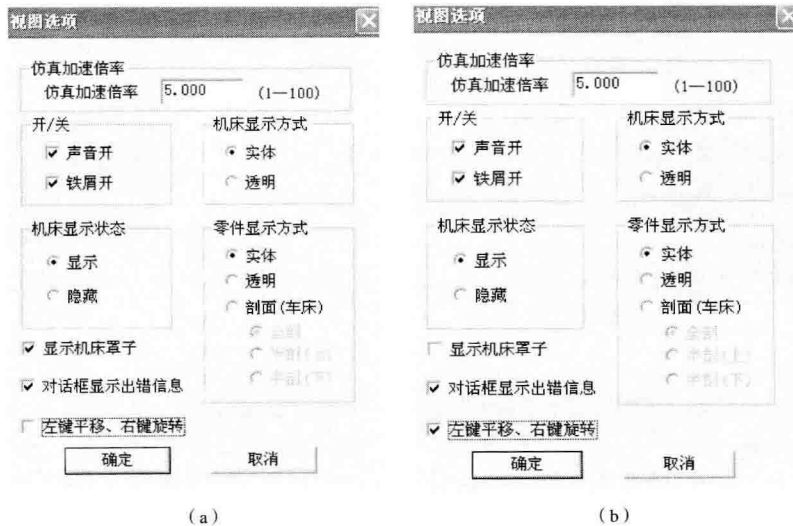


图 1.1.8 “视图选项”对话框

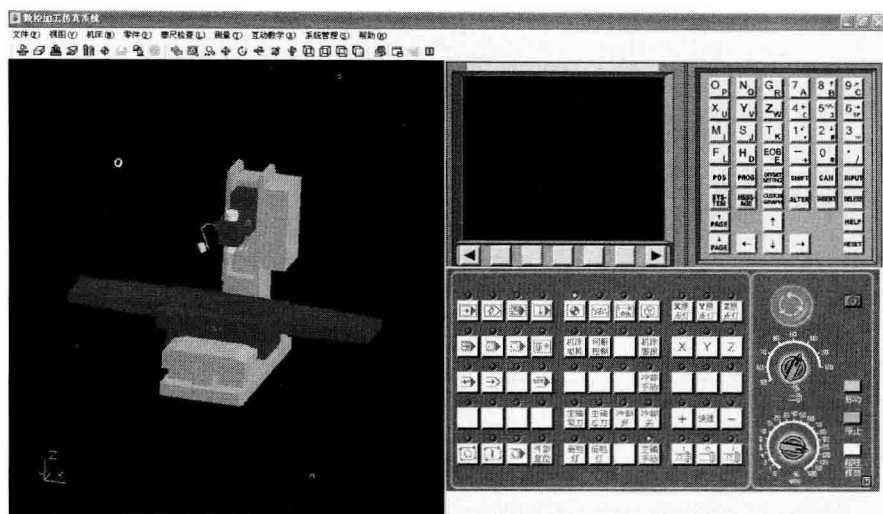


图 1.1.9 去掉机床防护罩后的数控铣床

此时在加工区域中拖动鼠标左键可以移动机床，拖动鼠标右键可以旋转机床，滚动鼠标可以实现机床的放大与缩小。也可以通过点击工具栏中的图标“   ”，实现机床的移动、旋转或者缩小与放大等。

2) 工件的定义和使用

(1) 定义毛坯。

打开菜单“零件”→“定义毛坯”或在工具条上选择图标“”，系统将打开如图 1.1.10 所示对话框。

• 名字输入。

在“名字”输入框内输入毛坯名，也可使用缺省值。

• 选择毛坯材料。

“材料”列表框中提供了多种毛坯材料，可根据需要在下拉列表中选择毛坯材料，这里选择“45#钢”。

• 选择毛坯形状。

有两种形状的毛坯供选择：长方形毛坯和圆柱形毛坯。根据加工要求选择毛坯形状，此处选择“长方形”。

• 参数输入。

尺寸输入框用于输入尺寸，默认单位为 mm。根据加工要求，设置的毛坯参数如图 1.1.10 所示。

• 保存退出。

单击“确定”按钮，保存已经定义的毛坯并且退出本操作。

(2) 定义夹具。

打开菜单“零件”→“安装夹具”命令或者在工具条上选择图标“”，会打开“选择夹具”对话框，如图 1.1.11 所示。此操作步骤如下：

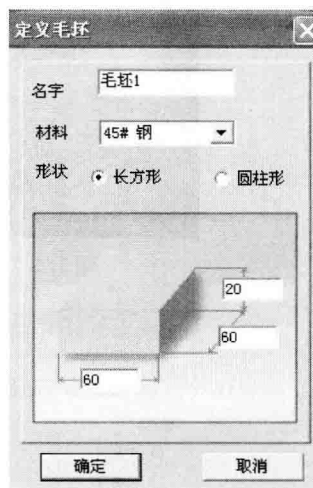


图 1.1.10 “定义毛坯”对话框

步骤一：在“选择零件”列表框中选择毛坯，这里选择已经定义好的“毛坯1”。此时毛坯1的尺寸在对话框中的“零件尺寸”处显示出来，如果发现尺寸不符合图纸要求，可以按照“定义毛坯”步骤重新定义毛坯。

步骤二：在“选择夹具”列表框中选择夹具。可以选择的夹具具有“工艺板”或者“平口钳”。

- 如果选择“工艺板”，对话框如图 1.1.12 所示。“夹具尺寸”输入框显示的是系统提供的尺寸，用户可以根据零件大小和加工需要修改工艺板的尺寸，我们这里采用默认尺寸。没有特别需要，采用系统默认尺寸就可以。各个方向的“移动”按钮供操作者调整毛坯在夹具上的位置，一般情况下采用系统默认位置。最后单击“确定”按钮，就把“毛坯1”安装在“工艺板”上。不过在操作界面里看不到。

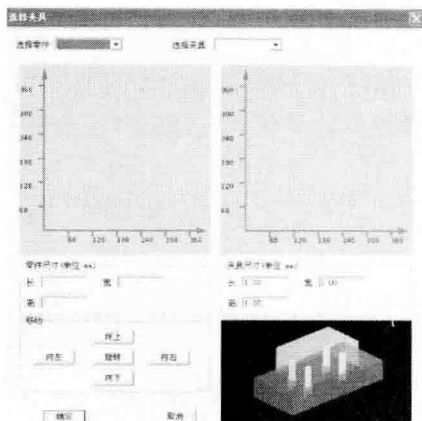


图 1.1.11 “选择夹具”对话框

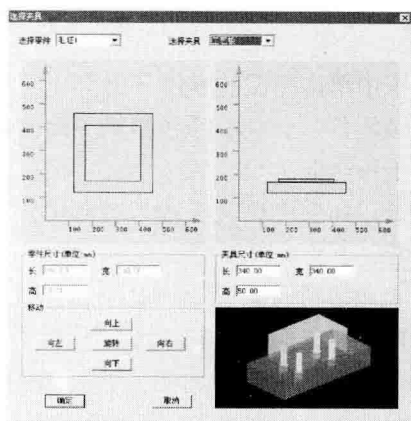


图 1.1.12 选择“工艺板”的对话框

- 如果选择“平口钳”，对话框如图 1.1.13 所示。通过“对话框”中的“移动”命令处的“向上”移动按钮，把毛坯向上移动一定距离，保证零件上表面高出平口钳的台面。其余参数不需要改变。单击“确定”按钮，就把“毛坯1”安装在“平口钳”上。

根据加工要求，此处夹具选择平口钳装夹。

小提示：

- 毛坯形状不同，可供选择的夹具类型也不一样，长方体零件可以使用“工艺板”或者“平口钳”，圆柱形零件可以选择“工艺板”或者“卡盘”。

- 仿真系统中也可以不使用夹具，使工件直接放置在机床台面上。

(3) 放置毛坯。

打开菜单“零件”→“放置零件”命令或者在工具条上选择图标“”，系统弹出如图 1.1.14 所示对话框。

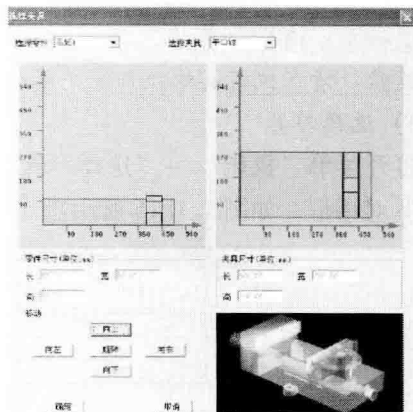


图 1.1.13 选择“平口钳”的对话框

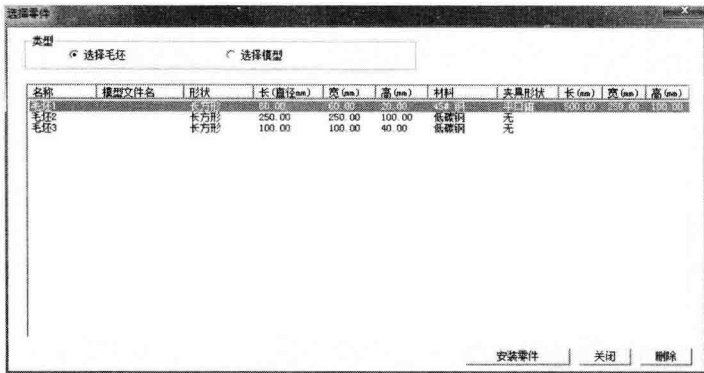


图 1.1.14 “选择零件”对话框

在列表中单击所需的零件“毛坯1”，选中的零件信息会加亮显示，如图 1.1.14 所示，单击“安装零件”按钮，系统自动关闭对话框，零件和夹具（如果已经选择了夹具）将被放到机床工作台上。

小提示：如果发现选择的毛坯有误，可以打开菜单“零件”→“拆除零件”命令，将零件拆除后，再重新“放置毛坯”。

(4) 调整零件位置。

零件可以在工作台上移动。毛坯放上工作台后，系统将自动弹出一个 小键盘，如图 1.1.15 所示，通过按动小键盘上的方向按钮，实现零件的平移和旋转，小键盘上的“退出”按钮用于关闭小键盘。此处不需要移动零件，采用系统默认的位置。

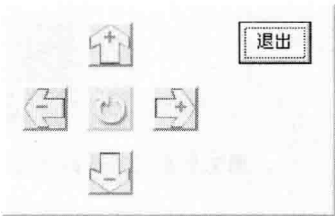


图 1.1.15 “移动零件”小键盘

小提示：选择菜单“零件”→“移动零件”也可以打开小键盘。请在执行其他操作前关闭小键盘。如果没有特殊要求，不需要移动工件。

3) 选择刀具

打开菜单“机床”→“选择刀具”或者在工具条中选择图标“”，系统弹出“选择铣刀”对话框，如图 1.1.16 所示。



图 1.1.16 “选择铣刀”对话框