



普通高等教育“十二五”规划教材

数控编程与操作 项目式实训教程

SHUKONG BIANCHENG YU CAOZUO
XIANGMUSHI SHIXUN JIAOCHENG

范彩霞 路素青 主编

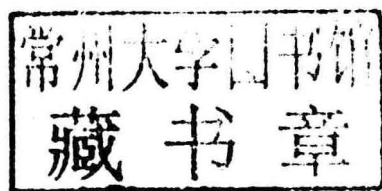


国防工业出版社

National Defense Industry Press

数控编程与操作项目式 实训教程

范彩霞 路素青 主编



国防工业出版社

· 北京 ·

内容简介

本书以 FANUC Series 0i Mate - TC 和 HNC - 21T 两种数控系统作为平台,以项目式的内容编排模式,全面介绍了数控车床和数控铣床的编程与实训。全书共分两篇,其中第一篇为数控车床编程与实训,本篇共设置了 10 个实训项目,内容涵盖了外圆、螺纹、内孔、非圆曲线轮廓、刀尖半径补偿、复杂回转体自动编程等项目的编程和实训;第二篇为数控铣床编程与实训,同样设置了 10 个实训项目,内容包括数控铣床基本操作、两种数控系统及其仿真系统的基本操作、平面及二维轮廓、孔系加工、型腔、三轴联动加工空间曲面、非圆曲线宏程序及 CAXA 制造工程师自动编程等。

本书可作为高等工科院校机械类、近机类专业本专科生的数控实训教材,也可作为数控编程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控编程与操作项目式实训教程/范彩霞,路素青
主编. —北京:国防工业出版社,2012.6
ISBN 978-7-118-07957-9

I. ①数... II. ①范... ②路... III. ①数控机床 -
程序设计 - 教材②数控机床 - 操作 - 教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 028346 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 14½ 字数 259 千字

2012 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

数控加工编程是数控工艺技术人员的核心技能,但数控加工编程和数控系统的选择有关,针对生产实践,本书详细介绍了 FANUC 和华中数控系统编程,并结合数控加工仿真系统适当介绍了数控机床的主要操作步骤,在编程工具上除了介绍一般零件手工编程,还对宏程序编制和自动编程做了实例讲解。

本书共分两篇,第一篇为数控车床编程与操作实训,第二篇为数控铣床编程与操作实训。数控车床编程与操作实训共设置了 10 个实训项目,内容涵盖了生产实践中回转体类零件的常见结构特征,如外圆、螺纹、内孔、圆弧及非圆曲面(如椭球类)。数控铣床编程与操作实训同样设置了 10 个项目,内容包括数控铣床基本操作、两种数控系统及其仿真系统的基本操作、平面及二维轮廓、孔系加工、型腔、三轴联动加工空间曲面、非圆曲线宏程序及 CAXA 制造工程师自动编程等。每个项目均按数控机床及毛坯选择、零件装夹、刀具选择、工艺规划、编程及加工操作等环节顺序展开进行实训,并根据项目实训目标设置了同步练习题目。项目的内容编排从易到难,特别是有关宏程序和自动编程两个项目的设置,是提高数控工艺规划、编程和操作等方面能力的关键。

本书由范彩霞和路素青主编,其中项目 1、项目 2 由刘超编写,项目 3、项目 4、项目 5、项目 6、项目 7、项目 8、项目 9、项目 10 由范彩霞编写,项目 11、项目 12、项目 13、项目 14、项目 15 由李会芹编写,项目 16、项目 17 由刘德波编写,项目 18、项目 19、项目 20 由路素青编写。全书由范彩霞负责统稿和定稿。

由于编写时间及作者的专业水平和生产经验有限,书中难免有错误和欠妥之处,恳请读者指正。

编 者

2012 年 4 月

目 录

第一篇 数控车床编程与操作实训

项目 1 数控车床安全操作规程	2
1.1 开机前的准备工作	2
1.2 加工过程中的安全注意事项	3
1.3 停机后的注意事项	3
项目 2 FANUC Series 0i Mate-TC 数控系统基本操作	5
2.1 数控系统面板	5
2.2 机床操作面板	8
2.3 手轮面板	10
2.4 通电开机	10
2.5 手动操作	10
2.6 手轮进给	11
2.7 自动运行	12
2.8 创建和编辑程序	13
2.9 设定和显示数据	16
2.10 程序的输入校验	17
项目 3 HNC-21T 数控系统基本操作	19
3.1 数控系统面板	19
3.2 手动操作	24
3.3 刀位选择、转换和机床的锁定	25
3.4 MDI 运行	26
3.5 自动运行操作	27
3.6 程序编辑和管理	28

3.7	数据设置	29
3.8	程序的输入校验	32
项目 4	外圆复合循环加工演示与实训	33
4.1	加工实例	33
4.2	工艺分析	34
4.3	加工程序	35
4.4	操作演示(华中世纪星数控系统)	36
4.5	加工实训	40
项目 5	内孔复合循环加工演示与实训	42
5.1	加工实例	42
5.2	工艺分析	43
5.3	加工程序	44
5.4	具体操作(FANUC Series Oi Mate - TC 数控系统)	45
5.5	加工实训	51
项目 6	普通螺纹车削加工实训	52
6.1	加工实例	52
6.2	工艺分析	53
6.3	加工程序	55
6.4	加工实训	57
项目 7	刀尖半径补偿加工实训	58
7.1	加工实例	58
7.2	工艺分析	59
7.3	加工程序	61
7.4	加工实训	62
项目 8	非圆曲线宏程序加工实训	64
8.1	宏程序编程概述	64
8.2	加工实例	66
8.3	工艺分析	67
8.4	加工程序	68
8.5	加工实训	69
项目 9	CAXA 数控车自动编程演示与实训	70

9.1 加工实例	70
9.2 工艺分析	71
9.3 加工造型	72
9.4 左端加工	72
9.5 右端加工	82
9.6 加工实训	91
项目 10 数控车削加工综合实训	92
10.1 加工实例	92
10.2 工艺分析	93
10.3 加工程序	94
10.4 加工实训	96

第二篇 数控铣床加工中心编程与操作实训

项目 11 数控铣安全操作规程	98
11.1 安全操作基本注意事项	98
11.2 工作前的准备	98
11.3 工作过程中的安全注意事项	98
11.4 工作完成后的注意事项	99
项目 12 FANUC Serise 0i-MC 数控系统基本操作	100
12.1 FANUC 加工中心控制面板	100
12.2 选择机床	105
12.3 机床回零	106
12.4 安装工件和工艺装夹	108
12.5 建立工件坐标系	110
12.6 安装刀具和换刀	117
12.7 确定刀具长度补偿	120
12.8 传输 NC 程序	122
12.9 自动加工	124
12.10 程序的输入校验	125

项目 13 华中世纪星 HNC-21M 数控铣系统基本操作	126
13.1 HNC-21M 数控铣系统面板	126
13.2 选择机床	130
13.3 机床回零	131
13.4 安装工件和工艺装夹	132
13.5 建立工件坐标系	134
13.6 安装刀具和换刀	139
13.7 确定刀具长度补偿	142
13.8 传输 NC 程序	143
13.9 自动加工	145
13.10 程序的输入校验	145
项目 14 平面铣削实训	147
14.1 加工实例	147
14.2 工艺分析	148
14.3 加工程序	149
14.4 加工实训	151
项目 15 外轮廓铣削实训	152
15.1 加工实例	152
15.2 工艺分析	153
15.3 加工程序	154
15.4 加工实训	159
项目 16 钻孔编程实训	161
16.1 加工实例	161
16.2 工艺分析	162
16.3 加工程序	163
16.4 加工实训	164
项目 17 内轮廓加工实训	166
17.1 加工实例	166
17.2 工艺分析	167
17.3 加工程序	168
17.4 加工实训	174

项目 18 宏程序编程实训	175
18.1 加工实例	175
18.2 工艺分析	176
18.3 加工程序	177
18.4 加工实训	182
项目 19 CAXA 制造工程师自动编程实训	184
19.1 加工实例	184
19.2 工艺分析	185
19.3 加工造型	187
19.4 粗铣外轮廓	187
19.5 粗铣同心圆型腔	193
19.6 粗铣叶片型腔	197
19.7 精铣外轮廓	199
19.8 精铣同心圆型腔	201
19.9 精铣叶片型腔	203
19.10 钻孔	205
19.11 加工实例	209
项目 20 数控铣削加工综合实训	211
20.1 加工实例	211
20.2 工艺分析	212
20.3 加工程序	213
20.4 加工实训	221
附录 实训报告	222
参考文献	224

第一篇

数控车床编程与 操作实训

- 项目 1 数控车床安全操作规程
- 项目 2 FANUC Series Oi Mate - TC 数控系统基本操作
- 项目 3 HNC - 21T 数控系统基本操作
- 项目 4 外圆复合循环加工演示与实训
- 项目 5 内孔复合循环加工演示与实训
- 项目 6 普通螺纹车削加工实训
- 项目 7 刀尖半径补偿加工实训
- 项目 8 非圆曲线宏程序加工实训
- 项目 9 CAXA 数控车自动编程演示与实训
- 项目 10 数控车削加工综合实训

项目 1 数控车床安全操作规程

【实训目标】

- (1) 了解数控车床安全操作规程。
- (2) 了解机床的基本维护和保养方法。

【实训仪器与设备】

- (1) 数控车床一台。
- (2) 外圆车刀一把。
- (3) 试车毛坯一个。

1.1 开机前的准备工作

开机前准备工作有以下几个方面。

- (1) 工作时正确穿戴好劳动保护用品，禁止戴手套操作机床。
- (2) 注意不要移动或损坏安装在机床上的警告标牌。
- (3) 开机前应对数控车床进行全面细致的检查，包括操作面板、导轨面、卡爪、尾座、刀架、刀具等，确认无误后方可操作。
- (4) 机床通电后，检查各开关、按钮和按键是否正常、灵活，机床有无异常现象，认真检查润滑系统、液压系统工作是否正常；开车预热机床 10min~20min 后，进行零点确认操作。
- (5) 使用的刀具应与机床允许的规格相符，有严重破损的刀具要及时更换。
- (6) 调整刀具所用工具不要遗忘在机床内。
- (7) 大尺寸轴类零件的中心孔是否合适，中心孔如太小，工作中易发生危险。
- (8) 刀具安装好后应进行一二次试切削。
- (9) 检查卡盘夹紧工作的状态。
- (10) 机床开动前，必须关好机床防护门。
- (11) 程序输入后，应仔细核对代码、地址、数值、正负号、小数点及语法是否正确。

(12) 正确测量和计算工件坐标系，并对所得结果进行检查；操作机床面板时，只允许单人操作，其他人不得触摸按键。

(13) 输入工件坐标系，并对坐标、坐标值、正负号、小数点进行认真核对。

(14) 程序修改后，要对修改部分仔细核对。

(15) 试切时快速倍率开关必须打到较低挡位。

(16) 试切进刀时，在刀具运行至工件 30mm~50mm 处，必须在进给保持下，验证 Z 轴和 X 轴坐标剩余值与加工程序是否一致。

(17) 未装工件前，空运行一次程序，看程序能否顺利进行，刀具和夹具安装是否合理，有无超程现象。

(18) 必须在确认工件夹紧后才能启动机床，严禁工件转动时测量、触摸工件。

1.2 加工过程中的安全注意事项

加工过程中安全注意事项有以下几个方面。

(1) 禁止用手接触刀尖和铁屑，铁屑必须要用铁钩子或毛刷来清理。

(2) 禁止用手或其他任何方式接触正在旋转的主轴、工件或其他运动部位。

(3) 禁止加工过程中量活、变速，更不能用棉丝擦拭工件，也不能清扫机床。

(4) 车床运转中，操作者不得离开岗位，机床发现异常现象要立即停车，及时报告主管或专业维修人员。

(5) 紧急停车后，应重新进行机床“回零”操作，才能再次运行程序。

(6) 经常检查轴承温度，过高时应找有关人员进行检查。

(7) 在加工过程中，不允许打开机床防护门。

(8) 严格遵守岗位责任制，机床由专人使用，他人使用须经本人同意。

(9) 工件伸出车床 100mm 以外时，须在伸出位置设防护物。

(10) 操作中出现工件跳动/打抖、异常声音、夹具松动等异常情况时必须停车处理。

(11) 试切和加工中，刃磨刀具和更换刀具后，要重新测量刀具位置并修改刀补值和刀补号。

1.3 停机后的注意事项

停机后的注意事项有以下几个方面。

- (1) 清除切屑、擦拭机床，使机床与环境保持清洁状态。
- (2) 注意检查或更换磨损坏了的机床导轨上的油擦板。
- (3) 检查润滑油、冷却液的状态，及时添加或更换。
- (4) 依次关掉机床操作面板上的电源和总电源。

项目 2 FANUC Series 0i Mate-TC 数控系统基本操作

【实训目标】

- (1) 掌握 FANUC Series 0i Mate-TC 数控系统面板按键功能。
- (2) 学习 FANUC Series 0i Mate-TC 数控系统的基本操作方法。

【实训仪器与设备】

数控车床加工仿真系统一套。

2.1 数控系统面板

FANUC Series 0i Mate-TC 数控系统面板如图 2-1 所示。

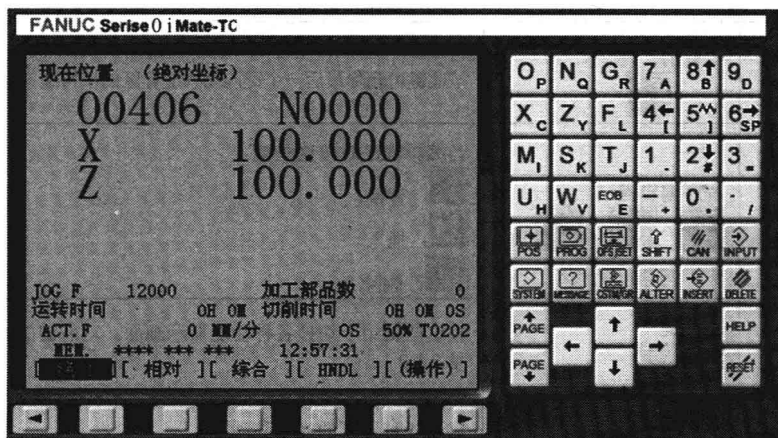
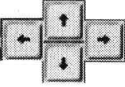


图 2-1 FANUC Series 0i Mate-TC 数控系统面板

2.1.1 数控系统键盘说明

MDI 键盘说明见表 2-1。

表 2-1 MDI 键盘说明

序 号	名 称	功 能 说 明
1	“复位”键 	按此键可使 CNC 复位或者取消报警等
2	“帮助”键 	按此键用来显示如何操作机床，如 MDI 键的操作。按这个键可以获得帮助
3	软键 	根据其使用场合，软键有各种功能。软键功能显示在 CRT 屏幕的底部
4	地址和数字键 	按这些键可以输入字母、数字或者其他字符
5	“换挡”键 	在有些键的顶部有两个字符。按此键来选择字符。当一个特殊字符  在屏幕上显示时，表示键面右下角的字符可以输入
6	“输入”键 	当按地址键或数字键后，数据被输入到缓冲器，并在 CRT 屏幕上显示出来。为了把输入到输入缓冲区的数据复制到寄存器，按此键。这个键相当于软键的 INPUT 键，按此两键的结果是一样的
7	“取消”键 	按此键可删除最后一个键入输入缓存区的字符或符号
8	程序编辑键 	当编辑程序时按这些键。  ：替换。  ：插入。  ：删除
9	功能键 	按这些键用于切换各种功能显示画面。功能键的详细说明见 2.1.2.1 节
10	光标移动键 	这是 4 种不同的光标移动键。  ：这个键用于将光标向右或者向前移动。  ：这个键用于将光标向左或者往回移动。  ：这个键用于将光标向下或者向前移动。  ：这个键用于将光标向上或者往回移动

(续)

序号	名称	功能说明
11	翻页键 	这两个翻页键的说明如下。  : 该键用于将屏幕显示的页面朝前翻一页。  : 该键用于将屏幕显示的页面朝后翻一页

2.1.2 功能键和软键

功能键用于选择显示的屏幕(功能)类型。按了功能键之后,再按软键,与已选功能相对应的屏幕就被选中(显示)。

2.1.2.1 功能键

- : 按此键显示位置画面。
- : 按此键显示程序画面。
- : 按此键显示刀具偏置/设置(SETTING)画面。
- : 按此键显示系统画面。
- : 按此键显示信息画面。
- : 按此键显示用户宏画面(会话式宏画面)或显示图形画面。

2.1.2.2 软键

为了显示更详细的画面,在按下功能键后紧接着按软键。最左侧带有向左箭头的软键为菜单返回键,最右侧带有向右箭头的软键为菜单继续键。

2.1.3 键盘输入和输入缓冲区

按地址键(数字键)时,与该键相应的字符就被输入缓冲器。输入缓冲器的内容显示在 CRT 屏幕的底部。为了标明这是输入的数据,在该字符前面会立即显示一个符号“>”。在输入数据的末尾显示一个符号“_”标明下一个输入字符的位置,如图 2-2 所示。

为了输入同一个键上右下方的字符,首先按下键,然后按下需要输入的键就可以了。例如,要输入字母 P,首先按下键,这时 SHIFT 键变为红色,然后按下键,缓冲区内就可显示字母 P。再按一下键,SHIFT 键恢复成原来颜色,表明此时不能输入右下方字符。按下键可取消缓冲区最后输入的字符或者符号。

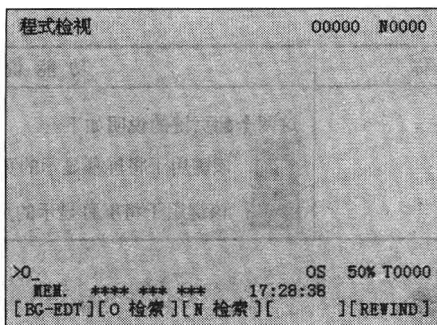


图 2-2 输入缓冲器

2.2 机床操作面板

机床操作面板如图 2-3 所示。机床操作面板功能键说明见表 2-2。

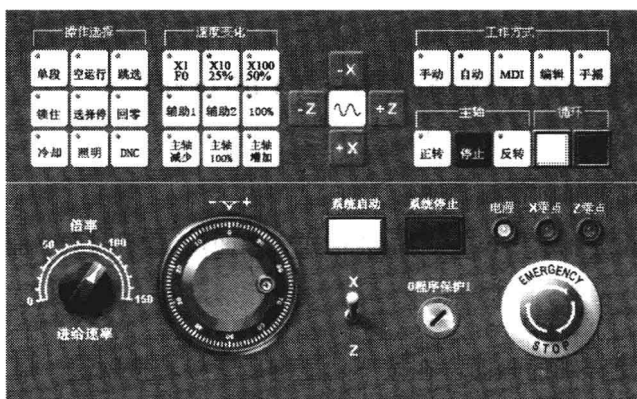


图 2-3 机床操作面板

表 2-2 机床操作面板功能键说明

序号	名称	功能说明
1	工作方式选择键 编辑 自动 MDI 手摇 手动	用来选择系统的运行方式。 编辑 : 按该键, 进入编辑运行方式。 自动 : 按该键, 进入自动运行方式。 MDI : 按该键, 进入 MDI 运行方式。 手动 : 按该键, 进入手动运行方式。 手摇 : 按该键, 进入手轮运行方式