

机电专业“十三五”规划教材

数控编程与加工一体化教程

主 编 许为民 李汉平 阮铭业
副主编 张 震 辛道银 蒋 金



电子科技大学出版社

前 言

本书根据国内数控车床的应用情况,针对应用型本科、职业院校学生的特点,突出数控车床的应用性和操作性,以数控车工技能鉴定要求为依据,根据数控车工的专业知识结构特点,通过项目驱动教学法把数控车床的编程和操作加工有机地融合在各个项目任务中。本教材突出实践能力的培养,把能力培养贯穿于教学的全过程,使学生掌握从事专业领域实际工作的基本能力和基本技能,同时通过技能的强化训练,取得相应的职业技能证书。

本书主要有以下特点。

(1) 任务引领:以典型工作任务为载体,组建学习任务,任务由浅入深,循序渐进,有利于教学。

(2) 实践性强:以理论够用、突出实践为原则,内容的组织极富操作性。

(3) 便于自学:通过典型例题的分析,使学生能够独立依据例题编制程序。

本书由江苏信息职业技术学院许为民、江西工程职业学院的李汉平和肇庆学院的阮铭业担任主编,由江苏信息职业技术学院的张震、辛道银和蒋金担任副主编。本书的相关资料 and 售后服务可扫本书封底的微信二维码或与 QQ (2436472462) 联系获得。

本书可作为应用型本科院校和职业院校数控、机电、机械制造等专业的教材,也可作为职业技能培训、鉴定的辅助教材。

由于时间仓促,加上编者水平有限,书中不足之处在所难免,望广大读者批评指正,编者将不胜感激。

编 者

2018 年 1 月

CONTENT 目 录

项目一 数控车床的认知及操作	1
任务一 SIEMENS 802D 系统数控车床的认知及操作	1
任务二 FANUC Oi mate-TC 系统数控车床的认知及操作	15
项目小结	27
项目习题	27
项目二 回转轴的加工	30
任务一 简单轴类零件的加工	30
任务二 较复杂轴类零件的加工	43
项目小结	51
项目习题	51
项目三 螺纹轴零件的加工	53
任务一 圆柱螺纹加工	53
任务二 螺纹轴零件的加工	61
项目小结	69
项目习题	69
项目四 槽类零件的加工	71
任务一 单槽加工	71
任务二 多槽加工	76
项目小结	82
项目习题	82
项目五 组合零件的加工	84
任务一 综合轴类零件的加工	84
任务二 套类零件的加工	91

任务三 组合套件的加工	98
项目小结	100
项目习题	100
项目六 曲线类零件的加工	104
任务一 圆弧面轴类零件的加工	104
任务二 非圆曲面轴类零件的加工	111
实 训	122
实训一 机床基本操作	122
实训二 对刀操作	125
实训三 槽类零件编程与加工	127
实训四 刀具半径补偿	134
实训五 尺寸保证	142
实训六 固定循环指令应用	149
实训七 加工中心编程	152
实训八 子程序编程	157
实训九 中级工考工综合练习一	162
实训十 中级工考工综合练习二	169
实训十一 综合件加工	177
附录 数控车工中、高级技能操作题	190
参考文献	224

项目一 数控车床的认知及操作

项目导读

本项目主要讲述 CYN-C400TA 数控车床的数控系统控制面板与数控机床操作面板的结构及相应功能；数控车床的基本操作，包括开机、调试机床、对刀、调试程序等操作，为后续零件的加工做好相应的准备。

项目目标

- 掌握 SIEMENS 802D 系统、FANUC 0i mate-TC 系统数控车床面板功能。
- 掌握 SIEMENS 802D 系统、FANUC 0i mate-TC 系统数控车床基本操作。
- 熟练掌握 SIEMENS 802D 系统、FANUC 0i mate-TC 系统数控车床对刀操作。

任务一 SIEMENS 802D 系统数控车床的认知及操作

任务描述

配置 SIEMENS 802D 系统数控车床的操作面板分为系统操作面板（由 CRT 显示器和 MDI 键盘组成）和机床控制面板组成，如图 1-1 所示。

✦ 知识点

- SIEMENS 802D 系统数控车床的数控系统面板上按键位置及功能。
- SIEMENS 802D 系统数控车床的机床操作面板上按键位置及功能。
- SIEMENS 802D 系统数控车床的开机和返回参考点操作。
- SIEMENS 802D 系统数控车床的手动、手轮、MDI 操作。
- SIEMENS 802D 系统数控车床的程序输入及模拟操作。
- SIEMENS 802D 系统数控车床的对刀操作。

✦ 技能点

- 熟练操作 SIEMENS 802D 系统数控车床的系统面板。



图 1-1 SIEMENS 802D 系统面板图

- SIEMENS 802D 系统数控车床的对刀操作。

任务分析

本任务主要是讲述 CYNC-400TA 数控车床 SIEMENS 802D 系统的系统面板。

相关知识

一、屏幕显示画面

图 1-1 右上部分是 CRT 显示屏幕画面，屏幕划分为状态区、应用区、说明及软键区，如图 1-2 所示。

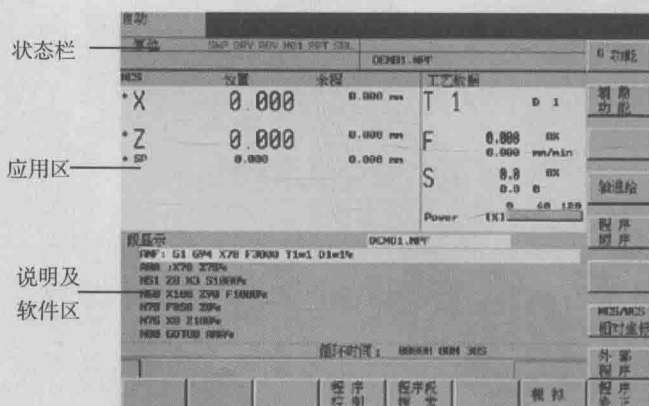


图 1-2 屏幕显示画面图

• 状态区：状态区主要显示当前操作状态、报警信息、程序状态、显示加工程序信息等。

• 应用区：显示程序、刀具、进给量、转速、位置、参数等信息，不同状态时显示不同的画面。

• 说明及软键区：对应不同的功能，操作不同的软菜单键，根据不同的要求进行控制。

二、系统编辑面板

图 1-1 左上部分是 SIEMENS 802D 系统编辑面板，如图 1-3 所示。该面板各按键解释如表 1-1 所示。

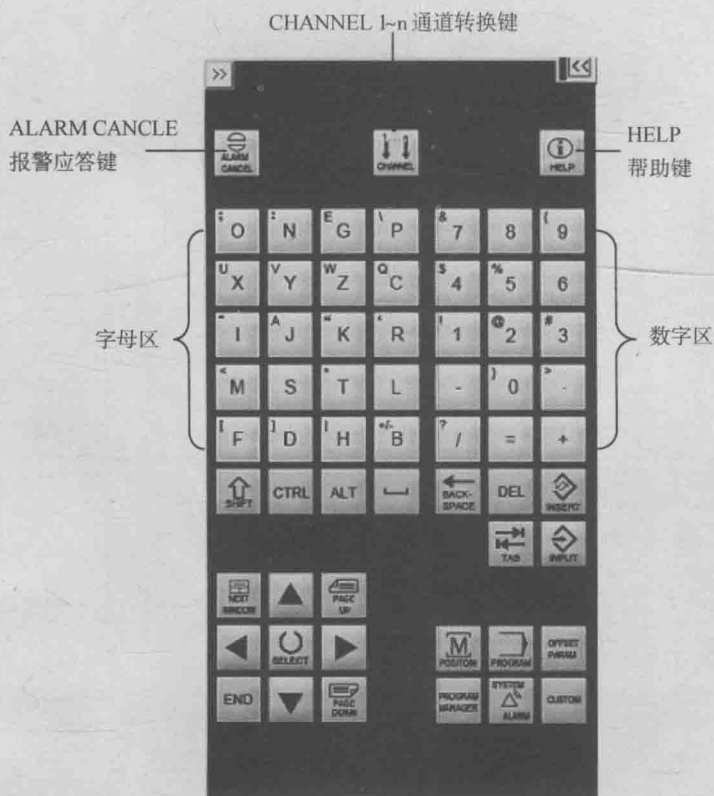


图 1-3 编辑面板图

表 1-1 编辑按键功能表

按键	功能	按键	功能
	上挡键	 	组合功能键
	空格键		删除键（退格键）

(续表)

按钮	功能	按钮	功能
	删除键		插入键
	制表键		回车/输入键
	加工操作区域键		程序操作区域键
	参数操作区域键		程序管理操作区域键
	报警/系统操作区域键		扩展键
	未使用		向上翻页 向下翻页
	光标移动键		选择/转换键
	字母键 上挡键转换对应字符		数字键 上挡键转换对应字符

三、机床操作面板

图 1-1 下部分是 SIEMENS 802D 系统机床操作面板，如图 1-4 所示。该面板相关按钮解释如表 1-2 所示。

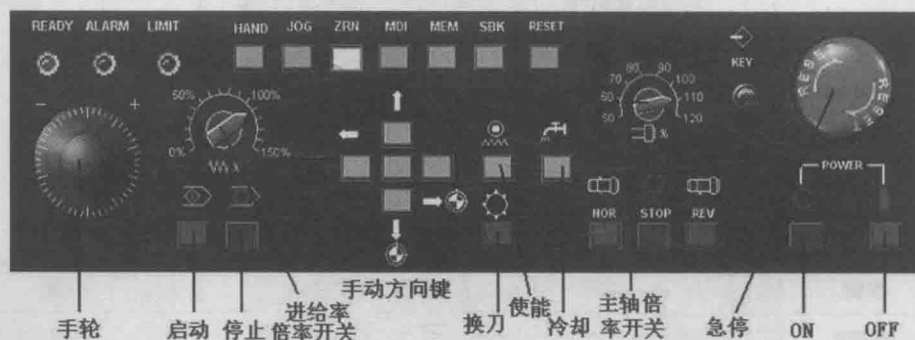


图 1-4 机床操作面板

表 1-2 机床操作面板按键功能表

按键	功能	按键	功能
	(指示灯—绿色) 准备指示灯		(指示灯—红色) 报警指示灯
	(指示灯—红色) 超程		手轮有效键
	手动方向键		回参考点选择键
	手动数据输入键		自动运行选择键
	单段选择键		复位键
	写保护开关		主轴正转键
	主轴停止键		主轴反转键

任务实施

一、开机和返回参考点操作

开机和返回参考点的操作步骤如下。

Step 01 按数控车床操作规程进行必要的检查。

Step 02 打开机床左侧开关,接通电源。按系统面板绿色 POWER 键,系统引导以后进入“加工”操作区 ZRN 运行方式。出现“回参考点”窗口,如图 1-5 所示。

Step 03 转换成 JOG 手动模式,把机床沿原点反方向移动一段距离。再用机床控制面板上 ZRN“参考点”键启动回参考点运行。在回参考点窗口(图 1-5)中显示该坐标轴是否必须回参考点。

Step 04 依次按坐标轴方向键+X 和 +Z 各一次,直至在回参考点窗口(图 1-5)中机床坐标轴“+X”和“+Z”后标记由“○”变为“”,则该坐标轴回到了车床参考点。

注意：需给每个坐标轴逐一回参考点；如果选择了错误的回参考点方向，则机床不会产生运动。

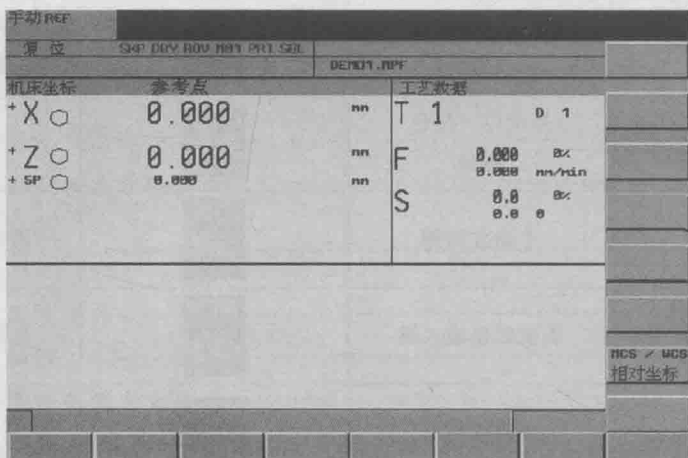


图 1-5 ZRN 方式回参考点

二、手动方式操作

1. JOG 运行方式

JOG 运行方式，即“加工”操作区。“JOG”状态如图 1-6 所示，图上显示位置、进给值、主轴转速值和刀具值。

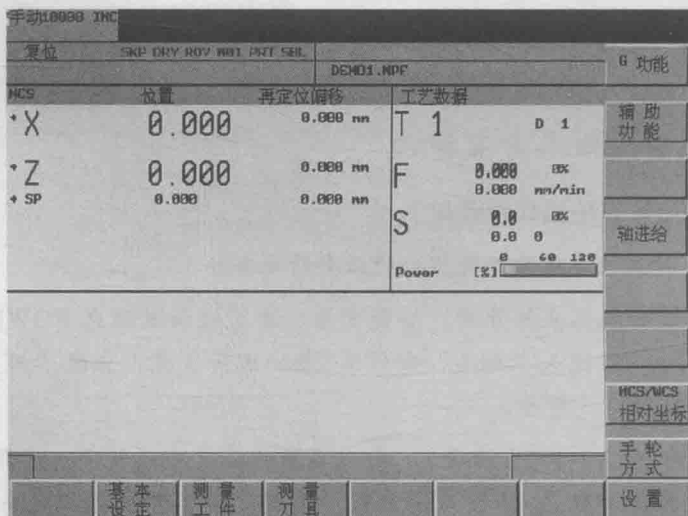


图 1-6 “JOG” 状态图

- “JOG”键：按机床控制面板上的 JOG 键选择手动运行方式。
- 手动方向键：操作相应的键“+X/-X”或“+Z/-Z”可以使坐标轴向相应的方向

运行。只要相应的键一直按着，坐标轴就一直连续不断地以设定数据中规定的速度运行。

- 进给倍率调整开关：需要时可以使用修调开关调节速度。

- 快速进给键：如果同时按动相应的坐标轴键和“快进”键，则坐标轴以快速进给速度运行。

2. 手轮的选通

在 JOG 运行状态下，按“手轮方式”软键，出现“手轮”窗口。在窗口“坐标轴”一栏中显示所有的坐标轴名称，同时也在软键菜单中显示，如图 1-7 所示。在软键菜单中，按动相应坐标的软键，同时“手轮”窗口中相应坐标后出现“☒”，表明此坐标轴被选中。

按“手轮方式”软键后，手轮在 HAND (1INC~1000INC) 方式下可以动作。可通过按手轮键次数在 1INC~1000INC 选择手摇进给每一步的距离，1INC 为 0.001 毫米。顺时针转动手轮，可以使选择的轴正方向移动；逆时针转动手轮，可以使选择的轴负方向运动。

手动10000 INC				机床坐标	
复位 SPF DRV RCU M01 PRG SEL				DEMO1.NPT	
机床坐标	位置	再定位偏移	工艺数据		
+X	0.000	0.000 mm	T 1	D 1	X
+Z	0.000	0.000 mm	F 0.000	0% mm/min	Z
+SP	0.000	0.000 mm	S 0.0	0% r/min	
			手轮 工件坐标		
			轴	1	2 3
			X		
			Z		
			退出		
			设置		
			基本设定 参数测量 刀具测量		

图 1-7 “手轮”窗口图

3. MDA 运行方式（手动数据输入）

MDA 运行方式，即“加工”操作区。其步骤如下。

Step 01 按机床操作面板上的“MDI”键选择 MDA 运行方式，再通过系统编辑面板输入程序段，MDA 操作加工界面如图 1-8 所示。

Step 02 在图 1-8 中，通过系统编辑面板输入程序段，按动机床操作面板上“启动”键即可开始进行加工。在程序执行时不可以再对程序段进行编辑。执行完毕后，输入区的内容仍保留，这样该程序段可以通过按“启动”键重新运行。

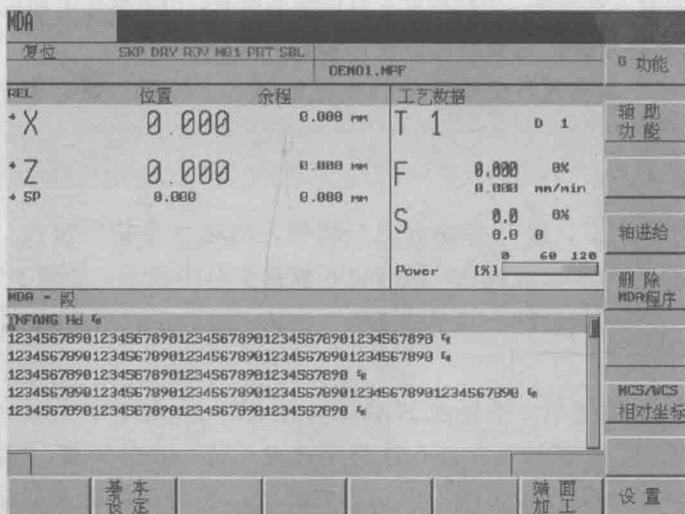


图 1-8 MDA 状态图

三、自动方式操作

1. 选择和启动零件程序

选择和启动零件程序的操作步骤如下。

Step 01 打开一个程序，按软键“执行”，再按机床控制面板上的“MEM”键，选择自动运行方式，此时用“启动”键可以运行程序。

Step 02 屏幕上显示“自动方式”状态图，如图 1-9 所示，显示位置、进给值、主轴值、刀具值以及当前的程序段。

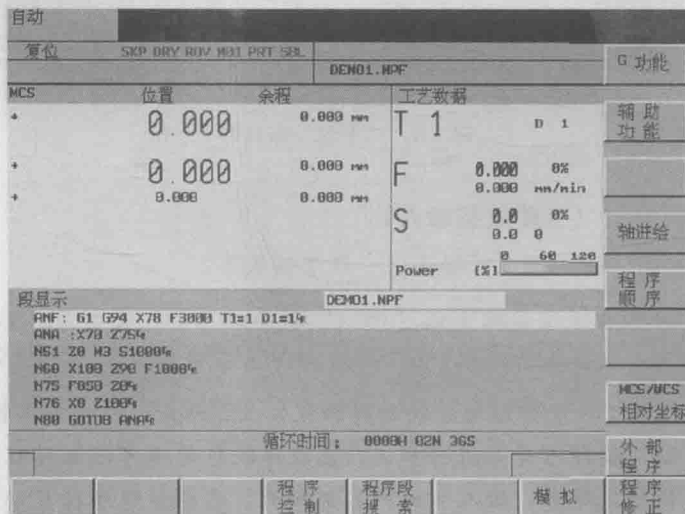


图 1-9 “自动方式”状态图

在自动方式下，可以执行的具体功能如图 1-10 所示的菜单树。

程序控制	程序段搜索		模拟	程序修改
程序测试	计算轮廓		自动缩放	
空运行进给	启动搜索		到原点	
有条件停止	不带计算		显示	
跳过	搜索断点		缩放+	
单一程序段	搜索		缩放-	
ROV 有效			删除画面	
			光标粗/细	
返回	返回		返回	返回

图 1-10 自动方式菜单树

图 1-10 中软键含义如下。

(1) “程序控制”键：按此键显示所有用于选择程序控制方式的软键（如程序段跳跃，程序测试）。

- “程序测试”（PRT）：在程序测试方式下所有到进给轴和主轴的给定值被禁止输出，此时给定值区域显示当前运行数值。

- “空运行进给”（DRY）：进给轴以空运行设定数据中的设定参数运行，执行空运行进给时编程指令无效。

- “有条件停止”（M01）：程序在执行到有 M01 指令的程序段时停止运行。

- “跳过”（SKP）：前面有斜线标志的程序段在程序运行时跳过不予执行（比如“/N100”）。

- “单一程序段”（SBL）：此功能生效时零件程序按如下方式逐段运行：每个程序段逐段解码，在程序段结束时有一暂停，但在没有空运行进给的螺纹程序段时为一例外，在此只有螺纹程序段运行结束后才会产生一暂停。单段功能只有处于程序复位状态时才可以选择。

- “ROV 有效”（ROV）：按快速修调键，修调开关对于快速进给也生效。

- “返回”：按返回键退出当前正在执行的窗口。

(2) 程序段“搜索”键：使用“搜索”功能可以找到程序中任意一个位置。

- “计算轮廓”：程序段搜索，计算照常进行。在程序段搜索时，与在正常程序方式下一样照常进行计算，但坐标轴不移动。

- “启动搜索”：程序段搜索，直至程序段终点位置。在程序段搜索时，与正常程序方式下一样照常进行计算，但坐标轴不移动。

- “不带计算”：程序段搜索，不进行计算。在程序段搜索期间不执行计算功能。

- “搜索断点”：光标定位到中断点所在的主程序段，在子程序中自动设定搜索目标。

- “搜索”：搜索键提供功能“行查找”和“文本查找”。
- (3) “模拟”键：利用线图可以显示编程的刀具轨迹。
- “自动缩放”：操作此键可以自动缩放所记录的刀具轨迹。
- “到原点”：按此键，可以恢复到图形的基准设定。
- “显示”：按此键，可以显示整个工件。
- “缩放+”：按此键，可以放大显示图形。
- “缩放-”：按此键，可以缩小显示图形。
- “删除画面”：按此键，可以擦除显示的图形。
- “光标粗/细”：按此键，可以调整光标的步距大小。

2. 模拟零件程序

模拟零件程序功能是：编程的刀具轨迹可以通过线图表示。模拟零件程序的操作步骤如下。

- Step 01** 打开一个程序；按 MEM+SBK+F 倍率调至 0%；按软键“执行”。
- Step 02** 按“程序控制”键；按“程序测试”+“空运行进给”键（查看屏幕状态栏）。
- Step 03** 按“模拟”键，再用缩放键调整屏幕，模拟初始状态如图 1-11 所示，此时用“启动”键可以调试程序。

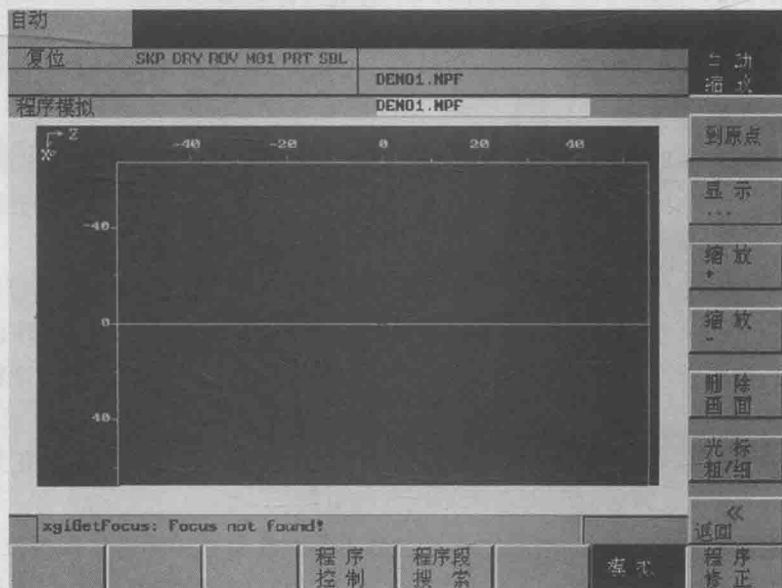


图 1-11 模拟初始状态

四、零件编程

选择“程序”操作区，按“程序管理”键，屏幕画面以列表形式显示零件程序或

者循环目录，如图 1-12 所示。用“光标键”可以在程序目录中选择一个程序。

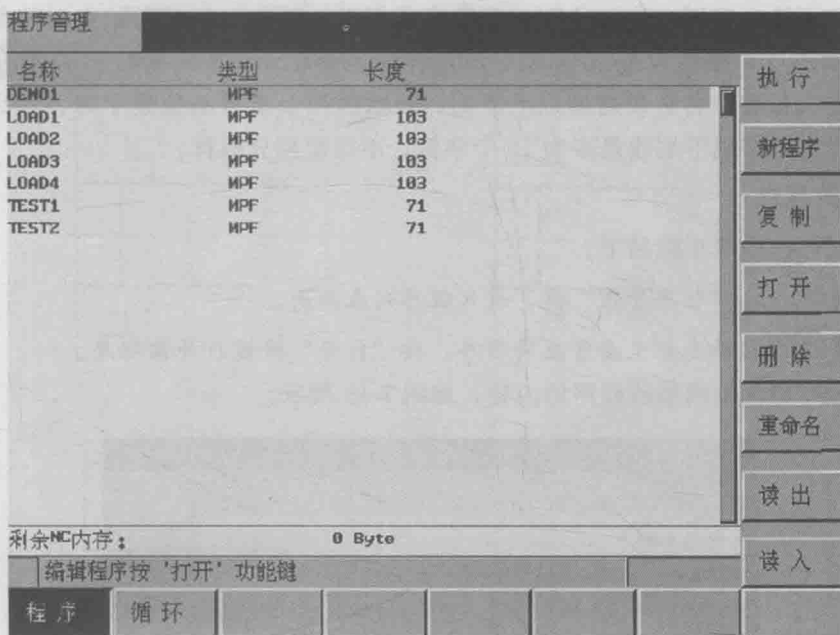


图 1-12 程序管理器窗口

图 1-12 中软键含义如下。

- “程序”：按程序键显示零件程序目录。
- “执行”：按下此键选择待执行的零件程序，下次按数控“启动”键时执行该程序。
- “新程序”：操作此键可以输入新的程序。
- “复制”：操作此键可以把所选择的程序拷贝到另一个程序中。
- “打开”：按此键打开待执行的程序。
- “删除”：用此键可以删除光标定位的程序，并提示对该选择进行确认。
- “重命名”：操作此键出现一窗口，在此可以更改光标所定位的程序名称。
- “读出”“读入”：通过 RS232 接口输入或输出程序信息。
- “循环”：按此键可以调用标准循环。

1. 输入新程序

输入新程序操作步骤如下。

Step 01 选择“程序”操作区，按“程序管理”键，显示 NC 中已经存在的程序目录。

Step 02 按“新程序”软键，出现一对话框，在此输入新的主程序和子程序名称。主程序名的后缀“.MPF”在输入时可以省略，系统是默认的，而子程序名的后缀“.SPF”必须与子程序名一起输入。

Step 03 按键盘输入程序名称，然后按“确认”即可。

该系统在输入程序时，尺寸数据系统默认毫米为单位，程序段结束时按系统编辑面板中“INPUT”键输入。

注：输入新程序名必须遵循以下原则：开始的两个符号必须是字母，其后的符号可以是字母，数字或下划线最多为 16 个字符，不得使用分隔符。

2. 修改程序

修改程序的操作步骤如下。

Step 01 按“程序管理”键，进入程序列表画面。

Step 02 移动光标至要修改的程序，按“打开”软键打开该程序。

进入程序界面编辑修改程序的内容，如图 1-13 所示。

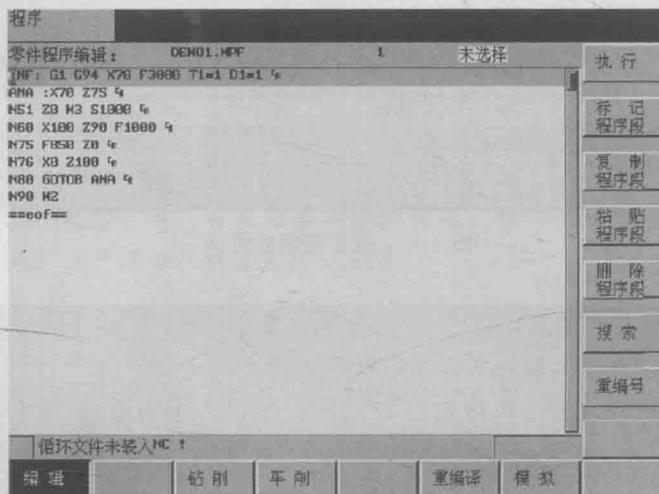


图 1-13 程序编辑器窗口

五、对刀操作

对刀的目的是调整数控车床每把刀具的刀位点，这样在刀架转位后，虽然各刀具的刀位点不在同一点上，但通过刀具补偿，将使每把刀的刀位点都重合在某一理想位置上，编程者只需按工件的轮廓编制加工程序而不必考虑不同刀具长度和刀尖半径的影响。

数控车床的对刀方法较多，下面主要介绍试切法对刀。

(1) 把工件装入主轴并夹紧，然后把加工所用的车刀全部安装到刀架上。

(2) 选择“MDI”工作方式，按“POSITION”键，屏幕进入手动数据输入画面，使用键盘输入如“T1”后按下“循环启动”按钮，使 1 号刀具（一般为外圆车刀）处于加工位置；再按“NOR”键，使主轴转动。

(3) X 向对刀。

Step 01 按 JOG 控制手动方向键（F20%~30%）使刀具靠近工件。

Step 02 按 HAND (10INC) 选择方向控制手轮使刀尖移至工件右端面某处，车削出一外圆表面，+Z 向退刀，X 向不动。

Step 03 停车测量（例如为 $\phi 23.78\text{mm}$ ），如图 1-14 所示。

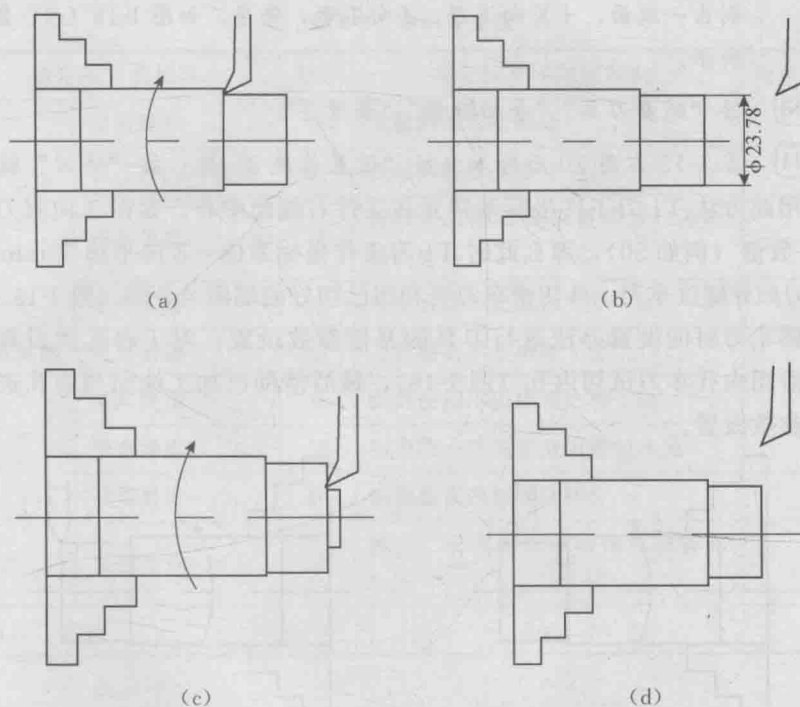


图 1-14 试切对刀操作与测量

Step 04 按“测量刀具”“手动测量”，在 1-15 中左图 T 后输入 1 按“INPUT”。

Step 05 再按“存储位置”键，在 ϕ 后输入 20.22，按“设置长度 1”键；按“返回”键。

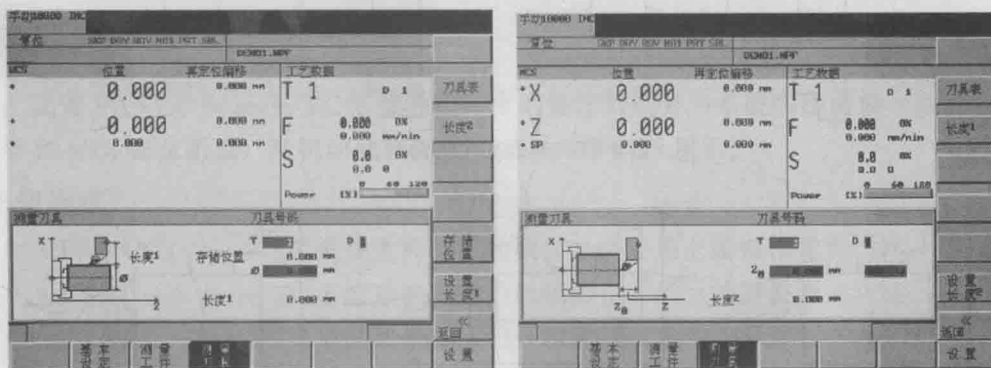


图 1-15 “对刀”窗口