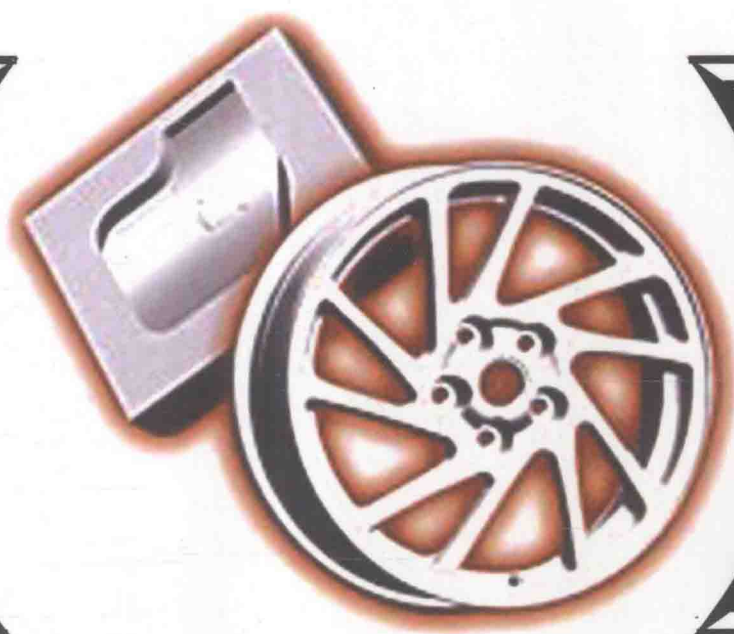


高职高专教育“十二五”规划教材

数控加工实训

主编 刘长江



北京工业大学出版社

责任编辑：初旭新
封面设计：华盛英才

ISBN 978-7-5639-2479-0



9 787563 924790 >

定价：26.00元

高职高专教育“十二五”规划教材

数控加工实训

主 编	刘长江		
副主编	戴乃昌	邱建忠	李昌权
	顾剑锋	张承阳	
参 编	王天红	郑卿锋	陈孝海
	杜海清	吴晓苏	贾凤英
	霍苏萍		

北京工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控加工实训/刘长江主编. —北京:北京工业大学出版社, 2010. 8

ISBN 978 - 7 - 5639 - 2479 - 0

I. ①数... II. ①刘... III. ①数控机床-加工-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 154380 号

数控加工实训

主 编:刘长江

责任编辑:刘庆保 初旭新

出版发行:北京工业大学出版社

地 址:北京市朝阳区平乐园 100 号

邮政编码:100124

电 话:010 - 67391106 010 - 67392308(传真)

电子信箱:bgdcbsfxb@163. net

承印单位:徐水宏远印刷有限公司

经销单位:全国各地新华书店

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:12. 75

字 数:281 千字

版 次:2010 年 8 月第 1 版

印 次:2010 年 8 月第 1 次印刷

标准书号:ISBN 978 - 7 - 5639 - 2479 - 0

定 价:26. 00 元

版权所有 翻印必究

图书如有印装错误,请寄回本社调换

前 言

本书作为高职高专实训教材,是根据“高职高专教育专业人才培养目标及规格”的要求,结合教育部“高职高专教育机电类专业人才培养规格和课程体系改革与实践”课题的研究成果,并结合数控设备在操作过程中的一般认知规律和实践教学中常用的“项目教学”方法而编写的。

数控加工技术作为一种高效快捷的加工方法,已经逐步成为全球制造业的主力军。数控机床是数控加工的基础设备,是典型的计算机控制的机电一体化产品。掌握数控编程方法和机床的操作规程是利用好这类设备的关键,也是提高数控加工技术水平的重要标志。为了让读者了解数控机床编程的基本原理及方法、快速掌握数控系统的操作流程,作者经过常年的教学积累,并结合数控操作人员的一般认知过程,利用大量编程实例由浅入深地讲授数控设备的编程及设备操作方法、思路和工作流程。

本书在内容选择上,突出顺序性、使用性、先进性、综合性。在编写方式上,强调由浅入深,编程与工艺结合、实践与教学结合。在实践中学习编程,掌握工艺常识,并力求全面、系统和突出重点。通过本书的学习,读者可掌握较为系统的数控设备的编程及操作方法,并具备常规数控设备的操作能力及典型零件加工的编程、工艺编排的能力,从而更好地适应现代化制造业的发展要求。

本书在教学内容的安排上不同于过去传统教材。每个实训项目的相关知识都与实际结合,相关指令参数对加工效果的影响都作出了分析。在循序渐进的案例中分析刀具选择、工艺安排的方法,期望能为读者提供解决复杂编程问题的思路和方法。在机床操作方面做了详细的介绍,不同于机床说明书的编排顺序,本书根据设备开机、操作的流程组织机床操作的编写顺序,并在每个案例中穿插操作中容易出现的问题。系统全面地介绍了华中数控系统的操作方法,期望读者学完本书后能掌握数控机床的操作。此外,每个项目都提供了项目检测的标准,为知识点的掌握情况提供衡量的依据。

本书在编写过程中承蒙华中数控股份有限公司相关技术人员提供宝贵意见和建议;浙江日进刀具有限公司对本书编写给予了大力的支持,编者在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在一些缺点和不足,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 华中系统 HNC-21T 快速导航	1
1.1 关于华中系统 HNC-21T	1
1.2 机床面板结构简介	1
1.3 开机和关机操作	3
1.4 华中系统 HNC-21T 操作软件界面简介	5
1.5 程序输入	6
1.6 刀具测量方法	9
1.7 程序模拟操作	11
1.8 自动加工	12
1.9 日常维护	12
第 2 章 入门篇	14
2.1 外圆轮廓加工	14
2.2 圆弧、锥度加工	21
2.3 外径槽加工	27
2.4 普通三角螺纹加工	34
2.5 内孔加工	41
2.6 内径槽加工	46
2.7 普通内螺纹加工	50
第 3 章 提高篇	55
3.1 轴类零件径向尺寸的获得方法	55
3.2 跨象限圆弧的切削方法	61
3.3 锥度、三角螺纹和球体加工练习	67
3.4 薄壁零件加工练习	75
3.5 梯形槽、凹陷圆弧的加工练习	82
3.6 外凸曲线及连续槽的加工练习	90

3.7 综合练习	100
第4章 深入篇	110
4.1 三角螺纹组合零件的加工	110
4.2 多线梯形螺纹组合零件的加工	129
4.3 椭圆组合零件的加工	143
第5章 习题库	158

第1章

华中系统 HNC-21T 快速导航

1.1 关于华中系统 HNC-21T

知识目标

☆了解华中数控系统 HNC-21T 的特性。

☆了解该系统发展。

华中世纪星数控系统是目前应用较为广泛的数控系统之一，也是我国自主研制开发的最为先进的一种数控操作系统。而华中世纪星 HNC-21T 是基于 PC 的车床 CNC 装置，是武汉华中数控股份有限公司在国家“八五”、“九五”科技攻关重大科技成果——华中 I 型高性能数控装置的基础上，为满足市场需求，开发的高性能经济型数控装置。

HNC-21T 采用彩色 LCD 液晶显示器，内装式 PLC，可与多种伺服驱动单元配套使用。具有开放性好、结构紧凑、集成度高、可靠性好、性价比高、操作方便等特点。

1.2 机床面板结构简介

知识目标

☆了解机床面板布局。

☆掌握各功能块的作用。

☆技术交流。

HNC-21T 的机床面板与其他的系统面板结构基本相同，如图 1-1 所示。HNC-21T 的工作界面主要包括显示器、MDI 面板、“急停”按钮、功能键和机床控制面板。而 MDI 面板和机床控制面板是各系统最为常用的部分。

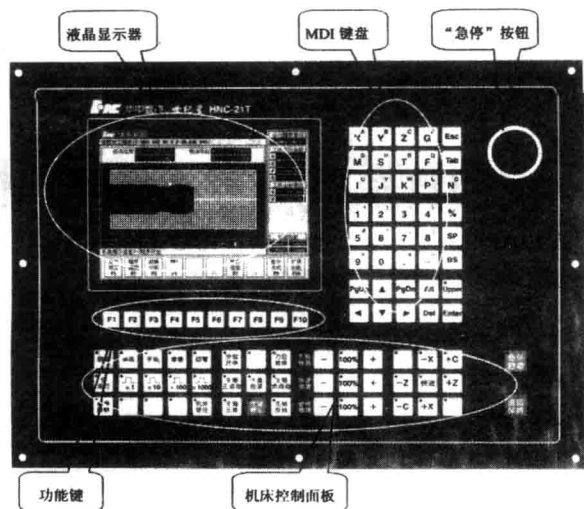


图 1-1 华中世纪星车床数控装置操作台

(1) 液晶显示器。显示器位于面板的左上角，主要显示软件的操作界面，以及显示加工时所需要的相关数据。

(2) MDI 键盘。MDI 键盘主要作为系统的输入设备，完成程序的输入，参数修改等工作。

(3) “急停”按钮。在操作过程中，初学者通常对程序的正确性、合理性了解不够。因此在操作过程中或多或少会出现问题，在这种情况下操作人员尽量在加工过程中将手靠近急停按钮，出现问题时按下按钮，以免发生不必要的危险。

(4) 功能键。功能键没有确定的功能内容，由于其功能是随着显示器显示内容的变化而改变，因此通常称作软键。

(5) 机床控制面板。控制面板是用来手动操作其工作状态的，其中主要包括：自动、单段、手动、增量、回零等操作方式，如图 1-2 所示。

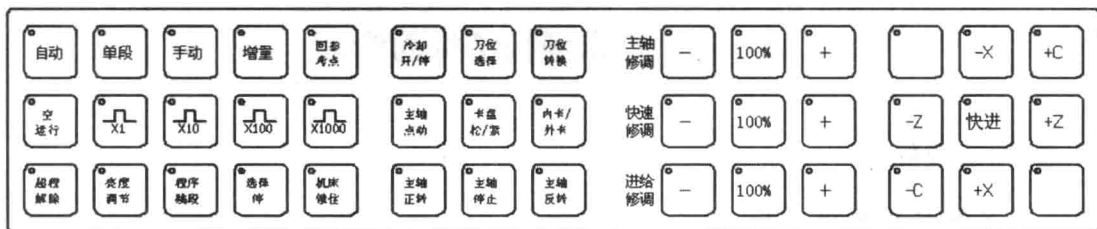


图 1-2 控制面板控制按键

技术交流

由于现阶段数控操作系统层出不穷、种类繁多。因此增加了操作人员的学习难度，初学者在学习过程中不要灰心失望，以平和的心态对待各类操作系统，按块进行学习。大部分的操作系统都是由两部分板块组成。即 MDI 面板和控制面板。MDI 面板主要用来程序的输入。控制面板主要完成机床运行方式的转换从而对刀具参数进行设定。所以建议初学者先对程序的录入和刀具参数的设定进行学习，避开烦琐的功能介绍，快速进入加工阶

段。在加工过程中再丰富自己对操作系统的深入认识。

1.3 开机和关机操作

知识目标

- ☆掌握安全的开机操作方法。
- ☆了解手动方式运行方向键的使用。
- ☆掌握急停按钮的使用。
- ☆技术交流。

1. 开机、回参考点操作

(1) 开机前检查急停按钮是否按下, HNC-21T 系统为保护控制机, 一般要求开机前急停线路为关闭状态。

(2) 接通机床电源。机床上电, 这时机床的照明线路接通, 照明灯亮。

※大部分数控车床的机床电源安放在机床左侧主轴孔附近。

(3) 在机床操作面板上按【NC 开】按钮。数控上电后 HNC-21T 会自动运行系统软件, 此时显示器显示软件操作界面如图 1-3 所示。工作方式为“急停”。



图 1-3 HNC-21/22T 系统操作界面

(4) 按照【急停】开关的示意方向旋转弹出按钮，系统在 5~10 秒后会进入手动状态，在这个期间可能会有短暂的转换过程。请不要急于操作，以免出现报警信息。

(5) 在当前工作方式由急停转变为手动状态时便可对机床进行回参考点的操作了，接下来的回参考点操作简称回参操作。

(6) 回参操作之前必须确认机床是否处于坐标系的负方向（一般在车床上刀架位于导轨及中托板的中间位置即可。否则在回参时系统会使刀架向正方向移动，直到达到正方向限位为止）。如果机床刀架处于零点或正方向位置，操作人员应采用手动方式将刀架移动至负方向。在移动刀架的过程中要特别注意其移动顺序，先选择【手动】按钮，如图 1-4 所示。系统处于手动工作状态。再按住【-Z】方向键，如图 1-5 所示。将刀架先向“-Z”方向移动。当刀架电机保护罩与尾座完全离开后停下。

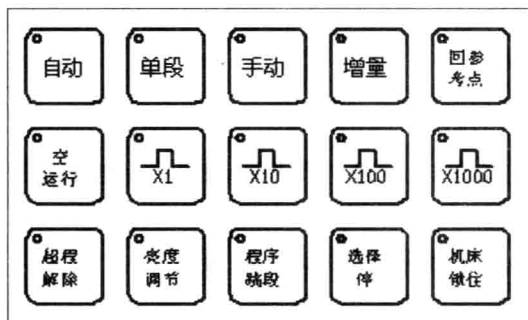


图 1-4 机床操作模式控制按钮

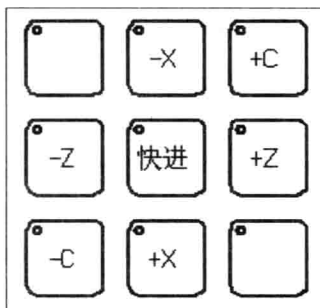


图 1-5 机床方向控制键

(7) 选择【手动】按钮，按住【-X】方向键，将刀架先向“-X”方向移动（-X 方向的移动距离不要太远，当中托板黑色的防护板露出即可）。

(8) 对于初学者，在移动过程中很容易出现移动距离过大而“超程”的现象。这时系统会出现“急停”的红色报警信息。操作人员可按住【超程解除】按钮，如图 1-2 所示，在 3 秒钟后，系统的“急停”信息会变成“复位”，再由“复位”变到急停前的操作模式。接下来可按住【手动】按钮，向超程的反方向移动。例如：X 正方向超程可按【-X】方向键。

(9) 完成上面的操作后，机床刀架几经移动到各轴的负方向位置，这时按下【回参考点】按钮，系统处于“回参”状态。按下【+X】方向键，刀架向机床正方向移动（移动时的速度不要过快，以免产生定位误差过大的报警。在确定了刀架与尾座无干涉后按下【+Z】方向键。刀架缓慢移动至参考点。到达参考点后，【+X】和【+Z】键的指示灯点亮，证明系统回参成功。

(10) 参考点返回后，机床进入正常的工作状态。当工作结束后，要求将机床刀架移动到床身尾部，以减少机床床身的变形。因此，在关机之前进行回零操作（同（6）~（8）步）。回参结束后，按下【急停】按钮，关闭机床电源。

2. 技术交流

回参考点的目的是建立机床的坐标系，无论是什么型号的操作系统还是什么类型的加工机床，回参都是使移动部件与床身及附件保持相对安全距离的移动来达到建立坐标系的过程。例如，数控镗铣加工中回参是先移动 Z 轴就是为了使刀具和夹具及工件保持距离。

1.4 华中系统 HNC-21T 操作软件界面简介

知识目标

☆软件界面的功能内容。

☆工作方式的切换。

☆技术交流。

1. 界面介绍

HNC-21/22T 的操作软件界面是系统由显示器完成的反馈信息，如图 1-6 所示。其中包括以下组成部分：

(1) 图形窗口：用来显示工件加工仿真图形、程序、坐标位置等信息。可用【F9】键（显示切换键）选择其显示内容。

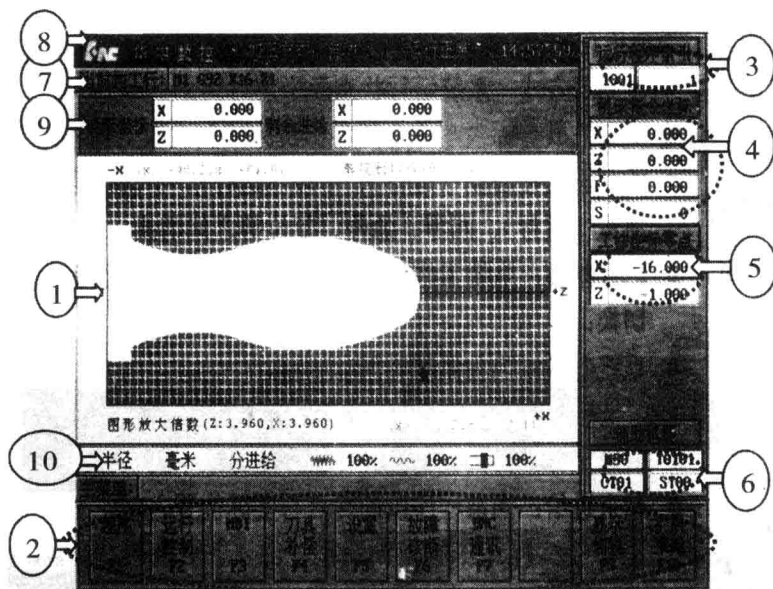


图 1-6 HNC-21/22T 的软件操作界面

(2) 菜单命令条：命令条中的 F1~F10 的功能分别对应着操作面板中的【F1】~【F10】键，用来实现功能的转换。

(3) 运行程序索引：分别显示了运行的程序和段号。

(4) 坐标系：坐标系的显示内容可以按【F5】键设置坐标系的类型。

(5) 工件坐标系零点：工件坐标系零点在机床中的坐标位置。

(6) 辅助机能：加工中的辅助功能显示，如：M、S、T 代码。

- (7) 当前加工行：当前加工的程序段。
- (8) 工作方式：显示系统的工作方式和报警信息。
- (9) 机床坐标：显示刀具当前位置在机床坐标系下的坐标和到达终点的距离。
- (10) 加工参数类型：加工参数类型的显示。

2. 技术交流

HNC-21T 操作系统的人机对话界面全部为中文显示，利于操作。在操作过程中，工作方式的转换操作不要太快，在工作方式显示菜单中显示出读者所希望的方式后再进行后面的操作否则会出现报警。坐标系的显示最好为机床坐标系，以便接下来刀具测量时的检验。

1.5 程序输入

知识目标

- ☆程序的新建。
- ☆程序名的命名方式。
- ☆程序的修改删除方法。
- ☆程序的保存方法。

1.5.1 新建程序

- (1) 在主菜单界面中选择【程序】菜单，如图 1-7 所示。

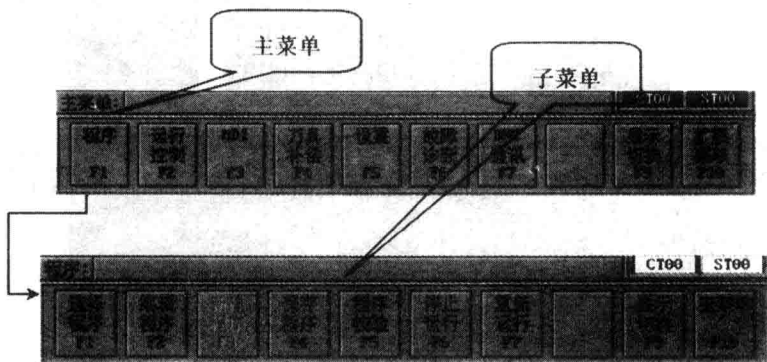


图 1-7 【程序】子菜单

- (2) 程序菜单界面中选择功能键【F2】“编辑程序”，进入编辑程序对话框。

- (3) 在编辑程序窗口中，选择功能键【F3】“新建程序”。这时人机对话窗口会提示：“输入新文件名”。输入文件名后，按【Enter】键确认后可以对新建程序进行编辑了，如图 1-8 所示。

※输入的程序名应该以字母 O 开头，后面接数字或字母，但最多不要超过 6 位。否则，会出现系统报警。

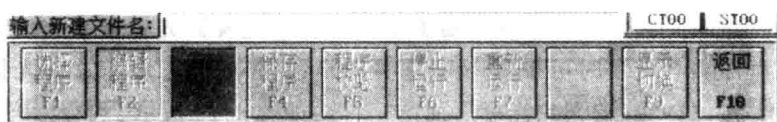


图 1-8 新建程序界面

(4) 建立好文件名后，在显示窗口中输入程序名。以“%”开始，后接数字。

※在华中系统中可以把文件名看作一个文件夹，而程序则是在这个文件夹中的若干文件。也就是说在同一个文件名下可以建立若干个程序。常把主程序和子程序建立在一个文件名下。

1.5.2 程序调用和保存

1. 程序调用和保存

在系统中可以保存若干个文件，这样要打开指定的文件时，就要在文件列表中进行选择，下面介绍选择程序的方法。

(1) 在主菜单窗口中按【F1】键选择程序，弹出如图 1-9 所示“选择程序”窗口。其中包括存储器选择菜单中分为：电子盘、DNC、软驱和网络四个选项。

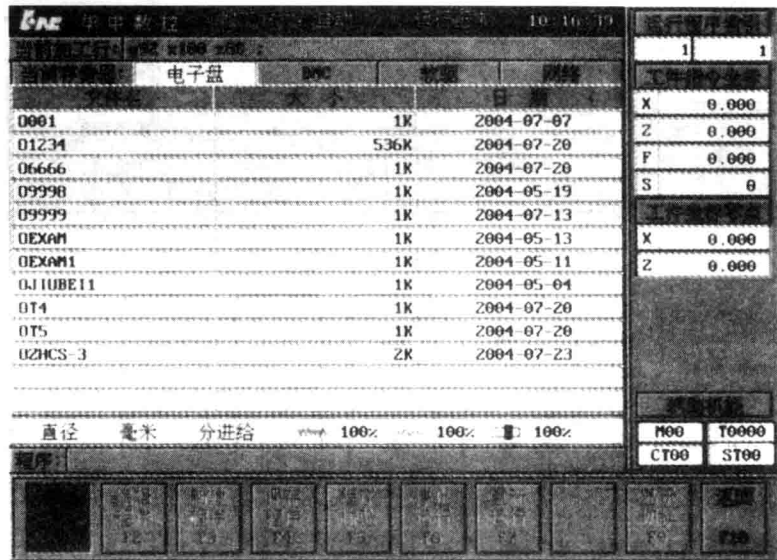


图 1-9 程序选择界面

其中，电子盘是保存在系统磁盘中的文件。

DNC 是串口发送过来的文件。

软驱是保存在软盘中的文件。

网络是建立网络后，网络路径映射的程序。

※现阶段常用的为电子盘和软盘方式。

(2) 利用【◀】【▶】光标键选择好磁盘后按【Enter】键，系统显示磁盘内程序列表。

(3) 利用【▲】【▼】光标键选择指定文件，按【Enter】键系统弹出程序内容，如图 1-10 所示。

(4) 进入到编辑界面后, 可利用【▲】【▼】【▶】【◀】光标键来移动光标到需要的位置, 并且在程序页数较多时可按【PgUp】【PgDn】翻页键来快速移动光标。选定好要修改的位置后, 按【Del】键删除光标后面的字符, 如图 1-11 所示。

※如果键入其他字母或数字, 光标后的内容会自动后退。

(5) 程序编辑完成后, 按【F4】键保存程序, 这是在人机对话窗口中提示保存的程序名, 并可对该程序名修改。最后按【Enter】键确认, 如图 1-12 所示。

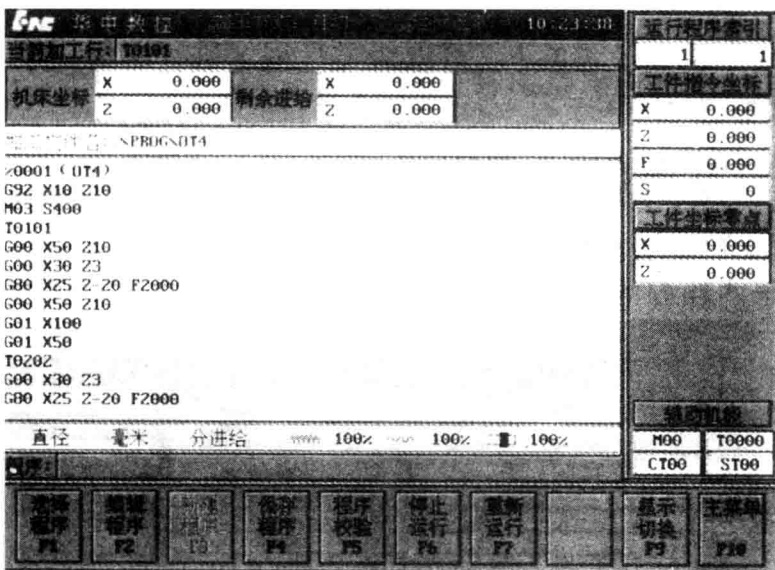


图 1-10 调入文件

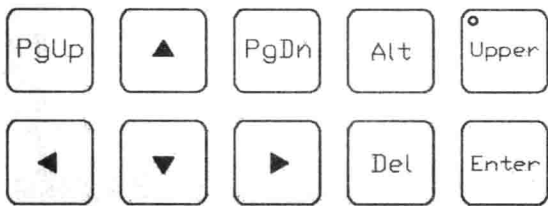


图 1-11 光标控制功能键

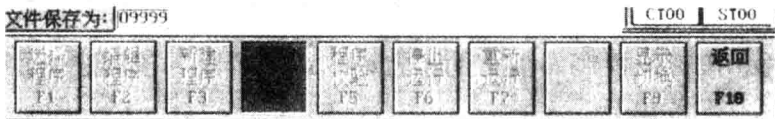


图 1-12 保存程序界面

2. 技术交流

在编辑程序的过程中, 由于初学者对程序的正确性没有完全的把握, 所以建议在写程序时按轮廓形状的不同分开建立文件。这样在加工时会减少不必要的麻烦。例如: 外形轮廓建立一个文件, 螺纹建立一个, 内孔建立一个等。但是对于经验丰富的并且程序多次运行无错误的操作者可编辑在一个文件中, 来提高效率。

1.6 刀具测量方法

知识目标

☆ 刀具数据设置。

☆ 刀具补偿设置。

1.6.1 刀具补偿设置方法

(1) 在开机回参后在机床控制面板上选择“手动”运行方式，进入手动操作机床。按下 MDI 面板上的软件功能键【F4】“刀具补偿”。弹出刀具补偿界面，如图 1-13 所示。



图 1-13 刀具补偿对话框

(2) 按【F1】键，弹出“刀具偏置表”如图 1-14 所示。

图 1-14 刀具偏置表

(3) 利用【▲】【▼】光标键移动蓝色亮条至要设定的刀偏号位置。

※ 在刀偏号中的#0001、#0002……表示刀具偏置号码，即“T0101 中的最后两位的对应内容。”

(4) 例如测量#0001 号刀具偏置，初学者可先将蓝色亮条利用【▲】【▼】光标键移动至最左端，“X 偏置”的位置，按【Enter】键，蓝色光条处于反白状态。按【0】数字键，清空存储器内容，然后从左至右依次清空。

※ 清空存储器的目的是为了使初学者容易辨别偏置内容。