



平顶山工业职业技术学院
国家示范性高职院校建设项目成果

机电一体化技术专业

数控机床编程与操作

张君主编



高等教育出版社
Higher Education Press

中国矿业大学北京
北京信息科技大学

计算机学院

微机接口编程与操作

王 颖 编

北京信息科技大学

国家示范性高职院校建设项目成果

数控机床编程与操作

张 君 主编

高等教育出版社

内容提要

本书基于工作过程设置了若干典型工作任务,以完成典型零件加工为载体,介绍数控车床、数控铣床、加工中心的操作过程和方法由简单到复杂、由单一到综合,形成2个内容模块、19个学习性工作任务。内容涵盖了数控车、铣工艺分析,数控车、铣编程指令应用,数控机床操作与加工模拟、仿真,数控机床操作与零件加工等知识和技能。本书结构新颖,有较强的综合性和实践性。每一个模块后均配有技能训练项目,帮助学生及时训练学习内容。

本书可以作为高等职业院校、高等专科学校及本科院校举办的二级职业技术学院数控技术及机电一体化专业教材使用,同时也可作为中级数控机床操作工职业资格培训教程,还可供从事数控加工的技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床编程与操作/张君主编. —北京:高等教育出版社,2009.1

ISBN 978-7-04-026108-0

I. 数… II. 张… III. ①数控机床-程序设计-高等学校:技术学校-教材②数控机床-操作-高等学校:技术学校-教材 IV. TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第191865号

策划编辑 徐进 责任编辑 贺玲 封面设计 张志奇 责任绘图 朱静
版式设计 张岚 责任校对 杨雪莲 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市白帆印务有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 15.75
字 数 380 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009年1月第1版
印 次 2009年1月第1次印刷
定 价 24.90元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 26108-00

前 言



本书是平顶山工业职业技术学院国家示范性高职院校建设项目成果之一，由学院教师和企业人员共同编写。

本书以满足高等职业教育人才培养为基本宗旨，在本书的编写过程中，我们始终注重把握高职教育的特点，以工学结合为原则设计教学内容，力求贴近生产，使本书内容适应生产现状和发展的需要，力求做到：

1. 针对性强

本书内容选取针对数控车工、数控铣工的国家职业标准要求，以就业为导向，以专业人才培养目标为标准，以数控车工、数控铣工职业综合能力为中心，以岗位(群)所必备的知识、能力、职业素质要求和国家职业标准为依据，以岗位需求为目标，以基于工作过程为原则，以零件加工为载体，以典型工作任务为引导，满足就业岗位对所需人才能力的要求，进行面向岗位的内容设计。充分体现教材内容来源于企业，又服务于企业的教学宗旨。

2. 适用性强

本书内容在设计过程中依据数控车工、数控铣工的国家职业标准，通过广泛调研，经过企业工程技术专家的多次论证，归纳职业岗位的典型工作任务，根据典型工作任务，形成两大内容模块，设计学习性工作任务，形成 19 个学习性工作任务的内容结构体系，同时充分考虑了相关工种职业资格取证的需要，因此不仅适用于高职高专机电一体化技术及数控技术专业的教学，同时也可作企业员工培训教材使用。

3. 内容结构体系重构

本书内容结构体系打破传统的章节结构，把数控车床、数控铣床、加工中心的操作以完成典型零件加工为载体，基于工作过程，以每一个具体的工作任务为基本单元，按照工作过程的步骤组织教材内容，内容涵盖了数控车、铣工艺分析，数控车、铣编程指令应用，数控机床操作与加工模拟、仿真，数控机床操作与零件加工等知识和技能。

4. 两大内容模块相对独立，自成体系

在内容结构上，将数控编程、加工工艺基本知识和机床操作技能，按车、铣工种(岗位)进行了设计、组合，促进编程、工艺和操作技能的融合，形成了两大教学模块，两大教学模块相对独立，自成体系，便于选择学习。

5. 以完成典型零件加工为载体，将编程、工艺知识和加工技能融入每一个具体的加工任务中

各模块的内容以相应工种的典型产品为载体设计教学过程，以完成典型零件加工为载体，

由简单到复杂，由单一到综合，将典型产品加工所需的编程、工艺知识和加工技能融入每一个具体的零件加工任务中，便于以行动为导向的教学实施。

6. 教材内容与职业资格鉴定相结合

结合国家中、高级数控车工、数控铣工、加工中心操作工和“国家劳动和社会保障部组织 CETTIC——数控工艺员培训证书”认证，与职业资格考核中相关的应知应会内容纳入本书中。

本书由平顶山工业职业技术学院张君任主编，闫巧枝任副主编。参加编写的人员有：平顶山工业职业技术学院张君、闫巧枝、彭新荣、张立娟、辛辉、鲁佳，平顶山高压电气有限责任公司范文兵，平顶山煤业集团天安十矿董晓钧。

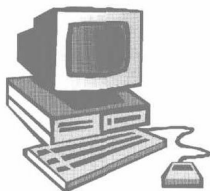
全书由张君统稿。由平顶山煤业集团东联机械制造有限公司赵建有、平顶山高压电气有限责任公司曹国斌审阅。

本书在编写过程中得到平顶山高压电气有限责任公司、平顶山煤矿机械设备厂等企业工程技术人员的大力支持，在此表示诚挚的谢意。同时参考和借鉴了许多文献资料，谨向这些文献资料的编著者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，望各位读者在使用本书时提出宝贵的意见和建议。

编 者
2008年10月

目 录



模块一 数控车床编程与操作加工	1	任务 1 面板操作	121
任务 1 数控车床面板操作	1	任务 2 数控铣床对刀	143
任务 2 数控车床对刀	18	任务 3 平面加工	148
任务 3 轴类零件加工	23	任务 4 轮廓加工	166
任务 4 套类零件加工	57	任务 5 曲面加工	170
任务 5 螺纹加工	63	任务 6 孔加工	175
任务 6 支架零件的加工	75	任务 7 槽类加工	186
任务 7 壳体零件的加工	81	任务 8 型腔加工	192
任务 8 复杂零件的加工	89	任务 9 复杂零件的加工	197
任务 9 数控车床日常维护	105	任务 10 数控铣床/加工中心的 日常维护	229
技能训练项目	116	技能训练项目	239
模块二 数控铣床/加工中心编程与 操作加工	121	参考文献	243

模块一

数控车床编程与操作加工

任务1 数控车床面板操作



知识目标

- ◆ 数控车床操作面板的使用方法；
- ◆ 数控加工程序的输入方法；
- ◆ 数控加工程序的编辑方法。



技能目标

- ◆ 读懂数控车床操作说明书；
- ◆ 掌握数控车床操作面板的使用方法；
- ◆ 能够独立进行数控加工程序的输入；
- ◆ 能够独立进行数控加工程序的编辑。

任务描述

数控卧式车床的控制面板由系统操作面板(CRT/MDI操作面板)和机床操作面板(也称为用户操作面板)组成。面板上的功能开关和按键均有特定的含义。本任务主要学习操作面板、程序MDI数据手动输入、寻找程序、编辑程序、删除程序、输入输出程序。按照操作规程启动及停止机床,使用操作面板上的常用功能键。

任务分析

- 1) 认识控制面板。
- 2) 分析面板上的功能开关和按键(均有特定的含义)。
- 3) MDI数据手动输入、编辑程序、删除程序、输入输出程序。
- 4) 启动及停止机床,使用操作面板上的常用功能键。

一、数控车床安全操作规程

- 1) 操作人员必须熟悉数控车床使用说明书等有关资料。如主要技术参数、传动原理、主要结构、润滑部位及保养等一般知识。
- 2) 开机前应对数控车床进行全面细致的检查, 确认无误后方可操作。
- 3) 数控车床通电后, 检查各开关、按钮和按键是否正常、灵活, 机床有无异常现象。
- 4) 检查电压、油压是否正常, 有手动润滑的部位先要进行手动润滑。
- 5) 各坐标轴手动回零。
- 6) 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。
- 7) 正确测量和计算工件坐标系, 并对所得结果进行检查。
- 8) 输入工件坐标系, 并对坐标、坐标值、正负号及小数点进行认真核对。
- 9) 未装工件前, 空运行一次程序, 看程序能否顺利运行, 刀具和夹具安装是否合理, 有无超程现象。
- 10) 无论是首次加工的零件, 还是重复加工的零件, 首件都必须对照图样、工艺规程、加工程序和刀具调整卡进行试切。
- 11) 试切时快速进给倍率开关必须调到较低挡位。
- 12) 每把刀首次使用时, 必须先验证它的实际长度与所给刀补值是否相符。
- 13) 试切进刀时, 在刀具运行至工件表面 30 ~ 50 mm 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。
- 14) 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。
- 15) 程序修改后, 对修改部分要仔细核对。
- 16) 手动进给连续操作时, 必须检查各种开关所选择的位置是否正确, 运动方向是否正确, 然后再进行操作。
- 17) 必须在确认工件夹紧后才能启动机床, 严禁工件转动时进行测量或触摸工件。
- 18) 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立即停车处理。
- 19) 加工完毕, 清理机床。

二、数控车床安全操作注意事项

- 1) 学生必须在教师指导下进行操作, 系统的编程、操作和维护人员应经过专门的技术培训, 熟悉所用数控车床的使用环境、条件和工作参数等, 严格按机床和系统的使用说明书要求正确合理地操作机床。
- 2) 数控机床的使用一定要有专人负责, 严禁其他人员随意动用数控设备。
- 3) 数控车床的开机、关机顺序应按照机床说明书的规定操作。
- 4) 在每次电源接通后, 应先完成各轴的返回参考点操作, 然后再进入其他运行方式, 以

确保各坐标轴的正确性。

- 5) 主轴启动开始切削之前一定要关好防护门，程序正常运行中严禁开启防护门。
- 6) 加工程序应经过指导教师检查无误后才能进行操作运行。
- 7) 学生应在完全清楚操作步骤时才能进行操作，遇到问题应立即报告指导教师。
- 8) 工件、刀具和夹具都应装夹牢固，严禁触摸和测量旋转的工件。
- 9) 卡盘扳手松、紧工件后，应随手取下，以免主轴旋转时伤人和损坏机床。
- 10) 刀具、工具要放在规定位置，量具不得与其他物品混放。
- 11) 操作机床严禁戴手套。严禁用手清理铁屑。
- 12) 手动对刀时，应注意选择合适的进给速度，手动换刀时，车刀距卡盘、工件、尾座、防护门要有足够的转位距离，以免发生碰撞。
- 13) 加工过程中，如发现异常情况，应迅速按下“急停”按钮，以确保人身和设备的安全。
- 14) 不得随意更改数控系统内部制造厂设定的参数。
- 15) 机床发生事故，操作者要注意保留现场，并向指导教师如实说明事故发生前后的情况，以利于分析、查找事故原因。
- 16) 要认真填写数控机床的工作日志，做好交接工作，消除事故隐患。
- 17) 服装应整齐，女同学头发不应超过领口。不准在基地内嬉戏打闹。
- 18) 爱护公物，人人有责，各项设施服务于学生和生产，故意损坏，照价赔偿。

三、FANUC 0i 系统数控车床的操作

1. 数控系统操作面板

数控系统操作面板又称 MDI (manual data input, 即手动数据输入) 面板，如图 1-1-1 所

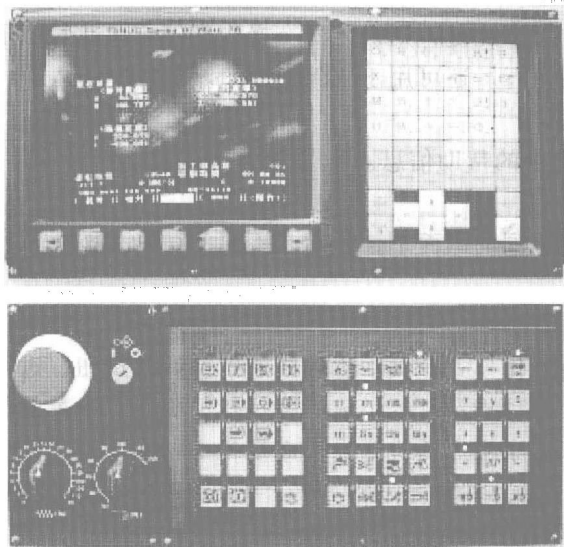


图 1-1-1 系统操作面板

示。左侧为 CRT 显示器，右侧为 MDI 键盘。数控系统的 MDI 面板及显示单元是选购数控系统的必选设备，厂家提供了多种显示单元及 MDI 面板尺寸供用户选择。

(1) MDI 键盘主功能键

“POS”键：位置功能键。显示机床当前的位置。

“PROG”键：程序功能键。在 EDI 方式下，编辑、显示存储器里的程序；在 MDI 方式下，输入、显示 MDI 数据；在机床自动操作时，显示程序指令。

“OFFSET/ SETTING”键：刀具补偿功能键。设定加工参数，结合扩展功能软键可进入以下设置页面：刀具长度补偿、刀具半径补偿值设定页面；系统状态设定页面，系统显示的与系统运行方式有关的参数设定界面；工件坐标系设定页面。

“SYSTEM”键：系统参数设置功能键。用于参数的设定、显示及自诊断数据的显示。一般仅供维修人员使用，通常情况下禁止修改，以免出现设备故障。

“MESSAGE”键：报警信息显示功能键。用于显示报警信号。

“CUSTOM/GRAPH”键：图形功能键。用于刀具路径显示、坐标值显示以及刀具路径模拟有关参数的设定。

(2) 程序编辑键

“ALTER”键：用于程序更改。

“INSRT”键：用于程序插入。

“DELET”键：用于程序删除。

“INPUT”键：输入键。

“CAN”键：取消键。

(3) “PAGE”翻页键

“↑”键向前翻页，“↓”键向后翻页。

(4) “RESET”复位键

当机床自动运行时，按下此键，则机床所有操作都停止。此状态下若恢复自动运行，刀架要返回参考点，程序从头执行。还可用于解除报警、复位等。

(5) “HELP”帮助键

提供对 MDI 键操作方法的帮助信息。

(6) 操作软键

位于屏幕的底端，在不同的画面下，软键有不同的功能，按下某一功能键，属于所选功能的一组软键就会出现。

2. 机床操作面板

机床操作面板主要由操作模式开关、主轴转速倍率调整旋钮、进给速度调节旋钮、各种辅助功能选择开关、手轮、各种指示灯等组成。各按钮、旋钮、开关的位置和结构由机床厂家自行设计制作，因此各机床厂家生产的机床操作面板各不相同。图 1-1-2 是 CK6163 数控车床的机床操作面板。

1) 循环启动按钮 用于自动运行的起动。

2) 进给保持按钮 在自动运行中停止执行程序。

3) 方式选择开关 选择数控系统的运行方式有编辑(EDIT)、自动(AUTO)、手动数据输

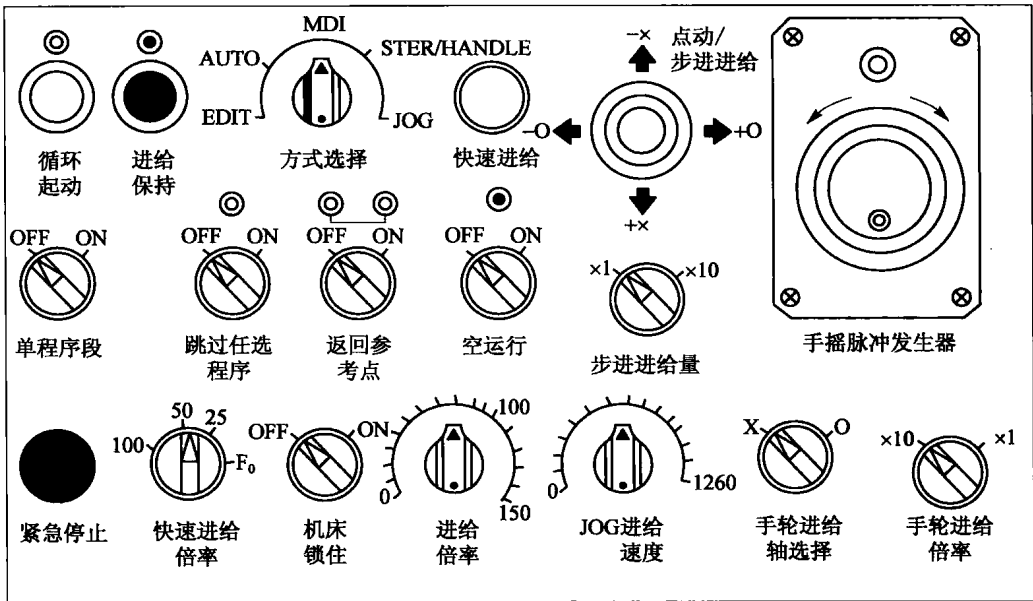


图 1-1-2 CK6163 数控车床的机床操作面板

入(MDI)、步进/手轮进给(STER/HANDLE)、手动连续进给(JOG)五种方式。

- 4) 快速进给按钮 用于手动连续进给时, 刀具快速进给。
- 5) 点动/步进开关 用于坐标轴的手动连续进给和步进进给。
- 6) 手摇脉冲发生器 用于手轮进给。
- 7) 单程序段开关 用于执行自动运行的一个程序段。
- 8) 跳过任选程序段开关 用于跳过程序中所选择的带有“/”的程序段。
- 9) 空运行开关 用于试验程序时的机床空运行。
- 10) 返回参考点开关 用于手动连续进给方式返回机床参考点。
- 11) 快速进给倍率开关 选择快速进给时的倍率量。
- 12) 步进进给量开关 选择在步进进给时每一步的移动量。
- 13) 紧急停止按钮 使机床紧急停止。
- 14) 机床锁住开关 选择是否锁住机床的进给轴。
- 15) 进给倍率开关 在自动运行中选择程序中进给量的倍率。
- 16) JOG 进给速度开关 用于选择手动连续进给时的进给速度。
- 17) 手摇轴选择开关 用于选择手轮进给时的进给轴。
- 18) 手摇进给倍率开关 用于手轮进给时每个刻度的移动量。

3. 基本操作

(1) 手动连续进给

在手动连续进给方式时按下坐标轴进给按钮, 进给轴连续进给。

操作过程如下:

- 1) 方式开关选择在手动连续进给的位置。

2) 选择手动连续进给的速度。

3) 选择移动轴及其方向。分别按下 $\pm X$ 、 $\pm Z$ 、 $\pm C$ 按钮，机床按相应的方向及进给速度移动。若松开按钮，则进给立即停止。

4) 用手动进给快速移动时，在按进给轴及方向按钮的同时，还必须按下快速按钮。

(2) 步进进给与手轮进给

步进进给的操作与手动连续进给相似，区别在于每按一次坐标进给按钮，只移动一个设定的固定距离。

其操作过程如下：

1) 把方式选择开关置于 STER/HANDLE 位置。

2) 选择每次的移动量。

3) 选择移动轴与方向。每按一次按钮，在相应的轴和方向上移动步进进给量开关指示的移动量。

同样，在 STER/HANDLE 位置，也可以实现手轮进给，一般由机床参数设定选择步进进给还是手轮进给。手轮进给在调整机床时较方便快捷，一般机床都设定为手轮进给。

手轮进给的操作过程如下：

1) 把方式选择开关置于 STER/HANDLE 位置。

2) 选择手轮进给的移动轴。

3) 选择手轮进给的倍率。

4) 旋转手轮。一般规定顺时针方向为正，逆时针方向为负。

(3) 手动返回参考点

机床参考点(或称零点)是数控机床上一个固定基准点，也是机床坐标系的原点，一般位于机床移动部件沿其坐标轴正方向的某个位置。该点在机床制造厂出厂时已调整好，一般不要随意变动。返回参考点操作可以使机床移动部件沿其坐标轴正向退回到机床坐标系的原点。

一般数控机床说明书都规定，机床开机后必须返回一次参考点，才能进行其他操作。这样可以消除机床在进行加工前的某些误差，使机床有一个绝对的基准。

返回参考点的方法有两种，一种是用准备功能 G28 指令，程序返回参考点；另一种方法是下述的手动方法。

其操作过程如下：

1) 把方式开关置于手动连续进给位置。

2) 接通返回参考点开关。

3) 各轴分别用手动连续进给向参考点方向移动。

4) 移动至减速点后，以参数设定的一个低速移动，直至参考点。

5) 返回参考点的指示灯亮，直至离开参考点。

(4) 手动数据输入(MDI方式)

用手动数据方式，可以对机床的各个动作进行试验和调整。这时，可以用键盘输入一个程序段，并且启动、执行。

其操作过程如下：

若输入的程序段内容为“G00 X10.5 W200.5”

- 1) 把状态选择开关选择到手动数据输入位置。
- 2) 按“PROG”键，显示程序页面。
- 3) 按 PAGE “↑”、“↓”键，在显示器左上方显示“MDI”。
- 4) 输入程序的第一个字。如“G00”。
- 5) 按“INPUT”键，G00 被输入，并且在显示器上显示出来。
- 6) 重复 4)、5)，输入 X10.5、W200.5。
- 7) 按“START”键或者按机床面板上的循环启动按钮，执行此程序。

(5) 自动运行

在程序自动运行之前，首先必须把要执行的程序存入工件存储器；其次把刀具长度、半径的补偿数据输入相应的补偿组；最后要把刀具的位置移动至程序的起点位置。

完成以上操作后，才能执行自动运行。自动运行的操作过程如下：

- 1) 把程序存入存储器。
- 2) 检索要执行的程序。
- 3) 把方式选择开关置于自动运行位置。
- 4) 按机床操作面板上的循环启动按钮。开始自动地逐段执行，直至程序结束。

在程序调试过程中，还有以下几种功能可以使用：

1) 机床锁住 当机床锁住开关接通时，数控系统仍在正常运行，伺服轴的进给运动被锁住，但其他各种辅助功能都能正常执行，坐标值仍正常显示，这种功能用于对自动循环加工前的程序进行检验。

2) 空运行 当空运行开关接通时，进行机床空运转，不进行切削，以检验编制加工程序的正确性。空运行时的进给速度与程序中的进给速度无关，而是按手动连续进给速度或者快速速度。

3) 单程序段 当单程序段开关接通时，每按一次循环启动按钮，仅执行一个程序段，可使加工程序逐段执行。在工件程序试运行，为了考虑安全，可以选择单程序段。

(6) 程序编辑

在程序编辑状态，可以用键盘把整个工件程序逐字、逐段输入工件存储器。其操作过程如下：

- 1) 打开程序保护开关。
- 2) 把方式选择开关置于编辑位置。
- 3) 按“PROGR”键，选择程序页面。
- 4) 输入程序号地址 0。
- 5) 输入程序号。
- 6) 按“INSERT”键，0 及程序号被输入存储器。
- 7) 重复 4)~6)，把整个程序逐字输入。

如果要删除程序中的某一个字，只要把光标移动至该字下面，然后按“DELET”键，该字即被删除。

如果要对程序中某个字进行修改时，也只要把光标移动至该字下面，输入正确的地址和数字，按“ALTER”键，即修改完毕。

四、SIEMENS 802D 系统数控车床的操作

1. 数控系统操作面板

SIEMENS 802D 系统的操作面板如图 1-1-3 所示。

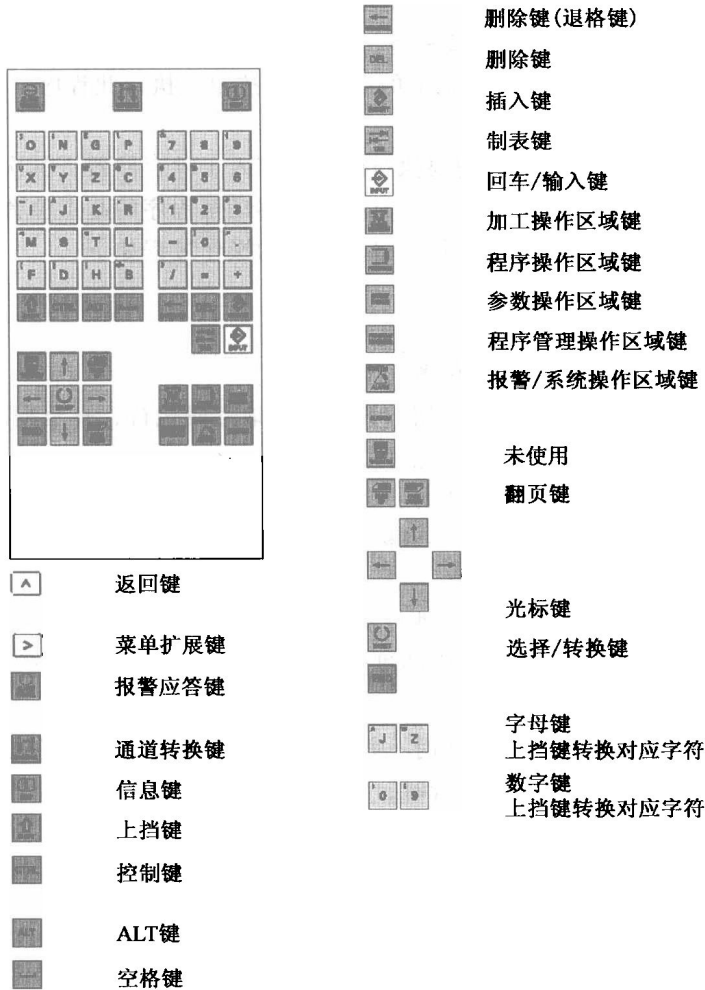


图 1-1-3 SIEMENS 802D 系统操作面板

2. 机床控制面板

机床控制面板如图 1-1-4 所示。

3. 基本操作

(1) 开机和回参考点操作

1) 检查机床各部分初始状态是否正常。

2) 接通数控系统和机床的电源。系统自动进入“加工”操作区域下的手动运行方式，显示回参考点的窗口，如图 1-1-5 所示。

3) 将“进给速度倍率”开关调向 100%。

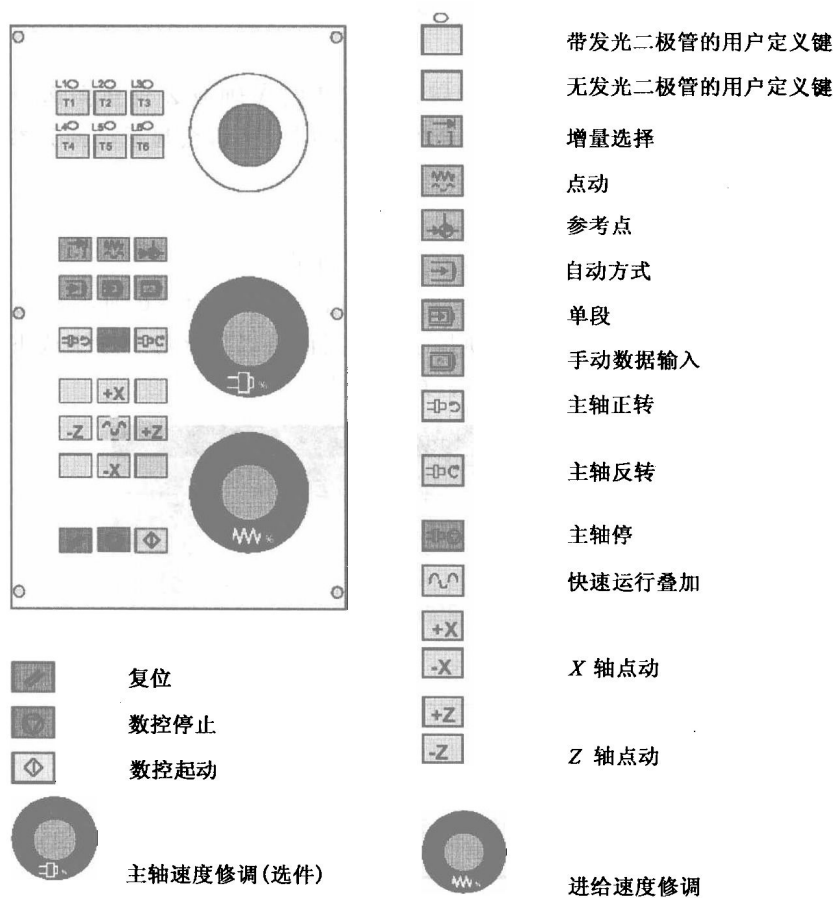


图 1-1-4 机床控制面板

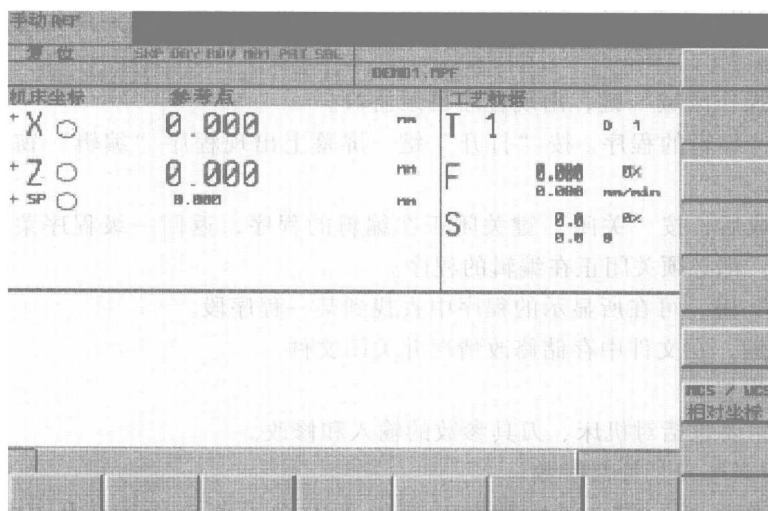


图 1-1-5 手动回参考点的窗口

4) 按控制面板上的“回零”键，使系统进入回参考点方式，在此方式下，机床回参考点。

5) 一直按住 X 轴或 Z 轴正向“点动”键，使刀架向 X 轴或 Z 轴正向运动，当减速开关被压下后，刀架减速并向相反的方向运动直至停止。此时，屏幕会显示已回到参考点。

(2) 程序输入、编辑操作

1) 程序的输入：

按“程序”键，显示数控系统中已经存在的程序目录。

按“新程序”键，屏幕出现新程序名称输入窗口，如图 1-1-6 所示。在此输入新程序或子程序名称。零件程序名前两个字符必须是字母，后面可以是字母、数字或下划线，但不能有空格或其他字符，最长不能超过 8 个字符，最短不少于 2 个。

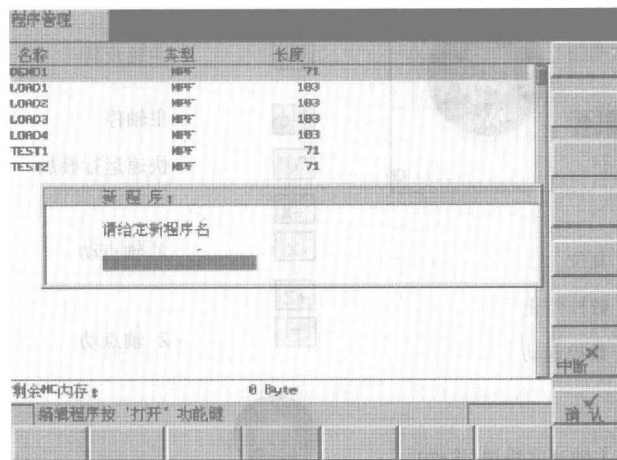


图 1-1-6 新程序名称输入窗口

按“回车”键，在屏幕显示程序编辑窗口后，可以输入和编辑新程序的内容。

2) 程序的编辑 在程序处于非执行状态时，可以进行编辑，在零件程序中进行的任何修改均立即被存储。

选择“程序操作区域”键，出现程序目录窗口。

用光标选择待编辑的程序。按“打开”键，屏幕上出现程序“编辑”窗口，即可对程序进行编辑和修改。

程序编辑完成后，按“关闭”键关闭正在编辑的程序，返回一级程序菜单。每次对零件程序进行修改后，都必须关闭正在编辑的程序。

选择“搜索”键，可在所显示的程序中查找到某一程序段。

按“关闭”键，在文件中存储修改情况并关闭文件。

(3) 参数的设置

参数的设置主要包括对机床、刀具参数的输入和修改。

1) 建立新刀具与刀具补偿参数。

按“参数操作区域”键，进入参数功能的第 1 级子菜单后，打开刀具补偿窗口，如图 1-1-7 所示。按“新刀具”键，建立一个新刀具。屏幕出现输入窗口，显示给定的刀具号。