



国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
高等职业技术学院机械设计制造类专业任务驱动型教材

清华大学职业教育培训与认证指定教材

数控车床加工 工艺与编程

SHUKONG CHECHUANG JIAGONG GONGYI YU BIANCHENG

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写 (第二版)



国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
高等职业技术学院机械设计制造类专业任务驱动型教材

清华大学职业教育培训与认证指定教材

数控车床加工 工艺与编程

SHUKONG CHECHUANG JIAGONG GONGYI YU BIANCHENG

(第二版)

主编 杨琳

(950001) (000000) (000000) (000000)

000000 000000 000000

000000 000000

000000 000000 000000 000000 000000 000000

000000 000000 000000 000000 000000 000000

000000 000000 000000 000000 000000 000000

000000 000000

000000 000000 000000 000000

000000 000000 000000 000000

000000 000000 000000 000000

000000 000000 000000 000000

000000 000000 000000 000000

 中国劳动社会保障出版社

中国劳动社会保障出版社
北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029
出版人: 张梦欣



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控车床加工工艺与编程/杨琳主编. —2版. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2009

高等职业技术学院机械设计制造类专业任务驱动型教材

ISBN 978-7-5045-7829-7

I. 数… II. 杨… III. ①数控机床:车床-加工工艺-高等学校:技术学校-教材②数控机床:车床-程序设计-高等学校:技术学校-教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 092137 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京印刷集团有限责任公司印刷二厂印刷 三河市华东印刷装订厂装订

787毫米×1092毫米 16开本 16印张 368千字

2009年6月第2版 2009年6月第1次印刷

定价: 26.00元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

中国劳动社会保障出版社

编委会成员

主任委员 董国勋

副主任委员 张风光

委员 孙戈力 高鲁民 史文山 刘良俊 潘文浩

本书编审人员

主 编 杨 琳

参 编 王大伟 王忠斌 李正伟 赵均家 王栋臣

龙吉业 张路华 李灿军

主 审 王志平

简介

本书为国家级职业教育规划教材。

本书根据高等职业技术学院教学实际，由人力资源和社会保障部教材办公室组织编写，主要包括：数控车削加工基础、外圆与端面加工、锥面与圆弧加工、孔加工、槽与螺纹加工、非圆曲线加工、自动编程与仿真加工以及数控车床的检验与保养。本书培养学生能够熟练地用手工和自动方式编写数控车床加工程序，以及确定数控车床加工工艺的能力，达到数控车床高级工水平。

本书为高等职业技术学院机械设计制造类专业教材，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的机械设计制造类专业教材，或作为自学用书。

前言

2004年,我办组织开发了高等职业技术学院机械设计制造类专业(包括机械设计与制造、数控技术、模具设计与制造等专业)教材,共计40种。这套教材是国内首套任务驱动型教材,受到了高等职业技术学院广泛欢迎。随着社会的发展和职业教育改革步伐的加大,机械设计制造类专业的教学要求、内容和教学模式、方法需要进一步改革创新。为适应这一要求,我办组织一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业一线专家,在充分调研的基础上,对这套教材陆续进行修订。

这次教材修订工作的重点主要体现在以下几个方面:

第一,根据机械制造类企业的工作实际,进一步调整相关教材的教学要求,设计和确定典型的工作项目。吸纳全国高等职业技术学院的教改成果,按照“学以致用”的原则,将相关理论知识和相关技能恰当安排到各个工作项目中,力图通过这些项目的教学,使学生掌握相关的理论知识和操作技能,以满足企业的实际需要。

第二,在识图与制图、工艺设计、编程、加工与制造等系列项目先后关系的处理上,按照由易到难、由小到大的原则进行编排,既保证了各项目之间技能和知识的有效衔接,又考虑了教学方面的可操作性,以节约教学成本,提高教学效率。

第三,按照任务驱动编写思路组织工作项目所涉及的内容,做到理论学习有载体,技能训练有实体,有利于激发学生的学习积极性,变被动学习为主动学习,在掌握知识和技能的同时,获得学习成就感。

第四,以国家职业标准为依据,使教材内容分别涵盖数控车工、数控铣工、加工中心操作工、车工、工具钳工、制图员等国家职业标准的相关要求,以促进学校“双证书”制度的贯彻和落实。

第五,根据生产技术的发展趋势,尽可能多地在教材中充实机械设计与制造、数控加工技术、模具设计与制造等方面的新知识、新技术、新设备和新工艺,体现教材的先进性。

另外,为了方便教学工作的开展,在修订教材的过程中,同时开发教学指导书、教学课件和相关的习题册,力求为教师提供更多的教学资源 and 更好的教学服务。

在教材的修订过程中,得到了有关省市教育部门、人力资源和社会保障部门、高等职业技术学院和相关企业的大力支持,教材的编审人员做了大量的工作,在此我们表示衷心的感谢!同时,恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议。

人力资源和社会保障部教材办公室

2009年6月

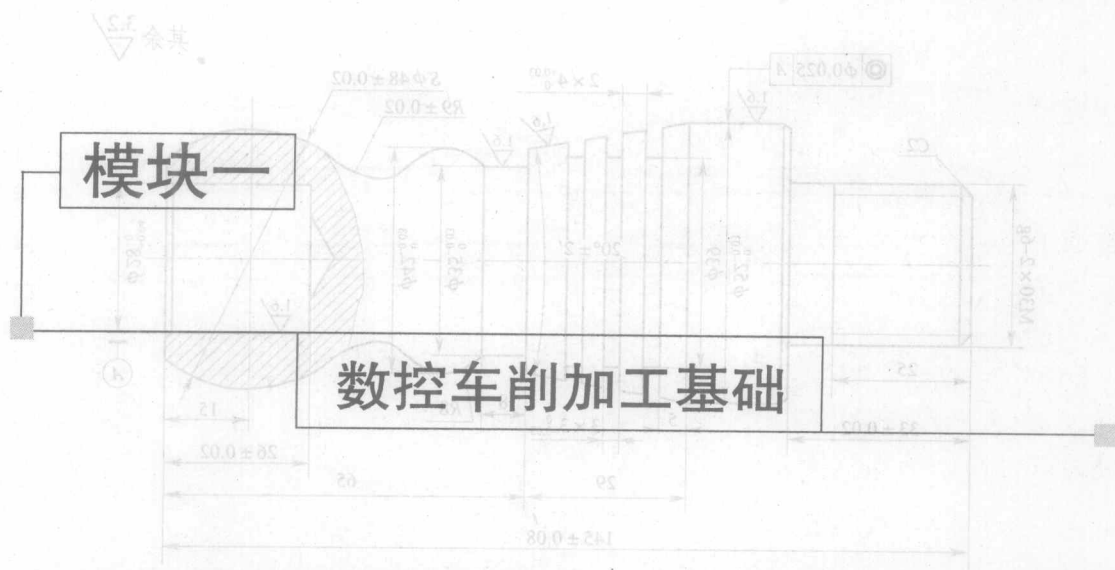
目 录

CONTENTS

《国家级职业教育规划教材》

模块一 数控车削加工基础	1
任务1 认识数控车床	1
任务2 数控车床的基本操作	5
任务3 程序的编制、输入与编辑	13
任务4 建立工件坐标系	21
模块二 外圆与端面加工	27
任务1 短轴加工	27
任务2 多台阶轴加工	35
模块三 锥面与圆弧加工	50
任务1 简单圆锥零件的精加工	50
任务2 大余量锥体加工	57
任务3 球头零件加工	62
模块四 孔加工	71
任务1 阶梯孔加工	71
任务2 深孔加工	76
任务3 套类零件加工	79
模块五 槽与螺纹加工	86
任务1 单槽加工	86
任务2 多槽加工	92
任务3 普通螺纹加工	95
任务4 圆锥螺纹加工	104
任务5 多线螺纹加工	107

任务 6 梯形螺纹加工	110
任务 7 变导程螺纹加工	113
模块六 非圆曲线加工	117
任务 1 椭圆加工	118
任务 2 抛物线加工	128
模块七 数控车床加工程序综合实例	140
任务 1 典型零件的加工	140
任务 2 复杂零件的加工	145
任务 3 配合零件的加工 1	152
任务 4 配合零件的加工 2	162
模块八 自动编程与仿真加工	173
任务 1 典型零件的自动编程	173
任务 2 典型零件的仿真加工	196
模块九 数控车床的检验与保养	215
任务 1 数控车床的安装	215
任务 2 数控车床的调试	222
任务 3 数控车床的精度检验	226
任务 4 数控车床的维护与保养	241



任务 1 认识数控车床

任务目标

- ✧ 了解数控车床的基本组成
- ✧ 了解数控车床的结构特点和加工特点



任务引入

数控车床作为当今使用最广泛的数控机床之一，主要用于加工轴类、盘套类等回转体零件，通过程序控制能够自动完成内外圆柱面、圆锥面、圆弧、螺纹等的切削加工，也可进行切槽、钻孔、扩孔和铰孔等工作。如图 1—1—1 所示的复杂轴类零件就是实际生产中数控车床上经常加工的零件。

与普通车床相比，数控车床的加工精度高，生产效率高，并且适合加工形状复杂的回转体零件，所以，近年来已经成为零件加工领域必不可少的加工设备。为了更好地使用和操作数控车床，我们必须了解数控车床的基本组成部件及其构成关系，熟悉数控车床加工零件的特点，了解数控车床的分类。



图 1—1—1 复杂轴类零件图

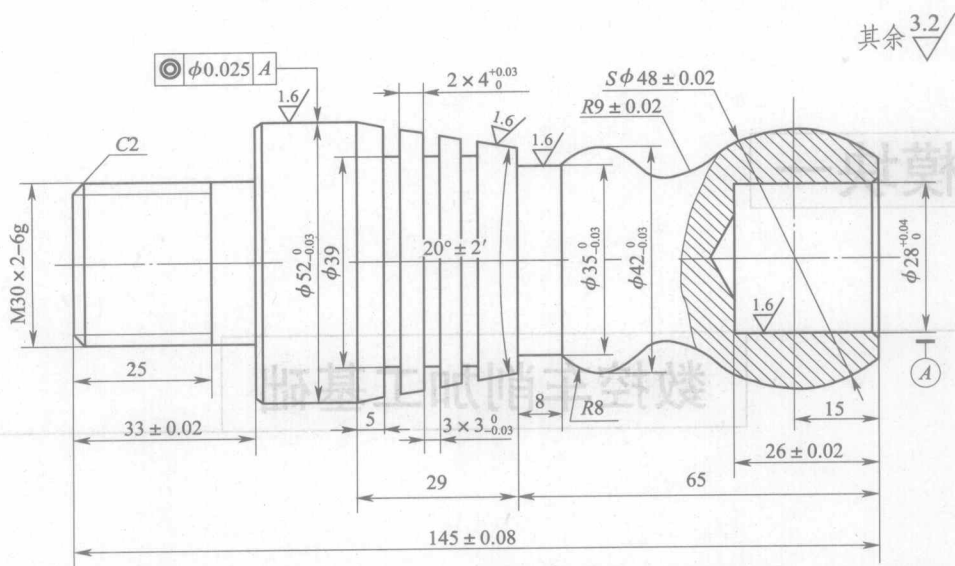


图 1-1-1 复杂轴类零件



相关知识

一、数控车床的基本组成

数控车床如图 1-1-2 所示，它主要由车床本体（主要包括床身、主轴、溜板、刀架等）、数控系统（主要包括显示器、控制面板等）和辅助装置（液压系统、冷却和润滑系统、排屑装置）等组成。全功能数控车床的排屑装置如图 1-1-3 所示。数控车床与普通车床的进给系统有本质上的区别，普通车床有进给箱和挂轮箱，而数控车床则是直接用伺服电动机通过滚珠丝杠驱动溜板实现进给运动，进给系统的结构大为精简。

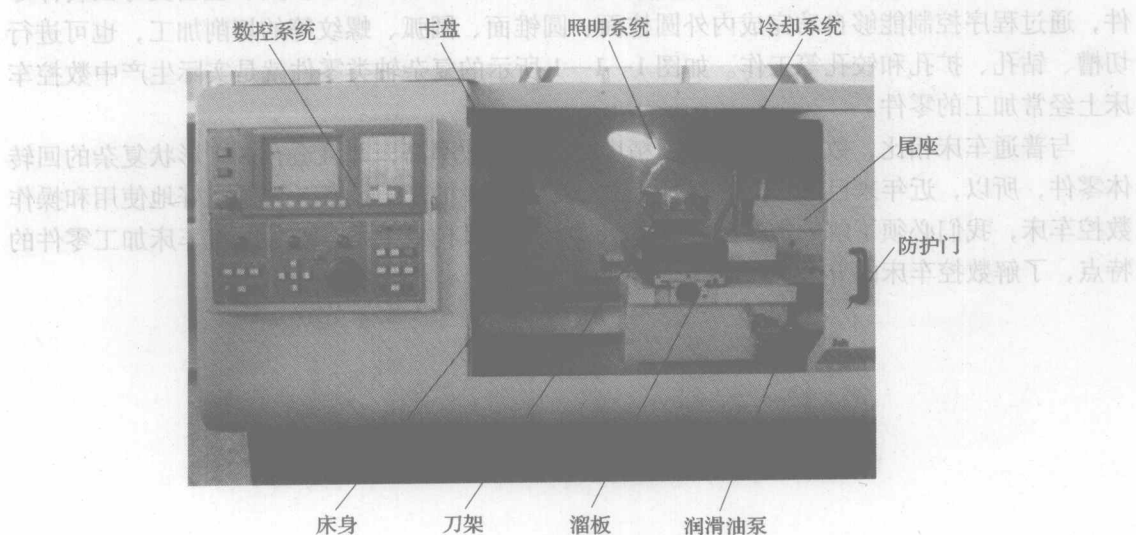


图 1-1-2 数控车床

数控车床的冷却系统大致有两种结构形式,低档数控车床的与普通车床的相似,是用外包蛇皮管的塑料软管(见图1—1—2)接冷却泵;而较高档的数控车床的冷却喷嘴在刀架上,使用更为方便,冷却效果更好。

数控车床的润滑系统较普通车床有很大的改进,低档数控车床是用润滑油泵(见图1—1—2)进行润滑的,操作者只需按要求拉动操纵杆即可对机床进行润滑;而较高档的数控车床是通过程序控制自动润滑的。

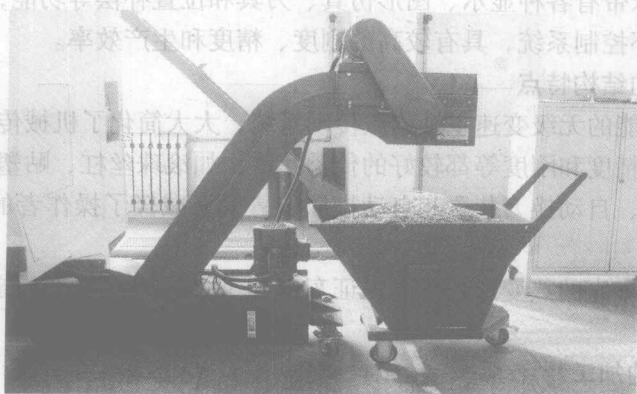


图1—1—3 全功能数控车床的排屑装置

二、数控车床的分类

随着数控车床制造技术的不断发展,数控车床形成了品种繁多、规格多样的局面。对于数控车床可以采用不同的分类方法进行分类。

1. 按照车床主轴的布置形式进行分类

(1) 卧式数控车床(见图1—1—4)

卧式数控车床主轴的轴线是水平布置的。

(2) 立式数控车床(见图1—1—5)

立式数控车床主轴的轴线是垂直布置的。

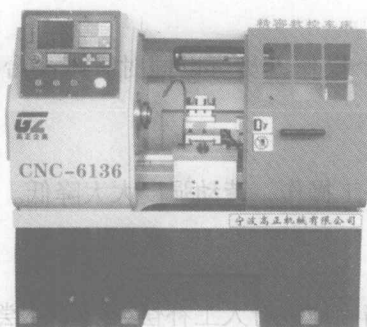


图1—1—4 卧式数控车床

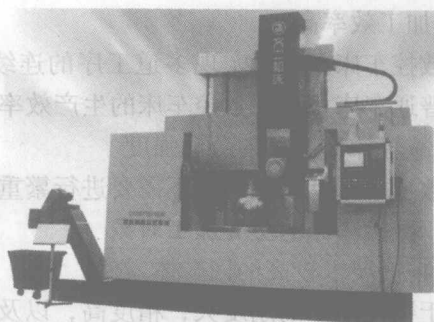


图1—1—5 立式数控车床

2. 按照数控系统的功能进行分类

(1) 经济型数控车床

经济型数控车床是在普通车床的基础上改造而来的,一般采用步进电动机驱动的开环控制系统。这类数控车床结构简单,价格低廉,调整和维修较为方便。由于这类车床没有检测反馈装置,所以只适用于精度和速度要求不高的场合。

(2) 全功能数控车床

全功能数控车床带有各种显示、图形仿真、刀具和位置补偿等功能,带有通信接口,采用的是闭环或半闭环控制系统,具有较高的刚度、精度和生产效率。

三、数控车床的结构特点

1. 采用了高性能的无级变速主轴伺服传动系统,大大简化了机械传动结构。
2. 大量采用了精度和刚度等都较好的传动元件,如滚珠丝杠、贴塑导轨等。
3. 采用多刀架、自动换刀装置和自动排屑装置等,减轻了操作者的劳动强度并提高了生产率。
4. 大大减小了车床的热变形,可以保证车床加工过程中的精度稳定,获得可靠的加工质量。

四、数控车床的加工特点

1. 适应能力强,适用于多品种、小批量零件的加工

在传统的自动车床上加工新零件时,需要经常调整车床或车床附件,以适应新零件的加工要求。使用数控车床加工新零件时,只需要重新编制加工程序就可以达到要求,大大缩短了车床准备时间。因此,数控车床适用于多品种、单件或小批量的加工。

2. 加工精度高,加工质量稳定

由于数控车床的加工过程是由预先输入的程序通过计算机进行控制加工的,所以从一定程度上避免了由于操作者技术水平的差异而引起的产品质量的变化。同时,数控车床的加工过程不会受到工人的体力、情绪等因素的影响。

3. 能够加工复杂型面

随着自动编程技术的发展,利用图形自动编程软件生成加工程序,可以加工出普通车床难以加工的复杂型面零件。

4. 加工效率高

在数控车床上可以实现多道工序的连续加工,一个操作人员可以同时管理多台数控车床。与普通车床相比,数控车床的生产效率大大提高。

5. 减轻操作工人的劳动强度

在数控车床上,操作者不需要进行繁重的重复性手工操作,劳动强度大大降低。

五、数控车床的主要加工对象

1. 精度要求较高的回转体零件

由于数控车床的刚度大,精度高,以及能方便和精确地进行人工补偿或自动补偿,因此能够加工尺寸精度要求较高的工件。

2. 表面粗糙度值小的回转体零件

由于数控车床具有较大的刚度和较高的加工精度,同时还具有恒线速度切削功能,所以

数控车床能够加工出表面粗糙度值较小的零件。在材质、精车余量和刀具一定的情况下，表面粗糙度值的大小取决于切削用量的选择。使用数控车床的恒线速度控制功能，就可以选用最佳的切削速度。数控车削还适合于车削各部位表面粗糙度值要求不同的零件。对于表面粗糙度值要求较小的零件可以用减小进给速度的方法来加工；对于表面粗糙度值要求较大的零件可以相应地加大进给速度，以提高加工效率。

3. 轮廓形状复杂的零件

由于数控车床一般具有圆弧插补功能，可以直接使用圆弧插补指令来加工圆弧轮廓。复杂回转体零件在数控车床上加工极为方便。

4. 带有特殊螺纹的回转体零件

普通车床所能加工的螺纹相当有限，只能加工等导程的圆柱或圆锥的公（英）制螺纹，而且一台车床只能限定加工若干种导程。而数控车床可以车削任何等导程或变导程的圆柱螺纹、圆锥螺纹和端面螺纹。

任务2 数控车床的基本操作

任务目标

- ✧ 掌握 FANUC Oi 系统数控车床操作面板各按键、旋钮的名称及功用
- ✧ 能够规范操作数控车床



任务引入

数控机床的操作是数控加工技术的重要环节。数控车床的操作是通过系统控制面板和机床操作面板来完成的。不同类型的数控车床，由于配置的数控系统不同，面板功能和布局也各不相同。因此，应根据具体设备，仔细阅读编程与操作说明书。现以 CK6140 型数控车床上的 FANUC Oi 数控系统为例，要求学生掌握如下基本操作方法：手动方式操作、手轮方式操作、MDI 方式操作、回零操作、急停操作等，并掌握数控车床的安全操作规程。



相关知识

一、数控车床操作部分的组成

数控车床的操作部分一般位于数控车床的正面，就是带有液晶显示屏的区域。FANUC Oi 系统数控车床的操作部分由系统控制面板、机床操作面板等组成，如图 1—2—1 所示。

二、系统控制面板

系统控制面板主要包括液晶显示屏、MDI 键盘和功能键等，如图 1—2—2 所示。各种功能键的名称和用途见表 1—2—1。

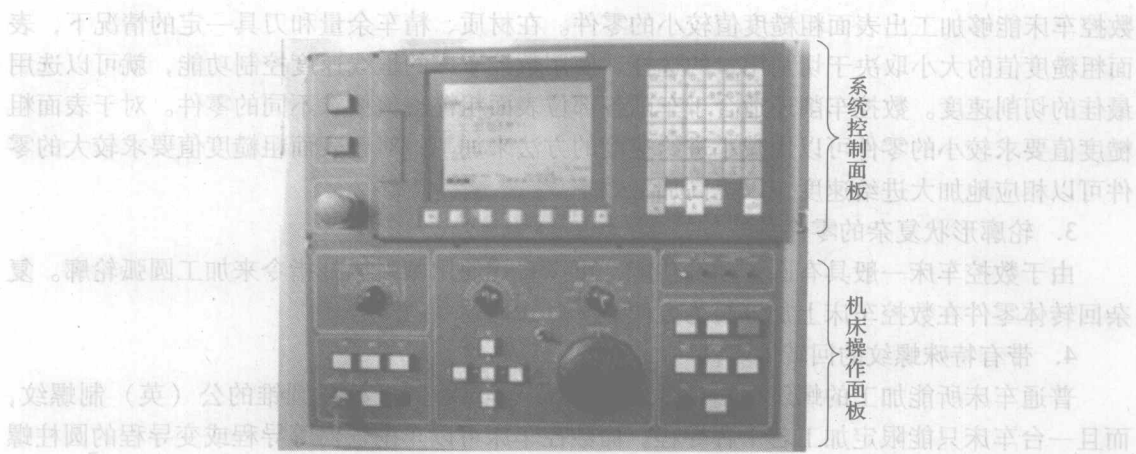


图 1—2—1 FANUC Oi 系统数控车床的系统控制面板和机床操作面板

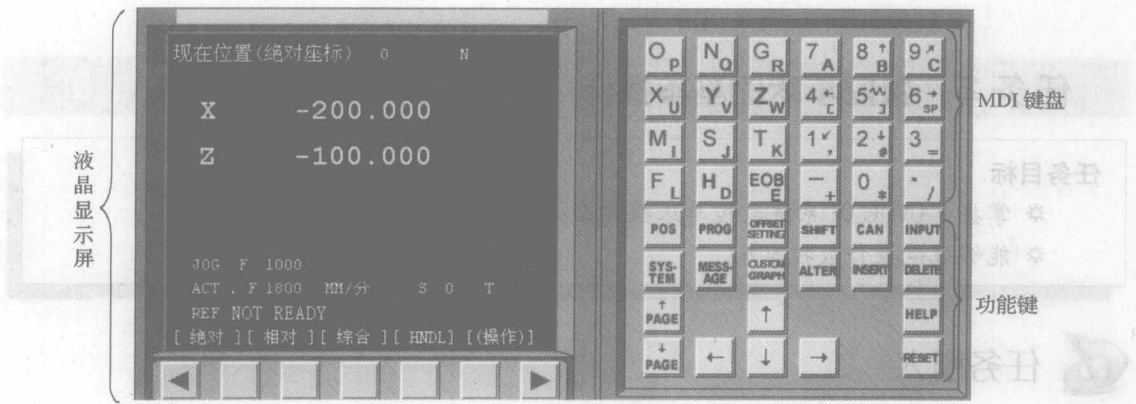
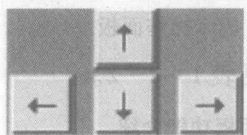


图 1—2—2 FANUC Oi 数控系统控制面板

表 1—2—1 FANUC Oi 系统控制面板功能介绍

名称	功能键图标	功能说明
数字/字母键		数字/字母键用于输入数据到输入区域，系统自动判别取字母、数字还是字符
回车换行键		结束一行程序的输入并且换行
坐标位置显示 页面键		位置显示有绝对、相对和综合三种方式，用 PAGE 键切换

续表

名称	功能键图标	功能说明
数控程序显示与编辑页面键		在编辑方式下,用于编辑、显示存储器内的程序;在手动数据输入方式下,用于输入和显示数据;在自动运行方式下,用于显示程序指令
偏置参数输入页面键		用于进行刀具补偿数据的显示与设定
系统参数页面键		用来显示系统画面
信息页面键		用来显示提示信息
图形参数设置页面键		用来显示图形画面
翻页键	 屏幕向前翻页键  屏幕向后翻页键	使屏幕向前或向后翻一页,在检查程序和诊断时使用
光标移动键		控制光标在操作区上下左右移动,在修改程序或参数时使用
换挡键		某些键的顶部有两个字符,用此键来进行选择
修改键		用于删除已输入到缓冲区里的最后一个字符或符号
输入键		把输入区域内的数据输入参数页面或者输入一个外部的数控程序
编辑键	 替换键  插入键  删除键	替换键:用输入的数据替代光标所在处的数据 插入键:把输入域中的数据插入到当前光标所在的位置 删除键:删除光标所在处的数据,删除一个数控程序或者删除全部数控程序
系统帮助页面键		用来显示如何操作机床,可在 CNC 发生报警时提供报警信息
复位键		用来对 CNC 进行复位,或清除报警信息

三、机床操作面板

图 1—2—3 所示为 FANUC 0i 系统数控车床的机床操作面板。

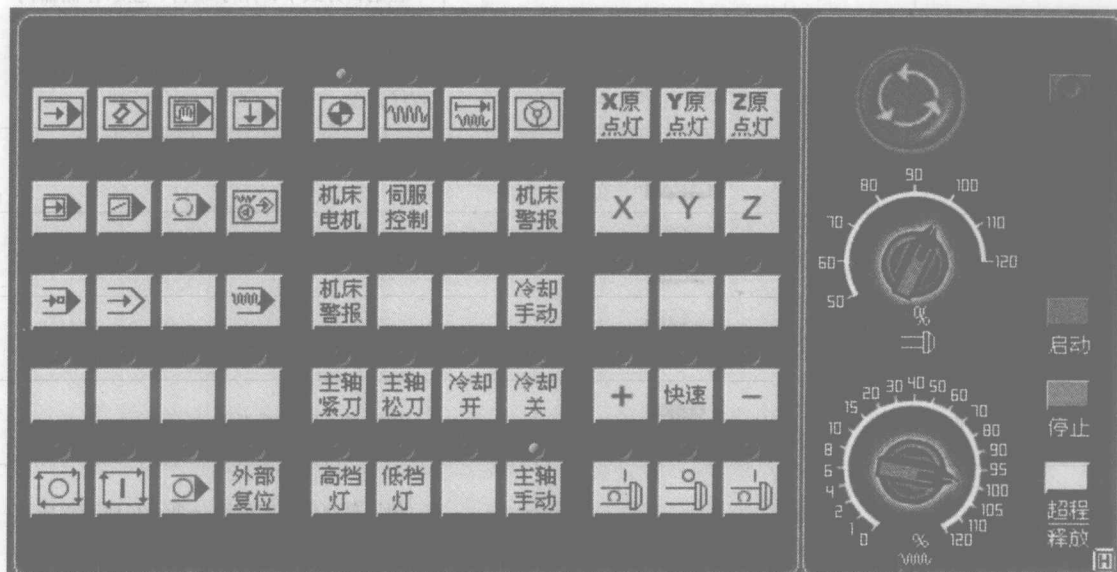


图 1—2—3 机床操作面板

机床操作面板上各功能键的名称和用途见表 1—2—2。

表 1—2—2

机床操作面板功能介绍

名称	功能键图标	功能说明
模式选择按钮	 AUTO  EDIT  MDI  ZRN  JOG  HANDLE	AUTO 模式：自动运行加工程序操作 EDIT 模式：程序的输入及编辑操作 MDI 模式：手动数据输入操作 ZRN 模式：回机床参考点操作 JOG 模式：手动进给操作 HANDLE 模式：手摇轮进给操作
AUTO 模式下的按钮	 SBK  BDT  DRN  MLK	SBK：单段运行。按下该按键后，每按一次循环启动按钮，机床将执行一段程序后暂停 BDT：程序段跳跃。按下该按键，前面加“/”符号的程序段将被跳过执行 DRN：空运行。按下该按键，在自动运行模式下，溜板将以最快的速度运行。用于检查刀具运动轨迹 MLK：机床锁住。按下该按键，溜板的移动功能将被限制。用于检查程序编制的正确性
	 CYCLE START  FEED HOLD	CYCLE STAR：循环启动。用于启动自动运行 FEED HOLD：进给保持。按下该按键，CNC 将暂时停止一个加工程序或单段指令