



国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业技术学院数控技术 / 模具设计与制造专业

数控加工中心

华中系统编程与操作实训

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

Shukong Jishu / Muju Sheji Yu Zhizao Zhuanye

GNH

Gaodengzhiye Jishuyuanxiao



中国劳动社会保障出版社



国家级职业教育培训规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校数控技术 / 模具设计与制造专业

数控加工中心

华中系统编程与操作实训

王志平 主编

Shukong Jishu / Muju Sheji Yu Zhizao Zhuanye

Gaodengzhiye Jishuyuanxiao



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控加工中心华中系统编程与操作实训/王志平主编. —北京:中国劳动社会保障出版社,
2007

高等职业技术学院数控技术/模具设计与制造专业教材

ISBN 978-7-5045-6597-6

I. 数… II. 王… III. 数控机床加工中心-程序设计 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 131789 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

*

煤炭工业出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.75 印张 270 千字

2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

定价: 22.00 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

前 言

为了贯彻落实全国职业教育工作会议精神，切实解决目前机械设计制造类专业（包括数控技术、模具设计与制造）教材不能满足高等职业技术学院教学改革和培养高等技术应用型人才需要的问题，劳动和社会保障部教材办公室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，共同研究、制订机械设计制造类专业培养计划和教学大纲，并编写了相关课程的教材，共有 40 余种。

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

一是充分汲取高等职业技术学院在探索培养高等技术应用型人才方面取得的成功经验和教学成果，从职业（岗位）分析入手，构建培养计划，确定相关课程的教学目标；二是以国家职业标准为依据，使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；三是贯彻先进的教学理念，以技能训练为主线、相关知识为支撑，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想；四是突出教材的先进性，较多地编入新技术、新设备、新教材、新工艺的内容，以期缩短学校教育与企业需要的距离，更好地满足企业用人的需要；五是以实际案例为切入点，并尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，提高学生的学习兴趣。

在上述教材的编写过程中，得到有关省市教育部门、劳动和社会保障部门以及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作，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，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2007 年 6 月

内 容 简 介

本书为国家级职业教育规划教材，由劳动保障部培训就业司推荐。

本书根据高等职业技术学院教学实际，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。主要内容包括：数控加工中心操作、加工准备、平面加工、外轮廓加工、内型腔加工、曲面加工、孔系加工、槽加工、综合加工和加工中心操作工职业技能鉴定试题等。

本书为高等职业技术学院数控技术/模具设计与制造专业教材，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数控技术/模具设计与制造专业教材，或作为自学用书。

本书由王志平主编，王荣兴参编。

《国家级职业教育规划教材》 CONTENTS

模块一 数控加工中心操作	1
实训课题 1 数控加工中心简介	1
实训课题 2 数控加工中心华中系统基本操作	4
模块二 加工准备	14
实训课题 1 工件的装夹与找正	14
实训课题 2 对刀	18
实训课题 3 程序的编制、输入和编辑	25
模块三 平面加工	36
实训课题 1 用面铣刀加工平面	36
实训课题 2 用方肩铣刀加工平面	45
模块四 外轮廓加工	49
实训课题 1 腰形外轮廓加工	49
实训课题 2 弧形外轮廓加工	59
实训课题 3 梅花形外轮廓加工	65
实训课题 4 凸台外轮廓加工	67
模块五 内型腔加工	73
实训课题 1 内轮廓加工	73
实训课题 2 薄壁轮廓加工	78
实训课题 3 相似内轮廓加工	84

模块六 曲面加工	90
实训课题 1 斜曲面加工	90
实训课题 2 弧形曲面加工	96
模块七 孔系加工	101
实训课题 1 机铰孔加工	101
实训课题 2 内螺纹加工	111
实训课题 3 镗孔加工	117
模块八 槽加工	126
实训课题 1 直槽加工	126
实训课题 2 圆弧槽加工	129
模块九 综合加工	134
实训课题 综合加工零件	134
模块十 加工中心操作工职业技能鉴定试题	145
鉴定试题一 加工中心操作工(中级)职业技能鉴定理论试题	145
鉴定试题二 加工中心操作工(中级)操作鉴定试卷	160
鉴定试题三 加工中心操作工(高级)职业技能鉴定理论试题	161
鉴定试题四 加工中心操作工(高级)操作鉴定试卷	176
参考答案	178

模块一

数控加工中心操作

实训课题 1 数控加工中心简介

技能点

- ◆ 区分数控加工中心的类型
- ◆ 了解适合数控加工中心加工的零件

知识点

- ◆ 数控加工中心的类型
- ◆ 数控加工中心的加工范围

任务引入

数控加工中心是一种装有刀库和自动换刀装置的数控机床，工件经一次装夹后，计算机数控装置就能控制机床自动地更换刀具，连续地对工件各加工面进行铣、镗、钻、铰及攻螺纹等多工序加工。

数控加工中心的机械结构与普通铣床有相似之处，加工范围也很相似，但数控加工中心控制功能先进，加工精度高。另外，数控加工中心还增加了刀库等部件。在加工零件之前，也就是在编制加工程序之前，我们首先要对数控加工中心的类型和各部分的组成有一个大致的了解。

相关知识

一、数控加工中心的类型

常见的数控加工中心有立式和卧式两种类型，如图 1—1、图 1—2 所示。

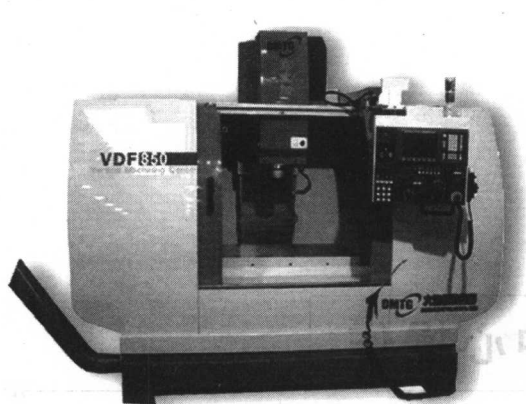


图 1—1 立式数控加工中心

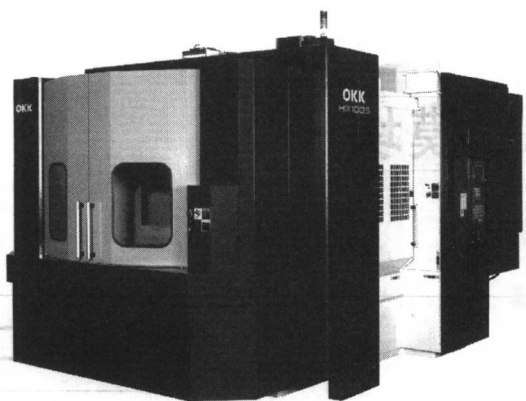
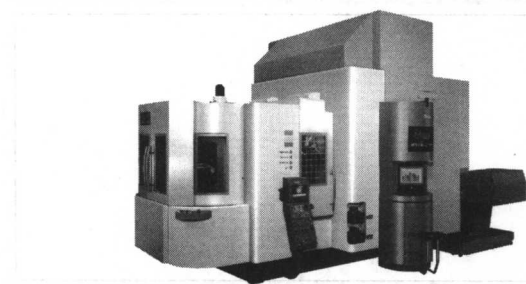


图 1—2 卧式数控加工中心

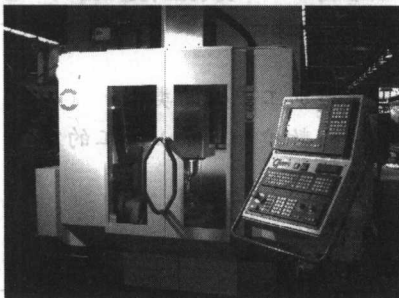
通常我们操作的数控加工中心为立式数控加工中心，它的价格相对较低，适用范围也较广，常用于板类、盘类、壳体类和精密零件的加工，也适用于模具加工。

卧式数控加工中心具有高精度、高速度和高刚性等优点，但价格较高，广泛用于军工、航天、汽车、模具、机械制造等行业的箱体零件、壳体零件、盘类零件和异形零件的加工。

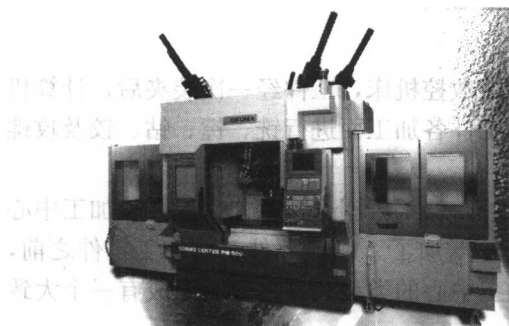
此外，还有一些其他类型的数控加工中心，如图 1—3 所示。



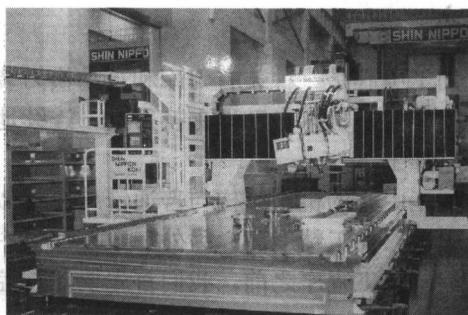
a)



b)



c)



d)

图 1—3 其他类型的数控加工中心

- a) 车铣复合数控加工中心 b) 五轴联动数控加工中心
c) 虚拟轴数控加工中心 d) 龙门式数控加工中心

二、数控加工中心主要组成部分

数控加工中心主要由数控系统（电气控制柜和操作面板等）、机械本体（工作台、主轴箱和刀库等）和辅助装置（气源等）组成，如图 1—4、图 1—5、图 1—6 所示。



图 1—4 数控加工中心主要组成部分

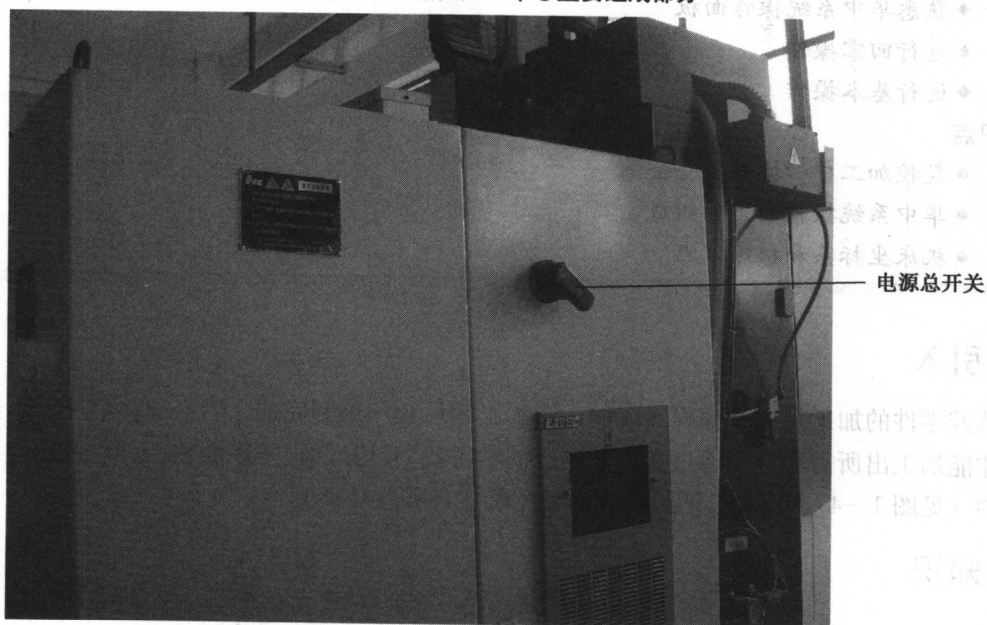


图 1—5 数控加工中心背面

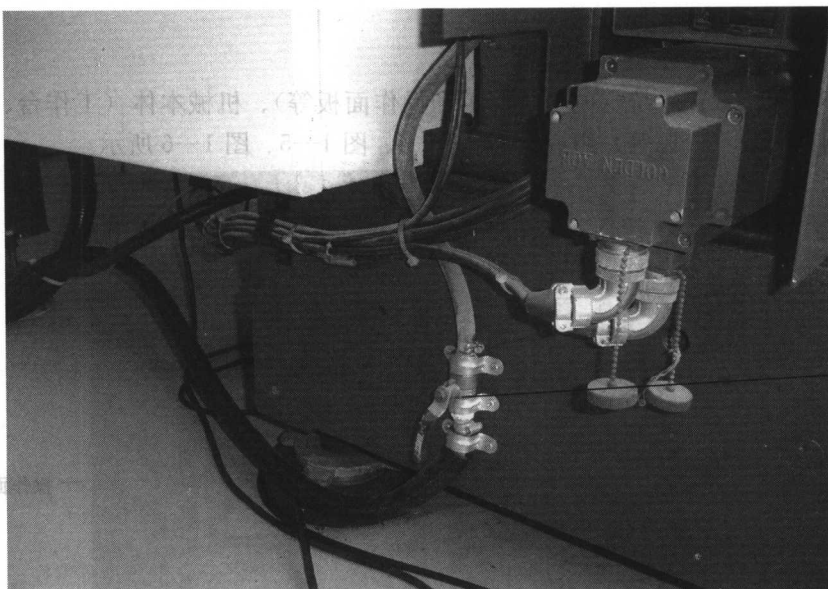


图 1—6 气源开关

实训课题 2 数控加工中心华中系统基本操作

技能点

- ◆ 开机操作
- ◆ 熟悉华中系统操作面板
- ◆ 进行回零操作
- ◆ 进行基本操作

知识点

- ◆ 数控加工中心操作安全条例
- ◆ 华中系统操作面板的组成
- ◆ 机床坐标系和机床零点

任务引入

数控零件的加工是通过编程实现的，在加工零件程序编制完成之后必须将程序输入数控机床才能加工出所需零件。通过实训课题 1 的学习我们已经知道程序的输入是通过操作面板实现的（见图 1—4），那么，通过操作面板还能实现哪些功能呢？

相关知识

一、华中世纪星 HNC—22M 系统操作面板

常用的数控加工中心的控制系统包括 FANUC、SIEMENS 和华中系统等，华中系统是

我国具有自主知识产权的中、高档数控系统。华中世纪星 HNC-22M 是一款适用于数控加工中心的华中数控系统，它的操作面板由 CNC 控制面板和机床操作面板（见图 1—7），以及手持单元（见图 1—8）等组成。

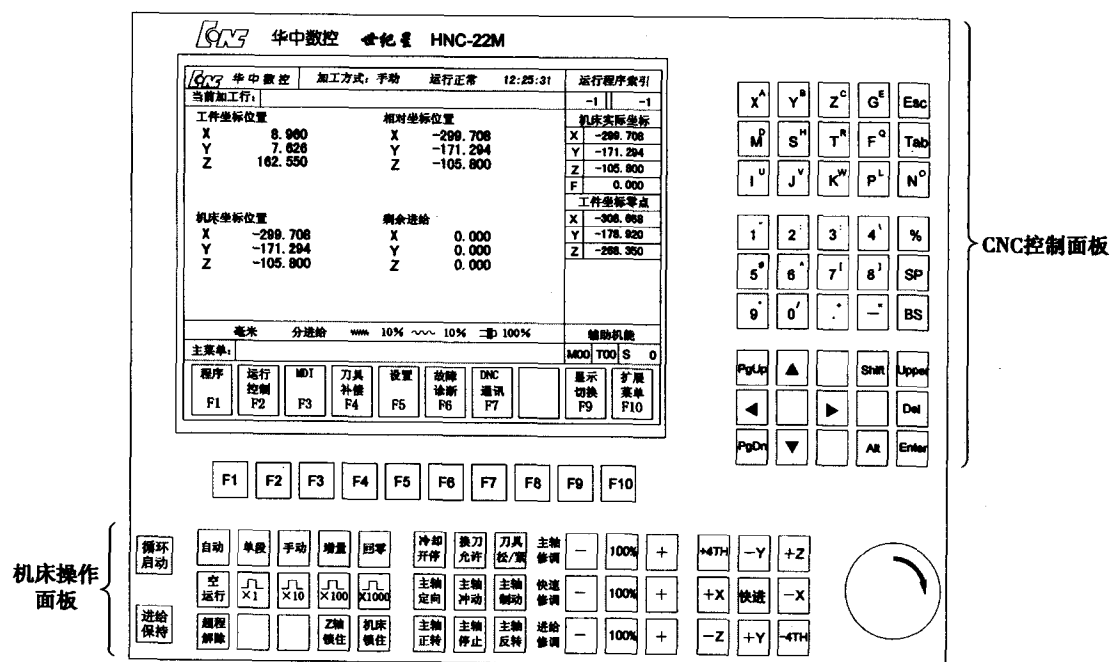


图 1—7 HNC-22M 的 CNC 控制面板和机床操作面板

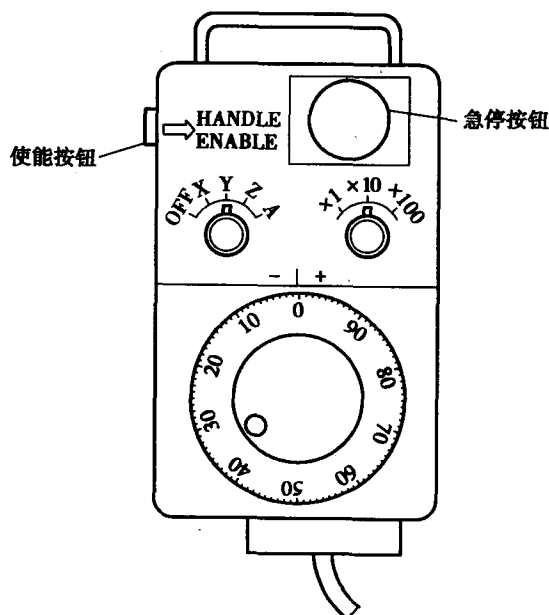
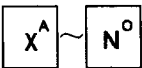
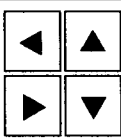


图 1—8 手持单元

1. CNC 控制面板

CNC 控制面板部分由一个 7.5' 彩色 LCD，分辨率为 640×480 的液晶显示器和 MDI 键盘构成。MDI 键盘上各键的功能见表 1—1。

表 1—1 MDI 键盘上各键的功能

功能键	名称	功能说明
	功能软键	根据 LCD 界面最下一行所提供的信息，进入相应的功能界面
	地址/数字键	按下这些键，输入字母、数字和运算符号等；配合上挡键，可输入键右上角的字母、符号等
	退出键	按下此键，可取消某些错误操作
	制表键	备用键
	空格键	按下此键，可在光标所在处插入空格
	退格键	按下此键，从右开始删除光标处的前一个字符
	页面变换键	返回上一级界面
	页面变换键	进入下一级界面
	上挡键	按下此键，同时按下某一地址/数字键，能实现该地址/数字键右上角字母或符号的输入
	替换键	在编程时用于替换输入的字（地址、数字）
	光标移动键	按下这些键，使光标在操作区上下左右移动
	上挡键	按下此键，输入地址/数字键右上角的字母和符号
	删除键	按下此键，删除光标处的后一个字符
	输入键	按下此键，系统接受数据输入

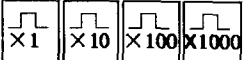
在 CNC 控制面板上有十个功能软键 F1~F10，他们用于实现显示屏上相应菜单的软件功能。如显示屏上显示的是主菜单，按下第 1 个功能软键 F1，显示屏将进入程序管理界面。同理，按下第 4 个功能软键 F4，显示屏将进入刀具补偿界面。

由于显示屏上操作区的切换大部分是通过功能软键来实现的,所以熟练地使用功能软键对提高数控加工中心的操作水平有着重要的作用。

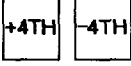
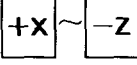
2. 机床操作面板

机床操作面板位于控制面板的下方,用于控制机床的各种加工运行方式和速度修调等。其中,各控制键、按钮和旋钮的功能见表 1—2。

表 1—2 机床操作面板控制键和按钮的功能

控制键	名称	功能说明
	启动键	按下此键,启动程序运行等
	进给保持键	按下此键,暂停程序运行
	自动键	按下此键,自动执行加工程序
	单段键	按下此键,以单段方式执行加工程序
	手动键	按下此键,以手动方式执行机床动作
	增量键	按下此键,以增量方式执行机床动作
	回零键	按下此键,结合按下各轴方向键,完成机床回零操作
	空运行键	按下此键,执行空运行
	增量变量键	在增量方式工作时,按下此键,坐标轴以步进增量 1 μm 、10 μm 、100 μm 、1 000 μm 移动
	超程解除键	出现超程时,按下此键,同时按下超程反方向键,解除超程
	Z 轴锁住键	按下此键,锁住 Z 轴,手动方式时有效
	机床锁住键	按下此键,锁住机床各轴,手动方式时有效
	冷却开停键	按下此键,切削液开,再按下此键,切削液关,手动方式时有效
	换刀允许键	按下此键,允许进行换刀操作,再按下此键,禁止换刀操作
	刀具松/紧键	按下此键,刀具松开,允许进行换刀操作,再按下此键,刀具收紧

续表

控制键	名称	功能说明
	主轴定向键	按下此键，主轴定向停止
	主轴冲动键	按下此键，主轴转过一定角度
	主轴制动键	按下此键，主轴制动在当前位置
	主轴正转键	按下此键，主轴正转，手动方式时有效
	主轴停止键	按下此键，主轴停转，手动方式时有效
	主轴反转键	按下此键，主轴反转，手动方式时有效
	修调键	共有主轴修调、快速修调和进给修调三种，以修调它们的速度
	第四轴键	选择第四轴运动
	X、Y、Z轴移动键	选择将被移动的坐标轴及方向
	快进键	在按下轴移动键的同时，按下此键，可实现坐标轴的快速移动
	急停按钮	当出现紧急情况时，按下此按钮，机床主轴和各进给轴立即停止运行

3. 手持单元

按下操作面板上的键后，数控系统工作在增量方式，此时手持单元有效，手持单元如图 1—8 所示。

左上方的旋钮用于选择进给轴的方向，X、Y、Z 和 A 表示增量进给方向，OFF 表示关闭增量进给。

右上方的旋钮表示增量单位，×1、×10、×100 含义与操作面板上的增量变量键相同。

左上侧面一红色按钮为手持单元使能按钮，按下此按钮后摇动手轮，相应坐标轴的工作台移动，否则，手轮动作无效。

下方手轮用于控制相应坐标轴进给，与使能按钮配合，摇动手轮手柄，工作台移动。

右上方的红色按钮为急停按钮，作用与操作面板上的急停按钮相同。

二、机床坐标系和机床零点

数控加工中心控制面板上的~表示数控机床的坐标轴，它们是编程的参照物。

机床坐标系是机床固有的坐标系，机床坐标系的原点称为机床原点或机床零点。机床原点的位置由机床生产厂家确定，在机床经过设计、制造和调整，这个原点便被确定下来，它是机床上固定的点。加工中心的机床原点一般设在各进给行程的终点。

在每个坐标轴都要设置一个机床参考点，通常机床参考点与机床零点重合，机床各坐标轴回到了参考点位置，也就找到了机床原点位置，建立起了机床坐标系。不同类型数控加工中心的机床坐标系是不同的。

1. 机床坐标轴的命名

为了简化编制程序的方法，我国制定了《数控机床坐标和运动方向的命名》标准（JB/T 3051—1999）。在标准中统一规定采用右手直角笛卡儿坐标系对机床的坐标系进行命名。用 X 、 Y 、 Z 表示直线进给坐标轴， X 、 Y 、 Z 坐标轴的相互关系由右手定则决定，如图 1—9 所示，图中大拇指的指向为 X 轴的正方向，食指指向为 Y 轴的正方向，中指指向为 Z 轴的正方向。

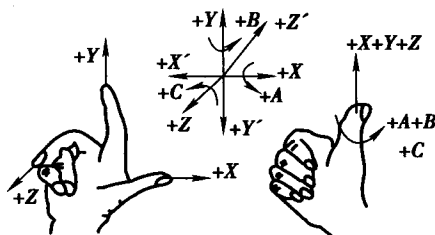


图 1—9 机床坐标轴

围绕 X 、 Y 、 Z 轴旋转的圆周进给坐标轴分别用 A 、 B 、 C 表示，根据右手螺旋定则，如图 1—9 所示，以大拇指指向 $+X$ 、 $+Y$ 、 $+Z$ 方向，则其余四指的指向就是圆周进给运动的 $+A$ 、 $+B$ 、 $+C$ 方向。

数控机床的进给运动由主轴带动刀具运动来实现，或由工作台带动工件运动来实现。上述坐标轴的正方向是假定工件不动，刀具相对于工件做进给运动的方向。如果是工件移动而刀具位置不动，则用加“ $'$ ”的字母表示。按相对运动的关系，工件运动的正方向恰好与刀具运动的正方向相反。

2. 立式数控加工中心的机床坐标轴

立式数控加工中心的特点是主轴轴线垂直于工作台面。按国家标准规定，机床 Z 轴与主轴轴线重合，刀具远离工件（即主轴箱垂直向上移动）的方向为 $+Z$ 方向。 X 轴垂直于 Z 轴，并平行于工件的装夹面，面对刀具主轴向立柱方向看，刀具向右运动（工作台向左运动）的方向为 $+X$ 轴方向。 Y 轴同时垂直与 X 轴和 Z 轴，并平行于工件的装夹面，面对刀具主轴向立柱方向看，工作台向操作者运动的方向为 $+Y$ 方向，如图 1—10 所示。

3. 卧式数控加工中心的机床坐标轴

卧式数控加工中心的特点是主轴轴线平行于工作台面，机床 Z 轴与主轴轴线重合，刀具远离工件的方向为 $+Z$ 方向。 X 轴垂直于 Z 轴，并平行于工件的装夹面，面对刀具主轴向立柱方向看，刀具向左运动的方向为 $+X$ 方向。 Y 轴同时垂直与 X 轴和 Z 轴，刀具向上运动（即主轴箱垂直向上移动）的方向为 $+Y$ 方向，如图 1—11 所示。

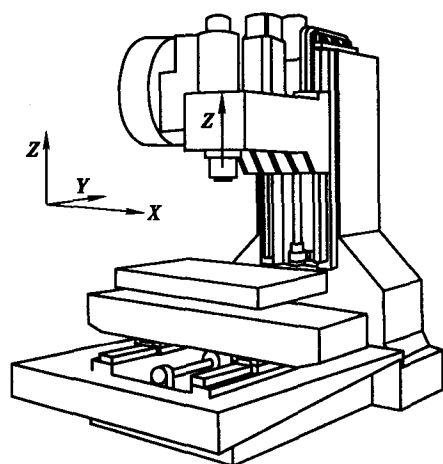


图 1—10 立式数控加工中心坐标轴及其方向

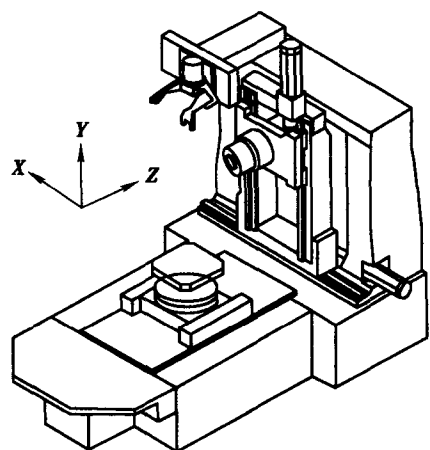


图 1—11 卧式数控加工中心坐标轴及其方向

任务实施

一、开机

开机的步骤如下：

- 1. 打开外部总电源，启动压缩空气源。
- 2. 打开数控加工中心总开关，系统进入自检。
- 3. 拉开急停按钮，最后显示主菜单界面，如图 1—12 所示。

G73 华中数控		加工方式：手动		运行正常		12:25:43		运行程序索引	
当前加工行：								-1	-1
工件坐标位置		相对坐标位置				机床实际坐标			
X	8.960	X	-299.708		X	-299.708			
Y	7.626	Y	-171.294		Y	-171.294			
Z	162.550	Z	-105.800		Z	-105.800			
						F	0.000		
机床坐标位置		剩余进给				工件坐标零点			
X	-299.708	X	0.000		X	-308.668			
Y	-171.294	Y	0.000		Y	-178.920			
Z	-105.800	Z	0.000		Z	-268.350			
毫米		分进给		10%		10%		100%	
主菜单：								辅助机能	
								M00	T00 S 0
程序	运行控制	MDI	刀具补偿	设置	故障诊断	DNC通讯		显示切换	扩展菜单
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7		F9	F10

图 1—12 主菜单界面