

21世纪高职高专规划教材·数控专业

数控机床编程 与操作实训

北京希望电子出版社 总策划
蒋建强 主 编

中国林业出版社



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

21世纪高职高专规划教材·数控专业

数控机床编程 与操作实训

北京希望电子出版社 总策划
蒋建强 主 编

中国林业出版社



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

内容简介

本书以学习掌握数控车床、数控铣床、加工中心和线切割机床的编程与操作为目的,其主要内容为数控机床概述、FANUC 0-TD 型数控车床的编程与操作、SINUMERIK 802S 系统数控车床的编程与操作、SKY 数控系统的数控铣床编程与操作、华中数控系统数控铣床的编程与操作、FANUC 0i-M 系统加工中心的编程与操作、数控电火花线切割的编程与操作,重点介绍了目前最先进的数控线切割操作软件(Windows 操作系统下)HF 系统的应用和编程实例。

本书取材新颖、实用,具有针对性;以典型加工实例进行详细分析,突出了实用技能。每章均附有习题以便于检验所学知识。

本书适合作为高职高专、职大、电大及中职中专广大师生学习数控加工理论和实际操作的教学用书或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床编程与操作实训/蒋建强主编.—北京:中国林业出版社;北京希望电子出版社,2005.10

21 世纪高职高专规划教材

ISBN 7-5038-4088-9

I. 数... II. 蒋... III.数控机床—程序设计—高等学校:技术学校—教材
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 105099 号

出版:中国林业出版社(100009 北京市西城区刘海胡同 7 号 010-66184477)
北京希望电子出版社(100085 北京市海淀区上地 3 街 9 号金隅嘉华大厦 C 座 611)
网址:www.bhp.com.cn 电话:010-82702660(发行) 010-62541992(门市)

印刷:北京市媛明印刷厂

发行:全国新华书店经销

版次:2005 年 10 月第 1 版

印次:2005 年 10 月第 1 次

开本:787 mm×1092mm 1/16

印张:17 3/4

字数:403 千字

印数:0001~3000 册

定价:25.00 元

21 世纪高职高专规划教材·数控专业教材

编委会名单

编委会主任:

张恩祥 全国高等学校制造自动化研究会理事会 理事

方 新 北京生产工程学会副主任委员兼秘书长

编委会副主任:

康新龙 全国高校制造技术及机床研究会 理事

钱 锐 中国机电装备维修与改造技术协会设备工程技术专业分会 理事

陆卫民 北京希望电子出版社 社长

企业主审:

金福吉 第一届全国数控技能大赛副总裁判长

周维泉 第一届全国数控技能大赛技术工作委员会专家

编委:(排名不分先后)

张恩祥 方 新 金吉福 周维泉 康新龙

钱 锐 饶 军 朱自勤 雷保珍 宋 昀

何亚飞 邱 坤 田宏宇 姚国强 姜斌超

秦启书 蒋建强 马美英

序

近 10 年来,我国的高等职业教育取得了令人瞩目的成就。一方面,伴随着高等教育大众化的步伐,高等职业教育的规模迅速扩大,如今的高职教育已经成为我国高等教育的重要组成部分;另一方面,随着高职教育领域里理论研究与实践探索的不断深入,高职教育所培养的人才质量不断提高。高等职业教育在国家建设和国民经济发展中的重要地位与作用已经得到了全社会的普遍认同。

但是,在高等职业教育迅速发展的同时,也存在着一些亟待解决的问题。首先,从规模与结构上来讲,毕业生的人数与专业的构成在相当程度上还无法满足经济发展的要求,例如,众所周知的数控技术、汽车维修等领域,人才的缺口很大。其次,高等职业教育培养人才的质量与社会需求之间还存在着一定的差距,而产生这一差距的主要原因就是现行的课程体系无法满足高等职业教育的需求,因此,课程的改革与建设已经成为我国高职教育发展的重点与难点,其中教材的建设,尤其是精品教材的建设则显得尤为迫切和重要。

为解决目前数控技术专业教材不足,尤其是高水平的教材严重短缺的问题,由北京希望电子出版社与北京联合大学机电学院等 10 几所院校共同策划、组织、编写了这套数控技术专业系列教材。本套教材最大的特点就是突出“实用性”,因此在编写过程中除了在形式上吸收借鉴了一些先进的课程、教材开发的理念与方法外,在内容上更加注重与生产实际和岗位需求的联系。同时,在策划阶段,聘请了北京机床研究所的副总工艺师金福吉(第一届全国数控技能大赛副总统裁判长、2005 年北京市职工数控技能大赛副总统裁判长)、北京夏金宇模具科技有限公司周维泉总工艺师(第一届全国数控技能大赛技术工作委员会专家,2005 年北京市职工数控技能大赛数控车床裁判长)作为编委会的顾问,两位专家具有丰富的实践经验,他们对整套教材的编写工作提出了很多宝贵的意见和建议,最后又由他们担任主审,对每本教材都给予了严格的把关,保证了数控加工工艺、数控加工程序的正确性。希望本套教材为我国的高等职业教育的数控技术专业课程体系建设添砖加瓦。

全国高等学校制造自动化研究会理事会 理事 张恩祥

前 言

现代高新技术企业急需大量的既有扎实的理论基础,又有较强的动手能力的数控技术应用技能型人才。根据这一要求,同时,根据国内高职高专教育的实际情况,为培养具有数控加工工艺、数控编程和数控机床的实际操作能力的应用型人才,编者在多年教学实践的基础上编写了本书。

本书主要介绍了国内外 4 种典型的数控系统——国产华中数控系统(HCNC)、南京 SKY 数控系统、日本发那科(FANUC)数控系统和德国 SINUMERIK 数控系统的编程、操作和实际应用,重点介绍了目前最先进的数控线切割操作软件(Windows 操作系统下)HF 系统的应用和编程实例。本书列举大量典型加工实例,主要培养学生数控机床的实际操作能力,培养学生的创新意识和创业精神。

本书在编写过程中,以数控机床的编程和操作为重点内容,强调实践性,精简理论,突出实用技能,遵循“淡化理论,够用为度,培养技能,重在应用”的编写原则,以培养技术应用型人才为目的,在理论上以“必须、够用”为度,加强职业教育的针对性和技术的实用性。

全书共 7 章,由蒋建强主编并统筹全书。其中第 1、3、4、5、6、7 章由蒋建强编写,第 2 章由李友节编写。本书可作为高等职业技术学院和中等职业学校的数控技术应用、机电技术应用、模具设计与制造、机械制造与自动化等专业用书,也可供有关专业的师生和从事数控编程与加工的技术人员、操作人员学习参考。

本书在编写过程中得到了杜玉湘、胡明清、刘明灯、曹承栋、梅建恩、徐文行、金志刚、吴子安、董虎胜、王利锋、马立的大力支持,在此向他们表示衷心的感谢。

由于编写水平所限,书中难免存在缺点和不当之处,敬请各位专家和读者批评指正。

编 者

目 录

名单.....	i
序.....	iii
前言.....	v
第 1 章 数控机床概述.....	1
1.1 数控机床的组成.....	1
1.2 数控机床的分类与功能.....	3
1.2.1 按加工工艺类型分类.....	3
1.2.2 按工作方式分类.....	6
1.2.3 按系统的类型分类.....	7
1.2.4 数控机床的主要功能.....	8
1.3 数控编程的坐标系.....	8
1.3.1 数控机床的坐标系统和运动方向.....	8
1.3.2 绝对坐标和增量(相对)坐标系.....	10
1.3.3 工件坐标系.....	10
1.3.4 数控机床的对刀点.....	11
1.4 习题.....	14
第 2 章 FANUC 0-TD 型数控车床的编程与操作...15	15
2.1 FANUC 0-TD 系统的数控车床概述.....	15
2.2 坐标系统.....	15
2.2.1 坐标原点.....	16
2.2.2 坐标轴的确定.....	16
2.2.3 设定坐标系.....	16
2.3 编程指令.....	17
2.3.1 G 指令组及其含义.....	17
2.3.2 G 指令的格式与功能.....	18
2.3.3 复合循环指令.....	28
2.4 辅助功能(M 功能).....	34
2.4.1 指令及其含义.....	34
2.4.2 主轴功能(S 功能).....	35
2.4.3 刀具功能(T 功能).....	35
2.5 FANUC 系统数控车床设置工件 零点的方法.....	35
2.6 FANUC 0-TD 系统数控车床的操作.....	36
2.6.1 FANUC 0-TD 型数控系统的	

控制面板.....	36
2.6.2 FANUC 0-TD 型数控车床的 操作面板.....	39
2.7 加工实例.....	41
2.8 习题.....	43
第 3 章 SINUMERIK 802S 系统数控车床的 编程与操作.....	46
3.1 SINUMERIK 802S 系统数控车床的 编程方法.....	46
3.1.1 SINUMERIK 802S 系统数控 车床的特点.....	46
3.1.2 SINUMERIK 802S 系统数控 车床的编程基础.....	47
3.1.3 SINUMERIK 802S 系统数控 车床的尺寸系统.....	52
3.1.4 SINUMERIK 802S 系统数控 车床的编程方法.....	54
3.1.5 SINUMERIK 802S 系统数控 车床的 F、S、T 指令.....	59
3.1.6 SINUMERIK 802S 系统数控 车床的刀具补偿.....	60
3.2 子程序.....	62
3.3 加工循环.....	64
3.3.1 LCYC 82 钻削、深孔加工.....	64
3.3.2 LCYC 83 深度钻孔.....	65
3.3.3 LCYC 840 带补偿夹具内 螺纹切削.....	66
3.3.4 LCYC 85 铰孔.....	68
3.3.5 LCYC 93 切槽循环.....	69
3.3.6 LCYC 94 凹凸切削循环.....	72
3.3.7 LCYC 95 毛坯切削循环.....	73
3.3.8 LCYC 97 螺纹切削.....	77
3.4 SINUMERIK 802S 系统数控车床的操作...79	79
3.4.1 操作面板.....	79
3.4.2 LCD 屏幕划分.....	82

3.5 常用的运行方式	83	4.5.3 子功能菜单的使用	139
3.5.1 开机与回参考点	83	4.5.4 加工程序文件的运行控制	140
3.5.2 刀具补偿——“参数”操作区	84	4.5.5 自动方式下 F、S 的倍率控制	141
3.5.3 编程设定数据——“参数”操作区	88	4.6 F2 手轮方式操作	141
3.5.4 R 参数——“参数”操作区	89	4.6.1 手脉功能详细说明	141
3.6 JOG 运行方式	89	4.6.2 手脉使用的注意事项	142
3.6.1 JOG 运行方式——“加工”操作区	89	4.7 F3 手动方式操作	143
3.6.2 “手轮”运行方式——“加工” 操作区	90	4.7.1 手动方式的进入	143
3.6.3 MDA 运行方式(手动输入)	90	4.7.2 手动方式界面	143
3.6.4 自动方式	91	4.8 F4 返参方式操作	145
3.6.5 选择和启动零件程序	92	4.8.1 返参方式的进入	145
3.6.6 输入新程序(“程序”操作区)	93	4.8.2 返参方式界面	145
3.6.7 零件程序的编辑——“程序” 运行方式	94	4.9 F5 管理方式操作	148
3.6.8 辅助编程	94	4.9.1 管理方式的进入	148
3.7 加工实例	95	4.9.2 管理方式界面	149
3.8 习题	99	4.10 软件控制限位的设置	151
第 4 章 SKY 数控系统的数控铣床编程与操作	102	4.11 对刀块使用说明	152
4.1 数控铣床的通电调试	102	4.12 SKY 系统的数控铣床故障诊断与维修	153
4.2 SKY 数控系统的编程	103	4.12.1 机床的维修及保养	153
4.2.1 系统定义	103	4.12.2 数控系统的故障诊断	154
4.2.2 插补功能实例	107	4.12.3 SKY2000 系统的主要故障及 解决办法	155
4.2.3 进给功能	113	4.12.4 数控系统的维护与保养	160
4.2.4 其他功能	114	4.13 习题	161
4.2.5 辅助功能	122	第 5 章 华中数控系统数控铣床的编程与操作	164
4.3 刀具补偿功能	123	5.1 华中数控系统 HCNC 的数控铣床概述	164
4.3.1 刀具补偿功能的类型	123	5.2 华中数控系统 HCNC 数控铣床的编程	165
4.3.2 刀具长度补偿(G43、G44、G49)	124	5.2.1 机床坐标轴	165
4.3.3 刀具半径补偿(G40、G41、G42)	126	5.2.2 机床坐标系、机床零点和 机床参考点	165
4.3.4 标准固定循环	127	5.2.3 工件坐标系、程序原点和对刀点	166
4.4 显示装置、键盘和鼠标	134	5.2.4 编程指令	167
4.4.1 显示装置	134	5.2.5 F、S、T 功能	168
4.4.2 键盘设定及鼠标运用	136	5.3 准备功能 G 指令	168
4.4.3 系统启动及关闭	136	5.3.1 G 指令表	168
4.5 操作方式及功能	137	5.3.2 功能设定指令	170
4.5.1 进入 SKY 系统	137	5.3.3 进给控制指令	173
4.5.2 F1 自动方式操作	138	5.3.4 回参考点控制指令	177

5.3.5 刀具补偿功能指令	177	6.5.2 机床的自动运行操作	239
5.3.6 其他功能指令	181	6.5.3 主轴转速的设定、自动换刀和 MDI 方式下工作台转动的操作	241
5.3.7 简化编程指令	182	6.6 习题	242
5.4 固定循环	185	第 7 章 数控电火花线切割的编程与操作	244
5.5 华中数控系统 HCNC 数控铣床的操作	192	7.1 常用电火花线切割机床的种类和性能	244
5.5.1 软件操作界面	192	7.1.1 常用电火花线切割机床的种类	244
5.5.2 上电、关机和急停	194	7.1.2 常用电火花线切割机床的性能	245
5.5.3 机床手动操作	195	7.1.3 电火花线切割机床的工作液 和润滑系统	246
5.5.4 数据设置	199	7.1.4 工作液的作用、规格和型号	247
5.5.5 程序的编辑	201	7.2 电火花线切割的工作原理	248
5.5.6 程序运行	206	7.2.1 电火花线切割的基本原理	248
5.6 选择运行程序	206	7.2.2 电火花线切割的特点	248
5.6.1 选择磁盘程序(含网络程序)	206	7.2.3 电火花线切割机床的基本结构	249
5.6.2 选择正在编辑的程序	207	7.2.4 电火花线切割机床的控制系统	250
5.6.3 DNC 加工	207	7.3 编制线切割加工程序	250
5.7 铣床编程实例	213	7.3.1 3B 程序格式	250
5.8 习题	215	7.3.2 ISO 程序格式	253
第 6 章 FANUC Oi-M 系统加工中心的 编程与操作	218	7.3.3 ISO 手动编程实例	258
6.1 FANUC Oi-M 系统加工中心的特点	218	7.4 HF 线切割图形自动编程的操作	258
6.2 FANUC Oi-M 系统加工中心的编程指令	219	7.4.1 全绘图方式编程	259
6.2.1 G 代码命令	219	7.4.2 界面及功能模块的介绍	259
6.2.2 固定循环(G73、G74、G76、 G80~89)	228	7.4.3 辅助线绘图编程实例	264
6.3 其他功能	234	7.5 习题	271
6.4 主程序和子程序	235	参考文献	273
6.5 FANUC Oi-M 系统加工中心的基本操作	237		
6.5.1 机床的基本操作	237		

第 1 章 数控机床概述

本章知识

- 了解数控机床的组成、分类和结构特点
- 掌握数控编程的机床坐标系和工件坐标系的概念，会正确设置对刀点
- 会对数控编程进行数控工艺分析和刀具补偿

数控机床源于美国，1952 年美国麻省理工学院和帕森斯公司合作研制成功了世界上第一台具有信息存储和处理功能的数控机床。我国 1958 年开始研制数控机床，1975 年成功研制出第一台加工中心。随着科学技术和社会生产的不断发展，特别是电子技术及计算机技术的不断发展，数控机床也在不断地更新换代。

数控技术从最初用于铣床控制，发展到车削、镗铣、磨削、线切割、电化学、锻压、激光和其他特殊用途的数控机床。近年来，一种能自动换刀的数控机床（加工中心）出现了，它发展迅速，并相继有自动检测、工况自动监控和自动交换工件的加工中心（柔性制造单元）出现，使数控技术不断地扩展应用范围。

1.1 数控机床的组成

数控机床一般由输入/输出设备、CNC 装置（或称 CNC 单元）、伺服单元、驱动装置（或称执行机构）、可编程控制器 PLC、电气控制装置、辅助装置、机床本体及测量装置组成。图 1.1 所示的是数控机床的组成框图，其中除机床本体以外都统称为计算机数控（CNC）系统。

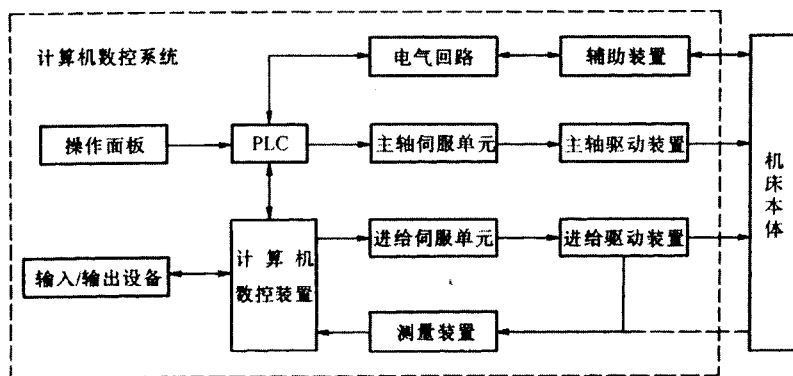


图 1.1 数控机床的组成框图

1. 机床本体

CNC 机床由于切削用量大、连续加工发热量大等因素对加工精度有一定影响，加之在

加工中是自动控制，不能像在普通机床上那样由人工进行调整、补偿，所以其设计要求比普通机床更严格，制造要求更精密，在机床结构上采用了加强刚性、减小热变形、提高精度等方面的措施。

2. CNC 装置

CNC 装置是 CNC 系统的核心，主要包括微处理器 CPU、存储器、局部总线、外围逻辑电路以及与 CNC 系统的其他组成部分联系的接口等。数控机床的 CNC 系统完全由软件来处理数字信息，因而具有真正的柔性化，可处理逻辑电路难以处理的复杂信息，使数字控制系统的性能大大提高。

3. 输入/输出设备

键盘、磁盘机等是数控机床的典型输入设备。除上述以外，还可以用串行通信的方式输入数字信息。

数控系统一般配有 CRT 显示器或点阵式液晶显示器，显示的信息较丰富，能显示图形，操作人员可通过显示器获得必要的信息。

4. 伺服单元

伺服单元是 CNC 和机床本体的联系环节，它把来自 CNC 装置的微弱指令信号放大成控制驱动装置的大功率信号，根据接收指令的不同，伺服单元有脉冲式和模拟式之分，而模拟式伺服单元按电源种类又可分为直流伺服单元和交流伺服单元。

5. 驱动装置

驱动装置把经放大的指令信号变为机械运动，通过简单的机械连接部件驱动机床，使工作台精确定位或按规定的轨迹作严格的相对运动，最后加工出所要求的零件。与伺服单元相对应，驱动装置有步进电机、直流伺服电机和交流伺服电机 3 种形式。

伺服单元和驱动装置可合称为伺服驱动系统，它是机床工作的动力装置，CNC 装置的指令要靠伺服驱动系统付诸实施，所以，伺服驱动系统是数控机床的重要组成部分，从某种意义上说，数控机床功能的强弱主要取决于 CNC 装置，而数控机床性能的好坏主要取决于伺服驱动系统。

6. 可编程控制器

可编程控制器是一种以微处理器为基础的通用型自动控制装置，专为在工业环境下应用而设计的。由于最初研制这种装置的目的是为了解决生产设备的逻辑及开关控制，故称它为可编程逻辑控制器（PLC），当 PLC 用于控制机床顺序动作时，也可称之为编程机床控制器（PMC）。

PLC 已成为数控机床不可缺少的控制装置。CNC 和 PLC 协调配合，共同完成对数控机床的控制。用于数控机床的 PLC 分为两类，一类是 CNC 的生产厂家为实现数控机床的顺序控制，将 CNC 和 PLC 综合起来设计，称为内装型（或集成型）PLC，内装型 PLC 是 CNC 装置的一部分；另一类是以独立专业化的 PLC 生产厂家的产品来实现顺序控制功能，称为独立型（或外装型）PLC。

7. 测量装置

测量装置也称反馈元件,通常安装在机床的工作台或丝杠上,相当于普通机床的刻度盘和人的眼睛,它把机床工作台的实际位移转变成电信号反馈给 CNC 装置,供 CNC 装置与指令值比较产生误差信号,以控制机床向消除该误差的方向移动。按有无检测装置,CNC 系统可分为开环与闭环数控系统,而按测量装置的安装位置又可分为闭环与半闭环数控系统。开环数控系统的控制精度取决于步进电机和丝杠的精度,闭环数控系统的控制精度取决于检测装置的精度。因此,测量装置是高性能数控机床的重要组成部分。此外,由测量装置和显示环节构成的数显装置,可以在线显示机床移动部件的坐标值,大大提高工作效率和工件的加工精度。

1.2 数控机床的分类与功能

数控机床的种类很多,了解数控机床的分类,对学习数控机床的操作与编程十分必要。下面介绍常用国外发那科(FANUC)数控系统、西门子(SIEMENS)数控系统的数控机床、国产华中(HCNC)数控系统和四开(SKY)数控系统的数控机床。数控机床的品种和规格繁多,分类方法不一,目前已有近 500 种数控机床,根据数控机床的功能和组成,可分为多种类型,如表 1.1 所示。

表 1.1 数控机床的分类

分 类 方 法	机 床 类 型		
按坐标轴数分类	一般数控机床	数控加工中心机床	多坐标数控机床
按系统控制特点分类	点位控制数控机床	直线控制数控机床	轮廓控制数控机床
按有无测量装置分类	开环数控系统	半闭环数控系统	闭环数控系统
按功能水平分类	经济型	普及型	高级型

1.2.1 按加工工艺类型分类

目前应用在机械制造行业(包括模具行业)的数控机床大致上可分为以下几种:

1. 数控铣床

数控铣床在模具制造行业中的应用非常广泛,各种具有平面轮廓和立体曲面的零件(如模具的凸凹模型腔等)都采用数控铣床进行加工,数控铣床还可以进行钻、扩、铰、镗孔和攻螺纹等加工。数控铣床分为立式数控铣床和卧式数控铣床两种,图 1.2 为各类数控铣床的示意图,图上的坐标系符合 ISO 标准的规定,即符合右手定则。数控铣床有两轴联动、三轴联动、四轴联动和五轴联动等不同的类型,目前应用最广泛的是三轴联动的数控铣床,四轴联动和五轴联动的数控铣床一般都应用在汽车和航天工业技术领域。

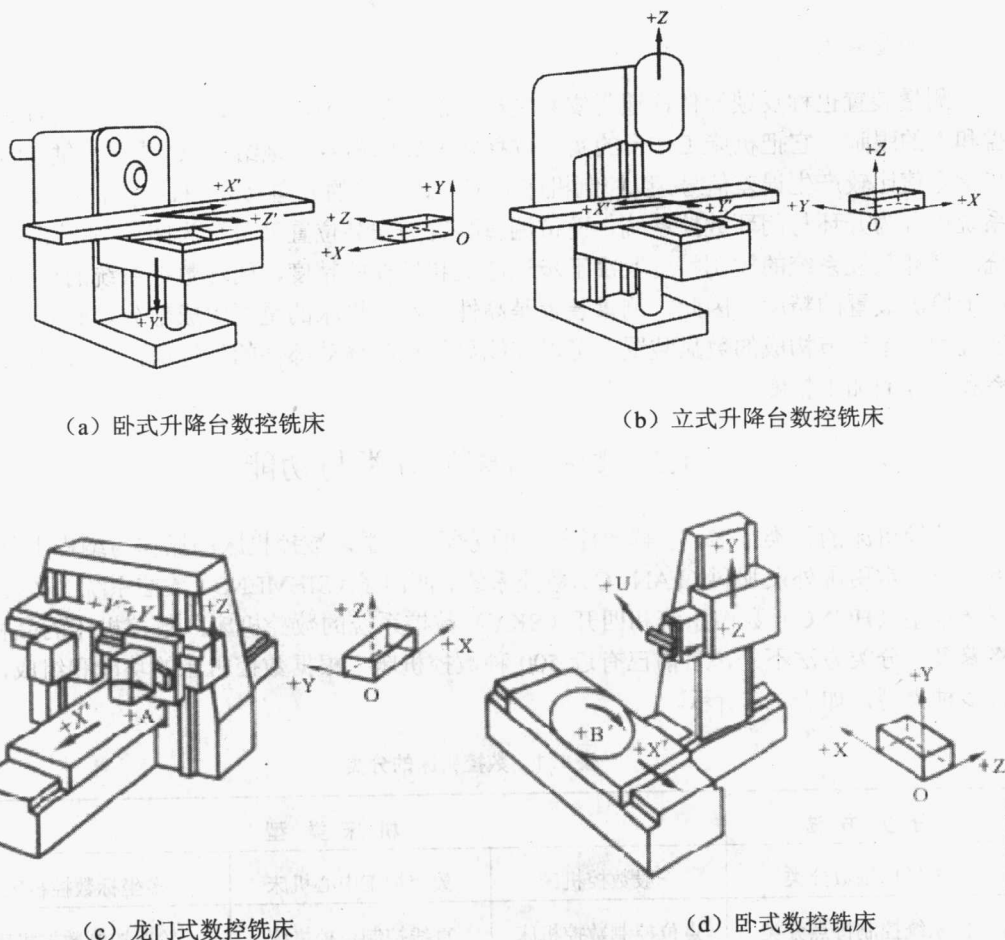
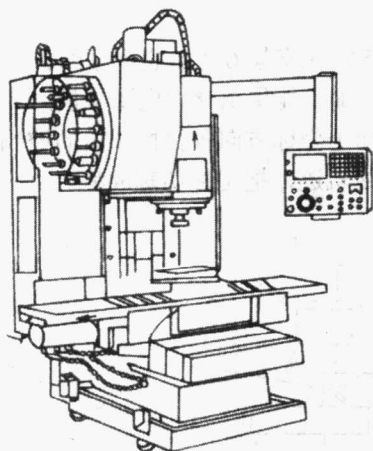


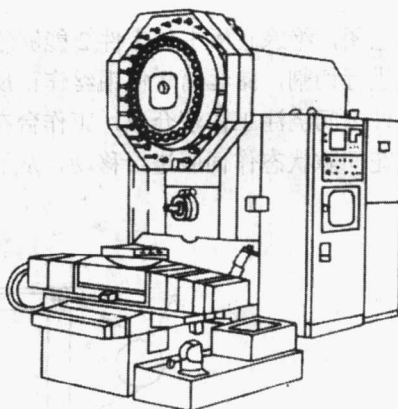
图 1.2 各类数控铣床

2. 加工中心

加工中心与数控铣床的区别在于加工中心备有可自动换刀的装置和刀库系统，刀库中存放着若干把事先准备好的刀具和检具，可对工件进行多工序加工。加工中心也分为立式和卧式两种（如图 1.3 所示），图上的坐标系符合 ISO 标准的规定，即符合右手定则，加工中心在模具制造行业中的应用非常广泛，各种平面轮廓和立体曲面的零件（如模具的凸凹模型腔等）都可在加工中心上加工。加工中心同样可以进行钻、扩、铰、镗孔和攻螺纹等加工，加工中心有两轴联动、三轴联动、四轴联动和五轴联动等不同档次，目前应用最广泛的是三轴联动的加工中心，四轴联动和五轴联动的加工中心一般都应用在汽车、航天工业技术中，在模具制造行业中的应用较少。



(a) 立式加工中心

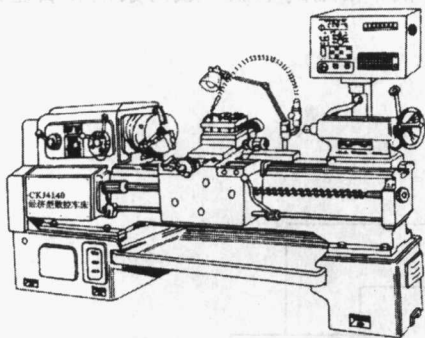


(b) 卧式加工中心

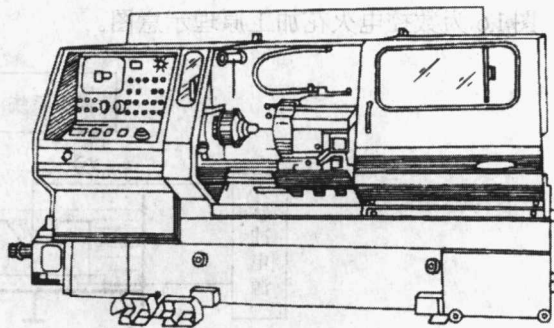
图 1.3 加工中心

3. 数控车床

数控车床是目前应用较为广泛的一种数控机床，主要用于轴类或盘类等回转体零件的车、钻、铰、镗孔和攻螺纹等加工，一般能自动完成内外圆柱面、圆锥面、球面、圆柱螺纹、圆锥螺纹、切槽及端面等工序的切削加工，数控车床都具备两轴的联动功能，图 1.4 是各类数控车床的示意图。



(a) 经济型数控车床



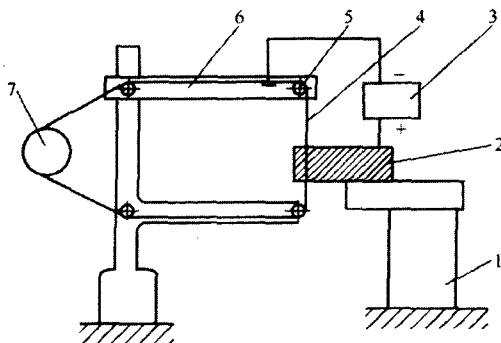
(b) 全功能型数控车床

图 1.4 各类数控车床

4. 线切割机床

线切割机床是在模具加工中应用较为广泛的一种数控机床，可分为慢走丝线切割机床和快走丝线切割机床两种，主要用于圆孔、异型孔以及各种轮廓的加工，它是用电极放电腐蚀的原理来切割工件的，常用的电极一般为钼丝（快走丝线切割机床）和铜丝（慢走丝线切割机床），线切割机床都具备两轴的联动功能，有些还具有四轴联动的功能，图 1.5 为线切割机

床的示意图,绝缘底板1使工件2能够绝缘,导向轮5绕在支架6上,它利用细钼丝4作工具电极进行切割,储丝筒7使钼丝作正反向交替移动,加工能量由脉冲电源3供给。在电极丝和工件之间浇注工作液介质,工作台在水平面上的两个坐标方向各自按预定的控制程序,根据火花间隙状态作伺服进给移动,从而完成各种曲线轨迹,把工件切割成型。



1: 绝缘底板; 2: 工件; 3: 脉冲电源; 4: 钼丝; 5: 导向轮; 6: 支架; 7: 储丝筒

图 1.5 线切割机床

5. 数控电火花成型机床

数控电火花成型机床是在模具加工中应用较为广泛的一种数控机床,主要用于模具型腔的放电加工,它是用电极放电腐蚀的原理来加工工件的,常用的电极一般为紫铜和石墨,图 1.6 为数控电火花加工原理示意图。

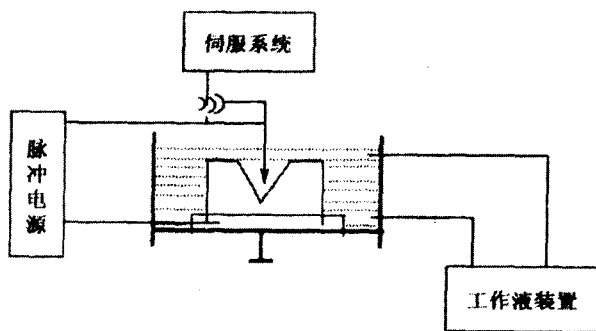


图 1.6 数控电火花加工原理示意图

6. 其他数控机床

除了以上常用的数控机床以外,还有一些其他类型的数控机床,如专门用来镗孔的数控镗床,专门用来钻孔、攻螺纹的数控钻床,专门用来磨削各种表面的数控磨床等。

1.2.2 按工作方式分类

数控机床按工作方式分,有返参方式、增量方式、连续方式和自动加工方式等 4 种方式。

1. 返参方式

数控机床接通电源后,操作人员将刀具运动到机床的参考点,当到达参考点后,刀具相对于机床原点(机床出厂前由厂家精确测量确定)的坐标为零。返回参考点也称为回零操作,数控系统在没有完成返回参考点之前,不能进行自动加工操作。

2. 增量方式

增量方式就是操作人员用手动来控制机床运动,只要按一下方向键,对应的轴即按照标示的方向移动一个增量,增量的大小是由生产厂家设定好的。

3. 连续方式

连续方式就是操作人员用手按住方向键所选的坐标轴连续运动,直至手抬起,连续方式移动坐标轴是任意的,只有碰到限位开关才会停止。

4. 自动加工方式

自动加工方式就是数控系统根据零件的加工程序,自动控制机床进行加工,在自动加工方式中,CRT上能显示加工程序号、主轴的转速、进给速度、各坐标的实际位置、辅助功能等。

1.2.3 按系统的类型分类

按系统的类型来分,常用的数控系统有发那科(FANUC)数控系统、西门子(SINUMERIK)数控系统、华中数控系统(HCNC)和南京四开数控系统(SKY)等4种形式。

1. 发那科(FANUC)数控系统

配有发那科系统的数控机床一般为全功能型的数控机床。发那科系统有O-D系列功能包,它包括CNC单元、控制电机、主轴电机和控制电机放大器,O-D系列的两个子系列是O-TD和O-MD。

2. 西门子(SINUMERIK)数控系统

西门子数控系统的程序是按照德国标准构造的,系统软件为菜单式分布,直观、简捷,CRT屏幕提供丰富的显示功能,采用ISO国际标准,该系统具有图形模拟功能,其中RS232接口使机床与计算机能实现各种数据的传输。

3. 华中数控系统(HCNC)

华中数控系统(HCNC)用于卧式车床、立式车床、磨床、教学型数控车床以及各种铣床的加工。

4. 南京四开数控系统(SKY)

南京SKY数控系统是基于PC平台上的数控系统,系统的硬件结构为面向PCI总线的模块化结构,控制核心为32位CPU,连续轮廓轨迹控制,系统提供自动方式、MDI方式、手动操作方式、返参操作方式以及管理操作方式,具有程序仿真、二维或三维显示刀具的

动态轨迹。

1.2.4 数控机床的主要功能

数控机床,按数控系统的不同,其功能各不相同。数控系统是数控机床的核心,数控系统的主要功能如下:

- (1) 多坐标控制(多轴联动)。
- (2) 准备功能(G功能)。
- (3) 实现多种函数的插补(直线、圆弧、抛物线、椭圆等)。
- (4) 代码转换(英制/公制、EIA/ISO、绝对值/增量)。
- (5) 固定循环加工。
- (6) 进给功能,指定进给速度。
- (7) 主轴功能,指定主轴转速。
- (8) 辅助功能,规定主轴的起、停、反向,冷却系统的开、关等。
- (9) 刀具选择功能。
- (10) 各种补偿功能,如刀具半径、刀具长度补偿等。
- (11) 字符和图形显示功能。
- (12) 与外设联网及通信。
- (13) 故障的显示与诊断。
- (14) 程序的输入、编辑、修改及存储。

1.3 数控编程的坐标系

数控机床各坐标轴按标准 JB3051-1982《数控机床及其数控机械的坐标系和运动方向的命名方法》确定后,还要确定坐标系原点的位置,这样坐标系才能确定下来。按原点的不同,数控机床的坐标系统分为机床坐标系和工件坐标系。

1.3.1 数控机床的坐标系统和运动方向

1. 编程坐标的选择

不论机床在实际加工时是工件运动还是刀具运动,在确定编程坐标时,一般认为是工件相对静止,刀具产生运动,这一原则可以保证编程人员在不知道机床加工零件时是刀具移向工件还是工件移向刀具的情况下,根据图样确定机床的加工过程。

2. 机床坐标系的确定

为了确定机床的运动方向和移动距离,需要在机床上建立一个坐标系,这个坐标系就叫机床坐标系。数控机床上的标准坐标系采用右手直角笛卡尔坐标系,如图 1.7 所示,大拇指的方向为 X 轴的正方向,食指为 Y 轴的正方向,中指为 Z 轴的正方向,各种数控机床的标准坐标系分别如图 1.8、图 1.9、图 1.10、图 1.11 和图 1.12 所示。