



高等职业教育“十二五”规划教材
数控技术应用专业系列

数控机床编程与操作

● 主 审 蔡 崧
主 编 蒋建强 汪秉权



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

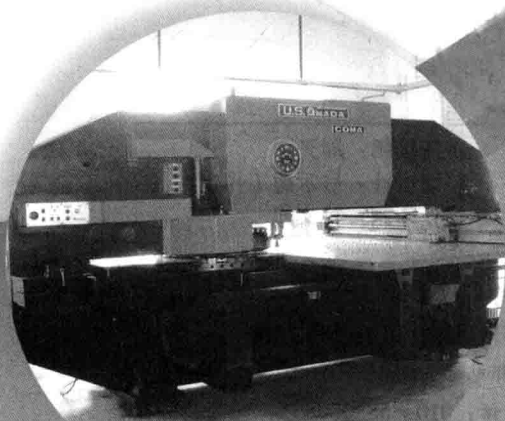
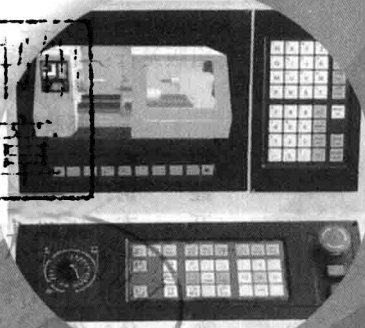


高等职业教育“十二五”规划教材
数控技术应用专业系列

数控机床编程与操作

● 主 审 蔡 崧
主 编 蒋建强 汪秉权
副主编 章正伟 马永青
李桂花 李友节

常州大学图书馆
藏书章



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控机床编程与操作 / 蒋建强, 汪秉权主编. —北京: 北京师范大学出版社, 2011. 8

(高等职业教育“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-303-13102-0

I. ①数… II. ①蒋…②汪… III. ①数控机床-程序设计-高等职业教育-教材②数控机床-操作-高等职业教育-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 149633 号

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印 刷: 北京外文印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 184mm×260mm

印 张: 27.5

字 数: 610 千字

版 次: 2011 年 8 月第 1 版

印 次: 2011 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 41.50 元

策划编辑: 周光明

责任编辑: 周光明

美术编辑: 高 霞

装帧设计: 弓禾碧工作室

责任校对: 李 菡

责任印制: 孙文凯

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

前 言

高新技术日新月异，数控技术也得到了广泛应用，社会对高素质操作人员的需求量也在不断增加。本书全面、系统地介绍数控机床编程与操作的相关基础知识，同时根据国内高等职业技术学校的教学要求，培养具有数控编程和数控机床的实际操作能力，强化实际操作教学。而且《数控机床编程与操作》集编程与实际操作于一体，主要介绍国内外典型的7种数控系统——广州GSK980T系统、日本FANUC数控系统、德国SIEMENS数控系统、国产华中数控系统、南京SKY数控系统、HF线切割自动编程及中文Mastercam X的编程操作和实际应用。本书还有典型的加工实例，主要培养学生对数控机床的实际操作能力、创新意识和创业精神。

本书在编写过程中强调实践性，精讲理论，突出实用技能，力求简明实用，对数控技术基础理论本着够用、实用的原则仅作一般性介绍，而对数控工艺编程及加工操作的内容，则作了大量的阐述，并对典型的加工实例进行详细分析，每章末均附有复习题。

全书共9章，由蒋建强、汪秉权任主编，章正伟、马永青、李桂花、李友节任副主编，并由苏州技师学院的蔡崧教授主审，其中第7、9章由苏州经贸职业技术学院教授、高级工程师蒋建强编写，第8章由苏州工业园区职业学校的李友节编写，第1、5章由浙江交通职业技术学院副教授汪秉权编写，第4章由浙江交通职业技术学院的章正伟编写，第2章由潍坊教育学院的马永青编写，第3章由德州科技职业技术学院的李桂花编写，第6章由浙江交通职业技术学院的丰二中编写。本书可作为高等职业技术学院、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的教学用书，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。

本教材在编写过程中得到了南京四开电子有限公司的杜玉湘、胡明清，苏州江南赛特数控设备有限公司的曹承栋，苏州市机械技工学校的吴子安，苏州经贸职业技术学院的陶秋良、沈良生、魏娜、王利锋、马立、董虎胜的大力支持和帮助，在此向他们表示感谢。

由于编写时间仓促和水平所限，书中难免存在疏漏之处，敬请读者批评指正。

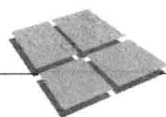
编 者
2011年3月

目 录

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	(4)
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 绝对坐标系和增量坐标系	(10)
1.3.3 工件坐标系	(11)
1.3.4 数控机床的对刀点	(11)
1.4 插补的基本知识	(14)
1.5 数控加工工艺分析	(14)
1.5.1 加工方法的选择	(14)
1.5.2 加工工序的编排原则	(15)
1.5.3 工件的装夹	(15)
1.5.4 对刀点和换刀点位置的确定	(15)
1.5.5 加工路线的确定	(16)
1.5.6 刀具及切削用量的选择	(16)

1.6 数控加工程序的格式及编程方法	(17)
1.6.1 程序的结构	(17)
1.6.2 程序的格式	(17)
1.6.3 主程序和子程序	(18)
1.6.4 常用地址符及其含义	(18)
1.6.5 数控程序的编制方法及步骤	(18)

第 2 章 广州 GSK980T 系统数控车床的编程与操作	(21)
2.1 编程概述	(21)
2.1.1 编程	(21)
2.1.2 控制轴	(28)
2.2 G 功能	(29)
2.3 M、S、T 功能	(53)
2.3.1 主轴功能	(53)
2.3.2 刀具功能	(53)
2.3.3 辅助功能	(56)
2.4 操作	(57)
2.4.1 操作面板说明	(57)
2.4.2 手动操作	(60)
2.4.3 自动运行	(62)
2.4.4 试运转	(65)
2.4.5 安全操作	(66)
2.4.6 程序存储和编辑	(66)
2.5 数据的设定和显示	(72)



2.6 编程与加工实例 (78)

第3章 FANUC O-TD(Ⅱ)型系统数控

车床的编程与操作 (85)

3.1 发拉科系统的数控车床概述
..... (85)

3.1.1 发拉科系统的数控车床功能
特点 (85)

3.1.2 发拉科系统的数控车床控制
面板 (86)

3.2 发拉科系统的数控车床的
编程指令 (97)

3.2.1 机床坐标轴 (97)

3.2.2 机床坐标、参考点和机床
坐标系 (97)

3.2.3 工件原点和工件坐标系
..... (98)

3.2.4 绝对编程与增量编程 ... (98)

3.2.5 直径编程和半径编程 ... (99)

3.2.6 程序的构成 (99)

3.2.7 M指令 (102)

3.2.8 F、T、S指令 (102)

3.2.9 G指令 (103)

3.3 数控车床的基本操作 ... (128)

3.3.1 数控车床的准备 (128)

3.3.2 工件与刀具的装夹 (129)

3.3.3 返回参考点操作 (131)

3.3.4 手动操作与自动操作 ... (132)

3.3.5 换刀点的设置 (137)

3.3.6 程序的输入 (138)

3.3.7 对刀与刀具补偿 (152)

3.3.8 空运行 (154)

3.3.9 单程序段和首件试切削
..... (155)

3.4 加工操作保护与过程监控
..... (157)

3.4.1 数控车床保护区的设置
..... (157)

3.4.2 加工工件质量的控制
..... (158)

3.4.3 加工的中断控制及恢复
..... (160)

3.5 编程与加工实例 (164)

3.5.1 轴类零件编程与加工
..... (164)

3.5.2 盘类零件编程与加工
..... (166)

3.5.3 螺纹类零件编程与加工
..... (168)

第4章 SINUMERIK 802S 系统数控

车床的编程与操作 (172)

4.1 SINUMERIK 802S 系统数控
车床的编程方法 (172)

4.1.1 SINUMERIK 802S 系统数控
车床的特点 (172)

4.1.2 SINUMERIK 802S 系统数控
车床的编程基础 (173)

4.1.3 SINUMERIK 802S 系统数控
车床的尺寸系统 (177)

4.1.4 SINUMERIK 802S 系统数控
车床的编程方法 (180)

4.1.5 SINUMERIK 802S 系统数控车
床的 F、S、T 指令 ... (185)

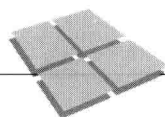
4.1.6 SINUMERIK 802S 系统数控
车床的刀具补偿 (187)

4.2 SINUMERIK 802S 系统数控
车床的子程序 (188)

4.3 SINUMERIK 802S 系统数控
车床的加工循环 (190)

4.3.1 LCYC 82 钻削、深孔加工
..... (190)

4.3.2	LCYC 83 深度钻孔 … (191)	4.7	SINUMERIK 802S 系统数控 车床的加工实例 …… (220)
4.3.3	LCYC 840 带补偿夹具的内 螺纹切削 …… (193)	第 5 章	华中系统数控铣床的编程 与操作 …… (226)
4.3.4	LCYC 85 铰孔 …… (194)	5.1	数控铣床概述 …… (226)
4.3.5	LCYC 93 切槽循环 … (196)	5.1.1	数控铣床的功能特点 …………… (226)
4.3.6	LCYC 94 凹凸切削循环 …………… (198)	5.1.2	数控铣床编程指令概述 …………… (228)
4.3.7	LCYC 95 毛坯切削循环 …………… (199)	5.1.3	数控铣床编程指导 …… (231)
4.3.8	LCYC 97 螺纹切削循环 …………… (203)	5.2	数控铣床的基本操作 …………… (233)
4.4	SINUMERIK 802S 系统数控 车床的操作 …… (205)	5.2.1	数控铣床的准备 …… (233)
4.4.1	操作面板 …… (205)	5.2.2	数控铣床的控制面板 …………… (233)
4.4.2	LCD 屏幕划分 …… (208)	5.2.3	数控铣床的手动操作 …………… (234)
4.5	SINUMERIK 802S 系统 数控车床的常用运行 方式 …… (210)	5.2.4	程序的编辑 …… (237)
4.5.1	开机与回参考点 …… (210)	5.2.5	MDI 操作 …… (241)
4.5.2	刀具补偿 …… (210)	5.2.6	刀具及刀库参数输入 …………… (243)
4.5.3	编程设定数据 …… (214)	5.2.7	自动运转 …… (244)
4.5.4	R 参数 …… (214)	5.3	数控铣床的加工操作 …………… (245)
4.6	SINUMERIK 802S 系统 数控车床的 JOG 运行 方式 …… (215)	5.3.1	刀具的装夹 …… (245)
4.6.1	JOG 运行方式 …… (215)	5.3.2	代码程序的输入与空运行 …………… (245)
4.6.2	手轮运行方式 …… (215)	5.3.3	控制图形显示方式 …… (247)
4.6.3	MDA 运行方式 …… (216)	5.3.4	工件的装夹 …… (248)
4.6.4	自动运行方式 …… (216)	5.3.5	对刀 …… (248)
4.6.5	选择和启动零件程序 …………… (217)	5.3.6	首件试切削 …… (249)
4.6.6	输入新程序 …… (218)	5.3.7	加工实例 …… (249)
4.6.7	零件程序的编辑 …… (219)	5.4	数控铣床加工过程监控 …………… (252)
4.6.8	辅助编程 …… (219)		



5.4.1 工件加工质量的控制	(252)	6.5.5 自动方式下 F、S 的倍率控制	(306)
5.4.2 加工的中断控制及恢复	(253)	6.6 “F2 手轮方式”操作	(307)
5.5 数控铣床加工训练题	(256)	6.6.1 手脉功能详细说明	(307)
6.6.2 手脉使用的注意事项	(308)	6.7 “F3 手动方式”操作	(309)
6.7.1 手动方式的进入	(309)	6.7.2 手动方式界面	(309)
6.8 “F4 返参方式”操作	(311)	6.8.1 返参方式的进入	(311)
6.8.2 返参方式界面	(312)	6.9 “F5 管理方式”操作	(315)
6.9.1 管理方式的进入	(315)	6.9.2 管理方式界面	(315)
6.10 软件控制限位的设置	(318)	6.10.1 使用机床的注意事项	(318)
6.10.2 软限位的设置	(318)	6.10.3 软限位的检查	(319)
6.11 对刀块的使用说明	(319)	6.11.1 SKY 对刀块的使用条件	(319)
6.11.2 SKY 对刀块的注意事项	(319)	6.11.3 对刀块的使用	(319)
6.12 SKY 系统数控铣床的故障 诊断与维修	(320)	6.12.1 机床的维修及保养	(320)
6.12.2 数控系统的故障诊断	(321)	6.12.3 SKY2000 系统的主要故障 及解决办法	(322)
6.12.3 SKY2000 系统的主要故障 及解决办法	(322)		

6.12.4 数控系统的维护与保养	(327)
-------------------	-------

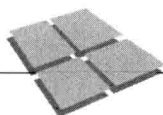
第7章 HF 数控线切割的编程与

操作	(331)
7.1 概述	(331)
7.1.1 数控电火花线切割机床简介	(331)
7.1.2 电火花线切割的工作原理	(331)
7.1.3 电火花线切割加工工艺	(335)
7.2 HF 线切割自动编程	(337)
7.2.1 全绘图方式编程	(337)
7.2.2 界面及功能模块的介绍	(338)
7.2.3 辅助线绘图编程实例	(343)
7.2.4 轨迹线绘图编程实例	(349)
7.3 高级绘图功能	(351)
7.3.1 常用曲线	(351)
7.3.2 列表线	(355)
7.3.3 变图形	(356)
7.3.4 “变图块”功能	(358)
7.3.5 “变轨迹”功能	(361)
7.3.6 “修整”功能	(362)
7.3.7 “测量”功能	(363)
7.3.8 “等分”功能	(363)
7.3.9 “调图”功能	(363)
7.3.10 “其他”功能	(364)
7.3.11 “回退”功能	(366)
7.4 HF 电火花线切割加工操作	(366)
7.4.1 参数设置	(367)

7.4.2 移轴	(368)
7.4.3 检查	(369)
7.4.4 读盘	(370)
7.4.5 空走	(370)
7.4.6 回退	(370)
7.4.7 定位	(370)
7.4.8 回原点	(371)
7.4.9 对中和对边	(371)
7.4.10 自动切割	(371)
7.4.11 显示图形	(371)
7.4.12 其他	(372)
7.5 加工实例	(372)

第8章 SINUMERIK 810D 系统加工

中心的编程与操作	(376)
8.1 SINUMERIK 810D 系统的基本功能	(376)
8.1.1 SINUMERIK 810D 系统的数控装置	(376)
8.1.2 SINUMERIK 810D 系统的特点	(377)
8.1.3 SINUMERIK 810D 系统加工中心的分类	(378)
8.1.4 SINUMERIK 810D 系统加工中心的加工范围	(378)
8.2 SINUMERIK 810D 系统加工中心的编程	(379)
8.2.1 SINUMERIK 810D 系统的编程基础	(379)
8.2.2 SINUMERIK 810D 系统的准备功能	(381)
8.2.3 SINUMERIK 810D 系统加工中心的基本编程指令	(384)
8.2.4 SINUMERIK 810D 系统加工中心的固定循环指令	(390)



8.2.5 SINUMERIK 810D 系统加工 中心的其他固定循环	(393)
8.3 TH5660C 数控加工中心 操作	(395)
8.3.1 TH5660C 加工中心的特点	(395)
8.3.2 TH5660C 加工中心的控制 面板	(396)
8.3.3 加工中心的基本操作	(398)
8.4 SINUMERIK 810D 系统 加工中心的编程	(401)
8.4.1 用 SINUMERIK 810D 系统对 零件的内外轮廓进行加工	(401)

8.4.2 用 SINUMERIK 810D 系统 对零件进行铣削加工	(402)
---	-------

第 9 章 中文 Mastercam X 的造型和 五轴加工实例

(408)

9.1 中文 Mastercam X 的功能 简介	(408)
9.2 中文 Mastercam X 的造型 实例	(409)
9.3 中文 Mastercam X 的五轴 加工实例	(426)
9.3.1 倾斜面及倾斜孔的设计	(426)
9.3.2 螺纹孔加工	(427)
参考文献	(430)

第 1 章 数控机床概述

主要内容

本章主要讲述数控机床的组成、分类、功能和特点、数控编程的坐标系、数控机床程序编制中的工艺分析和数控机床的刀具补偿。

学习重点：

- (1) 了解数控机床的组成、分类和结构特点；
- (2) 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；
- (3) 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成功研制了世界上第一台具有信息存储和处理功能的数控机床。我国从 1958 年开始研制数控机床，于 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力的不断发展，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，发展到用于车削、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）又出现了，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，这些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 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。

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，又由于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度、减小热变形、提高精度等方面的措施。

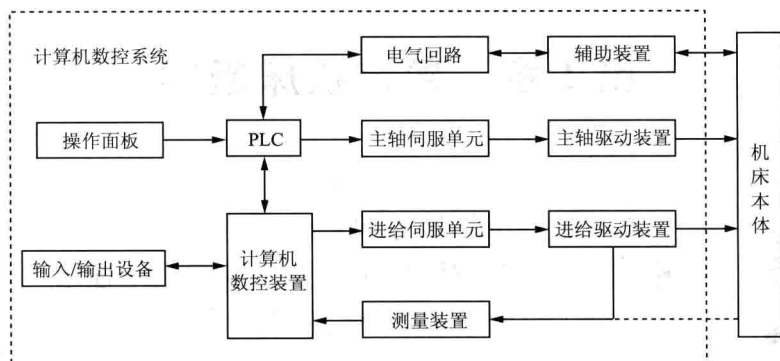
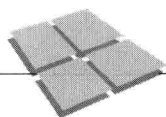


图 1.1 数控机床的组成框图

2. CNC 装置

CNC 装置是 CNC 系统的核心，其主要包括微处理器 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，并能显示图形，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

驱动装置把经过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，从而使工作台精确定位或按规定的轨迹做严格的相对运动，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，是专为在工业

环境下应用而设计的。由于最初研制这种装置的目的是为解决生产设备的逻辑及开关控制,故把它称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,而将 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

测量装置也称为反馈元件,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 装置将其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,而闭环数控系统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测量装置的精度。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,大大提高了工作效率和工件的加工精度。

8. 电气控制装置

电气控制装置包括所有的电动机、电磁阀、制动器、各种开关等,它们既是实现机床动作的执行者,同时也是机床各种现实状态的报告员。

9. 辅助控制装置

辅助控制装置是连接数控装置和机床机械、液压部件的控制系统,其主要作用是接收数控装置输出的主运动变速、刀具的选择与交换、辅助装置的动作等信号,经过编译、逻辑判断、功率放大后驱动相应的电器、液压、气动和机械部件,以完成指令所规定的动作。此外,行程开关和监控检测等状态信号也要经过辅助控制装置送给数控装置进行处理。

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是十分必要的,下面介绍常用的国外发拉科(FANUC)数控系统和西门子(SIEMENS)数控系统的数控机床、国产华中(HCNC)数控系统和南京四开(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。

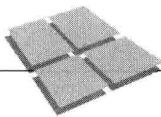


表 1.1 数控机床的分类

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，即符合右手螺旋定则。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。

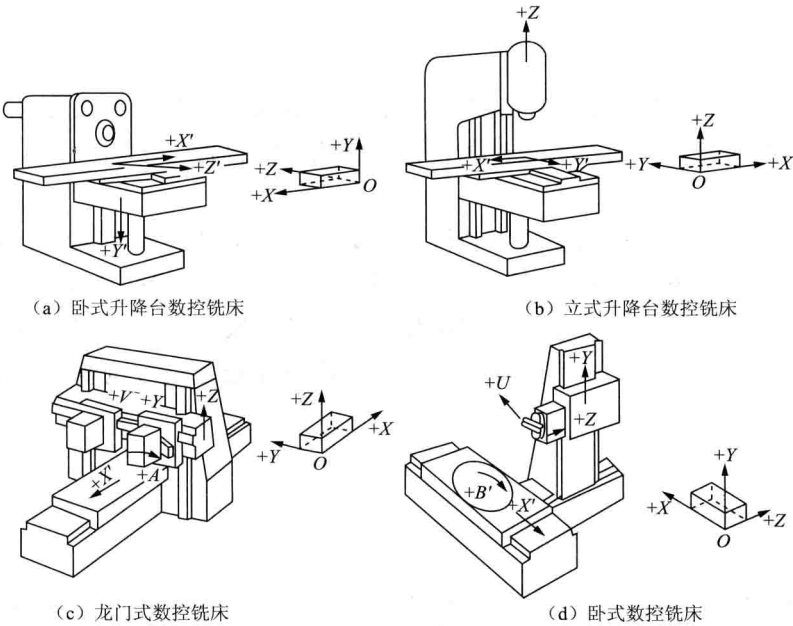


图 1.2 各类数控铣床

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,即符合右手螺旋定则。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。

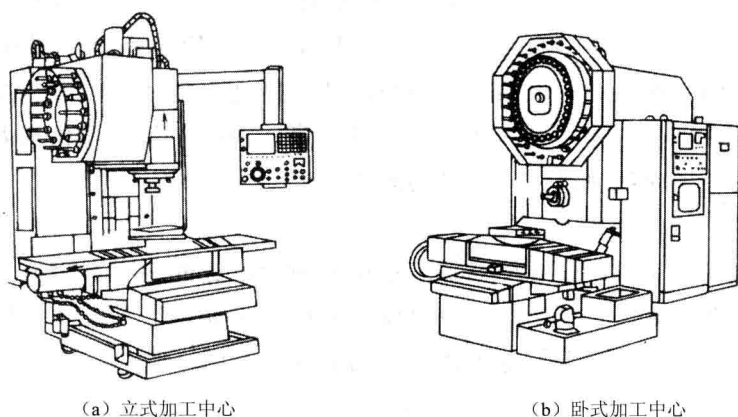


图 1.3 加工中心

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。

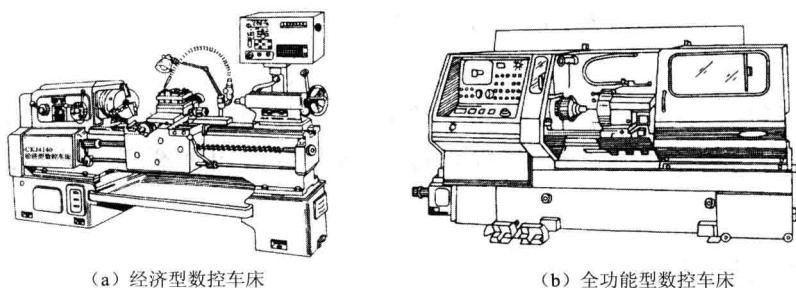


图 1.4 各类数控车床

4. 数控线切割机床

数控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

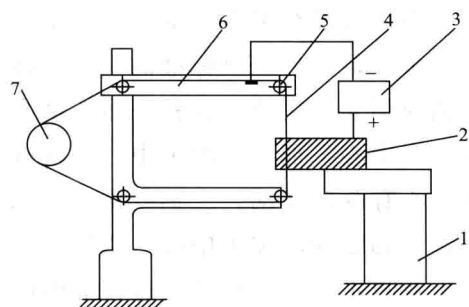
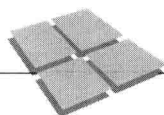


图 1.5 数控线切割机床

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

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)。数控线切割机床都具有两轴的联动功能，有些还具有四轴联动的功能，图 1.5 为数控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 做工具电极进行切割，储丝筒 7 使钼丝做正反向交替移动，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，根据火花间隙状态做伺服进给移动，从而完成各种曲线轨迹，把工件切割成型。

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 为数控电火花加工的原理示意图。

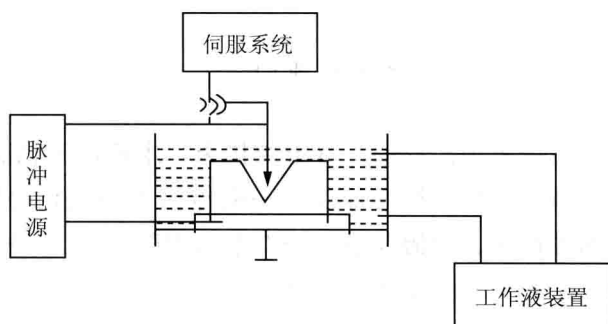


图 1.6 数控电火花加工的原理示意图

6. 其他数控机床

除以上常用的数控机床外，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来分，有返参方式、增量方式、连续方式和自动加工方式 4 种方式。

1. 返参方式

返参方式的数控机床接通电源后, 操作人员将刀具移动到机床的参考点, 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拉科数控系统、西门子数控系统、华中数控系统和南京四开数控系统 4 种形式。

1. 发拉科数控系统

配有发拉科系统的数控机床一般为全功能型的数控机床。发拉科系统有 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、简洁, 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

华中数控系统用于卧式车床、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

南京四开数控系统是基于 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 位的 CPU, 能实现连续轮廓轨迹控制, 系统可提供自动方式、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等功能。