



全国高等职业教育规划教材

数控原理与系统

主编 王宏颖

- 以“工学结合”为切入点
- 以工作过程为导向
- 采用任务驱动模式编写

电子教案下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



全国高等职业教育规划教材

数控原理与系统

主 编 王宏颖

副主编 彭二宝

参 编 杨 笋 康 琰



机械工业出版社

本书是为了适应高等职业技术教育发展的需要而编写的针对数控技术、机电一体化专业的教材,以“工学结合”为切入点,以工作过程为导向,采用任务驱动模式。本书主要内容包括:数控系统基础知识、数控系统插补原理和数据处理、计算机数控装置、数控机床常用检测装置、数控机床的伺服系统、PLC 在数控机床中的应用。

本书可作为高等职业院校机械类、机电类、数控技术类专业教材,也可作为相关技术人员的参考书。

为配合教学,本书配有电子课件,读者可以登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 免费注册后下载,或联系编辑索取(QQ: 1239258369, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

数控原理与系统 / 王宏颖主编. —北京:机械工业出版社, 2013.5
全国高等职业教育规划教材
ISBN 978-7-111-42049-1

I. ①数… II. ①王… III. ①数控系统—高等职业教育—教材
IV. ①TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第097140号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:吴鸣飞

责任印制:张楠

涿州市京南印刷厂印刷

2013年6月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·10印张·246千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-42049-1

定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着全球经济一体化的发展趋势，大批境外企业的涌入，我国正在逐步变成“世界制造的中心”。机械制造业传统的加工方式，已逐步被数控应用技术的加工方式所取代，从大量的生产规模到单件小批量的生产规模，数控加工均被广泛采用。由于数控技术迅速发展，相关数控技术的人才培养已成为各种层次学校的热点。机械行业需要大量掌握数控机床的工作原理和结构知识、数控系统的特点、接口技术、PLC 技术、参数设置和机电联调知识，具备数控机床的操作、手工编程、数控机床的机械和电气的调试以及维护维修能力的人才，这也成为高等职业院校机电类专业的人才培养目标。

本书是为了适应高等职业技术教育发展的需要而编写的针对数控技术、机电一体化专业的教材，以“工学结合”为切入点，以工作过程为导向，采用任务驱动模式。本书主要包括：数控系统基础知识、数控系统插补原理和数据处理、计算机数控装置、数控机床常用检测装置、数控机床的伺服系统、PLC 在数控机床中的应用。

本书由河南工业职业技术学院的王宏颖担任主编，参与本书编写的人员还有彭二宝、杨笋、康琰。在本书的编写过程中，河南工业职业技术学院的领导给予了大力支持与帮助，在此表示衷心的感谢。本书参考了国内同行编写的很多优秀教材，在此向这些教材的作者也一并表示感谢。

本书由河南工业职业技术学院的王宏颖老师担任主编，彭二宝老师担任副主编，参与本书编写的人员还有杨笋、康琰，其中王宏颖编写项目 1、项目 2、项目 3、项目 4 中的 4.1、4.2，彭二宝编写项目 4 中的 4.3、4.4、项目 5，杨笋编写项目 6 中的 6.4，康琰编写项目 6 中的 6.1、6.2、6.3。在本书的编写过程中，河南工业职业技术学院的领导给予了大力支持与帮助，同时参考了国内同行编写的很多优秀教材，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，本书难免有疏漏之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

项目 1 数控系统基础知识	1
任务 1.1 数控系统的组成及工作原理	1
1.1.1 数控机床的产生	1
1.1.2 计算机数控的概念与发展	2
1.1.3 组成及工作原理	2
1.1.4 任务实施：数控系统的原理及组成	4
任务 1.2 数控机床的分类	7
1.2.1 按工艺用途分类	7
1.2.2 按运动方式分类	10
1.2.3 按控制方式分类	11
1.2.4 按数控机床的功能水平分类	12
1.2.5 任务实施：小型教学数控车床（或铣床）的认识（或拆装）	13
【项目小结】	14
项目 2 数控系统插补原理和数据处理	15
任务 2.1 逐点比较法	15
2.1.1 逐点比较法直线插补	16
2.1.2 逐点比较法圆弧插补	19
2.1.3 象限处理	22
2.1.4 任务实施：数控插补原理	23
任务 2.2 数字积分法	24
2.2.1 数字积分法插补原理	24
2.2.2 数字积分法的直线插补	25
2.2.3 数字积分法的圆弧插补	28
2.2.4 数字积分法插补的进给速度均匀化	29
任务 2.3 数据处理	30
2.3.1 译码	31
2.3.2 刀具补偿	31
2.3.3 辅助信息处理	35
【项目小结】	37
项目 3 计算机数控装置	38
任务 3.1 计算机数控（CNC）装置的组成	38
3.1.1 CNC 装置的硬件结构	38

3.1.2	CNC 装置的软件结构	40
3.1.3	零件加工程序的处理过程	42
3.1.4	任务实施：认识计算机数控装置	43
任务 3.2	数控加工程序的输入	43
3.2.1	输入装置	44
3.2.2	数控加工程序输入过程	48
任务 3.3	数控加工程序的预处理	51
【项目小结】	.....	55
项目 4	数控机床常用检测装置	56
任务 4.1	光栅尺	56
4.1.1	光栅的种类	57
4.1.2	直线透射光栅的工作原理	57
4.1.3	光栅的特点	60
4.1.4	光栅的应用	60
4.1.5	光栅尺的维护	63
4.1.6	任务实施：认识光栅尺	63
任务 4.2	光电编码器	64
4.2.1	光电编码器的种类	65
4.2.2	增量式光电编码器	65
4.2.3	绝对式光电编码器	67
4.2.4	编码器在数控机床中的应用	69
4.2.5	任务实施：位置检测装置的选型与应用	71
任务 4.3	旋转变压器	74
4.3.1	旋转变压器的结构	75
4.3.2	工作原理	76
4.3.3	安装方式	77
4.3.4	任务实施：认识旋转变压器	77
任务 4.4	感应同步器	78
4.4.1	感应同步器的工作原理	78
4.4.2	感应同步器的应用	79
4.4.3	安装与使用	82
4.4.4	任务实施：认识感应同步器	83
【项目小结】	.....	83
项目 5	数控机床的伺服系统	84
任务 5.1	步进电动机及其驱动电路	84
5.1.1	步进电动机的工作原理和主要特性	84
5.1.2	步进电动机的驱动控制	87
5.1.3	开环控制步进电动机伺服系统的工作原理	90
5.1.4	任务实施：步进电动机驱动系统的调试及使用	91

任务 5.2	直流伺服电动机	93
5.2.1	直流伺服电动机的类型	93
5.2.2	直流伺服电动机的结构与工作原理	94
5.2.3	直流电动机的静态特性与控制方法	94
5.2.4	任务实施：认识直流伺服电动机	96
任务 5.3	交流伺服电动机	97
5.3.1	交流伺服电动机的类型	97
5.3.2	交流伺服电动机的工作原理	98
5.3.3	交流伺服系统的控制方法	98
5.3.4	SPWM 变频控制器	99
5.3.5	任务实施：认识交流伺服电动机	102
任务 5.4	位置控制	102
5.4.1	脉冲比较法	103
5.4.2	相位比较法	104
5.4.3	幅值比较法	106
【项目小结】	.....	108
项目 6	PLC 在数控机床中的应用	109
任务 6.1	PLC 的结构和工作原理	109
6.1.1	PLC 的基本概念	109
6.1.2	可编程序控制器的结构	110
6.1.3	PLC 程序的表达方法	113
6.1.4	PLC 的工作过程	114
任务 6.2	数控机床用 PLC	116
6.2.1	数控机床用 PLC 的功能	116
6.2.2	数控机床用 PLC 的形式	118
任务 6.3	FANUC PLC 的指令	119
6.3.1	基本指令	120
6.3.2	功能指令	121
6.3.3	常用功能指令的说明	123
任务 6.4	PLC 在数控机床控制中的应用	135
6.4.1	PLC 在数控机床中实现 M 控制功能的实例	135
6.4.2	PLC 在实现 M 功能上的应用	139
6.4.3	PLC 在实现 T 功能的应用	143
6.4.4	PLC 在数控机床中其他方面的应用	148
6.4.5	任务实施：PLC 编程与调试	150
【项目小结】	.....	153
参考文献	.....	154

项目 1 数控系统基础知识

【项目导读】

本项目介绍了数控系统的组成及工作原理，并且对数控系统从不同角度的分类及数控机床在加工及使用方面的特点进行了详细的阐述。通过本项目的学习应对数控系统的组成和工作原理有一个完整的认识，掌握开环、闭环、半闭环控制系统和点位、点位直线、轮廓控制系统的组成和特点。

任务 1.1 数控系统的组成及工作原理

技能目标

- 1) 掌握数控系统的组成。
- 2) 了解数控系统的工作原理。

知识要点

- 1) 掌握数控系统的组成。
- 2) 了解数控系统的工作原理。
- 3) 了解数控系统的特点。

知识链接

随着科学技术的不断发展，机械产品日趋精密、复杂，改型也日益频繁，对机床的性能、精度、自动化程度等提出了越来越高的要求。机械加工工艺过程自动化是实现上述要求的重要技术措施之一，不仅能够提高产品质量和生产效率，降低生产成本，还能改善工人的劳动条件。为此，许多企业采用自动机床、组合机床和专用机床组成自动或半自动生产线。但是，采用这种自动、高效的设备，需要很大的初期投资以及较长的生产准备周期，只有在大批量的生产条件（汽车、拖拉机、家用电器等工业主要零件的生产）下，才会有显著的经济效益。

1.1.1 数控机床的产生

在机械制造行业中，单件、小批量生产的零件约占机械加工总量的 70%~80%。科学技术的进步和机械产品市场竞争的日趋激烈，使机械产品不断改型、更新换代，批量相对减少，质量要求越来越高。采用专用的自动机床加工这类零件就显得很不合理，而且调整或改装专用的“刚性”自动生产线投资大、周期长，有时从技术上甚至是不可能实现的。采用各类仿型机床，虽然可以部分地解决小批量复杂零件的加工，但在更换零件时需制造靠模和调整机床，生产准备周期长，而且由于靠模误差的影响，加工零件的精度很难达到

较高的要求。

为了解决上述问题，满足多品种、小批量，特别是结构复杂、精度要求高的零件的自动化生产，迫切需要一种灵活的、通用的，能够适于产品频繁变化的“柔性”自动化机床。随着计算机科学技术的发展，1952年，美国帕森斯公司（Parsons）和麻省理工学院（MIT）合作，成功研制了世界上第一台以数字计算机为基础的数字控制（Numerical Control，简称NC）3坐标直线插补铣床，从而使机械制造业进入了一个新阶段。

1.1.2 计算机数控的概念与发展

1. 计算机数控的概念

（1）数字控制（数控）的概念 GB/T 8129—1997《机床数字控制术语》中对NC的定义为：用数值数据的控制装置，在运行过程中不断地引入数值数据，从而对某一生产过程实现自动控制。

（2）数控机床（NC machine tools）若机床的操作命令以数值数据的形式描述，工作过程按照规定的程序自动地进行，则这种机床称为数控机床。

（3）数控系统 在数控机床行业中，数控系统是指计算机数字控制装置、可编程序控制器、进给驱动与主轴驱动装置等相关设备的总称。有时则仅指其中的计算机数字控制装置。为区别起见将其中的计算机数字控制装置称为数控装置。

2. 计算机数控的发展

从第一台数控机床问世至今的60多年中，随着微电子技术的不断发展，数控装置也在不断地更新换代，先后经历了电子管（1952年）、晶体管（1959年）、小规模集成电路（1965年）、大规模集成电路及小型计算机（1970年）和微处理机或微型计算机（1974年）等五代数控系统。

前三代数控装置属于采用专用控制计算机的硬接线（硬件）数控装置，一般称为NC数控装置。20世纪70年代初，随着计算机技术的发展，小型计算机的价格急剧下降，出现了采用小型计算机代替专用硬件控制计算机的第四代数控系统。这种数控系统不仅在经济上更为合算，而且许多功能可用编制的专用程序实现，并可将专用程序存储在小型计算机的存储器中，构成控制软件。这种数控系统称为计算机数控（Computerized Numerical Control，即CNC）系统。自1974年开始，以微处理机为核心的数控装置（Microcomputerized Numerical Control，即MNC）得到迅速发展。CNC和MNC称为软接线（软件）数控系统。由于NC硬件数控系统早已被淘汰，而目前软件数控系统均采用MNC，因此，许多书中将现代数控系统称为CNC。

我国从1958年开始研制数控机床，20世纪60年代中期进入实用阶段。自20世纪80年代开始，引进日本、美国、德国等国外著名数控系统和伺服系统制造商的技术，使我国数控系统在性能、可靠性等方面得到了迅速发展。经过“六五”、“七五”、“八五”及“九五”科技攻关，我国已掌握了现代数控技术的核心内容。

1.1.3 组成及工作原理

1. 数控系统的组成

数控系统是机电一体化设备，由输入输出装置、数控装置、伺服驱动系统、反馈系统、

辅助控制系统、机床本体组成。虽然数控系统的种类很多，但其基本结构大致相同，其组成框图如图 1-1 所示。

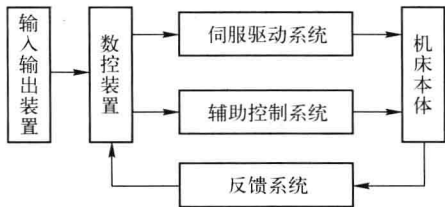


图 1-1 数控系统组成框图

(1) 输入输出装置 输入输出装置是人与机床建立联系的主要途径，是进行人机信息交流和对话的交互设备。

输入装置的作用是将程序载体上的数控代码变成相应的电信号，传送并存入数控装置内。常用的输入装置有键盘、磁盘驱动器、光电阅读机、计算机通信接口等。其相应的载体为磁盘、穿孔纸带等。

最常见的输出装置是显示器，数控系统可以通过显示器为操作人员提供必要的信息，如程序信息、位置坐标值、报警信息等。

现代数控机床，还可以通过手动方式（MDI 方式），将工件加工程序用数控系统的操作面板上的按键，直接键入 CNC 单元；或者采用与上级通信方式直接将加工程序输入 CNC 单元。

(2) 数控装置 数控装置是数控机床的核心，数控机床的所有控制功能都由它来控制实现。数控装置的作用是接收由加工程序、控制面板、反馈系统等送来的各种信息，经处理和分配后，向各驱动机构（伺服系统）发出位置、速度等指令，驱动相应对象执行规定命令。在执行过程中。驱动、检测等机构的有关信息反馈给数控装置，经处理后发出新的执行命令。

(3) 伺服驱动系统 伺服驱动系统是执行数控装置所发指令的驱动机构，是数控系统与机床主体的联系纽带，它的作用是将数控装置输出的微弱电信号（脉冲电压为 5V 左右，脉冲电流为毫安级），经功率放大器等电子器件，放大为较强的电信号（驱动电压为几十伏至几百伏，电流可达几十安培），然后将上述数字量信息转换成模拟量（执行电动机轴的角位移和角速度）信息，从而驱动执行电动机带动机床运动部件按给定的速度和位置进行运动。

(4) 反馈系统 反馈系统的作用是将机床移动的实际位置、速度参数检测出来，转换成电信号并反馈到数控装置中，使数控装置判断机床的实际位置、速度是否与指令一致，并发出相应指令纠正所产生的误差。

(5) 辅助控制装置 辅助控制装置的主要作用是接收 CNC 单元输出的主运动换向、变速、起停、刀具的选择和交换，以及其他辅助装置动作等指令信号，经过必要的编译、逻辑判别、运算和功率放大后直接驱动相应的电器，带动机床机械部件、液压气动等辅助装置完成指令规定的动作。而机床上的限位开关等开关信号经辅助控制装置处理后送 CNC 单元进行处理。

由于可编程序控制器（PLC）具有响应快，性能可靠，易于使用、编程和修改，并可直

接驱动机床电器，现已广泛作为数控机床的辅助控制装置。

(6) 机床本体 机床本体是数控机床的主体，是用于完成各种切削加工的机械部分。与传统机床相比，结构和性能上发生了较大的变化，例如：具有结构简单、精度高、结构刚性好、可靠性高和传动效率高等特点。

2. 数控系统的工作原理

数控系统进行加工，首先必须将工件的几何数据和工艺数据按规定的代码和格式编制成数控加工程序，并用适当的方法将加工程序输入数控系统。数控系统对输入的加工程序进行数据处理，输出各种信息和指令，控制机床各部分按规定有序地动作。这些信息和指令最基本的内容包括：各坐标轴的进给速度、进给方向、进给位移量，以及各状态控制的 I/O 信号等。

目前加工程序的生成有以下方法：

(1) 手工编程 分析零件图样，根据图样对零件材料、尺寸、形状、加工精度及热处理要求来确定工艺方案，进行工艺处理和数值计算。在此基础上，根据数控系统规定的功能指令代码和程序格式编写出数控加工程序单。

(2) CAD/CAM 经过计算机辅助设计和计算机辅助制造 (CAD/CAM) 处理，由计算机自动生成数控加工程序。

(3) 人机对话 通过数控系统显示器 (CRT) 上的图形提示和参数，在数控系统中自动生成加工程序。

程序输入至数控系统中的方法有：

(1) 键盘输入方式 MDI (Menu Data Input) 通过数控系统操作面板上的按键，将加工程序输入至数控系统中，同时在 CRT 上进行编辑修改，有些数控系统还可进行轨迹模拟。

(2) 穿孔纸带 将加工程序用自动穿孔机制作成穿孔纸带，通过读带装置将穿孔纸带上的代码逐段输入到数控系统中去。

(3) 软盘驱动器 利用数控系统上的软盘驱动器，将存储在磁盘上的加工程序转存到数控系统的内存中；反之也可将存储在数控系统内存中的加工程序转存到磁盘上。数控系统上磁盘的应用，使数控系统能和通用个人计算机 (PC) 保持文件之间的传送。

(4) 通信接口 对 CAD/CAM 生成的加工程序，通过计算机与数控系统上的通信接口，将加工程序传送至数控系统。

1.1.4 任务实施：数控系统的原理及组成

1. 任务目标

- 1) 了解数控系统的特点、基本组成和应用。
- 2) 了解数控系统常用部件的原理及作用。
- 3) 熟悉数控系统综合实验台，了解数控系统综合实验台的连接和基本操作。

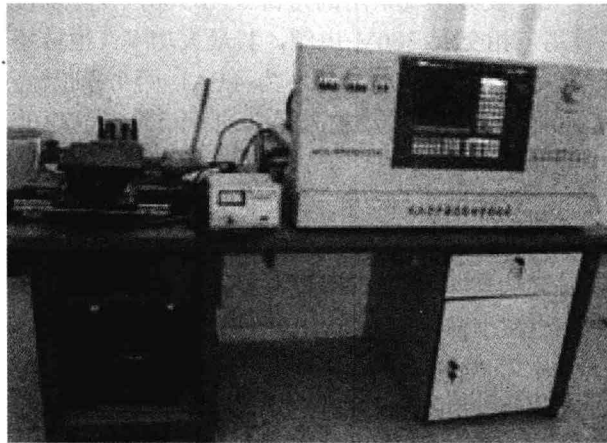
2. 工具、仪器和设备

- 1) HED-21S 数控系统综合实验台一套。
- 2) 专用连接线一套。

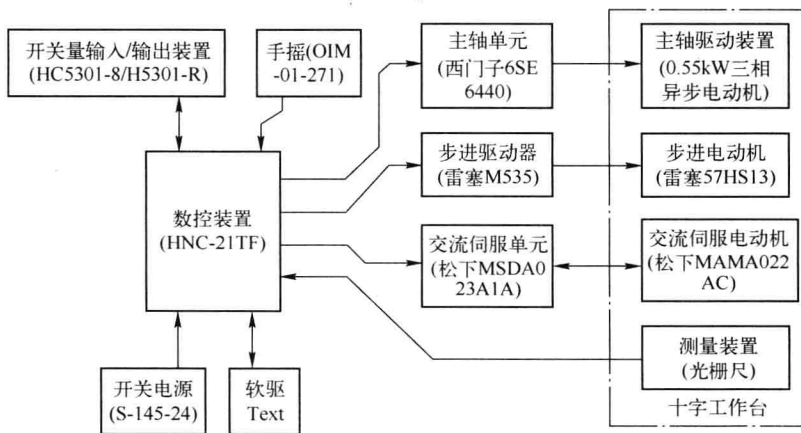
3. 相关知识

HED-21S 数控系统综合实验台是用于培养学生掌握数控系统的编程方法，以及数控系统电气设计、安装、调试、维修等实际动手能力的一套实验装置。该数控系统综合实验台采用模块化设计，便于组合和扩展，也便于检查和调试。利用该实验装置可以使学生掌握数控系统的控制原理、电气原理、电气设计方法、元器件的选用；掌握数控系统电气元件布置、安装、调试等方法。实验台能够模拟工业生产过程，达到工业现场实习效果。该实验台不仅可按照推荐的方式进行设计、安装、调试，也可根据各自对课程设置的要求，自行设计、组合安装、调试，更好地培养学生的动手能力和分析能力。

HED-21S 数控系统综合实验台集成了数控装置、变频调速主轴及三相异步电动机、交流伺服单元及交流伺服电动机、步进电动机驱动器及步进电动机、测量装置、十字工作台，其具体组成如图 1-2 所示。图 1-2a 所示为综合实验台外观，图 1-2b 所示为综合实验台组成框图。



a)



b)

图 1-2 HED-21S 数控系统综合实验台

a) 外观 b) 组成框图

HED-21S 数控系统综合实验台的组成如下：

(1) 数控装置 数控装置采用的是华中数控股份有限公司的“世纪星”HED-21S 车床数控装置。“世纪星”HED-21S 车床数控装置采用先进的开放式体系结构，内置嵌入式工业计算机，配置 7.7in 彩色液晶显示屏和通用工程面板，具备全汉字操作界面、故障诊断与报警装置、多种形式的图形加工轨迹显示和仿真装置，操作简便，易于掌握和使用。该数控装置集成进给轴接口、主轴接口、手持单元接口、内嵌式 PLC 接口于一体，还可自由选配各种类型的脉冲接口、模拟接口的交流伺服单元或步进电动机驱动器。装置内部已提供标准车床控制的 PLC 程序，用户也可自行编制 PLC 程序。该数控装置采用国际标准 G 代码编程，与各种流行的 CAD/CAM 自动编程系统兼容，具有直线插补、圆弧插补、螺纹切削、刀具补偿、宏程序等功能，支持硬盘、电子盘等程序存储方式，可通过软驱、DNC、以太网进行程序交换，具有价格低、性能高、配置灵活、结构紧凑、易于使用、可靠性高的特点。

软驱单元提供 3.5in 软盘驱动器、RS232 接口、PC 键盘接口、以太网接口，需要通过转接线才可与 HED-21S 数控装置连接使用。

(2) 变频调速主轴单元 变频主轴采用的是日立 SJ100，变频器配套三相异步电动机。变频器采用矢量控制，使用三相交流 380V 电源，其最大功率（恒转矩）为 1.5kW，输入电流（恒转矩）为 3.9A，最大输出电流（恒转矩）为 4.0A，两个模拟输入量范围为 0~10V，0~20mA（或-10~10V，0~20mA）。电动机采用普通三相异步电动机，功率为 0.5kW，转速为 1390r/min。

(3) 交流伺服驱动单元 交流伺服驱动单元采用的是松下 MINASA 系列的 MSDA023A1A 伺服单元和 MSMA022A1C 伺服电动机。MSDA023A1A 与 MSMA022A1C 构成闭环控制系统，提供位置控制、速度控制、转矩控制三种控制方式（需设置交流伺服参数，并修改相应连线）。MSMA022A1C 为小型小惯量电动机（功率为 200W，额定转速为 3000r/min，额定转矩为 0.64N·m），配 11 线 2500p/r 增量式码盘。

(4) 步进驱动单元 步进驱动单元采用的是雷塞 M535 步进驱动器和 57HS13 步进电动机。M535 是细分型高性能步进驱动器，适合驱动中小型的任何两相或四相混合式步进电动机。电流控制采用先进的双极性等角度恒力矩技术，具有每秒两万次的斩波频率。在驱动器的侧边装有一排拨码开关组，可以用来选择细分精度，以及设置动态工作电流和静态工作电流。57HS13 是四相混合式步进电动机，步进角为 1.8°，静转矩为 1.3N·m，额定相电流为 2.8A。

(5) 输入/输出装置 开关量输入/输出装置采用的是 HC5301-8 输入接线端子板和 HC5301-R 继电器板，作为 HED-21S 数控装置 XS10、XS11、XS20、XS21 接口的转接单元使用，以方便连接及提高可靠性。

(6) 工作台 X-Y 工作台集成了雷塞 57HS13 型四相混合式步进电动机、MSMA022A1C 型交流伺服电动机、光栅尺和笔架。机械部分采用了滚珠丝杠传动的模块化十字工作台，用于实现目标轨迹和动作。X 轴执行装置采用的是四相混合式步进电动机。步进电动机没有传感器，不需要反馈，用于实现开环控制。Y 轴执行装置采用的是交流伺服电动机。交流伺服单元和交流伺服电动机组成了一个速度闭环控制系统。安装在交流伺服电动机轴上的增量式码盘充当位置传感器，用于间接测量机械部分的移动距离，可与其他部件构成一个位置半闭环控制系统；也可通过安装在十字工作台上的光栅尺直接测量机械部分移动的距离，与其他部件构成一个位置全闭环控制系统。笔架可给出工作台的运动轨迹，便于观察数控程序运行的结果。

4. 实验内容

(1) 感性认识数控系统综合实验台的各组成部分

- 1) 指出数控系统综合实验台的各个组成部件及其原理和作用。
- 2) 了解数控系统综合实验台各个组成部件之间的连接, 认清各个信号线的来源和去向。

(2) 了解数控系统综合实验台的基本操作 了解数控系统综合实验台上电顺序, 了解 HED-2IS 数控车床数控装置的基本操作。进入数控系统, 运行演示程序。

任务 1.2 数控机床的分类

✂ 技能目标

掌握数控机床的分类。

✂ 知识要点

- 1) 数控机床的分类。
- 2) 按照控制方式分类的区别。

✂ 知识链接

数控机床的种类很多, 为了便于了解和研究, 可以从不同的角度对其进行分类。

1.2.1 按工艺用途分类

按工艺用途分类可分为以下类型:

1. 金属切削类数控机床

和传统的通用机床品种相适应的数控机床有数控车床(图 1-3)、铣床(图 1-4)、镗床、钻床、磨床、齿轮加工机床等。装有刀库和自动换刀装置, 在一次装夹后, 可以进行多种工序加工的数控机床, 称为数控加工中心 MC (Machine Center)。数控加工中心目前主要有两类: 一类是在镗、铣床基础上发展起来的, 称为铣削加工中心(图 1-5); 另一类是在车床基础上发展起来的, 称为车削加工中心。

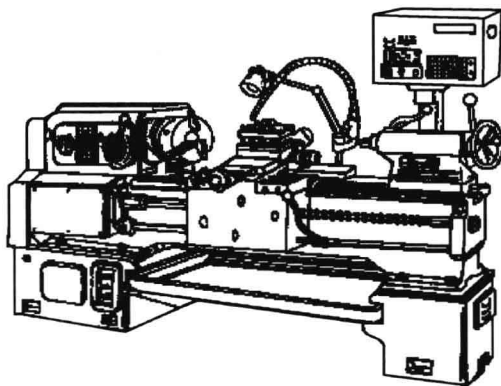


图 1-3 数控车床

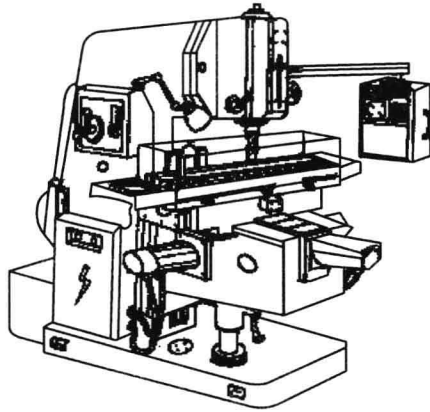


图 1-4 数控铣床

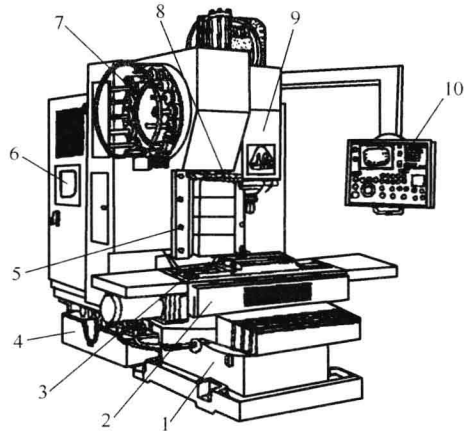


图 1-5 五坐标铣削加工中心

1—床身 2—滑座 3—工作台 4—润滑油箱 5—立柱 6—数控柜 7—刀库 8—机械手 9—主轴箱 10—操作面板

2. 金属成形类数控机床

金属成形类数控机床有数控折弯机（图 1-6）、数控弯管机（图 1-7）、数控压力机（图 1-8）等。

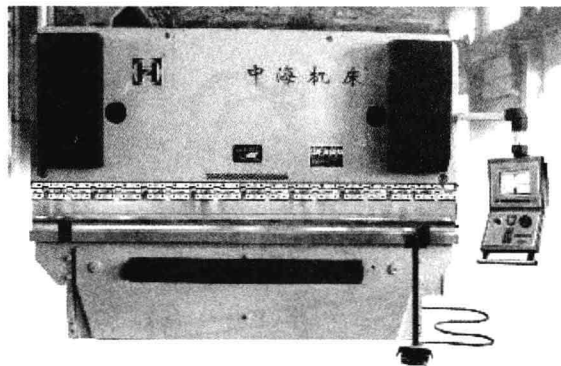


图 1-6 数控折弯机

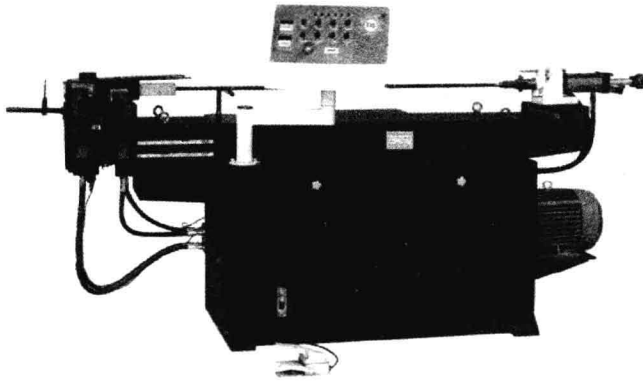


图 1-7 数控弯管机

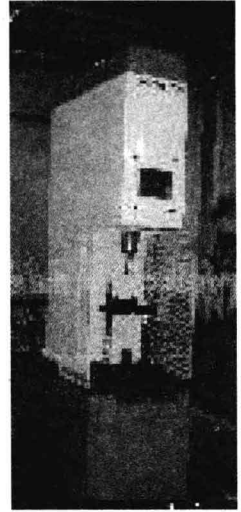


图 1-8 数控压力机

3. 特种加工机床

数控特种加工机床有数控线切割机床（图 1-9）、数控电火花加工机床（图 1-10）、数控激光加工机床（图 1-11）。

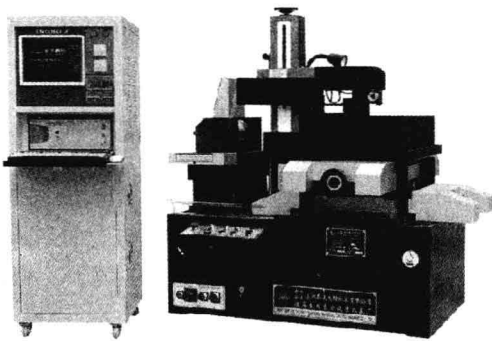


图 1-9 数控线切割机床

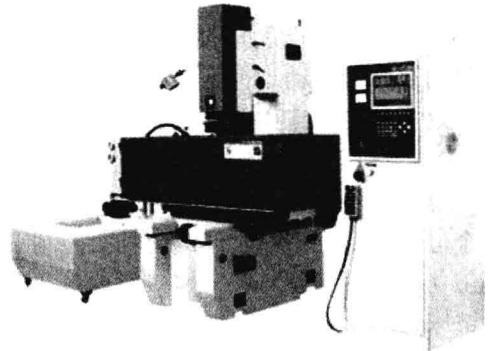


图 1-10 数控电火花加工机床

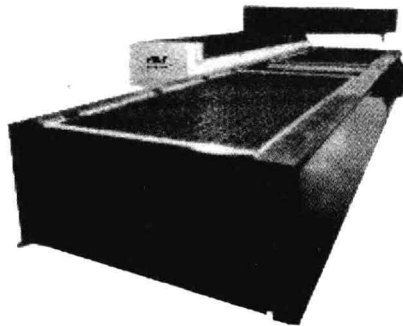


图 1-11 数控激光加工机床

4. 其他类型数控机床

其他类型数控机床有数控三坐标测量机（图 1-12）等。

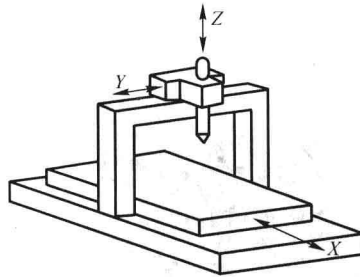


图 1-12 数控三坐标测量机床

1.2.2 按运动方式分类

按运动方式分类可分为点位控制、点位直线控制和轮廓（连续轨迹）切削控制数控机床。

1. 点位控制数控机床

点位控制数控机床（图 1-13）的特点是机床移动部件只能实现由一个位置到另一个位置的精确定位，在移动和定位过程中不进行任何加工。机床数控系统只控制行程终点的坐标值，不控制点与点之间的运动轨迹，因此几个坐标轴之间的运动无任何联系。可以几个坐标同时向目标点运动，也可以各坐标依次运动。

这类数控机床主要有数控坐标镗床、数控钻床、数控冲床、数控点焊机等。

2. 点位直线控制数控机床

点位直线控制数控机床（图 1-14）的特点是机床移动部件不仅要实现由一个位置到另一个位置的精确移动定位，而且要控制工作台以一定的速度沿平行坐标轴方向进行直线切削加工（有些机床还可进行 45° 斜率直线的加工）。这类数控机床主要有简易数控车床、数控镗铣床、加工中心等。

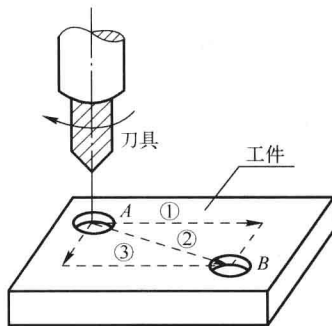


图 1-13 点位控制数控机床

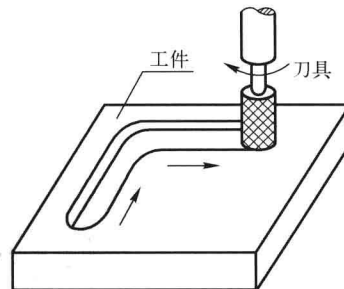


图 1-14 点位直线控制数控机床

3. 轮廓切削控制数控机床

轮廓切削控制数控机床（图 1-15）能够对两个或两个以上坐标轴同时进行切削加工控