



高职高专先进制造技术规划教材



数控机床维修与维护

侯先勤 主 编
杨海琴 张继先 副主编
徐九南 郑文智 编 著

● 教学资源在线下载
<http://www.tup.com.cn>



清华大学出版社

高职高专先进制造技术规划教材

数控机床维修与维护

侯先勤 主 编

杨海琴 张继先 副主编

徐九南 郑文智 编 著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以目前占市场份额最大的德国 SIEMENS (西门子)、日本 FANUC (发那科) 系统为基础进行剖析, 详细讲解了数控机床故障的诊断、数控机床的安装与调试、数控系统的维修、伺服系统的维修、PLC 的维修及数控机床机械部件的维修。书中安排了大量的实训案例, 从故障现象、故障分析、故障处理和故障总结出发, 多角度、全方位地讲解数控机床的故障诊断及维修, 突出对维修人员实践技能的培养, 提高学生对所学知识和技能的综合应用能力, 进而提高学生的就业竞争力。

本书适合作为高职高专、中等职业技术学校数控加工、模具制造、机电类专业的实训教材, 也可作为数控铣床技术工人中、高级工, 技师、高级技师的培训教材以及从事数控机床维修的工程技术人员参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。
版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目 (CIP) 数据

数控机床维修与维护/侯先勤主编. —北京: 清华大学出版社, 2010.6
(高职高专先进制造技术规划教材)

ISBN 978-7-302-22631-4

I. ①数… II. ①侯… III. ①数控机床-维修-高等学校: 技术学校-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 081976 号

责任编辑: 许存权 朱 俊

封面设计: 刘 超

版式设计: 王世情

责任校对: 王国星

责任印制: 李红英

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 北京国马印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 19.25 字 数: 445 千字

版 次: 2010 年 6 月第 1 版 印 次: 2010 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 29.80 元

产品编号: 032955-01

出版说明

时代背景

随着我国经济社会的发展、机械自动化程度的提高和数控技术的进一步更新,企业和用人单位对技能型人才的数量和结构提出了更高的要求,同时也对毕业生提出了更高的要求,这对高职教育在新的历史条件下的发展提出了新挑战。为适应形势的发展,进一步提高我国高等职业教育的质量,增强高等职业院校服务经济社会发展的能力,强化职业院校学生实践能力和职业技能的培养,切实加强学生的生产实习和社会实践,大力推行“工学结合、校企合作”的人才培养模式,加速技能型人才的培养,实现“国家 653 工程”,为我国制造业输送先进的制造技术人才,尽快使我国成为制造业强国,我们特推出这套与时俱进的系列教材。

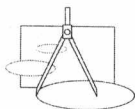
编写目的

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。教学改革以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,真正具有高职高专教育特色、符合目前技术发展要求的教材极其匮乏,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,根据教育部要求,通过推荐、招标及遴选,我们组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师以及相关行业的工程师,成立了“高职高专先进制造技术规划教材”编写队伍,充分吸取高职高专和企业培训方面取得的成功经验和教学成果,结合“工学结合、校企合作”的人才培养模式,以“任务驱动”的方式,推出这批切合当前教育改革需要的、高质量的、面向就业实用技术的“高职高专先进制造技术规划教材”。

系列教材

本系列教材主要书目:

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| ● 《机械制造技术》 | ● 《数控机床维修与维护》 |
| ● 《机械设计技术》 | ● 《FANUC 数控车床编程与实训》 |
| ● 《机械制图》 | ● 《FANUC 数控铣床编程与实训》 |
| ● 《数控加工工艺与编程》 | ● 《SIEMENS 数控车床编程与实训》 |
| ● 《Mastercam 数控编程》 | ● 《SIEMENS 数控铣床编程与实训》 |



- 《模具 CAD/CAM (UG)》
- 《模具 CAD/CAM (Pro/E)》
- 《数控机床操作技能及实训》
- 《塑料材料与成型加工》
- 《冷冲压工艺与模具设计》
- 《数控车床编程与实训》
-
- 《UG NX5 中文版编程基础与实践教程》
- 《UG NX5 中文版设计基础与实践教程》
- 《UG NX6 基础教程》
- 《Pro/E Wildfire 4 基础教程》
- 《计算机绘图——AutoCAD 2008 应用教程》
- 《机械制图习题集》
-

教材特点

1. 按照“工学结合、任务驱动”的要求进行教材结构与内容的安排,符合当前职业教育的改革方向。
2. 在教材结构上打破传统教材以知识体系编排的方式,真正做到“必需、够用”。
3. 内容实用,容易上手,操作性强。有“任务分析”、“相关知识”、“任务实施”、“任务总结”、“课堂训练”、“知识拓展”等特色内容。在关键处还有“注意”、“技巧”等提示内容。
4. 以 Step by Step 方式讲解实训实例,使学生学得会、学得快、学得通、学得精。
5. 配有助学课件,辅助教学。

读者定位

本套教材是依据教育部最新教改要求编写而成的,可作为高职高专机械、机电、模具、数控等相关专业的教学用书,独立院校、中职院校教学也可参照选用,还可供相关行业的工程技术人员参考。

教材编委会 于清华园

前言

21 世纪的科技核心是信息化,各企业已经普遍采用 CAD/CAM、虚拟设计与制造等先进技术手段,而数控机床则承担着多工序、精密、复杂的加工任务。现代数控机床不仅可以在单机环境下使用,还可以在计算机辅助控制中集群使用,构成柔性生产线,或与工业机器人、立体仓库等组合成无人化工厂。

从 2002 年开始,我国已成为世界第一的数控机床消费大国,但是我国的数控技术、产量及数控机床的有效利用率与发达国家相比仍然有很大的差距,其原因是多方面的,但最主要的是数控人才的匮乏。因此,当务之急是培养一批各层次的数控操作和维修人员,使其不但要有丰富的理论知识,而且要有快速发现问题、解决问题的能力。

本书以维修实训为目的,避免了大量的理论介绍,针对具体案例进行理论讲解、案例分析、介绍维修处理技巧及案例总结,使学生在学习过程中达到举一反三、触类旁通的效果。

本系列教材是依据高职高专职业学校、技工学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案和国家颁布的数控技术应用专业教学大纲编写的。全套教材以技能实训为主,涉及目前数控机床的主流操作系统 FANUC 系统,SIEMENS 系统,华中系统的车、铣、加工中心以及主流的自动编程软件 Mastercam、Pro/E、UG 等,辅以恰当的理论,将理论与实践充分结合,旨在培养既有一定的理论知识,又能编制加工程序,同时能熟练进行数控机床操作和维修的实用型人才。

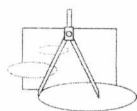
本书内容

全书共分 7 章,内容完整,由浅入深,层层剖析,在阐明基本原理的同时又为读者推荐好的维修方法和维修经验。主要内容简介如下。

- 第 1 章:数控机床基础
- 第 2 章:数控机床故障诊断及维修基础
- 第 3 章:数控机床的故障预防
- 第 4 章:数控系统的故障诊断及维修
- 第 5 章:数控机床伺服系统故障诊断及维修
- 第 6 章:数控机床 PLC 故障诊断及维修
- 第 7 章:数控机床机械部件故障诊断及维修

本书编委

侯先勤、徐九南、郑文智、胡志新、高光明、杨海琴、孙志泰、陈国兴、张继先、陈海燕、曹广余、谷红、贺向清、李新茜、宋莉、苏红兵、叶正英、张美荣、张永强、赵亚



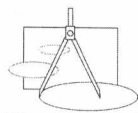
利、鲁俊兴、王茂森、龚建军、张周鹏。

由于作者水平有限,书中难免会有疏漏和不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。如有问题可以通过电子邮件 hjywzpx888@126.com 与编者联系。

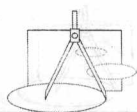
编者

目 录

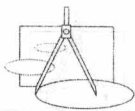
第 1 章 数控机床基础	1
1.1 数控机床的功能、组成及分类	2
1.1.1 数控机床概述	2
1.1.2 相关知识	2
1.2 数控机床及其诊断技术的发展	10
1.2.1 发展概述	10
1.2.2 相关知识	10
1.3 本章精华回顾	14
第 2 章 数控机床故障诊断及维修基础	16
2.1 数控机床故障维修的意义及特点	17
2.1.1 故障维修概述	17
2.1.2 相关知识	17
2.2 数控机床的故障规律及技术指标	18
2.2.1 规律及技术指标概述	18
2.2.2 相关知识	18
2.3 数控机床故障的特点及分类	20
2.3.1 故障分类概述	20
2.3.2 相关知识	21
2.4 数控机床故障诊断与维修方法	23
2.4.1 诊断与维修方法概述	23
2.4.2 相关知识	24
2.5 本章精华回顾	51
第 3 章 数控机床的故障预防	52
3.1 数控机床的选用	53
3.1.1 选用概述	53
3.1.2 相关知识	53
3.2 数控机床的安装	55
3.2.1 安装概述	55
3.2.2 相关知识	55
3.3 数控机床的调试	61



3.3.1	调试概述	61
3.3.2	相关知识	61
3.4	数控机床的验收	64
3.4.1	验收概述	64
3.4.2	相关知识	65
3.5	数控机床的管理与维护	74
3.5.1	管理与维护概述	74
3.5.2	相关知识	74
3.6	本章精华回顾	80
第4章	数控系统的故障诊断及维修	81
4.1	典型数控系统的介绍	82
4.1.1	数控系统概述	82
4.1.2	相关知识	82
4.2	FANUC 数控系统故障诊断及维修	88
4.2.1	FANUC 系统故障概述	88
4.2.2	相关知识	88
4.3	SIEMENS 数控系统故障诊断及维修	117
4.3.1	SIEMENS 系统故障概述	117
4.3.2	相关知识	117
4.4	本章精华回顾	141
第5章	数控机床伺服系统故障诊断及维修	143
5.1	伺服系统	144
5.1.1	伺服系统概述	144
5.1.2	相关知识	144
5.2	主轴伺服系统故障诊断及维修	146
5.2.1	主轴伺服系统概述	146
5.2.2	相关知识	147
5.3	进给伺服系统故障诊断及维修	168
5.3.1	进给伺服系统概述	168
5.3.2	相关知识	168
5.4	位置检测装置故障诊断及维修	179
5.4.1	位置检测装置概述	179
5.4.2	相关知识	179
5.5	本章精华回顾	189



第 6 章 数控机床 PLC 故障诊断及维修	191
6.1 数控机床 PLC 的功能	192
6.1.1 功能概述	192
6.1.2 相关知识	192
6.2 数控机床 PLC 的组成	193
6.2.1 组成概述	193
6.2.2 相关知识	194
6.3 数控机床 PLC 的分类	196
6.3.1 分类概述	196
6.3.2 相关知识	196
6.4 数控机床 PLC 的工作过程	198
6.4.1 工作过程概述	198
6.4.2 相关知识	198
6.5 数控机床 PLC 的故障诊断	199
6.5.1 诊断概述	199
6.5.2 相关知识	200
6.6 数控机床 PLC 故障诊断及维修实训	212
6.7 本章精华回顾	220
第 7 章 数控机床机械部件故障诊断及维修	221
7.1 数控机床机械结构概述	222
7.1.1 机械结构概述	222
7.1.2 相关知识	222
7.2 机械故障诊断概述	223
7.2.1 机械故障概述	223
7.2.2 相关知识	223
7.3 主轴部件故障诊断及维修	231
7.3.1 主轴故障概述	231
7.3.2 相关知识	232
7.4 滚珠丝杠螺母副故障诊断及维修	245
7.4.1 滚珠丝杠螺母副概述	245
7.4.2 相关知识	245
7.5 导轨副机械结构故障诊断及维修	252
7.5.1 导轨副结构概述	252
7.5.2 相关知识	252
7.6 自动换刀装置故障诊断及维修	260
7.6.1 自动换刀装置概述	260
7.6.2 相关知识	260

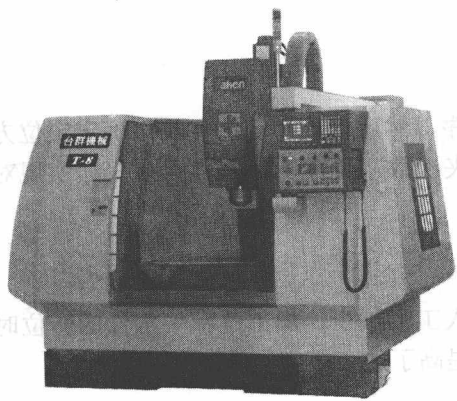


7.7 液压传动系统故障诊断及维修	281
7.7.1 液压传动系统概述	281
7.7.2 相关知识	282
7.8 气压传动系统故障诊断及维修	289
7.8.1 气压传动系统概述	289
7.8.2 相关知识	289
7.9 本章精华回顾	294

第1章 数控机床基础

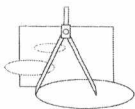
普通机床已有近两百年的历史，随着社会生产和科学技术的发展，机械产品日趋精密复杂且频繁改型，特别是在航空、航天、造船、军事和汽车等领域所需的零件，具有精度要求高、形状复杂等特点，普通机床已不能适应这些要求。为了满足上述要求，新型数控机床应运而生。数控机床是电子技术、计算机技术及自动化、精密仪器与测量等技术的综合产物。数控机床是现代化制造技术的核心设备，其先进程度和拥有数量代表了一个国家制造工业的现代化水平。

最早进行数控机床研制的国家是美国，1948年，美国 Parsons 公司开始探讨用三坐标曲线数据来控制机床的运动，进行飞机零件的加工。1949年与美国麻省理工学院开始制造第一台数控机床，并于1952年成功研制出世界上第一台三轴联动数控机床。经过3年的试用、改进与提高，1955年，数控机床开始用于工业生产。



本章要点

- 数控机床的功能、组成及分类
- 数控机床及其诊断技术的发展



1.1 数控机床的功能、组成及分类



数控机床概述

1.1.1

数控机床是一种利用信息处理技术进行自动加工控制和金属切削的机床，是数控技术运用的典范，本节将简要介绍数控机床的功能、组成及分类。



相关知识

1.1.2

1.1.2.1 数控机床的功能

数控机床与普通机床加工零件的区别在于数控机床是按照程序自动加工零件的，而普通机床主要由人工手动操作来加工零件。在数控机床上加工零件只要改变控制机床动作的程序，即可达到加工不同零件的目的。因此，数控机床特别适合用于加工批量小、精度高、形状复杂的零件。下面介绍数控机床的特点。

1. 简化加工过程

传统加工需要认真编制工艺规程，严格划分工序，然后设计和制造夹具，确定定位方案。而使用数控加工可以集中工序，减少零件的装夹次数，通过 NC 程序可以轻松实现对复杂三维零件的加工，大大简化了加工过程。

2. 加工效率高

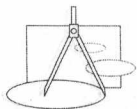
数控加工在数控程序引导下有序进行，受到的人工干预少，加工过程中工件的转位时间及换刀时间短，还可以实现多刀并行加工，大大提高了加工效率。

3. 加工精度高

数控加工在程序控制下有序进行，具有较小的加工误差。另外，现在数控机床还采用了闭环控制，可以对出现的误差进行补偿，大大提高了加工精度。

4. 加工重复性好

数控加工中编制好的程序可以在加工中重复使用，还可以对已有的程序进行适当的修改和完善，以适应相似的加工对象，特别是随着 CAD/CAM 技术的不断发展和进步，复杂数控程序的编制变得越来越简单，这为高效地加工出高精度的复杂零件创造了良好的条件。



1.1.2.2 数控机床的组成

数控机床的种类繁多,但从组成一台完整的数控机床来讲,主要由控制介质、数控系统、伺服系统、反馈系统、机床本体以及辅助装置组成,如图 1-1 所示。

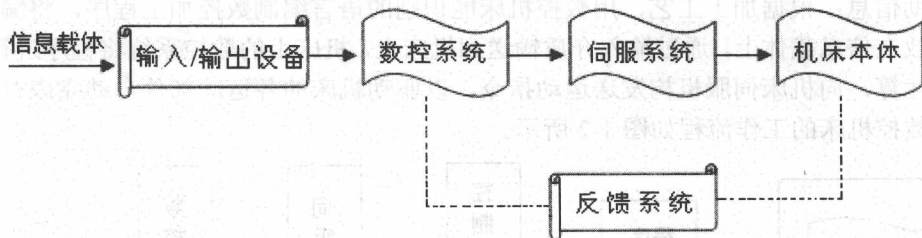


图 1-1 数控机床及加工中心的组成

1. 输入/输出设备

输入/输出设备是数控机床与外部设备的接口,存储介质的加工信息通过输入设备输送到机床的数控系统,机床内存中的加工程序也可以通过输出设备传送到存储介质上。

2. 数控系统

数控系统是数控机床的核心部分,主要是对输入的加工程序进行数字运算和逻辑运算,然后向伺服系统发出控制信号,使设备按规定的动作执行。

3. 伺服系统

伺服系统是数控系统与机床本体之间的电传动联系环节,主要由伺服电动机、驱动控制系统及位置检测系统组成。其作用是把数控系统发出的脉冲信号转换成机床移动部件的运动,使机床的工作台按规定移动,精确定位,加工出符合图纸要求的工件。整个机床的性能主要取决于伺服系统。常用的伺服电机有直流伺服电机、交流伺服电机和电液伺服电机等。

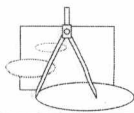
4. 反馈系统

反馈系统主要是对机床的运动速度、方向、位移以及加工状态进行检测并将结果转化为电信号反馈给数控系统,数控系统根据反馈回来的信息调整机床的运动,实现误差补偿。

5. 机床本体

机床本体主要用于完成各种切削加工的机械部分,主要包括主运动部件、进给运动部件(如工作台、刀架)和支撑部件(如床身、立柱等)。有些数控机床还配备特殊部件,如刀库和自动换刀装置等。

除上述 5 个主要部分外,数控机床还有一些辅助装置和附属设备,如电气、液压、气动系统与冷却、排屑和润滑等。



1.1.2.3 数控机床的工作流程

数控机床在加工零件时应根据加工零件的图纸确定有关加工数据,如刀具轨迹坐标点、进给速度、主轴转速和刀具尺寸等;根据工艺方案、夹具选用和刀具类型选择等确定其他有关辅助信息;根据加工工艺,用数控机床能识别的语言编制数控加工程序,将编写好的程序存放在信息载体上,通过输入介质输送到机床上,机床上的数控系统将程序进行译码、寄存和运算,向机床伺服机构发送运动指令,以驱动机床的各运动部件自动完成对工件的加工。数控机床的工作流程如图 1-2 所示。

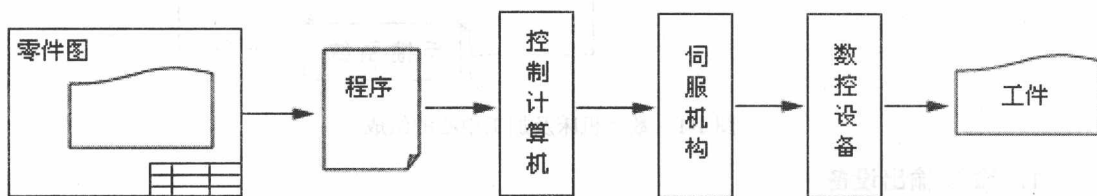


图 1-2 数控机床的工作流程

1.1.2.4 数控机床的分类

数控机床的种类繁多,功能各异,各行业都可从不同角度进行分类,为了便于了解和研究,一般按以下几种方法进行分类。

1. 按工艺用途分类

(1) 一般数控机床

一般数控机床是在普通通用机床的基础上发展起来的,这种类型的数控机床工艺用途与普通机床相似,不同的是它适合加工单件、小批量和复杂形状的零件,生产效率和自动化程度比普通机床高,主要有数控铣床、数控车床、数控磨床和数控钻床等,如图 1-3~图 1-6 所示。

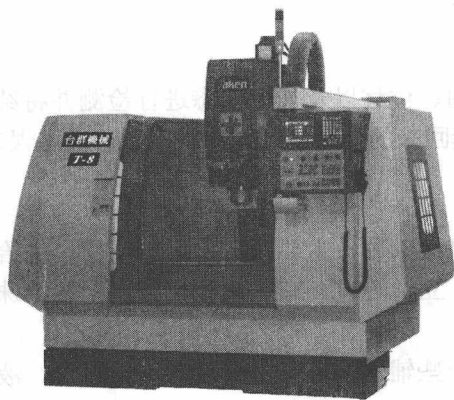


图 1-3 数控铣床



图 1-4 数控车床

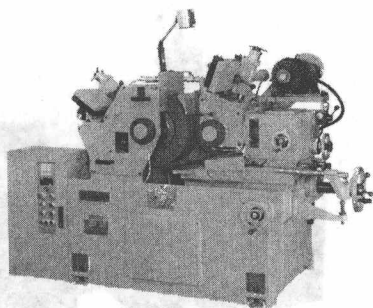
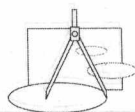


图 1-5 数控磨床

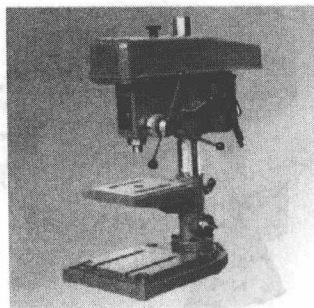


图 1-6 数控钻床

(2) 加工中心

数控加工中心机床简称加工中心 (Machining Centre, MC)，它和数控铣床的主要区别在于刀具库和自动刀具交换装置 (Automatic Tools Changer, ATC)，加工中心是一种备有刀库并能通过程序或手动控制自动更换刀具对工件进行多工序加工的数控机床。最常用的数控加工中心有数控镗铣加工中心和数控车削加工中心，如图 1-7 所示。

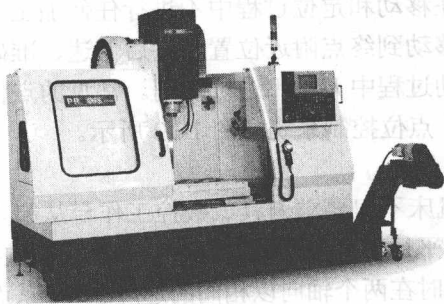


图 1-7 立式加工中心

(3) 特种数控机床

特种数控机床是配置有专用的计算机数控系统并自动进行特种加工的机床。特种加工主要是指加工手段特殊、工件的加工部位特殊、加工的工艺性能要求特殊等。例如，数控线切割机床、数控电火花机床、数控冲床和数控激光切割机等都属于特种数控机床，如图 1-8~图 1-11 所示。

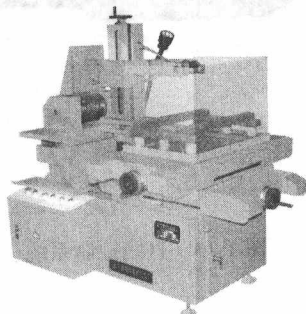


图 1-8 数控线切割机床

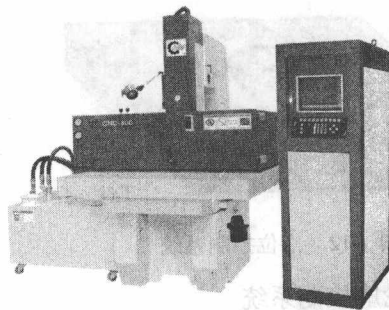


图 1-9 数控电火花机床

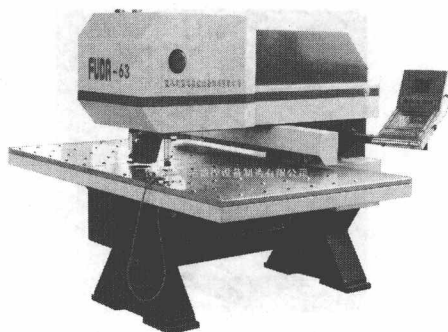
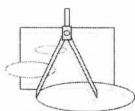


图 1-10 数控冲床

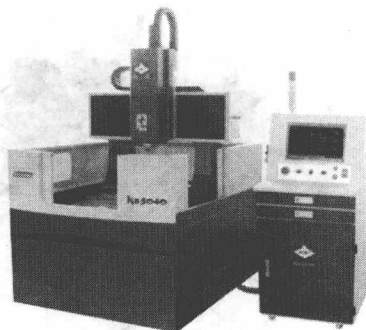


图 1-11 数控激光切割机

2. 按运动方式分类

(1) 点位控制系统

点位控制系统数控机床的数控装置只能控制刀具从一点到另一点的位置，而不控制移动的轨迹，因为点位控制系统的数控机床只要求获得准确的加工坐标点的位置，而对移动轨迹没有严格要求，并且在移动和定位过程中不进行任何加工。为了减少移动部件的运动与定位时间，一般先快速移动到终点附近位置，然后低速、准确移动到终点定位位置，以保证良好的定位精度。移动过程中刀具不进行切削。常见的点位数控机床有数控钻床、数控坐标镗床和数控冲床等。点位控制系统如图 1-12 所示。

(2) 直线控制系统

直线控制系统的数控机床不但要求刀具或数控工作台从起点坐标运动到终点坐标，而且要求它们以给定的速度沿平行于某坐标轴方向运动的过程中进行切削加工。该类系统也可以控制刀具或数控工作台同时在两个轴向以相同的速度运动，从而形成沿某坐标轴成 45° 的斜线进行加工的情况。常见的直线数控机床有数控车床、数控镗铣床、数控磨床和数控加工中心等。直线控制系统如图 1-13 所示。

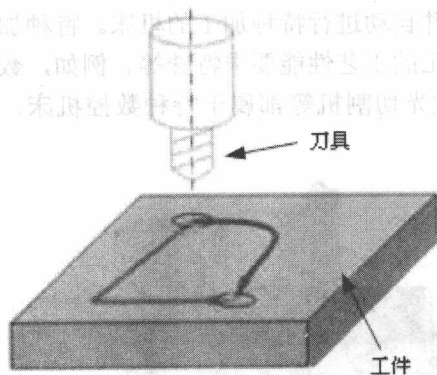


图 1-12 点位控制系统

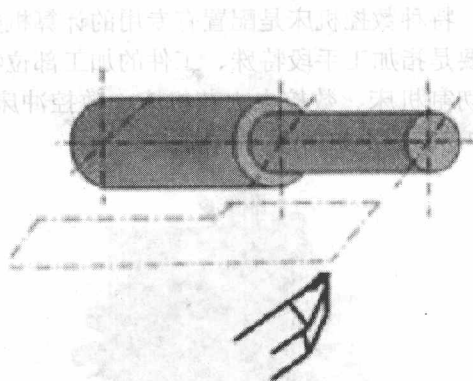


图 1-13 直线控制系统

(3) 轮廓控制系统

轮廓控制系统的数控机床能够对两个或两个以上的坐标轴同时进行控制，它不仅能够