

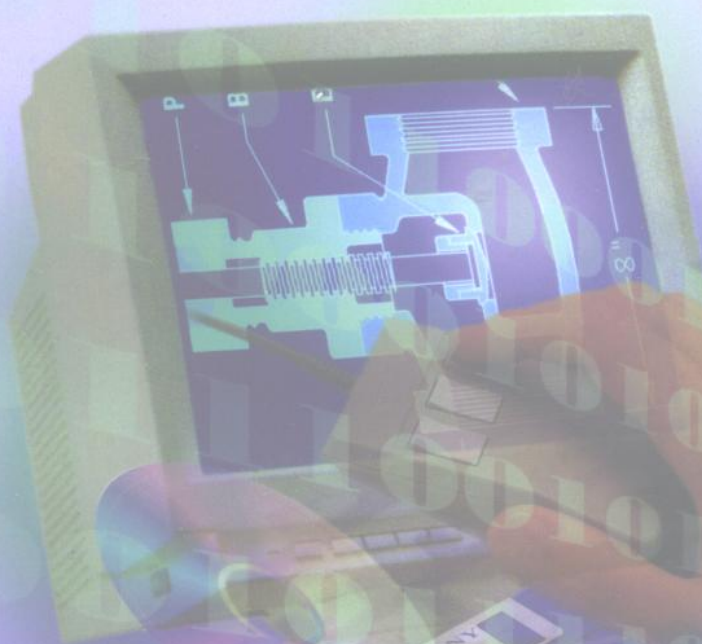


中等专业学校
电子信息类 规划教材

中专电子机械

数控机床加工与编程

主编 卢小平



电子科技大学出版社



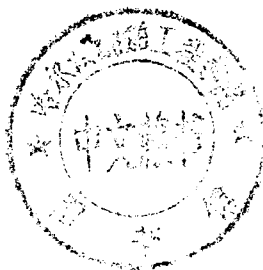
TG659
L87

441735

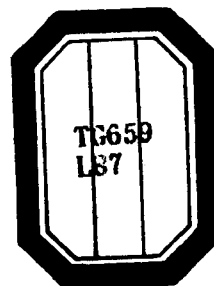
中等专业学校
电子信息类 规划教材

数控机床加工与编程

主编 卢小平



00441735



电子科技大学出版社

0184/34
内 容 简 介

本书比较系统地讲述了数控机床加工与编程所涉及的基本概念、原理、方法以及应用实例等,其主要内容包括三个方面:一是数控机床的机械结构,二是数控机床的控制系统,三是数控机床的编程。

全书共分八章。第一章为数控机床的概述,主要介绍数控机床的组成、基本原理、特点、分类以及发展趋势等;第二章为数控机床的主体结构,叙述数控机床的床身结构、主轴部件以及进给机构等;第三章为数控机床的刀具及附加装置,叙述数控机床的刀具、自动换刀装置以及工作台等;第四章为计算机数控装置,叙述计算机数控装置的系统组成、硬件结构以及软件结构等;第五章为数控机床的伺服系统,叙述数控机床的开环伺服驱动系统、位置检测装置以及闭环伺服驱动系统等;第六章为数控机床编程基础,叙述数控机床编程涉及的基本概念、常用功能字、加工工艺分析以及数值计算等;第七章为数控机床编程方法,叙述数控加工基本的编程方法以及自动编程等;第八章为数控机床加工与编程实例,介绍典型数控机床加工与编程的实例。本书的每章还备选有一定量的思考题和习题。

本书是全国电子信息中专电子机械类专业九五规划教材,也可作为中等职业学校学生以及工程技术人员参考书。

中等专业学校 规划教材
电子信息类

数控机床加工与编程

主编 卢小平

出 版:电子科技大学出版社(成都建设北路二段四号,邮编:610054)

责任编辑:李雪梅

发 行:电子科技大学出版社

印 刷:四川建筑印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张 15.375 字数 390千字

版 次:1999年5月第一版

印 次:1999年5月第一次印刷

书 号:ISBN 7-81065-144-7/TN·10

印 数:1—4000册

定 价:19.00元

出版说明

为做好全国电子信息类专业“九五”教材的规划和出版工作,根据国家教委《关于“九五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》和《普通高等教育“九五”国家级重点教材立项、管理办法》,我们组织各有关高等学校、中等专业、出版社,各专业教学指导委员会,在总结前四轮规划教材编审、出版工作的基础上,根据当代电子信息科学技术的发展和面向 21 世纪教学内容和课程体系改革的要求,编制了《1996~2000 年全国电子信息类专业教材编审出版规划》。

本轮规划教材是由个人申报,经各学校、出版社推荐,由各专业教学指导委员会评选,并由我部教材办协商各专指委、出版社后,审核确定的。本轮规划教材的编制,注意了将教学改革力度较大、有创新精神、特色风格的教材和质量较高、教学适用性较好、需要修订的教材以及教学急需,尚无正式教材的选题优先列入规划。在重点规划本科、专科和中专教材的同时,选择了一批对学科发展具有重要意义,反映学科前沿的选修课、研究生课教材列入规划,以适用高层次专门人才培养的需要。

限于我们的水平和经验,这批教材的编审、出版工作还可能存在不少缺点和不足,希望使用教材的学校、教师、同学和广大读者积极提出批评和建议,以不断提高教材的编写、出版质量,共同为电子信息类专业教材建设服务。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材系按照电子工业部的《1996~2000 年全国电子信息类专业教材编审出版规划》，由中专电子机械专业教学指导委员会编审、推荐出版。本教材由北京无线电工业学校卢小平担任主编，天津无线电机械学校王书增担任主审，责任编委杨光顺。

本教材的参考学时数为 70 学时，其主要内容包括，数控机床的机械结构、数控机床的控制系统和数控机床的编程三个方面。全书共分八章。第一章数控机床概述，介绍数控机床的组成、基本原理、特点、分类以及发展趋势等；第二章数控机床的主体结构，讲述数控机床的床身结构、主轴部件以及进给机构等；第三章数控机床的刀具及附加装置，讲述数控机床的刀具、自动换刀装置以及工作台等；第四章计算机数控装置，讲述计算机数控装置的系统组成、硬件结构以及软件结构等；第五章数控机床的伺服系统，讲述数控机床的开环伺服驱动系统、位置检测装置以及闭环伺服驱动系统；第六章数控机床编程基础，讲述数控机床编程涉及的基本概念、常用功能字、加工工艺分析以及数值计算等；第七章数控机床编程方法，叙述数控加工基本的编程方法以及自动编程等；第八章数控机床加工与编程实例，介绍典型数控机床加工与编程的实例。

本教材由北京无线电工业学校卢小平编写第一、四、五、六章，淮阴电子工业学校盛定高编写第二、三章，无锡无线电工业学校黄康美编写第七、八章。北京无线电工业学校机电技术教学科的许多同志也给予了大力支持，在此表示诚挚的感谢。由于编者水平有限，书中难免还存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编者
1998 年 8 月

目 录

第一章 数控机床概述	(1)
第一节 数控机床的产生及特点	(1)
一、数控机床的产生	(1)
二、数控机床的特点	(1)
第二节 数控机床的组成与基本原理	(2)
一、数控机床的组成	(2)
二、数控机床的基本工作原理	(4)
第三节 数控机床的分类	(4)
一、按照工艺用途分类	(4)
二、按照运动方式分类	(6)
三、按照控制方式分类	(7)
第四节 数控机床的发展趋势	(8)
习题一	(9)
第二章 数控机床主体结构	(10)
第一节 概述	(10)
第二节 数控机床的床身	(10)
一、刚度方面	(11)
二、抗振性方面	(12)
三、抗热变形方面	(13)
四、内应力方面	(13)
五、其它方面	(14)
第三节 数控机床的主轴部件	(14)
一、主传动及变速	(14)
二、数控机床的主轴部件	(19)
第四节 数控机床的进给机构	(23)
一、进给机构的性能要求	(23)
二、滚珠丝杠螺母副	(24)
三、导轨	(32)
习题二	(35)
第三章 数控机床的刀具及附加装置	(36)
第一节 数控机床的刀具	(36)
一、概述	(36)
二、数控机床刀具种类及特点	(37)

三、数控机床刀具的选择	(47)
第二节 数控机床自动换刀装置	(49)
一、主轴准停	(49)
二、自动换刀形式	(51)
三、刀库形式	(62)
第三节 数控机床工作台	(65)
一、分度工作台	(66)
二、回转工作台	(69)
三、交换工作台	(71)
习题三	(73)
第四章 计算机数控系统	(74)
第一节 计算机数控系统概述	(74)
第二节 CNC 系统的硬件结构	(75)
一、CNC 系统的计算机	(76)
二、CNC 系统的 I/O 接口	(81)
三、可编程序控制器	(90)
第三节 CNC 系统的软件结构	(94)
一、CNC 系统软件的功能及结构要求	(94)
二、前后台型软件结构	(95)
三、中断型软件结构	(97)
第四节 软件插补	(99)
一、逐点比较法的基本原理	(100)
二、逐点比较法的直线插补运算	(101)
三、逐点比较法的圆弧插补运算	(104)
习题四	(110)
第五章 数控机床的伺服系统	(111)
第一节 伺服系统概述	(111)
一、伺服系统的概念	(111)
二、伺服系统的发展过程	(111)
三、数控机床对伺服系统的要求	(111)
第二节 开环伺服系统	(112)
一、步进电机	(112)
二、步进电机开环伺服系统	(116)
第三节 位置检测装置	(123)
一、感应同步器	(123)
二、光电编码器	(127)
三、光栅	(129)
四、磁尺	(132)
第四节 闭环伺服驱动系统	(134)
一、直流伺服电机驱动系统	(134)

二、交流伺服电机驱动系统	(137)
习题五	(140)
第六章 数控机床编程基础	(142)
第一节 数控机床编程概述	(142)
一、编程内容与方法	(142)
二、穿孔带代码	(143)
三、数控机床的坐标系	(146)
四、设定单位	(148)
五、程序的构成	(148)
第二节 常用功能字	(150)
一、准备功能字 G	(151)
二、辅助功能字 M	(156)
三、其它功能字	(157)
第三节 数控机床加工工艺分析	(158)
一、加工工序安排	(159)
二、确定对刀点和换刀点	(159)
三、确定加工路线	(160)
四、刀具与切削用量	(163)
五、编程的允许误差	(163)
第四节 数控机床编程的数值计算	(164)
一、数值计算的主要内容	(164)
二、非圆曲线轮廓工件的数值计算	(165)
三、尖角过渡处的计算	(168)
习题六	(169)
第七章 数控机床编程方法	(170)
第一节 直线进给编程	(170)
一、快速定位	(170)
二、直线插补	(171)
三、编程举例	(171)
第二节 圆弧进给编程	(172)
一、程序格式	(172)
二、编程说明	(172)
三、注意事项	(173)
四、编程举例	(173)
第三节 刀具尺寸补偿	(174)
一、刀具半径自动补偿	(174)
二、刀具长度补偿	(177)
第四节 子程序	(179)
一、子程序的格式	(179)
二、子程序的调用	(180)

三、子程序的特殊使用方法	(180)
四、编程举例	(180)
第五节 固定循环	(181)
一、孔加工固定循环的动作及作用平面	(182)
二、孔加工固定循环的指令格式	(183)
三、孔加工固定指令说明	(184)
四、编程说明	(188)
五、编程举例	(188)
第六节 自动编程简介	(189)
一、概述	(189)
二、APT 自动编程系统简介	(190)
三、MASTER CAM 软件自动编程	(203)
习题七	(205)
第八章 数控机床加工与编程之实例	(207)
第一节 数控车床的加工与编程	(207)
一、MJ-50 型数控车床简介	(207)
二、数控车床的编程方法	(209)
三、数控车床编程实例	(216)
第二节 数控铣床的加工与编程	(217)
一、XK5040A 型数控铣床简介	(218)
二、数控铣床的编程方法	(220)
三、数控铣床编程实例	(223)
第三节 加工中心的加工与编程	(224)
一、加工中心概述	(224)
二、JCS-018 型立式加工中心简介	(225)
三、加工中心编程方法	(228)
四、加工中心编程实例	(230)
习题八	(232)
主要参考文献	(236)

第一章 数控机床概述

第一节 数控机床的产生及特点

一、数控机床的产生

传统的工业自动化设备主要是自动机床、组合机床和专用自动生产线，这些“刚性”的自动化设备，非常适合在大批量生产中使用。但是，机械制造工业中并不是所有的产品零件都具有很大的批量，单件和小批量（10~100）的零件往往占机械加工零件总量的一半以上，尤其在市场竞争与科技进步日新月异的形势下，批量小、改型快、结构复杂的产品所占的比重越来越大。数控机床正是在这种背景下诞生与发展起来的。

数控机床即数值控制（Numerical Control，简称 NC）机床，它是一种灵活、通用、能够适应产品频繁变化的柔性自动化机床。数控机床将加工过程中所需的各种操作，比如主轴变速、松夹工件、进刀退刀、开车停车、选择刀具、供给冷却液等，以及刀具与工件之间的相对位移量，都是通过数字化的代码编制的控制程序，经过计算机的运行处理，发出各种指令来控制机床的伺服系统和其它执行元件，使机床自动完成加工工作。数控机床与其它自动机床的显著区别在于，当加工对象改变时，只要改变相应的加工程序即可，而不必对机床做其它的改变，这正是数控机床的“柔性”优于其它“刚性”自动化设备之所在。

首台数控机床是 1952 年由美国的 PARSON 公司与麻省理工学院伺服机构实验室共同研制的一台三坐标数控铣床，取名叫做“Numerical Control”。从此以后，众多厂家都开始了数控机床的研制开发工作。1959 年美国的 Keaney&Treckre 公司开发出了具有刀库、刀具交换装置、回转工作台、可以在一次装夹中对工件的多个面进行钻孔、镗孔、攻螺纹、镗削、平面铣削、轮廓铣削等多种加工的数控机床。由于它将钻、铣等多种机床加工的功能集于一身，不仅减少了工件的搬运、装夹、换刀等辅助工作时间，提高了生产效率，而且也使加工精度大为提高。这样又产生了数控机床的一个新种类——加工中心（Machining Center）。

早期的数控机床属硬件数控（NC），70 年代电子计算机被引入 NC 中，出现了计算机数控（Computer Numerical Control，简称 CNC），现在 CNC 已经全面替代了 NC。

二、数控机床的特点

数控加工与普通加工的本质区别在于数控加工是使用程序来控制机床实现自动加工的。因此，数控机床具有以下显著特点：

（一）更大的生产柔性

与传统的加工机床不同，当数控机床的加工零件改变时，只需要改变相应的加工程序，即更换一条新的穿孔纸带或者手动输入新的程序，就可以实现对新零件的加工，而不需要制造或更换许多工具、模具和夹具，以及重新调整机床等。因此，数控机床可以很迅速地加工

一种零件转变为加工另一种零件，这就为单件和中小批量的机械加工提供了极大的方便，缩短了生产准备周期，节省了工艺装备费用，表现出更大的生产柔性。

（二）更高的加工精度

数控机床采用计算机数控装置（CNC 装置），将数字化的加工信息，通过计算机的运行处理，来实现加工过程的自动控制，而且，数控机床使用的执行机构及检测装置具有很高的灵敏度和分辨率，所以，数控机床具有很高的控制精度；数控机床的床身结构具有很高的刚度和热稳定性，数控机床的进给系统采用了间隙消除措施，并可通过计算机实现自动补偿，因而，数控机床可以获得很高的制造精度；数控机床的自动加工方式避免了生产者的人为操作误差，同一批加工零件的尺寸一致性好，产品合格率高，加工质量非常稳定；数控机床在零件的装夹、切削条件以及有效冷却等方面具有更好的改善措施，因而，零件的加工表面可以获得更高的精度和表面质量。

（三）更高的生产效率

零件加工所需要的工作时间，包括切削工作时间和辅助工作时间。数控机床能够有效地减少这两部分的时间，所以，可获得更高的生产效率。数控机床由于具有良好的结构刚性和热稳定性，因而可以采用较大切削量的强力切削方式，节省了切削工作时间；数控机床的主轴运动及进给运动往往采用高速运动方式，既提高了加工精度，也减少了切削加工时间；数控机床移动部件的快速移动和定位都采用了加速与减速措施，因而可以选用很高的空行程运动速度，用在快进、快退和定位的时间可得到有效的缩短；数控机床在更换加工零件时，几乎不需要重新调整机床，而零件又都安装在简单的定位夹紧装置中，用于停机进行零件安装和调整的时间可以节省不少；数控机床的加工精度比较稳定，同一批零件加工时一般无需停机检验，因此，数控机床的利用系数很高；在使用带有刀库和自动换刀装置的数控加工中心机床时，由于在一台机床上实现了多道工序的连续加工，减少了半成品的周转时间，生产效率的提高就尤为明显了。

（四）更低的劳动强度

与普通机床相比，数控机床由于采用事先编制好的程序，由计算机控制完成工件的自动加工，所以，操作者不需要进行繁重的重复性手工操作，劳动强度与紧张程度得以减轻，劳动条件得到显著改善。

（五）更高的经济效益

数控机床加工技术是现代工业自动化的基础技术。采用数控机床可以提高产品质量，降低材料及其它资源损耗；可以提高生产效率，降低生产成本；可以通过有效的库存控制，提高生产流程的管理效率；更为重要的是，由于数控机床所表现的生产柔性，可以极大地缩短产品开发生产的周期，降低生产设备投资的费用。所以，虽然数控机床的价格比较昂贵，但是，采用以数控机床为基础的现代制造技术，将从根本上带来更高的经济效益。

第二节 数控机床的组成与基本原理

一、数控机床的组成

数控技术可以应用于各种加工机床，例如数控车床、数控铣床、加工中心、数控冲床、数控电火花、线切割、激光加工机床等等。虽然数控机床的种类繁多，但它们的组成部分基本

相同，主要包括以下几个方面。

（一）机床的主体

数控机床的主体即数控机床的主要机械结构部分，包括数控机床的床身、主轴以及进给机构等。与传统的机床相比，数控机床的外部造型、整体布局、传动系统、刀具系统以及操作机构等方面都已发生了很大的变化，这些变化的目的是为了满足不同数控技术的要求，从而使数控机床的特点得以充分发挥。

（二）控制装置

控制装置是数控机床的中心环节，也叫做计算机数控（CNC）装置。CNC 装置实际上就是一个计算机系统，通过对加工程序的运行处理，发出控制信号，实现对加工过程的自动控制。典型 CNC 装置的构成如图 1-1 所示。

由图可知，CNC 装置包含以下几个部分：

1. 微处理器及其总线

微处理器（CPU）及其总线（BUS）是 CNC 装置的核心。CPU 由运算器和控制器组成，实现数据的算术运算和逻辑运算以及指令的操作控制，CPU 最基本的运算处理就是

插补运算，所谓插补就是求取零件加工路径的坐标数据，用以控制数控机床坐标轴的运动。总线是计算机系统内部各部分之间传递信号的渠道，一般由数据总线、地址总线和控制总线等组成。

2. 输入装置

输入装置是把加工程序输入至计算机的装置，通常可以采用以下三种方式：

（1）纸带输入 纸带输入方式就是在特制的纸带上穿孔，用孔的不同位置的组合，构成不同的数控代码，通过纸带阅读机，把纸带上的代码转换为计算机可以识别和处理的电信号。穿孔纸带上的代码标准有两种，一种为 ISO（国际标准化组织）标准，另一种为 EIA（美国电子工业协会）标准。

（2）手动输入 手动输入方式就是使用数控机床上的键盘输入加工程序。输入方法有两种，一是 MDI（手动数据输入），这种方法适用于比较短的程序，只能使用一次，机床动作后程序就消失；二是在控制装置的 EDIT（编辑）状态下输入加工程序，存放在控制装置的内存中，用这种方法可以对程序进行修改，并且可以重复使用。

（3）直接输入存储器 直接输入方式是采用 CNC 装置的串行通信接口等，通过对有关参数的设定，直接读入由自动编程机或者其它计算机编制的程序。

3. 存储器

存储器是用来存放 CNC 装置的数据、参数及程序的。存储器一般由存放系统程序的只读存储器 ROM、存放运算的中间结果的随机存储器 RAM 以及存放加工零件程序、数据和参数

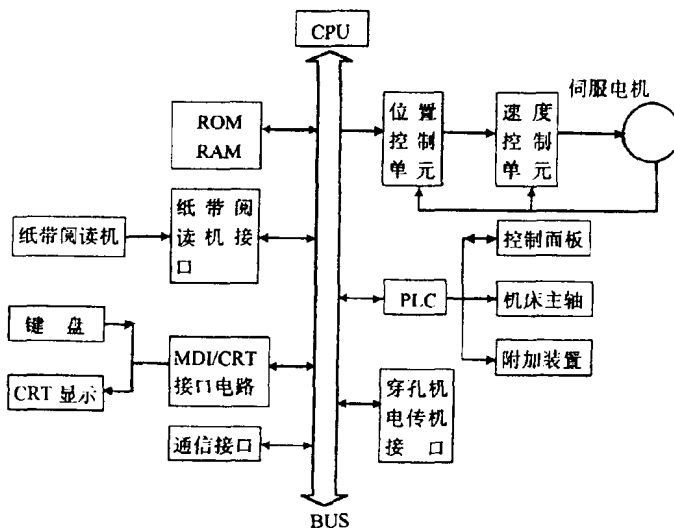


图 1-1 CNC 装置的构成

的 RAM 等组成。

4. 位置控制单元

位置控制单元是把插补运算求取的坐标给定值与位置检测装置测得的实际值进行比较,然后将结果送入速度控制单元,对进给机构的运动进行控制。

5. 可编程序控制器

可编程序控制器 (PLC) 是用来替代传统的机床强电控制线路,实现对数控机床的切削液供给、停止、刀具的自动交换、工作台的自动交换等的自动控制功能。

6. 通信接口

现代数控机床往往都带有标准数据通信接口,以便与编程机及上级计算机联接,实现通信功能。随着柔性制造系统 FMS、计算机集成制造系统 CIMS 的发展,CNC 装置的通信功能将发挥更加重要的作用。CNC 与上级计算机等的网络通信功能主要是通过串行数据通信接口来实现的。

(三) 伺服系统

伺服系统接收来自 CNC 装置的指令信息,严格按照指令信息的要求,拖动机床的移动部件,完成零件的加工。伺服系统直接决定了刀具与零件的相对位置,因而伺服系统的性能是决定数控机床的加工精度的主要因素。伺服系统主要由伺服控制电路、功率放大电路、检测装置以及伺服电动机等部分组成。

(四) 附加装置

为了进一步提高生产率、提高加工精度和提高自动化程度,数控机床还具有许多附加装置,例如自动换刀装置、自动交换工作台及切屑处理装置等等。

二、数控机床的基本工作原理

在数控机床上加工一个零件,一般包含以下几个步骤:

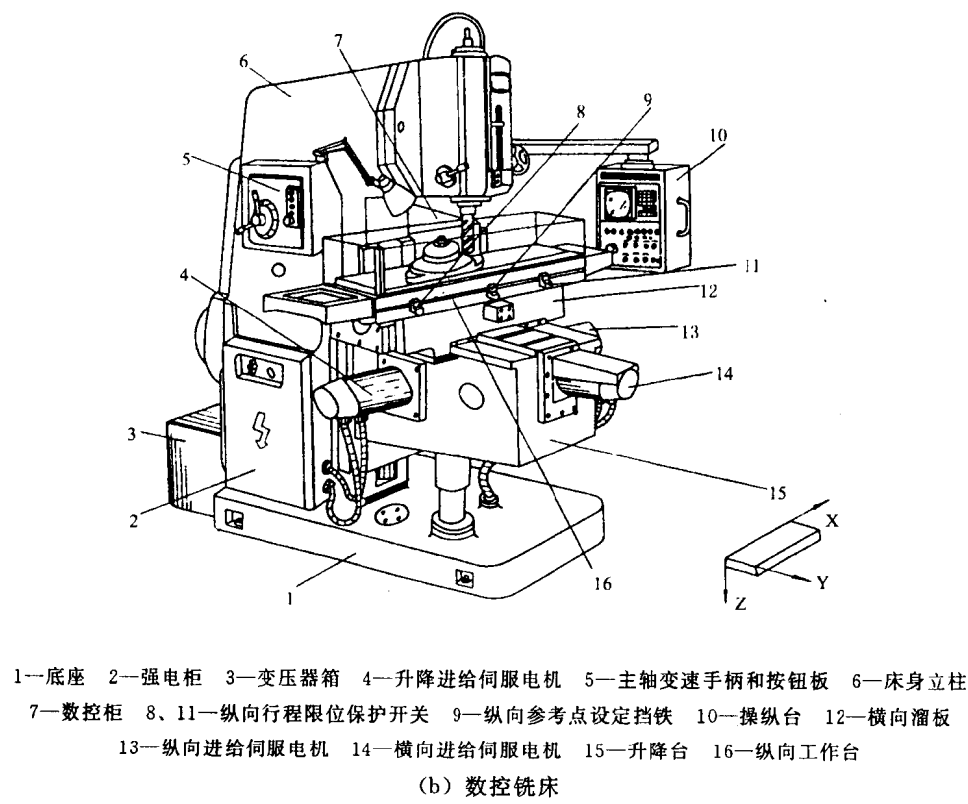
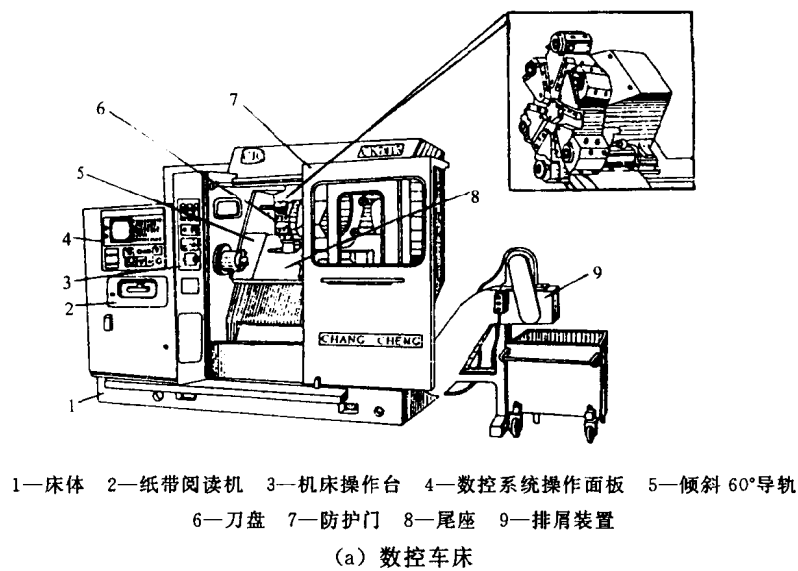
1. 根据加工零件的图纸和工艺方案,用规定的代码和程序格式来编写加工程序;
 2. 将加工程序制作成穿孔带;
 3. 通过纸带阅读机将穿孔带上的程序输入 CNC 装置。也可以采用手动输入方式将程序输入 CNC 装置;
 4. CNC 装置对程序代码进行译码、寄存和运算,然后为伺服系统提供控制信号,实现对刀具与零件相对运动的控制;
 5. 与此同时,CNC 装置提供的信号,还可以实现对机床其它各运动部件的控制与操作,包括主轴变速、工件松夹、刀具转位以及开关冷却液等。
- 通过以上步骤,数控机床最终便可以加工出合格的零件了。

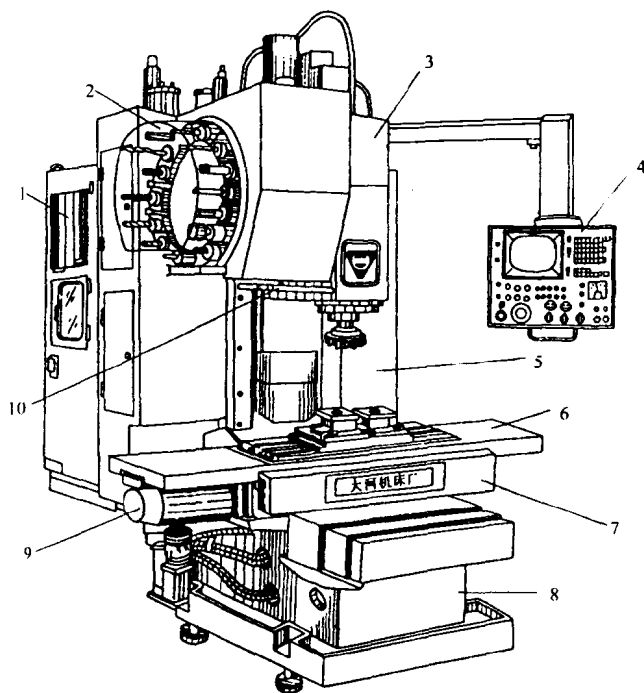
第三节 数控机床的分类

一、按照工艺用途分类

数控机床发展至今,几乎所有的机床种类都向着数控化的方向发展。例如,在机械加工机床方面有数控车床、数控铣床、数控钻床、数控磨床等;在塑性加工机床方面有数控冲床、弯管机等;在特种加工机床方面有电火花、线切割、激光加工机床等。此外,在非加工设备

中也大量采用了数控技术，如装配机、多坐标测量机、工业机器人等。数控机床中还有一种非常重要的类型——加工中心，它突破了传统机床只能进行一种工艺加工的概念，带有刀库、自动换刀装置及回转工作台，零件在一次装夹后，便可进行铣、镗、钻、扩、铰、攻螺纹等多工序加工。这不仅提高了加工生产率和自动化程度，而且，还避免了多次安装造成的定位误差，提高了零件的加工质量。图 1-2 是几种数控机床的外形图。





1—数控柜 2—刀库 3—主轴箱 4—操纵台 5—驱动电源柜 6—纵向工作台
7—滑座 8—床身 9—X轴进给伺服电机 10—换刀机械手

(c) 加工中心

图 1-2 几种数控机床的外形图

二、按照运动方式分类

(一) 点位控制数控机床

点位控制数控机床只要求准确地确定加工坐标点的位置，而在移动的途中不进行加工，主要应用于数控钻床、数控冲床及数控坐标镗床等。图 1-3 是点位控制的示意图。

(二) 点位直线控制数控机床

点位直线控制数控机床不仅要求准确确定加工坐标点的位置，而且还要求实现平行坐标轴的直线切削加工，并且可以设定直线切削加工的进给速度。由于只能作单坐标切削进给运动，因此它不能加工比较复杂的平面与轮廓。这种机床主要应用于数控铣床、数控镗床及加工中心等。图 1-4 是点位直线控制的示意图。

(三) 轮廓控制数控机床

轮廓控制数控机床能够对两个或两个以上的坐标轴同时进行控制，不仅能够控制机床移动部件的起点与终点坐标，而且能够控制整个加工过程中每一点的速度与位移量，也即控制移动轨迹，将零件加工成一定的轮廓形状。例如在铣床上进行曲线圆弧等切削及复杂曲面切

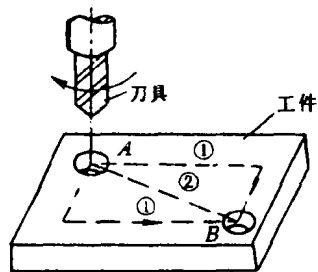


图 1-3 点位控制示意图

削时，就需要这种控制方式。数控铣床、数控车床和数控磨床是典型的轮廓控制数控机床。图 1-5 是轮廓控制的示意图。

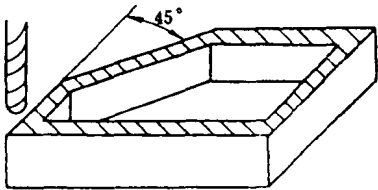
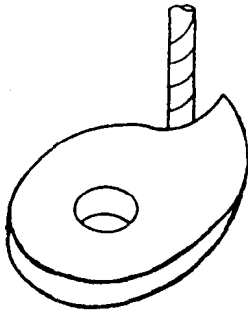


图 1-4 点位直线控制示意图



凸轮

图 1-5 轮廓控制示意图

三、按照控制方式分类

（一）开环控制系统

开环控制系统如图 1-6 所示，它是不带反馈装置的控制系统。开环控制系统的执行机构通常为步进电动机，按照指令脉冲驱动各轴进给。移动部件的速度与位移量由脉冲的频率和数量决定。开环控制系统由于没有反馈回路和检测装置，所以结构简单、成本较低。但是步进电动机的转动精度、减速装置的精度和滚珠丝杠的精度，都对控制系统的精度产生直接影响。

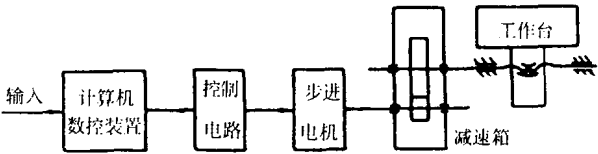


图 1-6 开环控制系统

（二）半闭环控制系统

半闭环控制系统如图 1-7 所示，它是在开环控制系统的丝杠上装有角位移检测装置，通过检测丝杠的转角，间接地检测移动部件的位移量，然后反馈到 CNC 装置中。由于角位移检测装置比直线位移检测装置的结构更为简单，因此，配备精密滚珠丝杠的半闭环控制系统得到广泛采用。

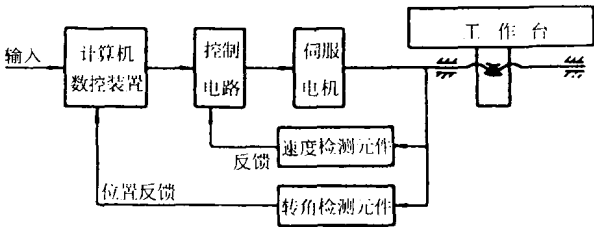


图 1-7 半闭环控制系统

（三）闭环控制系统

闭环控制系统如图 1-8 所示，它是在机床移动部件的位置上直接装有直线位置检测装置，将检测到的位移量反馈到 CNC 装置中。从理论上讲，闭环控制系统的运动精度取决于检测装

置的精度，而与传动链的误差无关，所以，其控制精度比半闭环系统更高。同时，闭环控制系统对机床的结构和传动链等环节也提出了更高的要求。

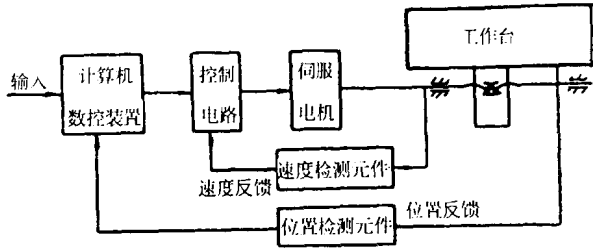


图 1-8 闭环控制系统

第四节 数控机床的发展趋势

一方面，随着微电子技术、计算机技术、自动控制技术、传感器与检测技术以及精密机械加工技术等发展，数控机床在技术上的更新换代周期越来越短；另一方面，随着社会对机械产品的种类、形状、结构及加工质量等多样化需求的增强，数控机床在应用上的广泛性也得到了空前的发展。

机械制造业中的自动化技术目前已经进入了 FMS（柔性制造系统 Flexible Manufacturing System）和 CIMS（计算机集成制造系统 Computer Integration Manufacturing System）的发展进程，数控机床正是这一进程中的重要角色。现代数控机床正在向着更高的速度、更高的精度、更高的可靠性和更加完善的功能的方向发展。

1. 更高的速度

现代数控机床的 CNC 系统采用 32 位 CPU 或多 CPU 技术、高速存储技术等计算机新技术，使 CNC 系统的运算处理速度大大提高；与高性能的 CNC 系统相配合，现代数控机床采用交流数字伺服系统、高速响应检测系统以及现代控制理论，实现了数控机床的高速进给性能。

2. 更高的精度

现代数控机床由于得益于计算机技术的日新月异，其 CNC 系统性能不断增强，控制精度不断提高；由于采用了高精度、高分辨率的伺服系统，以及充分利用数控系统的补偿功能，保证了数控机床的加工精度的不断提高。

3. 更高的可靠性

现代数控机床的 CNC 系统，采用模块化、通用化和标准化的结构，无论硬件与软件都具有很高的可靠性；数控机床的主轴结构、机床结构及伺服系统等也具有很高的可靠性。

4. 更强的编程能力

现代数控机床利用强大的 CNC 系统功能，将一些自动编程功能植入数控系统中；在一些新型数控系统中，还装入了小型工艺数据库，使数控系统不仅具有在线编程能力，而且，可以在编程过程中，根据加工要求自动选择最佳刀具和切削用量等。

5. 更强的通信能力