

现代数控技术系列

现代数控机床 实用操作技术

王爱玲 王彪 蓝海根 沈兴全 编著

主编 王爱玲 副主编 王彪



国防工业出版社

National Defence Industry Press

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

内 容 简 介

本书共分五章。第一章概述,讲述了数控机床的产生发展、组成与工作原理以及分类、特点;第二章数控机床的性能与功能操作,讲述了数控机床的性能指标、操作面板功能、信息处理与程序编制要求、步骤以及加工工艺特点和工装要求;第三章数控加工基本操作,分别讲述了典型常用的数控车床、数控铣床、加工中心、电火花线切割数控机床的基本操作方法;第四章数控机床的故障排除、维护及保养,讲述了数控机床的常见故障分类与排除方法以及数控机床的日常维护保养要点;第五章数控机床编程操作,从操作的角度讲述了数控机床编程方法和编程实例,并简要介绍了数控机床的硬件接口。

本书深入浅出、详简得当,兼顾数控加工的先进性与实用性,是一本适用面广、实用性强的教材和参考书。本书可作为数控技术专业的大、中专教材,也可作为初、中级工程技术人员数控培训用书,还可作为从事数控机床应用的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代数控机床实用操作技术/王爱玲主编. —北京:国防工业出版社, 2002. 1

(现代数控技术系列)

ISBN 7-118-02646-8

I. 现... II. 王... III. 数控机床 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 064506 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

三河市腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 9 197 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:14.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

《现代数控技术系列》编辑委员会

主 编 王爱玲

副主编 李志勤 白恩远

编 委 (按姓氏笔画排序)

王 彪	王俊元	王爱玲	白恩远
任建平	孙爱国	吴 雁	吴淑琴
沈兴全	张吉堂	赵学良	赵建强
赵美虹	彭彬彬	蓝海根	

序 言

现代数控技术集机械制造技术、计算机技术、成组技术与现代控制技术、传感检测技术、信息处理技术、网络通讯技术、液压气动技术、光机电技术于一体,是现代制造技术的基础,它的发展和运用,开创了制造业的新时代,使世界制造业的格局发生了巨大变化。

数控技术是提高产品质量、提高劳动生产率必不可少的物质手段,它的广泛使用给机械制造业生产方式、产业结构、管理方式带来深刻的变化,它的关联效益和辐射能力更是难以估计;数控技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础,现代的 CAD/CAM、FMS、CIMS 等,都是建立在数控技术之上。数控技术是国际商业贸易的重要构成,发达国家把数控机床视为具有高技术附加值、高利润的重要出口产品,世界贸易额逐年增加。

因此,数控技术是关系到国家战略地位和体现国家综合国力水平的重要基础性产业,其水平高低是衡量一个国家制造业现代化程度的核心标志,实现加工机床及生产过程数控化,是当今制造业的发展方向。专家们曾预言:机械制造的竞争,其实质是数控的竞争。

有鉴于此,发达国家把提高数控技术水平作为提高制造业水平的重要基础,竞相发展本国的数控产业。日本由于数控技术高度发展使其制造业迅速崛起,美国要挽回其失去的地位,欧洲要适应市场竞争的需求,从而以数控技术为主要标志的现代制造技术成了美国、日本和欧洲等工业国家竞争的焦点之一。日本、美国、意大利、西班牙、印度等国,都采用了一些扶植本国数控产业发展的政策措施。中国政府正积极采取各种有效措施大力发展中国的数控产业,把发展数控技术作为振兴机械工业的重中之重。数控技术在制造业的扩展与延伸所产生的辐射作用和波及效果对机械制造业的产业结构、产品结构、专业化分工方式、机械加工方式及管理模式、社会的生产分工、企业的运行机制等正带来深刻的变化,对国民经济的发展起着重要的促进作用。

现代机械加工业逐步向柔性化、集成化、智能化方向发展,需要将不断飞速发展的通用计算机技术及其体系结构、现代自动控制理论及现代的电力电子技术应用于新一代数控机床并突出其“开放式”及“智能化”的特征。

我国从发展数控技术的战略高度结合国民经济发展的特点对数控技术进行创新性研究,重点开发“开放式”、“智能化”的数控车床、数控加工中心及数控电加工机床系列产品。

本系列书籍作者选准了这个题材,1995 年就在本单位机械设计制造及其自动化专业开设了“机床数控技术”和“制造自动化技术”两个专业方向;在继续工程教育方面,作者所在单位作为“兵器工业现代数控技术培训中心”和“全国数控培训网太原分中心”的承办单位,自 1995 年以来,开办了 40 多期现代数控技术普及班、高级班和各种专项班,为 70 多个企事业单位培训了大量现代数控技术方面的工程技术人才。

在新产品研究开发方面,作者应用现代数控技术为企业开发出复杂曲面 CAD/CAM

一体化多种产品。

本系列书籍是在作者多年从事现代数控技术方面的教学、科研、基础理论研究和工作的基础上总结深化撰写成的。本系列书籍系统地分专题详细论述了现代数控技术的有关理论,内容充实,重点突出,同时尽可能地反映数控技术领域内的新成就和新的应用经验;在注重理论系统性的同时,强调如何应用理论分析实际问题,如数控编程实例及故障诊断实例等。在编写结构上,内容深入浅出,图文并茂,条理清楚,便于学用。

相信这套系列书籍能够有益于我国数控技术领域人才的培养,有益于我国数控技术的发展,有益于我国立足世界数控技术之林。

祖群

2001年9月13日于太原

前 言

数控机床是一种完全新型的自动化机床,是典型的机电一体化产品。数控技术集计算机技术、成组技术、自动控制技术、传感检测技术、液压气动技术以及精密机械等高新技术于一体,是现代先进制造技术的基础技术和共性技术。随着科学生产的发展,机械产品的性能、结构及形状不断改进,对零件加工质量和精度的要求越来越高,生产批量越来越小。这些变化都对传统的设备和加工方式提出严峻的挑战,现代数控机床的出现和应用为满足新的生产要求提供了可能,它使机械制造、宇航、船舶、国防和其它领域的生产方式、产品结构、产业结构发生了深刻变化并带来了巨大的效益,因此,数控机床的拥有量和水平高低已成为衡量一个国家工业现代化的重要标志。

数控技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础。随着数控机床的广泛应用,急需培养大批能熟练掌握现代数控机床编程、操作、维修的工程技术人员。为普及与提高数控加工新技术,我们根据多年从事数控加工和数控教学的经验,充分考虑到数控教学的特点,从选材内容到实例分析做了精心的编排,力求做到内容简明扼要、图文并茂、通俗易懂,所采用的实例翔实可靠,并且又具有一定的理论深度。

本书是为高等学校机械类、电子类学生编写的教学用书,同时也可做为数控人才的培训和数控工程技术人员的参考用书。

本书由华北工学院王爱玲教授担任主编,华北工学院王彪副教授担任副主编,第1、5章由沈兴全编写,第2、3、4章由王彪、蓝海根共同编写。本书在编写过程中得到了国防工业出版社的大力支持,华北工学院的段能全、王旭东老师参与了其中部分图形的编辑工作,在此一并表示诚挚感谢!

由于编者水平有限,经验不足,书中错误欠妥之处,希读者批评赐教。

编 者

2001年5月

目 录

第 1 章 数控机床概况	1
1.1 数控机床的产生与发展	1
1.1.1 数控机床的产生	1
1.1.2 数控机床的发展简况	1
1.1.3 我国数控机床发展概况	3
1.1.4 数控机床的发展趋势	3
1.2 数控机床的工作原理及组成	3
1.2.1 数控机床的工作原理	3
1.2.2 数控机床的组成	4
1.3 数控机床的分类	6
1.3.1 按控制系统的特点分类	6
1.3.2 按进给伺服系统的类型分类	8
1.3.3 按工艺用途分类	9
1.3.4 按数控机床的性能分类	10
1.3.5 按所用数控装置的构成方式分类	10
1.4 数控机床的特点和应用范围	11
1.4.1 CNC 机床与普通机床的区别	11
1.4.2 数控机床的特点	11
1.4.3 数控机床的应用范围	12
第 2 章 数控机床的性能与操作	14
2.1 数控机床的性能特点	14
2.1.1 控制功能	14
2.1.2 编程功能	16
2.1.3 输出功能	17
2.2 数控机床的控制面板功能介绍	17
2.2.1 电源控制部分	17
2.2.2 刀架移动控制部分	19
2.2.3 主轴控制部分	19
2.2.4 工作状态控制部分	19
2.2.5 循环控制部分	19
2.2.6 转塔刀架控制部分	20
2.2.7 切削液控制部分	20

2.2.8 程序保护部分·····	20
2.2.9 运屑器控制部分·····	20
2.2.10 超程释放操作·····	21
2.2.11 按钮灯及指示灯·····	21
2.2.12 机床液压卡盘及尾座(选用)控制·····	21
2.2.13 机床导轨润滑系统·····	21
2.3 数控机床的信息处理及程序编制·····	22
2.3.1 信息的输入·····	22
2.3.2 信息的处理·····	22
2.3.3 信息的输出和对机床的控制·····	23
2.3.4 数控机床程序编制·····	24
2.4 数控加工的操作规程·····	25
2.4.1 数控加工的工艺特点与工装操作·····	25
2.4.2 数控机床的一般操作规程·····	26
第3章 典型数控机床的基本操作 ·····	28
3.1 数控车床的操作·····	28
3.1.1 数控车床概述·····	28
3.1.2 数控车床的控制面板·····	29
3.1.3 数控车床的基本操作·····	35
3.1.4 数控车床加工操作的注意事项·····	39
3.2 数控铣床的操作·····	40
3.2.1 数控铣床概述·····	40
3.2.2 数控铣床的控制面板·····	41
3.2.3 数控铣床的基本操作·····	46
3.2.4 数控铣床操作步骤及注意事项·····	50
3.3 数控加工中心的操作·····	51
3.3.1 加工中心概述·····	51
3.3.2 加工中心的控制面板·····	53
3.3.3 加工中心的基本操作·····	57
3.4 电火花线切割机床的操作·····	59
3.4.1 线切割机床概述·····	59
3.4.2 线切割机床的控制面板·····	62
3.4.3 机床主机和数控电源柜的基本操作·····	66
3.4.4 线切割机床操作步骤及注意事项·····	69
3.4.5 线切割机床的常见故障与维护·····	70
第4章 数控机床的故障排除、维护及保养 ·····	72
4.1 数控机床的故障诊断与排除·····	72
4.1.1 数控机床常见故障分类·····	72
4.1.2 故障诊断及常规处理方法·····	74

4.2 数控系统的预防性维护·····	76
4.3 数控机床的日常维护与保养·····	77
第5章 数控机床的编程操作 ·····	80
5.1 数控系统及其编程功能·····	80
5.1.1 数控系统的性能·····	80
5.1.2 可编程控制器原理·····	82
5.1.3 典型数控系统 BF-6 介绍 ·····	85
5.2 数控机床的硬件接口·····	88
5.2.1 输入/输出接口 ·····	88
5.2.2 数控机床控制设备接口·····	89
5.2.3 通信显示接口·····	89
5.2.4 单片机接口及编程·····	90
5.2.5 ACRAMATIC 850 MC/TC 数控系统的接口及编程 ·····	93
5.3 数控系统的编程操作·····	96
5.3.1 数控系统的操作·····	96
5.3.2 典型数控铣床的编程操作·····	99
5.3.3 典型车床的编程操作 ·····	108
参考文献·····	133

第 1 章 数控机床概况

1.1 数控机床的产生与发展

随着社会生产和科学技术的迅速发展,机械产品日趋精密复杂,且需频繁改型。特别是在宇航、造船、军事等领域所需的机械零件,精度要求高,形状复杂,批量小。加工这类产品需要经常改装或调整设备,普通机床或专用化程度高的自动化机床已不能适应这些要求。为了解决上述问题,一种新型的机床——数控机床应运而生。这种新型机床具有适应性强、加工精度高、加工质量稳定和生产效率高等优点。它综合应用了电子计算机、自动控制、伺服驱动、精密测量和新型机械结构等多方面的技术成果,是今后机床控制的发展方向。

1.1.1 数控机床的产生

数控机床的研制最早是从美国开始的。1948 年,美国帕森斯公司(Parsons Co.)在研制加工直升机桨叶轮廓用检查样板的加工机床任务时,提出了研制数控机床的初始设想。1949 年,在美国空军部门的支持下,帕森斯公司正式接受委托,与麻省理工学院伺服机构实验室(Servo Mechanism laboratory of the Massachusetts Institute of Technology)合作,开始从事数控机床的研制工作。经过三年时间的研究,于 1952 年试制成功世界上第一台数控机床试验性样机。这是一台采用脉冲乘法器原理的直线插补三坐标连续控制铣床。其数控系统全部采用电子管元件,数控装置体积比机床本体还要大。后又经过三年的改进和自动编程研究,于 1955 年进入实用阶段。一直到 20 世纪 50 年代末,由于价格和技术上的原因,数控机床局限在航空工业中应用,品种也多为连续控制系统。到了 60 年代,由于晶体管的应用,数控系统提高了可靠性且价格开始下降,一些民用工业开始发展数控机床,其中多数是钻床、冲床等点位控制的机床。数控技术不仅在机床上得到实际应用,而且逐步推广到焊接机、火焰切割机等,使数控技术不断地扩展应用范围。

1.1.2 数控机床的发展简况

自 1952 年,美国研制成功第一台数控机床以来,随着电子技术、计算机技术、自动控制和精密测量等相关技术的发展,数控机床也在迅速地发展和不断地更新换代,先后经历了五个发展阶段。

第一代数控:1952—1959 年采用电子管元件构成的专用数控装置(NC)。

第二代数控:从 1959 年开始采用晶体管电路的 NC 系统。

第三代数控:从 1965 年开始采用小、中规模集成电路的 NC 系统。

第四代数控:从 1970 年开始采用大规模集成电路的小型通用电子计算机控制的系统

(Computer Numerical Control, CNC)。

第五代数控:从 1974 年开始采用微型电子计算机控制的系统 (Microcomputer Numerical Control, MNC)。

目前,第五代微机数控系统基本上取代了以往的普通数控系统,形成了现代数控系统。它采用微处理器及大规模或超大规模集成电路,具有很强的程序存储能力和控制功能。这些控制功能是由一系列控制程序(即存储在系统内的管理程序)来实现的。这种数控系统的通用性很强,几乎只需改变软件,就可以适应不同类型机床的控制要求,具有很大的柔性。随着集成电路规模的日益扩大,光缆通信技术应用于数控装置中,使其体积日益缩小,价格逐年下降,可靠性显著提高,功能也更加完善,数控装置的故障已从数控机床总的故障次数中占主导地位降到了很次要的地位。

近年来,微电子和计算机技术的日益成熟,它的成果正在不断渗透到机械制造的各个领域,先后出现了计算机直接数控 (Direct Numerical Control, DNC), 柔性制造系统 (Flexible Manufacturing System, FMS) 和计算机集成制造系统 (Computer - Integrated Manufacturing System, CIMS)。所有这些高级的自动化生产系统均是以数控机床为基础,它们代表着数控机床今后的发展趋势。

1. 计算机直接数控系统

所谓计算机直接数控系统 (DNC), 即使用一台计算机为数台数控机床进行自动编程, 编程结果直接通过电缆输送给各台数控机床的数控箱。中央计算机具有足够的内存容量, 因此, 可统一存储和管理大量的零件程序。利用分时操作系统, 中央计算机可以同时完成一群数控机床的管理与控制, 因此, 也称它为计算机群控系统。

目前 DNC 系统中的各台数控机床都各自有其独立的数控系统, 并与中央计算机联成网络, 实现分级控制, 而不再考虑让一台计算机去分时完成所有数控装置的功能。

随着 DNC 技术的发展, 中央计算机不仅用于编制零件的程序以控制数控机床的加工过程, 而且进一步控制工件与刀具的输送, 形成了一条由计算机控制的数控机床自动生产线, 它为柔性制造系统 (FMS) 的发展提供了有利条件。

2. 柔性制造系统 (FMS)

柔性制造系统也叫做计算机群控自动线 (Flexible Manufacturing System, FMS), 就是将一群数控机床用自动传送系统连接起来, 并置于一台主计算机的统一控制之下, 形成一个用于制造的整体。其特点是由一台主计算机对全系统的硬、软件进行管理, 采用 DNC 方式控制两台或两台以上的数控加工中心机床, 对各台机床之间的工件有调度和自动传送功能。利用交换工作台或工业机器人等装置实现零件的自动上料和下料, 能使机床每天 24h 均能在无人或极少人的监督控制下进行生产。如日本 FANUC 公司有一条 FMS 由 60 台数控机床、52 个工业机器人、两台无人自动搬运车、一个自动化仓库组成, 这个系统每月能加工 10 000 台伺服电机。

3. 计算机集成制造系统

计算机集成制造系统是指用最先进的计算机技术, 控制从订货、设计、工艺、制造到销售的全过程, 以实现信息系统一体化的高效率的柔性集成制造系统。它是在生产过程自动化, 例如计算机辅助设计、计算辅助工艺规程设计、计算机辅助制造、柔性制造系统等发展的基础上, 加上其它管理信息系统的发展, 逐步完善的有各种类型计算机及其软件系统

的分析、控制能力,它可把全厂的生产活动联系起来,最终实现全厂性的综合自动化。

1.1.3 我国数控机床发展概况

我国从 1958 年由北京机床研究所和清华大学等单位首先研制数控机床,并试制成功第一台电子管数控机床。从 1965 年开始,研制晶体管数控系统,直到 60 年代末和 70 年代初,研制的劈锥数控铣床、非圆插齿机等获得成功。与此同时,还开展了数控铣床加工平面零件自动编程的研究。1972—1979 年是数控机床的生产和使用阶段。例如:清华大学研制成功集成电路数控系统;数控技术在车、铣、镗、磨、齿轮加工、电加工等领域开始研究与应用;数控加工中心机床研制成功;数控升降台铣床和数控齿轮加工机床开始小批生产供应市场。从 80 年代初开始,随着我国开放政策的实施,先后从日本、美国、德国等国家引进先进的数控技术,如北京机床研究所从日本 FANUC 公司引进 FANUC3、5、6、7 系列产品的制造技术。上海机床研究所引进美国 GE 公司的 MTC-1 数控系统等。在引进、消化、吸收国外先进技术基础上,北京机床研究所又开发出 BSO3 经济型数控系统和 BSO4 全功能数控系统,航空航天部 706 所研制出 MNC864 数控系统等。进而推动了我国数控技术的发展,使我国数控机床在品种上、性能上以及水平上均有了新的飞跃。我国的数控机床已跨入一个新的发展阶段。

1.1.4 数控机床的发展趋势

从数控机床技术水平看,高精度(定位精度:微米级、纳米级)、高速度(主轴转速 10000r/min,快速进给 24m/min,换刀时间 2~3s)、高柔性(多主轴、多工位、多刀库)、多功能(立卧并用、复合加工)和高自动化(自动上下料、自动监控、自动测量和通信功能)是数控机床的重要发展趋势。对单台主机不仅要求提高其柔性和自动化程度,还要求具有进入更高层次的柔性制造系统和计算机集成制造系统的适应能力。

在数控系统方面,目前世界上几个著名的数控装置生产厂家,诸如日本的 FANUC,德国的 SIEMENS 和美国的 A—B 公司,产品都向系列化、模块化、高性能和成套性方向发展。它们的数控系统都采用了 16 位和 32 位微处理器、标准总线及软件模块和硬件模块结构,内存容量扩大到 1MB 以上,机床分辨率可达 0.1 μ m,高速进给可达 100m/min,控制轴数可达 16 个,并采用先进的电装工艺。

在驱动系统方面,交流驱动系统发展迅速。交流传动已由模拟式向数字式方向发展,以运算放大器模拟器件为主的控制器正在被以微处理器为主的数字集成元件所取代,从而克服了零点漂移、温度漂移等弱点。

1.2 数控机床的工作原理及组成

1.2.1 数控机床的工作原理

数控机床是如何工作的呢?简言之就是用数字信息来控制机床的运动。机床的所有运动包括主运动、进给运动及各种辅助运动,都是用输入数控装置的数字信号来控制的。

具体而言,数控机床的工作过程,即加工零件的过程,如图 1-1 所示。其主要步

骤是：

- ① 根据被加工零件图中所规定的零件的形状、尺寸、材料及技术要求等,制定工件加工的工艺过程,刀具相对工件的运动轨迹、切削参数以及辅助动作顺序等,进行零件加工的程序设计;
- ② 用规定的代码和程序格式编写零件加工程序单;
- ③ 按照程序单上的代码制作穿孔带(控制介质);
- ④ 通过输入装置(如光电阅读机)把孔带上的加工程序输入给数控装置;
- ⑤ 启动机床后,数控装置根据输入的信息进行一系列的运算和控制处理,将结果以脉冲形式送往机床的伺服机构(如步进电机、直流伺服电机、电液脉冲马达等);
- ⑥ 伺服机构驱动机床的运动部件,使机床按程序预定的轨迹运动,从而加工出合格的零件。

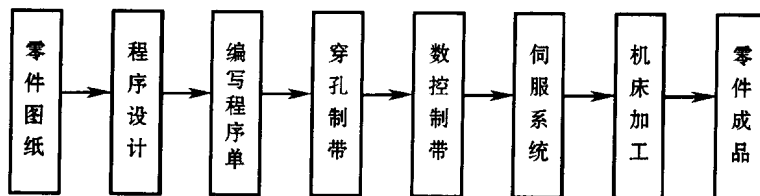


图 1-1 数控机床加工工作过程

1.2.2 数控机床的组成

根据上述工作原理,数控机床主要由控制介质、数控装置伺服系统和机床本体等部分组成,其组成框图如图 1-2 所示。

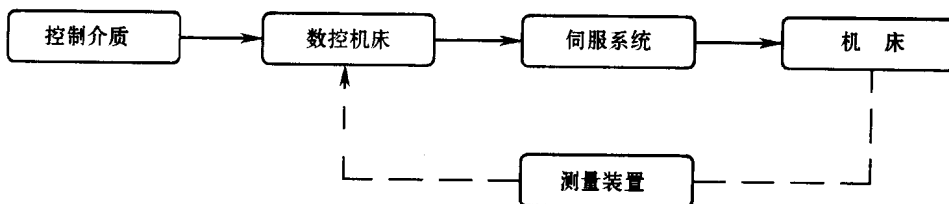


图 1-2 数控机床的组成

1. 控制介质

数控机床工作时,不需要人直接操纵机床,但机床又必须执行人的意图。这就需要在人与机床之间建立某种联系的中间媒介物称为控制介质。在控制介质上存储着加工零件所需要的全部操作信息和刀具相对工件的位移信息。因此,控制介质就是指将零件加工信息传送到数控装置去的信息载体。控制介质有多种形式,它随着数控装置类型的不同而不同,常用的有穿孔纸带、穿孔卡、磁带、磁盘等。控制介质上记载的加工信息要经过输入装置传送给数控装置,常用的输入装置有光电纸带输入机、磁带录音机和磁盘驱动器

等。除了上述几种控制介质外,还有一部分数控机床采用数码拨盘、数码插销或利用键盘直接将程序及数据输入。另外,随着 CAD/CAM 技术的发展,有些数控设备利用 CAD/

CAM 软件在其它计算机上编程,然后通过计算机与数控系统通信,将程序和数据直接传送给数控装置。

2. 数控装置

数控装置是数控机床的中心环节,通常由输入装置、控制器、运算器和输出装置四大部分组成。如图 1-3 所示。图中虚线内包含部分为数控装置。

输入装置接受由穿孔带阅读机输出的代码,经过识别与译码之后分别输入到各相应的寄存器,这些指令与数据将作为控制与运算的原始依据。控制器接受输入装置的指令,根据指令控制运算器与输出装置,以实现机床的各种操作(例如控制工作台沿某一坐标轴的运动,主轴变速和冷却液的开关等)以及控制整机的工作循环(例如控制阅读机的启动、停止,控制运算器的运算,控制输出信号等)。

运算器接受控制器的指令,将输入装置送来的数据进行某种运算,并不断向输出装置送出运算结果,使伺服系统执行所要求的运动。对于加工复杂零件的轮廓控制系统,运算器的重要功能是进行插补运算,所谓插补就是将每程序段输入的工件轮廓上的某起始点和终点的坐标数据送入运算器,经过运算之后在起点和终点之间进行“数据密化”,并按控制器的指令向输出装置送出计算结果。

输出装置根据控制器的指令将运算器送来的计算结果输送到伺服系统,经过功率放大驱动相应的坐标轴,使机床完成刀具相对工件的运动。

目前均采用微型计算机作为数控装置。微型计算机的中央处理单元(CPU)又称为微处理器,是一种大规模集成电路,它将运算器、控制器集成在一块集成电路芯片中。在微型计算机中,输入与输出电路也采用大规模集成电路,即所谓的 I/O 接口。微型计算机拥有较大容量的寄存器,并采用高密度的存储介质,如半导体存储器和磁盘存储器等。存储器可分为只读存储器(ROM)和随机存取存储器(RAM)两种类型,前者用于存放系统的控制程序,后者存放系统运行时的工作参数或用户的零件加工程序。微型计算机数控装置的工作原理与上述硬件数控装置的工作原理基本相同,只是前者采用通用的硬件,不同的功能通过改变软件来实现,因此更为灵活与经济。

3. 伺服系统

伺服系统由伺服驱动电动机和伺服驱动装置组成,它是数控系统的执行部分。伺服系统接受数控系统的指令信息,并按照指令信息的要求带动机床的移动部件运动或使执行部分动作,以加工出符合要求的零件。指令信息是以脉冲信息体现的,每一个脉冲使机床移动部件产生的位移量叫做脉冲当量。机械加工一般常用的脉冲当量为 0.01mm/脉冲、0.005mm/脉冲、0.001mm/脉冲。

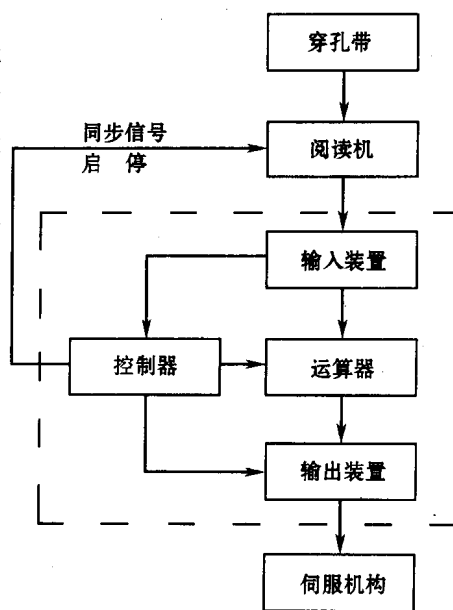


图 1-3 数控装置

伺服系统是数控机床的关键部件,它直接影响数控加工的速度、位置、精度等。

伺服机构中常用的驱动装置,随控制系统的不同而不同。开环系统的伺服机构常用步进电机和电液脉冲马达;闭环系统常用的有宽调速直流电机和电液伺服驱动装置等。

4. 机床本体

机床本体是数控机床的主体,由机床的基础大件(如床身、底座)和各运动部件(如工作台、床鞍、主轴等)所组成。它是完成各种切削加工的机械部分,是在原普通机床的基础上改进而得到的,具有以下特点:

- ① 数控机床采用了高性能的主轴及伺服传动系统,机械传动结构简化,传动链较短;
- ② 数控机床机械结构具有较高的刚度、阻尼精度及耐磨性,热变形小;
- ③ 更多地采用高效传动部件,如滚珠丝杠副、直线滚动导轨等。

与传统的手动机床相比,数控机床的外部造型、整体布局,传动系统与刀具系统的部件结构及操作机构等方面都已发生了很大的变化。这种变化的目的是为了满足不同数控机床的要求和充分发挥数控机床的特点。因此,必须建立数控机床设计的新概念。

除上述四个主要部件外,数控机床还有一些辅助装置和附属设备,如电器、液压、气动系统与冷却、排屑、润滑、照明、储运等装置以及编程机、对刀仪等。

1.3 数控机床的分类

目前数控机床的品种很多,结构、功能各不相同,通常可以按以下方法进行分类:

1.3.1 按控制系统的特点分类

1. 点位控制数控机床

点位控制数控机床的特点是只控制移动部件由一个位置到另一个位置的精确定位,而对它们运动过程中的轨迹没有严格要求,在移动和定位过程中不进行任何加工。因此,为了尽可能地减少移动部件的运动时间和定位时间,两相关点之间的移动先是以快速移动到接近新的位置,然后进行连续降速或分级降速,使之慢速趋近定位点,以保证其定位精度。如图 1-4 所示。

这类机床主要有数控坐标镗床、数控钻床,数控点焊机、数控折弯机等,其相应的数控装置称为点位控制装置。

2. 直线控制数控机床

直线控制数控机床的特点是刀具相对于工件的运动不仅要控制两相关点之间的准确位置(距离),还要控制两相关点之间移动的速度和轨迹。其路线一般由与各轴线平行的直线段组成。它和点位控制数控机床的区别在于当机床移动部件移动时,可以沿一个坐标轴的方向进行切削加工,而且其辅助功能比点位控制的数控机床多。图 1-5 所示为直线控制数控机床加工示意图。

这类机床主要有数控车床、数控磨床和数控镗铣床等,相应的数控装置称为直线控制装置。

3. 轮廓控制数控机床

轮廓控制又称连续控制,大多数数控机床具有轮廓控制功能。其特点是能同时控制

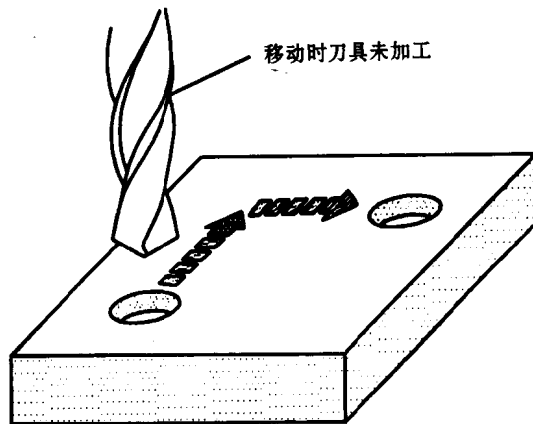


图 1-4 点位控制

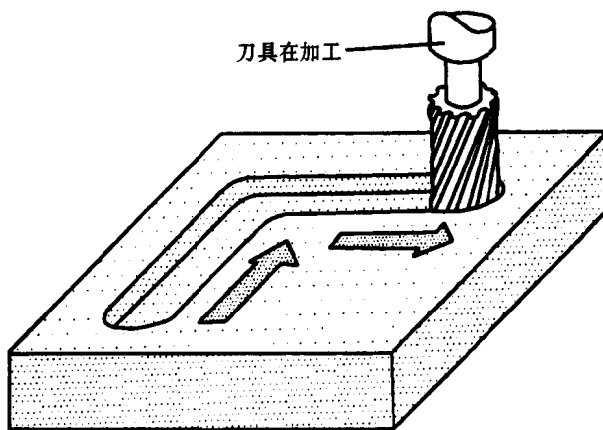


图 1-5 直线控制

两个以上的轴联动,具有插补功能。它不仅要控制起点和终点位置,而且要控制加工过程中每一点的位置和速度,加工出任意形状的曲线或曲面。如图 1-6 所示轮廓控制加工示意图。

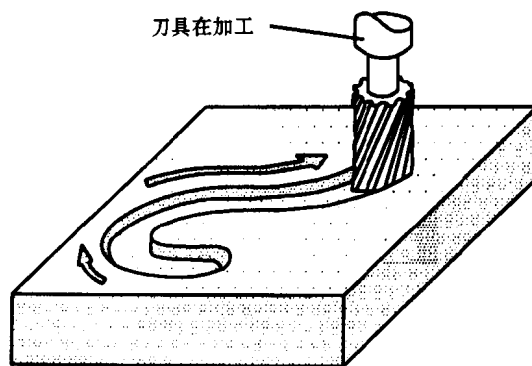


图 1-6 轮廓控制

属于这类机床的有数控车床、数控铣床、加工中心等。其相应的数控装置称为轮廓控制装置。轮廓控制装置要比点位、直线控制装置结构复杂得多,功能齐全得多。

1.3.2 按进给伺服系统的类型分类

1. 开环进给伺服系统数控机床

开环伺服系统通常不带有位置测量元件,伺服驱动元件多为步进电机或电液脉冲马达。图 1-7 所示为步进电机开环进给伺服系统原理图。数控装置发出的指令脉冲通过环形分配器和驱动电路,使步进电机转过相应的步距角,再经过传动系统,带动工作台或刀架移动。移动部件的速度与位移是由输入脉冲的频率和脉冲数决定的。它的定位精度不高,一般可达 $\pm 0.02\text{mm}$,主要取决于伺服驱动元件和机床传动机构的精度、刚度和动态特性。

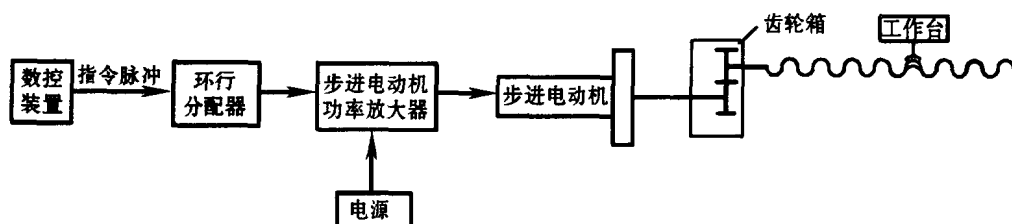


图 1-7 步进电机开环进给伺服系统原理图

这种开环伺服系统具有结构简单、系统稳定、调试方便、价格低廉等优点。但是由于系统对移动部件的误差没有补偿和校正,所以精度低。一般适用于经济型数控机床和旧机床的数控化改造。

2. 闭环进给伺服系统数控机床

闭环进给伺服系统是指在机床的运动部件上安装位移测量装置,如图 1-8 所示是用进给伺服电动机驱动的闭环进给伺服系统原理图。它主要是由比较环节、伺服驱动放大器,进给伺服电动机、机械传动装置和直线位移测量装置所组成。

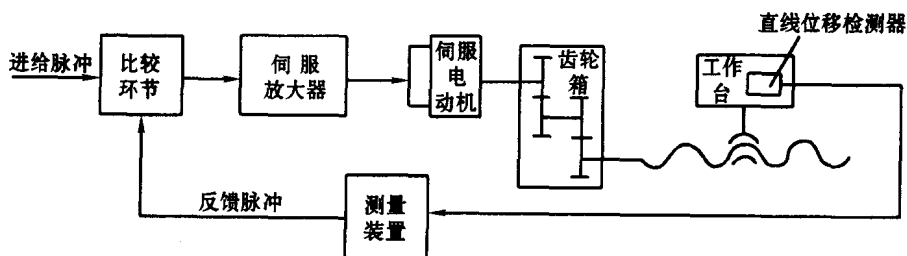


图 1-8 闭环进给伺服系统原理图

闭环系统的工作原理,是当数控装置发出位移指令脉冲,经过伺服电动机、机械传动装置驱动移动部件移动时,安装在移动部件上的直线位置的检测装置,把检测所得位移量反馈到输入端,与输入信号进行比较,得到的差值再去控制伺服电动机,驱动移动部件向减少差值的方向移动。如果指令脉冲不断地输入,则移动部件就不断地运动,只有差值为