

数控职业教育系列教材


SHUKONG ZHIYE JIAOYU XILIE JIAOCAI

第2版

数控 机床 操作技术

主 编 王爱玲
副主编 蓝海根 张武奎
王爱玲 蓝海根 张武奎 等编著

配有电子教案
和习题答案 ↗

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

数控职业教育系列教材

数控机床操作技术

第2版

主 编 王爱玲
副主编 蓝海根 张武奎
王爱玲 蓝海根 张武奎 刘中柱 编 著
朱东霞 于大国 王旭东
主 审 张武奎



机械工业出版社

根据高职高专教育专业人才培养目标的要求,并总结了编者多年在数控机床应用领域的教学和工程实践经验,编写了本系列教材。

本书重点围绕数控机床操作技术的能力培养,尽可能全面地介绍了数控操作技术各方面的内容,主要包括:数控机床概述、数控加工编程与工艺的基本知识、数控车床、数控铣床及加工中心的操作与加工、数控电火花线切割机床与数控电火花机床的操作与加工、数控机床的选用与安装调试及故障处理等。

本书内容介绍由浅入深,循序渐进,图文并茂,形象生动,理论联系实际,特别注重应用,每一部分都列举了大量实例。

本系列适合作为高等职业教育的教学与实践用教材,也可作为企业数控加工职业技能的培训教材,对数控技术开发人员、数控设备使用人员、维修人员、数控编程技术人员、数控机床操作人员及数控技工有较大的参考价值,同时还可作为各种层次的继续工程教育用数控培训教材。

需要本书电子教案和习题答案的老师可到机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 网站下载,也可发 E-mail 至 cmplwy@sina.com 与编辑联系。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床操作技术 / 王爱玲主编. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2013. 6

数控职业教育系列教材

ISBN 978-7-111-42265-5

I. ①数… II. ①王… III. ①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 (2013) 第 083957 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 李万宇 责任编辑: 李万宇 王彦青

版式设计: 潘蕊 责任校对: 樊钟英

封面设计: 鞠杨 责任印制: 张楠

北京玥实印刷有限公司印刷

2013 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 16.75 印张 · 342 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-42265-5

定价: 33.00 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

封面防伪标均为盗版

《数控职业教育系列教材》 编辑委员会

主 编 王爱玲 景海平

副主编 (按姓氏笔画排序)

关锐钟 刘永姜 李 清 张武奎

张福生 杨福合 赵丽琴 郭荣生

徐旭宁 曾志强 蓝海根

编 委 (按姓氏笔画排序)

马清艳 于大国 王旭东 王林玉

王爱玲 关锐钟 刘中柱 刘永姜

孙旭东 朱 平 朱东霞 陈跃鹏

李 清 张武奎 张 艳 张福生

吴维梁 杨福合 段能全 侯志利

赵丽琴 郭荣生 徐旭宁 崔克峰

景海平 温海骏 曾志强 蓝海根

蔡启培 蔚仁伟

前 言

制造业是国民经济和国防建设的基础性产业，先进制造技术是振兴传统制造业的技术支撑和发展趋势，是直接创造社会财富的主要手段，谁先掌握先进制造技术，谁就能够占领市场。而数控技术是先进制造技术的基础技术和共性技术，已成为衡量一个国家制造业水平的重要标志之一。现代数控技术集传统的机械制造技术、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、网络通信技术、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的生产方式、产业结构、管理方式带来了深刻的变化，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，离开了数控技术，先进制造技术就成了无本之木。数控技术是国际技术和商业贸易的重要构成，工业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。采用数控技术的典型产品——数控机床，是机电工业的重要基础装备，是汽车、石油化工、电子等支柱产业及重矿产业生产现代化的最主要手段，也是世界第三次产业革命的一个重要内容。

因此，数控技术及数控装备是发展新兴高新技术产业和尖端工业（如信息技术及其产业、生物技术及其产业、航空和航天等国防工业产业）的使能技术和最基本的装备。数控技术及数控装备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，已经成为当今制造业的发展方向。

我国数控技术及产业尽管在改革开放后取得了显著的成就，开发出了具有自主知识产权的数控平台，即以 PC 为基础的总线式、模块化、开放型的单处理器平台和多处理器平台，开发出了具有自主版权的基本系统，也研制成功了并联运动机床等新技术与新产品。但是，我国的数控技术及产业与发达国家相比，仍然有比较大的差距，其原因是多方面的，其中最重要的是数控人才的匮乏。目前，随着国内数控机床用量的剧增，急需培养一大批各种层次的数控人才，特别是高端技能型人才。

为适应我国高等职业技术教育发展及数控应用型人才、操作技能型人才培养的需要，修订编写了这一套《数控职业教育系列教材》。本系列教材分 6 册：

《数控机床结构及应用》第2版、《数控原理及数控系统》第2版、《数控机床加工工艺》第2版、《数控编程技术》第2版、《数控机床操作技术》第2版、《数控机床故障诊断与维修》第2版。各分册的第1版重印数次，销量很好，受到了读者的广泛欢迎。

本系列教材的编写修订工作主要由中北大学机械工程与自动化学院和山西职业技术学院机械工程学院承担。中北大学机械工程与自动化学院在“机械设计制造及其自动化”专业建设的基础上，1995年就开设了“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，中北大学作为“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50多期现代数控技术普及班、高级班和各种专项班，为80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。目前中北大学是教育部、国防科工委、中国机械工业联合会认定的数控技术领域技能型紧缺人才培养培训基地。山西职业技术学院机械工程学院，自2002年开始秉承“学校入园区、企业进学校”的办学理念，积极响应国家紧缺人才培养、培训的号召，将国家级数控实训基地建在了具有良好机械加工环境的榆次工业园区，形成了“前校后厂、校企合一”“校中有厂、厂中有校”的办学模式，实现了校园文化与企业文化的兼容并蓄，收到了良好的办学效果。学院近年来曾多次在全国职业院校技能大赛、全国数控技能大赛中获得一等奖、二等奖等优异成绩，是国家百所骨干高职院校之一，拥有“数控设备应用与维护”“机电设备维修与管理”两个骨干院校建设专业。

本系列教材是诸位编者经过10多年来的教学实践积累和检验，不断补充、更新、修改而编著完成的，力求取材新颖，内容介绍由浅入深，循序渐进，图文并茂，形象生动，理论密切联系实际，特别着重于应用，每一部分都列举了大量实例。为了满足数控技术应用型人才的市场需要，理论部分的讲解突出了简明性、系统性、实用性和先进性，反映机与电的结合，减少了繁杂的数学推导，系统全面地介绍了数控技术、数控装备、数控加工工艺、数控编程等方面的知识。

本系列教材的特色表现在下列几方面：

1. 各个出版社都出了不少各种层次的与数控相关的书籍，也有一些专门针对职业教育的教材，而本系列教材是针对数控职业教育的较为全面的系列教材。
2. 本系列的各本教材在编著时突出了“应用”的特色，精选了大量的应用实例。
3. 教材中的内容，既有标志学科前沿的最新知识，又深入浅出地交代了数控基本理论知识。
4. 在有限的课时内，安排较大量的实验实训、习题，以锻炼学生实际动手能力及学生解决实际问题的能力。

参加本系列教材的编写者均为主讲过“机械设计制造及其自动化”类“数控

技术”专业本科、高等职业教育各门数控专业课程并参加相关科研项目的青年教师，由第三届高等学校教学名师奖获奖者王爱玲教授、博士生导师和山西职业技术学院景海平院长担任本系列教材的总策划与主编。

本系列教材适合作为高等职业教育的教学与实践用教材或教学参考用书，对数控技术开发人员、数控设备使用人员、维修人员、数控编程技术人员、数控机床操作人员及数控技工也有较大的参考价值，同时还可作为各种层次的继续工程教育用数控培训教材。

《数控机床操作技术》是本系列教材分册之一，全书重点围绕数控机床操作技术的能力培养，尽可能全面地介绍了数控操作技术各方面的内容。主要包括数控机床概述、数控加工编程与工艺的基本知识、数控车床、数控铣床及加工中心的操作与加工、数控电火花线切割机床与数控电火花机床的操作与加工、数控机床的选用与安装调试及故障处理等。于本书再版之际，作者根据从事数控加工和教学的经验，并结合广大师生和社会读者的使用意见进一步精选内容、调整编排，力求层次分明，详简得当，通俗易懂。这次修订主要是增加或更换了部分数控系统的基本操作方法；补充完善数控线切割加工相关内容；对数控加工中的对刀操作作了更为详细的阐述。另外，对数控机床的选用、安装调试等一些实际性问题，书中也作了必要的补充说明。

本分册由中北大学王爱玲任主编，蓝海根、张武奎任副主编。其中第1章由中北大学王爱玲编著，第2章由中北大学刘中柱编著，第3章由山西职业技术学院朱东霞编著，第4章由中北大学蓝海根编著，第5章由中北大学于大国编著，第6章由山西职业技术学院张武奎编著，第7章由中北大学王旭东编著，全书由张武奎老师审稿。

本书在编写过程中参阅了诸多院校和同行的教材、资料和文献，并得到很多专家和同事的支持和帮助，在此谨致谢意！

限于编者的水平和经验，书中难免存在疏漏和错误，恳请读者和各位同仁批评指正。

作者

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 数控技术基础	1
1.1.1 数控机床的特点和应用范围	2
1.1.2 数控机床的分类.....	4
1.1.3 数控机床的发展简况	8
1.1.4 典型数控系统	10
1.1.5 我国数控机床发展概况	12
1.1.6 数控机床的发展趋势	13
1.2 数控机床的组成原理及操作规程	13
1.2.1 数控机床的组成	13
1.2.2 数控机床的工作过程	15
1.2.3 数控机床的操作规程	16
练习与思考题 1	17
第 2 章 数控加工基本知识	18
2.1 数控机床坐标系	18
2.1.1 数控机床坐标系和运动方向	18
2.1.2 绝对坐标和增量（相对）坐标	21
2.1.3 数控编程的特征点	21
2.2 数控编程基础	22
2.2.1 数控程序编制的定义	22
2.2.2 字与字的功能	24
2.2.3 程序格式	28
2.2.4 宏功能	30
2.3 数控加工工艺基础	39
2.3.1 数控加工工艺分析	40

2.3.2 数控加工工艺路线设计	41
2.3.3 数控加工工序设计	42
练习与思考题 2	48
第 3 章 数控车床的操作与加工	49
3.1 数控车床的结构	49
3.1.1 数控车床的典型布局	49
3.1.2 数控车床的组成及分类	50
3.2 数控车床的加工工艺	51
3.2.1 加工顺序的确定	51
3.2.2 加工路线的确定	52
3.2.3 工件的装夹与夹具的选择	55
3.2.4 刀具的选择	57
3.2.5 切削用量的选择	59
3.3 数控车床编程指令	61
3.3.1 数控车床常用指令	61
3.3.2 数控车床编程要点	62
3.4 数控车床的操作	63
3.4.1 数控车床安全操作规程	63
3.4.2 数控车床的对刀操作	63
3.5 FANUC 系统数控车床	69
3.5.1 FANUC 系统数控车床的控制面板	69
3.5.2 FANUC 系统数控车床的基本操作	74
3.6 SIEMENS 系统数控车床	78
3.6.1 SIEMENS 系统数控车床的控制面板	78
3.6.2 SIEMENS 系统数控车床的基本操作	86
3.7 数控车床加工实例	100
3.7.1 FANUC 系统数控车床加工实例	100
3.7.2 SIEMENS 系统数控车床加工实例	103
练习与思考题 3	107
第 4 章 数控铣床及加工中心的操作与加工	108
4.1 数控铣床的结构	108
4.1.1 数控铣床的典型布局	108

4.1.2 数控铣床的组成及分类	109
4.2 数控铣床的加工工艺	110
4.2.1 加工顺序和进给路线的确定	110
4.2.2 数控铣削刀具系统	113
4.2.3 数控铣削刀具的选择	118
4.2.4 切削用量的选择	120
4.3 数控铣床及加工中心编程指令	122
4.3.1 数控铣床及加工中心常用指令	122
4.3.2 数控铣床及加工中心编程要点	123
4.4 数控铣床的操作	125
4.4.1 数控铣床安全操作规程	125
4.4.2 数控铣床的对刀操作	125
4.5 FANUC 系统数控铣床	128
4.5.1 FANUC 系统数控铣床的控制面板	128
4.5.2 FANUC 系统数控铣床的基本操作	134
4.6 华中 HNC 系统数控铣床	139
4.6.1 华中 HNC 系统数控铣床的控制面板	140
4.6.2 华中 HNC 系统数控铣床的基本操作	144
4.7 数控铣床加工实例	155
4.8 SIEMENS 系统加工中心	157
4.8.1 SIEMENS 系统加工中心的控制面板	158
4.8.2 SIEMENS 系统加工中心的基本操作	161
4.9 加工中心加工实例	170
练习与思考题 4	173
第 5 章 数控电火花线切割机床的操作与加工	174
5.1 数控电火花线切割加工概述	174
5.1.1 电火花线切割加工原理	174
5.1.2 电火花线切割机床的分类	175
5.1.3 电火花线切割加工特点与加工对象	176
5.1.4 电火花线切割机床的组成	177
5.2 数控电火花线切割加工工艺	180
5.2.1 坯料准备	180
5.2.2 加工路线的选择	181

5.2.3	穿丝孔与切入点位置的确定	182
5.2.4	工件的装夹与找正	183
5.2.5	电极丝的选择与对刀	185
5.2.6	工艺参数的选择	187
5.3	数控电火花线切割编程指令	190
5.3.1	ISO 代码	190
5.3.2	3B、4B 代码	194
5.4	数控电火花线切割机床的操作	196
5.4.1	电火花线切割机床的控制面板	196
5.4.2	电火花线切割机床的基本操作	201
5.4.3	电火花线切割加工故障及维护	204
5.5	数控电火花线切割加工实例	206
	练习与思考题 5	207
第 6 章	数控电火花机床的操作与加工	208
6.1	数控电火花加工概述	208
6.1.1	电火花加工的基本原理	208
6.1.2	电火花加工的特点、适用范围及局限性	209
6.1.3	影响电火花成形加工的因素	210
6.2	电火花加工的机床设备及其安装调试	211
6.2.1	电火花加工机床的组成	211
6.2.2	HCD300K 电火花加工机床简介	212
6.2.3	电火花穿孔成形加工机床主机各部分及其作用	212
6.2.4	电火花成形加工工艺	215
6.2.5	电火花加工的数控系统	218
6.2.6	电火花加工的安全技术规程	222
6.2.7	加工中的不正常现象及处理方法	223
6.3	数控电火花加工实例	223
	练习与思考题 6	225
第 7 章	数控机床的管理	226
7.1	数控机床的选用	226
7.2	数控机床的安装调试与验收	232
7.2.1	数控机床的安装调试	232

7.2.2 数控机床的验收	236
7.3 数控机床的故障分析与处理	241
7.3.1 数控机床常见故障分类	241
7.3.2 数控机床故障的常规检测方法	244
7.3.3 数控机床常见故障处理	245
7.4 数控机床的维护与保养	251
练习与思考题 7	254
参考文献	255

绪 论

1.1 数控技术基础

数控机床是采用了数控技术的机床，或者说是装备了数控系统的机床。国际信息处理联盟（International Federation of Information Processing, IFIP）第五技术委员会，对数控机床作了如下定义：数控机床是一种装了程序控制系统的机床。该系统能逻辑地处理具有使用号码或其他符号编码指令规定的程序。

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.）在研制加工直升飞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20世纪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，其中多数是钻冲、冲床等点位控制的机床。数控机床的发展，整体进展缓慢。20世纪70年代，大规模集成电路和小型计算机出现，特别是微处理器的研制成功，使得数控系统体积小、运算速度快、可靠性高，且总体性能、质量有了很大提高。同时，数控机床的基础理论和关键技术有了新的突破，从而给数控机床发展注入了新的活力，世界发达国家的数控机床产业开始进入了发展阶段。20世纪80年代，数控系统微处理器运算速度快速提高，功能不断完善，可靠性进一步提高，监控、检测、换刀、外围设备得到了应用，使数控机床得到了全面发展。数控机床

品种迅速增多,发达国家数控机床产业进入了发展应用阶段。20世纪90年代,数控机床得到了普遍应用,数控机床技术有了进一步发展。柔性单元、柔性系统、自动化工厂开始应用,标志着数控机床产业化进入成熟阶段。进入21世纪后,应用现代设计技术、测量技术、工序集约化、新一代功能部件以及软件技术,使数控机床的加工范围、动态性能、加工精度和可靠性有了极大提高。高速高精控制技术、多通道开放式体系结构、多轴控制技术、智能控制技术、网络化技术、CAD/CAM与CNC的综合集成,使数控机床技术进入了智能化、网络化、敏捷制造、虚拟制造的更高阶段。

1.1.1 数控机床的特点和应用范围

一般地,数控机床与普通机床相比,具有以下几个特点。

1. 对加工对象改型的适应性强

数控机床实现自动加工的控制信息是由纸带提供的,或以手工方式通过键盘输入给控制机。当加工对象改变时,除了更换相应的刀具和解决毛坯装夹方式外,只需要重新编制程序,更换一条新的穿孔纸带,或者手动输入程序就能实现对零件的加工。它不同于传统的机床,不需要制造、更换许多工具、夹具和模具,更不需要重新调整机床。它缩短了生产准备周期,而且节省了大量工艺装备费用。因此数控机床可以很快从加工一种零件转变为加工另一种零件,这的就为单件、小批量及试制新产品提供了极大便利。

2. 加工精度高

数控机床是按以数字形式给出的指令进行加工的,由于目前数控装置的脉冲当量(即每输出一个脉冲后数控机床移动部件相应的移动量)普遍达到了 0.001mm ,而且进给传动链的反向间隙与丝杠螺距误差等均可由数控装置进行补偿,因此,数控机床能达到比较高的加工精度。对于中、小型数控机床,定位精度普遍可达到 0.03mm ,重复定位精度为 0.01mm 。因为数控机床传动系统与机床结构都具有很高的刚度和热稳定性,而且提高了它的制造精度,特别是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,加工质量十分稳定。对于需要多道工序完成的零件,特别是箱体类零件,使用加工中心一次安装能进行多道工序连续加工,减少了安装误差,使零件加工精度进一步提高。对于复杂零件的轮廓加工,在编制程序时,已考虑到对进给速度的控制,可以做到在曲率变化时,刀具沿轮廓的切向进给速度基本不变,被加工表面就可获得较高的精度和表面质量。

3. 加工生产率高

零件加工所需要的时间包括机动时间与辅助时间两部分。数控机床能够有效地减少这两部分时间,因而加工生产率比一般机床高得多。数控机床主轴转速和进给

量的范围比普通机床的范围大，每一道工序都能选用最有利的切削用量，良好的结构刚性允许数控机床进行大切削用量的强力切削，有效地节省了机动时间。数控机床移动部件的快速移动和定位，均采用了加速和减速措施，因而选用了很高的空行程运动速度，消耗在快进、快速和定位的时间要比一般机床的少得多。

数控机床在更换被加工零件时，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调整的时间可以节省不少。

数控机床的加工精度比较稳定，在穿孔带经过校验以及刀具完好情况下，一般只作首件检验或工序间关键尺寸抽样检验。因而可以减少停机检验时间。因此数控机床的利用系数比一般机床的高得多。

在使用带有刀库和自动换刀装置的数控加工中心机床时，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，生产效率的提高就更为明显。

4. 减轻劳动强度，改善劳动条件

利用数控机床进行加工，首先，按图样要求编制加工程序，然后输入程序，调试程序，安装零件进行加工，观察监视加工过程并装卸零件。除此之外，不需要进行繁重的重复性手工操作，劳动强度与紧张程度均可大为减轻，劳动条件也因此得到相应的改善。

5. 良好的经济效益

使用数控机床加工零件时，分摊在每个零件上的设备费用是较昂贵的。但在单件、小批生产情况下，可以节省许多其他费用，因此能够获得良好的经济效益。

使用数控机床，在加工之前节省了划线工时，在零件安装到机床上之后可以减少调整、加工和检验时间，减少了直接生产费用。另一方面，由于数控机床加工零件不需要手工制作模型、凸轮、钻模板及其他工夹具，节省了工艺装备费用。还由于数控机床的加工精度稳定，减少了废品率，使生产成本进一步下降。

6. 有利于生产管理的现代化

利用数控机床加工，能准确地计算零件的加工工时，并有效地简化检验、工夹具和半成品的管理工作。这些特点都有利于使生产管理现代化。

虽然数控机床有以上优点，但初期投资大，维修费用高，要求管理及操作人员素质也较高，因此，应合理地选择及使用数控机床，使企业获得最好的经济效益。

作为一种高度自动化的机床，数控机床有一般机床所不具备的许多优点，所以数控机床的应用范围在不断扩大。但数控机床是一种高度机电一体化产品，技术含量高，成本高，使用维修都有一定难度。因此，若从最经济的方面出发，数控机床适用于加工的应用范围一般是下面几种：

- 1) 多品种小批量零件。
- 2) 结构较复杂，精度要求较高的零件。
- 3) 需要频繁改型的零件。

- 4) 价格昂贵, 不允许报废的关键零件。
- 5) 要求精密复制的零件。
- 6) 需要最短生产周期的急需零件。
- 7) 要求 100% 检验的零件。

图 1-1 表示了通用机床与数控机床、专用机床加工批量与综合费用的关系。图 1-2 表示了工件复杂程度及批量大小与机床的选用关系。

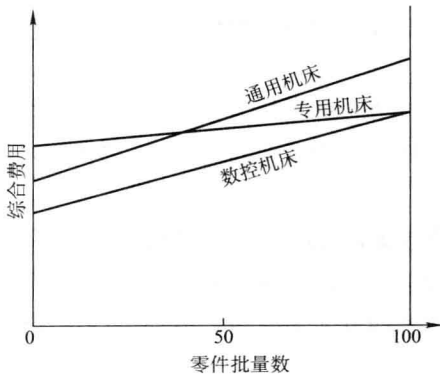


图 1-1 零件加工批量与综合费用的关系

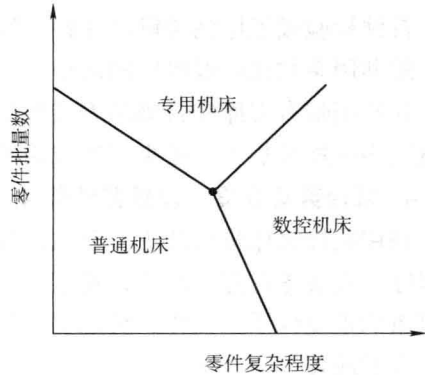


图 1-2 数控机床适用范围示意图

1.1.2 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, 通常可以按以下角度进行分类。

1. 按控制系统的特点分类

(1) 点位控制数控机床 其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 (图 1-3)。为了尽可能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。

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 其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 1-4 所示为直线控制数控机床加工示意图。

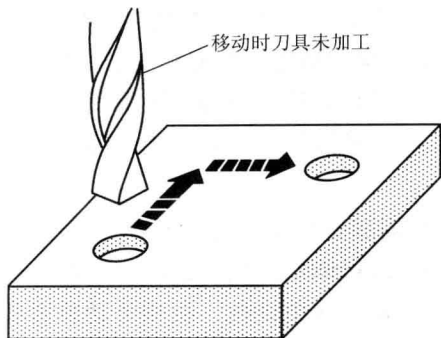


图 1-3 点位控制

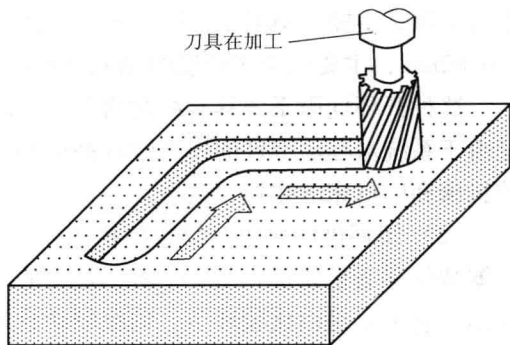


图 1-4 直线控制

这类机床主要有一些数控车床、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。图 1-5 所示为轮廓控制加工示意图。

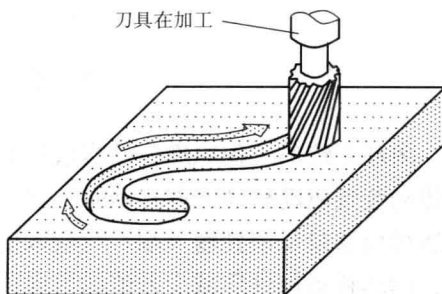


图 1-5 轮廓控制

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。

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动机或液压脉冲马达。图 1-6 所示为步进电动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，使步进电动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

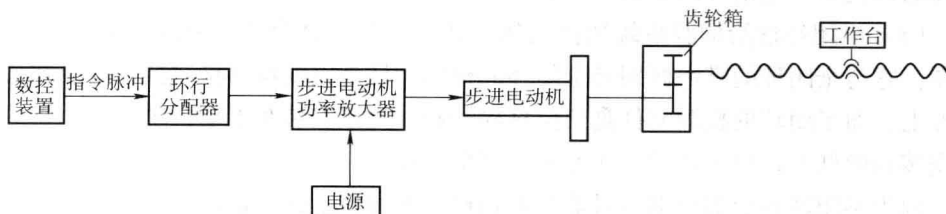


图 1-6 步进电动机开环进给伺服系统原理图