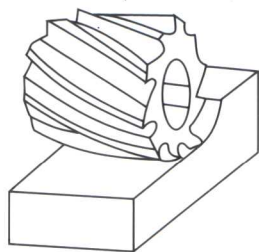




国家高技能紧缺人才培训丛书·数控技术

数控机床维修技能



实训教程

主编 邱立功



国防工业出版社

National Defense Industry Press

国家高技能紧缺人才培养丛书 数控技术

数控机床维修技能 实训教程

主编 邱立功

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是根据《高等职业教育机械类专业人才培养目标及基本规格》的要求编写的。全书系统地介绍了数控机床的安装调试、故障诊断及维修技术,详细介绍了数控机床数控系统、伺服系统、机械系统的结构原理及其维修技术,并结合实例讲解了西门子 810 系统典型数控机床的维修实例及技巧,突出了应用性、实用性、综合性和先进性,体系新颖、内容详实。

本书可作为高职、高专、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院机床数控技术及应用、机电一体化等专业教材,同时也可作为职业技能培训的配套教材。另外,还可作为本科院校学生的实践教学和有关工厂技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床维修技能实训教程 / 邱立功主编. —北京:
国防工业出版社, 2006. 3

(国家高技能紧缺人才培养丛书 数控技术)

ISBN 7-118-04430-X

I. 数... II. 邱... III. 数控机床 - 维修 - 技术培训 - 教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 017603 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)

北京市李史山胶印厂

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 13½ 字数 302 千字

2006 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 29.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

《国家高技能紧缺人才培养丛书 数控技术》

编委会

编委会主任

长三角国家高技能人才培养中心主任
德国职业教育培训中国项目总监

马库斯·卡曼

编委会委员

上海现代模具培训中心
江南大学
江南大学
河海大学
南京航空航天大学
合肥工业大学
上海第二工业大学
长三角国家高技能人才培养中心
长三角国家高技能人才培养中心
苏州工业园区培训中心
上海屹丰模具制造有限公司
上海昌美精械有限公司
上海上汽制造有限公司
韩国机床工业协会中国技术服务中心

徐 峰
张能武
周斌兴
唐亚鸣
刘淑芳
周明建
王新华
黄 芸
程美玲
邱立功
吴红梅
苏本杰
卢小虎
金友龙

丛书序言

改革开放 20 多年来,我国经济保持持续增长的势头。进入 21 世纪后,随着新一轮经济增长周期的到来,经济发展将跨上一个新的平台。其中,以先进制造业为主的第二产业对我国国民经济的飞速发展起到了非常重要的作用;制造业的迅速发展,为国民经济和社会发展作出了重要的贡献,成为我国经济腾飞的强劲动力。根据联合国工业发展组织公布的《工业发展报告 2002—2003》,我国制造业增加值占世界制造业的 6.3%,位居美国、日本和德国之后,排名世界第 4 位。

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,经济发展对高质量技能人才的需求不断扩大。然而,技能人才短缺已是不争的事实,这已引起中央领导和社会各界的广泛关注。调查研究表明,目前,我国在制造业领域急需大量数控、模具、汽车维修等专业高技能人才,而且我国技能型人才的培养模式相对落后,迫切需要通过提高职业教育和培训的针对性和适应性。教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合提出优先在数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等专业领域实施“先进制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”。劳动和社会保障部在全国范围内发起实施“国家高技能人才培训工程”,并制定了“三年五十万新技师培养计划”,以缓解高技能人才短缺状况。

面对技能人才短缺现象,政府及各职能部门快速做出反应,采取措施加大培养力度,鼓励各种社会力量倾力投入技能人才培养领域。同时,社会上掀起尊重技能人才的热潮,营造出一个有利于技能人才培养与成长的轻松、和谐的社会环境。

为认真贯彻党的十六届五中全会精神和《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,国防工业出版社根据教育部大力推动技能型紧缺人才培养培训工程的指导思想,通过大量的市场调研,并结合现有教材的实际情况,组织编写了急需开发的汽车应用、模具及数控专业技能实训教材。为做好该套教材的编写准备工作,使之更适合现代职业教育的特点,突出实践性教学,适应中等职业学校和企业培训的需要,特邀请长三角地区知名

企业、行业协会、职业院校及长三角国家高技能人才培养中心的有关专家编写了《国家高技能紧缺人才培训丛书》。本套丛书分数控技术、模具技术、汽车维修 3 个专业,共 18 个分册。

本套丛书是为了适应高技能紧缺人才的培养而编写的,为此组建了以职业院校、培训机构与企业界人士相结合的编审委员会,发挥各自优势。丛书的编写以企业对人才需求为导向,以岗位职业技能要求为标准,以与企业无缝接轨为原则,以企业技术发展方向为依据,以知识单元体系为模块,结合职业教育和技能培训实际情况,注重学生职业能力的培养,体现内容的科学性和前瞻性。

我们真诚希望本套丛书的出版能为我国的职业教育特别是紧缺技能人才的培训有所帮助。由于时间仓促,加上我们的水平和经验有限,丛书中可能存在某些缺点和不足,我们热切期待广大读者提出宝贵的意见和建议,以利我们今后不断改进和完善!



NTC 长三角国家高技能人才培养中心

《国家高技能紧缺人才培训丛书》编委会

2006 年 1 月

前 言

纵观改革开放 20 年,我国机床消费额大致和国民经济 GDP 增长值同步,10 年翻了一番。20 世纪 80 年代初,我国机床消费额为 10 亿美元;90 年代初达 20 亿美元;2000 年为 37.88 亿美元,当年世界机床最大消费国美国,消费额为 68 亿美元。原预计 2010 年中国将成为世界最大机床消费市场,令人意想不到的是,2003 年美国发表的一项调查统计报告称:全世界机床产值 2002 年约 310 亿美元,比上年减少 14.2%,但中国比上年增加 20%,达 56.96 亿美元。我国首次成为世界第一机床消费大国和全球第一机床进口大国。

随着中国加入 WTO,我国制造企业已开始广泛使用先进的数控技术,而掌握数控技术的机电复合型人才奇缺。2003 年,国家数控系统工程技术研究中心的一项调研结果显示,仅数控机床的操作工就短缺 60 多万人。

我国目前的数控人才不仅表现在数量上的短缺,而且质量、知识结构也不能完全满足企业的需求。根据 2004 年 2 月劳动和社会保障部、教育部等六部门调查研究和分析预测,数控技术应用是我国劳动力市场技能型人才最为短缺的 4 类人才之一,并名列榜首。

为加快和推动数控技术的发展,国防工业出版社根据教育部大力推动技能型紧缺人才培养培训工程的指导思想,通过大量的市场调研,并结合现有教材的实际情况,决定编辑出版急需开发的数控专业技能实训教材。为做好该套教材的编写工作,使之更适合现代职业教育的特点,突出实践性教学,适用中等职业学校和企业培训的需要,特邀请长三角地区知名先进制造企业、职业院校及长三角国家高技能人才培养中心的有关教授、专家编写《国家高技能紧缺人才培养丛书 数控技术》。本套丛书包括:

1. 《数控车工技能实训教程》
2. 《数控铣工技能实训教程》
3. 《数控线切割技能实训教程》
4. 《数控加工中心技能实训教程》
5. 《数控编程技能实训教程》
6. 《数控机床维修技能实训教程》

组织编写本套培训丛书的目的在于,提供一套与传统教材编写模式不同、

富有时代创新特色、有利于应用型技能人才培养、真正适合就业方向的实训教材,以满足培训工程应用型技能人才的需求。

《数控机床维修技能实训教程》一书是根据“高等职业教育机械类专业人才培养目标及基本规格”的要求编写的。全书系统地介绍了数控机床的安装调试、故障诊断及维修技术,详细介绍了数控机床数控系统、伺服系统、机械系统的结构原理及其维修技术,并结合实例讲解了西门子 810 系统典型数控机床的维修实例及技巧,突出了应用性、实用性、综合性和先进性,体系新颖,内容详实。本书可作为高职、高专、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院机床数控技术及应用、机电一体化等专业教材,同时也可作为职业技能培训的配套教材。另外,还可作为本科院校学生的实践教学和有关工厂技术人员的参考书。

本书由苏州工业园区培训中心邱立功高级工程师主编并统稿,参加编写人员主要有江南大学张能武、周斌兴,长三角国家高技能人才培养中心黄芸、程美玲,上海现代模具培训中心徐峰,上海屹丰模具制造有限公司吴红梅,上海昌美精械有限公司苏本杰等同志。本书稿由唐继艳、吴娟录入和校对。

本书在编写过程中得到国防工业出版社、上海模具协会、江苏模具协会、江南大学机械学院、常州职业技术学院、韩国机床设备销售服务中心、上海现代模具技术培训中心、长三角国家高技能人才培养中心的大力支持和帮助,并得到众多专家的指导和鼎力相助;同时参考了大量的企业内训资料和图书出版资料,谨此表示衷心的感谢和崇高敬意!

因编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有缺点和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2006 年 1 月于上海

目 录

第一单元 数控机床维修基础知识	1	四、利用 PLC 进行数控机床 的维修	81
课题一 数控机床维修概述	1	第三单元 伺服系统的维修	92
一、数控机床简要介绍	1	课题一 伺服系统的概述	92
二、数控机床故障诊断与维修的 意义	11	一、伺服系统的若干组成	92
三、数控机床的故障特点及 分类	12	二、步进电动机伺服系统	97
四、数控机床维修基本要求	14	三、交/直流电动机伺服系统	99
五、数控机床常用典型故障分析 仪器	17	四、位置检测装置	101
课题二 数控机床故障诊断与维修 技术	25	课题二 伺服系统故障的维修	105
一、故障诊断流程	25	一、主轴伺服系统的故障诊断	106
二、数控系统的自诊断技术	30	二、进给伺服系统的故障诊断	115
三、数控机床常见故障检查 方法	33	三、位置检测装置的故障诊断	123
课题三 数控机床的安装、调试及 验收	36	第四单元 机械系统的维修	128
一、数控机床的安装与调试	36	课题一 机械系统概述	128
二、数控机床的验收	41	一、主传动的机械结构	128
第二单元 数控系统的维修	49	二、主轴调速方法	132
课题一 数控系统概述	49	三、进给传动机械结构	135
一、数控系统基本组成	49	四、辅助装置	141
二、典型数控系统的结构	53	课题二 数控机床机械系统故障 的维修	148
三、常用数控系统简介	58	一、机械系统的故障诊断方法	148
课题二 数控系统的维修	61	二、数控机床主轴部件故障的 维修	149
一、数控系统的软件故障的 维修	62	三、数控机床进给传动部件故障 的维修	152
二、系统硬件故障的维修	63	四、数控机床机械部件辅助装置 故障的维修	156
三、利用参数设置进行数控 机床的维修	68	第五单元 典型数控机床的维修实例 及技巧	162
		课题一 西门子 810 系统概述	162
		一、西门子 810 系统的功能	

介绍	162	四、PLC 硬件故障与处理	174
二、西门子 810 系统的硬件		五、PLC 故障报警处理	176
结构	163	六、PLC 操作信息显示	177
三、西门子 810 系统的集成式		七、无报警故障的诊断	179
可编程序控制器	165	八、使用机外编程器诊断机床侧	
四、西门子 810 系统的软件		故障	181
组成	166	九、系统断电死机的故障	
课题二 西门子典型系统的维修		处理	184
技巧	167	十、系统屏幕没有显示的故障	
一、加工程序不执行故障处理		处理	187
实例	167	课题三 西门子 810 系统报警	
二、利用机床数据维修机床	171	清单	189
三、PLC 软件故障与处理	173	参考文献	204

第一单元 数控机床维修基础知识

课题一 数控机床维修概述

一、数控机床简要介绍

(一) 数控机床的定义

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所作的定义是:数控机床(Numerical Control Machine)是一个装有程序控制系统的机床,该系统能够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。

定义中所指的程序控制系统即为数控系统,系统运用数字控制技术实现机床自动控制,即用几何信息控制刀具和工件间的相对运动(即运动轨迹行程量控制),以及机床完成加工运动所必需的辅助工艺信息控制(即机床运动开关量逻辑控制),如主轴转速、主轴转向、刀具选择和切削液开闭等。

(二) 数控机床的组成

数控机床通常由信息载体、输入输出装置、数控系统、强电控制装置、伺服驱动系统、位置反馈系统、机床等部分组成,其基本结构框图如图 1-1 所示。

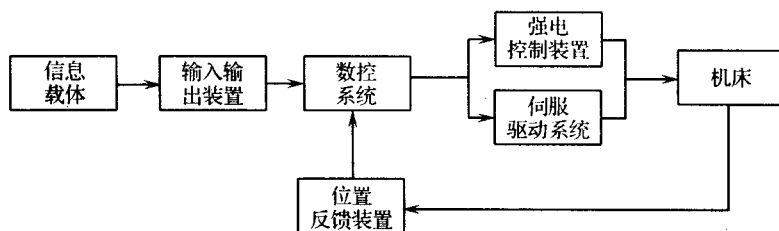


图 1-1 数控机床的组成结构

1. 信息载体

数控机床按照给定的零件加工程序运行,在零件加工程序中记录了加工该零件所必须的各种信息,包括零件加工的几何信息、工艺参数(进给量、主轴转速等)和辅助运动等。将零件加工程序用一定的格式和代码存储在信息载体上,通过输入装置将信息输入到数控系统中。常用的信息载体有穿孔带、磁带和磁盘等。数控机床也可以采用操作面板上的按钮和键盘将加工信息直接输入,或通过串行口将在计算机上编写的加工程序输入到数控系统。高级的数控系统还可能包括一套自动编程机或 CAD/CAM 系统。

2. 输入输出装置

输入装置的作用是将信息载体中的数控加工信息读入数控系统的内存储器。根据信息载体的不同,相应有不同的输入装置。早期使用光电阅读机对穿孔带进行阅读,以后大量使用磁带机和软盘驱动器。采用 MDI 方式,利用数控装置控制面板上的输入键直接将零件加工程序输入数控系统的内存储器。采用直接通信方式将 CAD/CAM 系统生成的数控加工程序输入数控系统,或利用 DNC 系统输入接口远程输入数控加工程序。

输出装置的作用是为操作人员提供必要的信息,如程序代码、切削用量、刀具位置、各种故障信息和操作提示等。常用的输出装置有显示器和打印机等,可对输出信息进行显示或打印。高档数控系统还可以用图形方式直观地显示输出信息。

3. 数控系统

数控系统是数控机床实现自动加工的核心,由硬件和软件组成。现代数控系统普遍采用通用计算机作为其主要硬件部分,包括 CPU、存储器、系统总线和输入输出接口等。软件部分主要是主控制系统软件,其控制方式为数据运算处理控制(机床运动行程量控制)和时序逻辑控制(机床运动开关量控制)两大类,主控制器内的插补运算模块根据读入的零件加工程序,通过译码、编译等信息处理后,进行相应的轨迹插补运算,并通过与各坐标伺服系统位置、速度反馈信号比较,从而控制机床各个坐标轴的移动。而时序逻辑控制主要由可编程控制器 PLC 完成,它根据机床加工过程中的各个动作要求进行协调,按各检测信号进行逻辑判断,从而控制机床有条不紊地按序工作。

4. 强电控制装置

强电控制装置的主要功能是接受可编程控制器 PLC 输出的主轴变速、换向、启动或停止,刀具选择和更换,分度工作台的转位和锁紧,工件夹紧或松夹,切削液的开启或关闭等辅助操作信号,经功率放大直接驱动相应的执行元件,完成数控加工自动操作。

5. 伺服驱动系统

伺服驱动系统是数控系统与机床之间的电传动联系环节。它接受来自数控系统的位置控制信息,将其转换成相应坐标轴的进给运动和精确定位运动,是数控机床最后的控制环节,因此,其伺服精度和动态响应物性将直接影响数控机床的生产率、加工精度和表面加工质量。伺服驱动系统包括主轴伺服和进给伺服两个单元。主轴伺服单元接受来自 PLC 的转向和转速指令,经过功率放大后驱动主轴电动机转动。进给伺服单元在每个插补周期内接受数控系统的位移指令,经过功率放大后驱动进给电动机转动,同时完成速度控制和反馈控制功能。伺服驱动系统的执行器件有功率步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。

6. 位置反馈系统

位置反馈系统通过传感器检测伺服电动机的转角位移或数控机床工作台的直线位移,并转换成信号传送到数控系统中,与指令位置进行比较后,由数控系统向伺服驱动系统发出指令,纠正所产生的误差。

7. 机床

机床指的是数控机床的机械结构。为了适应数控加工的特点,数控机床在整体布局、外观造型、主传动系统、进给传动系统、刀具系统及操作机构等方面都与普通机床有着很大的变化,其主要特点有:

(1) 采用高效高性能传动部件,如滚动丝杠副、直线滚动导轨副等。其传动链短、结构简单、传动精度高。

(2) 机床精度、静刚度、动刚度、热刚度高,能满足大余量切削和精密加工切削。

(3) 有完善的刀具自动交换和管理系统。工件一次装夹后能完成多道加工工序。

(4) 具有传动副传动间隙消除措施,保证了传动机构的传动精度和动态性能。

(5) 采用移门结构的全封闭外罩壳,保证了加工操作的安全性。

(三) 数控机床的工作过程

数控机床的主要任务是利用数控系统进行刀具和工件之间相对运动的控制,完成零件的数控加工。图 1-2 显示了数控机床的主要工作过程。

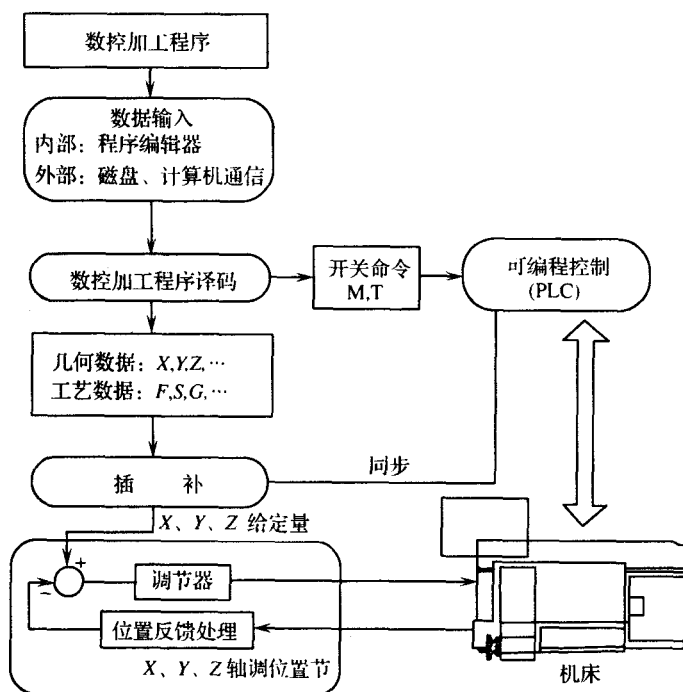


图 1-2 数控机床的主要工作过程

1. 工作前准备

数控机床接通电源后,数控系统将对各组成部分的工作状况进行检查和诊断,并设置为初始状态。

2. 零件加工程序编制与输入

零件加工程序的编制可以是脱机编程,也可以是联机编程。前者利用计算机进行手工编程或自动编程,生成的数控程序记录在信息载体上通过系统输入装置输入数控系统,或通过通信方式直接传送到数控系统。后者是利用数控系统本身的编辑器由操作员直接通过操作面板编写、输入或修改数控加工程序。

为了使加工程序适应实际的工件与刀具位置,加工前还应输入实际使用刀具的刀具参数,及工件坐标系原点相对机床坐标系的坐标值。

3. 数控加工程序的译码和预处理

加工程序输入后,数控机床启动运行,数控系统对加工程序进行译码和预处理。

进行译码时,加工程序被分成几何数据、工艺数控和开关功能。几何数据是刀具相对工件的运动路径数据,如 G 指令和坐标字等,利用这些数据可加工出要求的工件几何形状。工艺数据是主轴转速(S 指令)和进给速度(F 指令)及部分 G 指令等功能。开关功能是对机床电器的开关命令(辅助 M 指令和刀具选择 T 指令),例如主轴起动或停止、刀具选择和交换、切削液的开启或停止等。

编程时,一般不考虑刀具实际几何数据而直接以工件轮廓尺寸进行编程,数控系统根据工件几何数据和加工前输入的实际刀具参数,进行刀具长度补偿和刀具半径补偿计算。为了方便编程,数控系统中存在着多种坐标系,故数控系统还要进行相应的坐标变换计算。

4. 插补计算

数控系统完成加工控制信息预处理后,开始逐步运行数控加工程序。系统中的插补器根据程序中给出的几何数据和工艺数据进行插补计算,逐点计算并确定各曲线段起点、终点之间一系列中间点的坐标及坐标轴运动的方向、大小和速度,分别向各坐标轴发出运动序列指令。

5. 位置控制

进给伺服单元将插补计算结果作为位置调节器的指令值,机床上位置检测元件测得的位移作为实际位置值。位置调节器将两者进行比较、调节,输出误差补偿后的位置和速度控制信号,控制各坐标轴精确运动。各坐标轴的合成运动产生了数控加工程序所要求的零件外形轮廓和尺寸。

6. 程序管理

数控系统在进行一个程序段的插补计算和位置控制的同时,又对下一程序段做译码和预处理,为逐段运行数控加工程序做准备。这样的过程一直持续到整个零件加工程序执行完毕。

数控系统根据程序发出的开关指令由 PLC 进行处理。在系统程序的控制下,在各加工程序段插补处理开始前或完成后,开关指令和由机床反馈的信号一起被处理和转换为机床开关设备的控制指令,实现程序段所规定的 T 功能、M 功能和 S 功能。

(四) 数控机床的类型

数控机床的品种、规格繁多,为便于了解和研究,可按以下四个方面进行分类。

1. 按工艺用途分类

目前,数控机床的品种规格已达 500 多种,按其加工用途和功能特点可分为四大类。

(1) 金属切削类。常用的有数控车床、数控铣床、数控钻床、数控镗床、数控磨床、数控刨床等普通型数控机床。装有刀具库和自动换刀装置的数控机床称为加工中心,在加工中心上,可使工件一次装夹后,自动进行刀具更换,连续完成多道加工工序。加工中心主要有车削中心、镗铣削中心、磨削中心、钻削中心等。

(2) 金属成形类。常用的有数控弯管机、数控压力机、数控折弯机、数控冲剪机、数控旋压机等。

(3) 特种加工类。主要有数控线切割机床、数控电火花加工机床、数控激光加工机床等。

(4) 测量绘图类。主要有数控绘图仪、数控坐标测量仪、数控对刀仪等。

2. 按机床运动控制轨迹分类

(1) 点位控制数控机床。这类机床的控制特点是只控制机床运动部件从一坐标点到另一坐标点的精确定位。移动过程中不进行加工,对定位过程中的轨迹没有严格要求,各坐标轴之间的运动是不相关的。为了减少移动时间和提高定位精度,一般先快速移动至接近终点坐标,然后低速准确运动到终点位置。这类数控机床有数控钻床、数控坐标镗床、数控冲床等。图 1-3 所示为点位控制数控机床加工示意图。

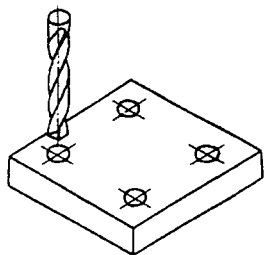


图 1-3 点位控制加工示意图

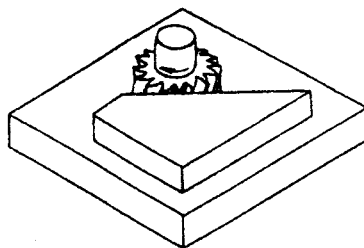


图 1-4 点位直线控制加工示意图

(3) 轮廓控制数控机床。这类机床也称连续控制数控机床。其控制特点是能够对两个或两个以上的坐标轴同时进行连续关联的控制,机床运动部件不仅能精确控制起点与终点坐标位置,而且能精确控制整个加工运动轨迹(控制每一点的速度和位移量),以满足零件轮廓表面的加工要求。数控系统中的插补器根据程序输入的基本参数(如直线的终点坐标、圆弧的终点坐标和圆心坐标或半径),进行插补运算,实现加工过程速度和位移控制。这类数控机床有数控车床、数控铣床、数控线切割机床、各类加工中心等。

按机床可同时控制的坐标轴数,可分为二轴联动、二轴半联动、三轴联动、四轴联动、五轴联动。二轴联动可同时控制 X 、 Y 、 Z 三轴中二轴联动,加工曲线柱面,如图 1-5 所示。二轴半联动指其中二轴联动,第三轴作周期进给,可采用行切法加工三维空间曲面,如图 1-6 所示。三轴联动可同时控制 X 、 Y 、 Z 三轴联动,或控制 X 、 Y 、 Z 三轴中二轴联动再加控制绕某一直线坐标轴旋转的旋转坐标轴(A 轴、 B 轴或 C 轴)。可作三维立体加工,如图 1-7 所示。四轴联动可同时控制 X 、 Y 、 Z 三轴联动,加上控制一个旋转坐标轴(A 轴、 B 轴或 C 轴),如图 1-8 所示。五轴联动可同时控制 X 、 Y 、 Z 三轴联动,加上控制两个旋转坐标轴(A 轴、 B 轴或 C 轴),如图 1-9 所示。

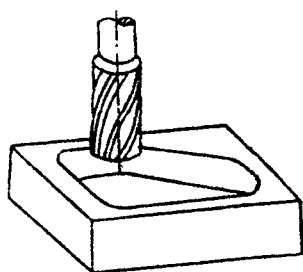


图 1-5 二轴联动的数控加工

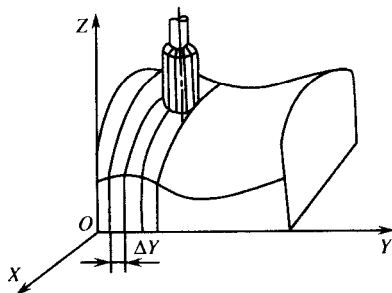


图 1-6 二轴半联动的数控加工

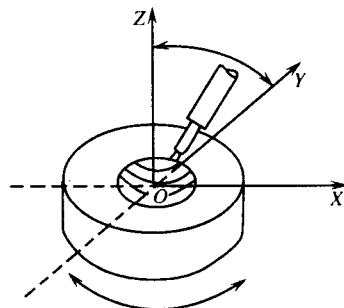
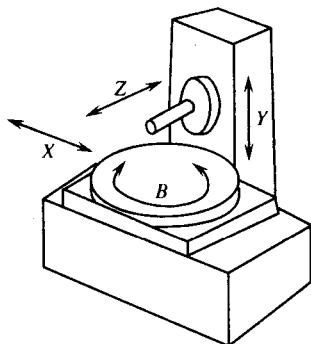
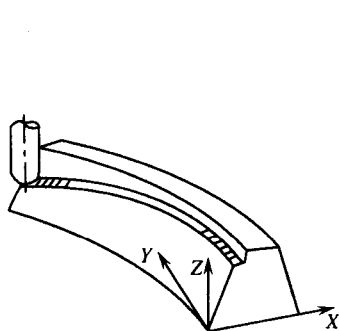


图 1-7 三轴联动的数控加工 图 1-8 四轴联动的数控加工 图 1-9 五轴联动的数控加工

3. 按伺服控制方式分类

(1) 开环控制数控机床。开环控制没有检测反馈装置,数控系统发出的指令脉冲信号是单方向的,没有反馈信号,因此其加工精度主要取决于伺服系统的性能。开环控制系统的驱动元件主要是步进电动机,控制电路每变换一次指令脉冲信号,电动机就转过一个步距角。开环控制结构简单,造价低,调试维修方便,但控制精度一般不高,多应用于经济型数控机床或旧机床的数控化改造。图 1-10 所示为开环控制系统框图。

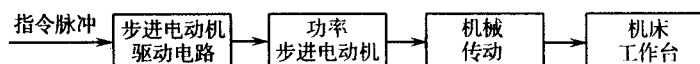


图 1-10 开环控制系统框图

(2) 半闭环控制数控机床。半闭环控制采用的是角位移检测装置,安装在伺服电动机或丝杠端部,通过检测伺服电动机的转角或丝杠转角,间接测得工作台的实际位移值,与输入指令值比较后,用差值控制运动部件。由于丝杠、工作台等惯性较大的运动部件不在控制环内,比较容易获得稳定的控制特性,角位移检测装置可与伺服电动机设计成一个整体,使系统的结构简单,安装调试方便,但机械传动的误差无法得到校正和消除。只要检测装置的精度高,分辨力高,丝杠螺母机构的精度高,具有可行的间隙消除措施,半闭环控制系统就能具有较高的控制精度,目前广泛应用于中小型数控机床上。图 1-11 所示为半闭环控制系统框图。

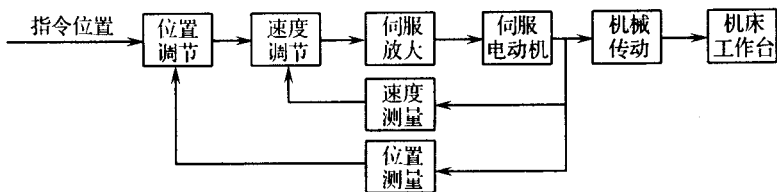


图 1-11 半闭环控制系统框图

(3) 闭环控制数控机床。闭环控制采用的是直线位移检测装置,安装在机床工作台上,直接检测工作台的实际位移值,与输入指令比较后,用差值控制运动部件。闭环控制在位置环内还有一个速度环,其目的是减少因负载等因素而引起的进给速度的波动,改善位置环的控制品质。由于将机械传动部分全部包括在闭环之内,从理论上讲,闭环控制的精度取决于检测装置的精度,而与机械传动的误差无关,因而定位精度高,速度快。但闭环控制系统技术上要求高,成本较高,调试和维修比较复杂。此外机床的结构、传动装置及传动间隙等非线性因素都会影响其控制精度,严重时系统会产生振荡,降低系统稳定性,所以在设计时应对其给予足够的重视。闭环控制一般应用于精度要求较高的数控机床,如数控精密镗铣床、超精车床、精密加工中心等。图 1-12 所示为闭环控制系统框图。

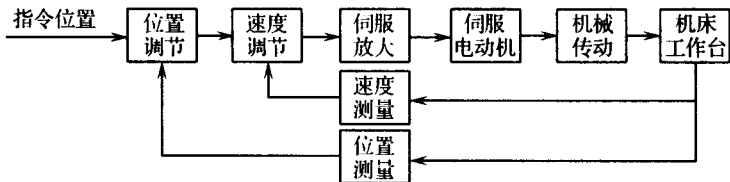


图 1-12 闭环控制系统框图

4. 按数控系统功能水平分类

按数控系统功能水平,可以将数控机床分为高、中、低(经济型)三档,这种分类方法在我国应用较多,高、中、低三档没有明确的界定,不同时期、不同国家的划分标准都有所不同。目前发展水平如表 1-1 所示。

表 1-1 高、中、低档数控机床功能水平

功能	低 档	中 档	高 档
分辨率/ μm	10	1	0.1
进给速度/(m/min)	8 ~ 15	15 ~ 24	15 ~ 100
伺服控制类型	开环、步进电动机		半闭环或闭环的直流或交流伺服系统
联运轴数(轴)	2 ~ 3	2 ~ 4	3 ~ 5 以上
通信功能	一般无	RS-232、DNC	RS-232、DNC、MAP
显示功能	LED 或简单的 CRT	较齐全的 CRT 显示	还有三维图形显示
内装 PLC	无	有	有强功能的 PCL
主 CPU	8 位、16 位		32 位或 64 位的多 CPU