

机床数控技术

王 力 编 著

张问骅 主 审

甘肃省数字显示技术协会出版

机 床 数 控 技 术

王 力 编著

张 问 骅 主审

江苏工业学院图书馆
藏书章

本书共九章，主要内容有：机床数控技术概述，数字控制、单板微型机数控机床的驱动系统、微型计算机的基本知识、微型计算机的接口技术、常用控制程序设计、微机控制车床的控制程序、经济型数控车床及微机控制系统的抗干扰措施。

本书既注意反映我国机床数控技术的现状，又考虑到新技术的发展动向。尽量做到理论与实践相结合。

本书可做为机械制造工艺和设备专业的教材及有关专业师生和工程技术人员参考。

机 床 数 控 技 术

王 力 编著 张问骅 主审

甘肃省数字显示技术协会出版

甘出字总编017号(87)第018号

兰州铁道学院印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张17 字数390千字

1988年2月第一版 印数0001—2000

前 言

众所周知，微电子技术的进步给“机械文明”带来了一场革命，这就是人们常说的“机电一体化”。数控机床、加工中心、柔性加工单元和系统的发展，促使富士山下FANUC无人工厂的问世。这个工厂能用100个机器人每月下(生产)100个机器人和140台数控机床的事绩早已不再是“为人鲜知”的了；机械计算器为电子计算机所替代，一般照相机为傻瓜照相机所更迭；机械手表早就为电子表更新；古老的缝纫机也已为装有微型机的电子式缝纫机所换代。机电一体化的浪潮正在滚滚袭来，势不可挡。

我国近来正在迎接这场挑战。从1984年的南京会议，1985年的成都会议，到1987年9月将在沈阳召开的全国第三次微电子技术改造机械设各会议，都说明我们的祖国正在将微电子技术改造传统设备、改造传统产业等工作向纵深推进，我们的重点始终围绕着手工作母机(机床)的微电子化改造。

机床数控技术实际上是微型计算机控制技术在机床上的应用。由于，近年来，大规模集成电路的发展，使计算机技术的应用遍及各个角落。为了加快我国四个现代化前进的步伐，目前，对我国已拥有的320多万台机床(其中车床占40~50%)进行技术改造的任务已迫在眉睫。这对于机械制造专业的工程技术人员或大学生来说，他们除了已有的机械制造专业的知识外，还必须也要懂得些计算机控制方面的知识，否则，是不能胜任历史所赋予他们的神圣使命的。这就是我编写本书的初衷。

书中所涉及的具体机型为Z80八位单板微型计算机，并以Z80TP801经济型数控车床为主，来讲述机床的数控技术。

本书共九章，第一章机床数控技术概述，主要讲述数控机床的国内外动态、工作原理及其结构；第二章数字控制，主要论述逐点比较法直线插补和圆弧插补以及线性插值原理；第三章单板微型计算机数控车床的驱动系统，主要论述步进电机的工作原理，主要技术指标及恒流斩波电路；第四章微型计算机的基本知识，主要论述Z80CPU的158条指令中较难理解的指令以及Z80PIO、CTC的编程举例；第五章微型计算机的接口技术，主要论述I/O接口的编址方式及CPU与I/O之间数据的传送方式；第六章常用程序设计，主要论述判断程序、数字滤波程序以及上下限报警程序的设计；第七章微型计算机控制车床的控制程序，主要论述螺纹加工，自动回转刀架以及步进电机的走步程序的流程图；第八章Z80TP801单板机数控车床，主要论述国产经济型数控系统的性能、主电机和步进电机容量的计算、机床电气自动控制系统中常用电器元件的选择和计算等；第九章微型计算机控制系统的抗干扰措施，主要论述如何利用硬件和软件来提高抗干扰的能力。

本书是在参阅、整理大量资料和积编者多年教学经验的基础上写成的，选材时注意了技术上的先进性、全书的系统性和实用性。

甘肃省电子计算机办公室付主任张问骅付教授详细地主审了全书并提出许多宝贵的意见，编者在此再次表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在着一些缺点和不当之处，恳望读者批评指正。

编 者

1 9 8 7 年 7 月于兰州铁道学院

目 录

第一章 机床数控技术概述

§ 1	数控机床的产生及目前国内外数控机床的发展动向	1
§ 2	数控机床的结构和工作原理	7
§ 3	数控装置的分类	8
§ 4	机床数字控制——坐标轴和运动方向的命名	11
§ 5	程序带用的代码及程序安排	21

第二章 数字控制（数值控制）

§ 1	数值控制的基本原理	24
§ 2	逐点比较法插补原理	25
	一、直线插补原理	26
	二、圆弧插补原理	30
	三、八方向逐点比较法线性插值原理	38

第三章 单板微型机数控机床的驱动系统

§ 1	概述	45
§ 2	步进电机的工作原理及其结构	46
§ 3	步进电机的主要性能指标	51
§ 4	功率步进电动机的选择	57
§ 5	伺服系统机械传动部分的简单计算	61
§ 6	恒流斩波电路	64
§ 7	几种典型驱动电路的优缺点	66
§ 8	开环驱动系统的精度	69
§ 9	步进电机的控制	70

第四章 微型计算机的基本知识

§ 1	触发器、寄存器和存储器	76
§ 2	微型计算机中常用的名词术语	81
§ 3	Z80TP801 ₁ 单板机	84

§ 4	Z80CPU的指令系统	89
§ 5	Z80PIO及Z80CTC芯片	99
§ 6	Z80PIO及CTC的电气特性	112
§ 7	如何选择微型计算机	116

第五章 微型计算机的接口技术

§ 1	概述	128
§ 2	I/O接口的编址方式	129
	一、I/O接口与存储器独立编址方式	130
	二、I/O接口与存储器统一编址方式(又叫统一式I/O接口编址方法)	136
§ 3	CPU与I/O间数据传送方式	137
	一、等待方式	139
	二、查询方式	141
	三、中断方式	144
	四、直接数据传送方式	149
§ 4	显示器	149
§ 5	键盘	156

第六章 常用控制程序设计

§ 1	概述	163
§ 2	判断程序设计	165
	一、算术判断程序	166
	二、逻辑判断程序	169
§ 3	巡回检测程序设计	174
§ 4	数字滤波程序设计	180
	一、程序判断滤波程序	181
	二、中值滤波程序	182
	三、算术平均滤波程序	183
	四、加权平均滤波程序	184
	五、一阶滞后滤波程序	186
	六、复合滤波程序	188
§ 5	标度变换程序	189
§ 6	上下限报警程序设计	195

第七章 微机控制车床的控制程序

§ 1	概述	203
§ 2	微机控制车床系统控制程序总流程图	205
§ 3	主要程序块的流程图	206
	一、初始化程序	206
	二、显示程序	206
	三、判速选速程序	206
	四、判向选向程序	207
	五、锥度加工程序	208
	六、螺纹加工程序	208
	七、控制步进电机走步程序	209
	八、自动换刀发讯及收讯程序	210
	九、回零处理程序	212
	十、结束处理程序	212
	十一、间隙补偿程序	212
	十二、刀具位置补偿程序	213
	十三、另件加工程序	213
	十四、快速回零程序	214
	十五、手动程序	214

第八章 经济型数控车床

§ 1	Z80TP801单板机数控车床结构方框图	216
§ 2	目前国产Z80TP801单板机数控车床的数控装置几种方案	216
	一、CWK—2 A型微机控制装置原理图	216
	二、CJK6136N型车床微机控制装置原理图	218
	三、XJ—1型微机控制数控装置原理图	222
	四、EDC—2 A型微机数控装置原理图	223
§ 3	国产经济型微机控制系统的性能	225
§ 4	步进电机驱动系统功放电路元件的计算和选择举例	229
§ 5	电动机功率的计算和选择	232
§ 6	常用机床电器控制元件的计算和选择	234
§ 7	设计举例	236

第九章 微机控制系统的抗干扰措施

§ 1	概述	242
-----	----	-----

§ 2	交流电源系统的抗干扰措施	245
§ 3	I/O接口部分的抗干扰措施	245
§ 4	微机系统接地系统的抗干扰措施	247
§ 5	微机抗静电干扰措施	247
§ 6	内部热噪声干扰的抑制措施	248
§ 7	I/O信号传输线路抗干扰措施	249
§ 8	普通车床微机控制系统的抗干扰措施	249
§ 9	软件抗干扰措施	252

第一章 机床数控技术概述

§1 数控机床的产生及目前国内外数控机床的发展动向

数控系统是一种把输入的数字数据（存放在纸带上、卡片上或磁带、磁盘上）转换为伺服机构的控制信号，用以控制机床加工的数值程序控制系统。简单的数控装置不一定包含计算机，但计算机直接操纵数控机床是数控的发展趋势。借助于数控用的程序编程语言（如APT、FAPT）来描述待加工成的工件形状和加工刀具的动作，计算机便能自动地编出相应的程序并执行，从而完成工件的加工。

数控系统有开环、半闭环、闭环三种形式。应用计算机控制机床一般有三种形式：一种为CNC（计算机数控），另一种为DNC（计算机群控），第三种为AC（自适应控制机床），它能适应加工环境较大范围的较化。

数控（NC—Numerical Control）不是一种机床，而是一种能控制多种机械运动的技术。因此，它可以广泛地应用于装配机械、检验设备、绘图机、排字机、木材加工机床以及金属切削机床。

因为数控最初是为金属切削机床的灵活加工而发展起来的，又由于数控金属切削机床包括了数控技术的绝大部分，所以，在本书中只论述数控机床。并以单板微型机数控车床为主。

简言之，数控是自动控制中的一种方法，它是用符号编码的指令，使机床完成一系列规定的加工。

数控的历史可追溯到本世纪40年代的后期，当时由美国的帕森斯（John T. Parsons）首先提出要研究一种自动机床，用以引导铣刀加工出光滑的曲线的控制方法，他的设想方案是，把坐标点的代码打在穿孔卡上，然后输入到机床的控制器中去，使一台改装过的铣床，按照微小坛量的步距移动来得到需要的轨迹。

1949年，美国空军委托麻省理工学院的伺服机构实验室，根据帕森斯的设想研究一种实用的数控系统。

1952年，美国麻省理工学院首先把机械和电子技术结合在一起，造出了具有信息存储和处理功能的新型机床——数控铣床。可惜的是计算机是第一代电子管计算机，无法装入机床，只能是“灵魂”与“驱体”分家的数控机床。

1957年，第一批能用手工生产的数控机床问世。

1958年，Kerneg和Trecker公司研制出带有自动换刀机构的加工中心。

1957年集成触发器诞生，1958年RC移相式振荡器集成电路面世，1964年中规模集成电路问世，1966年进入大规模集成电路的阶段，1977年又跨进超大规模集成电路的新领

域。真正使机——电融为一体时代是1971年微型计算机出世以来的近15年。1976年以来单片机的出现，更是有力地推进着“机电一体化”的进程与实用化。真正地实现了“灵魂”进入机床的“驱体”。

机床数控技术的发展，主要表现在不断地采用最新的电子元器件、新的工艺、新的结构以及新的驱动系统方面。

30多年来，五代数控机床发展的历史证明，促进数控机床不断进步的主要因素是，数控系统和伺服系统的演化。

数控系统升级换代的状况如下表所示。

数控方式	世代	诞生年代	构成方式及其它
数控 (NC)	第一代	1952年	真空电子管、继电器、模拟电路
	第二代	1959年	晶体管数字电路(分立元件)
	第三代	1965年	集成数字电路
计算机数控 (CNC)	第四代	1970年	内装小型计算机，采用中、大规模集成电路
	第五代	1974年	微处理器数控
	I	1974年	开始内装微处理器、字符显示，故障自诊断。
	II	1979年	超大规模集成电路，大容量磁泡存储器，可编程接口遥控接口。
	II	1981年	人机会话，动态图形显示，实时软件精度补偿，适应机床无人化运转要求。

目前数控系统的种类繁多。但其结构方式归纳起来有如下三类：

(1) 1~2个微处理器加大规模集成电路构成的系统。如有足够产量，这种方式比较合算。年产量2万台的日本FANUC公司便采用这种方式。

(2) 多微处理器系统，它把数控系统所要完成的任务分为若干部分，由不同的微处理器来承担，然后由主微处理器通过软件协调，使整个系统获得较强大的功能。美国一般选用这种方式。如GE公司的2000CNC系统便有12个微处理器。最适合于产量不大和无法制造专用大规模集成电路的地方采用。

(3) 一个微处理器的系统。目前这种系统主要是采用 8 位或 16 位单板微型计算机, 应用于中、低档经济型数控 (或叫简易数控)。

伺服驱动系统, 它是把数字信息转化为机床进给运动的执行机构, 其工作直接影响着机床的加工精度和生产效率。

目前世界上的伺服驱动系统可归纳为下表所示的类别:

名称	诞生年代	优点	缺点	应用情况
步进电机系统	50年代	制造容易, 驱动系统简单, 小功率范围价格相当便宜。	受驱动电源限制, 功率不能太大, 进给速度不高, 低速精度差, 出错无法检查。	80年代很少使用。
电液脉冲马达系统	60年代	可增加步进电机开环伺服系统的功率	油泵噪声大、漏油污染、效率低、速度不太高、精高也不太高。	80年代很少使用。
直流伺服电机系统	1969年	调速范围大于 1 ~ 20000, 效率高, 耗电少, 精度好, 速度高, 过载能力大, 噪声小。	电机尺寸大, 需要维修电刷。伺服驱动系统较步进电机系统复杂。	目前广泛应用。
交流伺服电机系统	1983年 左右开始使用	电机没有电刷磨损和换向火花, 维护简单可靠性好, 高速性能更好。	伺服控制系统复杂, 并受大功率晶体管制约, 目前功率不太高, 价格稍贵。	开始应用很有前途

美国作过统计, 中小批量生产中, 工件实际切削时间只占加工周期的 1.5%, 而每年机床的实际切削时间与可利用时间 (365 (天) × 24 (时) = 8760 小时) 的比率, 小批量生产的仅占 6%, 中批量生产仅为 8%, 统计情况分析如图 1—1 和图 1—2 所示。

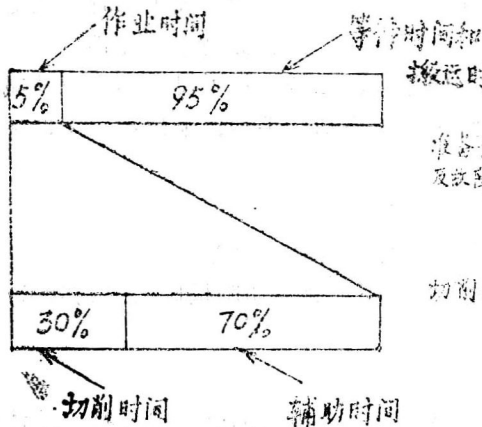


图 1—1 加工周期时间分析图

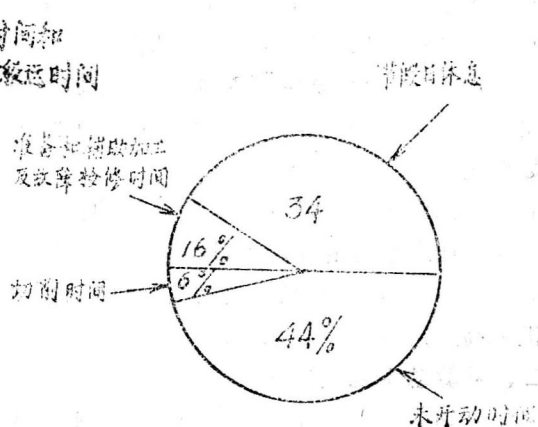


图 1—2 小批量生产机床时间利用率分析图

为了缩短加工周期，提高加工效率和精度，1958年K & T公司生产出了第一台加工中心。所谓加工中心就是通过自动换刀的方式，把铣、钻、镗、攻丝等多种工序集中在一台数控机床上来实现。

随着微电子和计算机技术的发展，在一台加工中心上加入自动上下料的交换工作台，再加上测量和监控刀具磨损等系统，便形成所谓“柔性加工单元(FMC)”。

1967年英国Molins公司就提出了把多台数控机床联成一体的柔性制造系统(FMS—Flexible Manufacturing System)。直到70年代末期和80年代初期，微电子技术进入超大规模集成电路时代，才使FMS获得了较快的发展。

在金属切削加工方面的FMS至少包含下述三个组成部分：

(1) 完成加工任务的数控机床和相应的自动上下料装置(如工业机器人、交换工作台等)；

(2) 把各台加工设备柔性地连接起来的自动搬运装置(如无人搬运车)和物料存储装置(如自动仓库)；

(3) 统一指挥整个柔性制造系统进行生产的过程控制计算机。

日本又把带有立体仓库大型柔性制造系统称为自动化工厂(FA)，并对FA作了如下定义：

FA = 数控机床 + 自动装置 + 计算辅助设计和制造

在国际上更广泛的说法是：柔性制造系统与计算机辅助设计和试验系统、计算机辅助计划编制系统，计算机辅助调度系统有机地结合在一起，便组成“计算机集成制造系统”，如果再加上办公室自动化即成为高级的“计算机集成自动化工厂”了。

纵观国外机床数控系统发展的趋向可以：

一、从数控系统的功能上看

- (1) 为了便于操作，普遍采用菜单式的人机对话方式，由键盘输入程序，CRT显示。
- (2) 为了便于监视和检查程序，用静态和实时图形显示。
- (3) 为了简化程序的编制，都在向着有自动编程的功能发展。
- (4) 增加了管理功能，如刀具寿命管理，加工件数量管理、加工工时管理等等。
- (5) 增加了软硬件的自诊断功能，不但维修方便，而且提高了可靠性。
- (6) 增加了参数设定的内容。一是加强了保密性，二是增加了灵活性，三是减少了一些硬件。如原来的工作方式选择是用开关给定的(自动、手动、编辑……)，现在可用参数设定。

(7) 加强了和外部计算机等联系的接口。

(8) 程序纸带的存储容量不断扩大，最大存储量可达3840米。

(9) 向高速进给发展，提高数控机床的生产效率。金属切削机床高速到30米/分，冲剪机床高速可达40~80米/分。

二、从驱动系统上看

交流驱动系统将代替目前占80%的直流驱动系统，电机的驱动单元将被晶体管脉宽调制系统(PWM)所代替。

三、从系统的结构上看

(1) 软、硬件都向模块化结构发展，这样的结构灵活，便于发展、改型及标准化。

(2) 多个微处理器数控系统总线结构。

(3) 单元型结构，把数控系统分成：

① CNC数控系统作为控制器单元；

② PCC可编程控制器单元；

③ MMC人机控制单元，它包括操作系统，显示系统，编程系统。

(4) 以微型计算机为基础的结构，如美国因美工业公司，主张用IBM—PC机为基础开发数控系统，认为可收到物美价廉的效果。

四、从使用的元件上看

(1) 追求采用新元件，采用最新的高速微处理器、大容量的半导体RAM、ROM及磁泡存储器。

(2) 专用电路

五、从工艺上看

(1) 向便于机电一体化的结构发展。

(2) 标准化的机床操作面板，供用户选择以减少机床厂的安装工作量。

(3) 采用多层印刷电路板、大板结构，减少转接线，提高可靠性。

我国数控系统发展过程和现状

国内机床数控技术的发展可分：

第一阶段（1958—1965年）：

1958年由清华大学、一机部机床研究所等单位开始研制数控铣床，由于电子元件质量差等各种原因，一直处于试制、试用阶段，未能在生产中站住脚，特别值得一提的是，我国数控技术的研制起步同日本差不多，日本1957年东京大学才首次制成第一台数控车床。

第二阶段（1965~1972年）：

从1965年起，开始研制晶体管数控系统，直到六十年代末和七十年代初，清华大学研制的劈锥数控铣床，一机部机床研究所与天津第一机床厂、上海仪表机床厂研制的非园齿轮插齿机获得成功，在生产上发挥了作用，数控机床才开始获得声誉。这一阶段的特点是，在少数复杂另件的加工中，已开始从试验研究阶段进入到生产使用阶段。

第三阶段（1972~1979年）：

1972年清华大学研制成功了集成电路数控系统。

1974年，北京第一机床厂开始小批量生产XK5040型数控铣床。

这一时期，由于电子器件的质量差和控制系统及配套部件制造工艺水平低，致使数控系统的稳定性和可靠性差，价格昂贵。根据国家统计局的资料，1973年至1979年我国生产了数控机床4108台，其中结构简单，使用方便，价格低廉的数控线切割机床占86%左右。

第四阶段（1980年以后）：

1980年我国从日本发那科(FANUC)公司引进了具有七十年代末期水平的微处理器数控系统制造技术。

为了满足国内机床市场的需要，促进机床数控技术的发展。北京机床研究所引进了FANUC公司的3、5、6、7系列产品、并配套引进了直流伺服电机和直流主轴电机系列。上海机床研究所引进美国GE公司的MC1系统和交流伺服控制系统。辽宁精密仪器厂拟引进美国狄那帕斯(DYNAPATH)的10系列产品。襄樊机床电气传动设备厂，于83年引进西门子的(SIMOREG)V5系列可控硅调速装置。

我国已确定数控机床引进技术消化吸收一条龙，以引进数控机床为对象，力争短期内数控系统国产化率达80%。按数控系统的性能价格比分4档产品发展。

1、简易型（经济型）数控系统

功能简单，价格（2万元以内）便宜，适用于老机床的改造和自动化程度要求不高的场合。如Z80 TP801单板机控制的步进电机驱动的数控系统和直流伺服电机为驱动系统的BS03A系统。

2、标准型数控系统

功能较全，价格适中，适用于中档大批量数控机床。如FANUC公司的3系统，GE公司的1系统，DYNAPATH的10系统。

3、全功能型数控系统

功能齐全，价格较贵，适用于加工复杂形状零件的中大型机床。如FANUC公司的6系统，西门子公司的8系统，GE公司的2000系统，AB公司的8400系统，大隈OSP500系统，西德BOSCH公司的CC200T，安川电机(YASKAWA)YASNAC MX2，三菱工作机械MELDAS—MZ。

4、特殊型的数控系统

具有特殊功能，价格较贵，适用于各种特殊加工机床（如电加工机床、火焰切割机，五座标以上联动的数控系统）。

经济型数控机床的发展动向为：

1、从单机数控向柔性单元和柔性生产线发展，这是机械加工发展的大趋势。

2、从机床类型来看，已从车床发展到铣、磨、拉床及滚齿机、螺纹磨、冲、钻和火焰切割机等。

3、作为经济型数控系统的神经中枢，过去差不多都用TP801单板机，现已扩展到STD总线，单片机等等。

4、在驱动电源上，过去多用单一电压或高低压系统，最近提出的有单一电压或低压单管或双管恒流斩波电路系统。在恒流斩波系统中又有连续追踪调压、分散追踪调压、非线性元件采样斩波等；在能量回收问题上，现已发展到电源回收，同种绕组回收、异相绕组回收。

5、在驱动装置上过去多用反应式步进电机，现已扩展到感应子式步进电机、直流变频调速电机、电磁离合器、脉冲液压系统。

反应式步进电机仍为重点。有的单位还在研究它与驱动电源参数的最佳匹配，企图让步进电机的动态特性发生一个质的飞跃。此外，低频时的冲击、噪声、振动问题；高频时电流上不去的问题等，都已引起一些问题的研究。

6、从过去系统的开发已发展到自动回转刀架、主轴定位反馈、自动断屑、自动对刀、霍尔元件原点定位、干扰源的分析、抗干扰的措施以及抗干扰能力的定量测试。

7、从开环到半闭环、闭环的研究，正在辩证地展开。

8、数控功能与价格，应区别对待。

§2 数控机床的结构和工作原理

数控机床的控制系统或者说机床的数字控制系统是用来代替机床操作者工作的，而它在性能上还可大大地超过最好技术工人的操作技能。因此，数字控制系统必须具备以下功能：

- (1) 检测机床当时的状态；
- (2) 作出为完成某项工作所需要的逻辑判断；
- (3) 通过启动相应的机械装置，把逻辑判断的信息传递给机床的运动机构使其动作；
- (4) 具有存储信息的能力。

如果一个控制系统不靠人工操作的帮助，就能执行这些功能者，则称这个控制系统为自动控制系统。因此，数字控制系统属于自动控制系统的一种。

数控机床一般可分为四个基本组成部分：

即：程序编制、数控装置（专用计算机）驱动系统和机床。如图1—3所示。

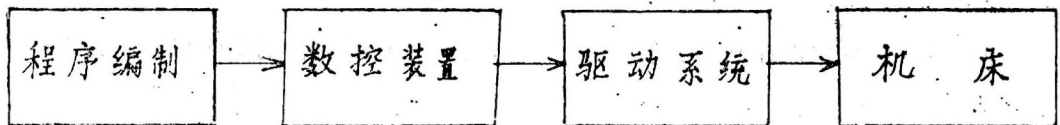


图1—3 数控机床的组成部分

数控机床的工作原理是，将被加工零件的形状、尺寸和工艺要求等信息，用穿孔或录磁等方法记录下来，并输入数控装置。数控装置包含一台专用计算机或小型通用计算机，它对输入信息进行处理与计算，根据计算结果向各座标的驱动系统分配给脉冲，并发出必要的动作信号。驱动系统接受到进给脉冲和动作信号后，进行转换和放大，驱动机床的工作台或刀架去定位或按某种轨迹移动，并给以必要的机械动作，按照要求的形状与尺寸完成零件的切削加工。

数控机床的特点：

数控机床是计算技术、自动控制理论及微电子技术应用到机床上的产物。它对提高产品质量，开发新产品和促进老产品更新换代都有很大的作用，因此说，数控机床在一定程度上决定着—个国家的工业水平和影响到整个国民经济的发展。它与传统机床的性能对比如下：

数 控 机 床	传 统 机 床
1、易于加工异形复杂另件；	1、加工异形复杂另件较困难、甚至不可能；
2、有可能实现软件精度补偿和 优化控制。	2、很困难；
3、加工质量一致性极好；	3、一致性差
4、易于保证加工精度，特别是形位精度；	4、保证高加工精度较困难（座标镗除外）；
5、改换加工对象容易；	5、除不需专用工装的万能机床外，其它机床较困难；
6、加工效率高；	6、除专用机床外，其它机床效率均较低；
7、工件加工周期较短；	7、加工周期较长；
8、一个工人可看管 2~3 台机床；	8、一个工人看管一台机床；
9、为产品优化设计制造了条件；	9、产品另件的形状和尺寸受到限制；
10、初始投资大；	10、初始投资小；
11、对工人文化知识水平要求高，对技能也有所要求；	11、对工人技术要求高；
12、对生产计划，生产准备和生产调度要求高。	12、对生产计划，生产准备和生产调度要求相对较低。

§3 数控装置的分类

数控装置也叫机床控制装置（MCU）是一种专用或通用计算机。它所能完成的功能随着机床的复杂程度和它所要执行的任务而变化。

对各种具体控制对象，数控装置处理、计算的步骤都是予先安排好了的。这种“安