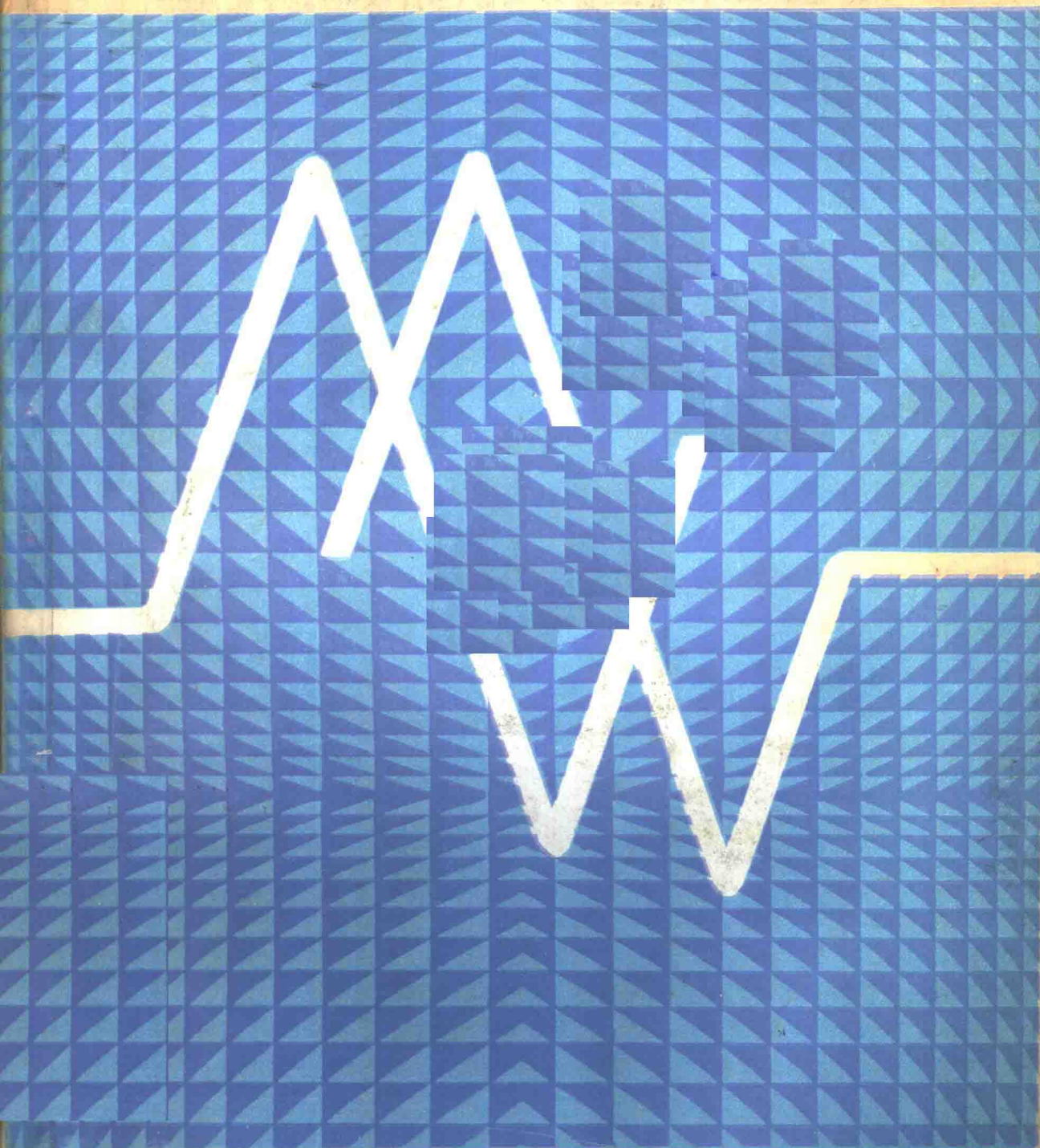


机床的微机控制技术

裴仁清 华卫平编 上海科学技术文献出版社



机床的微机控制技术

裴仁清 华卫平 编

上海科学技术文献出版社

机床的微机控制技术

裴仁清 华卫平 编

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号)

新华书店经销

上海科学技术文献出版社昆山联营厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 13 字数 325,000

1990年7月第1版 1990年7月第1次印刷

印数: 1—3,200

ISBN 7-80513-538-X/T·157

定价: 6.60元

《科技新书目》211-311

代 序

机床工业在我国工业化的进程中,始终占有重要的地位。目前,我国虽然已有相当可观的机床拥有量,但一个突出矛盾是机床技术性能还不能适应需要,和世界先进水平相比,有很大的差距。因此,如何提高机床的技术水平,不断开发新的机床品种,仍然是一项十分迫切的任务。提高机床性能可有多种多样途径,但纵观世界各国的技术主要发展趋势是自动化和系统化。可以断言,通过微型计算机与机床的结合,改善机床的功能,提高自动化程度,保证加工质量,提高经济效益,是一条基本途径。而从发展柔性制造系统、计算机集成制造系统(CIMS)来说,微机控制的机床,也是必要的基础。可以说,没有微机数控机床相当充分的发展、开发和推广,应用 FMS 也将是困难的。因此,现阶段我国必须大力发展和推广应用机床的微机控制,并逐步形成我国自己的微机机床数字控制的特点和系统。这样,就需要有一本适合于工程技术人员的有实用价值的书。现由裴仁清副教授和他的学生华卫平讲师合作编写的《机床的微机控制技术》正是为了实现上述目的而作的努力。

机床的微机控制技术有众多方面,根据机械工程技术人员的特点,作者将重点放在机床的运动控制及程序控制方面,详细地分析了微机及执行机构两部分。在执行机构部分具体介绍了机床的开环伺服驱动及闭环伺服驱动的原理、系统的构成及有关电路。在微机部分则分析了所用的硬件及软件的编制思路,最后一章特别介绍了微机可编程序控制器在机床程序控制中的应用。

裴仁清副教授毕业于机械工程系机械制造专业,长期从事机电结合的控制技术和电子技术在机械产品中的应用。近年来又着重研究机床和工业机器人的微机控制系统。他坚持不断进行科研工作,多次获得上海市科技成果奖,同时长期从事本科生和研究生的教学。

笔者有幸校阅了书稿,认为作者意图十分明确,即要使读者具体掌握微机的机床控制的有关技术而不是泛泛的了解,写得深入浅出,层次分明,有利于读者边学习边实践,部分程序和内容甚至可以直接套用。本书大部分内容经过作者的科研任务实践或实验室工作验证,并在学生和工程技术人员培训班里使用过,受到欢迎,现经重新组织、充实内容后正式出版。

作者一再表示,限于水平,本书不足之处在所难免,敬请广大读者批评、指正。

笔者深信,本书值得向从事机床设计、制造、使用和改造的工程技术人员推荐,从机电一体化广泛意义上说,本书亦可供机械工程有关的技术人员参阅,亦可作为高等工科院校有关专业的教材或参考材料。

值本书出版之际,写了以上的话,向作者表示祝贺,代之为前言。

方 明 伦

1988.11.

于上海工业大学

目 录

第一章 绪 言	1
第一节 机床的微机控制技术	1
一、微机数控	1
二、顺序控制	2
第二节 微机数控机床的组成及其基本类型	3
一、微机数控系统的基本构成	3
二、微机数控单机	3
三、微机数控加工中心	5
四、分散型微机数控系统	6
第三节 微机可编程序控制器	6
第四节 普通机床的微机改造	7
一、明确微机改造的任务和目标	8
二、机床的结构改装	9
三、提高微机改造效益的几个要点	9
第二章 微机控制的开环控制系统	11
第一节 引 言	11
第二节 步进电机的工作原理和主要特性	11
一、步进电机的基本工作原理	11
二、步进电机的主要特性	13
第三节 步进电机的选择计算	18
第四节 步进电机的微机控制	21
一、步进电机通电相序的控制	22
二、步进电机的速度控制	27
三、步进电机的升降速控制	32
第五节 步进电机的驱动功率放大器	39
一、单电压供电功放电路	39
二、采用晶体管的高压定时控制高低切换电路	39
三、用微机来控制高低压切换	40
第三章 微机数控机床的闭环驱动系统	43
第一节 引 言	43
第二节 数控机床的位置检测及控制方法	44
一、位置检测元件的要求和分类	44
二、增量型光电式编码器	44
三、旋转变压器	46
四、应用旋转变压器为检测元件的控制方式	47
第三节 直流伺服电动机	50
一、结 构	50

二、特点	51
第四节 伺服电动机的控制	52
一、可控硅功率放大器	52
二、脉宽调制式功率放大器	53
三、脉宽调制器和控制线路	54
第五节 脉冲-相位调制式伺服控制系统	58
一、系统的组成和结构	58
二、工作原理	59
三、全数字式脉冲-相位伺服系统	60
四、系统分析	62
第六节 FANUC 7M 系统位置控制系统	63
一、位置控制单元	64
二、位置检测单元	67
第七节 光电编码盘伺服系统	68
一、位置检测电路及 F/V 转换电路	69
二、零位控制	70
三、D/A 转换电路	72
四、光电编码伺服系统中的软件算法	72
附录 3.1 BESK-FANUC B4、B8 型永磁直流伺服电动机	75
附录 3.2 MB7052 PROM 电路及其运算过程	77
第四章 数控机床的控制软件	79
第一节 引言	79
第二节 软件插补方法	80
一、直线插补的 DFB 方法	81
二、DFB 法的圆弧插补原理	85
三、数字积分法的直线插补原理	91
四、数字积分法的圆弧插补原理	94
五、采用粗、精结合的扩展的数字积分法(EDDA)	97
第三节 进给速度控制	99
一、程序计时方法	99
二、时钟中断方法	99
三、设置 $V/4L$ 积分器方法	100
第四节 传动间隙补偿	101
一、间隙补偿原理	101
二、间隙补偿在直线插补中的实现	103
三、圆弧插补中的间隙补偿	103
第五节 输入数据处理	104
一、零件程序的整理与存放	105
二、单板微机数控三坐标铣床的加工程序处理	108
第六节 刀具补偿原理	111
一、直线刀具偏移分量的计算	112
二、圆弧刀具偏移分量的计算	113
三、起点和终点的坐标值转换	113

四、尖角过渡的处理.....	114
五、比例式刀具补偿原理.....	115
第七节 单板微机小铣床数控系统的系统软件	117
一、系统的硬件构成.....	117
二、系统的主控程序.....	118
三、系统的中断程序.....	122
第五章 微机数控系统的接口电路	128
第一节 引言	128
第二节 单板微机数控系统的接口电路	129
一、JXW-5 系列单板微机机床数控装置.....	129
二、单板微机数控小铣床的控制电路.....	131
三、接点电路.....	132
第三节 输入/输出接口方式.....	134
一、并行输入/输出接口	134
二、串行输入/输出接口	135
三、输入/输出口的扩展	137
第四节 输入/输出口的控制方式.....	141
一、程序输入/输出控制方式	141
二、数据通道方式.....	144
第五节 键盘电路	146
一、TP-801 单板微机的键盘电路.....	146
二、采用可编程输入/输出器件构成带有中断功能的键盘电路	147
三、8279 可编程键盘和显示器 I/O 接口器件	147
第六章 机床微机数控系统实例	150
第一节 引言	150
第二节 JWK-5 系列机床微机控制装置	150
一、主要技术参数.....	151
二、功能.....	151
三、直线和圆弧加工.....	152
四、螺纹加工.....	153
五、程序的送入与转贮.....	153
六、出错显示.....	153
七、控制器的系统软件.....	154
第三节 FANUC 7M 系统.....	157
一、基本功能及规格.....	157
二、硬件结构特点.....	159
三、7M 系统的软件	161
第四节 T10 加工中心及 ACRAMATIC 900 CNC 系统.....	163
一、机床的主要规格性能.....	164
二、ACRAMATIC 900 CNC 系统的基本构成	165
三、伺服控制系统.....	170
四、显示器和触摸式按键面板.....	170
第七章 微机可编程序控制器	172

第一节 引 言	172
第二节 微机可编程序控制器的原理与结构	173
一、微机 PC 的原理	173
二、微机 PC 的基本结构	175
三、微机 PC 的常用器件	175
第三节 微机 PC 的应用实例	176
一、一位机顺序控制器	176
二、单板机顺序控制器	177
三、用单片机构成的顺序控制器	178
第四节 微机 PC 的编程方法	181
一、采用单板微机的程序控制器编程方法	181
二、采用专用指令编程	183
三、按顺序动作序号的并行编程法	185
第五节 采用通用 PC 控制器的编程方法	185
一、锁存顺序控制	190
二、编码顺序控制	193
三、故障诊断显示程序	194
第六节 微机可编程序控制器的应用要点	196
一、微机 PC 的性能指标	196
二、系统实际结构对其性能指标的影响	197

第一章 绪 言

第一节 机床的微机控制技术

微型计算机自 1971 年问世以来,得到了飞速的发展。它的使用范围,在极短的时间内已遍及生产和生活的各个领域。在机械工业中,微机更是率先进入机床控制的领域。经过 10 余年的应用和改进,微机在机床控制中的技术得到不断发展,应用也越来越广泛和普及。在机械自动化领域中,机床的微机控制技术具有典型性和普遍性。它是发展高技术的计算机集成制造系统(OIMS)的基础。随着微机的普及,它将成为机械工业的一项重要的基础技术。

在机床控制中,微机有许多方面的应用,但主要是数字控制和顺序控制两个方面。除了一些简易的数字系统外,一般的数控机床均包含数控和顺控两部分功能。此外,有许多专用机床、组合机床等主要是顺序控制的。因此在本书中分别介绍微机数控技术和微机顺控技术。

一、微机数控

普通数控机床主要由信息载体(穿孔带、穿孔卡、磁带等控制介质)、数控装置、伺服机构和机床四部分组成。其中,数控装置是数控机床的运算、控制部分。它从控制介质中读得指令和数据,经过运算,以脉冲形式发出加工指令,指挥伺服机构,驱动机床实现要求的加工。因此数控部分主要用来控制机床的进给系统。

第一台数控机床是 1952 年由麻省理工学院(MIT)研制成功的。在 70 年代前,数控装置由电子管、晶体管发展到集成电路。但这些数控装置的运算功能由硬连接逻辑完成,功能弱、灵活性小、通用性差、维修也不方便。70 年代初期出现了用小型机数控(CNC: Computer Numerical Control),从而实现了软线数控,即由一台标准的小型计算机构成数控装置,只要向其输入相应的系统程序,就能实现数控需要。然而,尽管 CNC 具有功能强、灵活性大、维修性好以及可靠性高等一系列优点,但由于其价格昂贵,限制了它的应用和推广。因此当廉价的微型机一进入数控领域,就迅速取代了小型机,成为计算机数控的主流。现在大家讲的 CNC(除非有特殊的说明)实际上指的就是微机数控。有的文献中把微型机数控叫做 MNC(Microcomputer Numerical Control)。微型机数控的主要优点是:

1. 可靠性好。这主要是因为微机数控装置采用大规模集成电路,整个装置仅有 2~3 块电路板,接线和焊点大大减少。此外,零件的加工程序可以一次存入内部存储器,避免了普通数控装置在加工过程中逐段读入时可能发生的差错,这种差错通常要占普通数控机床差错的大部分。现在微机数控系统的无故障连续运行时间一般均可达到二班制半年以上。过去人们常常担心数控装置的可靠性,而现在再也不必怀疑了。

2. 灵活性强。MNC 系统的硬件是通用、标准化的。对于不同的机床控制要求,只要更换存储在只读存储器(ROM)中的系统程序,即可实现。因此如果说数控机床实现了机床自动化的“柔性”,而 MNC 则实现了数控装置的“柔性”。

3. 易于实现机电一体化。这是因为控制器尺寸小,甚至于可以直接装到机床内部去,制成没有单独数控箱的数控机床。又由于引入微机后,一些原来由机械承担的功能转为由电气设备承担,从而还深刻地影响了机床的结构设计。这是机电一体化给机械设计带来的革命性变化。

4. 微机在数控中获得成功的最基本原因还是价格低。一般微型机价格比小型机要低几个数量级。由于价格便宜,可以在一台机床上采用多个微机,有的专门管伺服驱动,有的专门管顺序控制接口,有的负责数据处理,这样组成一个网络,各司其责,性能可以更加大幅度地提高。由于微机价廉,微机数控装置不仅用于数控机床,也可以用于数控专用机床。

在微机数控系统中,选择微型机主要是考虑其字长和运算速度。因为字长和运算速度对于插补运算的快慢有直接的影响。为了满足机床高速运行要求,一般有下列几种选择,

1. 采用高速运行芯片,提高运行速度,在一些微机数控系统中还采用专用的算术运算芯片。

2. 采用 16 位,甚至于 32 位字长的微型机。

3. 采用微程序控制的位片机。

二、顺序控制

在数控机床中,对刀具变换、主轴调速、冷却液、工作台零位和极限位置等许多控制要求是开关量控制。由于采用微机,或者一个微机芯片制成的接口,就可以通过改变控制程序实现对这些开关量的控制,该接口即可变程序接口。

有许多专用机床或自动机床、组合机床是由液压、气动、电动的开关量控制的。早期的控制方法是采用继电器逻辑,即继电器阵对输入信息进行“判别”、“运算”,输出相应的开关状态,以控制机床的运行。因此,这也是一种“硬线逻辑”,对每一种不同的控制要求就有不同的继电器逻辑,硬件和接线也都不一样,这样给设计和制造带来很大的不便。而且继电器的接触点很容易受环境的影响,降低了可靠性。采用微机的控制方法后,即由微机对输入信号进行判别和运算,对不同的控制要求只需改变软件即可实现,控制器是标准的。因此成本低,可靠性好。据统计,当控制对象有 10 个以上继电器时,采用微机可变程序控制器,在硬件成本上就可以持平。这不包括节省的继电器线路布线、设计等工作量。因此,可以预见,对自动化程度略高的机床设备,其控制器必将采用可变程序控制器。

本书将介绍机床数字控制和顺序控制的有关技术,包括伺服部件及微机控制器的硬件和软件。重点是讨论其原理及应用。为了便于初学微机硬件、软件的读者学习和实践,本书在介绍现代的微机数控系统的同时,还详细介绍了单板微机数控系统的原理、具体的接口电路以及控制软件。这些软件都用 Z-80 汇编语言编写,以便于学习时利用 TP 801 单板机实验和练习。当然这种单板微机数控系统的功能远远比不上当今功能完备的数控系统。但它们的工作原理是一样的。可以认为单板微机数控系统是现代数控系统的模型,掌握这些基本的微机数控的原理和方法。对于深入理解各种高性能的数控系统会有很大的帮助。而且这些单板微机数控的具体方法在其它各种机械自动控制中也是很有用的。同样,本书在介绍现代的微机可变程序控制器的同时,也介绍了如何用单板机和单片微机实现程序控制的方法。在许多情况下,后者的方法将取得更高的经济效益。

第二节 微机数控机床的组成及其基本类型

本节分析机床微机数控装置的基本构成,并介绍几种基本的类型。

一、微机数控系统的基本构成

微机数控系统主要由运算器、输入装置、输出装置、内部存贮器和伺服系统组成,如图 1-1 所示。

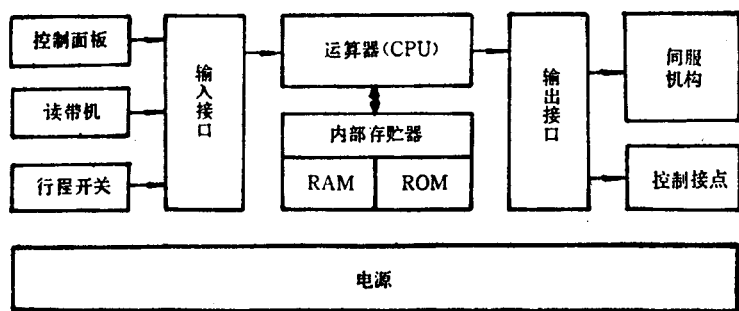


图 1-1 微机数控系统的基本构成

运算器即微处理机的 CPU,其字长和运算速度将直接影响数控系统的性能。为了提高系统的运算速度,通常在微型机系统增加一个高速算术运算芯片,也有在系统输出端增加一个高速脉冲分配器,以提高 CPU 的数据处理能力。

输入装置接收来自读带机、操作面板、机床上各种限位开关等的信号。由于它常常和多个外部设备连接,所以一般在输入装置中设有中断源优先级控制,它和系统中的中断管理程序结合起来,确定哪一个中断申请比正在服务中的中断级有更高的优先权,然后转入相应的中断处理程序。

输出装置主要是对伺服系统、电磁铁等执行元件的控制信号的输出,也常和通用显示器、指示灯等外部设备连接。通过这些外部设备可以使操作者明了机床正在运行的程序内容、机床的坐标位置、运动参数等,在显示器上还能显示出故障出现的部位。这是普通数控装置所难以做到的。

伺服机构的性能决定了机床的精度和快速性。由于微机的介入,使伺服系统的控制产生很大的变化,同时性能也有较大的提高。在本书中将作较详细的介绍。

微机数控系统中的内存分 RAM 和 ROM 两种。在 ROM 中通常存贮输入数据处理、插补运算、速度控制、管理、诊断等系统程序。这些程序的功能的强弱,决定了系统的功能强弱。改变程序内容,即改变数控系统的功能。微机数控系统的功能几乎全部由软件实现。故目前软件在整个系统价格中所占的比例越来越高,往往超过硬件的价格。在 RAM 中则存贮补偿值等相应的数据以及零件的加工程序,在系统运行过程中, RAM 区还用作运算数据和中间变量的存贮器。为了保证加工的可靠性, RAM 区常常需要有停电保护装置。

二、微机数控单机

在大多数微机数控机床中,是以一台微机数控装置控制一台数控机床。以日本安川电机公司 YASNAC 微型机数控系列为例,该系统结构方框图见图 1-2。中央处理单元(CPU)采用 Intel 8080 微机。RAM 和 ROM 中分别存贮零件加工程序和系统程序。系统程序包

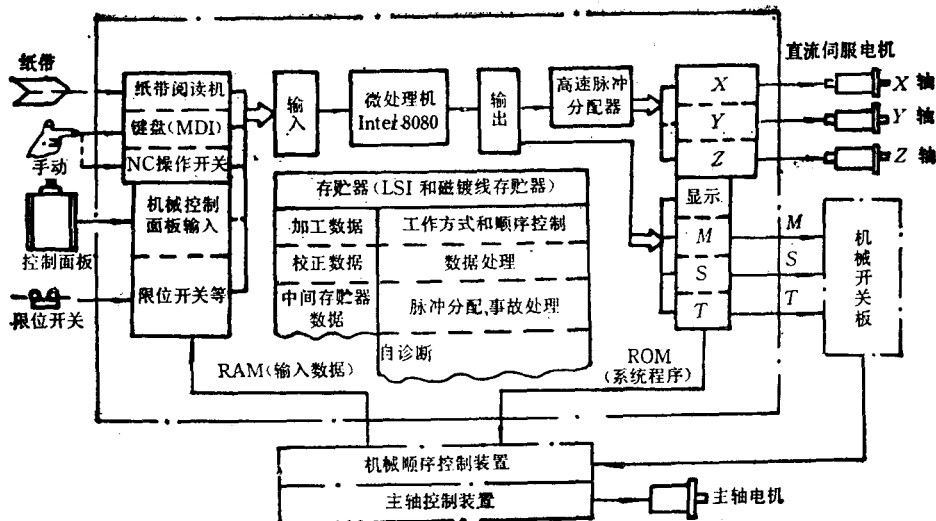


图 1-2 YASNAC MNC 结构方框图

括数据处理、脉冲分配、顺序控制、事故处理以及自诊断程序等，具有自动加减速、刀具半径补偿、故障显示和报警等功能。由于 8080 是 8 位机，其速度不能满足高速插补运算的需要，因此系统中设有专门的高速脉冲分配器，在 CPU 完成粗插补运算后，由该分配器进行细插补。零件的加工程序可在现场随意调出，加以增删和修改等，具有现场编程的功能。为了便于用户编制加工程序，该系统中的代码 G95~G98 专供用户自编程之用，用户可以对特殊形状的零件等自行编程，并将程序存入存储器中。此外还有几种固定加工循环，用户只要把

指令: G71 Pnd Qnb U___W___I___F___S___

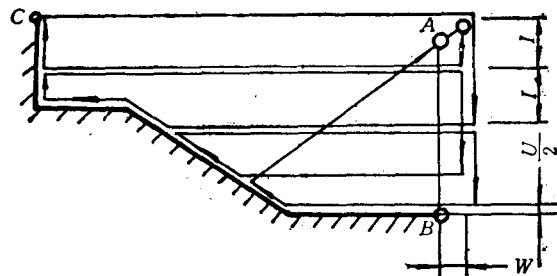


图 1-3 G71 粗车自动循环

各种几何尺寸和切削量等数据输入，直接调用该程序，即可以在加工过程中自动决定加工循环的路径。图 1-3 为粗车自动循环的例子。只要规定精车余量 U、空行程 W、每次切深 I 以及走刀量 F 和主轴转速 S，就能自动多次走刀加工出预定的表面形状 BO。

为了保护输入的加工程序及数据，该系统的 RAM 采用磁镀线存储器，可

停电记忆。其存储量为 32K，存取时间 350ns 以下。

YASNAC MNC 系列数控装置有三个主要规格：

1. 三坐标高速数控钻床 YASNAC 1000。用于印刷电路板的钻孔。X、Y、Z 三个坐标中的任意两个可以联动。设定单位为 0.01mm，快速进给速度为 5000mm/min。采用了可以高速跟随加减速指令运动的直流伺服电机，可高速、频繁定位。冲孔次数可达 350 次/分之多。

2. 二坐标数控车床 YASNAC 2000T。X、Z 两个坐标可以联动，进行直线和圆弧插补，最小移动单位 0.001mm。

3. 带轮廓切削的三坐标数控铣床 YASNAC 3000，该铣床可进行钻、镗、铰、攻丝、深孔钻等 9 种固定加工循环和带有轮廓切削的铣加王，X、Y、Z 三个坐标中的任意两个可以联

动,具有直线、圆弧插补及刀具半径补偿的功能。

三、微机数控加工中心

加工中心的数控装置和其它微机数控装置的构成是类似的,其特点在于该系统中有复杂的顺序控制功能,诸如自动换刀、工作台分度等。一般有两种方法解决这种控制任务。一种是在数控系统中装上微处理器的可编程序控制器(PO),另一种是用微处理器作为可编程序机器接口(PMI),用来完成数控加工中心中一些对速度要求不高的顺序控制功能。关于 PO 和 PMI 的结构将在下一节和第七章中介绍,本节主要介绍加工中心中的 T (自动换刀)、 S (主轴转速)、 M (辅助,包括工作台 B) 功能。

1. T 功能(TOOL FUNCTION)

加工中心的最大特点就是具有可自动换刀的刀库。随着数控加工中心的大型化,刀库中的刀具数越来越多,刀具的管理和换刀也越来越复杂。应用微机可以使换刀可靠性提高,而且线路十分简单。由于微机可以对每一把刀具的刀具号与刀具座位在换刀时的变化进行监视,因此可以采用自由座位编码的方式,不要求刀具与刀具座位一一对应,刀具用完后不必返回原位,所以换刀时间大为缩短。此外,在刀库中还可以设置多个同一种刀具。由微机来统计每一把刀具的加工时间,当其累计的加工时间到达其寿命时,自动更换另一把新刀具,并将该把新刀具的补偿值送往数控系统。

2. S 功能(SPINDLE FUNCTION)

为了获得最佳转速,加工中心机床一般用直流电机驱动主轴,通过改变指令电压,即可控制主轴的转速。例如主轴速度范围为 $20\sim 3000\text{ r/min}$,数控装置送出用 4 位代码表示的转速指令(例如转速为 935 r/min 时,指令为 $S0935$),在 PMI 中将此十进制数变换成二进制代码,经过数/模转换,输出控制主轴电机转速的指令电压。其框图如图 1-4 所示。其中限幅器用来使直流电机的速度限定在 $20\sim 3150\text{ r/min}$ 之间。

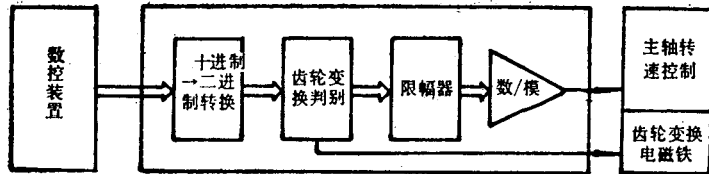


图 1-4 S 功能方框图

考虑到主轴转速的稳定性,在低速时电机通过减速齿轮带动主轴。例如当 S 代码在 $0600(600\text{ r/min})$ 以下时,还要输出齿轮变速指令。这样,输出电机控制部分的电压值应该等于 S 代码乘以齿轮变速比所得的乘积。

3. M 功能(MISCELLANEOUS FUNCTION)

辅助功能有许多方面,诸如圆工作台的分度(B)以及冷却液的供给和停止等。下面介绍一下圆工作台分度的处理。

在加工中心机床上,圆工作台一般要求 5° 甚至于 1° 的分度。这样的分度要求,无法用限位开关检测,如果用数控装置,价格又十分昂贵。采用微机控制后,可以在圆工作台上连接一台廉价的转角检测器,微机不断读出检测值。在检测值接近要求的分度值时,则向控制圆工作台的电机发出减速指令,使圆工作台慢速接近指令值。当检测值与指令值一致时,即令电机停转,并且将工作台锁紧,以达到精确分度定位的要求。

四、分散型微机数控系统

在这种系统中,每一台数控机床都有一台微型机数控装置控制,而这些微型机都有通信接口与主 CPU 进行程序信息交换。因此,主 CPU 可以是一台通用微型机,配备有 CRT 显示器、打印机、绘图机、软盘机及光电阅读机、穿孔机等外部设备,见图 1-5。主机可以充分应用软盘操作系统,承担多台数控机床数控程序的前处理,以及与各台数控机床的信息交换和监视。这时应用自动编程系统以及生产管理都有很大意义。显而易见,这种分散型微型机数控系统的性能比起直接数字控制(DNC)来说要好得多。它的每一台设备既能独立工作,又能接受上级计算机的命令,而 DNC 中各台数控设备的每一段动作都必须在计算机的控制下进行,因此灵活性较差。

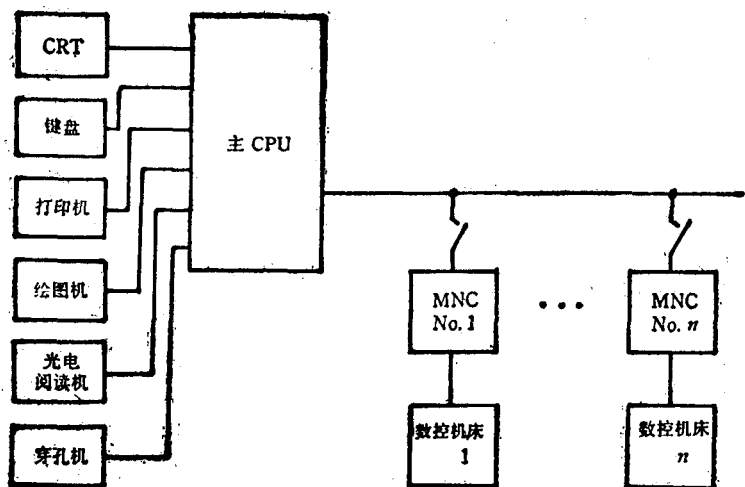


图 1-5 分散型微型机数控系统方框图

第三节 微机可编程序控制器

机床控制的另一个重要方面是顺序控制。随着微机的迅速普及,以微处理器为中心的可编程序控制器取代了原来的继电器装置。这种控制器都设计成模块化结构,按控制点数和输入点数任意选用。用户可以在买来硬件后,按控制要求输入控制程序,即能实现控制要求。由于省却了继电器硬件逻辑设计及安装布线等繁杂的工作,综合的技术经济要求很高,

因此应用日益广泛。

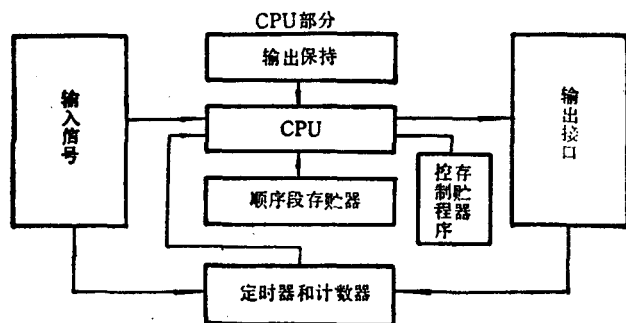


图 1-6 PC 的基本装置框图

微机可编程序控制器(PC)的基本装置由 CPU 部分、输入部分、输出部分、定时器和计数器等部分构成,见图 1-6。CPU 的主要功能是将各种指令读入并加以判断,从而对输入输出进行控制。PC 中的指令种类较简单,一般仅 10 余种,最基本的指令是“符合什么条件则

输出什么状态”。输入输出接口采用光电隔离,以避免外界干扰。当基本装置的输入输出点不够时,可以增加扩展装置。PO 系统的编程有两种,一种是利用编程器,将工作程序写入由锂电池保护的 RAM 中去。另一种是利用开发装置进行编程、模拟调试、修改、最后把程序写入 EPROM(或 PROM)中去。

在数控机床上常常用可程序机器接口(PMI)来实现顺序控制。所谓可程序接口系指用微型机控制的、设置在数控装置与顺序控制部分之间的通用接口。它的主要作用是把数控装置送来的 T 、 S 、 M 功能(包括 B)的二-十进制代码进行译码,变成与机械相应的控制信号。图 1-7 为其基本构成。其中,输入输出接口是通用的,只要改变存储器中的程序,立即可以用于控制其它数控机床。这种接口的特点是不要求很高的处理速度,因此可以用普通的 8 位机为 CPU。

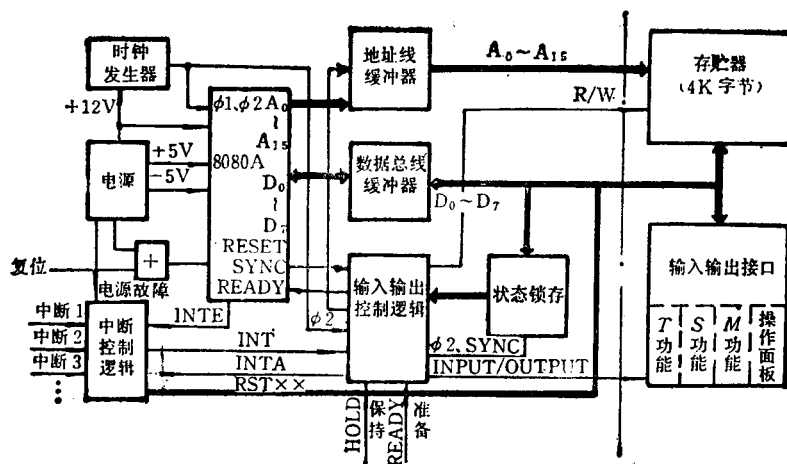


图 1-7 PMI 的方框图

可以看出, PO 和 PMI 的构成是相当近似的,所不同的是 PO 是一个能独立工作的控制器,而 PMI 则必须和数控系统相连,即要由上级 CPU 指挥才能工作。由于微机可编程序控制器的硬件构成比较简单,在第七章中,我们将着重讨论其编程的方法。

PO 主要是用来取代继电器装置实现顺序控制的。然而,由于微机的运算速度快,功能很强,在完成顺序控制时,常常有较富余的时间。因此,目前人们正在研究利用 PO 控制机床的坐标运动。实际上,这是一种较简单的数控装置。利用这种带有运动控制功能的 PO 来控制较简单的数控机床,其成本只有 ONC 系统的几分之一。从这个意义上说,PO 的功能已经超出其范围,在机床上的应用将更加广泛。尤其是应用于一些有数控功能的专用机床上,更加合适。

第四节 普通机床的微机改造

由于微机数控机床的技术经济效益为越来越多的人所理解,它的可靠性也没有人持怀疑的态度了,因此在国内工厂的技术改造中,机床的微机数控成为重要的方面。许多工厂一面购置数控机床,一面利用微机技术改造普通机床,设计数控专机,取得投资省、见效快的效果。机床的微机改造引起了人们的注意,国家也把这项技术引入第 7 个五年计划的重点

项目。目前国内已有多家工厂生产供机床改造的微机及控制部件,使这项技术的推广和应用具备了一定的物质基础。

普通机床的微机改造顾名思义,就是在普通机床上增加微机控制装置,使其具有一定的自动化能力,以实现预定的加工工艺目标。用于机床改造的微机数控装置一般均为8位微机的单板机,功能不是很强。同时,在机床上进行的改装不能使普通机床全面适应数控机床的特点。和数控机床相比,它只是局部地提高了机床的性能。对于大部分的微机改造项目来说,改造的重点均为机床的进给系统。在设计数控专机或改造普通机床时,为了取得良好的技术经济效益,必须注意下面三个方面的问题,明确设计和改造的目标及内容,搞好机床的结构改装,注意相关的技术措施。

一、明确微机改造的任务和目标

在确定机床微机改造的总体方案时,首先要提出明确的技术经济指标。例如有的是为了解决难加工的曲线曲面,有的是为了提高劳动生产率,有的是为了提高零件的加工一致性(即提高精度)。一般都应有明确的工艺目的,许多情况下是把普通机床改造成数控的专用机床。用微机来改造的普通机床往往是旧机床,使用的控制装置也比较廉价,因此其技术经济指标的评价方法和普通的数控机床是有区别的。譬如说数控机床最适合中小批量、品种变化繁多的生产加工,而用微机改造后普通机床还适合于大批量生产。由于利用了旧机床,所化的成本、见效的速度,都优先于设计一台专用机床。在设计专用机床时,也可以考虑增加简易的数控装置,以简化机械结构,降低成本。

在确定机床微机改造的总方案时,还有一个问题值得引起注意。实际上,用微机来改造机床,微机硬件成本只占较小的比重,主要的费用在伺服驱动部分。表1.4-1列出了适用于经济型数控系统和改造旧机床的各种进给驱动方案的参考技术经济指标。表1.4-1中的数据适用于中小型机床。对于重型的机床设备,由于机床的原价就比较高,加工的零件又往往比较重要,因此用高性能的驱动系统来改装,可能更加合适一些。

表1.4-1 各种进给驱动方案的技术经济指标

方 案	技 术 指 标				每坐标(轴)售价 (包括电机及电源)	备 注
	扭矩或功率	分辨率/脉冲当量	快 速	定位精度		
低档直流伺服电机	$<3.5 \text{ kg} \cdot \text{m}$	0.01	$>5 \text{ m/min}$ 速比1:3000	± 0.01	4,500元外加 2,000~3,000元 的位置环	可插补
功率步进电机	$\frac{0.8 \text{ kg} \cdot \text{m}}{>1.2 \text{ kg} \cdot \text{m}}$	0.01	$>1.5 \text{ m/min}$	± 0.01	$\frac{2,000 \text{ 元}}{4,500 \text{ 元}}$	可插补
普通直流电机加 光栅尺或编码器	$<5 \text{ kW}$	0.01	$>3 \text{ m/min}$	± 0.01	4,000元,包括 光栅尺或编码器及 机械改装费用	不能插补
原机床进给驱动 系统加光栅尺(或 编码器)及切换减 速(制动)电磁离合 器		0.01		± 0.02	3,000元,若为改 装旧机床应包括改 装传动系统的费用	不能插补

二、机床的结构改装

机床微机改造的重点是进给系统。大多数的微机数控装置配用步进电机。也有一些性能要求较高的系统采用直流伺服电机。用户只要将驱动电机连接到进给丝杆上就行了。许多系统还为用户配好滚珠丝杆螺母,以方便用户改造。

然而,对普通机床进行微机改造目标总不外乎提高加工质量和生产效率。这样,对改造后的机床就要求运动速度快,能适应长时间重负载工作。而一般的机床往往刚度不够,滑动面的摩擦阻力太大,传动元件中存在较大的间隙,这些缺点使微机数控系统的能力不能充分发挥。所以除了一些简单的情况,对机床进行微机改造决不只是装上伺服驱动部件就能奏效的。

此外,由于数控机床加工时,是按预定程序进行工作的,它的系统可以重复这个程序无限次,但却不能应付那些事先所没有预料到或复演性的问题。不象原来在普通机床上加工那样,随时用手动操作来补偿各种因素对加工零件的精度影响。因此在改装之前的机床,其性能(特别是精度和刚性方面)应该有较好的“先天”条件,才能保证改造后的整个使用年限内有足够的稳定性。

机床的工作台(或刀架)及其传动机构是机床改造的重点,改造得好坏直接影响到伺服系统的品质。这部分一旦制造完成了,其性能很难于再加以显著的改进。因此可以说机床的微机改造是从机械部分改造的整体方案入手的。在改造的总体设计阶段,机械与控制系统的的设计人员必须紧密配合,仔细地考虑机床与控制部分相互间的各种要求,作出合理的设计。所谓“合理”,就是不仅要考虑各种高效能、自动化要求,也要考虑被改造机床的具体条件,根据使用要求,找出主要矛盾,选择在经济上合理的方案。以较短的周期改造出具有一定精度、稳定可靠、生产率高的机床。

针对普通机床对数控机床的不适应性,各种专门为满足数控要求而设计的新机床几乎在各个方面都比普通机床设计来得完善,制造也更精良。例如,机床的刚度和抗振性能较好,适应重载切削,传动部件采用无隙齿轮副及高效率的精密滚珠丝杆,导轨采用摩擦系数很低的滚动导轨或采用特殊材料的聚四氟乙烯塑料导轨,尽量减少了摩擦力,因此减少了由间隙、丝杆变形造成的失动,也减少或消除爬行现象,提高了机床的灵敏性。为提高切削量和换刀带来的误差,常采用先进的标准刀具,许多机床具有自动换刀和自动换工件装置,有的机床能自动排屑,有的还有各种冷却液喷射方法,以适应不同的切削要求。数控机床的这些特点及其设计的成熟经验,可以作为普通机床改装成微机数控机床时的借鉴。当然,更值得在设计微机数控专用机床时作为参考。

随着数控机床的发展,许多数控机床的零配件也已经开始成批生产,形成专门的配套供应。例如主轴自动变速,自动夹紧工件机构,车床的自动换刀刀架等目前都有现成产品供应,这给机床的改造工作带来很大的方便。

三、提高微机改造效益的几个要点

为了提高机床微机改造的效益,有三个问题值得注意:

1. 尽量使改造后的机床专用化。这一点初听起来似乎不太合理,因为数控机床的最大优点是适合小批量多品种的加工。但是实际上将普通机床进行微机改造,总是针对一些特定的目标的,其本身就带有较强的专用性。而且改造后的机床不可能具备数控机床的全部素质,如果勉强地要求其具备多种功能,要么将化费大量的投资,要么出现有些功能名义上