



微型计算机及其应用丛书

微型计算机在 数控技术中的应用

齐祥元 编著

WEIXINGJISUANJI WEIXINGJISUANJI
WEIXINGJISUANJI WEIXINGJISUANJI

TG547

/1

科学出版社

微型计算机及其应用丛书

微型计算机在 数控技术中的应用

齐祥元 编著

科学出版社

1987

内 容 简 介

本书以研制 MNC-2五坐标数控铣床控制装置为例,详细阐述微型计算机在数控技术中应用的具体设计思想和实现方法。书中既有关于微型计算机和数控机床的原理介绍,又有MNC-2系统硬件、软件的具体说明。

全书共分六章,前三章主要介绍在数控技术中如何选用微型计算机以及设计工作中必须掌握的基本知识和工作原理。第四、五章分别介绍 MNC-2 数控装置硬件、软件的实现及其设计方法。第六章介绍数控处理程序的编制。附录中给出数控机床编制程序使用的国际标准字符及单片微型计算机和位片式微处理器的参考资料。

本书可供从事微型计算机应用和数控技术工作的科技人员以及高等院校有关专业的师生参考。

JS357/30

微型计算机及其应用丛书

微型计算机在 数控技术中的应用

齐祥元 编著

责任编辑 孙月湘

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

北京景山学校印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1987年7月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1987年7月第一次印刷 印张: 12 3/4

印数: 0001—7,400 字数: 277,000

统一书号: 15031·826

本社书号: 4164·15—8

定价: 2.95元

序 言

一九七一年微处理器问世,短短十三年时间,微型计算机经历了难以预测的技术变革,获得了突飞猛进的发展。在技术性能方面,微型计算机比第一台电子管计算机提高了四至五个数量级;微型计算机的字长由4位、8位、16位发展到32位,覆盖了小型计算机和超级小型计算机的全部领域。多微型机分布结构的系统已经商品化。微型计算机网络技术已日趋成熟,亦有商品问世。多微型机的阵列机或多功能的微型计算机系统已向中、大型计算机系统发起了挑战。另一方面,价廉物美的个人微型计算机日新月异,如雨后春笋般蓬勃发展。总之,微型计算机冲击了计算机科学技术的全部领域,大大扩展了计算机的应用范围,为计算机渗入个人的工作、生活、家庭以及渗入社会的各个方面创造了必要的条件。这样就有力地促进了新的产业革命,加速了信息技术的发展,推动了信息社会向纵深发展。

一九七九年全国计算机委员会确定要大力发展微型计算机,推广微型计算机的应用并且在全国组织试点。四年来,微型计算机的应用扩展了几十倍、上百倍,应用领域遍及工业、农业、科学文化、军事国防等各个方面;应用计算机的人才成百倍地增长,取得了空前丰硕的成果。当前,迎接新的世界技术革命的浪潮澎湃向前,一个突出表现就是席卷全国的“微型计算机热”。毫无疑问,这个热潮必将推动四个现代化的事业向前迅速。

顺应形势,我们编写了这套“微型计算机及其应用丛书”。本丛书贯彻理论和实际相结合的原则,在介绍基本理论的同时引入许多实例。丛书的著者都是该领域的专门家,他们吸收消化了国外的经验,分析了国外的技术和系统,结合我国的情况进行开发、创造,取得了许多可喜的成绩。因此,他们写出的东西是学了即可用得上的。

本丛书并不打算解决所有层次的问题,只想在普及推广方面提供一套基本的系统的材料,使有志于微型计算机应用的人们能有一套参考书。这套丛书不仅包括基本的微型计算机硬件系统、软件系统,还包括了微型计算机的开发技术和实际应用等内容。这些内容中许多都是著者实际工作成果的总结,因此它有一个鲜明的特点:解决实际问题,与四化建设紧密相连。

目前国内外有许多关于微型计算机的著作和资料,不过象本丛书这样全面地讲述还很少见。我们希望这套丛书能为四化建设作出贡献。

丛书书目

微型计算机硬件系统(上、下)

微型计算机操作系统(上、下)

微型计算机汇编语言的使用与分析

微型计算机BASIC语言的应用与分析

微型计算机开发系统

微型计算机的系统设计及性能评价

微型计算机在企业管理中的应用

微型计算机在数控技术中的应用
微型计算机在图象信息处理中的应用

徐正春 张菊年

前 言

微型计算机(以下简称微型机)的应用领域十分宽广,特别是近十年来,由于半导体工艺的改善,大规模、超大规模集成电路的迅速发展,各种微型机系列的芯片大量出现,有力地推动了微型机的生产和应用。

本书从应用角度出发,在介绍与微型机应用有关的基本知识的基础上,以 DJS-063 Ⅲ型微型机系统组成五坐标五联动(开环)铣床的数控装置(MNC-2型)为例,阐述微型机在数控技术中应用的具体设计思想和实现方法。作者希望本书能对微型机的普及应用以及对现有数控装置的技术改造有所裨益。

本书第一章介绍数控技术的发展概况。第二章阐述如何根据任务提出的要求,合理地选用微型机。同时,为了便于第四、五章的学习,着重介绍了 M6800 微型机系统的中央处理器、半导体存储器及其串、并行接口。第三章介绍模拟/数字(A/D)和数字/模拟(D/A)转换。前三章的内容是应用微型机必须具备的基本知识。

第四章介绍以 8 位微型机(DJS-063 Ⅲ型)为主机组成控制五坐标五联动(开环)铣床的数控装置。第五章介绍该系统的软件设计技术,即如何把主机、接口和机床三者有机地联系起来,使整个系统正常运转。这两章介绍的设计思想经过实践证明是可靠的。

第六章介绍手工编程序的基本知识和数控技术中使用的一些国际标准。附录中给出某些单片微型计算机和位片式微处理器的资料,可供读者参考。

本书在编写过程中,曾得到夏宝顺、杨悦迪等领导和同志们的帮助。清华大学自动化系阎石副教授,机械工业部自动化所戴兆康同志曾对本书作了全面审阅和修改,曾莉莉同志绘制了本书的全部图表,在此深表感谢。

最后值得说明,本书中的某些创造性成果是研究小组集体智慧的结晶,作者希望这些经验能在我国微型机应用工作中起到一定的参考作用。由于作者的水平有限,加之时间仓促,书中的错误和欠妥之处在所难免,敬希读者批评指正。

编 著 者

一九八五年十二月于北京

目 录

序 言

前 言

第一章 微型计算机和数控技术的关系	1
1.1 微型计算机出现前的数控技术概况	1
1.2 发展数控技术的基础	2
1.2.1 计算技术的新发展——微型计算机问世	2
1.2.2 半导体生产工艺的新发展	3
1.2.3 精密测量和伺服系统的发展	3
1.3 微型计算机在数控技术中的地位	5
第二章 如何选用微型计算机	6
2.1 一般介绍	6
2.1.1 微型计算机的一般分类	7
2.1.2 三种微型计算机的特点	8
2.1.3 三种8位微处理器的比较	9
2.2 中央处理器和时钟	10
2.2.1 M6800微处理器	10
2.2.2 M6800微型计算机系统的特点	13
2.2.3 M6800的时钟操作	15
2.3 半导体存储器	17
2.3.1 半导体存储器的分类	17
2.3.2 随机存储器RAM	17
2.3.3 只读存储器ROM	21
2.3.4 存储容量和地址空间分配	22
2.4 并行接口和串行接口	25
2.4.1 M6821并行接口适配器	25
2.4.2 M6850异步通讯接口适配器	30
2.4.3 直接存储器存取接口	34
2.5 小结	37
第三章 数/模和模/数转换	39
3.1 数字量转换成模拟量	39
3.1.1 开环型	40
3.1.2 闭环型	42
3.2 模拟量转换成数字量	42
3.2.1 采样	42
3.2.2 保持	43
3.2.3 量化	43

3.2.4 编码	43
3.3 几种常见的模/数转换电路	45
3.3.1 计数器式模/数转换电路	45
3.3.2 双积分式模/数转换电路	46
3.3.3 逐次逼近式模/数转换电路	48
3.3.4 并行式模/数转换电路	48
3.4 模/数和数/模转换器举例	49
3.4.1 模/数转换器	49
3.4.2 数/模转换器	50
第四章 微型计算机控制的五坐标铣床	52
4.1 机床数控系统的一般介绍	52
4.1.1 信息载体	52
4.1.2 数控装置	53
4.1.3 伺服系统	54
4.1.4 机床	57
4.2 MNC-2 数控装置	57
4.2.1 一般介绍	57
4.2.2 用MNC-2代替DJS-K19	58
4.2.3 用8位微型机研制MNC-2系统	59
4.2.4 MNC-2的总框图	60
4.2.5 MNC-2系统的优缺点	61
4.2.6 主机简介	62
4.3 专用接口设备	69
4.3.1 作用与任务	68
4.3.2 接口设备方框图的介绍	71
4.3.3 具体电路的实现	74
4.3.4 接口设备的插件板及电源	91
第五章 微型计算机数控系统的分析和软件设计	93
5.1 数控装置的两种设计体系	93
5.1.1 硬接线逻辑数控装置需要更新换代	93
5.1.2 数控装置设计体系的演变	93
5.1.3 两种不同工作方式的比较	94
5.1.4 软件设计需要从系统分析和系统设计开始	95
5.2 数控系统的分析与系统设计	96
5.2.1 控制对象和主机型号的选用	96
5.2.2 机床的工作方式和对一些控制信息的处理	96
5.2.3 纸带、工艺卡和编程规范	98
5.2.4 工艺文件的输入——DATA 1 格式	99
5.2.5 进给速度的保证	100
5.2.6 信息处理的全过程和应用程序结构	102
5.3 编译程序TRANS和内部文件格式	103
5.3.1 DATA 2 文件格式的设计	103

5.3.2 编译程序TRANS	106
5.4 刀具补偿程序TOOL	106
5.4.1 刀偏分量的计算和作用	107
5.4.2 刀具补偿指令的功能简介	108
5.4.3 刀具补偿的基本规律	112
5.5 轨迹计算程序	119
5.5.1 轨迹计算控制程序PATH	119
5.5.2 进给脉冲输出和输出字格式的设计	123
5.5.3 轨迹控制运算原理——逐点比较法	124
5.5.4 平面直线的插补程序GO1	127
5.5.5 平面圆弧插补程序和圆弧插补自动过象限问题的处理	129
5.5.6 积分法插补原理和空间直线积分程序GO6	143
5.6 其他程序	151
5.6.1 数控纸带装入程序LOAD	151
5.6.2 文件编辑程序EDITOR	151
5.6.3 监控程序MONITOR	152
5.6.4 用户系统程序	152
5.7 小结	152
第六章 数控处理程序的编制	154
6.1 手工编程	154
6.2 程序段格式	156
6.2.1 固定顺序的程序段格式	156
6.2.2 表格式的程序段格式	157
6.2.3 文字地址表示的程序段格式	157
6.2.4 高级语言表达式的程序格式	157
6.3 自动编程简介	159
6.3.1 APT语句的使用目的	159
6.3.2 APT语言的基本构成	160
6.4 结束语	163
附录A 数控机床编制程序使用的国际标准字符	165
附录B 单片微型计算机	177
附录C 位片式微处理器	185
参考文献	187

第一章 微型计算机和数控技术的关系

自1946年至1971年的四分之一世纪中,计算机从电子管、晶体管发展到大规模集成电路,走过了漫长的道路。人们的主要精力是用于研制大型高速计算机、大容量存储器、外部设备以及各种软件等,而直接用于生产过程控制的计算机较少。1952年美国麻省理工学院受空军的委托,研制成功了三坐标数控铣床,其控制用的计算机是由电子管线路组成的。到了1955年,美国空军拨款3500万美元,制造了大约100台数控铣床,平均每台约50万美元,其中绝大部分是长为12m左右的轮廓控制的蒙皮铣床。有些机床经过技术改造后,现仍在使用^[1]。当时由于控制设备太贵,所以数控技术难以普及并推广应用。

自1971年至1984年,微型计算机(这里指的是微处理器 μP 、微型计算机 μC 和位片BS等)得到迅速发展,其系统性能已接近小型计算机,而成本却仅为小型计算机的几分之一。特别是微型计算机(以下简称微型机)的体积小、功耗低、可靠性高和体系结构灵活的特点,引起了各方面工程设计人员的重视。微型机的大量推广应用,促进了它的进一步发展,为在数控技术中的应用,提供了良好条件。目前,微型机与数控技术已经密切结合在一起,利用微型机改造旧的数控装置,设计新的数控设备已成为发展的必然趋势。

1.1 微型计算机出现前的数控技术概况

数控技术亦即数字控制技术。早在第二次世界大战后不久,美国空军就提出要求制造和检测形状复杂的飞机零件。1948年美国空军委托巴森兹公司研究试制检查直升飞机叶片轮廓用的样板加工机床。该公司与麻省理工学院合作,于1952年研制成了三坐标数控铣床。到1962年12月8日,美国专利局才批准了巴森兹(John.C.Parsons)等四人的“数控伺服机构”专利(美国专利3069608),这可以说是数控技术的开端。三十多年来,美国航空航天制造(商)协会(Aerospace Manufactures Council,简称AMC)由于认识到数控技术的应用潜力很大,所以在数控技术方面投入了大量人力和资金。在制造复杂型面的新零件、加速生产备份零件、加强数控技术人员的培训工作等方面均取得了较大的效益。

数控技术首先应用于数控机床,这是和当时需要制造某些特殊产品的要求分不开的。一个国家所拥有的数控机床的质量和数量,直接反映这个国家的工农业水平和国防力量。如果说数字计算技术是用于计算机辅助设计的话,那么,数字控制技术则是用于计算机辅助制造。前者通常使用大型计算机将得到的复杂计算结果借助于打印机、磁带机等外部设备输出给计算人员,这些数据 and 图表就是设计人员的设计依据。而后者往往要求设计人员研制出符合要求的控制装置,并且完成具体的加工任务,得到合格的产品。因此,在数控系统中,不仅要设计或选择合适的计算机,而且还要设计各种接口电路、伺服系统、检测机构、反馈系统等部件,这样才能驱动机器运转,精确地控制刀具按规定的轨迹运动,加工出合格的零件。

由于当时的大、中、小型计算机是用晶体管、小规模集成电路制成的,通常具有几十块

甚至上百块插件板,因此成本较高,可靠性低。一般每台控制设备的价格大约几万元甚至几百万元。设备的平均无故障间隔时间大约几十小时。寻找故障原因、故障地点比较困难,维护费用较高。这些都是阻碍数控技术发展的因素。

我国于七十年代也曾利用晶体管、分立元件和小规模集成电路研制了一批数控装置,采用步进电机液压传动放大器部件作为驱动机构。这些数控机床经过多年运行后,有些已不能正常运行。微型机数控装置的出现,为旧机床的改造开辟了一条新的途径,它使旧机床“返老还童”,使“瘫痪”了的数控机床“起死回生”。因此,在旧设备的挖潜改造工作中,微型机将会起到很大的作用;而且在新设备的研制工作中,设计人员也会优先考虑采用微型机。

1.2 发展数控技术的基础

广义地解释数控技术,就是用不连续的数字信息去控制生产过程的技术。自动化生产、交通控制、航空航天、仪器仪表等应用领域中都要使用数控技术。数控技术发源于数控机床;今天,数控技术在数控机床领域中仍在不断发展。据欧洲经济共同体(ECC)的调查,1968年数控机床在美国、英国、西德、日本等国家已有21,100台投入使用,其中

美国	16,500台
英国	1900台
联邦德国	1100台
其他欧洲国家	1600台
其他国家	850台

到八十年代初,数控机床的种类和数量均有较大发展。据1971年的不完全统计^[2],其中

美国	20,000台
英国	3800台
联邦德国	2900台
法国	1320台
意大利	990台
瑞典	400台

数控技术之所以能够得到较快发展,主要由于下述原因。

1.2.1 计算技术的新发展——微型计算机问世

微型机自1972年至1984年已经从字长4位发展到8位、16位、32位,不仅在硬件方面有了较大发展,软件亦在日益丰富。就微型机的性能而言,已可承担数控装置中的计算和控制任务。当然,由于目前微型机的速度还较慢,存贮容量不够大(约64KB—1MB),所以某些复杂的控制工作暂时还不能在微型机上实现。但是,由于微型机具有结构简单、价格便宜、体积小、功耗低等优点,故在大量简单的数控设备中,使用微型机比使用中、小型计算机优越得多。

1.2.2 半导体生产工艺的新发展

用晶体管取代电子管,使电子计算机的体积和功率消耗大大减小。近年来,由于半导体工艺的迅猛发展,使得集成电路的集成度逐年提高,现在在一小块硅片上,已能制作几万甚至几十万个逻辑元件,半导体存储器代替了磁心存储器。超大规模集成电路的出现,使电子计算机的体积进一步缩小,可靠性大大提高,成本逐渐下降,为数控技术的持续发展提供了重要的物质基础。

1.2.3 精密测量和伺服系统的发展

现代科学技术的发展速度正在逐步加快。原子能、航天航空等尖端技术对机械加工的要求越来越高。在一些飞行机构和雷达仪表中使用的零件,不仅形状复杂,而且要求的精度很高。那么如何加工出这些精密的复杂零件,对这些零件怎样测量、检验,是生产中需要解决的问题。也正是这些生产实际中的问题促进了精密加工和精密测量技术的发展。

精密测量大致在下述情况中使用。

1. 保证零件加工的精度

精确地测量出数控机床的刀具中心相对于零件的实际位置,以确保刀具相对于被加工的零件按正确的轨道运行。测量仪器将测得的结果以脉冲形式告诉微型机,以便微型机及时检查机床平台实际的运行距离,并对位移量作适当的修改;这就是数控机床的闭环系统。如果没有这一套检测机构和反馈系统,计算机只发出进给脉冲,不管刀具中心是否真正到达预定的地点,这种数控系统就称为开环系统。一般的测量精度要求分辨率为 0.01mm ,较高级的数控机床要求分辨率为 $1\mu\text{m}$,甚至 $0.1\mu\text{m}$ 。

2. 检测生产出来的零件是否合格

一般测量零件的工具是国家规定的标准量规,按照图纸检查各关键部位的尺寸和公差。但对一些形状复杂的零件,如非解析式所能描述的曲面、雕塑面等,采用这种方法进行精密测量是十分困难的。

测量零件的方法大致可分为四类:

(1) 机械量规的方法

利用千分尺、分度盘等机械工具进行测量,或者利用标准的阴模进行配合比较。

(2) 磁尺检测法

在一长方形玻璃板上,或者在不易变形的非磁性材料上涂一层磁粉,精确地记录一定频率的方波或正弦波。目前,波长最短为 0.04mm 。把这条磁尺安装在机床的平台侧面,随同平台作直线运动。同时,在床身上固定着另外一套读出装置,包括象磁带机中读出磁头那样的机构和电子放大器。每当平台移动 0.01mm 时,就可从读出装置中产生一个脉冲。这种方法的不足之处是:

1) 平台运行的速度可能从每分钟几米至趋近于零。如何保证在此速度范围内仍可准确地读出脉冲,并且输出脉冲的幅度不会因速度减慢而减小,实现这一点比较困难。

2) 在如何反映平台运动的方向上缺少基准,实现也比较困难。可以利用可逆式计数器将输出脉冲累计起来,在 $+X$ 方向上加1,而在 $-X$ 方向上减1,以此来解决方向的问题。

题。可逆计数器的清除、置初始值和换向等工作均受微型机的控制。

(3) 光栅检测法

在透明材料上刻有一排等间隔排列的能透光的细直线条称为光栅。通常在1 cm的长度上,大约刻有2000条狭缝。利用光学原理,使光线通过相对运动的两个光栅,产生莫尔条纹,再将莫尔条纹通过光电器件转换成电脉冲。利用这种检测装置可以做到每1 μm 的相对位移量可产生1个脉冲。

一般,分辨率要求10—1 μm 的数控装置可采用光栅检测法。

(4) 电磁检测法

利用直线式感应同步器、旋转变压器等测量直线位移量或旋转的角度,其原理请参阅有关资料,这里不拟介绍。

微型计算机一方面根据输入的程序,对数控机床按计算的要求送出脉冲去控制机床刀具相对于零件的运动,比如,向X轴方向发送出一个脉冲,表示命令机床的X拖板向+X方向走0.01mm,这个最小的位移单位叫做一个脉冲当量。另一方面,如果从检测系统中接收到的反馈脉冲的当量也是0.01mm,那么计算机每隔一定时间就检查一次送出脉冲的个数,看其是否和接收到的反馈脉冲的个数相等。如果相等,表示刀具中心到达了预定地点。如果不等,表示刀具中心的位置相对于预定地点已超前或滞后,微型机应作相应的补偿,扣除或增加相差的脉冲个数,使刀具中心尽可能地靠近预定的轮廓,实现理想的加工精度。

所谓伺服系统,就是以刀具中心的位置和运动速度为控制对象的一个反馈控制系统。在实际工作中,微型机通过接口将进给脉冲分配到各个坐标的驱动装置上去,要求按指定的速度运动;或在指定的地点,或在指定的时间内改变运动的方向。在实际工作中,伺服机构往往有滞后或超前的现象。在加工过程中,机床可能产生“爬行”,即已给出几个脉冲,而平台仍不动。当给到某一脉冲时,平台可能突然向前走一大步。另外,在改变运动的方向时,由于丝杠间隙等造成的原因,也可能产生丢脉冲的现象。因此,微型机必须通过反馈系统,随时监督机床的运动情况,及时予以校正,这是闭环反馈系统的优点。但在闭环系统中也会遇到许多麻烦的问题。比如,从微型机发出进给脉冲到驱动部分收到后,送回反馈脉冲给微型机,这段时间要短,响应要灵敏。如果送回反馈脉冲的延迟时间太长,计算机就误认为“丢失了”脉冲,给出多余的补偿脉冲。当微型机收到这些补偿脉冲所产生的反馈脉冲时,又误认为刀具中心的运动超前了,于是又需要扣除进给脉冲。这样,就产生了反馈系统的不稳定现象。

目前用得较多的伺服机构有两类:

1. 液压伺服机构

利用一个可控的阀门控制高压油的流入或流出,使之推动机床平台的移动。这种机构的优点是:运动平稳,跟踪灵敏,运动速度可达1—2毫米秒。缺点是:当油的流量较小时,速度误差较大。漏油问题也是用户头痛的一个大问题,所以近年来大部分数控机床已不采用这种机构。

2. 电机伺服系统

大功率可控硅管的出现,使宽调速直流电机可以直接用于数控机床。由于电流或电压的幅度、极性、波形等可以实现快速变换,所以电机的力矩是较大的(一般为2—5 kg·

cm), 起动和停止的速度变化梯度也较大, 而且可以实现无级调速。同时, 因为省掉了附加的油泵等设备, 所以可直接将电机安装在传动丝杠上, 中间不必加入变速齿轮箱, 这对提高机床的控制精度也很有利。

发展数控技术的基础除了上述三方面之外, 还有其他因素, 如机床制造技术、材料工艺、自动编程工具 (APT) 语言及数控软件的发展等, 这里不一一赘述。

1.3 微型计算机在数控技术中的地位

微型机在数控装置中的作用日益增大。在六十年代和七十年代初期研制出来的一些数控机床及数控设备的数控装置是用分立元件或小规模集成电路制成的。数控装置的成本往往比机床的成本要高出 5—10 倍, 而且体积大、插件板多、维修困难。现在, 利用微型机取代过去数控装置中的硬接线逻辑电路, 具有下列优点:

- 1) 数控装置的成本下降。
- 2) 适用的范围较广, 从简单的线切割机床到复杂的多坐标数控机床, 都可采用微型机作为控制装置。
- 3) 数控系统的某些功能可以由用户自行扩充。因为微型机不象硬接线逻辑装置那样要想增添功能, 就必须改动控制装置内部的电路。在微型机的数控装置中, 只要改动软件, 即编制或修改部分程序, 就可以扩大系统的功能。
- 4) 提高了重复生产同一种零件的可靠性。
- 5) 利用键盘, 在车间现场就可以修改数据, 不必重新进行纸带穿孔, 从而节省了时间。
- 6) 由于减少了因操作不慎带来的错误动作, 所以提高了机床和刀具的寿命。
- 7) 便于计划管理, 可以较准确地估计出生产每一个零件所需的时间。
- 8) 不必保存大量的图纸资料, 只需存放纸带、磁带或软磁盘片等即可。
- 9) 便于实现车间生产流程自动化, 利用计算机统一管理。

总之, 利用微型机数控机床作为实现全自动化生产工厂的基础是比较合适的。

可以说, 微型机是数控装置中的大脑, 它使数控技术的普及和推广应用变为现实。以前的数控机床的控制装置大多是专用的, 规格很难统一。数控装置的标准化和系列化至今仍是一个很难实现的问题。现在采用通用微型机系统作为各种数控机床的控制装置, 针对不同的机床, 配置不同的接口和软件, 就可以既快又省地完成旧机床的改造工作。此外, 由于微型机的发展速度很快, 所以数控机床控制装置的性能也可随之提高。当微型机的型号改变时, 只要改动部分接口电路和修改部分软件, 即可实现设备的再改造。这对今后数控装置及机床设备等的改造工作具有重要意义。

第二章 如何选用微型计算机

自从1971年第一台微型计算机问世以来,其种类和数量增长很快。从性能的提高和成本的降低来看,微型机的发展速度大大超过了大、中、小型计算机,因此,选择微型机不是一件轻而易举的工作。本章不拟详细介绍各种微型机的性能,而是针对微型机在数控机床中的应用,简要地介绍我国目前常用的几种微型机。

对于一项具体的任务,如何恰当地选用微型机是一个很重要的问题。首先,系统设计师要清楚地了解任务书的具体要求,明确各项性能指标的要求。经过全面分析思考之后,初步提出系统框图,其中包括对计算机的运算速度、内、外存容量、接口部分的数据传送等硬件要求以及系统的物理模型和数学模型对软件设计人员提出的具体要求等。然后,全体设计人员去分头查阅微型机的数据手册,根据自己的工作经验和目前所能拿到的机器的情况,找出一种较能满足系统要求的微型机。在确定系统方案的过程中,必须时刻牢记应用的需要。当然,在整个应用的设计过程中,经常会遇到剪裁、取舍问题,但微型机的选择如何,往往是该系统设计的成败关键。在搜集微型机的设计参考资料时,有时会遇到下面两种情况:

- 1) 找不到符合任务书要求的微型机资料;
- 2) 找到了若干种不同的微型机,但不能很快决定选用哪一种较合适。

我们从应用角度出发,介绍下列三种微型机的硬件:

1) 用8位或16位微处理器构成的微型机。这是目前用得最多的一种。我们重点介绍DJS-060 (Motorola公司生产的M6800) 系列。另外还有两个8位微型机系列: DJS-050 (Intel公司生产的i8080A) 和DJS-040 (Zilog公司生产的Z80) 系列也是我国目前用得较多的微型机系列。

2) 用位片 (Bit Slice) 组成的微型机,多用于高速计算的场合。近年来,在较高级的数控机床中,大部分采用这种微型机 (见附录C)。

3) 单片微型计算机,亦称“真单片机”。在要求体积小、重量轻的场合多采用这种微型机 (见附录B)。

2.1 一般介绍

什么是微型计算机系统?以中央处理器为中心,通过总线连接适当的存贮器和外部设备,并且具有系统软件和应用软件的微型机统称为微型计算机系统。一个微型机系统的硬件大致包括:

1. 中央处理器

中央处理器 (CPU或MPU) 亦称微处理器 (μP),它是按冯·诺伊曼原理设计的运算器和控制器,一般制作在一块或几块大规模集成电路上,是微型机的核心部分。它完成各种指令的算术、逻辑运算和控制操作。

这部分还包括时钟和系统总线。时钟产生同步时标脉冲信号,根据逻辑需要送到中央处理器、半导体存贮器和接口电路上去,完成各条指令所安排的动作。系统总线一般包括:地址总线、数据总线和控制线。例如,8位微型机中有16条地址总线,8条数据总线和若干条控制信号线。

2. 半导体存贮器

半导体存贮器用来存放中央处理器执行的指令、原始数据和最后结果。一般说来,从半导体存贮器中存取数据的速度比从磁带、磁盘等外部设备中存取数据的速度要快得多,所以称前者为“内存”,后者为“外存”。内存包括:随机存贮器(RAM)、只读存贮器(ROM或PROM)和可改写的只读存贮器(EPROM)。

3. 接口电路

接口电路通常使用的有并行输入/输出(I/O)接口电路和串行输入/输出接口电路,此外还有一些特殊用途的接口电路。

4. 外部设备

外部设备亦称外围设备。虽然它存取数据的速度较慢,但由于它的存贮容量比半导体存贮器大,每存放1位信息的成本低得多,所以外部设备是重要的辅助存贮手段。有些外部设备是人-机交换信息的重要装置。外部设备包括:

- 1) 输入设备,如纸带机、键盘、光笔等;
- 2) 输出设备,如打印机、穿孔机,CRT显示器等;
- 3) 输入/输出设备,如磁带机、软磁盘、硬磁盘等。

一个微型机系统的硬件除了上述四部分外,还有电源及保护装置。但在微型机系统中,其核心部分是微处理器,这是从计算功能和控制操作的角度来说的。另外,还要注意下列发展情况:

- 1) 在微型机系统中,微处理器芯片相对于外部设备(如磁盘、键盘、CRT显示器等)的成本大大下降。
- 2) 随着大规模集成电路技术的发展,一片微处理器芯片中包含的逻辑元件逐步增加,如Intel4004和4040(4位PMOS),其集成度约2000管芯/片;8080A(8位NMOS),其集成度约4500管芯/片;到八十年代初生产的十六位微处理器,其集成度每片可达十万左右个管芯。
- 3) 系统软件和应用软件逐步完善。

2.1.1 微型计算机的一般分类

微型机的分类方法较多,其中有从制造工艺分类的,如PMOS制成的微型机;NMOS,CMOS,HMOS制成的微型机等。也有从用途来分类的,如通用微型机,专用微型机等。我们从结构角度来介绍三种微型机:

- 1) 以微处理器芯片为核心组成的微型机;
- 2) 用真单片微型机组成的系统;
- 3) 以位片为核心组成的微型机。

下一节将简单介绍这三种微型机的特点。

此外,还有按微型机的字长来分类的,如1位、4位、8位、16位微型机等。

1位微处理器组成的微型机一般用于简单的工业控制中。例如,美国Motorola公司生产的MC 14500B工业控制单元(ICU),它是将可程序逻辑控制器的主要功能用CMOS工艺制作在一块硅片上^[4],仅有16条指令,时钟频率为1MHz,指令执行速度为每秒一百万条指令。编程容易,结构简单,价格低廉。

4位微处理器用于计算器、电子手表、高级照相机(自动对光圈和控制快门)、汽车(速度计算和油门控制)等民用产品中。例如,Intel4040是用PMOS工艺制作的4位微处理器,共有46条指令,频率为740kHz的两相时钟脉冲。

8位微处理器是用得较多的一种微处理器。我国目前用得较多的8位微处理器有: Intel8080A, Motorola6800, 6809; Apple6502; Zilog Z80等。

16位微处理器是近几年发展起来的,例如, Intel8088, 8086; Motorola68000; Zilog Z8000等,它们主要用来组成个人计算机和开发系统。在我国,这类微型机与汉字系统结合,广泛用于企业管理系统。

32位的微处理器亦已出现,但使用尚不普遍。例如, Intel iAPX-432, Motorola68020等。

2.1.2 三种微型计算机的特点

下面介绍在实际工作中用得较多的三种微型机的特点。

1. 以8位微处理器芯片为核心组成的微型计算机

从应用角度和市场供应的情况来看,在大部分应用课题中,可选用性能接近需要的微型机系统,买回之后,硬件可作适当的更改,如增加接口,扩充内存容量等。软件可根据系统的配备情况,自行编制和调试,只有当实在无法找到合适的微型机时,才自行设计。因为单台设计的成本远远高于大批量生产的商品化的微型机成本。

每种微型机都有自己的特点和共性。对于某种具体应用来说,可根据需要完成的任务来决定选用哪一种微型机较好。

在选用微型机的过程中,一般要考虑的因素是:指令系统(包括指令种类、速度、灵活性等)、内存容量、输入/输出接口数量、中断与嵌套、直接存贮器存取(DMA)能力、系统软件和应用软件的配置等情况。

2. 单片微型计算机

这种微型机是在一片硅芯片上除了制作一个微处理器外,还集成了少量的半导体存储器(RAM,约几百个字节)、只读存储器(ROM或EPROM,一般为1024或2048个字节)以及必要的输入/输出接口电路。例如, Intel8748, Motorola6801和Zilog Z8等均属这一类(详见附录B)。

由于在一块双列直插式(DIP)40条引线的组装片中具有一套完整的功能部件,所以在简单的控制场合,在要求体积小、重量轻的情况下,采用这种单片微型机是合适的。

3. 以位片式微处理器为核心组成的微型计算机

在前两种情况下,一旦选定微处理器之后,计算机的字长就固定了,如8位、16位或32位。用户不可能用硬件修改的办法来扩展字长,除非用软件的办法,采用多倍字节运算指令才能扩充字长,提高计算精度,但这样做是以牺牲运算时间为代价换来的。

位片式微处理器(BS)是将算术逻辑运算部件(ALU)的每2位或4位划分为基