

高等教育电教教材

微型计算机原理与应用

《微型计算机原理与应用》编写组 编



高等教育出版社

6
J.V.1

高等教育电教教材

微型计算机原理与应用

《微型计算机原理与应用》编写组 编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书系高等学校计算机科学技术电教教材编审组组织编制的电视录象片《微型计算机原理与应用》系列片的文字教材。由该编审组组织编写、审定,同意作为高等教育电教教材出版。

全书共十二章,内容及层次与《微型计算机原理与应用》系列片一一对应,密切配合,组成了一套学习计算机科学技术的基础教材。主要内容有:微型计算机的基本结构、微处理器、半导体存储器、寻址方式和指令系统、汇编语言程序设计基础、接口技术与中断、并行与串行接口、计数器/定时器、数/模与模/数转换技术、TP 801 单板微型计算机及其应用、单片微型机原理与应用、微型计算机在管理中的应用。

本教材可供高等学校计算机专业、理、工、管理等学科各专业本科生使用,也可供中等技术学校计算机专业学生以及需要学习微型机知识的广大科技人员和管理干部、教师用作课堂教学教材或自学用书。本书可配合电视录象使用,也可单独作教材使用。

高等教育电教教材

微型计算机原理与应用

《微型计算机原理与应用》编写组编

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 23.25 字数 545,000

1985年12月第1版 1985年12月第1次印刷

印数 00,001—58,200

书号 15010·0715 定价 4.00 元

前 言

继电视教学录象系列片《计算机概论》之后,高等学校计算机科学技术电教教材编审组再次组织编制了电视教学录象系列片《微型计算机原理与应用》。本书是该系列片的文字教材。

全书共分十二章,与电视系列片一一对应,讲解内容和层次也与电视片密切配合,以便使观众在学习时能有预习和复习的材料。在编制本系列片与文字教材时,力求使每章主题突出,概念清晰。在内容方面,既考虑到易懂易学、画面尽量生动活泼,又严格注意到讲述的科学性和系统性;考虑到电视录象片的播放和使用会受到一些客观条件的限制,还考虑到某些内容难以在时间有限的录象片中表达清楚,因而文字教材各章节保留了有关内容必要的重复,同时各章的内容都比录象片所讲述的内容略多一些,也略深一些,所以本教材除配合录象片使用外,在没有录象片配合的情况下,也可作为自学或课堂讲授的教材单独使用。

《微型计算机原理与应用》电视系列片和文字教材是一套学习计算机科学技术知识的基础教材,内容的安排强调以基本概念为主和注重实际应用的原则。第一章至第五章是基础知识部分。该部分不仅对微型计算机的发展、基本结构、典型的微处理器和半导体存贮器的类型、结构以及使用方法作了介绍,而且重点讨论了有关Z80的指令系统,汇编语言的特点和基本的程序设计方法。第六章至第九章是接口技术部分。该部分着重介绍了目前几种比较基本和常用的接口技术和方法。其中包括数据的传送方式、中断技术、串行和并行接口、计数器/定时器(CTC)、数/模(D/A)和模/数(A/D)转换技术等。本书的最后三章是应用实例介绍。该部分以单板、单片和微型计算机三种不同规模的系统组成和应用技术为重点,介绍了它们的构成原理和实现方法。这将有助于进一步开展微型计算机在不同领域中的应用。学完这些内容,观众和读者就可以对计算机科学技术有一个比较全面的了解,为以后深入学习计算机科学的有关课程打好基础。

《微型计算机原理与应用》电视系列片和文字教材可作为大学理、工、管理等学科本科学生学习“微型计算机原理与应用”的教材。中等技术学校计算机类专业的学生以及需要学习微型计算机知识的广大科技人员和管理干部,采用本教材作为课堂教学教材或自学用书也是合适的。

《微型计算机原理与应用》系列片及文字教材由八所院校分工合作摄制、编写。由于组织工作经验不足,摄制及编写时间仓促,因而各章内容的取舍和录象片画面的处理等方面必然存在不少问题。我们恳切希望各位观众和读者提出批评、建议,以便今后进行修改。各位观众和读者的批评、建议及有关院校、单位试用中发现的问题和意见请直接函告中央电化教育馆。

本教材各章编写者为:

第一章	华东师范大学	张际平	
第二章	吉林大学	庄德秀	刘淑芬
第三章	南京工学院	叶在明	唐肖光

第四章	天津大学	周景生
第五章	南京大学	潘树陆
第六、七、九章	华南工学院	许其沧
第八章	上海交通大学	吴报鑫
第十章	北京工业大学	薛宗祥 张兆义
第十一章	南京工学院	孙育才
第十二章	北京工业大学	卞雨池

全书由唐肖光主编,贾跃国博士(南京工学院)、包新福(华东师范大学)、薛宗祥(北京工业大学)审阅。

《微型计算机原理与应用》编写组

1985年7月

目 录

第一章 微型计算机的基本结构 1

§ 1.1 概述 1

1.1.1 微型计算机的发展 1

1.1.2 微型计算机的种类 2

1.1.3 微型计算机的应用 4

§ 1.2 微型计算机的基本结构 5

1.2.1 微型计算机的功能部件 5

1.2.2 微型计算机的结构特点 8

1.2.3 微处理器的简单工作过程 10

思考与练习 13

第二章 微处理器 14

§ 2.1 Z 80 微处理器 14

2.1.1 Z 80 的结构框图 14

2.1.2 CPU 寄存器的名称和功能 15

2.1.3 Z 80 微处理器的引脚功能 17

2.1.4 Z 80-CPU 的时序简介 19

§ 2.2 8088 微处理器 22

2.2.1 8088 微处理器的结构 22

2.2.2 8088 微处理器的引脚功能 26

2.2.3 8088 系统的组成原理 29

思考与练习 31

第三章 半导体存储器 32

§ 3.1 概述 32

3.1.1 半导体存储器的分类 32

3.1.2 半导体存储器的组成 33

§ 3.2 随机存取存储器 (RAM) 34

3.2.1 静态随机存取存储器 34

3.2.2 动态随机存取存储器 39

§ 3.3 只读存储器 (ROM) 44

3.3.1 只读存储器存储信息的原理和组成 44

3.3.2 掩模式 MOS 只读存储器 45

3.3.3 可编程只读存储器 (PROM) 46

3.3.4 可擦写的只读存储器 (EPROM) 46

§ 3.4 存储器的连接 49

3.4.1 存储器芯片的扩充 49

3.4.2 存储器与 CPU 的连接 51

3.4.3 存储器连接举例 52

思考与练习 56

第四章 寻址方式和指令系统 57

§ 4.1 指令及其表示法 57

4.1.1 指令的基本概念 57

4.1.2 指令的机器码表示法 58

4.1.3 指令的符号表示法 59

§ 4.2 指令的寻址方式 60

4.2.1 对 CPU 内部寄存器的寻址方式 60

4.2.2 对内存区的寻址方式 61

4.2.3 对 I/O 区的寻址方式 63

§ 4.3 Z 80 指令系统简介 64

4.3.1 数据传送和交换指令 64

4.3.2 运算指令 68

4.3.3 循环和移位指令 74

4.3.4 位操作指令 76

4.3.5 控制转移指令 76

4.3.6 数据块指令 79

4.3.7 CPU 控制指令 81

思考与练习 81

第五章 汇编语言程序设计基础 83

§ 5.1 机器语言、汇编语言和高级语言 83

5.1.1 机器语言 83

5.1.2 汇编语言和汇编程序 83

5.1.3 高级语言 85

5.1.4 程序设计语言的比较 86

§ 5.2 Z 80 汇编语言 87

5.2.1 汇编程序的基本特性 87

5.2.2 汇编语言的语句结构 87

5.2.3	伪指令	92
5.2.4	Z 80 汇编语言使用规则	96
5.2.5	Z 80 汇编语言指令	97
§ 5.3	汇编语言程序设计	99
5.3.1	简单程序	99
5.3.2	循环程序	102
5.3.3	算术运算	104
5.3.4	表格和清单	106
5.3.5	子程序	112
	思考与练习	116
第六章	接口技术与中断	119
§ 6.1	输入输出接口概述	119
6.1.1	CPU 与外部设备间的 连接	119
6.1.2	接口电路的基本结构	120
§ 6.2	CPU 与外设间的数据 传送方式	121
6.2.1	程序传送	121
6.2.2	程序中断传送	124
6.2.3	直接存储器存取(DMA) 传送	126
§ 6.3	中断技术	128
6.3.1	中断系统及其功能	128
6.3.2	中断源	129
6.3.3	中断处理过程	129
6.3.4	中断优先级	131
§ 6.4	Z 80 的中断处理方法	136
6.4.1	Z 80 中断系统的特点	136
6.4.2	Z 80-CPU 的中断响应	139
	思考与练习	144
第七章	并行与串行接口	145
§ 7.1	可编程并行接口	145
7.1.1	Z 80-PIO 的基本结构	145
7.1.2	Z 80-PIO 的编程方法	151
7.1.3	Z 80-PIO 的时序分析	156
7.1.4	Intel 8255 A 简介	158
§ 7.2	串行通信接口	161
7.2.1	串行通信的基本概念	161

7.2.2	Intel 8251 A 的基本结构	164
7.2.3	Intel 8251 A 的编程方法	167
7.2.4	Z 80-SIO 简介	169
§ 7.3	并行与串行接口芯片 的应用	172
7.3.1	Z 80-PIO 的应用举例	172
7.3.2	Intel 825/A 的应用举例	175
	思考与练习	177
第八章	计数器/定时器	178
§ 8.1	Z 80-CTC 的结构	178
8.1.1	Z 80-CTC 的基本组成与 通道结构	178
8.1.2	Z 80-CTC 的引脚功能	179
§ 8.2	CTC 的编程	180
§ 8.3	CTC 的工作方式	182
8.3.1	定时器工作方式	182
8.3.2	计数器工作方式	184
§ 8.4	CTC 应用举例	185
8.4.1	定时的应用	185
8.4.2	计数的应用	186
8.4.3	CTC 定时和计数的综合 应用	190
	思考与练习	191
第九章	数/模与模/数转换技术	192
§ 9.1	基本概念	192
§ 9.2	数/模(D/A)转换	192
9.2.1	D/A 转换原理	192
9.2.2	数模转换器与 CPU 的 连接	196
9.2.3	一个实例	199
§ 9.3	模/数(A/D)转换	201
9.3.1	A/D 转换原理	201
9.3.2	A/D 转换器与 CPU 的 连接	202
9.3.3	一个实例	204
	思考与练习	208
第十章	TP 801 单板微型计算 机及其应用	209

§ 10.1 TP 801 单板微型计算机	209
10.1.1 TP801 单板机的组成与电路	209
10.1.2 TP801 单板机的监控程序	216
10.1.3 单板机应用概述	219
10.1.4 简单应用举例	220
§ 10.2 计算机过程控制系统的构成	224
10.2.1 过程控制与工业控制机	224
10.2.2 PID 控制算法与实现	226
10.2.3 单板机的分时与多路控制	229
10.2.4 分级控制系统与通信	232
§ 10.3 单板机组成控制系统应用实例	234
10.3.1 管式炉 TP 801 单板机控温系统简介	234
10.3.2 啤酒发酵罐群两级单板机控制简介	235
第十一章 单片微型机原理与应用	241
§ 11.1 MCS-48 系列单片微型机结构	241
11.1.1 单片微型机的特点	241
11.1.2 单片机的基本结构框图及其引脚	242
11.1.3 8048/8035 单片机的内部结构	245
§ 11.2 8048/8035 单片机的指令系统	258
11.2.1 指令概述及符号说明	258
11.2.2 8048/8035 的一般指令	260
11.2.3 跳转指令	265
11.2.4 输入/输出指令	269
11.2.5 查表指令及其它	270
11.2.6 程序举例	275
§ 11.3 单片机的功能扩展与应用举例	276
11.3.1 程序存储器的扩展	276
11.3.2 数据存储器的扩展	273

11.3.3 I/O 口的扩展	280
11.3.4 单片机应用举例	283
第十二章 微型计算机在管理中的应用	288
§ 12.1 概述	288
12.1.1 微型计算机系统的基本组成	288
12.1.2 微型机系统在管理中应用简介	289
§ 12.2 数据库管理系统 dBASE-II	293
12.2.1 dBASE-II 的功能及使用	294
12.2.2 查询数据库	297
12.2.3 数据排序、索引和统计	298
12.2.4 修改数据库	300
12.2.5 打印数据库的信息	303
12.2.6 建立命令文件及其它	304
§ 12.3 怎样设计一个管理系统	310
12.3.1 准备与调查研究	310
12.3.2 可行性分析	312
12.3.3 系统分析	313
12.3.4 形成技术协议	313
12.3.5 系统设计与系统实施	314
12.3.6 形成文件与交付使用	314
§ 12.4 实例——微型机工资管理系统	315
12.4.1 目标、功能和系统配置	315
12.4.2 程序总框图与程序编制	315
附录	332
附录 1 ASCII(美国标准信息交换码)表	332
附录 2 Z80 指令功能表	333
附录 3 8048/8035/8039 指令表	355
附录 4 dBASE-II 操作、函数和命令提要	357
主要参考文献	362

第一章 微型计算机的基本结构

微型计算机具有体积小、功能强、价格低廉和使用方便等特点。十五年来发展十分迅猛,显示出强大的生命力,为计算机的推广和应用开辟了广阔的前景。

本章首先回顾它的发展历史,介绍微型计算机的种类及其应用;接着介绍微型计算机的基本结构和特点,最后通过一个微处理器的简单模型的工作过程,使读者对微型计算机的工作过程有所理解。

§ 1.1 概 述

1.1.1 微型计算机的发展

自从 1971 年美国英特尔(Intel)公司的第一个微处理器(μP)I 4004 和随后的第一台微型计算机 MCS-4 问世以来,计算机技术在整个七十年代已迈入了一个崭新的发展时代——微型计算机时代。

微型计算机从最早的四位机到目前广泛使用的八位和十六位机,以及刚刚问世不久的三十二位机,其微处理器芯片的集成度几乎是每两年翻一番,同时性能增长一个数量级,而它们的价格却降低一个数量级。就机种而言,据 1982 年的不完全统计,已达 1100 多种、174 个系列。微型计算机技术之所以能得到如此迅速的发展,是与大规模集成电路(LSI)技术的成功分不开的。从理论上讲,微型计算机无论是在系统结构或基本工作原理方面与其它各类计算机并没有什么本质上的区别,所不同的是它广泛采用了集成度相当高的部件和器件。尤其是它的核心部件——微处理器,采用了大规模或超大规模集成电路(VLSI)芯片,其体积仅有其它类型计算机核心部件的千分或万分之一。在整个发展过程中,微型计算机就好像是大规模集成电路技术的一面镜子,它每次在技术上的突破都直接反映了 LSI 技术所取得的新进展。为此,人们在划分微型计算机技术的发展阶段时,往往是以 LSI 技术的集中体现者——微处理器的新进展为主要标志。据此,从 1971 年起到现在,微型计算机技术的发展大体上可分为五个阶段:

1971 年~1973 年为发展的第一阶段。这一阶段是以 Intel 公司的 I 4004 和 8008 微处理器为典型代表。它们的字长是 4~8 倍,平均指令周期约为 20 微秒(μs),芯片的集成度约为 2000 晶体管/片。

1973 年~1976 年的上半年为第二阶段。这一阶段的典型代表有 I 8080 和美国 Motorola 公司的 M 6800 微处理器。字长一般为 8 位,平均指令周期约 2 微秒,集成度已达 5000 晶体管/片。

1976 年~1978 年为第三阶段。这一阶段是以美国 Zilog 公司的 Z 80 和 I 8085 等微处理器为主要代表。它们的字长均为 8 位,最短的指令周期已达 1 微秒,集成度也已达到 1 万晶体管/片。同期,十分引人注目的是在同一块集成电路芯片中,同时包含有一定容量的存储器及部分接

口电路的微处理器的诞生和发展。这种微处理器也被人们称为单片微型计算机。它们可以在不附加其它电路的情况下,直接用于某些小型的专用控制或附加较少的外围电路构成体积小的微型计算机,使仪器仪表智能化。因此受到人们广泛重视。其典型产品有 Intel 8748 和 MCS-48 系列、TMS-1000 系列、PPS-4/1 系列和 Z 8 等。

1978年~1981年为第四阶段(也可称为是超大规模集成电路 VLSI 的微型计算机的发展阶段)。这一阶段的微处理器字长已达 16 位,指令周期小于 0.5 微秒。集成度已超过了 3 万晶体管/片。它们在功能上已达到或接近中档小型计算机的水平,是微型计算机中的高档机。它们中已被广泛采用和较典型的微处理器有 8086、8088、Z 8000 和 M 68000。

1981年至现在,微型计算机在功能上力求超过小型机,接近大、中型计算机的前期产品,同时希望在速度和集成度方面有更高的突破。这一阶段中已经诞生和使用的微处理器有 Intel 公司的 iAPX 432 系列,HP 公司的 HP 32、Bell Lab 的 MAC-32 等。它们的字长都已达到 32 位,其微周期已在 100 纳秒(nS)左右,集成度已超过 10 万晶体管/片。

为了对微型计算机的发展速度和趋势有一个数量上的概念,表 1.1 给出了近年来全世界各种微处理器和微型计算机产量的统计数据。

表 1.1 全世界微处理器与微型计算机产量统计(10万台/单位)

年 份	77年	78年	79年	80年	81年	82年	83年	84年	85年
微处理器	100 左右	近 300	568	1028	1475	1964	2390	2660	3100
微型计算机	0.6	1.8	2.6	5.4	10	20	28	37	46

展望八十年代,微型计算机的发展方兴未艾。全世界微型计算机的产量正以每年递增40%的速度向前发展。可以相信,到八十年代末,不仅会出现更多更好的新型微型计算机,而且在技术上也必定会逐步实现硬件和软件产品的标准化、系列化、外部设备的多样化以及以微型计算机为主体的网络系统和多机系统。

1.1.2 微型计算机的种类

尽管微型计算机目前至少已有上千个品种和几百个系列,但人们可以从不同的角度将它们划分为几大类。通常情况下,按一台微型计算机的核心部件——微处理器(μP)的性能作为划分标准。这不仅是因为 μP 集中体现了微型计算机技术的发展,而且它本身性能的好坏将直接影响该微型计算机整个功能的优劣。就微处理器而言,最能反映其性能好坏的技术指标之一是它的数据通道宽度(字长)。用它作为微型计算机的划分依据也是目前最常用的方法,即人们通常所说的四位机、八位机、十六位机等。下面就以字长来归纳微处理器类别:

一、一位、四位微处理器

这类微处理器主要是广泛用于各类袖珍或台式计算器、家用电器和娱乐产品或用来作简单的过程控制。由于它们价格便宜,使用灵活以及可配接小容量的存贮器和执行某些固定的程序,所以由它们构成的各类产品逐年成倍增加,而且应用范围也正在迅速扩大。这类微处理器中比

较典型的代表有,MC 14500 系列(一位)、Intel 4004、4040、Rockwell PPS-4/1 系列、TMS-1000 系列。

二、八位微处理器

用此类微处理器构成的微型计算机,是硬件和软件技术方面已基本成熟。它们除了可对 8 位或 16 位的数据进行处理和加工以外,一般还配有 48 K~256 K 字节的内存贮器和一些常用的外存贮器设备。为这类机种专门提供的各类不同用途的外围设备也相当丰富。目前它们已广泛用于工业生产过程的自动检测和控制、中小企业的管理、商业和银行的事务处理、通信、教育以及家庭用的个人计算机等。最典型的微处理器产品有: Intel 8080、8085、Z 80、Rockwell 6502、M 6800 和 6802 等。

三、十六位微处理器

这类微处理器不但在集成度和处理速度要比四位、八位微处理器要高得多,而且在结构、处理方法和功能等方面都有明显的革新。由它们所构成的微型计算机在功能和性能上已基本达到了中等小型计算机的水平,处理能力超过了第一阶段微型计算机的 100 多倍。它们主要可应用的范围是,科学计算,实时数据处理,大、中型企业管理以及网络和多机处理系统。人们预测,八十年代将是这类机种的普及应用时期。据有关资料至 1982 年底的统计,十六位微处理器的品种大约有 46 种,由它们构成的计算机型号已有 20 多种。此类微处理器的代表产品有: Intel 8086、M 68000、Z 8000 和 TMS 99000 系列。

四、三十二位微处理器

就目前来讲,它们可称得上是微处理器中的佼佼者。尽管目前能研制和生产这类微处理器的公司和已投入实际使用的机型为数还不多,但它们代表了 VLST 和微型计算机技术发展的必然趋势,所以各家公司已将它们列为近几年中主要的竞争项目之一。目前已公布的主要产品有: Intel 公司的 iAPX 432(多片型)、HP 公司的 32 位 μP 和贝尔实验室的 MAC-32。

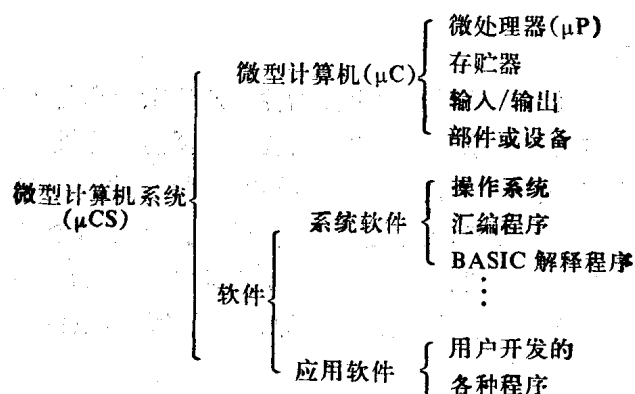
五、位片式微处理器

它们是一类可用来构成不同字长微型计算机的位片式微处理器件。通常的字长标准是二位、四位、八位、或十六位的芯片。由于它们具有速度快,使用灵活以及可用来构成不同字长的各类计算机的中央处理部件等优点,所以目前受到了人们的极大关注。它们主要适用于中、小型计算机的仿真,高速实时控制专用系统,分布式和阵列式处理系统以及一些高速智能前端机和外围设备的控制器等。第一个位片式微处理器 MMI 6701 是美国微器件公司 1974 年生产的,至今,位片式器件的品种已发展到了十几个系列。目前使用较广的系列有: Intel 3000 系列(二位)、AM 2900 系列(四位)、MC 10800 系列(四位)、SBP 0400 系列(四位)和 F 100220 系列(八位)。

上面我们虽然是从微处理器(μP)的角度对微型计算机(μC)作了类别的划分,但必须注意 μP 与 μC 在概念上的区别,切不可将两者直接等同起来。因为微处理器本身并不代表具体的微型计算机,它们在涵义上各自都有确切的定义:微处理器是指同时具有运算和控制功能的大规模集成电路芯片,它的组成既可以是单片型的也可以是多片型的。而微型计算机则是指由几个不同功能部件共同构成的一个完整的硬件系统,它除了有相应的微处理器作为核心部件之外,还至少要配有一定容量的存贮器,一个常规的输入设备(如键盘)和输出设备(如显示器)及相应的接

口电路。如果上述的功能部件都集成在同一块大规模集成电路芯片上的话,那么该芯片便可称之为单片微型计算机。而平时我们所称的单板或多板微型计算机则是指将这些功能部件都分别装配在一块或多块印刷板上的计算机。单片和单板微型计算机同属微型计算机范畴,它们通常是某些特定应用而专门设计的一类结构简单、价格便宜、使用灵活方便但功能有限的微型计算机。如果在一台完整的硬件系统上再配有相应的软件(系统软件和应用软件),那么它就是一个可供实际使用的微型计算机系统(μCS)。关于微处理器(μP)、微型计算机(μC)和微型计算机系统(μCS)三者的相互关系由表 1.2 所示。

表1.2 μP 、 μC 与 μCS 的关系



• 1.1.3 微型计算机的应用

微型计算机技术之所以能获得迅速的发展,是与它具有极其广泛的应用领域分不开的。就目前来说,微型计算机不仅在科学计算、信息处理、控制监测、事务管理和教育等方面占有重要地位,而且在各行各业以至人们的日常生活中也发挥了不可缺少的作用。微型计算机的出现为在全社会普及计算机技术创造了条件。人们不再将计算机的开发应用视为只是少数专业科学工作者才能从事的一项工作。由于微型计算机具有体积小,价格低廉,耗电少和可靠性高等主要优点,所以应用范围十分宽广,并可归纳为如下几方面:

一、直接替代小型计算机

用多种微处理模块构成大、中型甚至巨型机以及以微型计算机为主体的多机或网络系统。这不仅使系统的造价低,而且在系统结构上也将具有更加灵活的优点。这一方面的应用是微型计算机技术向更高方向发展的主要目标。

二、过程控制和信息处理

过程控制可以说是目前微型计算机在工业部门中应用最广和最有效的方面之一。它不仅可以使制造工业,计算机工业,仪器和仪表工业的生产过程完全实现程序控制的自动化,而且能使各类仪器和仪表成为具有自动测试,自动记录和报告结果功能的智能化仪器。这些应用为生产能力和产品质量的迅速提高以及产品的更新换代开辟了广阔的前景。

信息处理应用是当今社会进入信息时代的必然要求。微型计算机不仅能将获得的大量信息按不同要求在很短的时间内实现记录、分类、检索、存贮以及综合转换和输出等工作,而且还能适

应处理各种不同内容和形式的信息,如直接来自外部世界的光、热、力等物理量和图像、声音、生物等电信号。此外,对科学家的研究工作、医生的诊疗、工程师对新产品的的设计、企事业的经营管理以及教师的教学工作安排等大量复杂的脑力劳动,微型计算机同样可以发挥最有效的辅助作用。

三、民用、家用电器和其它领域

微型计算机技术在民用和家用电器方面的应用已大大地改变了人们的衣、食、住、行。由微型计算机控制的自动化家庭设施不仅能实现自动报时、自动烹调、自动空气调节,自动清洗和自动控制收录机、电视机、电话机等,而且还能做到家庭安全方面的自动识别、询问、报警和现场作案记录。在交通运输工具上可实现无人驾驶、自动报站和选择方向以及准点到达。装有微处理器的各类娱乐产品将同时具有娱乐性和智能性。微型计算机达到进一步普及后,人们便可在家中进行各类专业学习或职业技能的训练。当微型计算机广泛地作为学校中的各种辅助教育设备时,现行的教学方式将起根本性的变化。教师所从事的主要工作将是编制各种教学课题的程序和研究工作,而成千上万的学生就可同时在微型计算机上各自进行个别的交互性学习。

可以相信,随着社会的进步和科学技术的发展,人们对微型计算机的需求和它在各个领域中的应用将得到进一步的扩大。

§ 1.2 微型计算机的基本结构

1.2.1 微型计算机的功能部件

微型计算机与其它各类计算机一样,本质上是一种能按照程序对各种数据和信息进行自动加工和处理的设备,所以无论是在系统结构或基本工作原理方面,它们之间并不存在根本性的差别。通常情况下,作为一台可供实际使用的计算机,主要是由五个基本部分构成的,即,算术与逻辑运算器(ALU)、存储器、控制器、输入设备和输出设备。人们也习惯将它们称之为是构成计算机的“五大件”。图 1.1 给出了它们的基本结构框图。

在计算机内部,实际上有两组信息在流动,一组是数据(如图中的实线),它们主要是指各类原始数据、中间结果、最后结果和程序指令。它们通过输入设备送入计算机经 ALU 到存储器(或直接到存储器),经处理后再送往存储器保存起来或由输出设备直接送出。人给计算机的各种命令(即程序)也是以数据形式输入或存放起来的。另一组则是控制信号(用虚线表示),它们是由控制器根据程序中各种不同功能的指令而发给各个部件的。

所有控制信号是实现整个系统协调工作的保证。在结构框图中,人们往往把 ALU 和控制器合在一起称之为中央处理器——CPU(Central Processing Unit),而把输入与输出设备统称为外围设备或外部设备——Peripheral。对于微型计算机来说,CPU 的称呼尤为恰当,因为在它的结构

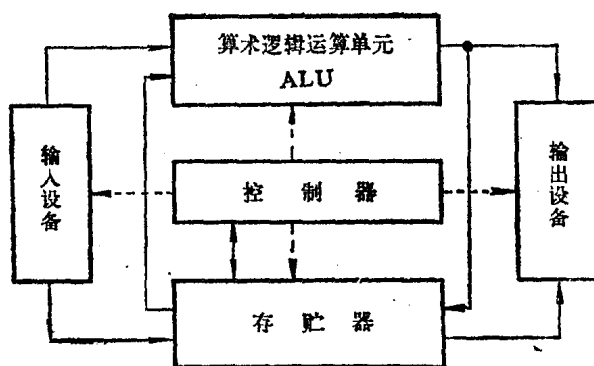


图 1.1 计算机基本结构框图

中已经把具有这二者功能的部件都集成在同一块芯片上了(即如前所述的微处理器芯片)。微型计算机的基本结构图如图 1.2 所示。

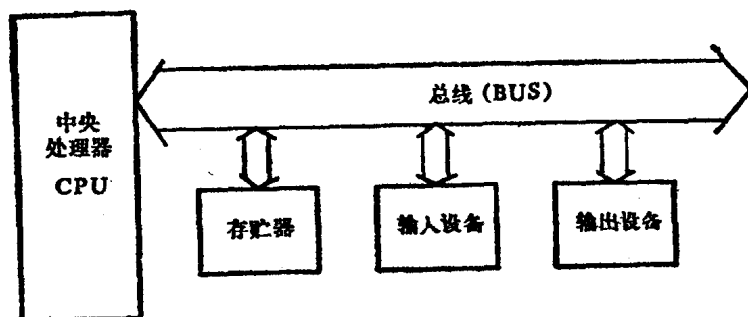


图 1.2 微型计算机基本结构框图

显然,图 1.2 与图 1.1 之间在功能部件的配置上并不存在根本性的差别。但在结构的形式上却更为简单。微型计算机除了将功能部件运算器和控制器组合在一起外,而且使整个系统各功能部件之间的相互关系也都转化为面向总线的单一关系。后者也可以说是微型计算机在结构上简化的关键。它不仅为微型计算机的生产和组成提供了方便,而且为微型计算机在产品的标准化和系列化以及通用性方面奠定了基础。下面对各部件的主要功能简介如下:

一、中央处理器(CPU)

它是整个微型计算机的核心,除主要进行各种算术和逻辑运算外,还负责控制和指挥其它各部件的协调工作。尽管目前的各种 CPU 在性能指标方面有所差别,但一般都具备了以下几种基本功能:

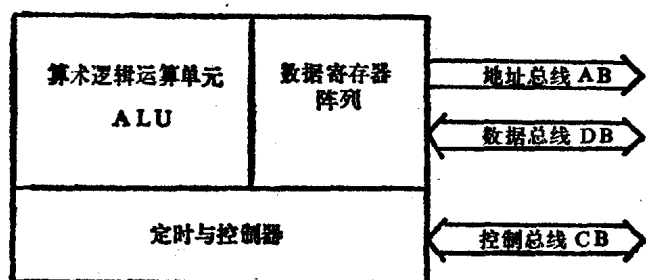


图 1.3 CPU 结构简图

- (1) 可进行算术或逻辑运算;
- (2) 具有接收或发送数据给存储器或外部设备的能力;
- (3) 可暂存少量的数据;
- (4) 能对指令进行译码并执行指令所规定的操作;
- (5) 提供整个系统所需的定时和控制信号;
- (6) 可响应其它部件发出的中断请求。

求。

CPU 结构可以表示成图 1.3 的简单形式。

由图可见,CPU 是由 ALU、寄存器阵列、定时与控制器部分(以上合称为内部结构)以及通向外部的三组总线(称外部结构)所构成的。这就意味着 CPU 的内部结构是实现上述各项基本功能的执行部门,而外部结构则负责沟通与其它各部件和设备之间的联系。从应用的角度来看,全面地了解和掌握 CPU 的内部结构可以最大限度地发挥整个微型计算机的功能,而对外部结构的深入理解则有助于我们有效地构成各种不同用途的实用系统。本书将对具有典型代表意义

的 Z80 CPU 的内部和外部结构特性作进一步讨论。它可以帮助我们举一反三地去熟悉其它各种类型中央处理器的结构和特性。

二、存储器

它是计算机的记忆装置, 可用来存放各类数据和各种程序。一个个数据和一条条指令分别贮存在它的一个个“单元”中。为区别这些不同的存储单元, 通常对每个单元编上一个号码(称为地址)。这样根据确定的地址, CPU 就可准确地将所需的数据存入或取出。一般来说, 每个存储单元所能存放数据的大小是由 CPU 的字长决定的。例如, 一台 8 位字长的微型计算机, 它每个存储单元最大所能存放的是一个 8 位二进制的数(也称一个字节“Byte”)。值得注意的是, 每个单元内所存放的数和该单元所固有的地址(尽管也是用数表示)在意义上是完全不同的, 千万不要将两者混淆起来。图 1.4 给出了一个 8 位字长存储器的简单示意图。

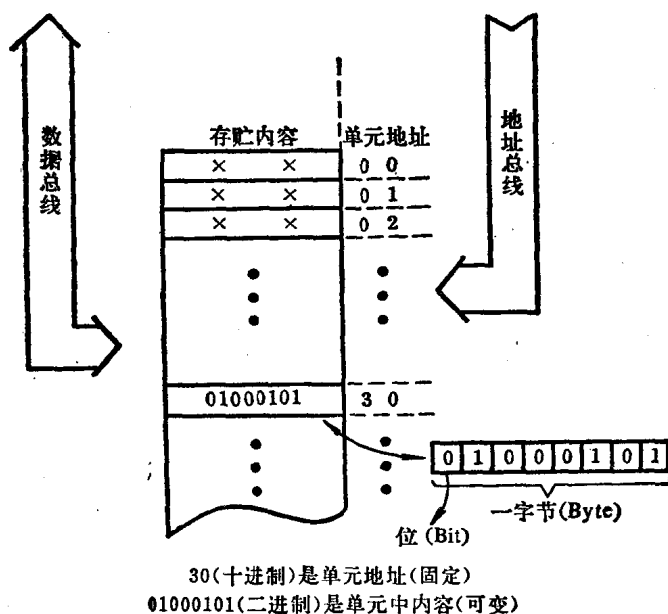


图 1.4 存储器示意图

存储器通常有内存与外存之分。内存存储器是任何一台计算机必不可少的组成部分, 它主要用于存放计算机当前要执行的程序和有关的数据。内存存储器的容量一般比较小(目前多数八位微型计算机为 64K 字节), 但存取速度较快。有时人们往往把内存存储器和 CPU 合在一起称之为计算机系统的主机部分。目前, 几乎所有微型计算机的内存存储器都采用半导体器件所组成, 这种存储器件从存取方式来分, 可分为随机存取(RAM)和只读(ROM)两大类。RAM 存储单元中的内容按需要既可读出, 也可随机写入和修改, 而 ROM 中的内容在一般情况下只能读出, 不能写入和修改。外存存储器主要用于存放大量计算机暂时不执行的程序和不用数据。它在容量上要比内存存储器大得多, 好比是计算机的后备信息“仓库”。目前使用较多的外存存储器有磁盘(有软盘和硬盘之分)和磁带等, 它们在存取速度上没有半导体存储器快。

三、输入设备

输入设备是沟通计算机与外界之间的信息联系。任何要由计算机处理的原始数据和各种现

场采集到的资料和信息以及程序本身都必须经由输入设备才能送至计算机。随着微型计算机技术的迅速发展和应用领域的不断扩大,输入设备在功能和品种上也获得了相应的进展。目前,输入设备的功能可基本满足将外界所呈现的各种信息(如数字量,模拟电压或电流量,开关量以及图像等)转换成计算机所能接受的形式。用于微型计算机的常见输入设备主要有:各类键盘(Keyboard)、磁卡片读入器、光电文字读入机(OCR)和光电符号读取机(OMR)、磁带机和磁盘驱动器(同时具有输出功能)、模/数(A/D)转换器以及简单声音识别装置等。其中使用最广的要数键盘,几乎任何一台微型计算机都少不了它。

四、输出设备

它与输入设备一样,在计算机中占有同样重要地位。从某种意义上讲,人们利用计算机来进行处理各种问题最终是要获得结果。所以输出设备无论是在功能或产品的品种方面都是为了满足获得不同形式的输出结果而设计的。目前可为各种类型的微型计算机所配用的输出设备在种类上要比输入设备更为丰富。最常用的一般有以下几种:显示器(CRT)、各类行式打印机、激光打印机、磁盘驱动器、数/模(D/A)转换器、绘图仪、复印机以及语音输出装置等。在实用中显示器与输入设备中的键盘组合在一起,称为终端。而终端和主机(CPU+存贮器)便构成一个可供实用的最小组合的微型计算机硬件系统。

1.2.2 微型计算机的结构特点

由图 1.2 所示的微型计算机基本结构图中我们已经看到,微型计算机尽管在基本功能部件的配置上与其它计算机大致相同,但从结构的形式上却显示了具有更为简单的特点。由于微型计算机主要采用了各种具有特定功能的大规模集成电路器件和组件,这不仅使整个系统在体积上要比其它计算机小得多,而且在它的结构上也形成了自己所固有的特点。这些特点主要集中地反映在它的核心部件——中央处理器(CPU)本身的内部结构和系统的外部结构特点上。归纳起来是:

一、外部结构上的特点

微型计算机外部结构上的特点主要体现在总线(BUS)方式的采用。这种结构方式不仅可以使微型计算机在系统结构上具有简单、规整和易于扩展之特点,而且使整个系统中各功能部件之间的相互关系变为面向总线的单一关系。这样的系统只要将符合总线规范的功能部件接到总线上,系统的功能就得到了扩展。此外,系统的主要用途也可方便地随总线上接入不同功能的部件而扩充。目前,由于几乎所有的微型计算机都是按某种类型的总线结构进行设计和制造的,所以从应用角度来看,详细地了解和掌握有关总线的结构特点是十分必要的。尽管各类微型计算机系统在校线的类型上有不同的标准,但它们大致都是由三组不同功能的总线汇集而成,即:控制总线 CB(Control Bus)、地址总线 AB(Address Bus)和数据总线 DB(Data Bus)。

控制总线(CB) 这组总线是系统中所有控制信号的传输线,其中有中央处理器(CPU)送往存贮器和外部设备的控制信号,如:读信号($\overline{RD}$),写信号($\overline{WR}$),存贮器请求($\overline{MREQ}$),输入/输出请求($\overline{IORQ}$)以及总线请求($\overline{BUSAQ}$)等。也有外部设备送至中央处理器的控制信号,如:中断请求($\overline{INT}$),等待($\overline{WAIT}$)以及总线请求($\overline{BUSRQ}$)等。此外,控制总线也是人们了解 CPU 内部工作情况的窗口。在实际应用中,熟悉各条控制线的意义和作用是有必要的,但更重要的是,要掌

握好各个控制信号产生和起作用的精确时间。在以后的章节中,我们可以看到,控制信号的作用与时间有密切的关系。

地址总线(AB) 它是一组专门用来传送地址信息的总线。地址总线的宽度(即数目的多少)将决定 CPU 当前可直接寻址的内存容量范围。八位微型计算机地址总线的数目一般为 16 根(用 $A_0 \sim A_{15}$ 表示,其中 A_0 为最低位),所以它最大的内存容量为 $2^{16} = 64K$ 字节(其中 K 为 1024,这是由于接近 10^3 这个值的二进制值为 2^{10})。在 Z 80 中对输入/输出设备的寻址是利用低 8 位($A_0 \sim A_7$)实现的,故它最多可配置外设为 $2^8 = 256$ 个。显然,地址总线是中央处理器用来确定与哪个内存单元或外部设备进行信息交换的重要条件。有了准确的地址和相应的控制信号, CPU 就可以完成所指定的各种操作。此外,对任何微型计算机来说,地址的分配和使用一般都有比较明确的规定,所以使用时必须了解清楚。

数据总线(DB) 顾名思义,它是传送数据的一组线。一般情况下,数据总线都具有双向传送功能,也就是说,这组线既可供 CPU 送出数据,同时也可供其它部件将数据送至 CPU 内部(即: CPU 取数)。数据总线上数据线的多少通常是与 CPU 外部的数据总线的宽度(即字长)相一致的。例如,八位微型计算机的数据总线就是由 8 根线组成,用 $D_0 \sim D_7$ 表示(其中 D_0 是最低位)。在计算机中,数据有比较广的涵义,在具体工作过程中,数据总线上所传送的并不一定都是真正的数据,它可以是指令代码、某些状态量或开关量。甚至在某些简单的应用中,数据总线上的信号可作为控制信号来使用。这一点,读者将在本书的接口技术和应用实例部分得到进一步的认识。

二、内部结构上的特点

微型计算机内部结构上的特点主要反映在它的核心部件——中央处理器(CPU)本身的内部结构上。如前所述,由于中央处理器已经将具有运算和控制这两个主要功能部分都集成在同一块芯片上,所以它不仅使得整个系统在总的结构上得到了相应的简化,而且为总线结构的实现奠定了基础。尽管 CPU 的内部结构要受到大规模集成电路工艺本身和芯片面积不能过大的限制,但它在功能上却已基本满足了作为核心部件使用的要求,而且其价格在整个系统中的比重微乎其微。大多数的中央处理器在内部结构的形式上也采用了总线方式,即内部所有功能单元和电路都是挂在一组内部的数据总线上。这种方式不仅可以减少内部连线所占的面积以提高集成度,而且也大大提高了生产过程中产品的合格率和产品的可靠性。此外,内部与外部之间的联系也是采用了三组不同作用的总线。CPU 的内部结构框图见图 1.5。

微处理器(CPU)的主要部件包括:

1. 运算器

运算器又称算术逻辑单元(简记 ALU),它是对数据信息进行加工的部件。数据信息的加工包括:算术运算(加、减、乘和除),逻辑运算(与、或、非和异或等)。运算器的核心部分是加法器,实现二进制数的加法操作,运算器的其它功能都是在加法器的基础上增加一些逻辑电路构成。很多微处理器只能进行加减运算,不能执行乘除运算,乘法和除法运算都是通过程序来实现的。

2. 寄存器组

在微处理器内部有一组寄存器,每个寄存器都可以用来保存准备进行加工的操作数,或者保