

高等学校教材

微计算机原理

潘名莲 童义生 编

电子工业出版社

TP36

399

微 计 算 机 原 理

潘名莲 童义生 编

电子工业出版社

内 容 简 介

本书以八位机 Z80 为主,兼顾十六位机。系统地阐述了微处理器、指令系统、汇编语言程序设计、寄存器、输入/输出、接口和微计算机系统设计的基本原理。在阐述硬件连接和软件设计的基础上,使学习者对微计算机的应用打下良好基础。

全书内容深入浅出、原理和实例并茂、易于学习,方便自学。可作为高等院校无线电技术、电子工程、自动化以及其它非计算机专业的教材,也可作为高等教育自学考试的自学教材以及科技人员学习参考书。

微 计 算 机 原 理

潘名莲 童义生 编

责任编辑 焦桐顺

*

电子工业出版社出版(北京万寿路)

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 28.375 字数: 723 千字

1989 年 4 月第 1 版 1989 年 4 月第 1 次印刷

印数: 8000 册 定价: 5.50 元

ISBN7-5053-0456-9/TP·62

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定,我部承担了全国高等学校、中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力,有关出版社的紧密配合,从1978年至1985年,已编审、出版了两轮教材,正在陆续供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要,贯彻“努力提高教材质量,逐步实现教材多样化,增加不同品种、不同层次、不同学术观点、不同风格、不同改革试验的教材”的精神,我部所属的七个高等学校教材编审委员会和两个中等专业学校教材编审委员会,在总结前两轮教材工作的基础上,结合教育形势的发展和教学改革的需要,制订了1986~1990年的“七五”(第三轮)教材编审出版规划。列入规划的教材、实验教材、教学参考书等近400种选题。这批教材的评选推荐和编写工作由各编委会直接组织进行。

这批教材的书稿,是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐,由编审委员会(小组)评选择优产生出来的。广大编审者、各编审委员会和有关出版社为保证教材的出版和提高教材的质量,作出了不懈的努力。

限于水平和经验,这批教材的编审、出版工作还会有缺点和不足之处,希望使用教材的单位,广大教师和同学积极提出批评建议,共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

前 言

本书系按电子工业部工科电子类专业〈无线电技术与信息〉编委会〈仪器与测量〉编审组关于 1986~1990 年的“七五”教材规划投标征稿的〈微计算机原理〉大纲编写的。1987 年 10 月经编审组评议,中标入选,推荐出版。之后,又根据编审组意见作了修改才最后定稿,并出版作为〈微计算机原理〉课程的教材。

近年,微处理器和微计算机发展极为迅速,它已渗透到各行各业的各个领域,深入到各个学科及人类生活的各个方面,推动着一次新的产业革命,它是时代前进的火车头。

学习微处理器和微计算机,是现代科技人员和高等院校各专业学生的不可缺少的训练之一,是必修的专业基础课,其目的在于为微处理器和微计算机在专业课中的应用,为在工作中的开发打下良好的基础。

根据这种需要,我们在 1981 年编写的“微处理器及其应用”教材的基础上,经过几年来的使用与修改,总结与提高,并充分考虑到微计算机的特点和国内应用的现实、前景,编写了这本〈微计算机原理〉。本书内容重点放在国内应用普遍且性能较优的八位 Z80 上,并在对比中指出另一类体系结构的八位微处理器的特点,最后引入先进一代的十六位微处理器和国家优选的长城系列微计算机;需掌握的重点放在汇编语言程序设计,芯片连接、系统组成和接口方面。对于芯片内部结构的了解也是为了达到上述的目的。各章都围绕着一个根本目的——即解决微计算机的应用这个总目标而进行。

全书共含十一章,叙述上尽量做到:

1. 原理与应用结合;
2. 硬件与软件结合;
3. 典型机种与共性结合;
4. 应用主流和先进机型结合;
5. 讲授与练习结合。

每章后面都有练习题,课程进行期间可配合进行 5~7 个实验,结束时可进行一次课程设计。

本教材的建议时数为 70 学时,并可在 51~85 学时间伸缩。主干章节是一、三、四、五、六、七、八、九章。第二章是与先修课〈数字逻辑电路〉的衔接章;第十章供课程设计使用;第十一章的十六位机,自成系统,是深入学习微计算机的一章。学时较少时,第六章和第九章的部分内容可作自学材料。

本教材由北京邮电学院计算机系汪雍教授主审,并担任责任编委。参加审阅工作的还有北京邮电学院无线电工程系孟庆昌副教授,都为本书提出了许多宝贵意见,这里表示衷心的感谢。在编写过程中,还得到我院自动化系主任张世箕教授,陈光耦副教授,古天祥副教授,陈长龄副教授和无线电技术系副主任李在铭副教授的关心和支持,得到我院教材科李春元同志的鼓励和帮助,在此谨致以诚挚的谢意。

本书由潘名莲担任主编。其中第一、二、三、四、五、六、十一章由潘名莲编写,第七、

八、九章由童义生编写,第十章由潘名莲和李广军编写。

由于我们的水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编者 于成都电讯工程学院
1988.2.

目 录

第一章 概述.....	1
§ 1.1 计算机的基本结构和工作	1
§ 1.2 微处理器,微型计算机,微处理器系统	3
§ 1.3 微处理器的产生和发展	5
§ 1.4 微型计算机的分类	7
§ 1.5 微型计算机系统的组成	9
§ 1.6 微型计算机的应用概述	15
§ 1.7 TP801 单板微型计算机简介	16
习题	19
第二章 微型计算机基础知识.....	20
§ 2.1 自我检查题	20
§ 2.2 微型计算机中的数制	20
§ 2.3 数制之间的转换	23
§ 2.4 二进制数的运算	25
§ 2.5 二进制编码	27
§ 2.6 带符号数的表示法	30
§ 2.7 加减法运算的溢出条件	36
§ 2.8 逻辑运算,正负逻辑的基本逻辑门	38
§ 2.9 数据通道和输出缓冲器	42
§ 2.10 译码器	46
§ 2.11 典型微处理器系统结构及工作原理.....	47
习题	57
第三章 微处理器.....	59
§ 3.1 微处理器性能描述	59
一、字长.....	59
二、指令数.....	60
三、基本指令执行时间.....	60
四、访存空间.....	60
五、工艺形式.....	60
§ 3.2 Z80 微处理器的结构	61
一、内部结构.....	61
二、程序设计概念模型.....	65
§ 3.3 Z80 CPU 的引脚特性	67
一、地址总线.....	67
二、数据总线	67
三、控制总线.....	67
四、时钟和电源线.....	69

§ 3.4 Z80 CPU 的操作时序	69
一、取指阶段和执行阶段	69
二、Z80 CPU 的定时	70
三、Z80 CPU 典型时序分析	71
习题	80
第四章 Z80 的指令系统	82
§ 4.1 指令的基本格式	82
§ 4.2 Z80 的寻址方式	83
一、立即数寻址	83
二、立即数扩展寻址	84
三、扩展寻址或称直接寻址	84
四、寄存器寻址	85
五、寄存器间接寻址	86
六、隐含寻址	86
七、变址寻址	87
八、相对寻址	87
九、位寻址	88
十、零页寻址	89
§ 4.3 指令系统的分类	89
一、数据处理类指令	90
二、数据传送类指令	92
三、程序处理类指令	92
四、状态管理类指令	93
§ 4.4 Z80 指令系统的分类及应用	93
一、数据传送和交换类指令	94
二、数据块传送和搜索类指令	99
三、数据处理类指令	102
四、循环和移位类指令	111
五、位操作类指令	114
六、程序控制类指令	115
习题	119
第五章 汇编语言程序设计和运行	123
§ 5.1 汇编语言和汇编程序	123
一、汇编语言	123
二、汇编程序	124
§ 5.2 汇编语言源程序的规范	125
一、汇编语言源程序语句的格式	125
二、伪指令及其功能	127
三、条件汇编	130
四、宏指令及其应用	130
§ 5.3 汇编程序类型和汇编过程	133
一、汇编程序的类型	133

二、汇编过程	134
§ 5.4 程序的基本结构与基本程序的设计	139
一、顺序结构与简单程序的设计	139
二、分支结构与分支程序的设计	142
三、循环结构与循环程序的设计	144
四、算术运算程序的设计	147
五、子程序的设计	152
六、分类与检索程序的设计	160
§ 5.5 在 CP/M 支持下建立、汇编、链接、运行和调试汇编语言源程序	166
一、CP/M 操作系统简介	166
二、在 CP/M 的支持下,建立和运行汇编语言源程序的过程	167
三、上机操作实例及使用的各种命令	168
习题	179
第六章 存贮器	181
§ 6.1 半导体存贮器分类及其特点	181
一、分类	181
二、半导体存贮器的性能指标	182
三、半导体存贮器的特点	183
§ 6.2 随机存贮器 RAM	184
一、静态 RAM	184
二、动态 RAM	192
三、RAM 存贮器的组织	199
§ 6.3 只读存贮器 ROM	199
一、固定掩模编程 ROM	199
二、可编程序 PROM	200
三、可擦可编程序的 EPROM	200
四、EPROM 的实例——Intel 2716	202
五、EPROM 编程器及写入原理	204
§ 6.4 主存贮器的设计	206
一、半导体存贮器芯片选用时应考虑的一些问题	206
二、存贮器地址分配	207
三、存贮器芯片和 CPU 的连接	208
四、主存贮器设计的实例	210
§ 6.5 外存贮器简介	212
一、盒式磁带存贮器	212
二、软磁盘	213
习题	217
第七章 微型计算机的输入/输出技术	218
§ 7.1 微处理器 (CPU) 对外设的寻址方式	218
一、存贮器映象的 I/O 寻址方式	218
二、I/O 指令寻址方式	219
§ 7.2 Z80 的输入/输出指令	219

一、直接寻址的 I/O 指令	219
二、用寄存器 C 间接寻址的 I/O 指令	220
三、数据块输入/输出指令	220
§ 7.3 数据传送的控制方式	221
一、程序控制方式	221
二、中断控制方式	223
三、直接存储器存取 (DMA) 方式	224
习题	225
第八章 微型计算机的中断系统	226
§ 8.1 概述	226
§ 8.2 中断过程	226
一、中断请求和中断检测	227
二、中断响应过程	228
三、中断服务过程	229
§ 8.3 Z80 非屏蔽中断 ($\overline{\text{NMI}}$)	230
§ 8.4 Z80 可屏蔽中断 ($\overline{\text{INT}}$)	231
一、中断方式 0	231
二、中断方式 1	235
三、中断方式 2	235
§ 8.5 Z80 中断源查询和中断优先级管理	237
一、软件查询和判断优先级别	237
二、Z80 硬件中断优先级别管理结构原理	238
习题	240
第九章 微型计算机接口	241
§ 9.1 微机接口的一般概念	241
一、接口的作用与特点	241
二、接口的一般结构	241
三、微型机接口的特点及分类	242
§ 9.2 可编程并行 I/O 接口 (Z80-PIO)	243
一、PIO 的主要特性	243
二、PIO 的内部结构原理	244
三、PIO 引脚特性	246
四、PIO 内部寄存器及控制字	246
五、PIO 的工作方式及其时序	249
六、PIO 的编程	252
七、PIO 应用举例	254
§ 9.3 可编程计数/定时电路 (Z80-CTC)	257
一、CTC 的结构特点和功能	257
二、CTC 的引脚及其信号	259
三、CTC 的工作方式	260
四、Z80-CTC 的中断	262
五、Z80-CTC 的编程	262

六、CTC 应用举例	265
七、CTC 通道级连(时间常数扩展)和 CTC 与 CPU 的连接	266
§9.4 可编程串行输入/输出接口 (Z80-SIO)	267
一、概述	267
二、Z80-SIO 的主要特性和内部结构	268
三、Z80-SIO 引脚说明	269
四、Z80-SIO 的功能说明	271
五、Z80-SIO 的编程和举例	274
§9.5 数/模和模/数转换以及数据采集系统	281
一、数/模转换接口 (简称 DAC)	281
二、模/数转换接口 (简称 ADC)	284
三、数据采集系统	286
习题	289
第十章 微型计算机应用系统的研制	291
§10.1 系统研制的步骤	291
§10.2 微型机故障分析及检测仪器	298
§10.3 微型计算机应用系统的开发工具	301
§10.4 微型计算机监控程序的分析	306
一、总体说明	307
二、再启动/初始化程序	309
三、显示程序及显示接口电路	311
四、键盘扫描译码程序及键盘接口电路	314
五、命令键的处理程序	323
六、实用子程序	324
§10.5 微处理器应用系统举例	324
一、单片机的应用	326
二、单板微型计算机的应用	329
习题	340
第十一章 先进的微处理器和微型计算机	342
§11.1 十六位微处理器——Intel 8086	342
一、8086 的特点	342
二、8086 CPU 的内部结构	343
三、8086 的时钟和总线操作	346
四、8086 的寄存器结构	347
五、8086 CPU 引脚特性	350
六、最小/最大工作方式	352
七、存储器	355
八、输入/输出和 DMA	358
九、中断系统	359
十、指令系统	360
十一、8086 汇编程序及汇编语言格式	377
十二、ASM-86 程序设计举例	380

§ 11.2 iAPX86/88 系列微机性能的横向提升	383
一、数值数据协处理器 8087 (NDP)	384
二、输入/输出协处理器 8089 (IOP)	385
三、操作系统固件 80130 (OSF)	385
§ 11.3 超级十六位微处理器——80286	386
§ 11.4 十六位微型计算机及在管理和通信中的应用	388
一、长城 0520 系列微型计算机	388
二、长城 0520 系列微机用于管理	391
三、长城 0520 系列微机用于通信网络	392
§ 11.5 三十二位微处理器——Intel 80386	393
一、内部结构	394
二、寄存器结构	395
三、操作数寻址	395
四、数据类型	396
习题	397
附录	399
附录 I Intel 8086 指令系统摘要	399
附录 II Z80 指令的机器码表	406
附录 III Z80 指令功能表	416
附录 IV Z80 指令的机器周期表	436
附录 V TP801 单板机电路图 a), b)	
参考书目	441

第一章 概 述

1946年电子数字计算机问世。它作为二十世纪的先进技术成果之一,最初只是作为一种现代化的计算工具。在近四十年发展历程中,从采用电子管、晶体管、中小规模集成电路到大规模集成电路,尤其在70年代初,大规模集成电路技术的发展,微型计算机的出现为计算机的广泛应用开拓了极其广阔的前景,展示了它在科学技术领域中日益显要的地位。计算机特别是微型计算机的科学技术水平,生产规模和应用已成为衡量一个国家现代化水平的重要标志。计算机已经远不只是一种计算工具,它已渗透到国民经济和生活的各个领域,象火车头一样带动着各行各业向现代化迈进,微型计算机的发展和应用已引起各界的关注。

本章着重介绍微处理器和微型计算机的基本概念、组成、特点和应用概貌,以期对微型计算机和应用有一个概括了解。

§ 1.1 计算机的基本结构和工作

一、计算机的基本结构

电子数字计算机是作为一种计算工具出现的,它的算题过程和人使用算盘算题非常类似。

(一) 算盘算题的步骤和需要的设备

如果,现在要计算: $21 \times 12 - 117 \div 13 = ?$

首先,我们需要有一个算盘作为运算工具。其次要有纸,用它来记录和存放原始数据、中间结果和运算的最后结果。这些原始数据、运算结果记录到纸上是由笔来完成的,而整个运算过程又是在人的控制下进行的。其步骤概括如下:

1. 人把算题和原始数据用笔记录下来。
2. 人用算盘算 21×12 , 然后把中间结果 252 用笔记在纸上。
3. 人再用算盘算 $117 \div 13$ 得中间结果 9, 也用笔记在纸上。
4. 最后, 人用算盘将第一个中间结果 252 减去第二个中间结果 9, 得最后结果 243, 再用笔记录到纸上。

(二) 计算机算题所需设备

由计算机来完成上述的算题过程,首先需要有一个能代替算盘完成各种运算的部件,这个部件称为运算器。其次是需要一个能起到纸作为记录存放原始数据、中间结果和运算结果的部件,这个部件叫做存贮器。计算机算题和人使用算盘算题还有一个本质的区别: 计算机算题过程是脱离人的干预的,即人事先把解题步骤按先后顺序排列起来,输入计算机的存贮器中,人只要指挥计算机运转,计算机就会自动完成计算。这种解题步骤我们称

它做程序 (PROGRAM)。可见,存贮器也是存放程序的部件。用来完成原始数据和程序输入的装置,称为输入设备。计算结果或中间结果的输出所用的装置则称为输出设备。人的任务只是编制程序和操作计算机,算题的全过程是在程序作用下依次发出各种控制命令,操纵着计算过程一步步地进行,完全代替了人用算盘算题过程中的控制作用。我们把这种代替人起控制作用、能依次发出各种控制信息的部件叫控制器。

综上所述,计算机的基本组成部分是: 运算器、控制器、存贮器、输入设备和输出设备等五部分,如图 1-1 所示。

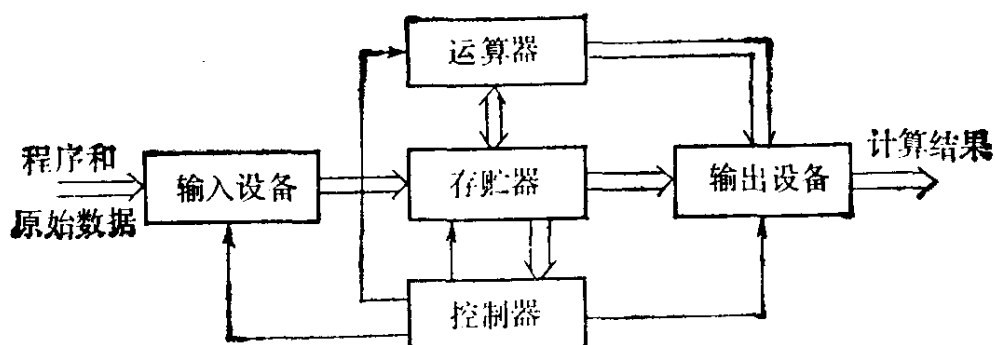


图 1-1 计算机的基本结构框图

(三) 计算机解题的过程

从图 1-1 可见,计算机中有两类信息在流动。一类是数据,用双线表示,包括原始数据、中间结果、计算结果及程序的指令;另一类是控制命令,用单线表示。不管是数据还是控制命令,它们都是用“0”和“1”表示的二进制信息。

原始数据和程序通过输入设备存入存贮器中(存贮器存放程序和数据的示意图见图 1-2),然后启动计算机,计算机便在程序的控制下,按照存入的顺序取出指令;再按照人的意图,自动进行全部运算,最后再通过输出设备输出计算结果。运算过程中,数据从存贮器取入运算器进行运算,运算的中间结果和最后结果可存入存贮器中,也可由运算器经过输出设备输出。

现在,仍以前面所举的 $21 \times 12 - 117 \div 13$ 这道题为例,将计算机的工作过程归结如下:

第一步:由输入设备将事先编制好的解题步骤(即程序)和原始数据(21,12,117,13)输入到存贮器指定编号的地方(或称单元)存放起来。

第二步:命令计算机从第一条指令开始执行程序,让计算机在程序作用下自动完成解题的全过程。这包括下列操作:

1. 把第一个数据 21 从存贮器中取到运算器(取数操作)。
2. 把第二个数 12 从存贮器取到运算器,进行 21×12 的运算,并得到中间结果 252 (乘法运算)。
3. 将运算器中的中间结果 252 送到存贮器中暂时存放(存数操作)。
4. 把第三个数 117 从存贮器中取到运算器(取数操作)。
5. 把第四个数 13 从存贮器中取到运算器,并进行 $117 \div 13$ 的运算,运算器中得到中间结果 9 (除法运算)。

6. 将运算器中的中间结果 9 送到存贮器中暂时存放(存放操作)。

7. 将暂存的二个中间结果先后取入运算器,进行 $252-9$ 的运算,得到最后结果 243,并存入存贮器。

8. 将最后结果 243 直接由运算器或存贮器经输出设备输出,例如打印在纸上。

9. 停机。

以上就是迄今为止,电子计算机所共同遵循的程序存贮和程序控制的原理。这种原理是 1945 年由冯·诺依曼 (John Von Neumann) 提出的,故又称为冯·诺依曼型计算机原理。

图 1-1 的五大基本组成部分是计算机的实体,统称为计算机的硬件 (Hardware)。而把包括解题步骤在内的各式各样程序叫做计算机的软件 (Software)。硬件中的运算器、控制器和存贮器称为计算机系统的主机,其中的运算器和控制器相当于用算盘答题的人工系统中的算盘和人的作用,是计算机结构中的核心部分,又称为中央处理器 CPU (Central Processing Unit)。

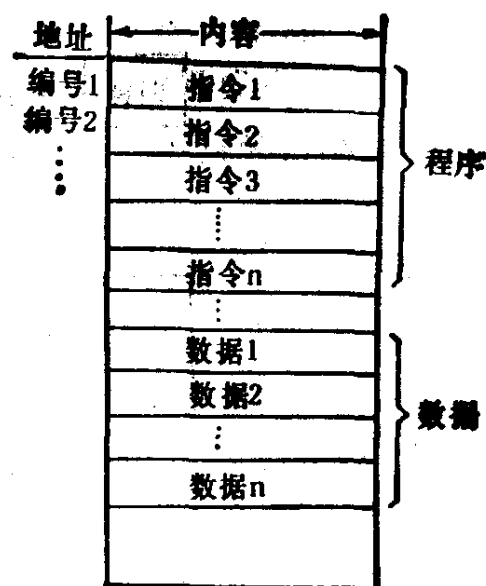


图 1-2 程序和数据存放

§ 1.2 微处理器,微型计算机,微处理器系统

一、微处理器 (Microprocessor 简称 μP 或 MP)

随着半导体工艺水平的提高,可以将上千个晶体管组成的电路大规模地集成在一块芯片上,美国的 Integrated electron 公司(即 Intel 公司)于 1971 年首先制成了第一种微处理器 4004,同年研制成由 4004 组成的第一台微型计算机。

什么叫微处理器呢? 即把原来体积很大的中央处理器 CPU 的复杂电路(包括运算器和控制器),做在一片或几片大规模集成电路的芯片上,我们把这种微缩的 CPU 大规模集成电路 LSI (Large Scale Integration) 称为微处理器或微处理机 μP (Microprocessor)。其职能是执行算术、逻辑运算和控制整个计算机自动地、协调地完成操作。通常,这种微缩 CPU 的芯片尺寸只有十几~几十 mm^2 大小。

二、微型计算机 (Microcomputer 简称 μC 或 MC)

光是一块 μP 片子不可能具有一台完整的计算机的功能,它只是计算机中核心的运算器和控制器。因此,必须配上其它的片子,如随机存贮器 RAM(Random Access Memory)、只读存贮器 ROM (Read Only Memory), 输入和输出接口电路 I/O (Input/Output), 以及其它一些辅助电路(如时钟发生器、各类译码器、缓冲器等), 这些片子通过一定的联系围绕 μP 有机地连在一起,才能构成一台微型计算机,起到计算机的作用。微型计算机的简化结构框图如图 1-3 所示。

因此,所谓微型计算机就是以微处理器为核心,配上大规模集成电路的随机存贮器 RAM、只读存贮器 ROM、输入/输出接口 I/O 以及相应的辅助电路而构成的计算机

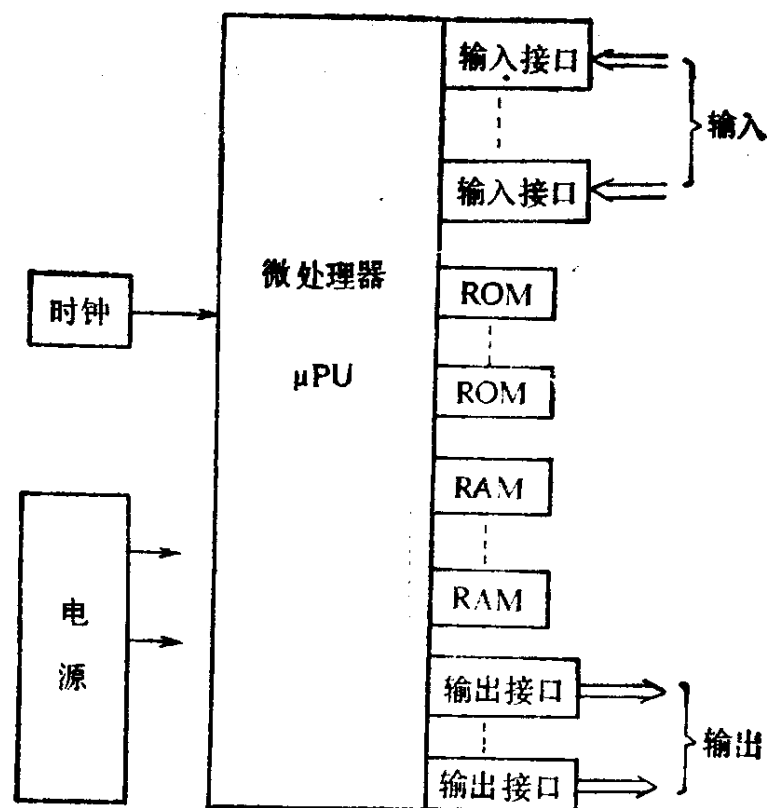


图 1-3 微型计算机的简化结构框图

装置。

有的大规模集成电路的生产厂家把 CPU、存贮器和输入/输出接口电路都集成制作在单块芯片上,使之具有完整的计算机功能,我们称这种大规模集成电路片子为单片微型计算机。

三、微处理器系统 (Microprocessing System 简称 μ PS 或 MPS)

微型计算机有它独自的特点。它不象小型和大型计算机那样,完全是由计算机生产厂家组装成通用计算机系统提供用户使用的。微型计算机由于是由大规模集成电路片子构成,用户则可以根据不同的用途,选购某种微处理器为核心和相应数量的系列大规模集成电路,自行设计、装配成满足需要的特殊微型计算机装置;用户也可在选购生产厂家生产成一定规模的微型计算机后,再自行设计特殊需要的部分以构成某种特殊用途的系统。

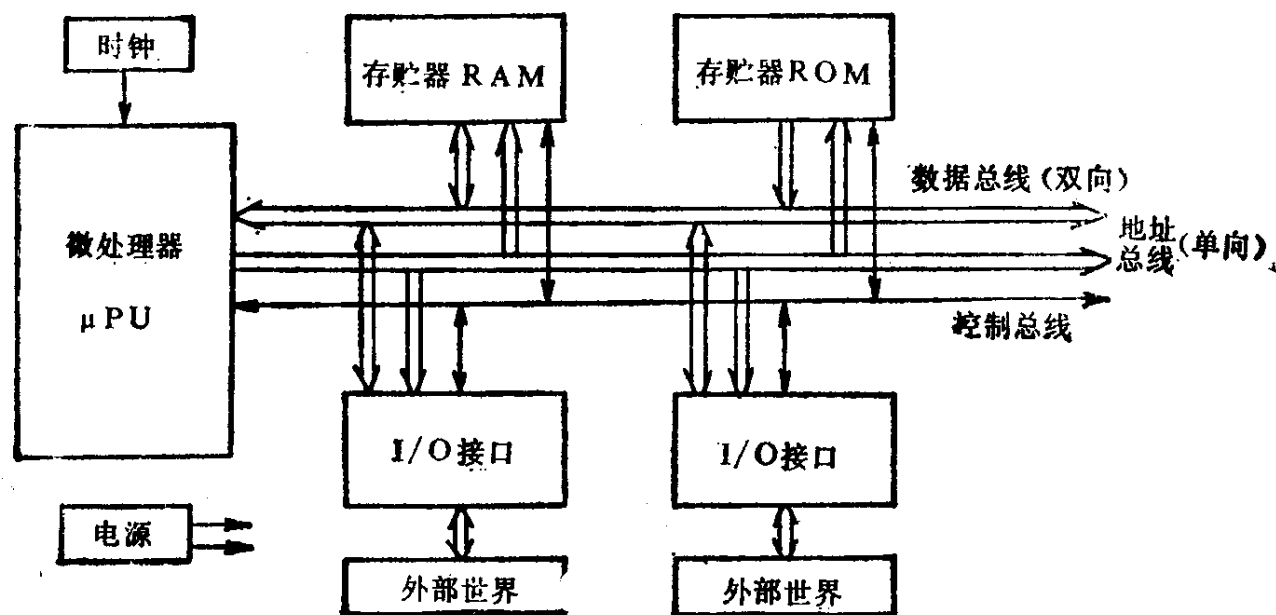


图 1-4 典型的微处理器系统框图

我们称这种以微处理器为核心构成的某种特殊用途的系统为微处理器系统 μ PS。微处理器系统和外部世界的联系更加广泛,在结构上更具有灵活性。典型的微处理器系统的构成可见图 1-4。

这样,我们就可以把微处理器系统看作是微处理器所构成的各种用途的应用系统。这是一种广义的称呼,自然也可称微型计算机是一种具有计算功能的微处理器系统。若在仪器仪表中装上微处理器,使之具有人工智能而构成各种智能仪器或自动测试系统;在生产过程控制中,配上以微型计算机这一控制核心,用以实现生产过程的自动化控制……这些都是微处理器系统。

§ 1.3 微处理器的产生和发展

从科学技术的发展史看,二十世纪七十年代微处理器和微型计算机的产生和发展有其必然性。一方面是由于当时军事工业、空间技术和工业自动化技术的迅速发展,日益要求生产体积小、可靠性高和功耗低的计算机,这种社会的直接需要构成了微处理器和微型计算机产生和发展的强大推动力。另一方面,当时的大规模集成电路工艺和计算机技术的飞跃发展,这又为微处理器和微型计算机的产生奠定了技术基础。

微处理器和微型计算机的问世是计算机发展史上的新的里程碑,标志着计算机步履了前三代(电子管→晶体管→中小规模集成电路)的演变,而进入第四代。1971年,美国旧金山南部的森特克拉郡(硅谷)的 Intel 集成电子产品公司首先制成 4004 微处理器,并用它组成 MCS-4 (Microcomputer System-4) 微型计算机。到现在不过十多年,微处理器和微型计算机的发展日新月异,产品像潮水般地涌向市场,推动着世界社会、经济的大发展。就其微处理器品种来说,足有 200 余种,各类产品走向系列化。从它们的性能来说,已经从微处理器和微型计算机的第一代,经第二代、第三代进入第四代,功能上逐步达到甚至超过小型计算机。

微处理器和微型计算机的发展速度异乎寻常,大约每隔 2~4 年换代一次。这种换代通常是按 CPU 字长位数和功能来划分的。

第一代(1971~1973年):四位和低档八位微处理器和微型机。代表产品是 Intel 的 4004 (集成度为 1200 个晶体管/片)和由它组成的 MCS-4 的微型机,以及随后该公司的改进产品 8008 (集成度是 2000 个晶体管/片)和由它组成的 MCS-8 微型机。其特点是:采用 PMOS 工艺,速度较低,基本指令执行时间为 10~20 微秒,字长 4 位或 8 位,引脚采用 16 条、24 条,指令系统比较简单,运算功能也较差,但价格很低廉。因此,主要的应用是面向消费,如家用电器、计算器和进行简单的控制等。

第二代(1973~1975年):八位的微处理器和微型机。代表产品是 Intel 公司的 8080, Motorola 公司的 MC 6800 和 MOS Technology 公司的 6502。其特点是:采用 NMOS 工艺,均采用 40 条引脚,集成度比第一代产品提高 1~2 倍(8080 为 4900 个晶体管/片, MC 6800 为 6800 个晶体管/片),运算速度提高一个数量级,基本指令执行时间约为 1~2 μ s,指令系统比较完善,寻址能力有所增强。这代产品至今仍誉为工艺成熟、性能稳定、价格便宜的产品。到目前为止,八位微处理器和微型计算机仍是应用中的主流。主要应用于教学和实验、工业控制和智能仪器中。如以 6502 作 CPU 的 Apple II 机在全世界范