



“十三五”普通高等教育本科规划教材

WEIJI YUANLI JI YINGYONG

微机原理及应用

程启明 赵永熹 黄云峰 徐 进 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”普通高等教育本科规划教材

微机原理及应用

程启明 赵永熹 黄云峰 徐进 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是“十三五”普通高等教育本科规划教材,是在总结30余年教学经验和应用研究的基础上,精心编写而成的。书中结合大量实例,全面、系统、深入地介绍了以Intel 8086为代表的微型计算机基本结构、工作原理、接口技术与实际应用。主要内容包括微机系统的基础知识、微处理器、指令系统、汇编语言程序设计、存储器及其接口技术、I/O接口技术、中断技术、定时器/计数器技术、并行接口与人机接口技术、串行接口技术、模拟接口技术与微机系统的设计及应用实例。每章安排了大量例题,并在章末给出足够数量的思考题与习题,以帮助读者理解所学理论知识,检验学习效果。

本书既可作为高等院校本科非计算机专业“微机原理与接口技术”课程教材,也可供各类工程技术人员自学和参考。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理及应用/程启明等编著. —北京:中国电力出版社,2016.2

“十三五”普通高等教育本科规划教材

ISBN 978-7-5123-8510-8

I. ①微… II. ①程… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第023750号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016年2月第一版 2016年2月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 28印张 687千字

定价 58.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

“微机原理与接口技术”是高等学校理工科一门重要的专业基础课程和必修课程，也是学习和掌握计算机硬件技术、汇编语言程序设计及常用接口技术的入门课程。本课程的任务是使学生从系统的角度出发，学习和掌握微机系统的基本组成、工作原理、接口技术、汇编程序设计及实际应用方法，以提高其分析和设计微机应用系统的能力，初步具备微机硬件和软件的开发能力，达到学懂、学通、能实际应用的目的。根据高等院校计算机基础教育课程体系的规划要求，编者结合 30 多年的教学实践经验，在参考了大量国内外文献资料和相关教材的基础上，精心编写了本书。

Intel 公司 80x86 体系 CPU 为核心的微机应用范围很广，从示范性方面来考虑，本书选择以 80x86 体系微机作为教学目标机。另外，从教学的基础性考虑，原理性课程的讲解平台不宜过于复杂，80x86 CPU 体系结构中 16 位 8086/8088 CPU 是最为经典且简单的微机类型，它能够系统、全面地反映微机系统最本质的工作原理，学会并掌握其原理和应用技术方法，也就很容易掌握在实际应用中碰到的其他类型微机系统。

本书除介绍 16 位微机核心内容外，还紧跟计算机技术的最新发展，将汇编语言与 C 语言的混合编程、高速缓冲存储器 Cache 与虚拟存储器等知识融合进了对应的章节，以确保教材的先进性和新颖性，为进一步理解和应用纷繁复杂的微机新技术打下基础。

全书共分 12 章，从内容上可划分为 4 个部分：①微机基本结构及工作原理部分（第 1~第 2、第 5、第 7~第 8 章）；②指令系统及汇编语言程序设计部分（第 3~第 4 章）；③I/O 接口技术部分（第 6、第 9~第 11 章）；④微机实际应用部分（第 12 章）。

本书的主要特色如下：

(1) 系统性。本书内容包括微机原理、汇编语言、接口与应用等知识结构，知识完整、内容翔实、剪系统性强，并注重基础性、突出应用性。

(2) 逻辑性。本书内容由浅入深、循序渐进，注重前后知识点之间的关联，内容组织层次分明、结构清晰。

(3) 生动性。本书语言生动、图表很多，将抽象、枯燥、难理解的内容，尽可能地与现实生活中较贴切的例子联系起来，引入实例驱动教学和启发式教学方法，通过比喻或形象的写法来描述，便于理解和激发学习兴趣（如中断概念）。

(4) 强调重难点。本书每章开头都给出本章的作用、主要内容和重点、难点，书中特别注意突出重点内容、讲清难点内容，而不是对所有内容泛泛而谈。

(5) 先进性。本书内容除了讲清基础内容（8086/8088 微机）外，同时跟踪计算机新技术，简介最新的知识点，凸显先进性和时代性。

(6) 应用性。本书每章的编写都以“基础理论—举例分析”为主线，便于掌握重点及提高实际应用能力。每章示例丰富（尤其最后一章的实际应用）、步骤明确、讲解细致，突出

实用性、应用性，做到学以致用，注重培养分析与解决问题的能力。

(7) 实践性。本课程的理论性和实践性都很强，很多内容（如汇编编程、接口应用）只有通过大量编程和动手实验，才能很好地掌握其理论与编程技巧。因此书中讲述了汇编软件和仿真软件等实践知识，注重理论与实践相结合。

(8) 多样性。与本书配套的教学资源还有电子教案、多媒体 CAI 课件、所有的汇编源程序代码、课后的习题参考答案、配套的实践指导等（可在中国电力出版社网站上下载，网址为 <http://jc.cepp.sgcc.com.cn/>），打造立体化教材，便于教学。

上海电力学院“微机原理与接口技术”课程 2010、2013 年分别被评为上海市重点课程、精品课程，2015 年编写的《基于汇编与 C 语言的单片机原理及应用》教材被评为上海市优秀教材。本书由程启明、赵永熹、黄云峰、徐进编著，编写人员均为课程组骨干教师。其中程启明编写了第 1、第 2、第 12 章及第 10 章部分内容、前言、内容摘要和参考文献等；赵永熹编写了第 3、第 5、第 7 章；黄云峰编写了第 6、第 10、第 11 章；徐进编写了第 4、第 8、第 9 章。程启明负责全书内容的设计、组织、修改、统稿和最终定稿，赵永熹审阅了全书。在本书的编写过程中，甄兰兰、王莉、楼俊君、罗静等授课老师对本书的内容及修订提出了一些宝贵意见，在此表示谢意。

由于编者的水平所限，书中难免有疏漏和不妥之处，敬请专家、同行及广大读者批评指正，作者联系邮箱：chengqiming@sina.com。

编 者

2015 年 12 月

目 录

前言

第 1 章 微机系统的基础知识	1
1.1 微机概述	1
1.2 微机系统的结构和工作原理	4
1.3 微机系统的工作过程	10
1.4 计算机的数制与编码	15
思考题与习题	29
第 2 章 微处理器	31
2.1 8086/8088 CPU 概述	31
2.2 8086/8088 CPU 的功能结构	32
2.3 8086/8088 CPU 的寄存器结构	35
2.4 8086/8088 CPU 的引脚及其工作模式	43
2.5 8086/8088 CPU 的总线周期与时序	54
思考题与习题	63
第 3 章 指令系统	65
3.1 指令系统概述	65
3.2 指令的语句格式和分类	66
3.3 指令的寻址方式	67
3.4 指令系统	75
思考题与习题	110
第 4 章 汇编语言程序设计	113
4.1 汇编语言概述	113
4.2 伪指令	121
4.3 系统功能调用	129
4.4 汇编语言程序结构	133
4.5 汇编语言与 C 语言的混合编程	150
思考题与习题	155
第 5 章 存储器及其接口技术	159
5.1 存储器概述	159
5.2 随机存取存储器 RAM	164
5.3 只读存储器 ROM	171

5.4	存储器与 CPU 的接口技术	177
5.5	高速缓冲存储器 Cache 与虚拟存储器	191
	思考题与习题	194
第 6 章	I/O 接口技术	196
6.1	I/O 接口技术概述	196
6.2	简单 I/O 接口电路	202
6.3	CPU 与外设间的数据传送方式	206
	思考题与习题	216
第 7 章	中断技术	218
7.1	中断概述	218
7.2	8086/8088 CPU 的中断系统	229
7.3	可编程中断控制器 8259A	237
	思考题与习题	262
第 8 章	定时器/计数器技术	264
8.1	定时器/计数器概述	264
8.2	8253 基本功能、内部结构与外部引脚	266
8.3	8253 的工作原理	268
8.4	8253 的工作方式	269
8.5	8253 的控制字与初始化编程	277
8.6	8253 的应用举例	280
	思考题与习题	285
第 9 章	并行接口与人机接口技术	288
9.1	并行通信与并行接口概述	288
9.2	8255 的结构	290
9.3	8255 的方式控制字与方式选择	293
9.4	8255 的工作方式	295
9.5	8255 的应用与人机接口技术	300
	思考题与习题	325
第 10 章	串行通信接口技术	327
10.1	串行通信概述	327
10.2	可编程串行通信接口芯片 8251A	344
10.3	可编程异步通信接口通信 INS 8250	361
	思考题与习题	375
第 11 章	模拟接口技术	377
11.1	A/D 与 D/A 转换概述	377
11.2	D/A 转换器接口电路	385
11.3	A/D 转换器接口电路	397
	思考题与习题	412

第 12 章 微机系统的设计及应用实例	414
12.1 微机应用系统设计原则	414
12.2 微机应用系统设计实例	417
思考题与习题	437
参考文献	439

第1章 微机系统的基础知识

本章简要地阐述计算机中最基本的知识,是全书内容的基础。对于已学过这些知识的读者,本章起到复习和系统化的作用;对于未曾学过这些内容的读者,本章的内容是必要的入门知识。本章主要介绍微机的发展和特点、微机系统的工作原理与基本结构、计算机中数据表示与编码等内容,使读者先有一个微机系统的总体概念与框架,为后续学习奠定基础。本章的重点是微机的基本结构和工作原理、补码运算与BCD码运算等。本章的难点在于对微机系统结构的理解、不同进制数据的格式转换等。

1.1 微机概述

1.1.1 计算机的发展

计算机是由各种电子元器件组成的,是能够自动、高速、精确地进行逻辑控制和信息处理的现代化设备。自20世纪40年代第一台电子计算机问世以来,计算机以其硬件构成的逻辑部件为标志,经历了从电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模及超大规模集成电路计算机这5个阶段。

(1) 第1代即电子管时代的计算机。从20世纪40年代末到50年代中期,这时的计算机都采用电子管为主要元器件,主要用于科学计算。

(2) 第2代即晶体管时代的计算机。20世纪50年代中期,晶体管取代电子管,大大缩小了计算机的体积,降低了成本,同时将运算速度提高了近百倍。第2代计算机不仅用于科学计算,而且开始用于数据处理和过程控制。

(3) 第3代计算机。20世纪60年代中期,集成电路问世之后,出现了中、小规模集成电路构成的计算机。这一时期,实时系统和计算机通信网络有了一定的发展。

(4) 第4代计算机。20世纪70年代初,出现了以大规模集成电路为主体的计算机。这一代计算机的体积进一步缩小,性能进一步提高,发展了并行技术和多机系统,出现了精简指令集计算机(Reduced Instruction Set Computer, RISC)。微型计算机(Microcomputer)也是在第4代计算机时期产生的。

(5) 第5代计算机。计算机采用超大规模集成电路,在系统结构上类似人脑的神经网络,在材料上使用常温超导材料和光器件,在计算机结构上采用超并行的数据流计算等。

1.1.2 微型机的发展

随着大规模集成电路的发展,计算机分别朝着巨型(或大型机)和超小型(或微型机)两个方向发展。以微处理器MPU(Micro Processing Unit)为核心,配上大容量的半导体存储器及功能强大的可编程接口芯片,连上外部设备及电源所组成的计算机,称作微型计算机,简称微型机或微机。在计算机中人们接触最多的是微机。

微机是伴随着大规模集成电路的发展而发展起来的。它在系统结构和基本工作原理上,与其他计算机(巨、大、中小型的计算机)并无本质差别,主要差别在于微机采用了集成度

相当高的器件和部件，它的核心部分是微处理器。微处理器（或称微处理机）是指由一片或几片大规模集成电路组成的、具有运算器和控制器功能的中央处理器（CPU）。按 CPU 字长位数和功能来划分，以时间来排序微处理器的发展过程分为 8 个阶段。

(1) 第 1 代（1971~1973 年）是 4 位和 8 位低档微处理器和微机时代。典型 CPU 产品为 Intel 4004/8008。它们采用 PMOS 工艺，集成度低（1200~2000 只晶体管/片）、时钟频率低（<1MHz）、速度慢、运算能力弱、系统结构和指令系统简单，采用机器语言或简单的汇编语言编程，4004、8008 分别只有 45、48 条指令，基本指令执行时间为 10~20 μ s，适用于家用电器和简单的控制场合。

(2) 第 2 代（1973~1978 年）是 8 位中高档微处理器和微机时代。典型 CPU 产品为 Intel 8080/8085、Motorola MC6800、Zilog Z80。它们采用 NMOS 工艺，集成度提高了约 4 倍（5000~9000 只晶体管/片），时钟频率达 1~4MHz，执行指令的速度达 0.5MIPS 以上，运算速度提高了 10~15 倍，指令系统比较完善，已具有典型计算机体系结构以及中断、直接存储器存取方式（DMA）等功能。软件除配备汇编语言外，还有 BASIC、FORTRAN 等语言和简单操作系统（如 CP/M）。

(3) 第 3 代（1978~1985 年）是 16 位微处理器和微机时代。典型产品为 Intel 8086/8088/80286、Zilog Z8000、Motorola 68000/68010。它们采用 HMOS 工艺，集成度（20000~70000 只晶体管/片）和运算速度（基本指令执行时间约为 0.5 μ s）提高了一个数量级，指令系统更加丰富和完善，采用多级中断技术、流水线技术、段式存储器结构和硬件乘除部件，处理速度加快，寻址方式增多，寻址范围增大（1~16MB），配备了磁盘操作系统、数据库管理系统和多种高级语言。

(4) 第 4 代（1985~1993 年）是 32 位微机处理器和微机时代。典型产品为 Intel 80386/80486 和 Motorola 68040。它们采用 HMOS/CMOS/CHMOS 工艺，集成度达 15~100 万只晶体管/片，时钟频率在 25MHz 以上，具有 32 位的数据和地址总线，执行速度可达 25MIPS，片内还增加协处理器和高速缓冲存储器（Cache），并采用了 RISC 技术，使它的处理速度大大提高。这一代微机可胜任多任务、多用户作业。

(5) 第 5 代（1993~1995 年）是 32 位 P5 高档微处理器和微机时代。典型产品为 Intel Pentium 586（奔腾）。它采用亚微米的 CMOS 技术设计，集成度达 330 万只晶体管/片，采用了两条超标量流水线结构，并具有相互独立的指令和数据 RISC，主频为 60~166MHz，处理速度达 110MIPS。

(6) 第 6 代（1995~1999 年）是 32 位 P6 高档微处理器和微机时代。典型产品为 Intel Pentium Pro/Pentium MMX/Pentium II/Pentium III。它们内部采用了 3 条超标量指令流水线结构，工作频率越来越高，总线频率也大大提高，支持多媒体扩展指令集（SIMD）MMX、SSE，集成度达 550~950 万只晶体管/片。

(7) 第 7 代（2000~2007 年）是 32 位 P4 高档微处理器和微机时代。典型产品为 Intel Pentium 4（如 5XX/6XX/7XX 等）。它的集成度高达 4200 万~1.78 亿只晶体管/片，主频为 1.3~3.6GHz，采用超级管道技术，使用长达 20 级的分支预测/恢复管道，其动态执行技术（程序执行）中的指令池能容下 126 条指令。它支持 SSE2、SSE3 等 SIMD 指令。

(8) 第 8 代（2007~至今）是 32/64 位 Core 双核或多核高档微处理器和微机时代。典型产品为 Intel Core2 Duo/Core2 Quad/Core2 Extreme 等。它们采用双核或多核结构的

Core/Core2/Core4/Core8 系列处理器, 兼顾 32 位和 EM64T 技术, 是典型的 32/64 位处理器。它支持 64 位存储器访问, 支持 SSE2、SSE3、SSSE3 和 SSE4 等 SIMD 指令, 集成度达 2.91 亿只晶体管/片以上。

与第 5 代之后的 32 位处理器同步并行发展的还有纯 64 位处理器, 如 Intel Itanium/Itanium II 等处理器, 它们采用 IA-64 结构。

微处理器的发展特点是速度越来越快、集成度越来越高、功能越来越强。

1.1.3 微机的特点和应用范围

(1) 微机的特点。由于微机是采用大规模/超大规模集成电路 (LSI/VLSI) 组成的, 因此它除了具有一般计算机的运算速度快、计算精度高、记忆功能和逻辑判断力强、自动工作等特点外, 还有下面独特的优点: ①体积小、质量轻、功耗低; ②可靠性高、对使用环境要求低; ③结构简单、设计灵活、适应性强; ④性能价格比高。

(2) 微机的应用范围。微机应用十分广泛, 主要应用领域主要有: ①科学计算; ②信息处理; ③计算机辅助技术; ④过程控制; ⑤人工智能; ⑥网络通信; ⑦计算机仿真。

1.1.4 微机的分类

微机的分类方法有多种, 主要有:

(1) 按字长分类。字长是指计算机一次可处理二进制数的最大位数。微机按字长可分为:

1) 4 位机。字长为 4 位 (如 Intel 4004), 多做成单片机, 用于仪器仪表、家用电器、游戏机等。

2) 8 位机。字长为 8 位 (如 Intel 8080), 主要用于计算和控制。

3) 16 位机。字长为 16 位 (如 Intel 8086/8088), 可用来替代低档小型计算机。

4) 32 位机。字长为 32 位 (如 Intel 486、Pentium), 是高档微机, 具有小型或中型计算机的能力。

5) 64 位机。字长为 64 位, 如 Intel 公司的 Itanium、DEC 公司的 Alpha 21164、由 Motorola 加盟的 Power PC620 等。

字长与微处理器的数据总线 (DB) 宽度不是同一个概念。如 8088 的字长为 16 位, 但 DB 宽度仅为 8 位; 而 Pentium 系列的字长为 32 位, 但 DB 宽度为 64 位。

(2) 按结构类型分类。

1) 单片机。单片机又称微控制器或嵌入式控制器, 它将 CPU、存储器、定时器/计数器、中断控制、I/O 接口等集成在一片芯片上, 如 MCS-51 系列单片机 8031、8051、8751 等。

2) 单板机。它是将 CPU、内存储器、I/O 接口组装在一块印刷电路板上的微型计算机, 如 SDK-86 和 TP86 单板机。

3) 多板机。它是由一块主板 (包含 CPU、内存储器、I/O 总线插槽) 和多块外部设备控制器插板组装而成的, 如 IBM-PC 微机及其兼容机。

(3) 按用途分类。可分为个人计算机 (Personal Computer, PC)、工作站/服务器、网络计算机 (Network Computer, NC)。

(4) 按体积或外形分类。可分为台式机 (也称桌上型)、便携机等。

1.1.5 微机系统的主要性能指标

微机系统的性能由它的系统结构、指令系统、外设及软件配置等多种因素所决定，因此，应当用各项性能指标进行综合评价。微机系统的主要性能指标如下：

(1) 字长。字长就是计算机能直接处理的二进制数据的位数。字长越长，它能表示的数值范围越大，计算出的结果有效数位就越多，准确度也就越高。

(2) 运算速度。运算速度是微机结构性能的综合表现，它是指微处理器执行指令的速率，一般用“百万条指令/秒”(MIPS)来描述。

(3) 存储容量。存储器分为内存储器(也称主存)和外存储器(也称辅存)两类。内存储器容量的大小反映了计算机即时存储信息的能力；外存储器容量越大，可存储的信息就越多，可安装的应用软件就越丰富。

(4) 存取速度。存储器完成一次读/写操作所需的时间称为存储器的存取时间或访问时间。存储器连续进行读/写操作所允许的最短时间间隔，称为存取周期。存取周期越短，则存取速度越快。

(5) 指令系统。指令系统是微处理器所有指令的总和。一般来说，指令的条数越多，其功能就越强。

(6) 总线类型与总线速度。总线类型主要包括系统总线和外部总线的类型；总线速度包括处理器总线的速度和系统总线的速度，系统总线速度决定处理器以外的各个部件的最高运行速度。

(7) 主板与芯片组类型。不同的微机系统配置不同类型的主板和芯片组，它们的性能差异很大。

(8) 外设的配置。外设包括输入设备、输出设备和外部存储设备(即辅助存储器，简称辅存)。外设数量越多，微机的功能就越强。常用的外设有关键盘、鼠标、显示器、打印机、扫描仪、硬盘、光盘和U盘等。

(9) 系统软件的配置。它是指微机系统配置的操作系统及其他系统软件和实用程序等。

(10) 可靠性、可用性和可维护性。可靠性是指在给定时间内，计算机系统能正常运转的概率；可用性是指计算机的使用效率；可维护性是指计算机的维修效率。

此外，还有一些评价计算机的综合指标，例如，系统的兼容性、完整性和安全性以及性能价格比。各项指标之间也不是彼此孤立的，在实际应用时，应该把它们综合起来考虑。

1.2 微机系统的结构和工作原理

1.2.1 微机系统的组成

一个完整的微机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。硬件和软件是一个有机的整体，必须协同工作才能发挥计算机的作用。硬件系统主要由主机(CPU、主存储器)和外部设备(输入/输出设备、辅存)构成，它是计算机的物质基础。软件是支持计算机工作的程序，它需要人根据机器的硬件结构和要解决的实际问题预先编制好，并且输入到计算机的主存储器中。软件系统由系统软件和应用软件等组成。微机系统的组成由小到大可分为微处理器、微型计算机、微型计算机系统3个层次结构，如图1-1所示。

(1) 微处理器。微处理器(Microprocessor，简称 μP 或MP)是指由一片或几片大规模

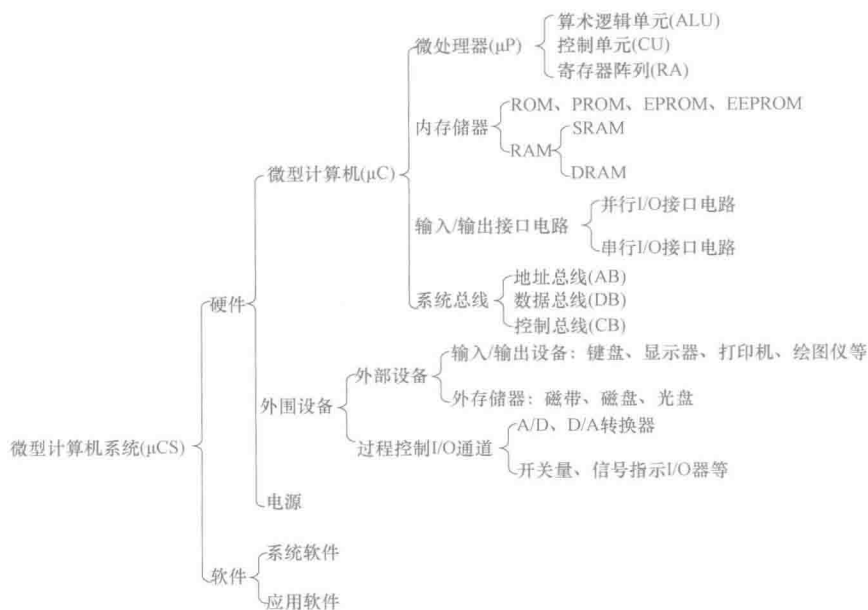


图 1-1 微机系统的组成

集成电路组成的具有运算器和控制器功能的中央处理器部件，又称为微处理机。它本身并不等于微型计算机，而只是其中中央处理器，通常在微型计算机中直接用 CPU 表示微处理器。

(2) 微型计算机。微型计算机 (Microcomputer, 简称 μC 或 MC) 是指以微处理器为核心, 配上内部存储器、输入/输出接口电路及系统总线所组成的计算机。当把微处理器、内部存储器、输入/输出接口电路统一组装在一块或几块电路板上或集成在单个芯片上, 则分别称为单板、多板或单片微型计算机。

(3) 微型计算机系统。微型计算机系统 (Microcomputer System, 简称 μCS 或 MCS) 是指以微型计算机为核心, 配以相应的外部设备、电源和辅助电路以及软件系统所构成的系统。只装有硬件的计算机称为裸机, 只有当将其配上系统软件时才成为真正可使用的计算机系统。

(4) 嵌入式系统。嵌入式系统 (Embedded System) 是嵌入式计算机系统的简称, 它就是嵌入到对象体系中的专用计算机系统, 是微型计算机系统的另一种形式。嵌入式系统具有嵌入性、专用性与计算机系统 3 个基本要素。实际上, 它是以应用为中心, 以计算机技术为基础, 适用于应用系统中, 对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统。嵌入式系统把计算机直接嵌入到应用系统中, 它融合了计算机软/硬件技术、通信技术和微电子技术, 是集成电路发展过程中的一个标志性的成果。

由上面概念可知, 我们平时使用的微机实际上是微型计算机系统。

1.2.2 微处理器的内部结构与基本功能

(1) 概述。微处理器 CPU 外部一般采用三总线结构, 内部则采用单总线结构, 即内部所有单元电路都挂在内部总线上, 分时享用。典型的 8 位微处理器结构如图 1-2 所示, CPU 由算术逻辑运算单元 (ALU)、控制单元 (CU)、寄存器组 ($R's$) 组成, 其中 CU 由指令寄存器、指令译码器和定时及各种控制信号的产生电路 (PLA) 等组成; $R's$

(Register stuff) 由通用寄存器和专用寄存器组成, 它们分别存放任意数据和专门数据。通用寄存器为寄存器阵列中的通用寄存器组; 专用寄存器为累加器 A、状态标志寄存器 F、指令计数器 PC、堆栈指示器 SP、地址寄存器 AR、数据寄存器 DR 等。

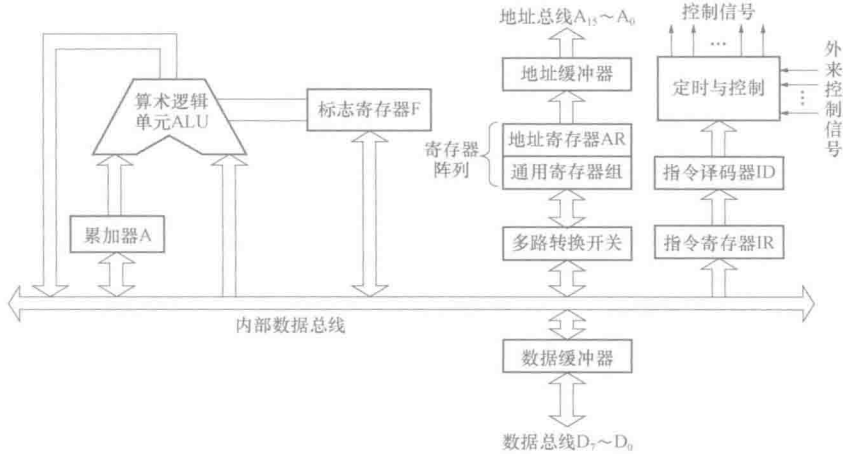


图 1-2 典型 8 位微处理器结构

(2) 算术逻辑运算部件 (ALU) 和累加器 (A)、标志寄存器 (F)。算术逻辑运算部件 (Arithmetic Logic Unit, ALU) 主要用来完成数据的算术和逻辑运算。ALU 有两个输入端和两个输出端。其中输入端的一端接至累加器 (Accumulator, A), 接收由 A 送来的 1 个操作数; 输入端的另一端接到内部数据总线, 以接收来自寄存器或内存的第 2 个操作数。参加运算的操作数在 ALU 中进行规定的操作运算, 运算结束后, 将结果送至 A, 同时将操作结果的特征状态送至标志寄存器 (Flags, F)。

累加器 (A) 具有输入/输出和移位功能, 微处理器采用累加器结构可以简化某些逻辑运算。由于运算的数据一般都要通过 A, 故 A 在微处理器中占有很重要的位置。标志寄存器 (F) 又称为程序状态字 (Program Status Word, PSW), 用于反映处理器的状态和运算结果的某些特征及控制指令的执行, 它主要包括进位标志 (CF)、溢出标志 (OF)、零标志 (ZF)、符号标志 (SF)、奇偶标志 (PF) 等。

(3) 控制单元 (CU)。CU 负责控制与指挥计算机内各功能部件协同动作, 完成计算机程序功能。它由指令寄存器、指令译码器和可编程逻辑阵列等组成。

1) 指令寄存器 (Instruction Register, IR), 用来存放当前正在执行的指令代码。

2) 指令译码器 (Instruction Decoder, ID), 用来对指令代码进行分析、译码, 根据指令译码的结果, 输出相应的控制信号。

3) 可编程逻辑阵列 (Programmable Logic Array, PLA), 也称定时与控制电路, 用于产生出各种操作电位、不同节拍的信号、时序脉冲等执行此条命令所需的全部控制信号。

(4) 寄存器组。寄存器组是 CPU 内部的若干个存储单元, 用来存放参加运算的二进制数据以及保存运算结果。它一般可分为通用寄存器和专用寄存器。通用寄存器可供用户编程使用, 专用寄存器的作用是专用、固定的, 如堆栈指针 (SP)、标志寄存器 (F) 等。

1) 通用寄存器, 可由用户灵活支配, 用来寄存参与运算的数据或地址信息。

2) 地址寄存器, 专门用来存放内部存储器地址信息的寄存器。

3) 指令计数器 (Program Counter, PC), 用来指明下一条指令在内部存储器中的地址。每取一个指令字节, PC 自动加 1, 如果程序需要转移或分支, 只要把转移地址放入 PC 即可。

4) 堆栈指示器 (Stack Pointer, SP), 用来指示内存 RAM 中堆栈栈顶的地址。SP 寄存器的内容随着堆栈操作自动发生变化。

5) 变址寄存器 SI、DI, 用来存放要修改的内部存储器地址, 也可以用来暂存数据。

6) 数据寄存器 (Data Register, DR), 用来暂存数据或指令。

7) 地址寄存器 (Address Register, AR), 用来存放正要取出的指令地址或操作数地址。

(5) 内部总线和总线缓冲器。内部总线把 CPU 内各寄存器和 ALU 连接起来, 以实现各单元之间的信息传送。内部总线分为内部数据总线和地址总线, 它们分别通过数据缓冲器和地址缓冲器与芯片外的系统总线相连。总线缓冲器用来暂时存放信息 (数据或地址), 它具有驱动放大能力。

1.2.3 微机系统硬件的组成及结构

图 1-3 为微机系统硬件的组成及结构。微机的硬件主要由微处理器、存储器、输入/输出接口和外部设备等组成。各组成部分之间通过系统总线联系起来。

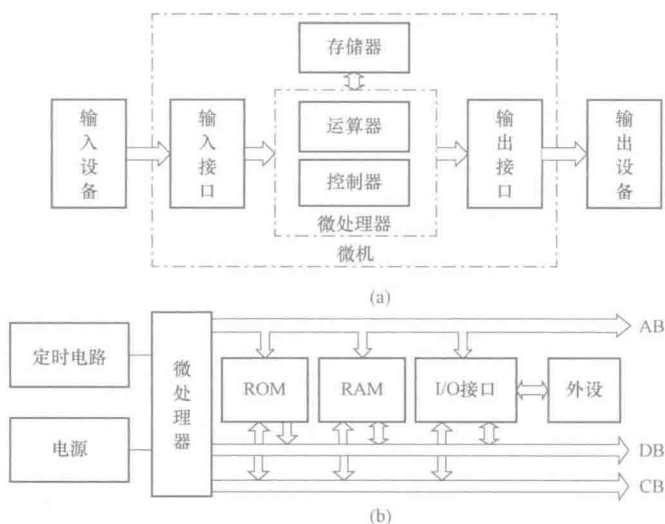


图 1-3 微机系统硬件的组成及结构

(a) 微机系统的硬件组成; (b) 微机系统的硬件结构

(1) 微处理器。它是微机的运算、控制核心, 实现算术、逻辑运算, 并对全机进行控制。它包含运算器、控制器和寄存器组 3 个部分, 其中控制器用来协调控制所有的操作; 运算器用来进行数据运算; 寄存器组用来暂时存放参加运算数据、地址以及运算中间结果。

(2) 存储器。它用来存储程序和数据, 可分为内部存储器 (又称主存或内存) 与外部存储器 (又称辅存或外存)。存储器以单元为单位线性编址, CPU 按地址读/写其单元, 通常一个单元存放 8 位二进制数 (即 1 个字节)。计算机程序只有存放到内存中才能被执行。内

存可分为只读存储器 (Read Only Memory, ROM) 和随机存取存储器 (Random Access Memory, RAM) 两种类型。图 1-3 (a) 中的存储器实际上仅是内存, 而外存需通过相应的 I/O 接口才能与主机相连。

(3) 输入/输出接口 (也称 I/O 接口)。微机与外部设备之间的连接与信息交换不能直接进行, 必须通过 I/O 接口将两者连接起来。I/O 接口在两者之间承担暂存、缓冲、类型变换及时序匹配等协调工作。

(4) 外部设备 (简称外设或 I/O 设备)。它是微机与外界联系的设备, 用于获得各种外界信息, 输出运算处理结果。它包括输入设备、输出设备和外部存储器: 常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪、摄像机等; 常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等; 常用的外部存储器有软盘、硬盘、光盘、U 盘等。

(5) 系统总线。系统总线是一组连接计算机各部件 (即 CPU、存储器、I/O 接口) 的公共信号线。根据所传送信息的不同, 系统总线可分为数据总线 (Data Bus, DB)、地址总线 (Address Bus, AB) 和控制总线 (Control Bus, CB) 3 种类型, AB、DB 和 CB 分别是传送地址、数据和控制信息的信号线。微机的三总线结构可使微机系统的结构简单、维护容易、灵活性大和可扩展性好。CPU 通过三总线读取存储器指令或数据, 并通过它与内存、外设之间进行数据交换。

在图 1-3 中, 外设通过 I/O 接口连接到主机 (包含微处理器和内存), 各部件之间通过 DB、AB、CB 3 组总线来传送信息。数据和控制信息通过输入设备送入存储器中存储。需要处理的数据送到运算器, 经处理后再送回存储器中; 需要输出的数据, 由存储器送给输出设备。

1.2.4 内存的组成与操作

内存的作用是存放指令和数据, 并能由中央处理器 (CPU) 直接随机存取。内存是按地址存放信息的, 存取速度一般与地址无关。按照读写方式的不同, 内存可分为 ROM 和 RAM 两种类型。内存的性能指标有存储速度、存储容量等。

1. 内存的结构

内存通常由存储体、地址译码驱动电路、I/O 读写电路等部分组成, 其组成框图如图 1-4 所示。图中存储体是存储单元的集合, 用来存放数据; 地址译码驱动电路包含译码器和驱动器两部分, 译码器将地址总线 AB 输入的地址码转换成与之对应的有效电平, 以表示选中某一存储单元, 再由驱动器提供驱动电流去驱动相应的读写电路, 完成对被选中存储单元的读或写操作; I/O 读写电路包括读出放大器、写入电路和读写控制电路, 用以完成被选中存储单元中读出 (即取出) 或写入 (即存入) 数据操作及存储单元与数据总线 DB 之间的数据传递。

存储体是存储 1 或 0 信息的电路实体, 它由许多个存储单元组成, 每个存储单元赋予一个编号, 称为地址单元号。而每个存储单元由若干相同的位组成, 每个位需要一个存储元件。对存储容量为 256 单元 \times 8 位的存储体, 总的存储位数为 256×8 位 = 2048 位, 地址编号为 00H~FFH, 即 00000000B~11111111B。

2. 内存的操作过程

RAM 的操作主要有读、写两种。图 1-5 为内存读、写操作过程示意图。

(1) 内存的读出操作。假定 CPU 要读出存储器 00000100B 即 04H 单元的内容为

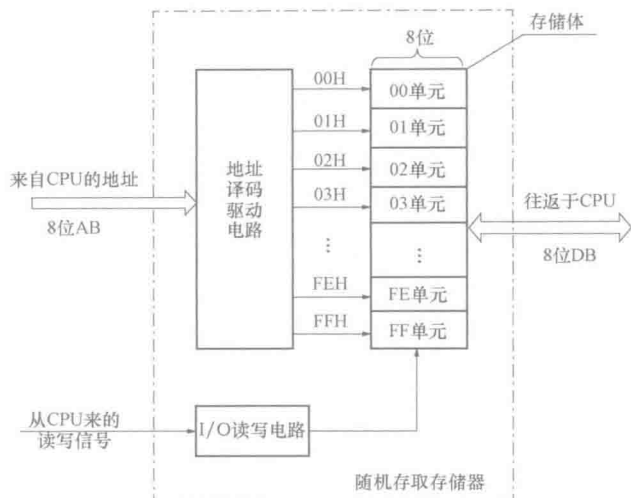


图 1-4 内存的组成框图

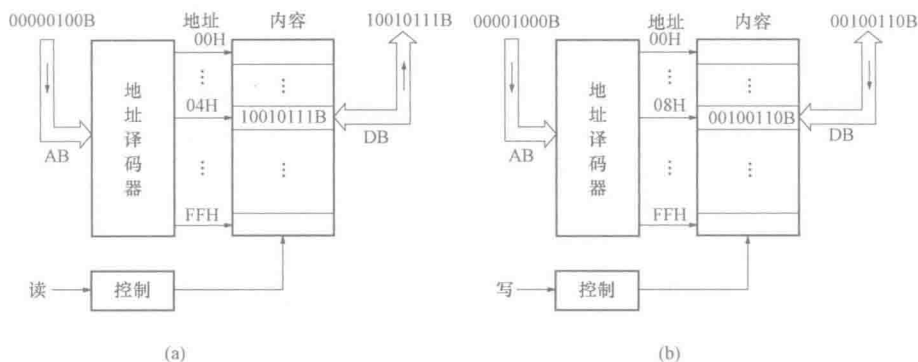


图 1-5 内存读、写操作过程示意图

(a) 内存读操作过程；(b) 内存写操作过程

10010111B=97H，则：

1) CPU的地址寄存器AR先给出地址04H，并将它放到AB上，经地址译码器译码选中04H单元。

2) CPU发出“读”控制信号给存储器，指示它准备把被寻址的04H单元中的内容97H放到DB上。

3) 在“读”控制信号作用下，存储器将04H单元中的内容97H放到DB上，经它送到CPU的数据寄存器DR，再由CPU取走该内容作为所需的信息使用。

读操作完成后，04单元中的内容97H仍保持不变，这种允许多次读出同一单元内容的特点称为非破坏性读出。

(2) 内存的写入操作。假定CPU要把数据寄存器DR的内容为00100110B=26H写入存储器00001000B即08H单元，则：

1) CPU的地址寄存器AR把地址08H放到AB上，经地址译码器译码选中08H单元。

2) CPU把数据寄存器DR的内容26H放到DB上。