



普通高等教育“十二五”规划教材

微机原理与接口技术

(第二版)



主 编 李云强

副主编 胡念英 鲁庆宾 赵天翔 张 芳



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十二五”规划教材

微机原理与接口技术

（第二版）

主 编 李云强

副主编 胡念英 鲁庆宾 赵天翔 张 芳



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以 Intel 8086 微处理器为主线,从工程应用的角度出发,系统阐述了 8086 微机的基本结构、原理、接口技术及其应用。全书共分 12 章,在内容安排上注重逻辑性、科学性、系统性、实用性和先进性,各章前后呼应,加入了大量程序和硬件设计实例,使读者能深入了解计算机的内部及外设接口结构、原理和工作特点,以及如何运用这些知识来设计一个实用的微型计算机系统。

全书可分为四个部分:① 8086 微机原理部分(第 1~3、6、7 章);② 汇编语言程序设计部分(第 4、5 章);③ 接口技术部分(第 8~11 章);④ 系统设计扩展部分(第 12 章)。通过对本书的学习,读者可掌握微型计算机的工作原理、汇编语言程序设计、微型计算机的接口技术,并具备汇编语言编程和硬件接口开发的初步能力,达到学懂、学通、能实际应用的目的。

本书内容充实、概念清晰、重点突出、实例丰富,科学性与实用性并重,可作为普通高等院校计算机应用、自动化、通信工程、电子信息、测量控制、仪器仪表等专业本/专科生微机原理与接口技术课程的教材,对工程技术人员也具有参考价值。

本书配有电子教案,读者可从中国水利水电出版社网站和万水书苑免费下载,网址为:
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术 / 李云强主编. -- 2版. -- 北
京:中国水利水电出版社, 2014.5
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-1928-2

I. ①微… II. ①李… III. ①微型计算机—理论—高等
学校—教材②微型计算机—接口技术—高等学校—教材
IV. ①TP36

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第079419号

策划编辑:雷顺加

责任编辑:张玉玲

封面设计:李 佳

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 微机原理与接口技术(第二版)
作 者	主 编 李云强 副主编 胡念英 鲁庆宾 赵天翔 张 芳
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 22印张 555千字
版 次	2010年8月第1版 2010年8月第1次印刷 2014年5月第2版 2014年5月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	39.80元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

第二版前言

本书依然保留第一版的主要内容和一些显著特点,但在第一版的基础上进行了较大幅度的调整和修改,特别是第1、2、6、7、9章,这些章节也是本门课程学习的重点和难点部分。调整包含两层含义:一是调整逻辑顺序,使其更加科学合理;二是精简文字,使其更加简洁。第1章修订主要将原书的1.4节提至1.3节,突出理解“微机工作过程”的重要性。第2章,简化原书2.3节的内容,同时将2.5节与2.4节合并,一方面学习系统配置,一方面了解总线操作时序,便于对照参考。第6、7、9章则全部进行了重新编写,一些内容进行了必要的调整、精炼与增加,更便于读者理解和学习。

具体来说,本书具有以下特点:

(1) 编写思路体现事物的认识发展规律,内容的编排注重逻辑性,注重前后知识点之间的关联(例如全书分为四大部分,各部分既独立又互相联系),注意分散难点(例如本书没有“外设”一章,而是已经把各种外设(如打印机、键盘、LED显示器等)的实际应用与具体的接口芯片结合在一起,参见第6章和第8章的具体内容,突出了接口芯片与外设之间的应用),避免基础内容与较难内容之间跨度过大,突出“以学生为中心”的教学理念,注重激发学生主动探索求知的欲望。

(2) 夯实基础,原理、技术与应用并重;理论讲解简明扼要,融理论知识于案例讲解之中,注重软硬件分析与设计;提高读者问题分析和软硬件程序设计的能力(例如在接口部分的每一章都有该接口芯片在微机中应用的具体例子),让读者学而有用,学而能用。

(3) 指令系统力求图示,以较多的图表和例子(见第4章内容)使学生对指令执行的流程一目了然,方便理解与记忆。

(4) 汇编语言不仅兼顾DOS下的程序设计方法,还融入了Windows平台下的程序设计方法,有些接口芯片也介绍了高级语言下的开发方法,参见第5、9、10章的内容,兼顾了汇编语言与高级语言之间的过渡,适合不同类型的读者学习。

(5) 层次清晰,讲解精炼,篇幅适中。

由此可以看出,本书特别适合应用型本科院校选作教材。

本书由南阳理工学院李云强任主编,负责拟订内容修订框架、统稿与定稿,并编写第2、7章和9.1~9.3节及10.4节。赵天翔编写第3章和6.4节。胡念英编写第4、12章。张芳编写第1章和6.1~6.3节及10.1~10.3节。鲁庆宾编写第11章及9.4节。湖北文理学院的项东升编写5.1~5.3节。吉向东编写5.4和5.5节。河南工业大学王锋编写第8章。

本书修订出版过程中得到了中国水利水电出版社雷顺加和张玉玲两位老师的大力支持与鼓励,特在此表示衷心感谢。也向文后所列参考文献的相关作者致谢!书中错误和不妥之处在所难免,恳请同行和读者批评指正。联系邮箱:liyq_2003@163.com。

编者

2014年2月

第一版前言

自 20 世纪 70 年代初第一代微型计算机问世以来, 计算机技术以惊人的速度发展, 尤其是在以 Intel 8086/8088 为 CPU 的 16 位 IBM PC 机诞生以后, 又相继出现了以 80386、80486 为 CPU 的 32 位 PC 机。如今, 以 Core “酷睿” 系列为 CPU 的高性能微型计算机已大量面市。但作为一类在世界上最流行的机种的代表, 16 位机的结构、组成原理、指令系统、编程方法和接口技术等在后来的 PC 机设计中基本上都得到了体现, 并具有向上兼容性。本书仍以 8086/8088 CPU 为基本出发点, 详尽地论述有关微处理器及其指令系统的概念以及 DOS 和 Windows 下汇编程序设计的方法, 介绍构成微型计算机的存储器管理、各类可编程接口芯片、数/模转换、模/数转换等技术。

全书共分 12 章, 在内容安排上注重系统性、逻辑性和实用性, 各章前后呼应, 并加入了大量程序和硬件设计实例, 使读者能深入了解计算机的原理、结构和特点, 以及如何运用这些知识来设计一个实用的微型计算机系统。

第 1 章叙述微型计算机的发展、构成、内部指令的工作流程和 PC 系列微机的体系结构; 第 2 章阐述 8086/8088 微处理器的 CPU 结构、中断结构、系统配置及典型时序和操作, 以及 32 位微处理器编程结构; 第 3 章介绍内部存储器的分类及扩展以及与 CPU 的连接; 第 4 章对 8086 的指令系统进行详尽说明; 第 5 章讨论 8086 汇编语言程序设计的方法, 并融入 Windows 平台下汇编语言程序设计的方法; 第 6 章简述基本 I/O 接口技术及 DMA 方式; 第 7 章论述中断系统并介绍中断管理控制器 8259A; 第 8~11 章详细介绍 I/O 接口芯片的基本原理及其应用实例, 包括通用并行接口芯片 8255A、串行通信接口标准及可编程芯片 16550、定时器/计数器 8253/8254、数/模和模/数转换器等; 第 12 章以两个具体应用实例的设计过程阐述微机应用系统的设计过程。

本书由南阳理工学院李云强任主编, 负责全书内容的组织修改和最终定稿, 并编写第 1、2、4、10、11 章, 其中第 11 章与张帆(襄樊学院)共同完成; 王保胜编写第 3 章。襄樊学院的项东升任副主编, 编写 5.1~5.3 节; 吉向东编写 5.4~5.5 节。南阳师范学院姚文华任副主编, 并编写第 6、12 章; 张帅编写第 7、9 章。河南工业大学王锋编写第 8 章。同时, 对兄弟院校老师的支持表示衷心感谢!

在本书的编写过程中, 编者参考了国内外大量的文献资料, 吸取各家之长, 并结合多年来从事微型计算机课程教学和计算机应用研究方面的实践经验, 对全书内容做了精心组织编排, 文字上力求做到深入浅出、重点突出、通俗易懂, 并用大量图表和例子来帮助读者加深印象。在此, 特向文后所列参考文献的有关作者致谢! 由于时间仓促, 加之编者水平有限, 书中错误和不妥之处在所难免, 恳请同行和读者批评指正。作者联系邮箱: liyq_2003@163.com。

编者

2010 年 7 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第1章 微型计算机概述	1	2.2.4 8086 CPU 最大模式下的引脚定义	38
1.1 计算机的发展概况	1	2.2.5 8088 的引脚与 8086 的区别	39
1.1.1 世界上第一台计算机的诞生与 冯·诺依曼计算机结构	1	2.3 8086/8088 中断系统	39
1.1.2 计算机的发展历程	3	2.3.1 微机的中断类型	40
1.1.3 微型计算机的发展历程	3	2.3.2 微机的中断向量表	41
1.2 微型计算机的基本结构	6	2.4 8086 系统配置及总线操作	42
1.2.1 微型计算机结构组成	6	2.4.1 最小模式系统配置	42
1.2.2 CPU 的组成与功能	7	2.4.2 最小模式下的总线操作	46
1.3 微机的工作过程	9	2.4.3 最大模式系统配置	48
1.3.1 指令与程序	9	2.4.4 最大模式下的总线操作	50
1.3.2 微机的工作过程	10	2.5 32 位微处理器编程结构简介	52
1.3.3 微机的工作过程实例	11	2.5.1 工作模式	52
1.4 微型计算机系统	13	2.5.2 80x86/Pentium 的寄存器组织	53
1.4.1 微型计算机的组成	13	2.5.3 保护模式下的存储器寻址	55
1.4.2 微型计算机的分类	15	习题二	55
1.4.3 微型计算机的主要技术指标	16	第3章 存储器	57
1.4.4 微型计算机的应用	17	3.1 存储器概述	57
1.5 PC 系列微机的体系结构	17	3.1.1 存储器的分类	57
1.5.1 PC/XT 机的基本结构	17	3.1.2 存储器的主要性能参数	59
1.5.2 80386/80486 微机的基本结构	19	3.1.3 存储器的系统结构	59
1.5.3 现代微机的基本结构	20	3.2 存储器管理	60
习题一	22	3.2.1 IBM PC/XT 中存储空间的分配	60
第2章 微处理器	24	3.2.2 扩展存储器及其管理	61
2.1 8086/8088 CPU 结构	24	3.3 存储器的连接	64
2.1.1 8086/8088 CPU 内部结构	24	3.3.1 存储器的扩展技术	64
2.1.2 8086/8088 寄存器结构	26	3.3.2 存储器的地址连接	67
2.1.3 8086/8088 存储器与 I/O 组织	28	3.3.3 存储器的数据线及控制线连接	69
2.2 8086/8088 CPU 时序及引脚功能	33	3.4 存储器接口分析与设计举例	71
2.2.1 8086 CPU 时序的概念	33	习题三	72
2.2.2 8086 CPU 的工作模式	34	第4章 指令系统	74
2.2.3 8086 CPU 最小模式下的引脚定义	35	4.1 数据类型及其存储规则	74
		4.1.1 基本数据类型及其存储	74

4.1.2 数字数据类型	75	5.3.3 子程序设计	157
4.1.3 指针数据类型	76	5.3.4 子程序的嵌套与递归	160
4.1.4 字符串、位及位串数据类型	76	5.4 Windows 汇编语言程序设计	162
4.2 计算机指令格式	77	5.4.1 Windows 汇编语言程序的例子	163
4.2.1 指令的助记符格式	77	5.4.2 Windows 程序设计的特点	164
4.2.2 80x86 指令编码格式	77	5.4.3 Windows 汇编程序设计基础	166
4.3 8086 的寻址方式	80	5.4.4 Win32 汇编语言知识介绍	170
4.3.1 立即寻址	80	5.5 汇编语言与高级语言的混合编程	173
4.3.2 寄存器寻址	80	5.5.1 汇编语言与 C/C++ 的混合编程	173
4.3.3 直接寻址	81	5.5.2 MASM 32 汇编与连接命令	178
4.3.4 寄存器间接寻址	82	习题五	181
4.3.5 寄存器相对寻址	82	第 6 章 输入和输出接口技术	186
4.3.6 基址变址寻址	83	6.1 I/O 接口概述	186
4.3.7 相对基址变址寻址	84	6.1.1 接口的概念	186
4.4 8086 的指令系统	84	6.1.2 接口的基本结构	187
4.4.1 数据传送指令	85	6.2 I/O 接口数据传送的控制方式	188
4.4.2 算术运算指令	90	6.2.1 程序控制方式	188
4.4.3 逻辑运算与移位指令	97	6.2.2 中断控制方式	191
4.4.4 串操作指令	99	6.3 简单 I/O 接口芯片的应用	192
4.4.5 控制转移指令	102	6.3.1 常见芯片功能介绍	192
4.4.6 处理器控制指令	112	6.3.2 简单 I/O 接口应用举例	199
4.5 DOS 和 BIOS 中断	114	6.4 直接存储器存取 (DMA) 方式	200
4.5.1 DOS 和 BIOS 功能调用	114	6.4.1 8237A 的组成和工作原理	200
4.5.2 常用 DOS 软中断	115	6.4.2 8237A 的工作方式和寄存器	204
4.5.3 DOS 系统功能调用	115	6.4.3 8237A 在 PC 机中的应用	208
4.5.4 BIOS 中断调用	117	习题六	211
习题四	119	第 7 章 中断技术	212
第 5 章 汇编语言程序设计	123	7.1 中断的基本概念	212
5.1 汇编语言的特点	123	7.1.1 中断基本概念	212
5.2 汇编语言程序结构和基本语法	124	7.1.2 中断优先级和中断嵌套	213
5.2.1 示例程序	124	7.2 微机中断处理	215
5.2.2 基本概念	125	7.2.1 微机中断过程	215
5.2.3 伪指令	128	7.2.2 转入中断服务程序的方法	217
5.2.4 结构与记录	137	7.3 可编程中断控制器 8259A	220
5.2.5 宏指令	141	7.3.1 8259A 的主要特性和内部结构	220
5.2.6 简化段定义	148	7.3.2 8259A 的外部引脚	222
5.3 汇编语言程序设计基本方法	150	7.3.3 8259A 的级联	223
5.3.1 程序设计的基本步骤	150	7.3.4 8259A 的工作原理	224
5.3.2 顺序、分支与循环程序设计	151	7.4 8259A 的中断管理方式与编程	224

7.4.1 8259A 的中断管理方式	224	10.1.2 频率—声音—音乐	285
7.4.2 8259A 的编程方法	226	10.1.3 微机系统中的定时	285
7.5 中断应用举例	232	10.1.4 定时方法	285
7.5.1 8259A 初始化编程	232	10.2 定时/计数器芯片 Intel 8253	286
7.5.2 8259A 在 PC 微机中的应用	232	10.2.1 8253 的芯片功能	286
7.5.3 外中断的应用	235	10.2.2 8253 的内部结构	286
习题七	237	10.2.3 8253 的外部引脚	288
第 8 章 并行通信接口技术	239	10.2.4 8253 的工作方式	289
8.1 可编程并行接口芯片 8255A	239	10.3 8253 的初始化编程	293
8.1.1 8255A 的内部结构和引脚功能	239	10.3.1 初始化编程顺序	293
8.1.2 8255A 的工作方式	241	10.3.2 8253 的控制字	294
8.1.3 8255A 的编程	243	10.3.3 初始化编程示例	295
8.2 8255A 应用举例	244	10.3.4 8253 的读出操作	295
8.2.1 用 8255A 实现微处理器与打印机的接口	244	10.4 8253 的应用	297
8.2.2 微处理器与键盘的接口	247	10.4.1 8253 进行脉冲计数编程	297
8.2.3 8255A 在 PC/XT 机中的应用	251	10.4.2 PC 微机中 8253 的应用	298
习题八	251	10.4.3 8253 为 A/D 转换提供采样频率发生器	300
第 9 章 串行通信接口技术	253	10.4.4 Windows 控制系统精确计时机制研究	301
9.1 串行通信概述	253	习题十	303
9.1.1 串行通信基本概念	253	第 11 章 模拟接口技术	305
9.1.2 串行通信基本方式	253	11.1 概述	305
9.1.3 数据传送的工作方式	255	11.2 D/A (数/模) 转换器	306
9.1.4 RS-232 串行通信标准	256	11.2.1 D/A 转换器的工作原理	306
9.2 串行接口芯片 16550	260	11.2.2 D/A 转换器的主要技术指标	309
9.2.1 16550 的内部结构与工作原理	260	11.2.3 DAC0832 芯片	310
9.2.2 16550 的引脚信号	263	11.2.4 D/A 转换器芯片与微处理器的接口	312
9.2.3 16550 寄存器及其初始化编程	264	11.2.5 DAC0832 应用	313
9.3 其他串行通信标准	269	11.3 A/D (模/数) 转换器	314
9.3.1 USB 标准接口	269	11.3.1 A/D 转换器的工作原理	314
9.3.2 IEEE1394 标准接口	273	11.3.2 A/D 转换器的主要性能参数	315
9.4 串行接口应用举例	276	11.3.3 ADC0809 芯片	316
9.4.1 双微机串行通信	276	11.3.4 A/D 转换器芯片与微处理器的接口	318
9.4.2 BIOS 中串口功能介绍	278	11.3.5 ADC0809 应用举例	320
9.4.3 Windows 下串行口编程应用	279	习题十一	322
习题九	283	第 12 章 微机应用系统设计与实现	323
第 10 章 定时/计数技术	284	12.1 微机应用系统设计原则与步骤	323
10.1 基本概述	284		
10.1.1 定时/计数	284		

12.1.1 微机应用系统的一般构成与类型...	323	12.2.1 微机信号发生器的分析与设计	330
12.1.2 应用系统的设计原则与要求	325	12.2.2 城市交通管理控制系统分析	
12.1.3 应用系统设计的基本内容与步骤...	325	与设计	338
12.1.4 系统集成	329	习题十二	342
12.2 微机应用系统设计实例	330	参考文献	343

第 1 章 微型计算机概述



本章导读

电子计算机是人类历史上最伟大的发明之一。人类从原始社会学会使用工具以来到现代社会经历了三次大的产业革命,即农业革命、工业革命和信息革命。信息革命是以计算机技术和通信技术的发展与普及为代表的。随着计算机的广泛应用,人类社会生活的各个方面都发生了巨大变化。特别是随着微型计算机技术和网络技术的高速发展,计算机逐渐走进了人们的家庭,改变着人们的生活和思维方式,成为人们生活和工作不可缺少的工具,掌握计算机的使用方法也成为人们必不可少的技能。本章重点讲述计算机及微型计算机的发展历程、微处理器的内部构成、微机的工作过程、微型计算机系统及 PC 系列微机的体系结构,这些内容对理解后续微机原理及接口技术起提纲挈领的作用。



本章要点

- 计算机发展概况(计算机发展历程、微型计算机发展历程、第一台计算机的诞生与冯·诺依曼计算机结构)
- 微型计算机的基本结构(结构组成、CPU 的组成与功能)
- 微型机的工作原理与过程(计算机的指令与程序、指令的执行过程、微机的工作原理)
- 微型计算机系统(硬件系统与软件系统、微型计算机的分类及技术指标)
- PC 系列微机的基本体系结构(PC/XT 机、80386/80486、现代微机的基本结构)

1.1 计算机的发展概况

1.1.1 世界上第一台计算机的诞生与冯·诺依曼计算机结构

1946 年,在美国的宾西法尼亚大学诞生了世界上第一台电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator),如图 1-1 所示。该计算机由 18800 个电子管组成,重 30 吨,占地 150 平方米,功率 150 千瓦,字长为 12 位,加法运算速度为 5000 次/秒,乘法运算速度为 56 次/秒,比先前的继电器计算机快 1000 倍,比人工计算快 20 万倍。ENIAC 的诞生,为计算机和信息产业的发展奠定了基础。

ENIAC 存在的一个主要缺陷是不能存储程序。它由人工设置开关并以插入和拔出导线插头的方式来编制程序。编程时需要对大约 6000 多位开关进行仔细的机械定位,并用转插线把选定的各个控制部分互连起来以构成程序序列。这种原始的机械式编程方法显然效率很低。

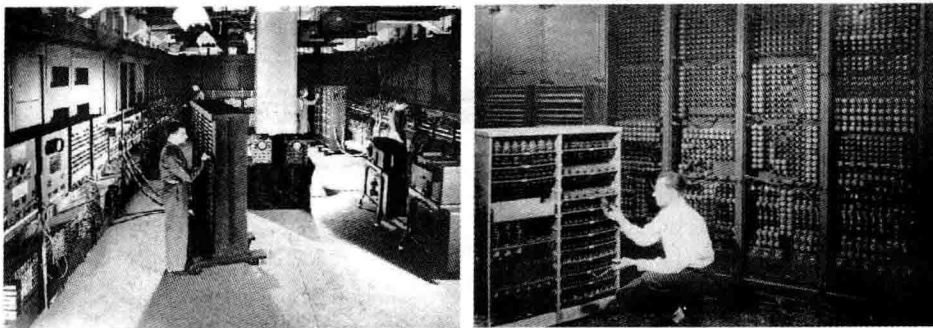


图 1-1 第一台电子计算机 ENIAC

1944~1945 年间, 著名的美籍匈牙利数学家冯·诺依曼 (John Von Neumann) (如图 1-2 (a) 所示) 应邀参加 ENIAC 计算机研制任务。在研制中, 他深刻认识到 ENIAC 不能存储程序这一缺陷, 并在 1945 年由他领导的 EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer, 离散变量自动电子计算机) 试制方案中, 作为一位主要倡导者指出: ENIAC 的开关定位和转插线连接只不过代表着一些数字信息, 它们完全可以像受程序管理的数据一样, 存放于主存储器中。这就是最早的“存储程序概念” (Stored Program Concept) 的产生。EDVAC 计算机由运算器、逻辑控制装置、存储器、输入设备和输出设备五个部分 (如图 1-2 (b) 所示) 组成, 采用了“存储程序”的思想, 把数据和程序指令用二进制代码的形式存放在存储器中, 保证了计算机能按事先存入的程序自动进行运算。

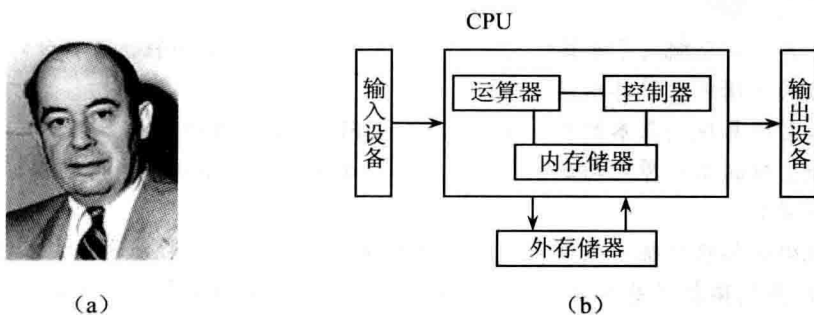


图 1-2 冯·诺依曼和冯·诺依曼计算机结构

冯·诺依曼首先提出的“存储程序”概念, 以及由他首先规定的计算机的基本结构, 人们称为“冯·诺依曼计算机结构”。归纳其基本内容, 主要包括以下几点:

- 计算机应由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五个部分组成。
- 数据和程序均以二进制代码形式不加区别地存放在存储器中, 存放的位置由存储器的地址指定。
- 计算机在工作时能够自动地从存储器中取出指令并加以执行。

半个世纪以来, 随着计算机技术的不断发展和应用领域的不断扩大, 相继出现了各种类型的计算机, 包括小型计算机、中型计算机、大型计算机、巨型计算机以及微型计算机等, 它们的规模不同, 性能和用途各异, 但就其基本结构而言, 都是冯·诺依曼计算机结构的延续和发展。

1.1.2 计算机的发展历程

自 1946 年 ENIAC 诞生以来, 计算机的发展主要经历了以下几代:

(1) 第一代计算机。

第一代计算机的发展阶段为 20 世纪 40 年代末到 50 年代中期, 这个阶段的计算机以电子管为主要元件, 也就是电子管时代的计算机。这一代计算机主要用于科学计算。

(2) 第二代计算机。

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, 这个时代的计算机也称为晶体管时代的计算机。在应用上, 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) 第三代计算机。

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第三代计算机。这一时期, 实时系统和计算机通信网络有了一定的发展。

(4) 第四代计算机。

20 世纪 70 年代初, 出现了以大规模集成电路为主体的第四代计算机。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) 也是在第四代计算机时代产生的。

(5) 第五代计算机。

主要目标是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。

1.1.3 微型计算机的发展历程

作为第四代计算机的一个重要分支, 微型计算机诞生于 20 世纪 70 年代初, 其诞生的重要标志是中央处理器 (Central Processing Unit, CPU) 的出现, CPU 芯片也称为微处理器 (MicroProcessing Unit, MPU 或 Microprocessor)。从 1971 年 Intel 公司首先研制成功的 4 位 Intel 4004 微处理器算起, 微型计算机经过近 40 年的发展, CPU 已经从 4 位发展到目前正在使用的 64 位, 分为以下几个阶段:

(1) 第一阶段 (1971—1973 年)。

4 位或 8 位低档微处理器和微型计算机时代, 通常称之为第一代, 其典型产品是 Intel 4004、Intel 8008 微处理器以及由它们组成的 MCS-4 和 MCS-8 微型计算机。系统结构和指令系统均比较简单, 主要用于家用电器和简单的控制场合。其主要技术特点如下:

- 处理器为 4 位或低档 8 位。
- 采用 PMOS 工艺, 集成度低。
- 运算功能较差, 速度较慢。
- 语言主要以机器语言或简单的汇编语言为主。

(2) 第二阶段 (1974—1977 年)。

8 位中高档微处理器和微型计算机时代, 通常称之为第二代, 其典型产品是 Intel 公司的 8080/8085 等微处理器。其主要技术特点如下:

- 处理器为中高档 8 位。
- 采用 NMOS 工艺, 集成度比第一代提高 4 倍左右。
- 运算速度提高 10~15 倍。
- 采用机器语言、汇编语言或高级语言, 后期配有操作系统。

(3) 第三阶段 (1978—1981 年)。

16 位微处理器和微型计算机时代, 通常称之为第三代, 其典型产品是 Intel 公司的 8086/8088 及 80286 等微处理器。其主要技术特点如下:

- 处理器为 16 位。
- 采用 HMOS 工艺, 集成度比第二代提高一个数量级 (一个数量级就是 10 的 1 次方)。
- 运算速度比第二代提高一个数量级。
- 采用汇编语言、高级语言, 并配有软件系统。

(4) 第四阶段 (1982—1991 年)。

32 位微处理器和微型计算机时代, 通常称之为第四代, 其典型产品是 Intel 公司的 80386/80486 等微处理器, 以及相应的 IBM PC 兼容机, 如 386、486 等。其主要技术特点如下:

- 处理器为高性能的 16 位或 32 位处理器。
- 采用 HMOS 或 CMOS 工艺, 集成度在 100 万晶体管/片以上。
- 运算速度再次提高。
- 部分软件硬件化。

(5) 第五阶段 (1992 年以后)。

高档的 32 位及 64 位微处理器时代, 是奔腾系列处理器和奔腾系列微型计算机时代, 通常称之为第五代, 其典型产品是 Intel 公司的 Pentium、Pentium II、Pentium III、Pentium 4、Itanium (安腾)、Core 2 Duo (酷睿 2 双核)、Core 2 Extreme Quad_core (四核) 等。

发展过程中一些典型的 CPU 芯片如图 1-3 所示。可以预言, 更高性能的微处理器及微型计算机还将不断推出。现将各代微处理器和微型计算机的主要技术指标汇总列于表 1-1 中。

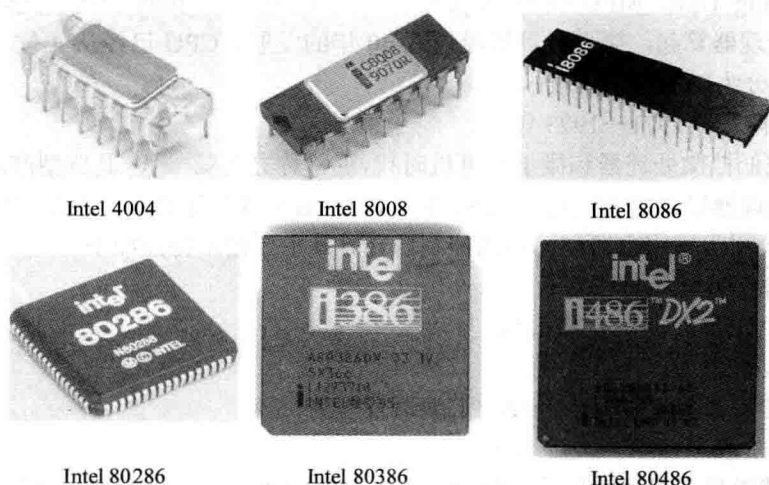


图 1-3 典型的 CPU 芯片图

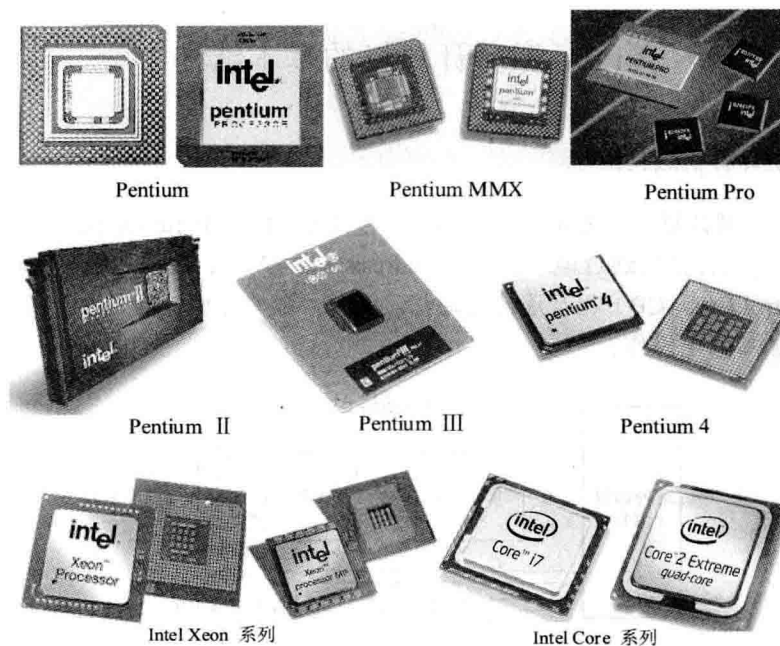


图 1-3 典型的 CPU 芯片图 (续图)

表 1-1 Intel 微处理器性能演进表

芯片	推出日期	地址 总线	数据 总线	存储器 寻址空间	一级 缓存	二级 缓存	工作频率	集成度 (只/片)
4004	1971.4			640B			0.108M	2250
8008	1972.4	16	16	16K			0.108M	3500
8080	1974.2	16	8	64K			2M	4500
8086	1978.6	20	16	1MB			5M、8M、10M	29000
8088	1979.6	20	8	1MB			5M	29000
80286	1982.2	24	16	16MB			12M、20M、25M	13.4 万
80386SX	1988.12	24	16	16MB			16M、25M、33M	27.5 万
80386DX	1985.10	32	32	4GB			16M、33M、40M	27.5 万
80486DX	1989.4	32	32	4GB	8KB		25M~100M	120 万
Pentium	1993.3	32	64	4GB	16KB		66M~200M	310 万
Pentium Pro	1995.3	36	64	64GB	16KB	256KB	150M~200M	550 万
Pentium MMX	1996.12	32 (36)	64	64GB	16KB		200M~300M	450 万
Pentium II	1997.5	36	64	64GB	32KB	512KB	233M~450M	750 万
P II Xeon (至强)	1998	36	64	64GB	32KB	512KB	350M~450M	750 万
P III	1999.2	36	64	64GB	32KB	512KB	450M~1.4G	950 万
P4	2000.11	36	64	64GB	32KB	256KB~2MB	1.3G~3.8G	1.25 亿
Core 2 Duo	2006.7	36	64	64GB	64KB	2MB~8MB	1.8G~3.0G	2.91 亿
Core Xeon		40	64	1024G	64KB	2MB~12MB	1.6G~3.0G	8.2 亿

1.2 微型计算机的基本结构

1.2.1 微型计算机结构组成

一个典型的微型计算机主要由微处理器、主存储器、I/O（Input/Output）接口等部件组成，如图 1-4 所示。各部件之间通过地址总线（Address Bus, AB）、数据总线（Data Bus, DB）和控制总线（Control Bus, CB）相互连接与通信。另外，微型计算机通过 I/O 接口与 I/O 设备相接，完成各种输入/输出操作。

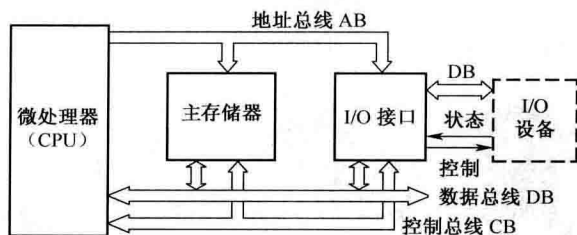


图 1-4 微型计算机的基本结构

下面分别介绍微型计算机中的几个重要组成部件。

(1) 微处理器。是整个微型计算机的中央处理部件，由运算器（Arithmetic Unit）和控制器（Controller）组成，用来执行程序指令，完成各种运算和控制功能，详见 1.2.2 节。

(2) 主存储器。存储器是微机的存储和记忆装置，用来存放程序和数据。根据存储器与 CPU 的关系，存储器可分为主存储器（简称主存，又称内存）和辅助存储器（简称辅存，又称外存）。

主存储器是 CPU 可以直接对它进行读出或写入（也称访问）的存储器，用来存放当前正在使用或经常要使用的程序和数据；它的容量较小，速度较快，但价格较高。辅存用来存放相对来说不经常使用的程序和数据，在需要时与内存进行成批的数据交换，CPU 不能直接对外存进行访问。辅存的特点是存储容量大、价格较低，但存取速度较慢。

主存储器通常由存储体和有关控制逻辑电路组成。存储体是由存储元件（如磁芯、半导体电路等）组成的一个信息存储阵列。存储体被划分为若干个存储单元，每个单元存放一串二进制信息，为称存储单元的内容。为了便于存取，每个存储单元有一个对应的编号，称为存储单元的地址。常将存储单元的“地址”与“内容”的区别对应地比喻成办公桌的“抽屉号”与“抽屉里的物品”。

当 CPU 要访问某个存储单元时，必须首先给出该单元的地址值，送入存储器的地址寄存器（AR），然后经译码电路选取相应的存储单元。从存储单元读出的信息先送入存储器的数据寄存器（DR），再传送给目的部件；信息从存储单元读出后，存储单元的内容不改变，只有当新的信息写入该单元时，才由新信息代替旧信息。写入存储器的信息也要先送至存储器的数据寄存器，再依据给定的地址把数据写入到相应的存储单元中，在没有新的信息写入以前原信息是一直保留的。

另外，对存储器进行读/写操作，控制器除了要给出地址外，还要给出启动读/写操作的控

制信号。这些控制信号到底何时发出，要由机器的操作时序决定。图 1-5 为微型机存储器的基本结构。

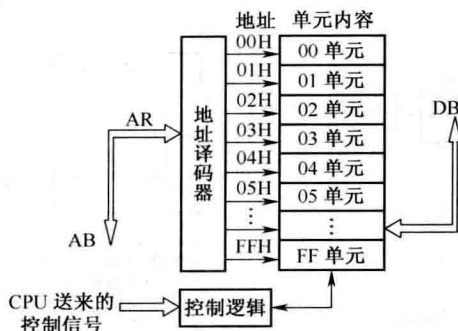


图 1-5 微型机的存储器结构图

(3) 总线。总线 (Bus) 是计算机部件与部件之间进行信息传输的一组公共信号线及相关的控制逻辑。它是一组能为计算机的多个部件服务的公共信息传输通路，能分时地发送与接收各部件的信息。总线是微型计算机的重要组成部件之一。

图 1-4 中，微处理器、主存储器和 I/O 接口之间通过 AB、DB 和 DB 三组总线相连。通常将这三组总线统称为系统总线 (System Bus)。

AB 用来传送地址信息，AB 是单向的，AB 的位数决定微处理器可以直接访问的主存或 I/O 接口的地址范围。一般地说，当地址总线的位数为 N 时，可直接寻址范围为 2^N 。例如，当地址总线位数为 16 时，可直接寻址范围为 $2^{16}=64\text{ K}$ 单元。

DB 用来传送数据信息 (包括二进制代码形式的指令)。DB 是双向的，即数据既可以从微处理器传送到其他部件，也可以从其他部件传送到微处理器。DB 的位数 (也称宽度) 是微型计算机的一个重要技术指标，通常它和微处理器本身的位数 (即字长) 相一致。例如，对于 8 位的微处理器，DB 的宽度为 8 位；对于 16 位的微处理器，DB 的宽度为 16 位等。

CB 用来传送控制信息。CB 的方向是一定的，它们分别传送控制信息、时序信息和状态信息，这些信息控制 DB、AB 的使用。在控制总线中，有的是微处理器送往存储器或 I/O 接口部件的控制信号，如读写控制信号、中断响应信号等；也有的是其他部件送往微处理器的信号，如中断请求信号 (INTR)、准备就绪信号 (READY) 等。

(4) I/O 接口和 I/O 设备。I/O 接口是微机与 I/O 设备之间的桥梁，是数据进出微机的通道，也是微机与 I/O 设备协同工作的协调者。

I/O 设备是指那些为微机提供数据或信息的输入设备 (如扫描仪、键盘、鼠标等) 和那些接收从微机中输出的信息或数据的输出设备 (如打印机、显示器等)。

1.2.2 CPU 的组成与功能

CPU 是微型计算机的核心部件，主要包括运算器、控制器、寄存器阵列、内部总线。典型的 CPU 结构如图 1-6 所示。

1. 运算器

实现算术运算 (+、-、×、÷、比较) 和逻辑运算 (与、或、非、异或、移位) 功能。它以算术逻辑部件 (Arithmetic Logic Unit, ALU) 为核心，再加上累加器 (Accumulator, A)、

程序状态标志寄存器（Flag Register, F）及暂存器等。

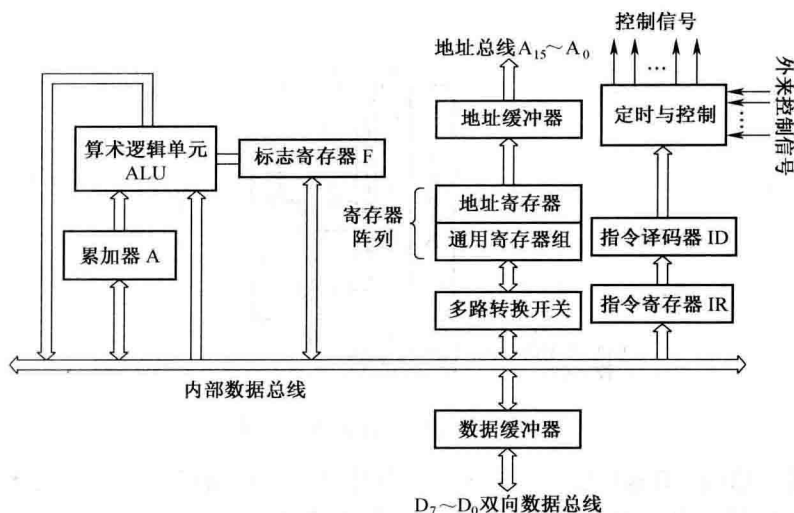


图 1-6 CPU 的典型结构

ALU 用来完成二进制数的算术运算和逻辑运算。在进行算术、逻辑运算时，A 在运算前暂存一个操作数（如被加数），而运算后又保存其结果（如代数和）；也用于 CPU 与存储器和 I/O 接口电路间的数据传送，累加器 A 是 CPU 中工作最频繁的寄存器。标志寄存器 F 用来存放运算结果的一些特征，如有无进位、借位等；另外，CPU 的某种内部控制信息（如是否允许中断等）也反映在标志寄存器中。暂存器用来暂时存放某些操作数。

2. 控制器

控制器是指挥、控制计算机各部件协调动作的功能部件，发出控制信号，实现控制指令执行的功能。它从存储器中逐条取出指令（Fetch），翻译指令代码（Decode），并产生各种控制信号指挥整个计算机有条不紊地工作，一步一步地完成指令序列所规定的任务，即执行指令（Execute）。同时控制器还要接收 I/O 设备的请求信号以及运算器操作状况的反馈信息，以决定下一步的工作任务。

控制器主要由定时控制逻辑电路、指令寄存器（Instruction Register, IR）、指令译码器（Instruction Decoder, ID）组成。IR 存放当前正在执行的指令代码；ID 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；定时控制逻辑电路产生各种操作电位、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，实现控制指令的执行。

为了让各种操作能按照一定的时间关系有序地进行，计算机内设有一套时序信号，给出时间标志。计算机的各个功能部件按照统一的时钟或节拍信号，快速而有序地完成各种操作任务。通常将一条指令的整个执行时间定义为一个指令周期（Instruction Cycle）；每个指令周期再划分为几个机器周期（Machine Cycle）；每个机器周期又分为几个时钟周期。时钟周期是机器操作的最小时间单位，它由机器的主频来决定。

3. 寄存器阵列

存放参加运算的数据、中间结果、地址等。寄存器阵列实际上相当于微处理器内部的存储器，包括通用寄存器和专用寄存器。通用寄存器用来存放参加运算的数据、中间结果或地址。CPU 内部有了这些寄存器，可以避免频繁地访问存储器，缩短了指令长度和指令执行时间，