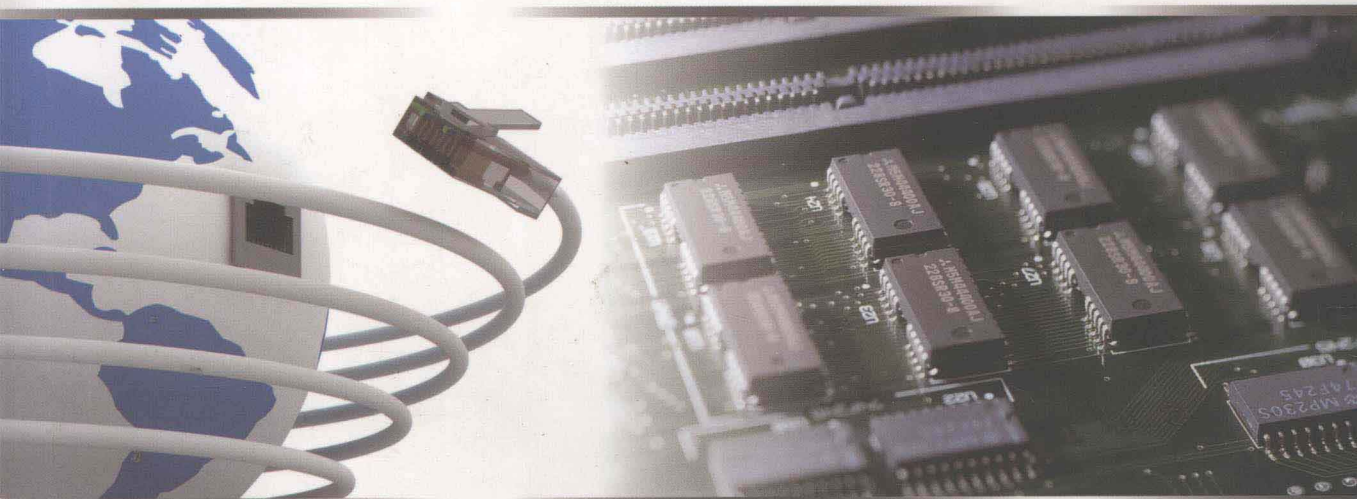




普通高等教育“十一五”规划教材

微机原理与接口技术

WEIJIYUANLIYUJIEKOUJISHU



主 编 李云强
副主编 姚文华 项东升



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十一五”规划教材

微机原理与接口技术

主 编 李云强

副主编 姚文华 项东升



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,在内容安排上注重系统性、逻辑性、科学性、实用性和先进性,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。

全书可分为四个部分:① 8086 微机原理部分(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,需要者可以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. — 北京: 中国水利水电出版社, 2010. 8
普通高等教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-5084-7707-7

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—高等学校—教材
IV. ①TP36

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第138111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“十一五”规划教材 微机原理与接口技术
作 者	主 编 李云强 副主编 姚文华 项东升
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 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	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	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 22 印张 570 千字
版 次	2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	35.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

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

前言

第1章 微型计算机概述	1
1.1 计算机的发展概况	1
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
1.1.2 计算机的发展历程	3
1.1.3 微型计算机的发展历程	3
1.2 微型计算机的基本结构	6
1.2.1 微型计算机结构组成	6
1.2.2 CPU的组成与功能	7
1.3 微型计算机系统	9
1.3.1 微型计算机的组成	9
1.3.2 微型计算机的分类	11
1.3.3 微型计算机的主要技术指标	12
1.3.4 微型计算机的应用	13
1.4 微机的工作过程	13
1.4.1 指令与程序	13
1.4.2 指令的执行过程	14
1.4.3 微机的工作过程	15
1.5 PC系列微机的体系结构	18
1.5.1 PC/XT机的基本结构	18
1.5.2 80386/80486微机的基本结构	19
1.5.3 现代微机的基本结构	20
习题一	23
第2章 微处理器	24
2.1 8086/8088 CPU结构	24
2.1.1 8086/8088 CPU内部结构	24
2.1.2 8086/8088寄存器结构	26
2.1.3 8086/8088存储器与I/O组织	29
2.1.4 8086 CPU总线周期的概念	34
2.2 8086/8088 CPU引脚功能	35
2.2.1 8086 CPU最小模式下的引脚定义	36
2.2.2 8086 CPU最大模式下的引脚定义	38
2.2.3 8088的引脚与8086的区别	39
2.3 8086/8088中断系统	39
2.3.1 微机的中断类型	40
2.3.2 微机的中断向量表	42

2.3.3 微机的中断管理	43
2.4 8086系统配置	46
2.4.1 最小模式系统配置	46
2.4.2 最大模式系统配置	49
2.5 8086 CPU的典型时序及操作	52
2.5.1 系统的复位和启动	52
2.5.2 空闲周期	53
2.5.3 CPU进入和退出保持状态的时序	53
2.5.4 最小模式下的总线操作	53
2.5.5 最大模式下的总线操作	56
2.6 32位微处理器编程结构简介	58
2.6.1 工作模式	58
2.6.2 80x86/Pentium的寄存器组织	58
2.6.3 保护模式下的存储器寻址	60
习题二	61
第3章 存储器	62
3.1 存储器概述	62
3.1.1 存储器的分类	62
3.1.2 存储器的主要性能参数	64
3.1.3 存储器的系统结构	64
3.2 存储器管理	65
3.2.1 IBM PC/XT中存储空间的分配	65
3.2.2 扩展存储器及其管理	66
3.3 存储器的连接	69
3.3.1 存储器的扩展技术	69
3.3.2 存储器的地址连接	72
3.3.3 存储器的数据线及控制线连接	74
3.4 存储器接口分析与设计举例	76
习题三	77
第4章 指令系统	79
4.1 数据类型及其存储规则	79
4.1.1 基本数据类型及其存储	79
4.1.2 数字数据类型	80
4.1.3 指针数据类型	81
4.1.4 字符串、位及位串数据类型	81
4.2 计算机指令格式	82

4.2.1 指令的助记符格式	82	5.4.4 Win32 汇编语言知识介绍	175
4.2.2 80x86 指令编码格式	82	5.5 汇编语言与高级语言的混合编程	178
4.3 8086 的寻址方式	85	5.5.1 汇编语言与 C/C++ 的混合编程	178
4.3.1 立即寻址	85	5.5.2 MASM 32 汇编与连接命令	183
4.3.2 寄存器寻址	85	习题五	186
4.3.3 直接寻址	86	第 6 章 输入和输出接口技术	191
4.3.4 寄存器间接寻址	87	6.1 I/O 接口概述	191
4.3.5 寄存器相对寻址	87	6.1.1 接口与端口的基本概念	191
4.3.6 基址变址寻址	88	6.2 I/O 接口数据传送的控制方式	193
4.3.7 相对基址变址寻址	89	6.2.1 程序控制方式	193
4.4 8086 的指令系统	89	6.2.2 中断控制方式	196
4.4.1 数据传送指令	90	6.3 简单 I/O 接口芯片的应用	197
4.4.2 算术运算指令	95	6.3.1 常用芯片功能介绍	197
4.4.3 逻辑运算与移位指令	102	6.3.2 简单 I/O 接口设计应用	204
4.4.4 串操作指令	104	6.4 直接存储器存储 (DMA) 方式	206
4.4.5 控制转移指令	107	6.4.1 DMA 概述	206
4.4.6 处理器控制指令	117	6.4.2 8237A 的内部结构及引脚功能	207
4.5 DOS 和 BIOS 中断	119	6.4.3 8237A 的编程及应用	211
4.5.1 DOS 和 BIOS 功能调用	119	习题六	219
4.5.2 常用 DOS 软中断	120	第 7 章 中断技术	220
4.5.3 DOS 系统功能调用	120	7.1 中断的基本原理	220
4.5.4 BIOS 中断调用	122	7.1.1 中断的基本概念	220
习题四	124	7.1.2 中断工作方式的优点	221
第 5 章 汇编语言程序设计	128	7.1.3 中断处理过程	222
5.1 汇编语言的特点	128	7.1.4 中断优先级和中断嵌套	223
5.2 汇编语言程序结构和基本语法	129	7.2 可编程中断控制器 8259A	225
5.2.1 示例程序	129	7.2.1 8259A 的主要特性和内部结构	225
5.2.2 基本概念	130	7.2.2 8259A 的外部特性	227
5.2.3 伪指令	133	7.2.3 8259A 的工作原理	228
5.2.4 结构与记录	142	7.2.4 8259A 的中断管理方式	229
5.2.5 宏指令	146	7.2.5 8259A 的编程方法	232
5.2.6 简化段定义	153	7.2.6 8259A 的级联	238
5.3 汇编语言程序设计基本方法	155	7.3 保护模式下的中断	239
5.3.1 程序设计的基本步骤	155	7.4 中断应用举例	241
5.3.2 顺序、分支与循环程序设计	156	7.4.1 8259A 初始化编程	241
5.3.3 子程序设计	162	7.4.2 8259A 在 PC 微机中的应用	242
5.3.4 子程序的嵌套与递归	165	习题七	245
5.4 Windows 汇编语言程序设计	167	第 8 章 并行通信接口技术	247
5.4.1 Windows 汇编语言程序的例子	168	8.1 简单的并行接口电路	247
5.4.2 Windows 程序设计的特点	169	8.1.1 锁存器 74LS373	247
5.4.3 Windows 汇编程序设计基础	171	8.1.2 缓冲器 74LS244	248

8.1.3 双向数据收发器 74LS245	248	10.3.3 初始化编程示例	295
8.1.4 应用举例	249	10.3.4 8253 的读出操作	295
8.2 可编程并行接口芯片 8255A	249	10.4 8253 的应用	297
8.2.1 8255A 的内部结构和引脚功能	249	10.4.1 8253 进行脉冲计数编程	297
8.2.2 8255A 的工作方式	251	10.4.2 PC 微机中 8253 的应用	298
8.2.3 8255A 的编程	253	10.4.3 8253 为 A/D 转换提供采样频率 发生器	300
8.3 8255A 应用举例	254	10.4.4 Windows 控制系统精确计时 机制研究	301
8.3.1 用 8255A 实现微处理器与 打印机的接口	255	习题十	303
8.3.2 微处理器与键盘的接口	258	第 11 章 模拟接口技术	305
8.3.3 8255A 在 PC/XT 机中的应用	261	11.1 概述	305
习题八	262	11.2 D/A (数/模) 转换器	306
第 9 章 串行通信接口技术	263	11.2.1 D/A 转换器的工作原理	306
9.1 串行通信概述	263	11.2.2 D/A 转换器的主要技术指标	309
9.1.1 串行通信基本概念	263	11.2.3 DAC0832 芯片	310
9.1.2 串行通信基本方式	263	11.2.4 D/A 转换器芯片与微处理器 的接口	313
9.1.3 数据传送的工作方式	265	11.2.5 DAC0832 应用	313
9.1.4 RS-232 串行通信标准	266	11.3 A/D (模/数) 转换器	315
9.1.5 其他串行通信标准 (USB、1394)	269	11.3.1 A/D 转换器的工作原理	315
9.2 串行接口芯片 16550	273	11.3.2 A/D 转换器的主要性能参数	315
9.2.1 16550 的内部结构	274	11.3.3 ADC0809 芯片	316
9.2.2 16550 的引脚信号	275	11.3.4 A/D 转换器芯片与微处理器 的接口	318
9.2.3 16550 的内部寄存器及其 初始化编程	276	11.3.5 ADC0809 应用举例	320
9.3 16550 的应用举例	281	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	12.1.1 微机应用系统的一般构成与类型	323
10.1.1 定时/计数	284	12.1.2 应用系统的设计原则与要求	325
10.1.2 频率—声音—音乐	285	12.1.3 应用系统设计的基本内容与步骤	325
10.1.3 微机系统中的定时	285	12.1.4 系统集成	329
10.1.4 定时方法	285	12.2 微机应用系统设计实例	330
10.2 定时/计数器芯片 Intel 8253	286	12.2.1 微机信号发生器的分析与设计	330
10.2.1 8253 的芯片功能	286	12.2.2 城市交通管理控制系统分析 与设计	338
10.2.2 8253 的内部结构	286	习题十二	342
10.2.3 8253 的外部引脚	288	参考文献	343
10.2.4 8253 的工作方式	289		
10.3 8253 的初始化编程	293		
10.3.1 初始化编程顺序	293		
10.3.2 8253 的控制字	294		

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,正改变着人们的生活方式,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、微型计算机系统、微机的工作过程及 PC 系列微机的体系结构,这些内容对理解后续的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)
- 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)
- 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。

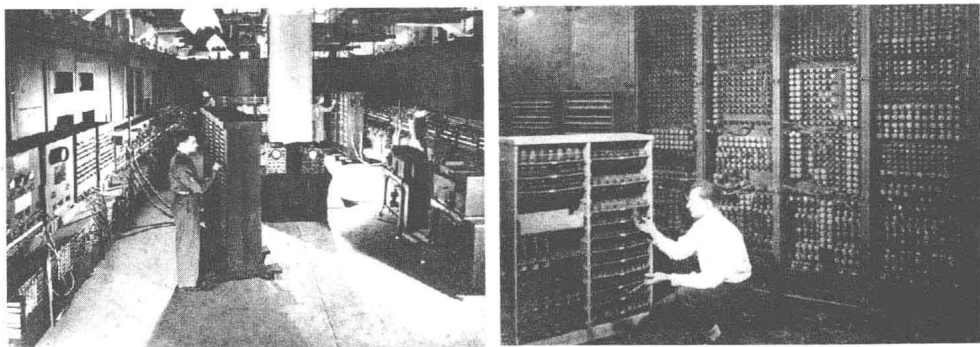


图 1-1 第一台电子计算机 ENIAC

1944~1945 年间, 著名的美籍匈牙利数学家冯·诺依曼 (John Von Neumann) (见图 1-2 (b)) 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 (见图 1-2 (a)) 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。

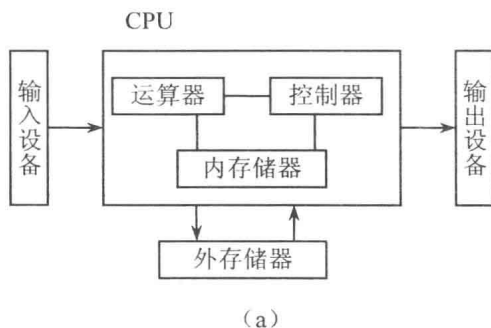


图 1-2 冯·诺依曼计算机结构和冯·诺依曼

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

自从 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 (1981—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。

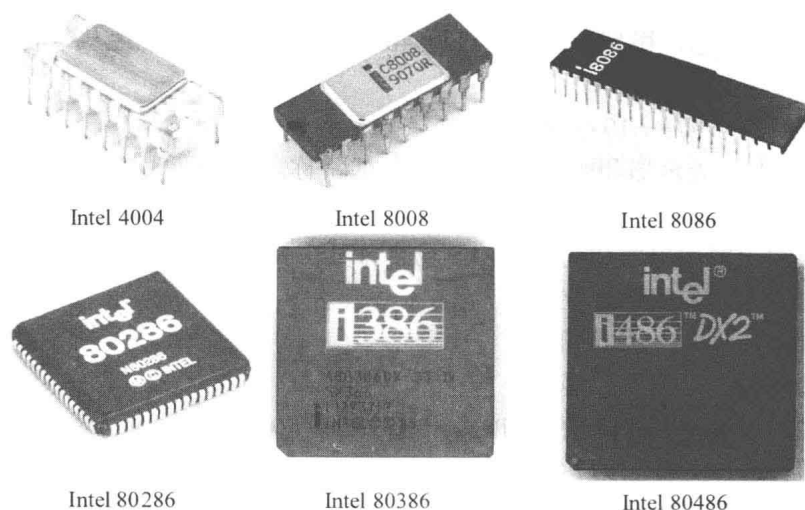


图 1-3 典型的 CPU 芯片图

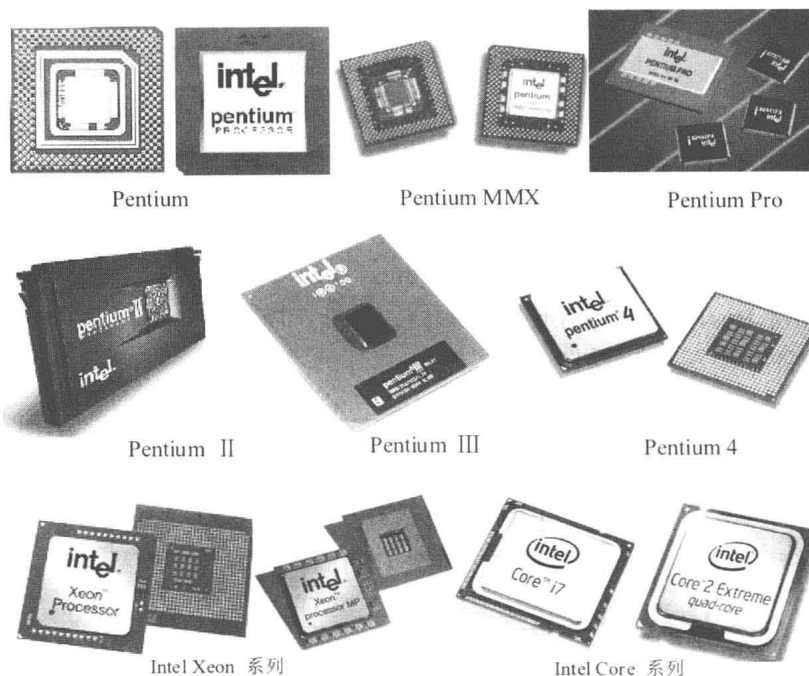


图 1-3 典型的 CPU 芯片图（续图）

表 1-1 Intel 微处理器性能演进表

芯片 \ 性能	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
8088	1979.6	20	8	1MB			5M	29000
8086	1978.6	20	16	1MB			5M、8M、10M	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 MMX	1996.12	32（36）	64	64GB	16KB		200M~300M	450 万
Pentium Pro	1995.3	36	64	64GB	16KB	256KB	150M~200M	550 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、内存储器、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 接口与输入/输出设备相接，完成各种输入/输出操作。

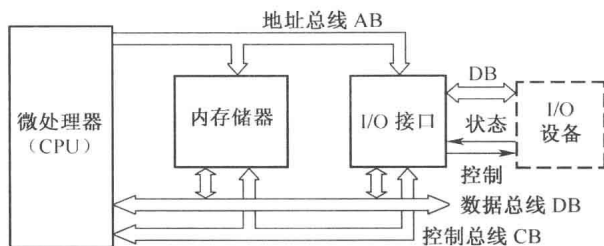


图 1-4 微型计算机的基本结构

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。微处理器也称微处理机，是整个微型计算机的中央处理部件，由运算器和控制器组成，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，用来存放数据和程序。根据存储器和 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。外存用来存放相对来说不经常使用的程序和 data，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。外存的特点是存储容量大、价格较低，但存取速度较慢。

按读、写能力，主存储器又分为只读存储器（Read Only Memory, ROM）和随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）两大类。ROM 对存入的信息只能读出，不能随机写入；RAM 可以随机地写入或读出信息。另外，ROM 是非易失性存储器，即断电后所存信息并不丢失，因此，ROM 主要用于存储某些固定不变的程序或数据，如单板机中的监控程序（Monitor）、PC 机的初始引导程序以及专用计算机的应用程序等；由半导体电路构成的 RAM 是易失性存储器，即断电后所存信息随之丢失，它主要用来存储计算机运行过程中随时需要读出或写入的程序或数据。

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。存储体中存放着程序和数据信息，而要对这些信息进行存取，必须通过有关控制逻辑电路才能实现。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，也称存储单元的内容。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,必须首先给出其地址,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,才由新的信息代替旧的信息。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。信息写入后,在没有新的信息写入以前是一直保留的。

另外,为了对存储器进行读/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 给出了计算机存储器的基本结构。

(3) 总线。总线 (Bus) 是计算机部件与部件之间进行数据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。总线属于微型计算机的重要组成部分之一。

图 1-4 中,微处理器、主存储器和 I/O 接口之间通过地址总线、数据总线和控制总线三组总线相连。通常将这三组总线统称为系统总线 (System Bus)。

数据总线用来传送数据信息 (包括二进制代码形式的指令)。从传输方向看,数据总线是双向的,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。数据总线的位数 (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,数据总线的宽度为 8 位;对于 16 位的微处理器,数据总线的宽度为 16 位等。

地址总线用来传送地址信息。地址总线是单向的,即它是由微处理器输出的一组地址信号线,用以给出微处理器所访问的部件 (主存储器或 I/O 接口) 的地址。地址总线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。

控制总线用来传送控制信息。控制总线中每根线上的方向是一定的,它们分别传送控制信息、时序信息和状态信息,这些信息控制数据总线、地址总线的使用。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、准备就绪信号等。

(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。一个典型的 CPU 结构如图 1-6 所示。

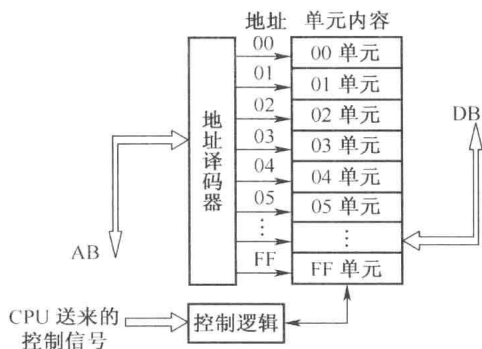


图 1-5 微型机的存储器结构图

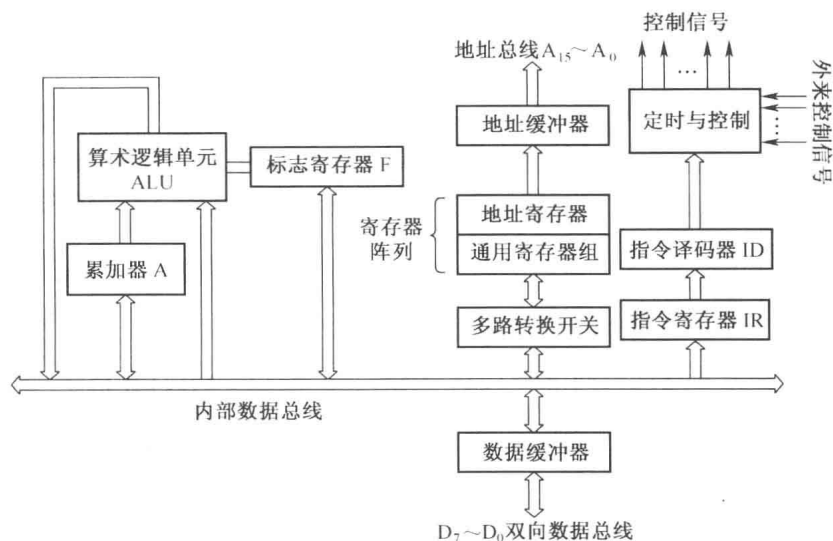


图 1-6 CPU 的典型结构

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。

ALU 用来完成二进制的算术运算和逻辑运算, 累加器 A 是 CPU 中工作最频繁的寄存器。在进行算术、逻辑运算时, 累加器 A 往往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 与存储器和输入/输出接口电路间的数据传送。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。通常称前者为状态标志, 后者为控制标志。暂存器用来暂时存放操作数。

2. 控制器

控制器是指挥和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, 翻译指令代码, 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。同时控制器还要接收输入/输出 (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, 实现控制指令的执行。

控制逻辑阵列产生一系列微操作命令信号。当微操作的条件 (如指令的操作性质、各功能部件送来的“反馈信息”、工作节拍信号等) 满足时, 就发出相应的微操作命令, 以控制各个部件的微操作。

将最基本的不可再分的简单操作称为“微操作”, 控制微操作的命令信号称为“微命令”, 它是比“指令”更基本、更小的操作命令, 如开启某个控制电位、清除某寄存器或将数据输入到某个寄存器等。通常一条指令的执行就是通过一串微命令的执行来实现的。控制器的基本任

务就是根据各种指令的要求,综合有关的逻辑条件和时间条件产生相应的微命令。

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,一个节拍一个节拍地快速而有秩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

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,包括一组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之后,就可避免频繁地访问存储器,可缩短指令长度和指令执行时间,提高机器的运行速度,也给编程带来方便。专用寄存器包括程序计数器 (Program Counter, PC)、堆栈指示器等,它们的作用是固定的,用来存放地址或地址基值。

其中,程序计数器 (PC) 也称指令计数器,它用来指出计算机要执行的指令所在存储单元的地址,具有自动增量计数的功能。

程序是由指令序列所组成的,指令序列存放于存储器中,要从存储器中取出指令,必须首先给出指令所在存储单元的地址。当程序被执行时,CPU 总是将 PC 的内容作为地址去访问存储器,从指定的存储单元中取出一条指令并加以译码和执行。与此同时,PC 的内容必须自动地转换成下一条指令的地址,为取出下一条指令做好准备。

4. 内部总线

在 CPU 内部,运算器、控制器、寄存器阵列三部分之间的信息交换是通过总线结构来实现的。内部总线用来连接微处理器的各功能部件并传送微处理器内部的数据和控制信号。

注意:

(1) 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。

(2) 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。

1.3 微型计算机系统

1.3.1 微型计算机的组成

微型计算机系统是指由硬件和软件共同组成的完整的计算机系统。它以微型计算机为主体,再配上外设与外存、电源、软件等就构成了微机系统,如图 1-7 所示。各组成部分如下:

(1) 硬件。硬件主要包括主机 (即微型计算机) 和外围设备。

(2) 软件。硬件只是微机系统的物理基础,只有硬件的微机系统称为裸机。裸机必须配备各种软件才能做人们想要它们做的事情。

软件就是为运行、管理和维护计算机系统或为实现某一功能而编写的各种程序的总和及其相关资料。它是程序、数据和有关文档的集合,其中程序是完成任务所需要的一系列指令序列,文档则是为了便于了解程序所需要的阐明性资料。

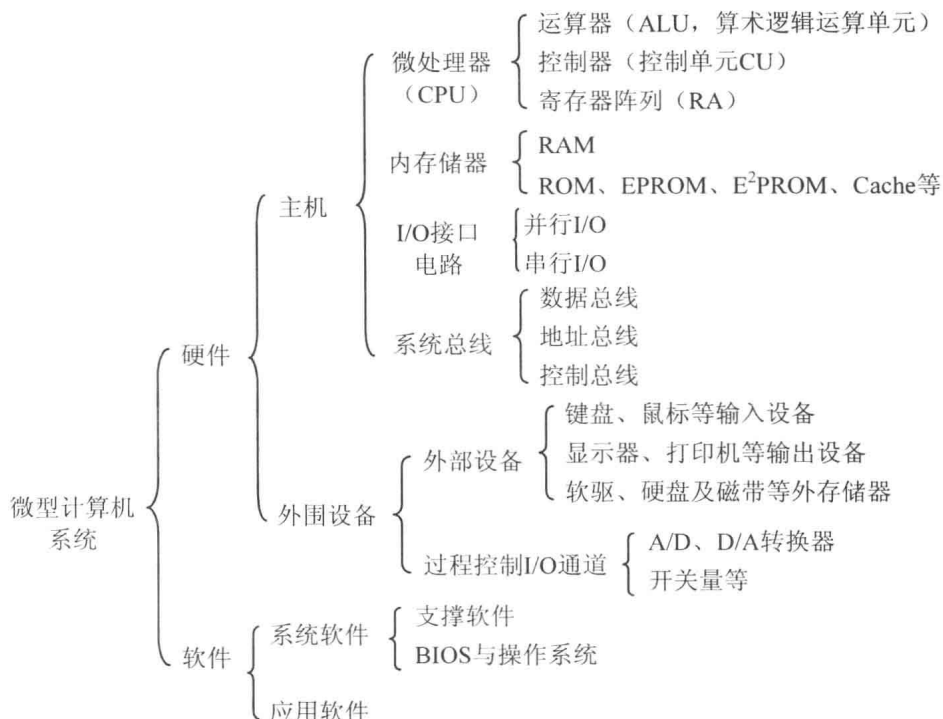


图 1-7 微型计算机系统组成图

软件系统分为系统软件和应用软件。

系统软件包括 BIOS 与操作系统和支撑软件。紧贴着裸机的就是基本输入/输出系统 (BIOS)，BIOS 首先对机器进行自检，同时为其他软件提供了最基本的设备控制方法和数据输入/输出的编程接口。裸机配上 BIOS 后，就可以正常运转起来，而各种软件也能够比较方便地进行数据的输入与输出。和其他软件存放在磁盘中不同，BIOS 程序存放在机器里的一片 ROM 芯片中。现代微机的 BIOS 存放到 EPROM、E²PROM 或 Flash Memory 中。机器启动以后会自动在一个特定地址去启动 BIOS 运行。BIOS 是一个基本输入/输出系统，不具备对资源的充分管理功能，并且其编程接口比较复杂。为了有效地管理、合理地分配与充分地使用系统资源，并保证在系统中同时运行的多个程序的安全和系统资源的安全，在裸机和 BIOS 之上配备了操作系统。

操作系统通过进程管理、作业管理、内存管理、设备管理、文件管理等几大模块不仅有效地管理和利用了系统资源，还向用户或程序员提供了便捷的操作界面和编程接口。依靠操作系统的强大功能，微机系统保护方式的特性得到充分发挥，在多个用户或多个任务间能较好地保护各自的数据并保持整个系统的稳定。另外，现代操作系统充分利用处理器的资源，通过各项虚拟技术为用户提供了一个比实际裸机更为强大的虚拟计算机，比如多任务系统中，单处理器微机被虚拟成多个处理器，而请求页式、请求段式存储管理，使得虚拟存储器的容量也远远大于实际内部存储器的容量。

早期的计算机采用二进制机器指令码直接编程，不容易记忆，也很难掌握，为了方便编程，逐渐形成了带有指令助记符的汇编语言和各种更接近自然语言的高级语言，如 BASIC、C、C++、Delphi 等。这些语言并不能被机器自动识别，必须有专门的软件将其翻译成机器能懂的机器码，这就是编译系统。除此以外，还有帮助编程人员的调试软件与文字编辑软件、管理大