



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

微机原理与接口技术

WEIJI YUANLI
YU JIEKOU JISHU

主 编 郑 岚 王洪海



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

TP36
Z438



郑州大学 *04010747262X*

普通高等教育“十二五”创新型规划教材

微机原理与接口技术

主 编 郑 岚 王洪海
副主编 史先桂 高 敏
杨 静 范兆红
主 审 赵守忠 傅廷亮



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

TP36
Z438

内 容 简 介

本书以 80X86 微处理器为对象,介绍了微型计算机基础知识、80X86 微处理器结构、指令系统、汇编语言程序设计方法、存储系统、I/O 接口和常见总线、中断系统和中断控制器、常用接口芯片、A/D 和 D/A 转换技术、人机交互接口技术等内容。

本书可作为高等学校电子信息、通信工程、自动化、计算机相关专业本科生的教材,也可供从事微型计算机技术的相关工程技术人员学习参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

微机原理与接口技术/郑岚,王洪海主编. —北京:北京理工大学出版社, 2012.2

ISBN 978 - 7 - 5640 - 5476 - 2

I. ①微… II. ①郑… ②王… III. ①微型计算机 - 理论 ②微型计算机 - 接口 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 280665 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市兆成印刷有限责任公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 17.5

字 数 / 332 千字

版 次 / 2012 年 2 月第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷

责任编辑 / 陈莉华

印 数 / 1 ~ 4000 册

责任校对 / 周瑞红

定 价 / 36.00 元

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前言

Preface <<< <<<

随着科学技术的迅猛发展,计算机在各个领域的应用越来越广泛。计算机已成为人们生活、学习、工作中必备的工具,计算机技术成为每一个专业技术人员必备的知识。“微机原理与接口技术”成为高等院校电子信息工程、通信工程、自动化、计算机等相关专业的一门专业课程,无论是从事自动化、电子信息工程、通信工程、计算机应用、电气工程及自动化方面的理论研究还是从事工程实践,都离不开计算机技术。同时,该课程是后续单片机、DSP、嵌入式系统等课程的基础。

本书围绕微型计算机原理和应用主题,编写过程中注重基础性、系统性和实用性相结合,以 Intel X86 微处理器为主线,深入浅出地系统阐述了微型计算机(简称微型机或微机)系统和接口系统的工作原理,介绍微型计算机的基本知识、基本组成、体系结构和工作模式等,Intel X86 微处理器的指令系统、汇编语言及程序设计方法和技巧,存储器的组成和 I/O 接口扩展方法,微机的中断结构、工作过程和 8259A 的编程与应用,DMA 控制器的工作过程和 8237 的编程结构,从而使学生能较清楚地了解微机的结构与工作流程,建立起系统的概念。

课程基本要求:了解和掌握微型计算机的基本组成和工作原理;掌握基本的汇编语言程序设计方法;掌握微型计算机系统的基本接口技术,包括存储器的组织、中断技术、常用接口芯片的使用等。

本书紧紧围绕微机系统硬件组成及工作原理这条主线,重点介绍有关微机工作的一些先进而实用的重要机理、思想和技术。考虑到微机工作的过程,本质上是以硬件为基础执行程序的过程,所以在紧紧围绕硬件技术基础这根主线展开教材内容的同时,也高度重视硬件与软件的结合,着力培养读者利用微机硬件为主技术,从硬件与软件的结合上处理问题的思维方式和分析、解决问题的能力。在讲述各知识单元、知识点内容时,力求更好地突出基本概念、基本原理、基本方法的提炼和阐明,而适当淡化、压缩在具体 PC 机中的应用说明。立足于使读者对基本概念能熟悉、对基本原理能理解、对基本方法技能能较好掌握,继而再去拓展知识,开发创新思维能力和分析解决实际问题的能力。这样处理,可能更利于讲清微机基本工作原理和基本接口方法,使学生更快更好地掌握微机及其应用精髓,从而更符合非计算机专业计算机教育教学的规律。从非计算机专业人员学习计算机的目的是为了应用这一特点出发,强化外部接口及应用,把着力点放在介绍外设、外围芯片与 CPU 的接口方法,以及根据应用需要选择可编程接口芯片的工作方式和编写接口驱动程序等方面。

本书是由数位长期从事微机原理教学和科研的教师参考众多微机教学用书,在积累了大量教学经验的基础上编写而成。本书由安徽三联学院信息与通信技术

系主任赵守忠教授、安徽三联学院信息与通信技术系傅廷亮教授担任主审；郑岚、王洪海对本书的编写思路与编写大纲进行了总体规划，指导全书的编写；全书由郑岚统稿。其中，第1章由史先桂编写，第2、第3、第5章由高敏编写，第4章由杨静编写，第6、第7、第8章由郑岚编写。安徽三联学院范兆红处长对于本书的出版也给予了无私的帮助，在此表示真诚的感谢！

由于时间紧迫和编者的水平有限，书中缺点和错误在所难免，真诚地欢迎各位读者对本书提出批评和建议。

使用本教材的读者，若有什么疑问和建议，请发邮件至：yoyo-sea@hotmail.com。在此对大家的支持表示感谢。

编 者

目录

Contents <<< <<<

第1章 概述	(1)
1.1 计算机的分类及应用	(1)
1.1.1 计算机的分类	(2)
1.1.2 计算机的应用范围	(2)
1.2 计算机和微型计算机的发展概况	(4)
1.2.1 计算机的发展	(4)
1.2.2 微型计算机的发展	(6)
1.3 微型计算机的基本组成	(7)
1.3.1 微型计算机的硬件系统	(8)
1.3.2 微型计算机的软件系统	(9)
1.4 微型计算机中数的编码和字符的表示	(10)
1.4.1 进位计数制	(10)
1.4.2 进制之间的转换	(11)
1.4.3 无符号数和带符号数	(13)
1.4.4 定点数与浮点数	(14)
1.4.5 计算机中的编码	(15)
习题一	(18)
第2章 微处理器	(20)
2.1 微处理器概述	(20)
2.1.1 CPU 的基本概念和组成	(20)
2.1.2 CPU 主要技术参数	(22)
2.1.3 CPU 主流技术术语浅析	(25)
2.2 8086/8088 微处理器	(31)
2.2.1 8086 的编程结构	(31)
2.2.2 8086 的工作模式和引脚功能	(37)
2.2.3 8086 系统的存储器	(43)
2.2.4 8086 的总线时序	(45)
2.3 辉煌的历程	(50)
2.3.1 早期的 CPU	(50)
2.3.2 32 位 CPU	(51)
2.3.3 Pentium 系列	(52)

2.4 潮流和未来	(53)
2.4.1 Pentium 4 的时代	(53)
2.4.2 64 位 CPU	(55)
2.4.3 CPU 的型号新标注法	(56)
2.4.4 双核与双芯 (Dual Core vs. Dual CPU)	(58)
2.4.5 Apple 的 Mac 机	(58)
2.4.6 龙芯两次飞腾	(61)
习题二	(66)
第 3 章 微型计算机指令系统	(67)
3.1 寻址方式	(67)
与数据有关的寻址方式	(68)
3.2 8086/8088 处理器的指令系统	(71)
3.2.1 数据传送指令	(71)
3.2.2 算术运算指令	(76)
3.2.3 逻辑运算指令	(84)
3.2.4 移位指令	(85)
3.2.5 串操作指令	(88)
3.2.6 控制转移指令	(92)
3.2.7 循环指令	(94)
3.2.8 过程调用和返回指令	(95)
3.2.9 中断指令	(97)
3.2.10 处理器控制指令	(99)
3.3 32 位新增指令简介	(100)
3.3.1 32 位寻址方式	(100)
3.3.2 32 位扩展指令	(101)
3.3.3 80386 新增指令	(104)
3.3.4 80486 新增指令	(104)
3.3.5 Pentium 新增指令	(104)
3.3.6 Pentium Pro 新增指令	(104)
习题三	(105)
第 4 章 汇编语言及汇编程序设计	(108)
4.1 汇编语言概述	(108)
4.1.1 汇编语言	(108)
4.1.2 汇编环境介绍	(109)

4.1.3 汇编语言上机过程	(110)
4.2 汇编语言标识符、表达式及运算符	(110)
4.2.1 汇编语言语句格式	(110)
4.2.2 汇编语言标识符	(110)
4.2.3 表达式和运算符	(111)
4.3 伪指令和宏指令	(112)
4.3.1 数据定义伪指令	(112)
4.3.2 符号定义语句	(114)
4.3.3 段定义伪操作	(115)
4.3.4 过程定义伪指令	(116)
4.4 系统功能调用	(116)
4.4.1 系统功能调用概述	(116)
4.4.2 基本 I/O 调用	(118)
4.4.3 程序举例	(119)
4.5 汇编语言程序设计举例	(120)
4.6 汇编与 C/C++ 接口	(126)
4.6.1 高级语言与汇编语言的接口需要解决的问题	(126)
4.6.2 C 语言与汇编语言的接口	(126)
习题四	(127)
第 5 章 总线和主板	(130)
5.1 总线基本概念	(130)
5.1.1 什么是总线	(130)
5.1.2 面向总线的体系结构	(131)
5.1.3 总线分类和性能指标	(132)
5.2 总线工作原理	(134)
5.2.1 总线的控制	(134)
5.2.2 数据传送	(135)
5.2.3 总线仲裁	(138)
5.2.4 总线驱动和其他控制	(139)
5.3 微机的系统总线标准	(140)
5.3.1 系统总线标准	(140)
5.3.2 常见系统总线标准	(141)
5.3.3 其他总线	(156)
5.4 总线新技术	(158)
5.5 认识主板	(160)



5.6 主板结构	(161)
5.7 主板控制芯片组	(164)
5.7.1 概念及结构	(164)
5.7.2 流行芯片组	(166)
5.7.3 BIOS 与 CMOS	(169)
5.8 主板发展趋势	(171)
5.8.1 主板结构的新变化	(171)
5.8.2 主板总线速度的提升	(171)
5.8.3 主板超频稳定性能的成熟	(172)
5.8.4 主板安全稳定性能的增强	(173)
5.8.5 主板方便性能的提高	(174)
5.8.6 主板能源功能的改进	(175)
5.8.7 整合技术日新月异	(175)
习题五	(177)
第 6 章 存储器	(179)
6.1 存储器的概念、分类和要素	(179)
6.1.1 简介	(179)
6.1.2 半导体存储器的分类	(181)
6.1.3 选择存储器件的考虑因素	(182)
6.2 内存储器	(183)
6.2.1 随机读写存储器 (RAM)	(183)
6.2.2 只读存储器 (ROM)	(194)
6.3 IBM-PC/XT 中的存储器、扩展存储器及其管理	(198)
6.3.1 存储空间的分配	(198)
6.3.2 ROM 子系统	(199)
6.3.3 RAM 子系统	(201)
6.3.4 寻址范围	(202)
6.3.5 存储器的管理	(203)
6.3.6 高速缓冲存储器 Cache	(205)
6.4 外存储器	(205)
6.4.1 软盘	(205)
6.4.2 硬盘	(206)
6.4.3 光盘	(207)
6.4.4 移动存储器	(209)
6.5 CPU 与存储器的连接	(209)

6.5.1 CPU 与存储器连接时应注意的问题.....	(209)
6.5.2 存储器片选信号的产生方式和译码电路.....	(210)
6.5.3 CPU 与存储器的连接.....	(210)
习题六.....	(212)
第 7 章 中断系统.....	(214)
7.1 中断系统基本概念.....	(214)
7.1.1 中断的概念.....	(214)
7.1.2 中断的作用和分类.....	(214)
7.2 中断的过程.....	(216)
7.2.1 中断请求.....	(216)
7.2.2 中断源识别与中断优先级的管理.....	(216)
7.2.3 中断响应.....	(218)
7.2.4 中断处理.....	(218)
7.2.5 中断返回.....	(219)
7.3 中断类型号和中断向量表.....	(219)
7.4 可编程中断控制器 8259A.....	(220)
7.4.1 8259A 的结构及逻辑功能.....	(220)
7.4.2 中断响应过程.....	(222)
7.4.3 工作方式.....	(223)
7.4.4 屏蔽中断源的方式.....	(224)
7.4.5 结束中断处理的方式.....	(225)
7.4.6 中断触发方式.....	(226)
7.4.7 与系统总线的连接方式.....	(226)
7.4.8 8259A 初始化命令字和操作方式命令字.....	(226)
习题七.....	(235)
第 8 章 微型计算机接口.....	(238)
8.1 微型计算机接口技术概述.....	(238)
8.1.1 微机接口和接口类型.....	(238)
8.1.2 输入/输出接口的编址方式.....	(240)
8.1.3 CPU 和外部设备的数据传输的同步控制方式.....	(240)
8.2 常用微机外部实用接口.....	(243)
8.2.1 USB 接口.....	(243)
8.2.2 PS/2 串行接口.....	(243)
8.2.3 COM 串行接口.....	(244)

8.2.4	LPT 并行接口	(244)
8.2.5	IEEE 1394 串行接口	(244)
8.2.6	MIDI 专用接口	(245)
8.2.7	SCSI 接口	(245)
8.2.8	VGA 专用接口	(245)
8.2.9	DVI 专用接口	(246)
8.2.10	RJ-45 异步串行接口	(246)
8.2.11	S 视频端口	(247)
8.3	实用并行数据接口	(247)
8.3.1	并行通信的概念	(247)
8.3.2	8255A 可编程输入/输出接口	(247)
8.4	串行数据接口	(256)
8.4.1	概述	(256)
8.4.2	串行接口标准 RS-232C	(258)
8.4.3	SATA 接口	(258)
8.4.4	SATA II 串口	(259)
8.5	微机内部总线接口	(259)
8.5.1	PCI 接口	(259)
8.5.2	AGP 接口	(260)
8.5.3	PCI-E 接口	(260)
8.6	数/模、模/数转换器及其与 CPU 的接口	(261)
8.6.1	数/模转换器 DAC	(261)
8.6.2	模/数转换器及其与 CPU 的接口	(263)
	习题八	(264)
	附录 8086/8088 指令集	(265)
	参考文献	(270)

本章导读

本章主要介绍了计算机和微型计算机的发展历史,并重点介绍了微型计算机的系统组成、计算机的分类及应用领域、计算机中的数据格式及编码表示。

知识点

- 计算机的分类和计算机的应用领域。
- 计算机和微型计算机的发展历史及各代微处理器的特点。
- 微型计算机的基本组成及各部件的功能。
- 微型计算机中数值数据和非数值数据的编码表示。

1.1 计算机的分类及应用

电子计算机俗称电脑,是20世纪最伟大的科学技术发明之一,对人类的生产和社会活动产生了极其重要的影响。它的应用领域从最初的军事科研应用扩展到目前社会的各个领域,由此引发了深刻的社会变革。如今,计算机已遍及学校、企事业单位,进入寻常百姓家,成为信息社会中必不可少的工具。

1946年面世的ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Calculator:电子数字积分计算机),拉开了近代计算机发展的序幕。ENIAC计算机如图1-1所示,它由美国宾夕法尼亚大学莫尔学院制造,主要用于计算弹道。它的体积庞大,占地170多平方米,重量约30吨,耗电140~150 kW;它使用电子管作为计算机的基本部件,共使用了18 000多个电子管,每秒可进行5 000次加减运算,需要有专门的冷却装置,只有少数计算机专

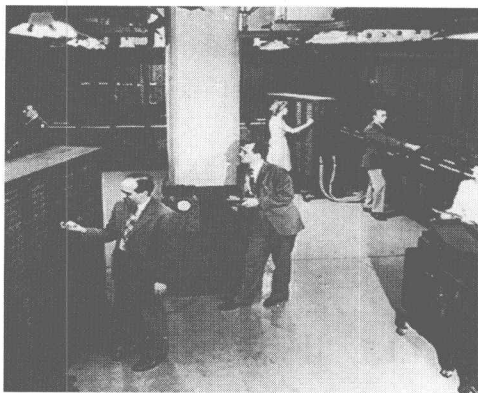


图1-1 ENIAC计算机

家才能使用。这样的计算机成本很高而且使用不便，尽管如此，它开辟了计算机科学技术的新纪元。

1.1.1 计算机的分类

计算机按照其用途可分为通用计算机和专用计算机，按照所处理的数据类型可分为模拟计算机、数字计算机和混合型计算机等，按照 1989 年由 IEEE 科学巨型机委员会提出的运算速度分类法可分为巨型机、大型机、小型机和微型机。

1. 巨型机

巨型机有极高的速度、极大的容量，运算速度可达每秒百亿次，主要用于国防尖端技术、空间技术、大范围长期性天气预报、石油勘探等方面。这类计算机在技术上朝两个方向发展：一是开发高性能器件，特别是缩短时钟周期，提高单机性能；二是采用多处理器结构，构成超并行计算机，通常由 100 台以上的处理器组成超并行巨型计算机系统，它们同时解算一个课题，来达到高速运算的目的。研制巨型机是衡量一个国家经济实力和科学技术水平的重要标志。2009 年，国防科技大学研制成功了我国首台千万亿次超级计算机系统“天河一号”，可用于石油勘探数据处理、生物医药研究、航空航天装备研制、资源勘测和卫星遥感数据处理、金融工程数据分析、气象预报、新材料开发和设计、基础科学理论计算等方面。

2. 大型机

这类计算机具有极强的综合处理能力和极大的性能覆盖面。在一台大型机中可以使用几十台微机或微机芯片，用以完成特定的操作。可同时支持上万个用户，可支持几十个大型数据库。它主要应用在政府部门、银行、大公司、大企业等，用于科学计算、数据处理或作为大型网站的网络服务器使用。

3. 小型机

小型机的机器规模小、结构简单、运行环境要求较低、设计试制周期短，便于及时采用先进工艺技术，软件开发成本低，易于操作维护。广泛应用于工业自动控制、大型分析仪器、测量设备、企业管理、大学和科研机构等，可以作为大型与巨型计算机系统的辅助计算机，也可作为中小型网站的网络服务器使用。

4. 微型机

微型机技术发展速度迅猛，平均每 2~3 个月就有新产品出现，1~2 年产品就更新换代一次，平均每两年芯片的集成度可提高一倍，性能提高一倍，价格降低一半。微型机广泛应用于办公自动化、工业自动化、数据库管理、图像识别、语音识别、专家系统，多媒体技术等领域，并且开始成为一种常规的家用电器。

1.1.2 计算机的应用范围

目前，计算机的应用已渗透到社会的各个领域，正在改变着人们的工作、学习和生活的方式，推动着社会的发展。归纳起来可分为以下几个方面。

1. 科学计算（数值计算）

科学计算也称数值计算。计算机最开始是为解决科学研究和工程设计中遇到的大量数学问题的数值计算而研制的计算工具。随着现代科学技术的进一步发展，数值计算在现代科学研究中的地位不断提高，在尖端科学领域中，显得尤为重要。例如，人造卫星轨迹的计算，房屋抗震强度的计算，工程设计、地震预测、气象预报、航天技术等方面，都离不开计算机的精确计算。目前，科学计算仍然是计算机应用的一个重要领域。

2. 数据处理（信息处理）

信息处理就是对数据进行收集、分类、排序、存储、计算、传输、制表等操作，信息处理是目前计算机应用最广泛的一个领域，是现代化管理的基础。如人事管理、库存管理、财务管理、图书资料管理、商业数据交流、信息情报检索等。据统计，全世界计算机用于数据处理的工作量占全部计算机应用的80%以上，它大大提高了工作效率，提高了管理水平。近年来，国内许多机构纷纷建设自己的管理信息系统（MIS），生产企业也开始采用制造资源规划软件（MRP），商业流通领域则逐步使用电子数据交换系统（EDI），即所谓无纸贸易。

3. 过程检测与自动控制

自动控制是指通过计算机对某一过程进行自动操作，它不需人工干预，能按人预定的目标和预定的状态进行过程控制。所谓过程控制是指对操作数据进行实时采集、检测、处理和判断，按最佳值进行调节的过程。目前被广泛用于操作复杂的钢铁企业、石化工业、医药工业等生产中。使用计算机进行自动控制可大大提高控制的实时性和准确性，提高劳动效率和产品质量，降低成本，缩短生产周期。

计算机自动控制还在国防和航空航天领域中起决定性作用。例如，无人驾驶飞机、导弹、人造卫星和宇宙飞船等飞行器的控制，都是靠计算机实现的。

4. 计算机辅助系统

（1）计算机辅助设计（Computer Aided Design，简称CAD）是指利用计算机来帮助设计人员进行工程设计，以提高设计工作的自动化程度，节省人力和物力，提高了设计质量。目前，此技术已经在机械设计、建筑设计、大规模集成电路设计、服装设计、飞机设计、船舶设计等设计领域中得到了广泛的应用。

（2）计算机辅助制造（Computer Aided Manufacturing，简称CAM）是指利用计算机进行生产设备的管理、控制与操作的过程，从而提高产品质量、缩短生产周期、降低生产成本。计算机辅助制造的核心是计算机数值控制（简称数控），是将计算机应用于制造过程的系统。计算机辅助制造广泛应用于船舶、飞机和各种机械加工制造业上。

（3）计算机辅助测试（Computer Aided Test，简称CAT）是指利用计算机进行复杂而大量的测试工作。



(4) 计算机辅助工程 (Computer Aided Engineering, 简称 CAE) 就是要把工程 (生产) 的各个环节有机地组织起来, 其关键就是将有关的信息集成, 使其产生并存在于工程 (产品) 的整个生命周期。因此, CAE 系统是一个包括了相关人员、技术、经营管理及信息流和物流的有机集成且优化运行的复杂的系统。

有些国家已把 CAD、CAM、CAT 和 CAE 组成一个集成系统, 使设计、制造、测试和管理有机地组成为一体, 形成高度的自动化系统, 因此产生了自动化生产线和“无人工厂”。

(5) 计算机辅助教学 (Computer Aided Instruction, 简称 CAI) 是指利用计算机帮助教师讲授和帮助学生学习的自动化教学系统, 将教学内容、教学方法以及学习资料等存储在计算机中, 使学生能够轻松自如地从中学到所需要的知识。CAI 不仅能减轻教师的负担, 还能激发学生的学习兴趣, 提高教学质量, 为培养现代化高质量人才提供了有效方法。

5. 人工智能

人工智能 (Artificial Intelligence, 简称 AI) 是指计算机模拟人类某些智力行为的理论、技术和应用。人工智能是计算机应用的一个新的领域, 这方面的研究和应用正处于发展阶段, 在医疗诊断、定理证明、语言翻译、机器人等方面, 已有了显著的成效。例如, 用计算机模拟人脑的部分功能进行思维学习、推理、联想和决策, 使计算机具有一定“思维能力”, 如计算机推理、智能学习系统、专家系统、机器人等。我国已开发成功一些中医专家诊断系统, 可以模拟名医给患者诊病开方。

6. 多媒体应用

随着电子技术特别是通信和计算机技术的发展, 人们已经有能力把文本、音频、视频、动画、图形和图像等各种媒体综合起来, 构成一种全新的概念——“多媒体” (Multimedia)。在医疗、教育、商业、银行、保险、行政管理、军事、工业、广播和出版等领域中, 多媒体的应用发展很快。

7. 计算机网络

计算机网络是由一些独立的和具备信息交换能力的计算机互联构成, 以实现资源共享的系统。计算机在网络方面的应用使人类之间的交流跨越了时间和空间障碍, 它给我们的生活和工作带来极大的方便和快捷, 如人们可以通过 Internet 进行信息浏览检索、收发电子邮件、阅读书报、玩网络游戏、选购商品、参与众多问题的讨论、实现远程医疗服务等。

1.2 计算机和微型计算机的发展概况

1.2.1 计算机的发展

一般, 根据计算机所采用的基本电子元件, 计算机的发展历经以下几个阶段。

1. 第一代计算机（1946—1957年）：电子管计算机

采用电子管作为基本元件，计算速度是每秒一千到一万次，由于采用电子管，因而体积大、耗电多、运算速度低，故障率较高而且价格昂贵。采用磁鼓作为内存存储器，磁鼓是一种高速运转的鼓形圆筒，表面涂有磁性材料，根据每一点的磁化方向来确定该点的信息。外存储器采用穿孔卡片或纸带。本阶段，计算机软件尚处于初始发展期，使用机器语言和汇编语言。由于价格昂贵，计算机主要用于科学计算方面。

2. 第二代计算机（1958—1964年）：晶体管计算机

主要逻辑部件采用晶体管，晶体管比电子管功耗少、体积小、质量轻、工作电压低、工作可靠性好，因而使计算机体积大大缩小，运算速度有了很大提高，每秒运算几十万次。内存存储器主要采用磁芯，外存储器主要采用磁盘，输入和输出方面有了很大的改进，价格大幅度降低。在计算机软件方面，研制出了一些通用的算法和语言，如 FORTRAN 语言、COBOL 语言等，操作系统的雏形开始形成。主要用于科学计算、数据处理、实时过程控制等。

3. 第三代计算机（1965—1969年）：集成电路计算机

采用集成电路作为基本逻辑元件，集成电路比晶体管、电阻等分立元件构成的电路小得多，可靠性和运算速度又有显著提高，每秒运算几百万次。主存储器采用集成度很高的半导体存储器。在软件方面，采用多种高级语言并有成熟的操作系统，应用软件的开发已逐步成为一个庞大的现代产业。主要用于数据处理、信息管理、过程控制和辅助设计等方面。

4. 第四代计算机（1970—1980年）：大规模和超大规模集成电路计算机

以大规模和超大规模集成电路为计算机的主要元件，使计算机的性能更高，更为可靠，体积更小，价格更便宜，计算速度每秒达上亿次。采用多种高级语言，操作系统不断改进，主要用于办公自动化、数据库管理、图像处理、语音识别、信息处理等领域。

从第一代到第四代，计算机的体系结构基本相同，即都由控制器、存储器、运算器和输入输出设备组成，称为冯·诺依曼体系结构。现在，人们已经开始研究具有“人工智能”的第五代计算机，使它和人一样具有能听、能说、能想、能写的功能。未来的计算机将以超大规模集成电路为基础，向网络化、微型化、巨型化、智能化、多媒体化的方向发展。

5. 第五代计算机：智能计算机

1981年，日本东京召开了一次第五代计算机——智能计算机研讨会，随后制订出研制第五代计算机的长期计划。智能计算机的主要特征是具备人工智能，机器本身能根据存储的知识进行判断和推理，能像人一样思维，使人们能用语音、图像、视频等更自然的方式与计算机进行信息交互。神经网络计算机是智能计算机的重要代表。



1.2.2 微型计算机的发展

超大规模集成电路技术的发展, 促使了微型计算机的诞生。微型计算机体积小、质量轻、可靠性高, 结构紧凑、配置灵活, 价格便宜, 因而得到了快速的发展。正是由于微型计算机的出现, 计算机应用才得到广泛普及, 从而又进一步推动了计算机的发展。微型计算机的一个重要特点是将中央处理器 CPU (运算器和控制器的总称) 制作在一块控制芯片上, 我们把它称作微处理器。微处理器自 1971 年面世以来, 根据微处理器的集成规模和处理能力, 几乎每隔 2~3 年就会推出新一代的微处理器。

1. 第一代微型机 (1971—1973 年)

4 位和 8 位低档微处理器时代, 其典型产品是 1971 年美国 Intel 公司研制出的 Intel 4004 和 Intel 8008 微处理器, 由它们分别组成了 MCS-4 和 MCS-8 微机。基本特点是微处理器芯片采用 PMOS (金属氧化物半导体) 工艺, 集成度低, 系统结构和指令系统都比较简单, 主要采用机器语言或简单的汇编语言, 用于家电和简单的控制场合, 如交通灯控制等。

2. 第二代微型机 (1974—1977 年)

8 位中高档微处理器时代, 其典型产品是 Intel 8080/8085、Motorola 公司的 MC6800、Zilog 公司的 Z80 等。基本特点是微处理器芯片采用 NMOS 工艺, 集成度提高约 4 倍, 运算速度提高约 10~15 倍, 指令系统比较完善, 具有典型的计算机体系结构和中断、DMA 等控制功能。软件方面除了汇编语言外, 还有 BASIC、FORTRAN 等高级语言和相应的解释程序和编译程序, 在后期还出现了操作系统。

3. 第三代微型机 (1978—1982 年)

16 位微处理器时代, 其典型产品是 Intel 公司的 8086/8088、80286, Motorola 公司的 M68000, Zilog 公司的 Z8000 等微处理器。其特点是微处理器芯片采用 HMOS 工艺, 集成度和运算速度都比第二代提高了一个数量级。指令系统更加丰富、完善, 采用多级中断、多种寻址方式、段式存储机构、硬件乘除部件, 并配置了软件系统。这一时期的著名微机产品有 IBM 公司 1981 年推出的个人计算机 (Personal Computer, PC), 由于 IBM 公司在发展 PC 机时采用了技术开放的策略, 使 PC 机风靡世界。

4. 第四代微型机 (1983—1992 年)

32 位微处理器时代, 其典型产品是 Intel 公司的 80386/80486, Motorola 公司的 M68030/68040 等。其特点是采用 HMOS 或 CMOS 工艺, 集成度高达 100 万晶体管/片, 具有 32 位地址线和 32 位数据总线。每秒钟可完成 600 万条指令, 其性能可以与 20 世纪 70 年代的大、中型计算机相媲美, 可以胜任多任务、多用户的作业。第四代计算机的应用能力更为提高, 广泛应用于各个行业、各个领域。操