

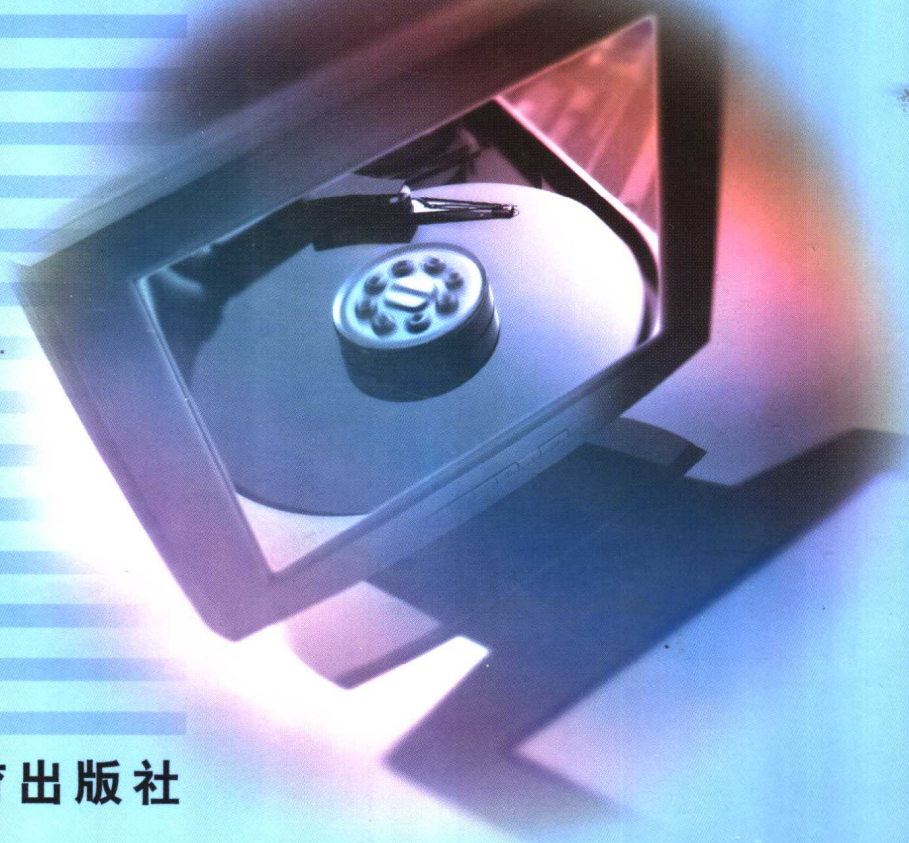


教育部高职高专规划教材
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuan Guihua Jiaocai



微型计算机原理

宋汉珍 主编



高等教育出版社

教育部高职高专规划教材

微型计算机原理

宋汉珍 主编

马秋菊 董国增 编

高等教育出版社

内容提要

本书是教育部高职高专规划教材。全书共 10 章,主要包括:计算机系统概述,计算机中数据的表示,运算方法与运算器,控制器,Intel 80X86 微处理器,存储系统,80X86 的寻址方式与指令系统,输入输出系统及接口,中断系统及 DMA 系统,串、并行通信及接口电路,各章后均附有习题。

根据高职高专教育特点,本书将“计算机组成原理”的主要内容和“微型计算机原理”的内容有机结合、统筹安排,形成独具特色的一本教材,内容充实、结构严谨、深入浅出、通俗易懂。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高等学校及本科院校举办的二级职业技术学院的计算机和相关专业教材,也可用作计算机培训班教材或供自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理 / 宋汉珍主编. —北京: 高等教育出版社, 2001(2003 重印)

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-04-009942-X

I. 微... II. 宋... III. 微型计算机—高等学校; 技术学校—教材 IV.TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 035206 号

微型计算机原理

宋汉珍 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京民族印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 16.75

字 数 400 000

版 次 2001 年 9 月第 1 版

印 次 2003 年 3 月第 3 次印刷

定 价 19.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、学校和有关出版社的共同努力下,各地已出版了一批高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设仍落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。出版后的教材将覆盖高职高专教育的基础课程和主干专业课程。计划先用2~3年的时间,在继承原有高职、高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决好新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专教育教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

“教育部高职高专规划教材”是按照《基本要求》和《培养规格》的要求,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的,适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2000年4月3日

前 言

本书是教育部高职高专规划教材。

考虑到高职高专教育以技术应用为目的，注重教学内容的应用性、针对性和实用性，并考虑到高职高专学制短、内容多的特点，本教材将“计算机组成原理”的主要内容和“微型计算机原理”的整体内容融于一体，有机结合，使得学生不必单独学习“计算机组成原理”课程，却能较系统地掌握其主要内容，既能节省学时，提高教学效率，又能减轻学生负担，提高教学效果。

本书结合 Intel 80X86 系列微型计算机，有针对性地介绍微型计算机的基本原理和应用技术。该系列微型机是世界上处于主流地位的机型，以其为例机具有普遍的应用意义。

全书共分为 10 章，主要内容为：第 1 章计算机系统概述，从计算机的发展、应用、基本构成和工作过程等方面介绍计算机的总体概念；第 2 章计算机中数据的表示，介绍计算机中数值数据和非数值数据的表示方法；第 3 章运算方法与运算器，介绍计算机中各种运算的基本实现方法和运算器的基本结构；第 4 章控制器，主要以微程序控制器为例介绍计算机控制器的基本原理和基本构成；第 5 章 Intel 80X86 微处理器，介绍 80X86 微处理器的基本结构、引脚功能和时序；第 6 章存储系统，主要介绍微型机主存储器的工作原理、结构及扩展方法；第 7 章 80X86 的寻址方式与指令系统，从计算机指令格式、寻址方式和指令系统的构成角度概括介绍微型机指令系统的总体内容，其详细内容在“汇编语言程序设计”课程中介绍；第 8 章输入输出系统及接口，从计算机端口、接口和数据传输角度介绍输入/输出基本内容；第 9 章中断系统及 DMA 系统，先介绍计算机中断的普通概念，然后具体介绍 80X86 系列微型机的基本中断系统；第 10 章串、并行通信及接口电路，在计算机基本串、并行通讯概念的基础上，介绍典型的可编程并行接口芯片 Intel 8255 和可编程计数/定时器 Intel 8253。

本教材第 1、2、3、4、5、6 章由宋汉珍编写，第 7、8 章由董国增编写，第 9、10 章由马秋菊编写，全书由宋汉珍统稿。本书由刘永华担任主审。由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请广大读者多提宝贵意见。

编 者

2000 年 11 月

目 录

第1章 计算机系统概论	1
1.1 计算机的发展	1
1.1.1 电子数字计算机的发展	1
1.1.2 微型计算机的发展	3
1.2 计算机的分类及应用	4
1.2.1 计算机的分类	4
1.2.2 微型机的分类	5
1.2.3 计算机的应用	5
1.3 计算机的基本构成	7
1.3.1 计算机的基本硬件结构	7
1.3.2 计算机软件系统	8
1.3.3 计算机系统的层次结构	9
1.4 微型计算机的基本构成	11
1.4.1 微型计算机系统组成	11
1.4.2 微型计算机的典型结构	12
1.4.3 微型机的典型配置	13
1.4.4 微型机的特点	15
1.5 微型计算机的工作过程	16
1.5.1 存储器的组织及工作过程	16
1.5.2 微型机的工作过程	16
1.6 计算机的性能指标	17
习题	18
第2章 计算机中数据的表示	20
2.1 计数制及其相互转换	20
2.1.1 计数制	20
2.1.2 计算机中常用的进位计数制	21
2.1.3 不同进制数之间的转换	23
2.1.4 二进制数的运算规则	25
2.2 计算机中数值数据的表示	27
2.2.1 机器数和真值	27
2.2.2 无符号数的表示方法	28
2.2.3 数的定点表示方法	28
2.2.4 数的浮点表示方法	29

2.2.5 二—十进制数字编码 (BCD 码)	29
2.3 计算机中带符号数的表示	30
2.3.1 原码	31
2.3.2 反码	31
2.3.3 补码	32
2.3.4 变形补码	34
2.4 计算机非数值数据的编码	35
2.4.1 字符的编码	35
2.4.2 汉字的编码	37
2.5 数据校验码	38
2.5.1 奇偶校验码	39
2.5.2 交叉校验	39
2.5.3 循环冗余校验码 (CRC 码)	40
习题	42
第 3 章 运算方法与运算器	44
3.1 算术逻辑运算的基本电路	44
3.1.1 加法单元	44
3.1.2 加法器	45
3.2 定点加减运算的实现	47
3.3 定点乘法运算的实现	49
3.3.1 原码一位乘运算的实现	49
3.3.2 补码一位乘运算的实现	52
3.4 定点除法运算的实现	54
3.4.1 原码一位除恢复余数法	54
3.4.2 原码一位除不恢复余数法	56
3.5 浮点运算	58
3.5.1 浮点加减运算	58
3.5.2 浮点乘除运算	59
3.6 定点运算器	60
3.6.1 运算器的基本结构	60
3.6.2 运算器的组成	62
习题	63
第 4 章 控制器	64
4.1 控制器的功能和基本组成	64
4.1.1 控制器的功能	64

4.1.2 控制器的组成	65
4.1.3 指令的执行过程	66
4.1.4 控制器的控制方式	67
4.2 微程序控制器	68
4.2.1 微程序控制器的基本概念	68
4.2.2 微程序控制器的组成及工作原理	69
4.2.3 微程序控制的实现原理	70
4.3 微程序设计技术	74
4.3.1 微指令的编码方法	74
4.3.2 微指令地址的形成	75
4.3.3 微指令格式	77
4.3.4 微程序控制存储器及操作	77
4.4 组合逻辑控制器简介	78
习题	79
第5章 Intel 80X86 微处理器	80
5.1 中央处理器的功能和组成	80
5.1.1 中央处理器 (CPU) 的功能	80
5.1.2 中央处理器 (CPU) 的组成	80
5.2 8086 的内部结构	81
5.2.1 总线接口部件 BIU (Bus Interface Unit)	82
5.2.2 执行部件 EU (Execution Unit)	84
5.2.3 BIU 和 EU 的动作管理	86
5.3 8086 的引脚信号和工作模式	87
5.3.1 最大模式和最小模式的概念	87
5.3.2 8086 的引脚信号和功能	87
5.3.3 最小模式	89
5.3.4 最大模式	92
5.3.5 系统的复位和启动操作	94
5.4 8086 CPU 的操作时序	95
5.4.1 时钟周期、指令周期和总线周期	95
5.4.2 最小模式下的总线读周期	96
5.4.3 最小模式下的总线写周期	97
5.4.4 最大模式下的总线读周期	98
5.4.5 最大模式下的总线写周期	99
5.4.6 总线空操作	100
5.4.7 最小模式下的总线保持	100

5.4.8 最大模式下的总线请求/允许	101
5.5 80286 微处理器	101
5.5.1 80286 的组成	102
5.5.2 80286 引脚功能	104
5.6 80386 微处理器	106
5.6.1 80386 的组成	106
5.6.2 80386 的引脚功能	109
5.7 80486 微处理器	111
5.7.1 80486 的组成	112
5.7.2 80486 的引脚功能说明	112
5.8 Pentium 微处理器	114
5.8.1 Pentium 的结构	114
5.8.2 Pentium 的内部寄存器	115
5.8.3 Pentium 的工作模式	115
习题	116
第 6 章 存储系统	117
6.1 存储系统概述	117
6.1.1 存储器的分类	117
6.1.2 存储系统的层次结构	119
6.1.3 存储器的基本组成	120
6.2 半导体静态随机存储器	121
6.2.1 静态存储器的工作原理	121
6.2.2 静态 RAM 结构	122
6.2.3 静态 RAM 实例	125
6.2.4 RAM 与 CPU 的连接	126
6.3 半导体动态随机存储器	130
6.3.1 动态 RAM 的工作原理	130
6.3.2 动态 RAM 实例	132
6.3.3 动态存储器与 CPU 的连接	133
6.3.4 动态 RAM 控制器及其应用	134
6.4 存储器的工作时序	136
6.4.1 存储器对读 / 写周期的时序要求	136
6.4.2 8086 对存储器的读写时序	137
6.5 只读存储器 (ROM)	138
6.5.1 掩膜型 ROM (Read Only Memory)	138
6.5.2 可编程 ROM——PROM (Programmable ROM)	140

6.5.3 可擦除可编程 ROM——EPROM (Erasable PROM)	140
6.5.4 电可擦除可编程 ROM—E ² PROM(Electrically Erasable Programmable ROM)...	142
习题	143
第 7 章 80X86 的寻址方式和指令系统	145
7.1 概 述	145
7.1.1 指令及指令系统概念	145
7.1.2 机器指令和汇编指令格式	145
7.2 8086 的寻址方式	151
7.2.1 立即寻址 (Immediate Addressing)	151
7.2.2 直接寻址 (Direct Addressing)	151
7.2.3 寄存器寻址 (Register Addressing)	152
7.2.4 寄存器间接寻址 (Register Indirect Addressing)	152
7.2.5 寄存器相对寻址 (Register Relative Addressing)	152
7.2.6 基址变址寻址 (Based Indexed Addressing)	153
7.2.7 相对基址变址寻址 (Relative Based Indexed Addressing)	153
7.2.8 程序转移寻址	153
7.3 8086 指令系统	154
7.3.1 传送类指令	154
7.3.2 算术运算类指令	156
7.3.3 位处理类指令	157
7.3.4 串处理指令	158
7.3.5 程序控制转移类指令	159
7.3.6 处理器控制类指令	160
7.4 80486 新增指令	161
习题	163
第 8 章 输入输出系统及接口	165
8.1 接口电路概述	165
8.1.1 接口基本概念	165
8.1.2 接口电路的功能	166
8.1.3 接口信号	167
8.2 输入输出端口	168
8.2.1 输入输出端口的概念	168
8.2.2 输入输出端口的编址方式	169
8.2.3 输入输出端口的地址译码	170
8.2.4 8086 I/O 端口的指令操作	172

8.3 输入输出的数据传送方式	173
8.3.1 程序直接控制传送方式	173
8.3.2 中断传送方式	178
8.3.3 DMA (直接存储器存取) 方式	179
8.3.4 I/O 处理器方式	180
习题	182
第9章 中断系统及 DMA 系统	183
9.1 中断的概念	183
9.1.1 中断的基本概念	183
9.1.2 中断源类型	185
9.1.3 中断优先排队 (优先权)	186
9.2 中断响应和中断处理	189
9.2.1 中断响应	189
9.2.2 中断处理	191
9.2.3 中断控制逻辑	195
9.3 8086 中断系统	196
9.3.1 8086 的中断分类	197
9.3.2 中断向量和中断向量表	198
9.3.3 8086 硬件中断的响应时序	199
9.3.4 软件中断	201
9.4 直接存储器存取方式 (DMA 方式)	202
9.4.1 DMA 传送原理	202
9.4.2 DMA 接口	203
9.4.3 DMA 控制器功能	204
9.4.4 DMA 操作的基本方法	204
9.4.5 DMA 的数据传送方式	205
9.4.6 DMA 控制传送过程	206
习题	207
第10章 串、并行通信及接口电路	209
10.1 通信的概念	209
10.1.1 通信的一般概念	209
10.1.2 并行通信	209
10.1.3 串行通信	211
10.2 可编程并行通信接口 8255A	215
10.2.1 8255A 的内部结构	215

10.2.2 8255A 的芯片引脚信号	216
10.2.3 8255A 的控制字	217
10.2.4 8255A 的工作方式	220
10.2.5 8255A 的应用举例	225
10.3 串行通信和串行接口	228
10.3.1 串行通信接口电路的功能	228
10.3.2 串行通信接口电路的结构	230
10.4 计数器 / 定时器	231
10.4.1 计数器 / 定时器概述	231
10.4.2 可编程计数器/定时器 8253	232
习题	241
附录 A 8086/8088 指令系统查阅表	244
附录 B 指令对标志位的影响	253

第 1 章 计算机系统概论

电子计算机是现代社会最有价值的工具之一，它的出现极大地推动了人类社会的发展。计算机的发展水平，已经成为衡量一个国家现代文明的重要标志。在现代社会中，计算机已深入到人们工作、学习与生活的各个方面，计算机的操作使用，已成为各行各业的技术人员、管理人员必备的基本技能和基本素质。

计算机具有计算、模拟、分析问题、操纵机器、处理问题等能力，被看做是人类大脑的延伸，尤其是微型机又具有体积小、重量轻的特点，可作为各种系统、设备的控制中枢，所以它常被人们俗称为“电脑”。

1.1 计算机的发展

在公元 10 世纪，中国人发明了早期的计算工具——算盘，它采用十进制运算，是纯数字计算工具，至今仍流传于世界各地。17 世纪出现了计算尺。随后，各种机械式、机电式、电动式计算仪器不断出现。1642 年，法国科学家巴斯卡尔（B. Pascal）发明了能实现十进制加减运算的机械式计算机；20 世纪 40 年代，德国工程师楚译（Konrad Zuse）采用继电器制造了机电式程控计算机。这些计算机的出现，为电子数字计算机的发展奠定了基础。

1.1.1 电子数字计算机的发展

电子数字计算机简称电子计算机。世界上第一台电子数字计算机是 1946 年问世的，它由美国宾夕法尼亚大学研制，被命名为 ENIAC（Electronic Numerical Integrator And Computer——电子数字积分计算机）。当时正处在第二次世界大战期间，为了解决许多复杂的弹道计算问题，在美国陆军部的资助下开始了这项研究工作，领导研制的是埃克特（J. P. Eckert）和莫克利（J. W. Mauchly）。ENIAC 于 1945 年底完成，1946 年 2 月正式交付使用，因为它是最早问世的一台电子数字计算机，所以一般认为它是现代计算机的始祖。

ENIAC 共用 18000 多个电子管，1500 个继电器，重达 30 吨，占地 170m²，耗电 140 kW，每分钟能计算 5000 次加法。ENIAC 存在两个主要缺点，一是存储容量太小，只能存 20 个字长为 10 位的十进制数；二是用线路连接的方法来编排程序，因此每次解题都要依靠人工改接线路，使用不方便。

在 ENIAC 研制的同时，冯·诺依曼（Von Neumann）与莫尔小组合作研制了 EDVAC 计算机，在这台计算机中，确定了计算机的五个基本部件，采用了存储程序方案，这种结构的计算机称为冯·诺依曼结构。

冯·诺依曼计算机具有如下基本特点：

- （1）计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备五大部件构成。

- (2) 采用存储程序的方式, 将程序和数据放在同一存储器中参加运算。
- (3) 采用二进制码表示数据和指令。
- (4) 指令由操作码和地址码组成。
- (5) 以运算器为中心, 输入输出设备与存储器间的数据传送都通过运算器。

冯·诺依曼思想被看做是计算机发展史上的里程碑。随着技术的发展, 计算机系统结构有了很大发展, 对冯·诺依曼计算机作了很多改革, 但原则变化不大, 基本组成仍属冯·诺依曼结构。

近几十年来, 电子计算机技术高速发展, 一般根据其所采用的物理器件, 把电子计算机分成四代。

第一代: 电子管计算机时代, 约在 1946 年至 1958 年, 其主要特点是采用电子管作为基本器件, 用磁鼓、延时线存储信息, 编制程序主要使用机器语言, 符号语言开始使用。这一代计算机主要用于科技计算。如 1954 年由美国 IBM 公司推出的 IBM 650 小型机是第一代计算机中行销最广的计算机, 销售量超过 1000 台。1958 年 11 月问世的 IBM 709 大型机, 是 IBM 公司性能最高的最后一个电子管计算机产品。

第二代: 晶体管计算机时代, 约从 1958 年至 1964 年, 其主要特点是采用晶体管作为基本器件, 所以缩小了体积、降低了功耗、提高了速度和可靠性, 并采用磁芯存储信息。软件方面出现了高级语言, 如 ALGOL、FORTRAN。这一代计算机除进行科学计算外, 在数据处理方面得到了广泛应用, 而且开始用于过程控制。如 1960 年控制数据公司 (CDC) 开始研制高速大型计算机系统 CDC 6600, 并于 1964 年完成, 该公司当时在生产科学计算高速大型机方面处于领先地位。1969 年 1 月大型机 CDC 7600 研制成功, 平均速度达到每秒千万次浮点运算, 成为 20 世纪 60 年代末性能最高的计算机。

第三代: 集成电路计算机时代, 约从 1964 年至 1971 年, 这一时代的计算机采用中小规模集成电路作为基本器件, 因此功耗、体积、价格进一步下降, 速度和可靠性相应提高, 在存储设备方面仍采用磁芯存储器。在软件上, 操作系统得到进一步发展与普及, 使计算机的使用更方便了。IBM360 系统是最早采用集成电路的通用计算机, 也是影响最大的第三代计算机, 其平均运算速度达百万次, 且走向通用化、系列化、标准化。

第四代: 大规模集成电路计算机时代, 约从 1972 年至今, 这一时代的计算机采用大规模集成电路和超大规模集成电路作为基本器件。20 世纪 70 年代初, 半导体存储器问世, 迅速取代了磁芯存储器, 并不断向大容量、高速度发展。此后存储芯片集成度大体上每三年翻两番, 价格平均每年下降 30%。在软件方面出现了与硬件相结合的趋势。

目前用器件划分计算机时代的方法已遇到问题, 新一代计算机涉及系统结构、材料、人工智能、神经网络众多领域, 很难再以器件作为划分时代的标准了。

1981 年日本政府提出了发展第五代计算机的十年计划, 突破了冯·诺依曼结构原理, 其目标是实现智能计算机, 但没有取得预期的结果。美国也有多家公司推出了智能计算机。一般要求智能计算机具有下列功能:

- (1) 智能接口功能。能自动识别自然语言、图形、图像, 即有语音识别、视觉、感知、理解功能。
- (2) 解题推理功能。根据自身存储的知识进行推理, 具有问题求解和学习的功能。
- (3) 知识库管理功能。要求能完成知识获取、检索和更新等功能。

随着大规模集成电路的迅速发展, 计算机进入了大发展时期, 通用机、巨型机、小型机、微型机、工作站都得到了发展。

1.1.2 微型计算机的发展

微型计算机是电子计算机技术和大规模集成电路工艺技术的结晶, 它的出现和发展是和大规模集成电路工艺技术的迅速发展分不开的。微型计算机指采用超大规模集成电路, 体积小、重量轻、功能强、耗电少的计算机系统。

微型机的发展是以微处理器的发展为表征的, 以微处理器为中心的微型机是电子计算机的第四代产品。微处理器自 1971 年诞生以来, 发展迅猛, 每 2~3 年就更换一代, 微处理器的发展过程可分为五代。

1971 年, Intel 公司研制成功世界上第一片微处理器芯片 4004, 并推出由它组成的 MCS-4 微型计算机。4004 是 4 位微处理器芯片, 采用 PMOS 工艺, 在一块 $0.297 \times 0.404 \text{ cm}^2$ 硅片上集成了 2250 个晶体管指令, 执行速度为 0.06MIPS (Million's of Instruction Per Second——每秒执行百万条指令), 工作时钟不到 1MHz。1972 年 Intel 公司推出了 8 位微处理器 8008 及 MCS-8 微型机, 8008 是第一片通用的 8 位微处理器。4004 和 8008 是这个时期的代表产品, 称为第一代微处理器。第一代微处理器的特点是采用 PMOS 工艺, 速度较低, 指令系统简单, 运算功能差。

1973 年, Intel 公司研制成功了性能更好的 8 位微处理器 8080, 加快了微处理器和微型机的发展。这一时期, 具有代表性的 8 位微处理器还有 Zilog 公司生产的 Z80, Motorola 公司生产的 M6800, MCS 公司生产的 6501 和 6502。这些高性能的 8 位微处理器是第二代微处理器的代表产品。第二代微处理器采用 NMOS 工艺, 除了集成度有了提高外, 性能也有明显改进, 运算速度约提高了一个数量级, 指令寻址方式增至 10 种以上, 基本指令可达一百多条。1976 年, Intel 公司又推出了与 8080 兼容的 8085 微处理器, 使当时的世界微处理器市场形成了由 Intel 8080、8085, Zilog 的 Z80, Motorola 的 M6800 三足鼎立的局面。

1978 年, Intel 公司推出了新一代 16 位微处理器 Intel 8086, 成为 80X86 的第一个成员, 这标志着微处理器和微型机的发展进入了第三代。该微处理器集成了 29000 多个晶体管, 指令执行速度达 0.75MIPS, 工作时钟频率为 4~8MHz。随后, Zilog 公司生产了 16 位微处理器 Z8000, Motorola 公司生产了 M68000。16 位微处理器比 8 位微处理器有更大的寻址空间、更强的运算能力、更快的处理速度。1982 年, 增强型 16 位微处理器 Intel 80286 出现, 该芯片集成 13.4 万个晶体管, 工作时钟为 8~10MHz, 指令平均执行速度为 1.5MIPS。同年 Motorola 公司推出了 M68010。第三代微处理器采用 HMOS 高密度集成半导体工艺技术。这类微处理器具有丰富的指令系统, 采用多级中断系统, 具有多种寻址方式。

1985 年, Intel 公司推出了第四代微处理器 80386, 它是 80X86 系列的第一个 32 位微处理器, 该芯片集成 27.5 万个晶体管, 工作时钟频率达 16~40MHz, 指令平均执行速度 5MIPS。同期的 32 位微处理器还有 Motorola 的 M68020, NEC 的 V70 等。1989 年高档的

32 位微处理器 Intel 80486 推出, 该芯片集成 120 万个晶体管, 工作时钟频率达 50~100MHz, 指令平均执行速度 40MIPS, 同期 Motorola 推出 M68030、M68040, NEC 推出 V80 等。第四代微处理器采用流水线控制, 具有面向高级语言的系统结构, 有支持高级调度和调试以及开发系统用的专用指令。

1993 年 Intel 公司推出了第五代 64 位微处理器 Pentium (奔腾), 即 80586。该芯片集成了 315 万个晶体管, 工作时钟频率达 66~200MHz, 指令平均执行速度 112MIPS。1995 年 Intel 公司又推出了性能更高的新产品 Pentium Pro, 同期还有 IBM、Apple 和 Motorola 三家联盟的 Power PC, AMD 公司的 K5, Cyrix 公司的 6X86 (M1) 等。1997 年 Intel 公司推出了 Pentium II (奔腾二代)、AMD 公司推出 K6, Cyrix 公司推出 6X86MX (M2) 微处理器。这一阶段微处理器市场上形成了 Intel、AMD、Cyrix 三足鼎立的状态, 微处理器工作时钟频率达 266~450 MHz。1999 年 Intel 公司进一步推出性能更高的微处理器 Pentium III (奔腾三代), 工作时钟频率达 500~750MHz。第五代微处理器采用一些最新设计技术, 如双执行部件、超标量体系结构、集成的浮点部件、高速缓存、多媒体增强指令集 (MMX) 等, 采用先进的 0.25~0.13 μm 生产工艺技术。

微型计算机的发展历程, 实际上是微处理器从低级到高级、从简单到复杂的发展过程。通过体系结构和制造工艺的改进, 微处理器的集成度不断提高, 运算速度迅速提高, 功能越来越复杂, 成本越来越低。计算机技术的迅速发展, 极大地推动了计算机的普及和应用。

1.2 计算机的分类及应用

1.2.1 计算机的分类

计算机的种类繁多, 根据不同的分类方式, 有多种分类方法。下面从几个方面进行分类。

1. 按信息的表示形式和处理方式分类

按信息的表示形式和处理方式分为数字计算机、模拟计算机、数字模拟混合计算机。

数字计算机所处理的信息是离散的、数字化的。其特点是解题精度高、信息便于存储、通用性强、具有逻辑功能。通常所说的计算机都指的是数字计算机。模拟计算机所处理的信息是连续变化的模拟量, 如电压、电流, 其运算部件是一些电子线路。模拟计算机运算速度快, 但精度不高、难于存储信息、使用也不方便, 主要用于实时控制等专用场合。混合计算机处理的信息既有数字量又有模拟量, 取数字计算机和模拟计算机之长, 既能快速运算又便于存储。但这种计算机结构复杂、设计难度大、造价高, 一般只用在专用场合。

2. 按用途分类

按计算机的用途可分为通用计算机和专用计算机。

通用计算机按一定标准配置存储容量、外围设备、系统软件、通用接口等，并形成系列。这种计算机功能齐全、通用性强。一般所讲的计算机都是通用计算机。专用计算机是为某些特定的问题专门设计的计算机。其功能单一、可靠性高，作为军事、工业控制等方面的专用设备。

3. 按计算机的规模分类

按计算机的规模可分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机。

这种划分综合了计算机的运算速度、字长、存储容量、输入输出能力、价格等多方面指标。一般巨型机、大型机结构复杂、运算速度快、系统功能强、有丰富的外部设备和通信接口、价格昂贵。但随着计算机性能的发展变化，这种划分标准也逐渐失去了意义，例如现在的高档微机，在性能、速度等多方面已远远超出了过去的大、中型机。

1.2.2 微型机的分类

在微型机中，又可根据其他指标进行分类。

1. 按微处理器的位数分类

按微处理器的位数分为 8 位机、16 位机、32 位机、64 位机，即分别以 8 位、16 位、32 位、64 位处理器为核心的微型计算机。

2. 按组装形式和系统规模分类

按组装形式和系统规模可分为单片机、单板机、个人计算机（PC 机）。

单片机是将微型机的主要部件集成在一片大规模集成电路芯片上形成的计算机。如将微处理器、存储器、输入输出接口等集成在一个芯片上，使它具有完整的微型机功能。单片机具有体积小、可靠性高、成本低等特点，广泛应用于智能仪器、仪表、家用电器、工业控制等领域。

单板机是将微处理器、存储器、输入输出接口、简单外设等部件安装在一块印刷电路板上构成的计算机。单板机具有结构紧凑、使用简单、成本低等特点，常应用于工业控制和实验教学等领域。

PC 机是将一块主机板（包括微处理器、内存储器、输入输出接口等芯片）和若干接口卡、外部存储器、电源等部件组装在一个机箱内，并配置显示器、键盘等外部设备和系统软件构成的计算机系统。PC 机具有功能强、配置灵活、软件丰富、使用方便等特点，是最普及的微型计算机。

1.2.3 计算机的应用

计算机的应用非常广泛，已经深入到生产、科研、生活、管理等各个领域。下面从几个方面进行概括介绍。

1. 科学计算

科学计算一直是电子计算机的重要应用领域之一，例如在天文学、空气动力学、核物理学等领域中，都需要依靠计算机进行复杂的运算。在军事上，导弹的发射及飞行轨道的