

21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材

32位微型计算机 原理·接口技术及其应用(第2版)

史新福 冯萍 主编



清华大学出版社

内 容 简 介

本书根据教育部理工科计算机基础教育中的计算机硬件知识的要求, 主要介绍计算机基本知识, 32 位微型计算机的基本组成、体系结构、指令系统、汇编语言、程序设计及与高级语言交叉调用, 存储器的组成, 输入/输出, 中断系统, 总线概念及常用总线, 接口芯片, 常用外围设备以及 A/D 和 D/A 转换, 并着重对硬件功能、工作原理、接口电路、软件设计方法以及应用方面的有关知识做了较详细的阐述。全书共分 12 章, 每章末配有习题与思考题。

本书可作为本科生和研究生的课程教材, 也可作为工程技术人员的参考资料。参考学时为 60 学时, 实验为 24 学时, 共 84 学时。使用者可以根据实际情况及学时数量对内容进行取舍。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

32 位微型计算机原理·接口技术及其应用/史新福, 冯萍主编. —2 版. —北京: 清华大学出版社, 2007.1

(21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材)

ISBN 978-7-302-13403-9

I. 3… II. ①史… ②冯… 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. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 078059 号

责任编辑: 丁 岭

责任校对: 梁 毅

责任印制: 杜 波

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机: 010-62770175 邮购热线: 010-62786544

投稿咨询: 010-62772015 客户服务: 010-62776969

印 装 者: 北京国马印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 30 字 数: 710 千字

版 次: 2007 年 1 月第 2 版 印 次: 2007 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 39.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770177 转 3103 产品编号: 022094-01

读者意见反馈

亲爱的读者：

感谢您一直以来对清华版计算机教材的支持和爱护。为了今后为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间来填写下面的意见反馈表，以便我们更好地对本教材做进一步改进。同时如果您在使用本教材的过程中遇到了什么问题，或者有什么好的建议，也请您来信告诉我们。

地址：北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 602 室 计算机与信息分社营销室 收

邮编：100084

电子邮箱：jsjc@tup.tsinghua.edu.cn

电话：010-62770175-4608/4409

邮购电话：010-62786544

教材名称：32 位微型计算机原理·接口技术及其应用（第 2 版）

ISBN：978-7-302-13403-9

个人资料

姓名：_____ 年龄：_____ 所在院校/专业：_____

文化程度：_____ 通信地址：_____

联系电话：_____ 电子信箱：_____

您使用本书是作为：☐ 指定教材 ☐ 选用教材 ☐ 辅导教材 ☐ 自学教材

您对本书封面设计的满意度：

☐ 很满意 ☐ 满意 ☐ 一般 ☐ 不满意 改进建议_____

您对本书印刷质量的满意度：

☐ 很满意 ☐ 满意 ☐ 一般 ☐ 不满意 改进建议_____

您对本书的总体满意度：

从语言质量角度看 ☐ 很满意 ☐ 满意 ☐ 一般 ☐ 不满意

从科技含量角度看 ☐ 很满意 ☐ 满意 ☐ 一般 ☐ 不满意

本书最令您满意的是：

☐ 指导明确 ☐ 内容充实 ☐ 讲解详尽 ☐ 实例丰富

您认为本书在哪些地方应进行修改？（可附页）

您希望本书在哪些方面进行改进？（可附页）

电子教案支持

敬爱的教师：

为了配合本课程的教学需要，本教材配有配套的电子教案（素材），有需求的教师可以与我们联系，我们将向使用本教材进行教学的教师免费赠送电子教案（素材），希望有助于教学活动的开展。相关信息请拨打电话 010-62776969 或发送电子邮件至 jsjc@tup.tsinghua.edu.cn 咨询，也可以到清华大学出版社主页（<http://www.tup.com.cn> 或 <http://www.tup.tsinghua.edu.cn>）上查询。

出版说明

随着我国高等教育规模的扩大以及产业结构调整的不断深入，社会对高层次应用型人才的需求将更加迫切。各地高校紧密结合地方经济建设发展需要，科学运用市场调节机制，合理调整和配置教育资源，在改革和改造传统学科专业的基础上，加强工程型和应用型学科专业建设，积极设置主要面向地方支柱产业、高新技术产业、服务业的工程型和应用型学科专业，积极为地方经济建设输送各类应用型人才。各高校加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的力度，从而实现传统学科专业向工程型和应用型学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时，不断更新教学内容，改革课程体系，使工程型和应用型学科专业教育与经济建设相适应。计算机课程教学在从传统学科向工程型和应用型学科转变中起着至关重要的作用，工程型和应用型学科专业中的计算机课程设置、内容体系和教学手段及方法等也具有不同于传统学科的鲜明特点。

为了配合高校工程型和应用型学科专业的建设和发展，急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平计算机课程教材。目前，工程型和应用型学科专业计算机课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践，如现有的计算机教材中有不少内容陈旧（依然用传统专业计算机教材代替工程型和应用型学科专业教材），重理论、轻实践，不能满足新的教学计划、课程设置的需要；一些课程的教材可供选择的品种太少；一些基础课的教材虽然品种较多，但低水平重复严重；有些教材内容庞杂，书越编越厚；专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺，等等，都不利于学生能力的提高和素质的培养。为此，在教育部相关教学指导委员会专家的指导和帮助下，清华大学出版社组织出版本系列教材，以满足工程型和应用型学科专业计算机课程教学的需要。本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

（1）面向工程型与应用型学科专业，强调计算机在各专业中的应用。教材内容坚持基本理论适度，反映基本理论和原理的综合应用，强调实践和应用环节。

（2）反映教学需要，促进教学发展。教材规划以新的工程型和应用型专业目录为依据。教材要适应多样化的教学需要，正确把握教学内容和课程体系的改革方向，在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养，为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

（3）实施精品战略，突出重点，保证质量。规划教材建设仍然把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上；特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版，逐步形成精品教材；提倡并鼓励编写体现工程型和应用型专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本, 合理配套。基础课和专业基础课教材要配套, 同一门课程可以有多种具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化, 基本教材与辅助教材、教学参考书, 文字教材与软件教材的关系, 实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家, 择优选用。在制订教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时, 要引入竞争机制, 通过申报、评审确定主编。书稿完成后要认真实行审稿程序, 确保出书质量。

繁荣教材出版事业, 提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量和建设力度, 希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材编委会

联系人: 丁岭 dingl@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

计算机技术在不断地发展,计算机的应用也在不断地普及和深入。“微机原理及应用”、“微机原理与接口技术”、“微型计算机软硬件及其应用”等相近课程的教材已经历了8位机、16位机,自然也应转变到32位机上来了。

为了满足教学需要,我们编写了《32位微型计算机原理·接口技术及其应用》一书,主要讲述80486等微处理器的组成原理、体系结构、接口技术及应用的有关内容。考虑到学生对计算机知识学习的连续性,第1章简要讲述计算机的基本原理;在第4章介绍高级语言与汇编语言的交叉调用,使在学习该门课程时能把前期学习高级语言的有关知识应用上;书中还增添了同类教材涉及不多的,而且是计算机应用和使用中所必须具备的总线、常用外围设备等内容。本教材主要对象是非计算机专业的学生,其核心是应用。为了更好地应用计算机,还必须让学生掌握好有关的软件和硬件知识。另外,考虑到32位机和16位机是向上兼容的,以及当前各大、专院校普遍使用的16位微机实验设备,所以,保留了部分有关8086的内容。

全书共分12章。第1章“绪论”,简要介绍有关计算机的基本知识,微型计算机的产生与发展,微型计算机的特点、基本结构。第2章“Intel 32位微处理器”,主要介绍Intel 32位微处理器的基本结构、工作方式、各组成部分及有关功能等。第3章“80x86寻址方式和指令系统”,对32位机在16位模式或32位模式中工作的寻址方式及操作都做了较详细的阐述,同时列举了一些程序,以帮助读者深入理解其指令的功能。第4章“汇编语言、程序设计及其与高级语言调用”,论述了汇编语言源程序的设计方法,常用的伪指令格式,以及汇编语言程序和高级语言程序的相互调用。第5章“内存储器及其管理”,论述了存储器的组成及工作原理等。第6章“微型计算机的输入/输出”,论述了计算机输入/输出的概念、方式。第7章“中断”,主要描述中断的概念、中断的类别、中断的过程以及如何完成多任务等。第8章“总线技术”,主要描述总线的有关概念、总线的类别及功能、常用总线的有关规范等。第9章“可编程接口芯片及其与微处理器的接口”,主要介绍了常用并行和串行接口芯片的结构及其与微处理器接口方式和编程。第10章“常用外围设备及人机接口”,主要介绍计算机常用外围设备的工作原理以及有关多媒体计算机的概念。第11章“数/模转换器和模/数转换器及其与微处理器的接口技术”,主要讲述数模转换器和模数转换器的一般工作原理,重点介绍与微处理器的接口技术及其编程。第12章“微型计算机的应用”,简要介绍有关计算机应用的情况及应用中的主要技术问题,并通过一些实例说明计算机应用情况等。

本书每章都配有习题与思考题,同时,我们还编写了和该书相配套的“微型计算机原理及应用”导教·导学·导考的“三导”辅导教材,制作了PPT教案、电子教材、试

题库、习题库,建立了课程学习网站,以便帮助读者理解和掌握有关内容。

本书共12章,其中第1章、第6章、第7章和第8章由史新福、孔庆芸编写,第9章、第11章和第12章由史新福、刘君瑞编写,第2~5章由冯萍编写,第10章由秦晓红编写,全书由史新福统稿。

本书第二版根据教育部有关文件精神修订了部分内容,并按国标重绘了插图。

由于水平所限,书中难免有谬误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2006年6月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 概述	1
1.1.1 微型计算机的发展概况	1
1.1.2 微型计算机的特点和分类	3
1.1.3 微处理器的字长	4
1.2 运算基础	4
1.2.1 进位计数制及其相互转换	4
1.2.2 二进制数的运算规则	8
1.2.3 计算机中的四则运算	9
1.2.4 计算机中带符号数的表示方法	10
1.2.5 计算机中数的小数点表示方法	14
1.2.6 二进制编码	15
1.2.7 逻辑运算与基本逻辑电路	17
1.3 微型计算机的基本结构	20
1.3.1 微型计算机的总体结构	20
1.3.2 微处理器的基本结构	23
1.3.3 微型计算机(微机)的工作过程	29
1.3.4 一个程序工作的例子	30
习题与思考题	35
第 2 章 Intel 32 位微处理器	37
2.1 微处理器的基本结构	37
2.1.1 微处理器的内部基本结构	37
2.1.2 微处理器的外部基本引脚	41
2.1.3 80x86 微处理器的主要逻辑结构	46
2.2 80x86 微处理器寄存器结构	52
2.2.1 通用寄存器	53
2.2.2 段寄存器	53
2.2.3 专用寄存器	54
2.2.4 系统地址寄存器	56

2.2.5	控制寄存器	57
2.2.6	测试寄存器	59
2.2.7	调试寄存器	59
2.3	微处理器的工作方式	59
2.3.1	实地址方式	59
2.3.2	虚拟 8086 方式	61
2.3.3	保护方式	61
2.3.4	3 种工作方式的状态转换	62
2.3.5	系统管理方式(SMM)	63
2.4	指令流水线操作	63
2.5	高速缓存	65
2.5.1	高速缓存结构	65
2.5.2	高速缓存的操作	66
2.5.3	高速缓存的清洗	68
2.5.4	二级高速缓存	68
	习题与思考题	68
第 3 章	80x86 寻址方式和指令系统	70
3.1	80x86 寻址方式	70
3.1.1	数据寻址方式	70
3.1.2	程序地址寻址方式	77
3.1.3	堆栈地址寻址	80
3.2	80x86 指令格式	81
3.2.1	80x86 指令编码格式	81
3.2.2	80x86 指令格式	82
3.3	80x86 指令系统	83
3.3.1	数据传送指令	83
3.3.2	算术运算指令	88
3.3.3	逻辑运算指令	94
3.3.4	控制转移类指令	101
3.3.5	串操作指令	106
3.3.6	输入/输出指令	110
3.3.7	处理器控制	111
3.3.8	中断指令与 DOS 功能调用	112
	习题与思考题	115
第 4 章	汇编语言、程序设计及其与高级语言调用	117
4.1	汇编语言	117

4.1.1	汇编语言格式	117
4.1.2	简化的段定义伪指令	118
4.1.3	完整段定义伪指令	118
4.1.4	常用伪指令	120
4.2	分支程序设计	121
4.2.1	简单分支程序	121
4.2.2	复杂分支程序	122
4.3	循环程序设计	123
4.3.1	单重循环程序	123
4.3.2	多重循环程序	125
4.4	控制汇编语言程序语句	126
4.4.1	IF 语句	126
4.4.2	DO-WHILE 语句	127
4.4.3	REPEAT-UNTIL 语句	128
4.5	子程序设计	129
4.5.1	过程定义	129
4.5.2	调用指令	129
4.5.3	堆栈帧指令	131
4.5.4	子程序设计	132
4.6	汇编语言与高级语言的接口	135
4.6.1	C 语言调用协议	135
4.6.2	内存模式和段的约定	136
4.6.3	数据类型与结果返回	136
4.6.4	PASCAL 语言调用协议	137
4.6.5	MASM 调用高级语言	137
4.6.6	调用举例	138
4.7	汇编语言程序上机过程	139
	习题与思考题	140

第 5 章 内存存储器及其管理 141

5.1	存储器概述	141
5.1.1	微型计算机中存储器的类型	141
5.1.2	半导体存储器的性能指标	142
5.1.3	存储原理	143
5.1.4	地址译码	143
5.2	微型计算机内存存储器组成	144
5.2.1	32 位存储器的组成与多字节访问	144
5.2.2	存储器多级结构	145

*5.2.3 主存储器读写时序	146
5.3 存储器扩展技术	148
5.3.1 存储器芯片引脚的连接	148
5.3.2 存储容量的字扩展	148
5.3.3 存储容量的位扩展	153
5.3.4 存储容量的体扩展	153
5.3.5 主存储器与微处理器的连接	154
5.4 内存储器分段管理	155
5.4.1 内存分段的基本思想	155
5.4.2 描述符	155
5.4.3 描述符表	158
5.4.4 描述符表的项目分类	162
5.4.5 段地址转换	163
5.4.6 虚拟空间	164
5.4.7 段间保护	164
5.5 内存分页管理	165
5.5.1 内存分页的基本思想	165
5.5.2 内存分页管理	166
5.6 地址变换过程	169
习题与思考题	170
第6章 微型计算机的输入/输出	171
6.1 CPU 与外设通信的特点	171
6.1.1 接口的用途	171
6.1.2 I/O 端口的寻址方式	171
6.1.3 I/O 端口地址的形成	172
6.2 输入/输出方式	173
6.2.1 程序控制传送方式	173
6.2.2 中断控制传送方式	173
6.2.3 直接存储器存取方式——DMA 方式	174
6.2.4 I/O 处理机方式	174
6.3 CPU 与外设通信的接口	174
6.3.1 同步传送方式与接口	174
6.3.2 异步查询方式与接口	176
6.3.3 查询方式应用举例	178
6.4 可用于输入/输出接口的 8212 芯片	179
6.4.1 用于输入接口的 8212 芯片	180
6.4.2 用于输出接口的 8212 芯片	181

6.4.3 将 8212 芯片作为双向总线驱动器	181
6.5 DMA 传送方式与 DMA 控制器 8237A	181
6.5.1 8237A 的基本功能和结构	182
6.5.2 8237A 的工作方式	185
6.5.3 8237A 的寄存器组与编程	187
习题与思考题	194
第 7 章 中断	195
7.1 中断与中断控制	195
7.1.1 中断的概念	195
7.1.2 中断源与中断分类	195
7.1.3 基本中断控制方式	196
7.1.4 中断判决与控制	197
7.1.5 80x86 中断	198
7.2 可编程中断控制器 8259A	204
7.2.1 8259A 的内部结构及管脚分配	204
7.2.2 8259A 的中断管理方式	206
7.2.3 8259A 的编程	208
7.2.4 8259A 的应用举例	212
7.3 中断向量表的建立方法	215
7.3.1 绝对地址置入法	215
7.3.2 使用串指令装入法	216
7.3.3 使用 DOS 调用法	216
7.3.4 直接接入法	218
7.4 CPU 的中断处理顺序	218
习题与思考题	219
第 8 章 总线技术	220
8.1 概述	220
8.1.1 总结规范的基本内容	220
8.1.2 总线分类	221
8.1.3 采用标准总线的优点	222
8.1.4 总线数据传输	222
8.1.5 现代总线发展	226
8.1.6 流行总线的性能比较	227
8.2 局部总线	230
8.2.1 IBM PC 总线结构	230
8.2.2 ISA 工业标准总线	230

8.2.3	MCA 微通道结构总线	233
8.2.4	EISA 扩展的工业标准结构总线	234
8.2.5	VL 总线	234
8.2.6	PCI 总线	235
8.3	系统总线	236
8.3.1	目前常用的系统总线简介	236
8.3.2	MULTI bus I 的功能规范	238
8.3.3	STD 总线	242
8.4	通信总线	244
8.4.1	IEEE 488 总线	244
8.4.2	VXI 总线	246
8.4.3	SCSI 总线	247
8.4.4	IDE 总线	249
8.4.5	Centronics 总线	250
8.4.6	RS-232C 总线	251
8.4.7	RS-423A 总线	255
8.4.8	RS-422A 总线	256
8.4.9	RS-485 总线	257
	习题与思考题	257
第9章	可编程接口芯片及其与微处理器的接口	259
9.1	可编程并行输入/输出接口芯片 8255A	259
9.1.1	8255A 的内部结构	259
9.1.2	8255A 的引脚分配	260
9.1.3	8255A 的工作方式及编程	261
9.1.4	8255A 三种工作方式的功能及应用	263
9.1.5	8255A 与 CPU 的接口	271
9.1.6	8255A 应用举例	272
9.2	可编程定时器/计数器 8254	274
9.2.1	8254 的主要功能	274
9.2.2	8254 的内部结构及引脚	275
9.2.3	8254 编程命令	277
9.2.4	8254 的工作方式	281
9.2.5	8254 在 PC 中的应用	293
9.2.6	8254 编程应用	294
9.3	可编程串行输入/输出接口芯片 8251A	297
9.3.1	串行通信概述	297
9.3.2	8251A 的内部结构	302

9.3.3	8251A 的引脚分配	304
9.3.4	8251A 的编程	306
9.3.5	8251A 的接口技术与应用举例	309
9.4	可编程 I/O 控制模块芯片 82801EB ICH5/82801ER ICH5R	312
9.4.1	内部结构及引脚分配	313
9.4.2	功能描述	315
	习题与思考题	318
第 10 章	常用外围设备及人一机接口	320
10.1	概述	320
10.1.1	外围设备的概念及一般功能	320
10.1.2	外围设备的分类	320
10.2	常用外围设备简介	321
10.2.1	输入设备	321
10.2.2	输出设备	323
10.2.3	外存设备	324
10.2.4	通信设备	327
10.2.5	其他设备	328
10.3	键盘及其接口技术	328
10.3.1	键盘的工作原理	328
10.3.2	微机与键盘的接口	333
10.3.3	BIOS 键盘缓冲区与键盘中断服务程序	336
10.4	鼠标器及其接口技术	337
10.4.1	鼠标器工作原理	337
10.4.2	鼠标器接口	338
10.5	显示器及其接口技术	340
10.5.1	CRT 显示器工作原理	340
10.5.2	CRT 显示器接口技术	341
10.5.3	显示器中断程序调用	345
10.6	打印机及其接口技术	347
10.6.1	打印机工作原理	347
10.6.2	主机与打印机的接口	350
10.6.3	打印机 I/O 功能调用	352
10.7	多媒体计算机	352
10.7.1	多媒体计算机的概念及应用	352
10.7.2	多媒体计算机的组成	353
	习题与思考题	361

第 11 章 数/模转换器和模/数转换器及其与微处理器的接口技术	362
11.1 信号转换技术	363
11.1.1 概述	363
11.1.2 几种传感器	363
11.2 数/模转换原理及接口技术	367
11.2.1 数/模转换基本原理	367
11.2.2 数/模转换器的性能参数和术语	369
11.3 数/模转换芯片及接口技术	372
11.3.1 DAC0832	373
11.3.2 DAC1210/1209/1208 系列 D/A 转换器及接口	376
11.3.3 数/模转换器芯片和微处理器的接口需要注意的问题	382
11.4 模/数转换器原理及其接口技术	383
11.4.1 A/D 转换器基本工作原理	386
11.4.2 A/D 的性能参数和术语	392
11.5 模/数转换芯片及接口技术	393
11.5.1 ADC0808/0809	393
11.5.2 模/数转换器芯片和微处理器的接口需要注意的问题	400
11.6 D/A 和 A/D 器件的选择	407
习题与思考题	408
第 12 章 微型计算机的应用	410
12.1 在辅助科学实验中的应用	410
12.2 在生物科学中的应用	411
12.3 在过程控制中的应用	412
12.3.1 中央处理机 (CPU) 和存储器	412
12.3.2 生产过程的输入/输出	414
12.3.3 人机接口	417
12.3.4 通信	418
12.3.5 编程配套装置	418
12.3.6 控制手段	418
12.4 在临床医疗仪器中的应用	421
12.5 I/O 接口与 32 位微处理器的连接	422
12.6 应用举例	423
习题与思考题	452
附录	455
参考文献	464

第 1 章

绪 论

1.1 概 述

计算机是 20 世纪的一项伟大发明，自问世以来，对国民经济和科学技术起到了巨大的推动作用。目前，人们所说的计算机主要是指电子的、数字的计算机，机械计算机已经消失，电子模拟计算机一般人很难看到，它使用在一些专用场合，而且逐渐被电子数字计算机所取代。

计算机是一种能够自动完成运算的电子装置。其所以能够自动完成运算，是因为它能够存储程序和原始数据、中间结果并计算出最终结果。存储程序和采用二进制运算奠定了冯·诺依曼结构的计算机的设计思想。无论计算机技术怎么发展，这一点是相对不变的。

显然，计算机不同于一般的计算工具（如计算器等），因为一般的计算工具离不开人的直接干预。

利用计算机不仅能够完成数学运算，而且还可以进行逻辑运算，同时还具有推理判断的能力。因此，人们又称它为“电脑”。现在，科学家们正在研究具有“思维能力”的智能计算机。随着科学技术的发展，人们对计算机能力的认识也在不断地深入。

1.1.1 微型计算机的发展概况

1946 年在美国诞生了世界上第一台电子计算机 ENIAC，该机字长为 12 位，每秒完成 5 000 次加法运算，它使用了 18 800 个电子管、70 000 个电阻、1 000 个电容、6 000 个开关，占地约为 170 m²，耗电 150 kW，重达 30 t。这个庞然大物被称作第一代电子计算机，为当今的电子计算机奠定了基础。1958—1964 年，用晶体管取代电子管，成为第二代电子计算机，它不仅大大缩小了计算机的体积，而且还降低了成本，同时将运算速度提高了近百倍。1965 年集成电路问世，形成了中、小规模集成电路构成的第三代计算机。1970 年出现了以大规模集成电路为主体的第四代计算机，这是大规模集成电路迅猛发展的产物。所谓第五代计算机，其目标主要是：采用超大规模集成电路，在系统结构上要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。

由于在一块芯片上可集成上千万个电子元件，因而使电子计算机的体积大为缩小，这就导致了微型计算机的问世。因为微型计算机具有体积小、功耗低、重量轻、价格低、可靠性高、使用方便等一系列优点，因此获得了广泛的应用和迅速的发展。自微型计算机于 1971 年问世以来，大约每隔 2~4 年就更新换代一次，至今已经历了 4 个阶段的演变。

第一阶段（1971—1973 年）为 4 位和低档 8 位微处理器及微型计算机。美国 Intel 公司首先研制成功 4 位的 4004 微处理器，以它为核心再配以 RAM，ROM 和 I/O 接口芯片就构成了 MCS-4 微型计算机。随后又研制出 8 位的 8008 微处理器及 MCS-8 微型计算机，其特点是指令系统简单，运算功能较差，速度较慢（平均指令执行时间约为 20 μ s）。

第二阶段（1973—1978 年）为中档 8 位微处理器和微型计算机。其间又分为两个阶段。1973—1975 年为典型的第二代，以美国 Intel 公司的 8080 和 Motorola 公司的 MC6800 为代表，集成度提高 1~2 倍，运算速度提高一个数量级，1976—1978 年为高档的 8 位微型计算机阶段，被称为第二代半微型计算机，代表产品是美国 Zilog 公司的 Z80 和 Intel 公司的 8085 微处理器，集成度和运算速度都比典型的第二代提高 1 倍以上。

第三阶段（1978—1981 年）为 16 位微处理器和微型计算机，又称为第一代超大规模集成电路的微处理器。其代表产品是 Intel 公司的 8086/8088，Zilog 公司的 Z8000 和 Motorola 公司的 M68000。这些 16 位微型计算机都具有丰富的指令系统，并配有强有力的软件系统，时钟频率为 4~8MHz，平均指令执行时间为 0.5 μ s。

第四阶段（1981 年以后）为高性能的 16 位机和 32 位微处理器和微型计算机。其代表产品是 Intel 公司的 80386 和 Motorola 68020，时钟频率达 16~20 MHz，平均指令执行时间约为 0.1 μ s。通常称这类微处理器构成的微型计算机为超级微型机。到目前为止，Intel 公司又相继开发出了 80486、80586 等微处理器。

第四代微处理器向着系列化方向发展，首先 Intel 公司推出了性能更高、功能更强的高级 16 位微处理器 80186 和 80286，它们与 8086 向上兼容。1985 年，Intel 公司又率先推出了 32 位微处理器 80386，它与 8086、80186、80286 向上兼容。进入 20 世纪 90 年代，该公司相继推出了 80486 和 80586，形成完整的 80 系列。同时还不断推出带多媒体技术的 Pentium（奔腾）系列机。发展速度之快，令人鼓舞、催人奋进。

与此同时，Motorola 公司也推出了 32 位微处理器 M68020；HP 公司推出了 HP32；IBM 公司推出了 IBM320；Zilog 公司推出了 Z80000，等等。

各代微处理器的主要特点如表 1.1 所示。

表 1.1 各代微型计算机特点

主要特点 比较项	代次	第一代 1971—1973 年	第二代 1973—1978 年	第三代 1978—1981 年	第四代 1981 年以后
典型的微处理器芯片		Intel 4004 Intel 4040 Intel 8008	Intel 8080 M6800 Z-80	Intel 8086/8088 M68000 Z-8000	Intel 80186、80286、 80386、80486 和 80586 M68020 Z-80000
字长（位）		4/8	8	16	16/32
芯片集成度（（晶体管/片））		1 000~2 000	5 000~9 000	20 000~70 000	10 万个以上
时钟频率（MHz）		0.5~0.8	1~4	5~10	10 以上
数据总线宽度（条）		4/8	8	16	16/32
地址总线宽度（条）		4~8	16	20~24	24~32