

微机硬件 技术基础

本书编委会

浙江科学技术出版社
科学出版

(计算机类)

世纪高等教育精品大系

全国普通本科规划教材

图书在版编目 (CIP) 数据

微机硬件技术基础/《微机硬件技术基础》编委会编.
—杭州:浙江科学技术出版社, 2004. 8
(世纪高等教育精品大系)
ISBN 7-5341-2437-9

I. 微... II. 微... III. 微型计算机-硬件-高等
学校-教材 IV. TP360.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 067668 号

丛 书 名	世纪高等教育精品大系
书 名	微机硬件技术基础
编 者	本书编委会
出版发行	浙江科学技术出版社 科 学 出 版 社
联系电话	(0571) 85152486
印 刷	杭州大众美术印刷厂
开 本	787×1092 1/16
印 张	22.25
字 数	550 000
版 次	2004 年 8 月第 1 版
印 次	2004 年 8 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 7-5341-2437-9
定 价	30.00 元
责任编辑	余春亚 张祝娟
封面设计	孙 菁



浙江省高等教育重点教材

《微机硬件技术基础》

编 辑 委 员 会

主 任 方永平

副主任 胡维华

委 员 (以姓氏笔画为序)

陈庆章 何钦铭 项小仙 赵建民

俞瑞钊 蒋联海 雷 炜 楼程富

主 编 张钧良

编著者 张钧良 林雪明 方 刚

前 言

计算机硬件技术基础是高等学校非计算机专业学生学习计算机基础知识的一门重要课程，它和软件技术基础同属于计算机基础教育中的第二层次——计算机技术基础的课程。

本书根据“浙江省高校非计算机专业学生计算机基础知识和应用能力等级考试大纲”组织编写，是浙江省高等教育重点教材建设项目，得到省政府教材建设基金的资助。在拟订编写大纲的过程中，我们还参考了教育部工科计算机课程教学指导委员会制定的《计算机硬件技术基础》的教学要求，并在征求省内外诸多高校计算机基础教育老师意见的基础上，由本书主编张钧良提出编写思路，形成编写大纲，最后由浙江省教育厅审定。

本书从计算机应用的需要出发，以当今计算机世界占有主导地位 and 绝对优势的主流微机 Intel Pentium 系列微机为主要背景机，系统介绍微型计算机的硬件技术和应用基础，包括计算机系统的概念、计算机的运行基础、微型计算机的组成结构及原理、汇编语言程序设计初步知识、微型计算机的接口技术、外围设备、微机网络硬件与通信技术基础。

本书的主要对象是高等学校非计算机专业的理工科各类专业的学生，在编写中，作者充分考虑了本书对象的特点。因此，本书在内容的选取和叙述上具有以下几个特点：

1. 力求反映计算机及其应用技术发展的最新水平与趋向，同时又充分考虑到大学教育主要是打基础、学原理的特点，努力做到“基础性、系统性、实用性和先进性”的统一。

2. 从微型计算机系统的角度出发，帮助读者建立计算机系统的整体概念。因此，本书叙述中，从微处理器开始，包括存储器系统、总线结构、输入输出系统、外围设备，内容系统。

3. 教材内容组织原则使用“模块化、结构化”，以适应不同层次、不同专业、不同学时数教学的需要。各章节、各部分内容力求做到理论与实践相结合，技术与应用并重，符合认知规律和教学规律。

4. 考虑到汇编语言程序设计对非电类专业并非必需的内容，也考虑到大多数学校学习该门课程的学时数有限，故本书只简单介绍汇编语言程序设计的入门知识，以满足浙江省高校非计算机专业学生计算机等级考试（三级）考试大纲中对汇编语言程序设计部分的要求为限。

5. 内容尽量少而精。国内同类教材一般都在 60 万字以上，有的甚至多达 80 多万字，有限的学时教不完。本书尽量控制在 60 万字以内，使得以 54~68 学时排课的大多数院校都能顺利完成教学任务。

本书编写得到了浙江省高校计算机教学研究会的大力支持，全书共分 10 章，第 1~第 6 章和第 9 章由张钧良执笔；第 7、第 8 两章由林雪明执笔；第 10 章由方刚执笔。全书由张钧

良统稿。

本书可以作为教材，也可作为各类大专院校、各类培训与计算机等级考试的参考用书，以及对计算机硬件技术基础感兴趣读者的自学用书。

借本书出版之际，编著者对各级领导的关心和支持表示衷心的感谢。

由于高等学校非计算机专业计算机硬件课程教材编写的难度大，再加上计算机技术的飞速发展，计算机硬件的日新月异，同时限于编写者的水平，书中难免有不当和错误之处，敬请专家和读者指正，以便再版时及时修正。

本书编委会
2004年7月

目 录

第 1 章 计算机系统概述	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 微型计算机与微处理器的发展	3
1.1.3 内存储器的发展	4
1.2 电子计算机系统的组成	9
1.2.1 微型计算机系统的硬件组成	10
1.2.2 电子计算机的基本运行过程	13
1.3 微型计算机系统的硬件结构	16
1.3.1 微型计算机的总线结构	16
1.3.2 微型计算机的特点	17
1.3.3 微型机主要组成部分的结构及功能	18
1.4 计算机的主要性能指标与应用	22
1.4.1 计算机的主要性能指标	22
1.4.2 计算机的应用	23
第 2 章 计算机的运算基础和逻辑电路基础	28
2.1 计算机的运算基础	28
2.1.1 进位计数制	28
2.1.2 常用进位计数制间的相互转换	29
2.1.3 二进制数的运算	32
2.1.4 带符号数的表示方法	35
2.1.5 计算机中字符的表示	42
2.2 计算机的逻辑电路基础	44
2.2.1 基本逻辑门电路	44
2.2.2 组合逻辑电路	45
2.2.3 时序逻辑部件	50
第 3 章 微型计算机硬件的组成	60
3.1 CPU	60
3.1.1 CPU 的性能指标	60
3.1.2 CPU 的一般结构	62
3.1.3 Intel 8086 微处理器	65

3.1.4	Intel CPU 的发展历程	70
3.1.5	当前微机使用的 CPU	73
3.1.6	64 位 CPU 简介	77
3.1.7	CPU 的降温	78
3.2	主 板	79
3.2.1	主板的类型和结构规范	80
3.2.2	主板上常见的部件	81
3.2.3	主板芯片组	84
3.2.4	BIOS 芯片	90
3.3	内存储器	92
3.3.1	存储芯片的分类	92
3.3.2	内存条	94
第 4 章	指令系统	99
4.1	机器指令的格式	99
4.1.1	指令的含义	99
4.1.2	指令格式	99
4.1.3	指令操作码的编码格式	101
4.1.4	指令字长度与机器字长的关系	103
4.2	寻址方式	103
4.2.1	寻址方式和有效地址的概念	103
4.2.2	基本寻址方式	104
4.3	指令的种类	107
4.3.1	数据传送类指令	107
4.3.2	算术逻辑运算类指令	108
4.3.3	字符串处理指令	109
4.3.4	输入/输出 (I/O) 指令	110
4.3.5	特权指令和陷阱指令	110
4.3.6	转移指令	111
4.3.7	子程序调用指令	111
4.3.8	处理器控制指令	112
4.4	8086 的寻址方式	112
4.4.1	立即数寻址	113
4.4.2	寄存器寻址	113
4.4.3	直接寻址	113
4.4.4	寄存器间接寻址	113
4.5	8086 的指令系统	114
4.5.1	8086 指令系统的概况	114
4.5.2	8086 指令系统	114

第 5 章 存储系统	128
5.1 存储系统概述	128
5.1.1 存储系统的概念	128
5.1.2 存储器的体系结构	129
5.1.3 存储器的分类	130
5.1.4 存储器的主要性能指标	132
5.2 半导体存储器的组成	133
5.2.1 SRAM 半导体存储器的组成	133
5.2.2 DRAM 半导体存储器的组成	137
5.2.3 只读存储器 ROM	141
5.3 存储器与 CPU 的连接	143
5.3.1 SRAM 的位扩展法	143
5.3.2 SRAM 的字扩展法	144
5.3.3 字位扩展法	145
5.3.4 用不同规格的存储器芯片扩展存储器	146
5.3.5 DRAM 的存储容量扩展	148
5.4 高速缓冲存储器 Cache	149
5.4.1 Cache 的工作原理	149
5.4.2 Cache 的基本结构	150
5.4.3 Cache 的读写操作	151
5.4.4 Cache 的组织与管理	152
5.5 虚拟存储器	153
5.5.1 虚拟存储器的基本概念	153
5.5.2 虚拟存储器的基本信息传送单位	153
5.5.3 页式虚拟存储器	154
5.5.4 段式虚拟存储器	157
5.5.5 段页式虚拟存储器	158
第 6 章 微机总线	163
6.1 计算机总线的基本概念	163
6.1.1 总线的概念	163
6.1.2 总线的分类	164
6.2 总线的系统结构	165
6.2.1 单总线结构	165
6.2.2 双总线结构	166
6.2.3 多总线结构	167
6.3 总线的组成	168
6.3.1 一位总线数据传输原理	168
6.3.2 总线的组成部件	168

6.3.3	总线控制	170
6.3.4	总线缓冲器和总线控制器的典型芯片	172
6.4	典型的微型计算机系统总线	174
6.4.1	系统总线标准的内容	174
6.4.2	ISA 总线	174
6.4.3	EISA 总线	175
6.4.4	MCA 总线	175
6.4.5	VESA 局部总线	176
6.4.6	PCI 总线	176
6.4.7	AGP 总线	177
6.4.8	通用串行总线 USB	177
第 7 章	汇编语言程序设计	181
7.1	汇编语言的基础知识	181
7.1.1	汇编语言的基本概念	181
7.1.2	汇编语言程序的格式	181
7.1.3	伪指令	183
7.2	汇编语言程序设计	187
7.2.1	汇编语言程序的开发过程	187
7.2.2	顺序结构程序设计	193
7.2.3	分支结构程序设计	195
7.2.4	循环结构程序设计	199
7.2.5	子程序	204
7.2.6	宏汇编技术	210
第 8 章	微型计算机接口技术	215
8.1	I/O 传送方式及其基本接口	215
8.1.1	微型计算机接口的概念	215
8.1.2	CPU 与 I/O 间的接口信号	215
8.1.3	I/O 接口寻址及 I/O 指令	217
8.1.4	微型计算机与外部设备的数据传送方式	217
8.2	可编程并行接口技术	230
8.2.1	可编程并行接口芯片 Intel 8255A	230
8.2.2	Intel 8255A 的工作方式	233
8.3	可编程串行接口技术	237
8.3.1	串行通讯概述	238
8.3.2	可编程串行接口芯片 Intel 8251A	240
8.4	定时器/计数器	246
8.4.1	可编程计数器/定时器的工作原理	246
8.4.2	可编程计数器/定时器 Intel 8253	247

8.5 中断控制器	253
8.5.1 中断控制器 Intel 8259A 的结构和引脚信号	253
8.5.2 Intel 8259A 的中断处理过程和工作方式	255
8.5.3 Intel 8259A 的编程	257
第 9 章 外围设备	265
9.1 外围设备概述	265
9.1.1 什么是外围设备	265
9.1.2 外围设备的分类和功能	265
9.1.3 外围设备与主机系统的联系	268
9.1.4 外围设备的发展方向	269
9.2 输入设备	270
9.2.1 键 盘	270
9.2.2 图形输入设备	275
9.2.3 其他输入设备	276
9.3 显示设备	278
9.3.1 显示设备分类及显示技术的有关术语	278
9.3.2 字符显示器	280
9.3.3 图形显示器	284
9.3.4 图像显示器	285
9.4 打印机	286
9.4.1 打印机的分类	286
9.4.2 点阵针式打印机	286
9.4.3 激光打印机	290
9.4.4 喷墨打印机	291
9.5 辅助存储器	292
9.5.1 软磁盘存储器	292
9.5.2 硬磁盘存储器	295
9.5.3 磁带存储器	298
9.5.4 光盘存储器	300
9.5.5 新型存储器	303
第 10 章 微机网络硬件与通信技术基础	310
10.1 计算机网络概述	310
10.1.1 计算机网络的产生和发展	310
10.1.2 什么是计算机网络	312
10.1.3 计算机网络的分类及特点	312
10.1.4 计算机网络的功能与应用	316
10.2 数据通信基础	317
10.2.1 数据通信系统的组成与特点	318

10.2.2	数据通信方式	319
10.2.3	数据交换方式	321
10.2.4	数据通信协议	323
10.2.5	数据通信设备	325
10.3	局域网	328
10.3.1	局域网的构成与拓扑结构	328
10.3.2	局域网的主要硬件	332
10.4	网络互联	335
10.4.1	中继器	335
10.4.2	交换机	335
10.4.3	网 桥	336
10.4.4	路由器	337
10.4.5	网 关	338
10.5	连接 Internet 的硬件——调制解调器	338
10.5.1	调制解调器的概念	338
10.5.2	调制解调器的作用	339
10.5.3	调制解调器的分类	339
10.5.4	调制解调器的选择	340
主要参考文献		344

第 1 章

计算机系统概述

1.1 计算机的发展

计算机的产生、发展和应用是 20 世纪科学技术的卓越成就,是人类历史上最伟大的发明之一,是新技术革命的基础。21 世纪世界将进入信息时代,在信息社会中,计算机的应用必将加速信息革命的进程。随着科学技术的发展及计算机应用的日益普及,计算机对国民经济的发展和社会的进步将起到越来越巨大的推动作用。

1.1.1 电子数字计算机的发展

世界上第一台电子计算机是在 1946 年由美国的 John W Mauchly 和 J Presper Eckert 等人在宾夕法尼亚大学设计制造的。起名叫 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator),它是用电子管作逻辑元件组装起来的一台电子数字计算机。近 60 年来,计算机技术得到了迅速发展,走过了从电子管、晶体管、中小规模集成电路到大规模、超大规模集成电路计算机的发展道路,现在正在向智能计算机和神经网络计算机的方向发展。

20 世纪 40 年代末到 50 年代中期的计算机都是采用电子管元件组成的,此时的计算机称为第一代计算机,也就是电子管计算机,如 IBM 公司的 IBM701 (1953.4) 和 IBM650 (1954.11)。第一代计算机除采用电子管作为主要元件外,用光屏管或汞延时电路作存储器,使用机器语言或汇编语言编写程序,几乎没有什么系统软件。这一代计算机的体积笨重、功耗大、运算速度慢、可靠性差,并且维护使用困难。

20 世纪 50 年代中期,晶体管发明了,它使计算机技术产生了革命性的变化。晶体管很快代替电子管用到计算机上,形成了第二代计算机,即晶体管计算机。这一代计算机的代表产品如 IBM 公司的 IBM7090 (1959.11)、IBM7094 (1962.9),Burroughs 公司的 B5500。第二代计算机的主要特征是采用晶体管元件,开始使用磁芯和磁鼓作存储器。进入 20 世纪 60 年代以后,计算机的理论不断成熟,硬件上引进了通道技术和中断系统,使计算机的硬件更加完善;软件方面产生了 FORTRAN、COBOL、ALGOL60、PL/1 等高级程序设计语言和批量处理操作系统。在应用方面,计算机不仅用来进行科学计算,而且开始用于数据处理和过程控制。和第一代计算机相比较,晶体管计算机各方面的性能都有了很大的提高,软件和硬件日臻完善。

20 世纪 60 年代中期,半导体工艺的发展,制造成功了集成电路,计算机也开始采用中小规

模集成电路作为计算机的主要元件，故第三代计算机又称为中小规模集成电路计算机，如 IBM 公司的 IBM360（中型机）、IBM370（大型机）；DEC 公司的 PDP-11 系列小型计算机。计算机中的逻辑元件采用集成电路，使得计算机更加小型化，也大大降低了计算机的功耗，由于焊点和接插件的减少，进一步提高了计算机的可靠性。在这一时期，软件有了更进一步的发展，有了标准化的程序设计语言和人机会话式的 Basic 语言，操作系统更加完善和普及，实时系统和计算机通信网络也有了相应的发展。

1971 年起，大规模集成电路制作成功，从而使计算机也进入了第四代——大规模超大规模集成电路计算机时代。这一代的计算机的体积进一步缩小，性能进一步提高。使用了半导体存储器作内存储器，发展了并行技术和多机系统，出现了精简指令集计算机 RISC。软件系统工程化、理论化、程序设计自动化，是软件方面的主要特点。在研制出运算速度达几亿、几十亿次每秒的巨型计算机的同时，微型计算机的产生、发展和迅速普及是至今仍处于第四代计算机时代的重要特征。

进入 20 世纪 90 年代以后，计算机开始向“巨”（巨型化）、“微”（微小化）、“网”（计算机网络化）、“智”（计算机智能化）、“多”（多媒体计算机）的方向发展。

工业发达国家像美国和日本凭借自己的经济实力，研制运算速度达每秒几百亿次到上万亿次的巨型计算机，这些运行速度极高、存储容量很大和功能非常强的巨型计算机主要应用于天文、气象、地质部门，也用于航天飞机、卫星轨道计算及核武器研制等尖端科学技术领域和军事部门。他们把研制巨型计算机的技术水平作为称霸世界的一个标志。我国从 1983 年由国防科技大学计算机研究所研制成功银河-I 号亿次巨型计算机开始，在 20 世纪 90 年代，先后研制成功银河-II 号 10 亿次每秒通用并行巨型计算机、银河-III 号百亿次每秒并行巨型计算机和峰值运算速度达到 3840 亿次每秒浮点运算的大规模并行计算机系统“神威 I”，以及 2002 年 8 月 29 日宣布研制成功的名为“深腾 1800”的万亿次每秒（1.0TFLOP/s）联想高性能计算机，使我国成为世界上为数不多的能研制巨型计算机的国家之一。“神威 I”和“深腾 1800”的研制成功，是我国在巨型计算机研制和应用领域取得的重大成果，是中国 IT 企业群体发展历程中的一块里程碑。它标志着中国成为继美国、日本之后，世界上第三个具备研制高性能计算机能力的国家。

微小化是指利用微电子技术和超大规模集成电路技术，把计算机的体积进一步缩小，价格进一步降低，计算机的微小化已成为计算机发展的重要方向。各种便携式计算机、笔记本式计算机和手掌式计算机的大量面世和使用，是计算机微小化的一个标志。

计算机网络化是计算机发展的又一个趋势。从单机走向网络，是计算机应用发展的必然结果。所谓计算机网络化是指用现代通讯技术和计算机技术把分布在不同地点的计算机互联起来，组成一个规模大、功能强的可以互相通信的网络结构。网络化的目的是使网络中的软件、硬件和数据等资源，能被网络上的用户共享。今天，计算机网络可以通过卫星将远隔千山万水的计算机联入国际互联网络，如 Internet。当前发展很快的微机局域网正在现代企事业管理中发挥越来越重要的作用。计算机网络是信息社会的重要技术基础。

计算机智能化是指使计算机具有模拟人的感觉和思维过程的能力，使计算机成为智能计算机。这也是目前正在研制的新一代计算机要实现的目标。智能化的研究包括模拟识别、物形分析、自然语言的生成和理解、博弈、定理自动证明、自动程序设计、专家系统、学习系统和智能机器人等等。目前，已研制出多种具有人的部分智能的“机器人”，可以代替人在一些危险的

工作岗位上工作。

多媒体技术是当前计算机领域中最引人注目的高新技术之一。多媒体计算机就是利用计算机技术、通讯技术和大众传播技术,来综合处理多种媒体信息的计算机,这些信息包括文本、视频图像、图形、声音、文字等。多媒体技术使多种信息建立了有机的联系,集成为一个系统,并具有交互性。多媒体计算机将真正改善人机界面,使计算机朝着人类接受和处理信息的最自然的方式发展。

1.1.2 微型计算机与微处理器的发展

微型计算机是以微处理器为核心的计算机,属于第四代计算机。

计算机一般由中央处理单元 CPU (Central Processing Unit, 又称中央处理器)、存储器和输入输出接口和外围设备组成。中央处理单元主要包括运算器和控制器两大功能部件。大规模超大规模集成电路技术能够把原来体积很大的中央处理单元缩微制作在一个芯片上,我们把具有 CPU 功能的大规模超大规模集成电路芯片叫做微处理器 (Microprocessor)。

微处理器的发展从 1971 年英特尔 (INTEL) 公司用 PMOS 工艺制成世界上第一代 4 位微处理器 Intel 4004 算起,至今已走过 33 年的发展历史,发展了 4 代产品。

第一代微处理器是 4 位微处理器和早期的 8 位微处理器,4 位微处理器的典型产品如 Intel 4004、Intel 4040,早期 8 位微处理器的典型产品,如 Intel 8008。

1973 年 12 月,Intel 8080 的研制成功,标志着第二代微处理器的开始。其他型号的典型产品是 INTEL 公司的 Intel 8085, MOTOROLA 公司的 M6800,以及 ZILOG 公司的 Z-80,它们都是 8 位微处理器。

第二代微处理器的另一类代表产品是位片 (Bit-Slice) 式微处理器,典型产品是 INTEL 公司的 3000 (1974 年),AMD 公司的 AMD2901 和 MOTOROLA 公司的 M10800。

1978 年,INTEL 公司推出了第三代微处理器的代表产品 Intel 8086,接着又推出 Intel 8088 (1979 年)。ZILOG 公司也相继推出了 Z-8000 (1979 年),MOTOROLA 公司推出了 M68000 (1980 年)。它们都是准 16 位微处理器,都采用 H-MOS 高密度集成半导体工艺技术,运算速度更快。这些公司在技术上互相竞争,很快又推出了全 16 位的微处理器 Intel 80286 (1982 年 2 月)、M68020 (1983 年) 和 Z-80000 (1984 年)。Intel 80286 微处理器芯片的问世,导致了 20 世纪 80 年代后期 286 微型计算机风靡全球。

1985 年 10 月,INTEL 公司推出了 32 位字长的微处理器 Intel 80386,标志了第四代微处理器的开始。Intel 80386 微处理器芯片的面世,使得在 80 年代末在全球出现了 386 微型机轰动一时的微型机“第一浪潮”。1989 年 4 月,INTEL 公司又研制成功了性能更为优越的 Intel 80486 微处理器,这是一种全 32 位的微处理器芯片。Intel 80486 微处理器一面世,使得在 90 年代初,486 微型机走红全球,出现了微型机的“第二浪潮”。MOTOROLA 公司也在 1986 年后相继推出了 M68030 和 M68040。1993 年 3 月 22 日,INTEL 公司推出了更新的微处理器芯片 Pentium,这次它不以 Intel 80586 命名,而赋予一个新的名字 Pentium (中文译名“奔腾”),主要是为了与其他生产厂家生产的 80586 微处理器芯片相区别。Pentium 是 CISC (复杂指令集计算机) 和 RISC (精简指令集计算机) 两种体系结构有机结合后的产物,它吸收了 RISC 的优点,采用了超级标

量或双路流水线结构；它有各自独立的数据 Cache 和指令 Cache，减少了 CPU 访问内存的冲突；它还精心设计了片内的浮点运算部件，使得运算速度大大提高。这种微处理器芯片的时钟频率达到 66MHz，在一个时钟周期内可平均执行两条指令，即达到 100MIPS，这在当时是很了不起的事情。

1995 年 11 月，Pentium Pro（中文名为高能奔腾）问世，接着又推出了含有 MMX（多媒体扩展指令集）功能的 Pentium 处理器 P55C 和 Pentium Pro 处理器 Klamnth，俗称 P II，1999 年 2 月推出了含有更多多媒体指令的微处理器芯片 PIII，2000 年 11 月推出更新的微处理器芯片 P4。微处理器芯片的发展情况见表 1-1。

表 1-1 微处理器发展历史一览表

年 代	芯 片	字 长	集成晶 体管数目	时钟频率	采用工艺
1971	4004	4 位	2250	<1MHz	
1972	8008	8 位	2500	<1MHz	
1974	8080	8 位	5000	2~4MHz	
1974	Motorola MC6800	8 位	4800	4MHz	
1976	Zilog Z80	8 位		4MHz	
1978	8086	16 位	29 000	4.77~10MHz	
1979	8088 芯片	内部 16 位， 外部 8 位	29000	4.77~10MHz	
1982	80286	全 16 位	120 000	8~16MHz	
1985	80386 (DX)	32 位	275 000	16~33MHz	
1989	80486DX	32 位	118 万	25~66MHz	1 μ m 工艺；后来 50MHz 芯片采用 0.8 μ m 工艺
1993	Pentium	32 位	310 万	60~200MHz	采用 0.6 μ m 静态 CMOS 制造工艺
1995	Pentium Pro	32 位	550 万	130~200MHz	采用 0.6~0.35 μ m 工艺
1996	Pentium MMX	32 位	450 万	166~233MHz	采用 0.6~0.35 μ m 工艺
1997	Intel P II	32 位	750 万	233~450MHz	采用 0.25 μ m 工艺
1999	PIII	32 位	850 万	450~1200MHz	先采用 0.25 μ m 工艺，后 采用 0.18 μ m 工艺
2000	P4	32 位	1 000 万	1.3~3GHz	0.18 μ m 工艺
2002	Itanium	64 位	4 600 万	20 条指令/时钟周期	0.18 μ m 工艺

1.1.3 内存储器的发展

存储器是计算机系统中用来存储信息的部件，是计算机系统记忆设备。正是因为有了存储器，计算机才有能记忆信息的功能。

微型计算机中的内存储器都是由半导体存储器芯片构成的。内存的数据存取时间影响计算机的处理速度，内存的容量大小及单位价格则决定计算机的系统成本，同时内存还决定可同时执行程序的大小与多少，以及处理的数据量。所以内存决定了计算机工作的主要空间。在计算机的发展过程中，大部分时间是由内存的制造技术与单位成本所主宰，从半导体存储器芯片的

发展历程也可看出计算机技术的发展。

内存储器使用两种存储器芯片：RAM 和 ROM，RAM 又有两种，SRAM（Static RAM，静态随机存取存储器）和 DRAM（Dynamic RAM，动态随机存取存储器）。SRAM 速度快，但制造成本高。

1. 内存的两种接口方式。

内存主要有两种接口方式，即早期的 SIMM 和现在的标准 DIMM。SIMM 是 486 时代 PC 机中常用的内存接口方式。486 以前的 PC 机，内存大多采用 30 针的 SIMM 接口，而在后来的奔腾机中，应用较多的则是 72 针的 SIMM 接口（如图 1-1 所示），或者是与 DIMM 接口方式并存。DIMM 是一种插板的两边都有数据接口引线的内存，这种接口方式的内存广泛应用于现在的计算机中，通常为 84 针，但由于是双边的，所以一共有 168 条引线，因而人们经常把这种内存称为 168 线内存（如图 1-2 所示）。

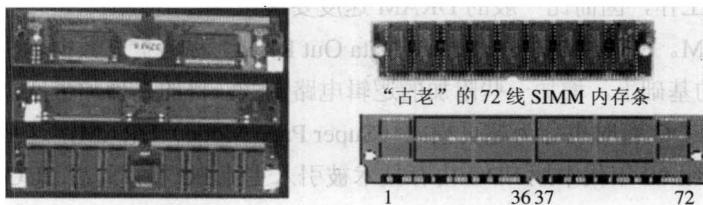


图 1-1 72 针的 SIMM 接口内存

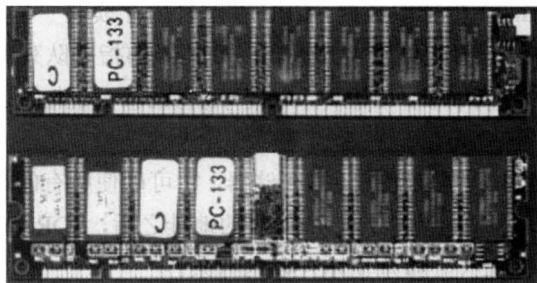


图 1-2 84 针的 DIMM 接口内存

SIMM（Single-in Line Memory Module）内存条的全称为单边接触内存模块。早期 PC 机的主存储器芯片采用的是双列直插封装（DIP）的 DRAM 芯片，因其安装位置较大，不便于扩展，所以后来普遍采用 SIMM 内存条，一条 SIMM 相当于原来的 9 片 DIP 型 DRAM 芯片。目前，在 SIMM 内存条中集成的多为 EDO/FPM 内存。

DIMM（Double In-line Memory Module）是双边接触内存模块。它有 SDRAM 和 DDR SDRAM 之分，SDRAM 就是我们常说的 DIMM 内存条，它共有 168（84×2 面）个接触点，这种内存又被称为 168 线内存；而新标准的 DDR SDRAM 则具有 184 个接触点。SDRAM 在 3.3V 电压下工作，而 DDR SDRAM 则在更低的 2.5V 电压下工作。

2. 内存的种类。

（1）DRAM。DRAM 主要用作主存储器。长期以来，动态随机存储器都是 PM RAM（页模式存储器）和稍晚些的 FPM RAM（快速页模式随机存储器）。为了跟上 CPU 越来越快的速度，

EDO RAM、BEDO RAM、SDRAM 等新主存储器芯片被研制出来。

DRAM 芯片设计得像一个二进制位的矩阵，每位有一个行地址一个列地址。内存控制器需要给出芯片地址才能从芯片中读出或写入指定位置的数据。标明为 7ns 的芯片要用 7ns 的时间才能读出 1 个位的数据。

(2) FPM RAM。快速页模式随机存储器中的“页”，指的是 DRAM 芯片中存储阵列上的 2048 位。FPM RAM 是早期的随机存储器，广泛用于主流 PC 机中。早期的内存芯片上的“-7”，“-6”，指的是其存取时间为 70ns，60ns。60ns 的 FPM RAM 可用于总线速度为 66MHz 的奔腾系统。

快速页模式的内存常用于视频卡，经过特殊设计后，其存取时间仅为 48ns，它在视频卡中称为 VRAM，俗称显存。这种经过特殊设计的存储器芯片具有两个端口，其中一个端口可直接被 CPU 存取，而另一个端口可独立地被 DMA 控制器使用，由于 DMA 传送方式不需要 CPU 控制就可以完成存取工作，因而比一般的 DRAM 速度要快。

(3) EDO RAM。EDO RAM (Extended Data Out RAM) 称为扩充数据输出随机存储器。它是在 DRAM 芯片的基础上，增加一些附加的逻辑电路制成，目的是增加带宽，提高在单位时间内的数据流量。EDO 有时也称为超页模式 (Super Page Mode) DRAM，这是一种基于页模式技术的内存。20 世纪 90 年代中期 EDO 内存技术被引入主流 PC 机，此后 EDO 受到许多系统厂商的青睐。

(4) BEDO RAM。BEDO RAM (Burst EDO RAM) 称为突发扩充数据输出随机存储器，是在一个“突发动作” (Burst) 中读取数据。CPU 在这种内存读取一个数据，只需要一个时钟周期，在这种方式下指令的传送速度可以大大提高，处理器的指令队列就能有效地填满。目前，这种 RAM 只被 VIA 芯片组 580VP、590VP、860VP 所支持。其缺点是无法与频率高于 66MHz 的总线相匹配。

(5) SDRAM。SDRAM 是同步动态随机存储器，它可以使所有的输入输出信号保持与系统时钟同步。它采用管道处理方式，当指定一个特定的地址之后，SDRAM 就可读出多个数据，可以实现突发传送。如图 1-3 所示上部为 SDRAM 内存条。

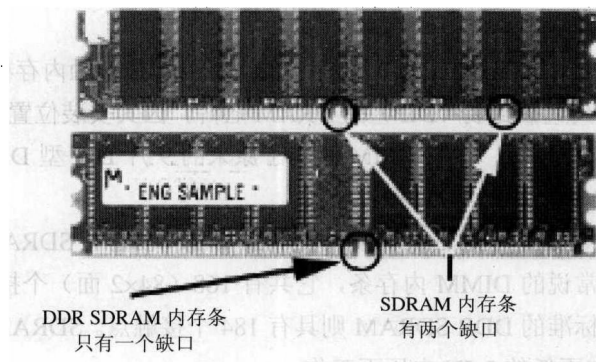


图 1-3 SDRAM 内存条和 DDR SDRAM 内存条

SDRAM 在传输数据时首先指定存储器的地址，然后把数据从该地址单元传送到输出电路，最后将输出电路中的数据输出到外部单元。整个传输过程中每个步骤是独立的，并与 CPU 同步。