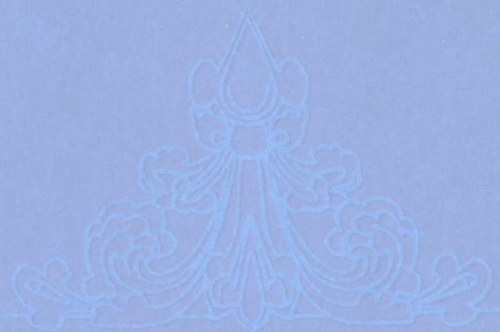
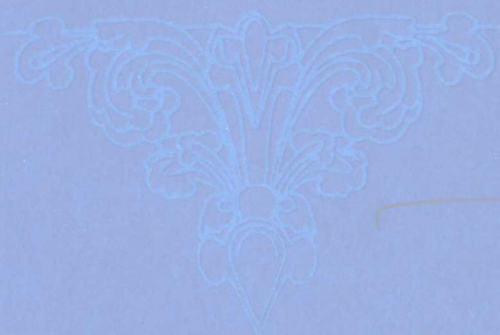


高等学校计算机基础教材精选



计算机硬件技术基础

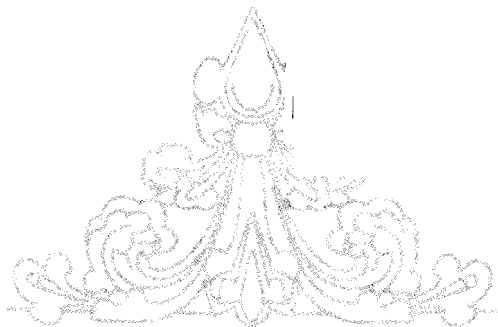


高晓兴 主编
焦明海 副主编

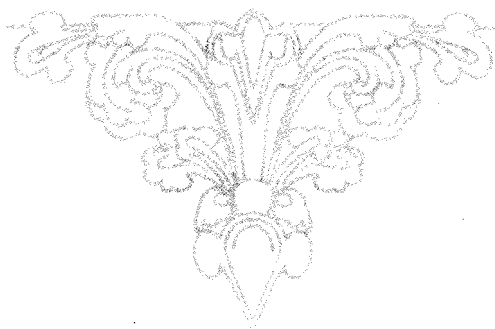
清华大学出版社



高等学校计算机基础教材精选
东北大学教学改革资助项目



计算机硬件技术基础



高晓兴 主编 焦明海 副主编
陈东明 柳秀梅 徐 彬 易秀双 于瑞云 张 莉 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统地介绍了微型计算机体系中的硬件组成知识和技术应用基础。主要内容包括计算机基础知识、数字电路基础知识、中央处理器、存储器、汇编语言指令及程序设计、I/O 接口总线技术、中断系统、DMA 控制器及应用、典型接口芯片、模数(A/D)和数模(D/A)转换器、单片机等。为了增强读者对基本概念和理论知识的理解,本书在内容上尽可能做到少而精,知识的安排由浅入深,并给出大量的图例和程序实例。

本书编写的主要目的是使读者获得计算机硬件技术方面的基础知识、基本方法和基本技能,培养学生利用硬件与软件相结合的方法和工具,分析解决本专业及相关专业领域问题的思维方法和初步能力。本书还提供了配套的《计算机硬件技术基础实验指导和习题》,帮助读者强化学习,加深知识的理解。

本书可作为高等学校非计算机本科、专科各专业的计算机硬件技术基础、计算机组成原理及应用、计算机接口教学用书,也可作为研究生的自学用书,还可以作为从事计算机应用开发的科技人员的参考用书。

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 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机硬件技术基础 / 高晓兴主编;焦明海副主编. —北京:清华大学出版社, 2008.6
(高等学校计算机基础教育教材精选)

ISBN 978-7-302-17454-7

I. 计… II. ①高… ②焦… III. 硬件—高等学校—教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 056593 号

责任编辑:袁勤勇 李 晔

责任校对:梁 毅

责任印制:杨 艳

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

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市兴旺装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:25.5

字 数:587 千字

版 次:2008 年 6 月第 1 版

印 次:2008 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:36.00 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:029198-01

出版说明

—— 高等学校计算机基础教育教材精选 ——

在教育部关于高等学校计算机基础教育三层次方案的指导下,我国高等学校的计算机基础教育事业蓬勃发展。经过多年的教学改革与实践,全国很多学校在计算机基础教育这一领域中积累了大量宝贵的经验,取得了许多可喜的成果。

随着科教兴国战略的实施以及社会信息化进程的加快,目前我国的高等教育事业正面临着新的发展机遇,但同时也必须面对新的挑战,这些都对高等学校的计算机基础教育提出了更高的要求。为了适应教学改革的需要,进一步推动我国高等学校计算机基础教育事业的发展,我们在全中国各高等学校精心挖掘和遴选了一批经过教学实践检验的优秀教学成果,编辑出版了这套教材。教材的选题范围涵盖了计算机基础教育的三个层次,包括面向各高校开设的计算机必修课、选修课,以及与各类专业相结合的计算机课程。

为了保证出版质量,同时更好地适应教学需求,本套教材将采取开放的体系和滚动出版的方式(即成熟一本、出版一本,并保持不断更新),坚持宁缺毋滥的原则,力求反映我国高等学校计算机基础教育的最新成果,使本套丛书无论在技术质量上还是在出版质量上均成为真正的“精选”。

清华大学出版社一直致力于计算机教育用书的出版工作,在计算机基础教育领域出版了许多优秀的教材。本套教材的出版将进一步丰富和扩大我社在这一领域的选题范围、层次和深度,以适应高校计算机基础教育课程层次化、多样化的趋势,从而更好地满足各学校由于条件、师资和生源水平、专业领域等的差异而产生的不同需求。我们热切期望全国广大教师能够积极参与到本套丛书的编写工作中来,把自己的教学成果与全国的同行们分享;同时也欢迎广大读者对本套教材提出宝贵意见,以便我们改进工作,为读者提供更好的服务。

我们的电子邮件地址是: jiaoh@tup.tsinghua.edu.cn; 联系人: 焦虹。

清华大学出版社

前言

计算机硬件技术基础

计算机技术已经成为 21 世纪科技创新和新技术应用的重要基础,给我们的工作和生活带来巨大的变化。根据教育部提出的计算机基础教学改革的精神,针对非计算机专业计算机基础教学的“计算机文化基础”、“计算机技术基础”和“计算机应用基础”三个层次的教学模式,本书符合“计算机技术基础”层次的基本要求,起到承上启下的作用。

本书研究了非计算机专业本科生学习计算机基础课程的特点,对书中各个章节的编排尽量做到难度由浅入深,便于读者把课堂学习和自主学习相结合,建议具有硬件技术基础知识的读者直接从第 3 章开始学习。本书在内容上既考虑了硬件最新知识与传统接口理论的结合,又充分考虑到知识的实践性,同时读者可以应用汇编语言进行编程,完成第 7 章~第 11 章中各典型硬件芯片的具体实例应用。

全书共分 12 章,主要介绍了计算机基础知识、数字电路基础知识、中央处理器、存储器、汇编语言指令系统及程序设计、I/O 接口总线技术、中断系统、DMA 控制器及应用、典型接口芯片、模数(A/D)和数模(D/A)转换器、单片机等内容。其中第 1 章和第 2 章介绍计算机硬件技术基础知识和数字电路知识;第 3 章和第 4 章介绍计算机的核心硬件技术知识即中央处理器(CPU)和存储器的基本知识;第 5 章和第 6 章介绍汇编语言指令系统和编程知识;第 7 章~第 11 章介绍各典型硬件芯片的应用知识;第 12 章介绍单片机的基础知识。

本书由高晓兴任主编,焦明海任副主编,编写成员有陈东明、柳秀梅、徐彬、易秀双、于瑞云和张莉。全书由焦明海统稿,高晓兴主审。

本书力求结构合理、语言叙述通俗易懂,但由于作者水平和经验有限,书中难免有错误和疏漏之处,敬请业内同仁和读者批评指正,以便将本书质量得到进一步完善和提高。联系作者的电子邮箱为 mhjiao@cc.neu.edu.cn,通信方式为沈阳市和平区文化路三巷 11 号东北大学计算中心 焦明海,邮编 110004。

编者

2008 年春

目录

第 1 章 计算机基础知识	1
1.1 计算机的发展概述	1
1.1.1 计算机的产生	1
1.1.2 计算机的发展	1
1.2 微处理器发展概述	3
1.2.1 第一代微处理器(1971—1972).....	3
1.2.2 第二代微处理器(1973—1977).....	3
1.2.3 第三代微处理器(1978—1983).....	4
1.2.4 第四代微处理器(1983—1993).....	4
1.2.5 第五代微处理器(1993—1995).....	5
1.2.6 第六代微处理器(1995 年至今)	5
1.3 微型计算机系统	6
1.3.1 微型计算机的硬件组成	6
1.3.2 微型计算机的软件组成	8
1.4 微型计算机系统的主要性能指标	9
1.4.1 字长	9
1.4.2 运算速度	9
1.4.3 主存容量	10
1.4.4 存取周期	10
1.4.5 外围设备的配置	10
1.4.6 系统软件配置	10
习题	11
第 2 章 数字电路基础	13
2.1 计算机数制及算术运算	13
2.1.1 数制及数制转换	13
2.1.2 算术运算	16
2.2 计算机数字电路	21
2.2.1 逻辑代数	21

2.2.2	门电路	24
2.2.3	典型逻辑器件	25
习题		31
第3章	中央处理器	33
3.1	CPU 的功能和组成	33
3.1.1	CPU 的功能	33
3.1.2	CPU 的内部组成	33
3.2	8086/8088 的编程结构	37
3.2.1	执行单元	38
3.2.2	总线接口单元	39
3.2.3	8086/8088 的寄存器	41
3.3	8086/8088 CPU 的引脚及其功能	45
3.3.1	8086/8088 的引脚信号	45
3.3.2	8086/8088 的最小模式	47
3.3.3	8086/8088 的最大模式	50
3.4	8086/8088 的存储器组织与 I/O 组织	55
3.4.1	8086/8088 的存储器组织	55
3.4.2	8086/8088 的 I/O 组织	60
3.5	8086 /8088 的 CPU 时序	60
3.5.1	总线操作周期	60
3.5.2	总线读操作周期	61
3.5.3	总线写操作周期	64
3.5.4	空闲周期	66
3.5.5	中断响应周期	66
3.5.6	系统复位和启动	68
3.6	CPU 举例	69
3.6.1	Intel 80286 微处理器至 80486 微处理器	69
3.6.2	Intel 80486 CPU 体系结构	70
3.6.3	Intel Pentium 系列微处理器	75
3.6.4	Intel Itanium 64 位微处理器	79
习题		80
第4章	存储器	83
4.1	存储器与存储系统	83
4.1.1	存储器的分类	83
4.1.2	存储器的主要性能指标	84
4.1.3	存储系统的层次结构	85

4.2	半导体存储器	86
4.2.1	常用的半导体存储器	86
4.2.2	半导体存储器的基本结构及各部分的功能	87
4.2.3	半导体随机存储器	90
4.2.4	半导体只读存储器	91
4.3	主存储器	91
4.3.1	主存储器的基本组成与结构	92
4.3.2	主存储器的容量扩展	95
4.3.3	存储器与 CPU 的连接	97
4.3.4	高速缓冲存储器	100
4.4	计算机中的内存管理	102
4.4.1	DOS 下的内存管理	102
4.4.2	Windows 下的内存管理	103
4.5	外存储设备	103
4.5.1	外存储设备概述	103
4.5.2	软盘存储器	104
4.5.3	硬盘存储器	107
4.5.4	虚拟存储器	113
4.5.5	光盘存储器	113
	习题	119
第 5 章	8086 汇编语言指令系统	123
5.1	8086 汇编语言指令语句格式	123
5.2	操作数的寻址方式	124
5.2.1	立即数寻址(immediate addressing)	125
5.2.2	寄存器寻址(register addressing)	125
5.2.3	直接寻址(direct addressing)	125
5.2.4	寄存器间接寻址(register indirect addressing)	126
5.2.5	相对寄存器间接寻址(relative register indirect addressing)	128
5.3	堆栈与堆栈操作	130
5.4	8086 指令系统	133
5.4.1	数据传送指令(data transfer)	133
5.4.2	算术运算指令(arithmetic)	139
5.4.3	逻辑运算和移位指令	146
5.4.4	串操作指令(string manipulation)	150
5.4.5	控制转移指令(control transfer)	152
5.4.6	中断指令	156
5.4.7	DOS 和 BIOS 调用	156

5.4.8 处理器控制指令.....	160
5.5 指令系统的发展	161
5.5.1 对指令系统的要求.....	161
5.5.2 CISC 与 RISC	162
习题.....	162
第 6 章 汇编语言程序设计	167
6.1 概述	167
6.2 汇编语言源程序的基本结构和语法	168
6.2.1 常用伪指令.....	169
6.2.2 简化段定义伪指令.....	176
6.2.3 常量、变量和标号	177
6.2.4 表达式.....	178
6.3 汇编语言程序设计	182
6.3.1 结构化程序设计.....	182
6.3.2 .EXE 文件和.COM 文件	185
6.3.3 汇编语言与高级语言的接口.....	186
习题.....	189
第 7 章 I/O 接口和总线	192
7.1 输入输出接口基本知识	192
7.1.1 接口技术的基本知识.....	192
7.1.2 输入输出传送方式.....	194
7.1.3 I/O 端口的寻址方式	202
7.1.4 I/O 接口读写	203
7.1.5 串行接口和并行接口.....	203
7.2 总线	207
7.2.1 总线的概念.....	207
7.2.2 总线分类及特性.....	207
7.2.3 总线的性能指标.....	213
7.2.4 总线结构对计算机系统性能的影响.....	214
7.2.5 总线判决和握手技术.....	215
7.2.6 总线的驱动与控制.....	220
习题.....	221
第 8 章 中断系统	224
8.1 中断的概念	224
8.1.1 中断源.....	224

8.1.2	中断过程	225
8.1.3	中断优先级及嵌套	227
8.2	8086/8088 中断系统	227
8.3	中断控制器 8259A	231
8.3.1	8259A 引脚功能	231
8.3.2	8259A 内部结构	232
8.3.3	8259A 命令字	235
8.3.4	8259A 级联	237
8.3.5	用 8259A 实现中断控制	239
习题		245
第 9 章	DMA 控制器及其应用	249
9.1	DMA 控制器(DMAC)的功能	249
9.2	DMA 控制器 8237 的原理及应用	250
9.2.1	引脚及功能	250
9.2.2	工作时序	252
9.2.3	工作方式	253
9.2.4	内部寄存器	255
9.2.5	8237 的寻址及连接	259
9.2.6	初始化	261
习题		264
第 10 章	典型接口芯片	265
10.1	8253 可编程计数器/定时器	265
10.1.1	概述	265
10.1.2	可编程计数器/定时器的原理	267
10.1.3	可编程计数器/定时器 8253 引脚信号和编程结构	267
10.1.4	8253 的工作模式	274
10.1.5	可编程计数器/定时器 8253 编程实例	280
10.2	并行接口芯片 8255A	283
10.2.1	并行通信和并行接口	283
10.2.2	8255A 的内部结构和引脚信号	285
10.2.3	8255A 控制字	287
10.2.4	8255A 的工作模式	290
10.2.5	8255A 的应用	302
10.3	串行通信与串行接口 8251A	308
10.3.1	串行接口与串行通信	308
10.3.2	串行接口标准及串行通信接口	314

10.3.3 8251A 的基本工作原理	317
习题	333
第 11 章 模数(A/D)和数模(D/A)转换	334
11.1 概述	334
11.2 A/D 转换器	335
11.2.1 模数转换基本原理	335
11.2.2 模数转换主要技术指标	338
11.2.3 A/D 转换器 ADC0809 的结构及引脚	339
11.3 D/A 转换器	345
11.3.1 数模转换基本原理	345
11.3.2 D/A 转换器的主要性能参数	347
11.3.3 8 位 D/A 转换器 DAC0832	348
11.3.4 DAC0832 的接口设计及编程	350
习题	353
第 12 章 单片微型机	354
12.1 单片机及其特点	354
12.2 单片机的发展和应用	355
12.3 Intel 单片机系列简介	356
12.3.1 MCS-48 系列单片机	356
12.3.2 MCS-51 系列单片机	357
12.3.3 MCS-96 系列单片机	358
12.4 MCS-51 单片机	359
12.4.1 MCS-51 内部结构	359
12.4.2 MCS-51 引脚功能	360
12.4.3 MCS-51 功能部件	361
12.4.4 MCS-51 寻址方式和指令系统	373
12.4.5 MCS-51 单片机系统扩展与开发	383
习题	391

本章主要介绍计算机的发展、微处理器的发展、微型计算机系统的构成及其主要性能指标。

1.1 计算机的发展概述

1.1.1 计算机的产生

计算机已经走进千家万户,在各行各业起着不可替代的作用。它的产生主要是为了解决各个学科及领域不断发展所带来的繁杂的计算工作。在现代计算机问世之前,计算机的发展经历了机械式计算机、机电式计算机和萌芽期的电子计算机三个阶段。1946年2月美国宾夕法尼亚大学莫尔学院成功研制了世界上第一台电子计算机 ENIAC (electronic numerical integrator and calculator)。它体积庞大,当时被专门用于火炮弹道计算,后经多次改进而成为能进行各种科学计算的通用计算机,运算速度比继电器计算机快 1000 倍。它的问世具有划时代的伟大意义。但是,这种计算机由于几乎不具备存储功能,所以它的程序仍然是外加式的,其结构和现代计算机相差很多。

数学家冯·诺伊曼针对 ENIAC 应用中的问题,于 1945 年提出了“存储程序”的思想。第一台冯·诺伊曼机 EDSAC 在英国剑桥大学研制成功,并于 1949 年投入运行。目前我们所使用的计算机就是基于这种“存储程序”的思想而设计的。

1.1.2 计算机的发展

从第一台计算机诞生起,在短短的 60 年间,计算机科学和技术的发展之快是任何其他技术都无法比拟的。计算机的发展经历了四代的演变。

1. 第一代计算机(1946—1958)

第一代计算机是电子管计算机,这个时代的计算机逻辑元件采用了电子管;以磁芯、磁鼓等作为主存储器,磁带、磁鼓等作为辅助存储器;体积庞大,运算速度慢(每秒 5 千次

到4万次运算),几乎没有系统软件;使用机器语言和汇编语言编写程序,主要用于军事和科学计算,代表机种有ENIAC、EDVAC及IBM 705等。

2. 第二代计算机(1958—1965)

第二代计算机是晶体管计算机,计算机的逻辑元件用晶体管替代了电子管,晶体管相对于电子管具有体积小、耗电少、开关速度快的优点;采用磁芯作为主存储器,磁鼓和磁盘用作主要的辅助存储器;这个时期提出了操作系统的概念;由于其存储容量增大,可靠性提高,使得汇编语言逐渐取代了机器语言,并促进了一批高级语言的产生,如FORTRAN和COBOL等。该时代计算机速度可达到每秒几千次到几十万次加法运算,因此被应用到了科学计算以外的领域。该时期典型机型为IBM 7090和CDC 6600。

3. 第三代计算机(1965—1970)

随着集成电路的产生,第三代计算机以中小规模集成电路取代了晶体管,也就是将很多个晶体管和电子元件集中制造在同一块几平方毫米的硅片上,这样相比晶体管计算机,这个时期的计算机体积更小,耗电更少,但运算速度大大增强了。

随着计算机硬件技术的更新,系统软件和应用软件也有了很大发展,操作系统逐渐完善,并且出现了多道程序、并行处理技术、多处理机、虚拟存储系统等,结构化、模块化程序设计方法也逐渐得到应用,这些都为研制复杂的软件提供了技术上的保障。该时期计算速度可达每秒200万次,典型机型有IBM 360系统、PDP11系列等。

4. 第四代计算机(1971年至今)

20世纪70年代以后,计算机中集成电路的集成度迅速从中小规模发展到大规模、超大规模的水平,逻辑元件采用大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI)。这些技术进一步降低了计算机的成本,缩小了计算机体积,功能和可靠性也得到了提高。因此微处理器和微型计算机应运而生,各类计算机的性能迅速提高。

伴随硬件技术的不断发展,操作系统更加完善,各种应用软件逐渐趋于成熟,数据库系统及分布式操作系统也在此阶段出现,计算机的发展由此进入了网络时代。

5. 第五代计算机

第五代计算机是正在研制中的新型电子计算机。它由超大规模集成电路和其他新型物理元件组成,体积更小、速度更快、功能更强大,新一代计算机将具有推理、联想、智能会话等功能,并能直接处理声音、文字、图像等信息。

第五代计算机是一种更接近人的人工智能计算机。它能理解自然语言、声音、文字和图形,无须编写程序,用自然语言能与其直接对话。它具有“学习”的能力,可以将一种知识信息与不断学习到的有关知识信息连贯起来,作为对某一知识领域具有渊博知识的专家系统,成为人们从事某方面工作的得力助手和参谋。第五代计算机还是能“思考”的计算机,能帮助人进行推理、判断,具有逻辑思维能力。

第五代计算机的工作原理与前四代计算机的工作原理有本质区别。它与近年来发展

的“人工智能”密切相关。在人们对人工智能研究的基础上,提出了新的问题,如人的思维活动能不能形式化,自然语言能否被计算机正确理解等,这些问题都正在逐渐被解决。所有这些都为第五代计算机的研制创造了条件。

第五代计算机的体系结构,从理论和工艺上看与现在的计算机也有根本的不同,它提供了先进功能并摆脱了传统计算机的技术限制,这必将为人类进入信息化社会提供更强有力的帮助。

1.2 微处理器发展概述

世界上第一块4位微处理器芯片 Intel 4004 于 1971 年由 Intel 公司的霍夫研制成功,标志着第一代微处理器问世,微处理器和微机时代从此开始。微处理器的突出特点是将运算器和控制器制作在一块集成电路芯片上。微型计算机的产生是计算机发展史中重要的转折点,开辟了计算机的新纪元。微型机的集成规模和功能成为了微型机不同发展阶段的重要标志,微机的换代通常是以微处理器的字长位数和功能来划分的。

1.2.1 第一代微处理器(1971—1972)

Intel 4004 及随后出现的 8 位微处理器 Intel 8008 是第一代微处理器的代表产品,它的微处理器采用工艺简单、速度较低的 P 沟道 MOS 电路,集成度约为 2000 管/片,时钟频率为 1MHz,平均指令执行时间为 $20\mu\text{s}$ 。

该时期的微处理器字长均为 4 位或 8 位,指令系统简单,功能较差,运算速度较慢,采用机器语言和汇编语言编写程序。

1.2.2 第二代微处理器(1973—1977)

这个时期的微处理器都是 8 位的。1973 年 8 月,霍夫等人研制出 8 位微处理器 Intel 8080,以速度较快的 N 沟道 MOS 电路取代了 P 沟道 MOS 电路,第二代微处理器就此诞生。主频 2MHz 的 8080 芯片运算速度比 8008 快 10 倍,可存取 64KB 存储器,处理速度为 0.64MIPS。具有代表性的产品还有 Intel 公司的 Intel 8085、Motorola 公司的 M6800、Zilog 公司的 Z80 等。Intel 8085 和 Z80 的集成度和运算速度比 Intel 8080 和 MC6800 提高了一倍以上。

第二代微处理器的功能比第一代显著增强,集成度达到 5000~9000 晶体管/片,平均指令执行时间为 $1\sim 2\mu\text{s}$,运算速度加快,具有多种寻址方式,具有中断、DMA 等控制功能,以它为核心的微型计算机及其外围设备都得到了迅速发展。该时期的处理器已经处于成熟阶段。操作系统的概念逐渐被提出并实现,采用汇编语言和一些高级语言等作为编程语言。

1.2.3 第三代微处理器(1978—1983)

这个时期的处理器为 16 位,典型代表产品是 Intel 8086,它采用了 H-MOS 新工艺,集成度为 29 000 管/片,时钟频率为 5~8MHz,数据总线宽度为 16 位,地址总线为 20 位,可寻址内存空间达 1MB,性能上比 Intel 8085 又提高了将近 10 倍,并且具有丰富的指令系统和功能较强的硬件电路,弥补了 8 位机字长和运算速度上的不足。Intel 公司在 8086 微处理器的基础上又研制了性能更好的 80286 16 位处理器,其集成度达到 10 万个晶体管/片,时钟频率为 10MHz,平均指令执行时间为 $0.2\mu\text{s}$,速度比 8086 快 5~6 倍。该微处理器本身含有多任务系统必需的任务转换功能、存储器管理功能和多种保护机构,支持虚拟存储体系结构,另一个产品 8088 采用了 16 位内部数据总线和 8 位外部数据总线,运算速度较 8 位机快 2~3 倍。

除 8086/8088 外,还有 Zilog 公司的 Z-8000 和 Motorola 公司的 MC6800。它们都具有丰富的指令系统、多种寻址方式、多种数据处理形式,采用多级中断,有完善的操作系统。由它们组成的微型计算机的性能指标已达到或超过当时的中档小型机水平。

1.2.4 第四代微处理器(1983—1993)

随着社会需求的发展和相关技术的不断更新,众多的 32 位高档微处理器被研制出来。这一时期的典型产品有:Zilog 公司推出的 Z-80000、Motorola 公司的 MC68020、Intel 公司的 Intel 80386 和 NEC 公司的 V70 等。32 位微处理器的出现,从结构、功能和应用范围等方面使小型机进一步微型化,开始了微处理器的新时代。

第四代微处理器采用更先进的工艺,集成度较以前有了很大提高,其内部采用流水线控制,平均指令执行时间缩小,此时的微处理器具有 32 位数据总线和 32 位地址总线,这样它们直接寻址能力高达 4GB,同时具有存储保护和虚拟存储功能,虚拟空间可达 $64\text{TB}(2^{64})$ 。1985 年 Intel 公司推出的 80386 CPU 采用 6 级流水线,使取指令、译码、内存管理、执行指令和总线访问并行操作,1989 年 Intel 公司在 80386 的基础上研制出 32 位微处理器 Intel 80486,它是指 80386 和 80387 及一个 8KB 高速缓冲存储器(cache,也称为高速缓存)集成在一起的新一代微处理器。80486 首先采用了 RISC(reduced instruction set computer,精简指令集计算机)技术和突发总线(burst bus),很大程度上缩短了每条指令的执行时间,有效地提高了 80486 的处理速度,在相同的时钟频率下,80486 的处理速度一般要比 80386 快 3~4 倍。同期推出的高性能 32 位微处理器还有 Motorola 公司的 MC68040 和 NEC 公司的 V80 等。由这些高性能 32 位微处理器组成的 32 位微型计算机的性能已达到或超过当时的高档小型机甚至大型机水平,被称为高档(超级)微型机。

1.2.5 第五代微处理器(1993—1995)

第五代微处理器的推出,使微处理器技术发展到了一个崭新阶段,1993年 Intel 公司正式推出第五代微处理器 Pentium,俗称 586 或 P5。作为 Intel 微处理器的新产品,它不但继承了前几代产品的优点,与 80486 二进制完全兼容,而且在许多方面又有新的突破,使微处理器技术达到当时的最高峰。它采用 $0.8\mu\text{m}$ 的 BICMOS 工艺,集成度高达 310 万管/片,采用 36 位地址总线使可寻址空间达 64GB,64 位外部数据总线,使经总线访问内存数据的速度高达 528MB/s、是主频 66MHz 的 80486-DX2 最高速度(105MB/s)的 5 倍,Pentium 是 32 位的微处理器,但采用了全新的体系结构,内部采用超标量流水线设计,有两个定点流水线和一条浮点流水线,这样其在单个时钟周期内可执行两条整数指令,即实现指令并行;Pentium 芯片内采用双 cache(高速缓冲存储器)结构,即指令 cache 和数据 cache,每个 cache 为 8KB,数据宽度为 32 位,避免了预取指令和数据可能发生的冲突。数据 cache 还采用了回写技术,大大节省了微处理器的处理时间;它采用分支指令预测技术,可动态预测分支程序的指令流向,大大节省了微处理器用于判别分支程序的时间。

为了强化浮点运算能力,Pentium 微处理器在 486 的基础上强化了浮点运算能力,其执行过程分为 8 级流水线和部分指令固化的硬件执行浮点运算技术,保证每个时钟周期至少能完成一个浮点操作,大大地提高了浮点运算的速度。

1.2.6 第六代微处理器(1995 年至今)

Intel 公司于 1995 年 2 月正式宣布了其新一代微处理器 P6,P6 采用 $0.6\mu\text{m}$ 工艺,集成度为 550 万管/片,具有两个一级高速缓存(即 8KB 的指令 cache 和 8KB 的数据 cache),256KB 的二级 Cache,电源电压仅为 2.9V,主频为 133MHz,内部采用 12 级超标量流水线结构,一个时钟周期可以执行 3 条指令,同时它在 CISC/RISC 的混合使用、乱序执行等方面都有新的特点。其性能是经典 Pentium 的 2 倍。1996 年改进后的 P6 正式命名为 Pentium Pro,该处理器的集成电路线径仅为 $0.35\mu\text{m}$,最高时钟频率为 200MHz,运算速度达 200MIPS。

1997 年 Intel 公司又推出了微处理器的新产品 Pentium II(即奔腾二代),它是当时世界上运行速度最快、性能最优良的微处理器。Intel 公司在 1999 年推出了 Pentium III。Pentium III 的主频从 450MHz~1GHz。2000 年年末 Intel 公司又推出了目前的主流微处理器 Pentium 4。Pentium 4 采用 $0.18\mu\text{m}$ 工艺,集成度为 4200 万管/片,具有两个一级高速缓存(即 64KB 的指令 cache 和 64KB 的数据 cache),512KB 的二级 cache,电源电压仅为 1.9V,主频为 1.3~3.6GHz,内部采用 20 级超标量流水线结构。增加了很多新指令,更加有利于多媒体操作和网络操作。

1.3 微型计算机系统

微型计算机系统包括硬件系统和软件系统两大部分。

1.3.1 微型计算机的硬件组成

1. 计算机结构框图

一般的计算机主要由运算器、控制器、存储器和输入输出接口 4 部分组成,如图 1.1 所示。

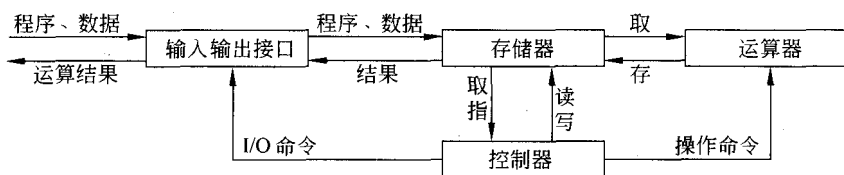


图 1.1 计算机结构框图

运算器: 又称算术逻辑单元 ALU,是计算机对数据进行加工处理的部件,包括算术运算和逻辑运算。

控制器: 负责从存储器中取出指令、控制信号等。

存储器: 存储程序、数据、中间结果和运算结果。

I/O 接口: 原始数据、程序等通过输入接口送到存储器,而计算结果、控制信号等通过输出接口送出。

2. 微型计算机

微型计算机通常由微处理器、存储器(ROM 和 RAM)、I/O 接口电路及系统总线(包括地址总线(AB)、数据总线(DB)、控制总线(CB))组成。就微型机的基本组成原理而言,它与其他各类计算机并无本质上的区别,但由于微型机广泛使用了大规模和超大规模集成电路,这便决定了微型机在组成上又有它自己的特点。在微型计算机中,各功能部件之间通过系统总线相连,这使得各功能部件之间的相互关系转化为各部件面向系统总线的单一关系,这是微型计算机在体系结构上的最突出特点。它不仅为微型机的生产和系统功能的扩充或更新提供了方便,而且为微型计算机产品的标准化、系列化及模块化打下了良好基础。其典型的硬件组成和总线组成分别如图 1.2 和图 1.3 所示。

3. 微处理器

微处理器就是大规模集成电路形式的中央处理器,即 CPU,是微型计算机的核心部件。它的功能就是进行运算并按照程序指令的要求控制计算机各功能部件协调工作。因