

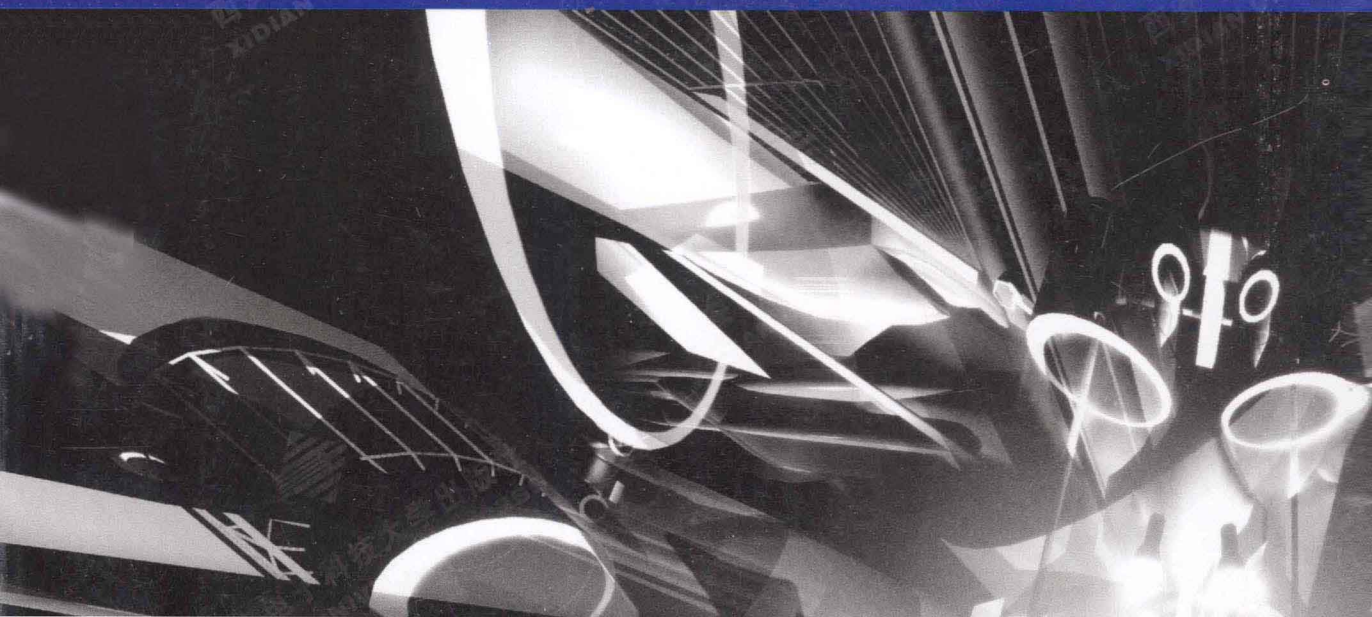
高等学校电子信息类专业
“十二五”规划教材

ELECTRONIC
INFORMATION SPECIALTY

现代微机原理与 接口技术

李永忠 主编

 西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>



高等学校电子信息类专业“十二五”规划教材

现代微机原理与接口技术

李永忠 主编
徐 静 张 静
李正洁 王汝山 参编
吴峰梅



西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书以 Intel 8086/8088 为基础,同时兼顾高性能微处理器 80x86 以及 Pentium 系列微处理器的介绍,系统阐述了微型计算机的基本结构、原理、接口技术及其应用。

本书共 10 章,内容分别为计算机基础知识、8086/8088 CPU 结构与总线技术、8086/8088 指令系统、高性能微处理器、汇编语言源程序设计、输入/输出技术、中断系统与定时/计数技术、串行通信及其接口电路、存储器接口、模拟接口技术。

本书概念准确、内容新颖、自成体系,便于教学和自学,可作为高等院校计算机科学与技术、软件工程、电子信息工程、电气工程及其自动化、通信与电子类专业的本科生教材,也可作为相关领域工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代微机原理与接口技术/李永忠主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2013.10

高等学校电子信息类专业“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5606 - 3146 - 2

I. ① 现… II. ① 李… III. ① 微型计算机—理论—高等学校—教材 ② 微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ① TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 222803 号

策 划 云立实

责任编辑 云立实 王艳

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 25.5

字 数 608 千字

印 数 1~3000 册

定 价 44.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 3146 - 2/TP

XDUP 3438001 - 1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

微机原理与接口技术的教材很多,但其内容处于两极分化状态,要么以 8086/8088 CPU 及其相应的接口芯片为基础,内容显得陈旧;要么以 80386/Pentium 及其主板芯片组为基础,内容虽新颖但学生难以理解。本书以 Intel 8086/8088 为基础,便于学生理解,同时兼顾高性能微处理器 80x86 以及 Pentium 系列的介绍。编写本书的理念是正确处理先进性和教学适用性的关系,既尽量反映微机原理与接口技术发展的最新技术,又重视遵循教学规律,更好地体现“基础性、系统性、实用性和先进性”的统一,努力体现素质教育与创新教育的思想,注重理论与实践的结合,原理、技术与应用的结合,硬件与软件的结合,将科研经验和应用实例相融合,培养和开发学生的创新思维及分析解决实际问题的能力。

虽然 Intel 公司的微处理器从早期的 8086、80x86 到后来的 Pentium 系列以及现在的 Pentium 4 和多核技术,无论其制造工艺还是技术和性能,都有了极大的改进和提高,但从编程的角度看,它们仍然是一个系列,完全兼容。应用编程的寄存器结构只有字长之分,而无本质区别,指令系统从 8086 到 Pentium 系列,除部分保护模式下扩展指令外,80%以上是完全相同的,在应用程序中所用到的绝大多数指令依然是基本指令集中的指令,即 8086 指令集。因此,本书以 Intel 8086/8088 为基础,同时兼顾高性能微处理器的介绍。虽然微机的存储器容量越来越大,但存储器的基本工作原理和构成没有变;虽然微机连接的外部设备越来越丰富,但中断工作的原理和输入/输出控制方法没有变;虽然随着大规模集成电路技术的发展,主板上曾经大量独立的接口芯片都已被集成到现在的主板芯片组中,但并行接口 8255、中断控制器 8259A、定时/计数器 8253、串行接口 8251 和模拟接口等可编程芯片的作用依然存在。总之,虽然微型计算机技术有了巨大的发展,但其基本工作原理是相同的。本书注重吸取微机发展的最新技术和最新知识,并将其融于全书之中,从不同机型之间的共性和最基本的概念入手,介绍微机从硬件组成到软件编程的基本知识以及微机的组成原理、工作原理、汇编语言的编程方法和接口技术,使学生对现代微处理器的性能和特点有一定的了解,为学生掌握和应用高性能微处理器或单片机以及微机发展的新技术打下基础。

本书特别注意阐明基本概念、方法以及使用中的注意事项,内容简明扼要、深入浅出,融入了作者多年教学与工程实践的经验与体会。全书共 10 章,内容分别为计算机基础知识、8086/8088 CPU 结构与总线技术、8086/8088 指令系统、高性能微处理器、汇编语言源程序设计、输入/输出技术、中断系统与定时/计数技术、串行通信及其接口电路、存储器接口以及模拟接口技术。每章都配有适量的例题与习题,以帮助学生巩固所学知识。

本书由江苏科技大学的李永忠教授主编,徐静、张静、李正洁、王汝山、吴峰梅等参加编写。其中盐城工学院的徐静编写了第 3、5、6 章的部分内容,江苏科技大学的张静编写了第 2、

7、9 章的部分内容，滁州学院的李正洁编写了第 4、10 章的部分内容，哈尔滨理工大学远东学院的王汝山编写了第 1、8 章的部分内容。全书由李永忠统稿，由江苏科技大学的吴峰梅校对。

本书在编写过程中得到了江苏科技大学计算机科学与工程学院领导的大力支持与帮助，部分老师对本书提出了许多宝贵意见，本书的部分内容参考了书后所列的参考文献，在此谨向所有给予帮助的同志和所列参考文献的作者深表谢意。

由于计算机技术发展迅速，加之编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

作 者

2013 年 3 月于镇江

目 录

第 1 章 计算机基础知识	1	第 3 章 8086/8088 指令系统	46
1.1 计算机的分类与发展	1	3.1 指令系统概述	46
1.1.1 计算机的分类	1	3.1.1 指令与指令系统	46
1.1.2 微型计算机的发展	2	3.1.2 操作数	46
1.1.3 微型计算机的特点	4	3.2 8086/8088 CPU 的寻址方式	46
1.2 微型计算机系统组成	4	3.2.1 立即寻址方式	47
1.2.1 微型计算机的硬件系统组成	5	3.2.2 寄存器寻址方式	47
1.2.2 微型计算机的软件系统组成	8	3.2.3 直接寻址方式	47
1.2.3 微型计算机的性能指标	9	3.2.4 寄存器间接寻址方式	48
1.2.4 微型计算机发展新技术	10	3.2.5 寄存器相对寻址方式	49
1.3 计算机中数值数据的表示	12	3.2.6 基址变址寻址方式	49
1.3.1 进位计数制及其相互转换	12	3.2.7 相对基址变址寻址方式	49
1.3.2 计算机中数的表示	15	3.2.8 转移类指令的寻址方式	50
1.4 计算机中常用编码	19	3.2.9 I/O 端口寻址方式	51
1.4.1 ASCII 码	19	3.3 8086/8088 指令系统	51
1.4.2 BCD 码及其调整	20	3.3.1 数据传送指令	52
1.4.3 汉字编码	21	3.3.2 算术运算指令	59
1.5 微机接口的定义与分类	21	3.3.3 位处理指令	68
1.5.1 接口的定义	21	3.3.4 串操作指令	72
1.5.2 接口的分类	22	3.3.5 控制转移指令	77
习题 1	23	3.3.6 处理器控制指令	87
第 2 章 8086/8088 CPU 结构与总线技术	24	习题 3	88
2.1 8086/8088 微处理器的内部结构	24	第 4 章 高性能微处理器	94
2.1.1 8086/8088 CPU 的内部结构	24	4.1 高性能微处理器技术	94
2.1.2 8086/8088 内部寄存器	26	4.1.1 超标量和超流水线技术	94
2.2 8086/8088 CPU 的引脚与功能	27	4.1.2 分支转移预测技术	96
2.2.1 CPU 的引脚与功能	27	4.1.3 MMX 技术	97
2.2.2 总线周期	32	4.1.4 SSE 技术	97
2.2.3 总线接口器件	35	4.1.5 保护方式存储器管理技术	97
2.3 8086/8088 存储器结构	37	4.2 80x86 微处理器	98
2.3.1 系统存储器结构	37	4.2.1 80186/80188 微处理器	98
2.3.2 最小与最大模式下的系统总线	41	4.2.2 80286 微处理器	99
2.4 微机系统中的总线结构	42	4.2.3 80386 微处理器	100
2.4.1 总线分类与总线标准	42	4.2.4 80486 微处理器	103
2.4.2 微机总线的性能指标	43	4.3 Pentium 微处理器	104
2.4.3 PC 系列微机总线	43	4.3.1 Pentium 微处理器的主要特点	104
习题 2	44	4.3.2 Pentium 微处理器的内部结构	105
		4.3.3 Pentium 微处理器的寄存器组	106

4.3.4 Pentium 微处理器的引脚与功能	112	5.3.5 过程定义伪指令	169
4.3.5 Pentium 微处理器的总线周期	115	5.3.6 程序开始和结束伪指令	170
4.4 Pentium 微处理器的存储器管理	115	5.3.7 定位伪指令	171
4.4.1 实模式下存储器管理	115	5.3.8 段定义的简化	171
4.4.2 保护模式下存储器管理中的 数据结构	116	5.3.9 宏指令	174
4.4.3 保护模式下的分段存储器管理	120	5.4 典型汇编语言程序设计举例	175
4.4.4 保护模式下的分页存储器管理	123	5.4.1 汇编语言程序设计步骤	175
4.4.5 保护模式下的段页式存储器管理	126	5.4.2 顺序程序设计	176
4.4.6 保护模式下的寄存器	127	5.4.3 分支程序设计	179
4.4.7 保护模式下的中断和异常操作	130	5.4.4 循环程序设计	183
4.4.8 保护模式下的访问操作与 保护机制	131	5.4.5 子程序设计	187
4.4.9 保护模式下虚拟 8086 模式	132	5.4.6 DOS 系统功能调用	192
4.4.10 Pentium 的系统存储器管理 模式(SMM)	133	5.5 其他汇编技术	195
4.5 Pentium 系列微处理器的发展与 新技术	133	5.5.1 重复汇编	195
4.5.1 Pentium Pro 微处理器	133	5.5.2 条件汇编	196
4.5.2 Pentium MMX 微处理器	134	5.5.3 宏汇编	197
4.5.3 Pentium II /Pentium III 微处理器	135	5.6 32 位汇编语言程序设计	198
4.5.4 Pentium 4 微处理器	137	5.6.1 32 位汇编语言源程序格式	198
4.5.5 Pentium 双核处理器	141	5.6.2 实模式下的 32 位汇编语言 程序设计	200
4.5.6 Core 微架构的处理器	142	5.6.3 保护模式下的 32 位汇编语言 程序设计	200
4.5.7 Nehalem 微架构的处理器	145	习题 5	202
4.5.8 Intel 处理器家族	145	第 6 章 输入/输出技术	208
4.6 Intel 系列接口芯片组	146	6.1 输入/输出接口的基本知识	208
4.6.1 Intel x86 系列微机系统的 基本结构	147	6.1.1 I/O 接口的定义	208
4.6.2 Intel G965 高速芯片组	147	6.1.2 I/O 接口的功能	209
习题 4	148	6.1.3 I/O 接口的基本结构	210
第 5 章 汇编语言源程序设计	150	6.1.4 接口的组成与分析方法	210
5.1 汇编语言的基本概念	150	6.1.5 I/O 端口的编址	211
5.1.1 机器语言、汇编语言和汇编程序	150	6.2 CPU 与外设之间的数据传送	213
5.1.2 汇编语言程序的开发过程	151	6.2.1 CPU 与外设交换的信息类型	213
5.1.3 汇编语言程序的上机过程	153	6.2.2 CPU 与外设交换信息的方式	213
5.2 汇编语言语句格式与源程序结构	157	6.3 简单并行 I/O 接口	216
5.2.1 汇编语言语句格式	157	6.3.1 并行通信和串行通信	216
5.2.2 汇编语言源程序结构	163	6.3.2 简单并行接口的设计	217
5.3 伪指令	165	6.3.3 简单并行 I/O 接口实例	218
5.3.1 段定义伪指令	165	6.4 可编程并行 I/O 接口芯片 Intel 8255A	219
5.3.2 数据定义及存储器分配伪指令	167	6.4.1 Intel 8255A 的引脚及编程结构	219
5.3.3 数据定义伪指令中操作数的 表达形式	168	6.4.2 Intel 8255A 的工作方式	221
5.3.4 符号定义伪指令	169	6.4.3 Intel 8255A 的操作编程	225
		6.5 Intel 8255A 的应用举例	229
		6.5.1 Intel 8255A 在 IBM PC/XT 中的 应用	229

6.5.2 打印机接口	230	第 8 章 串行通信及其接口电路	297
6.6 DMA 控制器 Intel 8237A	237	8.1 串行通信的特点及基本概念	297
6.6.1 DMA 的传送方式	237	8.1.1 串行通信的特点	297
6.6.2 Intel 8237A 芯片的内部结构与 引脚	239	8.1.2 串行通信的基本概念	299
6.6.3 Intel 8237A 的工作方式	241	8.2 串行通信及 RS-232 接口标准	302
6.6.4 Intel 8237A 内部寄存器与编程	243	8.2.1 串行通信接口标准	302
6.6.5 Intel 8237A 在 IBM PC 系列机中的 应用	248	8.2.2 RS-232 接口标准	303
习题 6	248	8.2.3 RS-232、RS-422、RS-485 接口	306
第 7 章 中断系统与定时/计数技术	250	8.3 可编程串行接口芯片 Intel 8251A	306
7.1 中断的基本概念	250	8.3.1 Intel 8251A 的主要性能	307
7.1.1 中断系统	250	8.3.2 Intel 8251A 的基本结构与 引脚功能	307
7.1.2 中断处理过程	253	8.3.3 Intel 8251A 的编程	311
7.1.3 中断优先级	254	8.3.4 Intel 8251A 应用举例	317
7.1.4 中断嵌套	256	8.4 USB 串行接口	319
7.2 8086/8088 中断系统	257	8.4.1 USB 构成	319
7.2.1 80x86 的中断类型	257	8.4.2 USB 的传输类型	321
7.2.2 80x86 CPU 响应中断的过程	260	8.4.3 USB 接口芯片 PDIUSB12	322
7.2.3 80x86 的中断向量表	260	8.4.4 USB 与 IEEE 1394 性能的比较	325
7.2.4 中断向量表的初始化	262	习题 8	327
7.2.5 80x86 的中断优先级	262	第 9 章 存储器接口	329
7.3 可编程中断控制器 Intel 8259A	263	9.1 存储器概述	329
7.3.1 Intel 8259A 的基本结构	263	9.1.1 存储器的基本概念	329
7.3.2 Intel 8259A 的编程	266	9.1.2 存储器的分类	329
7.4 Intel 8259A 应用举例	273	9.1.3 存储器的性能指标	330
7.4.1 Intel 8259A 在 IBM PC/XT 中的 应用	273	9.1.4 现代微机中存储器的层次结构	331
7.4.2 Intel 8259A 在控制系统中的应用	274	9.2 半导体存储器	332
7.4.3 Intel 8259A 的级联应用	277	9.2.1 随机存取存储器(RAM)	332
7.4.4 Intel 8259A 的查询字应用	278	9.2.2 只读存储器(ROM)	336
7.4.5 Intel 8259A 的定时应用	278	9.2.3 现代微机内存(DRAM)	340
7.4.6 Intel 8259A 在 Pentium 机上的 应用	281	9.3 存储器与 CPU 的接口	343
7.5 可编程定时/计数器 Intel 8253	282	9.3.1 存储器与 CPU 连接应注意的 问题	344
7.5.1 定时与计数	282	9.3.2 存储器片选信号的处理方法	344
7.5.2 Intel 8253 的主要特性与功能	282	9.3.3 存储器芯片的扩展	345
7.5.3 Intel 8253 的内部结构与引脚	283	9.3.4 8086 微处理器的存储器接口	350
7.5.4 Intel 8253 的工作方式	284	9.4 高速缓冲存储器与虚拟存储器	351
7.5.5 Intel 8253 的方式控制字	289	9.4.1 高速缓冲存储器(Cache)	351
7.6 Intel 8253 应用举例	291	9.4.2 虚拟存储器	353
7.6.1 Intel 8253 初始化	291	9.5 外存储器	355
7.6.2 Intel 8253 应用实例	292	习题 9	356
习题 7	294	第 10 章 模拟接口技术	359
		10.1 模拟接口的基本概念	359
		10.1.1 计算机系统模拟接口	359

10.1.2	采样保持电路	360	10.3.2	ADC0809 与微处理器的接口	374
10.1.3	D/A 转换器(DAC)的工作原理	361	10.3.3	ADC0809 应用举例	378
10.1.4	D/A 转换器的主要性能指标	362	习题 10		382
10.1.5	A/D 转换器(ADC)的工作原理	363	附录 A 8086/8088 指令表		384
10.1.6	A/D 转换器的主要性能指标	364	附录 B DOS 功能调用		391
10.2	典型 D/A 转换器及其应用	365	附录 C DEBUG 命令		396
10.2.1	D/A 转换器 DAC0832	365	附录 D IBM PC/XT 中断类型号的		
10.2.2	DAC0832 与微处理器的接口	367	配置		399
10.2.3	DAC0832 应用举例	370	参考文献		400
10.3	典型 A/D 转换器及其应用	372			
10.3.1	ADC0809 转换器	372			

第1章 计算机基础知识

计算机是一种具有高速数值运算和信息处理能力,同时具有超强记忆功能和逻辑判断能力的电子设备。

1.1 计算机的分类与发展

1.1.1 计算机的分类

电子数字计算机是人类制造的用于信息处理的机器。1946年,世界上第一台电子数字计算机 ENIAC(埃尼阿克)由美国宾夕法尼亚大学研制成功。尽管它重达 30 t,占地 170 m²,耗电 140 kW,采用 18 800 多个电子管,每秒钟仅能做 5000 次加法运算,但它是人类历史上第一台真正的电子计算机。ENIAC 耗电很高,据说每次一开机,整个费城西区的电灯都会变暗。真空管的损耗率相当高,几乎每 15 min 就可能烧坏一支真空管,操作人员须花 15 min 以上的时间才能找出坏掉的管子,使用上极不方便。此外,ENIAC 的存储容量太小,程序是用线路连接的方式实现的,不能存储。

自从第一台电子数字计算机问世以来,计算机的发展经历了第一代电子管计算机时代(1946年~1956年)、第二代晶体管计算机时代(1958年~1964年)、第三代集成电路计算机时代(1964年~1972年)和第四代超大规模集成电路(VLSI)计算机时代(1971年至今)。经过半个多世纪的发展,计算机已经是一个庞大的家族,种类繁多。计算机有多种分类方法,一般按其规模和运行速度进行分类。目前国际上把计算机分为以下六大类。

1. 巨型计算机(Super Computer)

巨型计算机又称为超级计算机,一般包含几百到数千个中央处理器(CPU, Central Processing Unit),其特点是规模大、速度快、价格昂贵。世界上只有少数几个公司能生产巨型计算机。在第34届全球超级计算机500强排名中,美国橡树岭国家实验室(Oak Ridge National Laboratory)的Cray XT5超级计算机“美洲虎”(Jaguar)高居榜首,运算速度为1.759千万亿次(petaflop)每秒;IBM生产的“走鹃”(Roadrunner)排名第二,运算速度为1.042千万亿次每秒;排名第三的是美国田纳西大学国家计算科学研究院(National Institute for Computational Sciences)的“海妖”(Kraken),运算速度为832万亿次(teraflop)每秒;德国超计算机“JUGENE”位居第四,运算速度为825.5万亿次每秒;中国的超级计算机“天河一号”排名第五,运算速度为563万亿次每秒,该产品使用英特尔至强处理器,并利用AMD的GPU作为加速器,共有7.168万个计算核心。另外,典型的巨型机还有日本NEC公司的NEC SX-6/64 MB,它包含64个CPU,内存容量为512 GB,峰值速度达1万亿次浮点运算每秒。超级巨型机NEC Earth Simulator包含5104个CPU,内存容量为10 TB,峰值速度达400万亿次浮点运算每秒。我国研制成功的银河Ⅰ型亿次机、银河Ⅱ型十亿次机和银河Ⅲ型百亿次机就都是巨型机,而“曙光5000”、“曙光6000”和“神威”计算机都是超级巨型机。巨型计算机和超级巨型计算机对尖端科学、战略武器、社会及经济模拟等新领域的研究都具有极其重要的意义。

2. 大型主机(Mainframe Computer)

大型主机包括通常所说的大型(计算)机和中型(计算)机,其运算速度快、存储容量大、通

信联网功能完善、可靠性高、安全性好,有丰富的系统软件和应用软件,CPU 通常有 4 个、8 个、16 个、32 个甚至更多。大型主机用于为企业或政府的数据提供集中存储、管理和处理,作为主服务器(企业级服务器),在信息系统中起着核心作用。其代表机种有美国 IBM 公司生产的 IBM 360、370、4300、3090、9000 系列以及中国联想公司生产的 S-1000 系列。

3. 小型(计算)机(Mini Computer)

小型计算机只有一个 CPU,但可供多个用户使用。其用途是为多个用户执行任务,但它没有大型机的性能高,支持的并发用户数目比较少。小型机的典型应用是帮助中小企业(或大型企业的一个部门)完成信息处理任务,如库存管理、销售管理、文档管理等。其代表机种有美国 DEC 公司的 VAX 系列、DG 公司的 MV 系列以及 IBM 公司的 AS-400 系列。我国生产的太极系列计算机属于小型机。近年来,小型机逐步被高性能的服务器(部门级服务器)所取代。

4. 个人计算机(Personal Computer)

个人计算机又称为微型计算机,简称 PC。这种计算机供单个用户使用,体积小、重量轻、价格便宜,对环境的要求不高,安装和使用都十分方便,是目前应用最广泛的计算机。其代表 CPU 种类有 Intel 的 x86 系列和奔腾系列,代表机种有 Compaq 和联想系列微机。

5. 工作站(Work Station)

工作站与高档微机之间的界限并不是非常明确,而且工作站的性能也有接近小型机,甚至接近低档大型主机的趋势。工作站分为初级工作站、工程工作站、超级工作站以及超级绘图工作站等,典型机器有 HP 工作站、Sun 工作站等。

6. 小巨型计算机(Mini Super Computer)

小巨型计算机是新发展起来的小型超级计算机,或称桌上型超级计算机,其发展非常迅速,例如美国 Convex 公司的 C 系列、Alliant 公司的 FX 系列等。

20 世纪 70 年代初期,微电子技术和超大规模集成电路技术的发展,促使了以微处理器为核心的微型计算机的诞生。微型计算机简称微机,它和其他计算机的主要区别在于它的中央处理器(CPU)采用了超大规模集成电路技术,将其各功能部件集成在一块硅片上,它又可称为微处理器。微处理器包含了冯·诺依曼计算机体系结构中的运算器和控制器,是计算机的核心部件。随着超大规模集成电路技术的发展和运用,微处理器中所集成的部件越来越多,除运算器、控制器外,还有数学协处理器、高速缓冲存储器、接口和控制部件等。

1.1.2 微型计算机的发展

微型计算机的发展是以微处理器的发展为特征的。微处理器自 1970 年问世以来,在短短几十年的时间里以极快的速度发展,初期每隔二三年就要更新一代,现在则不到一年就更新一次。

微型计算机的发展划分为以下几个阶段:

1971 年~1973 年:第一代微机,其典型产品是 Intel 4004 和 Intel 8008,字长分别为 4 位和 8 位,集成度约为 2000 个晶体管/片,时钟频率为 1 MHz。

1973 年~1975 年:第二代微机,其典型产品是 Intel 8080 和 M6800,字长为 8 位,集成度约为 5000 个晶体管/片,时钟频率为 2 MHz。

1975 年~1977 年:第三代微机,其典型产品是 Intel 8085、M6802 和 Z80,字长为 8 位,集成度约为 10 000 个晶体管/片,时钟频率为 2.5 MHz~5 MHz。

1978 年~1980 年:第四代微机,其典型产品是 Intel 8086、M68000 和 Z8000,字长为 16 位,集成度约为 30 000 个晶体管/片,时钟频率为 5 MHz。

1981年以后产生了第五代微机,其典型产品是IAPX43201,字长为32位,集成度约为11万个晶体管/片,时钟频率可达10 MHz。1985年推出的M6820和Intel 80386,集成度已达27万个晶体管/片,时钟频率为16 MHz~25 MHz。由于集成度高,系统的速度和性能大为提高,可靠性增加,成本降低。

1989年,Intel公司将数学协处理器和高速缓存集成到80386芯片内,推出了80486微处理器。80486与80386完全兼容,但速度要比80386的快。80486借用了80386中指令流水线和RISC(精简指令系统)的设计思想,减少了大部分指令的时钟周期。80486采用高集成度的超大规模集成电路,芯片内含有120万个晶体管,时钟频率可以达到100 MHz。

1993年3月,Intel公司推出Pentium微处理芯片(又称P5,俗称586),它采用比80486更高集成度的超大规模集成电路。Pentium与80386或80486完全兼容,采用32位地址线和64位数据线,寻址范围为4 GB(2^{32}),时钟频率可达60 MHz甚至更高。

1995年推出的PentiumPro(又称P6,俗称高能奔腾)CPU,集成了550万只晶体管,地址线为36位,寻址范围为64 GB,主频提高到133 MHz。

1997年Intel公司推出了Pentium MMX芯片,它在x86指令集的基础上加入了57条多媒体指令。这些指令专门用来处理视频、音频和图像数据,使CPU在多媒体操作上具有更强大的处理能力。Pentium MMX还使用了许多新技术。单指令多数据流(SIMD, Single Instruction Multiple Data)技术能够用一个指令并行处理多个数据,缩短了CPU在处理视频、音频、图形和动画时用于运算的时间;流水线从5级增加到6级,一级高速缓存扩充为16 KB,一个用于数据高速缓存,另一个用于指令高速缓存,因而速度大大提高;Pentium MMX还吸收了其他CPU的优秀处理技术,如分支预测技术和返回堆栈技术。Pentium MMX相当于Pentium的加强版CPU,除了增加67个MMX(Multi-Media eXtension)指令以及64位数据形态之外,也将内建指令及数据缓存(Cache)从之前的8 KB增加到16 KB,内部工作电压降到2.8 V。

1996年到1998年间Intel公司推出的Pentium II处理器,其性能基于P5和P6芯片之间并附加多媒体声像处理指令,1998年Intel公司发布的Pentium II 450 MHz处理器,采用了0.25 μm 工艺技术,核心由750万个晶体管组成。为了降低成本占领低端CPU市场,Intel推出了Intel Pentium II Celeron处理器。1999年Intel公司推出的Pentium III CPU,其主频达450 MHz以上,具有32 KB一级高速缓冲存储器(Cache)和512 KB二级高速缓冲存储器,它针对网络功能进行了优化,增加了70条扩展指令(SIMD, SSE),提高了CPU处理连续数据流的效率和浮点运算速度,并加强了多媒体功能。

2000年,Intel公司推出了Pentium IV,使用了一系列的新技术,例如支持快速视频流编码的SSE2指令集等。2002年Intel公司在全新英特尔Pentium 4至尊版3.20 GHz处理器上推出其创新超线程(HT)技术。超线程技术支持全新级别的高性能台式机,同时快速运行多个计算应用,或为采用多线程的单独软件程序提供更多线程。2005年到2006年间推出了双核处理器,2006年1月,Intel公司发布了Pentium D 9xx系列处理器,包括支持VT虚拟化技术的Pentium D 960(3.60 GHz)、950(3.40 GHz)和不支持VT的Pentium D 945(3.4 GHz)、925(3 GHz)和915(2.80 GHz)。2006年7月,Intel公司面向家用和商用个人计算机与笔记本,发布了十款全新英特尔酷睿2双核处理器和英特尔酷睿至尊处理器。英特尔酷睿2双核处理器家族包括五款专门针对企业、家庭、工作站和玩家(如高端游戏玩家)而定制的台式机处理器,以及五款专门针对移动生活而定制的处理器。这些英特尔酷睿2双核处理器设计用于提供出色的能效表现,并更快速地运行多种复杂应用,支持用户改进各种任务的处理,例如更流畅地观看和播放高清晰度视频、在电子商务交易过程中更好地保护计算机及其资产以及提供更耐久的电

池使用时间和更加纤巧时尚的笔记本外形等。

1.1.3 微型计算机的特点

从工作原理和基本功能上看,微型计算机与大型、中型和小型计算机没有本质的区别。微型计算机具有计算机的基本特点,即运算速度快,计算精度高,具有“记忆”能力和逻辑判断能力,可自动连续工作等。此外,微型计算机还具有体积小、重量轻、价格低、耗电量小、可靠性高、结构灵活等优点。

1.2 微型计算机系统组成

1946年美籍匈牙利数学家冯·诺依曼等人在一篇《关于电子计算仪器逻辑设计的初步探讨》的论文中,第一次提出了计算机组成和工作方式的基本思想。其主要思想是:

(1) 计算机应由运算器、控制器、存储器、输入和输出设备五大部分组成。

(2) 存储器不但能存放数据,也能存放程序。数据和指令均以二进制数形式存放,计算机具有区分指令和数据的功能。

(3) 将编好的程序事先存入存储器中,在指令计数器控制下,自动高速运行(执行程序)。

以上几点可归纳为“程序存储,程序控制”的构思,这就是冯·诺依曼结构计算机的特征。

微型计算机是指以微处理器为核心,配以主存储器、输入/输出接口电路及系统总线而构成的计算机。数十年来,计算机技术虽已取得惊人发展,并相继出现了各种结构形式的计算机,但究其本质,它们仍属冯·诺依曼结构体系。微型计算机由硬件和软件两大部分组成。硬件是指那些为组成计算机而有机联系的电子、电磁、机械、光学的元件、部件或装置的总和,它是有形的物理实体。软件是相对于硬件而言的。从狭义角度看,软件包括计算机运行所需的各种程序;而从广义角度讲,软件还包括手册、说明书和有关资料。

硬件和软件系统本身还可细分为更多的子系统,如图1-1所示。

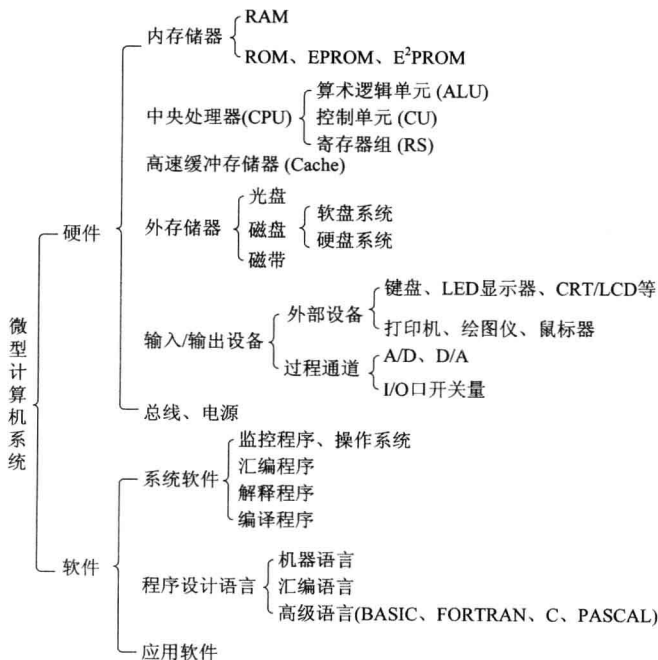


图 1-1 微型计算机系统组成

1.2.1 微型计算机的硬件系统组成

通用微型计算机的硬件一般由五个部分组成,即内存储器、微处理器(CPU)、外存储器、输入/输出设备和总线。图1-2所示为通用微型计算机系统典型组成。

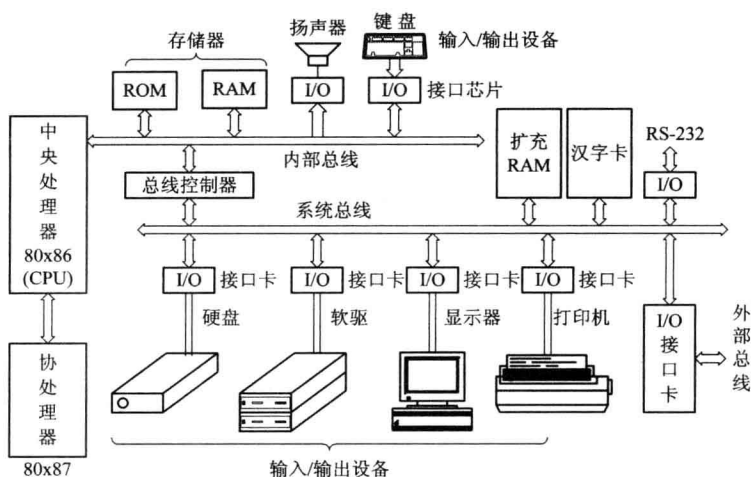


图1-2 通用微型计算机系统典型组成

1. 内存储器

微型计算机系统的内存储器由大规模集成电路芯片(LSI)或超大规模集成电路芯片(VLSI)构成,主要用来存储数据和程序。内存储器中存放着两类信息,一类是待处理的数据和运算结果,另一类是处理数据的程序。待处理的数据有不同的类型,如数值计算的原始数据为一般数值型数据,文字处理的原始数据为字符型数据,而图像处理方面的原始数据则为像素等。程序也依用途、功能和数据类型的不同而不同。

内存储器的工作过程大致如下:在解题(处理)前,预先把程序和原始数据存放于内存储器,在解题(处理)过程中,由内存储器向控制器提供指令代码,然后根据处理需要,随时向运算器提供数据,同时把运算结果或中间结果存储起来,从而保证计算机能按照程序自动地进行工作。因此,从冯·诺依曼计算机结构来看,内存储器是计算机极其重要的部件之一。如果没有内存储器,微型计算机也就不能按照程序自动有效地工作了。一般对内存储器主要有三点要求,这三点要求正是推动存储技术发展的动力,即存取数据的速度要快、存储容量要大、成本要低。

存储器容量是以该存储器共有多少字和每个字有多少位来表示的。每个字所含的二进制位数就是字长。现代通用微型计算机的字长有8位、16位、32位和64位四种规格。如果计算机存储器的存储容量为64 KB,则表示该存储器有 $64 \times 1024 = 65\,536$ B的容量。微型计算机存储器通常有随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)和只读存储器(ROM, Read Only Memory)这两类。现代微机中随机存取存储器(RAM)主要使用SRAM作Cache, DRAM作内存条。只读存储器的使用从ROM、EPROM、E²PROM到现在的Flash,其中ROM应用最为广泛。关于存储器的详细介绍参见第9章。

因为待处理的数据和程序都放在内存储器中,所以存取速度应当和中央处理器速度相匹配。现在内存储器存取周期(存储或取出一个数码所需时间)一般在10 ns~50 ns范围内。用计算机解决的问题越来越复杂,即待处理数据和程序的规模越来越大,因此内存储器的容量应保

证容得下数据和程序。早期 IBM PC 的内存为 640 KB, 现代微机的内存一般为 128 MB~4 GB。

2. 微处理器(CPU)

微处理器是整个微型计算机硬件控制指挥中心。不同型号的微型计算机性能的差别, 首先在于微处理器性能的不同。Intel 公司的 Pentium(奔腾)、Pentium Pro(高能奔腾)、Pentium MMX(多能奔腾)、Pentium II、Pentium III 和 Pentium IV 等都是目前广泛使用的微处理器。微处理器性能与它的内部结构、硬件配置有关。但无论哪种微处理器, 其基本部件总是相同的。运算部分包括算术逻辑单元(ALU, Arithmetic Logic Unit)、累加器(ACC, Accumulator)、状态寄存器(FR, Flag Register)和寄存器组(RS, Register Set)。控制部分包括程序计数器(PC, Program Counter)、指令寄存器(IR, Instruction Register)、指令译码器(ID, Instruction Decoder)以及控制信号发生电路等。图 1-3 是通用微处理器的基本组成图。

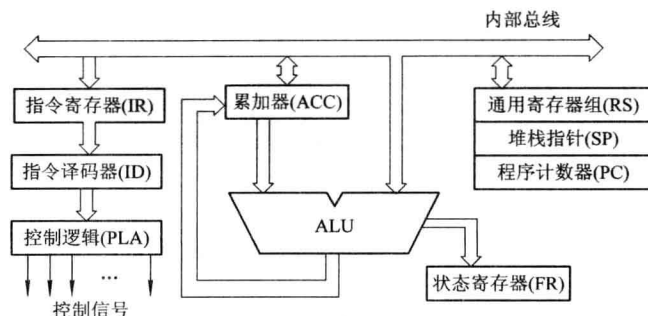


图 1-3 通用微处理器的基本组成图

(1) 算术逻辑单元(ALU)是微型计算机运算部分的核心, 在控制信号作用下可完成加、减、乘、除四则运算, 还可进行与、或、非和异或等逻辑运算。

累加器(ACC)是通用寄存器中的一个。通用微型计算机中至少包含一个 ACC, 它总是提供送入 ALU 的两个运算操作数中的一个, 而运算后的结果送回 ACC。由于 ACC 跟 ALU 联系特别密切, 因此常把 ACC 归在 ALU 中, 而非通用寄存器组中。

(2) RS 是用来加快运算和处理速度的。如果没有通用寄存器组, 每次取操作数和保存中间结果都必须访问存储器, 访问存储器要比向寄存器存取数据慢得多。因此, 在需要重复使用某些数据或中间结果时, 可将其暂时存放在寄存器中, 避免反复访问存储器, 从而提高了执行速度。

状态寄存器(FR)或程序状态字(PSW)用来记录计算机运行的某些重要状态, 在必要时, 根据这些状态控制 CPU 的运行。所谓“状态”, 是指运算是否发生溢出, 运算结果是否为零, 运算结果是否为负, 是否有进位等。

堆栈指针(SP)是一组寄存器, 用来指定存储器中某一区域(栈顶)。“堆栈”作为信息的一种存取方式, 在计算机中广泛使用。在堆栈中, 信息的存入(进栈 PUSH)与取出(弹出 POP)过程好像货物堆放的过程, 最后存放的货物堆放在顶部, 因而最先取出。这种方式称为“后进先出”(LIFO)或称为“先进后出”(FILO)。堆栈指针(SP)或堆栈指示器用来指示栈顶, 其初值由程序员设定。一般来讲, 向下生长型堆栈, 在将数据压入堆栈时, SP 自动减 1, 向上浮动而指向新的栈顶; 当数据从栈中弹出时, SP 自动加 1, 向下浮动而指向新的栈顶。

程序计数器(PC)用来记录当前要执行的指令地址码。程序中的各条指令一般按执行顺序存放在存储器中, 开始时 PC 中的地址码为该程序第一条指令所在的地址编号。每取出一条指令后, PC 将自动加 1 以指向第二条指令所在地址, 这样就能按顺序执行程序中的各条指令。当

需要改变执行顺序时, PC 可以根据程序的安排设置新的值, 以指向新的指令地址。这种程序不是顺序执行而是转移或分支了。因此, PC 是维持微处理器有序地执行程序的关键性寄存器, 是任何微处理器不可缺少的部分。

(3) IR、ID 和控制逻辑(PLA)组成微处理器的控制单元(CU), 是整个微处理器的控制指挥中心, 对协调整个微型计算机有序工作极其重要。它根据用户预先编好的程序, 依次从存储器中取出各条指令放在指令寄存器中, 通过指令译码(分析)确定应该进行什么操作, 然后通过控制逻辑在确定的时间内往确定的部分发出控制信号。

3. 外存储器

CPU 只能从内存储器中取指令, 要执行的程序必须先放在内存存储器的 RAM 中, 然后计算机才能执行该程序。内存存储器的工作速度比较高, 和 CPU 的速度基本匹配。但是内存存储器存在两个问题: 一是由于经济成本的原因, 存储器容量不宜做得太大; 二是内存信息容易丢失, 一旦关断电源, 内存存储器中的信息将全部丢失。为解决以上两点不足, 引入了外存储器。外存储器一般归属于外部设备, 用来存储 CPU 不急用的信息。它不能直接和 CPU 交换数据, 要通过接口电路才能将信息送到内存存储器中。

实际上, 任何通用微型计算机系统均配有一定容量的外存储器, 且其种类繁多, 目前使用最多的是磁盘存储器(磁盘存储器包括软盘存储器和硬盘存储器)和光盘存储器。近年来, Flash 存储器(优盘)使用广泛。软盘存储器是在形如薄唱片的聚脂塑料薄片的基体上涂有磁性材料的圆盘片, 软盘片封装在防尘封套内, 使用和携带都很方便。软盘片价格低, 但仍有两点不足之处, 一是存储容量较小, 二是存数和取数速度较慢。目前软盘已被优盘取代, 很少使用。

通用微型计算机上用的硬盘也叫温盘, 意思是采用温切斯特(Winchester)技术的盘。这是 20 世纪 70 年代发展起来的高密度、高可靠性的磁盘技术。目前硬盘存储器的存储容量可达 800 GB~1000 GB。现在通用微型计算机用得较多的是 500 GB~800GB 的硬盘。

20 世纪 80 年代初, CD 光盘从音响领域跨入计算机领域。CD 光盘技术和应用发展很快, 其性能有较大幅度的提高。光盘上的螺旋形路径由里向外被划分成许多长度相等的块(Block), 每个块的容量相同, 在存放带有纠错编码的数据时容量为 2048 B, 在存放不带纠错编码的数据时容量为 2352 B。整个光盘约有 30 万块数据, 存储容量达 650 MB。目前代替 CD 的是 DVD。DVD 比 CD 的存储密度高、容量大, 一般为 4 GB~8 GB。

4. 输入/输出设备

输入/输出设备是微型计算机系统与周围世界通信联系的渠道, 其种类繁多。输入设备有键盘、卡片输入机、条形码识别装置、音像识别以及模/数转换装置等, 输出设备有 LED 显示器、CRT 显示器、打印机、绘图仪以及数/模转换器等。常用作外存储器的磁盘、磁带既可作输入又可作输出。输入/输出设备又称外围设备。尽管输入/输出设备种类繁多, 但是它们有共同点: 一是通常采用机械的或电磁的原理工作, 所以速度比较慢, 难以和 CPU 以及内存存储器的工作速度相匹配; 二是要求的工作电平与 CPU 和存储器等采用的标准 TTL 电平不一致。为了把输入/输出设备与计算机的 CPU 连接起来, 还需要一个中间环节——接口电路(Interface), 用来进行锁存、变换、隔离和对外设选址, 以保证信息和数据在外设与 CPU 和内存之间正常传送。

5. 总线

内存储器、外存储器、CPU 是计算机的组成部分, 这些部分必须有机地连接在一起, 才能相互协调工作。连接各部件的方法有多种, 最直观、最简单的方法就是把任何两个有联系的部件用导线直接连接起来。这种连接, 虽然有直接传送、独立使用和传送速度快等优点, 但其致

命弱点是各组成部分相互关系多,致使连线多又乱。因此,自20世纪70年代开始,随着微处理器及微型计算机系统的迅速发展,逐渐采用“总线”(Bus)结构方法把各个组成部分连接起来。

总线实际上是一组导线,是各种信息线的集合,用以作为各个组成部分共同使用的数据传输通道。总线一般包括数据总线(DB, Data Bus)、地址总线(AB, Address Bus)和控制总线(CB, Control Bus)三种。数据总线用来传输数据,通常包括CPU与内存存储器或输入/输出设备之间、内存存储器与输入/输出设备或外存储器之间交换数据的双向传输线路。地址总线用来传送地址,它一般是从CPU送地址至内存存储器、输入/输出设备,或从外存储器传送地址至内存存储器等。控制总线用来传送控制信号、时序信号和状态信息等。

典型微型计算机硬件系统组成框图如图1-4所示。它由微处理器、存储器、输入/输出(I/O)接口和输入/输出设备组成。微型机一般都采用总线结构,即利用总线将多个部件连接在一起,并利用总线在部件之间传送信息。

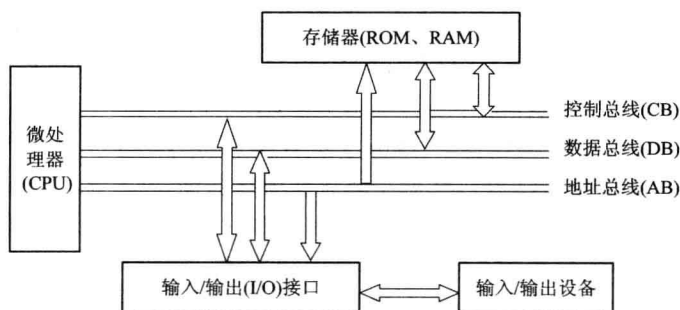


图 1-4 典型微型计算机硬件系统组成框图

数据总线:用于微处理器、存储器和I/O接口之间的数据传送。如从存储器中取数据到CPU,或把运算结果从CPU送到外部输出设备等。微处理器的位数和外部数据总线的位数应保持一致。数据总线是双向的,数据可以从CPU传出,也可以从外部送入CPU。

地址总线:传送CPU发出的地址信息,以便选择需要访问的存储单元和I/O接口电路。地址总线是单向的,只能由CPU向外传送地址信息。地址总线的数目决定了可以直接访问的存储器的单元数。

控制总线:可以是CPU送出的控制信号,也可以是其他部件输入到CPU的信号。对于一条具体的控制线而言,信号的传送方向是固定的。控制总线的数目与微处理器的位数没有直接关系,一般受引脚的限制,控制总线的数目不会太多。

1.2.2 微型计算机的软件系统组成

微型计算机的软件系统(简称软件)应包括计算机运行所需的各种程序、数据、文件、手册和有关资料。凡不配软件的计算机称为“裸机”。

软件可分为系统软件和应用软件两大类。系统软件用来支持应用软件的开发与运行,它包括操作系统、实用程序和语言处理程序。应用软件是用来为用户解决某种应用问题的程序及有关的文件和资料。

硬件、系统软件和应用软件相互之间的关系如图1-5所示。图中表明计算机的基础是硬件,在此基础上建造了一层

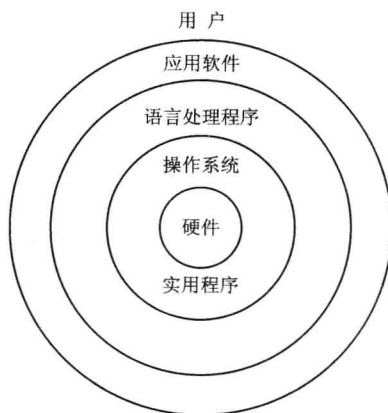


图 1-5 微型计算机的层次结构