



普通高等教育“十一五”国家级规划教材 计算机系列教材
清华大学计算机系列教材

微型机 原理与技术

(第2版)

戴梅萼 史嘉权 编著

清华大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

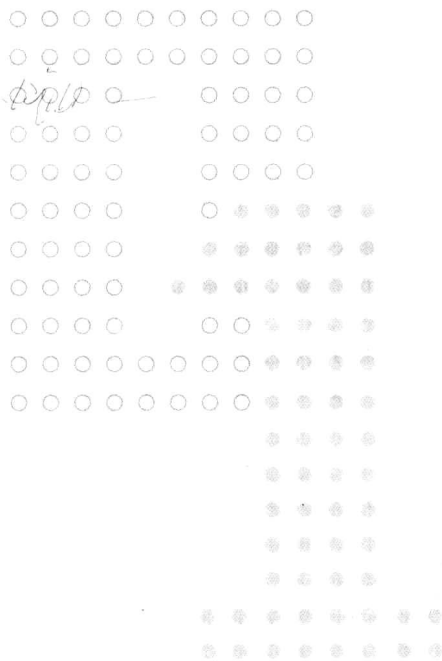
计算机系列教材

清华大学计算机系列教材

戴梅萼 史嘉权 编著

微型机原理与技术

(第2版)



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是专为普通高校计算机专业本科生“微型机技术”和“计算机原理”等课程配置的教材。是在本书第1版和《微型计算机技术及应用》第4版基础上,针对普通高校的特点而编写的。本书不依托于其他课程,以 Pentium 为核心,由浅入深地从硬件、软件和系统三方面讲述当前最先进的微型机原理与技术。

书中在对计算机系统进行概述之后,讲述 Pentium 指令系统和汇编语言程序设计方法;接着分析 32 位微处理器 Pentium 的关键技术;然后阐述了存储器管理技术和高速缓存技术;接着讲解了主机和外设之间的各种数据传输方式;随后,讲述微型机的接口技术,逐一讲解了各关键接口部件包括多功能部件的原理和应用,并通过综合应用举例,将多个接口技术汇合在一起,加深理解和掌握;此后,结合键盘和鼠标、CRT 和液晶显示器、打印机、磁盘和光盘,讲述了主要外设的原理与技术;然后以 PCI 总线为重点讲解总线技术;最后讲述 Pentium 主机系统的结构,以建立对微型机系统的整体观念。

本书对重点技术都结合实例予以说明,并进行归纳和总结,以利于读者深入理解、牢固掌握和灵活应用,对关键技术尽量阐述其设计思想和创新点,以启发和培养学生的创新能力。

作者基于深厚的教学和科研功底,以一贯精益求精的科学作风,对各章内容的选择、组织和表述进行了精心考虑,特别注重符合初学者的认知规律,对所有技术都讲得条理清晰、深入浅出、通俗易懂。

本书可作为普通高等院校计算机系本科生和电子类本科生的教材;由于注意了尽量减少对其他专业课的依托性,所以,也可作为非计算机专业教材;对于从事微型机技术研究和应用的科研人员,本书也是一本内容翔实、可读性非常好的参考书。

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

微型机原理与技术/戴梅萼,史嘉权编著. —2版. —北京:清华大学出版社,2009.2

(计算机系列教材)

ISBN 978-7-302-19332-6

I. 微… II. ①戴… ②史… III. 微型计算机—高等学校—教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 010417 号

责任编辑:战晓雷 赵晓宁

责任校对:时翠兰

责任印制:何 芊

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:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:23.25 字 数:576 千字

版 次:2009 年 2 月第 2 版 印 次:2009 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:33.00 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:028719-01

主 任：周立柱

副 主 任：王志英 李晓明

编委委员：（按姓氏笔画为序）

汤志忠 孙吉贵 杨 波

岳丽华 钱德沛 谢长生

蒋宗礼 廖明宏 樊晓桢

责任编辑：马瑛琚

作者简介

戴梅萼 1946年出生,上海市人,1964年由上海中学入清华大学自动控制系,1970年毕业,1981年获清华大学工学硕士学位,现任清华大学计算机系教授。自研究生毕业后,长年从事微型计算机技术的教学和科研。曾作为主要完成人或项目负责人,由于出色完成“六五”、“七五”、“八五”、“九五”国家重点科研攻关项目而获得电子部科技进步一等奖、国家级科技进步三等奖、电子部科技进步二等奖、教育部科技进步二等奖等多次重要奖励。作为第一作者或唯一作者编著了《微型计算机技术及应用》、《JAVA 问答式教程》和《计算机应用基础》等多种教材,其中,配套专业教材《微型计算机技术及应用》、《微型计算机技术及应用——习题与实验题集》、《微型机软硬件开发指南》第1版于1996年获第三届全国工科电子类优秀教材一等奖,并被台湾儒林图书公司印刷台湾版发行于中国港澳台地区和新加坡,第2版于2001年获北京市教育教学成果一等奖,并获国家级教学成果二等奖;第3版于2004年获全国优秀畅销书金奖,2005年评为北京市高等教育精品教材,2008年获清华大学优秀教材特等奖。以第一作者在国内外会议和期刊发表科研论文50余篇。

史嘉权 1940年出生,河北秦皇岛市人。1965年毕业于清华大学自动控制系,毕业后留校,开设多门专业课,任清华大学计算机系教授。一直从事程序设计、微型机技术、网络技术和数据库技术的科研和教学。在国内最早编写了微型机汇编语言程序设计方面的教材并剖析了国外流行的微型机操作系统,率先研制了以太网网络实时通信系统和分布式异型机以太网网络语音、图形、图像实时传输系统。作为负责人完成了多个重要科研项目包括国家重点科技攻关项目,因作出突出贡献而获得国家科技攻关荣誉证书,并作为第一获奖人获机电部科技进步三等奖、北京市科技进步三等奖、北京地区网络系统评比一等奖等奖励,作为第一完成人获国家发明专利。作为唯一作者或第一、二作者编写了《Z80 汇编语言程序设计》、《数据库系统概论》、《微型计算机技术及应用》、《计算机硬件基础教程——原理、技术及应用》等教材,并翻译了《微型计算机程序设计》(日译中)、《数据库系统基础教程》(英译中)等教材,其中,《微型计算机技术及应用》第1版获第三届全国工科电子类优秀教材一等奖,第2版获北京市教育教学成果一等奖、国家级教学成果二等奖,第3版获全国优秀畅销书金奖并评为北京市高等教育精品教材,2008年获清华大学优秀教材特等奖。在国际会议和国内杂志报刊共发表论文40多篇。

第2版前言

2007年,笔者受清华大学出版社特邀,面向普通高等院校计算机专业编写一本既体现最新计算机技术、又更注重易懂性的教材。正好我们刚改完《微型计算机技术及应用》(第4版)最后一遍,这样,本书虽然名义上是第2版,但实际上是在《微型计算机技术及应用》第4版基础上编著。

长期以来,许多兄弟院校同行和笔者成为学术距离很近的朋友,常通过邮件和电话交流意见。正是基于他们真诚切实的提议、要求和希望,确立了编著本书第2版的指导思想:从内容上,以当前最先进的 Pentium 为主线,涵盖微型机最新最关键的技术;从讲法上,不依托于其他课程,由浅入深,遵循认知规律,从初学者角度着想来组织内容;从文字上,尽可能通俗易懂,并注重总结归纳。总的目的就是我們几十年教学生涯的宗旨:使学生对计算机关键技术深入理解、牢固掌握、灵活应用。

与第1版相比,第2版在下面几方面做了改进:

① 删除了有关16位微型机的大部分内容。

② 将 Pentium 的中断机制、保护技术、工作方式、流水线技术、段/页两级存储管理机制、指令系统,以及汇编语言程序设计,液晶显示器的原理,PCI 总线技术和 Pentium 整机系统作为重点更新内容,反复推敲、反复修改,有些章节从初稿到定稿,曾修改12遍之多。

③ 有些章节对多数专业不是必修内容,可以自学,包括第3、第11~第14章,但对于软件和控制等专业,某些章节又是必需的。编写这些章节时,更侧重于通俗性,对于关键点则加了更多的例子和说明,以便于自学。

④ 对第1版所有保留的章节,从文字上进行三遍以上修改,以期望更加条理清晰、深入浅出。

本书在教学使用中,可根据五种情况选择:一是对普通高校计算机专业,一般按64学时安排,可选第1、第2、第4~第10、第15和第16章及3.3节;二是对软件专业,可加选第3章;三是对控制专业,加选第11章;四是对已设置汇编语言程序设计课的专业,可不选第2、第3章,而另加第12~第14章;五是对专科院校,可不讲高速缓存技术,大幅度压缩PCI总线部分,并对每章再做简略,一般按48学时安排。

第3章为笔者设计20000多行汇编语言程序基础上所总结编写,虽然大多数学校不必全部讲述,但读者通读一遍仍会获益良多。

电子课件为全书配置了教案,并提出教学建议和重点,这是在听取众多同行意见基础上设计的,使用中可按具体情况作选择和修改。

有兄弟院校老师评价《微型计算机技术及应用》一书:“不但有利于在教学中的学生的能力培养和素质培养,而且也使采用本书的教师感到得心应手”。笔者期望在第4版《微型计算机技术及应用》基础上专门为普通高校编写的本书第2版给使用者带来同样的感受。

清华大学计算机系

戴梅萼 史嘉权

2008.10

目 录

第 1 章 计算机系统概述	1
1.1 系统组成与结构	1
1.1.1 硬件系统	1
1.1.2 软件系统	3
1.1.3 层次结构	4
1.2 系统配置与主要指标	4
1.3 基本原理和工作过程	5
1.3.1 冯·诺依曼型计算机	5
1.3.2 数制及其转换	6
1.3.3 算术与逻辑运算	9
1.3.4 指令执行过程	14
1.3.5 系统运行过程	16
第 2 章 指令系统	19
2.1 计算机的编程结构	19
2.1.1 寄存器	20
2.1.2 存储器	22
2.1.3 输入/输出端口	25
2.2 操作数的寻址方式	26
2.2.1 立即寻址和寄存器寻址	26
2.2.2 输入/输出端口寻址	27
2.2.3 存储器寻址	28
2.2.4 关于地址的寻址	32
2.3 Pentium 的指令系统	32
2.3.1 传送指令	32
2.3.2 算术运算指令	40
2.3.3 逻辑运算和位操作指令	46
2.3.4 串操作指令及其重复前缀	50
2.3.5 控制类指令	52
第 3 章 汇编语言程序设计	54
3.1 汇编语言	54
3.1.1 汇编语言概述	54
3.1.2 语句的类型和格式	55
3.1.3 运算符	57

3.2	伪指令·····	62
3.2.1	段定义和段约定伪指令·····	62
3.2.2	数据定义伪指令·····	66
3.2.3	其他伪指令·····	67
3.3	程序设计·····	71
3.3.1	顺序程序设计·····	71
3.3.2	转移和循环指令·····	72
3.3.3	分支程序设计·····	77
3.3.4	循环程序设计·····	80
3.3.5	调用和中断类指令及其应用·····	83
3.3.6	子程序设计·····	88
3.4	典型汇编语言程序设计·····	96
3.4.1	数码转换·····	96
3.4.2	排序·····	104
3.4.3	对半检索·····	108
第4章	32位微处理器 Pentium ·····	110
4.1	从逻辑结构的演变看微处理器的发展·····	110
4.1.1	8086的逻辑结构·····	110
4.1.2	80386的逻辑结构·····	112
4.1.3	Pentium的逻辑结构·····	114
4.2	Pentium采用的先进技术·····	115
4.3	Pentium的寄存器·····	119
4.4	Pentium的主要信号及其含义·····	122
4.5	Pentium的总线状态和总线周期·····	125
4.5.1	Pentium的总线状态·····	125
4.5.2	Pentium的总线周期·····	127
4.6	Pentium的工作方式·····	129
4.7	Pentium的中断技术·····	130
4.7.1	实地址方式的中断机制和中断技术·····	131
4.7.2	虚地址方式的中断机制·····	135
4.8	Pentium的保护技术·····	138
4.9	Pentium系列微处理器的技术发展·····	141
第5章	存储器、存储管理和高速缓存技术 ·····	142
5.1	存储器件和存储器·····	142
5.1.1	存储器的分类和性能指标·····	142
5.1.2	随机存取存储器和只读存储器·····	143
5.1.3	存储器的行列结构、应用举例以及容量扩充·····	145
5.2	存储器的体系结构·····	149
5.2.1	层次化的存储器体系结构·····	149

5.2.2	32 位计算机系统的内存结构	151
5.3	虚拟存储机制和段页两级存储管理	152
5.3.1	虚拟存储机制	152
5.3.2	分段管理	154
5.3.3	段选择子、段描述符和段描述符表	155
5.3.4	逻辑地址到线性地址的转换	157
5.3.5	分页管理和线性地址转换为物理地址	158
5.4	高速缓存技术	160
5.4.1	高速缓存的组织方式	161
5.4.2	高速缓存控制器 82385	162
第 6 章	计算机和外设的数据传输	166
6.1	为什么要用接口电路	166
6.2	CPU 和输入/输出设备之间的信号	167
6.3	接口部件的 I/O 端口	168
6.4	接口的功能以及在系统中的连接	169
6.5	CPU 和外设之间的数据传输方式	170
6.5.1	程序方式	170
6.5.2	中断方式	174
6.5.3	DMA 方式	176
第 7 章	串/并行通信及其接口技术	182
7.1	串行通信和串行接口	182
7.1.1	串行通信涉及的几个问题	182
7.1.2	串行接口	184
7.2	可编程串行通信接口 8251A	185
7.2.1	8251A 的基本工作原理	185
7.2.2	8251A 的外部信号	187
7.2.3	8 位接口芯片与 CPU 总线的连接	189
7.2.4	8251A 的寄存器格式及初始化流程	191
7.2.5	8251A 编程举例	193
7.3	并行通信和并行接口	196
7.4	可编程并行通信接口 8255A	197
7.4.1	8255A 的内部结构和外部信号	197
7.4.2	8255A 的控制字	198
7.4.3	8255A 的工作方式	200
7.4.4	8255A 应用举例	204
第 8 章	中断控制器的编程结构、工作方式及编程	207
8.1	8259A 的外部信号、编程结构和工作原理	207
8.2	8259A 的工作方式	209
8.3	8259A 的初始化命令字和初始化流程	211

8.3.1	8259A 的初始化命令字	211
8.3.2	8259A 的初始化流程	213
8.4	8259A 的操作命令字	215
8.5	8259A 应用举例	218
8.6	多片 8259A 组成的主从式中断系统	222
第9章	DMA 控制器的编程结构及编程	224
9.1	DMA 控制器概要	224
9.2	DMA 控制器 8237A 的原理	224
9.3	8237A 的工作方式和寄存器	227
9.3.1	8237A 的工作方式和方式寄存器	227
9.3.2	8237A 的控制寄存器和有关问题	229
9.3.3	8237A 的状态寄存器的格式	230
9.3.4	8237A 的请求标志、屏蔽标志和复位命令	230
9.4	8237A 各寄存器对应的端口地址	231
9.5	8237A 的编程和应用	232
第10章	计数器/定时器和多功能接口芯片	235
10.1	可编程计数器/定时器的工作原理	235
10.2	可编程计数器/定时器 8253/8254 的编程结构和外部信号	237
10.3	8253/8254 的控制字、状态字及编程命令	237
10.4	8253/8254 的工作模式	239
10.5	8253/8254 应用举例	243
10.6	32 位机中的多功能接口芯片 82380	245
10.6.1	多功能接口芯片 82380 的组成和信号	245
10.6.2	82380 和 CPU 的连接	248
第11章	模/数、数/模转换及综合应用	250
11.1	数/模转换器	250
11.1.1	数/模转换的原理	250
11.1.2	数/模转换器 DAC0832 的工作原理和应用举例	252
11.2	模/数转换器	256
11.2.1	模/数转换的方法和原理	256
11.2.2	模/数转换器和系统连接时要考虑的问题	258
11.2.3	常用模/数转换器的工作原理和应用举例	260
11.3	综合应用举例	264
11.3.1	数字显示系统	264
11.3.2	马达开环/闭环控制系统	266
11.3.3	前后台方式的数据处理系统	272
第12章	输入设备的工作原理与接口技术	278
12.1	键盘的基本工作原理	278
12.2	键的识别	278

12.2.1	行扫描法的原理与编程	278
12.2.2	行反转法的原理与编程	281
12.3	计算机的键盘子系统	284
12.3.1	扩展键盘和键盘控制器	284
12.3.2	主机的键盘接口	285
12.4	键盘中断处理程序	287
12.4.1	09H 键盘中断处理程序	287
12.4.2	16H 键盘中断处理程序	288
12.5	鼠标	288
12.5.1	鼠标的工作原理、连接方式和数据格式	289
12.5.2	鼠标的驱动程序及其功能调用	290
第 13 章	输出设备的工作原理与接口技术	292
13.1	显示器的分类和工作原理	292
13.1.1	CRT 显示器的基本原理	292
13.1.2	液晶显示器 LCD 的工作原理	293
13.2	显示适配器	296
13.2.1	显示适配器的性能和种类	297
13.2.2	彩色显示适配器的功能模块	298
13.3	与显示有关的功能调用	299
13.4	高速图形接口 AGP	299
13.5	打印机的工作原理	300
13.5.1	打印机的性能指标	300
13.5.2	针式打印机的工作原理	301
13.5.3	喷墨打印机的工作原理	302
13.5.4	激光打印机的工作原理	303
13.6	打印机的接口技术	306
13.6.1	打印机适配器	306
13.6.2	打印机采用并行方式连接主机	306
13.6.3	打印机采用串行方式连接主机	310
第 14 章	外存储器的原理与技术	311
14.1	软盘子系统	311
14.2	硬盘子系统	312
14.2.1	硬盘驱动器	313
14.2.2	硬盘控制器	313
14.2.3	与硬盘有关的功能调用	314
14.3	光盘子系统	315
14.3.1	光盘的特点和类型	315
14.3.2	光盘读/写原理	316

第 15 章 总线技术	318
15.1 总线的分类和性能指标	318
15.2 PCI 的特点和层次化结构	319
15.3 PCI 的信号	322
15.4 PCI 的命令类型	325
15.5 PCI 的数据传输	326
15.5.1 PCI 数据传输的相关要点	326
15.5.2 PCI 的单数据读/写操作	327
15.5.3 PCI 的突发传输	329
15.5.4 PCI 的 64 位扩展传输	330
15.6 PCI 的配置机制	331
15.6.1 PCI 的三个地址空间	331
15.6.2 配置空间的功能和结构	331
15.6.3 基本配置空间的结构	332
15.7 PCI 的仲裁	334
15.8 PCI 兼容的局部总线	334
15.8.1 局部总线 ISA	335
15.8.2 局部总线 EISA	336
15.9 外部总线	337
15.9.1 外部总线 IDE 和 EIDE	337
15.9.2 外部总线 SCSI	338
15.9.3 外部总线 RS-232-C	340
15.9.4 通用串行总线 USB	341
第 16 章 Pentium 计算机系统的结构	344
16.1 Pentium 计算机系统的总体结构	344
16.2 Pentium 计算机系统 BIOS	346
16.3 Pentium 计算机系统的控制芯片组	347
16.3.1 北桥-南桥式控制芯片组及相关的计算机系统	348
16.3.2 MCH-ICH 集中式控制芯片组及相关的计算机系统	350
16.4 Pentium 计算机的系统配置和主机板	352
16.4.1 Pentium 计算机的系统配置	352
16.4.2 Pentium 计算机主机板的结构	352
16.4.3 Pentium 计算机主机板的部件	354
参考文献	356

第 1 章 计算机系统概述

1.1 系统组成与结构

计算机系统(computer system)由硬件和软件两部分组成。硬件是计算机的物质基础,如果把硬件比喻为计算机的“驱体”,那么,软件就是计算机的“灵魂”,离开了软件,计算机就无法运行。软件和硬件互相配合,计算机才能完成各种操作,实现各种功能。

硬件和软件分别由多个部分组成,自成系统,所以,也常称为硬件系统和软件系统。

1.1.1 硬件系统

硬件是指与计算机有关的各种部件和设备。把配套的硬件按一定的规则连接在一起就构成硬件系统。

1. 硬件组成

硬件系统(hardware system)是计算机的主体,传统上所说的计算机主要是指硬件系统,由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五部分组成。其中运算器和控制器是计算机的核心,称为中央处理器(central processing unit,CPU)。

1) 运算器

运算器(operation unit)用于进行加、减、乘、除等算术运算和与(AND)、或(OR)、非(NOT)以及移位等逻辑运算,因此,运算器通常又称为算术逻辑部件(arithmetic logic unit,ALU)。

2) 控制器

控制器(control unit)是计算机硬件系统的指挥和控制中心。系统运行时,由控制器发出各种控制信号,指挥系统的各个部分有条不紊地协调工作。控制器产生控制信号的依据是指令(instruction),通过对指令的译码,不同的指令产生不同的控制信号,从而控制运算器、存储器、输入/输出设备完成不同的功能。

3) 存储器

存储器(memory)用于存放程序和数据。为实现一定功能而编写的指令序列就是程序(program)。存储器分为内存储器和外存储器。内存储器简称内存,分为许多单元,每个单元存放 8 位(bit,b)二进制数,称为 1 个字节(byte,B)。存储单元的数量称为存储容量。为了便于访问数量庞大的内存单元,要对内存单元统一编址。

外存储器简称外存,主要有硬盘、软盘和光盘。外存与内存相比容量要大得多,但速度也慢得多,因此,CPU 主要是从内存中取指令,并对内存中数据进行处理。在需要时,把外存中的程序或数据成批地传送到内存。

由于内存主要是随机存取存储器(random access memory, RAM),一旦断电,信息就会丢失,所以必须在关机之前把内存中有用的数据和程序保存在外存储器中。

4) 输入设备

输入设备(input device)通过相应的接口(interface)把程序和数据输入到存储器。主要的输入设备有键盘(keyboard)和鼠标(mouse)。键盘便于输入中、英文字符,而鼠标则便于点击显示窗口(window)中的图标。

5) 输出设备

输出设备(output device)主要用于把存储器中的程序和数据以及程序运行的结果显示或打印出来,因此,主要的输出设备就是显示器(display)和打印机(printer)。

2. 体系结构

硬件系统的5个组成部分再加上电源,通过3组总线(bus)有机地连在一起,形成一个统一的整体,这就是通常所说的计算机,其体系结构如图1.1所示。

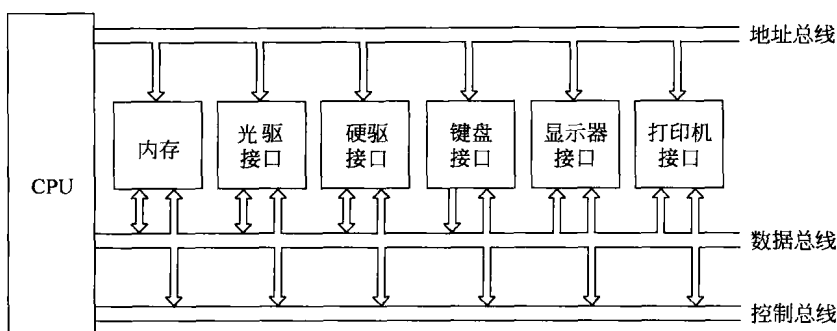


图 1.1 计算机硬件系统体系结构示意图

总线是各个部件之间传输信息的公共通道。3组总线分别称为数据总线(data bus)、地址总线(address bus)和控制总线(control bus)。

1) 数据总线

数据总线用于传输数据。数据总线是双向的,数据既可以从CPU送到其他部件,也可以从其他部件送到CPU。数据总线的位数是计算机的一个重要指标,通常都与CPU的位数相对应。比如,16位和32位的CPU所对应的数据总线分别为16位和32位。

数据总线上传输的数据既可以是数值,也可以是指令代码,还可以是状态或控制信息。

2) 地址总线

地址总线用于传输地址。由于地址通常是由CPU提供的,因此,地址总线一般是单向的。地址总线的位数决定了CPU可以直接寻址的内存范围。

比如,8位CPU的地址总线通常为16位,最大内存容量为 2^{16} 字节=65 536字节,通常称为64KB(kilobyte);16位CPU的地址总线通常为20位,最大内存容量为 2^{20} 字节=1 048 576字节,通常称为1MB(megabyte);32位CPU的地址总线通常也是32位,最大内存容量为 2^{32} 字节,通常称为4GB(gigabyte)。

3) 控制总线

控制总线用于传输控制信号和状态信号。其中主要是CPU送往存储器和输入/输出接口电路的控制信号,如读信号、写信号;另外,还包括其他部件送到CPU的状态信号,比如输入/输出接口电路向CPU发出的通信联络信号。

外存储器 and 输入/输出设备统称为外部设备或外围设备(peripheral device)。由于外部设备通常比较复杂,一般都需要通过接口电路与 CPU 相连,这种接口电路统称为 I/O 接口(input/output interface)。I/O 接口是连接外部设备和 CPU 的部件。为便于访问 I/O 接口,所以对其中的寄存器(register)统一编址,称其为端口地址(port address)。

到此为止,计算机硬件系统的体系结构(organization)已基本清晰。为使图形简化,在图 1.1 中只画出几种外设接口,而外部设备本身并未画出。

1.1.2 软件系统

软件是使计算机运行、对计算机进行管理并提供各种应用的程序(包括相关数据)。软件种类繁多,功能各异。把配套的软件按一定的层次结构有机地组织在一起就构成软件系统。

计算机的软件系统(software system)包括系统软件和应用软件两部分。

1. 系统软件

系统软件(system software)又分为基础软件和支撑软件。基础软件以硬件系统为基础,通过对硬件系统的组织和管理,使整个计算机系统正常运转,并为支撑软件和应用软件提供各种必要的平台和开发手段。支撑软件则是在基础软件的基础上,为程序员开发应用软件提供相应的环境和开发工具。系统软件主要有如下几种:

1) 操作系统

操作系统(operating system, OS)是软件系统中唯一直接与硬件系统打交道的部分,属于基础软件,用于管理和控制计算机系统的软件资源和硬件资源。

2) 程序设计语言及语言处理程序

常用的程序设计语言有 C、C++、Java、PASCAL、BASIC、FORTRAN 等高级语言以及与 CPU 密切相关的汇编语言。

用高级语言或汇编语言(assembly language)编写的源程序不能直接运行,必须通过相应的语言处理程序将其转换为计算机能识别的代码。语言处理程序包括编译程序(compiler)、解释程序(interpreter)、汇编程序(assembler)等。

3) 实用程序(utility)和开发工具(development tool)

这部分软件种类繁多,最常用的如:文档输入和编辑软件(如 Word)、调试程序、演示文稿软件(如 PowerPoint)、制图软件、辅助设计软件等。

4) 数据库管理系统

数据库管理系统(database management system, DBMS)(如微软公司的 MS SQL Server)为数据检索、报表生成等应用提供了良好的开发环境。

5) 网络通信管理软件

联网已成为计算机的一种基本使用方式和基本功能。可用两种方式联网:直接利用网络部件通过专用的网络线路联网;附加调制/解调器(modem)通过电话线路联网。不论用哪种方式联网,都需要有相应的软件,即网络通信软件。由于网络通信软件直接与硬件(网络部件或调制/解调器)打交道,所以属于基础软件,实际上,近年推出的操作系统已将网络通信功能集成其中。

2. 应用软件

应用软件(application software)是指面向各种应用的软件。由于应用领域范围宽广,因而应用软件丰富多彩。比如,飞机订票、银行管理、财务管理、教学管理、辅助设计、指挥控制以及语音识别、图像处理等应用于各种不同领域的软件。

1.1.3 层次结构

整个计算机系统按层次结构(hierarchical structure)组织在一起,如图 1.2 所示。硬件系统处于整个系统的最底层,是计算机系统的“物质”基础,但若没有软件的支持,硬件系统并不能运转。

操作系统直接与硬件系统打交道,各种硬件设备的驱动程序(driver)是操作系统的基本组成部分。操作系统一方面以键盘命令或点击图标等形式作为用户界面,为用户提供直接操作计算机的手段;另一方面以系统调用或功能调用的形式作为编程接口,为程序员提供做进一步软件开发的手段。因此,可以说,正是由于操作系统把硬件系统完全屏蔽了,所以,一般用户和软件开发人员可以在不了解硬件细节的情况下,得心应手地使用计算机或进行更高层次的软件开发。

在操作系统之上是实用程序、各种开发工具、程序设计语言及其处理程序,这些是开发各种应用软件的工具和环境。不同的应用软件所需要的工具和环境会有所不同,所以这一层的软件不是每个都必不可少。

近年来,以数据库管理系统为开发环境的应用软件越来越多,因此,常把数据库管理系统作为计算机系统中一个独立的层次。

最上层是应用软件,但这并不意味着任何应用软件都以开发工具和数据库管理系统为基础。其实,在操作系统的基础上,只要有基本的实用程序和语言处理程序就可以开发应用软件了。不过,开发与图形、图像处理有关的应用软件时,有了相应的开发工具,效率将大为提高,做到事半功倍。当需要对大量的数据进行存储和检索时,如以数据库管理系统为基础,那么,开发应用软件时只需关心“做什么”,而不必了解“怎么做”,开发人员又何乐而不为呢?

总之,在层次结构中,上层可以方便地调用下层提供的各种功能,而不必关注下层如何实现的具体细节。这样,不仅为上层的开发提供了方便,也为出现问题时找到问题之所在进而解决问题缩小了检查范围,所以,这种层次结构广泛用于较大型的软件系统中。实际上,操作系统本身也采用层次结构。

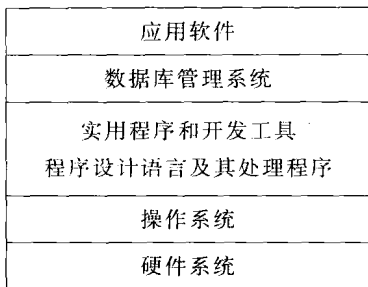


图 1.2 计算机系统层次结构示意图

1.2 系统配置与主要指标

系统配置是指一个具体的计算机系统配备了哪些硬件和软件。由于计算机发展日新月异,因此,在不同的年代其配置会有很大差别,前几年的最新部件和最高指标,到今天可能已司空见惯,甚至略显过时。在不同的应用场合其配置也会有所差别。

自从20世纪70年代末16位微处理器(microprocessor)问世以来,以微处理器为核心的计算机(称为微型计算机,microcomputer)迅速成为计算机领域的主流。按计算机发展的三个具有代表性的阶段,计算机系统的基本配置和主要指标如下所述。

1. 微处理器为8086的计算机

主频(时钟频率):5~10MHz;数据总线:16位;地址总线:20位;内存容量:640KB;软盘:5.25英寸;硬盘容量:10MB;显示器:单色或彩色;分辨率:640×200(CGA);键盘;针式打印机;运算速度:<1MIPS,MIPS(million instructions per second)指每秒执行几百万条指令,是不同类型指令的平均运算速度;操作系统:MS-DOS。

2. 微处理器为80386的计算机

主频:16~40MHz;数据总线:32位;地址总线:32位;显示器:彩色;分辨率:640×350(EGA)~640×480(VGA);网络:10Mbps(megabit per second)以太网(Ethernet);运算速度:3~12 MIPS;操作系统:MS-DOS。

3. 微处理器为PⅣ的计算机

PⅣ为Intel公司推出的Pentium(奔腾)Ⅳ的简称。

主频:1.7GHz~4.0GHz;数据总线:32位;地址总线:36位(最大内存容量可达64GB);内存容量:128MB~1GB;软盘:3.5英寸;硬盘容量:70GB~200GB;光驱:40~52倍速CD-ROM(compact disk read only memory)或8~16倍速DVD-ROM;显示器:CRT(cathode ray tube,阴极射线管)或液晶(liquid crystal);分辨率:1024×768~1280×1024;网络:10M/100M/1000Mbps以太网;U盘;键盘;鼠标;激光打印机;运算速度:>1000 MIPS;操作系统:Windows XP(内含MS-DOS)。

由于不同的应用对软件的要求差别较大,所以在介绍系统配置时只提到必不可少的操作系统。硬件系统通常由主机和外部设备组成。主机以系统板(简称主板)为基础,系统板上主要是CPU、内存以及与CPU配套的辅助芯片,并有扩展槽。通过内存插槽,可以配置内存,通过总线扩展槽可以插入各种外设适配卡,比如,声卡、图像卡等。常用的软盘、硬盘和光盘等外存储器都需要相应的驱动器,并通过接口电路与主机相连,这些驱动器都放在主机箱内。电源是必不可少的配套部件,也放在主机箱内。

早期,显示器、打印机、网络都需要通过插在总线扩展槽的适配卡与主机相连,随着器件集成度的提高,系统板上的接口部件已集成了相应功能,从而取代了上述适配卡。

1.3 基本原理和工作过程

1.3.1 冯·诺依曼型计算机

自1946年美国宾夕法尼亚大学研制的世界上第一台电子数字计算机问世以来,计算机经历了60多年的迅速发展,硬件上不断更新换代,软件上新产品层出不穷,技术上不断创新,体系结构也有所发展。但总的来看,现代计算机仍然以冯·诺依曼型计算机(Von Neumann computer)为基础,仍然以存储程序(stored program)和程序控制(program control)为主要特征。

1945年,冯·诺依曼提出了在数字计算机的内存储器中存储程序的设想,把程序和数