

石磊 主编
裴洪文 编著
卫琳
韩英杰

计算机组成原理 (第二版)

- ◆ 系统地介绍了计算机的基本组成和工作原理
- ◆ 内容讲解、例题解析、要点总结
- ◆ 赠送教师完整的电子教案和习题答案



清华大学出版社

《计算机组成原理（第二版）》课程教学包

- ◆ 教材
- ◆ 电子教案
- ◆ 习题答案

本教材详细讲述了计算机的基本组成和工作原理。本书结构清晰、内容翔实、系统性较强，各部分内容由浅入深、相互独立，配有大量例题和习题。本教材的内容符合计算机组成原理教学大纲的要求，可以作为高等院校教材，也可以作为从事计算机工作的工程技术人员的参考书。

本书主要内容

- | | |
|-------------|--------------|
| ◆ 计算机概论 | ◆ 计算机中的数据表示 |
| ◆ 运算器基本运算方法 | ◆ 运算器组成及工作原理 |
| ◆ 存储器及存储系统 | ◆ 提高存储器性能的方法 |
| ◆ 指令系统 | ◆ 控制器结构及工作原理 |
| ◆ 中央处理器 | ◆ CPU 相关技术 |
| ◆ 系统总线 | ◆ 输入输出系统 |
| ◆ 计算机外部设备 | ◆ 计算机系统结构 |

电子教案和习题答案的下载网址

<http://www.tupwk.com.cn/downpage/index.asp>

客服邮箱: wkservice@tup.tsinghua.edu.cn

ISBN 7-302-13713-7



9 787302 137139 >

定价: 30.00 元

高等院校计算机应用技术系列教材

计算机组成原理

(第二版)

石磊	主编
裴洪文 卫琳 韩英杰	编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统介绍了计算机的基本组成和工作原理。全书共分 10 章, 主要内容包括: 计算机概论、计算机中的数据表示、运算方法和运算器、存储器及存储系统、指令系统、中央处理器、系统总线、输入输出系统、计算机外部设备和计算机系统等。

本书结构清晰、内容翔实、系统性较强, 各部分内容由浅入深、相互独立, 配有大量例题和习题, 便于自学。

本书可以作为高等院校计算机及相关专业“计算机组成原理”课程的教材, 也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。

本书每章中的教学课件和习题答案可以到 <http://www.tupwk.com.cn/downpage/index.asp> 网站下载。

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术, 用户可通过在图案表面涂抹清水, 图案消失, 水干后图案复现; 或将表面膜揭下, 放在白纸上用彩笔涂抹, 图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理(第二版)/石磊主编; 裴洪文, 卫琳, 韩英杰 编著. —北京: 清华大学出版社, 2006.11
(高等院校计算机应用技术系列教材)

ISBN 7-302-13713-7

I. 计… II. ①石… ②裴… ③卫… ④韩… III. 计算机体系结构—高等学校—教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 104509 号

出 版 者: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 胡辰浩(huchenhao@263.net)

文稿编辑: 袁建华

封面设计: 王 永

版式设计: 康 博

印 刷 者: 北京市昌平环球印刷厂

装 订 者: 北京国马印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 22.25 字数: 514 千字

版 次: 2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-13713-7/TP·8267

印 数: 1~5000

定 价: 30.00 元

前 言

“计算机组成原理”是计算机科学与技术学科的一门重要专业基础课程,通过对本课程的学习,可以为相关专业课程的学习和今后的实践打下一个既有一定的知识面、又有一定专业深度的计算机应用基础。许多院校都将它定为核心课程和考研课程。其主要内容是计算机各个主要组成系统部件的基本组成和工作原理。其先修课程为计算机基础和数字电路等,后续课程为计算机体系结构、微机原理和操作系统等。其特点是知识面广、内容多并且更新快。

概括起来,本书具有以下主要特点:

- 结构清晰、内容翔实。对计算机主要部件的基本概念、基本组成和基本原理进行了较详细的描述,也涉及到它们的应用,做到理论联系实际。
- 将计算机的数据表示单列一章,系统地介绍了如何将处理对象(信息)表示成数据,数据在计算机中如何表示等问题,使学生从数据流动的角度来学习计算机组成的原理(即数据形成—表示数据、数据运算—运算器、数据存储—存储器、程序数据—控制器、数据传输与交换—总线和输入输出系统),加深对本书的理解。
- 力图反映新技术、新动向,以适应计算机技术的发展需要。比如在存储系统这一章增加了闪速存储器,在输入输出系统这一章中增加了 USB 接口等新内容,相对于其他同类教材,根据目前课程设置和教学特点,本书增加了计算机系统这一内容。
- 配有大量习题,为读者提供较多的理解相关知识和练习的机会,并提供了每章习题的参考答案。
- 注重学生的能力培养。各个章节内容相对独立,按照计算机的整体概念系统地介绍相关知识,便于自学。

本书共分 10 章:第 1、2 章介绍计算机的概论、数据表示。第 3~8 章介绍计算机的各个子系统(运算系统、存储系统、中央处理系统、总线系统和输入输出系统)的基本原理。第 9 章对计算机的外部设备进行了讨论。第 10 章对计算机的系统和未来计算机技术的发展做了一些介绍。总的学时建议为 80 学时左右为宜。

本教材由石磊主持编写,并最后完成统稿、修改和定稿。裴洪文、卫琳、韩英杰与石云等参与了编写工作,石娟、李雪、邹军参与了部分国外文献资料的翻译工作。韩英杰、石磊完成了配套教学课件的制作。同时,感谢石敬之、李士贞、石育澄、卫志发、李善惠、刘宝成、刘天伦、邹睿石和丁晓光等为本书的顺利出版所付出的努力。

感谢清华大学出版社的大力支持。由于时间和编者水平所限,书中难免有不足之处,恳请专家和广大读者批评指正。在编写本书的过程中参考了相关文献,在此向这些文献的作者表示感谢。我们的邮箱是: huchenhao@263.net。

作 者
2006 年 10 月

目

录

第1章 概论	1
1.1 计算机的发展与应用	1
1.1.1 计算机的发展简史	2
1.1.2 计算机的特点	3
1.1.3 计算机的应用	4
1.2 计算机系统的组成	5
1.2.1 计算机的硬件系统	5
1.2.2 计算机软件系统	8
1.2.3 计算机系统的层次结构	10
1.3 计算机的分类和性能指标	12
1.3.1 计算机的分类	12
1.3.2 计算机的性能指标	12
1.4 多媒体技术	13
1.5 本章小结	14
1.6 习题	15
第2章 计算机中的数据表示	17
2.1 数据、信息和媒体	18
2.1.1 数据	18
2.1.2 信息	19
2.1.3 媒体	19
2.1.4 数字化信息编码	19
2.2 进位计数制	20
2.2.1 进位基数和位的权数	21
2.2.2 二进制数制	21
2.2.3 八进制数制	22
2.2.4 十六进制数制	22
2.2.5 数制之间的相互转换	22
2.3 定点数和浮点数	26
2.3.1 定点数表示法	26
2.3.2 浮点数表示法	26
2.3.3 定点数表示法和浮点数 表示法的比较	27

2.3.4 计算机中数的表示单位 和机器字长	28
2.4 带符号数的表示方法	29
2.4.1 机器数的原码表示法	29
2.4.2 机器数的补码表示法	30
2.4.3 机器数的反码表示法	36
2.4.4 机器数的移码表示法	37
2.4.5 各种编码的比较	38
2.5 十进制数据表示	38
2.5.1 二—十进制编码原理	39
2.5.2 二—十进制有权码	39
2.5.3 二—十进制无权码	40
2.6 字符编码	41
2.6.1 ASCII 码	41
2.6.2 EBCDIC 码	43
2.6.3 汉字的表示	43
2.7 数据校验码	43
2.7.1 奇偶校验码	44
2.7.2 海明校验码	44
2.7.3 循环冗余校验码	47
2.8 本章小结	50
2.9 习题	50
第3章 运算方法和运算器	53
3.1 定点数的加减运算	53
3.1.1 补码加减运算规则	53
3.1.2 基本的二进制加法/减法器	54
3.1.3 加法运算及其加速方法	57
3.2 定点乘法运算	61
3.2.1 原码一位乘法	61
3.2.2 补码一位乘法	64
3.3 定点除法运算	66
3.3.1 原码一位除法	66
3.3.2 补码一位除法	70

3.4 定点运算器的组成和结构	71	5.1.1 指令系统的发展	135
3.4.1 运算器与其他部件的关系	71	5.1.2 指令系统的性能要求	137
3.4.2 定点运算器的功能和组成	72	5.2 指令的格式	138
3.5 浮点算术运算方法和浮点运算器	78	5.2.1 指令操作码与地址码	138
3.5.1 浮点算术运算方法	78	5.2.2 指令字长与扩展方法	141
3.5.2 浮点运算器	83	5.3 寻址方式	143
3.6 本章小结	83	5.4 指令的分类与高级语言	150
3.7 习题	84	5.4.1 指令系统的分类	150
第4章 存储器及存储系统	87	5.4.2 指令系统与高级语言	153
4.1 存储器概述	87	5.5 典型指令系统	154
4.1.1 存储器的分类	89	5.5.1 PDP-11 和 VAX-11 指令系统	154
4.1.2 存储器的分级结构	91	5.5.2 TEC-2 指令系统	157
4.2 主存储器	93	5.6 本章小结	161
4.2.1 主存储器技术指标	93	5.7 习题	162
4.2.2 主存储器基本组成	95	第6章 中央处理器	167
4.2.3 主存储器基本操作	96	6.1 中央处理器的总体结构	167
4.3 半导体存储器芯片	97	6.1.1 中央处理器的功能与组成	167
4.3.1 静态 MOS 存储器	97	6.1.2 操作控制器与时序产生器	171
4.3.2 动态 MOS 存储器	102	6.2 指令的执行与时序产生器	171
4.3.3 半导体只读存储器	105	6.2.1 指令周期	171
4.4 主存储器组织	110	6.2.2 时序产生器	180
4.4.1 存储器与中央处理器的连接	110	6.2.3 CPU 的控制方式	182
4.4.2 高速缓冲存储器	114	6.3 微程序设计技术与微程序控制器	183
4.4.3 多体交叉存储器	119	6.3.1 微程序设计技术	183
4.4.4 虚拟存储器	121	6.3.2 微程序控制器	190
4.5 存储保护	127	6.4 硬布线控制器与门阵列控制器	192
4.5.1 存储区域保护	128	6.4.1 硬布线控制器	192
4.5.2 访问方式保护	129	6.4.2 PLA 逻辑控制原理	193
4.6 本章小结	129	6.5 CPU 新技术	194
4.7 习题	130	6.5.1 流水线工作原理	194
第5章 指令系统	135	6.5.2 RISC 结构	198
5.1 计算机指令系统的发展与性能	135	6.5.3 奔腾 CPU	199
		6.6 本章小结	201

6.7 习题	202	8.4.1 DMA 的基本概念	249
第 7 章 系统总线	207	8.4.2 DMA 传输方式	250
7.1 系统总线的结构	207	8.4.3 基本的 DMA 控制器	252
7.1.1 总线的基本概念	207	8.4.4 选择型和多路型 DMA 控制器	255
7.1.2 总线的连接方式	210	8.5 I/O 通道方式	256
7.2 总线的控制、数据传输和接口	214	8.5.1 通道的基本概念	256
7.2.1 总线的控制	214	8.5.2 通道的类型	258
7.2.2 总线的数据传输方式	218	8.6 本章小结	260
7.2.3 总线的接口	219	8.7 习题	261
7.3 常用总线举例	221	第 9 章 计算机外部设备	264
7.3.1 ISA 总线	221	9.1 计算机外部设备概述	264
7.3.2 EISA 总线	221	9.1.1 外部设备的一般功能及分类	265
7.3.3 VL 总线(VESA 总线)	222	9.1.2 外部设备的特点	267
7.3.4 PCI 总线	222	9.2 输入设备	267
7.3.5 USB 总线	226	9.2.1 键盘	267
7.3.6 Futurebus 总线	227	9.2.2 鼠标	268
7.4 本章小结	228	9.2.3 扫描仪	268
7.5 习题	229	9.2.4 数码相机	270
第 8 章 输入输出系统	231	9.3 打印输出设备	272
8.1 信息交换的控制方式	232	9.3.1 点阵针式打印机	272
8.1.1 外部设备与主机的连接方式	232	9.3.2 激光打印机	274
8.1.2 外部设备的编址方式	233	9.3.3 喷墨打印机	276
8.1.3 I/O 组织与外设接口	234	9.4 显示设备	277
8.2 程序查询方式	237	9.4.1 CRT 显示器	279
8.2.1 程序查询输入输出方式	237	9.4.2 液晶显示设备	286
8.2.2 程序查询方式的接口	238	9.5 磁表面存储器	288
8.3 程序中断方式	238	9.5.1 磁记录原理与记录方式	289
8.3.1 中断的基本概念	239	9.5.2 软磁盘存储器	294
8.3.2 CPU 响应中断的条件	240	9.5.3 硬盘存储器	298
8.3.3 中断处理	243	9.6 光盘存储器	304
8.3.4 单级中断与多级中断	244	9.6.1 光盘存储器类型	304
8.3.5 程序中断方式的基本接口	248	9.6.2 只读型光盘存储器	305
8.4 DMA 方式	249	9.6.3 一次写入型光盘存储器	307
		9.6.4 磁光盘存储器	307

9.7 通信与网络设备.....	308	10.3.3 多处理机系统	326
9.7.1 调制解调器.....	308	10.4 精简指令系统计算机	330
9.7.2 网络接口卡.....	310	10.4.1 RISC 的发展背景	330
9.7.3 网络互联设备.....	311	10.4.2 RISC 的特点.....	331
9.8 本章小结.....	312	10.4.3 RISC 的组织结构	333
9.9 习题.....	313	10.5 超级标量、超级流水线 处理机	335
第 10 章 计算机系统.....	317	10.5.1 超级标量处理机	336
10.1 计算机系统基本知识	317	10.5.2 超级流水线处理机	337
10.1.1 计算机系统结构定义	318	10.5.3 超长指令字处理机	337
10.1.2 计算机组成与实现	318	10.6 微型计算机.....	337
10.1.3 计算机系统的分类	319	10.7 新一代计算机.....	340
10.1.4 如何提高计算机系统的 运算速度	320	10.7.1 生物计算机	340
10.1.5 开放系统	320	10.7.2 超导计算机	341
10.2 向量处理机.....	321	10.7.3 量子计算机	342
10.2.1 巨型计算机	322	10.7.4 纳米计算机	342
10.2.2 向量协处理机	323	10.7.5 光计算机	344
10.3 阵列处理机和多处理机 系统	323	10.8 本章小结.....	345
10.3.1 并行性概念	324	10.9 习题.....	346
10.3.2 阵列处理机系统	324	参考文献	348

第1章 概 论

本章要点

计算机是 20 世纪 40 年代人类最伟大的发明创造，它的诞生、发展和应用是科学技术的卓越成就，也是技术革命的基础。六十多年来计算机技术、计算机应用和相关产业在世界范围内蓬勃发展，规模空前。它对人类社会产生了巨大而深远的影响，并改变着人们的生活方式。越来越多的人希望了解、学习并掌握计算机相关知识。本章将介绍计算机的概念和组成等方面的基本内容，目的在于使读者有一个总体概念，以便于学习后续各章内容。本章的主要内容有：

- 计算机的发展与应用
 - 计算机的发展简史
 - 计算机的特点和应用
- 计算机的组成
 - 硬件系统组成
 - 软件系统组成
 - 计算机系统层次结构
- 计算机的分类和性能结构
 - 计算机的分类
 - 计算机的性能指标
- 多媒体技术
 - 多媒体的特点

1.1 计算机的发展与应用

电子计算机的诞生和发展是 20 世纪最重大的科学技术成就之一。回顾 20 世纪的科技发展史，我们会深刻地体会到计算机的诞生和广泛应用对我们的工作和生活所产生的深远影响。

计算机，顾名思义就是用于计算的工具。但是，今天我们所说的计算机(Computer)实际上是指电子数字计算机(Digital Computer)。计算机的一个比较确切的定义是：计算机是一种以电子器件为基础的，不需人的直接干预，能够对各种数字化信息进行快速算术和逻辑运算的工具，是一个由硬件、软件组成的复杂的自动化设备。

和其他机器设备一样，计算机首先是一个工具。但和其他增强人的体力的机器设备不

一样,计算机是增强人的脑力的工具,俗称“电脑”。计算机主要增强的是人的记忆、计算、逻辑判断和信息处理的能力,而人类所独有的智慧水平,计算机是远远达不到的。掌握计算机首先应该熟练地掌握它的使用,然后才进一步掌握其工作原理。当然,本书所要求的是后者,是一个计算机科学工作者深入学习计算机技术的基础。

1.1.1 计算机的发展简史

随着科学技术的发展和社会的进步,用于计算的工具也经历了从简单到复杂、从低级到高级的发展过程,相继出现了算盘、计算尺、手摇机械计算机和电动机械计算机等计算工具。但具有跨时代意义的是1946年出现的电子计算机。

世界上第一台真正的全自动电子数字式计算机是1946年美国研制成功的ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Computer)。这台计算机共用了18000多个电子管,占地170平方米,总重量为30吨,耗电140千瓦,每秒能做5000次加减运算。与ENIAC计算机研制的同时,冯·诺依曼与莫尔小组研制EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer)计算机,它采用了存储程序方案。

ENIAC计算机虽然有许多明显的不足,它的功能也远不及现在的一台普通微型计算机,但它的诞生宣告了电子计算机时代的到来。在随后的几十年中,计算机的发展突飞猛进,经历了电子管、晶体管、集成电路和超大规模集成电路、甚大规模集成电路五个阶段,计算机的体积越来越小,功能越来越强,价格越来越低,应用越来越广泛。

- 第一代计算机从第一台计算机ENIAC问世到50年代末。这一时期计算机的主要特征是使用电子管作为电子器件,软件还处于初始阶段,使用机器语言与符号语言编制程序。

第一代计算机是计算机发展的初级阶段,其体积比较大,运算速度也比较低,存储容量不大。为了解决一个问题,所编制的程序也很复杂。这一代计算机主要用于科学计算。

- 第二代计算机是从50年代末到60年代初。这一时期计算机的主要特征是使用晶体管作为电子器件,在软件方面开始使用计算机高级语言,为更多的人学习和使用计算机铺平了道路。

这一代计算机的体积大大减小,具有重量轻、寿命长、耗电少、运算速度快和存储容量比较大等优点。因此,这一代计算机不仅用于科学计算,还用于数据处理和事务处理,并逐渐用于工业控制。

- 第三代计算机是从60年代中期到70年代初期。这一时期计算机的主要特征是使用中、小规模集成电路(MSI, SSI)作为电子器件。在这一时期,操作系统的出现使计算机的功能越来越强,应用范围越来越广。

使用中、小规模集成电路制成的计算机,其体积与功耗都进一步的减小,可靠性和运算速度等指标也得到了进一步的提高,并且为计算机的小型化、微型化提供了良好的条件。在这一时期,计算机不仅用于科学计算,还用于文字处理、企业管理和自动控制等领域,出现了计算机技术与通信技术相结合的管理信息系统,可用于生产管理、交通管理和情报检

索等领域。

- 第四代计算机是指用大规模与超大规模集成电路(LSI, VLSI)作为电子器件制成的计算机。这一代计算机各种性能都有了大幅度的提高,应用软件也越来越丰富,应用涉及到国民经济的各个领域,已经在办公自动化、数据库管理、图像识别、语音识别和专家系统等众多领域大显身手,并且进入了家庭。

1971年到1990年,作为第四代计算机重要产品的微型计算机得到了飞速的发展,对计算机的普及起到了决定性的作用。

- 第五代计算机是指用甚大规模集成电路(ULSI)作为电子器件制成的计算机。1990年后,计算机进入第五代,其主要标志有两个:一个是单片集成电路规模达100万晶体管以上;另一个是超标量技术的成熟和广泛应用。

计算机的应用有力地推动了国民经济的发展和科学技术的进步,同时也对计算机技术提出了更高的要求,从而促进了计算机的进一步发展。以超大规模集成电路为基础,未来的计算机将向巨型化、微型化、网络化与智能化的方向发展。其中“巨型化”并非指计算机的体积大,而是指计算机的运算速度更高、存储容量更大、功能更强。

1.1.2 计算机的特点

计算机是由硬件和软件组成的复杂设备。计算机以电子器件为物质基础,说明计算机的本质是一种电子产品,它是随着电子技术的发展而发展的。电子技术经历了电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模集成电路和甚大规模集成电路的发展历史,而计算机也相应地发展了5代。

计算机是由程序控制其操作过程的。只要根据应用的需要,事先编制好程序并输入计算机,计算机就能自动地、连续地工作,并完成预定的处理任务。计算机中可以存储大量的程序和数据。存储程序是计算机工作的一个重要原则,这是计算机能自动处理的基础。

计算机是以离散的数字量形式进行工作的。虽然计算机处理的信息不只是数据,还有诸如文字、符号、图形、图像、声音、动画和影视等形式,但对这些非数字信息,计算机采用将其数字化编码的方法进行处理。数字化信息编码也是计算机能够具有逻辑判断和处理能力的基础。实际上,还有一种直接处理连续变化的物理量的模拟计算机(Analog Computer)。模拟计算机的基本运算部件是由运算放大器配以电阻、电容和二极管等电子元件等构成的反相器、加法器、微分器和积分器等运算电路。模拟计算机的运算速度快,但精度不高,无存储部件,且每做一次运算需要重新设计、编排线路,其通用性不强。模拟计算机的用途仅限于解数学方程或自动控制领域中模拟系统的连续变化过程。

计算机的基本运算操作是算术和逻辑运算,但是它却能以极高的速度和计算精度进行运算,这是人力和以往其他一些计算工具所无法做到的。例如,为了将圆周率 π 的近似值计算到707位,一位数学家曾为此花了十几年的时间,而如果用现代的计算机来计算,则只需要很短的时间就能完成。

1.1.3 计算机的应用

由于计算机具有高速、自动化和存储大量信息的优势,还具有很强的推理和判断能力,因此,计算机已经被广泛应用于各个领域,并且仍然呈上升和扩展趋势。通常,计算机的应用可概括为以下几个方面。

1. 科学计算

早期的计算机主要用于科学计算。目前,科学计算仍然是计算机的一个重要应用领域。由于计算机具有很高的运算速度和运算精度,使得过去用手工无法完成的计算变为可能。随着计算机技术的发展,计算机的计算能力越来越强,计算速度越来越快,计算精度也越来越高。利用计算机进行数值计算,可以节省大量时间、人力和物力。

2. 过程检测与控制

利用计算机对工业生产过程中的某些信号自动进行检测,并把检测到的数据存入计算机,再根据需要对这些数据进行处理,这样的系统称为计算机检测系统。但一般来说,实际的工业生产过程是一个连续的过程,往往既需要用计算机进行检测,又需要用计算机进行控制。例如:在化工、电力和冶金等生产过程中,用计算机自动采集各种参数,监测并及时控制生产设备的工作状态;在导弹、卫星的发射中,用计算机随时精确地控制飞行轨道与姿态;在热处理加工中,用计算机随时检测与控制炉窑的温度;在对人有害的工作场所,用计算机来监控机器人自动工作等。特别是微型计算机进入仪器仪表后所构成的智能化仪器仪表,将工业自动化推向了一个更高的水平。利用计算机进行控制,可以节省劳动力、减轻劳动强度、提高劳动生产效率,并且还可以节省生产原料、减少能源消耗、降低生产成本。

3. 信息管理

信息管理是目前计算机应用最广泛的一个领域。所谓信息管理,是指利用计算机来加工、管理和操作任何形式的数据资料,如企业管理、物资管理、报表统计、账目计算和信息情报检索等。当今社会是一个信息化的社会,计算机用于信息管理,为办公自动化、管理自动化和社会自动化创造了最有利的条件。国内外大量的机构已经建立了自己的管理信息系统(MIS);一些生产企业开始采用制造资源规划软件(MRP);商业流通领域则逐步使用电子信息交换系统(EDI),即所谓无纸贸易。

4. 计算机辅助系统

计算机用于辅助设计、辅助制造和辅助教学等方面,统称为计算机辅助系统。计算机辅助设计(CAD)是指利用计算机来帮助设计人员进行工程设计,以提高设计工作的自动化程度,节省人力和物力。用计算机进行辅助设计,不仅速度快,而且质量高,为缩短产品的开发周期与提高产品质量创造了有利条件。计算机辅助制造(CAM)是指利用计算机进行

生产设备的管理、控制与操作,从而提高产品质量、降低生产成本以及缩短生产周期,并且还大大改善了工作人员的工作条件。计算机辅助教学(CAI)是指利用计算机帮助学习的系统,它将教学内容、教学方法以及学习情况等信息存储在计算机中,使学生能够轻松自如地从中学到所需要的知识。

1.2 计算机系统的组成

计算机系统是由计算机硬件和计算机软件组成的。计算机硬件(Hardware)是指构成计算机的所有实体部件的集合,通常这些部件由电路(电子元件)、机械元件等物理部件组成。它们都是看得见摸得着的物体。软件(Software)主要是一系列按照特定顺序组织的计算机数据和指令的集合。1983年,IEEE对软件给出了一个较为全面的定义:软件是计算机程序、方法和规范及其相应的文档以及在计算机上运行时所必需的数据。软件是相对于机器硬件而言的。

1.2.1 计算机的硬件系统

1. 计算机的组成

尽管计算机已经发展了5代,有各种规模和类型,但是当前的计算机仍然遵循冯·诺依曼早期提出的基本原理运行。冯·诺依曼原理的基本思想是:

- 采用二进制形式表示数据和指令。指令由操作码和地址码组成。
- 将程序和数据存放在存储器中,使计算机在工作时从存储器取出指令加以执行,自动完成计算任务。这就是“存储程序”和“程序控制”(简称存储程序控制)的概念。
- 指令的执行是顺序的,即一般按照指令在存储器中存放的顺序执行,程序分支由转移指令实现。
- 计算机由存储器、运算器、控制器、输入设备和输出设备五大基本部件组成,并规定了5部分的基本功能。

冯·诺依曼原理的基本思想奠定了现代计算机的基本架构,并开创了程序设计的时代。采用这一思想设计的计算机被称为冯·诺依曼机,它有5大组成部件,如图1-1所示。原始的冯·诺依曼机在结构上是以运算器为中心的,但演变到现在,电子数字计算机已经转向以存储器为中心。

在计算机的5大部件中,运算器和控制器是信息处理的中心部件,所以它们合称为“中央处理单元”(CPU: Central Processing Unit)。存储器、运算器和控制器在信息处理中起主要作用,是计算机硬件的主体部分,通常被称为“主机”。而输入(Input)设备和输出(Output)设备统称为“外部设备”,简称为外设或I/O设备。

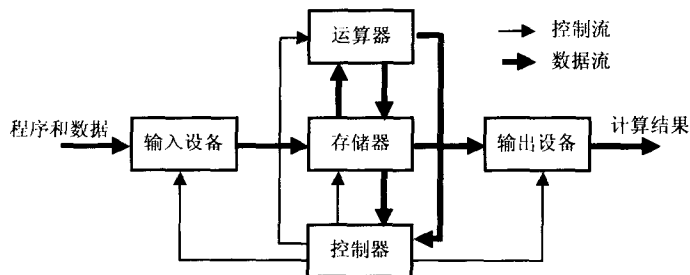


图 1-1 计算机的组成部件

(1) 存储器

存储器(Memory)是用来存放数据和程序的部件。对存储器的基本操作是按照要求向指定位置存入(写入)或取出(读出)信息。存储器是一个很大的信息储存库,被划分成许多存储单元,每个单元通常可存放一个数据或一条指令。为了区分和识别各个单元,并按指定位置进行存取,给每个存储单元编排了一个唯一对应的编号,称为“存储单元地址”(Address)。存储器所具有的存储空间大小(即所包含的存储单元总数)称为存储容量。

通常存储器可分为两大类:主存储器和辅助存储器。主存储器能直接和运算器、控制器交换信息,它的存取时间短但容量不够大;由于主存储器通常与运算器、控制器形成一体组成主机,所以也称为内存存储器。辅助存储器不直接和运算器、控制器交换信息,而是作为主存的补充和后援,它的存取时间长但容量极大;由于辅助存储器常以外设的形式独立于主机存在,所以也称为外存储器。

主存储器主要由存储体、存储器地址寄存器(MAR: Memory Address Register)、存储器数据寄存器(MDR: Memory Data Register)以及读写控制线路构成。

(2) 运算器

运算器是对信息进行运算处理的部件。它的主要功能是对二进制编码进行算术(加减乘除)和逻辑(与或非)运算。运算器的核心是算术逻辑运算单元(ALU: Arithmetic Logic Unit)。运算器的性能是影响整个计算机性能的重要因素,精度和速度是运算器重要的性能指标。

(3) 控制器

控制器是整个计算机的控制核心。它的主要功能是读取指令、翻译指令代码并向计算机各部分发出控制信号,以便执行指令。当一条指令执行完以后,控制器会自动地去取下一条将要执行的指令,依次重复上述过程直到整个程序执行完毕。

(4) 输入设备

人们编写的程序和原始数据是经输入设备传输到计算机中的。输入设备能将数据和程序转换成计算机内部能够识别和接受的信息方式,并顺序地把它送入存储器中。输入设备有许多种,例如键盘、鼠标、扫描仪和光电输入机等。

(5) 输出设备

输出设备将计算机处理的结果以人们能接受的或其他机器能接受的形式送出。输出设备同样有许多种,例如显示器、打印机和绘图仪等。

由图 1-1 可知, 计算机各部件之间的联系是通过两种信息流实现的。粗线代表数据流, 细线代表指令流。数据由输入设备输入, 存入存储器中; 在运算过程中, 数据从存储器读出, 并送入运算器进行处理; 处理的结果再存入存储器, 或经输出设备输出; 而这一切则是由控制器执行存于存储器的指令实现的。

2. 计算机的总线结构

根据冯·诺依曼原理, 计算机由 5 大部件组成。在中央处理单元、存储器和外部设备各大功能部件之间, 有着大量的信息需要传输。例如程序和数据要经过输入设备送入存储器; 控制器要从存储器中取得指令才能运行; 参与运算的数据要从存储器中读出并送给运算器去处理; 执行结果又要由存储器送到输出设备输出; 而在机器运行期间控制器要发送各种操作信号给各部件以指挥各部件的工作; 一般采用总线结构来实现计算机硬件 5 大部件的连接。

总线(Bus)就是计算机中用于传输信息的公用通道, 是为多个部件服务的一组信息传输连接线。显然, 任一时刻在总线上只能传输一种信息, 也就是只能有一个部件在发送信息, 但可以有多个部件同时接收信息。

按照传输信息的属性来分析, 总线可以包含 3 种信号线:

(1) 数据总线(DB: Data Bus)

数据总线(DB: Data Bus)用于在各部件之间传输数据信息。数据总线条数(总线宽度)一般就是计算机字长。计算机字长(Word)是指一台计算机 CPU 中的运算器、寄存器和指令集等所采用的信息单位。字长常用二进制位数表示, 常用的有 8 位、16 位、32 位和 64 位等。字长能反映计算机的规模、计算精度, 它是衡量计算机性能的一个重要指标。

(2) 地址总线(AB: Address Bus)

地址总线(AB: Address Bus)用于传输各部件相互访问用的地址信息。地址总线宽度就是能传输的地址码位数, 它决定着 CPU 能够直接读写主存储器的范围大小。

(3) 控制总线(CB: Control Bus)

控制总线(CB: Control Bus)用于传输控制各部件操作的控制信息, 如 CPU 对存储器的读写命令、CPU 对外设的启动和停止命令等。

按信息传输的方向区分, 可将总线分为单向总线和双向总线。例如运算器与存储器之间的数据信号线是双向的; 而读写主存的控制线一般是由 CPU 把读写命令控制信号送至主存储器, 是单向总线。

采用总线连接各个部件组成计算机系统是一种非常有效的方法, 它可以简化系统结构、方便系统设计并有利于系统扩展。这种方式在计算机的各个层次上都有使用, 小到集成电路芯片的内部, 大到计算机系统之间。按照总线的连接方式, 计算机组成结构可以分为单总线结构、双总线结构和多总线结构等。

1.2.2 计算机的软件系统

计算机软件(Software)是指能使计算机工作的程序和程序运行时所需要的数据,以及与这些程序和数据有关的文字说明和图表资料,其中文字说明和图表资料又称为文档。软件也是计算机系统的重要组成部分。相对于计算机硬件而言,软件是计算机的无形部分,但它的作用很大。如果只有好的硬件,没有好的软件,计算机不可能显示出它的优越性能。

计算机软件可以分为系统软件和应用软件两大类。系统软件是指管理、监控和维护计算机资源(包括硬件和软件)的软件。系统软件为计算机使用提供最基本的功能,但并不针对某一特定应用领域。而应用软件则恰好相反,不同的应用软件根据用户和所服务的领域提供不同的功能。

目前常见的系统软件有操作系统、各种语言处理程序、数据库管理系统以及各种服务性程序等。

1. 操作系统

操作系统是最底层的系统软件,它是对硬件系统功能的首次扩充,也是其他系统软件和应用软件能够在计算机上运行的基础。

操作系统实际上是一组程序,它们用于统一管理计算机中的各种软、硬件资源,合理地组织计算机的工作流程,协调计算机系统各部分之间、系统与用户之间、用户与用户之间的关系。由此可见,操作系统在计算机系统中占有非常重要的地位。通常,操作系统具有5个方面的功能:存储管理、处理器管理、设备管理、文件管理和作业管理。

2. 语言处理程序

人们要利用计算机解决实际问题,首先要编制程序。程序设计语言就是用来编写程序的语言,它是人与计算机之间交换信息的渠道。

程序设计语言是软件系统的重要组成部分,而相应的各种语言处理程序属于系统软件。程序设计语言一般分为机器语言、汇编语言和高级语言3类。

(1) 机器语言

机器语言是最底层的计算机语言。用机器语言编写的程序,计算机硬件可以直接识别。每一条机器指令都是二进制形式的指令代码。在指令代码中一般包括操作码和地址码,其中操作码告诉计算机作何种操作,地址码则指出被操作的对象。对于不同的计算机硬件(主要是CPU),其机器语言是不同的。由于机器语言程序是直接针对计算机硬件的,因此它的执行效率比较高,能充分发挥计算机速度方面的性能。但是,用机器语言编写程序的难度比较大,同时也容易出错,而且程序的可读性比较差,更不容易移植。

(2) 汇编语言

汇编语言是为了便于理解与记忆,将机器语言用助记符号代替而形成的一种语言。人们采用能帮助记忆的英文缩写符号(称为指令助记符)来代替机器语言指令代码中的操作码,用地址符号来代替地址码。用指令助记符及地址符号书写的指令称为汇编指令,而用