



21st CENTURY
实用规划教材

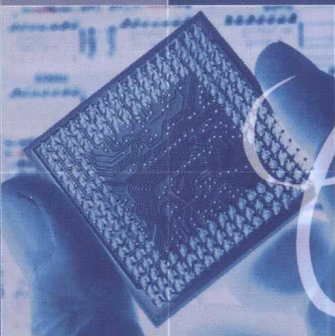
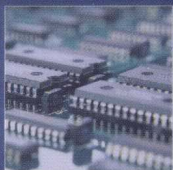
吉林省高等学校精品课程

21世纪全国应用型本科计算机案例型规划教材



计算机组成与结构教程

姚玉霞 邓蕾蕾 曹丽英 主 编
杨 继 主 审



Computer



- 省级优秀教学团队精心打造
- 一线教师精炼多年教学心得与实践体会
- 集开放性、设计性、综合性、启发性、创新性为一体



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

吉林省高等学校精品课程
21 世纪全国应用型本科计算机案例型规划教材

计算机组成与结构教程

主 编 姚玉霞 邓蕾蕾 曹丽英
副主编 赵建华 蔡建培 孙 国
主 审 杨 继



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是作者在多年讲授“计算机组成与结构”课程的基础上编写而成的,将计算机系统结构、指令系统、存储器系统、中央处理器、输入/输出系统、总线技术等融为一体,体现了完整的课程教学体系,突出了计算机技术及应用。

本书结合普通高等院校计算机应用型人才培养的实际情况,在编写的过程中,从学习习惯和教学规律出发,合理编排教学内容,全面阐述在“计算机组成与结构”课程中必须掌握的基本知识和技能,为后续课程的学习和实际应用奠定基础。

本书重点突出、内容新颖,采用案例结合实际的形式,语言精练、通俗易懂,既可作为普通高等院校计算机及其相关专业的教材,也可作为社会培训类机构和从事计算机相关工作人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成与结构教程/姚玉霞,邓蕾蕾,曹丽英主编. —北京:北京大学出版社,2012.11

(21世纪全国应用型本科计算机案例型规划教材)

ISBN 978-7-301-21341-4

I. ①计… II. ①姚… ②邓… ③曹… III. ①计算机体系结构—高等学校—教材 IV. ①TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 236458 号

书 名: 计算机组成与结构教程

著作责任者: 姚玉霞 邓蕾蕾 曹丽英 主编

策划编辑: 郑 双 程志强

责任编辑: 郑 双

标准书号: ISBN 978-7-301-21341-4/TP · 1252

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子信箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 22 印张 504 千字

2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 42.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

21 世纪全国应用型本科计算机案例型规划教材 专家编审委员会

(按姓名拼音顺序)

主 任 刘瑞挺

副主任 陈 钟 蒋宗礼

委 员 陈代武 房爱莲 胡巧多 黄贤英

江 红 李 建 娄国焕 马秀峰

祁亨年 王联国 汪新民 谢安俊

解 凯 徐 苏 徐亚平 宣兆成

姚喜妍 于永彦 张荣梅

编 委 会

主 编	姚玉霞	邓蕾蕾	曹丽英		
副主编	赵建华	蔡建培	孙 国		
编 委	刘晓彦	张 芸	赵月玲	隋庆茹	韩智慧
	张博夫	潘 贺	伞晓辉	吕光雷	王靖会
	田 茁	石 莹	邴冬梅	韩永奇	王国伟
	张 莹	张 献	张 楠	张兴华	徐金艳
	张彩虹	牛言涛	朱 莉	徐兴梅	刘志军
主 审	杨 继				

信息技术的案例型教材建设

(代丛书序)

刘瑞挺

北京大学出版社第六事业部在 2005 年组织编写了《21 世纪全国应用型本科计算机系列实用规划教材》，至今已出版了 50 多种。这些教材出版后，在全国高校引起热烈反响，可谓初战告捷。这使北京大学出版社的计算机教材市场规模迅速扩大，编辑队伍茁壮成长，经济效益明显增强，与各类高校师生的关系更加密切。

2008 年 1 月北京大学出版社第六事业部在北京召开了“21 世纪全国应用型本科计算机案例型教材建设和教学研讨会”。这次会议为编写案例型教材做了深入的探讨和具体的部署，制定了详细的编写目的、丛书特色、内容要求和风格规范。在内容上强调面向应用、能力驱动、精选案例、严把质量；在风格上力求文字精练、脉络清晰、图表明快、版式新颖。这次会议吹响了提高教材质量第二战役的进军号。

案例型教材真能提高教学的质量吗？

是的。著名法国哲学家、数学家勒内·笛卡儿(Rene Descartes, 1596—1650)说得好：“由一个例子的考察，我们可以抽出一条规律。(From the consideration of an example we can form a rule.)”事实上，他发明的直角坐标系，正是通过生活实例而得到的灵感。据说是在 1619 年夏天，笛卡儿因病住进医院。中午他躺在病床上，苦苦思索一个数学问题时，忽然看到天花板上有一只苍蝇飞来飞去。当时天花板是用木条做成正方形的格子。笛卡儿发现，要说出这只苍蝇在天花板上的位置，只需说出苍蝇在天花板上的第几行和第几列。当苍蝇落在第四行、第五列的那个正方形时，可以用(4, 5)来表示这个位置……由此他联想到可用类似的办法来描述一个点在平面上的位置。他高兴地跳下床，喊着“我找到了，找到了”，然而不小心把国际象棋撒了一地。当他的目光落到棋盘上时，又兴奋地一拍大腿：“对，对，就是这个图”。笛卡儿锲而不舍的毅力，苦思冥想的钻研，使他开创了解析几何的新纪元。千百年来，代数与几何，井水不犯河水。17 世纪后，数学突飞猛进的发展，在很大程度上归功于笛卡儿坐标系和解析几何学的创立。

这个故事，听起来与阿基米德在浴缸洗澡而发现浮力原理，牛顿在苹果树下遇到苹果落到头上而发现万有引力定律，确有异曲同工之妙。这就证明，一个好的例子往往能激发灵感，由特殊到一般，联想出普遍的规律，即所谓的“一叶知秋”、“见微知著”的意思。

回顾计算机发明的历史，每一台机器、每一颗芯片、每一种操作系统、每一类编程语言、每一个算法、每一套软件、每一款外部设备，无不像闪光的珍珠串在一起。每个案例都闪烁着智慧的火花，是创新思想不竭的源泉。在计算机科学技术领域，这样的案例就像大海岸边的贝壳，俯拾皆是。

事实上，案例研究(Case Study)是现代科学广泛使用的一种方法。Case 包含的意义很广，包括 Example(例子)、Instance(事例)、示例、Actual State(实际状况)、Circumstance(情况、事件、境遇)，甚至 Project(项目、工程)等。

我们知道在计算机的科学术语中，很多是直接来自日常生活的。例如，Computer 一词早在 1646 年就出现于古代英文字典中，但当时它的意义不是“计算机”而是“计算工人”，即专门从事简单计算的工人。同理，Printer 当时也是“印刷工人”而不是“打印机”。正是

由于这些“计算工人”和“印刷工人”常出现计算错误和印刷错误，才激发查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage, 1791—1871)设计了差分机和分析机，这是最早的专用计算机和通用计算机。这位英国剑桥大学数学教授、机械设计专家、经济学家和哲学家是国际公认的“计算机之父”。

20 世纪 40 年代，人们还用 Calculator 表示计算机器。到电子计算机出现后，才用 Computer 表示计算机。此外，硬件(Hardware)和软件(Software)来自销售人员。总线(Bus)就是公共汽车或大巴，故障和排除故障源自格瑞斯·霍普(Grace Hopper, 1906—1992)发现的“飞蛾子”(Bug)和“抓蛾子”或“抓虫子”(Debug)。其他如鼠标、菜单……不胜枚举。至于哲学家进餐问题，理发师睡觉问题更是操作系统文化中脍炙人口的经典。

以计算机为核心的信息技术，从一开始就与应用紧密结合。例如，ENIAC 用于弹道曲线的计算，ARPANET 用于资源共享以及核战争时的可靠通信。即使是非常抽象的图灵机模型，也受到二战时图灵博士破译纳粹密码工作的影响。

在信息技术中，既有许多成功的案例，也有不少失败的案例；既有先成功而后失败的案例，也有先失败而后成功的案例。好好研究它们的成功经验和失败教训，对于编写案例型教材有重要的意义。

我国正在实现中华民族的伟大复兴，教育是民族振兴的基石。改革开放以来，我国高等教育在数量上、规模上已有相当的发展。当前的重要任务是提高培养人才的质量，必须从学科知识的灌输转变为素质与能力的培养。应当指出，大学课堂在高新技术的武装下，利用 PPT 进行的“高速灌输”、“翻页宣科”有愈演愈烈的趋势，我们不能容忍用“技术”绑架教学，而是让教学工作乘信息技术的东风自由地飞翔。

本系列教材的编写，以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点，在适度的基础知识与理论体系覆盖下，突出应用型、技能型教学的实用性和可操作性，强化案例教学。本套教材将会有机融入大量最新的示例、实例以及操作性较强的案例，力求提高教材的趣味性和实用性，打破传统教材自身知识框架的封闭性，强化实际操作训练，使本系列教材做到“教师易教，学生乐学，技能实用”。有了广阔的应用背景，再造计算机案例型教材就有了基础。

我相信北京大学出版社在全国各地高校教师的积极支持下，精心设计，严格把关，一定能够建设出一批符合计算机应用型人才培养模式的、以案例型为创新点和兴奋点的精品教材，并且通过一体化设计、实现多种媒体有机结合的立体化教材，为各门计算机课程配齐电子教案、学习指导、习题解答、课程设计等辅导资料。让我们用锲而不舍的毅力，勤奋好学的钻研，向着共同的目标努力吧！

刘瑞挺教授 本系列教材编写指导委员会主任、全国高等院校计算机基础教育研究会副会长、中国计算机学会普及工作委员会顾问、教育部考试中心全国计算机应用技术证书考试委员会副主任、全国计算机等级考试顾问。曾任教育部理科计算机科学教学指导委员会委员、中国计算机学会教育培训委员会副主任。PC Magazine《个人电脑》总编辑、CHIP《新电脑》总顾问、清华大学《计算机教育》总策划。

前 言

“计算机组成与结构”课程是计算机科学与技术专业的核心主干课程之一，具有理论性强、知识涵盖面广、更新快、与其他计算机课程联系紧密等特点。本书从计算机的组成与结构出发，注重从以知识为主体向以能力为主体的转变，培养学生的综合分析和应用能力，根据教材的特色和教学的实用性，结合重点和难点，系统地介绍了组成计算机的硬件系统及结构、逻辑实现、各部分相互连接构成整机系统的工作原理及设计方法。全书共分11章。第1章讲述计算机系统的基本组成、层次结构、计算机硬件系统组织和计算机发展；第2章讲述计算机常用逻辑部件的组成与工作原理；第3章讲述计算机的信息表示方法、运算方法和运算器组织；第4章介绍存储器的组成、存储器系统的工作原理和组织；第5章介绍指令格式、指令设置、寻址方式和指令的执行控制方法；第6章讨论中央处理器的组成、时序信号的产生与控制方式、微程序控制器原理与设计方法；第7章介绍基本输入/输出设备的组成、工作原理和辅助存储器等内容；第8章介绍输入输出设备的工作与控制方式；第9章讲述总线的结构、信息传送方式、总线接口与仲裁；第10章介绍微型计算机系统、多媒体计算机系统和多处理机系统的工作原理；第11章介绍操作系统在计算机工作中的主要作用等相关内容。

本书为吉林省高等学校精品课程“计算机组成与结构”配套使用教材。

本书在编写工程中，参考了一些国内外优秀教材和相关资料，北京大学出版社的编辑也提出了许多宝贵意见，并给予了大力支持，在此表示诚挚的谢意！

本书在编写过程中秉承概念清晰、通俗易懂、表述正确、便于自学的理念，力求读者通过本书的学习，能够全面地理解和掌握计算机组成与结构相关知识。但由于编者水平有限，书中难免出现不妥和疏漏之处，恳请读者批评指正，编者不胜感激。

编 者

目 录

第 1 章 概述	1	1.6.4 网络互联设备	24
1.1 计算机的发展简史	2	1.7 计算机的发展趋势	24
1.1.1 计算机的定义	2	1.8 计算机的应用领域	26
1.1.2 计算机的发展	3	1.8.1 各类科学计算	26
1.1.3 计算机微处理器的发展	5	1.8.2 各种信息处理	26
1.1.4 计算机技术指标	6	1.8.3 实时控制	26
1.2 计算机的分类	7	1.8.4 计算机辅助工程	26
1.2.1 按计算机的用途分类	7	1.8.5 办公自动化	27
1.2.2 按信息处理方式与形式分类	8	1.8.6 数据通信	27
1.2.3 按计算机的规模分类	8	1.8.7 家用电器	27
1.3 计算机系统的层次结构及特点	10	1.8.8 商务处理	27
1.3.1 计算机系统的层次结构	10	1.8.9 管理应用	27
1.3.2 计算机的特点	11	本章小结	28
1.3.3 冯·诺依曼体制	12	习题	29
1.4 计算机硬件	13	第 2 章 计算机常用的基本逻辑部件	31
1.4.1 计算机的硬件组成概述	13	2.1 组合逻辑电路的应用	33
1.4.2 计算机运算器及其功能	14	2.1.1 加法器及其作用	33
1.4.3 计算机存储器及其功能	15	2.1.2 译码器及其作用	35
1.4.4 计算机控制器及其功能	16	2.1.3 算术运算逻辑单元	40
1.4.5 计算机输入/输出设备与 接口	17	2.1.4 三态门及其作用	44
1.4.6 信息表示的数字化和硬件 功能的逻辑化	18	2.1.5 异或门及其作用	45
1.5 计算机软件	19	2.1.6 数据选择器及其作用	46
1.5.1 计算机软件的作用	19	2.2 时序逻辑电路的应用	47
1.5.2 计算机软件的发展	20	2.2.1 触发器及其原理	47
1.5.3 计算机软件的分类	20	2.2.2 寄存器及其原理	50
1.5.4 计算机硬件系统和软件 系统的关系	22	2.2.3 计数器及其原理	53
1.6 计算机网络	22	2.3 计算机常用的阵列逻辑电路	56
1.6.1 计算机网络基础知识	22	2.3.1 (ROM)只读存储器	56
1.6.2 计算机网络的分类	23	2.3.2 可编程逻辑阵列	57
1.6.3 计算机网络软件的分类与 功能	23	2.3.3 可编程阵列逻辑	58
		2.3.4 通用阵列逻辑	58
		本章小结	59
		习题	59



第3章 计算机的运算方法与运算器..... 61

3.1 数值数据与非数值数据的表示	62
3.1.1 数值数据	62
3.1.2 非数值数据	64
3.2 进制及其相互转换	68
3.2.1 任意进制转换成十进制	68
3.2.2 十进制转换成任意进制	68
3.2.3 二进制与八进制、十六进制转换	70
3.2.4 十六进制转换成八进制	70
3.3 带符号数的二进制的表示	71
3.3.1 原码表示	72
3.3.2 反码表示	72
3.3.3 补码表示	72
3.3.4 移(增)码表示	73
3.3.5 定点数和浮点数表示	74
3.4 带符号定点数的二进制加减法运算	75
3.4.1 补码加法运算	75
3.4.2 补码减法运算	76
3.4.3 加法运算的溢出处理方法	78
3.5 带符号定点数的二进制乘法运算	79
3.5.1 定点数一位乘法运算	79
3.5.2 定点数二位乘法运算	85
3.5.3 阵列乘法器	87
3.6 带符号定点数的二进制除法运算	88
3.6.1 定点数除法运算	88
3.6.2 除法运算方法举例	92
3.7 带符号浮点数的二进制运算	94
3.7.1 浮点数的加减运算	94
3.7.2 浮点数的乘除运算	97
3.8 计算机的运算部件	99
3.8.1 定点运算器	99
3.8.2 浮点运算器	99
3.9 常用的数据校验方法	99
3.9.1 奇偶校验	99
3.9.2 海明校验	100
3.9.3 循环冗余校验	103

本章小结	105
------------	-----

习题	105
----------	-----

第4章 主存储器..... 108

4.1 主存储器的概述	109
4.2 主存储器分类与层次结构	111
4.2.1 存储器的分类	111
4.2.2 存储器分级	114
4.2.3 主存储器的主要技术指标	116
4.3 SRAM 及 DRAM 存储器的工作原理	117
4.3.1 SRAM 存储器	117
4.3.2 DRAM 存储器	120
4.3.3 存储器周期时序图	124
4.4 只读存储器和 Flash 存储器	128
4.4.1 只读存储器	128
4.4.2 Flash 存储器	132
4.5 高速缓冲存储器	134
4.5.1 高速缓冲存储器基本原理	134
4.5.2 主存与缓存的地址映像	135
4.5.3 主存与缓存的替换策略	141
4.5.4 缓存的写操作	141
4.6 半导体存储器的组成与控制	143
4.6.1 存储器的扩展	146
4.6.2 案例: 扩展例题	147
4.7 多体交叉存储器	152
4.7.1 增加存储器的数据宽度	152
4.7.2 多体交叉存储器应用	152
4.8 虚拟存储器	153
4.8.1 虚拟存储器的概念	153
4.8.2 页式存储管理	153
4.8.3 段式存储管理	154
4.8.4 段页式存储管理	156
本章小结	157
习题	157

第5章 指令系统..... 159

5.1 指令系统的发展	160
5.1.1 指令系统的发展过程	160

5.1.2 指令系统的性能与要求	160	6.3 时序信号的产生与控制方式	209
5.2 指令格式	161	6.4 微程序控制器的组成与设计	211
5.2.1 指令格式介绍	161	6.4.1 微程序控制的基本组成及原理	211
5.2.2 指令操作码的扩展技术	163	6.4.2 微程序设计技术及应用	213
5.2.3 指令长度与字长的关系	164	6.4.3 微程序指令格式	214
5.3 指令的类型	165	6.4.4 硬布线控制器	215
5.4 指令和数据的寻址方式	173	6.5 RISC CPU	218
5.4.1 计算机指令的寻址方式	173	6.5.1 RISC CPU 的特点	218
5.4.2 操作码的设计	178	6.5.2 RISC CPU 的举例	220
5.4.3 地址码的设计	179	6.6 多媒体 CPU	221
5.5 CISC 和 RISC 计算机	181	6.6.1 多媒体技术与主要问题	221
5.5.1 复杂指令系统计算机(CISC)及其特点	181	6.6.2 MMX 技术及分析	221
5.5.2 精简指令系统计算机(RISC)及其特点	182	6.7 流水 CPU	221
5.6 指令系统举例	183	6.7.1 流水 CPU 的结构分析	221
5.6.1 SPARC 的指令系统	183	6.7.2 流水线中的主要问题	223
5.6.2 向量指令举例	184	6.7.3 并行处理技术	223
5.7 计算机机器语言、汇编语言、高级语言特点分析	185	本章小结	224
本章小结	187	习题	224
习题	187	第 7 章 外围设备	227
第 6 章 中央处理器及其工作原理	188	7.1 外围设备概述	228
6.1 中央处理器的组成及功能	189	7.1.1 外围设备的分类	228
6.1.1 控制器的组成	190	7.1.2 外围设备的基本功能	229
6.1.2 控制器的功能	191	7.2 输入设备	230
6.1.3 运算器的组成	193	7.2.1 键盘原理及功能	230
6.1.4 运算器的功能	194	7.2.2 鼠标原理及功能	231
6.1.5 指令执行过程	195	7.2.3 触摸屏原理及功能	232
6.1.6 操作控制与时序产生器	197	7.2.4 图像输入设备原理及功能	232
6.2 指令周期	199	7.2.5 条形码识别仪器原理及功能	233
6.2.1 指令周期概述	199	7.2.6 光笔、光学输入设备	233
6.2.2 典型的指令周期	200	7.3 输出设备的显示器与打印机	233
6.2.3 MOV 指令的指令周期	201	7.3.1 显示器的相关技术	233
6.2.4 LAD 指令的指令周期	203	7.3.2 显示器的种类	235
6.2.5 ADD 指令的指令周期	205	7.3.3 打印机的种类	235
6.2.6 STO 指令的指令周期	206	7.3.4 打印机的发展趋势	236
6.2.7 JMP 指令的指令周期	207	7.3.5 汉字处理技术	236
		7.4 辅助存储器	239



7.4.1 磁盘存储器	239
7.4.2 光盘存储器	240
7.4.3 U 盘	240
7.4.4 磁带存储器	241
7.4.5 固态硬盘	241
7.4.6 各种辅存的综合比较	241
7.5 常用输入设备案例	241
本章小结	242
习题	242

第 8 章 输入/输出系统 245

8.1 输入/输出系统概述	246
8.1.1 输入/输出设备控制器的 基本功能	246
8.1.2 输入/输出接口的基本结构和 编址方式	247
8.2 输入/输出设备的速度分级与信息 交换方式	249
8.2.1 输入/输出设备的速度分级	249
8.2.2 信息交换方式	249
8.3 程序查询方式	251
8.4 程序中断方式	251
8.4.1 程序中断的基本概念	251
8.4.2 中断的产生、作用与响应	252
8.4.3 中断处理	253
8.4.4 单级与多级程序中断	256
8.4.5 程序中断设备接口的组成与 工作原理	257
8.5 通道控制方式	259
8.5.1 通道的概念	259
8.5.2 通道的功能	259
8.5.3 I/O 通道的种类	261
8.5.4 通道结构的发展	262
8.6 DMA 输入/输出方式	262
8.6.1 DMA 的基本概念	263
8.6.2 基本的 DMA 控制器类型与 组成	263
8.6.3 DMA 的数据传送过程	264
8.6.4 DMA 的 3 种控制方式	264

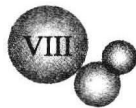
8.7 外围处理机方式与通道控制方式	265
8.7.1 通道型 IOP 与外围处理机	265
8.7.2 通用 I/O 标准接口	266
本章小结	268
习题	269

第 9 章 总线系统 270

9.1 总线的概述	271
9.2 总线的结构	271
9.2.1 总线的类型	271
9.2.2 总线的结构与组成	273
9.2.3 总线的连接方式	274
9.2.4 总线结构应用	275
9.3 总线接口与仲裁	277
9.3.1 总线接口与仲裁的基本 概念	277
9.3.2 信息传送方式	278
9.3.3 总线集中式仲裁方式	279
9.3.4 总线分布式仲裁方式	281
9.4 总线的定时与传送模式	281
9.4.1 总线的定时协议	281
9.4.2 总线的数据传送模式	282
9.5 PCI 总线与 HOST 总线	282
9.5.1 PCI 总线信号	282
9.5.2 多总线结构	284
9.5.3 总线周期类型与操作	285
9.5.4 总线仲裁	286
9.6 总线应用案例：基于 PCI 总线的 高速实时数据采集系统的设计	286
本章小结	287
习题	288

第 10 章 计算机系统 291

10.1 计算机系统概述	292
10.1.1 计算机系统的分类	292
10.1.2 计算机开放系统	293
10.1.3 计算机系统的性能评价	293
10.2 微型计算机系统	294
10.2.1 个人计算机及微处理器	294



10.2.2 商用计算机与家用计算机...295	11.1.3 操作系统的功能分析.....314
10.2.3 片上系统与嵌入式计算机...296	11.1.4 操作系统的硬件环境.....315
10.2.4 笔记本式计算机、台式 计算机、智能手机及 PDA...298	11.1.5 操作系统需要解决的问题...317
10.3 多媒体计算机系统.....300	11.2 调度控制.....317
10.3.1 多媒体计算机概述.....300	11.2.1 程序动态的执行过程控制...317
10.3.2 多媒体计算机系统的 组成与结构.....300	11.2.2 调度的层次结构.....320
10.3.3 多媒体计算机的关键 技术.....301	11.2.3 调度的实现过程.....320
10.3.4 多媒体计算机技术的 应用.....302	11.3 存储管理.....321
10.4 工作站与服务器.....304	11.3.1 分区存储管理.....321
10.4.1 工作站.....304	11.3.2 交换与分页技术的应用.....322
10.4.2 服务器.....304	11.4 存储保护.....322
10.5 多处理机和阵列处理机系统.....304	11.4.1 存储区域的保护.....323
10.5.1 多处理机系统.....304	11.4.2 访问方式的保护.....324
10.5.2 阵列处理机.....305	11.5 虚拟存储器.....325
10.6 向量处理机及其功能.....306	11.5.1 虚拟存储器的概念.....325
10.7 超长指令字处理机、超级流水线 处理机和超级标量处理机的功能...308	11.5.2 页式虚拟存储器.....326
本章小结.....309	11.5.3 段式虚拟存储器和段页式 虚拟存储器.....327
习题.....309	11.5.4 虚拟存储器的替换算法.....329
第 11 章 操作系统的应用.....311	11.6 操作系统应用举例.....329
11.1 操作系统概述.....312	11.6.1 存储器模型.....330
11.1.1 操作系统的概念.....312	11.6.2 虚地址模式.....330
11.1.2 操作系统的特性.....313	11.6.3 Pentium 处理机的虚拟 存储器.....331
	本章小结.....331
	习题.....332
	参考文献.....334

概 述

学习目标

了解计算机的发展历史、计算机的应用领域、计算机的发展趋势和网络知识。

理解计算机系统的层次结构及各部件之间的关系。

掌握计算机的定义、分类、功能、计算机硬件和软件系统的组成，以及计算机各部件的工作原理与作用。

知识结构

本章知识结构如图 1.1 所示。

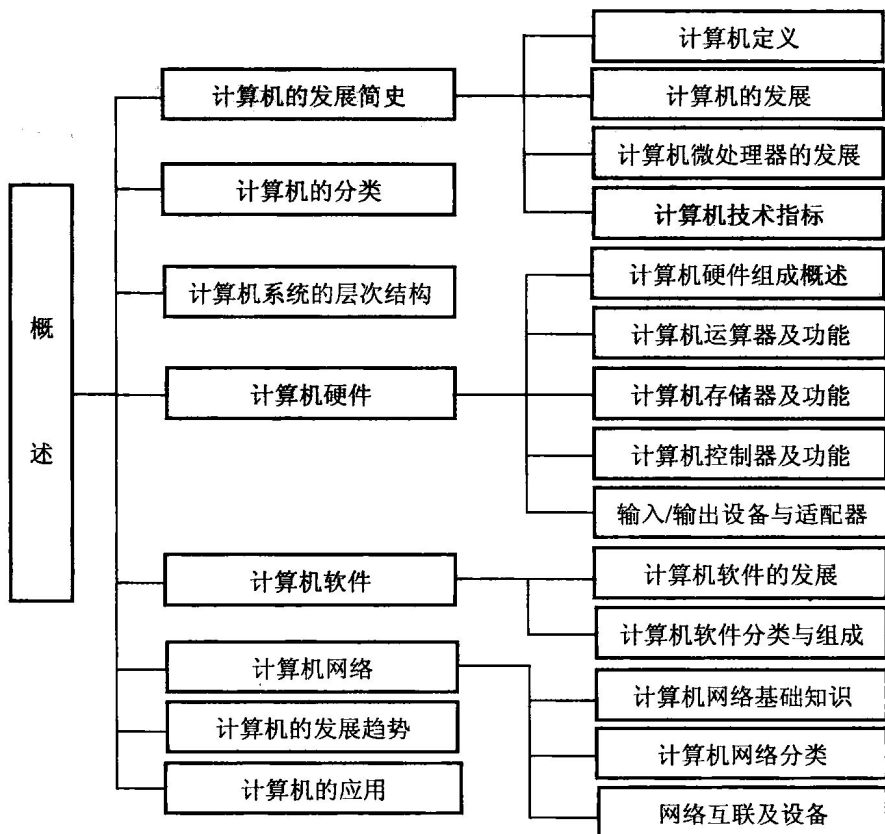


图 1.1 计算机知识概述结构



未来计算机的无处不在

随着 IT 业的迅速发展,世界正经历着全面的“可移动化”过程,从计算机、手机、MP3 再到 GPS,我们都可以随身携带。计算机正改变着人们的生活方式和习惯,信息量的即时获取是现代人生存和生活的资本,便携高效的计算机将成为人们的首选配备。在未来,轻巧便携的计算机将是 IT 市场中的主流产品,也是可移动化产品的主导,更是人们所追求高效生活的主要日常必备之一。

近年来更明显的发展趋势是计算机的“无处不在”,有人称这种趋势为普适计算(Pervasive Computing),也有人说这种计算通俗得就像“没有计算机一样”。一个案例可以说明:某个家庭有多少电动机,大多数家庭未做过此类计算,但他会说洗衣机、电冰箱、汽车、录音机、微波炉、空调机、照相机、录像机……里都有,虽然家家都有,但谁也不会去统计它。未来计算机也会像现在的电动机一样,存在于家庭中的各种电器中。那时再来问你家里有多少计算机,你也许也数不清,因为所有的家用电器里可能都有“计算机”,包括你的笔记本、教材、书籍都已电子化。再过十几、二十几年,可能学生们上课用的不再是纸质教科书,而只是计算机,计算机里有你需要的所有课程教材、辅导书、练习题等,学生可以根据自己的需要方便地从中查到想要的资料。而且这些“计算机”与现在的手机合为一体,随时随地都可以上网,相互交流信息。所以有人预言未来计算机可能像纸张一样便宜,可以一次性使用,计算机将成为不被人注意的最常用的日用品。由于计算机的无处不在,也许未来一部汽车主要的成本可能不是车身、发动机、车轮,而是其中的微处理器芯片和软件。随着科学技术的发展,未来计算机科学与生物科学的关系也会越来越密切地结合并蓬勃兴起。在不远的将来,超导计算机、量子计算机、光计算机、DNA 计算机、网络计算机、神经计算机等将会被广泛研究与应用。

计算机是 20 世纪 40 年代人类伟大的发明创造之一。60 多年来,计算机技术已经在世界的各个领域蓬勃发展,并对人类生活产生了非常巨大的影响和作用。“计算机组成与结构”课程的重要目的之一就是要牢固地建立起计算机系统的整体概念,充分理解计算机硬件各组成部件的结构、作用、设计方法以及它们之间的相互联系,从而较为系统、全面地掌握计算机系统结构的组成及工作原理,为读者学习以后各章内容建立一个总体概念。

1.1 计算机的发展简史

随着生产力和社会的进步与发展,人类用于计算的工具经历了从简单到复杂,从低级到高级的发展过程。计算机最初也只是作为一种现代化的计算工具而问世的,它是人类生产实践和科学技术发展的必然产物。

1.1.1 计算机的定义

计算机是一种能自动、高速、精确完成大量算术运算、逻辑运算、信息处理的数字化

电子设备,是一种现代化的信息处理工具,更具体地说是一种能对数字化信息进行自动高速运算的通用处理装置。

- 数字化:计算机以“数字化”编码形式的信息作为加工对象。
- 电子:组成计算机的物质基础是电子逻辑部件。
- 信息:计算机处理的信息可以是文字、数值、图像、图形、声音、视频等多种不同类型的信息,其表现手段可以采用模拟量形式或数字化形式,但目前绝大部分计算机均为数字计算机,少量为模拟计算机,因此这里仍然将信息称为数字化信息。随着计算机技术的不断发展和应用领域的不断扩大,信息类型会越来越多。
- 运算:计算机运算主要包括逻辑运算和算术运算。现代电子计算机运算的自动与高速与以前的各类机械式的计算器是不同的。
- 处理:计算机除了能计算外,还能进行识别、搜索、变换,甚至联想、推理和思考等,且随着计算机软件、硬件技术的不断发展,其处理功能会越来越强。

1.1.2 计算机的发展

自1946年第一台电子数字计算机诞生以来,计算机的发展以计算机硬件的逻辑元器件为标志,大致经历了电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模和超大规模集成电路等发展阶段。

按照电子元器件变化的角度和冯·诺依曼体系结构,自1946年第一台电子数字计算机问世以来,其发展已经经历了四代。目前,第五代和第六代计算机的研制正在进行之中。计算机发展速度之快、应用范围之广,为科技的进步和社会发展带来了惊人的变化。

1. 第一代计算机

1946—1957年是电子管数字计算机时代,计算机运算速度每秒只有几千次到几万次。

世界上第一台电子数字计算机“埃尼阿克”(ENIAC)是主要应用于科学计算的专用机。虽然这台电子管数字计算机体积大、功耗大、价格昂贵、可靠性差、计算程序还需要通过“外接”的线路来实现,但它是最早诞生的一台电子数字计算机,是现代计算机的始祖。它的体系结构和程序设计思想为以后计算机的高速发展奠定了科学基础。1958年我国第一台通用数字电子计算机——M103诞生,该机运行速度为每秒1500次,字长为31位,内存储器(简称内存)容量为1024字节。经改进,配置了磁心存储器后,计算机的运算速度提高到每秒1800次。这台计算机的诞生凝聚了我国无数科研人员的心血,是中国第一台电子管专用数字计算机。

2. 第二代计算机

1958—1964年是晶体管数字计算机时代,计算机运算速度为每秒几万到几十万次。

这一代计算机除了逻辑器件采用晶体管以外,其内存储器由磁心构成,同时采用磁带或磁盘作为辅助存储器;并提出了变址、中断、输入/输出处理等新概念。晶体管数字计算机的研制成功使软件的发展也有了很大的进步,出现了多种用途的操作系统和各种高级语言,并出现了机器内部的管理程序。第二代计算机除了大量用于科学计算和数据处理外,还逐渐被工商企业用于商务和各种事务处理,并开始用于工业控制,也为开发第三代计算机打下了良好的基础,促进了计算机工业的迅速发展。1963年,我国第一台大型晶体管计

算机 109 机研制成功。1964 年, 哈尔滨军事工程学院(即国防科技大学前身)的 441B 全晶体管计算机也研制成功, 标志着我国的计算机也进入到了第二个发展阶段, 这是我国计算机发展的一个里程碑式的突破。

3. 第三代计算机

1965—1970 年是中小规模集成电路时代, 计算机的运算速度为每秒几百万到几千万次。

计算机的逻辑器件采用中小规模集成电路, 用半导体存储器代替磁心存储器, 采用流水线、多道程序和并行处理技术。计算机的主要特点是体积更小、速度快、精度高、功能强、成本进一步下降, 这是微电子与计算机技术相结合的一大突破。在此期间软件逐渐完善, 向系列化、多样化发展, 分时操作系统、会话式语言等已经出现, 并提出了模块化与结构化程序设计的思想。计算机品种也开始向多样化、系列化发展。

4. 第四代计算机

1971—1982 年是大规模及超大规模集成电路的数字计算机时代, 计算机的运算速度达每秒几千万次到上亿次。

第四代计算机是大规模集成电路高速发展之后的产物, 是前三代机的扩展和延伸。该时代计算机的主要特点是速度更快、集成度更高、软件丰富、有通信功能、硬件和软件的技术日益完善并密切配合, 计算速度为每秒千万次或亿次以上。计算机的体系结构也开始以分布式处理来组织系统, 计算机操作系统更加完善, 在语音、多媒体技术、图像处理、计算机网络以及人工智能等方面取得了很大发展, 同时大、中型机、超小型机、智能模拟、软件工程等都有了新的飞跃。应用开始进入尖端科学、军事工程、空间技术和大型事务处理等社会生活的各个领域。计算机发展到第四代, 出现了一个重要的分支, 那便是个人计算机的出现。随着大规模集成电路的发展, 20 世纪 70 年代计算机开始向微型化方向发展。

这个时期的计算机出现了双核和多核处理器, 又增加了智能电源管理(Intel Intelligent Power Capability)、宽动态指令执行(Intel Wide Dynamic)、智能缓存技术(Intel Advanced Smart Cache)、智能缓存加速(Intel Smart Memory Access)及高级数字媒体增强(Intel Advanced Digital Media Boost)等重要改革。此时大型计算机和超大型计算机的研究和应用也已经有了突破性进展。我国先后研究成功曙光系列、银河系列和天河系列等超级计算机, 标志着中国成为世界上少数几个能研制和生产大规模并行计算机系统的国家之一。2010 年 11 月 16 日最新全球超级计算机 500 强排行榜在美国路易斯安那州新奥尔良会议中心揭晓, 中国“天河一号”以每秒 2570 万亿次的运算速度排名全球第一, 成为世界运算速度最快的超级计算机, 这更标志着中国的超级计算机综合技术水准进入世界领先行列。

第四代机时期的另一个重要特点之一就是计算机网络的发展与广泛应用。进入 20 世纪 90 年代以来, 由于计算机技术与通信技术的高速发展与密切结合, 掀起了网络热。大量的计算机联入到不同规模的网络中, 通过 Internet 与世界各地的计算机互联, 这大大扩展和加速了信息的流通, 增强了社会的协调与合作能力, 使计算机的应用方式也由个人计算向分布式和群集式计算发展。因此, 有人曾经这样说过“计算机就是网络, 网络就是计算机”。

我国研制的运算速度为每秒 2570 万亿次的中国天河一号超级计算机如图 1.2 所示。