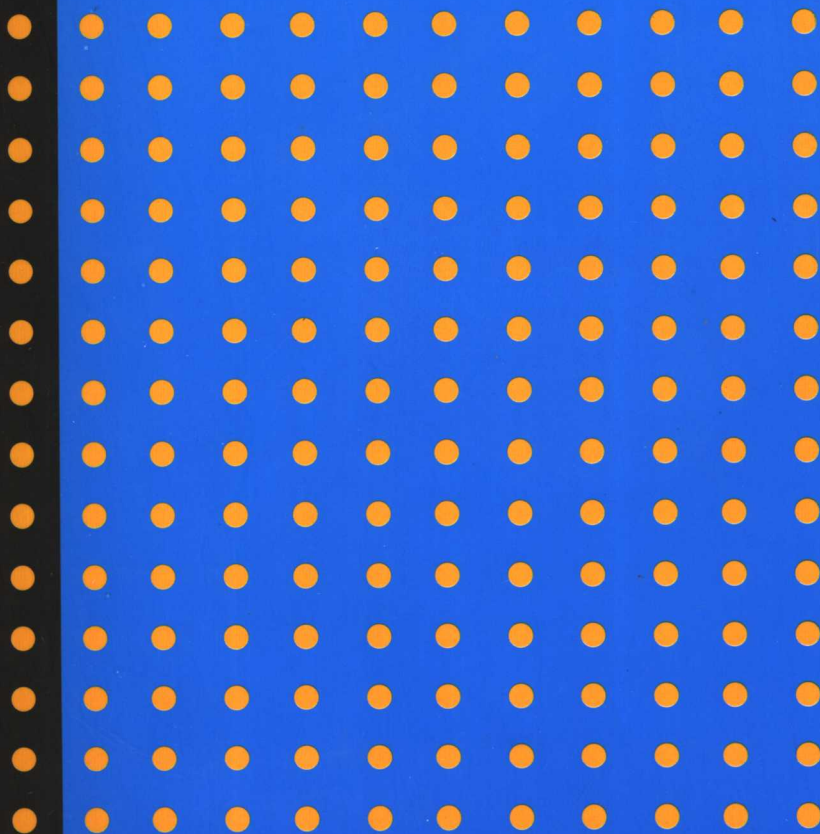


重点大学计算机专业系列教材

计算机组成原理

张功萱 顾一禾 邹建伟 王晓峰 编著 齐广玉 主审



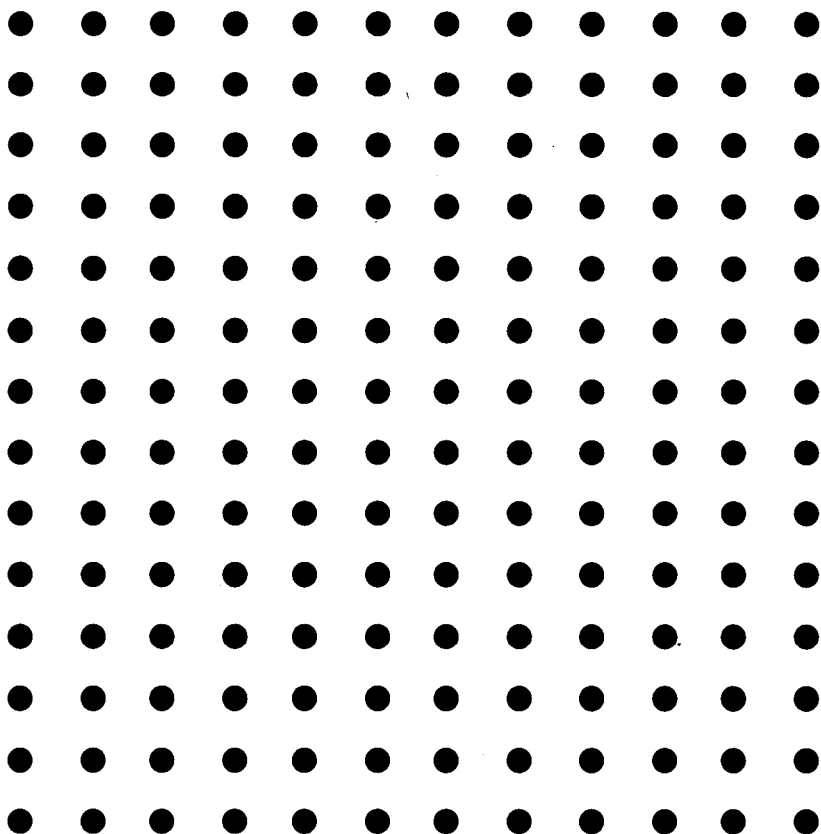
清华大学出版社



重点大学计算机专业系列教材

计算机组成原理

张功萱 顾一禾 邹建伟 王晓峰 编著 齐广玉 主审



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书主要介绍计算机单机系统的组成原理及内部工作机制,包括计算机各大部件的工作原理、逻辑实现、设计方法及其互连构成计算机整机的技术。全书共分为9章,其内容包括:计算机概述、计算机中数据信息的表示、运算方法与运算器、存储器系统、指令系统、控制系统与CPU、总线技术、I/O设备、I/O系统组织,突出了近几年新技术的应用,更具有创新性。

本书综合了作者多年的教学实践经验,参考了国内外有关著作、资料之精华,内容充实、思路清晰、概念明确、重点突出、通俗易懂,并附有大量例题与习题。

本书可作为计算机及相关专业本科的计算机组成原理课程的教材,也可作为研究生入学考试的复习用书。

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/张功萱等编著. —北京:清华大学出版社,2005.9

(重点大学计算机专业系列教材)

ISBN 7-302-11360-2

I. 计… II. 张… 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(2005)第077537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:丁 岭

文稿编辑:闫红梅

印刷者:三河市春园印刷有限公司

装订者:三河市李旗庄少明装订厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:26.75 字数:634千字

版 次:2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-11360-2/TP·7476

印 数:1~4000

定 价:36.00元

出版说明

随着国家信息化步伐的加快和高等教育规模的扩大，社会对计算机专业人才的需求不仅体现在数量的增加上，而且体现在质量要求的提高上，培养具有研究和实践能力的高层次的计算机专业人才已成为许多重点大学计算机专业教育的主要目标。目前，我国共有 16 个国家重点学科、20 个博士点一级学科、28 个博士点二级学科集中在教育部部属重点大学，这些高校在计算机教学和科研方面具有一定优势，并且大多以国际著名大学计算机教育为参照系，具有系统完善的教学课程体系、教学实验体系、教学质量保证体系和人才培养评估体系等综合体系，形成了培养一流人才的教学和科研环境。

重点大学计算机学科的教学与科研氛围是培养一流计算机人才的基础，其中专业教材的使用和建设则是这种氛围的重要组成部分，一批具有学科方向特色优势的计算机专业教材作为各重点大学的重点建设项目成果得到肯定。为了展示和发扬各重点大学在计算机专业教育上的优势，特别是专业教材建设上的优势，同时配合各重点大学的计算机学科建设和专业课程教学需要，在教育部相关教学指导委员会专家的建议和各重点大学的大力支持下，清华大学出版社规划并出版本系列教材。本系列教材的建设旨在“汇聚学科精英、引领学科建设、培育专业英才”，同时以教材示范各重点大学的优秀教学理念、教学方法、教学手段和教学内容等。

本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本组织原则和特点。

1. 面向学科发展的前沿，适应当前社会对计算机专业高级人才的培养需求。教材内容以基本理论为基础，反映基本理论和原理的综合应用，重视实践和应用环节。
2. 反映教学需要，促进教学发展。教材要能适应多样化的教学需要，正确把握教学内容和课程体系的改革方向。在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养，为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

3. 实施精品战略, 突出重点, 保证质量。规划教材建设的重点依然是专业基础课和专业主干课; 特别注意选择并安排了一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版, 逐步形成精品教材; 提倡并鼓励编写体现重点大学计算机专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

4. 主张一纲多本, 合理配套。专业基础课和专业主干课教材要配套, 同一门课程可以有多本具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化的关系; 基本教材与辅助教材以及教学参考书的关系; 文字教材与软件教材的关系, 实现教材系列资源配套。

5. 依靠专家, 择优落实。在制订教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时, 要引入竞争机制, 通过申报、评审确定主编。书稿完成后要认真实行审稿程序, 确保出书质量。

繁荣教材出版事业, 提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量, 希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

教材编委会

2005 年

FOREWORD

前言

参照 ACM&IEEE CC2001 和 CCC2002 (《中国计算机科学与技术学科教程 2002》清华大学出版社, 2002 年) 的教改思路, 根据教育部的 2003 年抓好精品课程建设的要求, 我们集中组织了一批一线教学老师, 精心构造了计算机硬件课程群, 该课程群中包括: “计算机逻辑设计”、“计算机组成原理”、“微机系统与接口”、“计算机系统结构”和“计算机硬件课程设计”等课程。

“计算机组成原理”是计算机硬件课程群中至关重要的一个环节, 它是计算机专业的一门核心主干课程, 在先导课程和后续课程之间起着承上启下的作用。为适应计算机的发展和教学改革的需要, 我们结合多年的教学实践经验, 在本书第一版的基础上, 重新组织了教材结构, 调整了部分教学内容, 将近几年的新技术充实到教材中, 使本书结构更加精炼, 内容更具有实用性。

本书大纲及内容组织由集体讨论而成。全书共分 9 章: 第 1 章为计算机概述, 简单介绍了计算机硬件五大部件之间的关系以及计算机的发展情况; 第 2 章讲述了计算机中数据信息的表示; 第 3 章是运算方法与运算器, 讲解了运算器的组织方法; 第 4 章讨论存储器系统, 讲解了各类存储器件的工作原理和存储器系统的扩充方法; 第 5 章主要讲解指令系统与寻址方式; 第 6 章重点讨论了控制系统与 CPU 的设计原理; 第 7 章介绍了目前流行的总线技术; 第 8 章、第 9 章主要叙述了 I/O 设备的工作原理以及外设与主机之间的互联问题。本书强调了计算机的基本原理、基本知识和基本技能的训练, 通过控制器原理的学习和模型机的例子, 可以使读者建立起计算机整机工作的概念, 为从事计算机系统的分析、设计、开发与维护等工作打好基础。

本书参考了国内外有关著作、资料之精华, 内容充实、思路清晰、概念明确、重点突出、通俗易懂, 并注重实用性和先进性。书中每章都含有大量例题与习题, 既便于课堂教学, 又利于读者自学。

本书还附有配套的电子教案, 有需要的读者可到清华大学出版社网

址 (www.tup.tsinghua.edu.cn) 下载。

本书的第1章、第6章由张功萱编写,第2章、第3章、第5章由顾一禾编写,第7章、第9章由邹建伟编写,第4章、第8章由王晓峰编写。全书由张功萱统稿。齐广玉教授主审了本书并提出了许多宝贵意见。清华大学出版社的编辑们也为本书的出版做了大量的工作,在此对他们辛勤的工作和热情的支持表示诚挚的感谢!

编者虽然从事计算机组成原理等课程的教学工作多年,但由于时间仓促以及水平有限,书中难免存在错误和不妥的地方,恳切欢迎广大同行和读者批评指正。我们的联系信箱是: gongxuan@mail.njust.edu.cn。

编 者

2005年7月

目录

第 1 章 概论	1
1.1 计算机的发展历史	1
1.1.1 更新换代的计算机硬件	1
1.1.2 日臻完善的计算机软件	3
1.2 计算机系统的硬件组成	4
1.2.1 计算机的功能部件	4
1.2.2 冯·诺依曼计算机	6
1.3 计算机的软件系统	8
1.3.1 系统软件	8
1.3.2 应用软件	9
1.4 计算机系统的组织结构	9
1.4.1 硬件与软件的关系	9
1.4.2 计算机系统的多级层次结构	9
1.4.3 计算机硬件系统的组织	11
1.5 计算机的特点和性能指标	14
1.5.1 计算机的工作特点	14
1.5.2 计算机的性能指标	14
1.6 计算机的分类与应用	16
1.6.1 计算机的分类	16
1.6.2 计算机的应用	17
习题 1	18
第 2 章 计算机中数据信息的表示	21
2.1 进位计数制与数制转换	21
2.2 带符号数的表示	24
2.2.1 机器数与真值	24

2.2.2	原码表示	25
2.2.3	补码表示	26
2.2.4	反码表示	31
2.2.5	移码表示	33
2.3	数的定点表示与浮点表示	35
2.3.1	定点表示	36
2.3.2	浮点表示	38
2.3.3	定点表示与浮点表示的比较	44
2.4	非数值型数据的表示	45
2.4.1	逻辑数——二进制串	45
2.4.2	字符与字符串	45
2.4.3	汉字信息的表示	47
2.5	十进制数串的表示	50
2.6	数据校验码	53
2.6.1	码距与数据校验码	53
2.6.2	奇偶校验码	54
2.6.3	海明校验码	56
2.6.4	循环冗余校验码	61
习题 2	65
第 3 章	运算方法与运算器	70
3.1	运算器的设计方法	70
3.2	定点补码加减运算	71
3.2.1	补码加减运算的基础	71
3.2.2	溢出判断与变形补码	73
3.2.3	算术逻辑运算部件	75
3.3	定点乘法运算	78
3.3.1	原码乘法运算	79
3.3.2	补码乘法运算	86
3.3.3	快速乘法运算	92
3.4	定点除法运算	94
3.4.1	原码除法运算	95
3.4.2	补码除法运算	100
3.4.3	快速除法运算	106
3.5	浮点四则运算	109
3.5.1	浮点加减运算	109
3.5.2	浮点乘除运算	114
3.6	运算器的组成	118

3.6.1	定点运算器	118
3.6.2	浮点运算器	123
3.7	十进制数的加减运算方法	124
3.7.1	一位十进制加法器的设计	124
3.7.2	多位十进制整数的加减运算	127
3.8	逻辑运算和移位操作	128
3.8.1	逻辑运算	128
3.8.2	移位操作	129
习题 3		132
第 4 章	存储器系统	138
4.1	存储器概述	138
4.1.1	存储器的分类	138
4.1.2	主存储器的组成和基本操作	139
4.1.3	存储器的主要技术指标	141
4.1.4	存储器系统的层次结构	142
4.2	半导体存储器	143
4.2.1	半导体存储器的分类	143
4.2.2	随机存取存储器的结构及工作原理	145
4.2.3	只读存储器的结构及工作原理	160
4.2.4	半导体存储器的组成	161
4.3	辅助存储器	165
4.3.1	磁表面存储器的基本原理	166
4.3.2	磁记录方式	166
4.3.3	磁盘存储器	169
4.3.4	光盘存储器	173
4.4	高速缓冲存储器	178
4.4.1	cache 在存储体系中的地位和作用	178
4.4.2	cache 的结构及工作原理	179
4.5	并行存储系统	183
4.5.1	单体多字并行主存系统	183
4.5.2	多体交叉存取方式的并行主存系统	184
习题 4		185
第 5 章	指令系统	190
5.1	机器指令	190
5.1.1	机器指令格式	191
5.1.2	指令字的长度	191

5.1.3	指令的地址码	192
5.1.4	指令的操作码	194
5.2	寻址方式	197
5.2.1	指令的寻址方式	197
5.2.2	操作数的寻址方式	198
5.3	指令类型与功能	209
5.3.1	数据传送指令	210
5.3.2	算术逻辑运算指令	210
5.3.3	移位操作指令	211
5.3.4	堆栈操作指令	211
5.3.5	字符串处理指令	211
5.3.6	程序控制指令	212
5.3.7	输入输出指令	214
5.3.8	其他指令	214
5.4	CISC 机和 RISC 机指令风格	215
5.4.1	复杂指令系统计算机 CISC	215
5.4.2	精简指令系统计算机 RISC	216
5.5	指令系统举例	217
5.5.1	Ultra SPARC II 的指令系统	217
5.5.2	Pentium II 的指令系统	220
	习题 5	224
第 6 章 控制系统与 CPU		227
6.1	控制器概述	227
6.1.1	指令执行的基本步骤	227
6.1.2	控制器的基本功能	228
6.1.3	控制器的组成	229
6.1.4	控制器的组成方式	232
6.2	控制器的控制方式与时序系统	233
6.2.1	控制方式	233
6.2.2	时序系统	234
6.3	CPU 的总体结构	236
6.3.1	寄存器的设置	236
6.3.2	数据通路结构及指令流程分析	237
6.4	模型机的总体结构	240
6.4.1	模型机的数据通路	240
6.4.2	模型机的指令系统	242
6.4.3	模型机的时序系统	245

6.5	组合逻辑控制器设计	246
6.5.1	设计的步骤	246
6.5.2	模型机的设计	247
6.6	微程序控制器设计	260
6.6.1	微程序控制器概述	260
6.6.2	微指令的编译方法	263
6.6.3	微程序的顺序控制方式	265
6.6.4	微指令的执行方式	271
6.6.5	微程序设计方法	272
6.6.6	微程序控制器设计步骤	275
6.6.7	举例: 模型机的微程序设计	275
6.6.8	微程序设计技术的应用	289
6.7	流水线处理技术	291
6.7.1	指令的执行方式	291
6.7.2	流水线的分类	292
6.7.3	线性流水线的性能	293
6.7.4	流水线的相关问题	295
6.8	CPU 举例	296
6.8.1	Intel 公司的 Pentium 处理器	296
6.8.2	Sun Microsystems 公司的 SPARC 系统	300
6.8.3	主流 CPU 的新技术	302
习题 6	304
第 7 章	总线技术	309
7.1	总线概述	309
7.1.1	采用总线实现互连的优势	310
7.1.2	总线的分类	310
7.1.3	总线标准	311
7.1.4	总线的性能	311
7.2	总线的组成与结构	312
7.2.1	总线的组成	312
7.2.2	总线的结构	314
7.3	总线的设计与实现	315
7.3.1	总线的设计要素	315
7.3.2	总线的实现	323
7.4	总线与计算机系统	324
7.5	常用总线举例	328
7.5.1	内部总线	328
7.5.2	设备总线	335

习题 7	340
第 8 章 I/O 设备	344
8.1 I/O 设备概述	344
8.2 键盘	345
8.2.1 硬件扫描键盘	345
8.2.2 软件扫描键盘	347
8.3 显示设备	348
8.3.1 常见显卡标准	348
8.3.2 CRT 显示器	349
8.3.3 液晶显示器	356
8.4 打印设备	359
8.4.1 概述	359
8.4.2 点阵打印机	361
8.4.3 喷墨打印机	363
8.4.4 激光打印机	364
习题 8	368
第 9 章 I/O 系统组织	370
9.1 I/O 系统概述	370
9.1.1 I/O 系统需要解决的主要问题	370
9.1.2 I/O 系统的组成	371
9.1.3 主机与外围设备间的连接方式与组织管理	372
9.1.4 I/O 信息传送的控制方式	373
9.2 I/O 接口	373
9.2.1 I/O 接口的基本功能	374
9.2.2 I/O 接口的分类	376
9.3 程序控制方式	378
9.3.1 直接程序控制方式	378
9.3.2 程序中中断传送方式	379
9.4 直接存储器访问方式	396
9.4.1 DMA 方式的特点与应用场合	397
9.4.2 DMA 传送方式	398
9.4.3 DMA 的硬件组织	400
9.4.4 DMA 控制器的组成	400
9.4.5 DMA 控制方式下的数据传送过程	402
9.5 I/O 通道方式	404
习题 9	410
参考文献	416

随着科学技术的高度发展,促使了电子计算机的诞生。电子计算机按其信息的表示形式和处理方式可分为电子模拟计算机和电子数字计算机两大类。电子模拟计算机是以连续变化的量即模拟量表示数据,通过电流或电压的物理变化过程实现运算。电子数字计算机是以离散量即数字量表示数据,应用算术运算法则实现运算。电子模拟计算机由于受到元器件精度的影响,使其运算精度较低,解题能力有限,信息存储困难,因而应用面很窄。电子数字计算机由于具有很强的逻辑判断功能、庞大的存储能力,以及计算、模拟、分析问题、操作机器、处理事务等能力,因而得到了极其广泛的应用。它可以近似于人的大脑的“思维”方式进行工作,所以又被称为“电脑”。

电子数字计算机的诞生是当代最卓越的科学技术成就之一。它的发明与应用标志着人类的文明史进入了一个新的历史阶段。它的迅速发展已成为当今新技术革命浪潮中的最活跃的因素,也是衡量世界各国现代科学技术发展水平的重要标志。本书主要讨论电子数字计算机的组成原理,为叙述简便,书中不再在计算机前面冠以“电子数字”的定语。

这一章主要对计算机的发展和基本组成予以简要的介绍,使读者对组成计算机的各大部件的主要功能和一些基本术语有个初步了解,以便在后面各章的学习中能更好地理解各大部件的组成原理。

1.1 计算机的发展历史

从1946年2月15日第一台计算机ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Computer)诞生以来,计算机的发展经历了近60年的迅猛发展。下面从硬件和软件两方面简单介绍计算机的发展历程。

1.1.1 更新换代的计算机硬件

翻开计算机的发展历史,人们感受最直接的是计算机硬件的发展,因此

习惯上将计算机的发展按“代”划分为五个发展阶段。

1. 电子管时代(1946年—1959年)

在第一代电子管阶段,计算机以电子管作为基本逻辑单元,主存储器采用的是汞延迟线、磁鼓等材料,数据用定点表示。

ENIAC 当属鼻祖,它体积庞大(8英尺高,3英尺宽,100英尺长),使用了18 000个电子真空管、1500个电子继电器、70 000个电阻和18 000个电容,功耗为150千瓦,重达30吨,速度为5000次加法运算/秒。

在这一阶段,最具代表性的机器有:冯·诺依曼的IAS(1946年)、UNIVAC公司的UNIVAC-I(1951年)、IBM公司的IBM701(1953年)和IBM704(1956年)。我国在这一阶段推出的计算机有103机、104机、119机等机种。

2. 晶体管时代(1959年—1964年)

第二代晶体管阶段的计算机主要以晶体管代替电子管作为基本逻辑元件,主存储器由磁芯构成,通过引入浮点运算硬件加强科学计算能力。

晶体管计算机具有体积小、功耗低、速度快和可靠性高等特点,推动了计算机的革命。最具代表性的机器有:IBM公司的IBM7090(1959年)、IBM7094(1962年)。我国在1965年推出了第一台晶体管计算机——DJS-5机,此后成功研制了DJS-121机、DJS-108机等5个机种。

3. 中、小规模集成电路时代(1964年—1975年)

随着半导体工艺的发展,集成电路得以研制成功。集成电路器件成为了计算机的主要逻辑元件,推动计算机进入了第三个发展阶段——中、小规模集成电路(MSI、SSI)时代。主存储器也随之进入了由半导体存储器替代磁芯存储器的发展阶段,采用多处理器并行结构的大型机、巨型机和物美价廉的小型机得到快速发展。

本阶段典型的计算机有:IBM公司的IBM360系列(1964年)、CDC公司的CDC6600(1964年)和DEC公司的PDP-8(1964年)。我国在此时期也推出了大、中、小型计算机,如150机(1973年)、DJS-130机(1974年,并形成了100系列机)、220机(1973年—1981年,200系列机)和182机(1976年,180系列机)。

4. 超、大规模集成电路时代(1975年—1990年)

随着集成电路的集成度进一步提高,超、大规模电路被广泛应用于计算机,进入了第四个阶段——超、大规模集成电路(VLSI、LSI)时代。此时半导体存储器已完全替代了磁芯存储器,并推动了并行技术、多机系统和分布式计算技术,出现了RISC指令集。

在这一时期,巨型向量机、阵列机等高级计算机得到了发展,如美国的Cray-I、我国的HY-I等,同时低档的微处理器开始面世,并迅速推向社会各个领域和家庭。

1973年,Intel 8080的研制成功标志着8位微机占领市场时刻的到来,如Z80微机、Apple II微机等,而1978年采用Intel 8086微处理器构成的16位微机IBM-PC/XT的面世,使得台式个人计算机真正走进办公室和家庭。

低端微机发展的另一个方面是单片机,它被广泛应用于工业控制、智能仪器、仪表。

与此同时,计算机网络也由实验研究阶段转入商业市场,推动了计算机信息处理的发

展和应用,从而带动并形成了信息技术 IT 产业。

5. 超级规模集成电路时代(1990 年—现在)

从集成度来看,计算机使用的半导体芯片的集成度已接近极限,出现了极大、甚大规模集成电路(ULSI/ELSI)。这一阶段,出现了采用大规模并行计算和高性能机群计算技术的超级计算机,如 IBM 公司的“深蓝”计算机就是一台 RS/6000 SP2 超级并行计算机,它具有 256 块处理器芯片。我国的 HY-Ⅲ(大规模并行处理,128 个 CPU,1997 年)、HY-Ⅳ(机群技术)巨型机已达到国际水平,而在 1999 年,“神威-I”超级并行处理计算机的成功研制使我国继美国和日本之后成为第三个具备研制高性能计算机能力的国家。2004 年,我国研制开发的超级计算机——“曙光 4000A”进入全球超级计算机 500 强排行榜的前 10 名,标志着我国超级计算机技术已跨入了世界前列。

微处理器技术也在高速发展,推出了 32 位、64 位的微处理器芯片,如 Pentium IV、Itanium II 等,使微机性能更上了一个台阶。我国也开始了微处理器芯片的设计与研究,推出了自己的“龙芯”微处理器芯片。微处理器芯片除了可以作为微机的主要处理部件外,还可以作为巨型机的处理单元,构成大规模计算阵列。

1.1.2 日臻完善的计算机软件

软件是计算机系统的重要组成部分,它能够在计算机裸机的基础上,更好地发掘计算机的性能。因此计算机软件的发展与计算机硬件及技术的发展紧密相关。

1. 汇编语言阶段(20 世纪 50 年代)

这一阶段软件基本是空白,根本没有系统软件,只有专业人员才能操作计算机。人们通过机器语言来编写程序,没有程序控制流的概念。当需要在程序中插入一条新指令时,必须由程序员手工移动数据和程序,操作繁琐而又困难。为了便于记忆和操作,出现了指令助记符描述语言——汇编语言。汇编语言程序是最早的软件设计抽象形式,代表了机器语言的第一层抽象。

2. 程序批处理阶段(20 世纪 60 年代)

在这一阶段,编译器开始出现,软件方面产生了 FORTRAN、COBOL、ALGOL 等高级语言,控制流概念获得直接应用,并开始对算法和数据结构进行研究,出现了数据类型、子程序、函数、模块等概念,将复杂的程序划分为相对独立的逻辑块,大大简化了程序设计过程。在软件调度与管理上,建立了子程序库和批处理的管理程序。

3. 分时多用户阶段(20 世纪 70 年代)

高级语言的便利使人们不断完善编译程序和解释程序的功能,极大地改进了程序设计手段和设计描述方法。人们开始认识到加强对计算机硬件资源管理和利用的必要性,提出了多道程序和并行处理等新技术,推出了 UNIX 操作系统(1974 年)。多个用户可以通过操作终端将程序输入到功能较强的中央主机,操作系统分时调度运行程序。这一阶段随着 UNIX 系统的成功面世,产生了 C 语言的编程风格。

4. 分布式管理阶段(20 世纪 80 年代)

UNIX 操作系统的问世,人们开始在这一环境上研究分布式操作系统。自 IBM 公司

推出 PC/XT 后,出现了开放式的、模块化的单机操作系统——DOS 系统。在这一时期,人们将精力用于研究数据库管理系统,致力于一个单位的信息管理软件的开发,使办公自动化、无纸化成为可能。同时我国开始了汉字信息处理的系统软件开发,完成了 CCDOS 汉字处理系统。在 20 世纪 80 年代中后期,开放式局域网络进入市场,为信息共享奠定了物质基础,基于网络的分布式系统软件的研究初现端倪。

5. 软件重用阶段(20 世纪 90 年代)

在这个阶段,面向对象技术得到了广泛的应用,形成了以面向对象为基础的一系列软件概念和模型,包括基于视窗的操作系统、软件界面的可视化构成控件、动态连接库、组件、OLE、ODBC、CORBA、JavaBean 等,为软件的划分、重用和组设计提供了崭新的思想和技术。同时随着 Internet 网络技术的成熟和完善,基于 Web 的分布式应用软件研究与开发成了主流,出现了软件工程的观念。

6. Web 服务阶段(21 世纪初期—现在)

目前,基于 Internet 网络技术的分布式计算软件仍然是软件业研究和开发的主要方向,如 Web 多层体系结构、协同计算模型等。大型企业数据库管理系统的应用为软件的开发的主流。然而随着应用系统的增强和扩充,需要进一步挖掘 Internet 网络功能,因此人们开始了 Web 应用服务器系统软件的研究,形成了以 Web 应用服务器为中心的多层开发体系结构,出现了 J2EE 编程技术规范,推出了网格计算技术和 Web Services 协议架构。这些都是构造下一代 Internet 网络的主要技术。

1.2 计算机系统的硬件组成

1.2.1 计算机的功能部件

计算机的基本功能主要包括数据加工、数据保存、数据传送和操作控制等。数据加工的任务是对数据进行算术运算和逻辑运算;数据保存的任务是在计算机进行数据处理时,将计算机中的信息(指令和数据)保存起来,必要时需要永久性的保存,以便于再次运算或对结果进行分析;数据传送反映在必须有传输通道,将数据从一个地方传送到另一个地方,尤其是数据必须能够在外界和计算机之间传送,人们才能够将需要加工的数据发给计算机,并得到计算机处理的结果。当然,所有这些工作都必须在严格的控制之下有条不紊地进行,这样才能得到人们期望的结果。

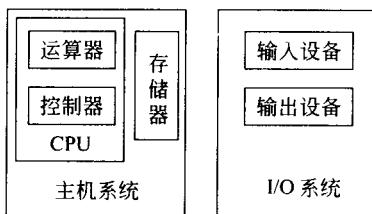


图 1-1 计算机功能部件

为了实现这些基本功能,计算机必须要有相应的功能部件(硬件)承担有关工作。计算机的硬件系统就是指组成一台计算机的各种物理装置,它是由各种实实在在的器件组成的,是计算机进行工作的物质基础。计算机的硬件通常由输入设备、输出设备、运算器、存储器和控制器等五大部件组成,如图 1-1 所示。