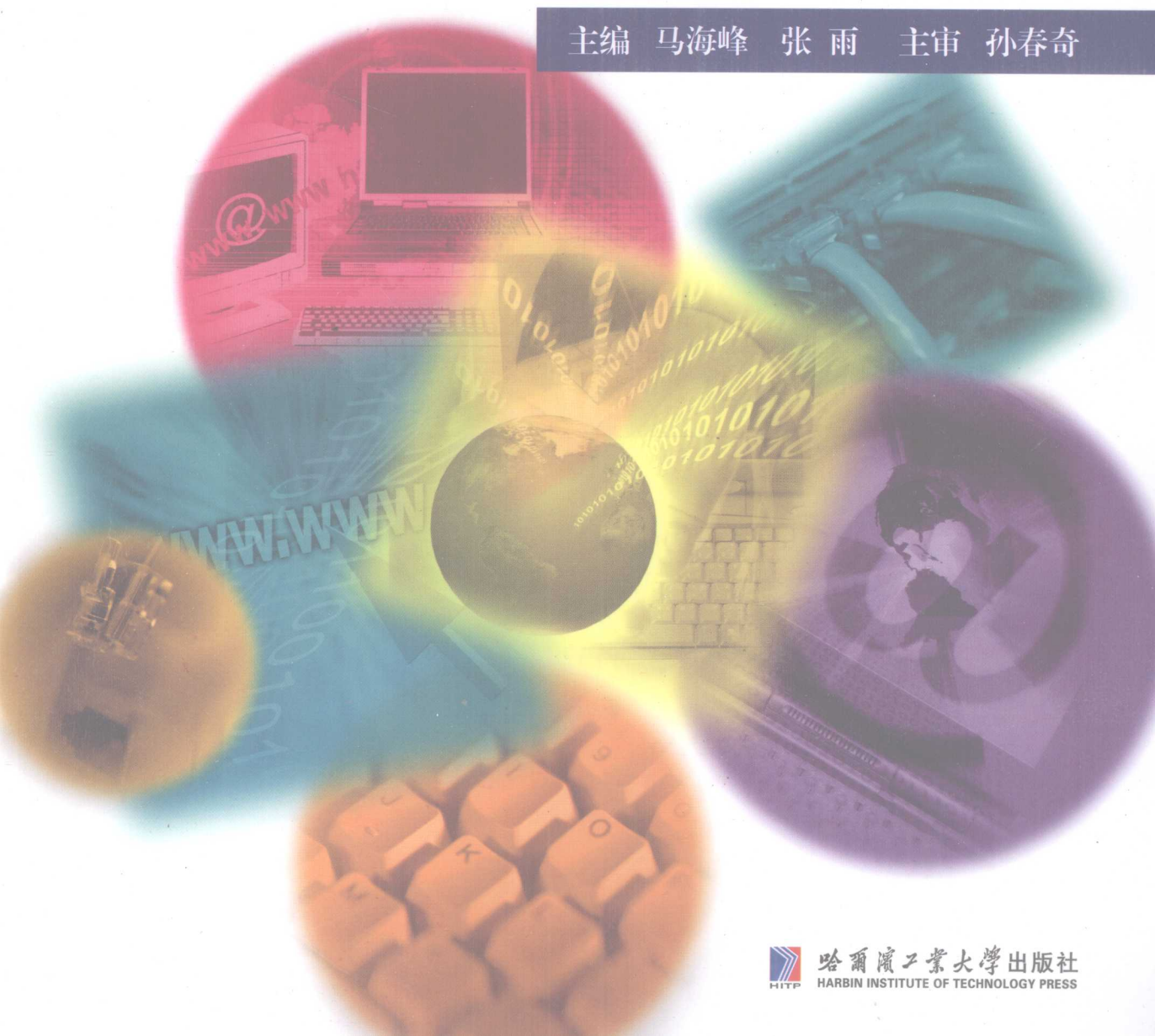


高等学校“十一五”规划教材·计算机系列

计算机组成原理

主编 马海峰 张雨 主审 孙春奇



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等学校“十一五”规划教材·计算机系列

计算机组成原理

主 编 马海峰 张 雨

副主编 岳 新 关明山

主 审 孙春奇

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书以主流微型机为主要背景,系统地介绍了计算机的组成原理和内部工作机制,强调了系统级的整机概念。全书共分9章:第1章概述计算机的基本概念,计算机组织和层次结构;第2章介绍数据信息的表示方法;第3章讨论数值计算和运算器;第4章介绍指令系统和寻址方式;第5章讨论CPU及模型机总体设计;第6章介绍存储子系统,重点讨论主存的组成和工作原理;第7章介绍总线结构和总线传送控制;第8章介绍各种外围设备,包括硬盘、光盘、显示和打印等设备;第9章介绍输入输出系统,重点介绍中断、DMA、通道等传送控制机制。

本书既可作为高等院校计算机专业学生的“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参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理/马海峰等主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2009.8

高等学校“十一五”规划教材·计算机系列

ISBN 978-7-5603-2908-6

I.计… II.马… 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(2009)第082193号

责任编辑 王桂芝

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街10号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 肇东粮食印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 360千字

版 次 2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-2908-6

定 价 28.00元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

高等学校“十一五”规划教材·计算机系列

编 委 会

主 任 王义和

编 委 (按姓氏笔画排序)

王建华	王国娟	孙惠杰	衣治安
许善祥	宋广军	李长荣	周 波
尚福华	胡 文	姜成志	郝维来
秦湘林	戚长林	梁颖红	

序

当今社会已进入前所未有的信息时代,以计算机为基础的信息技术对科学的发展、社会的进步,乃至一个国家的现代化建设起着巨大的推进作用。可以说,计算机科学与技术已不以人的意志为转移地对其他学科的发展产生了深刻影响。需要指出的是,学科专业的发展都离不开人才的培养,而高校正是培养既有专业知识、又掌握高层次计算机科学与技术的研究型人才和应用型人才最直接、最重要的阵地。

随着计算机新技术的普及和高等教育质量工程的实施,如何提高教学质量,尤其是培养学生的计算机实际动手操作能力和应用创新能力是一个需要值得深入研究的课题。

虽然提高教学质量是一个系统工程,需要进行学科建设、专业建设、课程建设、师资队伍建设、教材建设和教学方法研究,但其中教材建设是基础,因为教材是教学的重要依据。在计算机科学与技术的教材建设方面,国内许多高校都做了卓有成效的工作,但由于我国高等教育多模式和多层次的特点,计算机科学与技术日新月异的发展,以及社会需求的多变性,教材建设已不再是一蹴而就的事情,而是一个长期的任务。正是基于这样的认识和考虑,哈尔滨工业大学、东北林业大学、大庆石油学院、哈尔滨师范大学、哈尔滨商业大学、齐齐哈尔大学、黑龙江科技学院等省内多所高校联合编写了这套“高等学校计算机类系列教材”。此系列教材依据教育部计算机教学指导委员会对相关课程教学的基本要求,在基本体现系统性和完整性的前提下,以必须和够用为度,避免贪大求全、包罗万象,重在突出特色,体现实用性和可操作性。

(1)在体现科学性、系统性的同时,突出实用性,以适应当前 IT 技术的发展,满足 IT 业的需求。

(2)教材内容简明扼要、通俗易懂,融入大量具有启发性的综合应用实例,加强了实践部分。

前 言

“计算机组成原理”是计算机类各专业学生的必修核心课程之一,主要讨论计算机各大部件的基本组成原理,以及各大部件互连构成整机系统的技术。本课程在计算机学科中处于承上启下的地位,先修课程应包括计算机基础、数字逻辑等。本课程的参考教学时数为 56~72 学时。

全书共分 9 章:第 1、2 章介绍了计算机的基础知识,第 3~9 章介绍了计算机的各子系统,具体安排是:第 1 章概述计算机的基本概念,计算机组织和层次结构;第 2 章介绍数据信息的表示方法,说明信息表示数字化在计算机中的具体体现;第 3 章讨论数值计算和运算器,讲解各种运算方法和运算器的组成和实例;第 4 章介绍指令系统和寻址方式;第 5 章讨论 CPU 的组成、模型机总体设计、组合逻辑控制和微程序控制;第 6 章介绍存储子系统,重点讨论主存的组成和工作原理;第 7 章介绍总线结构和总线传送控制;第 8 章介绍各种外围设备,包括硬盘、光盘、显示和打印等设备;第 9 章介绍输入输出系统,重点介绍中断、DMA、通道等传送控制机制。

计算机组成原理类的教材在国内已有不少,本书在以下几个方面具有一定的特色。

首先,本书既强调计算机的基本概念和基础知识,对计算机的各个基本部件的组成原理、设计方法及相互关系都进行了较详细的描述,又注意与实际应用相结合,且有一定的针对性,以避免理论和实际脱节。

其次,计算机技术发展日新月异,而作为专业基础课,不应过于求新和追求先进技术,否则会使内容显得高深且难以理解,不利于读者学习。本书在阐述中注意由浅入深、循序渐进,在讲清基本原理的基础上再提出先进技术和新的发展方向,易于读者学习。

第三,本书吸收计算机硬件的发展成果,不拘泥于某一种具体的机型,以减少局限性,扩大读者的视野和增强适用性。考虑到目前国内微型机为主流的实际情况,实例以微型计算机为主。

第四,各章内容相对独立,由浅入深,同时注意章节间内容的衔接,适合于自学。

总之,本书力求做到内容翔实、概念准确、重点突出、通俗易懂,并注重实用性和先进性。本书每章有一定量的例题,书后附有适量的习题,为读者提供较多的练习机会。

本书第 1、4 章由黑龙江科技学院马海峰执笔,第 3、6、7 章由哈尔滨商业大学张雨执笔,第 2、5、8 章由黑龙江科技学院岳新执笔,第 9 章由马海峰和黑龙江科技学院关明山、高志军共同执笔,全书由马海峰统稿。哈尔滨工业大学孙春奇教授亲自仔细审阅了全书内容,提出了许多宝贵的修改意见,哈尔滨工业大学出版社为本书的出版做了许多工作,在此对他们辛勤的工作和热情的支持表示诚挚的感谢!

由于编者水平有限,书中难免出现疏漏和不妥之处,欢迎同行和广大读者批评指正。

编 者
2009 年 4 月



第1章 计算机系统概论	1
1.1 计算机的发展史与应用	1
1.1.1 计算机的发展史	1
1.1.2 计算机的特点	2
1.1.3 计算机的应用领域	3
1.2 计算机系统的基本组成	4
1.2.1 计算机系统的组成	4
1.2.2 冯·诺依曼体系结构	5
1.3 计算机系统的组织	7
1.3.1 硬件系统组织	7
1.3.2 软件系统组织	8
1.4 计算机系统的层次结构	10
1.4.1 硬件与软件的关系	10
1.4.2 计算机系统的层次结构模型	11
1.5 计算机的分类和性能指标	12
1.5.1 计算机的分类	12
1.5.2 计算机的性能指标	13
小 结	14
习 题	14
第2章 计算机中数据信息的表示	15
2.1 进位计数制	15
2.1.1 常用数制的表示方法	15
2.1.2 二进制数的特点和性质	16
2.1.3 常用进位计数制间的相互转换	17
2.2 带符号数的表示	19
2.2.1 原码表示法	19
2.2.2 补码表示法	19
2.2.3 反码表示法	21
2.2.4 三种编码的比较	21
2.3 数的定点表示与浮点表示	22
2.3.1 定点表示法	22
2.3.2 浮点表示法	23
2.4 字符数据的表示	26
2.5 十进制数据的表示	28

2.5.1	十进制数的二进制编码	28
2.5.2	十进制数串在机器中的表示	29
2.6	数据校验码	30
2.6.1	奇偶校验	31
2.6.2	海明校验	32
小 结		35
习 题		35
第3章	数值计算和运算器	37
3.1	定点数的加减法运算	37
3.1.1	原码加减法运算	37
3.1.2	补码定点加减法运算	38
3.1.3	溢出及其判别	39
3.2	定点乘法运算	40
3.2.1	原码定点乘法	40
3.2.2	补码定点乘法	42
3.3	定点除法运算	45
3.3.1	原码除法	45
3.3.2	补码定点除法	47
3.4	浮点运算方法	49
3.4.1	浮点加减法运算	49
3.4.2	浮点乘除法运算	50
3.5	逻辑运算与实现	51
3.5.1	逻辑运算	51
3.5.2	逻辑运算实例	52
3.6	运算器组成与实例	53
3.6.1	运算器的基本组成	53
3.6.2	运算器的内部总线结构	54
3.6.3	运算器的数据通路	54
3.6.4	运算器的组成实例	55
小 结		56
习 题		56
第4章	指令系统	57
4.1	指令系统的发展	57
4.1.1	指令系统的发展	57
4.1.2	CISC 与 RISC 指令集	58
4.2	指令格式	59
4.2.1	指令的基本格式	59
4.2.2	指令的地址码格式	59
4.2.3	指令的操作码格式	62
4.3	存储结构和寻址方式	63

4.3.1	存储结构和存储方式	63
4.3.2	寻址方式分类	64
4.3.3	常用寻址方式	64
4.3.4	堆栈和堆栈操作	73
4.4	指令的类型	74
4.4.1	数据传送指令	74
4.4.2	运算类指令	76
4.4.3	输入输出类指令	77
4.4.4	程序控制类指令	79
4.5	80X86 指令系统举例	80
小 结		82
习 题		83
第 5 章	中央处理器	84
5.1	CPU 的功能和组成	84
5.1.1	CPU 的功能	84
5.1.2	CPU 的结构与组成	85
5.1.3	控制器的实现方式	87
5.1.4	CPU 的主要技术指标	88
5.2	指令周期	89
5.2.1	指令周期的定义	89
5.2.2	指令运行的基本过程	90
5.2.3	指令周期实例	91
5.3	时序产生器和控制方式	93
5.3.1	时序信号的作用和体制	93
5.3.2	时序信号产生器	93
5.3.3	脉冲发生器电路实例	94
5.3.4	控制器的控制方式	96
5.4	模型机的总体结构设计	97
5.4.1	CPU 设计的步骤	97
5.4.2	模型机的总体结构设计	98
5.4.3	微命令的设置	100
5.5	组合逻辑控制方式	100
5.5.1	组合逻辑控制器的基本方法	100
5.5.2	组合逻辑控制器的基本结构	101
5.5.3	逻辑实现	101
5.6	微程序控制方式	102
5.6.1	微程序控制器的基本概念	102
5.6.2	微程序控制器的组成	103
5.6.3	微程序控制器的工作过程	103
5.6.4	微程序设计技术	103

5.6.5	微程序设计实例	106
5.6.6	动态微程序设计	107
5.7	流水线技术	108
5.7.1	流水线概述	108
5.7.2	流水线工作原理	109
5.7.3	流水线的分类	110
5.7.4	提高流水系统性能	111
5.8	CPU 新技术及发展趋势	111
5.8.1	双核心处理器技术	111
5.8.2	新型材料技术的应用	112
5.8.3	CPU 未来微结构简介	113
小 结		113
习 题		114
第 6 章	存储系统	115
6.1	存储系统概述	115
6.1.1	存储器的层次结构	115
6.1.2	存储器的分类	117
6.2	主存储器的组织	118
6.2.1	主存储器的基本结构	118
6.2.2	主存储器的存储单元	121
6.2.3	主存储器的主要技术指标	121
6.3	半导体存储器	122
6.3.1	半导体存储器的分类	123
6.3.2	SRAM 存储单元电路	125
6.3.3	DRAM 存储单元电路	126
6.3.4	RAM 芯片基本结构	128
6.3.5	RAM 芯片举例	130
6.3.6	只读存储器(ROM)	134
6.4	主存储器的连接与控制	137
6.4.1	存储器与 CPU 的连接	137
6.4.2	DRAM 与 CPU 的连接	138
6.5	高速缓冲存储器(Cache)	139
6.5.1	Cache 的工作原理	139
6.5.2	主存与 Cache 的地址映像	141
6.5.3	Cache 替换算法	143
6.6	虚拟存储器	144
6.6.1	虚拟存储器的基本概念	144
6.6.2	页式虚拟存储器	145
6.6.3	段式虚拟存储器	146
6.6.4	段页式虚拟存储器	146

小 结	147
习 题	147
第7章 总线技术	148
7.1 总线概述	148
7.1.1 总线的分类	148
7.1.2 总线的特性	149
7.1.3 总线的标准	149
7.1.4 总线的连接方式	150
7.1.5 总线结构对计算机系统性能的影响	151
7.1.6 总线的内部结构	151
7.2 总线接口	152
7.2.1 信息的传送方式	152
7.2.2 接口的基本概念和功能	153
7.3 总线的仲裁、定时和数据传送模式	155
7.3.1 总线的仲裁	155
7.3.2 总线的定时	156
7.3.3 总线数据传送模式	157
7.4 常用总线举例	158
7.4.1 内部总线	158
7.4.2 外部总线	159
小 结	161
习 题	161
第8章 外围设备	162
8.1 概述	162
8.1.1 计算机外围设备概念	162
8.1.2 外围设备的分类	162
8.2 磁表面存储器	163
8.2.1 磁表面存储的主要元件	163
8.2.2 磁表面存储的读/写原理	164
8.2.3 磁表面存储的记录方式	165
8.3 硬盘存储器	167
8.3.1 硬盘存储器的发展	167
8.3.2 硬盘存储器的类型	168
8.3.3 硬盘存储器的基本结构	168
8.3.4 硬盘存储器的信息分布	169
8.3.5 硬盘存储器的接口技术	170
8.3.6 硬盘存储器的参数指标	172
8.3.7 硬盘存储器的发展动向	173
8.4 光盘存储器	173
8.4.1 光盘存储系统的组成	174

8.4.2	光盘的分类	174
8.4.3	光盘的记录介质	174
8.4.4	光盘的读/写原理	175
8.4.5	光盘的主要技术指标	175
8.5	显示设备	176
8.5.1	CRT 显示器	176
8.5.2	LCD 显示器	177
8.6	打印设备	178
8.6.1	打印机的分类	178
8.6.2	打印机性能指标	179
8.6.3	针式打印机的基本工作原理	180
8.6.4	喷墨打印机的基本工作原理	180
8.6.5	激光打印机的基本工作原理	181
小 结		182
习 题		182
第9章	输入输出系统	183
9.1	概 述	183
9.1.1	输入输出系统的组成	183
9.1.2	主机与外设的连接	184
9.1.3	接口功能和分类	184
9.2	程序直接传送方式和接口	186
9.2.1	程序直接传送方式工作过程	186
9.2.2	程序直接传送方式接口	187
9.3	中断方式和接口	188
9.3.1	中断方式基本概念	188
9.3.2	中断请求和判优	190
9.3.3	中断响应和中断处理	193
9.3.4	中断全过程	196
9.3.5	中断方式接口结构	197
9.4	DMA 方式和接口	198
9.4.1	DMA 方式基本概念	199
9.4.2	DMA 的传送方式	199
9.4.3	DMA 方式的接口组成和结构	201
9.4.4	DMA 的传送过程	202
9.5	通道方式	204
9.5.1	通道的基本概念	204
9.5.2	通道指令和通道程序	204
9.5.3	通道的类型和结构	205
9.5.4	通道的工作过程	207
小 结		207
习 题		208
参考文献		209

第 1 章

计算机系统概论

本章重点:计算机系统的组成、层次模型和冯·诺依曼体制。

本章难点:计算机系统的层次结构,读者在这一阶段对其有一个整体印象即可,随着后面的学习会有更深入的认识。

《计算机组成原理》这门课程主要讨论的对象是单机系统,主要阐述计算机系统的硬件组成,其目的是使读者最终建立计算机系统的整机概念。这里的整机概念包括计算机系统的逻辑组成和工作机制。

本章将首先讲解电子计算机的发展历史,然后从计算机系统组成和冯·诺依曼体制入手,讨论计算机系统的组织、计算机层次结构和功能特性等,使读者对计算机系统先有一个整体的认识,为后面深入讨论各部件打下基础。

1.1 计算机的发展史与应用

从 1946 年第一台数字电子计算机(Electronic Numerical Integrator and Computer, ENIAC)在美国诞生以来,仅仅 60 余年,其发展速度可用日新月异来形容。

1.1.1 计算机的发展史

电子计算机从电子管到晶体管,到集成电路乃至超大规模集成电路的微处理器,发展迅猛,一般大致可分为五个重要的发展阶段。

1. 电子管时代(1946 ~ 1959 年)

第一代是电子管时代,这时计算机刚刚产生,主要应用于军事和国防领域。它以电子管作为基本逻辑单元,主存储器初期采用的是延迟线,后期产生了磁芯存储器,数据用定点表示。

ENIAC 是世界上第一台数字电子计算机。它开创了一个时代,主要用于计算弹道和氢弹的研制。它体积庞大,使用了 18 000 个电子真空管和 1 500 个继电器,重达 30 t,速度为 5 000 次加法运算/秒。

2. 晶体管时代(1959 ~ 1964 年)

第二代是晶体管时代,这时计算机主要以晶体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。

这一代计算机较第一代体积大大减小,而且功耗更低,速度更快,存储容量更大。这一代计算机不仅应用于科学计算,还开始应用于数据处理和事务处理。

3. 中、小规模集成电路时代(1964~1975 年)

随着半导体工艺的发展,集成电路在这一阶段研制成功。集成电路器件成为计算机的主要逻辑元件,标志着计算机发展进入中、小规模集成电路(MSI、SSI)时代。因为集成度大幅提高,计算机的功耗、体积和价格等进一步下降。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,计算机的应用领域进一步扩大。

4. 大规模与超大规模集成电路时代(1975~1990 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,即大规模与超大规模集成电路时代(VLSI、LSI)。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的发展,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,同时低档的微处理器开始面世,以微处理器为核心的计算机就是微型计算机,它的出现形成了计算机发展历史上的又一次革命,使计算机迅速被推向社会各个领域。

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;1978 年采用 Intel 8086 微处理器构成的 16 位微机 IBM-PC 的诞生,标志着个人计算机开始进入办公室和家庭。

5. 甚大和极大集成电路时代(1990~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,1990 年后,出现了极大、甚大规模集成电路(ULSI、ELSI)。这一阶段的主要标志有两个:一是单片集成电路规模达到 100 万晶体管以上;另一个是超标量技术的广泛应用。这时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”计算机就是一台超级并行计算机,它具有 256 块处理器。

计算机的应用领域不断扩大,对其要求也越来越高,这也促进了计算机的进一步发展。以超大规模集成电路为基础,计算机将来的发展趋势正向着两极分化。一极是计算机向微型化、网络化和多用途方向发展,主要以台式机、笔记本、掌上电脑为代表;另一极是向巨型化、超高速、并行处理、智能化方向发展,这也是一个国家科技水平的重要标志,主要以大型、巨型机为代表。

1.1.2 计算机的特点

本书讨论的是数字计算机,它的主要特点表现在以下几个方面。

1. 自动连续地执行程序

由于采用数字化的信息表示方法和存储程序的工作方式,因而计算机能够自动连续地对各种数字化信息进行算术、逻辑运算,并且能进行广泛的信息处理。将程序输入计算机后,计算机便能自动地执行程序,直到程序执行结束。这是计算机区别于其他计算工具的最本质的特点。

2. 运算速度快

由于计算机硬件采用高速的电子线路组成,工作速度极快,现在普通的微机就可每秒执行数十万到数百万次基本运算,而巨型机每秒可完成数亿、数十亿甚至万亿次的基本运算。一个复杂的数学计算或大量的数据处理可能需要若干人工作很长一段时间才能完成,而用计算机来处理很快就可获得结果。这不仅极大地提高了人类的工作效率,也大大增强了人类处理问

题的能力,使许多复杂问题得到解决。随着计算机体系结构的发展,以及更新的技术和更高速器件的诞生,计算机的处理速度将达到更高的速度。

3. 运算精度高

计算机采用二进制数字表示数据,因此它的精度主要取决于表示数据的二进制位数,位数越多,数据的表示精度就可以越高。在计算机中不仅有单字长运算,为了获得更高的精度,还可以进行双倍字长、多倍字长的运算。另外,在实际计算机中考虑到硬件成本等因素,对数据的基本位数有一定限制,但通过软件可以实现多位数据的运算,以获得更高的精度。

4. 存储能力强

计算机的存储器具有存储大量信息的功能,这是保证计算机自动连续工作的必要条件。而且存储容量越大,可存储的信息越多,计算机功能就越强,使许多信息处理得以实现。

5. 通用性强

由于各类信息都可表示为数字化信息,都能被计算机处理,所以计算机的应用领域极其广泛。由于计算机用数字逻辑部件作为处理数字信号的统一逻辑基础,计算机不仅具有运算能力,而且还具有很强的逻辑判断能力。它可以根据上一步运算结果进行判断,自动选择下一步工作,使计算机能够进行诸如资料分类、情报检索、图像处理、语音处理、逻辑推理等具有逻辑加工性质的工作,计算机的这种极好的通用性使它能够应用到各个领域。

1.1.3 计算机的应用领域

由于计算机具有上面的特点,使它能够应用到各个领域和人们的日常生活中,成为当今生活中不可缺少的一部分。其应用主要有以下几个方面。

1. 科学计算

科学计算计算机最早的任务,也是它最重要的应用领域之一。第一台数字计算机ENIAC开发的初衷就是为了进行弹道轨迹的计算。科学计算的特点是计算量大、求解的问题复杂,如核反应堆方程式、天体运行轨道、天气预报和飞机、汽车等的设计。这些工作由人完成十分低效,甚至是无法完成的,必须要由高性能的计算机进行处理。

2. 数据处理

计算机可用于对大量数据的计算和管理等工作,它包括各种报表和档案的归类与管理,以及企事业单位的财务、人事、生产调度等信息的收录、整理、统计、检索等。数据处理的特点是处理的数据量大,但计算比较简单,存在许多逻辑运算与判断,数据常以数据库形式存储。常见的数据处理系统有:办公自动化系统,各种管理信息系统(如某单位的人事管理系统),专家系统等。利用计算机进行数据处理是企事业单位提高信息管理水平的标志。

3. 现代控制

现代控制主要是指计算机通过传感设备控制某领域的操作或加工过程,主要体现在工业生产的过程控制,以提高生产的自动化程度,促进产品质量和生产水平的全面上升。现代控制系统采用标准的工控计算机软、硬件平台构成集成系统,具有适应性强、开放性好、易扩展等优点。随着微处理器和单片机技术的发展,嵌入式系统发展很快,成为当今计算机和自动化控制领域中最热门的概念之一。使用嵌入式技术的数字机床、智能工具、工业机器人、服务机器人等正在逐渐改变着传统的工业生产和服务方式。

4. 辅助设计

辅助设计是利用计算机帮助设计人员进行工程、产品、建筑等设计工作的过程和技术。设计人员通过计算机辅助设计软件(如 AutoCAD)输入任务需求,由计算机产生设计结果,并通过图形设备进行交互,以便及时对设计作出判断和修改,最终完成设计工作。采用 CAD 技术提高了设计的自动化水平,缩短了设计周期,减轻了设计人员的劳动强度,也极大地提高了设计质量。

计算机辅助设计作为一门学科始于 20 世纪 60 年代初,一直到 20 世纪 70 年代,由于受到计算机技术的限制,CAD 技术的发展很缓慢。进入 20 世纪 80 年代以来,由于计算机技术突飞猛进,特别是微机和工作站的普及和发展,再加上功能强大的外围设备,如大型图形显示器、绘图仪、激光打印机等的问世,极大地推动了 CAD 技术的发展,已进入实用化阶段,广泛服务于机械、电子、宇航、建筑、纺织等产品的总体设计、造型设计、结构设计、工艺过程设计等环节。目前,CAD 技术正朝着人工智能和知识工程方向发展,即所谓的 ICAD(Intelligent CAD)。另外,设计和制造一体化技术,即 CAD/CAM 技术以及 CAD 作为一个主要单元技术的 CIMS 技术,都是 CAD 技术发展的重要方向。

1.2 计算机系统的基本组成

1.2.1 计算机系统的组成

一个完整的计算机系统由硬件和软件两大部分组成。硬件是指构成计算机的所有实体部件的集合,通常这些部件都是由电路、机械元件等物理部件组成,都是看得见、摸得着的设备实体。软件是一系列按照特定顺序组织的计算机数据和指令的集合。相比硬件,软件不能直接触摸,比如程序、文档等。

构造硬件的基本思想是处理功能逻辑化,即用逻辑电路构造各种功能部件,如用门电路、触发器来构造运算器、控制器、存储器等。在硬件基础上,可以根据需要配置各种软件,如操作系统、编程语言、各种支撑软件等。硬件与软件按层次结构组成复杂的计算机系统。

本书讨论的内容主要为硬件组成,计算机系统通常由五大部件组成,包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备,如图 1.1 所示。

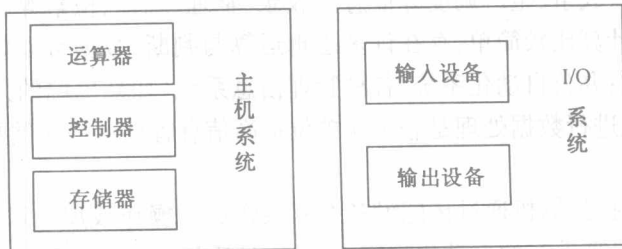


图 1.1 计算机硬件组成图

1. 运算器

运算器是计算机的执行部件,用于对数据的加工处理,完成算术运算和逻辑运算。算术运

算是指按照算术运算规则进行的运算,如加、减、乘、除以及它们的复合运算。逻辑运算器的核心是算术逻辑部件(Arithmetic and Logical Unit, ALU)。运算器中还设有若干寄存器,用于暂存操作数据和中间结果。由于这些寄存器往往兼备多种用途,如用作累加器、变址寄存器、基址寄存器等,所以通常称为通用寄存器。

2. 控制器

如果把计算机比作一个乐队,那么输入设备、输出设备、存储器、运算器就相当于乐队成员,而控制器相当于乐队指挥,它是整个计算机的指挥中心。乐队指挥是根据事先编好的乐曲进行指挥的,控制器也是根据事先编好的程序执行的,程序就是解题步骤,控制器就是按着事先安排好的解题步骤,控制计算机各个部件有条不紊地自动工作。

3. 存储器

存储器是计算机的存储部件,是用来存放程序和数据部件,存储器分为主存储器(也称内存,简称主存)和辅助存储器(也称为外存储器,简称辅存)。CPU能够直接访问的存储器是主存储器,它的速度快,但成本较高、容量有限,所以更多的数据信息存储在辅助存储器中。辅存容量较大,速度较主存慢,它的信息必须调入主存后,才能为CPU所使用。

4. 输入设备

计算机的输入、输出设备,简称I/O设备,是主机与外界联系的桥梁。输入设备的主要任务是将程序和数据以机器所能识别和接受的信息形式输入到计算机内。最常用的输入设备是键盘、鼠标、扫描仪、数码相机和数码摄像机等,辅助存储器也属于输入设备。

5. 输出设备

输出设备的任务是将计算机处理的结果以人们所能接受的信息形式或其他系统所要求的信息形式输出,常用的输出设备是显示器、打印机等。

要注意的是辅助存储器既属于输入设备,也是输出设备(可理解为辅助存储器既可读取数据,即输入;也可写入数据,即输出)。

1.2.2 冯·诺依曼体系结构

上面了解了计算机硬件组成,那么一个计算机系统是如何工作的呢?不管做一次复杂的数学计算,还是进行信息管理,还是实现自动控制,用户都必须按照步骤处理。即先用编程语言事先编写程序,然后通过输入设备将程序和需要处理的数据送入计算机,存放在存储器中。用户编写的程序称为源程序,它不能被计算机直接执行,计算机只能执行机器指令。机器指令是要求计算机完成某种操作的命令,简称指令,如执行加法操作有加法指令,执行乘法操作有乘法指令,执行传送操作有传送指令等。

因此,计算机在运行程序之前必须将源程序转换为指令序列,并将这些指令按一定顺序存放在存储器的若干单元中。每个单元都有一个固定的编号,称为地址,只要给出某个地址,就能访问相应的存储单元。

指令的执行过程:当计算机启动后,控制器将某个地址送往存储器,从该地址单元取回一条指令,控制器根据这条指令的含义,发出相应的操作命令,控制该指令的执行。要执行此指令,先要从存储单元或寄存器中取出操作数,送入运算器,再将两个操作数相加,并将运算处理的结果送回存储单元或寄存器存放。如果用户需要了解处理结果,则计算机通过输出设备(如显示器、打印机等),将结果显示或打印出来。