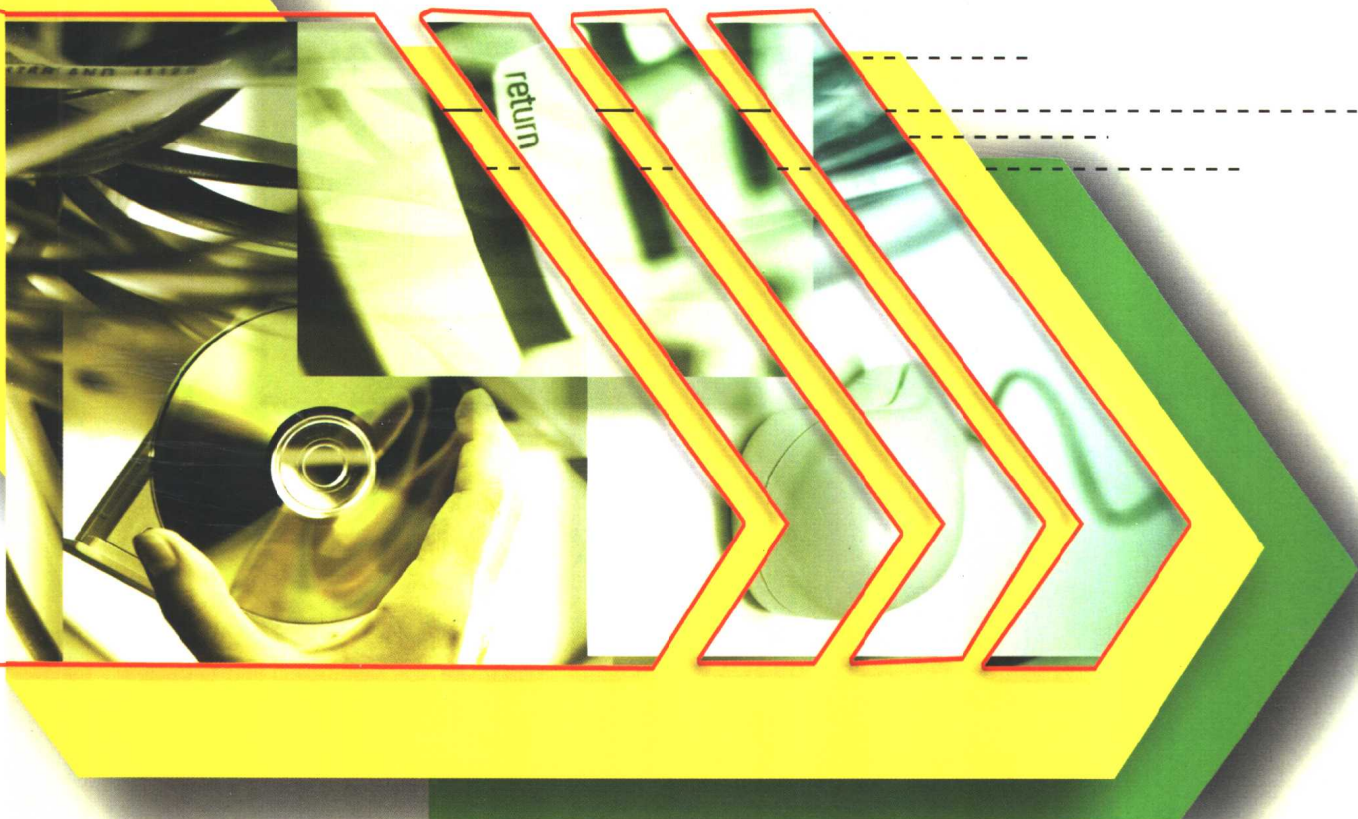


高职高专计算机系列教材

主编 谭浩强

计算机组成原理

谢树煜 编著



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

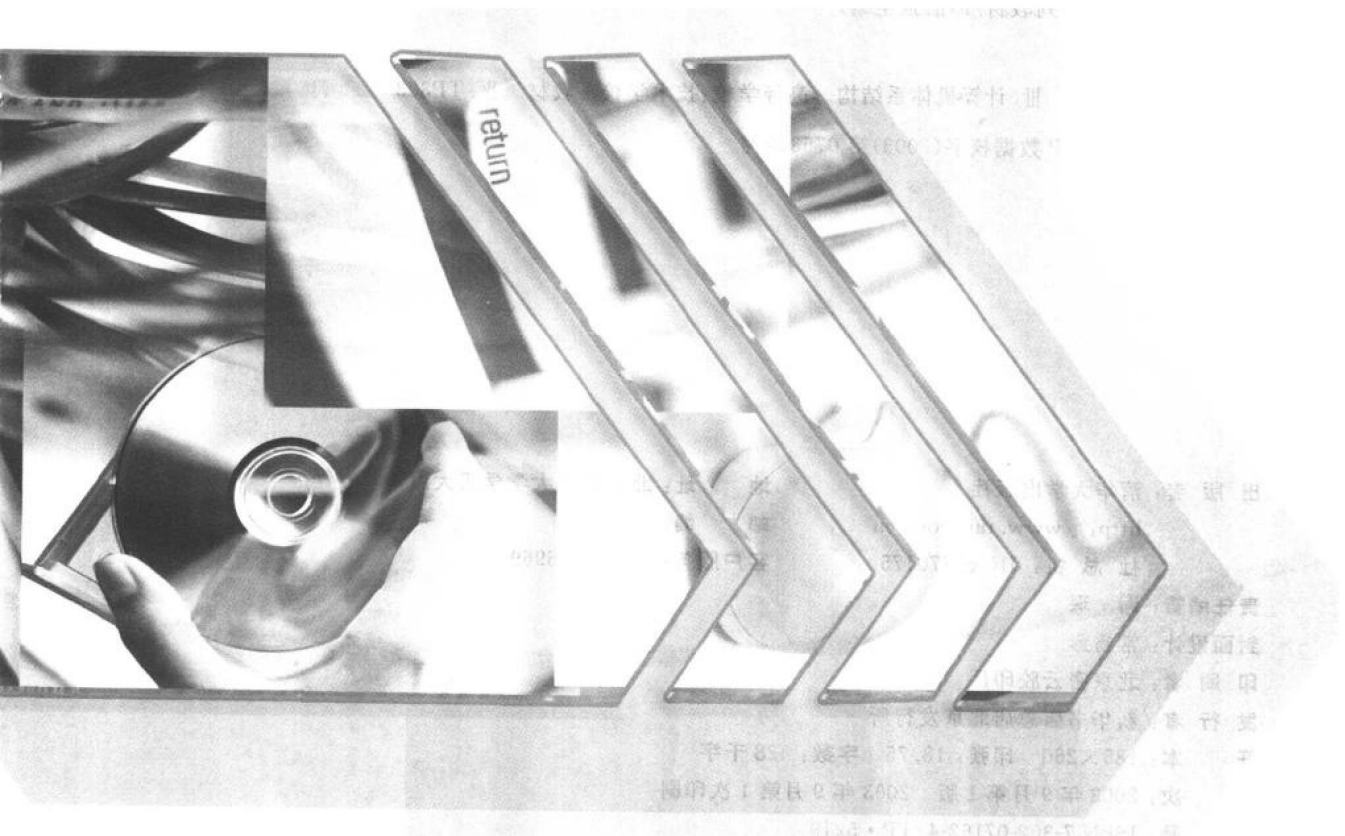


高职高专计算机系列教材

主 编 谭 浩 强

计算机组成原理

谢树煜 编著



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是高职高专院校计算机及其相关专业学习计算机原理课程的教材。书中介绍了计算机的基本组成和工作原理。全书共分9章,分别介绍计算机的基本特性、数据表示、运算方法和运算器、指令系统、存储系统、控制器、外围设备、输入输出系统和计算机技术的发展过程和展望。

本书内容充实、概念清楚、重点突出、深入浅出;为了方便学生理解掌握所学知识,还用丰富的实例加以说明。本书在写作过程中注重内容的先进性、实用性,特别强调基础知识、基本原理和基本技能。本书既是高职高专院校计算机及其相关专业学习计算机原理的教材,也可供工程技术人员学习计算机原理时参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理/谢树煜编著. —北京:清华大学出版社,2003.9

(高职高专计算机系列教材/谭浩强主编)

ISBN 7-302-07162-4

I. 计… II. 谢… III. 计算机体系结构—高等学校:技术学校—教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 076349 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

责任编辑:谢 琛

封面设计:常雪影

印 刷 者:北京密云胶印厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:18.75 字数:428千字

版 次:2003年9月第1版 2003年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-07162-4/TP·5219

印 数:1~6000

定 价:25.00元

编辑委员会

《高职高专计算机系列教材》

主 任 谭浩强
副 主 任 焦金生 陈 明 丁桂芝

委 员 (按姓氏笔画排序):

王智广	刘荫铭	朱桂兰	李文英
李琳	李志兴	孙慧	武绍利
张玲	张克善	郝玲	袁玫
訾秀玲	薛淑斌	谢琛	



《高职高专计算机系列教材》

到 21 世纪,计算机将成为人类的常用现代工具,每一个有文化的人都应当了解计算机,学会使用计算机,并用它来处理面临的事务。

学习计算机知识有两种不同的方法:一种是侧重知识的学习,从原理入手,注重理论和概念;另一种是侧重应用的学习,从实际入手,注重掌握其应用方法和技能。不同的人应根据其具体情况选择不同的学习方法。对大多数人来说,计算机是作为一种工具来使用的,主要以应用为目的,以应用为出发点。对于高职和高专的学生,显然应当采用后一种学习方法。

传统的理论课程采用以下的三部曲:提出概念——解释概念——举例说明,这适合前面第一种方法。对于侧重应用的学习者,我们在教学实践中摸索出新的三部曲:提出问题——介绍解决问题的方法——最后归纳出一般规律或概念。实践证明这种方法是行之有效的,减少了初学者在学习上的困难。传统的方法是:先理论后实际,先抽象后具体,先一般后个别。我们采用的方法是:从实际到理论,从具体到抽象,从个别到一般,从零散到系统。我们认为,后一种方法对高职、高专和成人高教是很合适的。

本系列教材是针对高职和高专的特点组织编写的,包括了高职高专的计算机专业和非计算机专业的教材和参考书。不同专业可以选择所需的部分。本系列教材包含的内容比较广,除了可作为正式教材外,还可作为某些专业的选修课或指定自学的教材。

应当指出,检查学习好坏的标准,不是“知道不知道”,而是“会不会用”,学习的目的全在于应用。因此,希望读者一定要重视实践环节,多上机练习,千万不要满足于“上课能听懂、教材能看懂”。有一些问题,别人讲半天也不明白,自己一上机就清楚了。教材中有些实践性比较强的内容,不一定在课堂上由老师讲授,而应指定学生通过上机掌握。这样做可以培养学生的自学能力,启发学生的求知欲望。

本系列教材是由“浩强创作室”组织北京和天津一些普通高校和高职大学的老师们编写的,他们对高职高专的教学特点有较多的了解,有较多的实践经

验。相信本系列教材的出版会有助于高职高专的教材建设和教学改革。

由于我国的高职教育正在蓬勃发展,许多问题有待深入讨论,新的经验将会层出不穷,对如何进行高职教育将会有更新更深入的认识,本系列教材的内容也将会不断丰富和调整。我们只是为了满足许多高职高专学校对教材的急需,才下决心抓紧编写了这套系列教材,以期抛砖引玉。清华大学出版社克服了许多困难,使本系列教材在较短的时间内得以出版。

本系列教材肯定会有不足之处,请专家和读者不吝指正。

《高职高专计算机系列教材》主编
全国高等院校计算机基础教育研究会理事长
谭浩强

1999年11月1日

前言

本书是一本面向高等职业教育、高等专科教育和成人高等教育的计算机原理教材,也是一本引导广大计算机爱好者,进入计算机技术领域的计算机基础教材。

在信息社会中,计算机已成为社会的技术支柱,成为人们工作、学习、生活中不可缺少的现代工具和助手。进行计算机职业技术教育,培养各类应用人才,是高等职业院校的责任。国家十分重视高等职业技术教育的建设,制定了高职高专计算机专业的培养目标,即掌握计算机专业有关的基本理论、基础知识和基本技能,尤其要求具有应用系统的操作使用能力,管理维护和初步开发的能力,直接为国民经济建设服务。

学生学习了计算机应用基础和 C 语言程序设计后,已经迫切要求了解计算机这个“黑盒子”的奥秘,了解计算机的基本组成和工作原理。“计算机组成原理”课程顺理成章地担负起了这个任务。本课程还是学习计算机专业课程的基础,起承前启后的作用,是计算机专业及有关信息技术专业的主干课程之一。

本书在写作过程中注意从应用中提出问题,进一步给出解决问题的方法。在内容上注重基础知识、基本原理、基本技能的培养,同时面向最新发展,力求做到深入浅出,通俗易懂。在编写过程中注意实验环节,并且研制了配合本书的实验装置,每章后还附有练习题。

本书共分 9 章。第 1 章讲述计算机的基本特性和组成;第 2 章讲述计算机各种数据的表示方法,包括定点数、浮点数、字符及汉字编码,以及常用的数据校验码;第 3 章介绍运算方法和运算器,包括加、减、乘、除等算法及有关运算装置的组成原理;第 4 章介绍指令系统及寻址方式,通过各种典型机器的指令系统说明程序员和机器交互的基本界面;第 5 章介绍存储系统,包括 RAM、ROM、Cache 和虚拟存储器;第 6 章介绍控制器,讲述机器指令执行过程,控制器的功能和组成,包括组合逻辑控制器及微程序控制器;第 7 章介绍常用的输入输出设备及各种外存储器;第 8 章介绍输入输出系统,包括总线、I/O 控制方式及基本的串、并行接口技术;最后一章是展望,对未来计算机的

发展方向作出一些分析,介绍了一些新型计算机的概念。对各章内容,不同的专业可根据需要适当取舍。

作者 1959 年清华大学毕业留校,长期从事计算机专业的教学科研工作,先后主讲计算机原理、计算机组织与结构、并行和分布处理系统等课程,积累了一定的教学经验。

在本书写作过程中得到谭浩强教授和清华大学出版社的帮助和支持,特此表示感谢。由于时间仓促书中难免存在不足和疏漏之处,敬请指正。

作 者

2003 年 3 月于清华园

目录

第1章 绪论	1
1.1 计算机的基本特性	1
1.1.1 二进制数据	2
1.1.2 存储程序	2
1.1.3 逻辑运算	2
1.1.4 高速电子开关电路	2
1.1.5 数字编码技术	2
1.2 计算机的基本组成	3
1.2.1 基本组成原理	3
1.2.2 CPU、主机与输入输出设备	5
1.2.3 存储器	6
1.2.4 总线	6
1.3 计算机系统	7
1.3.1 计算机系统组成	7
1.3.2 计算机层次结构	8
习题	8
第2章 数据表示	10
2.1 计数制	10
2.1.1 十进制计数制	10
2.1.2 二进制计数制	11
2.1.3 R 进制计数制	11
2.1.4 在计算机中为什么采用二进制数	12
2.2 不同数制间数据的转换	12
2.2.1 十进制整数转换为二进制整数	12

2.2.2	十进制小数转换为二进制小数	13
2.2.3	二进制数转换为十进制数	14
2.2.4	任意两种进制数间的转换	15
2.3	十进制数据编码	16
2.3.1	有权码方案	16
2.3.2	无权码方案	18
2.4	字符编码	18
2.4.1	ASCII 字符编码	19
2.4.2	EBCDIC 码	20
2.4.3	字符串	20
2.5	汉字编码	21
2.5.1	汉字输入码	21
2.5.2	区位码、国标码与内码	21
2.5.3	汉字输出码	22
2.6	机器数及其编码	22
2.6.1	定点小数编码	23
2.6.2	定点整数编码	27
2.6.3	浮点数编码	29
2.7	数据校验码	31
2.7.1	奇偶校验码	32
2.7.2	海明校验码	33
2.7.3	循环冗余校验码	35
习题		37

第 3 章 运算方法与运算器

3.1	定点加减法运算	39
3.1.1	补码加减法运算	40
3.1.2	溢出的产生及判别	41
3.1.3	全加器与加法装置	42
3.2	定点乘法运算	47
3.2.1	一位原码乘法	47
3.2.2	两位原码乘法	49
3.3	定点除法运算	52
3.3.1	原码恢复余数除法	52
3.3.2	加减交替法除法	55
3.4	逻辑运算	57

3.4.1	逻辑乘法	58
3.4.2	逻辑加法	58
3.4.3	求反操作	58
3.4.4	异或运算	59
3.5	位片结构定点运算器	59
3.5.1	位片运算器电路 Am 2901	60
3.5.2	先行进位电路 Am 2902	63
3.5.3	多片 Am 2901 组成的位片结构运算器	64
3.6	浮点加减法运算	66
3.6.1	运算规则及算法	66
3.6.2	浮点加减法运算流程	68
3.6.3	浮点加减法装置及流水线结构运算器	69
3.7	浮点乘法除法运算	71
3.7.1	浮点乘法	71
3.7.2	浮点除法	72
	习题	74

第 4 章 指令系统 77

4.1	指令格式	77
4.1.1	指令字	78
4.1.2	指令操作码及其扩展技术	80
4.1.3	地址码与数据字长	81
4.2	寻址方式	82
4.2.1	存储器寻址方式	82
4.2.2	寄存器寻址方式	85
4.2.3	立即数寻址方式	87
4.2.4	堆栈寻址方式	87
4.3	指令类型	89
4.3.1	按操作数据类型分类	89
4.3.2	按指令功能分类	90
4.4	小型机指令系统举例	91
4.4.1	PDP-11 计算机简介	91
4.4.2	单操作数指令	92
4.4.3	双操作数指令	94
4.5	大型机指令系统举例	95
4.5.1	IBM 360 /370 计算机简介	95

4.5.2	指令格式	96
4.5.3	指令举例	98
4.6	微型机指令系统举例	99
4.6.1	IBM PC 计算机简介	99
4.6.2	Intel 8086 指令格式	100
4.6.3	Intel 8086 指令的寻址方式	102
4.6.4	8086 指令系统	104
4.7	机器语言与汇编语言	105
4.7.1	Intel 8086 汇编标记与运算符	105
4.7.2	汇编语句	106
4.8	精简指令系统计算机	107
4.8.1	MIPS 指令格式	108
4.8.2	MIPS 指令分类	109
	习题	111

第 5 章 存储系统 113

5.1	存储器的基本特性	113
5.1.1	主存储器的特性	113
5.1.2	辅助存储器的特性	114
5.1.3	主存储器的主要技术指标	114
5.2	半导体存储器的基本记忆单元	115
5.2.1	随机存储器的记忆单元	115
5.2.2	只读存储器的记忆单元	117
5.2.3	闪速存储器	119
5.3	主存储器的组成和工作原理	119
5.3.1	主存储器概述	119
5.3.2	RAM 集成电路	120
5.3.3	半导体存储器的组成	121
5.3.4	存储器控制	124
5.3.5	存储器读写时序	126
5.4	高速存储器	127
5.4.1	新型 RAM 芯片技术	128
5.4.2	并行存储结构	128
5.4.3	高速缓冲存储器及分级存储体系	129
5.5	高速缓冲存储器	131
5.5.1	高速缓冲存储器(Cache)工作原理	131

5.5.2	高速缓冲存储器组织	132
5.6	虚拟存储器	136
5.6.1	基本原理	136
5.6.2	页式虚拟存储器	137
5.6.3	段式虚拟存储器	138
5.6.4	段页式虚拟存储器	140
5.7	存储保护	140
5.7.1	存储区保护	140
5.7.2	访问方式保护	142
	习题	142

第6章 控制器 144

6.1	指令执行过程	144
6.2	控制器的功能和组成	145
6.2.1	控制器的功能	145
6.2.2	控制器的基本组成	147
6.3	处理器总线及数据通路	151
6.3.1	ALU 为中心的数据通路	152
6.3.2	单内总线 CPU 结构	152
6.4	组合逻辑控制器	154
6.4.1	组合逻辑控制器的特征	154
6.4.2	组合逻辑控制器设计原理	154
6.4.3	可编程序逻辑阵列控制器	159
6.5	微程序控制器	160
6.5.1	微程序设计的基本原理	160
6.5.2	微指令方案	162
6.5.3	微程序设计的基本问题	164
6.6	微程序的顺序控制	165
6.6.1	后继微地址的增量方式	166
6.6.2	后继微地址的断定方式	167
6.6.3	顺序控制部件——Am 2910	168
6.7	微程序设计举例	171
6.7.1	指令流程图	171
6.7.2	微程序控制器逻辑图	172
6.7.3	微程序编码	172
6.8	指令流水线结构	174

习题	175
 第7章 外围设备	177
7.1 外围设备的种类和特性	177
7.1.1 外围设备的分类	177
7.1.2 外围设备工作的特性	179
7.2 常用输入设备	180
7.2.1 键盘	180
7.2.2 鼠标	181
7.2.3 扫描仪	182
7.3 显示设备	183
7.3.1 显示设备的分类和基本概念	183
7.3.2 字符显示器	185
7.4 打印装置	188
7.4.1 点阵式打印机	188
7.4.2 激光打印机	189
7.4.3 喷墨打印机	190
7.4.4 汉字的显示与打印	191
7.5 外存储器	192
7.5.1 存储原理和记录方式	192
7.5.2 磁盘存储器	197
7.5.3 软磁盘存储器	202
7.5.4 磁带存储器	207
7.5.5 磁盘阵列	210
7.6 通信设备	211
7.6.1 调制解调器	211
7.6.2 模/数与数/模转换装置	212
习题	214
 第8章 输入输出系统与控制	215
8.1 总线结构	215
8.1.1 系统总线	215
8.1.2 总线控制方式	217
8.1.3 总线通信方式	219
8.1.4 常用微机总线	220

8.2	基本 I/O 接口组成和工作原理	227
8.2.1	设备选择电路	228
8.2.2	数据缓冲寄存器	229
8.2.3	设备工作状态	229
8.2.4	传输中断的请求与屏蔽	229
8.3	输入输出控制方式	230
8.3.1	程序查询方式	231
8.3.2	程序中断方式	232
8.3.3	直接存储器访问方式	232
8.3.4	输入输出处理机方式	234
8.4	中断系统	235
8.4.1	为什么要设置中断	235
8.4.2	CPU 响应中断的条件	237
8.4.3	中断周期	239
8.4.4	优先排队器及编码电路	239
8.4.5	中断处理过程	242
8.4.6	中断级及中断嵌套	243
8.5	DMA 控制方式	245
8.5.1	DMA 基本概念	245
8.5.2	DMA 的工作方式	246
8.5.3	DMA 控制器的组成	247
8.5.4	DMA 数据传送过程	247
8.5.5	通用 DMA 接口 Intel 8257	248
8.6	通用并行接口	252
8.6.1	分类	252
8.6.2	基本的并行接口电路	253
8.6.3	可编程序并行接口	255
8.7	串行通信与通用串行接口	259
8.7.1	串行通信方式	260
8.7.2	可编程序串行接口	261
习题		267

第 9 章 计算机发展过程与展望 269

9.1	计算机发展的五个阶段	269
9.2	中国计算机事业发展过程	271
9.3	并行处理技术进展	272

9.3.1	超标量处理机	272
9.3.2	超流水线处理机	273
9.3.3	大规模并行处理系统 MPP	276
9.4	智能计算机进展	276
9.4.1	数据流计算机	276
9.4.2	数据库机与知识库机	277
9.5	分布式计算机系统与机群系统	278
9.5.1	分布式计算机系统	278
9.5.2	计算机支持的协同工作	278
9.5.3	机群系统(Cluster)	278
9.6	计算机网络	279
9.7	多媒体计算机	279
参考文献		281

第1章

绪 论

计算机是一种现代化信息处理工具,是 20 世纪最新科学技术的成就,是新的生产力的代表。当今世界正在经历一场新的技术革命,人类社会正在步入信息社会,这场变革的动力和中心是计算技术及其应用。一个国家计算技术的发展水平及其应用的深度和广度,已经成为衡量这个国家现代化水平的重要标志。

众所周知,任何机器和工具都是人类器官功能的延伸。例如:一切交通工具都是人腿功能的延伸;工具、机床是人手功能的延伸;望远镜、显微镜、电视、雷达是眼睛功能的延伸;而电话、无线电和卫星通信是耳朵功能的延伸;计算机则是人类思维器官——大脑功能的延伸。大脑是指挥人体各器官运作的中枢,因此计算机的创造和开创性应用比历来一切发明都具有更加深刻和广泛的意义。

自从世界上第一台电子计算机诞生以来,计算技术获得了飞速的发展,经历了一代、二代、三代、四代发展的过程,目前正在研制第五代计算机。50 多年来,计算机的运算速度、存储容量、使用功能取得了巨大的进步,而且应用领域已遍及科学研究、军事防御、工业、农业、天文气象、商务营销、金融财会、交通运输、宇航通信、电子政务、文化教育、旅游餐饮、家庭娱乐等人类活动的一切领域,对人类活动的各个方面发挥着巨大的推动作用。特别是计算机网络的出现,大大地缩短了人与人之间的距离,五湖四海的各国人民,虽远在千里却如同近在咫尺,如同生活在一个地球村里。电子商务的发展,使各国厂商用户,可以不分地点、不分时间,一年 365 天,一天 24 小时都可以谈判交往,极大地提高了工作效率,改变了人们的生活方式。

计算机如此神通广大,具有如此魅力,原因何在?与人类祖先几千年来沿用的计算工具有什么本质区别?计算机是如何工作的?包括哪些部件?相互之间有什么关系?这些问题都将在本书中进行说明和解答。

作为现代计算工具的电子计算机与过去使用的计算工具相比,主要区别表现在五个方面:①计算的对象是采用二进制表示的数据;②表示计算过程的计算程序像数据一样存储在存储器中;③计算机不但可以进行算术运算,还可以进行逻辑运算;④运算的速