

全国高等院校计算机职业技能应用规划教材

WEIJI XITONG ZHUANGPEI YU WEIHU

微机系统装配与维护

• 主编◎刘文胜 张 纯



中国人民大学出版社

全国高等院校计算机职业技能应用规划教材

微机系统装配与维护

主 编 刘文胜 张 纯
副主编 张晓红 杨育标
主 审 贺桂英

中国人民大学出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

微机系统装配与维护/刘文胜, 张纯主编. —北京: 中国人民大学出版社, 2013. 5

全国高等院校计算机职业技能应用规划教材

ISBN 978-7-300-16652-0

I. ①微… II. ①刘…②张… III. ①微型计算机-装配(机械)-高等职业教育-教材②微型计算机-维护-高等职业教育-教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 079544 号

全国高等院校计算机职业技能应用规划教材

微机系统装配与维护

主 编 刘文胜 张 纯

副主编 张晓红 杨育标

主 审 贺桂英

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

电 话 010-62511242 (总编室)

010-82501766 (邮购部)

010-62515195 (发行公司)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.ttrnet.com>(人大教研网)

经 销 新华书店

印 刷 北京密兴印刷有限公司

规 格 185 mm×260 mm 16 开本

印 张 16.5

字 数 402 000

邮政编码 100080

010-62511398 (质管部)

010-62514148 (门市部)

010-62515275 (盗版举报)

版 次 2013 年 6 月第 1 版

印 次 2013 年 6 月第 1 次印刷

定 价 35.00 元

版权所有 侵权必究

印装差错 负责调换

前 言

随着 IT 行业的快速发展,计算机作为信息社会最基本的信息技术工具,广泛渗透到人们日常生活的各个领域,普及到千家万户,中国的计算机保有量已在千万台以上。由于计算机的用途日益广泛,计算机和周边设备的使用频率大幅增高,使用过程中难免出现故障。因此,掌握微机系统的软硬件知识,提高维修技能,在工作实践中处理常见故障是很有必要的。

微机系统装配与维护超越了计算机组装与维护的范畴,涉及内容更多、更广。随着时代的进步,本书与时俱进,以计算机最新软硬件产品为主要内容,全面剖析了计算机硬件和周边设备,并详细地介绍了计算机的组装、维护及故障维修的基本方法与常规步骤,并将维修经验呈献给读者。

本书强调职业院校的课程特点以及适应读者自学的要求,内容深入浅出、循序渐进,是一本理论教学与实践操作相结合的实用性教材。书中各章除讲授基础知识和技能训练外,还配有学习目标、工作任务和思考与练习,使读者通过学习和练习两个环节,实现知识向技能的转化,达到学以致用目的。本书强调:理论指导实践,工作高效完美。

本书共分 8 章,第 1 章讲述了计算机的工作原理和微机系统的构成。第 2 章讲述了组成微机的主要部件的工作原理,介绍了各主要部件的基本性能指标和选购方法。实训部分重点介绍了计算机硬件的组装过程和 CMOS 参数的设置方法,以实现技能的提升。第 3 章讲述了微机外部设备的工作原理和选购常识,详细介绍了扫描仪、摄像头等数码设备的软件安装过程。第 4 章主要介绍计算机操作系统的作用和安装方法,包括 Windows XP 的安装、一些特殊设备驱动程序的安装,以及新系统 Windows 7 的特点和双系统的安装方法。第 5 章介绍了微机应用中所需的常用办公软件和工具软件,并详细描述了软件安装的操作过程。第 6 章介绍了微机系统维护的相关知识,讲授了微机数据备份与维护的基本方法。第 7 章主要介绍了计算机网络设备的管理与维护常识,包括常见网络设备的介绍、网络故障的诊断和网络故障的排除。讲授了微机的网络系统和无线小型局域网的搭建技术。第 8 章侧重于微机硬件系统维修知识和维修技巧,主要介绍计算机常见故障的诊断与处理,包括计算机的日常维护、常见故障的现象与分析、故障处理等内容。

本书可作为高职高专计算机及相关专业微机组装与维护等课程的教材,也可作为广大计算机硬件爱好者的自学教材。

本书第 1 章由刘文胜编写,第 2 章由刘文胜、林佩编写,第 3 章由李嘉鸿编写,第 4 章由张纯编写,第 5 章由张晓红编写,第 6 章由李少杰编写,第 7 章由邱新编写,第 8 章由杨育标编写。全书由刘文胜完成统稿工作,由广东广播电视大学(广东理工职业学院)贺桂英教授主审。在教材编写过程中,得到了学校领导和薄利轩主任的支持,中国人民大学出版社

策划编辑孙琳老师也提出了许多宝贵意见，在此一并表示衷心的感谢。

由于IT技术的发展日新月异，新产品、新技术、新知识不断涌现，加之作者水平有限，不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

目 录

第1章 微机系统概述	1
1.1 计算机的发展历程	1
1.1.1 电子数字计算机的诞生	1
1.1.2 计算机发展的几个阶段	2
1.1.3 计算机之父之争	3
1.2 计算机工作原理	4
1.2.1 数制及数制转换	5
1.2.2 布尔代数	6
1.2.3 计算机中的数值表示和基本运算方法	8
1.3 CPU的40年进展	9
1.3.1 Intel与CPU	10
1.3.2 微机的发展历程	12
1.3.3 中国的微处理器——龙芯	15
1.4 微机系统的组成	15
1.4.1 微机的体系结构	15
1.4.2 微机系统的组成	17
实训1 微机发展应用现状调研	19
本章小结	20
思考与练习	20

第2章 微机硬件选购与装配技术	22
2.1 主机结构与选配	22
2.1.1 计算机主板结构与选购	22
2.1.2 中央处理器——CPU	30
2.1.3 主存储器	35
2.2 显示适配器和显示器	38
2.2.1 显示适配器	39
2.2.2 显示器	41
2.3 外部存储器	45
2.3.1 硬盘驱动器	45
2.3.2 光盘驱动器	50
2.3.3 移动存储设备	54

2.4 输入输出设备	55
2.4.1 键盘	56
2.4.2 鼠标	58
2.4.3 打印机	59
2.4.4 扫描仪	60
2.5 多媒体设备	60
2.5.1 声卡	60
2.5.2 音箱	62
2.6 机箱与电源	63
2.6.1 机箱	63
2.6.2 电源	64
实训2 认识微机的主要部件	66
实训3 组装微机	69
本章小结	74
思考与练习	75

第3章 计算机常用外部设备	77
3.1 信息传输技术	77
3.1.1 串行通信和并行通信的区别	77
3.1.2 USB接口通信技术	80
3.1.3 USB技术的应用	80
3.1.4 IEEE 1394串行通信技术	81
3.2 打印机的选用、安装与维护	82
3.2.1 打印机的分类	82
3.2.2 常用打印机的工作原理	82
3.2.3 计算机耗材	84
3.2.4 打印机安装	85
3.3 扫描仪的选装与使用技巧	90
3.3.1 扫描仪的选用	90
3.3.2 扫描仪的安装	92
3.3.3 扫描仪的使用技巧及维护	93
3.4 摄像头的选用、安装与配置	95
3.4.1 摄像头的选购	95

3.4.2 摄像头的安装与配置	97
3.5 数码相机的分类与选用	100
3.5.1 工作原理	101
3.5.2 产品分类	101
3.5.3 数码相机使用技巧	103
实训 4 微机外设的驱动程序安装	104
本章小结	104
思考与练习	104

第 4 章 计算机操作系统的安装

4.1 微机软件系统概述	107
4.2 CMOS 常用选项的设置	108
4.2.1 BIOS 与 CMOS 概述	108
4.2.2 CMOS 参数设置	110
4.3 硬盘分区、逻辑盘格式化	116
4.3.1 硬盘分区概述	116
4.3.2 常用分区软件的介绍	118
4.3.3 硬盘分区方法及实例	119
4.4 Windows XP 的安装	129
4.4.1 安装前的准备工作	129
4.4.2 系统安装方法	130
4.4.3 安装 Windows XP 操作系统	131
4.4.4 XP/Win 7 双系统的安装	137
4.5 硬件驱动程序的安装	141
4.5.1 驱动程序的安装	141
4.5.2 驱动程序安装实例	142
4.6 虚拟机的安装和使用	144
4.6.1 虚拟机的安装	145
4.6.2 新建虚拟机并安装系统	146
本章小结	149
思考与练习	149

第 5 章 常用工具软件

5.1 硬件检测工具	151
5.1.1 鲁大师	152
5.1.2 鲁大师的使用	153
5.2 常用播放软件	156
5.2.1 多媒体文件格式	156
5.2.2 常用播放软件	158

5.3 常用刻录软件	162
5.3.1 刻录基础概述	162
5.3.2 OS 下的数据刻录	164
5.3.3 刻录软件概述	165
5.3.4 Nero 的安装与使用	165
5.4 计算机安全与防护	169
5.4.1 计算机病毒	169
5.4.2 防火墙技术	173
5.4.3 黑客入侵简介	175
5.4.4 防病毒软件	176
5.4.5 瑞星杀毒软件的使用	177
实训 5 瑞星杀毒软件安装与配置	180
本章小结	180
思考与练习	181

第 6 章 计算机软件系统的维护

6.1 操作系统的类型和修复	183
6.1.1 操作系统的类型	183
6.1.2 操作系统的修复	185
6.2 系统的备份与还原	186
6.2.1 使用 Ghost 备份系统分区	187
6.2.2 使用 Ghost 还原系统分区	189
6.3 数据的备份与还原	191
6.3.1 认识 FileGee	191
6.3.2 利用 FileGee 备份与还原数据	192
6.4 使用 FinalData 还原已丢失的数据	197
6.4.1 数据存储原理	197
6.4.2 利用 FinalData 恢复丢失的数据	198
本章小结	201
思考与练习	201

第 7 章 计算机连网

7.1 微机连网硬件设备	202
7.1.1 网卡与中继器	202
7.1.2 集线器与交换机	203
7.1.3 无线 AP	204

7.1.4 路由器	205
7.1.5 家庭宽带三合一路由猫	205
7.1.6 双绞线及其制作方法	206
7.2 Internet 接入技术	208
7.2.1 ADSL 技术	208
7.2.2 认识 ADSL 接入 Internet 的方式	208
7.2.3 ADSL Modem 的连接与配置 ...	208
7.2.4 Internet 接入方式的新发展——3G 上网	214
7.3 组建小型局域网	215
7.3.1 小型局域网简介	215
7.3.2 无线路由器的安装与设置 ...	217
7.3.3 无线网络的安全策略	218
7.3.4 恶意蹭网行为的检测	218
实训 6 家庭无线网的实现	220
本章小结	220
思考与练习	221

第 8 章 计算机硬件系统的维护与维修

8.1 计算机维修基础	222
8.1.1 电子元器件检测	222
8.1.2 焊接技术	227

8.1.3 计算机故障检测方法	231
8.1.4 计算机维修工具	233
8.1.5 计算机维修应遵循的基本原则	236
8.2 计算机主板常见故障和处理方法	236
8.2.1 主板简介	236
8.2.2 主板故障处理	238
8.3 鼠标、键盘等常见故障的分析处理	242
8.3.1 键盘常见故障	242
8.3.2 鼠标常见故障	243
8.4 分析解读开关电源电路	244
8.4.1 计算机开关电源工作原理 ...	244
8.4.2 开关电源的维修	246
8.4.3 开关电源常见故障实例	247
8.5 笔记本电脑常见故障与处理	248
8.5.1 笔记本电脑维修原则	248
8.5.2 拆装笔记本电脑技巧	249
8.5.3 常见故障与处理分析	252
本章小结	253
思考与练习	253

参考文献	256
------------	-----

第 1 章 微机系统概述



学习目标

- 了解电子数字计算机的发展历程
- 掌握计算机的基本运算方法和基本工作原理
- 能够正确区分微型计算机、大型机和巨型机
- 正确认识微机系统的组成



工作任务

- 电子数字计算机的研发与应用
- 电子数字计算机的工作原理
- CPU 的发展
- 微机系统的组成

1.1 计算机的发展历程

1946 年，电子数字计算机的诞生为人类开辟了一个崭新的时代，它使人类社会的经济政治生活发生了天翻地覆的变化，计算机所带来的高速信息时代被称为第三次工业革命。中国的计算机研发一直紧随国际前沿，民间应用则是在 1990 年以后，从对 286 机型的认识开始的。今天，在科学技术迅猛发展的推动下，计算机不再是科研机构 and 高等院校的贵重设备，已经遍及社会，惠及万家。

1.1.1 电子数字计算机的诞生

世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 诞生于 1946 年 2 月 14 日，由美国陆军军械部和宾夕法尼亚大学莫尔学院联合发布，如图 1—1 所示。ENIAC 是 Electronic Numerical Integrator And Computer（电子数字积分式计算机）的缩写，是世界上第一台通用计算机。

第二次世界大战进入关键时期，为美国陆军承担新型大威力火炮试验任务的“阿贝丁弹道研究实验室”，面临极其繁重的弹道计算任务，人工计算不仅效率低而且经常出错，数学家为计算弹道的各种复杂非线性方程组伤透了脑筋，美国陆军部希望能有一种快速计算设备来解决大批量数据的计算问题。

1942年8月，宾夕法尼亚大学莫尔学院的约翰·莫契利（John W. Mauchly，36岁）副教授建议用电子管为基本器件来制造高速运算的计算机。陆军军械部考察这个计划后，给予了48万美元的经费支持，并派青年数学家戈德斯坦中尉前往协助研究。1943年，莫契利、戈德斯坦和年仅24岁的硕士研究生埃克特（J. Prespen Eckert）组织了研究小组，全力投入研制，并为这台计算机起名为“电子数字积分式计算机”（Electronic Numerical Integrator And Computer）。在计算机研发过程中，莫契利是总设计师，主持机器的总体设计；埃克特是总工程师，负责解决复杂而困难的工程技术问题；戈德斯坦代表军方参与计算机的科研设计。

戈德斯坦在ENIAC的研发过程中，虚心向著名数学家冯·诺依曼先生求教，并将冯·诺依曼的设计思想“程序存储、顺序执行”体现在计算机的研制中。军方代表戈德斯坦中尉在科研组织方面表现出了杰出的才干。

经过三年紧张的工作，ENIAC终于在1946年2月14日问世了，它是世界上第一台电子管计算机。ENIAC使用了17 468只电子管，70 000只电阻，10 000只电容，占地167平方米，重量达30吨，耗电160千瓦，是一个名副其实的“庞然大物”。其运算速度比当时最好的机电式计算机快1 000倍，每秒可进行5 000次加法运算（而人最快的运算速度每秒仅5次加法运算）、357次乘法或38次除法运算，这样的速度在当时已经是人类智慧的最高水平。ENIAC还能进行平方和立方运算，计算正弦和余弦等三角函数的值及其他一些更为复杂的运算。

ENIAC的诞生，是计算机发展史上的一个里程碑，标志着电子数字计算机时代的到来。

1.1.2 计算机发展的几个阶段

ENIAC有着世界的先进性，但也有一些不尽如人意的地方。首当其冲的是“每次改变计算机的运算公式，都要按照电子线路的布线方案重新插接。”这一复杂的电路操作过程成为计算机普及应用的重大障碍。一直关注ENIAC研究的数学家冯·诺依曼先生，对此类问题提出了重大的改进理论，主要有两点：一是电子计算机应该以二进制为运算基础；二是电子计算机应采用“存储程序”方式工作。并且进一步明确指出了整个计算机系统的结构应由五个部分组成：运算器、控制器、存储器、输入装置和输出装置。冯·诺依曼这些理论的提出，解决了计算机的运算自动化和速度配合问题，对后来计算机的发展起到了决定性的作用。

ENIAC诞生后短短的几十年间，计算机的发展突飞猛进。主要电子器件相继使用了真空电子管、晶体管、中小规模集成电路，以及大规模、超大规模集成电路，推动了计算机的

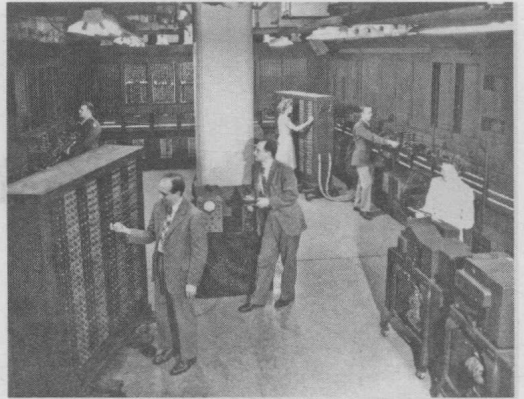


图 1—1 掀起第三次工业浪潮的 ENIAC

几次更新换代。计算机发展中的每次更新换代都使其体积和耗电量大大减少，功能大大增强，应用领域进一步拓宽。特别是体积小、价格低、功能强的微型计算机的出现，使得计算机迅速普及，进入办公室和家庭，在办公室自动化和多媒体应用方面发挥了很大的作用。目前，计算机的应用已扩展到社会的各个领域。

计算机的发展阶段依据所使用的电子元器件划分为以下几代：

1. 第一代（1946—1957 年）电子管计算机

第一代计算机的基本电子元件是电子管（如图 1—2 所示），内存储器采用水银延迟线，外存储器主要采用磁鼓、纸带、卡片、磁带等。由于当时电子技术的限制，运算速度只是每秒几千次到几万次基本运算，内存容量仅几千个字节。程序语言处于最低级阶段，主要使用二进制表示的机器语言编程，后来采用汇编语言进行程序设计。因此，第一代计算机体积大，耗电多，速度低，造价高，使用不便；主要局限于一些军事和科研部门进行科学计算。

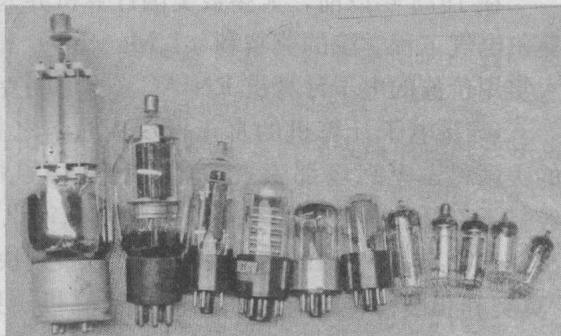


图 1—2 功能各异的电子管

2. 第二代（1958—1970 年）晶体管计算机

1948 年，美国贝尔实验室发明了晶体管，10 年后晶体管取代了计算机中的电子管，诞生了晶体管计算机。晶体管计算机的基本电子元件是晶体管，内存储器大量使用磁性材料制成的磁芯存储器。与第一代电子管计算机相比，晶体管计算机体积小，耗电少，成本低，逻辑功能强，使用方便，可靠性高。

3. 第三代（1963—1970 年）集成电路计算机

随着半导体技术的发展，1958 年夏，美国得克萨斯州仪器公司制成了第一个半导体集成电路。集成电路是在几平方毫米的基片上集中了几十个或上百个电子元件组成的逻辑电路。第三代集成电路计算机的基本电子元件是小规模集成电路和中规模集成电路，磁芯存储器进一步发展，并开始采用性能更好的半导体存储器，运算速度提高到每秒几十万次基本运算。由于采用了集成电路，第三代计算机各方面性能都有了极大提高：体积缩小，价格降低，功能增强，可靠性大大提高。

4. 第四代（1971 年至今）大规模集成电路计算机

随着集成了上千甚至上万个电子元件的大规模集成电路和超大规模集成电路的出现，电子计算机发展进入了第四代。第四代计算机的基本元件是大规模集成电路，甚至超大规模集成电路，集成度很高的半导体存储器替代了磁芯存储器，运算速度可达每秒几百万次，甚至上亿次基本运算。

5. 第五代计算机（研发目标）

未来计算机技术的发展潮流将是超高速、超小型、平行处理、智能化，计算机技术的飞速发展必将对整个社会变革产生推动作用。

1.1.3 计算机之父之争

究竟哪个是世界上第一台电子数字计算机？发明人是谁？大家对此多不了解，实际上世

界第一台电子数字计算机的发明者应该是美国人约翰·阿塔那索夫 (John V. Atanasoff, 1903—1995) 教授。

美国籍匈牙利裔科学家冯·诺依曼 (John Von Neumann, 1903—1957) 历来被誉为“电子计算机之父”。但是, 冯·诺依曼本人却亲手把“计算机之父”的桂冠转戴在英国科学家阿兰·图灵 (Alan M. Turing, 1912—1954) 头上。然而, 真正的“计算机之父”既不是冯·诺依曼, 也不是阿兰·图灵。

在 1973 年以前, 大多数美国计算机界人士认为, 电子计算机发明人是宾夕法尼亚大学莫尔电气工程学院的莫契利 (J. Mauchiy) 和埃科特 (P. Eckert), 因为他们是第一台具有很大实用价值的电子计算机 ENIAC (埃尼阿克) 的研制者。

谁是电子计算机的真正发明人? 与之相关的美国科学家阿塔那索夫、莫契利和埃科特曾经打了一场旷日持久的官司, 法院开庭审讯 135 次。1973 年 10 月 19 日, 法院当众宣布判决书: “莫契利和埃科特没有发明第一台计算机, 只是利用了阿塔那索夫发明中的构思。”理由是阿塔那索夫早在 1941 年, 就把他对电子计算机的思想告诉过 ENIAC 的发明人莫契利。

阿塔那索夫于 1939 年 10 月成功设计了历史上第一台电子计算机 ABC (Atanasoff-Berry-Computer), 如图 1—3 所示。

现在国际计算机界公认的事实是: 第一台电子计算机的真正的发明人是美国的约翰·文森特·阿塔那索夫, 他在国际计算机界被称为“电子计算机之父”。

虽然 ABC 比 ENIAC 早诞生几年, 但 ENIAC 的运算速度、设备规模、军事投入、社会影响, 以及对人类社会进步的促进作用, 意义深远、功不可没。

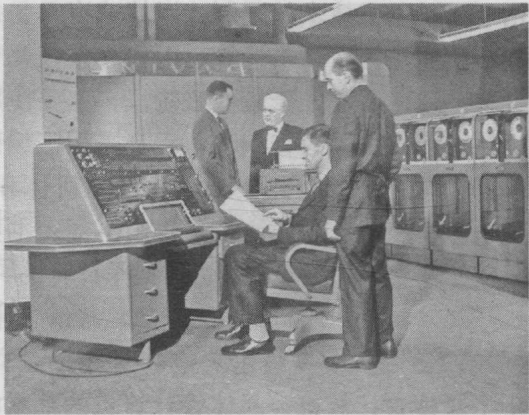


图 1—3 阿塔那索夫研制的 ABC 计算机



小资料: 日常生活中, 人们经常把计算机和计算器混为一谈, 其实两者是不同的数字电子设备。计算器一般用于财务运算, 具备加、减、乘、除四则运算功能, 部分较高档次的计算器还有数学函数运算功能。计算器的主要特点是体积微小、价格便宜、运算功能固化, 无用户编程的处理能力。

1.2 计算机工作原理

具有数值运算功能的机械或电子设备统称计算机, 譬如当今的电表、水表、里程表, 只不过它们属于机械运行方式、算法固定不变的计算设备。今天人们所说的计算机意指“含有 CPU、能够进行程序设计、具有现代信息通信功能的电子设备。”要真正理解电子数字计算机 (简称计算机、电脑) 的工作原理, 必须懂得二进制算法和数字逻辑电路。

电子数字计算机中的一切数据表示采用的是二进制, 人机交流中采用的是十六进制和高级语言, 因而学习数制与算法十分必要。

1.2.1 数制及数制转换

在计算机中,广泛采用的是只有“0”和“1”两个基本符号组成的二进制数,而不使用人们习惯的十进制数,原因如下:

(1) 二进制数在物理上最容易实现。例如,可以只用高、低两个电平表示1和0,也可以用脉冲的有无或者脉冲的正负极性表示它们。

(2) 二进制数的编码、计数、加减运算规则简单。

(3) 二进制数的两个符号1和0正好与逻辑命题的两个值“是”和“否”或“真”和“假”相对应,为计算机实现逻辑运算和程序中的逻辑判断提供了便利的条件。

在计算机信号处理的理论中,把声音、图像等模拟量信息,采集后变成离散化的数字量(0和1)。计算机系统经过采集、量化后才可以进行处理,经过数据压缩后才可以存储和传送。因此,信息的数字化是信息化社会的基础。

1. 数制基础

对于不同的数制,它们的共同特点是:

(1) 每一种数制都有固定的符号集:如十进制数制,其符号有十个:0, 1, 2, ..., 9; 二进制数制,其符号有两个:0和1。

(2) 其次都采用位置表示法:即处于不同位置的数符所代表的值不同,与它在位置的权值有关。

例如:十进制可表示为:

$$555.555 = 5 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2} + 5 \times 10^{-3}$$

上式具有普遍性。可以看出,各种进位计数制中的权的值恰好是基数的某次方幂。因此,对任何一种进位计数制表示的数都可以写出按其权展开的多项式之和,而任意一个r进制数转换为十进制数N的表达式为:

$$N_{10} = \sum_i^m D_i \times r^{i-1} + \sum_j^k D_j \times r^{-j} \quad (1-1)$$

式中对i求和的是整数部分,对j求和的是小数部分。 D_i 为该数制中第i位的数值, r^i 是第i位的权(或权值),r是基数,表示不同的进制数;m为整数部分的位数,k为小数部分的位数,小数部分的权值是负幂。“位权”和“基数”是进位计数制中的两个要素。

在二进位计数制中,是根据“逢二进一”的原则进行计数的。一般地,在基数为r的进位计数制中,是根据“逢r进一”或“逢基进一”的原则进行计数的。在计算机中,常用的有二进制、八进制和十六进制。其中,二进制用得最为广泛。

2. 数制转换

十进制转换为二进制,其整数部分和小数部分的转换方法不同。十进制转换为八进制或十六进制其方法类似,只是所取基数不同。

(1) 整数部分的转换(除二取余法或除基取余法)。

$(43)_{10} = (101011)_2$ (先余为低,后余为高)(演算竖式如图1-4所示)

(2) 小数部分的转换(乘二取整法或乘基取整法)。

$(0.3125)_{10} = (0.0101)_2$ (先取整为高,后取整为低)

十进制转换成二进制，其整数部分容易处理，而小数部分常出现转化位数很长或循环小数情况，一般保留 4 位或 8 位。（计算机中的进位制标识：二进制数——B，十进制数——D，十六进制数——H，例：1110B=14D=EH。）

3. 十六进制数

二进制数适合机器运行，但其缺点十分明显：书写冗长、易错、难记。所以一般用十六进制数或八进制数作为二进制数的缩写用于人机会话中。

二进制数与十六进制数间的转换十分容易，1 位十六进制数相当于 4 位二进制数。在书写和计算时，只需将每位十六进制数直接写成四位二进制数，然后依次排列起来即可。反之亦然，将二进制数从低位开始，每四位一组直接写成十六进制数即可（按 8421 码换算）。

【例 1.1】11010010B=D2H

解：二进制数：1101 0010 B

十六进制数： D H 2

【例 1.2】3C.A6H=00111100.10100110B

解：十六进制数： 3 C. A 6 H

二进制数： 0011 1100. 1010 0110 B

4. 计算机存储容量单位与二进制关系

存储容量的最小单位是“位”（bit），即保存一个二进制数值：0 或 1。存储容量的基本单位是字节 B（Byte）：1B=8bit，即一个字节为 8 位二进制数值。计算机编码中，数字、字母和符号等用 8 位二进制数表示，即存放时占用一个字节的空間。由于汉字信息量庞大（图形结构），需要用 2 个字节的编码来表示一个汉字。汉字和英文的区分并不复杂，英文字符的编码是在字节的最高位用 0 表示，而汉字的编码则是在字节的最高位用 1 表示。

5. 需要记忆的数值和公式

书中仅需记忆几个常数和—个简单公式，常数是衡量微机存储容量大小的几个值，如：

$$1\text{KB}=1024\text{B}=2^{10}\text{B} \quad 1\text{MB}=1024\text{KB}=2^{20}\text{B}$$

$$1\text{GB}=1024\text{MB}=2^{30}\text{B} \quad 1\text{TB}=1024\text{GB}=2^{40}\text{B}$$

要求记忆的公式为：

$$N=2^n$$

别看这个公式短小，计算机的所有规划和设计皆与该式有关。例如，目前计算机的内存一般为 1~2GB，硬盘一般采用 200TB，CPU 的一级缓存通常为 32KB，计算机主板的 PCI 扩展槽是 32 位，微软产品 Win 7 是 64 位操作系统等，这些数据都是以 2 为基数的 n 次方幂。另外，在日常的计算机用语中，人们常把计算机的存储单位“B”（字节）作为默认值而省略掉。

1.2.2 布尔代数

布尔代数是英国数学家 G. 布尔为了研究思维规律（逻辑学、数理逻辑），于 1847 年和 1854 年提出的数学模型。由于缺乏物理背景为科学研究提供依据，所以研究缓慢。到了 20 世纪 30—40 年代才有了新的进展。大约在 1935 年，M. H. 斯通首先指出布尔代数与环之间

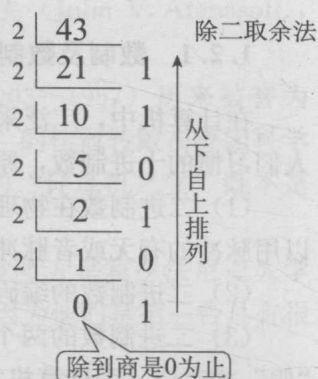


图 1—4 数制转换竖式

有明确的联系，他还得到了现在所谓的斯通表示定理：任意一个布尔代数一定同构于某个集上的一个集域；任意一个布尔代数也一定同构于某个拓扑空间的闭开代数等，这使布尔代数在理论上有了一定的发展。布尔代数在代数学（代数结构）、逻辑演算、集合论、拓扑空间理论、测度论、概率论、泛函分析等数学分支中均有应用，1967年以后，在数理逻辑的分支之一公理化集合论以及模型论的理论研究中，也起着一定的作用。近几十年来，布尔代数在自动化技术、电子计算机的逻辑设计等工程技术领域中有重要的应用。



数学家 G. 布尔

1. 布尔代数中的逻辑运算

布尔代数的一个相关主题是布尔逻辑，它可以被定义为是所有布尔代数所共有的东西。它由布尔代数的元素间永远成立的关系组成，而不管具体的那个布尔代数。因为逻辑门和某些电子电路的代数在形式上也是这样的，所以同在数理逻辑中一样，布尔逻辑也在工程和计算机科学中进行研究。

在布尔代数上的运算被称为 AND（与）、OR（或）和 NOT（非）。代数结构要使用布尔代数，这些运算的行为就必须和两元素的布尔代数一样（这两个元素是 TRUE（真）和 FALSE（假））。

两元素的布尔代数也在电子工程中用于电路设计。这里的 0 和 1 代表数字电路中一个位的两种不同状态，典型的是高和低电压。电路通过包含变量的表达式来描述，两个这种表达式对这些变量的所有值是等价的，当且仅当对应的电路有相同的输入/输出行为。此外，所有可能的输入/输出行为都可以使用合适的布尔表达式来建模。

2. 数字电路设计中的逻辑运算

计算机电路主要是开关电路，信号的传递和二进制算法吻合布尔代数中的逻辑运算。通过布尔代数运算可以化简电路的逻辑表达式，实现工程设计中的电路优化，节省成本，提高运算速度。

例如：有 A、B、C 三个变量，其关系式为： $F = \overline{AB} + \overline{C} + A\overline{C} + B$ 。如果用门电路实现上述运算，则需要两个非门、两个二与门、一个二或非门和一个三或门，电路较为复杂。运用布尔代数进行逻辑运算，化简后的逻辑电路仅需一个三或门。运用布尔代数定律化简公式，过程如下：

$$\begin{aligned} F &= \overline{AB} + \overline{C} + A\overline{C} + B \\ &= (\overline{A} + \overline{B}) + \overline{C} + A\overline{C} + B \\ &= \overline{A}\overline{C} + \overline{B}\overline{C} + A\overline{C} + B \\ &= B + C + \overline{A}\overline{C} + A\overline{C} \\ &= B + C + A + \overline{A}\overline{C} \\ &= A + B + C \end{aligned} \quad (1-2)$$

提示：逻辑表达式化简中多次运用“吸收率： $A + \overline{A}B = A + B$ ”。

3. 计算机设计简例：一位加法器

一位加法器如同人体细胞，无论是计算机始祖 ENIAC，还是今天的银河巨型机，一位

加法器是搭建计算机体系的最基本构件，学习和理解一位加法器十分必要。

一位加法器分为半加器和全加器，半加器只含 X、Y 两个本位二进制数之和，全加器还需计算低一位加法器送上的进位值 C。在微机装配与维护的知识范畴内，仅介绍半加器的电路设计方法，借以抛砖引玉。

根据二进制数相加的原则，得到半加器的真值表，如表 1—1 所列。

表 1—1 半加器的真值表

信号输入		信号输出	
X	Y	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

由真值表可分别写出和数 S，进位数 C 的逻辑表达式为：

$S = \overline{X}Y + X\overline{Y} = X \oplus Y$ (1—3)

$C = XY$ (1—4)

由此可见，式 (1—3) 是一个异或逻辑关系，可用一个异或门来实现；式 (1—4) 可用一个与门实现。半加器原理如图 1—5 所示。

运算器是计算机组成中五大功能部件之一，是 CPU 中的重要组成部分，最基本的操作是加法。一位半加器电路设计只是为了说明学习和研究的方法，计算机中的一位运算实际上是全加器。多数计算机采用并行处理，一次运算的数据可以是 8 位、16 位、32 位或 64 位，在电路设计上采用一位全加器的组合矩阵构成算术逻辑单元 (ALU)。



图 1—5 一位半加器逻辑电路

运算器由算术逻辑单元、累加器、状态寄存器、通用寄存器组等组成。算术逻辑运算单元的基本功能为加、减、乘、除四则运算，与、或、非、异或等逻辑操作，以及移位、求补等操作。计算机运行时，运算器的操作和操作种类由控制器决定。运算器处理的数据来自存储器；处理后的结果数据通常送回存储器，或暂时寄存在运算器中。

1.2.3 计算机中的数值表示和基本运算方法

计算机中参与运算的数有正负之分，计算机中的数的正负号也是用二进制表示的，规定 0 为正，1 为负，符号位放在数串的最高位（在计算机设计中，正负号也可以采用双符号位表示，规定 00 为正，11 为负）。用二进制数表示符号的数称为机器码，常用的机器码有原码、反码和补码。一个正数的原码、反码、补码都相同；一个负数的符号位、原码、反码、补码都相同，数值位原码不变、反码对数值均取反，补码则是在反码的基础上再补加 1。

假设机器能处理的数值位数为 8，即字长为 1B。除去 1 位符号位，剩余 7 位表示数值，则原码能表示数值的范围为 (−127~127) 共 256 个。有了数值的表示方法就可以对数进行算术运算。但是人们发现用带符号位的原码进行乘除运算时结果正确，而在加减运算时就出现了错误。数学家发现采用补码运算可以解决上述问题。

1. 补码运算的引入

数字式计算机设计引入补码运算的主要原因有三个：(1) 使符号位能与有效值部分一起参加运算，从而简化运算规则；(2) 负数的补码，与其对应正数的补码之间的转换可以用同一种方法——求补运算完成，简化硬件。(3) 使减法运算转换为加法运算，进一步简化计算机中运算器的电路设计。

学习原码、反码、补码的表示和运算方法，目的是深入理解计算机的工作原理。在计算机的实际应用中，所有这些转换都是在计算机的最底层（即计算机逻辑电路）自动进行的，而我们在汇编、C 语言等其他高级语言的编程中，使用的数值表示都是熟知的原码。

2. 补码加减法

运用补码能够将数值的减法运算转换为加法运算，这样在计算机系统设计中，一个加法器就能解决数学中的四则运算。减法运算采用补码方式转换成加法运算进行。乘法操作是以加法操作为基础的，由乘数的一位或几位译码控制逐次产生部分积，部分积相加得乘积。除法则又常以乘法为基础，即选定若干因子乘以除数，使它近似为 1，这些因子乘被除数则得商。虽然学习和研究这些算法较为困难、枯燥，但设计出高效运算电路后的实际运行却与用户无关，并且工作速度极快。

(1) 补码加法：

$$[X+Y]_{\text{补}} = [X]_{\text{补}} + [Y]_{\text{补}}$$

【例 1.3】 $X = +0110011$, $Y = -0101001$ ，求 $[X+Y]_{\text{补}}$

$$[X]_{\text{补}} = 0\ 0110011\ [Y]_{\text{补}} = 1\ 1010111$$

$$[X+Y]_{\text{补}} = [X]_{\text{补}} + [Y]_{\text{补}} = 0\ 0110011 + 1\ 1010111 = 0\ 0001010$$

两数值相加的运算竖式为：

$$\begin{array}{r} 0\ 0110011 \\ + 1\ 1010111 \\ \hline 1\ 0\ 0001010 \end{array}$$

注：因为计算机中运算器的位长是固定的，上述运算中产生的最高位进位将丢掉，所以运算结果的 8 位数值是 0 0001010。即， $X+Y$ 的真值是 $+0001010$ 。

(2) 补码减法：

$$[X-Y]_{\text{补}} = [X]_{\text{补}} - [Y]_{\text{补}} = [X]_{\text{补}} + [-Y]_{\text{补}}$$

其中 $[-Y]_{\text{补}}$ 称为负补，求负补的方法是：对补码的每一位（包括符号位）求反，最后末位加“1”。在硬件设计中，补码的获得是在电子线路上添加“非门”，在加法器送上一个进位值“1”而完成。

【例 1.4】 $X = +0111001$, $Y = +1001101$ ，求 $[X-Y]_{\text{补}}$

$$[X]_{\text{补}} = 0\ 0111001\ [Y]_{\text{补}} = 0\ 1001101\ [-Y]_{\text{补}} = 1\ 0110011$$

$$[X-Y]_{\text{补}} = [X]_{\text{补}} + [-Y]_{\text{补}} = 0\ 0111001 + 1\ 0110011 = 1\ 1101100$$

即， $X-Y$ 的真值是 $-001\ 0100$ 。（计算结果：1 1101100 是一个补码值。最高位的 1 是符号位，表示该数是一个负值；对补码值 1101100 再做补码运算得出真值：001 0100。）

1.3 CPU 的 40 年进展

微机是微型计算机（Micro Computer）的简称，是个人计算机（Personal Computer，