



21世纪高职高专规划教材

机械工业出版社精品教材

计算机应用基础

第2版

徐炳亭 主编



21 世纪高职高专规划教材
机械工业出版社精品教材

计算机应用基础

第 2 版

主 编	天津大学职教学院	徐炳亭	
副主编	天津大学职教学院	夏 军	吴子东
参 编	河北化工医药职业技术学院	曾 强	
	遵义职业技术学院	姚建波	
	渤海石油职业学院	孙中生	
	济宁职业技术学院	徐 峰	马新庆
	天狮职业技术学院	常振云	钱冬梅
	天津交通职业学院	李华霖	
	宁波职业技术学院	李宏铭	
	天津大学职教学院	那一沙	王 剑



机 械 工 业 出 版 社

本书是在 2001 年出版的《计算机应用基础》的基础上, 根据高等职业技术教学要求和计算机应用软件的发展, 按 Windows XP 与 Office XP 内容重新编写的。全书共 8 章, 内容包括计算机基础知识、Windows 操作系统、字处理软件 Word、电子表格处理软件 Excel、演示软件 PowerPoint、数据库管理系统 Access、Internet 与网络基础、计算机组装与维护, 每章后都配有一定数量的习题与操作练习。本书注意教学内容循序渐进, 概念和理论密切联系实际, 注重实际应用技巧和操作技能综合训练, 着力于促使学生触类旁通, 培养学生自学能力。本书语言简练、信息丰富、图文并茂, 便于教学及自学。

本书可以作为高等职业技术学院、高等学校专科、职工大学、业余大学、夜大学、函授大学、成人教育学院、远距离教育学院等大专层次的理工科类计算机基础的教材, 也可以作为广大自学者及工程技术人员自学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机应用基础/徐炳亨主编. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2005.5 (2006.10 重印)

21 世纪高职高专规划教材

ISBN 7-111-08358-X

I. 计… II. 徐… III. 电子计算机—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 02214 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 余茂祚

责任编辑: 余茂祚 版式设计: 冉晓华 责任校对: 姚培新

封面设计: 饶 薇 责任印制: 洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2006 年 10 月第 2 版·第 2 次印刷

184mm×260mm·25 印张·621 千字

42 001—47 000 册

定价: 37.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

编辑热线 (010) 68354423

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高职高专规划教材 编委会名单

编委会主任 王文斌 郝广发

编委会副主任 (按姓氏笔画为序)

马元兴	王茂元	王明耀	王胜利	王锡铭
田建敏	刘锡奇	杨文兰	杨 飒	李兴旺
李居参	杜建根	余元冠	沈国良	沈祖尧
陈丽能	陈瑞藻	张建华	茆有柏	徐铮颖
符宁平	焦 斌			

编委会委员 (按姓氏笔画为序)

王志伟	付丽华	成运花	曲昭仲	朱 强
齐从谦	许 展	李茂松	李学锋	李连邨
李超群	杨克玉	杨国祥	杨翠明	吴诗德
吴振彪	吴 锐	肖 琰	何志祥	何宝文
陈月波	陈江伟	张 波	武友德	周国良
宗序炎	俞庆生	恽达明	娄 洁	宴初宏
倪依纯	徐炳亭	唐志宏	崔 平	崔景茂

总 策 划 余茂祚

策划助理 于奇慧

第2版前言

首先感谢全国高职高专院校广大师生对2001年出版的《计算机应用基础》一书的青睐,该书经7次印刷,印数居机械工业出版社第一批(78种)21世纪高职高专系列教材的发行量前列,两次获机械工业出版社奖励。这些成绩极大地鼓舞编者再接再厉,继续编写好第2版《计算机应用基础》,努力为高职高专教育创精品教材。

计算机应用基础是高职高专学生学习后续课程的基础课,又是取得计算机等级证书的考试课,也是专升本考试的统考课,还是毕业后参加工作必备的基本技能,统筹考虑该课程的特点和任务,重点应在于巩固和扩充学生在中等教育中所接受的计算机基础知识、增强学生的计算机实际操作和解决实际问题应用问题的能力。本书是在不断总结高职高专教学实践和经验的基础上,结合计算机应用软件的发展,根据Windows XP与Office XP内容重新编写的。全书共8章,第1章以计算机基础知识作为开头,只是为了全书的逻辑完整,若学生已经掌握了这些知识就不用课堂讲授,可由学生复习或自学。Windows和Office是计算机应用基础的主要部分,但为了便于组织教学,将Windows基础部分放在第2章,而网络功能放在第7章,中间的第3~第6章分别介绍Office的Word、Excel、PowerPoint、Access等组件,实际上这些内容在中等教育阶段也有讲授。因此,本教材在内容处理上,除了直接升级为Windows XP和Office XP外,通过第3章以Word这一最为普及应用软件为典型进行了全面而深入的介绍,旨在对Office以及其他应用软件菜单系统的组织、功能的通用性和完备性,以及解决实际问题的灵活性等有更多的启发,希望能对Office的其他组件和其他应用软件举一反三、触类旁通。这样,在第4~第6章中不但省去了对Office其他组件其通用功能的笔墨,而且许多类似的操作过程也可从简叙述,突出的只是该组件的特色操作和特色功能,以及Office组件间的互操作性和综合应用,培养学生对应用软件的自学能力,使操作技能“立体化”。第8章计算机组装与维护主要兼顾计算机硬件知识,这样设计教材更符合循序渐进的教学规律和学以致用用的教学原则。希望高职院校的广大师生在利用本教材的教学过程中,注意本教材对这些内容的处理。

此外,将数据库管理系统Access作为第6章是本教材的特别推荐。本来数据库知识和操作就应该是计算机应用基础的内容,但是一般的计算机应用基础或计算机文化课教材均不涉及数据库内容,常常另外开设数据库管理系统课程,并且多以Fox系列(FoxBASE、FoxPro、VFP)为蓝本。诚然,Fox系列作为功能强大的数据库管理系统在我国比较普及,但Fox系列顾及与早期版本兼容性,又兼顾面向过程、面向对象编程技术,一般学习者颇感内容冗长、学习负担较重。而Access与VFP功能相近,它更能实现数据库中表之间的关系,又与Office软件包中的其他成员具有界面相似性和互操作性,作为教学不用增加更多的学时,学习者就可以触类旁通,反过来还对Office其他组件的学习再巩固与再扩展。Access具有网络、安全、单文件等优势,利用它开发的信息管理系统与企业现有的桌面办公平台可以实现无缝对接。Access正在受到用户的广泛应用,我国的计算机等级考试也已经将Access列入考试科目。此外,Office的学习,特别是Access的学习为其后学习Visual Basic程序设计、SQL Server

数据库等课程也是很有启发和引导作用的。

当前软件市场上,应用软件品类繁多,软件版本更新迅速。2000年2月微软发布的Windows 2000可以说是Windows NT安全技术和Windows 9x易用性的结合,至2001年10月则进一步推出Windows XP,XP为Experience(体验)的缩写,旨在给家庭和商业用户一种全新的体验,2003年4月又推出了Windows Server 2003,被誉为“迄今微软公司最强大的服务器操作系统”。作为教材应该紧跟软件的更新和发展,但考虑到社会上的普及应用、各学校计算机教学条件以及计算机等级考试等因素,还是选择了XP版作为本书的基点。相信学生在掌握了XP版本后,一定能够适应新版本功能的扩充和其他相近功能软件的使用。

使用本教材应该注意的是,在其编写过程中使用了文字叙述快捷方式和图片处理特别技术(详见其后《关于本书格式的说明》),希望能得到教师 and 学生的理解,并能尽快适应和掌握。正是利用了这些技术省去了冗长的文字叙述,避免了画面过于简单,难以图文对照或过于繁多而占用大量篇幅,从而使本教材语言简练、图文并茂,而信息量相当丰富,便于教学和自学。

由于本书便于自学,本书教学课时可以为96~128学时(含上机指导),各院校可根据实际情况决定内容的取舍或细分为2~3门课程,部分内容可以指定学生自学。比如,在讲授Word的基础上,对PowerPoint可以让学生自学教材制作幻灯片,由教师指导和总结;对Internet功能(WWW、Email、FTP、BBS、QQ等)也可只作示例简单介绍,学生会有兴趣自学和扩展教材的内容;Access可以另作为数据库管理系统课程讲授,利用本教材可以避免与Office其他组件重复的内容,并注意与Excel、Word内容的交互,故不会占用过多的学时;计算机组装与维护部分可以在学生自学和预习的基础上,通过几个演习实验进行介绍。

本书为了保证教材的质量,各章至少有两人负责,一人撰写,另一人核查,尽量减少文字和内容错误或对内容理解的差异。参加编写的人员有徐炳亭、夏军、吴子东、曾强、姚建波、孙中生、徐峰、常振云、马新庆、钱冬梅、李华霖、李宏铭、那一沙、王剑。天津大学职教学院徐炳亭教授提出了全书编写指导思想和总体构思及其具体编写提纲,负责全书统稿,夏军、吴子东负责部分书稿的审校和具体内容的调整与规范化工作。

需要指出的是由于本书所介绍的软件中的菜单或选项中个别用字欠规范(如“图像”、“通讯”、“其他”、“麦克风”、“帐户”等),故所形成的图片和正文用字有不一致的地方,请读者予以注意。另外,限于作者的水平,书中难免有错误和纰漏,恳请专家、同仁和广大读者批评指正,在此先致以谢意。

编 者

关于本书编写格式的说明

本书为便于教学和自学，尽量使内容简明扼要、图文对照，采用了文字叙述简捷方式和图片处理特别技术，特此说明如下：

1. 文字叙述简捷方式 本书充分利用计算机对文字的多种表现形式，省去了大量引号，并简捷叙述操作过程，从而使本书所包含的信息更为丰富。

(1) 专用词语用不同形式的文字而省略引号

1) 菜单名加底纹。如：文件、打开、快捷菜单的自定义、……。

2) 命令按钮加方框。如：确定、取消、关闭、下一步、……。

3) 工具按钮尽量用图标。如：、、正文 + 首行、……。

4) 一般对象名称加下划线。如：我的电脑窗口、其他格式工具栏、打开对话框、视图选项卡、文件名文本框、横排选项、……。

5) 引用章节及其标题加下划线。如：已在2.2.3帮助系统中介绍。

(2) 接续操作、前进路径或目标索取用星号。如：工具 * 选项 * 视图选项卡 * 窗口 * 垂直滚动条 (表示通过工具菜单打开选项对话框，选择视图选项卡中的窗口选项组的垂直滚动条选项)、……。

(3) 并列列表项间用竖线隔开，某项位置上内容变换用斜杠隔开。如：表格 * 选择 * 表格 | 列 | 行 | 单元格、窗口 * 拆分 / 取消拆分、 / 、……。

(4) 相同功能的操作作用括号并列。如： (文件 * 保存或 Ctrl + S)、 (编辑 * 粘贴或 Ctrl + V)、……。

(5) 直接引用操作结果。如：通过开始 * 控制面板 * 网络连接窗口的本地连接图标、利用文件 * 打开 * 工具栏 下拉菜单、在工具 * 选项 * 视图选项卡上、……。

(6) 在不致混淆的情况下一语双关。确定后退出、请参阅详细信息、也可直接添加、通过属性修改其参数设置、……。

2. 图片处理特别技术 为了在有限的空间表现更多的内容，图片信息量尽量丰富而所占幅面尽量小。

(1) 前后相关的图片尽量集中到一起，或分左右排列或分前后顺序叠加，而只作为一个图号给出题注；对向导系列对话框体现出现顺序进行叠加，而其关键内容尽量不遮掩；……。

(2) 图片的尺寸适度缩小，但关键内容能清楚可辨，与当时页面无关的内容尽量不要，如窗口中的状态栏、工具栏尽量精简或关闭，但并不是当时操作不需要。

(3) 图片窗口中的文档或图形编辑区尽量结合当时页面内容加些相关的文字或图片，注意在教学或自学中进行参考。

由于与一般的教材有以上不同，开始可能不太习惯，但是相信您很快就会习惯起来，并且您一定会体会到节约阅读时间、很快进入操作意境的喜悦。

目 录

第2版前言	
关于本书编写格式的说明	
第1章 计算机基础知识	1
1.1 计算机发展与应用	1
1.2 计数制与信息编码	3
1.3 计算机系统与多媒体基础	16
1.4 计算机病毒与防治	25
习题	27
第2章 Windows 操作系统	30
2.1 操作系统与 Windows	30
2.2 Windows 的基本操作	36
2.3 用户界面与操作	49
2.4 文件、程序与磁盘	59
2.5 实用应用软件	71
2.6 系统配置	79
习题	85
操作练习	89
第3章 字处理软件 Word	90
3.1 Office 简介	90
3.2 Word 概述	92
3.3 文件与窗口操作	99
3.4 文档内容输入	103
3.5 编辑文档内容	107
3.6 字符格式和段落格式	112
3.7 页与节	117
3.8 样式、模板和向导	121
3.9 表格	125
3.10 图形及图片	130
3.11 其他常用工具	145
习题	153
操作练习	157
第4章 电子表格处理软件 Excel	160
4.1 Excel 概述	160
4.2 数据输入技巧	163
4.3 公式与函数	166
4.4 编辑与管理	174
4.5 数据管理与汇总	180
4.6 数据分析	187
4.7 Excel 应用程序界面	203
习题	205
操作练习	209
第5章 演示软件 PowerPoint	212
5.1 PowerPoint 概述	212
5.2 效果设计	222
5.3 放映技术、打印与打包	235
习题	240
操作练习	242
第6章 数据库管理系统 Access	243
6.1 数据库管理系统与 Access 简介	243
6.2 数据库及其操作	253
6.3 表及其操作	259
6.4 查询	277
6.5 窗体和报表	289
习题	307
操作练习	308
第7章 Internet 与网络基础	309
7.1 Internet 概述	309
7.2 入网与上网	315
7.3 IE 浏览器使用和设置	320
7.4 用户间通信与交流	331
7.5 网络配置和资源共享	349
习题	353
操作练习	355
第8章 计算机组装与维护	357
8.1 计算机配件	357
8.2 计算机组装与设置	373

8.3 操作系统与应用软件	习题	388
安装	操作练习	390
8.4 计算机系统的维护	附录 ASCII 码编码表	391
380		
385		

第 1 章 计算机基础知识

本章不涉及计算机的操作，但却是计算机文化基础中最基本的常识，难点是二进制（及其运算）和编码部分，后续章节以及学习计算机语言和编程都会用到这些基本知识，至于计算机硬件及其组装、软件安装、计算机系统维护等基本知识留待第 8 章介绍。

1.1 计算机发展与应用

1.1.1 计算机的发展

数千年来，人类为减轻繁杂的计算劳动而不断探索，先后使用算盘、计算尺、手摇计算机等一系列计算工具，直至现在人们所用的电子计算机。电子计算机的奠基人当推英国科学家艾兰·图灵（Alan Mathison Turing）和美籍匈牙利科学家冯·诺依曼（John Von Neumann）。图灵在 1936 年提出了图灵机的理论模型，发展了可计算性理论。冯·诺依曼作为顾问参加了首台电子计算机研制，他首先提出了在电子计算机中存储程序的概念，从而确立了现代计算机的基本结构——冯·诺依曼结构（即电子计算机由控制器、运算器、存储器、输入和输出设备等 5 部分组成）。美国宾夕法尼亚大学教授莫奇莱（J.Mauchly）和他的学生埃克特（J.P.Eckert）等人经过近 3 年的研制，于 1946 年 2 月 15 日推出了世界首台电子计算机——ENIAC（Electronic Numerical Integrator And Computer，即电子数值积分计算机），该机共使用 1.8 万支电子管，占地 170m²，重 30t，每秒可运算加法 5000 次，乘法 56 次。

电子计算机是人类科学技术上的重大突破，是 20 世纪最重要的发明之一。它是一种高度自动化的、以计算和程序存储以及顺序执行为特征的、对各种数字化信息进行高速处理的电子设备。它的出现有力地推动了其他科学技术的发展，使人们从大量繁重、复杂的脑力劳动中解放出来，可以说计算机就是人类大脑的延伸，故电子计算机又有“电脑”之称。

电子计算机的发展通常以构成计算机的电子器件的不断更新为标志，计算机已经经历了电子管、晶体管、集成电路、超大规模集成电路四代（见表 1-1），首台晶体管计算机和首台集成电路计算机（System/360）都是美国 IBM 公司率先推出的。目前正在研究开发智能型计算机，即具有人的某些智能，如理解能力、适应能力和思维能力等，其系统结构将突破传统的冯·诺依曼机器的概念，实现高度并行处理，其计算机器件或许是超导的，也或许是生物的，故不沿用第五代、第六代计算机之称，而称为新一代计算机或未来型计算机。

表 1-1 各代计算机发展概况

时 代	第 一 代	第 二 代	第 三 代	第 四 代
年代	1946 ~ 1958 年	1959 ~ 1964 年	1965 ~ 1970 年	1971 年至今
电子器件	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
主存储器	磁心、磁鼓	磁心、磁鼓	磁心、磁鼓、半导体存储器	半导体存储器
辅助存储器	磁带、磁鼓	磁带、磁鼓、磁盘	磁带、磁鼓、磁盘	磁带、磁盘、光盘
运算速度	5 000 次/s	几十万至百万次/s	百万至几百万次/s	几百万至几亿次/s

计算机更新换代还表现在速度不断提高、体积缩小、成本降低、可靠性增强。这种发展速度是其他行业所无法比拟的。根据计算机的性能指标，如运算速度、存储容量、功能强弱、规模大小，以及软件系统的配套程度，一般将计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机五大类。现在计算机主要朝着两个方面发展：一方面朝着巨型机、大型机方向发展，速度快，功能强，主要用于军事、科研等部门，以适应其在高科技领域的发展；另一方面向着微型机方向发展，其体积小，价格低廉，使用灵活，从而使其应用范围扩大到社会生产、生活的各个领域，占有了广大市场。本书主要介绍的就是关于微型计算机方面的知识。

微型计算机 (Micro Computer)，简称微机，又称 PC (Personal Computer，个人计算机) 出现于 20 世纪 70 年代。它的出现和发展具有划时代的意义。相对于传统计算机而言，微机具有体积小、重量轻、功耗低、价格廉、可靠性高、环境要求低、易学易用等一系列优点，因此获得了极广泛的应用和发展，微型计算机产业已成为计算机工业的支柱产业。

PC 机是随着集成电路集成度不断提高和微处理器的出现而产生的。微机开发的先驱是两个青年工程师——美国英特尔 (Intel) 公司的霍夫 (Hoff) 和意大利的弗金 (Fagin)。霍夫首先提出了可编程序通用计算机的设想，即把计算机的全部电路放在 4 个集成电路芯片上。这个设想首先由弗金于 1971 年 11 月实现，他在 $4.2\text{mm} \times 3.2\text{mm}$ 的硅片上集成了 2 250 个晶体管，构成了 CPU (Central Processing Unit，中央处理器)，即 4 位微处理器 Intel 4004，再加上寄存器、随机存取存储器和只读存储器，通过总线连接就构成了 4 位微机。

对集成电路构成的 CPU，人们又习惯上称之为微处理器 (Micro Processor)，它是将传统的运算器和控制器集成在一块大规模或超大规模集成电路芯片上形成的。以微处理器为核心，再加上内存和接口芯片，便构成了微机。微机的产生和发展，完全得益于微电子学和超大规模集成电路的发展。微机仍属于计算机的第四代产品，但由不同规模的集成电路构成的微处理器，又形成了微型计算机的多个发展阶段。微机的升级换代，通常是按其 CPU 的集成度、字长 (即一次能处理的二进制数的位数) 和主频划分的：CPU 由开始的集成度为几千个晶体管一直到现在 10 亿个以上晶体管；字长分别经历了 4 位、8 位、16 位、32 位，一直到最近推出的 64 位；主频由开始的几兆赫 (MHz)，一直到几十亿赫 (GHz)。对 CPU 的进一步了解可以参看 8.1.2 CPU 一节的内容。

1.1.2 计算机的应用领域

计算机不但具有高速运算能力、逻辑分析和判断能力、海量的存储能力，同时还有快速、准确、通用等特性，使其能够部分代替人类的脑力劳动，可以大大提高工作效率。目前，电子计算机的应用可以说已经进入了人类社会的各个领域。

1. 数值计算 也称科学计算。主要涉及复杂的数学问题。在这类计算中，计算的系数、常数和条件比较多，具有计算量大、计算过程繁杂、计算精度要求高等特点。在工业、农业和其他领域的现代化建设和科学研究中，都离不开计算机的科学计算。尤其在尖端科学领域里极其重要，例如宇宙火箭、人造卫星、宇宙飞船的研究设计和发射，其空间飞行器从发射到进入空间轨道、跟踪观测，以及卫星的准确回收，都离不开计算机的精确计算。

2. 数据处理 也称事务处理，泛指非科技工程方面的所有形式的数据资料的计算、管理和处理。它与数值计算不同，它不涉及复杂的数学问题，只是处理的数据量大、时间性强。例如人事管理、生产管理、库存管理、金融业务处理、财务管理、电子商务、情报信息

检索、图书资料以及报表统计等都属于这方面的应用。

3. 自动控制 也称实时控制,是指不需要人工干预的控制。它利用以计算机为核心的控制系统自动接收、采集生产或控制过程的各种物理参数,按最佳方案对被控制对象进行自动控制或自动调节,或对其监视报警、自动停启。自动控制在许多领域得到应用,例如,在机械工业方面,用计算机控制机床、控制整个生产线以至整个车间和整个工厂。此外还有电力系统的自动控制,环境保护的监测系统,化工、冶金及导弹、人造卫星和宇宙飞船的控制等。

4. 计算机辅助系统 计算机辅助系统包括:

CAD (Computer Aided Design, 计算机辅助设计)。是指利用计算机系统辅助设计人员进行工程或产品设计,以实现最佳设计效果。它已广泛地应用于宇航、飞机、汽车、机械、电子、建筑、轻工等领域。CAD 技术不仅提高了设计速度,而且大大的提高了设计质量。

CAM (Computer Aided Manufacturing, 计算机辅助制造)。是指使用计算机系统计划、管理和控制加工设备的操作等。它可提高产品质量、降低成本、缩短生产周期、提高生产率和改善制造人员的工作条件。

CAI (Computer Aided Instruction, 计算机辅助教学)、CAL (Computer Aided Learning, 计算机辅助学习)。是指利用计算机来辅助教师教学、辅助学生学习的自动系统。它将教学内容、教学方法以及学生的学习情况存储于计算机内。它使教学内容生动,形象逼真,可以模拟、演示一些难做的实验和场景。通过交互方式帮助学生自学、自测,引导学生循序渐进地学习,使学生能够轻松自如地从课件中学习所需要的知识。

5. 多媒体技术 是计算机技术、通信技术和音像技术相互结合的产物。它是集文字、声音、图形、图像、动画及影像等各种信息于一体的信息处理技术。近几年来,多媒体技术已在计算机的应用领域中被广泛使用。多媒体技术以其强大的生命力在计算机领域逐渐形成新潮流,它的应用已深入到了教育、艺术、娱乐、旅游、出版、通信及互联网等领域。

6. 计算机网络 计算机网络技术是计算机技术与通信技术的结合。计算机网络按分布范围分为局域网、城域网、广域网。而 Internet (也称互联网) 将分布在不同地理位置上无数局域网和广域网及有独立功能的各种计算机、终端及辅助设备由通信线路连接起来,形成当今世界上规模最大、功能超强的计算机网络,实现了相互通信及资源共享。互联网的出现,开辟了计算机使用的新领域,可以说通过互联网真正做到了“秀才不出门,便知天下事”。Internet 的主要功能就是环球信息网 (WWW, 简称 3W)、电子邮件 (E-mail)、远程登录 (Telnet)、文件传输 (FTP)、电子公告牌 (BBS)、即时通信等,这些内容将在第 7 章中展开介绍。

1.2 计数制与信息编码

1.2.1 计算机内部采用二进制数

尽管计算机可以处理各种数据和信息,包括常用的十进制数据,但计算机内部使用的最基本的数据和信息却只有 0 和 1,即计算机内部使用的是二进制数。这是因为:

1. 物理器件易于实现 由于二进制数只有 0 和 1 两个数字,因此完全可以用物理器件的两种稳定状态来表示,例如氖灯的亮和灭、继电器的闭合和断开、晶体管的导通和截止等。只要规定其中一个状态为 1,另一个状态则为 0,就可以用来表示二进制数。而若想找到十

种稳定状态的元器件却是很困难的。

2. 运算规则简单 十进制数作加法运算时也有几十种不同情况, 作乘法运算时需要用九九口诀表, 若用电子线路来实现, 其运算器的结构将会相当庞大, 控制线路相当复杂。二进制数运算不但其规则简单, 而且相应的运算线路也很简单:

1) 加法法则。 $0+0=0$, $0+1=1$, $1+0=1$, $1+1=10$ 。

2) 乘法法则。 $0\times 0=0$, $0\times 1=0$, $1\times 0=0$, $1\times 1=1$ 。

3. 便于实现逻辑运算 计算机不仅要作算术运算, 还要作逻辑运算。由逻辑代数可知, 基本逻辑运算有与、或、非三种情况, 而逻辑值只有“真”和“假”两种情况, 完全可以用 0 和 1 表示。这样, 利用二进制很容易实现逻辑运算。

4. 使用器件少 根据数学推导证明, 当 $n=e$ (自然数) $=2.718\cdots$ 时, 表示同样信息量所使用的设备量是最少的。 e 介于整数 2 和 3 之间, 由于三值元件比二值元件少得多, 这也是机器内主要采用二进制的道理所在。

总之, 使用二进制编码形式具有可行性、简易性、逻辑性和可靠性等优点, 因此, 二进制应用于计算机是必然结果。但二进制计数书写冗长、不便阅读和记忆, 为此约简为八进制或十六进制。学习计算机就需要熟练地掌握这些进位计数制和它们之间的换算关系。

1.2.2 进位计数制

在人类的生活中, 人们习惯于使用十进制数, 但是, 也常常遇到其他进制的数。例如, 1 年为 12 个月, 采用的是 12 进制; 1 天为 24h, 采用的是 24 进制; 1h 为 60min, 1min 为 60s, 采用的是 60 进制; 鞋两只一双, 手套两只一副, 采用的就是二进制。

1. 十进制数 在日常生活中, 所用数字一般为十进制数字, 如:

$$168.59 = 1 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 9 \times 10^{-2}$$

这里 10^2 、 10^1 、 10^0 、 10^{-1} 、 10^{-2} 称为位权数, 而底数 10 称为计数制的基数, 以 10 为基数的计数制叫做十进制 (Decimal)。1、6、8、5、9 在等式左方就是数码, 而在等式右边就是位权的系数。十进制需要十个不同的数码, 即 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9, 作为位权的系数, 超过 9 就逢 10 进 1, 进到上一位, 上一位位权系数加 1。

不同进制其基数 (设为 N) 不同, 它既指出了进位制为 N , 也指出这种进制所用不同数码 d 为 N 个, 即 $d=0, \cdots, N-1$, 每位上数字计满 N 就向高位进 1, 即“逢 N 进 1”。数码 d 在不同的位上 (设位置为 n) 其位权 (设为 N^n) 不同。由于个位位权为 1, 即 $N^0 = 1$, 则 $n=0$, 因此以个位为基准则以 $n=0$ 计算位置。整数位位置数 n 自右向左递增, 分别为 0、1、 $\cdots$; 小数位自左向右递减, 依次为 -1 、 -2 、 $\cdots$ 。对于具有 n 位整数和 m 位小数的数 X , 实际上最高位为第 $n-1$ 位, 其数值应为 $d_{n-1}N^{n-1}$, 以下类推, 则可以将 X 写成按位权展开的多项式之和:

$$X = d_{n-1}N^{n-1} + d_{n-2}N^{n-2} + \cdots + d_1N^1 + d_0N^0 + d_{-1}N^{-1} + \cdots + d_{-m}N^{-m}$$

该式就是形如 $(d_{n-1}d_{n-2}\cdots d_1d_0.d_{-1}\cdots d_{-m})_N$ 的非十进制数转换为十进制数的基本公式。

2. 二进制数 基数 $N=2$, 数码只有 0、1, 采用逢 2 进 1。数码在不同的数位所代表的值也是不同的, 各位数的权是 2^n 。为了与十进制相区别, 一般对二进制数加下标注明或在其后加字母 B (Binary)。例如:

$$(10110.1)_2 = 10110.1B = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} = 22.5$$

3. 八进制数 基数 $N=8$ ，数码可取 0, 1, 2, ..., 7。采用逢 8 进 1。各位数的权是 8^n 。为了与十进制相区别，一般对八进制数加下标注明或在其后加字母 Q (Octal, 为区别于数字 0, 而用 Q)。例如：

$$(751.64)_8 = 751.64Q = 7 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 1 \times 8^0 + 6 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2} = 489.8125$$

4. 十六进制数 基数 $N=16$ ，数码需要有 16 个，除 0, 1, 2, ..., 9 外，再加上 A、B、C、D、E、F (分别表示 10、11、12、13、14、15)，采用逢 16 进 1。各位数的权是 16^n 。对 16 进制数应加下标注明或在其后加字母 H (Hexadecimal) 以区别十进制数。例如：

$$(2AF)_{16} = 2AFH = 2 \times 16^2 + A \times 16^1 + F \times 16^0 = 2 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 15 \times 16^0 = 687$$

根据以上规则很容易写出十进制、二进制、八进制、十六进制之间的对应规则，见表 1-2。

表 1-2 各种进制数码对应表

十进制	二进制	八进制	十六进制	十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0000	00	0	8	1000	10	8
1	0001	01	1	9	1001	11	9
2	0010	02	2	10	1010	12	A
3	0011	03	3	11	1011	13	B
4	0100	04	4	12	1100	14	C
5	0101	05	5	13	1101	15	D
6	0110	06	6	14	1110	16	E
7	0111	07	7	15	1111	17	F

1.2.3 不同数制间的换算

不同数制之间的转换，实质上是基数间的转换。

1. 非十进制数转换为十进制数 利用前述转换公式，将数的各位按权展开后求和即可。

例：将 $(1011.101)_2$ 、 $(473.52)_8$ 和 $(32CF.4B)_{16}$ 分别转换为十进制数。

$$\begin{aligned} (1011.101)_2 &= 1011.101B = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 8 + 0 + 2 + 1 + 0.5 + 0 + 0.125 = 11.625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (473.52)_8 &= 473.52Q = 4 \times 8^2 + 7 \times 8^1 + 3 \times 8^0 + 5 \times 8^{-1} + 2 \times 8^{-2} \\ &= 256 + 56 + 3 + 0.625 + 0.03125 = 315.65625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (32CF.4B)_{16} &= 32CF.4BH = 3 \times 16^3 + 2 \times 16^2 + 12 \times 16^1 + 15 \times 16^0 + 4 \times 16^{-1} + 11 \times 16^{-2} \\ &= 12288 + 512 + 192 + 15 + 0.25 + 0.04296875 = 13007.29296875 \end{aligned}$$

2. 十进制数转换为非十进制数 应将十进制数整数部分和小数部分分别转换，整数部分采用“除 N 取余”，先得的余数为低位，后得的余数为高位；小数部分采用“乘 N 取整”，先得的整数为高位，后得的整数为低位。

例：将十进制数 121.8125 和 687.5 分别转换为二进制数和十六进制数。

2	121	余 1	低位	0.8125		
2	60	余 0		$\times 2$		
2	30	余 0		0.6250	取整 1	高位
2	15	余 1		$\times 2$		
2	7	余 1		0.2500	取整 1	
2	3	余 1		$\times 2$		
	1	余 1	高位	0.5000	取整 0	
				$\times 2$		
				0.0000	取整 1	低位

即 $121.8125 = (1111001.1101)_2 = 1111001.1101\text{B}$

16	687	余 15 = F	0.5
16	42	余 10 = A	$\times 16$
	2	余 2	8.0 取整 8

即 $687.5 = (2\text{AF}.8)_{16} = 2\text{AF}.8\text{H}$

对小数取用若干位后,若余数仍不为 0,可以在取到一定位数后,将余数舍掉即可。

3. 二进制数转换为 2^n 进制数 应以小数点为界,对该二进制数进行分组,整数部分从右到左,小数部分从左到右,每 n 位划为一组(若小数中最后一组不足 n 位时,用 0 补足到 n 位),然后将每组的 n 位二进制数转换为 1 位 2^n 进制数(可参考表 1-2 进行),按序组合即可。

例:将二进制数 1010111011.0010111 分别转换为八 (2^3) 进制数和十六 (2^4) 进制数。

1	010	111	011	.	001	011	100	10	1011	1011	.	0010	1110
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	2	7	3	.	1	3	4	2	B	B	.	2	E

即 $(1010111011.0010111)_2 = (1273.134)_8 = 1273.134\text{Q} = (2\text{BB}.2\text{E})_{16} = 2\text{BB}.2\text{EH}$

4. 2^n 进制数转换为二进制数 将每 1 位 2^n 进制数用 n 位二进制数展开即可(可参考表 1-2 进行)。

例:将八 (2^3) 进制数 314.526Q 和 16 (2^4) 进制数 3AFE.4AH 分别转换为二进制数。

3	1	4	.	5	2	6	3	A	F	E	.	4	A
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
11	001	100	.	101	010	110	11	1010	1111	1110	.	0100	1010

即 $(314.526)_8 = (11001100.10101011)_2 = 11001100.10101011\text{B}$

$(3\text{AFE}.4\text{A})_{16} = (11101011111110.0100101)_2 = 11101011111110.0100101\text{B}$

1.2.4 算术运算与逻辑运算

在计算机内部将存储器的每 8 个二进制位组合为一个存储单元,这种存储单元称为字节(Byte),字节是计算机内、外存间交换信息的最小单位。通常计算机内存按字节编址,每个存储单元都有一个编号,即地址,也以二进制数表示,称为地址码(注意地址码和其中存储内容的区别)。CPU 对内部存储器的读写都是通过地址进行的,通常是将某地址开始的若干

字节作为一个字 (Word) 存入 (写) 或取出 (读)。一个字所含的二进制位数即为通常所说的字长, 字长为 8 位的计算机即指其 CPU 一次可读写一个字节, 而字长为 32 位的一次可读写 4 个字节。在运算器中数的运算和存储都是以二进制进行的, 而所有运算可归结为算术运算和逻辑运算。

1. 算术运算 算术运算包括加、减、乘、除, 而基本运算就是加、减。

(1) 加法: 二进制加法的规则为 $0+0=0$, $0+1=1$, $1+0=1$, $1+1=10$ 。

例: $(1101)_2 + (1011)_2 = ?$

$$\begin{array}{r}
 \text{进位} \quad 1111 \\
 \text{被加数} \quad 1101 \\
 \text{加数} + \quad 1011 \\
 \hline
 \text{和} \quad 11000
 \end{array}$$

即 $(1101)_2 + (1011)_2 = (11000)_2$ 或 $1101\text{B} + 1011\text{B} = 11000\text{B}$ 。

可见, 两个二进制数相加时, 每位有 3 个数参加运算, 即相加的两个数和低位的进位, 按二进制的加法规则得到本位的和以及向高位的进位。

(2) 减法: 二进制减法的规则为 $0-0=0$, $1-1=0$, $1-0=1$, $0-1=1$ (有借位)。

例: $(1000100)_2 - (100101)_2 = ?$

$$\begin{array}{r}
 \text{被减数} \quad 1000100 \\
 \text{借位} \quad 0111111 \\
 \text{借位后的被减数} \quad 0000101 \\
 \text{减数} \quad -0100101 \\
 \hline
 0011111
 \end{array}$$


即 $(1000100)_2 - (100101)_2 = (11111)_2$ 或 $1000100\text{B} - 100101\text{B} = 11111\text{B}$ 。

与加法类似, 被减数化为借位和借位后的被减数, 每一位则是借位、借位后的被减数与减数的对应位进行运算。

(3) 乘法: 二进制乘法的规则为 $0 \times 0 = 0$, $0 \times 1 = 0$, $1 \times 0 = 0$, $1 \times 1 = 1$ 。这个规则更为简单, 只有当两个 1 相乘时积才为 1, 否则积为 0。

例: $(1011)_2 \times (101)_2 = ?$

$$\begin{array}{r}
 \text{被乘数} \quad 1011 \\
 \text{乘数} \quad \times 0101 \\
 \hline
 1011 \\
 0000 \\
 + 1011 \\
 \hline
 110111
 \end{array}$$

即 $(1011)_2 \times (101)_2 = (110111)_2$ 或 $1011\text{B} \times 101\text{B} = 110111\text{B}$ 。

可用乘数的每一位去乘被乘数, 乘得的中间结果的最低有效位与相应的乘数位对齐。若乘数位为 1, 所得的中间结果即为被乘数; 若乘数位为 0, 则中间结果为 0。最后把这些中间结果一起加起来, 即可得乘积。这样计算就会出现多个数相加的局面, 中间可能出现多次多位进位, 不便于在机器中实现。为此, 采用部分积 (即乘数低位与被乘数的乘积之和) 右移的办法来实现, 其过程如下:

被乘数	乘数	部分积
1 0 1	1 0 1 1	0 0 0 0 (起始准备)
乘数右起 最低位为 1 (则加被乘数)		+ 1 0 1 1
部分积右移 (即左侧加 0)		0 1 0 1 1
乘数为 0 (则只将部分积右移)		0 0 1 0 1 1
乘数为 1 (则再加被乘数)		+ 1 0 1 1
		1 1 0 1 1 1

其实部分积右移和通常的每一位乘积左移对齐道理是一样的，这里只是考虑当乘数位为 1 时部分积与被乘数左对齐相加，并将和（即部分积）右移 1 位（实际上左侧加 0），而乘数位为 0 时，仅右移 1 位即可（实际上仅左侧加 0）。

(4) 除法：除法是乘法的逆运算。与十进制除法类似，从被除数的最高位开始检查，并定出需要超过除数的位数。找到这个位时商记 1，从被除数中减去除数得余数。再用余数继续做下去，如果余数不能减去除数（不够减）则商 0，若余数够减则商 1。如此再用余数继续求商的下一位，直到余数为 0 或可以舍去不计。

例：(100100.01)₂ ÷ (101)₂ = ?

计算过程如左。

即 (100100.01)₂ ÷ (101)₂ = (111.01)₂

或 100100.01B ÷ 101B = 111.01B

2. 基本逻辑运算 计算机中的信息均以二进制形式表示，只有 1 和 0 两种可能值。若用 1 和 0 分别表示“有”和“无”、“是”和“非”、“真”和“假”，则这种量就称为逻辑量。描述逻辑变量关系的函数称为逻辑函数，实现逻辑函数的电路称为逻辑电路，实现逻辑变量之间的运算称为逻辑运算。

逻辑运算是逻辑代数的研究内容，也是计算机应具有的基本操作。计算机的逻辑运算与算术运算的主要区别是：逻辑运算的操作数都是在对应位上进行的，位与位之间没有进位和借位的问题，某位的运算结果也是一位数字（0 和 1）。

逻辑运算有 6 种：逻辑乘（又称“与”）、逻辑加（又称“或”）、逻辑否（又称“非”）、逻辑异或、逻辑等于、逻辑蕴含，其运算符一般用 AND（也可用 ∧）、OR（也可用 ∨）、NOT（也可在变量上加横线）、XOR、EQV、IMP 表示，其中前 3 种运算是常见的。设 A、B 为逻辑变量，它们的运算规则见表 1-3。

表 1-3 逻辑运算规则

A	B	A AND B	A OR B	A XOR B	NOT A	A EQV B	A IMP B
		A ∧ B	A ∨ B		$\overline{A}$		
0	0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	1	0	0	0
1	1	1	1	0	0	1	1