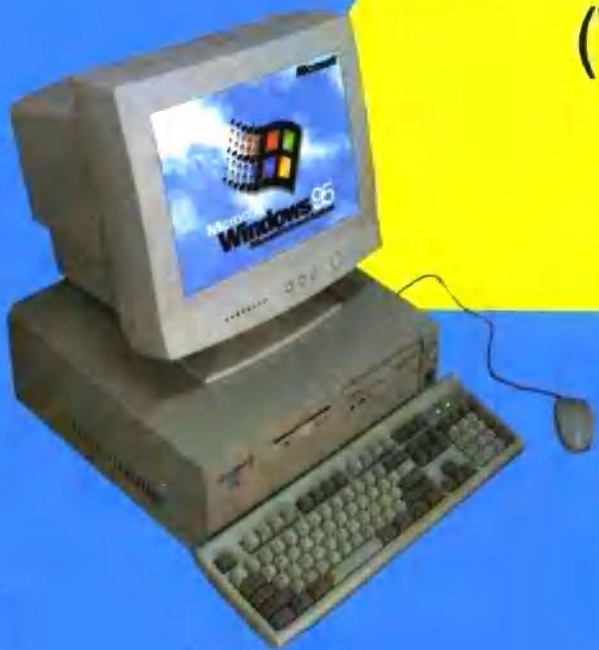
新大纲

全国计算机等级考试新大纲配套教材
全国计算机等级考试电视教学用书
中国计算机函授学院图书编写中心

# 全国计算机等级考试教程(一级)

## ——基础知识与操作技术

## (Windows环境)



牛允鹏　主编

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL:http//www.phei.com.cn

全国计算机等级考试新大纲配套教材
全国计算机等级考试电视教学用书
中国计算机函授学院图书编写中心

# 全国计算机等级考试教程(一级)

## ——基础知识与操作技术(Windows 环境)

牛允鹏　主编

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

## 内容简介

本书是根据1998年国家新公布的全国计算机等级考试一级考试大纲(Windows环境)编写的电视教学用书。内容包括计算机基础知识、Windows 95操作系统，字表处理软件Word、数据库系统FoxPro for Windows以及计算机网络初步知识和Internet的操作与使用。

本书语言生动、图文并茂，在内容上紧扣一级新的考试大纲，同时在基础部分兼顾了二级考试的内容。本书不仅可作为计算机等级考试教材，也适合于成人自学和各类培训班使用。


书　　名：全国计算机等级考试教程(一级)—基础知识与操作技术(Windows环境)

编　　者：牛允鹏　胡学联　张宁　迟成文

责任编辑：吴金生

排版制作：中国计算机函授学院照排室

印 刷 者：北京四季青印刷厂

装 订 者：河北涿州桃园装订厂

出版发行：电子工业出版社出版、发行

北京市海淀区万寿路173信箱　邮编　100036　发行部电话 68214070

URL：http://www.phei.com.cn

经　　销：各地新华书店经销

开　　本：787×1092 1/16　印张：19.75　字数：474千字

版　　次：1999年2月第1版　1999年2月第1次印刷

书　　号：ISBN 7-5053-5052-8 / TP·2521

定　　价：25.00元

# 前　言

国家教育部考试中心于1998年正式公布了新的全国计算机等级考试大纲。新大纲与1994年公布的、已经实施了五年多的原等级考试大纲相比，最重要的变化是：一级考试分成DOS和Windows两个平台；二级考试增加了Windows有关内容和基本操作。

从当前现状看，Windows已经成为事实上的PC机的主流操作系统，它的多任务机制、基于图形的人机接口、一致的用户界面以及对多媒体和网络通信的强有力的支持等特点，已经使愈来愈多的用户从使用DOS过渡到Windows上来。应该说等级考试大纲这一变化更能反映当前计算机与软件技术的应用实际，更能促进等级考试健康地向前发展。

本书就是根据新的"一级考试大纲(Windows环境)"编写而成的Windows环境下的《全国计算机等级考试教程(一级)》。内容包括：计算机基础知识、Windows操作系统、字表处理软件Word、数据库系统FoxPro for Windows、计算机网络和因特网的初步知识。每章后附有大量习题并配有答案，以利读者掌握知识点，自我测试。

编者根据多年从事计算机普及教育的经验，针对成人自学和电视教学的特点，严格按照考试大纲合理地组织内容，在保证知识性和系统性前提下，突出可读性和实用性，从而使本书不仅适合于等级考试，同时也是一本可供实际使用的参考手册。

考虑到二级等级考试允许应试者在QBASIC、FORTRAN、PASCAL、C和FOXBASE中任选一种，而基础知识和数据库知识部分的要求却是共同的，为避免重复，本书对这部分内容，兼顾了二级考试的要求，在相应小节标题上作了注明。

参加本书编写的有牛允鹏(第1、2、6章)，胡学联(第3章)，张宁(第4章)，迟成文(第5章)。电子工业出版社吴金生副社长对本书进行了认真细致的审阅，中国计算机函授学院钱洲胜院长对本书编写工作中的每一环节都给予了热情的指导，中国计算机函授学院激光照排中心对本书的编排做了大量的工作，编者在此对上述同志表示衷心的感谢。由于水平有限，如有不妥之处，敬请批评指正。

主　编

一九九九年元月

第 1 章

# 计算机基础知识

## §1.1 计算机的发展、分类与应用

### 1.1.1 计算机的发展

世界上第一台电子计算机是1946年研制成功的。半个多世纪以来,计算机获得了突飞猛进的发展。人们依据计算机性能和当时软硬件技术将计算机的发展划分成以下四个阶段,每一阶段在技术上都是一次新的突破,在性能上都是一次质的飞跃。

第一代——电子管计算机(1946~1957年)

其主要特点是:

·采用电子管制作基本逻辑部件,体积大、耗电量大、寿命短、可靠性差、成本高。

·采用水银延迟电路或电子射线管作为存储部件,容量很小,后来外存储器使用了磁鼓存贮信息,扩充了容量。

· 输入输出装置落后,主要使用穿孔卡片,速度慢并且使用不便。

· 还没有系统软件,只能用机器语言和汇编语言编程。

第二代——晶体管计算机(1958~1964年)

其主要特点是:

· 采用晶体管制作基本逻辑部件,体积减小,重量减轻,能耗降低,成本下降,使计算机的可靠性和运算速度均得到了提高。

·普遍采用磁芯作为主存储器,采用磁盘/磁鼓作为外存储器。

·开始有了系统软件(监控程序),提出了操作系统概念,出现了高级语言,如FORTRAN、ALGOL 60等。

第三代——集成电路计算机(1965~1969年)

其主要特点是:

·采用中、小规模集成电路制作各种逻辑部件,从而使计算机体积更小、重要更轻、耗电

更省、寿命更长、成本更低、运算速度有了更大提高。

·采用半导体存储器作为主存,取代了原来的磁芯存储器,使存储容量有了大幅度的提高,增加了系统的处理能力。

·系统软件有了很大发展,出现了分时操作系统,多用户可以共享计算机软硬件资源。

·在程序设计方法上采用了结构化程序设计,为研制更加复杂的软件提供了技术上的保证。

第四代——大规模、超大规模集成电路计算机(1970~至今)

其主要特点是:

·基本逻辑部件采用大规模、超大规模集成电路,使计算机体积、重量、成本均大幅度降低,出现了微型机。

·作为主存的半导体存储器,其集成度越来越高,容量越来越大;外存储器除广泛使用软硬磁盘外,还引进了光盘。

·各种使用方便的输入输出设备相继出现,如大容量的磁盘、光盘、鼠标器、图象扫描仪、数字式照象机、高分辨率彩色显示器、激光打印机和绘图仪等。

·软件产业高度发达,各种实用软件层出不穷,极大地方便了用户。

·计算机技术与通信技术相结合,计算机网络(广域网、地区网、局域网)已把世界紧密地联系在一起。

·多媒体技术崛起,计算机集图象、图形、声音、文字处理于一体,在信息处理领域掀起了一场革命,与之相应的信息高速公路正在紧锣密鼓地筹划实施之中。

从 80 年代开始,日本、美国、欧洲等发达国家都宣布开始新一代计算机的研究。普遍认为新一代计算机应该是智能型的,它能模拟人的智能行为,理解人类自然语言,并继续向着微型化、巨型化、网络化方向发展。

表 1—1 列出了各代计算机主要指标和代表机种。

**表 1-1 各代计算机的比较**

| | 第一代<br>(1946~1957 年) | 第二代<br>(1958~1964 年) | 第三代<br>(1965~1969 年) | 第四代<br>(1970~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 | 磁芯、磁鼓 | 磁芯、磁鼓 | 磁芯、磁鼓、半导体存储器 | 半导体存储器 |
| 外部辅助存储器 | 磁带、磁鼓 | 磁带、磁鼓、磁盘 | 磁带、磁鼓、磁盘 | 磁带、磁盘、光盘 |
| 处理方式 | 机器语言<br>汇编语言 | 监控程序<br>作业批量连续处理<br>高级语言编译 | 多道程序<br>实时处理 | 实时、分时处理<br>网络操作系统 |
| 运算速度 | 5 千~3 万次/秒 | 几十万~百万次/秒 | 百万~几百万次/秒 | 几百万~几亿次/秒 |
| 典型机种 | ENIAC<br>EDVAC<br>IBM 705 | IBM 7000<br>CDC 6600 | IBM 360<br>PDP 11<br>NOVA 1200 | IBM 370<br>VAX 11<br>IBM PC |

### 1.1.2 微型机的发展阶段

在计算机发展进入第四代的时候,微型机异军突起,开辟了计算机的新纪元。微型机因其体积小、结构紧凑而得名。它的一个重要特点是将中央处理器(CPU)制做在一块集成电路芯片上,这种芯片习惯上称为微处理器。根据微处理器的集成规模,又形成了微型机的不同发展阶段,它以2~3年的速率迅速更新换代。

第一代微型机(1971~1972年)

1971年美国Intel公司首先制成4004四位微处理器,随后又研制成8位微处理器Intel 8008,由4位、8位微处理器构成的微型机都属于第一代。

第二代微型机(1973~1977年)

第二代微型机微处理器都是8位的,但集成度有了较大提高。典型产品有Intel公司的8080,Motorola公司的6800和Zilog公司的Z80等微处理器芯片,以这些芯片为CPU生产的微型机,其性能较第一代有了较大提高。

第三代微型机(1978~1981年)

1978年Intel公司生产出16位微处理器,标志着微处理器进入第三代。其性能比第二代提高了近10倍。典型产品有Intel 8086、Z8000、M68000等。由16位微处理器生产出的微型机,能支持多种应用,如数据处理和科学计算。

第四代微型机(1981年~至今)

随着半导体技术工艺的发展,集成电路的集成度越来越高,生产出32位高档微处理器,典型产品有Intel公司的Intel 386、486、iAPX432,贝尔实验室的MAC32,HP32,M68020等。用32位微处理器构成的第四代微型机,其性能可与70年代的大、中型计算机相媲美。

微型机家族中,IBM PC机地位举足轻重。PC机以其设计先进、功能齐全、软件丰富、价格低廉等优势迅速占领了世界市场。之后又不断升级,出现了386、486、586,直到今天以Pentium(奔腾)II CPU为代表的最高性能的与IBM PC兼容的不同品牌、不同型号的微型机相继问世。如今可供用户选择的机型可谓琳琅满目,市场上有台式机、笔记本型、乃至多媒体电脑任君选择。不过购机时一定要搞清机器的性能指标,根据自己的实际应用合理地配置。

### 1.1.3 计算机的特点

从古到今,人类发明了数不清的机器。几乎所有的机器都是人类体能的一种延伸,唯独计算机有别于其它任何机器,它是个电脑,在一定条件下能代替人脑自动工作。在我们学习和应用计算机之前,了解它的一些特点是有好处的。

一、运算能力

计算机内部有个承担运算的部件,叫做运算器,它是由一些数字逻辑电路构成的,其中电子流动扮演主要角色。我们知道电子速度是很快的,现在高性能电脑每秒能进行10亿次加减运算。很多场合下,运算速度起决定作用。例如,计算机控制导航,要求“运算速度比飞机飞的还快”。再如,气象预报要分析大量资料,如运算跟不上天气变化,事过境迁便会失去预报的意义。运算,是人类社会活动的重要因素。以往很多工程计算限于计算工具的落后,

只能凭经验公式估计,如今可以进行精确求值,省时省料,使产品不断更新换代。

二、计算精度

数字式电子计算机用离散的数字信号形式模拟自然界连续物理量,无异存在一个精度问题。但是,除特殊情况外,一味地追求高精度是没有意义的,只要相对误差在允许范围内就够了。实际上,电子计算机的计算精度在理论上并不受限制,一般的计算机均能达到 15 位有效数字,通过一定技术手段,可以实现任何精度要求。说到这里,我们想到历史上有个著名数学家契依列,曾经为了计算圆周率 $\pi$,整整花了 15 年时间,才算到第 707 位,这已经是历史了。现在只要你愿意,这件事交给计算机做,在几小时可计算到 10 万位。但是话又说回来了,追求如此之高的精度又有什么意义呢?

三、记忆能力

在计算机中有一个承担记忆职能的部件,称为存储器。如果没有存储器,计算机就丧失了记忆能力,就不能叫电脑了。计算机存储器的容量可以做的很大,能记住大量信息。除能记住各类数据信息外,还能记住加工这些数据的程序。程序是人设计的,反应了人的思想方法和行为动作,记住程序就等于记住了人的思维和活动。

四、逻辑判断能力

逻辑判断能力就是因果关系分析能力,分析命题是否成立以便作出相应对策。例如,让计算机检测一个开关的闭合状态,如果开路做什么,如果闭路又做什么。计算机的逻辑判断能力是通过程序实现的,可以让它做各种复杂的推理。例如数学中有个“4 色问题”,说的是不论多么复杂的地图,要使相邻区域颜色不同,最多只需 4 种颜色就够了。100 多年来不少数学家一直想去证明它或者推翻它,却一直没有结果,成了数学中的著名难题。1976 年两位美国数学家终于使用计算机进行了推理,验证了这个有名的猜想。

五、自动执行程序的能力

计算机是个自动化电子装置,在工作过程中不需人工干预,能自动执行存放在存储器中的程序。程序是人经过仔细规划事先安排好了的。一旦设计好并将程序输入计算机后,向计算机发出命令,随后它便成为人的替身不知疲劳地干起来。我们可以利用计算机这个特点,去完成那些枯燥乏味令人厌烦的重复性劳动;也可让计算机控制机器深入到人类躯体难以胜任的、有毒的、有害的作业场所。机器人、自动化机床、无人驾驶飞机等都是利用计算机的这个能力。

### 1.1.4 计算机的应用

现在,计算机的应用已广泛而深入地渗透到人类社会各个领域。从科研、生产、国防、文化、教育、卫生直到家庭生活,都离不开计算机提供的服务。计算机促进了生产率大幅度提高,把社会生产力提高到前所未有的水平。据估计,现在计算机已有 5000 多种用途,并且每年以 300 ~ 500 种速度增加,下面根据其应用领域归纳成几大类。

一、科学计算

在自然科学中,诸如数学、物理、化学、天文、地理等领域;在工程技术中,诸如航天、汽车、造船、建筑等领域,计算工作量是很大的。这些计算正是计算机的特长,有些还因为计算

手段上的改进,促使学科理论上发生某种突破,例如建筑设计中的“有限单元法”。

二、信息处理

据统计,世界上的计算机80%以上主要用于信息处理。这类工作量大面广,成为计算机应用的主流。现代社会是信息化社会,随着生产的高度发展,导致信息量急剧膨胀。信息是资源,人类进行各项社会活动,不仅要考虑物质条件,而且要认真研究信息。信息已经和物质、能量一起被列为人类社会活动的三大支柱。信息处理就是指对各种信息进行收集、存储、整理、分类、统计、加工、利用、传播等一系列活动的统称,目的是获取有用的信息作为决策的依据。目前,计算机信息处理已广泛地应用于办公室自动化、企事业计算机辅助管理与决策、文字处理、文档管理、情报检索、激光照排、电影电视动画设计、会计电算化、图书管理、医疗诊断等等各行各业。信息已经形成独立的产业,多媒体技术更为信息产业插上腾飞的翅膀。有了多媒体,展现在人们面前的再也不是枯燥的数字、文字,而是人们喜闻乐见、声情并茂的声音和图象信息了。

三、计算机辅助设计/辅助制造(CAD/CAM)

本世纪60年代开始,许多国家就开始了计算机辅助设计与制造的探索。应用计算机图形方法学,对产品结构、部件和零件进行计算、分析、比较和制图。方便之处是可随时更改参数,反复迭代、优化设计直到满意为止。还可进一步输出零部件表、材料表以及数字机床加工用的纸带或磁带,可直接把CAD设计的产品加工出来,这就是CAM概念。

四、过程控制

工业生产过程自动控制能有效地提高劳动生产率。过去工业控制主要采用模拟电路,响应速度慢、精度低,现在已逐渐被微型机控制所代替。微机控制系统把工业现场的模拟量、开关量以及脉冲量经由放大电路和模/数、数/模转换电路送给微型机,由微型机进行数据采集、显示以及控制现场。微机控制系统除了应用于工业生产外,还广泛应用于交通、邮电、卫星通讯等。

五、人工智能

人工智能是计算机应用的一个崭新领域,利用计算机模拟人的智能,用于机器人、医疗诊断专家系统、推理证明等各方面。

### 1.1.5 计算机的分类

计算机按其功能可分为专用计算机和通用计算机。

专用计算机功能单一、适应性差,但是在特定用途下最有效、最经济、最快速。

通用计算机功能齐全、适应性强,但其效率、速度和经济性相对于专用计算机要低一些。

目前所说计算机都是指通用计算机。在通用计算机中,又可根据运算速度、输入输出能力、数据存贮量、指令系统的规模和机器价格等方面将其划分为巨型机、中型机、小型机、微型机及工作站等。

巨型机

巨型机运算速度快、存储容量大,每秒可达1亿次以上的运算速度,主存容量高达几百兆字节,字长可达64位。70年代初推出的Cray1和80年代初推出的Cray XMP就是这种巨

型机。我国湖南长沙国防科大研制成功的“银河Ⅰ”和“银河Ⅱ”也属于巨型机。巨型机结构复杂、价格昂贵,主要用于尖端科学研究领域。

大型机

一般认为大型机的运算速度在 100 万次 ~ 几千万次/秒,字长 32 位 ~ 64 位,主存容量在几十兆字节或几百兆字节。它有比较完善的指令系统,丰富的外部设备和功能齐全的软件系统。主要用于计算中心和计算机网络中。

中型机

规模介于大型机和小型机之间。

小型机

小型机较之大中型机,规模较小、成本较低、维护也较容易。小型机用途广泛,既可用于科学计算、数据处理,又可用于生产过程自动控制和数据采集及分析处理。

微型机

70 年代后期,微型机的出现引起了计算机一场革命。如今计算机家族中微型机“人丁兴旺”。微型机采用微处理器、半导体存储器和输入输出接口等芯片组装,使得它较之小型机体积更小、价格更低、灵活性更好、可靠性更高、使用更加方便。

工作站

70 年代后期出现了一种新型的计算机系统,称为工作站(WS)。工作站实际上就是一台高档微机。但它有其独到之处,易于联网,配有大容量主存,大屏幕显示器,特别适合于 CAD/CAM 和办公室自动化,典型产品有美国 SUN 公司的 SUN3、SUN4 等。

随着大规模集成电路的发展,目前的微型机与工作站、小型机乃至中型机之间的界限已不明显,现在的微处理器芯片速度已经达到甚至超过十年前的一般大型机的 CPU 速度。

## 1.2 数　制

数据是计算机处理的对象。数有大小和正负之分,还有不同的进位计数制。在计算机中采用什么计数制,如何表示数的正负和大小,这是学习计算机首先遇到的一个重要问题。

人们习惯于采用十进位计数制,简称十进制。但是由于技术上的原因,计算机内部一律采用二进制表示数据,而在编程中又经常使用十进制,有时为了方便还使用八进制或十六进制。因此,搞清不同计数制及其相互转换是重要的。

### 1.2.1 什么是进位计数制

数制有非进位计数制和进位计数制两种。

一、非进位计数制特点

非进位计数制的特点是:表示数值大小的数码与它在数中的位置无关。典型的非进位计数制是罗马数字。例如,罗马数字中:Ⅰ总是代表 1,Ⅱ总是代表 2,Ⅳ总是代表 4,Ⅴ总是代表 5 等等。非进位计数制表示数据不便、运算困难,现已不用。

### 二、进位计数制的特点

进位计数制的特点是：表示数值大小的数码与它在数中所处的位置有关。例如，十进制数123.45，数码1处于百位上，它代表$1\times10^2=100$，即1所处的位置具有$10^2$权；2处于十位上，它代表$2\times10^1=20$，即2所处的位置具有$10^1$权；其余类推，3代表$3\times10^0=3$，而4处于小数点后第一位，代表$4\times10^{-1}=0.4$，最低位5处于小数点后第二位，代表$5\times10^{-2}=0.05$，如此等等。

十进制运算中，凡是超过10就向高位进一位，相邻两位间是十倍的关系，这里的“10”称为进位“基数”。可以想象，若是二进制，则进位基数应该是2，八进制进位基数为8，十六进制则进位基数应该是16。

综上所述，任何进位计数制有二个要素：

· 数码的个数

· 进位基数

## 1.2.2 计算机为什么要用二进制

二进制并不符合人们的习惯，但是计算机内部仍采用二进制表示信息，其主要原因有以下四点：

**1. 电路简单**

计算机是由逻辑电路组成的，逻辑电路通常只有两个状态。例如开关的接通与断开，晶体管的饱和与截止，电压电平的高与低等。这两种状态正好用来表示二进制数的两个数码0和1。若是采用十进制，则需表示十个数码，这是困难的。

**2. 工作可靠**

两个状态代表的两个数码，数字传输和处理中不容易出错，因而电路更加可靠。

**3. 简化了运算**

二进制运算法则简单。例如，求和法则只有3个，求积法则也只有3个。要是用十进制，则十进制的一套运算法则实现起来非常困难。比如九九乘法表，对人来说习以为常，但是让机器去实现就是另一回事了。

**4. 逻辑性强**

计算机工作原理是建立在逻辑运算基础上的，逻辑代数是逻辑运算的理论依据。二进制只有两个数码，正好代表逻辑代数中的“真”与“假”。

## 1.2.3 不同进位计数制及其特点

### 一、十进制(Decimal notation)

十进制基本特点：

· 有十个数码：0，1，2，3，4，5，6，7，8，9

· 进位基数：10

· 逢十进一(加法运算)，借一当十(减法运算)

对任意一个n位整数和m位小数的十进制数D，可表示为：

$$D=D_{n-1}\cdot10^{n-1}+D_{n-2}\cdot10^{n-2}+\cdots+D_0\cdot10^0+D_{-1}\cdot10^{-1}+\cdots+D_{-m}\cdot10^{-m}$$

上式称为十进制数"按权展开式"。

[例] 将十进制数 314.16 写成展开式形式。

解:$314.16 = 3\times10^2 + 1\times10^1 + 4\times10^0 + 1\times10^{-1} + 6\times10^{-2}$

$= 300 + 10 + 4 + 0.1 + 0.06$

## 二、二进制(Binary notation)

二进制特点:

· 只有两个数码:0 和 1

· 进位基数:2

· 逢二进一(加法运算),借一当二(减法运算)

对任何一个 n 位整数 m 位小数的二进制数,可表示为:

$$D = B_{n-1}\cdot2^{n-1} + B_{n-2}\cdot2^{n-2} + \cdots + B_0\cdot2^0 + B_{-1}\cdot2^{-1} + \cdots + B_{-m}\cdot2^{-m}$$

上式称为二进制数的"按权展开式"。不难看出,它与十进制的差别仅仅在于进位基数变化了,每个位的"权"表现为 2 的幂次关系,即相邻两位相同数码代表的值互为 2 倍关系。

[例] 将二进制数$(1101.01)_2$写成展开式,它代表多大的十进制数?

解:$(1101.01)_2 = 1\times2^3 + 1\times2^2 + 0\times2^1 + 1\times2^0 + 0\times2^{-1} + 1\times2^{-2} = (13.25)_{10}$

∴ 二进制数 1101.01 对应于十进制数 13.25

## 三、八进制(Octal notation)

八进制的特点:

· 有八个数码:0,1,2,3,4,5,6,7

· 进位基数:8

· 逢八进一(加法运算),借一当八(减法运算)

任一 n 位整数 m 位小数的八进制数,可表示为:

$$D = Q_{n-1}\cdot8^{n-1} + Q_{n-2}\cdot8^{n-2} + \cdots + Q_1\cdot8^1 + Q_0\cdot8^0 + Q_{-1}\cdot8^{-1} + \cdots + Q_{-m}\cdot8^{-m}$$

[例] 八进制数$(317)_8$相当于多大十进制数?

解:$(317)_8 = 3\times8^2 + 1\times8^1 + 7\times8^0 + = 192 + 8 + 7 = (207)_{10}$

## 四、十六进制数(Hexdecimal notation)

十六进制数特点:

· 有十六个数码:0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

· 逢十六进一,借一当十六

注意,在十六个数码中的 A,B,C,D,E,F 六个数码,分别代表十进制数中的 10,11,12,13,14,15,这是国际上通用的表示法。

任一 n 位整数 m 位小数的十六进制数,可一般表示为:

$$D = H_{n-1}\cdot16^{n-1} + H_{n-2}\cdot16^{n-2} + \cdots + H_1\cdot16^1 + H_0\cdot16^0 + H_{-1}\cdot16^{-1} + \cdots + H_{-m}\cdot16^{-m}$$

[例] $(3C4)_{16} = 3 \times 16^2 + 12 \times 16^1 + 4 \times 16^0 = (964)_{10}$

以上介绍的二进制数、八进制数、十六进制与十进制数的对应关系，见表 1-2。

**表 1-2 各种进位制的对应关系**

| 十进制 | 二进制 | 八进制 | 十六进制 |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 01 | 1 | 1 |
| 2 | 10 | 2 | 2 |
| 3 | 11 | 3 | 3 |
| 4 | 100 | 4 | 4 |
| 5 | 101 | 5 | 5 |
| 6 | 110 | 6 | 6 |
| 7 | 111 | 7 | 7 |
| 8 | 1000 | 10 | 8 |
| 9 | 1001 | 11 | 9 |
| 10 | 1010 | 12 | A |
| 11 | 1011 | 13 | B |
| 12 | 1100 | 14 | C |
| 13 | 1101 | 15 | D |
| 14 | 1110 | 16 | E |
| 15 | 1111 | 17 | F |
| 16 | 10000 | 20 | 10 |
| 17 | 10001 | 21 | 11 |
| … | … | … | … |

## 1.2.4 不同进制之间的转换

### 一、二进制数与十进制数的相互转换

**1. 二进制数转换成十进制数**

二进制数转换成十进制数很简单，只需按权展开然后相加即可。

[例] $(1011.01)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$
$= 8 + 0 + 2 + 1 + 0 + 0.25 = (11.25)_{10}$

**2. 十进制数转换成二进制数**

整数部分和小数部分分别用不同方法进行转换。

(1) 整数部分："除 2 取余法"

即将十进制数反复除以 2，取其余数作为相应二进制数最低位 $K_0$，再除以 2 得余数 $K_1$，直到最后一次相除商为 0 时得到最高位 $K_{n-1}$，则：

$K_{n-1}K_{n-2}\cdots K_1K_0$ 即为转换所得二进制数。

[例] 将$(121)_{10}$转换成二进制数。

$$
\begin{array}{rll}
2\,\underline{|\,121} & \cdots\cdots 余\ 1(K_0) & \uparrow(低位)\\
2\,\underline{|\,60} & \cdots\cdots 余\ 0(K_1) & \\
2\,\underline{|\,30} & \cdots\cdots 余\ 0(K_2) & \\
2\,\underline{|\,15} & \cdots\cdots 余\ 1(K_3) & \\
2\,\underline{|\,7} & \cdots\cdots 余\ 1(K_4) & \\
2\,\underline{|\,3} & \cdots\cdots 余\ 1(K_5) & \\
2\,\underline{|\,1} & \cdots\cdots 余\ 1(K_6) & (高位)\\
0 & &
\end{array}
$$

$\therefore\quad (121)_{10} = K_6K_5K_4K_3K_2K_1K_0 = (1111001)_2$

(2) 小数部分:"乘 2 取整法"

将十进制小数乘 2,取乘积整数部分作为相应二进制数小数点后最高位 $K_{-1}$,反复乘 2,逐次得到 $K_{-2}, K_{-3} \cdots K_{-m}$。直到乘积的小数部分为 0 或小数点后的位数达到精度要求为止。

[例] 将$(0.8125)_{10}$转换成二进制数。

$$
\begin{array}{rll}
0.8125 & & \\
\underline{\times\qquad 2} & & \\
1.6250 & \cdots\cdots 整数\ 1(K_{-1}) & (高位)\\
0.6250 & & \\
\underline{\times\qquad 2} & & \\
1.2500 & \cdots\cdots 整数\ 1(K_{-2}) & \\
0.2500 & & \\
\underline{\times\qquad 2} & & \\
0.5000 & \cdots\cdots 整数\ 0(K_{-3}) & \\
\underline{\times\qquad 2} & & \\
1.0000 & \cdots\cdots 整数\ 1(K_{-4}) & \downarrow(低位)
\end{array}
$$

$\therefore\quad (0.8125)_{10} = 0.K_{-1}K_{-2}K_{-3}K_{-4} = (0.1101)_2$

[例] 将$(25.25)_{10}$转换成二进制数。

对于这种既有整数又有小数部分的十进制数,可将其整数与小数部分分别转换成二进制数,然后再把两者连接起来。

$\because (25)_{10} = (11001)_2;\qquad (0.25)_{10} = (0.01)_2$

$\therefore\quad (25.25)_{10} = (11001.01)_2$

搞懂二进制数与十进制数的相互转换方法,可将其推广到其它数制与十进制数的互换,不同之处是应该考虑具体数制的进位基数。例如,八进制的进位基数是 8,十六进制的进位基数是 16,而转换算法完全是一样的。

## 二、八进制数与十进制数的相互转换

$$\begin{cases}\text{八进制数转换为十进制：以 8 为基数按权展开并相加}\\ \text{十进制数转换为八进制}\begin{cases}\text{整数部分：除 8 取余}\\ \text{小数部分：乘 8 取整}\end{cases}\end{cases}$$

## 三、十六进制数与十进制数的相互转换

$$\begin{cases}\text{十六进制数转换为十进制：以 16 为基数按权展开并相加}\\ \text{十进制数转换为十六进制数}\begin{cases}\text{整数部分：除 16 取余}\\ \text{小数部分：乘 16 取整}\end{cases}\end{cases}$$

[例]　将$(525)_{10}$转换成十六进制数。

$$\begin{array}{rl} 16\,\underline{|\,525} & \cdots\cdots\text{余 D} \quad \uparrow\text{（低位）}\\ 16\,\underline{|\,32} & \cdots\cdots\text{余 0}\\ 16\,\underline{|\,2} & \cdots\cdots\text{余 2} \quad \text{（高位）}\\ 0 & \end{array}$$

$\therefore\quad (525)_{10}=(20D)_{16}$

## 四、二进制数与八进制数之间的转换

因二进制的进位基数是 2，八进制的进位基数是 8，又由于：

$2^3=8$

$8^1=8$

因此八进制一位对应于二进制三位，所以八进制与二进制互换是十分简便的。

### 1. 二进制数转换成八进制数

二进制数转换为八进制数，可概括为“三位并一位”。即：

以小数点为基准，整数部分从右至左，每三位一组，最高位不足三位时，添 0 补足三位；小数部分从左至右，每三位一组，最低有效位不足三位时，添 0 补足三位。然后，将各组的三位二进制数按 $2^2, 2^1, 2^0$ 权展开后相加，得到一位八进制数。

[例]　将$(1010111011.0010111)_2$ 转换为八进制数。

$$\underbrace{001}_{1}\ \underbrace{010}_{2}\ \underbrace{111}_{7}\ \underbrace{011}_{3}\cdot\underbrace{001}_{1}\ \underbrace{011}_{3}\ \underbrace{100}_{4}$$

$\therefore\quad (1010111011.0010111)_2=(1273.134)_8$

### 2. 八进制转换成二进制数

八进制转换成二进制数可概括为“一位拆三位”，即把一位八进制写成对应的三位二进制，然后按权连接即可。

[例] 将$(2754.41)_8$转换成二进制数。

$$
\begin{array}{ccccccc}
2 & 7 & 5 & 4 & \cdot & 4 & 1 \\
\downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow \\
\underbrace{010} & \underbrace{111} & \underbrace{101} & \underbrace{100} & \cdot & \underbrace{100} & \underbrace{001}
\end{array}
$$

$\therefore \quad (2754.41)_8 = (10111101100.100001)_2$

## 五、二进制数与十六进制数之间的转换

二进制数与十六进制数之间也存在二进制与八进制之间相似的关系。

$2^4 = 16$

$16^1 = 16$

即二进制四位数对应于十六进制一位数。

### 1. 二进制数转换成十六进制数

可概括为:“四位并一位”。即以小数点为基准,整数部分从右往左,小数部分从左往右,每四位一组,不足四位添 0 补足,然后把每组的四位二进制数按权展开相加,得到相应的一位十六进制数码,再按权的顺序连接起来即得到相应的十六进制数。

[例] 将$(10110101011.011101)_2$转换成十六进制数。

$$
\begin{array}{cccccc}
\underbrace{0010} & \underbrace{1101} & \underbrace{0101} & \cdot & \underbrace{0111} & \underbrace{0100} \\
\downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow \\
2 & D & 5 & \cdot & 7 & 4
\end{array}
$$

$\therefore \quad (1011010101.011101)_2 = (2D5.74)_{16}$

### 2. 十六进制数转换成二进制数

将十六进制数一位拆成四位二进制数,然后按权连接起来。

[例] 将$(5A0B.0C)_{16}$转换成二进制数

$$
\begin{array}{ccccccc}
5 & A & 0 & B & \cdot & 0 & C \\
\downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow \\
\underbrace{0101} & \underbrace{1010} & \underbrace{0000} & \underbrace{1011} & \cdot & \underbrace{0000} & \underbrace{1100}
\end{array}
$$

$\therefore \quad (5A0B.0C)_{16} = (101101000001011.000011)_2$

从以上讨论可知,八进制、十六进制与二进制之间有着十分简便的转换关系。由于程序设计中,数据往往表现为 8 位或 16 位二进制数,将其写成八进制或十六进制形式简捷利落,特别是十六进制数使用更为广泛。

在程序设计中,为了区分不同进位制的数,常在数字后加一英文字母做后缀以示区别。

- 十进制数,在数字后加字母 D 或不加字母,如 512D 或 512;
- 二进制数,在数字后面加字母 B,如 1011B;
- 八进制数,在数字后面加字母 Q,如 128Q;
- 十六进制数,在数字后加字母 H,如 A8000H。

## 1.3 二进制的算术运算与逻辑运算

### 1.3.1 二进制的算术运算

二进制算术运算与十进制运算类似,但更为简单。

**一、加法**

二进制加法运算遵循以下法则:

$0+0=0$

$0+1=1$

$1+0=1$

$1+1=10$(即:逢二进一)

[例] 求$(1011011)_2+(1010.11)_2=?$

解:

$$\begin{array}{rr} & 1011011 \\ +) & 1010.11 \\ \hline & 1100101.11 \end{array}$$

$\therefore\ (1011011)_2+(1010.11)_2=(1100101.11)_2$

**二、减法**

二进制减法运算遵循以下法则:

$0-0=0$

$1-0=1$

$0-1=1$(即:借一当二)

$1-1=0$

[例] 求$(1010110)_2-(1111.11)_2=?$

解:

$$\begin{array}{rr} & 1010110 \\ -) & 1111.11 \\ \hline & 1000110.01 \end{array}$$

$\therefore\ (1010110)_2-(1101.11)_2=(1000110.01)_2$

**三、乘法**

二进制乘法运算遵循以下法则:

$0\times0=0$

$1\times0=0$

$0\times1=0$

$1\times1=1$

[例] 求$(1011.01)_2\times(101)_2=?$

解:

$$\begin{array}{rr} & 1011.01 \\ \times) & 101 \\ \hline & 101101 \\ & 000000\phantom{0} \\ +) & 101101\phantom{00} \\ \hline & 111000.01 \end{array}$$

$\therefore\ (1011.01)_2\times(101)_2=(111000.01)_2$

由于二进制乘数与被乘数中只有 1 和 0 两种情况,相乘运算要比十进制数相乘的“九九乘法表”法则简单多了。由上竖式可见,二进制乘法可归结为“加法与移位”。