

根据教育部考试中心2002新大纲编写

三级 PC技术



新大纲 全国计算机 等级考试教程

李建华 周 平 主编

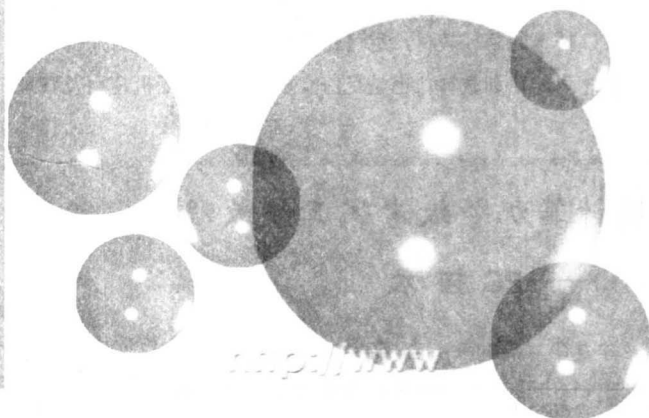


电子科技大学出版社

DIANZI KEJI DAXUE CHUBAN SHE

新大纲 全国计算机 等级考试教程

PC技术



李建华 周 平 主编



三级



电子科技大学出版社

DIANZI KEJI DAXUE CHUBAN SHE

图书在版编目 (CIP) 数据

新大纲全国计算机等级考试三级教程. PC 技术/李建

华, 周平主编. -成都: 电子科技大学出版社, 2003. 1

ISBN 7-81094-000-7

I. 新… II. ①李…②周… III. ①电子计算机-
水平考试-教材②个人计算机-水平考试-教材

IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 103834 号

内 容 简 介

本书是根据教育部考试中心新颁布的《全国计算机等级考试大纲 (2002 年版)》对三级计算机考试要求编写的, 符合大纲要求, 内容讲解详细全面, 理论与实际相结合, 使读者快速地掌握 PC 的新技术。

本书共分五章, 主要包括计算机基础知识、微处理器与汇编语言程序设计、PC 组成原理与接口技术、PC 的常用外围设备和 Windows 98 的基本原理。其中涉及到现代计算机技术的多媒体计算机的图形声音处理技术、USB、IEEE1394 等接口技术和外围设备。

本书既可作为计算机三级考试 PC 技术的培训教材, 也可作为大、中专计算机专业的“微机硬件技术”或“微机原理与接口技术”的培训教材, 也是目前企事业单位计算机使用及管理的学习参考书籍。

新大纲全国计算机等级考试三级教程

——PC 技 术

李建华 周 平 主 编

出 版: 电子科技大学出版社 (成都建设北路二段四号 邮编: 610054)

责任编辑: 谢应成 杜亚提

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川南方印务有限公司

开 本: 787×1092 1/16 印张 21.375 字数 506 千字

版 次: 2003 年 1 第一版

印 次: 2003 年 1 第一次印刷

书 号: ISBN 7-81094-000-7/TP·1

印 数: 1-2000 册

定 价: 26.00 元

前 言

计算机与信息技术正以无比的优越性和强劲的势头迅猛地进入人类社会的各个领域,急剧地改变着人类的生产方式和生活方式,跨入 21 世纪的知识经济时代必然对人类素质和知识结构提出了新的要求。随着计算机技术在我国各个领域的推广、普及及应用,计算机作为一种广泛的应用工具,其重要性越来越受到人们的关注。目前各行各业的人员不论年龄、专业和知识背景如何都要求掌握和应用计算机,以便提高工作效率和管理水平,并且在职称评定、干部录用等过程中都把掌握一定的计算机知识和应用技能作为重要的核定标准之一。

教育部考试中心为了适应社会发展的需要,于 1994 年推出了全国计算机等级考试,其目的是以考促学,向社会推广普及计算机知识,从而为各单位和组织录用与考核工作人员提供了公正、统一、科学、客观的评测手段。由于全国计算机等级考试具有较高的权威性、普遍性和正规性,因而得到了全社会的承认,成为我国规模最大、影响最大的计算机知识与能力的考试。

参加全国等级考试的考生普遍感觉到,这种考试与传统考试不同,除指定参考教材外,缺少应试指导与模拟练习方面的资料,并且目前市面上以讲练相结合的辅导材料很少,故不便于考生全面系统地复习有关知识。为此,为了配合“全国计算机等级考试”,让考生既全面系统复习理论知识,又能做单项与综合练习,并能顺利通过应试,我们组织了一批在教育战线上从事多年计算机教学的教师,根据 2002 年“全国计算机等级考试”中心所颁布的考试新大纲的规定编写了这本教程。

本书在编写过程中得到了王彬华、潘传伟、蔡原、冯学龙、周平、郝加波、谢茂森、何远德、张丽、陈良维、郝德全、刘开庆、吴兴国、向伟、万明、余萍等老师的大力支持,在此一并表示感谢。

该书具有以下特点:

1. 与新大纲同步,突出重点难点,针对考生学习规律有的放矢。让考生得到学习质量和效率双赢。以应试为目标,既强调知识体系,又着重基本功训练,从理论和实践的结合上,让学生准确高效地进入应试状态。

2. 预测考试命题,精心设计模拟试卷,掌握学习要点,提高做题速度,巩固所学知识,熟练答题技巧,以期事半功倍。在本书的帮助下你将展翅翱翔,轻松闯关。

由于时间仓促,不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2003 年 1 月

目 录

第一章

计算机应用基础

1.1 计算机的发展.....	(1)
1.1.1 计算机的发展概况.....	(1)
1.1.2 微型计算机的基本概念.....	(3)
1.1.3 微型机的技术指标和性能.....	(5)
1.2 计算机中的信息.....	(5)
1.2.1 数据制及转换.....	(5)
1.2.2 机器数.....	(8)
1.2.3 二进制编码.....	(10)
1.3 计算机网络基础.....	(13)
1.3.1 概念.....	(13)
1.3.2 数据通信基础.....	(14)
1.3.3 网络体系结构与协议.....	(17)
1.3.4 计算机局域网.....	(21)
1.3.5 广域网 Internet 与 TCP/IP	(24)
1.4 多媒体应用技术.....	(33)
1.4.1 声音的处理与表示.....	(33)
1.4.2 图像的处理与表示.....	(40)
1.4.3 视频处理.....	(46)
习题一.....	(47)

第二章

微处理器与汇编语言程序设计

2.1 微处理器.....	(50)
2.1.1 概述.....	(50)
2.1.2 80X86 的结构特点	(53)
2.1.3 80X86 指令集的特点	(58)



2.2	8086 的指令系统	(60)
2.2.1	指令格式	(60)
2.2.2	操作数	(60)
2.2.3	8086 的寻址方式	(61)
2.2.4	8086 的标志寄存器	(67)
2.2.5	8086 的指令系统	(69)
2.3	汇编语言	(102)
2.3.1	汇编语言的特点及汇编程序的功能	(102)
2.3.2	汇编语言基本语法	(102)
2.3.3	汇编语言伪指令	(108)
2.3.4	汇编语言程序和系统功能调用	(117)
2.3.5	用汇编语言编程	(121)
习题二		(134)

第三章

PC 组成原理与接口技术

3.1	概论-PC 机的逻辑组成物理结构	(136)
3.1.1	计算机主板及 BIOS	(136)
3.1.2	芯片组	(139)
3.1.3	主机的输入输出	(140)
3.2	系统总线功能及原理	(141)
3.2.1	概述	(142)
3.2.2	ISA 总线	(147)
3.2.3	PCI 局域总线	(148)
3.2.4	PCMCIA 总线	(149)
3.3	计算机的存储器	(149)
3.3.1	存储器的分类	(149)
3.3.2	存储器的基本结构单元	(152)
3.3.3	存储器的读写与存储器的构成 (RAM)	(153)
3.3.4	RAM 与 CPU 的接口和存储器的组织	(157)
3.4	计算机的输入输出	(160)
3.4.1	寻址方式	(160)
3.4.2	CPU 与外设的接口信息	(162)
3.4.3	CPU 的输入输出时序	(163)
3.4.4	CPU 与接口电路和数据传送形式	(164)

3.4.5 CPU 与外部设备的数据传送方式.....	(164)
3.4.6 外设的接口电路.....	(171)
习题三.....	(185)

第四章

PC 要的常用外设简介

4.1 输入设备.....	(187)
4.1.1 键盘.....	(187)
4.1.2 鼠标.....	(190)
4.1.3 扫描仪原理概述.....	(191)
4.2 输出设备.....	(193)
4.2.1 显示器.....	(193)
4.2.2 打印机简介.....	(203)
4.3 存储设备.....	(215)
4.3.1 软磁盘存储器.....	(215)
4.3.2 硬磁盘存储器.....	(218)
4.3.3 光驱.....	(220)
4.3.4 USB 存储器.....	(221)
习题四.....	(222)

第五章

Windows 操作系统

5.1 Windows 概述.....	(224)
5.1.1 操作系统的功能.....	(224)
5.1.2 体系结构.....	(225)
5.1.3 Windows 的 API 与 DLL.....	(229)
5.2 Windows 处理机管理.....	(231)
5.2.1 386 处理器与保护模式.....	(231)
5.2.2 多任务处理与 Windows 虚拟机.....	(233)
5.2.3 进程、线程与处理器调度.....	(237)
5.3 Windows 的文件管理.....	(241)
5.3.1 基本概念.....	(241)
5.3.2 磁盘文件系统的基本原理.....	(242)

5.3.3	Windows 98 的文件系统	(245)
5.4	Windows 的存储管理	(246)
5.4.1	内存管理的基本方法	(246)
5.4.2	虚拟存储器	(248)
5.5	Windows 的设备管理	(250)
5.5.1	设备管理概述	(250)
5.5.2	Windows 98 的设备驱动程序	(252)
5.5.3	即插即用	(255)
5.5.4	电源管理	(257)
5.5.5	Windows 98 的打印子系统	(258)
5.6	Windows 的网络功能	(261)
5.6.1	Windows 98 的网络体系结构	(261)
5.6.2	使用 Windows 98 组建局域网	(264)
5.6.3	Windows 98 的通信子系统与远程网	(267)
5.6.4	Windows 98 与 Internet	(270)
5.7	Windows 的多媒体功能	(272)
5.7.1	Windows 98 的多媒体 API	(272)
5.7.2	Windows 98 支持的多媒体数据文件	(276)
5.7.3	Windows 98 的多媒体组件	(278)
5.8	Windows 的配置使用与维护	(279)
5.8.1	Windows 98 的安装与启动	(279)
5.8.2	Windows 98 的系统注册表	(281)
5.8.3	系统配置与管理	(285)
5.8.4	系统性能的监视和优化	(287)
5.8.5	Windows 98 的故障诊断	(290)
5.9	计算机的安全技术与病毒防范	(292)
	习题五	(294)
	附录一 习题参考答案	(297)
	附录二 模拟试题	(299)
	试题一	(299)
	试题二	(308)
	试题三	(317)
	试题四	(327)

第一章 计算机应用基础

1.1 计算机的发展

1.1.1 计算机的发展概况

计算机是二十世纪发展最为迅速，应用最为广泛，普及程度最高的一种科学技术。

1946 年 12 月，世界上第一台电子数字积分计算机(ENIAC)由美国宾夕法尼亚大学莫奇列等人研制成功。这种计算机用了 18000 个电子管、8000 多个电阻电容，占地 170m^2 ，但运算速度只有 5000 次/秒。随着电子技术的飞速发展，电子元件的更替经历了电子管、晶体管、半导体集成电路、大规模集成电路、超大规模集成电路的发展变化。体积与重量大大减少，性能价格比不断上升，运算速度千亿次/秒的巨型机，正朝着万亿次/秒的巨型机发展，计算机自 20 世纪 40 年代发明以来，在短短 30 年中已经经历了四代。

第一代电子管(真空管)计算机——40、50 年代；

第二代晶体管计算机——自 60 年代开始；

第三代中小规模集成电路计算机，自 70 年代开始；

第四代大规模、超大规模集成电路计算机，自 80 年代开始。

计算机的功能越来越强，速度越来越高，体积急剧减小，成本也急剧下降，应用日益普及与广泛，现已渗透到工农业、国民经济、国防、科学文化以及社会生活和人们的日常生活的各个领域，计算机已经无处不在。表 1.1 说明了计算机的发展概况。

表 1.1 计算机发展概况表

代 别	时 间	硬件体系特征	运算速度(次/秒)	软 件 代 表
第一代	1946~1956	电子管与继电器	几千到一万次	机器语言、汇编语言
第二代	1956~1964	晶体管与磁心存储器	几万到几十万次	FORTRAN、Pascal、BASIC、语言，操作系统
第三代	1964~1975	集成电路与半导体存储器	几百万到几千万次	PAPAL、C 语言软件辅助工具
第四代	1975~现在	大规模集成电路与冯·诺依曼型机神经网络计算机	几千万到几千亿次	软件集成开发环境、第四代语言、面向对象设计技术

计算机虽然已经历了四代，功能有了极大的扩展，速度、性能有了极大的提高，但计算机的基本工作原理仍然没有改变。仍然是由运算器和控制器构成的中央控制单元(CPU)为核心部件。半导体技术的发展，把计算机的运算器、控制器做一个芯片中，就诞生了微处理器(Microprocessor)。以微处理器为核心构成的计算机称为微型计算机(Microcomputer)。



从 1971 年 Intel 的 4004 作为微处理器诞生的标志到 1985 年 Intel 公司发表了 80386, 短短的 15 年, 微处理器已经经历了 4 位机、8 位机、16 位机和 32 位机这样的四代。芯片上的集成度已经由 4 千个发展到 20 万个。

从 1985 年起 Intel 公司的 32 位芯片, 也由 80386 到 80486、80586(通常称为 Pentium, 中文名为奔腾)、80686(称为 PentiumPro, 中文名为高能奔腾), 还发展了具有多媒体指令的奔腾 PentiumMMX, 具有多媒体指令的 PentiumPro 即最新的产品 Pentium II。目前正在向 64 位芯片 MercedIA64 过渡。发展更为迅速。

IBM 公司于 1981 年推出的 IBM-PC(PC 即 PersonalComputer 个人计算机), 是计算机发展史上的重要的里程碑。从此, 计算机的产量迅速突破了年产 10 万台、百万台、千万台, 1997 年, 全世界的 PC 机的年产量达到了 9 千万台。从而使计算机的应用从科研、军事领域, 迅速推广到工农业、科学文化、社会生活和人们的日常生活、家庭等各种领域, 极大地促进了经济的发展。科学技术的提供, 改变了或正在改变着人们的生活方式。而且, 今天的 PC 机很少是单台工作的, 通常是在某一个网上, 而且可以很方便地与国际互联网(因特网)相连。

目前, 计算机分类的界线越来越模糊, 通常以功能和应用面来区分, 可分为:

- PC 机——以 Intel80X86 的各类芯片为标志的微型计算机, 通常作为网络的节点, 广泛用于各种信息处理, 文字处理和办公自动化。
- 工程工作站(WorkStation)——主要以各种 RISC(精简指令系列计算机)芯片构成, 主要用于各种计算机辅助设计、辅助测试等以解决科学技术中的各种问题, 通常也作为网络工?
- 网络服务器(Server)——目前是以各种 RISC 芯片为主。目前的网络, 主要采用客户(Client)/服务器(Server)结构, 一定数量的客户机(网络节点)有一个功能强的服务器进行服务, 以提高效率和降低成本。
- 大型机、巨型机(Mainframe)——一般具有大量的终端, 广泛应用于银行等大型业务处理领域。

本教材的主要对象是 PC 机, 通过它介绍微型计算机的工作原理和各种应用技术、应用方法。

现在的 PC 机, 已以 32 位 CPU 为主, 8086、80286、80386、80486、奔腾是一个芯片系列, 它们是兼容的, 80386 以上的芯片是以 8086 为基础的, 指令系统也是以 8086 的指令为基础, 学习 8086 也是学习 80386 以上芯片的基础, 只有深入掌握了 8086, 才能进一步掌握 80386 以上芯片的保护工作方式。现在的存储器芯片的规模已经很大, 但是它们的工作原理, 与 CPU 的接口方法仍是一样的。所以, 作为工作原理、应用技术与应用方法对于现在的 PC 机仍是适用的。

按用途则可将计算机分为通用计算机和专用计算机两类。

1.1.2 微型计算机的基本概念

微型计算机简称微型机或微机。通常所说的微机都指微机系统。微机系统由硬件子系统和软件子系统两部分组成。

1. 软件子系统

软件相对硬件而言是看不见、摸不着的抽象部件，一般是以磁盘文件的形式存储在外存中。微机软件根据其功能划分为三大类：系统软件、支撑软件和应用软件。

(1) 系统软件

是用于微机自身的管理和便于用户使用计算机所需的一些软件，包括操作系统、各种程序设计语言的编译程序、数据库管理系统、网络软件等。

(2) 支撑软件

是用于保证微机正常运行所需的一些软件，包括硬件故障的诊断程序、计算机病毒预防、诊断、解除程序、磁盘优化管理、初始化及维护软件、通信管理软件等。

(3) 应用软件

是用于某一个实际问题所需的软件。例如：机票预订系统、仓库管理系统、计算机辅助设计系统(CAD)、会计电算化系统、计算机辅助教学系统(CAI)等。

在所有的软件中操作系统(OS, Operationsystem)是最重要的一个软件。其他软件都是建立在 OS 基础上，在 OS 的统一管理和支持下运行；因此，OS 不仅是硬件与软件的接口，而且是整个微机系统的控制和管理中心。目前微机的操作系统主要有两类：一类是以 MS-DOS 和 PC-DOS 为代表的单用户操作系统；另一类是以 UNIX 和 Windows 为代表的多用户操作系统。为了使微机具有汉字处理功能，国内计算机专家对西方操作系统进行了改造，形成汉字操作系统。目前在我国的微机系统中以使用 MS-DOS 或 PC-DOS 为基础的汉字操作系统(简称 CCDOS)最为普遍。但随着微机硬件技术的发展，在操作系统方面又出现向多用户操作系统发展的趋势。

2. 硬件子系统

计算机的种类繁多，功能差别很大，从巨型机、大型机、中型机、小型机到微型机，主流形式是属于冯·诺依曼型(顺序控制型)计算机，它们的硬件组成及基本结构都是相似的，主要由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备五大功能部件组成，如图 1.1 所示。

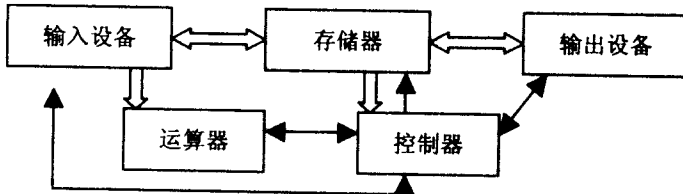


图 1.1 计算机基本结构

(1) 运算器

是对数据进行运算的部件，能进行算术运算和逻辑运算。

(2) 存储器

是用来存储大量信息的部件。

存储器分为内存储器(简称“内存”)和外存储器(简称“外存”),内存是存放当前求解问题的程序和数据的主要存储器,又称主存储器。由于多种因素限制,内存容量不太大,而常用容量大的外存储器作为辅助存储器。

(3) 控制器

是统一指挥和控制计算机各部件进行工作的中央机构,使计算机能自动地执行程序。由运算器、存储器、输入、输出设备发回控制器的信息为“反馈信息”,这些信息将对计算机的下一步工作状态产生影响,控制器将根据这些反馈信息来决定下一步执行的操作命令。

通常,人们把运算器、内存储器、控制器及联接它们的相关电路器件合在一起称为计算机的主机(也称处理机),把各种输入输出设备和外存储器统称为计算机的外部设备(简称“外设”)。

将控制器和运算器集成在一块芯片上,作为中央处理单元(简称 CPU),是计算机系统的关键部件,计算机的运算速度主要由它决定。

(4) 输入输出设备(I/O 设备)

I/O 设备是计算机与使用者(也称用户)相互联系的“窗口”。它们一方面受主机控制,另一方面又受用户的控制。输入设备(如键盘、鼠标等)能将信息或机械动作转换为电信号,并将这些信号通过计算机接口电路顺序地送入计算机的存储器中,中央处理单元再对这些信号进行处理,实现了人机联系的方式。中央处理单元将处理的结果送入输出设备(如显示器、打印机),转换成人们所需要的形式输出。

磁盘、磁带、光盘等既可以看做输入设备,又可看作输出设备,它们以电磁感应等形式工作。键盘、鼠标等常作为输入设备,而显示器、打印机、绘图仪常作为输出设备。

为了使用方便,通常一台计算机要配若干种输入输出设备,这些设备工作速度差别很大,所需的控制信息也不相同,需要有专门的控制输入/出设备与主机间工作过程的协调部件——接口控制卡(俗称“插卡”),这也是计算机系统中的重要部件。

3. 软硬件的关系

硬件系统是构成微机各功能部件的集合,而软件系统是微机各种应用程序的集合。软硬件的关系如图 1.2 的描述。

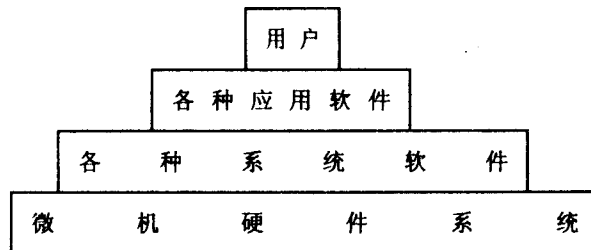


图 1.2 微机软硬件关系

1.1.3 微型机的技术指标和性能

通常用以下主要技术指标表示微机系统的性能。

1. 字长

字长是指计算机能直接处理的二进制数据的位数。字长标志了计算机的运算精度，字长越长，精度越高。当前微机的字长以 32 位为主，高档微机字长已达 64 位。

2. 内存容量

内存容量是指内存存储器中能存储信息的总字节数。内存容量的大小反映了计算机的信息处理能力，容量越大，能力越强。286 微机的内存容量一般为 640KB~1MB，386 微机的内存容量一般为 1MB~4MB，486 微机一般为 16MB，586(Pentium)微机一般为 32MB。

3. 主频

主频是指计算机的时钟频率。主频在很大程度上决定了计算机的运算速度，主频越高，运算速度越快。286 微机的主频为 4~10MHz，386 为 16~33MHz，486 为 25~100MHz，586 为 75~200MHz，Pentium II 已达 300MHz。

4. 运算速度

运算速度用每秒钟能执行多少条指令来表示，单位一般用 MIPS(百万次/秒)。由于执行不同指令所需的时间不同，因而有不同的计算运算速度的方法。可以用各条指令的统计平均方法来计算运算速度；也可以用执行时间最短的指令为标准来计算运算速度；还可以直接给出每条指令的执行时间来计算运算速度。当前微机的运算速度已达 200~300MIPS。

5. 存取周期

存储器进行一次完整的读/写操作所需的时间，也就是存储器连续两次读(或写)所需的最短时间间隔，称为存取周期。存取周期越短，存取速度越快，直接影响运算速度越快。微机的内存大都由大规模集成电路制成，其存取周期为几十至几百纳秒(ns)。

系统的兼容性、可靠性、可维护性，以及外部设备的配置能力，软件的配备状况等。

1.2 计算机中的信息

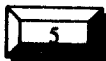
1.2.1 数制及转换

1. 不同的进位计数制

在日常生活和工作中，人们计算数时使用不同的记写和命名数字的方法构成各种计数制。每一种计数制都使用一组特定的数字符号，通常把这些符号按序排列，由低位到高位进位，以表示一个数的计数方法称为进位计数制。人们最习惯用的是十进制。在计算机中除十进制外，常用二进制、八进制、十六进制。

(1) 十进制数

十进制计数方法为“逢十进一”，一个十进制数是由 0~9 十个不同的数字表示的，数



字在数中所处的位置不同，它所代表的数的大小也不同。因此任何一个十进制数都可以表示为数字与 10 的幂次乘积之和。

例如 5296.45 可表为：

$$5296.45 = 5 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 6 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

在进位计数制中，把各位数字为 1 时所代表的数值称为“位权”；把使用的不同数字符号的个数称为“基数”。显然在十进制计数制中，基数为 10，个、十、百、千位……的位权为 10^0 、 10^1 、 10^2 、 10^3 …小数以后则为 10^{-1} 、 10^{-2} …因此，从位权角度看，任意一个十进制数可以展开成数字与其位权乘积的多项式之和来表示。

(2) 二进制数

基数为 10 的计数制称为十进制。同理，基数为 2 的计数制称为二进制，它只使用两个不同的数字符号 0 和 1，并且“逢二进一”。任何一个二进制数，同样可以用多项式之和来表示，例如：

$$1011.01 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

二进制整数部分的位权从最低位开始依次是 2^0 、 2^1 、 2^2 、 2^3 、 2^4 …小数部分的位权从高位开始依次是 2^{-1} 、 2^{-2} 、 2^{-3} …其位权与十进制数值的对应关系如下：

...	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	...
...	16	8	4	2	1	1/2	1/4	1/8	1/16	...

(3) 八进制和十六进制

在计算机技术中，为了便于记忆和应用；除了二进制之外，还使用八进制和十六进制数。

基数为 8 的计数制称为八进制，使用 8 个数字符号 0~7，并且“逢八进一”，位权是 8 的各次幂。八进制数 3626.71 可表示为：

$$3626.71 = 3 \times 8^3 + 6 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 6 \times 8^0 + 7 \times 8^{-1} + 1 \times 8^{-2}$$

基数为 16 的计数制称为十六进制。使用 16 个数字符号 0~9 以及 A、B、C、D、E、F。其中 A~F 的十进制值为 10~15。位权是 16 的各次幂。十六进制数 1B6D.4A 可表示为：

$$1B6D.4A = 1 \times 16^3 + B \times 16^2 + 6 \times 16^1 + D \times 16^0 + 4 \times 16^{-1} + A \times 16^{-2}$$

推而广之，对于任意进位的计数制，基数用正整数 J 来表示，正数 N 可以表示为：

$$N = N_{n-1}J^{n-1} + N_{n-2}J^{n-2} + \dots + N_1J^1 + N_0J^0 + \dots + N_{-m}J^{-m}$$

此式中，m 和 n 为正整数， N_i 是 0、1、…、(J-1) 中的任一个。

下面列出了计算机中常用的几种进位制数的对应关系：

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

2. 采用二进制的原因

无论何种类型的信息都必须以二进制数的形式在机器中进行处理。

为什么计算机内采用二进制，而不采用我们熟悉的十进制呢？其主要原因是：

(1) 二进制只使用数字符号“0”和“1”，可用自然界存在的两种对立的物理状态表示。例如，晶体管导通为“1”，截止为“0”；高电压为“1”，低电压为“0”；灯亮为“1”，不亮为“0”等。计算机采用具有两种不同稳定状态的电子或磁性器件表示“0”和“1”。由于二进制状态简单，比十进制容易实现数据传送不易出错，因此工作可靠。

(2) 二进制的运算比十进制数简单。二进制两个整数的“和”与“积”的运算规则只有三条：

加法	$0+0=0$	乘法	$0\times 0=0$
	$0+1=1$		$0\times 1=1\times 0=0$
	$1+1=10$		$1\times 1=1$

这种运算规则大大简化了计算机中实现运算的线路。实际上在计算机中减法、乘法及除法运算都可分解为加法这种最基本的运算完成。

(3) 采用二进制可以进行逻辑运算，使逻辑代数成为计算机电路设计的基础。

3. 不同计数制之间的转换

(1) 十进制数与二进制数的转换

十进制整数转换为二进制，通常采用“除二取余法”，即将十进制整数反复除以2，直至商为0，然后将每次相除所得之余数依次排列，第一个余数为最低位，从而得到该十进制数的二进制表示形式。所以 $(156)_{10}=(10011100)_2$ 。

二进制数转换为十进制数，是将二进制数展开为位权多项式之和，相加的结果即为等价十进制数。例如二进制数1010110转换成十进制数的方法如下：

$$(1010110)_2 = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 = (86)_{10}$$

必须指出，将二进制数转换成十进制数时，熟记各位位权的十进数值，可以大大简化转化过程。

下面的方法特点适用于位数不多的二进制数。

例如：求 $(11011)_2=(?)_{10}$

由此得 $(11011)_2=(27)_{10}$

十进制数与八进制数、十六进制数之间的转换方法相仿，但其基数分别为8和16，除2取余则改为“除8取余”和“除16取余”。这里不再赘述。

(2) 二进制与八进制、十六进制数之间的转换

一个八进制数可由3位二进制数表示，要把二进制整数转换为八进制数，只需从它的最低位开始，每三位为一组转换为八进制数，便得到等值的八进制数。例如把二进制整数1101001转换为八进制数的方法如下：

110 10 100 二进制数

3 2 4 八进制数

由此得 $(1101001)_2=(324)_8$

由八进制数转换为二进制数则是相反转换，每位八进制数用3位二进制数表示，然后从左向右连续写起来即成。例如把八进制数556转换为二进制数的过程是：

5 5 6
101 101 110

由此得 $(556)_8 = (101101110)_2$ 。

同理，十六进制数与二进制数之间的转换关系是，每位十六进制数等于 4 位二进制数。

例如二进制数 1001001001111101 转换为十六进制数的方法如下：

1001 0010 0111 1101 二进制数每四位一组（有低到高位划分）

9 2 7 D 等值的十六进制数

于是 $(1001001001111101)_2 = (927D)_{16}$

把十六进制数 5A72F3B9 转换成二进制数的方法如下：

5 A 7 2 F 3 B 9

0101 1010 0111 0010 1111 0011 1011 1001

由此得 $(5A72F3B9)_{16} = (01011010011100101111001110111001)_2$ 。

小数之间的转换比整数的转换规则要复杂一些，这里不再介绍了。

为了区分用不同数制表示的数，在书写时通常用字母 B 表示二进制数(Binary number)

用字母 O 表示八进制数(Octal number)，用字母 D 表示十进制数(Decimal number)，用

字母 H 表示十六进制数(Hexadecimal number)。例如：

$(10011101)_2$ 表示为 10011101B

$(325)_8$ 表示为 325O

$(157)_{10}$ 表示为 157D

$(927D)_{16}$ 表示为 927H

1.2.2 机器数

1. 真值与机器数

设有： $N1 = +1100110$

$N2 = -1100110$

$N1$ 和 $N2$ 在机器中的表示为：

$N1$: 01100110

$N2$: 11100110

这就是说符号在机器中数字化了，“+”号用 0 表示，“-”用 1 表示。

一个数在机器中的表示形式叫机器数；而四个护的本身，即用“+”、“-”表示的形式，称为真值。

(1) 符号数与无符号数的表示方法

① 符号数表示方法

1 个符号位+数值位

如：01000110 和 11000110 分别表示+70 和-70。

② 无符号数表示方法

无符号数没有符号位，所有位均表示数值的大小，如：

01000110 表示 70 而 11000110 表示 198。

(2) 定点数与浮点数的表示方法

根据数的小数点的位置是固定不变的还是变化的，分为定点数和浮点数。

① 定点数的表示

定点数的表示形式有两种，一种是定点整数，小数点在数的右方即为纯整数；另一种是定点小数，小数点在符号位之后，为纯小数。小数点都是隐含的不作为单独的信息保存在某一位中。

定点整数	ζ	xxx...xxx	定点小数	ζ	xxx...xxx
	符号	数值部分		符号	数值部分

定点数的两种表述形式在具体的机器中用那种是事先约定的。

② 浮点数的表示

浮点数在机器中的表示为:

η	XXX…XXX	ζ	XXX…XXX
阶符	阶码	尾符	尾数

式中阶码，尾数都是二进制数。如： $2^3 \times 13$ 的浮点数形式为：

0	11	0	1101
阶符	阶码	尾符	尾数

2. 原码、补码、反码

(1) 原码

前述的原符号数的表示就是原码的表示法。

X 的原码定义为:

$$[X]_{\text{原}} = \begin{cases} 2^n + X & \text{当 } 0 \leq X < 2^{n-1} \\ (\text{mod } 2^n) \\ 2^{n-1} - X & \text{当 } -2^{n-1} < X \leq 0 \end{cases}$$

当 $X > 0$ 时 $[X]_{\text{原}}$ 与 X 的区别为符号位用 0 表示。

当 $X < 0$ 时 $[X]_{\text{原}}$ 与 X 的区别为符号位用 1 表示。

当 $X=0$ 时 $[X]_{\text{原}}$ 有 $[+0]_{\text{原}}$ $[-0]_{\text{原}}$ 两种情况,

$$[+0]_{\text{原}} = 000 \cdots 00 \pmod{2^n}$$

$$[-0]_{\text{原}} = 100 \cdots 00 \pmod{2^n}$$

(2) 补码

如果有两个整数 a 和 b , 当用一个正整数 M 去除, 所得的余数相等则称 a 与 b 对模 M 是同余的。

a 与 b 对模 M 是同余时，则称 a 和 b 在以 M 为模时是相等的。记为：

$$a \equiv b \pmod{M}$$

例如: $3 \equiv 7 \pmod{10}$

$$7 \equiv -3 \pmod{10}$$

于是有: $a+M=ba+2M=b \dots$

补码表示可以把负数转化为正数，使减法转化为加法，从而使正负数的加减法转化为正数的加法运算。大大减少了机器的复杂程度。