

项目一 了解计算机

任务一 探询计算机发展历程

小明中学时代没有系统学习过计算机，他非常羡慕那些计算机高手。进入大学的计算机房，他一下子就被一台台计算机吸引住了。小明暗下决心，一定要学好计算机这门课程，他的学习首先从了解计算机的“前世今生”开始……



任务要求

- 了解计算机的发展历史。
- 了解计算机的特点。
- 了解计算机的主要应用领域。
- 了解计算机的发展趋势和新技术。

子任务一 计算机从何而来

步骤一：了解世界上第一台电子计算机的诞生过程

二十世纪科学技术的飞速发展，带来了堆积如山的数据处理问题，对改进计算工具提出了迫切要求。第二次世界大战中，美国宾夕法尼亚大学莫尔学院电工系同阿伯丁弹道研究实验室共同负责为陆军每天提供六张火力表。这项任务非常困难和紧迫。因为，每张表都要计算数百条弹道，按照当时的计算条件和速度，一张火力表往往需要计算 2~3 个月，问题相当严重。当时，负责阿伯丁实验室同莫尔电工系小组联系的军方代表是年轻的戈尔斯坦（Goldstine）中尉，他原来是个数学家。他的朋友莫克利这时正好在莫尔学院电工系任职，他于 1942 年 8 月写了一份题为《高速电子管计算装置的使用》的备忘录，它实际上成为第一台电子计算机的初始方案。这一备忘录曾在莫克利的一些同事中传阅，引起了其中的 23 岁的研究生埃克特的浓厚兴趣。埃克特后来成为第一台电子计算机的主要工程师。莫克利也多次对格尔斯坦讲自己关于电子计算机的设想。思维敏捷的戈尔斯坦立即意识到这一设想对解决制造火力表的困难的巨大价值。他马上向上司吉伦（E.N.Gillon）上校作了汇报，立即得到吉伦上校的热情支持。在吉伦上校的参与下，军械部要求莫尔学院草拟一个为阿伯丁弹道实验室制造一台电子数字计算机的发展计划。1943 年 4 月 2 日，莫尔学院负责与阿伯丁联系的勃雷纳德（J.G.Brainerd）教授提出了一份这样的发展计划报告。

1943 年 4 月 9 日，这一天是决定第一台电子计算机命运的一天，勃雷纳德由莫克利和

埃克特陪同，前往阿伯丁出席一次会议，弹道实验室方面参加会议的有该实验室负责人西蒙（L.E.Simon）上校和他们的主要科学顾问、著名数学家维伯伦（O.Veblen）博士。维伯伦的意见是举足轻重的，他对制造第一台电子计算机的工作非常支持。6月5日，莫尔学院和军械部正式签订合同，这台机器根据吉伦上校的建议被命名为“电子数值积分和计算机”（Electronic Numerical Integrator and Computer，ENIAC）。

莫尔学院提出的方案需要采用大约 18 000 只电子管，70 000 只电阻，10 000 只电容，预算经费是 15 万美元。这样庞大的经费使 ENIAC 计划承受着巨大的风险。勃雷纳德教授当时写道：“这是一个发展计划，并且不能担保会达到预定的效果。然而，这是一个合适的时机！”

承担研制 ENIAC 的莫尔小组是一个由志同道合的青年科技工作者组成的朝气蓬勃的团体。24 岁的埃克特是总工程师，负责解决制造中一系列困难复杂的工程技术问题。莫克利是三十多岁的物理学家，他提出了电子计算机的总设想。年轻的戈尔斯坦中尉不仅能在数学上提供有益的建议，而且是精干的科研组织人才。另外，还有年轻的逻辑学家勃克斯（W.Burks）参加。这样，有了合适的时机和成熟的条件，又有科学技术人员的科学胆略与创造才能，在有关部门的远见卓识与全力支持下，1945 年年底，这台标志人类计算工具历史性变革的巨型机器宣告竣工。正式的揭幕典礼于 1946 年 2 月 15 日在美国宾夕法尼亚大学举行。这台机器 1947 年被运往阿伯丁，起初是专门用于弹道计算的，后来经过多次改进而成为能进行各种科学计算的通用计算机。

就这样，世界上的第一台电子计算机 ENIAC（图 1-1-1）诞生了！它占地面积达 170 平方米，差不多相当于 10 间普通房间的大小，是一个庞然大物。它的耗电量也很惊人，功率为 150 千瓦。工作时，常常因为电子管烧坏而不得不停机检修。尽管如此，在人类计算工具发展史上，它仍然是一座不朽的里程碑。自它以后，人类进入了电子计算机时代，在智力解放的道路上开始突飞猛进。



图 1-1-1 世界上第一台电子计算机埃尼亚克（ENIAC）

步骤二：了解计算机发展历史

从 ENIAC 诞生至今的半个多世纪以来，计算机的发展深度和广度在人类历史上没有任何第二种产品能够与之媲美的。可以说，电子计算机是现代科学技术的核心。按照其使用的电子元件的发展变革，电子计算机已经经历了四个发展阶段（图 1-1-2）。

1. 电子管计算机时代（1945—1956）

第一代电子计算机主要特点是在硬件方面采用了电子管作为基本逻辑电路元件，主存储器采用延线或磁鼓（后期采用了磁芯），外存储器采用磁带存储器。计算机体积庞大，功耗大，可靠性低、价格昂贵。

在软件语言上最初只能用机器语言，50 年代中期以后才出现了汇编语言，编制程序比较困难，只有专业人员才能完成，因而应用很不普遍。

在 ENIAC 的研制过程中，美籍匈牙利数学家、化学家、计算机专家、现代电子计算机之父——约翰·冯·诺依曼（John Von Neumann）针对 ENIAC 存在的问题，提出了一个全新的通用计算机方案“EDVAC”，即“离散变量自动电子计算机”（Electronic Discrete Variable Automatic Computer，EDVAC）。与 ENIAC 的不同之处是，EDVAC 方案提出了 3 个重要设计思想：

计算机由运算器、逻辑控制器、存储器、输入和输出设备这 5 个主要部分组成。

采用二进制形式表示计算机指令和数据。

提出“存储控制”思想，即将程序和数据存储在存储器中，并让计算机自动执行。

这个方案提出的计算机体系结构一直延续至今，所以现代电子计算机体系结构也被称作“冯氏计算机体系结构”。

2. 晶体管计算机时代（1956—1963）

1948 年，晶体管的发明极大地促进了计算机的发展。美国贝尔实验室于 1954 年研制出第一台晶体管计算机 TRADIC。

晶体管时代的计算机在计算速度、功耗、体积和可靠性等方面均比第一代计算机有了很大的改善，在软件方面也创立了一系列高级程序设计语言，使计算机应用领域从单一的数值计算发展到了数据、事务管理和过程控制等方面。

3. 中小规模集成电路计算机时代（1964—1970）

第三代计算机的主存储器从磁芯处理器逐步过渡到了半导体存储器，使得计算机的体积进一步缩小，运算速度、运算精度、功耗、存储容量和可靠性等主要性能指标都大为改善。软件方面对计算机程序语言进行了标准化处理，提出了计算机结构化程序思想。在产品系列化、计算机系统通信方面都得到了较大发展，使计算机的应用领域和普及程度有了迅速的发展。

4. 大规模和超大规模集成电路计算机（1971 年至今）

在超大规模集成电路计算机时代，计算机外围设备多样化、系列化，软件方面出现了面向对象的计算机程序设计编程思想。在发展过程中最重要的成就之一表现在微处理器技术上。

1971 年 1 月，Intel 公司的霍夫研制成功世界上第一块 4 位微处理器芯片 Intel 4004CPU，标志着第一代微处理器问世，1971 年 11 月，Intel 推出了 MCS-4 微型计算机系统，拉开了微处理器和微机时代的序幕。1981 年 IBM 公司推出了个人计算机（PC），标志着微型计算

机时代的到来。



(a) 电子管



(b) 晶体管



(c) 集成电路



(d) 大规模集成电路

图 1-1-2 电子计算机四个发展阶段的主要元器件



思考

目前世界上主要的硬件厂商和软件有哪些？各自生产的主流产品是什么？

子任务二 计算机能做什么

步骤一：了解计算机的主要特点

计算机是一种可以进行自动控制、具有记忆功能的现代化计算工具和信息处理工具。它具有以下五个方面的特点：

1. 运算速度快

计算机的运算速度(也称处理速度)用 MIPS(Million Instructions Per Second 的缩写,即每秒处理的百万级的机器语言指令数)来衡量。现代计算机的运算速度在几十 MIPS 以上。有了如此高的运算速度,可以使得过去需要几年甚至几十年才能完成的复杂运算任务,现在只需几天、几小时,甚至更短的时间就可以完成。这也正是计算机被广泛使用的主要原因之一。

2. 计算精度高

数的精度主要由这个数在计算机内部使用的二进制码的位数决定,即可以通过增加数的二进制位数来提高精度,位数越多精度越高。

3. 记忆力强

随着计算机存储容量的不断增加,它可以“记忆”(存储)越来越多的数据和计算机程序,可以将数十部、数百部影片存储在很小的芯片上而随身携带。在计算的同时,它还可以将中间结果存储起来,供以后使用。

4. 具有逻辑判断能力

计算机在程序执行过程中,会根据上一步的执行结果,运用逻辑判断方法自动确定下一步的执行命令。正是因为计算机具有这种逻辑判断能力,使得计算机不仅能够解决数值计算问题,而且还能够处理非数值计算问题,如信息检索、自动控制和图像识别等。

5. 可靠性高、通用性强

现代计算机作为一种事务处理工具,和人们的日常工作、学习和生活的关系越来越紧密,它不仅可用于数值计算,还更多地应用于数据处理、工业控制、辅助设计、辅助制造、辅助测试和办公自动化等领域,具有很强的通用性。



思考

在我们日常工作、生活和学习中,计算机为我们的生活带来了什么?

步骤二: 了解计算机的主要应用领域

1. 科学计算

科学计算又称为数值计算,是计算机的传统应用领域,也是计算机最重要的应用之一。在科学技术和工程设计中存在着大量的各类数字计算问题,如解几百乃至上千阶的线性方程组、大型矩阵运算等,这些问题广泛出现在导弹试验、航天卫星、勘测预算等领域。其特点是数据量大、计算工作复杂,人工计算很难完成,而使用计算机则需要很短时间便可精确地解决。

2. 数据处理

数据处理又称信息处理,是目前计算机的主要应用领域。它包括信息的收集、分类、整理、加工、存储等工作,并产生新的信息供管理和决策使用。如我们经常使用的图形图像处理、办公文档、数据统计和分析、企业管理、邮政业务、票据订购等都属于数据处理。

3. 过程控制

过程控制又称实时控制,其特点是及时收集并检测数据,按最佳值调节控制对象。在电力、机械制造、石油化工、冶金、交通等部门采用过程控制,可以提高劳动生产效率、产品质量,减少生产成本、减轻劳动强度、提高自动化水平和控制精确性。

4. 计算机辅助系统

(1) 计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)指使用电子计算机来帮助设计人员提高设计质量、缩短设计周期、提高设计自动化水平。CAD技术广泛应用于建筑工程设计、服装设计、机械制造设计、船舶设计等行业。

(2) 计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing, CAM)指利用计算机通过各种数值控制生产设备,完成产品的加工、装配、检测、包装等生产过程的技术,将CAD和CAM技术结合则形成计算机集成制造系统CIMS,从而实现设计生产自动化。

(3) 计算机辅助教育(Computer Based Education, CBE)指在传统教育领域的各个方面结合计算机技术产生的一种新型教育技术。具体包括计算机辅助教学(Computer Aided

Instruction, CAI) 计算机辅助管理教学 (Computer Managed Instruction, CMI) 以及微课技术、MOOC 技术等。

5. 人工智能

人工智能是研究用计算机软、硬件系统模拟人类某些智能行为, 如感知、推理、学习、理解等活动的理论和技术。其中最具有代表性、应用最成功的两个领域是专家系统和机器人。

计算机专家系统是一个具有大量专门知识的计算机程序系统。它总结了某个领域的专家知识, 构建了知识库。根据这些知识, 系统可以对输入的原始数据进行推理, 做出判断和决策, 以回答用户的咨询。

机器人是人工智能技术的另一个重要应用。目前, 世界上有许多机器人工作在各种恶劣环境中, 如高温、高辐射、剧毒等环境。在医学中的微创手术领域, 机器人也有很广泛的应用。随着技术的进步, 机器人的应用前景将非常广阔。

6. 多媒体及网络

多媒体技术是一种以计算机技术为基础, 融合通信技术和大众传播技术为一体的, 能够交互处理数据、文字、声音和图像等多媒体信息, 并与实际应用紧密结合的一种综合性技术。多媒体技术可以应用于教育与培训、信息领域、商业领域、娱乐与服务等领域。

计算机网络是以资源共享和信息传递为目的, 其提供的基本服务有信息浏览 (WWW)、电子邮件 (E-mail)、文件传输 (FTP) 和远程登录 (Telnet) 等。

我们经常接触到的网络游戏、网络聊天、远程教育等都属于这类应用。

子任务三 计算机将到哪里去

步骤一: 掌握计算机发展趋势

从 20 世纪 80 年代开始, 日本、美国和欧洲一些国家纷纷开始进行新一代计算机的研制工作, 总体来看, 新一代计算机主要有以下几个研究方向。

1. 神经网络计算机

模拟人的大脑思维, 从大脑工作模型中抽取计算机设计模型, 用许多处理机模仿人脑的神经元结构, 可同时并行处理大量实时变化的数据。

2. 量子计算机

是一类遵循量子力学特有的物理现象 (特别是量子干涉) 来进行高速数学和逻辑运算、存储及处理的量子物理设备。量子计算机如图 1-1-3 所示。

3. 化学生物计算机

运用生物工程技术, 将化学制品中的微观碳分子作为信息载体, 蛋白分子作为芯片, 来实现信息的传输与存储, 可以使计算机体积更小, 存储量更大, 智能性更强。

4. 光计算机

光计算机是用光子替代半导体芯片中的电子, 以光信号来代替电信号制成的数字计算机。其优点是速度更快, 失真更小, 不存在寄生电阻、电容、电感和电子相互作用的问题, 可以传输的数据量更大。光计算机如图 1-1-4 所示。



图 1-1-3 量子计算机



图 1-1-4 光计算机

步骤二：了解生活中的计算机技术有哪些

1. 二维码（图 1-1-5）

二维条码/二维码 (2-dimensional Bar Code) 是用某种特定的几何图形按一定规律在平面 (二维方向上) 分布的黑白相间的图形, 在代码编制上使用若干个与二进制相对应的几何形体来表示文字数值信息, 能存储汉字、数字、和图片等信息。通过图像输入设备或光电扫描设备自动识读以实现信息获取、网络跳转、广告推送、手机电商、防伪溯源、优惠促销、会员管理、手机支付等功能。

二维码本身不会携带病毒, 但很多带病毒软件可以利用二维码下载。扫描前先判断二维码发布来源是否权威可信, 一般来说, 正规的报纸、杂志, 以及知名商场的海报上提供的二维码是安全的, 但在网站上发布的不知来源的二维码需要引起警惕。应该选用专业的加入了监测功能的扫码工具, 扫到可疑网址时, 其会有安全提醒。如果通过二维码来安装软件, 安装好以后, 最好先用杀毒软件扫描一遍再打开。

试一试: 使用智能手机的扫码功能, 扫描上图中的二维码或者正规报刊网站中的二维码, 查看信息。

2. 云计算

这里的“云”(Cloud)可以理解为一块, 一个集合(Group), 云是网络、互联网的一种比喻说法, 它是隶属于互联网的计算机集群, 可以为你提供一定的计算服务(比你自已完成计算更划算)。

云计算(Cloud Computing)是基于互联网的相关服务的增加、使用和交付模式, 通常涉及利用互联网来提供动态的易扩展的而且经常是虚拟化的资源。

如需要进行大量计算, 而个人计算机无法满足计算要求时, 就可以将数据发送给这个计算集群来帮助我们完成计算工作。事实上, 云计算成熟之后, 我们不必知道是通过什么计算集群来完成计算任务的, 我们需要的只是计算结果。云计算概念图如图 1-1-6 所示。

3. 物联网

物联网是在计算机互联网的基础上, 利用 RFID(射频自动识别)、无线数据通信等技术, 构造一个覆盖世界上万事万物的网络“Internet of Things”。在这个网络中, 物品(商品)能够彼此进行“交流”而无需人的干预。其实质是利用 RFID 技术, 通过计算机互联网实现物品(商品)的自动识别和信息的互联与共享。



图 1-1-5 二维码



图 1-1-6 云计算概念图

物联网可分为三层：感知层、网络层和应用层。

感知层是物联网的皮肤和五官。感知层包括二维码标签和识读器、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS、传感器、终端、传感器网络等，主要用以识别物体，采集信息，与人体结构中皮肤和五官的作用相似。

网络层是物联网的神经中枢和大脑。网络层包括通信与互联网的融合网络、网络管理中心、信息中心和智能处理中心等。网络层将感知层获取的信息进行传递和处理，类似于人体结构中的神经中枢和大脑。

应用层是物联网与行业专业技术的深度融合，与行业需求结合，实现行业智能化，类似于人的社会分工，最终构成人类社会。

4. 比特币

比特币又称“比特金”，是 P2P 形式的数字货币，它不依靠特定货币机构发行，也不可能操纵发行数量，它是依据特定的算法，通过大量的计算产生，属于一种网络虚拟货币。比特币与其他虚拟货币最大的不同，是其总数量非常有限，具有极强的稀缺性。该货币系统曾在 4 年内只有不超过 1050 万个，之后的总数量将被永久限制在 2100 万个。

比特币从本质来说，其实就是一堆复杂算法所生成的特解。比特币好比人民币的序列号，你知道了某张钞票上的序列号，你就拥有了这张钞票。而挖矿的过程就是通过庞大的计算量不断地去寻求这个方程组的特解，这个方程组被设计成了只有 2100 万个特解，所以比特币的上限就是 2100 万。

要挖掘比特币可以下载专用的比特币运算工具，然后注册各种合作网站，把注册来的用户名和密码填入计算程序中，再单击运算就正式开始。完成比特币客户端安装后，可以直接获得一个比特币地址，当别人付钱的时候，只需要自己把地址贴给别人，就能通过同样的客户端进行付款。在安装好比特币客户端后，它将会分配一个私有密钥和一个公开密钥。需要备份你包含私有密钥的钱包数据，才能保证财产不丢失。如果不幸完全格式化硬盘，个人的比特币将会完全丢失。

比特币可以用来兑现，可以兑换成大多数国家的货币。使用者可以用比特币购买一些虚拟物品，比如网络游戏当中的衣服、帽子、装备等；只要有人接受，还可以使用比特币购买

现实生活当中的物品。



知识链接

计算机的分类

小明：为什么我们使用的台式机和超薄笔记本电脑都叫做“微型机”呢，这个是如何定义的呢？

老师：你问的是计算机分类的问题，我们上面讲到了计算机的纵向发展，即“分代”，而横向的发展就是“分类”的问题。

目前，国内外计算机界以及各类教科书中，对于计算机的分类大都是采用国际上沿用的分类方法，即根据美国电气和电子工程师协会（IEEE）的一个委员会于1989年11月提出的标准来划分的，即把计算机划分为巨型机、小巨型机、大型机、小型机、工作站和个人计算机六类。

1. 巨型机（Super Computer）

巨型计算机也称为超级计算机，在所有计算机类型中其占地最大，价格最贵，功能最强，浮点运算速度最快。目前世界上只有少数几个国家的少数几个公司（如美国的IBM公司、克雷公司）能够生产巨型机。其运算速度可达每秒数百万乃至千万亿次。巨型机的研制水平及其应用程度，已成为衡量一个国家经济实力与科技水平的重要标志。

2. 小巨型机（Mini Super Computer）

小巨型计算机又称为桌上型超级计算机，是20世纪80年代出现的新机种。在技术上采用高性能的微处理器组成并行多处理器系统，使巨型机小型化，其功能略低于巨型机，而价格只有巨型机的十分之一，可满足一些有较高应用需求的客户。

3. 大型机（Mainframe）

大型计算机也称大型电脑，特点是大型、通用，包括国内常说的大中型机。其整机运算速度可达300750MIPS，即每秒30亿次，具有很强的数据处理和事务管理能力。主要用于大银行、大公司、规模较大的高校和科研院所等。

4. 小型机（Mini Computer 或 Mini）

小型机结构简单，可靠性高，成本较低，无需长期培训即可维护和使用，适用于广大中小用户。

5. 工作站（Workstation）

工作站计算机是介于PC与小型机之间的一种高档微机，运算速度比微机要快，具有较强的联网功能，适用于特殊的专业领域，如图形图像处理、计算机辅助设计等。

6. 个人计算机（Personal Computer, PC）

PC就是我们常说的微机，其功能齐全、软件丰富、价格便宜。PC普及率极高，几乎无所不在，其款式包括台式机、笔记本电脑、掌上型电脑、手表型电脑等。我们平时所能见到的计算机基本都是PC。

课堂实验

1. 你经常使用计算机完成哪些工作和进行哪些娱乐项目？
2. 在第一台电子计算机诞生以前，人类主要都有哪些计算工具和设备？

任务二 计算机中数据表示与存储

小明是一名大一新生，看到同学有很多都配置了个人电脑，他也想买一台。他去电子产品市场先进行了一番调研。发现个人电脑的参数还真多！特别是存储设备参数都是使用 MB、GB 等单位来度量，这些字母代表什么，究竟有什么含义呢？



任务要求

- 了解数据在计算机中的存储形式。
- 掌握不同数制之间的转换方法。
- 熟悉计算机编码原则。

子任务一 常用的数制

步骤一：认识数制

在日常生活中，人们常用十进制计数，即逢十进一。此外，人们也使用其他的数制，如二进制（两只筷子为一双）、十二进制（十二个月为一年）、二十四进制（二十四小时为一天）、六十进制（六十秒为一分）等。这种逢几进一的计数法，称为进位计数法。这种方法用一种规定的数字来表示任意的数。二进制使用 0 和 1 表示所有的数字；八进制使用 0 到 7 表示所有的数字；十进制使用 0 到 9 表示所有的数字；十六进制需要 16 个符号，0 到 9 是前 10 个，再用 A 到 F 表示后 6 个，计算机就是用二进制数来存储和表示信息的。

表 1-2-1 中列出了十进制数的 0 到 16 转换成其他进制的对应数值。

表 1-2-1 十进制数 0 到 16 转换成其他进制的对应数值

十进制	二进制	八进制	十六进制
0	000	0	0
1	001	1	1
2	010	2	2
3	011	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



思考

不同的数制有没有相同的法则呢？

在采用进位计数的数字系统中可以遵循一个相同的法则，即如果只用 R 个基本符号，例如 $(0, 1, 2, 3, \dots, r-1)$ 表示数值，则称其为基 R 数制， R 称为该数制的基。如二进制，用 2 个符号表示其使用数字的数目，因此，二进制数的基数为 2；同理，八进制数，用 8 个符号表示其使用数字的数目，因此，八进制数的基数为 8。

假定数值 N 用 $m+k$ 个自左向右排列的代码 D_i ($-k \leq i \leq m-1$) 表示，即：

$$N = D_{m-1}D_{m-2}\dots D_1D_0.D_{-1}D_{-2}\dots D_{-k}$$

其中， D_i ($-k \leq i \leq m-1$) 为该数制采用的基本符号，可取值 $0, 1, 2, 3, \dots, R-1$ ，小数点位隐含在 D_0 和 D_{-1} 位之间，则 $D_{m-1}\dots D_0$ 为 N 的整数部分， $D_{-1}\dots D_{-k}$ 为 N 的小数部分。如果每一个 D_i 的单位值都赋以固定值 W_i ，则称 W_i 为 D_i 位的权，此时的数制成为有权的基 R 数制。

任何一个数都是由一串数码表示的，每一位所表示的值除其本身的数值外，还与它所处的位置有关，由位置决定的值就叫权。对于十进制，第 i 位的权值就是 10^i 。例如，十进制数 5634， D_0 位的数值是 4，位权是 10^0 (即 1)， D_1 位的数值是 3，位权是 10^1 (即 10)， D_2 的数值是 6，位权是 10^2 (即 100)。

对于 R 进制数，第 i 位的权值可以表示为 R^i ，如：

二进制数 11011， D_0 位的数值是 1，权值是 2^0 (即 1)， D_1 位的数值是 1，权值是 2^1 (即 2)， D_2 位的数值是 0，权值是 2^2 (即 4)， D_3 位的数值是 1，权值是 2^3 (即 8)， D_4 位的数值是 1，权值是 2^4 (即 16)。



知识链接 不同进制数的表示方法

小明：不同的数制会有相同的字符，如都有字符 1 和 0，要怎么才能分辨出一个数字使用的是哪种进制呢？

老师：你说的这个问题的确存在，因此我们要想办法对不同数制进行区分。

同一种数字的组合在不同的进制里可能表示不同大小的数值，如十进制和十六进制里的 10 就表示不同的数值大小。所以在容易混淆的时候，我们需要对其表示的数制进行区分。通常我们使用以下两种方法：

1. 下标法

用小括号将要表示的数据括起来，然后在右括号外的右下角写上数制的基数 R ，一般我们用 ()_{角标} 表示不同进制的数据。

例如，十进制数用 ()₁₀ 表示，二进制数用 ()₂ 表示。

$(12034.34)_{10}$ ，表示 12034.34 是十进制数。

$(756)_8$ ，表示 756 是八进制数。

$(110.10101)_2$ ，表示 110.10101 是二进制数。

2. 字母法

在计算机里，通常用数字后面跟一个英文字母来表示该数的数制，这个英文字母也称为尾符。十进制数一般用 D (Decimal)、二进制数用 B (Binary)、八进制数用 O (Octal)、十六进制数用 H (Hexadecimal) 来表示。

例如, 118D 表示 118 是十进制数。

10110010B 表示 10110010 是二进制数。

7630H 表示 7630 是十六进制数。

关于数制的表示, 可以参照数制特征对照表 (表 1-2-2)。

表 1-2-2 数制特征对照表

数制	基数	位权	运算规则	尾符
十进制	0~9	10^n	逢十进一	D 或 10
二进制	0~1	2^n	逢二进一	B 或 2
八进制	0~7	8^n	逢八进一	O 或 8
十六进制	0~9、A~F	16^n	逢十六进一	H 或 16

步骤二: 各种数制数之间的转换

各种数制的数之间可以按照一定的规则相互转换。由于生活中常使用十进制, 而计算机则使用二进制, 所以下面围绕着这两种数制介绍它们的数与八进制和十六进制的数之间的转换方法。

1. 其他进制数转换为十进制数

进位计数制的数是用位权来表示的, 即数字排位顺序与表示的数值大小有关。位权是在一个数中相同数字在不同的位置上代表不同计数的次幂。任何一个数的值都可以用它的按位权展开式表示。

假如 N 是一个由 m 位整数和 n 位小数表示的 p 进制数, N 写作:

$$N_{m-1}N_{m-2}\dots N_1N_0.N_{-1}\dots N_{-n+1}N_{-n}$$

其中 N_0 是个位。P 是这个数字的基数, 它可以是 2、8、10、16 等。于是按照位权展开式, N 可以表示为:

$$(N)_p = N_{m-1} \times P^{m-1} + N_{m-2} \times P^{m-2} + \dots + N_1 \times P^1 + N_0 \times P^0 + N_{-1} \times P^{-1} + \dots + N_{-n+1} \times P^{-n+1} + N_{-n} \times P^{-n}$$

例如, $(3892.14)_{10}$ 可以表示为:

$$(3892.34)_{10} = 3 \times 10^3 + 8 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 2 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 4 \times 10^{-2}$$

在这个例子中, 十进制数 3892.34 中有两个 3, 但他们在不同的位置上所代表的值是不相同的, 在千位上代表的是 3000, 在十分位上代表的是 0.3。

(1) 二进制数转换为十进制数。

二进制数有两个主要特点:

有 2 个不同的数字状态: 0、1。

“逢二进一”的进位法, 2 是二进制数的基数。

$$(1101)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \quad (\text{每位上的系数只在 } 0、1 \text{ 中取用})$$

$$= 8 + 4 + 0 + 1$$

$$= (13)_{10}$$

$$(10.01)_2 = 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

$$= 2 + 0 + 0 + 0.25$$

$$= (2.25)_{10}$$

(2) 八进制数转换为十进制数。

八进制数有两个主要特点：

采用 8 个不同的数字状态：0、1、2、3、4、5、6、7。

“逢八进一”的进位法，8 是八进制数的基数。

$(4723)_8 = 4 \times 8^3 + 7 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 3 \times 8^0$ (每位上的系数只在 0~7 中取用)。

$$= 2048 + 448 + 16 + 3$$

$$= (2515)_{10}$$

$(76.14)_8 = 7 \times 8^1 + 6 \times 8^0 + 1 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2}$

$$= 56 + 6 + 0.125 + 0.0625$$

$$= (62.1875)_{10}$$

(3) 十六进制数转换为十进制数。

十六进制数有两个主要特点：

有 16 个不同的数字状态：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F (其中后 6 个用字母代表的数字符号其值对应于十进制的 10、11、12、13、14、15)。

“逢十六进一”的进位法，16 是十六进制数的基数。

$(A3DF)_{16} = A \times 16^3 + 3 \times 16^2 + D \times 16^1 + F \times 16^0$

$$= 10 \times 4096 + 3 \times 256 + 13 \times 16 + 15 \times 1$$

$$= (41951)_{10}$$

$(8EC.DB)_{16} = 8 \times 16^2 + E \times 16^1 + C \times 16^0 + D \times 16^{-1} + B \times 16^{-2}$

$$= 8 \times 256 + 14 \times 16 + 12 \times 1 + 13 \times 0.0625 + 11 \times 16^{-2}$$

$$= 2018 + 224 + 12 + 0.8125 + 0.04296875$$

$$= 2242.85546875$$

2. 十进制数转换为其他进制数

将十进制数转换为其他进制数需要分两步，要将整数部分和小数部分分开处理，处理完后再将他们合起来。

● 转换整数部分。

将十进制整数部分转换成其他进制数的整数部分采用“除基取余法”。即将整数部分除以基数，得到一个商和一个余数；继续将商除以基数，又得到一个商和一个余数……直到商等于 0 为止。将每次得到的余数倒序排列，就得到转换结果。

● 转换小数部分。

与整数部分的转换方法相反，小数部分的转换采用乘法来计算，称为“乘基取整法”。即将小数部分乘以基数，得到一个积，记下整数部分。将积的小数部分继续乘以基数，直到积的小数部分为 0。将每次得到的积的整数部分顺序排列，即得到转换结果。

(1) 十进制数转换为二进制数。

例如，将十进制整数 25 转换成二进制整数的过程如下：

将余数倒序排列，得 11001，即 $(25)_{10} = (11001)_2$ 。

例如，将十进制小数部分 0.375 转换成二进制小数，过程如下：

	2		余数	结果
	25			
	2	12	-----> 1	$N_0=1$
	2	6	-----> 0	$N_1=0$
	2	3	-----> 0	$N_2=0$
	2	1	-----> 1	$N_3=1$
	0		-----> 1	$N_4=1$

	0.375	小数部分	整数部分	结果
×	2			
	0.75	-----> 0.75	0	$N_{-1}=0$
×	2			
	1.5	-----> 0.5	1	$N_{-2}=1$
×	2			
	1.0	-----> 0	1	$N_{-3}=1$

将得到的整数部分顺序排列，得 011，即 $(0.375)_{10} = (0.011)_2$ 。

(2) 十进制数转换为八进制数。

例如，将十进制数 247 转换为八进制数，过程如下：

	8		余数	结果
	247			
	8	30	-----> 7	$N_0=7$
	8	3	-----> 6	$N_1=6$
	0		-----> 3	$N_2=3$

将余数倒序排列，得 367，即 $(247)_{10} = (367)_8$ 。

例如，将十进制小数部分 0.90625 转换成八进制小数，过程如下：

	0.90625	小数部分	整数部分	结果
×	8			
	7.25	-----> 0.25	7	$N_{-1}=7$
×	8			
	2.0	-----> 0	2	$N_{-2}=1$

将得到的整数部分顺序排列，得 72，即 $(0.90625)_{10} = (0.72)_8$ 。

需要说明的是，有时候转换后的小数部分不能恰好做到积的小数部分为 0，这时，则只能根据需要，保留需要的小数位。

例如，将十进制数 671.4463 转换成八进制数。对于这个既有整数部分，又有小数部分的数字，我们需要将其整数部分和小数部分分开转换，过程如下：

整数部分 671 “除基取余”、倒序排列。

	8		余数	结果
	8	671		
	8	83	-----> 7	$N_0=7$
	8	10	-----> 3	$N_1=3$
	8	1	-----> 2	$N_2=2$
		0	-----> 1	$N_3=1$

将余数倒序排序，得 1237，则十进制数 671.4463 的整数部分 $(671)_{10} = (1237)_8$ 。
小数部分 0.4463 “乘基取整”、顺序排列，保留 6 位小数。

	0.4463	小数部分	整数部分	结果
×	8			
	3.5704	-----> 0.5704	3	$N_{-1}=3$
×	8			
	4.5632	-----> 0.5632	4	$N_{-2}=4$
×	8			
	4.5056	-----> 0.5056	4	$N_{-3}=4$
×	8			
	4.0448	-----> 0.0448	4	$N_{-4}=4$
×	8			
	0.3584	-----> 0.3584	0	$N_{-5}=0$
×	8			
	2.8672	-----> 0.8672	2	$N_{-6}=2$
.....				

转换过程可以看出，转换后的小数部分没有做到积的小数部分为 0，但是根据要求，我们做到保留小数点后 6 位即可。我们将得到的整数部分顺序排列，得 344402，则十进制数 671.4463 的小数部分 $(0.4463)_{10} = (0.344402)_8$ 。因此，

$(671.4463)_{10} = (1237.344402)_8$ (保留 6 为小数)

(3) 十进制数转换为十六进制数。

例如，将十进制数 231 转换为十六进制数，过程如下：

	16		余数	结果
	16	231		
	16	14	-----> 7	$N_0=(7)_{16}$
		0	-----> 14	$N_1=(E)_{16}$

将余数倒序排列，即 $(231)_{10} = (E7)_{16}$ 。

又如，将十进制小数 0.17578125 转换为十六进制小数，过程如下：

	0.17578125	小数部分	整数部分	结果
×	16			
	2.8125	-----> 0.8125	2	$N_{-1}=(2)_{16}$
×	16			
	13.0	-----> 0	13	$N_{-2}=(D)_{16}$

将整数部分顺序排列, 即 $(0.17578125)_{10} = (2D)_{16}$ 。

3. 其他进制数之间的转换

(1) 二进制数和八进制数的转换。

转换原则: 每三位二进制数对应一位八进制数。

二进制数转换为八进制数。

“三位一并”法: 从小数点开始分别往两边, 先将二进制数的整数部分从右向左每三位分为一组, 再将小数部分从左至右每三位分为一组, 若整数和小数部分的最后一组不足三位时, 则用 0 补足三位, 每一组对应一位八进制数。

例如, 将 $(1001111.0111)_2$ 转换为八进制数。过程如下:

先对 $(1001111.0111)_2$ 进行分组补 0, 可以将其写成 $(\boxed{001}1001111.011\boxed{00})_2$, 即为了满足每三位一组, 在整数部分不足三位时, 在整数前面补 0, 而在小数部分不足三位时, 在小数后面补 0。例题中带方框的数字 0 为补位所用。

然后, 根据“三位一并”法进行转换。

<u>(001</u>	<u>001</u>	<u>111</u>	<u>.011</u>	<u>100)</u>	₂
↓	↓	↓	↓	↓	
1	1	.	4	1	

所以, $(1001111.0111)_2 = (117.34)_8$ 。

八进制数转换为二进制数。

“一分为三”法: 每位八进制数用三位二进制数代替。

例如: 将 $(56.103)_8$ 转换为二进制数。过程如下:

<u>(5</u>	<u>6</u>	<u>.</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>3)</u>	₈
↓	↓	↓	↓	↓	↓	
<u>101</u>	<u>110</u>	<u>001</u>	<u>000</u>	<u>011</u>		

所以, $(56.103)_8 = (101110.000011)_2$ 。

(2) 二进制数和十六进制数的转换。

转换原则: 每四位二进制对应一位十六进制数。

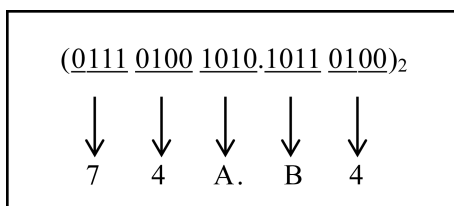
二进制数转换为十六进制数。

“四位一并”法: 从小数点开始分别往两边, 先将二进制数的整数部分从右向左每四位分为一组, 再将小数部分从左至右每四位分为一组, 若整数和小数部分的最后一组不足四位时, 则用 0 补足四位, 每一组对应一位十六进制数。

例如: 将 $(11101001010.101101)_2$ 转换为十六进制数, 可以将其写成:

$(\boxed{0}11101001010.101101\boxed{00})_2$

然后, 根据“四位一并”法进行转换。

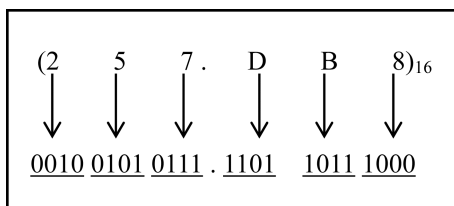


所以, $(11101001010.101101)_2 = (74A.B4)_{16}$ 。

十六进制数转换为二进制数。

“一分为四”法：每位十六进制数用四位二进制数代替。

例如：将 $(257.DB8)_{16}$ 转换为二进制数。过程如下：



所以, $(257.DB8)_{16} = (1001010111.110110111)_2$ 。

(3) 八进制数和十六进制数的转换。

八进制数转换为十六进制数算法通常有两种方法，一种是先将八进制数转换成二进制数，再将二进制数转换成十六进制数。另一种是先将八进制数转换成十进制数，再将十进制数转换成十六进制数。假如八进制数为 36.25，先用第一种方法，转换成二进制数为 011110.010101，再转换成十六进制数为 1E.54；用第二种方法时，先将该八进制数转换成十进制数，为 $(30.28125)_{10}$ ，再将十进制数转换成十六进制数为 1E.54。

即“八进制→二进制→十六进制”或“八进制→十进制→十六进制”。

通过比较以上两种方法，我们可以看出，进行八进制数与十六进制数之间的转换时，借助二进制数来转换的方法比较简便。

子任务二 计算机内数据的存储

步骤一：了解计算机内部的二进制数字世界

小明：计算机里能存储的数据种类可真多，它们是以怎样的形式放在计算机里的呢？

老师：计算机有它们特有的语言，即二进制形式数据，下面我们就来认识一下计算机里的二进制数据吧！

计算机中可以存储很多种信息，汉字、图像、音频、视频等，那么他们是以什么形式保存在计算机中的呢？小明带着疑问去咨询老师。

老师告诉他，在计算机内部采用二进制数来保存数据和信息。无论是指令还是数据，若想存入计算机中，都必须采用二进制数编码形式，即使是图形、图像、声音等信息，也必须转换成二进制，才能存入计算机中。



思考

为什么在计算机中必须使用二进制数编码形式进行文件的储存,而不使用人们习惯的十进制数?

在计算机中采用二进制数编码形式保存数据和信息,有以下优势:

- 易于物理实现。因为具有两种稳定状态的物理器件很多,如电路的导通与截止、电压的高与低、磁性材料的正向极化与反向极化等,它们恰好对应表示 1 和 0 两个符号。
- 机器可靠性高。由于电压的高低、电流的有无等都是一种跃变,两种状态分明,所以 0 和 1 两个数的传输和处理抗干扰性强,不易出错,鉴别信息的可靠性好。
- 运算规则简单。二进制数的运算法则比较简单,例如,二进制数的四则运算法则分别只有三条。由于二进制数运算法则少,使计算机运算器的硬件结构大大简化,控制也就简单多了。

虽然在计算机内部都使用二进制数来表示各种信息,但计算机仍采用人们熟悉和便于阅读的形式与外部联系,如十进制、八进制、十六进制数据、文字和图形信息等,由计算机系统将各种形式的信息转化为二进制的形式并储存在计算机的内部。

步骤二: 了解数据的存储单位

1. 位 (bit)

计算机所处理的数据信息,是以二进制数编码表示的。其二进制数字“0”和“1”是构成信息的最小单位,称作“位”,或者比特(bit)。位是计算机内部数据储存的最小单位,如 11010100 是一个 8 位二进制数。

2. 字节 (Byte)

字节(Byte)是计算机信息技术用于计量存储容量和传输容量的一种计量单位,一个字节等于 8 位二进制数,在 UTF-8 编码中,一个英文字符等于一个字节,一个中文(含繁体)等于三个字节,在 Unicode 编码中,一个英文等于两个字节,一个中文(含繁体)等于两个字节。

数据存储是以“字节”为单位,数据传输是以“位”为单位,一个位就代表一个 0 或 1 (即二进制),每 8 个位(bit)组成一个字节(Byte),即

$$8\text{bit}=1\text{Byte}$$



1b 不等于 1B

数据存储是以十进制表示的,数据传输是以二进制表示的,所以 1KB 不等于 1000B, $1\text{KB}=2^{10}\text{Byte}=1024\times 8\text{bit}$ 。

其中 $1024=2^{10}$ (2 的 10 次方),

1KB (Kibibyte, 千字节) = 1024B,

1MB (Mebibyte, 兆字节, 简称“兆”) = 1024KB,

1GB (Gigabyte, 吉字节, 又称“千兆”) = 1024MB,