高等院校计算机应用系列教材

计算机基础
(第八版)

高　禹　贾一琦　石育澄　编　著

清華大學出版社
北　京

内 容 简 介

本书介绍信息与计算机基础知识、操作系统基础知识和 Windows 10 的使用知识、文字处理软件 Word 2016、电子表格处理软件 Excel 2016、演示文稿软件 PowerPoint 2016、计算机网络基础知识、数据库基础及数据库管理软件 Access 2016、人工智能基础知识等内容。书中内容覆盖全国计算机等级考试一级大纲(计算机基础及 MS Office 应用)规定的内容。

本书图文并茂、重点突出、通俗易懂、实用性强，既可作为高等院校相关专业学生学习信息与计算机基础知识的教材，又可作为各类计算机培训机构的教材或自学者的读物。

本书配套的电子课件、教案和实例源文件可以通过 http://www.tupwk.com.cn/downpage 网站下载，也可以扫描前言中的二维码下载。

图书在版编目(CIP)数据

计算机基础 / 高禹, 贾一琦, 石育澄编著. -- 8 版. 北京:
清华大学出版社, 2025. 10. -- (高等院校计算机应用系列教材).
ISBN 978-7-302-70371-6

Ⅰ. TP3

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025MV2279 号

责任编辑：胡辰浩
封面设计：高娟妮
版式设计：妙思品位
责任校对：成凤进
责任印制：刘海龙

出版发行：清华大学出版社

网　　址：https: //www.tup.com.cn，https: //www.wqxuetang.com
地　　址：北京清华大学学研大厦 A 座　　邮　　编：100084
社 总 机：010-83470000　　邮　　购：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者：三河市人民印务有限公司
经　　销：全国新华书店
开　　本：185mm×260mm　　**印　　张：**19.75　　**字　　数：**505 千字
版　　次：2010 年 8 月第 1 版　　2025 年 10 月第 8 版　　**印　　次：**2025 年 10 月第 1 次印刷
定　　价：79.80 元

产品编号：112562-01

前　言

当今世界，计算机技术和网络技术飞速发展，计算机的应用日益广泛。为了尽快实现教育部提出的21世纪计算机教育的培养目标，我们组织多年来一直从事“计算机基础”课程教学的教师编写了本书。书中内容覆盖了国家考试中心计算机一级考试大纲(计算机基础及MS Office应用)的全部内容。

本书内容共由8章组成，其中第一章“信息与计算机基础知识”，介绍信息与计算机的概念、计算机中的信息、计算机的硬件和软件基础、计算机语言、信息安全基础知识、计算机软件知识产权保护、多媒体技术等；第二章“操作系统与Windows”，介绍操作系统的概念、常用操作系统的特点，重点介绍中文版Windows 10操作系统的基本知识和操作方法；第三章“文字处理软件Word”，介绍汉字信息的基础知识，重点介绍文字处理软件Word 2016的基本知识和操作技术；第四章“表格处理软件Excel”，详细介绍电子表格处理软件Excel 2016的基本知识和操作技术；第五章“演示文稿软件PowerPoint”，详细介绍演示文稿软件PowerPoint 2016的基本知识和操作技术；第六章“计算机网络基础知识”，介绍网络的概念和结构、Internet的基础知识、电子邮件的基础知识、关于Internet的一些应用知识等；第七章“数据库基础与Access”，介绍数据库的相关概念和关系数据库的基础知识、使用Access 2016进行数据库管理的基本知识和操作技术；第八章“人工智能基础知识”，介绍人工智能概念的出现和研究目标、人工智能研究的基本内容和研究方法、人工智能的发展历程、人工智能的研究应用领域和发展趋势等内容。

本书逻辑结构清晰、重点突出、图文并茂、通俗易懂、实用性强，既可作为高等院校本专科学生学习计算机基础知识的教材，又可作为各类计算机培训机构的教材或自学者的读物。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。我们的联系邮箱为992116@qq.com，电话为010-62796045。

本书配套的电子课件、教案和实例源文件可以通过http://www.tupwk.com.cn/downpage网站下载，也可以扫描下方的二维码下载。

编　者

2025年10月

目　录

第一章

信息与计算机基础知识

信息是现代生活中不可缺少的资源。计算机和网络的诞生，为信息的采集、存储、处理、传播等工作提供了高效的途径，进而把人类社会推向信息时代。

本章主要介绍信息技术与计算机的基础知识，内容包括：信息与信息技术的基本概念，计算机的产生、发展及应用，计算机的软硬件基础，计算机语言及程序设计的基本知识，信息安全和软件知识产权保护，以及多媒体技术等基本概念。

第一节 信息与信息技术

一、信息

1. 信息的概念和特点

随着计算机的普及，信息处理技术的发展日益迅速，人们对信息概念的认识也在不断加深，因此信息的含义也在不断发生变化。

在早期，信息是指音信或消息。现在，人们一般认为信息是客观事物的特征和变化的一种反映，这种反映借助于某些物质载体并通过一定的形式(如文字、符号、色彩、味道、图案、数字、声音、影像等)表现和传播。它对人们的行为或决策有现实的或潜在的价值，可以消除人们对客观事物认识的不确定性。

通常所说的信号、消息、情况、情报、资料、档案都属于信息的范畴，经过采集、存储、分类、加工等处理的数据都是信息，它们从不同的侧面、不同的视角反映了客观事物的特征和变化。物质载体的多样性，导致信息的表现和传播形式具有多样性，离开物质载体，信息就无法表现和传播。人们在做出某种行为或决策之前，存在不确定性，随着相关信息的收集和分析，不确定性会逐渐消除。信息是无形的财富，是战略资源，因此，正确、有效地利用信息是社会发达程度的标志之一。

信息的主要特点如下。

- 广泛性：信息普遍存在于自然界、人类社会和人类思维活动中。
- 客观性：信息是客观事物的特征和变化的真实反映。
- 传递性：从信源发出的任何信息，只有经过信息载体传递后才能被信宿接收并进行处理和运用。信息可以在时间上或空间上从一点转移到另一点，可以通过语言、动作、

文献、通信、电子计算机等各种媒介来传递，而且信息的传递不受时间或空间的限制。信息在空间中的传递称为通信；信息在时间上的传递称为存储。可以通过不同的途径完成信息的传递，互联网为信息的传递提供了便捷的途径。

- 共享性：信息作为一种资源，不同个体或群体均可共同享有。
- 时效性：信息能够反映事物最新的变化状态。在一定的时间里，只有抓住信息、运用信息，才能取得成功。
- 滞后性：有些信息虽然当前用不上，但它的价值却仍然存在，以后还会用得上。
- 再生性：人类可利用的资源可归结为 3 类，即物质、能源和信息。物质和能源都是不可再生的，属于一次性资源，而信息是可再生的。信息的开发意味着生产，信息的利用意味着再生产。
- 不灭性：信息从信息源发出后，其自身的信息量没有减少，可以被复制并长期保存和重复使用。
- 能动性：信息的产生、存在和流通，依赖于物质和能量；反过来，信息可以控制和支配物质和能量的流动，并对其价值产生影响。

2. 信息社会的概念和特点

信息社会也称信息化社会，是信息起主要作用的社会。

在信息社会中，信息成为比物质和能源更为重要的资源。以开发和利用信息资源为目的的信息经济活动迅速扩大，逐渐成为国民经济活动的主要内容。信息产业将成为整个社会最重要的支柱产业，信息经济在国民经济中占据主导地位。以计算机、微电子和通信技术为主的信息技术革命将推进智能工具的广泛使用，进一步提高整个社会的劳动生产率。智能化的综合网络将遍布社会的各个角落，固定电话、移动电话、电视、计算机等各种信息化的终端设备将无处不在。无论在何时何地，人们都可以获得文字、声音、图像等信息。易用、价廉、随身的数字产品及各种基于网络的家电产品将被广泛应用。人们将被各种信息终端所包围，信息技术将从根本上改变人们的生活方式、行为方式和价值观念。

信息社会的主要特点如下。

- 在国民经济总产值中，信息经济所创产值与其他行业所创产值相比占绝对优势。
- 信息社会的农业生产和工业生产将建立在基于信息技术的智能化信息设备的基础之上。
- 信息社会的电信、银行、物流、电视、医疗、商业、保险等服务将依赖于智能化的信息设备。家庭生活也将建立在智能化的信息设备之上。
- 信息技术的发展催生了一大批新的就业形态和就业方式，劳动力结构出现了根本性的变化，从事信息职业的人数与从事其他职业的人数相比已占绝对优势。
- 全日制工作方式朝着弹性工作方式转变。
- 信息技术的发展所带来的现代化运输工具和信息通信工具使人们冲破了地域上的障碍，真正的世界市场开始形成。
- 信息技术给人们提供了新的交易手段，电子商务成为实现交易的基本形态。

- 生活模式、文化模式的多样化和个性化得到加强，可供个人自由支配的时间和活动的空间都有较大幅度的增加。
- 尊重知识的价值观念成为社会风尚，是否拥有知识成为对劳动者的基本要求。

通过创建信息社会，人类生活不断趋向和谐，逐步实现社会的可持续发展。

二、信息技术

1. 信息处理

信息处理是指对信息进行的收集、识别、存储、提取、加工、变换、整理、检索、检测、分析、传递、发布等一系列活动。

在人类的发展过程中，信息处理大致经历了以下 4 个阶段。

- 原始阶段：该阶段的特点是使用语言、图画、算筹和其他标记物(如结绳记事)来进行信息处理。
- 手工阶段：该阶段的特点是使用文字来进行信息处理，造纸技术和印刷技术的出现，推动了本阶段信息处理能力的提高。
- 机电阶段：该阶段的特点是使用机电手段来进行信息处理，蒸汽机、无线电报、有线电话和雷达的广泛使用，大大提高了人们进行信息处理的能力。
- 现代阶段：该阶段的特点是使用传感技术、计算机技术、通信技术和控制技术，在计算机、网络、广播电视等各种设备的支持下进行信息处理。与过去的阶段相比，人们进行信息处理的能力发生了翻天覆地的变化。

信息与数据有着密切的关系，任何一种信息，当它经过编码转换为二进制的数据形式时，就可以通过计算机和互联网进行存储、加工、变换、检索、传递和发布。

2. 信息技术的概念和特点

信息技术(Information Technology，IT)主要包括计算机技术、通信技术、传感技术和控制技术。信息技术因使用的目的、范围、层次不同而有不同的表述。广义而言，信息技术是指能充分利用与扩展人类信息器官功能的各种方法、工具与技能的总和。狭义而言，信息技术是指利用计算机、网络、广播电视等各种硬件设备、软件工具与科学方法，进行信息处理的技术之和。

信息技术的主要特点如下。

- 高速化：计算机和通信的发展追求的均是高速度、大容量。
- 网络化：信息网络分为电信网、广电网和计算机网。这三个网有各自的形成过程，其服务对象、发展模式和功能等有所交叉，又互为补充。信息网络的发展异常迅速，从局域网到广域网，再到国际互联网以及有“信息高速公路”之称的高速信息传输网络，计算机网络在现代信息社会中扮演着重要的角色。
- 数字化：数字化就是将信息用电磁介质或半导体存储器按二进制编码的方法进行处理和传输。在信息处理和传输领域，广泛采用的是 0 和 1 这两个基本符号组成的二进制编码，二进制数字信号是现实世界中最容易被表达、物理状态最稳定的信号。

- 个性化：信息技术将实现以个人为目标的通信方式，充分体现可移动性和全球性，实现个人通信全球性、大规模的网络容量和智能化功能。
- 智能化：智能化的应用体现在利用计算机模拟人的智能，如机器人、医疗诊断专家系统及推理证明、智能化的各种辅助软件、自动考核与评价系统、视听教学媒体和仿真实验等。

3. 信息技术的应用和发展趋势

信息技术的应用十分广泛，目前已经渗透到人类活动的所有领域。

在工业领域，包括钢铁、汽车、电力、化工和纺织等各个行业，在生产过程管理、财务和人员管理、办公自动化、市场销售和新产品研发等各个方面，都离不开信息技术。

在农业领域，借助信息技术，许多国家大力发展“精准农业”。在生产管理、土地精确定位、农情监测、产量估算、病虫害预报和农药评价等方面，都广泛应用了信息技术。

在军事领域，信息化战争是信息技术的必然产物，许多国家组建了信息化部队。信息网络将卫星、飞机、军舰、战车和参战人员连接起来，信息化武器(如导弹)被大量用于装备部队。

在医疗领域，信息技术已经应用于医疗信息的管理。随着信息技术的发展，远程诊断和治疗、远程医疗跟踪、机器人手术和生物成像将逐渐实现并普及。

在教育领域，无论是高等教育还是中小学教育，都在运用信息技术。在课堂上，通过计算机和音像设备，多媒体教学形式被广泛采用。通过网络，任何偏僻地方的学生都可以享受优质的教育资源，都能接触到先进的教学内容。

信息技术存在以下一些发展趋势。

- 计算机处理信息的速度越来越快，存储信息的容量越来越大，硬件的体积越来越小。目前人们正在研究半导体新技术，如纳米技术、以电子束取代光刻技术，以及分子芯片和生物芯片技术，这些技术可使计算机向着高集成度、高速度、低功耗、低成本的方向发展。
- 下一代互联网传输信息的速度应该更快、信息应该更安全可靠、人们使用起来应该更方便并且更容易管理。“物联网”的应用将更加广泛。下一代网络的规模应具有巨大的网络地址空间，几十年也“用不完”。
- 计算机向着小型化、人性化和智能化等多个方向发展。随着笔输入、语音识别、生物测定、光学识别等技术的发展，人与计算机的交流将更加便捷。若能使用计算机模拟人的感觉和思维能力，人们将开发出更先进的智能机器人和专家系统。
- 人们将更加重视信息技术与其他科学技术的交叉研究，将更加重视信息技术对环境和生态的影响，将更加重视信息技术伦理道德与法制环境建设方面的研究。

第二节 计算机概论

一、计算机的产生

世界上第一台电子计算机在1946年诞生，它的名字为ENIAC(Electronic Numerical Integrator

And Computer)，即电子数字积分计算机。1943年，为了研究武器中复杂的数学计算问题，美国陆军弹道研究室把研制任务交给了美国宾夕法尼亚州立大学，并由物理学家莫奇利(John W. Mauchly)博士和埃克特(J. Presper Eckert)博士领导的研究小组设计并制造了这台电子数字积分计算机。该计算机共使用了18 000多个电子管，1500多个继电器，7000多个电阻，占地170m^2，重量达30t，功率为150kW，每秒能进行5000次加减运算。该计算机于1946年正式通过验收并投入运行。ENIAC 最主要的缺点是存储容量太小，基本上不能存储程序，而且不具备计算机主要的工作原理特征——存储程序和控制程序。

第一台电子计算机出现后，美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(von Neuman)针对ENIAC在存储程序方面的弱点，提出了“存储程序控制”的通用计算机方案。该方案在两个方面进行了关键性的改进——采用二进制和存储器，根据此原理设计的第一台计算机名为 EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer)。

虽然计算机的诞生至今已超过七十多年了，但其基本体系结构和基本作用机理仍然沿用的是冯·诺依曼的最初构想，所以现代计算机也被称为冯·诺依曼型计算机。

世界上第一台投入运行的存储程序式电子计算机是 EDSAC(Electronic Delay Storage Automatic Calculator)，它是由英国剑桥大学的维尔克斯教授在接受了冯·诺依曼的存储程序思想后于1946年开始领导设计的。该计算机于1949年5月制成并投入运行。

二、计算机的发展历程

电子计算机诞生后，发展速度很快。若按计算机中所采用的电子逻辑器件来划分，可以分为4个阶段，又称为四代。

第一代计算机(1946—1958年)。它的主要特征是采用电子管作为基本器件，用光屏或汞延时电路作为存储器，输入输出主要采用穿孔纸带或卡片。当时软件还处于初始阶段，使用机器语言或汇编语言编写程序，几乎没有系统软件。这类机器运算速度比较低(一般为每秒数千次至数万次)、体积较大、重量较重、价格较高、存储容量小、维护困难并且应用范围小，主要用于科学计算。

第二代计算机(1958—1964 年)。它的主要特征是采用晶体管作为逻辑元件，具有速度快、寿命长、体积小、重量轻和省电等优点。代表产品有IBM公司的IBM7090、IBM7094、IBM7040和 IBM7044 等，这个时期还出现了高级语言。计算机的运算速度大幅提高(可达每秒数十万次至数百万次)，重量和体积也显著减小，使用越来越方便，应用也越来越广泛，不仅用于科学计算，还用于数据处理和事务处理，并逐渐用于工业控制。

第三代计算机(1964—1970 年)。在20世纪60年代中期，随着半导体制造工艺的发展，产生了集成电路，计算机开始采用中小规模的集成电路作为计算机的主要元件，如 IBM 公司的IBM360和IBM370，DEC公司的PDP-11系列小型机等。

这一时期的计算机除采用集成电路外，还采用半导体存储器作为主存储器，外存储器包括磁盘和磁带。这一时期软件有了更进一步的发展，有了标准化的程序设计语言和人机会话式的BASIC语言，操作系统已出现并进一步完善。计算机的功能越来越强，应用范围越来越广。计算机的运算速度可达每秒数百万次至数千万次，可靠性也有了显著的提高，价格明显下降。此外，产品的系列化、机器的兼容性和互换性，以及开始出现的计算机网络等，都成了这一代计算机的特点。计算机不仅用于科学计算，还用于企业管理、自动控制、辅助设计和辅助制造等领域。

第四代计算机(1970 年至今)。大规模集成电路的研制成功，使计算机进入了一个新的时代——大规模及超大规模集成电路计算机时代。计算机的体积进一步缩小，性能进一步提高，机器的性价比大幅度跃升，发展了并行处理技术和多机系统，产品更新的速度加快。软件配置空前丰富，实现了软件系统工程化、理论化，程序设计自动化。

微型计算机的产生和发展，加上计算机网络的普及，使计算机的应用涉及人类生活和国民经济的各个领域。第四代计算机的容量之大，速度之快，都是前几代计算机无法比拟的。

三、微型计算机的发展历程

随着 20 世纪 70 年代大规模集成电路的发展和微处理器 Intel 4004 和 Intel 8008 的出现，诞生了微型计算机(简称微机)。微型计算机以微处理器为核心，它随微处理器的发展而发展，从第一代个人微型计算机问世到现在，微处理器芯片已经发展到第六代产品。

第一代微处理器(1971—1973 年)，以 4 位微处理器 Intel 4004 和 8 位微处理器 Intel 8008 为代表。Intel 4004 主要用于计算器、电动打字机、照相机、台秤、电视机等家用电器上，用来提高家用电器的性能。Intel 8008 是世界上第一种 8 位微处理器，它的指令系统不完整，存储器容量只有几百字节，没有操作系统，只有汇编语言，主要用于工业仪表和过程控制。

第二代微处理器(1974—1977 年)，以微处理器 Intel 8080、Zilog 公司的 Z80 和 Motorola 公司的 M6800 为代表。与第一代微处理器相比，集成度提高了 1~4 倍，运算速度提高了 10~15 倍，指令系统相对比较完善，已具备典型的计算机体系结构及中断、直接存储器存取等功能。

第三代微处理器(1978—1984 年)，以 16 位微处理器 Intel 8086、准 16 位微处理器 Intel 8088、Zilog 公司的 Z8000、Motorola 公司的 M68000 和 16 位微处理器 80286 为代表。美国 IBM 公司将 8088 芯片用于其研制的 IBM-PC 中，从而开创了全新的微机时代，个人计算机真正走进了人们的工作和生活之中。

第四代微处理器(1985—1992 年)，是 32 位微处理器时代。1985 年 Intel 公司发布了 80386DX，其内部包含 27.5 万个晶体管，时钟频率为 12.5MHz，时钟频率后来逐步提高到 20MHz、25MHz、33MHz、40MHz。1989 年 Intel 公司推出的 80486 芯片，集成了 120 万个晶体管，使用 1 微米的制造工艺。时钟频率从 25MHz 逐步提高到 33MHz、40MHz、50MHz。

第五代微处理器(1993—2005 年)，是奔腾(Pentium)系列微处理器时代，是从 32 位微处理器向 64 位过渡的时代，典型产品是 Intel 公司的奔腾系列芯片及与之兼容的 AMD 公司的 K6 系列微处理器芯片，如 Intel 公司 1997 年推出的 Pentium MMX、2000 年开始推出的 Pentium 4，以及 2005 年开始推出的双核心的 Pentium D 和 Pentium EE 等。随着 MMX 微处理器的出现，微机的发展在网络化、多媒体化和智能化等方面跨上了更高的台阶。

第六代微处理器(2005 年以后)，是酷睿(Core)系列微处理器时代。代表产品有酷睿 2(Core 2 Duo)、酷睿 i7、酷睿 i5、酷睿 i3 等。64 位微处理器成为主导产品。酷睿 i7 是一款 45nm 原生四核处理器，拥有 8MB 三级缓存，支持三通道 DDR3 内存，采用 LGA 1366 针脚设计，能以八线程运行。酷睿 i7 的时钟频率达到 3GHz 以上。

四、计算机的发展趋势

由于计算机技术的发展十分迅速，因此产品不断更新换代。未来的计算机将向巨型化、微型化、网络化、智能化方向发展，将更加广泛地应用于人们的工作和生活中。

- 巨型化：巨型化是指发展速度更快、存储容量更大、功能更强、可靠性更高的巨型计算机。例如，日本的“富岳”，美国的“泰坦”“美洲虎”与“红杉”，以及我国的“银河”“天河”和“神威”等。巨型机的发展集中体现了计算机科学的水平。
- 微型化：微型化是指体积更小、功能更强、集成度和可靠性更高、价格更便宜、适用范围更广的计算机。
- 网络化：网络化是指利用现代通信技术把分布在不同地理位置的计算机互联起来，组成能实现硬件、软件资源共享和相互交流的计算机网络。
- 智能化：智能化是指使计算机模拟人的思维活动，利用计算机的“记忆”和逻辑判断能力，识别文字、图像和翻译各种语言，使其具有思考、推理、联想和证明等功能。

除以上几个发展方向外，人们还将研究光子计算机、生物计算机、超导计算机、纳米计算机、量子计算机。研究的目标是打破现有计算机基于集成电路的体系结构，使得计算机能够像人那样具有思维、推理和判断能力。

- 光子(Photon)计算机利用光子取代电子进行数据运算、数据存储和数据传输，用不同的波长表示不同的数据。光子计算机的运算速度可能比现代计算机的运行速度快1000倍，具有超强的抗干扰能力和并行处理能力。
- 生物(DNA)计算机使用生物芯片，它的存储能力巨大，运算速度将比现代计算机的速度快10万倍，而能耗仅为现代计算机的十亿分之一。生物计算机具有生物体的一些特点，如能够自动修复芯片的故障。
- 超导(Superconductor)计算机由特殊性能的超导开关器件、超导存储器件和电路制成。目前的超导开关器件的开关速度比集成电路要快几百倍，而能耗仅为现代大规模集成电路的千分之一。
- 纳米(Nanometer)计算机是将纳米技术应用于计算机领域的新型计算机。“纳米”本是一种计量长度的单位，1nm=10^{-9}m，应用纳米技术研制的计算机内存芯片的体积只有数百个原子的大小，仅相当于人的头发丝直径的千分之一。纳米计算机几乎不耗费能量，它的运算速度是使用硅芯片计算机的15 000倍。
- 量子(Quantum)计算机以处于量子状态的原子作为中央处理器和内存，利用原子的量子特性进行信息处理。量子位由一组原子实现，它们协同工作起到计算机内存和处理器的作用。由于原子具有在同一时间处于两个不同位置的奇妙特性，即处于量子位的原子既可以代表1或0，又可以同时代表1和0及其之间的某个值，因此量子位是晶体管电子位的两倍。

五、计算机的特点与分类

1. 计算机的特点

电子计算机是能够高速、精确、自动地进行科学计算和信息处理的现代电子设备。它与过去的计算工具相比，具有以下几个主要特点。

(1) 计算速度快：计算机的计算速度是用每秒执行的指令数来衡量的。指令即指挥计算机如何工作的一串命令，通常由一串二进制数码组成。现代计算机的计算速度是以百万条指令每秒来衡量的，数据处理的速度相当快。计算机这么高的数据处理速度是其他任何处理工具无法比拟的。

(2) 计算精度高：在计算机内部采用二进制数编码，数的精度由表示这个数的二进制码的位数决定。现代计算机的计算精度可达十几位，甚至几十位、几百位以上的有效数字。

(3) 存储容量大：计算机可以在存储器中存储大量的信息。目前微机系统的内存一般可达16GB(例如联想小新Air14 2021的内存配置有16GB)，硬盘可达几百吉字节(GB)到几太字节(TB)。

(4) 工作自动化：用户只需将程序输入，计算机就会在程序控制下自动完成任务。

(5) 具有可靠的逻辑判断能力：冯·诺依曼结构计算机的基本思想，就是先将程序输入并存储在计算机内，在程序执行过程中，计算机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该做什么。计算机能完成推理、判断、选择和归纳等操作。

(6) 可靠性高：由于采用了大规模和超大规模集成电路，因此计算机具有非常高的可靠性，可以连续无故障地运行几万、几十万小时。

2. 计算机的分类

1) 按计算机的原理划分

从计算机中信息的表示形式和处理方式(原理)的角度进行划分，计算机可分为3大类：数字电子计算机、模拟电子计算机、数字模拟混合式计算机。

在数字电子计算机中，信息都以0和1这两个数字构成的二进制数的形式，即不连续的数字量来表示。在模拟电子计算机中，信息主要用连续变化的模拟量来表示。

2) 按计算机的用途划分

计算机按其用途可分为通用计算机和专用计算机两类。

通用计算机适合解决多种一般性问题，该类计算机的使用领域较广泛，通用性较强，可运用在科学计算、数据处理和过程控制等方面。专用计算机用于解决某个特定方面的问题，配有用来解决某问题的软件和硬件。

3) 按计算机的规模划分

计算机按规模(存储容量、运算速度等)可分为7大类：巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机、工作站和服务器。

巨型计算机即超级计算机，它是计算机中功能最强、运算速度最快、存储容量最大的一类计算机，多用于国家高科技领域和尖端技术研究，是国家科技发展水平和综合国力的重要标志。

巨型计算机的运算速度现在已经超过了千万亿次每秒，如我国国防科技大学研制的“天河”、我国曙光公司研制的“星云”、美国劳伦斯·利弗莫尔国家实验室的“红杉”、美国能源部下属橡树岭国家实验室的“泰坦”“顶点”和“山脊”、日本理化学研究所的“京”、日本理化学研究所与富士通公司共同开发的“富岳”。

1983年，我国“银河”亿次巨型机在国防科技大学诞生，它的研制成功使中国成为继美、日等国之后能够独立设计和制造巨型机的国家。我国后来又成功研制了“曙光”“深腾”“深超”“神威”“天河”“星云”等巨型机。

2010年11月16日，在全球超级计算机500强排行榜(又称TOP500)上，我国的“天河一

号”超级计算机排名第一，美国的“美洲虎”排名第二，中国的“星云”位居第三。2011 年 10 月 27 日，国家超级计算济南中心正式揭牌，这是中国首台全部采用国产 CPU 和系统软件构建的千万亿次计算机系统，标志着中国成为继美、日之后采用自主 CPU 构建千万亿次计算机的国家。2013 年 6 月 17 日，在全球超级计算机 500 强排行榜上，我国的“天河二号”夺冠。2013 年 11 月 18 日、2014 年 6 月 23 日及 11 月 18 日、2015 年 7 月 13 日及 11 月 18 日，在全球超级计算机 500 强排行榜上，我国的“天河二号”继续夺冠。2016 年 6 月 20 日、2016 年 11 月 14 日、2017 年 6 月 19 日、2017 年 11 月 13 日，在全球超级计算机 500 强排行榜上，中国的超级计算机“神威 • 太湖之光”与“天河二号”连续四次占据榜单前两位。虽然近年来中国在全球超级计算机 500 强排行榜上的排名有所下降，但整体实力依然很强。

大、中型计算机运算速度快，每秒可以执行几千万条指令，有较大的存储空间。

小型计算机主要应用在工业自动控制、仪器测量、医疗设备中的数据采集等方面，其规模较小、结构简单、对运行环境要求较低。

微型计算机采用微处理器芯片，其体积小、价格低、使用方便。

工作站是以个人计算机环境和分布式网络环境为前提的高性能计算机，工作站不单纯是进行数值计算和数据处理的工具，而且是支持人工智能作业的作业机，通过网络连接包含工作站在内的各种计算机可以实现信息的相互传送、资源和信息的共享及负载的分配。

服务器是在网络环境下为多个用户提供服务的共享设备，一般分为文件服务器、打印服务器、计算服务器和通信服务器等。

六、计算机的应用

随着成本的不断降低及软件的发展，计算机已应用于社会的各个领域。

计算机的应用大致可归纳为以下几个方面。

1) 科学计算

科学计算主要解决科学研究和工程技术中所提出的数学问题，如大型水坝的工程设计和计算、气象预报的数据处理等。

2) 数据处理

数据处理是计算机应用的重要领域，泛指非科技工程方面的所有计算、管理和任何形式数据资料的处理，包括办公自动化、信息管理和专家系统等。利用数据库系统软件，如工资管理系统、人事档案系统等可进行大量的数据处理。计算机应用于数据处理的比重逐年上升。

3) 实时控制

实时控制是计算机在过程控制方面的重要应用。计算机对工业生产的实时控制，不仅可以节省劳动力，减轻劳动强度，提高生产效率，还可以实现工业生产自动化。

4) 计算机辅助系统

计算机辅助系统包括计算机辅助教学(CAI)、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助测试(CAT)、计算机集成制造系统(CIMS)等。

5) 通信和文字处理

计算机在通信和文字处理方面的应用，越来越显示出其巨大的潜力。依靠计算机网络存储和传送信息，多台计算机、通信工作站和终端组成网络，实现信息交换、信息共享、前端处理、文字处理、语音和影像输入/输出等，是实现办公自动化、电子邮政、计算机出版等新技术的必要手段。

6) 人工智能

人工智能是研究使计算机模拟人的某些思维过程和智能行为(如学习、推理、思考、规划等)的学科，主要包括计算机实现智能的原理、制造类似于人脑智能的计算机，使计算机能实现更高层次的应用。其主要任务是建立智能信息处理理论，进而设计可以展现某些近似人类智能行为的计算系统。人工智能学科包括知识工程、机器学习、模式识别、自然语言处理、智能机器人和神经计算等多方面的研究。

智能机器人至少应该具备三个要素：一是感觉要素，用来认识周围环境；二是运动要素，对外界做出反应性动作；三是思考要素，根据感觉要素得到的信息，思考出应该采用的动作。人们在智能机器人的研究上不断取得成果。例如，由谷歌(Google)旗下 DeepMind 公司开发的人工智能机器人阿尔法狗(AlphaGo)，它在 2016 年 3 月 15 日以 4 比 1 战胜围棋世界冠军、职业九段棋手李世石，它又在 2017 年 5 月 27 日以 3 比 0 战胜世界当时排名第一的棋手柯洁。又如，美国人工智能研究公司 OpenAI 在 2022 年 11 月发布了一款名为 ChatGPT 的聊天机器人，它能通过学习和理解人类语言，像人类一样来聊天交流，能根据聊天的上下文互动，可以翻译外文，还能完成撰写邮件、论文、代码、电影剧本等任务，甚至能写一首优美的情诗。

近年来，与 ChatGPT 类似的国产大模型也相继推出，例如 2023 年华为公司发布的人工智能大模型——华为云盘古大模型 3.0，2023 年百度公司发布的语言大模型产品“文心一言”，2023 年腾讯公司发布的混元语言大模型，2023 年科大讯飞公司发布的星火大模型，2024 年阿里云公司发布的语言大模型“通义千问”，2025 年字节跳动公司发布的豆包大模型，2025 年商汤科技公司发布的“日日新”融合大模型，2025 年 DeepSeek 发布的 DeepSeek-R1 模型。

七、计算机的主要技术指标

计算机的性能是由多方面的指标决定的，不同的计算机其侧重面不同。计算机的主要性能指标包括以下 8 个。

1) 字长

计算机中的信息是以二进制数来表示的，最小的信息单位是二进制的位。

(1) 字的概念：在计算机中，若一串数码作为一个整体来处理或运算，则称为一个计算机字，简称字(Word)。字的长度用二进制位数来表示，通常将一个字分为若干字节(每字节是二进制数据的 8 位)。例如，16 位微机的一个字由 2 字节组成，32 位微机的一个字由 4 字节组成。在计算机的存储器中，通常每个单元存储一个字。在计算机的运算器和控制器中，通常都是以字为单位进行信息传送的。

(2) 字长的概念：计算机的每个字所包含的二进制位数称为字长，它是指计算机的运算部件能同时处理的二进制数据的位数。根据计算机的不同，字长有固定和可变两种。固定字长是指字的长度不论什么情况都是固定不变的；可变字长是指在一定范围内，其长度是可变的。计算机处理数据的速率，与它一次能加工的二进制位数和进行运算的快慢有关。如果一台计算机的字长是另一台计算机的两倍，即使两台计算机的速度相同，在相同的时间内，前者能做的工作也是后者的两倍。字长是衡量计算机性能的一个重要指标，计算机的字长越长，则运算速度越快、计算精度越高。

2) 主频

主频指计算机的时钟频率，即 CPU 每秒的平均操作次数，单位是兆赫兹(MHz)，它在很大程度上决定了计算机的运算速度。

3) 内存容量

内存容量即内存储器(一般指 RAM)能够存储信息的总字节数。它直接影响计算机的工作能力，内存容量越大，则计算机的信息处理能力越强。

4) 存取周期

把信息代码存入存储器，称为“写”。把信息代码从存储器中取出，称为“读”。存储器完成一次数据的读(取)或写(存)操作所需要的时间称为存储器的存取时间，连续两次读或写所需的最短时间称为存取周期。存取周期越短，则存取速度越快。

5) 硬盘性能

硬盘的主要性能指标是硬盘的存储容量和存取速度。

6) 外设配置

外设种类繁多，要根据实际需要合理配置，如声卡、显示适配器等。

7) 软件配置

通常是根据工作需要来配置相应的软件，如操作系统、各种程序设计语言处理程序、数据库管理系统、网络通信软件和字处理软件等。

8) 运算速度

运算速度是一项综合性的性能指标，其单位是 MIPS(百万条指令/秒)。

因为各种指令的类型不同，所以执行不同指令所需的时间也不一样。影响计算机运算速度的因素很多，主要是 CPU 的主频和存储器的存取周期。

第三节　计算机中的信息

一、信息的表示形式

在计算机中，信息以数据的形式来表示。从表面上看，信息一般可以使用符号、数字、文字、图形、图像、声音等形式来表示，但在计算机中最终都要使用二进制数来表示。计算机使用二进制数来存储、处理各种形式和各种媒体的信息。由于二进制使用起来不方便，因此人们经常使用十进制、八进制和十六进制。

通常将计算机中的信息分为两大类：一类是计算机处理的对象，泛称为数据；另一类是计算机执行的指令，即程序。计算机内部的电子部件通常只有“导通”和“截止”这两种状态，所以计算机中信息的表示只需 0 和 1 两种状态。二进制数有 0 和 1 这两个数码，所以人们在计算机中使用二进制数。由于人们习惯于使用十进制数，对二进制数不熟悉，同时在一些程序设计中，为了方便地表示数，又要使用八进制和十六进制数，因此在它们之间存在着相互转换的问题。

所谓进位记数制(简称数制)就是按进位的方法来记数。在不同的数制中，把某一进位记数制中涉及的数字符号的个数称为基数，基数为 10 则为十进制，基数为 2 则为二进制，基数为 8 则为八进制，基数为 16 则为十六进制。

十进制数有 0~9 十个数码，逢 10 进位。

二进制数只有 0 和 1 两个数码，逢 2 进位。

八进制数只有 0~7 八个数码，逢 8 进位。

十六进制有 0~9 和 A、B、C、D、E、F(或小写的 a~f)16 个数码，其中 A~F(或 a~f)分别代表十进制中的数 10~15。

在计算机中，为了区分不同的进位记数制，有两种表示方式。

第一种方式是在数字后面加英文字母作为标识，标识如下。

B (Binary)	B 表示二进制数，如 1011B；
O (Octonary)	O 表示八进制数，如 237O；
D (Decimal)	D 表示十进制数，如 318D；
H (Hexadecimal)	H 表示十六进制数，如 6B1E7H。

第二种方式是将数字放括号中，在括号后面加下标，如下所示。

$(1011)_2$	下标 2 表示二进制数；
$(4612)_8$	下标 8 表示八进制数；
$(8519)_{10}$	下标 10 表示十进制数；
$(3A1D)_{16}$	下标 16 表示十六进制数。

二、数制转换

1. 其他进制转换成十进制

在十进制中，一个十进制数 198.06 可表示成下面的展开式。

$$(198.06)_{10}=1\times10^{2}+9\times10^{1}+8\times10^{0}+0\times10^{-1}+6\times10^{-2}$$

这里，10 称为十进制的“基”数，10^2、10^1、10^0、10^{-1}、10^{-2}、…称为十进制各位的“权”数。1、9、8、0、6 称作基为 10 的“系数”。这种展开方法称为按权相加。

一般地，可将任何一种数制的展开式表示成下面的形式。

$$N=d_n\times r^{n-1}+d_{n-1}\times r^{n-2}+\cdots+d_1\times r^{0}+d_{-1}\times r^{-1}+\cdots+d_{-m}\times r^{-m}$$

其中，d 为系数，r 为基数。n、m 为正整数，分别代表整数位和小数位的位数。

只要采用按权相加法，就可将其他进制数转换成十进制数。

例如，二进制数 1011.101、八进制数 476.667、十六进制数 B5A.E3 的按权展开式如下。

$(1011.101)_2=1\times2^3+0\times2^2+1\times2^1+1\times2^0+1\times2^{-1}+0\times2^{-2}+1\times2^{-3}$

$(476.667)_8=4\times8^2+7\times8^1+6\times8^0+6\times8^{-1}+6\times8^{-2}+7\times8^{-3}$

$(B5A.E3)_{16}=11\times16^2+5\times16^1+10\times16^0+14\times16^{-1}+3\times16^{-2}$

【例 1-3-1】将$(11001.1001)_2$转换为十进制数。

$$(11001.1001)_2=1\times2^4+1\times2^3+0\times2^2+0\times2^1+1\times2^0+1\times2^{-1}+0\times2^{-2}+0\times2^{-3}+1\times2^{-4}$$
$$=16+8+1+0.5+0.0625$$
$$=(25.5625)_{10}$$

【例 1-3-2】将$(123)_8$转换为十进制数。

$$(123)_8=1\times8^2+2\times8^1+3\times8^0=(83)_{10}$$

【例 1-3-3】将$(1A2D)_{16}$转换为十进制数。

$$(1A2D)_{16}=1\times16^3+10\times16^2+2\times16^1+13\times16^0=(6701)_{10}$$

2. 十进制转换为二进制、八进制或十六进制

任何两个有理数如果相等，那么这两个数的整数部分和小数部分一定会分别相等。因此，在进行各种数制之间的转换时，可以分别进行整数部分和小数部分的转换。

十进制数转换成二进制数、八进制数和十六进制数的原理均相同，转换时，整数部分和小数部分要分别进行转换。

十进制整数转换成其他进制整数，通常采用“除基取余法”。

所谓除基取余法，就是将已知的十进制数反复除以转换进制的基数r，第一次除后的商作为下次的被除数，余数作为转换后相应进制数的一个数码。第一次相除得到的余数是该进制数的低位(K_0)，最后一次得到的余数是该进制数的高位(K_{n-1})。从低位到高位逐次进行，直到商是 0 为止，则$K_{n-1}K_{n-2}\cdots K_1K_0$即为所求转换后的进制数。

十进制小数转换成其他进制小数，通常采用“乘基取整法”。

所谓乘基取整法，就是将已知的十进制小数反复乘以转换进制的基数 r，每次乘以 r 后，所得乘积有整数部分和小数部分，整数部分作为转换后相应进制数的一个数码，小数部分继续乘以r。从高位向低位依次进行，直到其满足精度要求或乘以 r 后小数部分为 0 时停止。第一次乘以 r 所得的整数部分为K_{-1}，最后一次乘以 r 所得的整数部分为K_{-m}。所得的小数为$0.K_{-1}K_{-2}\cdots K_{-m}$。

【例 1-3-4】将$(26)_{10}$转换成二进制数。

所以，$(26)_{10}=(11010)_2$。

【例 1-3-5】将$(0.78125)_{10}$转换成二进制数。

纯小数乘以 2	乘积后的纯小数部分	乘积后的整数部分
0.78125×2	0.56250	1
0.5625×2	0.125	1
0.125×2	0.25	0

0.25×2	0.5	0
0.5×2	0.0	1

则$(0.78125)_{10}=(0.K_{-1}K_{-2}K_{-3}K_{-4}K_{-5})_2=(0.11001)_2$。

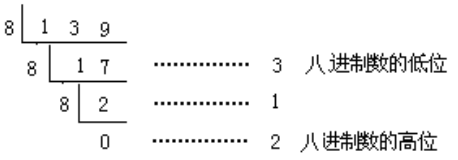
如果十进制小数在转换时，乘积取整不为0或产生循环，那么只要保留所要求的精度即可。

【例 1-3-6】将$(26.78125)_{10}$转换为二进制数。

因为$(26)_{10}=(11010)_2$，$(0.78125)_{10}=(0.11001)_2$

所以$(26.78125)_{10}=(11010.11001)_2$

【例 1-3-7】将$(139)_{10}$转换成八进制数。



所以$(139)_{10}=(213)_8$

【例 1-3-8】将$(0.425)_{10}$转换成八进制数。

纯小数乘以8	乘积后的纯小数部分	乘积后的整数部分
0.425×8	0.400	3
0.400×8	0.200	3
0.200×8	0.600	1
0.600×8	0.800	4
0.800×8	0.400	6

如果取5位小数能满足精度要求，则得$(0.425)_{10}\approx(0.33146)_8$。

可见，十进制小数不一定能转换成完全等值的其他进制小数。遇到这种情况时，根据精度要求，取近似值即可。

3. 二进制转换为八进制或十六进制

二进制数转换成八进制数的依据是$2^3=8$，根据表1-3-1进行转换。将二进制数整数部分从低位到高位，每3位对应1位八进制数，不足3位时在前面补0；小数部分则从小数的最高位开始，每3位对应1位八进制数，不足3位时在后面补0。

【例 1-3-9】把$(1101001)_2$转换成八进制数。

因为，$(001\quad 101\quad 001)_2$

↓ ↓ ↓

$(1\quad 5\quad 1)_8$

所以，$(1101001)_2=(151)_8$

二进制数转换成十六进制数的依据是$2^4=16$，根据表1-3-1进行转换。将二进制数整数部分从低位到高位，每4位对应1位十六进制数，不足4位时在前面补0；小数部分则从小数的最高位开始，每4位对应1位十六进制数，不足4位时在后面补0。

【例 1-3-10】把二进制小数$(0.0100111)_2$转换成八进制小数。

因为，$(0.010\quad 011\quad 100)_2$

↓　　↓　　↓

$(0.2\quad 3\quad 4)_8$

所以，$(0.0100111)_2=(0.234)_8$

【例 1-3-11】把$(101101101.0100101)_2$转换成十六进制数。

因为，$(0001\quad 0110\quad 1101.0100\quad 1010)_2$

↓　　↓　　↓　　↓　　↓

$(\quad 1\quad 6\quad D.\quad 4\quad A)_{16}$

所以，$(101101101.0100101)_2=(16D.4A)_{16}$

表 1-3-1　十进制、二进制、八进制、十六进制对照表

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	0	0	8	1000	10	8
1	0001	1	1	9	1001	11	9
2	0010	2	2	10	1010	12	A
3	0011	3	3	11	1011	13	B
4	0100	4	4	12	1100	14	C
5	0101	5	5	13	1101	15	D
6	0110	6	6	14	1110	16	E
7	0111	7	7	15	1111	17	F

4. 八进制、十六进制转换成二进制

八进制数或十六进制数转换成二进制数，也是根据表 1-3-1 进行转换。只需将八进制数的每 1 位展开成对应的 3 位二进制数、将十六进制数的每 1 位展开成对应的 4 位二进制数即可。

【例 1-3-12】把八进制数$(643.503)_8$转换成二进制数。

因为，$(6\quad 4\quad 3\quad .\quad 5\quad 0\quad 3)_8$

↓　　↓　　↓　　↓　　↓　　↓

$(110\quad 100\quad 011\quad .\quad 101\quad 000\quad 011)_2$

所以，$(643.503)_8=(110100011.101000011)_2$

【例 1-3-13】将$(1863.5B)_{16}$转换成二进制数。

因为，$(\quad 1\quad 8\quad 6\quad 3\quad .\quad 5\quad B)_{16}$

↓　　↓　　↓　　↓　　↓　　↓

$(0001\quad 1000\quad 0110\quad 0011\quad .\quad 0101\quad 1011)_2$

所以，$(1863.5B)_{16}=(1100001100011.01011011)_2$

5. 二进制数的运算规则

在计算机中，采用二进制数可实现各种算术运算。

二进制数的算术运算规则类似于十进制数的运算。

加法规则：0+0=0，　0+1=1，　1+0=1，　1+1=10。

减法规则：0−0=0，　0−1=1(向高位借位)，　1−0=1，　1−1=0。
乘法规则：0×0=0，　0×1=0，　1×0=0，　1×1=1。
除法规则：0÷1=0，　1÷1=1。

三、信息的计量单位

1. 位和字节的基本概念

1) 位(bit)

计算机存储信息的最小单位是“位”。“位”是指二进制数中的一个数位，一般读作比特(bit)，其中的值为 0 或 1。

2) 字节(Byte)

字节在计算机中作为计量单位，1 字节由 8 个二进制位组成，其最小值为 0，最大值为$(11111111)_2=(FF)_{16}=255$。1 字节对应计算机的一个存储单元，它可存储一定的内容。例如，存储一个英文字母 A 的编码，其对应的内容为 01000001。

2. 扩展存储单位

计算机存储容量的基本单位是字节，用 B 表示。还可以将 KB、MB、GB 或 TB 作为存储容量的单位，它们之间的关系如下。

KB：千字节　　$1KB=1024B=2^{10}B$
MB：兆字节　　$1MB=1024KB=2^{20}B$
GB：吉字节　　$1GB=1024MB=2^{30}B$
TB：太字节　　$1TB=1024GB=2^{40}B$

四、数值在计算机中的表示

数值在计算机中是以二进制形式表示的，除要表示一个数的值外，还要考虑符号、小数点的表示。小数点的表示隐含在某一位置上(定点数)或是浮动的(浮点数)。

1. 二进制数整数的原码、反码和补码

在计算机中所有的数和指令都是用二进制代码表示的。

一个数在计算机中的表示形式称为机器数，机器数所对应的原有数值称为真值。

由于采用二进制，计算机只能用 0、1 来表示数的正、负，即把符号数字化。其中 0 表示正数，1 表示负数。

原码、反码和补码是把符号位和数值位一起编码的表示方法。

1) 原码

规定：符号位为 0 时表示正数，符号位为 1 时表示负数，数值部分用二进制数的绝对值表示，称为原码表示法。

例如，假设机器数的位数是 8 位，最高位是符号位，其余 7 位是数值位。[+9]的原码为 00001001，[−9]的原码为 10001001。

数 0 的原码有两个值，有“正零”和“负零”之分，机器遇到这两种情况都当作 0 处理。[+0]的原码为 00000000，[-0]的原码为 10000000。

2) 反码

反码是另一种表示有符号数的方法。对于正数，其反码与原码相同。对于负数，在求反码时，是将其原码除符号位之外的其余各位按位取反。即除符号位之外，将原码中的 1 都换成 0、0 都换成 1。

例如，[+9]的反码是 00001001，[−9]的反码是 11110110。

数 0 的反码也有两种表示形式，[+0]的反码是 00000000，[−0]的反码是 11111111。

3) 补码

正数的补码与其原码相同。负数的补码是：先求其反码，然后在最低位加 1。

例如，[+9]的补码是 00001001，[−9]的补码是 11110111。

数 0 的补码只有一种表示形式，即[+0]的补码=[−0]的补码=00000000。

以上是假设机器数的位数是 8 位情况下的原码、反码和补码表示。若非 8 位，则需另行计算。例如 16 位情况下[+9]和[−9]的原码分别是 0000000000001001 和 1000000000001001。

2. 数的小数点表示法

1) 定点数表示法

定点数表示法通常把小数点固定在数值部分的最高位之前，或把小数点固定在数值部分的最后面。前者将数表示成纯小数，后者将数表示成整数。

2) 浮点数表示法

浮点数表示法是指在数的表示中，其小数点的位置是浮动的。任意一个二进制数 N 可以表示成：$N=2^E \cdot M$，式中 M 表示数的尾数或数码，E 表示指数(E 是数 N 的阶码，E 是一个二进制数)。

将一个浮点数表示为阶码和尾数两部分，尾数是纯小数，其形式如下：

阶符，阶码；尾符，尾数

例如，$N=(2.5)_{10}=(10.10)_2=0.1010\times 2^{10}$ 的浮点表示形式如下：

0，	10；	0，	1010
阶符	阶码	尾符	尾数

上面的阶码和尾数都是用原码表示的，实际上往往用补码表示。浮点数表示的数比定点数表示的数的范围要大，数的精度也更高。

综上所述，计算机中使用二进制数，引入补码把减法转化为加法，简化了运算；使用浮点数扩大了数的表示范围，提高了数的精度。

3. 二进制编码的十进制数

在计算机中进行输入输出时，通常采用十进制数。要使计算机能够理解十进制数，就必须进行二进制编码。常用的有 BCD 码，即 8421 码，是指用二进制数的 4 位来表示十进制数的 1 位。

例如，用 8421 码表示十进制数 876，则 8 用 1000 表示，7 用 0111 表示，6 用 0110 表示，得到$(876)_{10}\rightarrow(1000\ 0111\ 0110)_{8421}$。

五、文字、字符的编码

由于计算机内部存储、传送及处理的信息只有二进制信息，因此各种文字、符号也就必须用二进制编码表示。

计算机内部处理字符信息的编码统称为机内码，机内码包括内部码、字形码、地址码等。

内部码是字符在计算机内部最基本的表达形式，是在计算机中存储、处理和传送字符用的编码。字形码是表示字符形态的字模数据，是为输出字符而准备的编码。考虑到处理汉字的计算机系统要中西文兼容等原因，汉字的内部码与其交换码不完全相同。计算机存储器中有许多存放指令或数据的存储单元，每一个存储单元都有一个地址的编号，该编号即是地址码。

1. ASCII 码

美国信息交换标准码(American Standard Code for Information Interchange，ASCII)，已为世界所公认。这种字符标准编码由 7 位二进制数码 0 和 1 组成，共 2^7=128 种，包括 10 个十进制数码、52 个英文大小写字母、32 个通用控制字符、34 个专用符号，如表 1-3-2 所示。在计算机中常用 1 字节(8 位二进制数)来表示 1 个字符，而 ASCII 码由 7 位二进制数组成，多出的 1 位(最高位)常用作奇偶校验位，奇偶校验位主要用来验证计算机在进行信息传输时的正确性，在字符编码中一般置为 0。

表 1-3-2　ASCII 字符编码表

低四位代码	高三位代码							
	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	“	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
0101	END	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	‘	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

字符通过输入设备转换为用 ASCII 码表示的字符数据后，再送入计算机；之后由输出设备把要输出的 ASCII 码转换为字符，再传送给用户。

2. 汉字编码

计算机通过包含汉字在内的字符集与用户进行信息交换，这些信息由计算机处理时，首先会转换成计算机能识别的代码形式，最终计算机处理的信息又必须将内部代码形式转换成汉字的字形，才能被用户所理解。

3. Unicode 码

Unicode(Universal Multiple-octet Coded Character Set)是 Unicode 联盟开发的一种字符编码方案，旨在通过对所有人类语言中的字符进行编码，实现跨平台、跨应用程序和跨语言的数据交换。Unicode 最初于 1987 年由美国计算机科学家 Joe Becker 提出，随后得到了国际计算机行业的广泛支持和推广。

Unicode 标准目前已经被业界主要厂商如 Apple、HP、IBM、JustSystem、Microsoft、Oracle、SAP、Sun、Sybase、Unisys 和其他公司采用，许多操作系统、所有最新的浏览器和许多产品都支持 Unicode。

计算机只能处理数字，在处理字母或其他字符时，需指定一个数字来表示。在 Unicode 之前，有数百种指定这些数字的编码系统。这些编码系统会相互冲突，也就是说，两种编码可能使用同一个数字代表两个不同的字符，或使用不同的数字代表相同的字符。例如，在简体中文(GB)、繁体中文(BIG5)和日文中，同一字“文”的编码各不相同，这在不同的编码或平台之间会产生乱码。Unicode 解决了这个问题，由于采用统一的编码，因此不管在哪种文字中，每个字符的编码各不相同且是唯一的。

Unicode 给每个字符都提供了一个唯一的数字，这与平台、程序、语言无关。它将世界上使用的所有字符都列了出来，给每个字符一个唯一的特定数值。Unicode 字符集被分为 17 个平面，每个平面最多有 65 536 个字符。第 0 平面包含基本多文种平面字符，用于表示常见的字符，如字母、数字和标点符号，其中前 128 个字符是标准 ASCII 字符，接下来是 128 个扩展 ASCII 字符，其余字符供不同语言的文字和符号使用。

Unicode 用数字 0~0x10FFFF 来映射这些字符，最多可以容纳 1 114 112 个字符，或者说有 1 114 112 个码位。码位就是可以分配给字符的数字。2022 年 9 月发布的 Unicode 第 15 版的字符范围已经达到了 149 186 个。

第四节　计算机系统

一个完整的计算机系统由硬件系统和软件系统两部分组成，如图 1-4-1 所示。硬件系统是计算机系统的物质基础，软件系统是计算机发挥功能的必要保证。

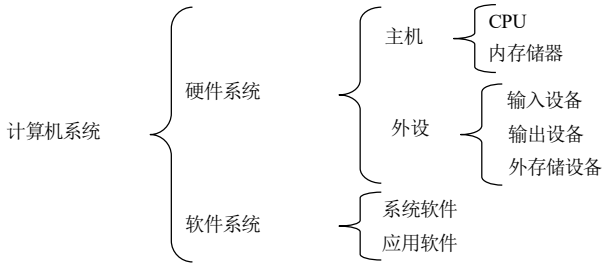


图 1-4-1　计算机系统的组成

一、硬件系统

通俗而言，硬件就是看得见、摸得着的物理实体，也指组成计算机的电子线路和电子元件等各种机电物理装置。将这些设备按需要进行设计和组装，完成各自的操作，就构成了计算机的硬件系统。

1. 计算机系统的硬件结构

1) 冯·诺依曼计算机模型

以美国著名的数学家冯·诺依曼为代表的研究组提出的计算机设计方案，为现代计算机的基本结构奠定了基础。冯·诺依曼计算机的基本结构如图 1-4-2 所示。

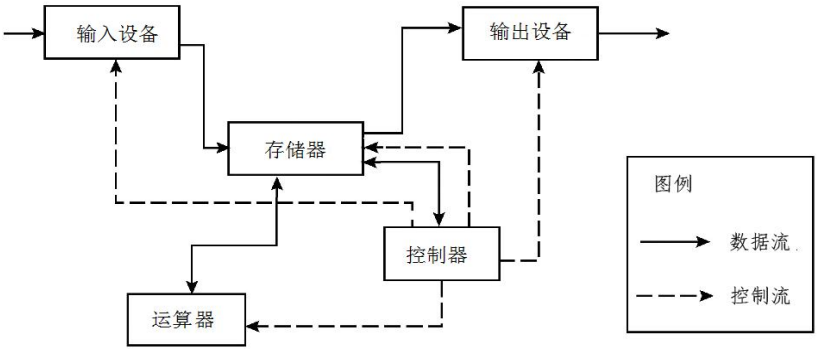


图 1-4-2　计算机的基本结构

迄今为止，绝大多数实际应用的计算机都属于冯·诺依曼计算机模型。它的基本要点包括：采用二进制形式表示数据和指令；采用“存储程序”工作方式；计算机硬件部分由 5 大部件组成，即运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。

2) 三总线

为了节省计算机硬件连接的信号线，简化电路结构，计算机各部件之间采用公共通道进行信息的传送和控制。计算机部件之间分时占用着这些公共通道进行数据的控制和传送，这样的通道简称为总线，共分为以下 3 类。

- 数据总线：用来传输数据，是双向传输的总线。CPU 既可以通过数据总线从内存或输入设备读入数据，又可以通过数据总线将内部数据传送至内存或输出设备。
- 地址总线：用于传送 CPU 发出的地址信号，是一条单向传输线，目的是指明与 CPU 交换信息的内存单元或 I/O 设备的地址。
- 控制总线：用来传送控制信号、时序信号和状态信息等。其中，有的是 CPU 向内存和外设发出的控制信号，有的则是内存或外设向 CPU 传递的状态信息。

3) 计算机硬件系统的组成

硬件是软件工作的基础，只有硬件的计算机被称为“裸机”，硬件必须配置相应的软件才能成为一个完整的计算机系统，才能应用于各个领域。

(1) 运算器：运算器在控制器的控制下完成各种算术运算(如加、减、乘、除)、逻辑运算(如逻辑与、逻辑或、逻辑非等)，以及其他操作(如取数、存数、移位等)。运算器主要由两部分组成，即算术逻辑运算单元(Arithmetic and Logic Unit，ALU)和寄存器组。

(2) 控制器：控制器是控制计算机各个部件协调一致、有条不紊工作的电子装置，也是计算机硬件系统的指挥中心。

运算器和控制器集成在一起被称为中央处理器(Central Processing Unit，CPU)，在微型计算机中又称为微处理器，它是计算机硬件的核心部件。

CPU 与内部存储器、主机板等构成计算机的主机。

(3) 存储器：存储器是用来存储数据和程序信息的部件，可分为内部存储器(简称内存)和外部存储器(简称外存)两大类。

内部存储器一般包括 ROM(Read Only Memory，只读存储器)和 RAM(Random Access Memory，随机存取存储器)。

ROM 是只读存储器，也就是说计算机只能从其中读出数据，而不能写入数据，它的内容是由生产厂家在出厂时就已写入进去的，并且一旦写好就不能改变了。

RAM 是随机存取存储器，也称可读写存储器，它是暂时存储信息的地方，在计算机加电运行时存储信息，当电源切断后，RAM 中所存放的信息将全部丢失。

为了提高 CPU 与内存之间的传输速度，在 CPU 和内部存储器之间增加了一层用 SRAM 构成的高速缓冲存储器，简称 Cache。它所采用的存储器比内部存储器的速度快，但容量较小，其工作原理是将当前 CPU 要使用的一小部分程序和数据放到缓冲区中，这样可大大提高 CPU 从内部存储器存取数据的速度。

与外部存储器相比，内部存储器的存储容量较小，但内部存储器的存取速度更快。

外存又称辅助存储器，存储容量较大，是永久存储信息的地方。不管计算机接通或切断电源，在外存中所存放的信息是不会丢失的。但外存的速度较慢，而且不能直接和 CPU 交换信息，必须通过内部存储器过渡才能和 CPU 交换信息。常见的外存有硬盘、光盘和 U 盘等。

无论是内存还是外存，其存储量都是由字节来度量的，存储器中所能存储的字节数即为存储容量。存储器容量的度量单位除字节 B(Byte)外，还有千字节(KB，1KB=1024B)、兆字节(MB，1MB=1024KB)、吉字节(GB，1GB=1024MB)、太字节(TB，1TB=1024GB)。

(4) 输入设备：输入设备的功能是把计算机程序和数据输入计算机。常见的输入设备包括键盘、鼠标、图像输入设备(包括摄像机、数码相机、扫描仪和传真机等)和声音输入设备等。

(5) 输出设备：输出设备的功能是把计算机程序和数据从计算机输出。常见的输出设备包括显示器、打印机、绘图仪和声音输出设备等。

2. 微型计算机的外存储设备

微型计算机常用的外存储设备包括硬盘存储器、光盘存储器和移动存储设备等。

1) 硬盘

硬盘由一组圆盘形状的铝合金(或玻璃)盘片组成，它的上下两面都涂满了磁性介质。硬盘的组织结构与软盘差不多，由磁道、扇区和柱面组成。硬盘分为固定硬盘和可移动硬盘两种。固定硬盘一般安装在主机箱中。早期硬盘的存储容量有几百兆字节(MB)、几十吉字节(GB)的，而现在的硬盘存储容量一般是几百吉字节(GB)或几太字节(TB)。

硬盘是由操作系统管理的设备，操作系统按一定的方法对硬盘进行分区，合理地组织文件和数据。存储在硬盘上的信息可以长期永久地保存，不会因断电而丢失。

2) 光盘

光盘是用盘面上的凹槽来反映信息的，当激光读取设备中的激光束投到凹槽的边沿上时，根据凹槽的深浅不同，所反射的光束也不同，这样可以表示不同的数据。一张光盘的容量一般为 650MB。光盘可分为 3 种：只读光盘、一次性写入光盘和可擦写光盘。

只读光盘即 CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)，是指生产厂家在制造时把内容写入光盘，用户只能读出光盘的内容，而不能写入信息。一次性写入光盘是指用光盘刻录机只能一次刻录内容到光盘上，而不能在该光盘上再次刻录，但它可以被多次读取。可擦写光盘是指可以多次刻录的光盘。

DVD (Digital Versatile Disc)光盘是数字多功能光盘。它的外形大小与 CD-ROM 光盘的大小相同。这种光盘容量大，单面单层的 DVD 光盘可存储 4.7GB 的信息，双面双层的 DVD 光盘最多能够存储 17.8GB 的信息。DVD 光盘是多功能的光盘，有 3 种格式：只读数字光盘、一次性写入的光盘和可重复写入的光盘。

光盘存储器的优点是：记录密度高、存储容量大，可长期保存信息，且是无接触式地记录信息。光盘的读写依赖于光盘驱动器，光盘驱动器(简称光驱)的主要性能指标如下。

(1) 传输速度。光驱开始是按数据的传输速度来分类的。世界上第一种光驱的传输速度为 150KB/s，后来的光驱就以 150KB/s 为一个基数，按照它来衡量传输速度。

例如，倍速光驱的传输率就是 300KB/s。随着科学技术的日益发展，光驱的传输速度也越来越快，从最初的单速、倍速，到 8 速、12 速，到后来的 24 速、32 速、40 速等。

(2) 光驱的纠错性能。光驱发展到现在，追求的已不仅仅是它的速度，更重要的是它的纠错性能。影响光驱纠错性能的因素主要包括光驱的转速、激光头的激光功率及其是否可升降、所使用光盘的质量好坏、光驱所采用的变频调速电机和变频调速速率等。

3) 移动存储设备

常见的移动存储设备包括 U 盘和移动硬盘。它们的特点是可反复存取数据，在 Windows 等操作系统中可以即插即用。U 盘和移动硬盘如图 1-4-3 所示，其一般使用 USB 接口。

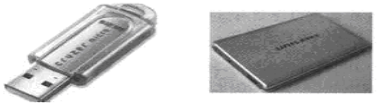


图 1-4-3 U 盘和移动硬盘

U 盘采用一种可读写、非易失的半导体存储器——闪速存储器(Flash Memory)作为存储媒介，通过通用串行总线接口(USB)与主机相连，用户可在 U 盘上很方便地读写、传送数据。U 盘体积小巧、重量轻、携带方便、可靠性高。U 盘一般可擦写至少 100 万次，数据至少可保存 10 年，容量一般以 GB 为单位。

移动硬盘体积稍大，但携带还算方便，而且容量比 U 盘更大，一般以 GB 和 TB 为存储单位，可以满足大量数据的存储和备份需求。

3. 计算机中的存储地址

所有存储单元都按顺序排列，每个单元都有一个编号，单元的编号称为“单元地址”。地址编号也用二进制数表示，通过地址编号寻找在存储器中的数据单元称为“寻址”。显然，存储器地址范围的多少决定了二进制数的位数，如果存储器有 1024 个(1KB)单元，即 2^{10} 个单元，

那么它的地址编码为 0~1023；对应的二进制数是 0000000000~1111111111，需要用 10 位二进制数来表示，也就是需要 10 根地址线；或者说，10 位地址码可寻址 2^{10}(1KB)的存储空间。存储器中所有存储单元的总和称为这个存储器的存储容量。若地址线有 n 根，则它的寻址空间为 2^n 个存储单元。例如，若地址线有 32 根，则它的寻址空间为 2^{32} 个存储单元。

可以计算给定的首地址和末地址之间的存储空间的大小。计算公式如下：

存储空间=末地址−首地址+1

例如，首地址是 4000H，末地址是 4FFFH，首地址和末地址之间的存储空间如下：

存储空间=4FFFH−4000H+1=4KB

当给定存储空间的大小和首地址(或末地址)时，利用公式“存储空间=末地址−首地址+1”可以计算出末地址(或首地址)。

例如，存储空间的大小是 32KB，首地址为 0000H，末地址如下：

末地址=存储空间+首地址−1=32KB+0000H−1

$=32\text{KB}-1=(32\times2^{10})\ \text{B}-1=2^5\times2^{10}\ \text{B}-1=2^{15}\ \text{B}-1$

=1000 0000 0000 0000B−1=8000H−1=7FFFH

4. 微型计算机常用的输入输出设备

1) 输入设备

微型计算机常见的输入设备包括键盘、鼠标、图像输入设备(摄像机、扫描仪和传真机等)和声音输入设备等。下面重点介绍键盘、鼠标的外观和基本操作，其他输入设备则简单介绍。

(1) 键盘。

键盘是计算机的标准输入设备，同时它又是计算机的控制台，是用户控制计算机的工具。根据键盘上键数的多少，键盘分为 101 键盘、102 键盘、103 键盘和 104 键盘等多种类型。

一般地，按照功能的不同，将键盘上的键划分为 4 个区，即功能键区、标准打字键区、编辑键区和辅助键区。

- 功能键区：该键区共包括 12 个功能键和 Esc、Print Screen、Scroll Lock、Pause/Break 等键。
- 标准打字键区：该键区共包括 4 类键，它们分别为数字键、字母键、符号键和控制键。其中控制键的作用如表 1-4-1 所示。

表 1-4-1　标准打字键区控制键的作用

键	功　能
Tab	跳格键。每按一次，光标在屏幕上移动 8 列
Caps Lock	字母大小写转换键。在键盘的右上角有一个与之对应的标识灯，灯亮时表示处于大写状态
Shift	上档键。其作用有两种：一是用于字母大小写的临时切换，二是用于取得双档键的上档字符。如“:”的输入可先按住 Shift 键，再按下“:”所在的键
Ctrl	控制键。必须和其他键联合使用，以完成某些特定功能。如： Ctrl+Break　　用于中断某些操作 Ctrl+P　　用 于打印机和计算机之间的联机与脱机

(续表)

键	功 能
Alt	选择键。必须和其他键联合使用，以完成某些特定功能。如在 Windows 系统下： Alt+F4　　用于关闭应用程序窗口
Enter	回车键，在 DOS 系统下是命令行结束的标志，在编辑状态下用于换行
Backspace	退格键，用于擦除光标左边的一个字符

- 编辑键区：此区中的键多用于编辑软件，其中 4 个箭头方向的键用于控制光标。编辑键区部分编辑键的作用如表 1-4-2 所示。

表 1-4-2　编辑键区部分编辑键的作用

键	功 能	键	功 能
Home	将光标移到行首	Page Up	向前翻页
End	将光标移到行尾	Page Down	向后翻页
Insert	插入/改写状态切换	Delete	删除光标右边的一个字符

- 辅助键区：又称为小键盘，这些数字键与计算器键位一致，适用于一些专业数字录入人员的单手操作。
- NumLock 键：数字锁定键。主要用于对小键盘的双档键进行切换，键盘右上角有一个与之对应的标识灯，灯亮时为数字功能，灯灭时为编辑键功能。
- PrintScreen 键：屏幕复制键。把屏幕上的内容复制下来，在 Windows 中按此键可以把屏幕上的内容复制到剪贴板上。

(2) 鼠标。

鼠标是计算机的主要输入设备之一。

常用鼠标按其构造可分为 3 种：机械式鼠标、光电式鼠标和光电机械混合式鼠标。按键数一般分为一键、两键和三键 3 种。

- 机械式鼠标：机械式鼠标里面有一个橡胶球，通过摩擦两个滚轮，将滚轮移动的距离转换为电信号，使屏幕上的光标移动。其中，转换的器件即编码器是机械的，因此称为机械式鼠标。机械式鼠标的定位精度较低、容易磨损、寿命也较短，但它的结构简单，价格也很低且容易操作。
- 光电式鼠标：光电式鼠标的内部有一个光电管，使用时要配备专用的鼠标板。这类鼠标是通过光电管照射在鼠标板上再反射回来的点的位置来定位的。光电式鼠标的精度高，适用于工程设计等要求定位精度准确的场合。但是它的结构复杂，价格也比机械式鼠标贵，而且随着使用次数的增多，鼠标板也容易磨损，会对精度造成一定的影响。
- 光电机械混合式鼠标：这类鼠标的工作原理与机械式鼠标相似，只是编码器采用的是光学器件。这类鼠标综合了机械式和光电式这两类鼠标的优点，其精度比机械式鼠标高，又不需要光电式鼠标的底板，价格也在两者之间。

(3) 触摸屏。

触摸屏的基本原理是：用手指或其他物体触摸安装在显示器前端的触摸屏时，所触摸的位置(以坐标形式)由触摸屏控制器检测，并通过接口(如 RS-232 串行口)送到 CPU，从而确定输入的信息。

常见的触摸屏主要有以下 4 种。

- 电阻式触摸屏：这种触摸屏需要用压力感应进行控制。它的表层是一层塑胶，底层是玻璃，能在恶劣环境下工作，但手感和透光性较差。
- 电容式触摸屏：这种触摸屏是在玻璃表面贴上一层透明的特殊金属导电物质。当有导电物体触碰时，就会改变触点的电容，从而可以检测出触摸的位置。由于电容会随温度、湿度或接地情况的不同而发生变化，因此其稳定性较差。
- 红外触摸屏：该触摸屏外框上装有红外线发射与接收感测元件，使屏幕表面上形成红外线探测网，触摸物体时可改变触点上的红外线，从而实现触摸屏操作。红外触摸屏不受电流、电压和静电的干扰。
- 表面声波触摸屏：表面声波是一种沿介质表面传播的机械波。该类触摸屏的角上装有超声波换能器，能发送一种跨越屏幕表面的高频声波，当手指触及屏幕时，触点上的声波即被接收。表面声波触摸屏的清晰度较高、透光性好，抗刮伤性良好，不受环境温度、湿度等因素影响。

(4) 手写输入设备。

手写输入方法是把要输入的汉字写在一块称作书写板的设备上(实际上是一种数字化仪，现在有的与屏幕结合起来，可以显示笔迹)。这种设备将笔尖划过的轨迹按时间采样后发送到计算机中，由计算机软件自动完成识别，并以机器内部的方式保存与显示。

从技术发展的角度来看，更为重要的一点在于手写板的性能。手写板主要分为 3 类：电阻式压力板、电磁式感应板和电容式触控板。目前电阻式压力手写板技术落后，已经被市场淘汰。电磁式感应手写板是现在市面上的主流产品。电容式触控手写板将成为市面上的主力军，因为它具有耐磨损、使用简便、敏感度高等优点。

手写输入设备主要有以下 4 种。

- 图形数字化仪：它是将图形的模拟量转换成数字量后输入计算机的图形输入设备。
- 光笔：指在显示器屏幕上输入、修改图形或写字的设备。
- 写字板：用写字板中的笔可输入图形符号，通过软件转换成字符编码，用来输入文字。
- 条形码阅读器：广泛用于商品流通管理、图书管理等领域。

2) 输出设备

微型计算机常见的输出设备有显示器、打印机、绘图仪和声音输出设备等。

(1) 显示器。

显示器是计算机系统中不可缺少的部分，用来显示用户输入的命令、数据和程序运行的结果。目前使用的显示器主要有阴极射线管显示器(CRT)和液晶显示器(LCD)。

显示器按颜色可分为单色和彩色两种；按分辨率可分为高、中、低 3 种。显示器的分辨率用整个屏幕上的光栅的列数(每一行上显示的光点——像素的点数)和行数(每一列中显示的像素的点数)的乘积来表示。例如，320×200 分辨率显示器属于低分辨率，640×480 分辨率显示器属

于中分辨率，1024×768、1024×1024 分辨率显示器属于高分辨率。分辨率越高，所显示的图像越清晰。

显示器一般通过一块显卡与主机相连。显卡也称图形卡，由字符库、控制线路和显示缓冲存储器等组成。显卡插在主机主板的扩展槽上，显示器与显卡一起构成显示系统。

(2) 打印机。

打印机是一种能够在纸上打印字符或图形的输出设备。打印机的种类很多，按工作原理可分为击打型和非击打型；按打印方式可分为激光打印机、喷墨打印机和点阵式打印机。

- 激光打印机(Laser Printer)：激光打印机的印制原理与复印机相似，先用激光把要印的字符或图像照在感光鼓上，产生潜像，然后吸附色粉再转印到纸上，经过加热固化，形成稳定的直观字符和图像。激光打印机是计算机最理想的打印机，它输出的文本清晰，可与铅字质量媲美，印刷速度快，没有噪声，适用于排版印刷行业或在办公室中输出正式的图文资料。
- 喷墨打印机(Ink-jet Printer)：喷墨打印机是通过精细的喷头将墨水喷到纸面上产生字符和图像。这种打印机价格比较低，但打印速度慢，喷墨头的使用寿命短。喷墨打印机比较适合家庭使用，不适合用在办公室中打印繁多的材料。
- 点阵式打印机(Dot-matrix Printer)：点阵式打印机又称针式打印机。它通过有选择地驱动一个由针组成的阵列撞击色带，靠针的压力把色带上的印油印在纸上。由针组成的阵列是一个机械装置，针与针之间的距离使得其分辨率较低，所以相对而言打印的质量不高。但其性价比较高，并且可以直接打印在复写纸和蜡纸上。

打印机有两种工作方式：点阵方式和字符方式。其中，点阵方式是主机逐点地向打印机输送信号；字符方式是主机向打印机输送字符代码，由打印机将此代码转换为字符的字形打印出来。

二、软件系统

1. 软件的基本概念

1) 指令

指令是能被计算机识别并执行的二进制代码，它规定了计算机能完成的某一操作。

一条指令通常由两部分组成：操作码和操作数。操作码可指明该指令要完成的操作类型或性质，如取数、做加法或输出数据等。操作数可指明操作对象的内容或所在的存储单元地址(地址码)。操作数在大多数情况下是地址码，地址码可以有 0~3 个。

2) 程序

程序是用某种特定的符号系统(语言)对被处理的数据和实现算法的过程进行的描述，通俗而言，就是用于指挥计算机执行各种动作，以便完成指定任务的指令序列。

3) 软件

软件是各种程序的总称。广义而言，“软件”泛指程序、运行时所需的数据以及程序的有关文档资料。

计算机的软件系统是指为使用计算机而编制的程序和有关文件。软件系统有两种类型：系

统软件和应用软件。

(1) 系统软件。

系统软件分为操作系统、各种语言翻译系统、系统支撑和服务程序、数据库管理系统，包括以下 4 种程序。

- 操作系统。操作系统由一组控制计算机系统并对其进行管理的程序组成，它是用户与计算机硬件系统之间的接口，为用户和应用软件提供了访问与控制计算机硬件的桥梁。常用的操作系统有 Windows 系列、UNIX 等。
- 各种语言翻译系统。各种程序设计语言，如汇编语言、C、Java 等高级语言所编写的源程序，计算机不能直接执行源程序，必须经过翻译，这就需要使用语言翻译系统。
- 系统支撑和服务程序。这些程序又称为工具软件，如系统诊断程序、调试程序、排错程序、编辑程序、查杀病毒程序等，它们都是为维护计算机系统的正常运行或支持系统开发所配置的软件系统。
- 数据库管理系统。主要用来建立存储各种数据资料的数据库，并对数据库进行操作和维护。

(2) 应用软件。

为解决各类实际问题而设计的软件称为应用软件。按照其服务对象，一般分为通用的应用软件和专用的应用软件。

通用的应用软件一般是为了解决许多人都会遇到的某一类问题而设计的，包括文字处理、电子表格、数据库管理、辅助设计与辅助制造、计算机通信与网络等软件。

专用的应用软件是专为少数用户设计、目标单一的应用软件，如某机床设备的自动控制软件、用于某实验仪器的数据采集与处理的软件、学习某门课程的辅助教学软件等。

2. 计算机软硬件之间的关系

计算机中，硬件和软件是相辅相成的，从而构成一个不可分割的整体——计算机系统。

1) 硬件是软件的基础

若只有硬件，计算机还不能直接被用户使用，需要安装一系列的软件后，计算机才能正常使用。软件建立在硬件基础之上。没有硬件，软件无法栖身，无法工作。

2) 软件是硬件的功能扩充与完善

硬件提供了物理工具，而软件提供了使用这些工具的方法。系统软件支持应用软件的开发，操作系统支持应用软件和系统软件的运行。各种软件通过操作系统的控制和协调，完成对硬件系统各种资源的利用。

3) 硬件和软件相互渗透、相互促进

从功能上讲，计算机硬件和软件之间没有固定不变的分界面。

计算机系统的许多功能，既可用硬件实现，又可用软件实现。软硬件功能的相互渗透，也促进了软硬件技术的发展。一方面，硬件的发展及性能的改善，为软件的应用提供了广阔的前景，促进了软件的发展；另一方面，软件的发展，对硬件提出了新的要求，从而促进了新硬件的产生和发展。

第五节 计算机语言

计算机语言按其和硬件接近的程度可以分为低级语言和高级语言两大类。

一、低级语言

低级语言包括机器语言和汇编语言。

机器语言是最内层的计算机语言，其指令由计算机硬件直接识别的二进制代码构成。由二进制代码组成的指令的集合称为计算机指令系统，它与计算机硬件关系密切。每种机器都有自己的一套机器语言。不同机种之间，机器语言不能通用。

机器语言是唯一能被计算机直接识别和执行的语言，因而执行速度最快。但缺点是编写程序不便，直观性差，阅读困难，修改、记忆和调试费力，且不具有可移植性。

汇编语言是一种符号化的机器语言。为了便于理解和记忆，采用帮助人们记忆的英文缩写符号(也称指令助记符)来代替机器语言指令代码中的操作码，用地址符号来代替地址码，这种用指令助记符和地址符号来编写的指令称为汇编语言。汇编语言与机器语言指令之间基本上是一一对应的。因此，汇编语言也从属于特定的机型，也是面向机器的语言，与机器语言相差无几，不能被机器直接识别与执行。由于汇编语言采用了助记符，因此它比机器语言更直观、便于记忆和理解，也比机器语言程序易于阅读和修改。

二、高级语言

由于机器语言或汇编语言对机器的依赖性较强，因此它们都不能离开具体的计算机指令系统，并且编写的程序较复杂，效率低，通用性差。为了克服机器语言或汇编语言的缺陷，出现了高级语言。

世界上已出现了很多种不同类型和功能的高级语言，如 BASIC、FORTRAN、C、VB、Delphi、C++、Java、C#、Python 等。使用高级语言编写的程序由一系列的语句组成，每一条语句可以对应若干条机器指令。

高级语言编程效率高，而且由于高级语言的书写方式接近人们的表达习惯，使用其编写的程序更便于阅读和理解，出错时也容易检查和修改，给程序的调试带来了很大的方便，大大地促进了计算机的普及。

高级语言分为两种：一种是面向过程的程序设计语言，如 BASIC、FORTRAN、C 等；另一种是面向对象的程序设计语言，如 Delphi、C++、Java、C#等。面向过程的程序设计语言使用“函数”或“过程”等子程序来组成程序，而面向对象的程序设计语言使用“类”和“对象”来组成程序。

语言处理的核心内容是进行语言翻译，语言翻译有两种基本的处理方式：解释和编译。

1) 解释方式

解释方式是边解释边执行。将用高级语言编写的源程序输入计算机后，就启动相应的解释程序。这个解释程序的作用是逐条分析源程序中的语句，按照源程序描述的过程，执行一个对应的机器语言程序，直到整个源程序都被扫描一遍，再被解释和执行完毕为止。

解释方式的特点是并不生成完整的目标程序，而是局部地生成对应的子程序，一边解释，

一边执行。解释程序的工作过程如图 1-5-1 所示。

在解释方式中，并不生成目标文件，源程序(即被解释的程序)的全部信息仍保留在内存之中，因而用户可以根据解释执行的情况，对源程序进行调整和修改，然后重新执行。程序每次重复执行时，都需要解释程序进行翻译。离开解释程序，源程序就不能独立运行。BASIC 语言就是采用解释方式工作的。

2) 编译方式

编译方式是将源程序全部翻译成用机器语言表示的目标程序。执行时，机器将直接执行目标程序，不再需要源程序和翻译程序，为此需要一种编译程序。用汇编语言或高级语言编写的源程序被当作数据来接收，被作为处理的对象，经过翻译转换，生成机器代码输出，再由一个汇编(连接)程序做进一步加工，最后得到可执行的目标程序，交由计算机执行。

与解释方式相比，编译方式是最后让计算机直接执行目标程序，所以效率较高，执行速度较快。虽然编译过程本身也需要花费时间，但这往往可以事先安排，编译一次后，所生成的目标程序可以多次使用。编译程序的工作过程如图 1-5-2 所示。

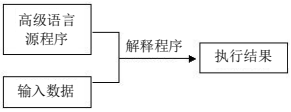


图 1-5-1　解释方式的工作过程

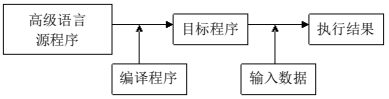


图 1-5-2　编译方式的工作过程

目前，对大多数高级程序设计语言的处理都采取编译方式，如 FORTRAN、Pascal、C、PROLOG、PL/1、Ada、COBOL、C #等。

三、程序设计

1. 计算机程序和程序设计的概念

计算机程序是为了解决某个问题、达到某个目标而指示计算机执行的指令序列。指令就是要计算机执行的某种操作的命令。程序需要使用某种程序设计语言编写。程序是人与计算机交流的一种重要的方式。编写计算机程序的过程被称为程序设计。

计算机科学家尼古拉斯·沃思(Nikiklaus Wirth)提出了如下公式：

程序=数据结构+算法

后来人们研究认为：除数据结构和算法两部分内容外，计算机程序还应该包含程序设计方法、语言工具环境两部分内容，因此，上面的公式可以表示为：

程序=数据结构+算法+程序设计方法+语言工具环境

2. 计算机程序的结构

编写一个规模庞大、功能丰富的程序，从总体上看，人们采用的是模块化的程序设计思想；而编写每一个模块时，人们采用的是结构化的程序设计方法。所以，从总体上看，程序是模块化的结构；而每个模块的结构，是按照结构化的程序设计方法，由顺序、选择、循环这 3 种结构组成。

1) 模块化的程序设计思想

模块是组成程序的基本单位，它的规模一般较小，可以实现程序的一项或几项功能。根据

程序的规模和功能，人们将程序划分成若干相对独立的模块，每个模块解决一个或几个小问题，可以组织许多开发者分别编写每个模块。这种程序设计思想被称为模块化的程序设计思想，它解决了大规模的复杂程序设计问题，目前被广泛采用。

采用模块化的程序设计思想的设计过程，简单说就是“自顶向下、化整为零、逐步细化”的过程。首先，从顶层开始设计，将整个程序划分为若干较大的模块，然后，将每个较大的模块分解为几个较小的模块，分解的过程逐步细化，直到每个模块只具有一项或几项较小的功能为止。由于每个小模块较容易编写，因此整个程序也不难编写。

2) 结构化的程序设计方法

结构化的程序设计方法主要采用顺序、选择、循环 3 种基本结构来编写程序。

图 1-5-3(a)所示的是顺序结构，计算机按顺序执行每部分语句。

图 1-5-3(b)所示的是两分支选择结构，当条件为真时，计算机执行“语句 1”部分；当条件为假时，计算机执行“语句 2”部分。还有多分支选择结构，根据条件，计算机会在多个分支中选择某个分支执行。

图 1-5-3(c)所示的是循环结构，当条件为真时，计算机重复执行循环体中的语句，直到条件为假时，循环结束。该图中给出了两种循环结构。

任何一个程序模块，都可以采用这 3 种基本结构来编写。

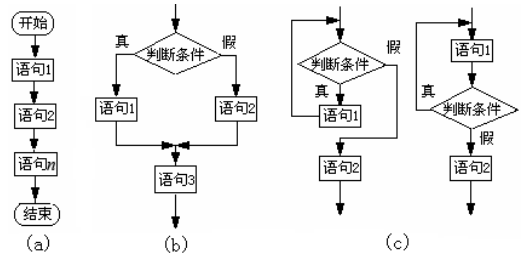


图 1-5-3　程序的 3 种基本结构

3. 计算机程序设计的过程

程序设计的主要过程如下。

(1) 分析问题。弄清楚是什么问题，需要输入哪些数据？需要做哪些处理？需要输出哪些数据？

(2) 确定数据结构和算法。根据上面的分析，为了解决该问题，应该使用什么样的数据结构？应该使用怎样的算法？

(3) 选定一种高级语言。根据上面的分析，确定哪一种高级语言适用于解决该问题。

(4) 安装好所选高级语言的运行环境。在计算机上安装该高级语言处理程序，将运行该高级语言处理程序所需的条件设置并调试好。

(5) 启动高级语言处理程序。按照上面确定的算法，完成源程序文件代码的编写。

(6) 编译源程序文件。经过编译，生成目标代码文件。

(7) 调试、连接、运行、检测程序。经过此过程，找出程序中的错误并加以改正。

(8) 生成可执行文件，即生成扩展名为.exe 的文件。

(9) 编写程序文档材料。文档材料中包括程序的使用说明、实现方法、主要的算法描述、主要的数据描述以及修改情况等。

4. 数据结构

数据结构是计算机存储、组织数据的方式，是指相互之间存在一种或多种特定关系的数据元素的集合。简单来说，数据结构是数据的组织、存储和运算的总和。

许多程序的规模很大，结构又相当复杂。为了编写出一个“好”的程序，必须分析待处理的数据元素的特征及各数据元素之间存在的关系，就是说应该研究数据结构。将数据按某种关系组织起来，其目的是提高算法的效率，然后用一定的存储方式存储到计算机中。通常情况下，精心选择的数据结构可以带来更高的运行或者存储效率。

数据结构是由数据元素依据某种逻辑关系组织起来的一种结构，对数据元素间逻辑关系的描述称为数据的逻辑结构。

数据必须在计算机内存储，就是说要将数据的逻辑结构映射到计算机存储器，以实现数据结构。此外，讨论一个数据结构的同时必须讨论在该类数据上执行的运算才有意义。因此，数据结构的概念一般包括如下 3 个方面的内容。

第一是数据的逻辑结构，逻辑结构可以被看作是从具体问题抽象出来的数学模型。

第二是数据的存储结构(即物理结构)，存储结构是逻辑结构在计算机内的表示。

第三是数据的运算，即对数据的加工和处理等各种操作。

数据的逻辑结构通常有以下 4 类基本形式。

- 集合结构：集合中任何两个数据元素除“属于同一个集合”之外，没有其他关系，组织形式松散。
- 线性结构：数据元素之间存在一对一的关系，依次排列形成一个“链”。
- 树状结构：数据元素之间存在一对多的关系，具有分支、层次特性，其形态有点像自然界中的树。
- 网状结构(图形结构)：数据元素之间存在多对多的关系，互相缠绕，任何两个数据元素都相互邻接。

数据的存储结构通常采用顺序、链接、索引、散列 4 种方法。

- 顺序存储方法：该方法将逻辑上相邻的数据元素存储在物理位置上相邻的存储单元里，数据元素间的逻辑关系由存储单元的邻接关系来体现，由此得到的存储表示称为顺序存储结构。顺序存储结构通常借助于程序设计语言中的数组来实现。
- 链接存储方法：该方法不要求逻辑上相邻的数据元素在物理位置上也相邻，数据元素间的逻辑关系由附加的指针表示。由此得到的存储表示称为链式存储结构，这种结构通常借助于程序设计语言中的指针类型来实现。
- 索引存储方法：索引存储结构是用节点的索引号来确定节点存储地址。除需要建立节点的存储数据元素信息外，还需要建立附加的索引表来标识数据元素的地址。
- 散列存储方法：该方法根据数据元素的关键字直接计算出该数据元素的存储地址。

数据结构与算法密切相关，算法依附于具体的数据结构，数据结构直接关系到算法的选择和效率。

5. 算法

在使用计算机编写解决某个问题的程序之前，需要确定解决该问题的算法。算法就是对解决某个问题的方法和步骤的一种描述。

可以采用多种工具来描述算法。例如，可以采用自然语言来描述算法，但自然语言容易产生歧义，所以一般不用。人们常用程序流程图或者盒图(N-S图)来描述算法，但有时也用伪码或者问题分析图(PAD 图)来描述算法。

例如，对于问题“从键盘输入 100 个整数，分别计算其中的偶数之和、奇数之和”，图 1-5-4 给出了描述算法的程序流程图，图 1-5-5 给出了描述算法的盒图。

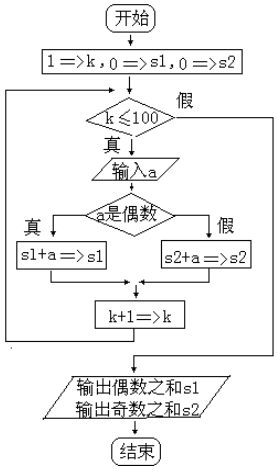


图 1-5-4　描述算法的程序流程图

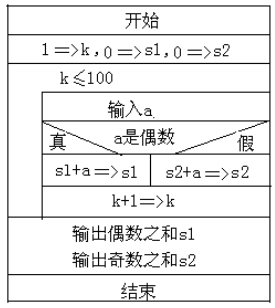


图 1-5-5　描述算法的盒图

算法具有以下 5 个特点。

- 有穷性：任何一个算法应该包含有限的操作步骤，而不能是无限的。这个有限的操作步骤应该在合理的范围之内。例如，让计算机执行一个历时 1000 年的算法，显然不合理。
- 确定性：算法中的每一个步骤都应当是确定的、含义是唯一的，不能含糊、模棱两可。
- 可行性：算法中的每一个步骤都是可行的，都能有效地执行，或者说每一个步骤都必须在有限的时间内通过有限次操作完成。
- 有零个或若干个输入：所谓输入就是为了执行算法而从外界获取的信息。有的问题的算法不需要从外界输入的信息，而有的问题的算法依赖于从外界输入的信息。
- 有一个或多个输出：设计算法的目的是解决问题，当然需要输出结果。

第六节　信息安全和职业道德

一、信息安全的基本概念

1. 计算机信息安全

计算机信息系统是一个人机系统，基本组成包括 3 部分：计算机实体、信息和人。在计算机信息系统中，信息的采集取决于人，信息的处理取决于人，信息的使用取决于人。人机交互是计算机信息处理的一种基本手段，也是计算机信息犯罪的入口。

计算机信息系统安全的范畴主要包括：实体安全、信息安全、运行安全和人员安全。

实体安全是指保护计算机设备、设施(含网络)以及其他媒体免遭破坏的措施、过程。破坏因素主要包括人为破坏、雷电、有害气体、水灾、火灾、地震、环境故障。实体安全范畴包括环境安全、设备安全、媒体安全。计算机实体安全的防护是防止信息威胁和攻击的第一步，也是防止威胁和攻击信息的天然屏障。

信息安全是指防止信息被故意和偶然地非法授权、泄露、更改、破坏，或使信息被非法系统识别、控制。信息安全的目标是保证信息的保密性、完整性、可用性、可控性。信息安全范围主要包括操作系统安全、数据库安全、网络安全、病毒防护、访问控制、加密和鉴别 7 个方面。

运行安全是指信息处理过程中的安全。运行安全范围主要包括系统风险管理、审计跟踪、备份与恢复、应急 4 个方面的内容。系统的运行安全检查是计算机信息系统安全的重要环节，用来保证系统能连续、正常地运行。

人员安全主要是指计算机工作人员的安全意识、法律意识、安全技能等。除少数难以预知和抗拒的天灾外，绝大多数灾害是人为的。由此可见，人员安全是计算机信息系统安全工作的核心。

2. 计算机信息面临的威胁

计算机信息系统本身的缺陷和人类社会存在的利益驱使，不可避免地会存在对计算机信息系统的威胁。

1) 计算机信息系统的脆弱性

计算机信息系统的脆弱性可从以下几个环节来分析。

(1) 信息处理环节中存在的不安全因素。

信息处理环节的脆弱性有以下几点：①输入系统的数据容易被篡改或输入假数据。②数据处理部分的硬件容易被破坏或盗窃，并且容易受电磁干扰或自身电磁辐射而造成信息泄露。③数据容易在传输线路上被截获，传输线路容易被破坏或盗窃。④软件(包括操作系统、数据库系统和程序)容易被修改或破坏。⑤输出信息的设备容易造成信息泄露或被窃取。⑥系统的存取控制部分的安全功能还比较薄弱。

(2) 计算机信息系统自身的脆弱性。

计算机信息系统自身的脆弱性是指体系结构存在先天不足，其主要包括以下 3 个方面。

- 计算机操作系统的脆弱性：操作系统的不安全性是信息不安全的重要原因。操作系统的程序是可以动态连接的，包括I/O 的驱动程序与系统服务，都可以通过打补丁进行动态连接。该方法合法系统可用，黑客也可用。操作系统的安全隐患还包括为系统开发人员提供的便捷入口、操作系统设置的隐蔽信道和无口令入口。
- 计算机网络系统的脆弱性：当初建立网络协议时，基本没有考虑安全问题。ISO7498 是在后来才加入了 5 种安全服务和 8 种安全机制。TCP/IP 也存在安全问题。Internet 出现后使安全问题更为严重。TCP/IP 提供的 FTP、TELNET、E-mail、NFS、RPC 存在漏洞。通信网络也存在弱点，通过未受保护的线路就可以访问系统内部，通信线路可以被搭线窃听和破坏。
- 数据库管理系统的脆弱性：数据库管理系统的安全级别应与操作系统的安全级别相同。

(3) 其他不安全因素。

在信息处理方面也存在许多不安全因素，主要有以下几个方面。

- 存储密度高：在一张磁盘或 U 盘中可以存储大量信息，很容易放在口袋中带出去，容易受到意外损坏或丢失，造成大量的信息丢失。
- 数据的可访问性：数据信息可以很容易地被复制而不留任何痕迹。
- 信息的聚生性：信息系统的特点之一，就是能将大量信息收集在一起进行自动、高效的处理，产生有价值的结果。当信息以分离的小块形式出现时，它的价值往往不大，但当将大量信息聚集在一起时，信息之间的相关特性，将极大地显示出这些信息的重要价值。信息的这种聚生性与其安全密切相关。
- 保密的困难性：计算机系统内的数据都是可用的，尽管可以设许多关卡，但对一个熟悉计算机的人来说，获取数据并非难事。
- 介质的剩磁效应：存储介质中的信息有时是擦除不干净或不能完全擦除掉的，会留下可读信息的痕迹，一旦被利用，信息就会泄露。
- 电磁泄漏：计算机设备工作时能够辐射出电磁波，任何人都可以借助仪器设备在一定的范围内收到它，尤其是利用高灵敏度仪器可以清晰地看到计算机正在处理的机密信息。
- 信息介质的安全隐患：在磁盘信息恢复技术方面，即使硬盘被格式化多遍，其残留信息仍能被恢复。当对磁盘“以旧换新”时，往往会忽视这种形式的信息外泄。

2) 计算机信息系统面临的威胁

计算机信息系统面临的威胁主要来自自然灾害构成的威胁、人为或偶然事故构成的威胁、计算机犯罪的威胁、计算机病毒的威胁和信息战的威胁等。

自然灾害构成的威胁包括火灾、水灾、风暴、地震、电磁泄漏、干扰和环境(温度、湿度、振动、冲击、污染)等的影响。例如，不少计算机机房没有防雷、避雷措施，容易使计算机遭受雷击损失。

人为或偶然事故构成的威胁有如下几方面：软硬件的故障引起安全策略失效；工作人员的误操作使系统出错，使信息严重破坏或无意地让他人看到了机密信息；环境因素的突然变化，如高温或低温、各种污染破坏了空气洁净度，电源突然掉电或冲击造成系统信息出错、丢失或破坏。

计算机犯罪的威胁是指利用暴力和非暴力形式，故意泄露或破坏系统中的机密信息，以及危害系统实体的不法行为对个人、社会造成的危害。暴力是指对计算机设备和设施进行物理破坏；非暴力是指利用计算机技术及其他技术进行犯罪。

计算机病毒的威胁是指遭受为达到某种目的而编制的、具有破坏计算机或毁坏信息的能力、自我复制和传染能力的程序的攻击。我国 90%的局域网，曾遭受过病毒的侵袭。例如，1998 年爆发的 CIH 病毒，2003 年爆发的冲击波病毒 Blaster，2006 年爆发的“熊猫烧香”病毒，2017 年开始并爆发肆虐多年的勒索病毒，都对我国及全球的计算机和网络造成了巨大的影响。

信息战的威胁是指为保持自己在信息上的优势，获取敌方信息并干扰敌方的信息系统、保护自己的信息系统所采取的行动。现代信息技术在军事上的使用称为信息武器，即第四类战略

武器。信息武器大体分为3类：具有特定骚扰或破坏功能的程序，如计算机病毒；具有扰乱或迷惑性能的数据信号；用于针对性信息擦除或干扰运行的噪声信号。

3) 计算机信息受到的攻击

计算机信息受到的攻击可分为两类：对实体的威胁和攻击、对信息的威胁和攻击。信息攻击的目的是对信息的保密性、完整性、可用性、可控性进行破坏。

对实体的威胁和攻击主要是威胁和攻击计算机及其外设和网络，如各种自然灾害和人为的破坏、设备故障、电磁场干扰或电磁泄漏、战争破坏、媒体被盗或遗失等。

对信息的威胁和攻击所采用的主要手段有两种：信息泄露和信息破坏。前者是偶然或故意获得目标系统中的信息，其手段有侦收、截获、窃取、破译分析；后者是偶然事故或人为破坏信息，其手段有利用系统本身的脆弱性、滥用特权身份、不合法地使用、修改或非法复制系统中的数据。

攻击分为主动攻击与被动攻击。

(1) 主动攻击。

主动攻击是指以各种方法，有选择性地修改、删除、添加、伪造和复制信息。

主动攻击的主要方法有以下5种。

- 窃取并干扰：窃取并干扰通信线路中的信息。
- 返回渗透：有选择性地截取系统中央处理器的通信，然后将伪造信息返回给系统用户。
- 线间插入：当合法用户占用信道而终端设备还没有动作时，插入信道进行窃听或信息破坏活动。
- 非法冒充：采取非常规的方法和手段，窃取合法用户的标识符，冒充合法用户进行窃取或信息破坏。
- 窃密和毁坏数据：系统人员的窃密和毁坏系统数据、信息的活动等。

(2) 被动攻击。

被动攻击是在不干扰系统正常使用的情况下进行侦收、窃取系统信息。利用观察信息、控制信息的内容来获取目标系统的设置、身份；利用研究机密信息的长度和传递的频度获取信息的性质。被动攻击的特点是隐蔽，不易被用户察觉，攻击持续性强，危害大。

被动攻击的主要方法有以下5种。

- 直接侦收：利用电磁传感器或隐藏的收发信息设备直接侦收或搭线侦收信息系统的中央处理器、外设、终端设备、通信设备或线路上的信息。
- 截获信息：系统及设备在运行时散射的寄生信号容易被截获，短波、超短波、微波和卫星设备有相当大的辐射面，市话线路、长途架空明线的电磁辐射面也相当广泛。
- 合法窃取：利用合法的用户身份，设法窃取未授权的信息；利用合法查询的数据，推导出不该了解的机密信息。
- 破译分析：对已经加密的机要信息进行解密，以获取信息。
- 从遗弃的媒体中获取并分析信息：从遗弃的打印纸、各种记录和统计报表、窃取或丢失的光盘中获取信息。

3. 计算机信息安全技术

计算机信息安全保护的内容主要包括两个方面：一是国家实施的安全监督管理体系，二是计算机信息系统使用单位自身的保护措施。

无论哪个方面都包括 3 项重点内容：安全法规、安全管理和安全技术。

1) 计算机信息的安全体系

建立信息安全体系的目的就是要将有非法侵入信息倾向的人与信息隔离开。

计算机信息安全体系保护的层次包括：信息、安全软件、安全硬件、安全物理环境、法律、规范、纪律、职业道德和人。

其中最里层是信息本身的安全，人处于最外层，需要层层防范。信息处于被保护的核心，与安全软件和安全硬件均密切相关。

2) 计算机信息的实体安全

在计算机信息系统中，计算机和相关的设备、设施(含网络)统称为计算机信息系统的“实体”。

实体安全是指为了保证计算机信息系统安全可靠地运行，确保计算机信息系统在对信息进行采集、处理、传输和存储的过程中，不至于受到人为或自然因素的危害，导致信息丢失、泄露或破坏，而对计算机设备、设施、环境、人员等采取适当的安全措施。

实体安全主要分为环境安全、设备安全和媒体安全 3 个方面。

(1) 环境安全。计算机信息系统所在的环境保护，主要包括区域保护和灾难保护。

(2) 设备安全。计算机信息系统设备的安全保护主要包括设备的防毁、防盗、防止电磁信息辐射泄漏和干扰及电源保护等方面。

(3) 媒体安全。计算机信息系统媒体安全主要包括媒体数据的安全及媒体本身的安全。

实体安全的基本要求是：中心周围 100 米内没有危险建筑；设有监控系统；有防火、防水设施；机房环境(温度、湿度、洁净度)达到要求；配有防雷措施；配有相应的备用电源；有防静电措施；采用专线供电；采取防盗措施等。

3) 信息运行安全技术

保证计算机信息运行的安全是计算机安全领域中最重要的环节之一。这方面的技术主要有风险分析、审计跟踪技术、应急技术和容错存储技术。

(1) 风险分析。

风险分析方法用于估计威胁发生的可能性以及由于系统容易受到攻击的脆弱性而引起的潜在损失。

风险分析一般分为 3 个阶段，即设计前和运行前的静态分析，意在发现对信息的潜在安全隐患；信息运行时的动态分析，跟踪并记录运行过程，意在发现运行时的安全漏洞；系统运行后的分析，得出系统脆弱性方面的分析报告。

风险分析方法就是按危险的严重性和可能性进行风险评估，划分等级，得出风险指数，并给出处理方法。

严重性等级分 4 级：Ⅰ级(灾难的)、Ⅱ级(严重的)、Ⅲ级(轻度的)和Ⅳ级(轻微的)。

可能性等级分 5 级：A 级(频繁)、B 级(很可能)、C 级(有时)、D 级(极少)和 E 级(不可能)。

(2) 审计跟踪技术。

审计是对计算机信息系统的运行过程进行详细的监视、跟踪、审查、识别和记录，从中发

现信息的不安全问题。审计可以防止信息从内部泄露、防止和发现计算机犯罪。审计的主要内容有：记录和跟踪信息处理时各种系统状态的变化；实现对各种安全事故的定位；保存、维护和管理日志。

(3) 应急技术。

应急技术是在风险分析和风险评估基础上制订应急计划和应急措施。

应急计划的制订主要考虑 3 个方面的因素：紧急反应、备份操作和恢复措施。与此对应的应急措施应包括：紧急行动方案、信息资源备份、快速恢复技术。

(4) 容错存储技术。

容错存储技术主要用于信息备份与保护的应急措施中。这些技术主要有以下几种。

- 自制冗余度：利用双硬盘自动备份每日的数据，当工作硬盘损坏后，仅损失当天的数据，这样可以减少信息的损失程度，也可以缩短备份的时间间隔。
- 磁盘镜像：这种技术也称为热备份技术。在处理信息时，通过智能控制器和软件同时对两个物理驱动器进行信息的写入，这样当一个工作驱动器损坏时，不会有数据损失。由于两个驱动器的信息完全相同，因此称其为镜像。
- 磁盘双工：将两个磁盘驱动器分别接到不同的磁盘控制器上。此种方式下即使有一个控制器出现故障，系统仍然可以利用另外一个控制器来读取另一个磁盘驱动器内的数据，因此具备容错功能，这种方式称为磁盘双工。

4) 计算机系统安全等级

为了有效地保护信息，防范各种可能的入侵，帮助系统设计者和使用者明确系统安全的程度，必须有一个安全等级的标准。美国国防部制定了《可信任计算机系统评估准则》(*Trusted Computer System Evaluation Criteria*)，将信息处理的等级和采取的应对策略划分为多个安全类别和级别，如表 1-6-1 所示。

表 1-6-1　安全类别和级别

类　别	级　别	名　称	主要特征
D	D	低级保护	没有安全保护
C	C1	自主安全保护	自主存储控制
	C2	受控存储控制	单独的可查性，安全标识
B	B1	标识的安全保护	强制访问控制，安全标识
	B2	结构化保护	面向安全的体系结构，较强的抗渗透能力
	B3	安全域	存取监控，高抗渗透能力
A	A	验证设计	形式化的最高级描述和验证

D 级是最低的安全级别，对于硬件来说，没有任何保护措施。操作系统容易受到损坏，没有系统访问限制和数据访问限制，任何人无须任何账户都可以进入系统。可以不受限制地访问他人的数据文件。

C1 是 C 类的一个安全子级。C1 又称选择性安全保护系统，这种级别的系统对硬件具有某种程度的保护。例如，用户拥有注册账号和口令，系统通过账号和口令来识别用户是否合法，

并决定用户对程序和信息拥有什么样的访问权，但硬件受到损害的可能性仍然存在。用户拥有的访问权是指对文件和目标的访问权。文件的拥有者和超级用户可以改变文件的访问属性，从而对不同的用户授予不同的访问权限。

C2 级除包含 C1 级的特征外，对控制环境具有访问权。该环境具有进一步限制用户执行某些命令或者访问某些文件的权限，而且还加入了身份验证等级。另外，系统对发生的事情会加以审计，并写入日志中，通过查看日志，就可以发现入侵的痕迹。

审计除可以记录系统管理员执行的活动以外，还加入了身份验证级别，这样就可以知道谁在执行这些命令。审计的缺点在于它需要额外的处理时间和磁盘空间。使用附加身份验证就可以让一个 C2 级系统用户在不是超级用户的情况下有权执行系统管理任务。授权分级使系统管理员能够对用户进行分组，授予他们访问某些程序或特定目录的权限。

B 级中有 3 个级别，B1 级即标识的安全保护，是支持多级安全(例如秘密和绝密)的第一个级别，这个级别说明处于强制性访问控制之下的对象，系统不允许文件的拥有者改变其许可权限。B2 级，又称为结构化保护级别，它要求计算机系统中所有的对象都要加上标签，而且给设备(磁盘、磁带和终端)分配单个或者多个安全级别。B3 级，又称为安全域级别，使用安装硬件的方式来加强域的安全。例如，内存管理硬件用于保护安全域免遭无授权访问或更改其他安全域的对象。该级别也要求用户通过一条可信任途径连接到系统上。

A 级又称验证设计级别，是当前橙皮书中的最高级别，它包含了一个严格的设计、控制和验证过程。该级别包含较低级别的所有的安全特性。

5) 信息安全技术

计算机信息安全技术是指信息本身安全性的防护技术，旨在防范信息遭受蓄意或意外的破坏。主要有以下 4 种安全防护技术。

(1) 加强对操作系统的保护。

由于操作系统允许多用户和多任务访问存储区域，因此应加强 I/O 设备访问控制，限制过多的用户通过 I/O 设备进入信息和文件系统。

共享信息的完整性和一致性不容破坏，因此对于一般用户只给予只读性的访问。所有用户应得到公平服务，不应有隐蔽通道。操作系统开发时留下的隐蔽通道应及时封闭，对核心信息应采取隔离措施。

(2) 数据库的安全保护。

数据库是信息集中存放的位置。数据库系统是在操作系统的支持下运行的，操作系统会对数据库中的信息加以管理和处理。

在安全上虽然有了操作系统给予一定的支持和保障，但信息最终是要与外界通信的，数据库由于本身的特点，使操作系统不能提供完全的安全保障，因此还需要对数据库加强安全管理。数据库主要有以下几个安全特点。

- 数据库中的信息众多，保护客体涉及多方面，如文件、记录、字段。它们所保护的程序和要求不同，数据库中某些数据信息的生命周期较长，需要长期给予安全保护。
- 在开发网络的数据库系统中，用户多而分散，安全问题尤为严重，数据库的语法和语义上存在缺陷，可能导致数据库的安全受损。

- 需要防止通过统计数据信息推断出机密的数据信息，要严防操作系统违反系统安全策略、通过隐蔽通道传输数据。

根据上述数据库的安全性特点，加强数据库系统的功能则需要构建安全的数据库系统结构，要确保逻辑结构机制的安全可靠，强化密码机制，严格鉴别身份和访问控制，加强数据库的使用管理和运行维护等。

(3) 访问控制。

访问控制是限制合法进入系统的用户的访问权限，主要包括授权、确定存取权限和实施权限。访问控制主要是指存取控制，它是维护信息运行安全、保护信息资源的重要手段。访问控制的技术主要包括目录表访问控制、访问控制表、访问控制矩阵等。

(4) 密码技术。

密码技术是对信息直接进行加密的技术和维护信息安全的有力手段。它的主要技术是通过某种变换算法将信息(明文)转换成他人看不懂的符号(密文)，在需要时又可以通过反变换将密文转换成明文，前者称为加密，后者称为解密。明文是指加密前的原始信息；密文是指被加密后的信息，密文是杂乱无章的字符序列，使人难以理解和分析。密钥是实现加密算法和解密算法的关键信息。加密密钥和解密密钥可以相同或不相同。

4. 计算机网络安全技术

目前，计算机网络采用 5 层网络系统安全体系结构，即网络安全性、系统安全性、用户安全性、应用程序安全性和数据安全性。

- 网络安全性。网络安全性问题的核心在于网络是否能得到控制。
- 系统安全性。主要考虑的问题有两个：一是计算机病毒对于网络的威胁，二是黑客对于网络的破坏和入侵。
- 用户安全性。需要考虑的问题是：是否只有那些真正被授权的用户才能够使用系统中的资源和数据？要有强有力的身份验证，确保用户的密码不会被他人破译。
- 应用程序安全性。需要解决的问题是：是否只有合法的用户才能够对数据进行操作？
- 数据安全性。需要解决的问题是：机密数据是否还处于机密状态？在数据的保存过程中，机密数据即使处于安全的空间，也要对其进行加密处理，以防数据失窃，要让偷盗者(如网络黑客)也读不懂其中的内容。

计算机网络安全技术主要有以下 5 种。

1) 网络加密技术

密码学是信息安全防护领域中的重要内容，涉及加密和解密两个方面。

(1) 保密密钥法。

保密密钥法也称对称密钥法，这类加密方法在加密和解密时使用同一把密钥，这个密钥只有发信人和收信人知道。由于使用同一密钥，发信人和收信人在开始传输数据之前必须先交换密钥，由此引出了如何保证传输密钥的通道是否安全的问题。因此收信人和发信人必须事先拟定一套在正式传输开始之前安全交换密钥的方案。目前，应用范围最广的是数字加密标准。

(2) 公开密钥法。

公开密钥法也称非对称密钥法。这类加密方法需要用到两个密钥：一个私人密钥和一个公开密钥。

在准备传输数据时，发信人先用收信人的公开密钥对数据进行加密，再把加密后的数据发送给收信人，收信人在收到信件后要用私人密钥对它进行解密。公开密钥在概念上很简单，但要生成一对既能密切配合，又能高度保密的密钥，其过程是很复杂的。这个过程的复杂性，正好体现了数据的安全性，在传输数据时，人们不必再交换私人密钥。

(3) 数字签名。

数字签名(Digital Signature，DS)是发送者通过某种加密算法在一条地址消息中添加一个字符串，而收件人可以根据这个字符串验证发件人身份的一种技术。数字签名的作用与手写签名相同，它能唯一地确定签名人的身份，同时还能在签名后对数据内容是否又发生了变化进行验证。

数字签名在确定信件发信人的准确性和可靠性方面功能更强大，但存在一个如何确认收信人的私人密钥没有泄密的问题。解决这个问题的一种方案是引入一个第三方，由它来确定密钥拥有者的身份并向收信人证明这一结论。人们把这样的第三方称为认证机构(CA)，它们是公共密钥体系的一个关键组成部分，一般由政府来承担。

2) 身份验证

随着网络经济的发展，网上支付方式应运而生。网上支付除传输安全以外，最重要的一点是如何保证其支付的合法性。要确保自身的利益不受损失，首先要确认对方的信息和传送者身份的真实性。验证技术要验证的身份信息一般指对方身份和授权界限。身份的作用是让系统知道确实存在这样一个用户，授权的作用是让系统判断该用户是否有权访问其申请的资源和数据。

3) 防火墙技术

黑客是指通过网络非法入侵他人系统、截获或篡改计算机数据、危害信息安全的计算机入侵者。黑客会非法入侵网站，更改网站内容，窃取敏感数据。

对付黑客和黑客程序的有效方法是安装防火墙，在联网的机器中使用信息过滤设备，可防止恶意、未经许可的访问。防火墙是指建立在内外网络边界的过滤封锁机制。

内部网络被认为是安全和可信任的，外部网络被认为是不安全和不可信任的。由于网络协议本身存在安全漏洞，因此外部入侵是不可避免的，防火墙的作用是防止不希望的、未经授权的通信进出被保护的内部网络，通过边界控制来强化内部网络的安全政策。

4) Web 网中的安全技术

采用超文本链接和超文本传输协议(HTTP)技术的 Web，是 Internet 上发展最为迅速的网络信息服务技术。

目前解决 Web 安全的技术主要有两种：安全套接字层(简称 SSL)和安全 HTTP(SHTTP)协议。SSL 是由网景公司提出的、建立在 TCP/IP 协议之上的，提供客户机和服务器双方网络应用通信的开放协议。它由 SSL 记录协议和 SSL 握手协议组成。SSL 握手协议在 SSL 记录协议发送数据之前建立安全机制，包括认证、数据加密和数据完整性。SSL 实现通信双方之间的认证、连接的保密性、数据的完整性、数据源点的认证等安全服务。SHTTP 是由 EIT 公司提出的增强 HTTP 安全的一种新协议，它是一项新的 IETF 标准。

5) 虚拟专用网

虚拟专用网(VPN)是将物理分布在不同地点的网络通过公用骨干网(尤其是 Internet)连接而

成的逻辑上的虚拟子网。

为了保障信息的安全，VPN 技术采用了鉴别、访问控制、保密性和完整性等措施，以防信息被泄露、篡改和复制。

VPN 有两种模式：直接模式和隧道模式。直接模式 VPN 使用 IP 和编址来直接控制在 VPN 上传输的数据。对数据加密采用的是基于用户身份的鉴别，而不是基于 IP 地址。隧道模式使用 IP 帧作为隧道发送分组。大多数 VPN 都运行在 IP 骨干网上，数据加密通常有 3 种方法：具有加密功能的防火墙、带有加密功能的路由器和单独的加密设备。

二、计算机病毒

1983 年以来，计算机病毒迅速在全世界蔓延。1989 年初，我国首次发现计算机病毒(“小球”病毒)。不久，计算机病毒在我国迅速蔓延，给计算机用户造成许多困难和损失。

1. 计算机病毒及其特点

计算机病毒(Computer Virus)的概念是美国的计算机安全专家弗雷德·科恩(Fred Cohen)博士在 1983 年 11 月首次提出的，计算机病毒威胁计算机的运行安全和信息安全。

根据《中华人民共和国计算机信息系统安全保护条例》第二十八条对计算机病毒的定义，计算机病毒是指编制或者在计算机程序中插入的破坏计算机功能或者破坏数据、影响计算机使用，并能自我复制的一组计算机指令或者程序代码。这个定义明确表明了破坏性和传染性是计算机病毒的最重要的两个特征。病毒可以借助计算机系统将病毒程序复制到计算机中那些本来不带有该病毒的程序中，并能影响和破坏正常程序的运行及数据的安全。

计算机病毒是一种精巧的程序，它具有下列主要特点。

(1) 隐蔽性：计算机病毒都是一些可以直接或间接执行的具有高超技巧的程序，可以隐蔽在操作系统、可执行文件或数据文件中，不易被人们察觉或发现。

(2) 传染性：计算机病毒一旦进入计算机系统，就开始寻找能感染的程序，并进行感染复制。这样一来，就很快把病毒传播到整个系统，迅速蔓延到整个计算机网络。

(3) 潜伏性：计算机病毒可能潜伏几天、几个月甚至几年不发作。这期间，它可以悄悄地感染而不被人察觉。

(4) 激发性：计算机病毒在它设置的一定条件下激发，之后病毒攻击性就会发作。

(5) 表现性或破坏性：计算机病毒发作时以某种形式表现出来，对系统进行不同程度的干扰或破坏。

计算机病毒有的只是自我表现，不破坏系统中的数据(如一些良性病毒)；有的会破坏系统中的数据，覆盖或删除文件，甚至使系统瘫痪(如一些恶性病毒)。

2. 计算机病毒的传染方式和危害

计算机病毒的传染方式一般有两种：一种是直接传染，即病毒直接传染给多个程序；另一种是间接传染，即病毒先传染程序 P1，带病毒的程序 P1 再传染程序 P2，以此类推。

事实上，计算机病毒是交叉地以上述两种方式传染蔓延的，病毒会以指数级的速度迅速扩散，造成大范围的危害。

计算机病毒对计算机系统的危害是多种多样的，其表现主要有以下 6 个方面。

(1) 破坏磁盘的文件分配表(FAT)，造成用户磁盘上的信息丢失。

(2) 修改内存中操作系统的有关参数，使系统无法正常工作。

(3) 破坏磁盘文件。

(4) 增加文件长度，减少内存的可用空间。

(5) 修改程序，破坏程序的正常运行。

(6) 系统空挂，造成键盘和显示器的封锁状态。

3. 计算机病毒的分类

1) 按破坏性分类

按病毒的破坏性分类，可将计算机病毒分为干扰性病毒和破坏性病毒这两类。

(1) 干扰性病毒：它是有些人恶作剧的产物。计算机感染这类病毒后，系统的效率下降，机器无法正常运行或根本不能运行，但它们不破坏硬盘上的信息，如“小球”、Yang 和“雨点”等病毒。

(2) 破坏性病毒：这类病毒除具有干扰性病毒的危害外，还有一个发作期，在发作时会带来严重的破坏性，或删除文件，或改变文件的内容，或对磁盘进行格式化，会严重威胁计算机系统信息的安全，如 DIR-2、“磁盘杀手”和“幽灵”等病毒。

2) 按传染途径分类

按病毒的传染途径分类，可将计算机病毒分为引导型病毒、文件型病毒、混合型病毒、宏病毒和网络型病毒，而网络型病毒又包括蠕虫、特洛伊木马程序和 Internet 语言病毒等。

(1) 引导型病毒：主要感染磁盘引导区和硬盘的主引导区。利用 DOS 操作系统的结构设计使得病毒可以在每次开机时，比系统文件先调入内存中，从而可以完全控制 DOS 的各类中断，产生破坏作用，如“小球”病毒、“巴基斯坦”病毒和“大麻(石头)”病毒。

(2) 文件型病毒：主要感染可执行文件。被感染的可执行文件在运行的同时，病毒被加载并传染给其他正常的可执行文件。文件型病毒分为非常驻型病毒和常驻型病毒。例如，Type-B 病毒会对.com 文件进行传染，每运行一次，该病毒都要到磁盘上寻找一个未感染的文件将其感染。“耶路撒冷”、Yang、DIR-2 等都属于此类病毒。

(3) 混合型病毒：混合型病毒同时具有引导型和文件型病毒的特征，因此其传染性比引导型和文件型病毒更强。

(4) 宏病毒：它是随着微软公司的Office 软件的广泛使用，利用高级语言宏语言编写的一种寄生于文档或模板的宏中的计算机病毒。

(5) 蠕虫病毒：它是一个程序或程序系统，通过网络来扩散传播，会造成网络服务遭到拒绝并发生系统瘫痪。蠕虫病毒借助于操作系统本身的错误和漏洞对计算机进行攻击。其典型的传播方式是采用网络链或电子邮件方式由一台计算机传播到另一台计算机，通过网络复制自己(这不同于一般病毒对文件和操作系统的感染)。2017 年在全球大规模爆发的勒索病毒 WannaCry 也是一种蠕虫病毒。

(6) 特洛伊木马病毒：又称为特洛伊木马程序，也叫黑客程序或后门病毒。特洛伊木马程序是指那些内部包含为完成特殊任务而编写的代码的程序，这是一种潜伏执行非授权行为的技术。它在正常程序中存放秘密指令，使计算机在仍能完成原先指定任务的情况下，执行非授权

的行为，且不易被人发现。

(7) Internet 语言病毒：随着 Internet 的发展，Java、VB 和 ActiveX 等网页技术逐渐被广泛应用，于是某些不良用心的人利用 Java、VB 和 ActiveX 的特性来编写病毒程序。这类病毒虽然从现在的发展情况来看并不能破坏硬盘上的资料，但是如果用户使用浏览器来浏览含有这些病毒的网页，浏览器就会把这些程序抓下来，然后传播到使用者的系统里。就这样在不知不觉中病毒进入机器进行自我复制，并通过网络窃取宝贵的个人信息或使计算机系统资源的利用率下降，造成死机等现象。

对中国计算机用户来说，留下印象最深的是 CIH 病毒。CIH 病毒早在 1998 年就已经在我国发作过，但未引起广大计算机用户的注意。致使在 1999 年 CIH 病毒大爆发，给中国计算机用户造成巨大的损失。之后，2000 年又爆发了一次。CIH 病毒能攻击硬盘和计算机的 BIOS 芯片，造成系统崩溃，甚至损坏硬盘。2003 年“冲击波”病毒 Blaster 爆发，它利用了微软软件中的一个缺陷，对系统端口进行疯狂攻击，可以导致系统崩溃。2004 年 4 月“震荡波”病毒爆发，计算机一旦中招就会莫名其妙地死机或重新启动。2007 年的“熊猫烧香”病毒大规模爆发，它能感染系统中.exe、.com、.pif、.src、.html、.asp 等文件，被感染的计算机会显示“熊猫烧香”图案。2017 年 5 月全球多个国家遭受勒索病毒攻击，影响了全球约 150 个国家，受害计算机的磁盘文件会被篡改，图片、文档、视频、压缩包等各类资料都无法正常打开，只有支付赎金才能解密恢复。

3) 按代码是否发生变化分类

按病毒本身代码是否发生变化，可将计算机病毒分为简单性病毒、变形性病毒和病毒生成工具 3 类。

4. 计算机病毒的防范

对于没有接入互联网的微型计算机，计算机病毒传染的主要媒介是磁盘和光盘。一张带病毒的磁盘，在健康的计算机上使用后，就会使系统受到感染，病毒会潜伏在内存或硬盘中。在这以后，在这台计算机上使用过的磁盘，都可能被病毒感染。

为了防范计算机病毒，要养成良好的习惯，这主要包括以下几项内容。

(1) 尽可能用没有感染病毒的硬盘操作系统启动系统，而不要用 U 盘启动系统，尤其是不要用来历不明的 U 盘启动。

(2) 尽量不要使用外来磁盘、光盘，或复制他人的软件，除非做过彻底的检查。

(3) 坚持经常做好备份。无论是应用软件，还是数据文件，都应及时做好备份。

(4) 经常利用正规的杀毒软件对磁盘和文件进行检查，以便及时发现和消除病毒。

(5) 不从网上下载来历不明的软件。确有必要下载的软件，要查毒后再使用。

(6) 在收到电子邮件后，应先查毒再阅读。

防毒、解毒程序一般分为 3 种类型：预警类、检测类和清除类。

总之，养成良好的习惯，就可防“毒”于未然，减少被计算机病毒感染的机会。

5. 常用的杀毒软件

国内著名的杀毒软件有瑞星杀毒软件、KV3000、金山毒霸、百度杀毒、360 杀毒和腾讯电脑管家，国外著名的杀毒软件有诺顿、卡巴斯基、迈克菲、小红伞(Avira)、Avast(爱维士)、ESET

NOD32 等。杀毒软件并不能完全将病毒遏制，新的计算机病毒会不断产生，因此杀毒软件也就需要不断更新和升级。

6. 黑客和黑客程序

黑客分为 6 种：解密者、恶作剧者、网络小偷、职业雇佣杀手、网络大侠和国家特工。

对网络安全构成威胁的黑客指的是网络小偷、职业雇佣杀手和国家特工，他们通过有组织、有针对性的大规模攻击，破坏国家和企业的信息系统，给国家和企业造成无法挽回的损失。

目前所发现的黑客程序主要有网络间谍、网络巴士、网络后门和网络后洞这 4 类。

这 4 类黑客程序尽管分类不同，并且采用的技术也不同，但它们的目的是相同的。就是通过在计算机中的非法驻留，打开一个通道，进而通过网络获取计算机中的一切秘密。

2000 年 2 月 7 日至 2 月 9 日，美国的主要几大网站——雅虎(Yahoo)、亚马逊(Amazon.com)、电子港湾、CNN 等几乎同时受到黑客的攻击，致使这几大网站瘫痪，被迫关闭数小时。

这些攻击手段属于 DDoS 型，其攻击的原理是首先对网站进行大范围的扫描，针对一些已知的操作系统弱点寻找漏洞，一旦找到某服务器的漏洞，便采用“拒绝服务”攻击手段，将大量垃圾邮件发向对方的邮件服务器，使其电子邮件系统被堵塞以至崩溃，从而使网站瘫痪。

从某种意义上说，黑客对计算机及信息安全的危害性比一般计算机病毒更为严重。目前世界上推崇的信息系统防黑策略是著名的防黑管理型 PDRR。其中 P(Protection)即做好自身的防黑保护；D(Detection)即防黑扫描、检测；第一个 R(Response)即反应，反应要及时；第二个 R(Recovery)是恢复，如果被黑，就要想办法立即恢复。一个信息系统要尽量做到 P>D+R，若这样，这个系统就是安全的。这也就是防黑站点的标准——保护严密、检测迅速、反应及时、恢复有效。

三、计算机犯罪

1. 计算机犯罪的概念

所谓计算机犯罪，是指利用各种计算机程序及其处理装置进行犯罪，或者将计算机信息作为直接侵害目标的犯罪的总称。计算机犯罪一般采用窃取、篡改、破坏、销毁计算机系统内部的程序、数据和信息的形式，实现犯罪目的。根据信息安全的概念，计算机犯罪事实上是信息犯罪。因此，计算机犯罪是指针对和利用计算机系统，通过非法的操作或其他手段，对计算机信息系统的完整性、可用性、保密性或正常运行造成危害的行为。

2. 计算机犯罪的类型

计算机犯罪的特点是行为隐蔽、技术性强、远距离作案、作案迅速，其危害巨大，并呈现上升势头，并且计算机违法犯罪具有社会化、国际化的特点。计算机犯罪其危害目的多样化，犯罪者年轻化，手段更趋隐蔽复杂。常见的计算机犯罪类型有以下几种。

(1) 非法入侵计算机信息系统。利用窃取口令等手段潜入计算机系统，对其进行干扰、篡改、窃取或破坏。

(2) 利用计算机实施贪污、盗窃、诈骗和金融犯罪等活动。

(3) 利用计算机传播反动和色情等有害信息。

(4) 知识产权的侵权(主要针对电子出版物和计算机软件)。

(5) 网上经济诈骗。
(6) 网上诽谤，使他人的个人隐私和权益遭受侵权。
(7) 利用网络进行暴力犯罪。
(8) 破坏计算机系统，如病毒危害。

3. 计算机犯罪的手段

计算机犯罪通常采用下列技术手段。
(1) 数据欺骗：非法篡改数据或输入数据。
(2) 特洛伊木马术：非法装入秘密指令或程序，由计算机实施犯罪活动。
(3) 香肠术：从金融信息系统中一点一点地窃取存款，如窃取各户头上的利息尾数，积少成多。
(4) 逻辑炸弹：输入犯罪指令，在指定的时间或条件下抹除数据文件或破坏系统的功能。
(5) 陷阱术：利用计算机软、硬件的某些断点或接口插入犯罪指令或装置。
(6) 寄生术：用某种方式紧跟享有特权的用户打入系统或在系统中装入“寄生虫”程序。
(7) 超级冲杀：用共享程序突破系统防护，进行非法存取或破坏数据和系统功能。
(8) 异步攻击：将犯罪指令掺杂在正常的作业程序中，以获取数据文件。
(9) 废品利用：从废弃资料、磁盘、磁带中提取有用信息或进一步分析系统密码等。
(10) 伪造证件：伪造信用卡、磁卡和存折等。

四、计算机职业道德

利用计算机以非法手段获取信息会受到法律的制裁，但并非靠法律手段就能彻底遏制这类非法行为。道德是法律行为规范的补充，但它是非强制性的，属于自律范畴。

1. 职业道德的基本范畴

道德是社会意识形态长期进化而形成的一种制约，是一定社会关系下，调整人与人之间、人与社会之间关系的行为规范总和。计算机职业道德是指在计算机行业及其应用领域所形成的社会意识形态和伦理关系下，调整人与人之间、人与知识产权之间、人与计算机之间，以及人与社会之间关系的行为规范总和。

在计算机信息系统形成和应用所构成的社会范围内，经过长期的发展，以及新社会形式的伦理意识和传统社会已有的道德规范的融合，形成了一系列的计算机职业行为规范。

2. 计算机职业道德教育的重要性

对每一位公民进行计算机职业道德教育，增强人们遵守计算机道德规范的意识，有利于计算机信息系统的安全，有利于整个社会中个体利益的保护，有利于整体道德水平的提高。

计算机职业道德规范中一个重要的方面是网络道德。网络在计算机信息系统中起着举足轻重的作用。大多数“黑客”开始是出于好奇和神秘，违背职业道德而侵入他人计算机系统，从而逐步走向计算机犯罪的。道德是人类理性的体现，是灌输、教育和培养的结果。对计算机犯罪和违背计算机职业道德的现象，开展道德教育活动更能体现出教育的效果。

3. 信息使用的道德规范

根据计算机信息系统及计算机网络发展过程中出现过的各种案例，以及保障每一个法人权益的要求，美国计算机伦理协会总结、归纳了以下计算机职业道德规范，称为“计算机伦理十诫”，供读者参考。

(1) 不应该用计算机去伤害他人。
(2) 不应该影响他人的计算机工作。
(3) 不应该窥探他人的计算机文件。
(4) 不应该用计算机进行偷窃。
(5) 不应该用计算机去做假证明。
(6) 不应该复制或利用未授权的软件。
(7) 不应该在未经他人许可的情况下使用他人的计算机资源。
(8) 不应该剽窃他人的智力作品。
(9) 应该注意正在编写的程序和正在设计的系统的社会效应。
(10) 应该始终以考虑和尊重他人的方式使用计算机。

第七节 计算机软件知识产权保护

在 20 世纪 90 年代以前，我国的软件市场基本处于无序状态。那时一些人错误地认为：复制别人的软件来使用是天经地义的，不用花钱购买软件。计算机软件本身研制工作量大，商品化又难，所以使得我国软件业的发展受到严重阻碍。

计算机软件的知识产权保护，关系到软件产业和软件企业的生存与发展，也是多年来软件行业十分关注的问题。计算机软件知识产权保护是必须重视和解决的技术问题和社会问题。

我国政府对计算机软件产权的保护非常重视，从 1990 年起，陆续出台了有关计算机软件知识产权保护的一系列政策法规。到 1998 年，中国立体交叉式的保护计算机软件知识产权的法律体系已经基本建成。下面列举有关中国软件知识产权保护的主要政策法规。

1. 《中华人民共和国著作权法》

《中华人民共和国著作权法》于 1990 年 9 月 7 日由第七届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议通过，同日，中华人民共和国发布第三十一号主席令，并于 1991 年 6 月 1 日开始施行。根据该法第二条的规定，计算机软件作为作品，其著作权及其相关权益受法律保护。该法规定侵权责任包括停止侵害、消除影响、公开赔礼道歉、赔偿损失等。鉴于计算机软件的特殊性，该法第五十三条规定，计算机软件的保护办法由国务院另行规定。

《中华人民共和国著作权法》后经过三次修正，最新版本是根据 2020 年 11 月 11 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十三次会议《关于修改〈中华人民共和国著作权法〉的决定》第三次修正。其中，第六十四条规定，计算机软件、信息网络传播权的保护办法由国务院另行规定。

为了更好地实施《中华人民共和国著作权法》，国家版权局在 1991 年 5 月 30 日发布了《中