项目 1

计算机与计算思维

电子计算机是 20 世纪的卓越发明。历经半个多世纪的持续发展，其应用已渗透人类社会的方方面面。信息技术、计算机技术与通信技术深度融合，为现代信息社会筑牢根基，深刻且广泛地改变了人们的生产、生活方式与思维模式，引领人类步入全新的信息时代。

身处信息爆炸的当下，掌握计算机基础知识与基本技能，已成为每个人必备的综合素养。倘若缺乏这项能力，便容易在时代浪潮中落伍，沦为新时代的“信息文盲”。因此，我们应当主动学习计算机相关知识，更好地顺应时代发展。

计算思维作为现代社会的通用能力，早已不再是计算机从业者的专属素养，而是所有人解决问题都应具备的思维模式。它与理论思维、实验思维相辅相成，并称为现代三大主流思维模式，在破解各类复杂问题时发挥着至关重要的作用。

计算机时代的到来，为人类带来了前所未有的便利与机遇，大幅提升了生活品质与工作效率。作为新时代青年学子，我们应紧跟技术发展步伐，熟练掌握计算机基础技能，持续关注前沿技术动态，着力培养创新思维，以积极饱满的姿态迎接这个机遇与挑战并存的新时代。

【学习目标】

熟悉计算机的分类与发展趋势，深入理解图灵机模型、冯·诺依曼体系结构的工作原理，掌握计算机软硬件系统组成、微型计算机系统集成及主要性能指标，领会计算思维的内涵与本质，明晰其在问题求解和科技发展中的重要价值。

任务 1.1　走进计算机世界

1946 年，世界上第一台通用电子计算机 ENIAC 诞生。此后，从电子管发展到集成电路，从占地 170 平方米的庞然大物发展到轻薄便携的笔记本电脑，计算机深刻改变了世界。面对各式各样的计算机，我们不仅要了解：它们有哪些分类？可应用于哪些领域？知其然，更要知其所以然，我们还要了解：计算机为什么能自动完成复杂的任务？它的“灵魂”是什么？“骨架”如何搭建？未来又将走向何方？

本任务将从计算机的外在形态入手，逐步深入其内在的计算模型，带领大家完成一次从“认识计算机”到“理解计算机”的探索之旅。

1.1.1　计算机的分类和应用场景

计算机的种类繁多，我们可以从不同角度对其进行分类。计算机按工作原理可分为模拟计算机(处理连续量，现已基本淘汰)和数字计算机(处理离散量，是当前的主流)；按用途可分为通用计算机(功能多样，如个人计算机)和专用计算机(针对特定任务，如航天控制器)；按规模与应用形态可分为超级计算机(用于尖端科研)、服务器(提供网络服务)、个人计算机(满足日常办公需求)和嵌入式系统(用于智能设备控制)。其中，嵌入式系统应用最广泛，几乎所有智能设备——从智能手机、智能家居到车载电子，内部都离不开它。

了解了分类之后，我们再来看计算机的应用领域。如今，计算机已渗透国民经济与社会生活的各个领域，主要包括六大领域：科学计算(如气象预报、卫星轨道测算)、信息管理(如企业 ERP、图书检索，这是目前应用最广泛的领域)、过程控制(如自动化生产线的实时控制)、计算机辅助系统(如 CAD、CAI)、网络通信(如互联网、电子商务)以及人工智能(如语音识别、自动驾驶、专家系统)。

当前，计算机正朝着五大方向不断发展：巨型化——研制超级计算机，用于核模拟、基因测序等尖端领域，体现国家科技实力；微型化——体积不断缩小，嵌入各种设备，如可穿戴设备；网络化——结合 5G 与物联网技术，实现万物互联；智能化——赋予计算机感知、学习与决策能力；多元化——探索量子计算、光子计算等新型计算架构。这五大发展趋势相互融合，共同塑造着未来的数字世界。

1.1.2　计算的“灵魂”：图灵机模型

在计算科学领域，计算模型是指一类具有状态转换能力的数学机器，能够对数据和信息进行表示、加工、变换与输出。在这一理论体系的构建过程中，英国数学家艾伦·图灵(Alan Turing)作出了奠基性贡献。他提出的图灵机模型奠定了计算理论的基础，也为后来人工智

能的发展提供了重要思想源泉。

图灵是英国著名数学家、逻辑学家，被誉为“计算机科学之父”和“人工智能之父”。他于 1936 年提出的图灵机模型，为现代计算机的逻辑工作方式奠定了理论基础。此外，他设计的图灵测试是检验机器智能的重要思想实验。为纪念其贡献，美国计算机协会设立了被誉为“计算机界诺贝尔奖”的图灵奖。

图灵机是一种抽象计算模型，用于模拟人类用纸和笔进行数学运算的过程，如图 1-1 所示。它由一条无限长的纸带和一个带读写头的控制器组成。纸带被划分为连续单元格，每个单元格可记录一个符号。控制器中的读写头读取当前单元格的符号，并按照预设规则改写该单元格的符号，然后向左或向右移动一格(即移动到相邻单元格)，逐格扫描处理信息，最终输出计算结果。图灵机结构简单，但能模拟任何可计算过程，奠定了现代计算机科学的理论基础。

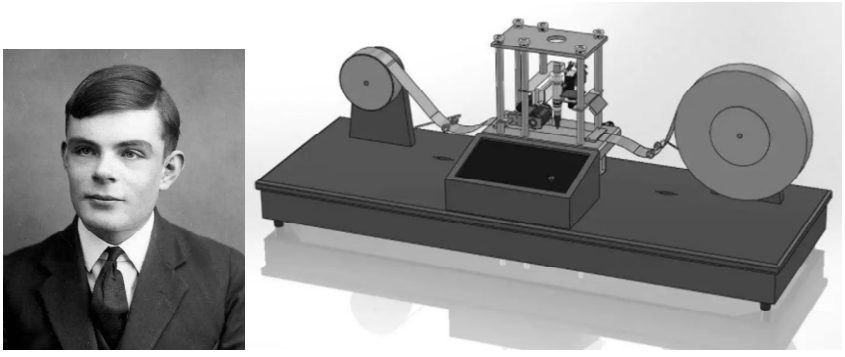


图 1-1　图灵和他的图灵机模型示意图

图灵机的执行过程深刻体现了计算机科学的核心原理。下面以计算“3+2”为例(本例为示意，实际图灵机需预先设计具体符号和状态规则)，说明图灵机的执行过程。

(1) 初始化。图灵机设定初始状态，纸带上写入“3+2”作为输入，其余单元格为空白，状态转移函数已预先设定。

(2) 读取输入。读写头从起始位置开始，根据控制规则从左到右依次读取纸带上的符号：“3”“+”“2”。

(3) 执行计算。控制器根据当前状态和读取的符号，查找状态转移函数，逐步完成符号识别和加法操作，最终得出结果“5”。

(4) 写入结果。读写头将计算结果“5”以符号形式写入纸带的指定位置(如原输入之后或覆盖原内容)。

(5) 终止。计算完成后，图灵机根据规则进入停机状态。

图灵机作为一种抽象模型，奠定了计算机科学和计算理论的基础。它以形式化的语言揭示了计算的本质，为现代计算机的设计与复杂性研究提供了重要思想源泉。

1.1.3　计算的“骨架”：冯·诺依曼体系结构

如果说图灵给出了计算的“灵魂”，那么冯·诺依曼(John von Neumann)则搭建了计算的“骨架”。他在图灵机理论的基础上，提出了计算机体系结构的经典构想，使计算理论

得以在物理机器上实现，为现代计算机的设计指明了方向。

1945 年，冯·诺依曼在《EDVAC 报告书初稿》中系统阐述了存储程序计算机的设计理念，强调二进制与存储程序的结合，能使计算机按预设程序自动执行复杂任务。EDVAC 的诞生标志着计算机从简单运算工具向通用信息处理平台的转变。冯·诺依曼因此被誉为现代计算机体系结构奠基人。该体系结构明确规定计算机硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备五大部件组成，图 1-2 为其示意图(⇨代表数据流，→代表控制流)。

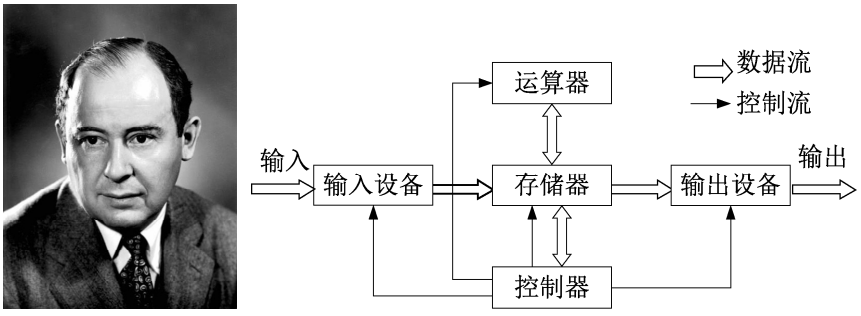


图 1-2　冯·诺依曼和他的冯·诺依曼体系结构示意图

时至今日，冯·诺依曼的计算机工作原理依然是现代计算机体系结构的基石。其“程序存储”与“程序控制”的核心思想，使得计算机能够自动、连续地执行指令，极大地提高了计算效率与灵活性。绝大多数通用计算机系统(如个人计算机、服务器、智能手机等)均遵循这一原理进行设计与构建，因此，现代计算机也被称为冯·诺依曼计算机。尽管后来出现了哈佛结构及为特定领域设计的非冯结构(如数据流机、量子计算机)，但冯·诺依曼体系结构依然占据绝对主导地位，是学习计算机组成原理的基础。

1. 冯·诺依曼计算机工作原理

微课 1-1　计算机的工作原理

冯·诺依曼计算机工作原理可以概括为以下三点。

(1) 计算机内部应采用二进制数来表示指令和数据。

(2) 计算机硬件系统由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部件组成。

(3) 采用存储程序方式。将编写好的程序和数据预先存储在主存储器中，计算机运行时自动从存储器中读取指令并执行，通过程序计数器的控制实现指令的自动连续执行。

该工作原理的核心是“程序存储”和“程序控制”，按照这一原理设计的计算机被称为冯·诺依曼计算机。这一思想的提出，解决了计算机的运算自动化问题，对后来计算机的发展起到了决定性的作用。

2. 指令及其执行过程

指令是计算机能够识别和执行的基本操作命令，通常包含操作码和操作数两个部分。操作码规定计算机要执行的操作类型，如加法、传送等；操作数则指明参与操作的数据本身或数据所在的地址。计算机系统中所有指令的集合称为指令系统，它规定了该计算机所能完成的全部基本操作。

一条指令的执行过程可以分为四个步骤。

(1) 取出指令：将要执行的指令从内存取到 CPU 的指令寄存器中。

(2) 分析指令：将指令送到指令译码器中进行译码，分析指令要完成的操作。

(3) 执行指令：根据译码结果，控制器向各部件发出相应的控制信号，完成指令规定的操作。

(4) 形成下一条指令的地址：为执行下一条指令做好准备。

上述过程中，控制器、运算器、存储器在控制信号的协调下分工协作，共同完成指令的执行任务。

1.1.4 计算的“未来”：新型计算模型

冯·诺依曼体系结构构成了现代计算机的基础，当前大多数计算机仍沿袭这一架构。但其串行顺序处理数据的方式，以及 CPU 与存储器之间的速度鸿沟(即“冯·诺依曼瓶颈”)，已在一定程度上限制了计算机技术的进一步发展。为突破这一局限，研究者们探索出了多种新型计算模型，如并行计算、云计算、量子计算等。

1. 并行计算

与串行计算逐一执行指令不同，并行计算同时使用多个计算资源解决同一问题，即将任务分解为可并发执行的多个部分，在不同处理器上同步执行，并由统一机制协调调度。这一模式主要应对两方面需求：芯片领域通过多核架构提升处理速度，互联网领域则依靠大规模计算机集群处理海量数据。当前，多核处理器在体系结构、软件设计和功耗控制等方面仍面临挑战，并行程序的编写与优化能力有待加强。

2. 网格计算

网格计算是伴随互联网发展起来的、针对复杂科学计算的新型模式。它利用互联网将分散在不同地理位置的计算机组织成“虚拟超级计算机”，每台计算机是一个“节点”，整个计算由众多“节点”组成的“网格”完成。其优势在于超强的数据处理能力和对闲置计算资源的充分利用，能够解决虚拟核爆、新药研制、气象预报等重大科学问题，实现计算、存储、数据、知识、专家等资源的全面共享。

3. 云计算

云计算是在网格计算思想基础上，融合虚拟化、效用计算等理念发展而来的，是一种按需付费的服务模式。云计算的核心功能涵盖数据存取、资源分配、安全保障及服务应用四大方面，它将数据处理任务交由“云平台”完成——平台将庞大任务分解为众多子任务，分配给服务器集群计算后汇总结果返回用户。用户可通过各类终端随时获取硬件、软件、平台、存储等服务，无须关心底层设施的具体位置与管理细节。

4. 量子计算

量子计算是一种革命性技术，其基本单元从经典“比特”升级为“量子比特”，利用量子叠加原理使一个量子比特可同时处于 0 和 1 的叠加态，多个量子比特的状态组合呈指数级增长，从而在特定问题上实现远超经典计算机的运算速度。尽管在硬件、软件、算法等方面仍面临系统工程挑战，但从发展趋势看，量子计算有望在人工智能、药物开发、新材料设计及复杂优化调度等领域带来新的革命。

5. 边缘计算

边缘计算是一种分布式计算范式，将计算和存储资源部署在网络边缘侧，靠近数据源头。其核心思想是“数据在何处产生，便在何处处理”，避免将海量数据传输到云端，从而大幅降低网络延迟和带宽消耗。边缘计算能够实现毫秒级实时响应，提升数据隐私安全，减轻云中心负载。尽管在设备管理和安全防护方面仍面临挑战，但随着 5G 和物联网技术的普及，边缘计算将在自动驾驶、工业互联网、智慧城市等领域发挥关键作用。

6. 生物计算

生物计算是利用生物分子(如 DNA、蛋白质)或生物过程进行信息处理的新型计算模型，典型代表是 DNA 计算。它利用 DNA 链的碱基互补配对原理实现高度并行运算，计算能力远超经典计算机。生物计算具有极低能耗、超高存储密度和天然并行性等优势。尽管在编码效率、误差校正等方面仍有技术瓶颈，但随着合成生物学的发展，生物计算有望在生物信息学、大规模优化问题和新型存储系统中取得突破。

【实训 1.1】绘制冯・诺依曼体系结构图

你正在为学校科技节制作一张计算机科普海报，需要在海报上画一幅清晰、直观的冯・诺依曼体系结构图，让观众一眼就能认出计算机的五大核心部件，并能看懂数据和控制信号在它们之间的流动方向。

请你用简笔画的方式画出这个结构图，并标注出各部件名称(可用不同颜色或线型区分数据流与控制流)。

1. 任务分析

根据本书 1.1.3 小节，冯・诺依曼体系结构包含五大部件：输入设备、输出设备、存储器、运算器、控制器。其中，运算器和控制器合称为中央处理器(CPU)。

关键点是：存储器存放程序和数据；控制器从存储器读取指令并指挥其他部件工作；运算器执行计算；数据在部件之间通过总线流动。

你只需要画出代表五大部件的五个矩形框，用箭头连接，并简单标注箭头方向及含义(数据流或控制流)即可。

2. 任务实施

步骤 1：在图纸中画出五个矩形框

在图纸中间画出一个矩形框，然后在其上下左右分别画出一个矩形框。

步骤 2：标注部件功能

在每个矩形框内部写上部件名称。

◎ 中间：存储器。

◎ 存储器上方：运算器。

◎ 存储器下方：控制器。

◎ 存储器左侧：输入设备。

◎ 存储器右侧：输出设备。

步骤 3：用箭头连接并标注流向及含义

画出以下箭头并标注含义。

◎ 输入设备 → 存储器(标注：数据)。

◎ 存储器 ↔ 运算器(双向箭头，标注：数据)。

◎ 存储器 → 控制器(标注：指令)。

◎ 控制器 → 存储器(标注：地址/控制信号)。

◎ 控制器 → 运算器(标注：控制信号)。

◎ 存储器 → 输出设备(标注：数据)。

3. 成果交付

(1) 手绘或软件绘制的冯·诺依曼体系结构图(清晰拍照或截图)，图中必须包含五大部件、数据/控制流箭头。

(2) 编写一段 100 字左右的讲解词，用你自己的话解释图中数据流动的过程。

4. 拓展思考

(1) 图中哪个部件相当于“大脑”？哪个部件相当于“短期记忆”？

(2) 如果去掉控制器，计算机还能工作吗？为什么？

(3) 观察你画的箭头，哪些是数据流？哪些是控制流？两者有什么不同？

任务 1.2 组装与评估计算机系统

自计算机诞生以来，尽管软硬件技术飞速发展，但当代主流计算机仍基本遵循冯·诺依曼体系结构。

1.2.1 计算机系统的组成

微课 1-2 计算机系统的组成

一个完整的计算机系统是由硬件(Hardware)系统和软件(Software)系统两部分组成的。硬件是构成计算机看得见、摸得着的物理实体的总称。软件是运行在计算机硬件上的程序、运行程序所需的数据和相关文档的总称。硬件是软件发挥作用的舞台和物质基础，软件是使计算机系统发挥强大功能的灵魂，两者相辅相成、缺一不可。我们通常把没有安装任何软件的计算机称为“裸机”。

计算机系统的组成如图 1-3 所示。

1. 计算机的硬件系统

按照冯·诺依曼体系结构，计算机硬件系统由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部件组成。

1) 运算器

运算器又称算术逻辑部件(Arithmetic Logic Unit，ALU)，是计算机对数据进行加工处理的部件，它的主要功能是执行各种算术运算和逻辑运算。运算器在控制器的控制下实现其功能，运算结果由控制器指挥送到存储器中。

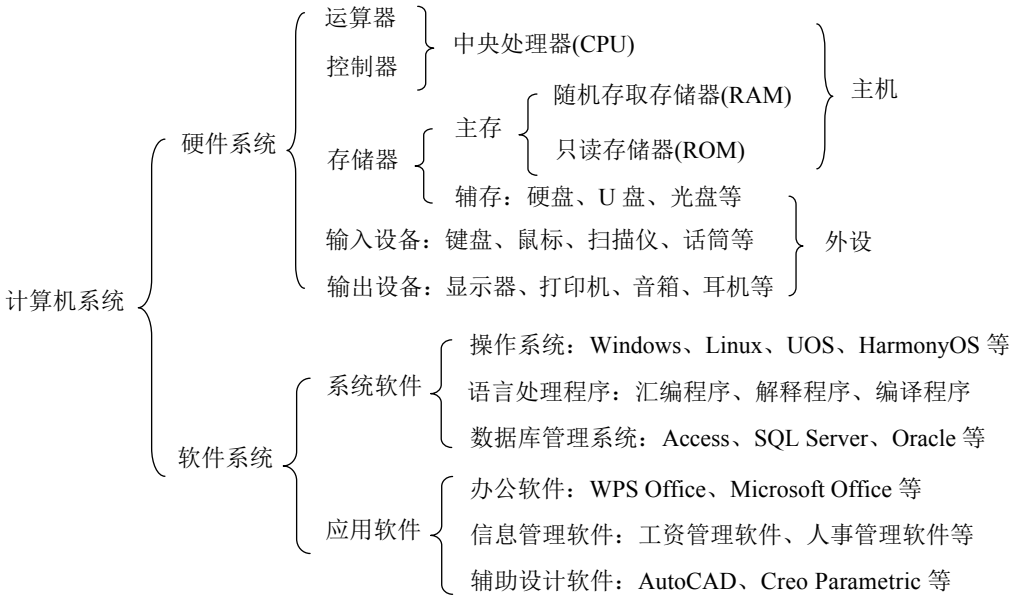


图 1-3　计算机系统的组成

2) 控制器

控制器相当于计算机的指挥中心，用来控制计算机各部件协调一致地工作，并使整个处理过程有条不紊地进行。它的基本功能是从存储器中提取指令和执行指令，并按照先后顺序向计算机中的各个部件发出控制信号，指挥它们完成各种操作。

在早期的计算机中，运算器和控制器是两个独立部件，各自完成自己的功能。现如今，通常把运算器和控制器集成在一块芯片上，合称中央处理器(Central Processing Unit，CPU)。

我国 CPU 产业起步于 2001 年龙芯项目启动，2002 年首款龙芯 1 号流片成功，填补了国产通用 CPU 空白。此后形成三条技术路线：龙芯、申威走自主指令集；飞腾、华为鲲鹏采用 ARM 架构；兆芯、海光兼容 x86 生态。2020 年，龙芯发布完全自主的 LoongArch 指令集，实现核心技术自主可控。目前，国产 CPU 已从“可用”迈向“好用”，在政务、金融、电力等领域实现规模化部署。

图 1-4 所示是美国两家著名 CPU 公司 Intel 和 AMD 及国产龙芯 CPU 的外观。

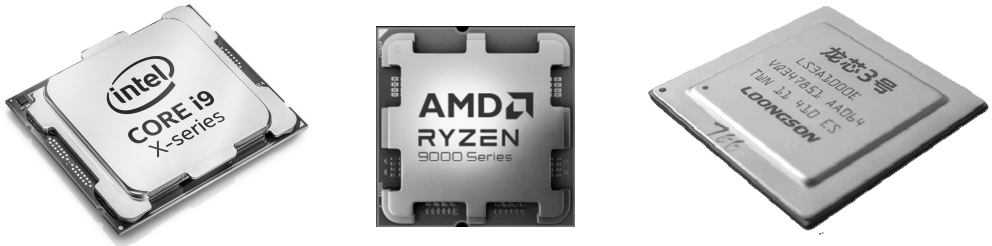


图 1-4　中央处理器

CPU 是微型机的核心部件，它的性能指标对整个微型机具有重大影响。因此，人们往往用 CPU 型号作为衡量计算机档次的标准。

3) 存储器

存储器是计算机系统中的记忆设备，用来存放程序和数据。计算机中的全部信息(包括计算机程序、输入的原始数据、中间运行结果和最终运行结果)都保存在存储器中。

对存储器来说，存储容量越大越好，工作速度越快越好，但两者与价格是相互矛盾的。为了协调这种矛盾，通常将存储器分为三个层次：主存储器(又称主存或内存)、辅助存储器(又称辅存或外存)和高速缓存。

(1) 主存。主存采用半导体材料制成，容量小，运行速度快，用于存放当前正在运行的程序和数据，CPU 可以直接访问它。主存按其可实现的功能分为随机存取存储器(Random Access Memory，RAM)和只读存储器(Read Only Memory，ROM)两种类型。

RAM 是一种既能读出也能写入的存储器，适合存放经常变化的用户程序和数据。RAM 有两个特点：一是随机存取，CPU 能够快速地读取 RAM 中的数据或将数据写入 RAM 中。二是易失性，断电后原来存储的数据会立即丢失。因此，RAM 通常用于存储临时数据，如程序正在使用的变量和中间结果。微型机中配置的内存条(见图 1-5)就是 RAM，通常所说的计算机内存容量就是指内存条的容量。

ROM 是一种只能读出而不能写入的存储器，用来存放固定不变且经常使用的程序和数据，如监控程序、基本输入输出系统(Basic Input/Output System，BIOS)等。

(2) 辅存。由于价格和技术方面的原因，主存的存储容量受到限制。为了满足存储大量数据的需求，需要采用价格低且容量大的辅存作为主存的后援。辅存不能和 CPU 直接交换数据，必须通过主存实现和 CPU 之间的数据交换。目前，常用的辅存有硬盘、U 盘等。

硬盘是非常重要的外存储器，用来存放需要长期保存的程序和数据。硬盘又分为机械硬盘和固态硬盘两种类型。机械硬盘具有存储容量大、每兆字节成本低等优点，而固态硬盘(见图 1-6)具有体积小、存取速度快、无噪声、抗震性能好等优点。

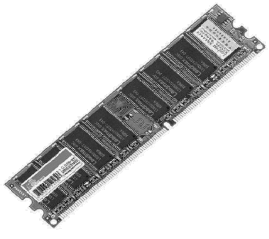


图 1-5 内存条

图 1-6 固态硬盘

(3) 高速缓存。在以前运行速度较慢的低档微型机中，只有主存与辅存两级存储器。随着超大规模集成电路技术的发展，主存储器的存取速度已经有了很大提高，但相比之下，CPU 工作速度提高得更快，二者之间存在巨大的速度差距。为了解决 CPU 与主存之间的速度匹配问题，现代微型机增加了一种特殊的存储器——高速缓存(Cache)。

Cache 是一种存取速度极快的存储器，通常集成在 CPU 内部，用于临时存放 CPU 近期可能会反复使用的指令和数据。现代 CPU 通常采用多级 Cache 结构(如 L1、L2、L3 缓存)，L1 缓存速度最快而容量最小，L3 缓存容量较大而速度稍慢。Cache 的存在有效地缩小了 CPU 与内存之间的速度差距，提升了系统整体性能。

现代计算机系统普遍采用“高速缓存—主存—辅存”三级存储体系结构。

4) 输入设备

输入设备是用来向计算机输入原始数据和程序的设备，是重要的人机接口。它的主要功能是将输入的程序和数据转换成计算机能识别的二进制数并存放到内存中。常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪、话筒等。

5) 输出设备

输出设备是用于将存放在内存中的数据输出给用户的设备。它的主要功能是将计算机处理后的结果转换为人们能接受的形式并通过显示、打印等方式进行输出。常用的输出设备主要有显示器、打印机、音箱、耳机等。

人们通常将输入(Input)设备和输出(Output)设备合称为输入输出设备，简称 I/O 设备，将 CPU、内存及相关电路合称为主机，将输入输出设备和外存合称为外设。

2. 计算机的软件系统

硬件是构成计算机的物质基础，软件是计算机的灵魂。计算机的硬件系统上只有安装了软件，才能发挥其应有的功能。安装不同的软件，计算机就可以完成不同的工作。配备了软件的计算机才能称为完整的计算机系统。

为满足特定需求而设计的计算机指令集合称为程序，该程序与其相关的说明文档一同组成了软件。

计算机软件系统可分为系统软件和应用软件两大类。系统软件介于硬件和应用软件之间，支持机器运行，是应用软件运行的平台；应用软件则是为解决某一领域实际问题而开发的专用程序。图 1-7 所示为计算机系统层次结构示意。

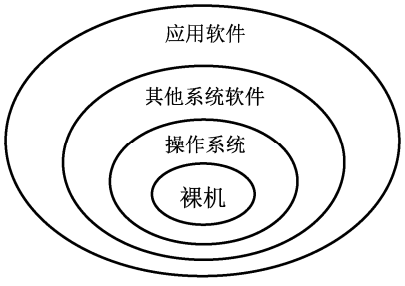


图 1-7　计算机系统层次结构示意图

1) 系统软件

系统软件集管理、监控、维护和运行功能于一体，使计算机可以正常、高效地工作，提供操作计算机最基础的功能。它包括操作系统、语言处理程序、数据库管理系统等。

(1) 操作系统。操作系统(Operating System，OS)是控制和管理计算机硬件和软件资源，合理组织计算机工作流程及方便用户使用计算机的程序的集合，是系统软件中最重要、最核心，也是最基础的部分。使用操作系统的目的有两个：一是管理计算机系统的所有资源；二是为方便用户使用计算机而在计算机与用户之间提供接口。目前，常用的操作系统有 Windows、Linux、UOS、HarmonyOS 等。

(2) 语言处理程序。程序设计语言一般分为三类：机器语言、汇编语言和高级语言。机器语言使用计算机的二进制指令系统进行编程，是唯一能够被计算机硬件直接识别并执行的语言。用汇编语言和高级语言编写的源程序都必须转换成计算机能识别的二进制代码(即

目标程序)才能运行，这一转换是由翻译程序来完成的。翻译程序统称为语言处理程序，包括汇编程序、编译程序和解释程序。

汇编程序是将用汇编语言编写的源程序翻译成由机器指令组成的目标程序。用高级语言编写的程序又有解释程序和编译程序之分。解释程序是逐条解释并执行，不生成独立的目标程序，每次运行都需要重新解释(如 Python、JavaScript)；编译程序则是先将源程序编译成目标程序，再将目标程序连接为可执行程序，生成的文件可以独立运行(如 C、C++)。

(3) 数据库管理系统。数据库是存放数据的仓库，其特点是按一定的数据模型组织、描述和存储数据，具有较小的冗余度和较高的数据独立性。数据库管理系统是安装在操作系统上的一种对数据进行统一管理的系统软件，主要用于建立、使用和维护数据库。常用的数据库管理系统有 Access、SQL Server 和 Oracle 等。

2) 应用软件

应用软件是为满足用户不同领域、不同问题的应用需求而编写的软件，它可以拓宽计算机系统的应用领域，放大硬件的功能。应用软件主要包括办公软件(如金山公司的 WPS Office 和微软公司的 Office)、信息管理软件(如工资管理软件、仓库管理软件)、辅助设计软件(如工程制图设计软件 AutoCAD、三维造型设计软件 Creo Parametric)、多媒体制作软件(如 Adobe Premiere Pro、Camtasia Studio)等。

1.2.2 微型机的系统集成

微型机硬件系统的五大部件并不是孤立存在的，它们在处理信息的过程中需要相互连接和传输数据。微型机的主板是连接计算机硬件系统的五大部件的中枢。如果把 CPU 看成微型机的大脑，那么主板就是微型机的躯干。

主板是主机箱中最大的电路板，又称为母板，其外观如图 1-8 所示。主板上集成了 CPU 插座、内存插槽、BIOS 芯片、控制芯片组、系统总线、各种接口及扩展插槽等。微型机正是通过主板的各种接口及扩展插槽将 CPU、内存、显卡、声卡、网卡、键盘、鼠标、硬盘、U 盘等部件连接成一个整体并协调工作的。主板的性能直接影响着整个微型机系统的性能。

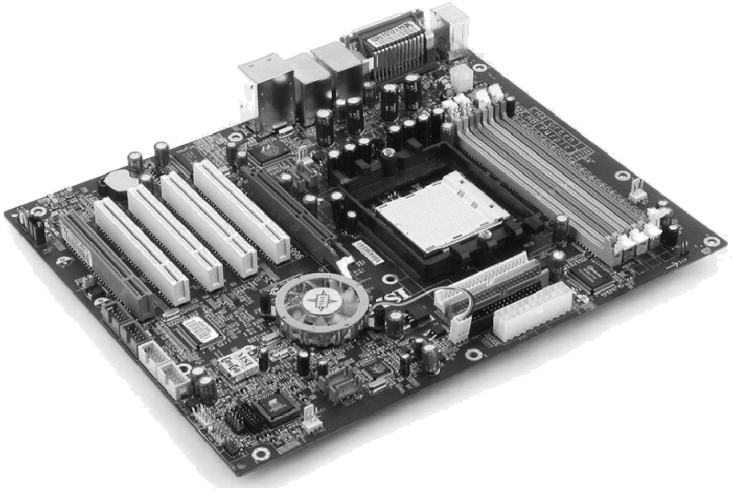


图 1-8 微型机主板

3. 扩展插槽

扩展插槽是主板上用于固定扩展卡并将其连接到系统总线的插槽。扩展插槽用于添加或增强计算机的特性及功能，如可以在扩展插槽上添加网卡、声卡、显卡等。目前，主板上提供的扩展插槽主要是 PCIe(PCI Express)插槽，根据不同设备对带宽的需求，有 PCIe x1、PCIe x4、PCIe x16 等不同规格。其中，PCIe x16 插槽通常用于安装独立显卡，PCIe x1 插槽可用于安装声卡、网卡、视频采集卡等扩展卡。此外，主板上还有专门的内存插槽，用于安装内存条。

4. I/O 接口

I/O 接口是主板上用于连接各种外部设备的接口，负责实现 CPU 通过系统总线把 I/O 电路和外部设备连接在一起。通过这些 I/O 接口，可以把键盘、鼠标、打印机、扫描仪、移动硬盘、U 盘等外部设备连接到计算机上。

1.2.3 微型机的主要性能指标

微型机系统是一种复杂的系统，其功能的强弱或性能的好坏，不是由某个单项指标决定的，而是由它的字长、主频、存储容量、兼容性等多方面的因素综合决定的。对普通用户来说，可以用以下几个主要指标来评价计算机的性能。

1. 字长

字长是指计算机 CPU 能够同时处理的二进制数据的位数。从存储数据角度来说，字长越长，计算机的运算精度就越高；从存储指令角度来说，字长越长，计算机的处理能力就越强，计算机处理数据的速度也越快。目前普遍使用的微处理器的字长为 64 位。

2. 主频

主频又称时钟频率，是指 CPU 的时钟速度，单位是赫兹(Hz)，通常用 GHz 表示。它决定了 CPU 每秒可以完成多少个工作周期。在相同架构和核心数的条件下，主频越高，CPU 的运算速度越快。运算速度通常用 MIPS(百万条指令/秒)或 FLOPS(浮点运算次数/秒)来衡量。

3. 存储容量

存储容量指存储器可以容纳的二进制信息量。存储容量分为内存容量和外存容量两种，这里主要指内存容量。内存容量的大小反映了计算机即时存储信息能力的强弱。内存容量越大，处理数据的范围就越广，运算速度越快，处理能力越强。

4. 兼容性

兼容性是指硬件之间、软件之间或软硬件组合系统之间的相互协调的程度。对硬件来说，几种不同的计算机部件，如 CPU、主板、显卡等，如果在工作时能够相互配合，稳定地工作，就说明它们之间的兼容性比较好。对软件来说，如果某款软件能在某个操作系统中稳定运行，就说明这款软件对这个系统具有良好的兼容性。

【实训 1.2】选购一台适合自己的计算机

考上大学后，小张渴望拥有一台属于自己的笔记本电脑，这不仅能助力他深入学习计算机知识，便捷查找学习资料并高效完成作业，还能在课余时间享受上网、观影及玩游戏的乐趣。请结合笔记本电脑的便携性、电池续航能力，以及教室、图书馆和宿舍等不同场景的使用需求，帮助小张选购一台笔记本电脑，并撰写一份选购报告。

1. 任务分析

选购笔记本电脑需要综合考虑多个因素，主要包括品牌、用途、预算、硬件配置、屏幕尺寸、散热性能、续航能力等。不同用途对硬件的要求不同，例如:

如果主要用于编程、使用设计类软件(如 CAD、3D 制作)或运行大型数据库，则需要较高性能的 CPU、独立显卡和大容量内存;

如果主要用于使用办公软件、上网、查资料、观影和玩轻度游戏，则主流配置即可满足需求。

本任务将按照以下步骤进行分析和决策。

(1) 明确使用需求和预算范围。

(2) 选择可信赖的品牌。

(3) 确定核心硬件配置(CPU、内存、硬盘、显卡)。

(4) 考虑其他因素(屏幕、接口、散热、重量、续航等)。

(5) 综合比较 2 或 3 款候选机型，作出最终推荐。

2. 任务实施

步骤 1：确定需求与预算

小张的需求：编程学习(可能运行 IDE、数据库)、上网查资料、观影娱乐、玩轻度游戏。

预算：5 000 元左右。

步骤 2：选择品牌

建议优先在国产品牌(联想、华为、荣耀、小米、华硕等)以及海外品牌(惠普、戴尔)当中挑选。以上品牌产品线布局完善，线下线上售后服务体系相对成熟完备。除此之外，2026 年笔记本市场已全面步入 AI PC 普及阶段，搭载 NPU(神经网络处理单元)的电脑机型，能够有效提升日常学习、内容创作场景下的工作效率。

步骤 3：确定核心配置

结合中度使用需求与 5 000 元预算价位段，推荐硬件配置方案如下:

◎ 处理器(CPU)：优先选择英特尔酷睿 Ultra 5 系列、华为自研麒麟 X90 等新一代处理器。

◎ 内存：可选 16GB 或 32GB。16GB 内存足以支撑日常多任务场景；32GB 大容量内存可保障电脑未来三四年多任务运行依旧流畅，使用寿命更长。

◎ 硬盘：512GB 或 1TB SSD(固态硬盘)，优先选用 NVMe 协议规格固态硬盘，连续读写速度更快。

◎ 显卡：机型自带新一代高性能核芯显卡，性能完全满足日常办公、影音播放及轻度网络游戏运行需求。

步骤 4：筛选候选机型

在京东、天猫等电商平台按预算和配置筛选，得到以下三款机型作为候选(国补后价格)：

型　号	CPU	内　存	硬　盘	屏　幕	重　量	参考价格
华为 MateBook 14	麒麟 X90	24GB	512GB	14.2 英寸	1.33kg	约 5300 元
荣耀 X16 Plus	酷睿 Ultra 5 325	16GB	1TB	16 英寸	1.66kg	约 5200 元
联想来酷 Air16	酷睿 Ultra 5 228V	32GB	512GB	16 英寸	1kg	约 5100 元

步骤 5：综合比较与推荐

华为 MateBook 14 鸿蒙版主打鸿蒙生态互联协同与 2.8K OLED 触控屏，整机重 1.33kg，便携表现优异，配备 24GB 大容量内存，AI 配套功能丰富，适配持有华为手机、平板，看重多设备联动体验的用户；荣耀 X16 Plus 的优势为超长续航(搭载 80Wh 电池，本地视频播放最长可达 14 小时)与 AI 生产力，搭载酷睿 Ultra 5 325 处理器，配备 16 英寸大屏与 1TB 固态硬盘，整机通过 SGS 可靠性认证，内置 YOYO AI 智能助手，适合重视续航、大屏以及大容量存储空间的用户；联想来酷 Air16 的核心亮点为 32GB 大内存搭配 16 英寸大屏，整机重量仅 1kg 左右，轻薄优势突出，机身厚度控制在 1cm 以内，同时配备双 USB-A、双 USB-C 以及 HDMI 接口，外接拓展能力优秀，适合需要经常随身携带、偏好大屏的用户。

最终推荐建议：

(1) 若小张优先看重续航与大屏使用体验，推荐荣耀 X16 Plus。该机型在定价、80Wh 大容量电池、16 英寸大屏及 1 TB 存储空间之间的综合平衡性较佳；

(2) 若小张本身使用华为全系设备，且比较在意机身便携度，推荐华为 MateBook 14 鸿蒙版，鸿蒙生态跨设备互联、优质 OLED 屏幕是该机差异化核心优势；

(3) 若小张对极致便携性要求较高，需要往返教室、图书馆频繁携带，可优先选择联想来酷 Air16。这款机型在搭载 16 英寸大屏、32GB 大内存的前提下，整机重量仅 1kg 上下，装入背包的背负压力更小。

3. 成果交付

提交一份《笔记本电脑选购报告》，内容需包括以下几点。

(1) 用户需求与预算说明。

(2) 候选机型对比表(至少两款)。

(3) 最终推荐机型及详细理由(从配置、价格、适用场景等方面说明)。

(4) 购买渠道建议(如京东自营、品牌官网等)及大致价格范围。

4. 拓展思考

(1) 假如小张的专业是数字媒体艺术，需要频繁使用 Adobe Premiere、After Effects 等视频编辑软件，那么选购重点应该发生哪些变化？

(2) 除了硬件参数外，购买笔记本电脑时还有哪些容易被忽视但实际影响使用体验的因素？请列举至少两项并解释。

(3) 结合当前市场，了解一下“AI PC”的概念。未来笔记本电脑集成 NPU(神经网络处理单元)会对学习和使用产生哪些影响？请举例说明。

任务 1.3　学会用计算思维解决实际问题

2006 年，美国卡内基梅隆大学周以真教授在《ACM 通讯》期刊发表一篇题为《计算思维》的论文，系统阐释了计算思维的内涵。这一具有里程碑意义的研究成果，迅速受到全球计算机领域与教育界的广泛关注，也引发了学界深入探讨与热烈反响。

计算思维是当代核心素养的重要组成部分，现已突破专业壁垒，成为全体学习者必备的关键能力。它是一套创新性问题求解策略与技术体系，能够帮助人们在复杂多变的环境中高效应对各类挑战。

1.3.1　计算思维的作用

在现代社会与个人成长进程中，计算思维已从计算机学科的专属概念发展成为每个人应具备的核心素养，成为信息时代人们认识世界、解决问题的重要思维方式，其影响力主要彰显于以下几个方面。

(1) 问题求解。面对错综复杂的挑战，计算思维教会我们如何合理拆解、抽象化问题，并构建模型，进而构思出针对性的解决方案。这一思维模式促使我们以更加系统和高效的方式应对难题，显著提升了解决问题的质量和速度。

(2) 提高效率。借助计算思维，个体能够更有效地运用计算机工具，如编程、数据分析软件等，来加速问题解决进程。例如，通过编写自动化脚本处理大量重复性办公任务(如数据整理、报表生成)，可以将原本需要数小时的手工工作缩短至几分钟完成，显著提升工作效率。

(3) 促进创新。计算思维有助于跨学科整合，激发创新思维，推动科技进步。它鼓励人们跳出传统的思维框架，从全新的角度审视问题。在解决复杂问题时，计算思维强调分工合作、沟通交流，这有助于团队成员更好地协同工作，共同完成任务。

(4) 跨学科应用。计算思维具有很强的跨学科应用能力，可以在数学、物理、生物、社会科学等领域发挥作用。通过计算思维，我们可以将不同学科的知识进行整合，实现跨学科的创新，这对于推动科学研究和发展具有重要意义。

(5) 个人和社会影响。计算思维对个人和社会的发展具有深远意义。它提高了人们的问题解决能力，增强了竞争力，使个人在信息时代更好地应对挑战。同时，计算思维在社会治理、公共政策等方面的应用，有助于提高社会管理效率，提升公共服务水平。

综上所述，计算思维在问题求解、提高效率、促进创新、跨学科应用，以及个人和社会影响等方面都发挥着重要作用。计算思维不仅仅局限于计算机领域，而是可以应用于各个领域和解决日常生活的问题中。通过培养计算思维，我们能够更好地理解并解决问题，提高分析决策能力，并为社会进步作出贡献。

计算思维不仅是编程的基础，更是理解人工智能算法(如机器学习中的训练—测试流程)的关键思维模式。

1.3.2　计算思维的三要素

计算思维的核心可以概括为三个基本要素：分解、抽象和算法。其中，分解用于降低

问题的复杂度，抽象用于抓住问题的本质，算法用于构建可自动执行的解决方案。这三个要素相互配合、层层递进，构成了从模糊复杂的现实问题到清晰可执行的计算机处理方案的完整思维路径。

1. 分解

分解是指将一个复杂问题拆解成若干规模较小、相对独立、易于处理的子问题，其核心思想是“分而治之”。通过分解，问题的整体复杂度得以降低，各子问题可以分别求解后再综合集成，从而使得大型任务的解决成为可能。

分解应遵循以下原则。

(1) 独立性：子问题之间尽量避免过多依赖，便于分别处理。

(2) 可处理性：每个子问题都能通过已知方法或进一步拆解来解决。

(3) 可组合性：子问题的解决方案能够重新组合，形成整体问题的完整答案。

通过分解，原本无从下手的复杂问题变得清晰、可操作。分解的粒度需要根据问题的规模和求解的目标来确定：分解过粗可能仍难以解决，分解过细则可能增加不必要的协调成本。只有选择合适的分解粒度，才能既降低问题复杂度，又避免过度的拆分。

2. 抽象

抽象是指从复杂的信息中提取出解决问题的关键特征，而暂时忽略那些不重要的细节。抽象的目的是建立问题的简化模型，使人能够专注于本质。合理的抽象既保留了问题的核心，又屏蔽了无关的干扰，是计算思维区别于一般思维的重要特征。

常见的抽象方法包括以下内容。

(1) 分类：将具有共同特征的事物归为一类。

(2) 概括：用更高层次的概念描述具体事物。

(3) 建模：用简化的方式(如数学公式、图表)表达复杂系统。

抽象是计算思维区别于一般思维的重要特征。没有抽象，人脑就无法处理海量信息；有效的抽象能够在保持问题本质的前提下，大幅降低问题的复杂度，使人能够处理远超自身记忆和计算能力的复杂问题。

3. 算法

算法是为解决某一类问题而设计的一组明确的、按顺序执行的指令或步骤。在计算思维中，算法是将分解和抽象的成果转化为可执行方案的关键环节。它强调步骤的有序性、确定性和有穷性，确保问题能够被系统地、自动地求解。

算法具有以下五个基本特征。

(1) 有穷性：必须在有限步骤内结束。

(2) 确定性：每一步都有明确含义，没有歧义。

(3) 可行性：每一步都可以在有限时间内完成。

(4) 输入：有零个或多个输入。

(5) 输出：至少有一个输出结果。

算法的表达方式可以是自然语言、伪代码或流程图。无论采用哪种方式，都必须清晰、无歧义地描述解决问题的步骤。算法不仅关注“做什么”，更强调“怎么做”，它为问题

的自动化求解提供了基础。

4. 三要素的协同工作

分解、抽象和算法不是孤立存在的，它们在实际解决问题时相互依赖、协同作用，形成一个有机的整体。

三要素的协同关系体现在以下方面。

(1) 分解为抽象提供对象。只有将复杂问题分解成若干子问题后，才能对每个子问题进行有针对性的抽象。没有分解，抽象往往因问题过于庞杂而难以进行。

(2) 抽象为算法奠定基础。抽象得到的问题模型提取了核心特征，为算法设计提供了清晰的输入输出关系和处理逻辑。没有抽象，算法将因细节过多繁杂而难以进行。

(3) 算法反过来检验分解与抽象的合理性。当设计的算法难以实现或效率过低时，往往需要回溯到分解或抽象环节，调整分解方式或重新选择抽象层次。

三要素协同工作的基本流程如下。

(1) 从分解开始：将复杂问题分解为若干相对独立的子问题。

(2) 对每个子问题进行抽象：提取关键信息，建立简化模型。

(3) 基于抽象模型设计算法：设计明确的、可执行的步骤序列。

(4) 迭代与优化：若发现问题，返回前面步骤调整分解或抽象，直至得到满意方案。

三要素的协同价值可以概括为：分解使问题变小，抽象使问题变纯，算法使问题可解。三者相辅相成，共同构成了计算思维解决复杂问题的核心方法论。正是这三者的有机协同，使得人们能够将现实世界中模糊、复杂的问题转化为可计算、可自动化求解的形式。

1.3.3 计算思维的培养与提升

培养和提升计算思维是一个既系统又持续的过程，可从以下几个关键方面深入展开。

(1) 数学和逻辑思维是计算思维的基石。数学不仅提供了解决问题的工具，更重要的是培养了逻辑推理能力和抽象思维。学习数学，我们学会定义问题、建立模型、推导结论，这些都是计算思维的重要组成部分。同时，逻辑思维训练帮助我们清晰地表达思想、严谨地论证观点，对理解和应用计算思维至关重要。

(2) 持续练习是提升计算思维的有效途径。通过挑战性问题和练习题，我们可以在实践中摸索和总结经验，加深对计算思维的理解。这种练习不仅限于书本习题，还可以是实际生活中的问题，如优化工作流程、设计算法等。通过不断尝试和修正，我们的计算思维会得到显著提升。

(3) 将计算思维应用到实际问题解决中是锻炼和提升的关键。通过将所学知识与实践相结合，我们可以更直观地感受到计算思维的魅力。例如，在解决项目管理问题时，我们可以运用计算思维分解任务，制订计划，评估风险，最终找到最优解决方案。这种实践不仅增强了动手能力，还让我们深刻理解了计算思维的实际应用价值。

编程学习是培养计算思维的重要手段。通过编写代码，我们可以将抽象的计算思维转化为具体的程序实现，锻炼抽象思维、逻辑思维和问题分析能力。编程不仅教会我们操作计算机，更重要的是，让我们学会运用计算思维解决问题。在编程过程中，我们需要不断地调试和优化代码，这也有助于我们培养耐心和细致的品质。

此外，培养灵活的思维方式、合作学习及持续学习也是提升计算思维的关键。我们应该学会从多个角度思考问题，不拘泥于传统思维方式。我们要与他人一起学习和合作，互相讨论和分享思路，拓宽视野和思维方式。同时，还要关注最新的科学和技术发展动态，不断更新知识和技能，保持计算思维的活力和创新性。

总之，要想培养和提升计算思维，我们需要从数学和逻辑思维、持续练习、应用实践、编程学习、灵活思维方式、合作学习及持续学习等多个方面入手。通过这些努力，我们可以不断提升自己的计算思维，为未来的学习和工作打下坚实的基础。

【实训 1.3】用计算思维规划设备升级方案

学校计算机社团有 5 台老旧计算机(CPU：i3-4170，内存：4GB，机械硬盘：500GB，显卡：集成)。社团需用它们开展 Python 编程、1080p 视频剪辑、Unity 2D 游戏开发，现有经费 4000 元。请运用计算思维，规划升级方案并撰写报告。

1. 任务分析(计算思维三步法)

1) 分解：将大问题拆解为子问题

(1) 当前计算机的瓶颈在哪里？

(2) 社团活动对计算机的最低要求是什么？

(3) 4000 元如何分配？

(4) 5 台计算机是否需要统一升级？

2) 抽象：提取关键特征，忽略次要细节

(1) 将计算机性能抽象为四个指标：CPU、内存、硬盘速度、显卡能力。

(2) 将活动需求抽象为：编程需≥8GB 内存+ SSD；剪辑/Unity 需≥8GB 内存+ SSD + 入门独显。

(3) 将经费使用抽象为：每台升级成本=目标配置−现有配置。

3) 算法：制定可执行的决策步骤

步骤 1：诊断每台计算机瓶颈(内存和硬盘为必须升级项，显卡按需升级)。

步骤 2：将 5 台计算机分为 3 台主力机、2 台备用机。

步骤 3: 主力机加 8GB 内存+240GB SSD+GT1030; 备用机加 4GB 内存+120GB SSD(4GB 内存可从损坏机上拆得，若没有则购买二手内存)。

步骤 4：计算总成本，剩余经费购买交换机、移动硬盘等公用设备。

步骤 5：验证——升级后开机≤30 秒，能同时运行 PyCharm+Chrome 不卡顿，剪映导出 1 分钟视频≤30 秒。

2. 任务实施

机　型	数　量	升级操作	单台成本(参考价)
主力机	3 台	加 8GB DDR3 内存(40 元)+240GB SSD(120 元)+GT1030(150 元)	310 元
备用机	2 台	加 4GB 内存(20 元)+120GB SSD(80 元)	100 元

总成本：$310 \times 3 + 100 \times 2 = 1130$(元)

剩余经费：4000 − 1130 = 2870(元)

注：可用于购买千兆交换机、移动硬盘，以及社团后续维护。

3. 成果交付

提交《计算思维在设备升级中的应用报告》，包含以下几部分。

(1) 分解、抽象、算法的思考记录(可列表或画出流程图)。

(2) 硬件采购清单与经费分配表。

(3) 升级前后配置对比及预期性能提升数据。

4. 拓展思考

(1) 若经费减至 2000 元，如何调整算法中的决策阈值？

(2) 如果某台计算机内存插槽已满且无法替换(只能拔掉原有 4GB 内存换成 8GB 内存)，成本变为多少？如何修改方案？

(3) 对比“凭直觉买几条内存和 SSD 全加上”的随意方案，本升级方案能节省多少成本或提升多少性能？

【项目自测】

一、选择题

(1) 现代计算机普遍采用冯·诺依曼体系结构。冯·诺依曼提出的两个重要概念是(　　)。

A. 机器语言和十六进制　　B. 采用二进制和存储程序控制的概念

C. ASCII 编码和指令系统　　D. 引入 CPU 和内存储器的概念

(2) 能直接与 CPU 交换信息的存储器是(　　)。

A. 内存　　B. 硬盘　　C. U 盘　　D. CD-ROM

(3) 系统总线是计算机各部件间传递信息的公共通道，它分为(　　)。

A. 数据总线和控制总线　　B. 数据总线和地址总线

C. 地址总线和控制总线　　D. 数据总线、地址总线和控制总线

二、实训题

选择类型合适的计算机并解释图灵机原理。

1. 任务

某公司需要处理以下三项任务。

(1) 连续运行大型科学计算(气象模拟)，耗时数天。

(2) 员工日常处理文档、收发邮件。

(3) 控制工厂流水线上的机械臂动作，要求实时响应。

请回答:

(1) 针对上述三项任务，分别应该选择哪一类计算机(巨型机、微型机、嵌入式计算机等)？说明理由。

(2) 图灵机模型提出了“任何可计算问题都能通过读写头在纸带上移动来解决”的思想。上述三项任务中，哪项最能体现图灵机“无限纸带”的思想？为什么？

2. 提交格式

直接写出答案，每题不超过 50 字。

项目 2

计算机中信息的表示

当前，我们正身处信息化浪潮的前沿，信息化的核心在于信息的数字化处理。数字化作为信息技术的基石，将纷繁复杂的信息世界转化为二进制代码序列。0 与 1 的精妙组合，构成了计算机内部信息处理的基础语言。这一转换机制是现代数字计算机运行的根本前提，计算机的所有运算逻辑与功能实现，均建立在数字化处理的基础之上。

数字化既是计算机技术的核心本质，也是多媒体技术的核心驱动力。无论是文字、数值、图形、图像、语音、动画还是视频等各类多媒体信息，均可依据采样定理转换为二进制形式，实现信息的统一表征与高效处理。正是这一数字化转换方式，让信息的存储、传输与呈现变得更加灵活高效，突破了传统信息处理的局限。

除此之外，数字化技术还是软件技术与智能技术的核心支柱。从系统软件到各类应用软件，从信号处理的滤波、编码、加密到数据压缩，信息技术的各类核心应用，均依托数字化技术实现。数字化技术如同一把关键钥匙，解锁了信息处理的无限可能，实现了图像清晰复原、信号稳定传输等效果，充分彰显了信息技术的独特优势与应用价值。

从更深层次来看，数字化正推动一场全方位的产业变革，助力社会全面迈入数字化时代。从家用智能设备、各类信息终端，到数字电视、高速数字网络，数字化技术全方位渗透生产及生活场景，深刻重塑着大众的生活方式与社会经济形态。数字经济已成为信息社会的典型特征与核心支柱，充分彰显了数字化对社会发展的深远价值与重大意义。

【学习目标】

熟悉计算机常用进位计数制，掌握进制数间的转换方法；掌握二进制数的算术运算与逻辑运算规则；熟悉字符编码(西文 ASCII 码、汉字编码)及计算机内部数据存储单位；理解文本、音频、图像、视频等多媒体信息数字化的基本原理。

任务 2.1　转换数据中的数值编码

计算机科学的研究对象主要涵盖信息的采集、存储、处理与传输，这些过程均与信息的量化和表示密切相关。本任务从进位计数制入手，阐述数据的表示、转换、处理及存储方法，帮助读者清晰理解计算机的信息处理原理。

2.1.1　进位计数制

1946 年诞生的 ENIAC 是一台十进制的计算机。美籍匈牙利数学家冯·诺依曼在研制新计算机 EDVAC 时，根据电子元件双稳工作的特点，改用二进制来表示和处理数据。二进制的采用极大地简化了机器的逻辑线路，从而改变了计算机的发展方向。

1. 进位计数制的概念

进位计数制是指计数的方法，日常生活中最常用的进位计数制是十进制(即逢十进一)。其实，在人类历史发展的过程中，根据生产、生活的需要，人们还创立了其他进位计数制，如 1 小时有 60 分钟，为六十进制。

对于计算机而言，采用二进制处理数据具备诸多优势，如运算过程简捷、易于物理实现、高度可靠以及适用性广泛。因此，现代计算机普遍采用二进制，其所有的指令和数据都是以二进制数来表示和存储的。

尽管二进制有许多优点，却存在书写起来太长、阅读与记忆不方便等不足。由于八进制或十六进制与二进制之间的转换非常简单、方便，因此，人们在书写和记忆时常采用八进制和十六进制，即可以用八进制数和十六进制数作为对二进制数的缩写。

进位计数制中有数码、基数和位权 3 个要素。

(1) 数码：计数制中使用的数字符号。例如，十进制有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 共十个数码，二进制有 0 和 1 两个数码。

(2) 基数：一种进位计数制中允许使用的数码的个数。例如，十进制的基数为 10，二进制的基数为 2。

(3) 位权：单位数码在该数位上所表示的数量。位权以指数形式表示，指数的底是进位计数制的基数。对于十进制，各位数的位权是以 10 为底的幂；对于二进制，各位数的位权是以 2 为底的幂。

任何一个数都可以用位权展开式表示，位权展开式又称为乘权求和。例如，十进制数 327.5 可表示为$(327.5)_{10}=3\times10^2+2\times10^1+7\times10^0+5\times10^{-1}$。

2. 常用的进位计数制

计算机中常用的进位计数制有二进制、八进制、十进制和十六进制。表 2-1 给出了计算

机中常用的几种进位计数制的表示方法。

表 2-1　计算机中常用的几种进位计数制的表示方法

进　制	基　数	数　码	权　值	表示形式
二进制	2	0、1	2^n	B
八进制	8	0、1、2、3、4、5、6、7	8^n	O
十进制	10	0、1、2、3、4、5、6、7、8、9	10^n	D
十六进制	16	0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F	16^n	H

从表 2-1 中可以看出，十六进制的数码除了十进制中的 0～9 共 10 个数字外，还使用了 6 个英文字母 A、B、C、D、E、F，它们分别相当于十进制中的 10、11、12、13、14、15。

为了避免不同进位计数制的数在使用时产生混淆，在给出一个数时，应指明它的进位计数制，通常用字母 B、O、D、H 或下标 2、8、10、16 分别表示二进制、八进制、十进制和十六进制数。

例如，1010B、2615O、1234D、3AE8H 也可表示为$(1010)_2$、$(2615)_8$、$(1234)_{10}$、$(3AE8)_{16}$。

3. 4 种进制数之间的对应关系

为方便认知和记忆，表 2-2 列出了二进制、八进制、十进制和十六进制这 4 种进制数之间的对应关系。

表 2-2　4 种进制数之间的对应关系

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

从表 2-2 可以看出，采用不同计数制表示同一个数时，基数越大，则使用的位数越少。比如十进制数 15，只需 1 位十六进制数就可表示，但用二进制时需要 4 位，这就是书写时采用八进制或十六进制的原因。

2.1.2　进制之间的数值转换

微课 2-1　数制之间的转换

下面介绍十进制数、二进制数、八进制数及十六进制数之间的转换方法。

1. R 进制数转换为十进制数

这里的 R 进制表示二进制、八进制、十六进制。

R 进制数转换为十进制数的方法很简单，将 R 进制数按位权展开求和即可得到相应的十进制数。

例 1：将$(101011)_2$、$(325)_8$、$(6D)_{16}$分别转换为十进制数。

$(101011)_2=1\times2^5+0\times2^4+1\times2^3+0\times2^2+1\times2^1+1\times2^0$

$=32+8+2+1$

$=43$

$(325)_8=3\times8^2+2\times8^1+5\times8^0$

$=192+16+5$

$=213$

$(6D)_{16}=6\times16^1+13\times16^0$

$=96+13$

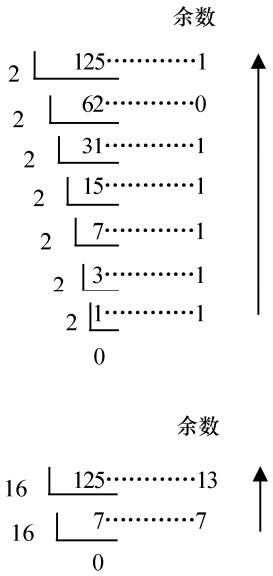
$=109$

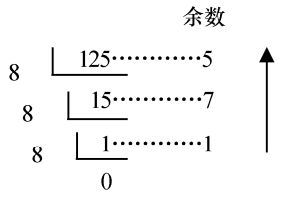
2. 十进制数转换为 R 进制数

十进制数转换为 R 进制数的转换规则分为整数和小数两个部分。

整数部分采用“除 R 取余”法，即用十进制数连续地除以 R，记下每次所得的余数，直至商为 0。将所得余数按从下到上的顺序依次排列起来即为转换结果。

例 2：将十进制数 $(125)_{10}$ 分别转换为二进制数、八进制数和十六进制数。





这里，余数 13 用十六进制的 D 来表示。因此，$(125)_{10}=(1111101)_2=(175)_8=(7D)_{16}$。

3. 二进制数与八进制数、十六进制数之间的转换

因为二进制数与八进制数、十六进制数存在特殊关系($8^1=2^3$，$16^1=2^4$，即 1 位八进制数相当于 3 位二进制数，1 位十六进制数相当于 4 位二进制数)，所以二进制数转换成八进制

数、十六进制数，或者进行反向的转换，都非常简单。

1) 二进制数与八进制数的相互转换

把二进制数的整数部分转换成八进制数的方法是：从右向左，将每 3 位数字分成一组(最后一组若不足 3 位，可补 0)，把每组数字转换成对应的八进制数。

例 3：将二进制整数 10101111001 转换成八进制数。

分组： 010 101 111 001 (整数分组，不足 3 位时可补 0)

对应值： 2 5 7 1 (每组二进制数对应一个八进制数)

因此，$(10101111001)_2=(2571)_8$

八进制数转换成二进制数的方法与上述转换过程相反。转换时，将每 1 位八进制数展开为对应的 3 位二进制数字串，然后把这些数字串依次拼接起来即得到转换结果。

例 4：将八进制数 273 转换成二进制数。

2 7 3

010 111 011

因此，$(273)_8=(10111011)_2$。

2) 二进制数与十六进制数的相互转换

二进制数与十六进制数的相互转换方法和上述二进制数与八进制数间的转换方法类似，只是在转换时，用 4 位二进制数与 1 位十六进制数互换，具体过程不再赘述，下面给出两个转换实例。

例 5：$(0100\ 1111\ 1100)_2=(4FC)_{16}$

$(E64)_{16}=(1110\ 0110\ 0100)_2$

【实训 2.1】制作进制转换表

你正在学习进制转换，为了便于对照和记忆，需要制作一张“进制转换速查表”，涵盖 0~15 这 16 个数字的二进制、八进制、十进制和十六进制表示。

1. 任务分析

常用的进位计数制有 4 种：二进制(B)、八进制(O)、十进制(D)、十六进制(H)。关键点是：

(1) 十六进制中 10~15 用 A~F 表示；

(2) 二进制转八进制可以“三合一”，转十六进制可以“四合一”，反过来八进制转二进制则“一拆三”，十六进制转二进制则“一拆四”。

2. 任务实施

步骤 1：画出表格

制作一张 4 列 × 17 行表格，首行列出 4 种进制，首列列出 0~15 这 16 个数字。

步骤 2：填写内容

先用“除 2 取余”法计算并填写各十进制数对应的二进制数，再通过“三合一”和“四合一”法快速推导并填写各二进制数对应的八进制和十六进制。

3. 成果交付

提交一张进制转换速查表(手绘或使用 WPS 表格制作)，要求覆盖数字 0~15，4 种进制齐全，书写清晰。

4. 拓展思考

(1) 二进制 10 → 十进制 2，二进制 100 → 十进制 4，二进制 1000 → 十进制 8……你发现了什么规律？按照这个规律，二进制 10000 等于十进制多少？二进制 100000 呢？

(2) 二进制的 8 个 1 对应的十进制是 255。那么二进制 11111110 等于多少？能不能不从头计算，直接根据 255 推导出来？请说明你的思路。

任务 2.2　二进制数的运算

二进制数的运算分为算术运算和逻辑运算两种类型。

2.2.1　二进制数的算术运算

同十进制数一样，二进制数的算术运算也包括加、减、乘、除四则运算。二进制数与十进制数算术运算的规则相似，只是十进制为逢十进一、借一当十，而二进制为逢二进一、借一当二。二进制数的运算规则如表 2-3 所示。

表 2-3　二进制数的运算规则

加　法	减　法	乘　法	除　法
0+0＝0	0−0＝0	0×0＝0	0÷0(无意义)
0+1＝1	1−0＝1	0×1＝0	0÷1=0
1+0＝1	1−1＝0	1×0＝0	1÷0(无意义)
1+1＝10(逢二进一)	0−1＝1(借一当二)	1×1＝1	1÷1=1

例 6：已知 A=$(1110.10)_2$，B=$(1011.01)_2$，求 A＋B 和 A－B 的值。

$$\begin{array}{r} 1110.10 \\ +\ 1011.01 \\ \hline 11001.11 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1110.10 \\ -\ 1011.01 \\ \hline 0011.01 \end{array}$$

因此，A+B=$(11001.11)_2$，A−B=$(11.01)_2$。

2.2.2　二进制数的逻辑运算

计算机中的逻辑关系是一种二值逻辑，逻辑运算的结果只能是“真”或“假”。二值逻辑很容易用二进制数的 0 和 1 来表示，通常用 1 表示真，用 0 表示假。逻辑值的每一位表示一个逻辑结果，逻辑运算是按对应位进行的，每位之间相互独立，不存在进位和借位关系。

二进制数的基本逻辑运算包括逻辑与、逻辑或、逻辑非三种，由这三种基本逻辑运算还可以组合出更多其他复杂的逻辑运算。

1. 逻辑与(AND)

逻辑与又称逻辑乘，可用“×”或“∧”来表示。逻辑与的运算规则如下。

$0\times0=0$　或　$0\wedge0=0$
$0\times1=0$　或　$0\wedge1=0$
$1\times0=0$　或　$1\wedge0=0$
$1\times1=1$　或　$1\wedge1=1$

可见，两个相与的逻辑变量中，只要有一个变量为 0，运算结果就为 0；仅当两个变量均为 1 时，其运算结果才为 1。

2. 逻辑或(OR)

逻辑或又称逻辑加，可用“＋”或“∨”来表示。逻辑或的运算规则如下。

$0+0=0$　或　$0\vee0=0$
$0+1=1$　或　$0\vee1=1$
$1+0=1$　或　$1\vee0=1$
$1+1=1$　或　$1\vee1=1$

可见，两个相或的逻辑变量中，只要有一个变量为 1，运算结果就为 1；仅当两个变量均为 0 时，其运算结果才为 0。

3. 逻辑非(NOT)

逻辑非又称逻辑否定，实际上就是将原逻辑变量的状态按位取反，该运算通过在逻辑变量上加一横线来表示。逻辑非的运算规则如下。

$\overline{1}=0$，$\overline{0}=1$

可见，逻辑变量为 0 时，逻辑非的运算结果为 1；逻辑变量为 1 时，逻辑非的运算结果为 0。

当逻辑表达式中同时出现非、与、或时，逻辑运算的优先级为：“非”最高，其次是“与”，最后是“或”。即在无括号的情况下，应先计算“非”，再计算“与”，最后计算“或”。

例 7：已知 $A=(100110)_2$，$B=(110011)_2$，分别求 $A\vee B$ 和 $A\wedge B$ 的值。

$$\begin{array}{r} 100110 \\ \vee\ 110011 \\ \hline 110111 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 100110 \\ \wedge\ 110011 \\ \hline 100010 \end{array}$$

因此，$A\vee B=(110111)_2$，$A\wedge B=(100010)_2$。

例 8：已知 $A=(10110)_2$，求 $\overline{A}$ 的值。

对 $(10110)_2$ 按位取反，可得 $\overline{A}=(01001)_2$。

【实训 2.2】模拟红绿灯逻辑控制

微课 2-2　模拟红绿灯逻辑控制

你是一名交通信号灯调试工程师，路口新安装的红绿灯控制芯片出现故障，只能输出二进制 0 和 1 的信号。你需要手动输入正确的逻辑值，才能让红绿灯正常亮起。

1. 任务分析

二进制数的逻辑运算包括三种基本运算：与(AND)、或(OR)、非(NOT)。

1) 控制逻辑说明

红绿灯控制芯片有三个输出端，分别控制红灯、黄灯、绿灯。芯片内部有三个逻辑电路，每个电路根据输入信号 X 和 Y，计算出对应的输出值，控制对应颜色的灯。

红绿灯要按照固定顺序切换：绿→黄→红→绿……这个切换过程也由逻辑运算控制。

以东西方向为例，东西绿灯点亮条件可以写成：

东西绿灯亮 = (当前状态是东西绿灯 AND 绿灯计时未到) OR (当前状态是东西红灯 AND 南北绿灯计时已到)

这个表达式里包含了多种逻辑运算：

◎ AND：多个条件必须同时满足(如“是东西绿灯”且“计时未到”)；

◎ OR：满足任一条件即可(如“红灯计时已到”或“南北绿灯计时已到”)；

◎ NOT：条件取反(如“绿灯计时未到”就是对“绿灯计时已到”取反)。

2) 安全约束真值表

我们可以把东西方向(A)和南北方向(B)的信号状态列成一张真值表，看看哪些组合是允许的，哪些是被禁止的。

A(东西绿灯)	B(南北绿灯)	是否允许？	违反的逻辑
0	0	允许	——
0	1	允许	——
1	0	允许	——
1	1	禁止	违反 A×B = 0

即 A 与 B 不能同时为 1，否则违反安全规则。

2. 任务实施

步骤 1：补全真值表(基础练习)

给定输入信号 X 和 Y(两个控制条件)，输出 Z 为红绿灯某颜色亮起信号(1 表示亮，0 表示灭)。请根据逻辑运算规则，补全下表：

X	Y	(X∧Y)	(X∨Y)	($\bar{X}$)
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

步骤 2：红绿灯安全检测

已知东西方向绿灯控制信号为 A，南北方向绿灯控制信号为 B。安全规则要求“A 和 B 不能同时为 1”。现测得以下两组输入，判断是否安全。

情况 1：A=1，B=0 → 是否安全？为什么？

情况 2：A=1，B=1 → 是否安全？违反了哪个逻辑表达式？

步骤 3：模拟变灯逻辑

东西方向绿灯亮起的条件表达式如下(T1、T2、T3 为计时器状态，1 表示计时到，0 表

示计时未到):

东西绿灯亮 =(当前是东西绿灯 ∧ $\overline{T1}$) ∨ (当前是东西红灯 ∧ T3)

假设当前状态为“东西绿灯亮”，且 T1=1(绿灯计时已到)，T2=0，T3=0。请计算表达式结果，判断东西绿灯是否应继续保持亮起。如果不应继续保持亮起，那么下一个应该亮什么灯？

3. 成果交付

请提交以下成果(手写拍照或电子文档均可):

(1) 完整的真值表(步骤 1 中四个运算的所有结果);

(2) 安全检测结论(步骤 2 中的判断及理由);

(3) 变灯逻辑计算过程。(步骤 3 中的分步计算及最终结论：东西绿灯应亮还是不亮？若不应亮，下一个是什么灯亮？)

4. 拓展思考

(1) 从固定时序到智能控制。传统红绿灯按固定时间切换。现在的智能红绿灯能根据车流量自动调整时间。其感应控制的逻辑可写成:

提前切换 =(东西方向无车 AND 南北方向有车等待) OR (紧急车辆到达)

请分析这个表达式中用到了哪些逻辑运算。如果“东西方向无车”=1，“南北方向有车等待”=0，“紧急车辆到达”=1，那么“提前切换”的结果是多少？

(2) 逻辑运算的优先级。在表达式 A ∨ B ∧ C 中，如果 A=1，B=0，C=1，请按照“非 > 与 > 或”的优先级计算最终结果，并写出分步过程。

任务 2.3 破解文字编码规则

因为计算机只能识别和处理二进制代码，所以在计算机内部，所有数据都必须被转换为二进制代码。编码的过程就是在计算机中将各种数据转换为二进制代码的过程。

2.3.1 西文字符编码

计算机中西文字符主要使用 ASCII 码表示。ASCII 码(American Standard Code for Information Interchange，美国信息交换标准代码)是国际上使用最广泛的一种字符编码。ASCII 码有 7 位 ASCII 码(即基本 ASCII 码)和 8 位 ASCII 码(即扩展 ASCII 码)两种，国际通用的是 7 位 ASCII 码。

基本 ASCII 码的编码规则是：每个字符用 7 位二进制数($b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$)来表示，可表示 2^7=128 个字符，其中包括 95 个普通字符和 33 个控制字符。在计算机中，每个 ASCII 码字符可存放在一字节中，最高位 b_7 为校验位，用“0”填充，后 7 位为编码值，如表 2-4 所示。

表 2-4　基本 ASCII 码表

$b_6b_5b_4$ / $b_3b_2b_1b_0$	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	空格	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	ENQ	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

从表 2-4 中容易得出以下结论。

(1) 对字符的 ASCII 码值来说，空格<数字<大写字母<小写字母。

(2) 在 ASCII 码表中，3 组常用字符(阿拉伯数字、大写英文字母及小写英文字母)的值分别是连续递增的。也就是说，知道了每组字符中的某一个字符的 ASCII 码值，则该组中的其他字符的 ASCII 码值都是可以计算出来的。

此外，ASCII 码表中的可打印字符在个人计算机标准键上都可以找到。当通过键盘输入字符时，每个字符实际是按 ASCII 码转换为相应的二进制数字串，屏幕上显示相应字符，同时将该字符的 ASCII 码送入计算机的存储器中。

前面介绍的是 7 位 ASCII 码，即基本 ASCII 码。为了增加字符的使用数量，把原来的 7 位码扩展成 8 位码，可以表示 2^8=256 个字符，即扩展 ASCII 码。扩展 ASCII 码的最高位不是 0，而是 1。

2.3.2　汉字编码

ASCII 码只对英文字母、数字和标点符号进行了编码。为了使计算机能够处理、显示、打印、交换汉字，同样也需要对汉字进行编码。

由于汉字数量巨大，用一字节远不能表示全部汉字，所以汉字通常用两字节来表示，汉字编码比英文字符编码要复杂得多。

汉字信息的编码体系主要有国标码、机内码、区位码、输入码和字形码。

1. 国标码

1980 年，国家标准总局颁布了用于信息处理的汉字国家标准《信息交换用汉字编码字符集基本集》(GB/T 2312—1980)，简称“国标码”。该标准收录了 6763 个常用汉字及 682 个符号，采用两字节来编码。根据使用频度，将汉字分为两级：一级汉字 3755 个，为常用汉字，按汉语拼音字母的顺序排列；二级汉字 3008 个，为次常用汉字，由于不易记其发音，故按部首和笔画排列。任何汉字编码都必须包括国标码规定的这两级汉字。

世界上使用汉字的国家除了我国外，还有日本与韩国等。1995 年，我国发布了新的国标码 GBK(汉字国标扩展编码)。它是对 GB/T 2312—1980 的扩展，支持全部中、日、韩统一汉字字库，故称 CJK 统一汉字。该编码标准兼容 GB/T 2312—1980，共收录 20902 个简繁体汉字及各种符号。

2. 机内码

机内码是计算机内部进行文字(字符、汉字)信息处理时使用的编码，简称“内码”。文字信息输入计算机后，要转换为机内码才能进行各种处理，如存储、加工、传输、显示和打印等。对于每一个文字，其机内码是唯一的。

计算机既要处理汉字，也要处理英文。为了实现中英文兼容，通常利用字节的最高位来区分某个码值是代表汉字还是 ASCII 码字符。具体做法是：最高位为“1”视为汉字，为“0”则视为 ASCII 码字符。因此，汉字机内码可在国标码的基础上，把两字节的最高位一律由“0”改为“1”而构成。由此可见，对 ASCII 码字符来说，机内码与国标码的码值是相同的，而同一汉字的国标码与机内码的码值并不相同。如果用十六进制来表示，就是在汉字国标码的两字节上分别加一个$(80)_H$(即二进制数 10000000)。因此，汉字的国标码与其机内码之间存在下列关系：机内码＝国标码+$(8080)_H$。

3. 区位码

为了方便查询和使用，7445 个汉字及符号按国标码顺序排列在一张 94 行、94 列的二维表中。每一行叫作一个区，每一列叫作一个位。通过行(区)、列(位)坐标就可以唯一确定每一个汉字和符号的位置。其中，1～9 区是各种符号，10～15 区是空区，16～55 区为一级汉字，56～87 区为二级汉字。这样区号和位号各用两位十进制数表示，就组成了汉字区位码。汉字区号、位号分别加上$(A0)_H$，就是其机内码的高字节和低字节，即汉字的区位码与其机内码之间存在下列关系：机内码＝区位码+$(A0A0)_H$。

4. 输入码

输入码是汉字信息由键盘输入计算机时使用的编码，简称“外码”。汉字输入法非常多，使用最广泛的是五笔字型输入法和拼音输入法。

输入英文时，想输入什么字符便按什么键，输入码与机内码总是一致的。输入汉字则不同，例如，现在要用拼音输入法输入“王”字，在键盘上依次按“W”“A”“N”“G”键，这里的“wang”便是“王”字的输入码。

需要指出的是，无论采用哪一种汉字输入法，当用户向计算机输入汉字时，存入计算机中的总是汉字的机内码，与所采用的输入法无关。

5. 字形码

字形码是指汉字字形存储在字库中的数字化代码，用于计算机显示和输出汉字的“形”，即字形码决定了汉字显示和输出的外形。字形码是汉字的点阵表示，被称为“字模”。同一汉字可以有多种“字模”，也就是字体或字库。

通常汉字显示使用 16×16 点阵，汉字输出可选用 24×24 点阵、32×32 点阵、48×48 点阵等。点数越多，输出的字体越美观，但汉字占用的存储空间也越大。例如，计算存储一个 24×24 点阵的汉字需要多少字节。在 24×24 的网格中描绘一个汉字，整个网格分为 24 行、24 列，每个小格用 1 个二进制位表示，每一行需要 24 个二进制位，占 3 字节，故 24 行共占 24×3=72 字节，如图 2-1 所示。

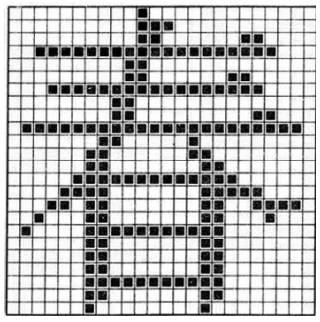


图 2-1　24×24 点阵字形码

随着国际化需求增加，目前主流的操作系统和编程语言普遍采用 Unicode 字符集(如 UTF-8)，它能统一表示全世界所有文字。但理解 GB 系列编码，仍然有助于处理中文环境下的历史文档和数据。

2.3.3　计算机内数据的存储单位

计算机中的数据包括文字、数字、符号、声音、图形、图像及动画等，所有类型的数据在计算机中都是以二进制数的形式来表示和存储的，常用的存储单位有以下几种。

(1) 位(bit)：一个二进制位被称为一比特，只有“0”和“1”两个值，是存储数据的最小单位。

(2) 字节(Byte)：在计算机内部，通常将 8 位二进制数编为一组，称为一字节，它是存储数据的基本单位。一个 ASCII 码用一字节表示，一个汉字通常用两字节表示。

(3) 字(Word)：字是计算机能够同时处理的二进制字符串。一字是由若干字节(通常是单字节的 2^n 倍)组成的，是计算机进行数据处理的单位。

(4) 字长：一字中的二进制数的位数称为字长。在计算机诞生初期，受各种因素限制，计算机的字长只有 8 位。随着电子技术的发展，计算机的并行处理能力越来越强，相继出现了 16 位、32 位、64 位字长的计算机。字长是评价计算机计算精度和运算速度的主要技术指标。字长越长，计算机处理数据的速度就越快。

有关存储的常用单位及其换算关系如下。

字节	1B=8bit
千字节	$1KB=2^{10}B=1024B$
兆字节	$1MB=2^{10}KB=1024KB$
吉字节	$1GB=2^{10}MB=1024MB$
太字节	$1TB=2^{10}GB=1024GB$
拍字节	$1PB=2^{10}TB=1024TB$
艾字节	$1EB=2^{10}PB=1024PB$

【实训 2.3】解救乱码文件

微课 2-3 解救乱码文件

你在一家文化传媒公司实习，同事发来一份重要的客户名单(clients.txt)，打开后发现全是乱码，如“¿ÀÏÈË”。同事说这是一份从旧系统导出的文件，原本是中文。你需要用编码知识恢复这份文件的内容。

1. 任务分析

乱码的本质是“用一种编码写入，用另一种编码读取”，导致字符错误映射。要恢复文件，你需要:

(1) 了解常见的文字编码规则(如 ASCII、GB2312、GBK、BIG5、UTF-8);

(2) 学会使用文本编辑器查看和转换编码;

(3) 通过乱码形态推测原始编码(例如：连续问号可能是 UTF-8 编码被当作 GBK 编码读取)。

2. 任务实施

步骤 1：工具准备

下载并安装免费文本编辑器 Notepad++(https://notepad-plus-plus.org/)。

步骤 2：查看与识别

用 Notepad++打开乱码文件 clients.txt，观察右下角状态栏显示的当前编码(如 ANSI)。

说明：在简体中文 Windows 系统中，“ANSI”实际指代 GBK 编码。

步骤 3：解码尝试

单击菜单栏中的“编码”菜单项，依次选择不同的编码(如 GB2312、UTF-8、BIG5、UTF-16 LE 等)，每选择一次，观察文件内容的变化，记录哪种编码能使文字正常显示。

步骤 4：定位正确编码

找到能正常显示中文的那个编码(例如，GB2312 或 UTF-8)。

步骤 5：保存为通用格式

此时文件内容已正确显示，选择“编码”→“转为 UTF-8 编码”选项，再保存文件。

提示：为什么要转为 UTF-8？因为 UTF-8 是国际通用编码，跨平台兼容性好，可避免在其他系统中再次出现乱码。

3. 成果交付

(1) 原始乱码截图(刚打开文件时的显示状态)。

(2) 恢复后的正确文本截图(切换正确编码后的显示状态)。

(3) 操作记录：原文件使用 GB2312 编码写入，本次使用 GB2312 编码成功读取文件内容，并另存为 UTF-8 编码。

4. 拓展思考

(1) 为什么英文单词和数字几乎很少出现乱码，而中文、日文等就会出现乱码？

(2) 如果你把所有常见编码(如 GBK、UTF-8、BIG5)都试遍了，文件还是乱码，你觉得可能是什么原因？可以上网搜索“UTF-8 BOM”来寻找答案。

任务 2.4　多媒体信息数字化

媒体是承载和传递信息的载体，如文本、声音、图形、图像等，它们都以各自的形式进行信息传播。多媒体就是由多种媒体复合而成的信息的载体，可以同时进行图、文、声、像等各种信息的传播。

在传统媒体中，文字、声音、图形、图像、动画和视频等媒体几乎都是以模拟信号的方式进行存储和传播的。在多媒体系统中，这些信息必须以数字的形式进行存储、处理和传播，所以计算机在处理这些信号前，需要将其转换为数字信号。

2.4.1　文本的数字化

微课 2-4　多媒体信息的数字化

最初，计算机采用一字节来表示大小写英文字母、数字和一些符号，即采用 ASCII 码来表示。但一字节最多表示 256 个符号，如果要表示中文，则需要两字节，所以我国制定了 GB/T 2312—1980 等编码方法，用来给汉字编码。

类似地，其他语言也都存在这个问题。为了统一所有文字的编码方式，Unicode 应运而生。Unicode 把所有语言统一到一套编码里。Unicode 用两字节表示一个字符，原有的英文编码从单字节变成双字节，只需要把高字节全部填为 0 即可。

2.4.2　声音的数字化

音频是连续变化的模拟信号，而计算机只能处理数字信号，要使计算机能处理音频信号，必须把模拟音频信号转换成用 0 和 1 表示的数字信号，这就是音频的数字化。将模拟信号通过音频设备(如声卡)数字化，需经过采样、量化和编码等过程，然后通过输出设备输出。声音信号采样过程如图 2-2 所示。

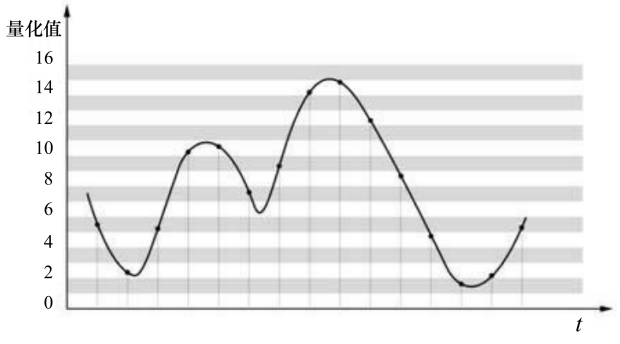


图 2-2　声音信号采样过程

采样是指每隔一段时间对连续的模拟信号进行测量，采样频率越高，则声音的还原性越好；量化是指将采样后得到的脉冲信号按量级比较，并做“取整”处理，将脉冲信号变成相应的数字信号；编码是用相应的二进制代码表示量化后采样样本的量级。如果有 N 个

量化级，就有 $\log_2 N$ 位二进制码。在语音数字化脉冲调制系统中，通常分为 128 个量级，即用 7 位二进制代码来表示。为简化说明，这里采用 16 个量级，所以用 4 位二进制代码来表示，对 15 处(见图 2-2)进行采样，量化和编码结果如图 2-3 所示。

量化值	5	2	5	10	10	7	9	14	…
编码	0101	0010	0101	1010	1010	0111	1001	1110	…

图 2-3　量化和编码结果

2.4.3　图形和图像的数字化

图形即矢量图，是由计算机绘图软件绘制的图形；图像即位图，是由数码相机或扫描仪等输入设备捕捉的实际场景的画面。

矢量图是根据几何特性绘制的图形，是用一组指令集合来描述图形的内容，这些指令用来描述构成该图形的所有点、线、面、体等图元的位置、维数和形状。计算机存储的是生成图形的指令，因此不必对图形中的每一点进行数字化处理。

矢量图所占的存储空间较小，可以轻松地进行放大、缩小和旋转等操作，并且不会失真，但是矢量图不易表现色彩丰富的图像。图 2-4 所示为利用 AutoCAD 绘制的矢量图。

计算机内部存储图像时采用的是矩阵形式。对于黑白图像，一像素只需要用一个二进制位来记录，用 0 表示黑色，1 表示白色，如图 2-5 所示。

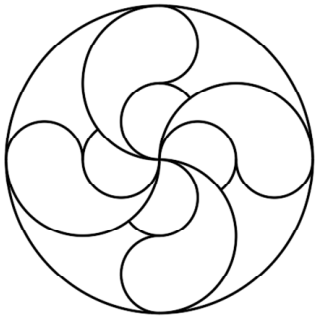


图 2-4　矢量图

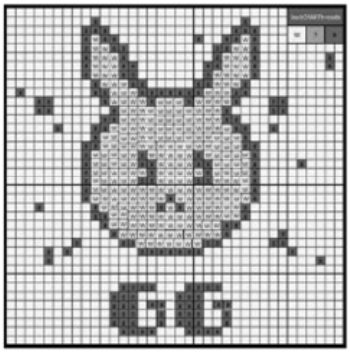


图 2-5　黑白图像编码示意图

对于灰度图像，则用一字节(即 8 位)数据表示像素的颜色，从 00000000(纯黑)到 11111111(纯白)表示 256 级灰度。

对于彩色图像，每像素的颜色用红(R)、绿(G)、蓝(B)三原色的强度表示，若每个颜色的强度用一字节来表示，则每种颜色包括 256 个强度级别。因此，描述每像素需要 3 字节，该像素的颜色是三种颜色的复合结果。采样时的分辨率越高，数字化后的色彩越丰富，图像效果越好。

2.4.4　动画和视频的数字化

当静态图像以足够高的速度(通常不低于每秒 10~12 帧)连续播放时，人眼基于视觉暂留

特性便会感知到连续的运动画面。在广播、电视等行业标准中，为兼顾流畅度和技术可行性，通常采用 25 帧/秒(PAL 制式)或 24 帧/秒(电影)作为最低播放帧率，但对于快速运动的场景(如体育比赛、动作电影或电子游戏)，这时就需要更高的帧率(如 50fps、60fps 甚至更高)来保证每个动作细节清晰可见。

视频数字化是将模拟视频信号经模数转换和色彩空间变换，成为计算机可处理的数字信号。数字信号的获取方法除了可以用视频采集卡把输入的模拟视频转换为数字视频外，也可以利用数码摄像机的摄像头直接获取视频数字信号，并保存在数码摄像机的存储卡中，然后通过接口传输到计算机中。

微课 2-5 生成并解析二维码

【实训 2.4】生成并解析二维码

你所在的大学正在举办“数字素养宣传周”活动。作为班级的 IT 助手，你需要为每名同学制作一个“个人信息展示卡”二维码，方便大家在活动中扫码，相互认识。同时，学校信息中心要求所有参与者必须对个人敏感信息进行脱敏处理，以防止信息泄露。你需要掌握二维码的生成与解码方法，并理解信息安全的基本原则。

1. 任务分析

(1) 对个人信息进行脱敏处理(如姓名仅留姓，电话隐藏中间四位)，使用在线工具生成二维码并解码验证。

(2) 标准二维码本身不加密，任何扫码器均可读取；数据安全需依赖脱敏或外部加密手段(如“先加密后编码”)。

2. 任务实施

步骤 1：设计个人信息(脱敏处理)

根据安全要求，个人信息必须作脱敏处理。请按以下格式准备你的个人信息。

字　段	内容示例(脱敏后)
姓名	张**
班级	计应 2601 班
电话	138****1234
电子邮箱	zhang**@stu.xxu.edu.cn
个人特长	编程、摄影

脱敏的目的是让他人无法直接识别完整信息，但又能保留基本的社交可用性。例如，电话保留前 3 位和后 4 位，姓名只留姓氏。

步骤 2：使用在线工具生成二维码

(1) 打开草料二维码网站(https://cli.im)。

(2) 选择“文本”模式，将步骤 1 中整理好的脱敏信息以多行文本形式粘贴进去。

(3) 单击“生成二维码”按钮。

(4) 基础二维码生成后，单击二维码下方的下拉按钮，可以调整以下参数。

◎　码制：本案例选择 QR(Quick Response，快速响应) Code。汉信码是由中国自主研

发的二维码码制，对汉字信息的编码效率更高，可自行比较。

◎ 容错率：例如选择 15%，表示二维码即使有 15%的区域被遮挡或污损，仍可被扫描识别。容错率越高，二维码图案越复杂。

◎ 尺寸：输出图片的宽高(像素)，按需选择。

◎ 码版本：从 1 到 40 的数字，数字越大，二维码存储的信息越多，图案也越大。平台通常会自动选择最小可用版本以保证识别速度。

◎ 码边距：二维码四周的空白区域，帮助扫描设备定位边界，建议保持默认状态。

(5) 单击二维码图片下方的“二维码美化”按钮，在“二维码样式编辑器”里还可以进行更多的参数设置，调整颜色、添加 Logo 等。

(6) 设置完成后，单击“下载图片”按钮，将二维码保存为 PNG 格式图片，文件命名为“my_info_qrcode.png”。

步骤 3：解码二维码验证

(1) 打开草料二维码解码页面(https://cli.im/deqr)。

(2) 上传生成的“my_info_qrcode.png”文件。

(3) 单击“解码”按钮，查看解码结果是否与你输入的信息一致。

3. 成果交付

(1) 脱敏后的个人信息文本(TXT 或 Word 文档)。

(2) 生成的二维码图片(my_info_qrcode.png)。

(3) 解码验证截图(显示解码结果与原文一致)。

(4) 简要操作说明：记录你选择的容错率、尺寸等参数，并说明如此选择的理由。

4. 拓展思考

(1) 为什么二维码被遮挡一部分还能被识别？

(2) 如果不慎丢失或泄露了你的二维码，他人扫描后会看到哪些信息？结合脱敏处理，评价自己当前的信息暴露风险。

(3) 如果希望二维码中包含完整个人信息，但又不想被任何扫描者随意看到，可以采取哪些技术措施？请查阅资料，解释“活码+密码访问”或“先加密后编码”的实现思路，并说明它们的本质原理。

(4) 若草料二维码网站无法访问，你还能通过哪些方式生成二维码？(提示：手机 App、办公软件插件、编程库等)选择一种你未使用过的方法进行尝试。

【项目自测】

一、选择题

(1) 已知三个字符 a、X 和 5，按它们的 ASCII 码值升序排序，结果是(　　)。

A. 5、a、X　　B. a、5、X　　C. X、a、5　　D. 5、X、a

(2) 在计算机内部进行汉字的存储、处理和传输时，都使用汉字的(　　)。

A. 国标码　　B. 机内码　　C. 区位码　　D. 字形码

(3) 下面几个不同进制的整数中，最大的一个是(　　)。

A. $(1001001)_2$　　B. $(77)_8$　　C. $(70)_{10}$　　D. $(5A)_{16}$

(4) 已知英文字母 m 的 ASCII 码值为 6DH，那么 ASCII 码值为 70H 的英文字母是(　　)。

A. P　　B. Q　　C. p　　D. q

(5) 存储一个 48×48 点阵的汉字字形码需要的字节数是(　　)。

A. 144　　B. 256　　C. 288　　D. 512

二、实训题

解码与计算——一份神秘文件的信息分析。

1. 任务情境

你收到一份神秘文件，其中包含三部分信息。

片段 A：一段二进制序列“01001000 01100101 01101100 01101100 01101111”。

片段 B：一段乱码文本“ÎÒ°®AI”(原本应该是中文)。

片段 C：一张未压缩的 BMP 图像，分辨率为 1024 像素×768 像素，颜色深度为 24 位。

请根据计算机信息表示的知识，完成以下分析。

2. 任务要求

请回答以下问题，直接写出答案，每题不超过 50 字(第 3 题可列出算式)。

1) 进制转换与字符解码

将片段 A 的二进制序列转换为十六进制，再按 ASCII 码转换成对应的英文字符，写出转换过程和结果。

2) 文字编码与乱码原因

片段 B 中的乱码“ÎÒ°®AI”很可能是由于编码方式不匹配造成的。

(1) 列举两种常见的中文字符编码(例如 GBK 和 UTF-8)。

(2) 简述为什么同一段二进制数据用不同编码方式打开会产生乱码。

3) 图像数字化存储计算

对于片段 C 的 BMP 图像：

(1) 计算该图像所占的存储空间(单位为 MB，保留两位小数)；

(2) 如果将该图像转换为 256 色(即 8 位深度)，新的存储空间是多少 MB？节省了多少 MB？