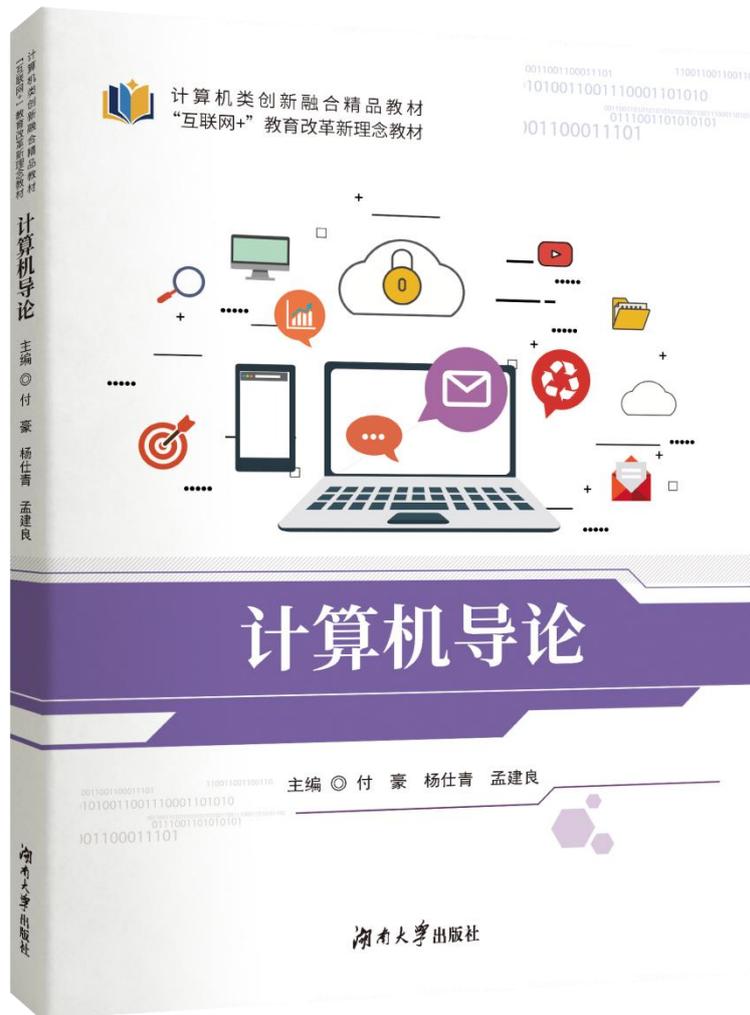


计算机导论



类目：计算机类
书名：计算机导论
主编：付豪 杨仕青 孟建良
出版社：湖南大学出版社
开本：大 16 开
书号：978-7-5667-4378-7
使用层次：通用
出版时间：2025 年 12 月
定价：49.80 元
印刷方式：双色
是否有资源：有

110011001100110
1010011001110001101010
0111001101010101
101100011101

计算机类创新融合精品教材
“互联网+”教育改革新理念教材

计算机类创新融合精品教材
“互联网+”教育改革新理念教材

计算机导论
主编◎付豪 杨仕青 孟建良



计算机导论



JISUANJI DAOLUN

计算机导论

责任编辑：贾志萍 杨琛晖
封面设计：旗语书装



湖南大学出版社

110011001100110
1010011001110001101010
0111001101010101
101100011101
主编◎付豪 杨仕青 孟建良

湖南大学出版社

0011001100011101
1010011001110001101010
001100110101010101010100110011100011010101100
0111001101010101
101100011101



计算机类创新融合精品教材
“互联网+”教育改革创新理念教材



计算机导论

主 编 © 付 豪 杨仕青 孟建良
副主编 © 孙黎明 薄红英 武靖勇
姚 海 武 磊 刘议文
刘 璐 邵文峰 包艳丽
杨玉娜 孙 梦 韦运玲
吕淑艳

湖南大学出版社

·长沙·

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机导论 / 付豪, 杨仕青, 孟建良主编. -- 长沙:
湖南大学出版社, 2025.12. -- ISBN 978-7-5667-4378-7

I.TP3

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 20251RC967 号

计算机导论

JISUANJI DAOLUN

主 编: 付 豪 杨仕青 孟建良

责任编辑: 贾志萍 杨琛晖

印 装: 唐山唐文印刷有限公司

开 本: 889 mm × 1194 mm 1/16 印 张: 13.75 字 数: 350 千字

版 次: 2025 年 12 月第 1 版 印 次: 2025 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5667-4378-7

定 价: 49.80 元

出 版 人: 李文邦

出版发行: 湖南大学出版社

社 址: 湖南·长沙·岳麓山 邮 编: 410082

电 话: 0731-88822559 (营销部), 88821174 (编辑室), 88821006 (出版部)

传 真: 0731-88822264 (总编室)

网 址: <http://press.hnu.edu.cn>

电子邮箱: xiaoshulianwenhua@163.com

版权所有, 盗版必究
图书凡有印装差错, 请与营销部联系

前 言

党的二十大报告指出，要加快建设科技强国，实现高水平科技自立自强。报告提到要加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合。

计算机导论是计算机科学与技术、网络工程、物联网工程、软件工程、信息管理与信息系统等专业的一门通识必修课，旨在引导计算机相关专业的新生对本学科基础知识及专业研究方向有一个整体、准确的了解，为以后系统地学习计算机专业课程打下坚实基础。

全书共分九章，内容包括认识计算机及计算机专业、计算机的数据表示与处理、计算机的硬件、计算机的操作系统、计算机的程序设计、计算机软件开发、计算机网络、计算机系统安全、计算机新技术应用。

本书的写作特色如下：

1. 内容全面翔实

本书内容全面，涵盖了计算机导论课程的主要知识点，包括互联网、计算机系统安全、新技术应用等多个方面，使读者能够全面了解计算机的相关知识。

2. 理论与实践相结合

本书不仅详细介绍了理论知识，还注重实践应用。例如，在介绍互联网部分，除了讲解 IP 地址和域名、接入方式等理论知识外，还通过课后实训和课后习题的方式，让读者将所学知识应用于实践中，加深理解和记忆。

3. 注重综合素质培养

本书在介绍计算机相关知识的同时，还注重知识与素养的融合。例如，在介绍计算机系统安全部分时，不仅讲解病毒防范、黑客防范等技术手段，还强调安全意识的重要性，引导读者树立正确的网络安全观念。

本书既可作为计算机专业基础教材，也可作为非计算机专业及各类社会培训机构的参考用书。

在本书的编写过程中，编者参考、引用了相关书籍和资料，在此向原作者表示衷心的感谢。由于编者的时间及知识水平有限，书中不当之处在所难免，恳请广大读者在使用过程中批评指正，并提出宝贵的意见和建议。

编者

2025 年 8 月



目 录

CONTENTS

第一章 认识计算机及计算机专业 1



- 第一节 计算机的发展2
- 第二节 计算机的分类与特点6
- 第三节 计算思维 10
- 第四节 计算机相关专业及就业前景 15

第二章 计算机的数据表示与处理 22



- 第一节 数据的机器表示 23
- 第二节 数据的组织与管理 36
- 第三节 数据的分析与处理 45

第三章 计算机的硬件 62



- 第一节 计算机硬件的组成 63
- 第二节 指令系统与计算机语言 86

第四章 计算机的操作系统 95



- 第一节 操作系统的发展 96
- 第二节 操作系统的特征与功能100
- 第三节 操作系统的启动过程110

第五章 计算机的程序设计 115



- 第一节 程序设计概述116
- 第二节 算法设计概述121



第六章 计算机软件开发 132



第一节	计算机软件的分类	133
第二节	计算机软件的开发方法	136

第七章 计算机网络 149



第一节	计算机网络概述	151
第二节	局域网	158
第三节	因特网	160
第四节	互联网	166

第八章 计算机系统安全 173



第一节	计算机系统安全概述	175
第二节	病毒防范技术	178
第三节	黑客防范技术	181
第四节	防火墙技术	184
第五节	入侵检测技术	185
第六节	数据加密技术	187
第七节	安全认证技术	190

第九章 计算机新技术应用 196



第一节	物联网及其应用	197
第二节	云计算及其应用	200
第三节	人工智能及其应用	203
第四节	区块链及其应用	207

参考文献 213

第一章

认识计算机 及计算机专业



章节概述

计算机的发展经历了从电子管计算机到大规模集成电路计算机的阶段，其发展趋势包括巨型化、微型化、网络化、人工智能化和多媒体化等。计算机按功能和用途可分为不同类型，各有特点。计算思维是指人类利用计算工具解决问题的能力，是计算机科学的核心素养。了解计算机相关专业及就业前景有助于学生根据个人兴趣和职业规划做出科学的选择。这些内容的学习对培养学生的科技素养、创新思维和职业能力具有重要意义。

学习目标

◆ 知识目标

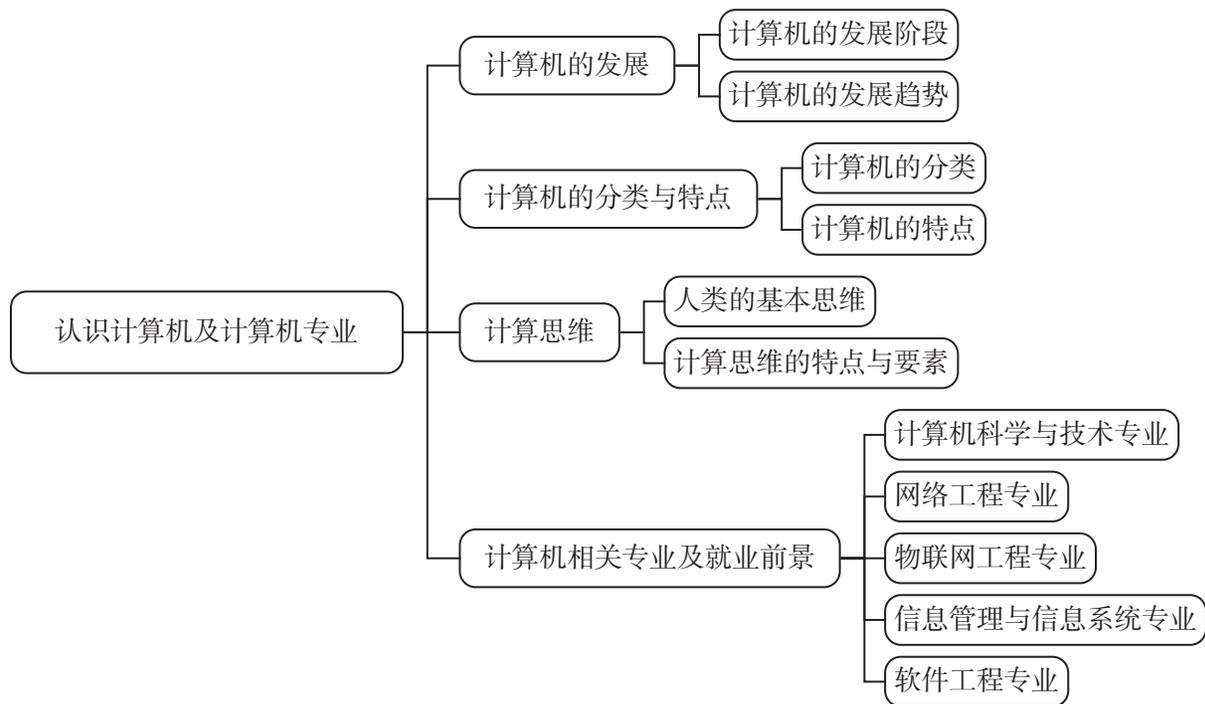
1. 了解计算机的发展阶段。
2. 了解计算机的分类与特点。
3. 了解计算思维的特点与要素。

◆ 技能目标

1. 能够运用计算思维解决问题。
2. 能够分析并比较不同计算机专业的学习内容和就业前景。

◆ 素质目标

1. 培养对计算机技术的兴趣和好奇心。
2. 增强自主学习和终身学习的意识。
3. 增强团队协作和沟通能力。



学习任务

小孙是一名即将进入大学的新生，他对计算机专业非常感兴趣，但对此专业的了解仅限于日常使用电脑的基本操作。他希望能入学前对计算机专业有一个全面的认识，以便更好地规划自己的学习路径。

问题：

小孙应如何选择最适合自己的计算机专业方向？



第一节 计算机的发展

计算机，俗称电脑，是一种高速电子计算设备，具备数值和逻辑运算能力以及存储记忆功能，如图 1-1 所示。它能够自动高效地处理大量数据，是现代化的智能电子设备。计算机由硬件和软件两大部分构成，未安装软件的计算机被称为“裸机”。

一、计算机的发展阶段

古代中国人发明了算盘，它迅速在商业交易中得到广泛应用，并被视为早期的计算工具，至今仍在使用。算盘在某些计算方面甚至超越现代计算机，彰显了中国智慧。



认识计算机

直到 17 世纪，计算技术迎来了第二次重大发展。1642 年，法国人布莱士·帕斯卡（Blaise Pascal）发明了齿轮式加法器，而德国数学家戈特弗里德·威廉·莱布尼茨（Gottfried Wilhelm Leibniz）随后对其进行了改进，使其能够执行乘法运算。

自人类第一台通用电子计算机 ENIAC 问世以来的几十年间，计算机技术飞速发展，经历了从电子管到晶体管，再到中、小规模集成电路，以及大规模和超大规模集成电路的演变，每一次技术革新都显著缩小了计算机体积，降低了能耗，并增强了功能，拓宽了应用范围。特别是微型计算机（微机）的出现，因其体积小、成本低、功能强，迅速普及至办公和家庭环境，推动了办公自动化和多媒体应用的发展。如今，计算机技术已渗透到社会的各个领域。

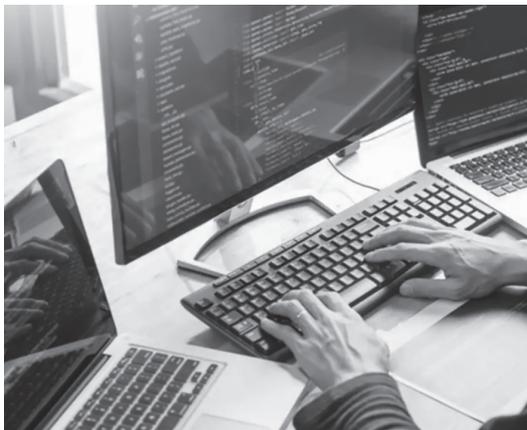


图 1-1 计算机

根据电子器件的变化，可以将计算机的发展过程分成以下几个阶段。

（一）电子管计算机

第一代计算机（1946—1958 年）以电子管为基本元件，使用光屏管或汞延时电路作为存储器，输入输出主要依赖穿孔卡片或纸带。硬件包括真空电子管逻辑元件、汞延迟线、阴极射线示波管静电存储器、磁鼓和磁芯主存储器，以及磁带外存储器。软件方面，主要使用机器语言和汇编语言。应用集中在军事和科学计算。第一代计算机体积庞大、功耗高、可靠性低、运算速度慢（每秒数千至数万次），价格昂贵，但为后续发展奠定了基础。

（二）晶体管计算机

第二代计算机（1959—1964 年）以晶体管替代电子管，采用磁芯或磁鼓作为存储器。硬件上，晶体管逻辑元件体积小、效率高、寿命长，使得高速计算机的制造更为容易。软件方面，引入操作系统、高级语言及其编译程序，开始使用面向过程的程序设计语言如 FORTRAN。应用领域扩展至科学计算、事务处理和工业控制。第二代计算机体积缩小、能耗降低、可靠性提高、运算速度提升（每秒数十万至数百万次），性能显著优于第一代。

（三）中小规模集成电路计算机

第三代计算机（1965—1970 年）采用中小规模集成电路，主存储器转向半导体存储器，进一步减小体积、降低功耗、提高可靠性。软件方面，出现分时操作系统、结构化程序设计方法、标准化程序设计语言和 BASIC 语言。应用领域拓展至文字处理和图形图像处理。第三代计算机运算速度更快（每秒数百万至数千万次），价格下降，产品趋向通用化、系列化和标准化。

（四）大规模集成电路计算机

第四代计算机（1971 年至今）以大规模集成电路为逻辑元件，集成度更高，出现精简指令集计算机，软件系统工程化、理论化，程序设计自动化。微型计算机应用范围广泛，几乎涵盖所有领域。



硬件方面,集成度更高的大容量半导体存储器成为内存储器,发展了并行技术和多机系统。软件方面,引入数据库管理系统、网络管理系统和面向对象的程序设计语言。1971年微处理器的诞生标志着第四代计算机的开始,应用领域从科学计算、事务管理、过程控制扩展至家庭。随着集成技术的进步,半导体芯片集成度提高,微处理器和大规模集成电路使得微型计算机体积小、价格低廉、使用方便,功能和运算速度可媲美甚至超越过去的大型计算机。我国在1983年和1992年分别研制成功银河-I和银河-II通用并行巨型计算机。

随着物理元器件的演进,计算机及其外部设备不断变革。例如,外存储器从最初的阴极射线示波管静电存储器发展到磁芯、磁鼓,再发展为通用磁盘,后又出现只读光盘,体积更小、容量更大、传输速度更快。

[知识链接]

世界上第一台电子计算机之争

1946年,美国宾夕法尼亚大学的约翰·莫奇利(John W. Mauchly)和约翰·埃克特(John P. Eckert)等人成功研制了电子数字计算机“埃尼阿克”(ENIAC),并为此申请了发明专利。1947年,莫奇利和埃克特从宾夕法尼亚大学辞职后成立了世界上第一家计算机商业公司——埃克特-莫奇利计算机公司。1950年,埃克特-莫奇利计算机公司被雷明顿-兰德公司兼并。1955年,雷明顿-兰德公司与斯佩里公司合并,成立斯佩里-兰德公司。这样,斯佩里-兰德公司就拥有了电子计算机“埃尼阿克”的专利权。斯佩里-兰德公司要向其他计算机制造公司收取专利使用费,但一家名为霍尼韦尔(Honeywell)的计算机制造商拒绝支付专利使用费。

1967年斯佩里-兰德公司与霍尼韦尔公司对簿公堂,斯佩里-兰德公司认为霍尼韦尔公司侵犯了自己所拥有的“埃尼阿克”专利权。霍尼韦尔公司认为斯佩里-兰德公司的“埃尼阿克”专利权是无效的,因为“埃尼阿克”的设计思路源于阿塔纳索夫设计的ABC。

经过135次马拉松式的开庭审理,1973年10月19日,美国明尼苏达州一家地方法院判决莫奇利和埃克特的“埃尼阿克”专利无效。判决理由:“埃尼阿克”的研制利用了阿塔纳索夫发明ABC的构思。

在这场诉讼之前,人们一直认为“埃尼阿克”是世界上第一台电子计算机,法院的判决告诉人们,世界上第一台电子计算机是阿塔纳索夫发明的ABC。

对于撤销“埃尼阿克”专利的判决,学术界和舆论界分歧很大,支持和反对的人都不少。更大的共识是,ABC是第一台电子计算机,“埃尼阿克”是第一台通用电子计算机,也是第一台用于解决实际问题的电子计算机。在计算机领域,除了美国计算机学会设立的图灵奖外,还有一个重要奖项,就是美国电气与电子工程师学会计算机协会设立的计算机先驱奖,阿塔纳索夫、莫奇利和埃克特都被授予了计算机先驱奖,肯定了三位科学家各自对最早探索研制电子计算机的贡献。

二、计算机的发展趋势

随着计算机和网络技术的迅猛发展，计算机已经从功能单一、体积庞大的设备演变为功能复杂、体积小巧且资源网络化的设备。未来计算机的发展将不仅限于性能的显著提升，还将注重人性化和环保。计算机技术从最初的机器语言发展到现代的操作系统如 Linux、macOS、BSD 和 Windows，运算速度也实现了飞跃，第四代计算机的运算速度已达到每秒数十亿次。计算机的应用已从军事科研扩展到普及使用，其强大的应用功能催生了巨大的市场需求。

当前计算机科学的发展可以概括为三个维度：高性能、广泛普及和智能化。高性能体现在计算机主频的不断提升；广泛普及体现在计算机无处不在的趋势，以及网络化和跨领域的渗透；智能化指向信息处理的深度发展。

计算机的发展趋势可以概括为以下几个方面。

（一）巨型化

巨型化是指为了适应尖端科学技术的需要，发展高速度、大存储容量和功能强大的超级计算机。其运算能力一般在每秒百亿次以上，内存容量在几百太字节以上。巨型计算机主要用于天文、气象、地质、核反应、航天飞机、卫星轨道计算等尖端科学技术领域和军事国防系统的研究开发。随着人们对计算机的依赖性越来越强，特别是在军事和科研教育方面，对计算机的存储空间和运行速度等要求会越来越高。此外，计算机的功能更加多元化。研制超级计算机的技术水平是衡量一个国家科学技术和工业发展水平的重要标志。

（二）微型化

随着微处理器的出现，计算机的体积缩小了，成本降低了。另外，软件行业的飞速发展提高了计算机内部操作系统的便捷度，计算机外部设备也趋于完善。计算机理论和技术的不断完善促使微型计算机很快渗透到社会的各个行业和部门中，并成为人们生活和学习的必需品。计算机的体积不断缩小，台式电脑、笔记本电脑、掌上电脑及平板电脑逐步微型化，未来计算机仍会不断趋于微型化，体积将越来越小。

（三）网络化

互联网将世界各地的计算机连接在一起，从此进入了互联网时代。计算机网络化彻底改变了人类世界，人们通过互联网进行沟通，交流（微信、微博等），教育资源共享（文献查阅、远程教育等）以及信息查阅共享（百度、谷歌）等，特别是无线网络的出现，极大地提高了人们使用网络的便捷性，未来计算机将会进一步向网络化方向发展。

（四）人工智能化

计算机人工智能化是未来发展的必然趋势。现代计算机具有强大的功能和快速的运行速度，但与人脑相比，其智能化和逻辑能力仍有待提高。人类在不断探索如何让计算机能够更好地反映人类思维，使计算机能够具有人类的逻辑思维判断能力，可以通过思考与人类沟通交流。

（五）多媒体化

传统的计算机处理的信息主要是字符和数字。事实上，人们更习惯的是文字、声音和图像等多



种形式的多媒体信息。多媒体技术可以集图形、图像、音频、视频和文字为一体，使信息处理的对象和内容更加接近真实世界。

（六）技术结合

计算机微处理器以晶体管为基本元件，随着处理器的不断完善和更新换代的速度加快，计算机结构和元件也会发生很大的变化。光电技术、量子技术和生物技术的发展对新型计算机的发展具有极大的推动作用。

20 世纪 80 年代以来，算术逻辑单元和控制单元逐渐被整合到一块集成电路上，称为微处理器。这类计算机的工作模式十分直观：在一个时钟周期内，计算机先从存储器中获取指令和数据，然后执行指令、存储数据，再获取下一条指令。这个过程被反复执行，直至得到一个终止指令。由控制器解释、运算器执行的指令集是一个精心定义的、数目十分有限的简单指令集合。



第二节 计算机的分类与特点

了解计算机的分类与特点对于深入理解计算机技术、选择合适的计算机设备以及推动计算机技术的发展和创新的都具有重要的意义。

一、计算机的分类

计算机可以根据其处理信号的性质、应用领域、规模和性能等因素进行分类。根据处理信号的类型，计算机主要分为数字计算机和模拟计算机两大类。数字计算机处理离散的物理信号，这些信号通常以电压的高低变化来表示，并且能够转换成由 0 和 1 组成的二进制数字序列。由于其处理的是数字信号，数字计算机在计算精度和抗干扰能力方面表现出色。

目前，几乎所有的计算机都是数字型的。相比之下，模拟计算机处理的是连续变化的模拟信号，例如电压、电流或温度等物理量的连续变化曲线。这类计算机的精度较低，抗干扰能力弱，应用范围有限。尽管在 19 世纪末至 20 世纪 30 年代期间，模拟计算机的研发曾有过一段活跃期，但最终它们被数字计算机所取代。

根据计算机的应用领域，可以进一步将其划分为通用计算机和专用计算机。通用计算机拥有标准化的硬件系统，并且具备良好的扩展性，能够运行多种软件以解决不同领域的问题，目前市面上的大多数计算机都属于这一类。专用计算机则根据特定应用需求定制软硬件，专门用于解决特定领域的问题，例如工业控制、自动售票系统或航天测控等。

按照计算机的规模，目前市场上常见的计算机可以分为超级计算机、大型计算机、微型计算机、工作站、服务器等类型。

（一）超级计算机

超级计算机也称巨型计算机,是一类速度超快、功能超强、体积超大、价格超高的超高性能计算机。超级计算特别强调运算能力的提高,主要为国家安全、空间技术、生物医药、海洋科学、油气勘探、气候气象、金融分析、工业设计、人工智能等高强度计算领域提供支持。

由美国 Cray 公司和 AMD 公司合作研制、安装在橡树岭国家实验室的名为“前沿”的超级计算机,如图 1-2 所示,2023 年 5 月公布的实测浮点运算速度为 119.4 亿亿次/秒。

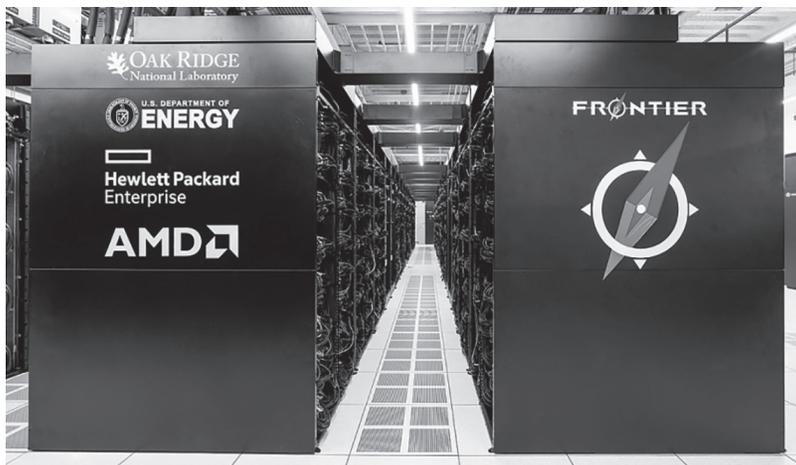


图 1-2 超级计算机“前沿”

以 119.4 亿亿次每秒的运算速度为例,若一个人每秒执行一次计算,那么一台“前沿”超级计算机在一秒内完成的计算量,需要大约 80 亿人连续工作约 4.5 年才能完成。根据联合国 2022 年 11 月的统计数据,全球人口已达到 80 亿。这台“前沿”超级计算机配备了 9408 个由 AMD 制造的 CPU 和 37632 个 GPU,拥有 700 PB 的存储容量,耗资 6 亿美元。自 2022 年 6 月至 2023 年 6 月,它连续三次荣登国际 TOP500 超级计算机排行榜榜首。

超级计算机的研制水平、生产能力和相应的软件开发能力以及应用水平,已成为衡量一个国家经济实力与科技水平的重要标志。国际上,研制超级计算机的公司主要有 HP(惠普)、Cray(克雷)、Dell(戴尔)、SGI(硅图)等,国内研制超级计算机的学校和单位主要有国防科技大学、国家并行计算机工程技术研究中心、曙光信息产业有限公司等。

超级计算机每个机型一般只生产几台,安装在专门的超级计算中心(超算中心),为相关单位的重大项目提供服务。目前我国在天津、广州、深圳、长沙、济南、无锡、郑州、昆山、成都等地设有国家级超算中心。

（二）大型计算机

大型计算机是一类高性能、大容量的通用计算机,具有很强的综合处理能力,有着标准化的体系结构和批量生产能力,在银行、税务、大型企业、大型工程设计和天气预报等领域得到广泛应用。IBM system / 360、IBM 4300、IBM 3090、IBM system / 390、IBM eServer z900、IBM



图 1-3 IBM z16



eServer z890、IBM z15、IBM z16 等是大型计算机的代表机型。IBM z16 通过大规模的实时 AI 推理和量子安全加密，以满足用户需求，如图 1-3 所示。2025 年 6 月发布的 IBM z17 是 IBM z 系列大型计算机的最新迭代版本。

（三）微型计算机

在 1981 年，IBM 公司推出了基于 Intel 8088 微处理器的 IBM PC，这一具有里程碑意义的事件标志着微型计算机时代的到来，并推动了微型计算机的迅猛发展。经过四十多年的演进，微型计算机已经普及至数亿用户。

微型计算机的范畴涵盖了台式计算机、笔记本电脑和平板电脑。台式计算机，通常指标准的桌面型微型计算机，因需放置于桌面而得名。笔记本电脑，也称笔记本，是一种体积与普通笔记本相仿的便携式计算机，其设计注重小巧轻便。尽管在功能上与台式计算机大致相同，但笔记本电脑的组件如主板、内存、存储、显示器和电源等更加紧凑，这导致其生产成本较高，因此价格通常高于同等配置的台式计算机。

平板电脑，又称平板计算机，是一种更为轻便、便于携带的个人计算机，主要通过触摸屏进行操作，支持手写识别、虚拟键盘和语音识别等输入方式，如图 1-4 所示。平板电脑分为 ARM 架构和 x86 架构，其中 x86 架构的平板电脑通常搭载 Intel 处理器和 Windows 操作系统，集成了传统计算机和平板电脑的功能。

值得一提的是，智能手机在某种程度上也可以被视为微型计算机，尤其是近年来推出的具有大屏幕的智能手机，部分用户甚至用它们替代了笔记本电脑和平板电脑。



图 1-4 平板电脑

（四）工作站

工作站可看作一种高档微型计算机。微型计算机发展的早期，其性能还不是太强。工作站就是在微型计算机的基础上，配备大屏幕显示器、大容量存储器 and 图形加速卡等，多用于计算机辅助设计和图形（图像）处理等领域。这些领域需要大屏幕用于显示复杂的图形（图像），需要比较强的图形处理能力以适应三维图形（图像）计算的需要，需要比较大的存储器存储更多的信息。

（五）服务器

服务器是专为网络环境设计的高性能计算机，负责在网络操作系统管理下，向客户端提供存储、打印等多种共享资源，如图 1-5 所示。它们还提供集中计算、信息分发和数据管理服务。服务器的性能优势主要表现在快速处理能力、长时间稳定运行以及高效的数据传输能力。



图 1-5 服务器

在大型企业如银行和电信的中心系统中，通常采用大型计算机作为服务器。而在中小型企业中，经常使用定制的高性能个人计算机（PC 服务器）作为服务器。尽管 PC 服务器在硬件组成上与普通 PC 相似，包括微处理器、硬盘、内存和系统总线等，但它们针对网络应用进行了优化，因此在处理能力、稳定性、可靠性、安全性、可扩展性和可管理性方面通常优于普通 PC。

根据功能的不同，服务器可以分为数据库服务器、域名服务器、文件服务器、邮件服务器、互联网服务器和应用服务器等。在日常生活中，无论是通过计算机、手机进行视频通话、收发电子邮件，还是查询信息、选课、网上购物、浏览新闻或观看视频，这些活动背后都有相应的服务器在提供支持。

二、计算机的特点

计算机是一种自动化设备，它能够接收数据输入，依据存储在内部的程序对这些数据进行高速处理，并输出用户所需的结果。作为计算和信息处理的工具，计算机主要具有以下特点。

（一）运算速度快

自电子计算机问世以来，其运算速度便成为其显著优势之一。首台通用电子计算机“埃尼阿克”每秒可执行 5000 次加法运算，尽管与现代标准相比显得缓慢，但在当时却是世界上最快的计算设备，其运算速度比之前的计算设备提升了约 1000 倍。目前，全球最快的计算机的运算速度已超过 100 亿次浮点运算。在国防、石油勘探、航空航天和天气预报等领域，高性能计算机的快速运算能力发挥着至关重要的作用。

（二）运算精度高

计算机的另一个显著特点是运算精度高。在计算机内部，数据以二进制形式表示，二进制位数越多，数值的精度越高。一般计算机能够处理十几位甚至几十位二进制有效数字，其计算精度可达到千分之几甚至百万分之几，远超任何传统计算工具。理论上，随着技术的进步，计算机的计算精度可以无限提高。在需要高度精确计算的尖端科技领域，如导弹制导系统，计算机的精确计算能力是不可或缺的。

（三）存储能力强

计算机存储器包括内存和外存，用于保存信息。随着存储技术的不断进步，计算机的存储容量日益增大。目前，常见的微型计算机配备有 16 GB 的内存和 1 TB 的外存。以纯文本形式存储，1 TB 硬盘可容纳超过 16 万部《计算机科学技术百科全书（第三版）》这样的大型书籍，相当于一个中小型图书馆的藏书量。计算机的存储能力远超人类，能够存储大量数据，并从中快速检索出所需数据。

（四）逻辑运算能力

计算机的运算器不仅能够执行算术运算，还能进行数据比较、判断等逻辑运算。这种逻辑运算能力是计算机处理逻辑推理问题的基础，也是实现信息处理智能化的关键。计算机能够保存数据、程序、中间结果和最终结果，并根据判断结果自动执行指令，供用户随时调用。



（五）存储记忆能力

计算机内部存储器具有记忆功能，能够存储大量信息，包括数据和程序。这使得计算机具备了记忆能力，与传统计算工具形成显著区别。计算机的存储单元能够记忆信息，这使得计算机在运算过程中无须频繁从外部获取数据，从而大幅提升了运算速度。

（六）高度自动化

计算机具备存储记忆和逻辑运算能力，允许人们将预设程序存储在内存中，并在程序控制下连续自动地工作，无须人工干预。这种程序控制方式使得计算机操作自动化程度提高，这是传统计算工具所不具备的。

（七）高性价比

计算机已普及至每个家庭，成为 21 世纪不可或缺的家用电器之一。计算机技术发展迅速，从台式机到笔记本电脑，再到平板电脑，其性价比不断提高，使得计算机成为大众化产品。



第三节 计算思维

计算机，这种能够按照事先存储的程序进行大量数值计算和信息处理的现代电子设备的出现，为人类认识世界与改造世界提供了一种更有效的手段，而以计算机技术和计算机科学为基础的计算思维必将深刻影响人类的思维方式。

一、人类的基本思维

认识世界与改造世界是人类创造历史的两种基本活动。认识世界是为了改造世界，要想有效地改造世界，就必须正确地认识世界。而在认识世界与改造世界的过程中，思维与思维过程占据重要位置。

（一）思维与思维过程

思维是通过一系列比较复杂的操作来实现的。人们在头脑中，运用存储在记忆中的知识经验，对外界输入的信息进行分析、综合、比较、抽象和概括的过程就是思维过程（或称为思维操作）。思维过程主要包括以下几个环节。

1. 分析与综合

分析是指在头脑中把事物的整体分解为各个部分、各种属性或各个方面，事物分析往往是从分析事物的特征和属性开始的。综合是指在头脑中把事物的各个部分、各种特征、各种属性通过它们之间的联系结合起来，形成一个整体。综合是思维的重要特征，通过综合能够把握事物及其联系，抓住事物的本质。

2. 比较

比较是指在头脑中把事物或现象的各个部分、各个方面或各种特征加以对比,确定它们之间的异同和关系。比较可以在同类事物和现象之间进行,也可以在不同类型但具有某种联系的事物和现象之间进行。当事物或现象之间存在着性质上的异同、数量上的多少、形式上的美丑、质量上的优劣时,人们常运用比较的方法来认识这些事物或现象。

比较是在分析与综合的基础上进行的。为了比较某些事物,首先,要对这些事物进行分析,分解出它们的各个部分、各种属性和各个方面;其次,把它们相应的部分、相应的属性和相应的方面联系起来加以比较(实际上就是综合);最后,找出并确定事物的相同点和差异点。所以说,比较离不开分析与综合,分析与综合是比较的组成部分。

3. 抽象与概括

抽象是在头脑中抽取同类事物或现象的共同的、本质的属性或特征,并舍弃其个别的、非本质特征的思维过程。概括是在头脑中把抽象出来的事物或现象的共同的本质属性或特征综合起来,并推广到同类事物或现象中的思维过程。通过这种概括,人们可以认识同类事物的本质特征。

(二) 三种基本思维

实证思维、逻辑思维和计算思维构成了人类理解与改变世界的核心认知方式。实证思维侧重于通过观察和总结自然规律来支持论点,并以实际证据为依据。物理学是实证思维的典型代表,它构成了我们认识世界的基石。实证思维的结论必须满足三个标准:能够解释过往实验结果、逻辑上一致无矛盾,并且能够预测新的现象。

逻辑思维涉及在认识世界的过程中,通过概念、判断和推理等思维工具主动地反映客观现实。这种理性认识过程也被称为理论思维。逻辑思维使我们能够深入理解对象的本质属性,从而更全面地认识客观世界。数学是逻辑思维的典型代表,它标志着认识世界的高级阶段。逻辑思维的结论必须基于一组公理,拥有一个可靠且协调的推演系统,并且结论必须是通过合法推理从公理出发得到的。

计算思维涉及运用计算机科学的基本概念,通过简化、嵌入、转化和模拟等方法,将复杂问题转化为易于解决的形式。计算机科学是计算思维的典型代表,它为改造世界提供了强大的工具。计算思维的结论必须遵循两个原则:使用计算机科学的基础概念进行问题求解和系统设计,以及包含计算机科学的一系列思维活动。

二、计算思维的特点与要素

计算思维是一种普遍的认知框架和核心技能,它运用计算机科学的基本原理来解决问题、构建系统,并理解人类行为。这一概念包括了一系列广泛的思维过程,体现了计算机科学的多面性。随着计算思维的普及,它将逐渐融入人们的日常生活,类似于“算法”和“条件判断”等专业术语,计算思维也将成为日常交流中的常用词汇。因此,掌握计算思维不仅对计算机专业人员至关重要,也是每个现代人应当具备的能力。



(一) 计算思维的特点

计算思维具有以下基本特点。

1. 概念化

计算机科学不是计算机编程，计算机编程仅是实现环节的一个基本组成部分，计算机科学要求人们能够在多个层次上进行抽象思维。

2. 基础技能

基础技能是每个人为了在现代社会中发挥职能所必须掌握的技能。构建于计算机技术基础上的现代社会要求人们必须具备计算思维。而生搬硬套的机械技能意味着机械地重复工作，不能为创新性需求提供支持。

3. 人的思维

计算思维建立在计算过程的能力和限制之上，是人类求解复杂问题的基本途径，但绝非试图使人类像计算机那样思考。使用计算方法和模型，使得处理那些原本无法由个人独立完成的问题求解和系统设计成为可能，人类就能解决那些计算时代之前不敢尝试的规模问题和复杂问题，就能建造那些功能仅受制于自身想象力的系统。

4. 本质是抽象和自动化

计算思维融合了数学、工程和科学领域的通用思维方法，用于解决问题、设计和评估复杂系统，以及理解复杂性、智能和人类行为。与数学和物理学相比，计算思维的抽象层次更为丰富和复杂。数学的抽象主要关注量的关系和空间形式，而忽略了现实事物的物理、化学和生物学属性。相比之下，计算思维的抽象不仅超越了物理时空的界限，还完全依赖符号表示，其中数字抽象只是其中一种形式。

计算机科学本质上是数学和工程思维的结合体。由于计算机硬件的存储空间和运算速度的限制，计算机科学家必须采用计算思维，而不仅仅是数学思维，来解决实际问题。

(二) 计算思维的要素

一般将计算思维的要素定义为用计算机解决实际问题时思绪活动的几个阶段：对问题的抽象、建立解法的步骤、解法的程序化。图 1-6 所示为这几个阶段的发生顺序。

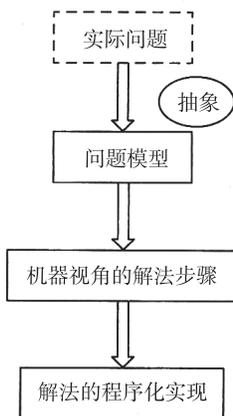


图 1-6 计算思维过程

在认知现实世界的过程中，人们通常通过构建模型来简化和抽象客观对象。例如，地图、建筑设计沙盘和航模飞机都是对现实事物的抽象表示。同样，在解决实际问题时，人们会提取问题的关键特征。在使用计算机处理问题时，首先需要将具体问题转化为计算机能够理解的形式，即将问题和相关数据转化为计算机可分析的问题模型和数据模型。

数学模型常被用作描述事物和表达问题条件的有效工具，因为它们基于坚实的数学理论基础，为算法设计的正确性和有效性提供了保障。因此，在计算机解决问题的过程中，所建立的模型通常是数学模型。

定义了适合计算机理解的数据模型和问题模型后，接下来需要从计算机的角度出发，制定解决问题的步骤，即算法。虽然一些经典算法如分治法、贪心法、动态规划法和线性规划法已在相关领域提供了有效的解决方案，但实际应用中遇到的问题千差万别，因此需要根据具体情况设计特定的算法步骤。这些步骤可能源于对经典算法的细节调整，或是全新算法的创造。

设计算法时，必须考虑其可计算性，包括算法输入和输出的明确性、时间复杂度和空间复杂度的可计算性，以及问题的可解性。这些分析确保了模型建立和算法设计的工作是有意义的，并为后续的编程工作提供了正确的目标。

计算思维的最后一个环节是将算法转化为计算机程序语言。这一步骤可以看作是算法到代码的转换过程，即将抽象的执行步骤转换为计算机可执行的指令序列。这些指令经过编译后，生成可由计算机硬件直接执行的机器指令，最终得到问题的解答。

以下通过生活中的一个例子说明计算思维的含义，即计算机思考问题的过程。

【例 1】

元旦将至，某学校计划在小操场举办欢聚晚宴。需要用气球对小操场进行装饰，该校计划在 192 m 的距离内分别挂上红、绿、黄 3 种颜色的气球。由于红色气球还未买到，所以暂时每隔 6 m 悬挂一个绿色气球，每隔 4 m 悬挂一个黄色气球。该校学生会的同学以工科学生的审美观提出，可以在绿色气球和黄色气球的重复处再悬挂一个红色气球，这样能更好地烘托气氛。且不论这种配色方案好看与否，现在需要考虑，如果要买红色气球，除了两端需要各挂一个红气球，中间还需要挂多少个红色气球呢？

解：

这种问题当然可以通过画图解决，在图中按要求标出一个一个的各色气球，来得到问题的解。但如果使用计算机来解决此问题，即沿着计算思维的思考角度来解决问题，那么该设计怎样的解法呢？我们的思考过程如下。

第一步，对此问题进行抽象分析。根据原问题的描述，每隔 6 m 挂一个绿色气球，那么，每次悬挂绿色气球的位置——如果用相对于起点的距离米数来表达，那这个位置一定是 6 的倍数。同理，每次悬挂黄色气球的位置一定是 4 的倍数。显然，悬挂红色气球的位置则是 6 和 4 的公倍数。除了开始位置，第一个悬挂红色气球的位置是 6 和 4 的最小公倍数。第二个悬挂红色气球的位置则是这个最小公倍数的二倍位置处，如图 1-7 所示。

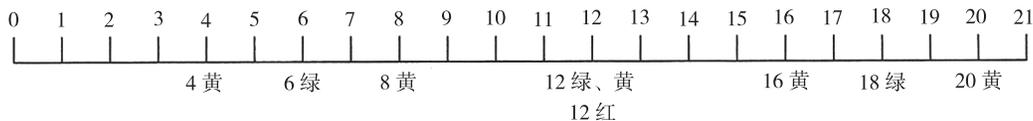


图 1-7 挂气球的位置示意

如果考虑需要解决的问题——除两端外，中间需要挂多少个红色气球，那么原问题可转换为：计算在 192 m 的长度范围内，有多少个 6 和 4 的公倍数。

第二步，基于以上分析，将上述问题改为数学的表达方式，即建立一个数学问题模型：确定 4 和 6 的最小公倍数，并讨论在一个区间内有多少个最小公倍数的倍数。此时，对原问题抽象得到的数学模型对应了一个经典的数学问题。

第三步，给出上述问题从计算机思考路径得到的解法步骤。这时，抛弃原有问题环境，只考虑求最小公倍数的问题。

首先对问题进行符号化：假设需求出正整数 a 、 b 的最小公倍数。那么这个最小公倍数一定既是 a 的倍数，也是 b 的倍数。所以考虑从 a 、 b 中选择一个作为基准，用它的各个倍数来测试这个倍数是否也是另一个数的倍数。进一步思考可知，从 a 、 b 中选择较大的一个数作为基准比较好，这样可能只需较少次的判断，就能找到两个数的最小公倍数。

将上述思路与程序设计过程结合起来，得到如下算法步骤。

- ①选择 a 、 b 中较大的一个，将较大值赋予 u ，较小值赋予 v 。
- ②将 u 值赋予 x 。
- ③判断 x 是否是 u 的倍数。
- ④如果 x 是 v 的倍数，则输出 x ，跳出循环，程序停止。
- ⑤如果 x 不是 v 的倍数，则计算 u 增大一倍的倍数，将其赋予 x ，并返回到第③步。

上述算法步骤是一种顺序程序结构，其中第③步至第⑤步构成了一个循环，执行循环的条件是当前被分析的数并非 v 的倍数，当 x 是 a 和 b 的最小公倍数时，循环终止。

最后，需要将上述算法思想用程序设计语言表达出来。

上述算法中涉及的量有两个数，以及两个数的最小公倍数。在计算机的世界中，凡是涉及可变的数值，一般都要用变量表示。所以这里需要用变量 a 、 b 表示两个数，用变量 x 表示二者的最小公倍数。算法中要用到 a 、 b 中较大的数，因为 x 的初值就是该数，同时后续也要用这个数做累加来更新循环体中进行判断的数值；同时也要用到 a 、 b 中较小的那个数，因为还要判断 x 是否是较小的数的倍数。所以分别用 u 、 v 表示二者之中较大值和较小值。

这里还需要考虑一个细节，即判断 x 是否是 v 的倍数。如果是人脑进行判断，那么直接在脑海中分析 x 除以 v 的结果，就可以给出答案。但作为计算机程序语言，进行这个判断需要用到计算机语言中的求模运算，即求余数运算。这里用 C++ 语言中的求模运算符“%”来表示该运算，例如“5%3”的结果是 2。

基于以上分析，设计流程图以明确编写程序时的结构。流程图如图 1-8 所示。

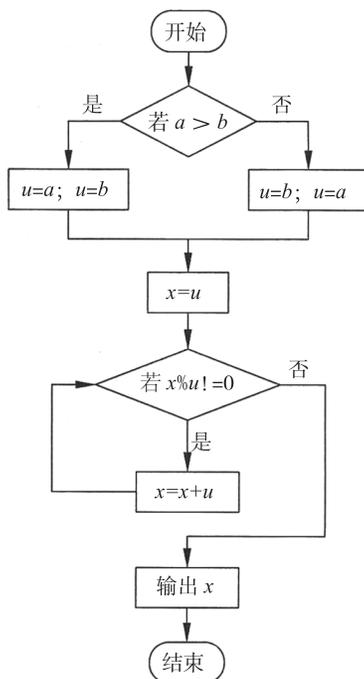


图 1-8 挂气球问题的流程图

通过图 1-8 表达的编程思想可发现这实际是一种穷举的思想，即依次分析较大值的各个倍数是否为较小值的倍数。这是一种直接解决问题的做法。

至此，当我们求出了 4 和 6 的最小公倍数，即 12 后，接着需要计算在 192 m 的长度中有多少个这么长的距离段，即 $192/12=16$ 。这说明在 192 m 的长度中有 16 个位置需要悬挂红色气球。

返回题目的询问点，是要给出除了两端外，还需要多少个红色气球。那么上面计算得到的 16，是一个整除结果，这说明，在 192 m 的最后 1 m 处，是一个悬挂红色气球的位置，这应该被排除在结果之外，所以原题目的最终解是需要再悬挂 15 个红色气球。

本例题描述的问题虽然简单，但是分析过程完整体现了计算思维的开展过程：先将问题进行抽象分析，转换为数学模型或典型的数学问题，然后给出解决问题的算法，接着用程序设计语言给出算法描述，即完成具体的编程工作，最后给出问题的解。

上述过程中，每一步都非常重要，也都是围绕着计算机视角展开的。应该逐渐训练自己从计算机角度考虑问题的能力，逐步建立更强的计算思维能力，这对后续的算法设计及软件开发都有莫大的裨益。



第四节 计算机相关专业及就业前景

计算机科学与技术是一个广泛的领域，它包括但不限于电子工程、通信技术、信息处理、计算



机系统维护、数据库管理、计算机辅助设计、微电子学、网络工程、多媒体技术、图形图像处理、网络与软件应用、自动化、机械设计、数控技术、电子科学与技术、通信工程、生物医学工程、自动检测、信息安全、计算数学、信息计算科学、电脑艺术设计、互联网广告设计、出版计算机编辑技术、现代信息教育技术、教育信息技术、数字媒体技术等细分方向。

软件工程专业侧重于软件开发和系统设计，涉及经济信息管理与计算机应用、信息管理与信息系统、计算机辅助设计制造、数据库应用、电子商务、计算机与信息管理、办公自动化技术、计算机控制技术、计算机辅助设计、工厂计算机集中控制等领域。

网络管理专业则专注于网络技术的应用，包括多媒体与网络技术、计算机网络技术、计算机与邮政通信、计算机辅助机械设计、计算机与信息管理、电子商务、网络工程、计算机应用及安全管理、网络与信息安全、互联网广告设计、计算机网络与软件应用、网络技术与信息处理、信息管理与信息系统、计算机软件、计算机及应用、通信技术、计算机通信、电子与信息技术等方向。

以下将重点介绍计算机科学与技术、网络工程、物联网工程、信息管理与信息系统、软件工程这五个专业的核心内容和特点。

一、计算机科学与技术专业

计算机科学与技术专业是一门涵盖计算机系统、软件开发、算法设计、网络通信、人工智能等多个领域的综合性学科，旨在培养学生掌握计算机科学的基础理论、系统知识和实践技能，使其能够从事计算机系统分析、设计、开发、维护和管理等工作。

（一）主要课程

主要课程：电路原理、模拟电子技术、数字逻辑、数值分析、计算机原理、微型计算机技术、计算机系统结构、计算机网络、高级语言、汇编语言、数据结构、操作系统、数据库原理、编译原理、图形学、人工智能、计算方法、离散数学、概率统计、线性代数、算法设计及分析、人机交互、面向对象方法、计算机英语等。

（二）就业方向

计算机科学与技术专业毕业生的职业发展基本上有两条路线。

1. 纯技术路线

信息产业是朝阳产业，对人才提出了更高的要求，因为这个行业的特点是技术更新快，这就要求从业人员不断补充新知识，同时对从业人员的学习能力的要求也非常高。

2. 由技术转型为管理

由技术转型为管理在计算机行业非常常见。编写程序是一项脑力劳动强度非常大的工作。随着年龄的增长，很多从事这个行业的专业人才往往会感到力不从心，因而由技术型人才转型为管理型人才，这也不失为一个很好的选择。

二、网络工程专业

网络工程专业是集网络规划、建设、维护为一体的专业,是一个偏硬件的工科类专业。更具体地说,网络工程专业是一门涉及计算机网络、通信技术、信息安全、软件开发等多个领域的综合性学科。它按照工程设计图、工程实施计划来实施网络综合性工作,主要分为硬件设备安装、配置、集成、调试工程和布线工程,包括网络需求分析、网络设备选择、网络拓扑结构设计、网络系统集成以及网络施工技术。

(一) 主要课程

主要课程:高等数学、线性代数、概率与统计、离散数学、电路与电子学、数字逻辑电路、数据结构、编译原理、操作系统、数据库系统、汇编语言程序设计、计算机组成原理、微机系统与接口技术、通信原理、通信系统、计算机网络、现代交换原理、TCP/IP 原理与技术、计算机网络安全、计算机网络组网原理、网络编程技术、计算机网络管理、网络操作系统、Internet 技术及应用、软件工程与方法学、数字信号处理、网络计算技术、计算机系统结构等。

(二) 就业方向

计算机网络工程是计算机技术和通信技术密切结合而形成的新兴技术领域,尤其在当今互联网迅猛发展和网络经济蓬勃繁荣的形势下,网络工程技术成为信息技术界关注的热门技术之一,也是迅速发展并在信息社会中得到广泛应用的一门综合性学科。

本专业学生毕业后可以从事各级各类企事业单位的企业办公自动化处理、计算机安装与维护、网页制作、计算机网络和专业服务器的维护管理和开发工作、动态商务网站开发与管理、软件测试与开发及计算机相关设备的商品贸易等方面的有关工作。

三、物联网工程专业

物联网工程专业是一门涉及计算机科学、电子工程、通信技术以及信息处理等多个领域的交叉学科。该专业主要培养学生掌握物联网系统的设计、开发、部署和管理能力,包括感知层、网络层和应用层的技术知识。

(一) 主要课程

主要课程:电路与电子学、数字逻辑与数字系统、数据结构与算法、计算机网络、计算机组成原理、操作系统、数据库原理与应用、物联网导论、物联网信息安全、物联网通信技术、传感器原理与应用、嵌入式系统及应用、RFID 原理与应用、物联网软件设计、物联网工程等。

(二) 就业方向

物联网行业,主要从事物联网的通信架构、网络协议、信息安全等的设计、开发、管理与维护。主要岗位包括物联网系统设计架构师、物联网系统管理员、网络应用系统管理员、物联网应用系统开发工程师等核心职业岗位以及物联网设备技术支持与营销等相关职业岗位。目前通信网络行业就



业前景良好。根据统计预测,未来5年内物联网人才需求市场将会逐年增大,国内在这方面的人才需求能达到80万人,进入与物联网相关的企业、行业,从事物联网设备的应用设计、开发、管理与维护,就业口径广,需求量大。

四、信息管理与信息系统专业

信息管理与信息系统专业是一门集信息技术与管理科学于一体的交叉学科,旨在培养具备现代管理学理论基础、计算机科学技术知识及应用能力的复合型人才。

(一) 主要课程

主要课程:管理学、经济学、管理信息系统、信息管理学、信息检索、计算机开发技术、数据库原理与应用、运筹学、应用统计学、组织行为学、信息系统开发项目管理、高级语言程序设计、数据结构、操作系统、计算机网络、企业资源计划原理及应用、企业流程改造原理与实务、企业资源计划原理与实施、生产与运作管理、市场营销学、财务管理学、人力资源管理、会计学等。

(二) 就业方向

毕业生主要从事与计算机应用相关的工作以及一些信息管理工作。毕业生可在银行业、服务业、证券业、图书馆、学校及机关等担任计算机工程助理师。主要从事以下几类工作:信息系统的开发与维护,负责管理信息领域和计算机信息系统的开发、维护、使用和管理的工作;大型数据库数据管理员,在信息管理领域负责大型数据库的系统管理、安全管理和性能管理工作;网站的管理与维护,在工程师的指导下,负责网站的日常维护工作;等等。

随着信息技术的迅猛发展,信息技术与管理的关系日渐紧密,也日趋融合,信息和信息技术已经并将进一步对经济社会发展产生巨大影响。以管理信息系统规划、开发与管理,信息产业管理,系统仿真与知识管理等内容为主的研究方向一直是重点研究领域,而且随着中国国民经济和社会信息化进程的加快,除了在原有领域继续开展研究外,还加强了对电子商务和企业管理信息化的研究。

五、软件工程专业

软件工程专业是一门涉及软件开发、维护和管理工程学科。它包括系统的应用工程原则与软件的构建,确保软件产品既可靠又高效。该专业通常涵盖软件设计、编程、测试、项目管理、需求分析和软件维护等课程。学生将学习如何使用各种工具和技术来设计、开发、测试和部署软件解决方案,以满足用户需求和业务目标。

(一) 主要课程

主要课程:J2EE实用基础、Java程序设计、编译原理、操作系统、概率与统计、汇编语言、计算机导论、计算机网络、计算机组成原理、离散数学、面向对象建模技术、软件过程管理、软件设计模式、软件项目管理、数据结构、数据库系统、数字逻辑电路、算法设计与分析、微机系统与接口技术、分布式系统、软件测试技术、软件体系结构、信息安全技术及应用、计算机仿真、人工智

能与机器人、数字图像处理、图形学和可视化计算、.NET 编程技术、TCP/IP 原理与应用、XML 编程技术、操作系统核心技术、计算机系统结构、面向对象分析与设计、嵌入式系统原理、人机交互技术、网络计算技术、网络操作系统、大型软件系统构造与体系结构、统一建模语言 UML 等。

（二）就业方向

本专业学生毕业后可以从事各级各类企事业单位的办公自动化处理、计算机安装与维护、网页制作、计算机网络和专业服务器的维护管理和开发工作、动态商务网站开发与管理、软件测试与开发及计算机相关设备的商品贸易等方面的有关工作。例如，企业、政府、社区、各类学校等可视化编程程序员，Web 应用程序员，软件测试员，中、大型数据库管理员，网络构建工程师，网络系统管理员等。

课后实训

学习完本章的内容后，请完成表 1-1 中实训信息的填写。

表 1-1 实训信息

任务名称	计算机专业认知实训			
姓名		班级		学号
学时			日期	
所需资源	电脑、投影仪、相关资料和视频			
任务目的	通过实践操作和小组讨论，加深对计算机及计算机专业的认识和理解			

一、任务描述

分组调研计算机发展的历史、阶段和趋势，制作 PPT 进行展示。调研不同计算机专业的课程设置、就业前景和职业发展路径，撰写调研报告。分析计算思维在人类生活和计算机科学中的应用案例，进行小组讨论。

二、分组讨论

全班学生以 3 ~ 6 人为一组，选出各自组长，组长对组员进行任务分工并将分工情况记录在表 1-2 中。

表 1-2 分工情况

小组成员	姓名	学号	任务分工
组长			
组员			



计算机导论

问题 1: 如何理解计算思维在计算机科学中的重要性?

问题 2: 不同计算机专业的就业前景和职业发展路径有何异同?

问题 3: 个人兴趣和职业规划应如何影响计算机专业方向的选择?

三、实施过程

在实际操作过程中, 将操作内容及实施过程中遇到的问题和解决办法记录在表 1-3 中。

表 1-3 遇到的问题和解决办法

序号	操作内容	遇到的问题	解决办法
1			
2			
3			
4			
5			
6			

四、实训评价

请各组选出一名代表展示实施的成果, 并配合指导老师完成表 1-4 中的实训评价。

表 1-4 实训评价

项目名称	评价内容	分值	评价分数		
			自评	互评	师评
职业素养考核项目 (50%)	积极参与小组讨论, 发表个人见解	15 分			
	尊重他人意见, 学会倾听和沟通	15 分			
	按时完成实训任务, 展现团队合作精神	20 分			
专业能力考核项目 (50%)	能够准确调研和整理计算机及计算机专业的相关资料	15 分			
	能够制作高质量的 PPT 进行展示和讲解	15 分			
	能够运用计算思维分析实际问题, 提出解决方案	20 分			
合计		100 分			
综合分数 自评 (20%) + 互评 (20%) + 师评 (60%)			教师 (签名):		

课后习题

一、填空题

1. 1645 年, 法国人布莱士·帕斯卡发明了齿轮式加法器, 而德国数学家戈特弗里德·威廉·莱布尼茨对其进行了改进, 使其能够执行_____运算。

2. 数字计算机处理的是由_____组成的二进制数字序列。

3. 计算思维的要素定义为用计算机解决实际问题时思绪活动的几个阶段：对问题的_____、建立解法的_____、解法的_____。

二、简答题

1. 简述计算机的发展趋势。
2. 简述计算机的主要特点。
3. 简述计算思维在解决实际问题中的应用过程。

第二章

计算机的数据 表示与处理



章节概述

计算机的数据表示与处理是指计算机如何以二进制形式表示数据，并对其进行组织、存储、分析和处理的过程。数据的机器表示确保了信息在计算机内部的准确传递；数据的组织与管理则使海量数据得以有序存储和高效访问；数据的分析与处理则是挖掘数据价值、支持决策的关键。这三者共同构成了计算机科学的核心，对信息技术的发展至关重要。

学习目标

◆ 知识目标

1. 理解二进制数制系统。
2. 掌握数据库的概念。

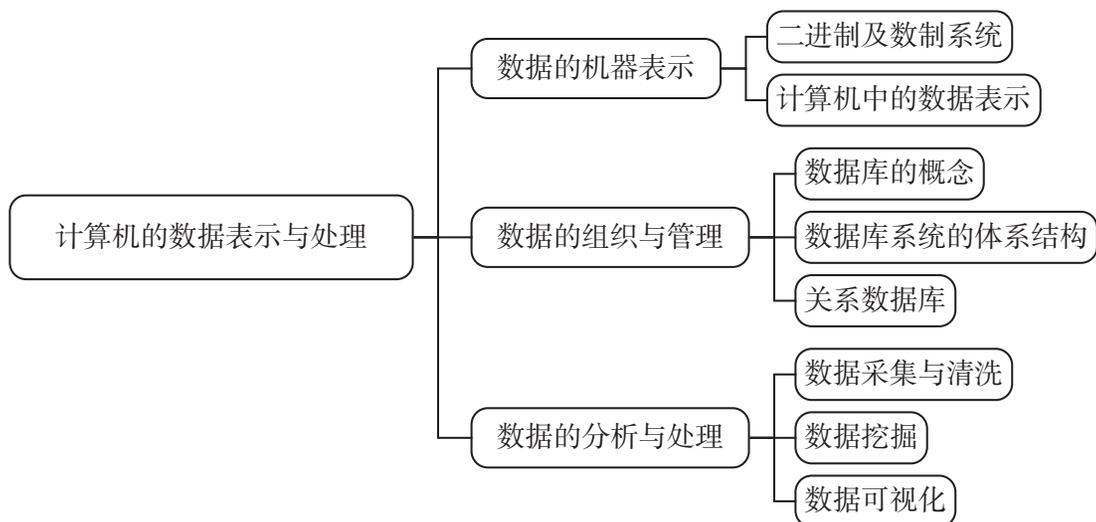
◆ 技能目标

1. 具备数据表示与转换能力。
2. 能够设计高效的数据存储方案。
3. 熟练进行数据分析和处理。

◆ 素质目标

1. 培养严谨的逻辑思维。
2. 提升问题解决能力。
3. 增强团队协作意识。

思维导图



学习任务

小郭是一名数据分析师，他需要从大量原始数据中提取有价值的信息，以支持公司的决策。在这个过程中，他需要设计一个简单的关系数据库，并对数据进行清洗和可视化处理。

问题：

小郭应该如何完成这个任务？



第一节 数据的机器表示

在任何系统与外界互动的过程中，信息交换是必不可少的。频繁的信息交换能够加速系统的更新和进步。信息通常以数据的形式呈现，数据是进行统计分析、计算、科学研究和技术创新的基础。在计算机科学领域，数据是计算机处理的核心内容，其形式多样，包括数值、文本、音频和视频等。

对于计算机系统而言，信息交换等同于数据的输入和输出。随着数据量的激增，数据的收集、管理、存储以及从中提取知识已成为研究的关键领域。

数据可以表现为离散或连续两种状态。离散数据是可数的，可以统计出有限或无限的数量，而连续数据是不可数的，无法统计出具体数量。离散数据也被称为数字信号，连续数据则被称为模拟信号。现实生活中，离散数据的例子包括学生信息和销售数据，而连续数据的例子则有声音和视频数据，以及地震监测信息。

无论数据以何种形式存在，计算机系统在表示它们时都采用二进制数（由 0 和 1 组成的序列）。尽管二进制数对人类来说可能难以理解，但它们对计算机硬件非常友好。这是因为二进制的两个基



本数字 0 和 1 与计算机硬件中的高电平和低电平、门电路的开和关、光盘表面的暗点和光点，以及硬盘存储器上的磁微粒的正负极方向相对应。因此，计算机系统将二进制作为其基本的数据表示系统。

数据是计算机的“食物”，计算机通过算法处理这些数据，将它们转化为有价值的知识，就像将食物转化为身体所需的骨骼、肌肉和血液一样。

一、二进制及数制系统

每种进制中参与数据表示的数字个数被称为基数。如十进制中，有 0 ~ 9 共计十个数字参与数据表示，因此十进制的基数是 10。二进制用 0 和 1 两个数字表示数据，所以二进制的基数就是 2。八进制和十六进制的基数则分别是 8 和 16。在研究和工作中，人们使用二进制数据时，直接书写较麻烦且易错，所以往往写成其对应的十六进制或八进制数来表示二进制数。

(一) 二进制和十进制之间的转换

先观察十进制的数字特征。一个十进制数，其每一位数字都处于一个数位上，该数位上的数字是这个数位的系数，这个数位本身还有一个权值，表示这个数位的重要性，即这个数位对整个数的数值的贡献量大小。对于一个数，越往左的数位，其权值越大，表明该数位所代表的值在整个数中的比例越高。



二进制和十进制

图 2-1 中，十进制数“123”（读作一百二十三），其中的“1”是百位上的系数，表示该数有“1 个 100”，“2”是十位上的系数，表示有“2 个 10”，“3”是个位上的系数，表示有“3 个 1”。显然，十进制数中各个数位的权值是 10 的某一次幂。而且，一个数的数值，是把其各个数位上的系数与相应数位上的权值之积进行累加所得。此例中， $1 \times 100 + 2 \times 10 + 3 \times 1 = 123$ 。

类似地，一个二进制数的每个数字都处于一个数位上，只是不能再像十进制环境下可以对某一数位命名为“个位、十位、百位……”。但在二进制环境下，某数位上也有固定的权值，该数位上的数字仍是这个数位的系数。类似地，二进制中某一数位的权值是 2 的某一次幂，如图 2-2 所示。

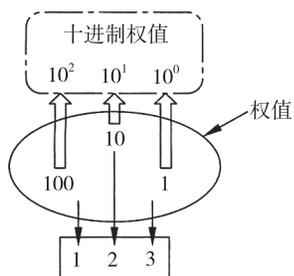


图 2-1 十进制数制系统特征

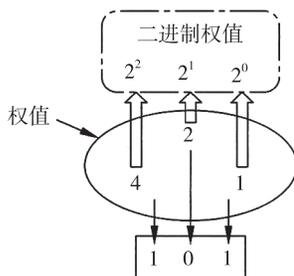


图 2-2 二进制数制系统特征

从二进制到十进制的转换是一个累加的过程，即将二进制数的每一数位上的数字与该数位的权值相乘，然后累加这些乘积，便得到了该二进制数对应的十进制数。

【例 1】

将十进制数 25 转换为对应的二进制数。

解：

使用辗转相除法将十进制数 25 转换为二进制数的过程如下所示。

辗转相除	商	余数
$25 \div 2$	12	1
$12 \div 2$	6	0
$6 \div 2$	3	0
$3 \div 2$	1	1
$1 \div 2$	0	1

倒序收集所有的余数得到“11001”，所以解得 $(25)_{10} = (11001)_2$ 。

(二) 二进制数和八进制数之间的转换

二进制数和八进制数之间有天然的紧密联系，前者以 2 为基数，后者以 8，即 2^3 为基数。这种基数之间的相关性使得一个二进制数转换为八进制数时，可以采用如下的方法：从右向左将每三位二进制数划分为一组，最左侧不足三位时补零，每三位二进制数对应一位八进制数字，收集所有的数字，构成相应的八进制数。

【例 2】

将二进制数 10101011 转换为相应的八进制数。

解：

从右至左将二进制数串中的每三位划分为一组，写出每一组对应的八进制数字，并按照原有各组的顺序将各个数字串联起来：

010	101	011
2	5	3

所以解得 $(10101011)_2 = (253)_8$ 。

八进制数转换为二进制数则采用和上述操作相反的过程，只需将八进制数中的每一位转换为一个三位二进制数即可。

(三) 二进制数与十六进制数之间的转换

十六进制数的基数为 16，基本数字有 0, 1, 2, 3, ..., 9, A, B, C, D, E, F，它们分别对应十进制数的 0 ~ 15。

类似于二进制数和八进制数之间的密切关系，二进制数和十六进制数之间也有天然的紧密联系，前者以 2 为基数，后者以 16，即 2^4 为基数。这使得当二进制数转换为十六进制数时，可以采用如下的方法：从右向左将每四位二进制数划分为一组，最左侧不足四位时补零，每四位二进制数对应一位十六进制数字，收集所有的数字，构成相应的十六进制数。

【例 3】

将十六进制数 3C9 转换为相应的二进制数。

解：

将每一位十六进制数字转换为一个四位的二进制数：



3	C	9
0011	1100	1001

依次串联所得到的各个四位的二进制数串，解得 $(3C9)_{16} = (1111001001)_2$ 。

[知识链接]

二进制的历史及其在计算机系统中的应用

在 17 至 18 世纪，德国数学家莱布尼茨首次提出了数学上的二进制概念。尽管二进制仅由两个基本数字“0”和“1”组成，但是它对计算机系统的重要性却极为显著。莱布尼茨基于二进制的“真/假”或“对/错”概念，进一步定义了合取、析取、否定等逻辑运算规则，这些规则为布尔代数的发展奠定了基础。到了 20 世纪，研究者们将二进制、布尔代数与电路理论相结合，提出了数字逻辑电路的理论。因此，无论是在抽象的数据表示还是在物理实现方面，二进制在计算机系统中都扮演着关键角色。

实际上，二进制的概念在远古时期就已经被我们的祖先所认识，并与自然界中的对立现象相联系，例如白天与黑夜、太阳与月亮、天空与大地、寒冷与炎热等。中国古代的《易经》中隐含了二进制思想的早期形式。例如，“天行健，君子以自强不息；地势坤，君子以厚德载物”这一句，体现了“天”与“地”的对立，与二进制的两个值相对应。这句话还传达了一种人文精神：宇宙不断运转，人应效仿天地，永无止境地前进；大地的气势宽厚和顺，君子应增厚美德，包容万物。此外，中国传统文化还对二进制的意义进行了深入的阐释，将“0”表示空无或不存在，而“1”代表存在，这些解释同样具有哲学深度。

二、计算机中的数据表示

计算机中的数据表示是指处理机硬件能够辨认并进行存储、传送和处理的数据表示方法，是能够由计算机硬件识别和引用的数据类型。这些数据类型包括整数、浮点数、字符、字符串等，具体形式为所有能输入计算机并被计算机程序处理的符号的介质，是用于输入电子计算机进行处理，具有一定意义的数字、字母、符号和模拟量等的通称。在计算机系统中，数据以二进制信息单元 0、1 的形式表示。

数据表示是计算机系统中软硬件的交互界面，它决定了计算机能够处理的数据类型和范围，以及数据在计算机内部的存储和传输方式，对计算机系统的性能和功能具有重要影响。

（一）数值数据的表示

计算机采用两种主要的数值表示方法：定点表示法和浮点表示法。

1. 定点表示法

在定点表示法中，小数点的位置是预先设定且固定的，因此生成的数值被称为定点数，它包括定点整数和定点小数两种形式。由于小数点位置固定，定点数仅能与同类型的定点数进行运算，且在运算过程中无须考虑小数点的移动，只需执行数值的直接计算。

(1) 定点数的原码表示

对于整数，最高位是符号位，小数点默认隐含在数值位末位后，数值位是整数部分对应的二进制数。正整数的最高位符号位为 0，负整数的最高位符号位为 1，表示其为负数。

对于纯小数，最高位是符号位，小数点默认隐含在符号位和数值位之间，数值位是小数部分对应的二进制数。

给定一个定点数 x ，设其在计算机系统中表示为 $A_n A_{n-1} \cdots A_2 A_1$ ，其中 A_n 为符号位， $A_{n-1} \cdots A_2 A_1$ 是数值位。如果 x 是纯整数，那么小数点位于 A_1 的右边；如果 x 是纯小数，那么小数点位于 A_n 与 A_{n-1} 间。

(2) 定点数的反码及补码表示

实际上，计算机对定点数的存储采用补码的形式，定点数的原码转换为补码的规则为：

对于正数，其原码 = 补码 = 反码。

对于负数，其反码 = 原码的符号位不变，其他位取反；其补码 = 反码 + 1。

【例 4】

写出 $(9)_{10}$ 和 $(-22)_{10}$ 的 8 位原码、反码及补码。

解：

$(9)_{10}$ 是正数，其符号位是 0，其数值对应的二进制数是 1001。考虑题目要求用 8 位二进制表示结果，所以在对应的二进制数前补齐 0，以达到 8 位二进制的要求，因此正数 $(9)_{10}$ 的原码、反码及补码均为“00001001”，其中最左侧的“0”是符号位，从第 2 位到第 4 位的“0”是为了补足 8 位而添加的 0。

$(-22)_{10}$ 是负数，所以其原码的符号位是 1，其绝对值对应的二进制数是 10110。同样考虑到题目要求，所以在“10110”前面补两个 0，得到 $(-22)_{10}$ 的原码是“10010110”。根据反码含义，得到其反码为“11101001”，其补码为“11101010”。

2. 浮点表示法

浮点表示法通过分离数值的范围和精度，允许小数点的位置根据比例因子的变化在一定区间内灵活调整。采用这种表示方式的数值被称为浮点数。

在表示一个浮点数时，首先需要以定点小数的形式指定尾数部分，该部分确定了有效数字的位数。接着，以整数形式提供指数值，该指数在浮点表示法中被称为阶码，它指示了小数点在数值中的确切位置。因此，尾数部分决定了浮点数的精确度，而阶码则定义了数值的范围。此外，浮点数还包含一个符号位，位于阶码之前。浮点数的表示结构如图 2-3 所示。

符号位	阶码	尾数
S	E	M

图 2-3 浮点数的表示

电气与电子工程师协会 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) 制定了二进制浮点数值标准——IEEE 754。作为自 20 世纪 80 年代以来最广泛使用的浮点数运算标准，IEEE 754 定义了表示浮点数的格式，也指明了 4 种数值舍入规则等细节。

IEEE 754 规定的 4 种表示浮点数值的具体格式为单精确度 (32 位)、双精确度 (64 位)、延伸



单精确度（43 位以上）、延伸双精确度（79 位以上）。其中 32 位浮点数和 64 位浮点数的标准格式分别如图 2-4 和图 2-5 所示。从两幅图中可知，这两种表示格式均用一位二进制表示符号，但采用了不同的位数表示阶码和尾数。

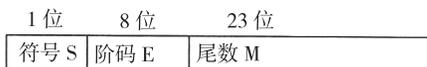


图 2-4 32 位浮点数的表示

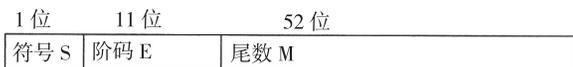


图 2-5 64 位浮点数的表示

（二）字符的表示

字符是电子计算机或无线电通信中字母、数字和各种符号的统称。在计算机系统内部可选择多种方式对字符进行编码，以生成其数字信号。常用的字符编码方案有美国信息交换标准代码（American Standard Code for Information Interchange，ASCII 码）、统一码（即 Unicode 码）和 EBCDIC 码（Extended Binary Coded Decimal Interchange Code）。汉字也是一种字符，有专门的汉字编码方案。

1. ASCII 码

ASCII 码分为标准 ASCII 码和扩展 ASCII 码。前者使用 7 位二进制数来表示 2^7 种不同的字符，包括所有的大写和小写字母、数字、标点符号，以及英语中的特殊字符（这些字符往往是指控制字符）。后者是前者的扩充，它使用 8 位二进制数表示 2^8 种不同的字符。

表 2-1 为标准 ASCII 码表。

表 2-1 标准 ASCII 码表

ASCII 值	字符	ASCII 值	字符	ASCII 值	字符	ASCII 值	字符
0	NUL	32	(space)	64	@	96	`
1	SOH	33	!	65	A	97	a
2	STX	34	"	66	B	98	b
3	ETX	35	#	67	C	99	c
4	EOT	36	\$	68	D	100	d
5	ENQ	37	%	69	E	101	e
6	ACK	38	&	70	F	102	f
7	BEL	39	'	71	G	103	g
8	BS	40	(	72	H	104	h
9	HT	41	)	73	I	105	i
10	LF	42	*	74	J	106	j
11	VT	43	+	75	K	107	k
12	FF	44	,	76	L	108	l
13	CR	45	-	77	M	109	m
14	SO	46	.	78	N	110	n
15	SI	47	/	79	O	111	o
16	DLE	48	0	80	P	112	p
17	DC1	49	1	81	Q	113	q

续表

ASCII 值	字符	ASCII 值	字符	ASCII 值	字符	ASCII 值	字符
18	DC2	50	2	82	R	114	r
19	DC3	51	3	83	S	115	s
20	DC4	52	4	84	T	116	t
21	NAK	53	5	85	U	117	u
22	SYN	54	6	86	V	118	v
23	ETB	55	7	87	W	119	w
24	CAN	56	8	88	X	120	x
25	EM	57	9	89	Y	121	y
26	SUB	58	:	90	Z	122	z
27	ESC	59	;	91	[	123	{
28	FS	60	<	92	\	124	|
29	GS	61	=	93	]	125	}
30	RS	62	>	94	^	126	~
31	US	63	?	95	_	127	DEL

2. Unicode 码

Unicode 码又称为单一码、万国码或统一码，于 1990 年开始研发，1994 年正式公布。实际上，各个国家都有自己的字符编码标准，如美国的 ASCII 码、西欧的 ISO 8859-1 码、中国的 GB 18030-2022 标准等。这使得同一个字符，在不同的编码方案下可能对应不同的编码值。Unicode 码则克服了不同国家编码方案不一致的问题，为每种语言中的每个字符设定了统一且唯一的 16 位二进制数的编码，以满足不同语言、不同平台之间进行文本转换和处理的要求。在 Unicode 码可表示的 2^{16} 种不同字符中，近 39000 种已被定义完成，其中中国汉字占了 21000 种。

虽然一个字符的 Unicode 码是确定的，但其具体 Unicode 码的实现方式，即传输格式，可以是多样的。Unicode 码的实现方式主要包括 UTF-8、UTF-16、UTF-32 等。其中 UTF-8 以字节为单位实现并传输 Unicode 码，UTF-16 和 UTF-32 分别以 16 位和 32 位无符号整数实现并传输 Unicode 码。

3. EBCDIC 码

EBCDIC 码，即扩展二进制编码的十进制交换码，是用 8 位二进制数表示字母或数字的编码方式。EBCDIC 码是 IBM 专门为它的老式 IBM 大型计算机的操作系统设计使用的字符编码。

4. 汉字编码

根据不同的应用目的，汉字编码分为交换码、区位码、机内码、外码、字形码。无论哪种汉字编码，都使用一串二进制数表示汉字字符。

(1) 交换码

交换码，也称为国标码，是用于信息交换的汉字字符编码，包括《信息交换用汉字编码字符集》、GBK 汉字编码扩展规范。前者收录了 6763 个汉字和 682 个非汉字的图形字符；后者涵盖了前者，收录了 21003 个汉字和 883 个其他字符。



(2) 区位码

区位码是国标码的另一种表现形式，即把《信息交换用汉字编码字符集》中的所有字符组成一个 94×94 的方阵，分为94个“区”，每“区”包含94个“位”，其中“区”的序号由01~94，“位”的序号也是从01~94。94个“区”中位置总数 $=94 \times 94=8836$ 个，其中7445个汉字和图形字符中的每一个占一个位置后，还剩下1391个空位作为备用。

(3) 机内码

机内码，是计算机内部汉字字符的二进制代码。

(4) 外码

外码，也称输入码，是用来将汉字输入计算机中的一组键盘符号。常用的输入码有拼音码、五笔字型码、自然码、表形码、认知码、区位码和电报码等。一种好的输入码应具有编码规则简单、易学好记、操作方便、重码率低、输入速度快等优点，以使用户轻松掌握并进行高效输入工作。

(5) 字形码

字形码是汉字的输出码，也被称为字模。汉字在输出时被视为图形符号，即由字形笔画决定的点阵图。该点阵图可由 $n \times n$ 的点阵（方阵）表示，点阵图的 n^2 个小方格中，或者有笔画经过，或者没有笔画经过。据此将每个小方格的情况用一位二进制表示，1表示该方格有笔画经过，0表示无笔画经过。一般地，字形码采用 16×16 、 24×24 或 48×48 的点阵。根据点阵的大小，可以计算出存储一个汉字需要多大的存储空间。

(三) 多媒体数据的表示

在计算机处理图像的过程中，首先需要将图像数字化，即将其分解为一系列的点，并将每个点的颜色、亮度等属性转换为特定的二进制代码。计算机通过记录这些点的信息列表或矩阵来表示整幅图像。不同的图像格式采用不同的方法来记录这些点的信息。

对于声音数据，计算机通过在声音波形上进行采样来获取数值数据，这些数据代表了每个采样点的特性。通过汇总所有的采样数据，连续的音频信号被转换为一系列离散的数据点。

视频数据在计算机中被视为一系列连续的静态图像。计算机分别处理这些静态图像，并将它们组合起来形成视频文件。视频文件的最终大小取决于单个静态图像文件的大小以及视频中包含的图像数量。单幅图像也被称为一帧，所以有：

$$\text{视频文件的大小} = \text{单幅图像文件的大小} \times \text{总帧数}$$

(四) 位、字节和字

在计算机系统中，数值和字符的编码均以二进制形式表示。为了有效地管理这些二进制数，计算机架构定义了位、字节和字等基本的二进制数据单位。这些单位规定了二进制数位的组织方式。

一个二进制数字就是1位，如二进制数“1011”在计算机内部占用了4位。若用二进制的“位”作为数据表示的基本单元，那书写和计算都太过冗长且易错，所以，往往将8位作为一个整体构成数据组织的一个基本单元，这8位二进制位，命名为1字节。

在表示计算机存储设备的存储容量时，往往用K、M、G、T、P、E作为字节的计量单位，这些

单位之间的换算以 1024（即 2^{10} ）为转换进制。

字，是计算机系统内部 CPU 可以一次性处理的二进制数串；字长，是这个可一次性处理二进制数串的位数。字长，也是计算机系统数据总线的宽度。字长同时决定了计算机系统可以表示的数值数据的范围以及字符串的长度。在讨论计算机的硬件参数时，若称一台计算机是 64 位的，意为该计算机系统的字长是 64 位，CPU 可以一次性处理长达 64 位的二进制数据。

（五）基础数据结构

在处理现实世界中大量且类型多样的数据时，例如银行系统中的账户信息、在线交易平台的交易记录、通信工具产生的实时数据等，计算机科学领域已经定义了一系列基础数据结构，作为描述数据的基本工具。这些结构包括线性表、栈、字符串、广义表、树、二叉树和图等。

这些基础数据结构类似于建筑房屋时所用的基本构件，如房梁、承重墙和窗户。它们可以独立使用，也可以组合使用，以描述现实世界中的数据对象。了解这些构件的构造和特性，可以提高房屋建造的效率。同样地，熟悉这些基础数据结构并在编程中加以应用，能够帮助我们编写出既正确又高效的代码。接下来，我将对这些重要的数据结构进行简要介绍。

1. 线性表

线性表是一组有序数据的集合，其中每个数据都有唯一的前驱或后继。线性表有两种实现方式：数组和链表。

数组是静态的数据结构，它将线性表中的元素存放于长度和位置均固定的一组连续的存储单元中。如图 2-6 所示为一个长度为 5 的数组，其中存放了“0, 0, 1, 2, 3”这 5 个元素。

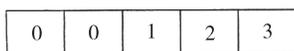


图 2-6 静态数组

链表是一种动态数据结构，用于存储线性表中的数据，其存储单元可以是任意的且不一定是连续的。链表的长度是可变的，这使得在链表中插入和删除节点变得非常方便。每个存储单元称为一个节点。

每个节点中除了存储元素本身的信息外，还要存储其直接后继节点的信息，即记录后继节点的位置。因此，每个节点都包含两部分信息：一部分是数据区域，存放具体元素；另一部分存放直接后继的地址信息。存放了直接后继的地址信息，就如同在这部分放入一个指针，指向了后继节点的位置，因此存放地址信息的部分又被称为指针域。

图 2-7 描述了一个带头节点的单向链表，表中各节点包含两部分信息：数据域和指针域。首节点是链表的头节点，其数据域无效，指针域指向包含了内容“D1”的第一个真正节点，“D1”节点的指针域存放了其直接后继“D2”的地址，在几何意义上指向了下一个节点。这种存放下一个节点地址的方式，实现了链表节点间的链接关系。链表最后一个节点的指针域为空，表示为“Λ”，意为此后无节点，链表结束。



图 2-7 单向链表



除了单向链表，还有循环链表和双向链表，分别如图 2-8 和图 2-9 所示。前者与单向链表类似，仅要求最后一个节点的指针域指向表头节点，构成环状链表结构。后者则在每个节点中放置两个指针域，分别存放该节点的直接前驱和直接后继的地址。双向链表的表头节点前驱指针域为空，最后一个节点的后继指针域为空。

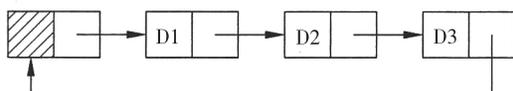


图 2-8 循环链表

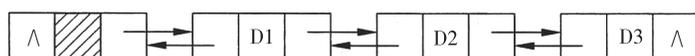


图 2-9 双向链表

链表的基本操作包括节点的插入、删除、排序等。在进行这些操作时，最重要的是要保证链表的完整性以及链接次序的正确性。

2. 栈

在计算机科学领域，栈被用来描述一种特定的数据结构，它在概念上借鉴了物理世界中用于存储物品或提供住宿的仓库或旅馆。作为一种线性数据结构，栈允许数据的有序存储，但其操作受到严格的限制。这种限制体现在数据的存取方式上，即后进先出。这种操作模式与英文单词“stack”的双重词性——名词和动词——相呼应，都与“堆叠”的概念相关。正如在物理堆叠中，要取出最底层的物品必须先移除其上方的所有物品一样，栈结构中最后进入的数据项必须是第一个被移除的。这种特性使得栈成为一种在计算机程序中广泛使用的结构，用于管理函数调用、表达式求值等任务。

图 2-10 为栈的结构示意图。

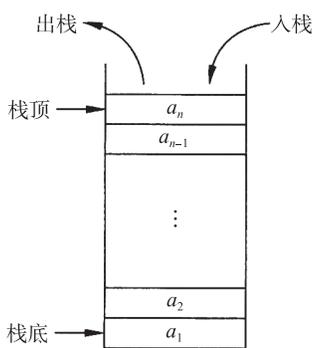


图 2-10 栈的结构

图 2-10 所示的栈中有 n 个元素，栈底元素是最先进入的，栈顶元素是最后进入的。出栈时，只允许栈顶元素 a_n 先出，此时 a_{n-1} 成为新的栈顶，可以出栈。若有新的元素需要入栈存放，那么也只在栈顶进行入栈，成为新的栈顶。

可以用链式结构实现栈的存储，此时往往设定两个指针，分别指向栈顶元素和栈底元素，以

便于数据的存取。如果使用静态数组实现栈结构，那么这两个指针即为栈顶和栈底元素在数组中的下标。

3. 字符串

在计算机科学的初期，计算机主要被用于执行数值计算任务。然而，随着社会的进步，计算机的应用范围逐渐扩展，对计算机处理各种非数值信息的需求日益增长。为了满足这一需求，必须开发能够表示非数值信息的数据结构，以便描述非数值的数据对象和问题模型。字符串作为一种线性数据结构，正是用来表达字符型非数值数据的有效方式。

字符串是由零个或多个字符组成的有限序列，也可以解释为数据元素均是字符的线性表。字符串包含字符的个数是字符串的长度。空串，长度为 0 的字符串，用 Φ 表示。长度为 n 的字符串“ a_1, a_2, \dots, a_n ”一般可用字母 s 表示， a_i 表示单个字符。

字符串的存储方式包括两种：顺序方式和链式方式。字符串的操作包括了和线性表一致的查找、插入和删除等基本操作，同时也包括一些特殊操作。这些特殊操作并不是聚焦于字符串中的某个字符，而是关注其中包含的子串。模式匹配是字符串特有的最重要的操作，即在主串中寻找是否存在子串，并给出子串在主串中出现的第一个字符的位置。模式匹配可应用于自然语言处理中的信息检索，生物信息学中的 DNA 序列的匹配，音频信号识别中的语音符号化，网络安全领域的病毒入侵检测等。

4. 广义表

广义表是一种更通用的线性表，允许其中的元素既可以是原子元素，也可以是另外一个广义表。广义表可以记作 $LS = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ ，其中 LS 为广义表的名字， a_1 为广义表的元素，当然这个元素也可以是一个广义表。在广义表的定义中，又用到了广义表自身的概念，这体现出递归的定义思想。

作为一种线性结构，广义表的长度被定义为最外层包含的元素个数。广义表中的元素可以是一个表，而这个表的元素还可以是表，因此广义表可以实现多层次的数据结构。

5. 树

树是一种数据结构，由节点和连接这些节点的分支组成，呈现出层次分明的结构，类似于自然界中倒置的树木。作为一种关键的非线性数据结构，树在计算机科学的理论研究和实际应用中扮演着重要角色。例如，在编译器设计中，树被用来表示程序的语法结构；在数据库管理系统中，树结构有助于信息的有序组织；在算法分析中，树能够描述算法的执行流程。此外，树结构在现实生活中也有广泛的应用，如家谱树用于记录家族成员信息，层级树则用于表示行政组织架构等。

树的定义是以递归方式给出的，即树是 $n (n \geq 0)$ 个节点的有限集（记为 T ）， T 为空时称为空树，否则它满足两个条件：有且仅有一个节点没有前驱，该节点为根节点；除根节点以外，其余节点可分为 $m (m \geq 0)$ 个互不相交的有限集合 T_0, T_1, \dots, T_{m-1} 。

其中每个集合本身又是一棵树，称为子树。每棵子树的根节点有且仅有一个直接前驱，但可以有 0 个或多个后继。

树中节点的度，是指一个节点拥有的子树个数。度为零的节点称为叶节点。而一棵树的度是指



树中所有节点的度的最大值，即树中最大分支数为树的度。树中根为第一层，根的孩子为第二层，若某节点为第 k 层，则其“孩子”为 $k+1$ 层。树的深度是树中节点的最大层次，也称为树的高度。

如图 2-11 所示的一棵树，树根为 A，其度为 6，同时这也是树中最大分支数，因此这棵树的度为 6，该树的深度为 4。

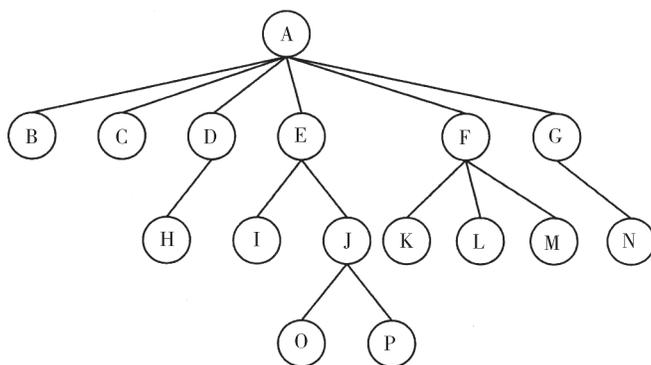


图 2-11 树结构示意图

另外，树也有一些和家谱树非常接近的节点名称。节点的子树的根称为这个节点的“孩子”，而这个节点又称为“孩子”的“双亲”。以某节点为根的子树中的所有节点都称为该节点的“后代”。从根节点到某节点路径上的所有节点是该节点的“祖先”。同一个“双亲”的“孩子”之间互为“兄弟”，双亲在同一层的节点互为“堂兄弟”。

树的基本操作包括：初始化操作，即创建一棵空树；求根操作；求根节点操作；求某节点第 i 个“孩子”的操作；遍历操作，即按顺序访问且只访问一次树中各个节点。

树的非线性结构特点，决定了常用链式存储方式来表示树结构。

6. 二叉树

二叉树是度小于或等于 2 的有序树，即每个节点至多有两棵子树的有序树。定义强调其为有序树，是为了强调二叉树中节点的两个“孩子”有左、右之分。即便一个节点只有一个“孩子”，那也必须严格地将其画在左侧或者右侧，以示其“左孩子”或“右孩子”的身份。

二叉树可用递归方式定义，即二叉树是 n ($n \geq 0$) 个节点的有限集，或者是空集 ($n=0$)，或者同时满足两个条件：有且仅有一个根节点；其余的节点分成两棵互不相交的左子树和右子树。

如图 2-12 所示为完全二叉树和满二叉树的结构。

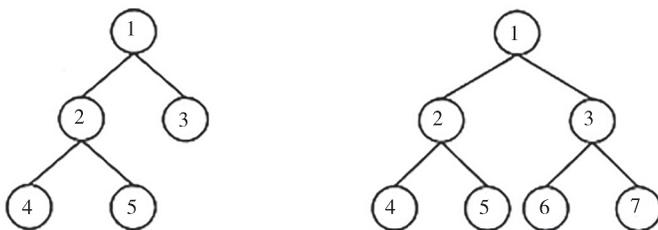


图 2-12 完全二叉树和满二叉树