



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材立项项目
21 世纪高等学校计算机规划教材
21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

大学计算机基础

(第3版)

Fundamental of Computers (3rd Edition)

兰顺碧 李战春 胡兵 黄晓涛 阙向红 李赤松 江敏 吴霞 编

- 与时俱进，计算思维一以贯之，精辟讲解
- 内容全面，知识模块按需取用，轻松掌握
- 专家指导，实践案例经典实用，学生必备



高校系列



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化
21 世纪高等学校
21st Century University Planning

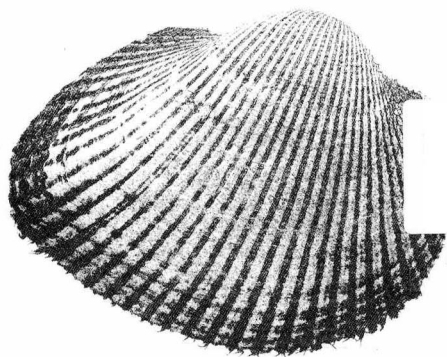
规划教材立项项目

大学计算机基础

(第3版)

Fundamental of Computers (3rd Edition)

兰顺碧 李战春 胡兵 黄晓涛 阙向红 李赤松 江敏 吴霞 编



高校系列

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

大学计算机基础 / 兰顺碧等编. — 3版. — 北京 :
人民邮电出版社, 2012. 10
21世纪高等学校计算机规划教材
ISBN 978-7-115-29209-4

I. ①大… II. ①兰… III. ①电子计算机—高等学校
—教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第207926号

内 容 提 要

本书主要介绍当前应用最普及、最实用的计算机知识和应用方法。全书分为理论篇和实验篇。理论篇包括计算机与计算思维、计算机软件应用基础 (包括 Windows 7 操作系统和 Office 2010 办公软件的主要功能与基本操作)、计算机网络技术与应用、数据库技术基础和多媒体技术基础共 5 章内容; 实验篇共有 7 个项目, 每个项目以 Windows 7 操作系统为平台, 从了解和使用计算机入手, 安排了认识和熟悉计算机、Internet 应用、文字处理、电子幻灯片制作、电子表格处理、数据库基本操作、多媒体技术应用等实验。

本书的主要特点是实时性和实用性强, 编排合理, 概念清晰, 每章内容相对独立, 便于教学和自学。

21 世纪高等学校计算机规划教材

大学计算机基础 (第 3 版)

◆ 编 兰顺碧 李战春 胡 兵 黄晓涛 阙向红
李赤松 江 敏 吴 霞

责任编辑 武恩玉

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

三河市海波印务有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 22

2012 年 10 月第 3 版

字数: 578 千字

2012 年 10 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-29209-4

定价: 42.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

第3版前言

高等院校的计算机基础教育不仅能启发学生对先进科学技术的追求,激发学生的创新意识,提高学生学习新知识的主动性,培养学生的自学能力,提高学生综合素质,而且提供了一种独特的处理问题的思维方式。利用计算机及互联网极其丰富的信息和知识资源,为终生学习提供了广阔的空间以及良好的学习工具。善于使用互联网和办公软件是培养良好的交流表达能力和团队合作能力的重要基础。在信息社会里,计算机使用者的道德规范与社会责任是培养良好道德情操和社会责任感的重要内容。因此,做好计算机基础教育是各类学校综合素质教育中极其重要的内容。

本书自第1版出版以来,已被许多高校用做计算机基础教学课程的教材,取得了良好的教学效果,得到了教师和学生的好评。同时,在近几年的教学过程中,我们发现教材中仍存在不足之处。因此,在本书再版之际,针对学生的特点,在内容的编排和叙述、例题和实验的选择等方面作了进一步的改进。新版教材加强了计算机编码、网络技术和多媒体技术应用方面的知识,增加了计算与计算思维、科技创新三大思维、算法、软件工程基础等内容。教材力图反映计算机科学领域的最新科技成果,让学生了解计算机的基本概念和计算机技术的发展,熟悉和掌握利用计算机技术进行问题求解的基本方法,把握计算机技术所带来的发展机遇。

本书的每一章都是以尽可能反映当前应用基础软件的普及性和最新潮流,吸收当前国内外最新的实用软件的精华,参考当前国内外最新资料,并根据作者多年的教学经验进行编写的。

全书分为理论篇和实验篇。理论篇共分5章,第1章为计算机与计算思维,介绍计算机技术发展进程与科技创新的三大思维、计算机及系统的基本知识,是读者必须学习和了解的基本原理和常识;第2章为计算机软件应用基础,介绍 Windows 7 操作系统和 Office 2010 办公软件的主要功能与基本操作;第3章为计算机网络技术与应用,介绍网络基础知识、网络协议和 Internet 的应用。第4章为数据库技术基础及其应用,介绍数据库技术的基本概念、发展和 Access 数据库的基本应用;第5章为多媒体技术基础,介绍多媒体硬件、软件的基本知识,多媒体音频技术及应用,多媒体图形图像技术及应用,多媒体视频技术及应用,多媒体动画技术及应用等。实验篇共有7个项目,每个项目以 Windows 7 操作系统为平台,从了解和使用计算机入手,安排了认识和熟悉计算机、Internet 应用、文字处理、电子幻灯片制作、电子表格处理、数据库基本操作和多媒体技术应用等实验。

《大学计算机基础(第3版)》的作者都是工作在计算机基础教学第一线并具有多年教学经验的骨干教师。其中,理论篇第1章由黄晓涛编写;第2章由阙向红编写;第3章由胡兵编写;第4章由兰顺碧编写;第5章由李战春编写。实验篇由黄晓涛、李亦松、江敏、吴霞编写。理论篇由兰顺碧和李战春负责统稿。实验篇由兰顺碧和江敏负责统稿。

本书在修订过程中得到了华中科技大学网络与计算中心领导和计算机基础教研室教师的关心、支持和帮助,许多老师为再版提出了宝贵的意见和建议,在此表示由衷的感谢。

由于计算机学科知识和技术更新快,新技术和新软件不断出现和更新,加之时间紧迫,编者水平有限,书中难免会出现许多不尽如人意之处和未发现的错误,敬请读者批评指正。

编者

2012年7月

目 录

上篇 理 论 篇

第 1 章 计算机与计算思维.....1

1.1 计算与计算思维.....1

1.1.1 计算思维.....1

1.1.2 科技创新三大思维.....2

1.2 可计算性和算法.....4

1.2.1 图灵与图灵机.....5

1.2.2 算法.....6

1.2.3 问题求解基本步骤.....7

1.3 计算机概述.....8

1.3.1 计算机发展.....8

1.3.2 计算机分类.....10

1.3.3 计算机发展趋势.....12

1.3.4 计算机特点.....13

1.3.5 计算机应用.....13

1.4 计算机基础知识.....15

1.4.1 计算机系统组成与工作原理.....15

1.4.2 计算机数制与编码系统.....17

1.5 微型计算机硬件系统.....25

1.5.1 微型计算机硬件系统.....25

1.5.2 微型计算机主机系统.....26

小结.....35

习题.....36

第 2 章 计算机软件应用基础.....38

2.1 系统软件——操作系统概述.....38

2.1.1 操作系统定义与发展.....38

2.1.2 操作系统分类.....40

2.1.3 操作系统特征.....40

2.2 几种常见的桌面操作系统.....41

2.2.1 Windows 7 操作系统.....41

2.2.2 Linux 操作系统.....42

2.2.3 苹果操作系统.....42

2.2.4 安卓操作系统.....42

2.3 Windows 7 操作系统的功能.....43

2.3.1 进程与处理器管理.....43

2.3.2 存储管理.....44

2.3.3 设备管理.....47

2.3.4 文件管理.....49

2.4 操作系统的用户界面.....59

2.5 常用应用软件.....61

2.5.1 文字处理软件.....61

2.5.2 电子表格软件.....92

2.5.3 PowerPoint 幻灯片演示文稿.....131

小结.....148

习题.....148

第 3 章 计算机网络技术与应用.....150

3.1 网络基础知识.....150

3.1.1 网络概述.....150

3.1.2 网络的组成与分类.....153

3.1.3 网络设备及传输介质.....155

3.1.4 局域网基础.....159

3.1.5 网络协议与体系结构.....162

3.2 Internet 基础知识.....163

3.2.1 Internet 概述.....163

3.2.2 Internet 特点.....164

3.2.3 Internet 协议.....165

3.2.4 IPv4 地址	166	4.4.4 维护表	216
3.2.5 IPv6 协议	168	4.4.5 查询	218
3.2.6 域名系统	169	4.5 Access 数据库的窗体和报表	222
3.3 Internet 应用	170	4.5.1 创建窗体	222
3.3.1 接入 Internet	170	4.5.2 创建报表	223
3.3.2 浏览器设置与使用	172	小结	226
3.3.3 万维网	174	习题	226
3.3.4 电子邮件	176	第 5 章 多媒体技术基础及应用	228
3.3.5 文件传输	180	5.1 多媒体基本概念及应用	228
3.3.6 搜索引擎的应用	181	5.1.1 媒体和多媒体	228
3.4 网络安全基础	184	5.1.2 多媒体特征与关键技术	229
3.4.1 网络安全概述	184	5.1.3 多媒体技术的发展与应用	231
3.4.2 计算机病毒	185	5.2 多媒体音频技术及应用	232
小结	188	5.2.1 音频基本原理	232
习题	189	5.2.2 数字化声音的技术基础	233
第 4 章 数据库技术基础知识	190	5.2.3 音频处理软件 Adobe Audition 的应用	235
4.1 数据库的基本概念	190	5.3 多媒体图形图像技术及应用	240
4.1.1 数据、数据处理和信息	190	5.3.1 图形图像的基本概念	240
4.1.2 数据库系统	191	5.3.2 图形图像处理软件 Photoshop 的应用	242
4.1.3 数据库技术的发展	194	5.4 多媒体视频技术及应用	247
4.2 数据模型	197	5.4.1 视频技术的基础知识	247
4.2.1 数据模型的组成要素	197	5.4.2 视频处理软件 Windows Live 影音制作的应用	250
4.2.2 数据模型的分类	197	5.5 多媒体动画技术及应用	252
4.3 结构化查询语言	203	5.5.1 动画的技术基础	252
4.3.1 SELECT 语句	204	5.5.2 动画处理软件 Flash 的应用	254
4.3.2 SELECT 语句应用	205	小结	260
4.4 Access 数据库的建立和维护	205	习题	260
4.4.1 Access 数据库的系统结构	206		
4.4.2 建立数据库和表	208		
4.4.3 建立表之间的关系	213		

下篇 实 验 篇

项目一 认识和熟悉计算机	262	项目二 Internet 应用	266
--------------------	-----	-----------------------	-----

实验 1 信息的搜索.....	266	实验 3 Excel 的数据管理与分析.....	299
实验 2 电子邮件和即时通信软件的使用.....	268	项目六 Access 数据库.....	303
实验 3 文件的上传和下载.....	276	实验 1 数据库及表对象的创建.....	303
项目三 文字处理工具.....	279	实验 2 数据查询.....	310
实验 1 Word 的基本操作.....	279	实验 3 窗体及报表的创建.....	316
实验 2 插入形状、公式和艺术字.....	283	项目七 多媒体技术应用.....	321
项目四 电子幻灯片.....	286	实验 1 音频处理实验.....	321
实验 演示文稿的制作.....	286	实验 2 Photoshop 的使用.....	324
项目五 电子表格 Excel.....	291	实验 3 Flash 动画制作.....	331
实验 1 Excel 输入和公式的使用.....	291	实验 4 Windows Live 影音制作.....	339
实验 2 Excel 图表使用.....	295	参考文献.....	343

上篇 理 论 篇

第 1 章

计算机与计算思维

计算机是 20 世纪人类最杰出的发明之一。今天，计算机已深入人类社会的各个领域，应用于多种不同的专业，成为强有力的、不可替代的助手和工具。本章介绍计算机的基础知识，包括计算机系统的组成、计算机的工作原理、数制和码制、微型计算机系统等。同时为了有意识地培养学生的计算思维能力，了解计算思维的重要性，本章还简单介绍了计算的概念、计算思维、可计算性和算法等基础知识。

1.1 计算与计算思维

计算是人类文明最古老而又最时新的成就之一。从远古的手指计数、结绳计数到中国古代的筹算计算、算盘计算，再到近代西方的耐普尔骨牌计算及巴斯卡计算器等机械计算，直至现代的电子计算机计算，计算方法及计算工具的无限发展与巨大作用使计算在人类科技史上占有重要的地位。众所周知的高科技医疗器械 CT 就是 X 射线技术与计算技术相结合的创新，其理论的首创者和器械的首创者共同获得了 1979 年诺贝尔医学和生理学奖。其他与计算有关的诺贝尔奖获得者还有：威尔逊因重整群方法获 1982 年诺贝尔物理学奖，克鲁格因生物分子结构理论获 1982 年化学奖，豪普曼因 X 光晶体结构分析方法获 1985 年化学奖，科恩与波普尔因计算量子化学方法获 1998 年化学奖。而闻名遐迩的中国科学大师华罗庚的“华-王方法”、冯康的有限元方法以及吴文俊的“吴方法”，也均是与计算有关的重大科学创新。如今，计算水平已成为衡量国家科技实力与产业发展的重要标志之一，同时计算也已作为一种思维方式，成为人类科学思维的重要组成部分，并成为哲学认识论长盛不衰的研究对象。

“计算”这个词从狭义来说，是根据已知量算出未知量，从广义上说，是一个可以领会却又难于言表的概念，是考虑或谋虑，可以理解为该怎么办。电子数字计算机的出现和计算机科学的发展泛化了这个概念。无论是过去、现在还是将来，计算始终都是人类基本思维活动和行为方式的主要方面之一，也是人们认识世界与改造世界的基本方法，主要是用数学或逻辑的方法来决定事情的处理过程。所以，计算思维无论是由人还是机器执行，都是建立在计算处理的能力和限制之上的。

1.1.1 计算思维

计算思维（Computational Thinking, CT）是美国 Carnegie Mellon 大学计算机科学教授周以真

女士于 2006 年提出的。计算思维是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计以及人类行为理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动。计算思维代表着一种普遍的态度和一类普适的能力,不仅是计算机科学家,每一个人都应热心学习和运用它。

目前大家认可的计算思维具有以下特征。

(1) 计算思维是概念化的抽象思维,而不只是程序设计。计算机科学不只是等于计算机编程。像计算机科学家那样去思维意味着不仅能为计算机编程,还要求对事物能够在抽象的多个层次上思维。

(2) 计算思维是基本的,而不是刻板的技术。基本技能是每一个人为了在现代社会中发挥自我能力所必须掌握的,刻板的技术意味着机械的重复。而当计算机像人类一样思考之后,思维就变成机械的了。

(3) 计算思维是人的,而不是计算机的思维方式。计算思维是人类求解问题的一条途径,但绝非要使人像计算机那样地思考。计算机枯燥且沉闷,人类聪颖且富有想象力。是人类赋予计算机激情,设计了计算设备,人就能用自己的智慧去解决那些在计算机时代之前不敢尝试的问题,实现“只有想不到,没有做不到”的境界。

(4) 计算思维数学和工程思维的互补与融合。计算机科学在本质上源自数学思维,因此像所有的科学一样,其形式化基础建筑于数学之上。计算机科学又从本质上源自工程思维,因为我们建造的是能够与实际世界互动的系统,基本计算设备的限制迫使计算机科学家必须计算性地思考,不能只是数学性地思考。构建虚拟世界的自由使我们能够设计超越物理世界的各种系统。

(5) 计算思维是思想,而不是人造物。不只是我们生产的软件硬件等人造物将以物理形式到处呈现,并时时刻刻触及我们的生活,更重要的是还将有我们用以接近和求解问题、管理日常生活、与他人交流和互动的计算概念。

(6) 计算思维面向所有的人,所有地方。当计算思维真正融入人类活动的整体以至于不再表现为一种显式哲学的时候,它就将成为一种现实。

(7) 计算思维关注依旧亟待理解和解决的智力上极有挑战性并且引人入胜的科学问题。这些问题和解答仅仅受限于我们自己的好奇心和创造力。一个人可以主修英语或者数学,接着从事各种各样的职业;计算机科学也一样,一个人可以主修计算机科学,接着从事医学、法律、商业、政治,以及任何类型的科学和工程,甚至艺术工作。

计算机科学的教授应当为所有大学新生开一门“怎样像计算机科学家一样思维”的课程,而不仅仅是计算机科学专业的学生。我们应当使进入大学之前的学生接触计算的方法和模型。我们应当设法激发公众对计算机领域科学探索的兴趣,而不是悲叹对其兴趣的衰落或者哀泣其研究经费的下降。所以,我们应当传播计算机科学的快乐、崇高和力量,致力于使计算思维成为常识。

1.1.2 科技创新三大思维

科学界一般认为,科学方法分为理论、实验和计算三大类。与三大科学方法相对的是三大科学思维:理论思维以数学为基础,实验思维以物理等学科为基础,计算思维则以计算机科学为基础,如图 1.1 所示。

1. 理论思维

理论源于数学,理论思维支撑着所有的学科领域。正如数学一样,定义是理论思维的灵魂,定理和证明则是它的精髓。公理化方法是最重要的理论思维方法,科学界一般认为,公理化方法是世界科学技术革命推动的源头。用公理化方法

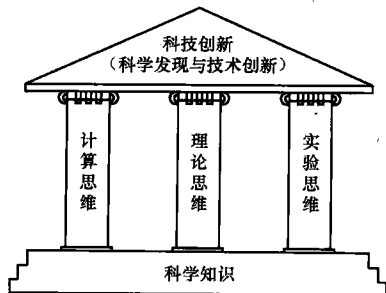


图 1.1 科技创新的思维方式构架

构建的理论体系称为公理系统，如欧氏几何。公理系统需要满足以下3个条件。

(1) 无矛盾性。这是公理系统的科学性要求，它不允许在一个公理系统中出现相互矛盾的命题，否则这个公理系统就没有任何实际的价值。

(2) 独立性。公理系统所有的公理都必须是独立的，即任何一个公理都不能从其他公理推导出来。

(3) 完备性。公理系统必须是完备的，即从公理系统出发，能推出（或判定）该领域所有的命题。

为了保证公理系统的无矛盾性和独立性，一般要尽可能使公理系统简单化。简单化将使无矛盾性和独立性的证明成为可能，简单化是科学研究追求的目标之一。一般而言，正确的一定是简单的。

关于公理系统的完备性要求，自哥德尔发表关于形式系统的“不完备性定理”的论文以来，数学家们对公理系统的完备性要求大大放宽了。也就是说，能完备更好，即使不完备，同样也具有重要的价值。

以理论为基础的学科主要是指数学，数学是所有学科的基础。

2. 实验思维

实验思维的先驱应当首推意大利著名的物理学家、天文学家和数学家伽利略，他开创了以实验为基础具有严密逻辑理论体系的近代科学，被人们誉为“近代科学之父”。爱因斯坦为之评论：“伽利略的发现，以及他所用的科学推理方法，是人类思想史上最伟大的成就之一，而且标志着物理学的真正开端。”

一般来说，伽利略的实验思维方法可以分为以下3个步骤：

① 先提取从现象中获得的直观认识的主要部分，用最简单的数学形式表示出来，以建立量的概念；

② 再由此使用数学方法导出另一易于实验证实的数量关系；

③ 然后通过实验证实这种数量关系。

与理论思维不同，实验思维往往需要借助于某些特定的设备（科学工具），并用它们来获取数据以供以后的分析。例如，伽利略就不仅设计和演示了许多实验，而且还亲自研制实验设备。

以实验为基础的学科有物理、化学、地学、天文学、生物学、医学、农业科学、冶金、机械，以及由此派生出的众多学科。

在实验思维中，有一个至关重要的核心内容，那就是实验思维往往要借助于特定的设备和环境来进行。例如，一般情况下，用一个网眼大小在10cm以上的网来捕鱼，不管经过多少次的认真实践，都会得到“在捕鱼区域内没有小于10cm的鱼”这样的结论。所以，对于实验思维来说，最为重要的事情就是设计、制造实验仪器和追求理想的实验环境。

3. 计算思维

计算思维是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计以及人类行为理解的涵盖了计算机科学的一系列思维活动。

① 计算思维是通过约简、嵌入、转化、仿真等方法，把一个看来困难的问题重新阐释成一个对已知问题怎样解决的思维方法。

② 计算思维是一种递归思维，是一种并行处理，是一种把代码译成数据又能把数据译成代码的多维分析推广的类型检查方法。

③ 计算思维是一种采用抽象和分解来控制庞杂的任务，或进行巨大复杂系统设计的方法，是基于关注点分离的方法（SoC方法）。

④ 计算思维是一种选择合适的方式去陈述一个问题，或对一个问题的相关方面建模使其易于处理的思维方法。

⑤ 计算思维是按照预防、保护及通过冗余、容错、纠错的方式，从最坏情况进行系统恢复的一种思维方法。

⑥ 计算思维是利用启发式推理寻求解答，即在不确定情况下的规划、学习和调度的思维方法。

⑦ 计算思维是利用海量数据来加快计算，在时间和空间之间、在处理能力和存储容量之间进行折中的思维方法。

计算思维吸取了解决问题所采用的一般数学思维方法，现实世界中巨大复杂系统的设计与评估的一般工程思维方法，以及复杂性、智能、心理、人类行为的理解等的一般科学思维方法。

计算思维最根本的内容，即其本质是抽象（Abstraction）和自动化（Automation）。计算思维中的抽象完全超越物理的时空观，并完全用符号来表示，数字抽象只是其中的一类特例。

数学抽象的重要特点是抛开现实事物的物理、化学、生物学等特性，而仅保留其量的关系和空间的形式。与数学和物理科学相比，计算思维中的抽象显得更为丰富，也更为复杂。堆栈（Stack）是计算学科中常见的一种抽象数据类型，这种数据类型就不能像数学中的整数那样进行简单的相加。算法也是一种抽象，也不能将两个算法放在一起来实现一个并行算法。同样，程序也是一种抽象，这种抽象也不能随意“组合”。不仅如此，计算思维中的抽象还与其在现实世界中的最终实施有关。因此，就不得不考虑问题处理的边界，以及可能产生的错误。在程序的运行中，如果磁盘满、服务没有响应、类型检验错误，甚至出现危及人生命的严重状况时，还要知道如何处理。

抽象层次是计算思维中的一个重要概念，它使人们可以根据不同的抽象层次有选择地忽略某些细节，最终控制系统的复杂性；在分析问题时代，计算思维要求人们将注意力集中在感兴趣的抽象层次或其上下层。

计算思维中的抽象最终是要能够利用机器一步步自动执行。为了确保机器的自动化，就需要在抽象的过程中进行精确而严格的符号标记和建模，同时也要求计算机系统或软件系统生产厂家能够提供各种不同抽象层次之间的翻译工具。

计算机科学在本质上源自数学思维，因为像所有的科学一样，它的形式化基础构建于数学之上。计算机科学又从本质上源自工程思维，因为人们建造的是能够与实际世界互动的系统，基本计算设备的限制迫使计算机科学家必须计算性地思考，而不能只是数学性地思考。构建虚拟世界的自由使人们能够超越物理世界的各种系统。数学和工程思维的互补与融合很好地体现在抽象、理论和设计3个形态（或过程）上。

1.2 可计算性和算法

可计算性是指一个实际问题是否可以使用计算机来解决。可计算性理论是研究计算的一般性质的数学理论，也称算法理论或能行性理论。它通过建立计算的数学模型（如抽象计算机），精确区分哪些是可计算的，哪些是不可计算的。计算的过程就是执行算法的过程。可计算性理论的重要课题之一是将算法精确化。算法概念精确化的途径很多，其中之一是通过定义抽象计算机，把算法看做抽象计算机的程序。通常把那些存在算法计算其值的函数叫作可计算函数。因此，可计算函数的精确定义为：能够在抽象计算机上编出程序并计算其值的函数。图灵机就是一种在理论

计算机科学中广泛采用的抽象计算机，它是图灵在 1936 年提出的，用于精确描述算法的特征。可用一个图灵机来计算其值的函数是可计算函数，找不到用图灵机来计算其值的函数是不可计算函数。可以证明，存在一个图灵机 U ，它可以模拟任何其他的图灵机。这样的图灵机 U 称为通用图灵机。通用图灵机正是后来出现的存储指令的通用数字计算机的理论原型。

可计算性理论是算法设计与分析的基础，也是计算机科学的理论基础。可计算性是函数的一个特性。设函数 f 的定义域是 D ，值域是 R ，如果存在一种算法，对 D 中任意给定的 x ，都能计算出 $f(x)$ 的值，则称函数 f 是可计算的。建立计算的数学模型是可计算性理论的中心问题。在可计算性理论中，将问题分成可计算的和不可计算的：在计算复杂性理论中，目标是把可计算的问题分成简单的和困难的，研究的是算法的时间复杂性和空间复杂性，主要解决算法的效率思维。

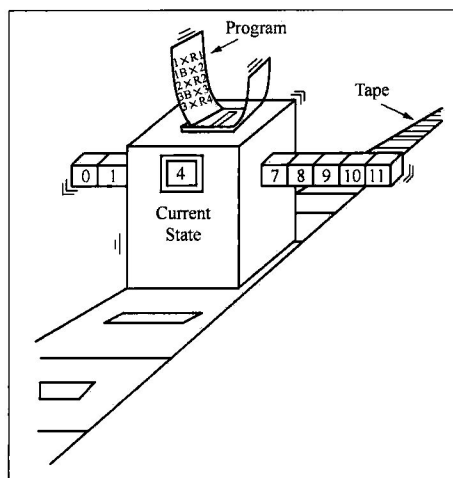
1.2.1 图灵与图灵机

1936 年，年仅 24 岁的英国人图灵（见图 1.2(a)）发表了著名的《论应用于决定问题的可计算数字》一文，提出一种抽象的计算模型——图灵机（Turing Machine）。基本思想是用机器来模拟人用纸笔进行数字运算的过程，可用图灵机来计算其值的函数称为可计算的函数，否则称为不可计算的函数。可以证明，存在一个图灵机 U ，它可以模拟任何其他的图灵机，这样的图灵机 U 称为通用图灵机。通用图灵机正是后来出现的存储指令的通用数字计算机的理论原型。

它有一条无限长的纸带，纸带分成了一个一个小方格，每一格上可书写一个给定字母表上的符号。带子起着存储器的作用，如图 1.2 (b) 所示。有一个机器头在纸带上移来移去。机器头有一组内部状态（如 start、add、halt 等），还有一些固定的程序。在每个时刻，机器头都要从当前纸带上读入一个方格信息，然后结合自己的内部状态查找程序表，根据程序输出信息到纸带方格上，并转换自己的内部状态，然后进行移动。



(a) 图灵



(b) 图灵机

图 1.2 图灵与图灵机

这就是计算机史上与“冯·诺依曼机器”齐名的“图灵机”。这个概念如此简单的机器，理论上却可以计算任何直观的可计算函数。图灵在设计了上述模型后提出，凡可计算的函数都可用这样的机器来实现，这就是著名的图灵论题。现在图灵论题已被当成公理一样在使用着。

半个多世纪以来，数学家提出的各种各样的计算模型都被证明是和图灵机等价的。1945 年，图灵到英国国家物理研究所工作，并开始设计自动计算机。1950 年，图灵发表了题为《计算机能

思考吗?》的论文,给人工智能下了一个定义,而且论证了人工智能的可能性。1951年,他被选为英国皇家学会会员。

1.2.2 算法

算法可以理解为由基本运算及规定的运算顺序所构成的完整的解题步骤。或者看成按照要求设计好的有限的确切的计算序列,并且这样的步骤和序列可以解决一类问题。算法不等于程序,也不等于计算机方法,程序的编制不可能优于算法的设计。

算法是一组严谨地定义运算顺序的规则,每一个规则都是有效的,是明确的,此顺序将在有限的次数下终止。算法的特征如下。

① 可行性:算法中描述的操作都可以通过已经实现的基本运算执行有限次来实现。

② 确定性:算法中每一步骤都必须有明确定义,不允许有模棱两可的解释,不允许有多义性。

③ 有穷性:算法必须能在有限的时间内做完,即能在执行有限个步骤后终止,包括合理的执行时间的含义。

④ 输入(Input):一个算法有0个或多个输入,以刻画运算对象的初始情况,所谓0个输入是指算法本身定出了初始条件。

⑤ 输出(Output):一个算法有一个或多个输出,以反映对输入数据加工后的结果。没有输出的算法是毫无意义的。

1. 算法的基本要素

一个算法由两种基本要素组成:一是对数据对象的运算和操作;二是算法的控制结构。

(1) 对数据对象的运算和操作。在计算机系统中,基本的运算和操作有以下4类。

① 算术运算:主要包括加、减、乘、除等运算。

② 逻辑运算:主要包括“与”、“或”、“非”等运算。

③ 关系运算:主要包括“大于”、“小于”、“等于”、“不等于”等运算。

④ 数据传输:主要包括赋值、输入、输出等操作。

(2) 算法的控制结构。一个算法的功能不仅取决于所选用的操作,而且还与各操作之间的执行顺序有关。算法中各操作之间的执行顺序称为算法的控制结构。一个算法一般都可以由顺序、选择、循环3种基本控制结构组合而成。描述算法的工具具有自然语言、传统流程图、PAD图、N-S图和伪代码等。

2. 算法设计基本方法

计算机解题的过程实际上是在实现某种算法,这种算法称为计算机算法。下面介绍几种常用的计算机算法。

(1) 列举法。列举法是针对待解决的问题,列举所有可能的情况,并用问题中给定的条件来检验哪些是满足条件的,哪些是不满足条件的。其特点是原理比较简单,但当列举的可能情况较多时,执行列举算法的工作量将会很大。

(2) 归纳法。归纳法是从特殊到一般的抽象过程。通过分析少量的特殊情况,找出一般的关系。归纳法比列举法更能反映问题的本质,并且可以解决无限列举量的情况。但是归纳法不容易实现。

(3) 递推。递推是指从已知的初始条件出发,逐步推出所要求的各个中间结果和最后结果。递推本质上属于归纳法,递推关系式通常是归纳的结果。

(4) 递归。递归是指一个对象部分地由它自己来定义。递归分为直接递归与间接递归两种。如果一个算法 A 显式地调用自己则称为直接递归；如果算法 A 调用另一个算法 B，而算法 B 又调用算法 A，则称为间接递归调用。

(5) 回溯法。通过对待解决的问题进行分析，找出一个解决问题的线索，然后根据这个线索进行探测，若探测成功便可得到问题的解，若探测失败，就要逐步回退，改换别的路径进一步探测，直到问题得到解答或问题最终无解。

3. 算法复杂度

我们可以在算法运行之前，通过分析算法复杂度对算法进行评估。算法复杂度可以分为空间复杂度和时间复杂度。

(1) 算法的空间复杂度。算法的空间复杂度是对算法所需存储空间的度量。

一个上机执行的程序需要存储空间来存储本身所用指令、常数、变量和输入数据。另外，还需要一些额外空间，如程序执行过程中的工作单元以及某种数据结构所需要的附加存储空间。

(2) 算法的时间复杂度。所谓算法的时间复杂度，是指执行算法所需要的计算工作量。通常，一个算法所用的时间等于编译时间加上运行时间。可以用算法在执行过程中所需基本运算的执行次数来度量算法的工作量。

算法所执行的基本运算次数还与问题的规模有关。例如，两个 10 阶矩阵相乘与两个 5 阶矩阵相乘，所需要的基本运算次数显然是不同的，前者需要更多的运算次数。因此，在分析算法的工作量时，还必须对问题的规模进行度量。可见，算法的时间复杂度应该为问题规模的某个函数。

1.2.3 问题求解基本步骤

计算机学科为计算机有关问题的求解提供了基本的框架，而问题的求解则必须遵循一些基本的步骤。例如，一般问题求解可以归纳为 4 个主要步骤：理解问题、制定计划、执行计划、反思展望。

1. 理解问题

理解问题即弄清问题的意思，以及问题中涉及的术语、词汇的含义，分清问题中的条件和结论等。

- ① 你是否能用你自己的话说明问题？
- ② 什么是你要解决的问题？目标是什么？
- ③ 你在问题描述中获取了什么已知信息？什么是未知的？
- ④ 所获取的信息是有用的还是无用的？

2. 制定计划

在理解问题的基础上，运用有关的数学模型和方法拟订出解决问题的思路和方法。下面列出一些策略，它们虽然并不完备，但有时是非常有用的。

- ① 寻找一种解决问题的方法和模式，判断是否能建立相应的数学模型。
- ② 判断问题是否可计算，如果是可计算问题，考虑有哪些计算机学科的核心概念可以应用。
- ③ 研究相关问题，并确定是否可以用其他方法和技术解决。
- ④ 研究问题的简单或特殊情况，获得一个对原问题的解决方案。
- ⑤ 比较不同的解决方案，选择一个效率最优的解决方案。
- ⑥ 使用猜测和检验方法。
- ⑦ 逆向求解。

⑧ 确定是否有子目标。

3. 执行计划

把已制定的计划具体地进行实施。

① 实施在第2步提出的计划,并执行任何必要的动作或计算。

② 检查计划的每个执行步骤。这可能是一个直观的检查或验证。

③ 保持执行过程的准确记录。

4. 反思展望

对整个解题过程进行必要的检查和反思,也包括检验得到的答案是否适合和符合问题的实际,思考对原来的解法方案进行改进或尝试用不同的方法进行举一反三等。

① 在原问题中检查结果。

② 根据原始问题解读解决方案。你的答案是否有意义?是否合理?

③ 再次确定是否有其他更好的求解方法。

④ 如果可能,确定其他相关或更一般的问题,也可以用该技术进行解决。

1.3 计算机概述

计算机从诞生至今已有半个多世纪,计算机的出现和广泛应用有力地推动了社会信息化的进程。在21世纪,掌握以计算机为核心的信息技术的基础知识和应用能力是现代大学生必备的基本素质。

1.3.1 计算机发展

1946年2月,世界上第一台电子数字计算机在美国宾夕法尼亚大学诞生,取名为ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator),它是一台电子数字积分计算机,用于美国陆军部的弹道研究室。这台计算机共用了17468个真空管、7200个二极管、70000个电阻器、10000个电容器、1500个继电器,重量超过30t,占地面积167m²,每小时耗电140kW,计算速度为每秒5000次加法运算。用现在的眼光来看,这是一台耗资巨大、功能不完善而且笨重的庞然大物。然而,它的出现却是人类科学技术发展史上的一个伟大的创造,它使人类社会从此进入了电子计算机时代。

计算机的发展经历了大型计算机、微型计算机和计算机网络等不同阶段。在计算机不同的发展阶段,起决定性作用的是电子元器件。所以,计算机发展阶段通常是按照计算机中主要功能部件所采用的电子器件(逻辑元件)的不同来划分的。一般将计算机的发展分为4个阶段,习惯上称为四代。每一代计算机在技术上都有新的突破,在性能都有质的飞跃。

(1) 第一代电子计算机。第一代电子计算机是电子管计算机(1946~1958年)。采用电子管作为基本器件,软件方面确定了程序设计的概念,出现了高级语言的雏型。特点是体积大、耗能高、速度慢(一般每秒数千次至数万次)、容量小、价格昂贵。主要用于军事和科学计算。这为计算机技术的发展奠定了基础,其研究成果扩展到民用,形成了计算机产业。这一代电子计算机的代表机型有IBM 650和IBM 709。

(2) 第二代电子计算机。第二代电子计算机是晶体管计算机(1958~1964年)。采用晶体管作为基本器件。软件方面出现了一系列的高级程序设计语言(如Fortran、Cobol等),并提出了操作

系统的概念。计算机设计出现了系列化的思想。特点是：体积缩小，能耗降低，寿命延长，运算速度提高（一般每秒为数十万次，最高可达每秒 300 万次），可靠性提高，价格不断下降。应用范围也进一步扩大，从军事与尖端技术领域延伸到气象、工程设计、数据处理以及其他科学研究领域。这一代电子计算机的代表机型有 IBM 7090。

（3）第三代电子计算机。第三代电子计算机是集成电路计算机（1964~1970 年）。采用中、小规模集成电路（IC）作为基本器件。软件方面出现了操作系统以及结构化、模块化程序设计方法。软、硬件都向通用化、系列化、标准化的方向发展。计算机的体积更小，寿命更长，能耗、价格进一步下降，而速度和可靠性进一步提高，应用范围进一步扩大。这一代电子计算机的代表机型有 IBM 360。

（4）第四代电子计算机。第四代电子计算机称为大规模和超大规模集成电路计算机（1970 年至今）。计算机逻辑器件采用了大规模集成电路（Large Scale Integration, LSI）和超大规模集成电路（Very Large Scale Integration, VLSI）技术。例如 80386 微处理器，在面积约为 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的单个芯片上可以集成大约 32 万个晶体管。中央处理器高度集成化是这一代计算机的主要特征。内存储器采用半导体集成电路，外存储器为磁盘、光盘，无论是外存还是内存，存取速度和存储容量都有了很大的提升，运算速度可以达到每秒钟几百万次至上亿次。美国 ILLIAC-IV 计算机是第一台全面使用大规模集成电路作为逻辑元件和存储器的计算机，它标志着计算机的发展已到了第四代。

第四代计算机的另一个重要分支是以大规模、超大规模集成电路为基础发展起来的微处理器和微型计算机。微型计算机大致经历了 4 个阶段。

第一阶段是 1971~1973 年，微处理器有 4004、4040、8008。1971 年，Intel 公司研制出 MCS4 微型计算机（CPU 为 4040，四位机）。后来又推出以 8008 为核心的 MCS-8 型。

第二阶段是 1973~1977 年，微型计算机的发展和改进阶段。微处理器有 8080、8085、M6800、Z80。初期产品有 Intel 公司的 MCS-80 型（CPU 为 8080，八位机）。后期有 TRS-80 型（CPU 为 Z80）和 APPLE-II 型（CPU 为 6502），在 80 年代初期曾一度风靡世界。

第三阶段是 1978~1983 年，十六位微型计算机的发展阶段，微处理器有 8086、8088、80186、80286、M68000、Z8000。微型计算机代表产品是 IBM-PC（CPU 为 8086）。本阶段的顶峰产品是 Apple 公司的 Macintosh（1984 年）和 IBM 公司的 PC/AT286（1986 年）微型计算机。

第四阶段便是从 1983 年开始的 32 位微型计算机的发展阶段。微处理器相继推出 80386、80486。386、486 微型计算机是初期产品。1993 年，Intel 公司推出了 Pentium 或称 P5（中文译名为“奔腾”）的微处理器，它具有 64 位的内部数据通道。

由此可见，微型计算机的性能主要取决于它的核心器件——微处理器（CPU）的性能。

在这一阶段，计算机技术发展迅速，操作系统不断完善，出现了分布式操作系统、网络操作系统、多媒体系统，在社会应用需求的驱动下，数据库技术、人工智能技术和网络通信技术得到长足发展，软件产业成为新兴的高科技产业，计算机应用拓展到社会生活的各个领域，计算机的发展进入了计算机网络多媒体时代。

（5）未来计算机。计算机中最重要的核心部件是芯片，芯片制造技术的不断进步是 50 年来推动计算机技术发展的最根本的动力。现在看来可能的技术至少有 5 种：超导技术、纳米技术、光技术、生物技术和量子技术。应用这些技术的计算机从目前来看达到实用的可能性还很小，但是这些技术具有引发计算机技术革命的潜力，超导计算机、光计算机、生物计算机、分子计算机和量子计算机逐渐成为了人们研究的焦点。目前推出的一种新的超级计算机采用世界上速度最快

的微处理器之一，并通过一种创新的水冷系统进行冷却。IBM 公司 08-27 宣布，他们的科学家已经制造出世界上最小的计算机逻辑电路，也就是一个由单分子碳组成的双晶体管元件。这一成果将使未来的电脑芯片变得更小，传输速度更快，耗电量更少。

1.3.2 计算机分类

计算机分类可以从不同的角度划分，按照其用途可分为通用计算机和专用计算机。按照 1989 年由 IEEE 科学巨型机委员会提出的运算速度分类法，可分为巨型机、大型机、小型机、工作站和微型计算机。按照所处理的数据类型，可分为模拟计算机、数字计算机和混合型计算机等。

通常，人们用“分代”来表示计算机在纵向历史中的发展情况，而用“分类”来说明计算机在横向的不同领域的发展、分布和使用情况。目前，国内外计算机界以及各类教科书中大都是采用国际上沿用的分类方法，即根据美国电气和电子工程师协会（IEEE）于 1989 年 11 月提出的标准来划分的，一般把计算机划分为巨型机、大型主机、小型机、工作站和个人计算机等几种类型。最常用的类型有以下几种。

（1）巨型机。巨型机（SuperComputer）也称为超级计算机，通常是指由数百数千甚至更多的处理器（机）组成的、能计算普通 PC 和服务器的不能完成的大型复杂课题的计算机。在所有计算机类型中，其占地面积最大，价格最贵，功能最强，浮点运算速度最快。成为超级计算机的标志性指标有：计算机的运算速度平均每秒 1 000 万次以上；存储容量在 1 000 万位以上。超级计算机速度以每秒的浮点运算“FLOPS”来作度量单位。其主要用来承担重大的科学研究、国防尖端技术和国民经济领域的大型计算课题及数据处理任务。如大范围天气预报、卫星照片整理、原子核物的探索，以及研究洲际导弹、宇宙飞船等。

超级计算机技术已不再是一个新鲜的话题，美国 IBM、日本 NEC、中国国家并行计算机工程技术研究中心都已推出自己的超级计算机，近 5 年来全球最快的超级计算机见表 1.1。

表 1.1

近 5 年的超级计算机

年份	超级计算机	FLOPS（实测性能）	地点
2008 年	IBMRoadrunner	1.026 PFLOPS	美国新墨西哥州洛斯阿拉莫斯国家实验室
2009 年	CrayXT5	2.331 PFLOPS	美国橡树岭国家实验室
2010 年	天河一号（TH-1）	2.507 PFLOPS	中国天津国家超级计算中心
2011 年	京（K Computer）	8.160 PFLOPS	富士通/日本理化研究所
2012 年	T-blade1.1	70.41 GFLOPS	哈萨克斯坦/阿里·法拉比国立大学

自 1976 年美国克雷公司推出世界上首台运算速度达每秒 2.5 亿次的超级计算机以来，突出表现国家科技实力的超级计算机，堪称集万千宠爱于一身的高科技宠儿，在诸如天气预报、生命科学的基因分析、核工业、军事、航天等高科技领域大展身手，让各国科技精英竞折腰，目前，各国都在着手研发亿亿级超级计算机。

（2）大型主机。大型主机（Mainframe）也称大型计算机，使用专用的处理器指令集、操作系统和应用软件。其特点是大型、通用，具有很强的处理和管理能力，标志性指标有：无与伦比的 I/O 处理能力，以及大尺寸和使用液体冷却处理器阵列。一般用于大型事务处理系统。今日而言，大型主机在 MIPS（每秒百万指令数）已经不及微型计算机（microcomputer），但是它的 I/O 能力、非数值计算能力、稳定性、安全性却是微型计算机所望尘莫及的。目前生产大型主机的企业有 IBM 和 UNISYS。IBM 生产的大型机在其服务器产品线中被列为 Z 系列。该系列