



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 计算机科学导论——思想与方法 (第3版)

Introduction to Computer Science: Thinking and Methods *Third Edition*

董荣胜



高等教育出版社

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 计算机科学导论 ——思想与方法

Jisuanji Kexue Daolun——Sixiang yu Fangfa

(第3版)

董荣胜

高等教育出版社·北京

## 内容提要

本书综合考虑了教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会、IEEE-CS 和 ACM 对“计算机科学导论”课程的要求,以及教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会对“大学计算机”课程的要求,在学科思想与方法这个较高的层面将学科知识有机地统一起来,避免了学科知识的杂乱堆积,有助于课程的教与学。基于本教材“学科认知模型”的课程设计,适合翻转课堂的教学方式,良好的课程结构与先进的教学方式相结合能够强化学生的计算思维习惯,提高问题求解的能力。

本书主要内容有:计算学科专业名称的演变及培养的侧重点,学科知识体与核心课程,“计算机科学导论”课程的构建,计算思维与计算机科学导论,学科的基本问题,学科中的抽象、理论和设计 3 个学科形态,学科中的核心概念、数学方法、系统科学方法,社会问题与专业实践,学科若干问题的探讨与学科未来教育的展望,以及 10 个与课程讲授内容相呼应的实验等。为了使读者更好地理解 and 掌握书中的内容,书中配有大量的实例和习题,课程网站还有基于本教材的课程讲授 PPT、习题、单元测试题、考试样题,以及热身实验、进阶实验和综述实验的全部参考答案等。

本书可作为高等学校“计算机科学导论”、“大学计算机”或“计算思维导论”等课程的教材或参考书,还可供广大教师、科技人员和其他对科学思维能力培养感兴趣的各界人士参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机科学导论:思想与方法 / 董荣胜编著. --3  
版. --北京:高等教育出版社,2015.7  
ISBN 978-7-04-042796-7

I. ①计… II. ①董… III. ①计算机科学-高等学校  
-教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 152604 号

策划编辑 张海波 责任编辑 张海波 封面设计 杨立新 插图绘制 杜晓丹  
责任校对 杨凤玲 责任印制 赵义民

出版发行	高等教育出版社	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
邮政编码	100120	网上订购	<a href="http://www.landraco.com">http://www.landraco.com</a>
印 刷	北京市鑫霸印务有限公司		<a href="http://www.landraco.com.cn">http://www.landraco.com.cn</a>
开 本	850mm×1168mm 1/16	版 次	2007 年 9 月第 1 版
印 张	26		2015 年 7 月第 3 版
字 数	580 千字	印 次	2015 年 7 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	39.00 元
咨询电话	400-810-0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究  
物 料 号 42796-00

# 数字课程资源使用说明

与本书配套的数字课程资源发布在高等教育出版社易课程网站，请登录网站后开始课程学习。

## 一、网站登录

1. 访问 <http://abook.hep.com.cn/187703>，单击“注册”按钮。在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”界面。

2. 课程充值：登录后单击右上方的“充值”图标，正确输入教材封底标签上的明码和密码，单击“确定”按钮完成课程充值。

3. 在“我的课程”列表中选择已充值的数字课程，单击“进入课程”即可开始课程学习。

账号自登录之日起一年内有效，过期作废。使用本账号如有任何问题，请发邮件至 [ecourse@pub.hep.cn](mailto:ecourse@pub.hep.cn)。

The screenshot shows the user interface of the digital course resource website. At the top left is the logo for '易课程 course'. The main banner features the title '计算机科学导论——思想与方法（第3版）' (Introduction to Computer Science - Thought and Method (3rd Edition)) with a '请登录' (Please log in) button. Below the banner is a login form with fields for '用户名' (Username), '密码' (Password), and '验证码' (Captcha), with the value '5604' entered in the captcha field. There is an '进入课程' (Enter Course) button. To the right of the login form is a '注册' (Register) button. Below the login form are four tabs: '数字课程介绍' (Digital Course Introduction), '纸质教材' (Paper Textbook), '版权信息' (Copyright Information), and '联系方式' (Contact Information). The '数字课程介绍' tab is selected, showing a paragraph of text: '本数字课程是《计算机科学导论——思想与方法（第3版）》纸质教材的配套资源，是利用数字化技术整合优质教学资源的出版形式。可扩展纸质材料内容，为读者提供电子课件、微视频、习题参考答案、程序框图等内容，供读者完善学习内容。' To the right of this text is a '重要通知' (Important Notice) section with a paragraph: '因系统升级，所有用户都需要先注册（不能用书后的明码密码直接登录）。注册后的用户登录后，请先点击页面右上方“充值”，正确输入教材封底标签上的明码和密码完成课程选择。' Below this is a navigation bar with buttons for '注册' (Register), '登录' (Login), and '充值' (Recharge). At the bottom right, there is a paragraph: '在“我的课程”列表中选择已充值的数字课程，点击“进入课程”即可浏览或下载与本书配套的数字课程资源。本网站推荐使用IE、火狐和谷歌浏览器。如有账号问题，请发邮件至：  
[abook@hep.com.cn](mailto:abook@hep.com.cn) 或者加入我们的'

## 二、资源使用

与本书配套的数字课程资源按照章、节的形式构成，包括电子教案、微视频、源代码、习题参考答案等，以便读者学习使用。

1. 电子教案：教师上课使用的与课程和教材紧密配套的教学 PPT，可供教师下载使用，也可供学生课前预习或课后复习使用。

2. 习题参考答案：给出第 1 章 ~ 第 8 章习题参考答案，部分章节还给出了测验题及其参考答案。第 9 章中给出了实验参考答案。

3. 源代码：对于第 9 章中各实验给出了 Paptor 源代码，方便学生在实际环境中操作时参考。

4. 微视频：给出了实验部分的实验指导微视频及其脚本，附录 B 和附录 C 也以微视频形式给予指导。

# 序

科学界普遍认为，理论科学、实验科学和计算科学是促进科学技术进步和人类文明发展的三大科学，它们相辅相成地帮助人们发现未知，认识自然和改造世界。这三大科学也被认为是科学发现与技术创新的三大支柱，这种认识在美国得到国会听证会的听证，被美国联邦和私人企业广泛认同，同时也被科学文献大量引用。在研究这三大科学时，学术界一般认为，理论科学以数学为基础，实验科学以物理学为基础，而计算科学以计算机科学为基础。在许多情况下，或者理论基础尚未建立，或者理论模型过于复杂，或者实验费用过于昂贵甚至实验环境条件苛刻限制而无法进行，在此情况下，计算（模拟）手段就成为解决问题的主要或者是唯一方法了。随着计算技术的迅猛发展，计算科学的作用也越来越重要，正如美国总统信息技术咨询委员会（PITAC）在致美国前总统布什的“计算科学：确保美国竞争力”报告指出的那样：虽然计算本身也是一门学科，但其具有促进其他学科发展的作用。不仅如此，报告还指出，21世纪科学上最重要的和经济上最有前途的研究前沿涉及的重要问题，都有可能通过熟练地掌握先进的计算技术和运用计算科学而得到解决。

我曾任两届教育部高等学校大学计算机基础教学指导委员会的主任委员，也参加过中国科学院组织的PITAC报告的科技咨询，我一直在思考一个问题：计算科学如此重要，如果我们这些搞计算机教育的人没有办法教好年轻人，那不是使年轻人失去了科学重大发现与技术创新的机会了吗？那我们的责任就大了。与我有类似想法的还有我们委员会的两位副主任委员李廉教授（现任主任委员）和冯博琴教授。在过去，计算机的基础教育曾过分地强调了工具的训练和使用，很少讲授计算科学本质上的核心思想与方法。在经过仔细的观察和研究后，我们决定要改变这种状况。其实中国计算机教育面临的问题，在计算机教育发达的美国也是存在的，争论也是激烈的，为了落实PITAC报告，美国国家科学基金委员会NSF组织召开了一系列会议，并于2007年NSF启动了简称为CPATH的美国大学计算机教育振兴计划。在计划的实施过程中，一致感受到了计算思维的力量，最后选择以计算思维为突破口进行改革。计算思维是2006年时任美国CMU计算机系主任的周以真教授提出的，这个概念的源头可以追溯到中国古代学者的算法化思维以及古希腊的公理化思维，是一个中西思维方式融合的很好的切入点。2010年7月，我在北京与周以真教授有一次长谈，美国是一个学术比较自由的国家，要在全国推动一件事情不容易，好在周以真教授当时负责NSF计算机与信息科学及工程学部的工作，她和NSF的同事们依靠NSF的资源推动了以计算思维为核心的美国大学教学改革。我们的国情有些不同，我们的教育改革放在教育部。所以，我们教指委组织了一系列的讨论，对计算思维的内涵以及如何把计算思维融入到大学计算机课程的想法进行了深入、广泛的交流，逐步形

成了以计算思维为切入点、全面改革高校计算机基础课程思路。这项工作，2012年在教育部正式立项，今天，这项每年惠及全国近700万大学生的教学改革已取得不少成果。

本书作者董荣胜教授是我们讨论的核心成员之一，他参加了我们当时全程的讨论，以及一些文件的起草，他力图改变“狭义工具论”的计算科学的教学方法，特别是在计算机科学导论课程的建设中卓有成效，他提出了基于“学科认知模型”的计算机科学导论课程构建的思想，研制了帮助理解存储式计算机程序的实验平台，设计了“热身实验”的内容，降低了学习的难度，有助于学生深入理解计算机科学的基础概念，提高求解问题、设计系统和理解人类行为的计算思维能力。

最后，借本序，向包括作者在内的所有在“以计算思维为切入点的大学计算机课程改革项目”中做出贡献的人们表示感谢！

陈国良

中国科学院 院士  
中国科学技术大学 教授  
深圳大学 教授

2015年3月

# 前 言

本书第1版，引入IEEE-CS和ACM联合提交的*Computing as a Discipline*报告中给出的计算学科二维定义矩阵的概念，将学科的认知问题归约为计算学科二维定义矩阵的认知问题，为“计算机科学导论”的课程设计提供了一种基于“学科认知模型”的、以学科方法论为基础的、以计算思维能力为培养目标的新模式。

本书第2版，进一步丰富了第1版的内容。在陈国良院士的建议下，确定了以本教材为基础的“计算机科学导论”课程的教学原则和目标：以计算学科的基本问题讲授优先，以经典的案例教学为基础，以习题课和实验课的内容加强学生对学科基础概念的理解，将课堂翻转起来，让学生尽快了解学科的概貌，培养学生的计算思维习惯，提高问题求解、系统设计和人类行为理解的能力。

本书第3版，沿用了第1版的框架，更加面向学生，删除了原来供教师参考的“附录A CC2001中的计算机科学知识体”、“附录B Armstrong公理系统”、“附录C 哲学家共餐问题的模型检验”、“附录D  $m+0=m$ 的定理证明”，以及第1章中的“计算机工程知识体及专业核心课程”、“软件工程知识体及专业核心课程”、“信息技术知识体及专业核心课程”等内容，重新设计了附录的内容，增加了实验必需的背景知识，如“附录A Raptor可视化程序设计概述”、“附录B Vcomputer存储程序式计算机概述”、“附录C Access 2013概述”，根据CS2013报告，补充和修改了书中相关分支领域的基本问题、学科形态，以及对计算机专业本科毕业生的期望等方面内容。

本书第3版与前两版最大的不同点在于增加课程实验内容，解决了长期困扰计算机科学导论课程的实验内容与讲授内容严重脱节的问题。

传统“计算机科学导论”课程的实验，不少是关于软件工具的使用，甚至是计算机的初步操作，课程的最大问题是课堂讲授内容与实验内容的脱节，由于反映课堂讲授内容的实验往往涉及具体的编程环境，以及众多的编程细节（如具体编程语言的语法等），致使“计算机科学导论”课程的实验长期困扰计算学科的教与学。计算学科是一个理论与实践紧密联系的学科，实验内容与课堂教学内容的脱节，会让同学们产生错误认识，不利于“导论”课程所起的学科引导作用。

针对以上问题，本书作者给出了“导论课程的实验要充分反映课堂教学的实质内容，让学生在实验的过程中加深对学科基础概念的理解，强化学生的计算思维习惯，不断提高学生面向学科求解问题的思维能力”的实验教学理念，研制了用于存储程序式计算机理解的简易实验平台，引入了简单易学的可视化程序设计工具Raptor，设计了能够快速熟悉实验环境的“热身实验”，降低了算法设计和系统设计的难度，为解决“导论”课程中实验与课堂教学内容脱节的问题提供了一种新的思路和实现的途径，帮助学生将关注的重点尽快放在基于学科核心概



念基础上的问题解决、系统设计和人类行为的理解上。

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材，也是作者主持的国家级精品课程“计算机科学导论”的主讲教材。书中的实验部分围绕教材的核心章节，即第2章到第6章展开，第1个实验项目反映的是教材2.4节中的程序的3种基本结构的内容，做的是分支和循环结构的简单程序设计；第2个反映的是第2.3节中的计算复杂性方面的内容，做的是“RSA公开密钥密码系统”的实验；第3个用于加深学生对3.7节中的冯·诺依曼计算机体系结构的理解，做的是机器指令和汇编语言的简单编程；第4个用于对4.2节中的算法加深理解，做的是递归算法和迭代算法，并对其进行比较。前4个实验是最基本的实验项目，后面的6个实验（数组实验，栈的基本操作：push和pop，归并排序与折半查找，蒙特卡罗方法应用，简单的卡通与游戏实验，基于Access的简单数据库设计）根据各自学校的实际情况（比如“学时”等）进行选取，原则上要求学生做所有实验项目中的“热身实验”，建议在做“进阶实验”和“综合实验”时分小组进行，不应要求学生每个实验都“进阶”，但求感兴趣的某个主题做得更深、更强、更大，鼓励出好的作品。为了更好地理解计算学科中的核心概念、思想和方法，本书网站还提供了基于本教材的PPT课件，单元测试的样题，各章节的习题参考答案，以及课程实验的所有参考答案、实验平台、原程序和微视频等。

本书针对的是零基础计算学科知识和编程经验的同学，为了提高效率，更快地认知计算学科的基础概念，建议将所有答案一开始就提供给学生，允许甚至鼓励学生根据“参考答案”的提示进行实验，要求删繁就简，将课堂尽快翻转起来，让学生尽快感受创意的快乐，让老师尽快体会这种授课方式的力量。

本书第1版是在北京大学袁崇义教授、重庆大学袁开榜教授、北京航空航天大学杨文龙教授、国防科技大学朱亚宗教授等一批老教授的支持和建议下撰写的。北京工业大学蒋宗礼教授、江西财经大学万常选教授审阅了本书第1版；本书第2版由北京交通大学王移芝教授审阅。本书第3版在撰写过程中得到西安交通大学程向前教授的大力支持，他提供了大量基于Raptor的案例供作者参考。作者指导的2012级、2013级研究生王泓刚、刘宝立、聂晨华、方春林、张晓花，以及2014级本科生高金培、陈奕霖等同学均做了大量的资料整理、程序调试，以及配音等工作，没有他们的辛勤劳动，本书第3版，至少要推迟出版。另外，作者的领导和同事，桂林电子科技大学的古天龙教授、钟艳如教授、陈光喜教授、常亮教授、徐周波博士、王慧娇副教授、李凤英博士、孟瑜副教授等均给出许多富有建设性的建议，在此一并表示感谢。在本书的撰写过程中，作者参与了陈国良院士推动的“以计算思维为切入点的大学计算机课程改革项目”，参加了陈院士主持的南方科技大学首届实验班“计算思维导论”课程的教学工作，采用了陈院士为南方科技大学首届实验班招生出的入学考试题（如“排序网”的内容），本书第3版又由陈院士作序，本人铭记在心，并致谢。最后，还要感谢教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会主任委员李廉教授与全体同仁、周以真教授以及微软亚洲研究院对作者在“计算思维结构”方面所做工作的鼓励和支持。

作 者  
2015年4月

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1	2.6.1 两军问题 .....	35
1.1 引言 .....	1	2.6.2 互联网软件的分层结构 .....	36
1.2 学科专业名称的演变、学科 描述及培养侧重点 .....	2	2.7 人工智能中的若干哲学问题 .....	37
1.3 学科知识体和核心课程 .....	4	2.7.1 图灵测试 .....	38
1.4 导论课程的构建问题 .....	9	2.7.2 西尔勒的“中文屋子” .....	39
1.5 计算思维与计算机科学导论 .....	11	2.7.3 计算机中的博弈问题 .....	40
1.6 本章小结 .....	14	*2.8 计算机科学各主领域及其 基本问题 .....	41
习题 1 .....	14	2.9 本章小结 .....	50
<b>第 2 章 学科的基本问题</b> .....	16	习题 2 .....	50
2.1 引言 .....	16	<b>第 3 章 3 个学科形态</b> .....	53
2.2 对问题进行抽象的一个典型 实例:哥尼斯堡七桥问题 .....	16	3.1 引言 .....	53
2.3 可计算问题与不可计算问题 .....	18	3.2 一个关于“学生选课”的例子 .....	53
2.3.1 汉诺塔问题 .....	18	3.2.1 对例子的感性认识 .....	54
2.3.2 算法复杂性中的难解性 问题 .....	20	3.2.2 对例子的理性认识 .....	55
2.3.3 证比求易算法 .....	20	3.2.3 “学生选课”系统的设计 .....	56
2.3.4 $P = NP?$ .....	21	3.3 抽象形态 .....	58
2.3.5 RSA 公开密钥密码系统 .....	22	3.4 理论形态 .....	58
2.3.6 停机问题 .....	26	3.5 设计形态 .....	59
2.3.7 旅行商问题与组合爆炸 .....	28	3.6 3 个学科形态的内在联系 .....	60
2.3.8 找零问题、背包问题与 贪婪算法 .....	30	3.7 计算机语言的发展及其 3 个 学科形态的内在联系 .....	62
2.4 GOTO 语句与程序的结构 .....	31	3.7.1 自然语言与形式语言 .....	63
2.5 哲学家共餐问题与计算机的 资源管理 .....	33	3.7.2 图灵机与冯·诺依曼计算机 .....	65
2.6 两军问题与计算机网络 .....	34	3.7.3 机器指令与汇编语言 .....	72
		3.7.4 虚拟机 .....	74
		3.7.5 高级语言 .....	77
		3.7.6 应用语言 .....	78

3.7.7 自然语言 .....	79	4.9 本章小结 .....	142
3.7.8 小结 .....	82	习题4 .....	143
*3.8 计算机科学各领域3个学科 形态的主要内容 .....	83	<b>第5章 学科中的数学方法</b> .....	153
3.9 本章小结 .....	89	5.1 引言 .....	153
习题3 .....	90	5.2 数学的基本特征 .....	154
<b>第4章 学科中的核心概念</b> .....	97	5.3 数学方法的作用 .....	154
4.1 引言 .....	97	5.4 计算学科中常用的数学 概念和术语 .....	155
4.2 算法 .....	97	5.4.1 集合 .....	155
4.2.1 算法的历史简介 .....	98	5.4.2 函数和关系 .....	156
4.2.2 算法的定义和特征 .....	99	5.4.3 代数系统 .....	157
4.2.3 算法实例 .....	100	5.4.4 字母表、字符串和语言 .....	164
4.2.4 算法的表示方法 .....	101	5.4.5 定义、定理和证明 .....	164
4.2.5 算法分析 .....	106	5.4.6 必要条件和充分条件 .....	166
4.2.6 搜索算法与排序算法 .....	107	5.5 证明方法 .....	167
4.3 数据结构 .....	113	5.5.1 直接证明法和间接证明法 .....	167
4.3.1 数据结构的基本概念 .....	113	5.5.2 反证法 .....	167
4.3.2 基于 Vcomputer 机器的数据 结构概述 .....	115	5.5.3 归纳法 .....	168
4.3.3 基于 Vcomputer 机器的数据 的逻辑结构 .....	116	5.5.4 构造性证明 .....	169
4.3.4 基于 Vcomputer 机器的数据 的存储结构 .....	120	5.6 递归和迭代 .....	169
4.4 程序 .....	124	5.6.1 递归 .....	170
4.5 软件 .....	125	5.6.2 迭代 .....	172
4.6 硬件 .....	125	5.7 随机数和蒙特卡罗方法 .....	172
4.7 数据的存储和表示 .....	126	5.7.1 随机数 .....	172
4.7.1 进位制数及其相互转换 .....	126	5.7.2 蒙特卡罗方法 .....	175
*4.7.2 原码、反码、补码及其转换 .....	129	5.8 公理化方法 .....	176
4.7.3 字符、字符串和汉字 .....	134	5.8.1 理论体系 .....	176
4.7.4 图像 .....	137	5.8.2 公理化方法的基本概念 .....	177
4.7.5 声音 .....	138	5.8.3 实例 .....	177
4.8 CC1991 报告提取的核心 概念 .....	140	*5.9 形式化方法 .....	179
		5.9.1 形式系统的组成、基本特点 和局限性 .....	179
		5.9.2 形式化方法概述 .....	180
		5.9.3 形式规格 .....	181
		5.9.4 形式验证 .....	182

5.10 本章小结 .....	184	7.2.4 计算机网络的历史 .....	218
习题5 .....	185	7.2.5 中国计算机事业发展的历程 .....	219
<b>第6章 学科中的系统科学方法</b> .....	<b>189</b>	<b>7.3 计算的社会背景</b> .....	<b>220</b>
6.1 引言 .....	189	7.3.1 计算的社会内涵 .....	220
6.2 系统科学与系统科学方法 .....	189	7.3.2 网络的社会内涵 .....	221
6.2.1 系统科学的基本概念 .....	190	7.3.3 因特网的增长、控制和使用 .....	221
6.2.2 系统科学遵循的一般原则 .....	191	7.3.4 有关性别的问题 .....	223
6.2.3 常用的几种系统科学方法 .....	192	<b>7.4 道德分析的方法</b> .....	<b>223</b>
6.2.4 实例 .....	193	<b>7.5 职业和道德责任</b> .....	<b>225</b>
6.3 软件开发中使用系统科学 方法的原因 .....	194	7.5.1 职业化的本质 .....	225
6.3.1 人固有能力的局限性以及 使用工具后产生的力量 .....	194	7.5.2 软件工程师的伦理规范 .....	225
6.3.2 复杂性 .....	195	7.5.3 与检举有关的内容 .....	227
6.3.3 软件系统的复杂性 .....	196	7.5.4 计算中的“可接受使用”政策 .....	229
6.3.4 软件开发的系统化方法需要 遵循的基本原则 .....	198	<b>7.6 基于计算机系统的风险和 责任</b> .....	<b>229</b>
6.4 结构化方法 .....	200	7.6.1 历史上软件风险的例子 .....	229
6.4.1 结构化方法的产生和发展 .....	200	7.6.2 软件的正确性、可靠性和安 全性 .....	230
6.4.2 结构化方法遵循的基本原则 .....	201	7.6.3 软件测试 .....	230
6.4.3 结构化方法的核心问题 .....	201	7.6.4 软件重用中隐藏的问题 .....	231
6.4.4 实例:高校信息管理系统 .....	202	7.6.5 风险评定与风险管理 .....	231
6.5 面向对象方法 .....	203	<b>7.7 团队工作</b> .....	<b>232</b>
6.5.1 面向对象方法的产生和发展 .....	204	7.7.1 基本概念 .....	233
6.5.2 面向对象方法的基本思想 .....	204	7.7.2 团队目的 .....	234
6.5.3 面向对象方法的核心问题 .....	206	7.7.3 团队机制 .....	234
6.5.4 实例:图书管理系统 .....	207	7.7.4 团队激励 .....	235
6.6 本章小结 .....	209	7.7.5 团队僵局 .....	236
习题6 .....	211	<b>7.8 知识产权</b> .....	<b>237</b>
<b>第7章 社会与职业问题</b> .....	<b>213</b>	7.8.1 知识产权概述 .....	237
7.1 引言 .....	213	7.8.2 著作权、商标、专利、集成 电路布图设计和商业秘密 .....	238
7.2 计算的历史 .....	214	7.8.3 数字千年版权法和 TEACH 法案 .....	241
7.2.1 计算机史前史 .....	214	7.8.4 软件专利 .....	242
7.2.2 计算机硬件的历史 .....	215	7.8.5 有关知识产权的国际问题 .....	242
7.2.3 计算机软件的历史 .....	216		

7.8.6 我国有关知识产权保护的 现状 .....	243	8.2.11 难度、复杂度与能力 .....	264
7.9 隐私和公民自由 .....	244	8.2.12 SOLO 分类法与浅层学习、 深度学习 .....	266
7.9.1 隐私保护的道德和法律基础 ..	244	8.2.13 科学素养 .....	268
7.9.2 基于 Web 的隐私保护技术 ..	245	8.2.14 注意力 .....	272
7.9.3 计算机空间的言论自由 .....	247	8.3 计算学科教育的展望 .....	273
7.9.4 相关的国际问题和文化之间的 问题 .....	248	8.3.1 技术的变化 .....	273
7.10 计算机犯罪 .....	249	8.3.2 文化的改变 .....	275
7.10.1 计算机犯罪及相关立法 .....	249	8.3.3 制定教学计划的原则 .....	277
7.10.2 黑客 .....	250	8.3.4 对本科毕业生的期望 .....	278
7.10.3 恶意计算机程序和拒绝服务 攻击 .....	250	8.3.5 未来的计算学科教育 .....	279
7.10.4 防止计算机犯罪的策略 .....	252	8.4 本章小结 .....	281
7.11 本章小结 .....	253	习题 8 .....	281
习题 7 .....	253	<b>第 9 章 课程实验</b> .....	284
<b>第 8 章 探讨与展望</b> .....	256	9.1 分支和循环结构的简单程序 设计 .....	284
8.1 引言 .....	256	9.2 RSA 公开密钥密码系统 .....	290
8.2 若干问题的探讨 .....	256	9.3 存储程序式计算机的简单 程序设计 .....	297
8.2.1 计算本质的认识历史 .....	256	9.4 递归算法、迭代算法及其 比较 .....	303
8.2.2 第三次数学危机与希尔伯特 纲领 .....	257	9.5 数组实验 .....	309
8.2.3 图灵对计算本质的揭示 .....	258	9.6 栈的基本操作:push 和 pop ..	313
8.2.4 如何定义一门学科 .....	259	9.7 归并排序与折半查找 .....	316
8.2.5 计算学科属“工科”还是 “理科” .....	260	9.8 蒙特卡罗方法应用 .....	324
8.2.6 程序设计与计算学科中的 地位 .....	260	9.9 简单的卡通与游戏实验 .....	330
8.2.7 计算学科目前的核心课程能 否培养学生计算方面的能力 ..	260	9.10 基于 Access 的简单数据库 设计 .....	335
8.2.8 在计算课程中如何做到理论 与实践相结合 .....	261	<b>附录 A Raptor 可视化程序设计</b> <b>概述</b> .....	357
8.2.9 发明与创新 .....	261	A.1 Raptor 是什么? .....	357
8.2.10 关于能力的培养 .....	263	A.2 为什么要使用 Raptor 进行程序 设计? .....	357
		A.3 Raptor 的安装 .....	358

A.4 几个简单的 Raptor 程序 .....	358	B.4 汇编程序编写过程中的注意	
A.4.1 实例 1:输出字符串“Hello, world!” .....	359	事项 .....	382
A.4.2 实例 2:求两个整数中的 较大值 .....	364	B.5 机器指令(十六进制代码)编写 过程中的注意事项 .....	383
A.4.3 实例 3:求 $1+2+3+\dots+10$ 的和 .....	373	B.6 存储程序式计算机模拟平台的 功能 .....	383
A.5 Raptor 和标准流程图的区别 与联系 .....	375	B.7 计算机模拟平台的注意事项 ..	384
<b>附录 B Vcomputer 存储程序式</b>		B.8 Vcomputer 演示实例的 源程序 .....	384
<b>计算机概述</b> .....	376	<b>附录 C Access 2013 概述</b> .....	385
B.1 Vcomputer 存储程序式计算机 软件的安装及使用 .....	376	C.1 环境搭建 .....	385
B.2 Vcomputer 机器的结构和 指令 .....	382	C.2 建数据库、建表及建立表间 关系 .....	386
B.3 Vcomputer 机器上的汇编指 令集 .....	382	C.3 创建查询 .....	391
		C.4 创建窗体 .....	394
		C.5 制作报表 .....	396
		<b>参考文献</b> .....	397

# 第 1 章

---

## 绪 论

本章首先简单介绍计算学科命名的背景、计算学科的定义以及计算学科的根本问题，阐述计算学科专业名称的演变、分支学科及其培养侧重点。然后，介绍 CC2001 给出的计算机科学知识体，CS2013 对 CC2001 计算机科学知识体的修订，给出 CS2013 新增的 4 个分支领域与知识单元。接着，提出“计算机科学导论”课程的构建问题以及相应的解决方案。最后，介绍计算思维与“计算机科学导论”课程有关的内容。

### 1.1 引言

本节的目的在于介绍计算学科的定义、学科的根本问题，为后续章节的学习做一个简单的铺垫。

#### 1. 计算学科命名的背景

如何认知计算学科，存在很多争论。1984 年 7 月，美国计算机科学与工程博士单位评审部的专家们在犹他州召开的会议上对计算认知问题进行了讨论。这一讨论以及其他类似讨论促使（美国）计算机协会（Association for Computing Machinery, ACM）与（美国）电气与电子工程师学会计算机分会（Institute of Electrical and Electronics Engineers-Computer Society, IEEE-CS）于 1985 年春联合组成任务组，经过近 4 年的工作，任务组提交了在计算教育史上具有里程碑意义的《计算作为一门学科》（*Computing as a Discipline*）报告，报告论证了计算作为一门学科的事实，回答了计算学科中长期以来一直争论的一些问题，并将当时的计算机科学、计算机工程、计算机科学和工程、计算机信息学以及其他类似名称的专业及其研究范畴统称为计算学科。

#### 2. 计算学科的定义

《计算作为一门学科》对计算学科做了以下定义：计算学科是对描述和变换信息的算法过程进行系统研究，包括理论、分析、设计、效率、实现和应用等。

计算学科包括对计算过程的分析以及计算机的设计和使用。该学科的广泛性在下面一段来自美国计算科学鉴定委员会发布的报告摘录中得以强调：计算学科的研究包括从算法与可计算性的研究到根据可计算硬件和软件的实际实现问题的研究。这样，计算学科不但包括从总体上

对算法和信息处理过程进行研究的内容,也包括满足给定规格要求的有效而可靠的软硬件设计——包括所有科目的理论研究、实验方法和工程设计。

### 3. 计算学科的根本问题

计算学科的根本问题是:什么能被(有效地)自动进行。它来源于对算法理论、数理逻辑、计算模型、自动计算机器的研究,并与存储式电子计算机的发明一起形成于20世纪40年代初期。

学科的根本问题隐藏于学科基本问题之中,或者说,是学科所有问题之中最基本的问题。为便于理解和记忆,在第2章中,我们还将从与学科有关的若干著名而又有趣的问题出发,引出学科及其分支领域的基本问题。

## 1.2 学科专业名称的演变、学科描述及培养侧重点

计算学科现已成为一个庞大的学科,无论是教师、学校,还是学生和家长都希望有一份权威性的报告来了解学科的相关情况。为此,IEEE-CS和ACM任务组做了大量的工作,并于2001至2012年,分别提交了计算机科学(Computer Science, CS)、信息系统(Information System, IS)、软件工程(Software Engineering, SE)、计算机工程(Computer Engineering, CE)、信息技术(Information Technology, IT)等5个分支学科(专业)的教程,给出了5个分支学科的知识体以及相应的核心课程,为各专业教学计划的设计奠定了基础,同时也为公众认知和选择专业提供帮助。

根据我国高等学校的情况,教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会(简称“计算机教指委”)制定的《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范(试行)》(高等教育出版社2006年9月出版,简称“计算机专业规范”)采纳了Computing Curricula 2005(CC2005)报告中的4个分支学科,并以专业方向的形式进行规范,它们分别是:计算机科学、计算机工程、软件工程和信息技术。

本节仅介绍学科专业名称的演变、学科的描述以及培养的侧重点等内容。下一节将介绍学科的知识体和核心课程。

### 1. 演变中的学科专业名称

1962年,美国普渡大学开设了最早的计算机科学学位课程。当时,美国的一些高等学校还开设有与计算相关的两个学位课程:电子工程和信息系统。在我国,早在1956年就开设了“计算装置与仪器”专业。

20世纪60年代,随着问题复杂性的增加,制造可靠软件的困难越来越大,出现了“软件危机”。为了摆脱“软件危机”,1968年秋,北大西洋公约组织(North Atlantic Treaty Organization, NATO)在当时的联邦德国召开了一次会议,提出了软件工程的观念。

20世纪70年代,在美国,计算机工程(也被称为“计算机系统工程”)从电子工程学科



中脱离出来，成为一门独立的二级学科，并被人们所接受。

20世纪70年代末80年代初，在一些计算机科学专业的学位课程中，引入了“软件工程”的内容，然而，这些内容只能让学生了解“软件工程”，却不能使学生明白“如何成为一名软件工程师”。于是，人们开始构建单独的软件工程学位课程。20世纪80年代，英国和澳大利亚最早开设了软件工程这样的学位课程。

20世纪90年代，计算机已成为公司各级人员使用的基本工具，而计算机网络则成为公司信息的中枢，人们相信它有助于提高生产力，而原有的课程并不能满足社会的需求，于是，在美国等西方国家，不少大学相继开设了信息系统和信息技术等学位课程。

需要指出的是，即使在美国，5个分支学科（专业）同时在一所大学开设的情况也是不多的，更多的高校仍然是以传统的“计算机科学”为主；在我国，则是以“计算机科学与技术”为主。

## 2. 分支学科（专业）描述及培养侧重点

计算为个人的职业生涯提供了广泛的选择。下面，分别介绍各分支学科（专业）及其培养侧重点。

(1) 计算机科学：涉及范围很广，包括计算的理论、算法和实现以及机器人技术、计算机视觉、智能系统、生物信息学和其他新兴的有发展前途的领域。

计算机科学专业培养的学生更关注计算的理论基础和算法，并能从事软件开发及其相关的理论研究。

(2) 计算机工程：是对现代计算系统和由计算机控制的有关设备上的软件与硬件的设计、构造、实施和维护进行研究的学科。

计算机工程专业培养的学生更关注设计并实施集软件和硬件设备为一体的系统，如嵌入式系统。

(3) 软件工程：是研究软件系统的开发和维护以及如何使其可靠、高效运行的一门学科。

软件工程专业培养的学生更关注遵循工程规范进行的大规模软件系统开发与维护的原则，并尽可能避免软件系统潜在的风险。

(4) 信息系统：是指如何将信息技术的方法与企业生产和商业流通结合起来，以满足这些行业需求的学科。

信息系统培养的学生更关注信息资源的获取、部署、管理及使用，并能分析信息的需求和相关的商业过程，能详细描述并设计那些与目标相一致的系统。

(5) 信息技术：从广义上来说，它包括所有计算技术的各个方面，在此专指作为一门学科的信息技术。它侧重于在一定的组织及社会环境下，通过选择、创造、应用、集成和管理计算技术来满足用户的需求。

与信息系统相比，信息技术更关注“信息技术”的技术层面，而信息系统则侧重“信息技术”的“信息”层面。