



21世纪高等学校精品规划教材

计算机科学导论

李云峰 李 婷 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等学校精品规划教材

计算机科学导论

李云峰 李 婷 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书根据 IEEE-CS&ACM 计算学科教程 (CC2005) 和中国计算机教程 (CCC2002) 知识体系结构, 全面系统地介绍了计算机科学的基本概念和基础知识。本书共分 12 章, 采用进阶式模块结构: 基本概念 (从原始的计算工具到现代计算机, 认识计算学科) → 基本方法 (计算机硬件系统的结构组成, 计算机软件及其形成, 计算机程序设计, 软件工程) → 基本技术 (数据库技术, 多媒体与虚拟现实技术, 计算机网络与信息安全技术) → 高级专题 (离散结构, 人工智能, 计算机专业人才培养)。

本书的特点是内容新颖、重点突出、逻辑性强, 注重知识的系统性、科学性和实用性, 符合当今计算机科学技术的发展趋势, 与目前高校的教育改革相呼应, 从更高层次讲述计算机科学技术的基础知识。同时, 注意与后续课程的分工与衔接, 并按照教与学的规律, 精心设计每一章的内容, 注重对学生探究能力和实践能力的培养, 将计算机科学与技术的众多经典成果与最新进展相融合, 为进一步深入学习后续课程打下良好基础, 对学生学习本专业具有“导航”作用。

本书可作为高等院校电子信息类和电气信息类“计算机科学导论”课程教材, 也可作为成人教育、自学考试和从事计算机应用的工程技术人员的参考书。

本书提供配套电子教案, 读者可以从中国水利水电出版社及万水书苑网站上下载, 网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/> 和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目 (C I P) 数据

计算机科学导论 / 李云峰, 李婷编著. -- 北京 :
中国水利水电出版社, 2014. 9
21世纪高等学校精品规划教材
ISBN 978-7-5170-2457-6

I. ①计… II. ①李… ②李… 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(2014)第203138号

策划编辑: 雷顺加 责任编辑: 李 炎 封面设计: 李 佳

书 名	21世纪高等学校精品规划教材 计算机科学导论
作 者	李云峰 李 婷 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京上元柏昌印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 23.75印张 628千字
版 次	2014年9月第1版 2014年9月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	45.00元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

“计算机科学导论”是计算机科学与技术、软件工程、网络工程等专业学生的一门必修课程，是电子（电气）信息类学生了解计算机科学的内容、方法及其发展的引导性课程。

在计算机教育史上，有关整个学科综述性导引课程的构建问题是一个长期引起激烈争论的主题。IEEE-CS&ACM 计算学科教程（Computing Curricula 2001, CC2001）报告指出，整个学科综述性导引课程的构建有助于推动学科的发展，并鼓励各学术团体以及教师个人从事这方面的研究，以适应计算机科学技术飞速发展的需要。因此，自 CC2001 发布以来，国内外的许多高校都非常重视计算机及其相关专业的“导引”课程，绝大部分高校都开设了“计算机科学导论”一类的课程。然而，作为计算学科的引导性课程，它应该达到什么目的，起什么作用，如何定位，等等，这既是我们必须认真探索的问题，也是我们必须首先明确的问题。为此，自 2003 年以来，我们一直在对该“导引”课程进行探索，并在探索中不断提高认识。

首先，“计算机科学导论”不同于“计算机应用基础”。虽然都是计算机的入门课程，但是，“计算机应用基础”课程所要解决的是对计算机功能的工具性认识，而“计算机科学导论”是作为计算学科全部教学内容的导引课程，课程构建的实质是寻求一种统一的思想来认知计算学科，并对计算学科进行系统化和科学化的描述，注重学科发展的动态性和知识传授的有效性。该课程应站在学科的高度，告诉学生计算学科的基本内涵；让学生知道该学什么，应该怎么学；使学生对本学科产生浓厚的学习兴趣和强烈的探索意识。因此，“计算机科学导论”课程在这里不仅要全面系统介绍计算学科知识，而且还要承担起一种“承前启后”的作用。所谓“承前”，一是让学生了解计算学科的发展过程以及计算机科学的先驱者们所做的贡献，二是了解计算机的本质问题；所谓“启后”，一是介绍本学科的现状及其发展趋势，二是让本专业的学生了解应该掌握哪些知识，应该具备什么样的知识结构和能力。

其次，“计算机科学导论”课程的特点是内容丰富，知识面宽，涉及计算机专业一级学科的所有主题，有相当的广度和一定的深度。而作为第一个学期、第一门专业基础核心课程，学生几乎没有任何计算学科的知识背景。因此，应力求做到三个结合：学科知识体系与课程知识结构相结合；基本理论知识与基本应用技术相结合；知识介绍与学习引导相结合。

随着对该课程教学研究和课程改革探索的深入，我们不断更新课程建设理念，不断调整课程知识结构，不断寻求新的突破，多次更版，形成本书特色，力求使课程实现以下 5 个目标。

（1）抓住本质，正确认识课程性质：作为计算机科学导论，它应该是计算学科的窗口，强化“导论”属性，俯视计算学科全貌，突出“承前启后”。为此，在“课程导学”中概述了本课程的性质、特点和任务；在第 2 章“认识计算学科”中从理论模型的层次上描述了计算及计算机的本质问题，以便了解本学科的知识体系及其相互之间的关系，引导学生掌握正确的学习方法；在第 10 章“离散结构”中描述了数理逻辑、集合论、代数结构、图论在计算机科学中的应用，使学生认识到基础理论知识在计算学科中的作用地位。

（2）把握重点，全面了解课程作用：通过本课程学习，应使学生了解本学科的发展史及其发展趋势，能从中获得必要的启示；深刻认识“计算机科学导论”课程在课程体系中的作用地位，以

及学好该门课程的重要意义。为此,在第2章粗线条地系统介绍了计算学科的主要特点、知识领域、研究范畴、知识结构、专业设置、课程体系等。通过本章的学习,使学生对本学科有一个清晰的认识和明确的学习方向,让学生在往后的学习过程中不会感到困惑和茫然。

(3) 注重引导,合理设计知识结构:本课程强调对基本概念、基本方法、基本技术的了解。该课程的教学重点不在于让学生学到哪些具体知识,而是了解整个学科的概貌,明确相关知识将来在哪些课程中可以学到,自觉搭建整个知识体系,并且避免“只见树木,不见森林”。事实上,有些知识要到研究生阶段才会接触到,这里只要求学生了解本学科的基本概念、作用、地位、影响、历史、现状和前景等知识,而不要求学生全面掌握具体的理论、方法、原理和技术。

为了使能够快速认识计算学科和掌握计算机科学技术知识,本书采用进阶式结构:基本概念(从原始的计算工具到现代计算机、认识计算学科)→基本方法(计算机硬件系统的结构组成、计算机软件及其形成、计算机程序设计、软件工程)→基本技术(数据库技术、多媒体与虚拟现实技术、计算机网络与信息安全技术)→高级专题(离散结构、人工智能、计算机专业人才培养)。由第1章引出计算机的基本概念,由第2章来认识计算学科,然后围绕计算学科的根本问题展开讨论,直到计算机人才培养。这样,既有系统性,又有逻辑性,循序渐进。

作为计算机专业的第一门课程,为了便于理解,在“课程导学”中以求解一元二次方程为例,让学生从这个简单的案例中“轻松、自然”地掌握计算机硬件系统、软件系统、程序设计、软件工程的基本概念,然后过渡到数据库技术、多媒体技术、网络技术。最后以高级专题形式,介绍离散结构、人工智能以及计算机专业人才的培养。这样,可使学生全面了解各课程之间的相互依赖关系,以便在学习过程中,把握现在,着眼未来,近远兼顾。

(4) 培养创新,激发科学探索欲望:该课程的教学效果应该使学生对计算学科的各个主题充满兴趣和好奇,同时又产生太多的不理解和疑问,非常渴望探索其中的科学道理。让学生对本学科产生强烈的兴趣和求知欲望,是学好本专业的源动力。为此,在第1章通过介绍从原始的计算工具到现代计算机的形成,揭开计算机的神秘面纱,以此克服学生对计算机的神秘感和畏惧心理;在第2章给出了计算学科中的4类典型问题,在第11章给出了人工智能的应用,以此激发、引导学生的创新和探索意识,为后续课程的学习打下伏笔。

(5) 强化实践,重视全程能力培养:对计算学科的学生而言,既要重视理论学习能力的培养,也要重视实际动手能力的培养,更要重视自学能力的培养。为此,我们编写了配套的《计算机科学导论学习辅导》,与本书共同构成一个完整的知识、技能体系,形成一个融“教、学、做”为一体的自然学习环境。学习辅导的内容包括学习引导、习题解析、技能实训和知识拓展。通过学习引导,了解与该章教学内容相关联的知识;通过习题解析,加深对基本概念的理解;通过技能实训,提高基本操作技能;通过知识拓展,将学科发展史与人文知识和人文精神有机结合。

本书由李云峰教授和李婷博士(副教授)编写。丁红梅、曹守富、刘屹、周国栋、范荣、彭欢燕、刘庆、刘冠群、姚波、刘艳、陆燕等老师参加了课程教学资源建设。在编写过程中,参阅了大量近年来出版的国内外同类优秀教材,并从中吸取了许多宝贵的营养,在此谨向这些著作者表示衷心感谢!由于计算机科学技术发展迅速,作者水平有限,加之时间仓促,书中不妥或疏漏之处在所难免,敬请专家和广大读者批评指正!

作者
2014年6月

目 录

前言

课程导学..... 1

第一层次 基本概念

第 1 章 从原始的计算工具到现代计算机..... 7

§1.1 人类计算工具的进步..... 7

1.1.1 手工时代..... 8

1.1.2 机械时代..... 9

1.1.3 机电时代..... 11

1.1.4 ENIAC 的诞生..... 12

§1.2 现代计算机体系的形成..... 13

1.2.1 布尔及其布尔代数..... 14

1.2.2 香农等人对布尔代数的研究..... 14

1.2.3 维纳提出计算机设计的原则..... 15

1.2.4 图灵及其 TM 和 TT..... 15

1.2.5 冯·诺依曼及其 EDVAC..... 17

§1.3 现代计算机的基本概况..... 20

1.3.1 计算机的发展过程..... 20

1.3.2 计算机的基本类型..... 22

1.3.3 计算机的主要特点..... 23

1.3.4 计算机的主要应用..... 24

1.3.5 计算机的发展趋势..... 27

§1.4 计算机与信息化..... 28

1.4.1 信息的相关概念..... 28

1.4.2 信息技术..... 30

1.4.3 信息社会..... 32

1.4.4 信息产业..... 33

本章小结..... 34

习题一..... 34

第 2 章 认识计算学科..... 37

§2.1 计算学科的基本概念..... 37

2.1.1 计算作为一门学科..... 37

2.1.2 计算学科的根本问题..... 39

2.1.3 计算学科的主要特点..... 40

2.1.4 计算学科的三个形态..... 41

§2.2 计算学科的知识体系..... 43

2.2.1 计算学科的知识领域..... 43

2.2.2 计算学科的研究范畴..... 44

2.2.3 计算学科的知识结构..... 46

2.2.4 计算学科与其它学科的关系..... 47

§2.3 中国计算机科学与技术学科..... 48

2.3.1 CCC2002 与专业规范..... 48

2.3.2 计算机科学与技术学科的专业设置..... 49

2.3.3 计算机科学与技术学科的知识体系..... 51

§2.4 计算学科的经典问题..... 55

2.4.1 图论问题..... 55

2.4.2 算法复杂性问题..... 59

2.4.3 计算机智能问题..... 61

2.4.4 并发控制问题..... 63

本章小结..... 65

习题二..... 65

第二层次 基本方法

第 3 章 计算机硬件系统的结构组成..... 67

§3.1 数制及其转换..... 67

3.1.1 进制计数制..... 67

3.1.2 数制之间的转换..... 69

§3.2 数据的运算与编码表示..... 72

3.2.1 二进制数的算术运算..... 72

3.2.2 二进制数的逻辑运算..... 74

3.2.3 数值数据的编码表示..... 76

3.2.4 字符数据的编码表示..... 82

3.2.5 字符与汉字的处理过程..... 87

§3.3 计算机组成原理..... 88

3.3.1 基本结构组成..... 88

3.3.2 计算机主机..... 89

3.3.3 基本工作原理..... 91

3.3.4 计算机的性能指标..... 92

§3.4 计算机外部设备..... 94

3.4.1 外存储器..... 94

3.4.2 输入设备..... 96

3.4.3 输出设备	97	5.3.4 程序的基本运算	138
3.4.4 系统总线与接口电路	98	5.3.5 程序的语句类型	139
§3.5 对未来新一代计算机的展望	100	§5.4 程序设计方法	140
3.5.1 超越冯·诺依曼结构的计算机	100	5.4.1 面向过程程序设计	140
3.5.2 非电子器件的计算机	101	5.4.2 面向对象程序设计	141
本章小结	102	5.4.3 可视化程序设计	142
习题三	103	5.4.4 程序设计方法的发展	142
第4章 计算机软件及其形成	105	§5.5 算法设计	143
§4.1 软件的基本概念	105	5.5.1 算法的基本概念	143
4.1.1 什么是软件	105	5.5.2 算法的设计要求	145
4.1.2 软件的功能特点	105	5.5.3 算法的描述方法	146
4.1.3 软件的分类	106	5.5.4 常用算法简介	150
4.1.4 软件与硬件的关系	108	5.5.5 算法的复杂度	152
§4.2 操作系统的基本概念	109	§5.6 数据结构	154
4.2.1 操作系统的作用地位	109	5.6.1 数据结构的基本概念	154
4.2.2 操作系统的功能	111	5.6.2 线性表结构	155
4.2.3 操作系统的特征	116	5.6.3 栈结构	157
4.2.4 操作系统的类型	117	5.6.4 队列结构	159
§4.3 计算机主流操作系统	120	5.6.5 树结构	161
4.3.1 Windows 操作系统	120	5.6.6 图结构	163
4.3.2 UNIX 操作系统	121	本章小结	166
4.3.3 Linux 操作系统	122	习题五	166
4.3.4 手机常见操作系统	123	第6章 软件工程	169
§4.4 计算机软件的形成	124	§6.1 软件工程概述	169
4.4.1 翻译方式	124	6.1.1 软件危机	169
4.4.2 编译原理	125	6.1.2 软件工程概念	170
4.4.3 编译技术的新发展	127	6.1.3 软件工程目标	171
本章小结	128	6.1.4 软件工程原则	172
习题四	128	§6.2 软件过程	173
第5章 计算机程序设计	130	6.2.1 软件生存周期	174
§5.1 程序设计概念	130	6.2.2 软件开发模型	174
5.1.1 什么是程序设计	130	6.2.3 软件开发方法	178
5.1.2 程序设计步骤	131	§6.3 软件工程实施	180
§5.2 程序设计语言	132	6.3.1 系统分析	180
5.2.1 面向过程程序设计语言	132	6.3.2 需求分析	181
5.2.2 面向对象程序设计语言	134	6.3.3 系统设计	182
§5.3 程序设计语言的成分	135	6.3.4 软件编码	183
5.3.1 程序的基本构成	136	6.3.5 软件测试	184
5.3.2 程序的基本要素	137	6.3.6 软件维护	185
5.3.3 程序的数据类型	138	§6.4 软件质量评价	186

6.4.1 软件质量概念	186
6.4.2 软件质量保证策略	186
6.4.3 软件的可靠性	187
本章小结	187
习题六	188

第三层次 基本技术

第 7 章 数据库技术	190
§7.1 数据库技术概述	190
7.1.1 数据与信息	190
7.1.2 数据库	192
7.1.3 数据库管理系统	194
7.1.4 数据库系统	195
§7.2 数据模型	201
7.2.1 数据模型概念	201
7.2.2 概念模型	202
7.2.3 关系数据模型	203
7.2.4 面向对象数据模型	205
§7.3 数据库应用系统设计	206
7.3.1 数据库应用系统设计的要求	206
7.3.2 数据库应用系统设计过程	207
7.3.3 数据库应用系统设计实例	209
§7.4 数据库技术的研究与发展	212
7.4.1 数据库技术的研究	212
7.4.2 数据库技术的发展	213
本章小结	216
习题七	217
第 8 章 多媒体与虚拟现实技术	219
§8.1 多媒体概念	219
8.1.1 媒体与多媒体	219
8.1.2 多媒体的技术特征	221
8.1.3 多媒体的数据特点	221
§8.2 多媒体计算机	222
8.2.1 多媒体计算机硬件系统	223
8.2.2 多媒体计算机软件系统	225
§8.3 多媒体信息处理技术	227
8.3.1 音频信息处理	227
8.3.2 图形、图像信息处理	230
8.3.3 活动图像信息处理	235
8.3.4 多媒体数据压缩技术	238

8.3.5 其它处理技术	241
§8.4 多媒体技术的应用与发展	243
8.4.1 多媒体技术的应用	243
8.4.2 多媒体技术的发展	245
§8.5 虚拟现实技术	245
8.5.1 虚拟现实技术的基本概念	245
8.5.2 虚拟现实中的关键技术	247
8.5.3 虚拟现实技术的应用	248
本章小结	249
习题八	250
第 9 章 计算机网络与信息安全技术	252
§9.1 计算机网络概述	252
9.1.1 网络的发展过程	252
9.1.2 网络的基本功能	253
9.1.3 网络的基本类型	254
9.1.4 网络的基本应用	255
§9.2 网络的结构组成	257
9.2.1 网络硬件的组成	257
9.2.2 网络软件的组成	258
9.2.3 网络的拓扑结构	259
9.2.4 网络的逻辑结构	261
9.2.5 网络的体系结构	262
§9.3 计算机局域网	263
9.3.1 局域网的基本概念	263
9.3.2 局域网的计算模式	265
9.3.3 局域网的基本类型	266
§9.4 计算机因特网	267
9.4.1 Internet 的基本概念	267
9.4.2 Internet 的 IP 地址	268
9.4.3 Internet 的域名系统	270
9.4.4 Internet 提供的服务	271
9.4.5 移动互联网的应用	273
§9.5 计算机信息安全技术	274
9.5.1 防病毒技术	274
9.5.2 防黑客技术	277
9.5.3 防火墙技术	278
9.5.4 计算机密码技术	280
9.5.5 数字认证技术	283
本章小结	285
习题九	286

第四层次 高级专题

*第10章 离散结构	288	11.4.1 记忆与联想	330
§10.1 数理逻辑	288	11.4.2 机器学习	330
10.1.1 命题逻辑	289	11.4.3 人工神经网络	333
10.1.2 谓词逻辑	293	11.4.4 智能计算	335
10.1.3 数理逻辑在计算机科学中的应用	296	§11.5 智能行为	336
§10.2 集合论	296	11.5.1 智能检索与调度	336
10.2.1 集合的基本概念	297	11.5.2 智能控制	336
10.2.2 关系和函数	298	11.5.3 机器人学	337
10.2.3 集合论在计算机科学中的应用	301	11.5.4 机器博弈	339
§10.3 代数结构	301	本章小结	340
10.3.1 代数结构的基本概念	302	习题十一	340
10.3.2 格与布尔代数	303	第12章 计算机专业人才培养	342
10.3.3 代数结构在计算机科学中的应用	304	§12.1 计算机专业人才培养	342
§10.4 图论	304	12.1.1 理论学习能力的培养	342
10.4.1 图论的基本概念	304	12.1.2 数学思维能力的培养	344
10.4.2 路径、回路与连通图	306	12.1.3 程序设计能力的培养	345
10.4.3 欧拉图和哈密尔顿图	307	12.1.4 实践动手能力的培养	345
10.4.4 图的矩阵表示	308	12.1.5 专业英语能力的培养	347
10.4.5 图论在计算机科学中的应用	309	12.1.6 自我提高能力的培养	348
本章小结	310	§12.2 对计算机专业人才的要求	350
习题十	310	12.2.1 基本素质要求	350
*第11章 人工智能	312	12.2.2 职业习惯要求	352
§11.1 人工智能概述	312	12.2.3 业务能力要求	352
11.1.1 什么是人工智能	312	12.2.4 事业责任要求	354
11.1.2 人工智能的形成与发展	313	12.2.5 法律法规要求	355
11.1.3 人工智能学派	316	§12.3 计算机专业人才需求与认证	356
11.1.4 研究人工智能的意义	317	12.3.1 计算机软件类	356
§11.2 智能感知	318	12.3.2 计算机硬件类	357
11.2.1 模式识别	319	12.3.3 计算机网络类	358
11.2.2 自然语言理解	319	12.3.4 信息系统类	360
11.2.3 计算机视觉	321	12.3.5 应用系统开发类	361
§11.3 智能推理	322	12.3.6 计算机专业职业资格认证	362
11.3.1 知识表示	322	§12.4 职业生涯规划	363
11.3.2 知识推理	324	12.4.1 职业生涯规划的内涵	363
11.3.3 智能搜索	325	12.4.2 职业生涯规划的意义	364
11.3.4 问题求解	326	12.4.3 职业生涯规划的方法	365
11.3.5 专家系统	329	12.4.4 职业生涯规划的步骤	366
§11.4 智能学习	330	本章小结	368
		习题十二	369
		参考文献	371

课程导学

一、课程导学意义

“计算机科学导论”(Introduction to Computer Science)是计算机类专业的必修课,是全面了解计算机科学的内容、方法及其发展的引导性课程。

作为计算机类专业全部教学内容的引导课程,计算机科学导论应站在学科的高度,告诉学生计算学科的基本内涵;让学生知道应该学什么,应该怎么学,并使学生对本学科产生浓厚的兴趣。同时,计算机科学导论又是计算机的入门课程(第一门专业基础课),学好它,将为后续课程的学习打下良好基础,该课程主要起着“承前启后”的作用。

由于之前学生并没有计算学科的任何知识背景,因此,开设该课程的目的犹如一个人到了一个陌生的城市,虽然对该城市的基本概况一无所知,但如果先站在该城市的最高处俯视整个城市,就会对该城市有个大致了解。其类比关系为:

- (1) 了解该城市的基本布局(本专业的知识结构)
- (2) 了解该城市的交通线路(本专业的知识体系)
- (3) 了解该城市的主要建筑(本专业的核心课程)
- (4) 了解该城市的外围环境(与边缘学科的关系)

我们希望通过“计算机科学导论”课程,能为计算机类专业学生全部课程的学习甚至终身学习起到引导作用。

二、课程教学定位

1. 课程性质

“计算机科学导论”是计算学科的窗口,强化“导论”属性,俯视计算学科全貌。作为计算机科学与技术全部教学内容的导引课程,该课程构建的实质是寻求一种统一的思想来认知计算学科,并对计算学科进行系统化和科学化的描述。

2. 课程特点

“计算机科学导论”课程内容丰富、知识面宽,涉及计算机科学与技术专业一级学科的几乎所有主题,有相当的广度。该课程的教学效果应该是使学生对计算学科的各个主题充满兴趣和好奇,同时又产生太多的不理解和疑问,非常渴望探索其中的科学道理,让学生对本学科产生强烈的兴趣和求知欲望,为后续课程的学习埋下伏笔。

3. 课程任务

本课程力图将计算机基础理论知识与应用能力培养完美结合。在理论教学方面,充分体现“导论”的真实内涵;在实践教学方面,以实际应用为目标,建立课程的技术、技能体系,融“教、学、做”为一体,强化学生的能力培养。通过本课程学习,使学生掌握正确的学习方法,激发学生的学习兴趣,了解本学科的发展史及发展趋势,能从中获得必要的启示,并从理论模型的层次上掌握计算及计算机的本质问题,了解本学科的知识结构体系及其相互之间的关系,从整体上提高学生对本学科的认识水平。与此同时,本课程应突出“承前启后”作用,为进一步深入学习有关后续课程打

下良好基础,并且能对学生学习本专业具有较长时间(大学期间,甚至大学以后)的“导引”作用。

三、课程教学组织

为了便于组织教学,将课程分为“计算机科学导论”和“计算机科学导论学习辅导”两部分,并且以“层次结构、案例教学、项目驱动”的指导思想进行教学组织与设计。

(一) 理论教学

“计算机科学导论”理论教学采用进阶式结构,将教学内容分为4个层次:基本概念、基本方法、基本技术、高级专题。每章开头的“问题引出”为该章教学的知识背景;“教学重点”为该章的主要教学内容;“教学目标”为该章教学应达到的基本要求。基于进阶式知识结构的教学设计如图1所示。

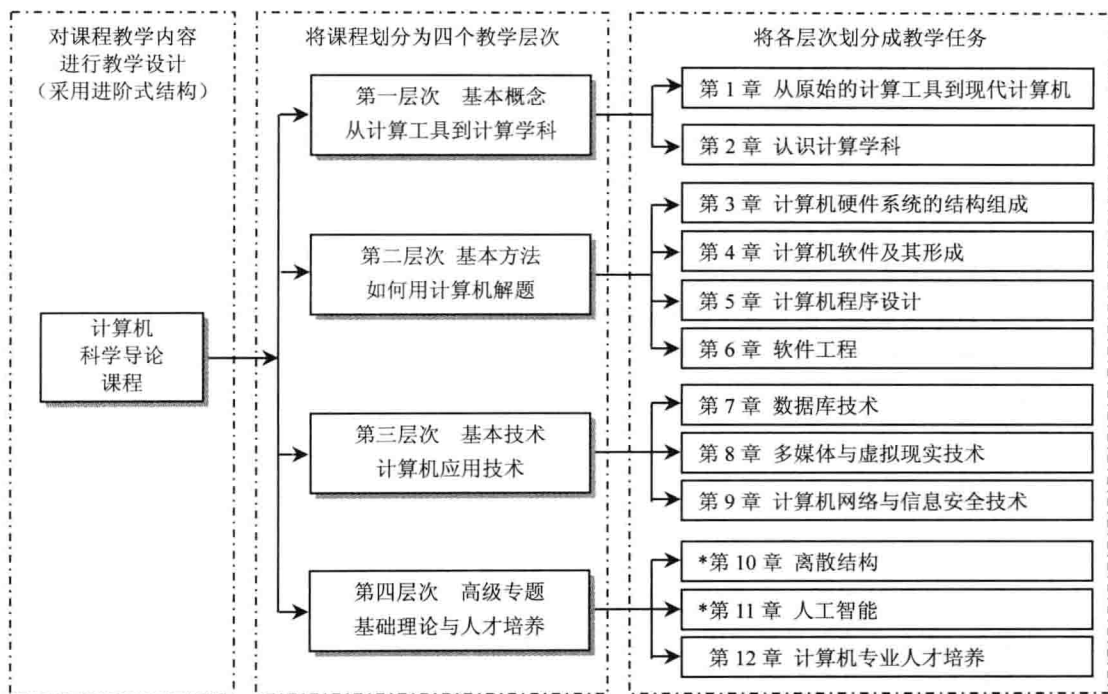


图1 “计算机科学导论”课程知识结构示意图

第一部分：从计算工具到计算学科

在这一部分中,全面而系统地介绍了计算机的发展史和计算学科知识,其目的在于:

第一,计算机科学技术发展史是人类文明发展史中的重要组成部分,学习和研究计算机科学技术发展史是学习和吸取前人智慧的一种途径。科学史中所蕴涵的科学思想、科学方法及科学精神,对于培养具有创造精神和创新能力的科技人才来说,都是非常必需的。

第二,学习和研究计算机科学的发展史,不仅使学生进一步体会到创新在科学发明中的作用,而且使学生对计算机科学本身及其相关因素有一个全面、深刻的了解和认识。同时,计算机科学先辈们在研究计算机的过程中百折不挠的精神,对学生将会起到激励和鼓舞作用。

第三,学习和研究计算机科学发展史可以让学生了解计算机科学的理论基础、基本内容、发展方向、学习方法等。这对于学生从整体上了解计算学科的知识体系,学习和掌握计算机科学理论知

识具有积极作用。

通过第一部分的描述,将学科专业知识与相关的人文知识、人文精神和学科发展史有机地紧密结合,无形中自然地启迪学习思想、激发钻研精神、培养创新意识。

第二部分:如何用计算机解题

通过第一部分的学习已熟悉和了解到从原始计算工具到现代计算机的发展过程以及伴随着计算机的发展而形成了计算学科的有关概念。那么,如何用计算机解题呢?为了便于初学者理解,这里以求解一元二次方程为例,说明计算机必须具备哪些条件才能完成解题任务,以此引出计算机中数据的表示、计算机硬件系统、计算机软件系统、程序设计所涉及的基本问题。

1. 基本任务

设有 $f(x) = ax^2 + bx + c$, 求 x_1 和 x_2 。我们可将计算机求解此问题的过程描述为以下 4 个步骤。

第 1 步:先将问题求解编成程序,并将原始数据(方程系数和常数项的值) a 、 b 和 c 从输入设备输入到存储设备予以保存。

第 2 步:启动计算设备,在控制部件的控制作用下,按照程序步骤自动地完成如下操作:

1) 从存储设备中取出原始数据 a 、 b 和 c 送到运算部件进行运算,求出中间结果值 $b/2a$, 我们用 f 表示, $(\sqrt{b^2 - 4ac})/2a$, 用 g 表示;

2) 将运算的中间结果值 f 、 g 送到寄存部件予以临时寄存;

3) 从寄存部件中取出中间结果值 f 、 g , 在运算部件中进行 $-f + g$ 、 $-f - g$ 运算,即 $x_1 = -f + g$, $x_2 = -f - g$;

4) 将运算部件中的最终结果 x_1 和 x_2 和送回到存储设备。

第 3 步:显示或打印存储设备中的最终结果 x_1 和 x_2 。

2. 涉及的问题

从上述解题过程可知,用计算机解决实际问题涉及以下 4 方面的问题:

(1) 数据转换:组成现代计算机的电子器件只能识别电位的有、无,通常用 1 和 0 来表示这两种独特状态。因此,计算机中所有的数据信息都只能用由 1 和 0 组成的二进制代码来表示,并且所有的数据信息(数据、符号和文字)都是以二进制代码形式进行存储、处理和传送的。但人类通常习惯使用十进制数来描述数据的大小,用文字来描述语言,用符号来描述图形。那么,如何解决“人一机”之间的这种“兼容性”问题呢,所以实现用计算机解题的第一步就是要解决计算机中数据的表示、转换和编码问题。

(2) 硬件系统:要实现用计算机解题的第二步,计算机必须具备以下设备和部件:

- 输入程序和原始数据的输入设备;
- 存放程序和原始数据的存储设备;
- 对数据进行数据处理的运算部件;
- 自动地完成各种操作的控制部件;
- 显示或打印最终结果的输出设备。

所有这些,统称为计算机硬件。计算机系统中的硬件可以泛指那些看得见、摸得着的部件,它是构成计算机的物理装置或物理实现。我们把构成计算机的所有部件称为硬件(Hardware),并将这些硬件的整体结合称为硬件系统(Hardware System)。

(3) 软件系统:实际上,仅有硬件设备的计算机是无法完成给定任务的。因为硬件设备只能

识别电位的有无（或电位的高低），没有人—机之间的语言交流工具，用户无法与硬件进行联系，即无法指挥机器做何种事情。要使计算机真正发挥作用，必须有指挥硬件系统工作的一系列命令，我们把这些命令的有机结合称为程序。换句话说，在计算机系统中必须要有如下程序的支持：

- 能实现人一机之间的交流并能对其进行管理的系统程序（系统软件：操作系统）；
- 能使用户写入原始数据、文件和实现文字处理的编辑程序（应用软件）；
- 把用不同程序语言设计的程序翻译成机器能识别的代码的翻译程序（系统软件）；
- 具有为科学计算、自动控制一类需求而编制的应用程序（专用软件）。

为了便于与硬件相区分，我们把计算机中使用的各种程序称为软件（Software），并将计算机中所有程序的集合称为软件系统（Software System）。系统软件的核心是操作系统，它是人与计算机之间进行交互的界面。其次是翻译程序，它是把用户（软件开发者）用程序设计语言编写的源程序转换为计算机能认识和执行机器指令程序的工具。不论是用户编写的算法程序，还是软件开发者编写的系统程序，都必须通过编译程序将其编译成计算机可以直接执行的机器代码程序（软件）。

（4）程序设计：软件系统为用户操作使用计算机提供了支撑条件。但是，怎样设计程序呢？它涉及程序设计语言、程序设计方法、算法与数据结构等。其中，程序设计语言是描述完成具体操作和解决实际应用问题的语言工具；程序设计方法是利用程序设计语言描述解决实际问题的基本方法（如面向过程方法和面向对象方法），算法与数据结构是为设计复杂、高效的程序准备的数学工具和方法步骤。

如果说程序设计是描述怎样设计程序的基本方法和步骤。那么软件工程就是开发一个大型软件所采用的技术方案，包括开发途径、方法、工具，以及为确保软件质量所采取的技术手段和措施等。

这样，我们便把计算机中的数据表示、计算机硬件系统、计算机软件系统、程序设计和软件工程连成了一个整体。从而使学生对计算机应该具备哪些条件才能解决实际问题所涉及到的基本知识有了一个比较全面的了解。因此，我们可以把这部分内容看作为用计算机解决实际问题的基本方法。

第三部分：计算机应用技术

目前，与计算机紧密结合的应用技术有数据库技术、计算机多媒体技术、虚拟现实技术、计算机网络技术、计算机信息安全技术等。

1. 数据库技术

数据库技术是随着使用计算机进行数据管理的不断深入而产生的、以统一管理和共享数据为主要特征的应用技术，也是计算机科学技术中发展最快、应用最广的领域之一。

2. 计算机多媒体与虚拟现实技术

（1）计算机多媒体技术：是计算机技术和多媒体技术紧密结合的产物，也是当今最引人注目的新技术。它不仅极大地改变了计算机的使用方法，也促进了信息技术的发展，而且使计算机的应用深入到前所未有的领域，开创了计算机应用的新时代。

（2）虚拟现实技术：是计算机软/硬件技术、传感技术、仿真技术、机器人技术在人工智能及心理学等领域高速发展的结晶。这种高度集成的技术是多媒体技术发展的更高境界，也是近年来十分活跃的研究领域。目前，虚拟现实技术在娱乐业、军事演习、模拟教学、实训教学、艺术创作等领域获得广泛应用。

3. 计算机网络与信息安全技术

（1）计算机网络技术：是计算机技术和通信技术紧密结合的产物。它的出现，不仅改变了人们的生产方式和生活方式，而且对人类社会的进步做出了巨大贡献。计算机网络的应用遍布于各个

领域，并已成为人们社会生活中不可缺少的一个重要组成部分。

(2) 信息安全技术：随着计算机及网络的广泛应用，计算机信息安全问题已成为重要的研究课题，主要包括：反病毒技术、反黑客技术、防火墙技术、计算机密码技术等。

以上应用技术既是目前计算机应用的主要领域，也是计算机应用技术领域研究的核心。

第四部分：基础理论与人才培养

这一部分介绍离散结构、人工智能和计算机专业人才培养。其中，离散结构和人工智能是计算学科中非常重要的内容，二者之间的关系非常密切，而且有一定难度，在本教材中用“*”标示，可作为选学内容。它们是计算学科的理论基础，即使不进行课堂讲授，仅供学生自学，对深入了解计算学科、激发学习兴趣、确定研究方向也具有非常重要的意义。

1. 离散结构

离散结构是现代数学的一个重要学科，它所研究的对象是离散量的结构和相互关系、离散系统结构的数学模型以及建模方法。离散结构研究的内容主要有：数理逻辑、集合论、代数结构、图论。另外，还包括计算机应用对象的离散结构的研究，如离散概率、运筹学、数值计算、数学建模与模拟等。

离散结构在许多学科领域，特别是在计算机科学与技术领域有着广泛的应用，是研究计算机科学的基本数学工具，是计算机专业许多课程（如程序设计语言、数据结构、操作系统、编译原理、人工智能、数据库原理、算法设计与分析、计算机科学导论等）必不可少的先行课程。通过离散结构的学习，不但可以掌握处理离散结构的描述工具和方法，更为后续课程的学习创造条件，而且可以提高抽象思维和严格的逻辑推理能力，为将来参与创新性的研究和开发工作打下坚实的基础。

2. 人工智能

人工智能是 20 世纪中叶开始兴起的一个新的科学技术领域，它研究如何用机器或装置去模拟或扩展人类的某些智能活动，如推理、决策、规划、设计和学习等。现代计算机的体系结构、程序设计、数据库系统等技术领域都涉及人工智能，而且人工智能也是现代计算机和未来计算机发展的一个重要趋势。因此，学习、了解和掌握人工智能的相关知识是极为重要的。

或许有人认为计算机应用不需要掌握离散数学与人工智能知识。但这种认识就以为只要掌握程序设计语言，不懂得程序设计方法、算法和数据结构也能进行程序设计一样。试想，一个不懂得程序设计方法、算法和数据结构的人，能设计出高效、可靠的实用程序吗？同样，一个不懂得离散数学和人工智能的人，能深入进行计算机科学与技术的研究吗？回答是否定的。因此，了解人工智能对拓展解决问题的思路和开阔专业视野是很有好处的。

3. 计算机专业人才培养

随着我国信息产业的高速发展，对计算机专业技术人才的需求量越来越大，要求也越来越高。因此，如何培养与信息社会发展相适应的计算机专业人才，是教学改革中重要的研究课题。本书重点讨论了以下 4 方面的内容：

- 计算机专业人才能力培养；
- 计算机技术岗位的基本要求；
- 计算机技术岗位的人才需求；
- 职业生涯规划。

(二) 教学辅导

随着计算机技术的飞速发展，计算学科理论与实践的联系越来越紧密，因而更加重视基本理论和基本技能的训练，并已成为高等教育的基本要求。为了将教、学、做融为一体，我们还编写了《计

《计算机科学导论学习辅导》，内容包括“学习引导”、“习题解析”、“技能实训”和“知识拓展”。

1. 学习引导

学习引导包括“关联知识”和“知识链接”。其中，关联知识是对主教材教学内容的补充，以拓展与该章教学内容密切相关的知识，构成完整的知识体系；知识链接则介绍与该章理论密切相关的知识索引和参考文献，为同学们深入学习和专题研究提供指导，以激发同学们的学习兴趣和创作热情。

2. 习题解析

习题解析包括选择题、判断题和问答题（其中的题没有给出解析答案）。通过习题解析，可对照检查学生的学习效果，在巩固各章所学知识的同时，加深对整体概念的理解和认识。

3. 技能实训

技能实训包括键盘操作与打字方法；汉字拼音输入法和五笔字形输入法；Windows 7、Word 2010、Excel 2010、PowerPoint 2010、Access 2010 的基本操作；多媒体工具软件、计算机网络和信息安全工具软件的使用方法。通过技能实训，培养和强化学生的实践动手能力。

4. 知识拓展

知识拓展包括世界著名的计算机组织、著名的计算机奖项、著名的计算机公司、著名的计算机先驱者和图灵奖获得者的生平事迹、有关知识技术的形成与发展等。通过了解计算机科学技术的形成与发展，揭开计算机科学技术的神秘面纱，增强学生进行科学探索的信心；通过介绍科学家们的生平事迹，激发学生努力塑造坚韧不拔、锲而不舍、顽强拼搏的精神品质。

四、课程教学资源

为了便于教学和自学，我们将“计算机科学导论”课程建成了立体式、多元化的教学资源，如图 2 所示。

所谓立体式，是指特色鲜明的文字教材、内容丰富的计算机辅助教学软件和功能完善的课程教学网站。

所谓多元化，是指每一种教学媒体中包含了多种形式的教学资源。例如，文本资源包括教材、教案、教学大纲等；教学软件包括 PPT、CAI 等。其中，CAI 是计算机辅助教学软件，通常也称为课件（Couserware），CAI 的作用是将那些难以用语言和文字表述清楚的抽象概念，利用 CAI 动画演示，进行形象、生动、准确的描述，能有效地提高教学效果。

总之，无论是课程设计理念，还是课程教学方法；无论是课程教学内容，还是课程资源建设，本书都力求体现有特色风格、有创新性、先进性和示范性。因为先进的教学理念、丰富的教学资源和现代化的教育技术手段，是提高教学效果、确保教学质量的根本保证。

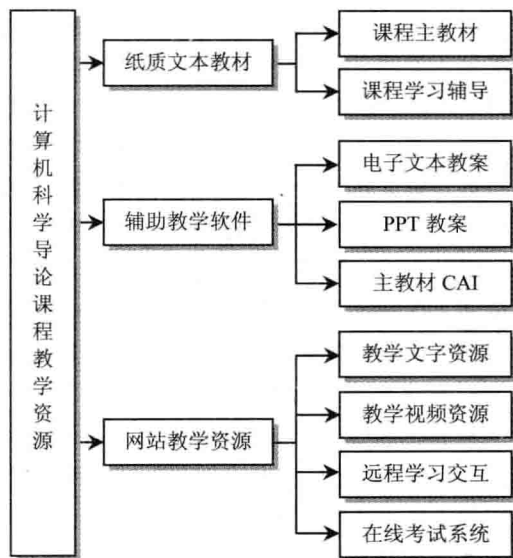


图 2 计算机科学导论课程教学资源的组成

第一层次 基本概念

第 1 章 从原始的计算工具到现代计算机

【问题引出】当今社会是一个信息社会，其主要特征表现在微电子技术、计算机技术及网络技术的广泛应用已渗透到社会的各个方面，改变了人们的生活和生产方式。利用计算机的高速运算、大容量存储及信息加工能力，使得以前很多可望而不可及的复杂计算成为现实，甚至许多工作如果离开了计算机就几乎无法完成。可以毫不夸张地说，如果没有计算机，就不会有科学技术的现代化，信息社会也将无从谈起。那么，计算机是怎样形成的？具有哪些特点和应用？计算机与信息化有何关系？等等，这些都是计算机类专业学生必须了解的内容，也是本章所要讨论的问题。

【教学重点】本章主要介绍人类计算工具的发展、现代计算机体系的形成、现代计算机的基本概况、计算机与信息化等。

【教学目标】了解计算工具的发展过程、现代计算机体系的形成与性能特点；熟悉信息化的相关概念；掌握冯·诺依曼计算机的基本结构、组成原理及工作过程。通过本章学习，为进一步了解和应用计算机以及深入研究计算机的形成与发展奠定基础。

§ 1.1 人类计算工具的进步

从原始的计算工具到现代的电子计算机，人类在计算领域经历了漫长的发展阶段，并在各个历史时期发明和创造了多种计算工具。为了叙述方便起见，这里，我们把各个历史时期称为“代”。人类计算工具的发展概况如图 1-1 所示。

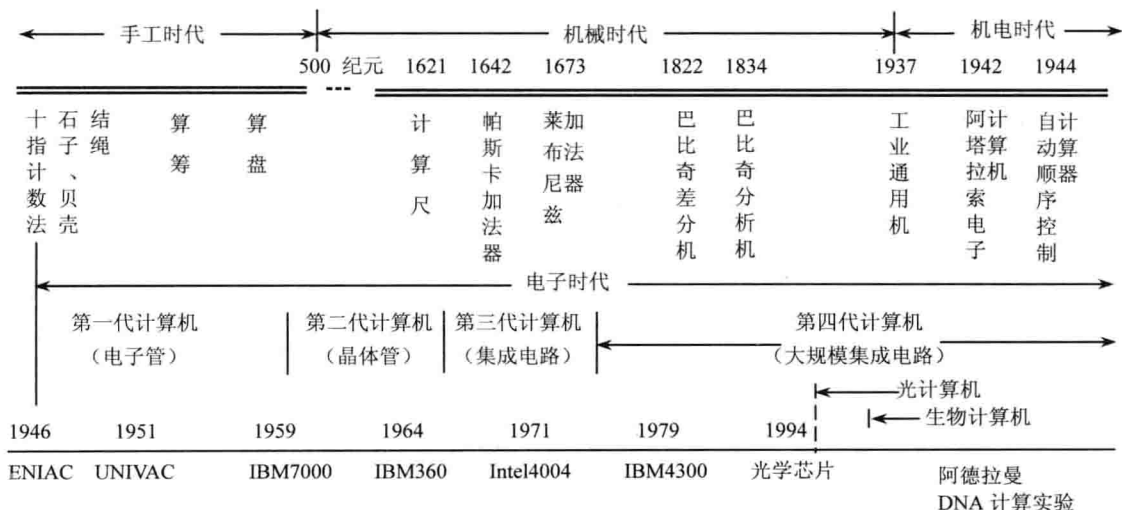


图 1-1 计算工具的发展概况

1.1.1 手工时代

手工时代是人类最原始的时代。处在当今信息时代的人们，很难想象原始人类的生活情景。我们今天拥有的一切，是随着人类的生活需要和生产实践的需求逐步发展起来的。需求是发明之母，人类计算工具也不例外。手工时代的计算工具，其发展过程大致可分为以下3个阶段。

1. 十指与结绳

远古时代还没有文字。人们为了记载发生过的事件，使用最方便、最自然、最熟悉的十个手指来进行比较和量度，从而形成了“数”的概念和“十进制”计数法。此时，手指是一种天然、方便、简捷的计算工具。而当生产力进一步发展到依靠十个手指的运算量已不能满足需要的时候，人类不得不开始寻求非自然的计算工具。为了表示更多的数，祖先们用石子、贝壳、结绳等作为计数工具来统计人和猎物的数目。最早，记事与记数是联系在一起的。为了要记住一件事，就在绳子上打一个结(knot)，“事大，大结其绳；事小，小结其绳；结之多少，随物众寡。”

2. 算筹

随着人类社会活动范围的扩大，计算越来越复杂，要求的数值计算能力也越来越高。我国古代劳动人民最先创造和使用了简单的计算工具——算筹。算筹在当时是一种方便而先进的计算工具，它可以按照一定的规则灵活地布棍于地上或盘中。筹算时，一边计算一边不断地重新布棍。

在《后汉书》和先秦诸子著作中，有不少关于“算”、“筹”的记载。算筹问世于商周时代，春秋战国以及后汉的书籍中已大量出现“筹”之说，《汉书·张良传》说张良“运筹帷幄之中，决策千里之外。”这里的“筹”，就是算筹（筹棍）。用算筹进行计算称为筹算。

我国古代数学家通过算筹这种计算工具，使我国的计算数学在世界上处于遥遥领先的地位，创造出了杰出的数学成果。例如，祖冲之的圆周率，解方程和方程组的天元术、四元术，著名的中国剩余定理，秦九韶算法，以及许多精密的天文历法等都是借助算筹取得的。

祖冲之（公元429~500年），36岁时为古代数学名著《九章算术》作注。《九章算术》成书于公元40年，集我国古代数学之大成，历代曾有不少人为它作注，但都碰到一个难题——圆周率 π 。远古时候，称“径一周三”，即指 $\pi=3$ ；三国时刘徽将其精确到3.14。祖冲之采用的计算方法是割圆术，即将直径为一丈的圆内接一个六边形，然后再依次内接一个12边形、24边形、48边形……每割一次都按勾股定理用算筹摆出乘方、开方等式，求出多边形的边长和周长。这样不断求出多边形的周长，也就不不断逼近圆周了。接到96边形时遇到了难以想象的困难，当年刘徽就是至此止步，将得到的3.14定为最佳数据。祖冲之认为这样不断割下去，内接多边形的周长还会增加，接到24576边形时，圆周率已经精确到了小数点后第八位，即3.14159261，更接近于圆周，若再增加也不会超过0.0000001丈，所以圆周率必然是在3.1415926和3.1415927之间。在当时，这个数值已相当精确，比欧洲数学家奥托的相同结果早了一千多年。

3. 算盘

随着经济的发展，要求进一步提高计算速度，筹棍的缺点日益显露出来，算筹最终被更先进、更方便的计算工具——算盘（珠算）取代，这是计算工具发展史上的第一次重大改革。据历史记载，我国公元前500年发明了算盘，迄今已有2600多年的历史。随着算盘的普及应用，并经过不断地