

JSJ

现代计算机科学与技术教材系列

计算机科学导论 教学辅导

刘坤起 赵致琢 著



科学出版社

www.sciencep.com

TP3

计算机科学导论教学辅导

刘坤起 赵致琢 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是与《计算科学导论(第三版)》(赵致琢, 科学出版社)配套的教学辅导书, 旨在帮助并引导读者真正领会《计算科学导论(第三版)》的要义。本书针对教材在教学中遇到的疑难问题, 以及教材中的难点和重点, 通过举例子、演绎推导、系统论证和深入阐述的方式, 根据计算机科学与技术一级学科人才培养科学理论体系、计算机科学深层次的背景内容, 力求深入浅出, 更进一步地详细回答师生们的问题。同时, 我们将对多年来在教学过程中积累的问题分类进行回答, 帮助教师开展课堂教学, 也有利于学生的学习。

本书适合作为高等院校计算机科学与技术专业“计算科学导论”课程的教学辅导书, 也可供相关专业师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

计算科学导论教学辅导/刘坤起, 赵致琢著. —北京: 科学出版社, 2005
ISBN 7-03-015730-3

I. 计… II. ①刘…②赵… III. 计算机科学-教学参考资料
IV.TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 064697 号

责任编辑: 陈晓萍/责任校对: 都 岚

责任印制: 吕春珉/封面设计: 飞天创意

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年8月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2005年8月第一次印刷 印张: 13

印数: 1—3 000 字数: 249 000

定价: 18.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换<路通>)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62138978-8001 (H106)

前 言

时光荏苒、岁月如梭，转眼之间《计算科学导论》一书已经出版7年了，其发行量也已超过5万册。在这短短的几年中，面对知识经济的滚滚浪潮，感受计算机科学与技术的飞速发展，身处高等教育大发展时期的高等学府，我们日益体会到作为从事计算机科学与技术专业教育的教师身上肩负的历史责任以及面临的困难，不敢有丝毫的放松和懈怠。

创作这本《计算科学导论教学辅导》的初衷，是要向读者解释和说明《计算科学导论（第三版）》中隐藏在许多内容背后的丰富的“潜台词”和背景材料，帮助并引导读者真正领会该书的要义。但愿这本书能够伴随读者的学习、工作和生活，使读者感受科学，认识科学，理解科学，分享理性认识世界的快乐。

当这本精心创作的辅导书即将付梓之际，我们就像母亲看到孩子长大成人一样，感到由衷的欣慰并有几丝不安。欣慰，源于我们辛勤的工作，现在终于有了一份能够辅助读者学习《计算科学导论》的教学参考书；不安，则是担心我们业务水平的限制和工作中的疏忽，给读者的学习和工作带来损失。但正是因为心中交织着这份欣慰与不安，才促使我们时刻提醒自己要不断努力、锐意创新、精益求精，追求卓越，更好地贯彻我们所倡导的教材创作理念——“深者得其深，浅者得其浅”的作品境界，以回报读者对我们的信任和厚爱。同时，也为我国计算机科学与技术专业教育水平尽快赶上世界一流水平尽一份绵薄之力。

我们自豪，因为能为新世纪的读者顺利跨入计算机科学与技术（学科）专业领域提供一份学习指南；我们谦逊，因为我们的工作中还存在许多不足，科学无止境，需要继续努力；我们欣慰，因为一路走来，总有读者的支持和鼓励相伴，让我们感到温暖；我们自信，因为我们一直在不断进取，用科学与人文相结合的思想方法，努力探索前进！

第一时间，第一印象。衷心希望读者能在学习和工作之余，把对这本书的意见和建议反馈给我们，帮助我们改进工作，完善这本教学辅导书。

作者的电子邮件是：liu_kqhb@163.com。

目 录

前言

第0章 绪论	1
0.1 “计算科学导论”课程在学科专业教育中的地位和作用	1
0.2 课程的教学目的、指导思想和教学大纲	4
0.3 课程的基本要求和课程的重点内容	6
0.4 引入布尔代数知识的基本考虑	6
0.5 学习中应注意的问题和学习的方式方法	7
0.6 课程教学中的疑难问题及其解答	8
第一章 《计算科学导论》第一章教学辅导	13
1.1 《计算科学导论》第一章的教学目的和要求	13
1.2 重点和难点剖析	13
1.3 本章所涉及的问题的参考答案	15
第二章 《计算科学导论》第二章教学辅导	19
2.1 《计算科学导论》第二章的教学目的和要求	19
2.2 重点和难点剖析	20
第三章 《计算科学导论》第三章教学辅导	29
3.1 《计算科学导论》第三章的教学目的和要求	29
3.2 重点和难点剖析	30
第四章 《计算科学导论》第四章教学辅导	36
4.1 《计算科学导论》第四章的教学目的和要求	36
4.2 重点和难点剖析	36
4.3 部分疑难问题及其解答	41
第五章 《计算科学导论》第五章教学辅导	59
5.1 本章的教学目的和要求	59
5.2 注记	60
5.3 重点和难点剖析	62
5.4 一些定理证明的分析、定理补充证明、典型例题的分析与解答	66
5.5 第五章所涉及的数学学科中的典型方法	70
第六章 一级学科人才培养科学理论体系简介	73
6.1 背景介绍	73
6.2 计算机科学与技术一级学科人才培养的科学理论体系简介	74

第七章 教学改革和教学过程中应该注意的事项	81
7.1 学科教育与教学的指导思想	81
7.2 从经验办学走向科学办学	82
7.3 从外延发展模式转向内涵发展模式	84
7.4 实行分层次、分类办学是一种客观要求	86
7.5 从整体上把握一级学科的重要性	88
7.6 理论与实践的关系	89
7.7 关于素质教育	89
7.8 建立质量保证体系中对于教学活动的若干要求	91
第八章 如何培养高素质(专业技术)人才	95
8.1 关于专才教育与通才教育的讨论	95
8.2 对目前所谓“通才教育”模式的讨论	97
8.3 如何培养高素质(专业技术)人才	100
8.4 如何提高每一个学生的个人素养	102
第九章 计算科学专业教学中的疑难问题及其解答	103
9.1 学科专业教育一般认识中的疑难问题及其解答	103
9.2 本、专科阶段的专业教育与教学中的疑难问题及其解答	116
9.3 研究生阶段教育、教学与管理中的疑难问题及其解答	135
附录 1	139
附录 2	145
附录 3	159
附录 4	191
参考文献	199

第0章 绪 论

总体上说,科学是理性的事业,科学技术研究重在创新。因为只有理性地认识世界,认清自然界和事物发展的规律,才能使科学理论更合乎逻辑。也因为只有创新,才能谈得上在科学研究中对学科发展做出了哪怕是一丁点儿的贡献,才能谈得上推动了学科哪怕是一丁点儿的进步。如果不能理性地认识世界和阐述事物发展的规律,那不是科学研究,其学术主张也难以令人信服。如果科学研究和技术开发中没有创新,即使解决了许多具体的问题,也只能说这类研究推动了该学科在生产领域或社会发展领域的进步,一般不能称为推动了学科发展和进步。

从事现代科学技术研究不仅需要要有坚实的专业基础和良好的人文素养,而且需要建立科学的思想方法。高水平的科学技术创新研究是以正确的认识和科学的思想方法为基础的,是建立在对研究对象深刻的认识基础之上的,这就需要对研究对象的科学认识研究,毕竟人的正确思想不能从天上掉下来。教育与教学活动属于科学研究的范畴,因此,如何开展一个学科的教育与教学的方式方法也不例外。

0.1 “计算科学导论”课程在学科专业教育中的地位 and 作用

“计算机科学与技术导论”(以下简称“计算科学导论”)课程是学生学习计算科学学科(专业)的第一门与专业有关的课程,属于专业基础课程。那么,这门课程的设置到底应该讲授什么教学内容呢?

长期以来,对这门课程教学内容的界定一直是一个有争议的问题。作者以为,该课程的教学任务和目的主要有两个:一个是帮助学生或初学者认知,“授人以鱼”;另一个是为学生提供导学,“授人以渔”。为此,教学内容的界定原则应该坚持两点:一是必须从初入大学的学生的实际情况和实际需求出发,以高级科普的深度定位,粗线条、纲要式地介绍整个学科的概貌;二是在介绍的过程中应该突出科学的思想方法,将重点放在“授人以渔”方面。

按照科学的思想方法,只有认识世界,才能改造世界。因此,根据上述原则,该课程的教学内容首先应该是如何认知计算科学学科,然后才谈得上如何科学地进行正确的导学。

“计算科学导论”课程作为大学一年级的入门性导引课程,目的是利用少量

的学时,向学生介绍计算科学学科(专业)的概貌和学术范畴,全面而又科学地回答在计算科学一级学科人才培养过程中学生们普遍最为关心的两个问题,即如何从高级科普的角度正确认识计算科学学科(专业),如何沿着科学的轨道,运用科学的方式方法学好计算科学学科(专业),激发学生对本学科专业的兴趣,从而真正起到引导学生科学地进行学习的目的。因此,它是计算科学专业的一门入门性引导课程,是学好计算科学学科(专业)的一个科学的指南。对于初入大学计算科学学科(专业)的学生来说,它是一门重要的专业基础课程。

学习完本课程之后,学生只要能对计算科学学科(专业)有一个整体性的、初步的、正确的认识,能够回答“什么是计算科学?这个学科有什么特点、内涵和规律?”、“如何沿着科学的轨道学好计算科学学科(专业)?”等问题,能够将关于科学地回答这些问题的结论牢记在心,可以指导今后的学习就够了。站在本学科一级学科人才培养模式与培养方案以及相应的教学计划与课程体系的全局来看,与基础课程以及其他后续专业基础课程和专业课程相比,尽管它很重要,但它绝不是计算科学学科(专业)的一门重点课程。学生不能指望从本课程中获得大量具体的学科专业知识,因为它仅仅是引领学生未来正确地学习计算科学专业的导引性课程,起着一张旅行导游图的作用。

也许有人认为,由于本课程没有学习多少计算科学方面的具体知识,本课程对后续课程的学习也没有什么大的影响,因此,没有必要开设“计算科学导论”课程。我们认为这种观点是错误的。对于刚刚进入大学学习计算科学(学科)专业的学生而言,对即将要学习的(学科)专业是陌生的,对如何科学地进行大学的学习也是不清楚的,他们常常会面对未来几年的学习感到困惑、迷茫,非常渴望了解这个学科的概貌内容,而入学教育中简单的学科介绍根本不足以解决他们面对这个学科专业的学习时所产生的种种问题和困惑。如果这些困惑、迷茫不能及时得到解决,那么学生在大学阶段学习的过程中只能在黑暗中苦苦探索前行,有的同学可能事倍功半,有的同学可能会误入歧途,这是非常不可取的。

也有人认为开设本课程是必要的,但开设的时间不应该放在刚进入大学的第一学期,最好放在本科高年级或研究生阶段,原因是让没有任何计算科学知识的学生刚入大学就学习并理解计算科学学科(专业)的概貌、特点和规律是十分困难的,只有在本科高年级或研究生阶段才能做到。这种观点有一定的道理,但仍然是比较片面的,也是不可取的。诚然,对于学科(专业)的理解与感悟是随着学习的深入与日俱增的,“深者得其深,浅者得其浅”也是必然的,不应该片面强调对于知识的理解与掌握,何况该门课程不在于让学生具体学到了哪些专业知识,而在于让学生初步了解这个学科,掌握认识真理的科学思想方法。对于刚进入大学学习的学生而言,正确认识学科(专业),掌握学习本学科(专业)的科学的方式与方法,比学会一些具体的学科(专业)知识要重要得多,毕竟科学哲

学是正确认识科学世界最有力的思想武器之一。俗话说：“磨刀不误砍柴功”，这些内容若放到本科高年级或研究生阶段去学习，实质上已经迟了。

如果把学习计算科学专业比喻为一次长时间的“旅游”的话，那么“计算科学导论”课程所起的作用就是本次旅游的一个比较详细的“导游图”。显然，其开设时间应该在初入大学的第一学期，而不应该在大学的高年级或研究生阶段。多年的实践已经证明，只要师生能够对该门课程进行正确的定位，教师按照整体把握，粗线条、纲要式的方式讲授，学生能够认真读书、听讲，结合平时其他课程的学习，勤于思考和用心体会，在初入大学的第一学期完成该课程的教学，有利于学生尽快完成从中学到大学学习方式、方法的转变，有利于顺利完成大学的学业，有利于形成良好的学风。

比如，你到厦门来旅游并希望对当地的自然风光和乡情民俗有一个了解。因为时间有限，而以前对厦门了解甚少，只是听说过有鼓浪屿-万石山国家级风景区，那么，在短短的几天里，如何圆满地完成这次旅游呢？

显然，你会设法通过导游图来引领你游览。众所周知，导游图一般都很薄，里面对于旅游景点和导游线路的介绍非常简洁，这样便于游人携带。也许导游图中对鼓浪屿的介绍会出现这样的一段：“鼓浪屿是位于厦门岛西南面的一个小岛，面积只有几平方公里，常驻居民约4万多人。自厦门开埠以来，随着对外通商贸易的发展和厦门作为闽南地区航运中心港口地位的确立，许多国家先后在鼓浪屿建造西洋建筑，开设了领事馆和驻厦商务办事处。之后，大量外国商人、侨民纷纷涌入厦门，外国传教士和西方文化也渐渐向闽南地区渗透。一些曾在海外谋生和经商的中国人在事业上取得成功并荣归故里时，因受到西方文化的影响，也选择了在鼓浪屿筑楼定居。在这样一个进程中，鼓浪屿上不仅表现各国不同时期建筑艺术风格和宗教文化象征的各式建筑星罗棋布，如反映欧洲中世纪巴洛克时期建筑风格的现农业银行大楼和哥特式建筑风格的天主教堂，而且，还有体现融合闽南与南洋建筑风格的建筑，等等，被誉为万国建筑博物馆。随着西风日渐，岛上很多当地居民习惯了信教、做礼拜、弹钢琴、听音乐、喝午茶等生活方式，鼓浪屿逐渐成为东西方文化的一个交汇点。”

在上述这段概貌性介绍中，提到了建筑学中的巴洛克时期建筑和哥特式建筑这样两个建筑学名词，但并没有详细说明什么是巴洛克时期建筑和哥特式建筑，更没有说明怎么认识、判断、设计、建造这样的建筑。可是，这并不影响旅游者游览和欣赏鼓浪屿的风光。当一路游览来到这些建筑面前时，也许您可以通过建筑文化保护标识牌或导游的简单介绍，实地了解和领略这些建筑的特点、风格特征和详细的设计布局，但除非你是一个训练有素的建筑学专业人员，否则，对于这些建筑究竟如何设计、建造，您依然并不清楚。普通旅游者没有必要也不可能仅仅通过“导游图”学到大量建筑学的具体专业知识，而对于这些内容进一步的

深入了解,只能通过对建筑学各门专业课程的学习才能真正掌握,它们不属于导论课程的任务。

综上所述,“计算科学导论”课程在计算科学专业教育中起着“导游图”、“指明灯”的作用,其地位和作用是任何其他课程所不能取代的。

0.2 课程的教学目的、指导思想和教学大纲

一个培养方案确定之后,教学计划与课程体系也随之确定,之后,课程的教学大纲和教学规程就成为十分重要的内容,它们的执行直接关系到培养方案能否得到正确的贯彻和落实。下面我们来阐述“计算科学导论”课程的教学目的、指导思想和教学大纲,而教学规程每一所学校有自己的做法和传统,这里不再讨论。

0.2.1 课程的教学目的

“计算科学导论”是计算科学专业一门重要的入门性导引类专业基础课程,但不是一门学科核心专业基础课程,也不属于重点课程。该课程教学的两个基本的目标和任务是认知与导学。在教学中,重要的是教师应该全面贯彻科学哲学的思想方法,以科学的认识论和科学的方法论统领整个课程的教学,采取高级科普的深度定位和通俗流畅的语言,结合高中学习的基础,以类似于讲故事的形式向学生介绍整个学科的概貌和学术范畴,对学生进行整个学科正确的认知与导学,激发学生对本专业的兴趣,为学生顺利完成大学的学习任务提供必要的专业认识基础,同时,给学生的学习留下大量的疑问和问题,为后续课程的教学埋下“伏笔”,真正使导论课程的教学起到初步认知与正确导学的作用。

0.2.2 课程教学的指导思想和要点

为了实现上述教学目标,本课程教学的具体指导思想和教学要点是:

(1) 整体把握,粗线条、纲要式地讲授,突出重点,不拘泥于细节,对具体知识不追根溯源,不作进一步的展开和详细介绍,教材与讲授取高级科普的深度定位。

(2) 由于本课程的学时较少,课程难度较大,学生在几乎没有任何学科知识的背景条件下学习,因此,任课教师应借助投影仪尽可能通俗明了、深入浅出地以讲故事或聊天的授课形式将重点内容介绍给学生,透过学科的一些具体内容,突出科学哲学的思想方法和认识基础,传达适合于本学科人才培养的现代教育思想和理念,正确导学。

(3) 基于已经初步建立的科学的认识和学科方法论基础,介绍布尔代数的基本知识,深化学生对代数与逻辑在整个学科中地位和重要性的认识。

(4) 配合本课程的教学,学生将在教师的指导下通过第一学期计算科学实验课程的上机实践,从专业外行的角度,学习、熟悉和掌握计算机基本的操作技术和技能,掌握一些基本的专业实践性知识,提高感性认识。

0.2.3 课程的教学大纲内容

“计算科学导论”课程的教学内容主要是以科学办学思想和内涵发展优先的理念为基础,系统介绍在培养计算科学一级学科高素质专业技术创新人才(学科发展人才)的过程中,如何来认识计算科学,如何来学习计算科学,如何来培养创新能力和提高综合素养。课程教学的重点是全面贯彻科学哲学的思想方法,以新历史主义的观点,首先通俗地概要介绍计算科学一级学科范围内的一些最重要的基本概念,然后,围绕计算科学学科的定义、特点、历史渊源、发展变化、发展潮流等内容,系统阐述学科范型的内容,介绍如何来认识整个学科的思想方法,如何来学习这个学科的思想方法和学习的方式方法,如何形成创新意识和创新思维结构。最后,从多个角度出发,介绍布尔代数的基础知识,为前面诸多关于数学在整个学科中的重要性和地位的论断提供逻辑与代数重要性的实证支持。

本课程的知识点主要包括以下内容(重点内容为黑体,指学生应该掌握的内容):

科学哲学与学科方法论的概要:科学哲学,科学认识论,科学方法论,学科方法论等。

本学科基本概念:计算模型,二进制,通用数字计算机系统结构与工作原理,数字逻辑与集成电路,机器指令与汇编语言,算法,过程与程序,高级语言与程序设计,程序设计方法与技术,系统软件与应用软件,计算机图形学,图像处理与模式识别,逻辑与人工智能,计算机组织与体系结构,并行计算机系统,通道与并行计算,计算机网络与通信,高性能计算。

学科的定义、范畴、范型、意义、内容和方法:学科的定义,基本问题,发展主线,主流方向,学科形态,核心概念,历史渊源,发展变化,典型方法,典型实例,学科知识组织结构与分类体系,学科基本工作流程方式,学科的逻辑基础,本学科与其他学科的关系。

学科教育与教学规律:学科发展的特点和规律,学科发展潮流与未来发展方向,学科人才培养目标,学科研究生学位课程的界定,思维方式数学化及其实现的途径和方法,各学期重点课程,实验课程在整个培养方案中的地位和作用,提高专业技术能力的途径和方式方法,科学思想方法的训练与形成,理解科学与科学素养,如何实现思维方式的数学化,如何把握实验教学。

适应于计算科学学科人才培养的高等教育新思想和新理念:科学办学,内涵发展,对高等学校性质、社会属性、教育功能以及办学活动的基本认识;向社会

提供高质量的教育、科技、文化等多种社会服务是高等学校的基本功能；人才培养、科学研究和（区域）文化建设是高等学校的三项主要任务；第一流人才的属性标准；高等学校要建设成为人才培养、科学研究和区域文化建设的中心；研究型大学要实现教学与科研并举，学术至上的方针；环境熏陶、文化育人、自主管理、自我完善是素质教育的重要途径和正确的方式方法。

0.3 课程的基本要求和课程的重点内容

0.3.1 课程的基本要求

（1）初步理解计算科学一级学科范围内的一些重要的基本概念。

（2）初步了解计算科学学科的定义、特点、基本问题、发展主线、主流方向、历史渊源、发展变化、知识组织结构与分类体系、发展的潮流与未来发展方向、学科方法论、学科人才培养目标、课程体系与各学期教学重点，科学素养与人文精神等内容，以便科学地认知本学科（专业）。

（3）掌握如何学好计算科学学科（专业）的有关要领。

（4）初步掌握布尔代数的基本知识，了解布尔代数的公理化系统。

0.3.2 课程的重点内容

课程的重点有以下两点，详细内容我们将在有关章节中予以介绍。

（1）科学地认知。借助科学哲学的范型理论，科学地认识计算科学学科（专业）的内容、意义和方法。

（2）科学地导学。基于科学的认识基础，解决如何学好计算科学学科（专业）的方式方法等有关内容。

0.4 引入布尔代数知识的基本考虑

《计算科学导论》教材除了介绍计算科学学科的概貌和学术范畴，回答学生用正确的方式方法去认识和学习学科（专业）的章节外，在教材中还增加了布尔代数知识的章节。之所以在教材中引入布尔代数知识，主要基于以下三点基本考虑：

第一，按照计算科学专业一级学科人才培养科学理论体系中 A、B 两类基本培养模式，布尔代数的内容在教学计划中其他课程内安排不下。

第二，布尔代数的内容看似是代数，其实也是一种命题逻辑，是数理逻辑早期发展的雏形。结合《计算科学导论》中其他内容的讲授和课外思考，布尔代数

知识有助于学生认识到命题逻辑可以通过集合代数实现表达方式的转化,从而有助于学生在思考中与二进制、数字逻辑电路建立联系,有助于学生大致理解电子数字计算机的工作原理等,同时有助于学生将科学的思想方法与逻辑统一起来思考、联想,初步认识到数理逻辑和代数是计算科学最重要的两块基石等方面的内容,好处是多方面的。

第三,引入布尔代数系统的公理化方法,可以使得学生通过一个比较简单形式化数学系统,对公理化思想和方法的现实意义有所了解,有助于学生理解前面章节介绍的有关数学悖论、公理化思想、形式主义学派、数学的哲学基础问题,进一步加强对数学在整个学科中的重要性的认识,在科学思想方法方面建立形式化与非形式化的联系。

引入布尔代数的内容之后,实际上会对以后的课程教学带来许多方便。例如,在“集合论与图论”、“近世代数”、“计算机组成原理”等课程的教学,不再需要就计算机代数的知识重复学习,而可以在布尔代数的基础之上,直接应用其基本原理、方法和结论开展教学,可以节省不少时间。

0.5 学习中应注意的问题和学习的方式方法

在教学实践中我们感到,一年级学生在教学中最容易出现的问题就是对课程的定位不准确。许多学生在不了解计算机科学与技术专业的情况下,受多种因素的影响选择了这个专业,带着从高中阶段获得的极其有限的计算机知识,想象着从入学开始起就会学到大量计算机的具体知识和操作技术,完全没有意识到现实与想象之间有很大的差距。因此,端正学习态度,认真学习《计算科学导论》,深刻感悟教材的要领对于顺利完成第一学期的学习任务十分重要。

本课程内容丰富,涉及面宽,而且有相当的深度,加上学生刚刚进入大学,绝大多数学生在几乎没有任何计算科学专业知识背景的条件下,学习起来困难比较大。对于许多内容的理解仅停留在表面,有的内容甚至根本不能理解,这是很正常的。但是,通过对教材和课程的认真学习和用心体会,学生对整个学科和如何进行学习有一个初步、正确、基本的了解是不困难的,比没有这样一种引导要强得多。现在的问题是,每个学生对前人所积累的有关学科的科学总结应该牢记在心,并将它作为学习本专业的行动指南。为了更好地学习本课程,学生应该注意以下几点:

(1) 学习开始,应该全面搞清楚本课程的性质、地位、目的、重点内容、基本要求,以及它与后续其他课程之间的联系,特别注意阅读《计算科学导论》的前言。

(2) 在学习每一章之前,应了解该章的学习目的、基本要求、重点与难点。

(3) 学习时, 应该依据《计算科学导论》和本辅导教材, 对其中非具体专业知识而属于对学科认识和科学思想方法方面的重点和难点部分多花些时间消化领会, 并对要求掌握的内容进行必要的归纳和小结。

(4) 在学习过程中, 若遇到一时难以理解的内容或搞不清楚的问题, 可以将其暂时搁置, 等学完后续章节或后续课程后, 再来重读、领会和加深。

(5) 对于布尔代数基础一章的学习, 要求学生静下心来认真听课、反复看书、思考、质疑、做习题、总结、体会、揣摩以及联想, 结合计算机实验课程, 初步认识和建立本学科专业的一种科学的学习方法, 并体会这一艰苦的学习过程。对于学有余力的学生除了做完教材的全部习题外, 还可以利用闲暇时间或假期完成本辅导教材的所有习题。

(6) 在学习本课程的过程中, 要求每个学生善于联想与对比, 做到经常将课程中的概念、思想和方法等内容与现实生活中的事情、现象、处理问题的方式方法等建立联系, 并加以对比, 用自己的语言表述和处理事务, 还要经常将课程中的概念、思想和方法等内容与其他学科中的概念、思想和方法等内容建立联系, 并加以对比, 然后通过分析、归纳、总结上升到科学思想方法的层面, 建立理性的认识, 以此加深对课程中概念、思想和方法等内容的理解, 深化对学科的认识。这样一种做法已被实践检验为是一种比较科学的、行之有效的学习方式方法。

0.6 课程教学中的疑难问题及其解答

在“计算科学导论”课程的教学实践中, 学生常常存在很多疑问。我们在实践中积累了一些体会, 现归纳并解答如下:

问题 1 “计算科学导论”课程的教学内容如何界定?

长期以来, 这门课程教学内容的界定一直是一个有争议的问题。作者以为, 既然作为整个学科专业的入门性导引型课程, 其主要内容应该是帮助学生对整个学科建立认知并导学。针对初入大学的学生, 应该坚持用科学哲学的思想方法和高级科普的深度定位, 运用科学哲学的思想方法, 坚持“只有认识世界, 才能改造世界”的哲学观, 既“授人以鱼”, 也“授人以渔”, 将重点放在“授人以渔”方面。因此, 该课程的教学内容首先应该是从科普的层面如何认知计算科学学科, 然后才谈得上如何科学地进行正确的导学。

问题 2 “计算科学导论”课程什么时间开设最好?

如果把学习计算科学专业比喻为一次长时间的“旅游”的话, 那么“计算科学导论”课程所起的作用就是本次旅游的一个“导游图”。显然其开设时间应该是在初入大学的第一学期, 而不应该在大学的高年级。因为对本学科的初步认知和导学只能在初入大学时完成, 对高年级的大学生开设则太迟了。实践证明, 在

初入大学的第一学期完成该课程的教学,有利于学生尽快完成从中学到大学学习方式方法的转变,有利于顺利完成大学的学业,有利于形成良好的学风。

问题3 “计算科学导论”课程的教学最好应该由什么样的教师承担?

由于本课程涉及到计算科学一级学科范围内的几乎所有主要内容,而且具备一定的深度,加上初入大学的学生的基础知识十分有限,要求授课教师必须具备相当宽度和深度的知识,在授课时十分注意贯彻“直观性教学的原则”,多举一些日常生活中的例子,做到深入浅出地讲解。因此,本课程的教学应该安排长期在第一线从事科学研究和教学,学有所成,功底深厚的计算机科学家承担。没有计算科学一级学科的扎实功底,没有对整个学科的深刻感悟,要高质量地完成本课程的教学任务是难以想象的,也是不可能的。不仅导论课程有这个要求,即使是其他专业类课程,对教师也应该有这方面的要求,否则他难以真正高质量地胜任教学工作。

选择高水平的科学家担任导论课程的主讲教师,不仅仅在于他们能够深入浅出地讲解课程的内容,更重要的是教师有可能在教学中将自己多年来从事科学研究的心得和体会,将科学的思想方法通过简明扼要的实例和具体知识传达给学生。

当然,要达到上述较高的师资水平,目前国内绝大多数学校是难以做到的。原因是我国大多数高等学校创办计算机科学类专业时,是在师资力量不具备办学条件的基础上匆忙开办的,而国内计算科学专业人才的培养已经在较低的层次上发展了多年,一大批专业毕业生和非专业毕业生已经进入大学并担任专业教师多年,旧的认识和教学模式已经形成习惯,改革维艰。在高等学校从事计算科学研究和教学,理想情况下大多数教师应该是一个本学科的通才(具备一级学科的基础),而目前的师资状况已经暴露出过去我们在学科教育中普遍实施的专才教育的弊端。实施通才教育是我国计算科学专业本科和研究生教育的必然选择,也是当务之急。近年来,全国计算科学暑期高级研讨班在培养高素质专业技术人才和师资培训方面已经进行了六年的探索与试验,在实践中暴露出过去学科专业办学中存在的大量问题,基础薄弱,科学思想方法训练不足已经严重影响到本学科在中国的长足发展和全面进步。

问题4 由于《计算科学导论》一书对教师的要求较高,而目前国内绝大多数学校开设此课程感到有一定的困难,那么如何开设这门课程?

的确,《计算科学导论》一书对教师知识结构的广度和深度的要求较高,而目前国内绝大多数学校高质量地开设本课程存在一定的困难,怎么办?我们认为,根据本课程的教学目的和内容界定,在现有的教师中让知识结构的广度和深度以及学术水平较高的多位教授联合开设这门课程,最初期望值不要过高,然后通过暑期计算科学高级研讨班、科研进修、科学研究、学术交流、师生讨论等方式,加快师资队伍的培训与建设,逐步提高本课程的教学质量,是一条可行的发

展道路, 毕竟教学相长是一种值得推广的教学风尚。

问题 5 “计算科学导论”课程的授课学时越多越好吗?

鉴于本课程在计算科学专业课程体系中的地位、作用、教学目的、要求、课程的内容以及初入大学的学生的知识水平, 课程的授课学时不宜太多, 以 18 学时为宜。也可以加上布尔代数一共设置 26 学时比较合适, 这样做能够与目前国内不少高校第一学期安排新生一周入学教育, 四周军训的做法保持每周 2 学时上的一致性。应该看到, 一个客观的事实是讲授学时越多, 讲授的内容就越深入, 而学生就会越搞不明白, 原因是学生不具备大量必要的专业基础知识。因此, 授课学时要恰到好处, 要保证授课以高级科普的方式进行, 防止导论课程冲淡一年级更重要的基础课程和外语的学习。

问题 6 在“计算科学导论”课程的教学过程中, 学生没有完全看懂课程的内容, 是教学中出问题了吗?

“计算科学导论”课程的教学目标之一是使学生初步认知本学科, 其深度定位为高级科普。由于刚入学的学生所具备的基础知识十分有限以及短暂的授课时间, 对课程中所介绍的部分内容弄不明白是正常的, 也是自然的, 无需大惊小怪。它对学习后续课程的知识没有什么影响。只要通过 18 学时的授课, 学生能够对整个计算科学学科有一个正确的初步认识, 而且能够用正确的方式方法有兴趣地学习该学科的每一门课程, 那么我们的教学目的就达到了。例如, 对于图灵机的运行, 书上提供的例子有一些同学不能理解, 其实并没有关系。当然, 真想弄明白, 只要先在一条带子上按照要求, 每格写上 0、1 或空白, 严格对照例子中给出的程序, 从初始状态出发, 注意到执行程序是跟着状态走, 而不是跟着例子中的那些指令一条一条地往下做, 那么, 将不难理解。

作者之所以这样写教材是为了给读者留下悬念, 引起思考, 这是作为“综合性导引(导论)”类课程教材的作者的有意安排。

问题 7 在计算科学教育界, 一部分高等学校使用《计算科学导论》开设“计算机科学与技术导论”课程在师资方面遇到了困难, 甚至有的读者在不能全面准确地理解《计算科学导论》的内涵和意义的情况下就否定该书, 得出结论: 这本书作为计算科学专业的入门课程的教材是不行的。这种倾向对吗?

我们认为, 这种观点是轻率的。实际上, 正如不少学者已经认识到的: 《计算科学导论》从一个侧面检验了我们过去学科人才培养工作的质量。因为, 一些读者不能理解《计算科学导论》中用文字表述的部分观点和结论, 并不是这些内容有错, 而是自己没有完全具备一级学科的知识基础。因此, 不了解文字背后的内涵, 不可能基于个人的准确理解用自己的语言进行讲解。有趣的是, 在一些没有使用《计算科学导论》教材的学校里, 同学们之间在相互传阅着这本教材, 在自发地讨论读书心得, 有的大学网站校内的 BBS 上也在经常发表一些学生的读

后感想。生活的常理告诉我们：看不懂的东西，不一定不好，看得懂的东西并不一定好。譬如，黑格尔的《美学》十分抽象、难懂，但仍为一本哲学经典名著。至于一本作品的好坏应该经得起高水平专家的评说，经得起实践的检验和历史的考验。《计算科学导论》一书的部分意义在于，从一开始就提倡将定位于培养学科发展人才的研究型大学本科计算机科学与技术专业的教学和学生的引入科学的发展轨道，从科学哲学的高度帮助学生认识科学，理解科学，并通过一系列计算机科学最基础的操作实验，培养科班学生计算机的实际操作能力和技能，引导学生在实践中思考问题，提出问题，有意埋下伏笔，借此激发其学习学科专业的兴趣。对学生提出的各种专业问题，除了实际操作等简单的具体知识外，教师只需要说清楚这些问题属于专业的哪些范畴，相关知识将来在什么课程中可以学到，学生目前应该如何对待就行了，完全不必要一一作详细的解答。因为一年级的学生不可能真正理解，常常是讲得越多，学生越不明白。应该看到，《计算科学导论》不仅是一本一年级学生的教材，而且也可以成为学生大学四年直至研究生学习期间的一份学习参考。

问题 8 “计算科学导论”课程的结业考核方式非要课堂笔试吗？

切忌将课堂笔试作为本课程结业的考核方式。由于本课程的教学在很短的时间内并没有向学生介绍多少计算科学学科的具体知识，教学目的是对本学科的认知和导学，因此建议考试方式最好采用写一篇读书报告的形式，成绩采用4级记分制，或结合与之配套的一年级计算机科学实验课程采用考查方式，成绩分为“通过”或“不通过”。

另外，由于教材包含了布尔代数的知识，为了确保学生认真完成习题，可以考虑将学生完成布尔代数习题的质量以25%左右的比例计算计入课程的最后成绩之中。

问题 9 课程的名称是“计算科学导论”还是其他？

本课程属于计算科学学科综述性导引（导论）类课程，从其内涵的角度来讲，课程应该取名为“计算科学导论”，因为学科方法论仅仅是“计算科学导论”课程内容的一部分，而且，对于一个缺乏广泛的学科专业基础知识的学生来说，要准确理解学科方法论的内容是困难的，其结果往往导致方法论的教学内容停留在一些简单的学科具体的方法层面而偏离了学科方法论的主题。采用《计算科学导论》的写法，将学科方法论的一些内容通过简单的实例和通俗的表述融合在“计算科学导论”教材的各个章节中，实践证明是可行的、有效的处理方法。“计算机文化基础”和“计算科学方法论”对于计算科学专业一年级的教学都不是很合适，前者比较适合非计算机科学类专业的教学，后者要求学生有相当的专业基础，否则有可能引发误导。计算科学学科专业的学生需要对整个学科有广泛的了解，《计算科学导论》一书中对学科一些重要而又基本的概念和学科发展历程的阐