

国家教育委员会高等理科面向 21 世纪教学内容
与课程体系改革计划 (13—22) 资助项目

□ 厦门大学吕振万书籍出版基金资助出版

高等学校 计算机科学(专业)教育

● 赵致琢 著

● 科学出版社

国家教育委员会高等理科面向 21 世纪

教学内容与课程体系改革计划(13~22)资助项目



厦门大学吕振万书籍出版基金资助出版

高等学校 计算科学(专业)教育

赵致琢 著

科学出版社

1996

内 容 简 介

本书在对计算科学全面认识的基础上,从教育学的角度出发,系统论述了计算科学的教育与管理等令人关注的问题。包括:1. 我国计算科学专业本科生、研究生教育现状和存在的问题;2. 计算科学学科的定义、性质、特点、规律,该学科知识组织结构及其演变对专业教育的影响和对专业人才的要求;3. 提出了适合我国国情和学科发展规律的教学计划的指导思想、办学模式;4. 系统地提出了计算科学专业的教学计划、教学内容与课程体系,以及实施方案和解决问题的方法;5. 提出了学科教育的质量保证体系;6. 提出了高校管理及人才成长环境的思路。

本书适合于大专院校计算(机)专业的教师、学生、科技人员、管理人员。

图书在版编目(CIP)数据

高等学校计算科学(专业)教育. —北京:科学出版社,1996.9

ISBN 7-03-005534-5

I. 高… I. ■. 计算科学-高等学校-专业教育-研究 N. TP3-4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 17680 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1996 年 9 月第 一 版

开本: 850×1168 1/32

1996 年 9 月第一次印刷

印张: 4 1/2

印数: 1—1500

字数: 115000

定价: 9.00 元

厦门大学吕振万书籍出版基金

“厦门大学吕振万书籍出版基金”是由吕振万先生捐资 100 万港币创立的，用于资助厦门大学教师出版学术专著及优秀教材。

吕振万先生 1924 年出生，祖籍福建省南安市水头镇。1945 年毕业于中国朝阳大学（现中国人民大学）经济系。在校攻读经济学与法学，毕业后赴海外开拓事业，取得巨大成功。他不仅事业有成，而且在经济学和工商管理学上具有独特的理论见解，体现了现代大企业的先进管理思想，立有专著，发表了不少很有深度的文章，被聘为厦门大学和中国人民大学客座教授。

吕振万先生热爱祖国，热爱家乡，改革开放伊始，他就率先回国投资，先后在国内创办了 30 家现代化企业和成片的综合开发区，潘龙开发区的成功就是个典范。

吕振万先生不仅是一位兼有现代化企业管理理论和管理艺术的企业家，而且不忘造福社会。他很重视企业管理和经济效益，但他更重视人才，关心教育事业，在福建省捐资近 1 亿港币，为教育事业作出了重大贡献。

序

1994年春节刚过,我由武汉的一所大学转入厦门大学计算机科学系,继续我的教书生涯。到了鹭岛以后,我教的第一门课是三年级(下)的程序设计方法学。这是一门选修课,不含上机操作共计80学时,理论性比较强。当时听课的学生不多,大约10来个人。这几年来,我差不多每个学期要给学生上一门不同的课。

教师这个职业说起来是教书匠,却与二三十年代不大相同。教授除了按时去给学生讲课之外,多少得做一些科学研究,看看杂志和会议录上的新东西,积累一点研究心得,补充一下新知识。特别是象我们从事的学科专业,属于那种发展日新月异的高技术领域,如果年年给学生讲的是老一套,没有什么新内容,不仅听课的学生感到乏味,自己也觉得没趣,好像没有尽到作老师的责任,多少会有一点误人子弟的内疚感。

既然下决心当了教师,总得对得起自己的选择。可是,面对发展如此迅猛的计算科学和学生提出的各式各样的问题,颇有一些当大学教师是一件苦差事的感叹。幸好,我发现了一个偷懒的办法:循着教育学界先哲们留下的著作里提到的指点迷津的要领,只要先掌握了计算科学的一般规律和思想方法,就能以不变应万变,轻轻松松地过日子。这一发现着实让我高兴了一阵子,加上我对教

育学还有那么一点兴趣,便不知疲倦地寻找起当好教师的捷径来。可是,我很快便感到要掌握计算科学的一般规律和思想方法远比弄懂一些计算科学的具体内容困难得多。当然,如同其他学科的科学探索一样,辛勤的耕耘并不乏发现和认识真理的乐趣。当我明白这一道理的时候,踏上的教育航船已经启航已身不由己了。

回想起这十几年来读书和教学的经历,总觉得有一些基本问题,一些关系到学生怎样认识计算科学,学好计算科学的问题,各家说法不一。不是这些问题没有正确的答案,实在是世界太精彩,使我们每个人的感受都不一样。这就给教师出了一个难题:应该以什么样的标准和方法去进行科学知识的传授?所幸的是,国家教委的管理人员认识到了这个问题的重要性,开始着手以科学研究项目的形式组织教师进行探讨,以期解决这个问题。

当我作为国家教委高等理科面向 21 世纪教学内容与课程体系改革计划(13~22)项目组的成员,参与这一项目工作的时候,恰逢中国计算机学会教育专业委员会第七次全国代表大会暨 95' 学术年会在长春吉林大学召开。考虑到项目组确实需要认真了解和听取国内计算科学(教育)界的意见,我在原来研究报告初稿的基础上经过压缩和整理,为会议准备了两篇学术论文。会议的组织者有意提携年轻人,安排我在大会作了两场报告,并主持了一个专题讨论,看来效果不错。我从会议上也得到不少信息,学到了一些新东西。

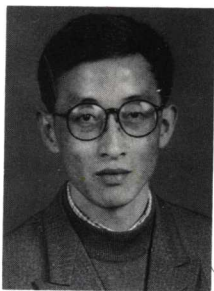
会议之后,我取道上海回厦门,在复旦大学与项目组的几位负责人讨论了课题组如何开展工作的课题,并顺便访问了在沪的几位良师益友。我和上海交通大学的陆汝占教授讨论了与计算科学有关的一些问题,所获甚多,受益匪浅。谈起计算科学教育与长春会议的情况,陆教授向我介绍了他在授课与指导博士研究生论文期间的一些体会,并鼓励我就计算科学教育问题写一本小册子,供计算科学教育界参考。我认为他提出了一个很好的建议,于是欣然从命。

回到学校之后,我重新整理了那份报告,并打印成小册子送给

在计算科学研究和教学方面颇有建树的专家、教授审读。他们提出的意见和见解,帮助我更深刻、全面地认识有关计算科学教育的问题,并按照图书的要求和格式修改稿件。在修改书稿时,我曾奢想到全国一些有代表性的学校,实地看一看那里的计算机系,特别是那些经济不太发达地区的计算机系,听听那里的老师和学生们的意见。这不仅仅是因为我曾经在偏远地区生活、工作、学习过一段时间,更重要的是我觉得那里的学者有其独特的思维方式。我希望,在本书正式出版前,能够听到他们的意见,哪怕是尖锐的批评意见。然而,我没能安排出时间去实现这个计划。现在,我把这部手稿作为“一家之言”交给出版社,希望这本小册子尽快出版,使之能够对我国计算科学教育的改革和发展起到“抛砖引玉”的促进作用。

赵致琢

1996.4



作者简介

赵致琢, 1957 年出生于上海, 祖籍河南省焦作市。高中毕业后曾在工厂当工人, 后考入大学学习。1982 年毕业于贵州大学数学系计算机软件专业, 获理学学士学位, 同年分配到武汉数字工程研究所从事计算机绘图与计算机应用研究工作。1985 年考入中国科学院数学研究所计算机科学研究室继续攻读软件专业学位, 于 1991 年毕业并先后获软件专业工学硕士、博士学位。研究生毕业之后曾在中国地质大学任教几年, 1994 年调入厦门大学, 现为厦门大学计算机科学系副教授。主要研究方向为计算模型与分布式算法、软件理论。先后在《计算机学报》、《软件学报》、《计算机研究与发展》等学术刊物发表若干篇学术论文。

2004/06

目 录

序

1. 国内计算科学(专业)教育历史和现状..... (1)
 - 1.1 国内计算科学(专业)教育历史回顾 (1)
 - 1.2 国内计算科学(专业)教育现状和存在的问题 (3)
2. 计算科学的意义、内容和方法..... (17)
 - 2.1 什么是计算科学 (17)
 - 2.2 计算科学的学科特点、发展规律、趋势及对
专业人才要求 (19)
 - 2.3 计算科学知识组织结构及其演变 (31)
3. 对“91 计划”的分析和思考 (35)
 - 3.1 计算科学科学的教学方法和管理措施 (36)
 - 3.2 科目结构和层次结构的两种教育方法 (47)
 - 3.3 计算科学的典型方法 (49)
4. 计算科学教学计划、内容与课程体系..... (52)
 - 4.1 计算科学(专业)的培养规格和目标 (52)
 - 4.2 教学计划的指导思想和设计准则 (54)
 - 4.3 正规教育与职业技术教育的双轨运行 (55)
 - 4.4 实验课程单列的可行性 (57)
 - 4.5 研究生的教学计划、内容与课程体系 (59)

4.6	本科生的教学计划、内容与课程体系	(63)
4.7	培养学生思维方式的数学化	(76)
5.	学科教学质量保证体系	(81)
5.1	研究生教学质量保证体系	(81)
5.2	本科生教学质量保证体系	(85)
5.3	科学的教学管理工作	(88)
6.	高等学校的管理与人才成长环境	(91)
6.1	面临的机遇与挑战	(91)
6.2	教育、研究、文化三个中心的观点	(94)
6.3	学术管理是高校管理工作的生命线	(96)
6.4	对一些基本问题的再认识	(97)
6.5	探索改革系一级的管理体制	(115)
6.6	解决高等学校几个难点问题的思路	(117)
结束语.....		(124)
后记.....		(127)
参考文献.....		(129)

国内计算科学(专业)教育 历史和现状

计算科学作为一门高新技术新兴学科,在短短的几十年里获得了空前的发展,其研究与开发渗透到社会生活的各个方面,影响和改变着人类的思维模式和行为方式,成为世界各国争相发展的重点科技领域。

科学技术的持续发展,离不开人才的培养。今日教育和人才培养的水平,决定了明天国家的地位。面对当今国际社会激烈的竞争和各种挑战,展望 21 世纪,未雨绸缪,我们应该做些什么,才能为未来的发展提供高质量的计算科学专业人才呢?

1.1 国内计算科学(专业)教育历史回顾

本世纪 30 年代末 40 年代初,在现代科学发展的历程中,形成了一门新兴学科,它就是今天众所周知的计算科学。40 年代第一台全自动存储程序式通用电子计算机的诞生可以认为是这一学科在工程上的一个里程碑式的重大创造。在此之前,上溯几百年,科学先辈们曾世代梦想制造出一种先进的自动数字计算机器,并为此进行了不懈的努力。不过,今天人们公认,现代电子数字计

算机的核心思想来源于图林 30 年代关于可计算性的研究,而从工程的角度将图林的思想付诸实施的主要功劳则应归功于冯·诺依曼。由于这一学科的发展起源于数学和电子科学,其研究内容既有高深的理论探索,又面临着制造和开发出各种计算机系统付诸实际应用的任务,因此,长期以来对计算科学究竟属于科学,还是属于工程一直争论不休。近年来,国外开始使用计算科学一词,称谓计算机科学和计算机工程,本书中也采用“计算科学”。

50 年代中期,中国开始了计算科学的研究和教育工作。当时专业人才培养的主要形式是抽调国内各主要高校和科研机构的人员在中国科学院举办短训班,研究工作则主要集中在中国科学院。几年以后,随着一批国外留学生的学成回国,国内的少数高校确立了相应的专业和专门化方向。其中,一部分专业(专门化方向)是在电机系、电工系、电子系的基础上设立的,人才培养目标着眼于计算机及其相关设备的制造;而另一部分专业(专门化方向)则是由数学系的计算数学和数理逻辑专门化方向分设而成,主要培养应用计算机和计算机科学理论的高级专业人才。在课程设置方面,早期主要是面向高年级学生和教师开设数字电路设计、数值分析和程序设计等课程,或在教师和研究人員中举办讨论班。遗憾的是,由于受到国内政治运动的冲击,这一新兴学科的人才培养一度处于停滞状态。

我国真正意义上的计算科学专业的人才培养始于 70 年代初高校恢复招生。六七十年代是计算科学理论和技术大发展的时期。此时,学科科学研究范畴较前明朗,内容日渐丰富,设立新兴学科(专业)的时机已经成熟。西方一些国家起步较早,在积累办学经验的同时,由学术团体制定产生了学科(专业)教学计划并向高等学校推荐。虽然先进的教学计划曾对我国 70 年代初期高等学校计算科学专业人才的工作培养有积极的影响,但比较系统地参照国外先进教学计划,较大规模地培养计算科学专业人才的工作已是 80 年代的事了。在时间上,我们较西方发达国家落后 20 年左右。

自 80 年代初国家建立学位制度以来,经过 10 多年的努力,我国计算科学本科生、研究生教育(以下简称本科教育、研究生教育)有了很大的发展。到目前为止,在学科所属的四个专业中,全国已有几百所高等学校设置了计算科学专业,累计批准硕士点近 200 个,博士点近 40 个,共培养出几万名本、专科毕业生,几千名硕士和博士。

考察现代科技人才的成长规律和特点,如果将本科生毕业后 10~15 年,研究生毕业后 5~8 年作为毕业生成长为优秀专业人才的成长周期,那么,现在应该是考察一下我国的人才培养情况,总结我国计算科学教育的经验和教训,制定出合乎国情和科技发展要求的教学内容和课程体系的时候了。

1.2 国内计算科学(专业)教育现状和存在的问题

教育是社会发展的一项基础工作。教育的发展速度和规模受制于社会的经济发展水平,反过来,它又对社会的发展产生影响,决定了社会的发展水平。

1.2.1 社会背景

近年来,高校的教育面临严峻挑战。经费长期投入不足,教师、学生精力投入不足,社会用人标准的职业化、应用型取向,学生择业标准的改变等多方面因素,导致教育界对一些本来已有定论的基本问题,在认识上出现偏差。

高等学校计算科学专业本科以上教育主要是为计算机产业、重要部门的计算机应用及中、高等学校教学和研究院所的科研工作培养人才。毕业生的主要流向应该是计算机公司,产品技术含量较高的工业企业,各行各业计算中心,中等以上学校和科研院所。这几年,毕业生虽然基本上流向了上述单位,但分布不合理。由于国内经济处于转轨时期,计算机制造业不发达,软件产业尚

未真正形成,因此,受利益驱动,毕业生过多地流向了经济效益较好的银行、海关、邮电、航空、证券、保险等行业,而许多十分急需人才的单位却无人问津,人才出现无序流向。因此在经济转轨时期出现了强调适应于行业需要的人才培养教学方法,而忽视了对人才的基础知识和科学素质的培养,这种现象应加以合理调整,才能适应科技高速发展对高科技人才的要求。

1.2.2 研究生教学中存在的问题

十多年来,我国培养了不少的研究生,但整体水平与西方发达国家相比,存在较大差距。从两个方面可以比较客观而准确地得出上述结论。在基础研究工作中,虽然国内有不少学者取得了一些不错的结果,能够在有影响的国际学术刊物上发表论文,在重大国际会议上有一席之地,但是很难闯入反映学科大多数第一流科研成果的几份学术期刊,如《J. of ACM》、《J. of Computer and System Sciences》、《Information and Computation》、《Artificial Intelligence》、《IEEE Transaction on Computer》、《J. of Symbolic Logic》、《Cognitive Sciences》、《J. of Algorithms》、《J. of Mathematical System Theorey》等期刊。这些刊物发表的论文往往在内容上有重大创新,能反映学科的发展走向,影响未来10年甚至几十年、上百年的研究工作。例如,乔姆斯基关于语言分层理论的论文和Petri网的奠基性论文均首先刊在Information and Computation(原为Information and Control)上,他们在五六十年代开创的研究方向至今仍然有许多人在继续从事研究工作。虽然,以期刊来评判论文的优劣未见得全面,但学术刊物在水平上有着明显的等级是一种客观存在;在技术开发研究工作中,以十多年来毕业的一大批研究生为骨干的各类大、中、小型计算机公司所取得的能够参与这一学科国际竞争的创新技术不多,许多所谓有创新的技术实际上也只是国外同类技术的一种改良或变形,即跟踪、改进型技术,其直接影响反映在我们很少能拿出像样的拳头产品参与国际竞争,大多数先进的软硬件产品主要来自国外。从

每年申报国家自然科学基金项目中前沿课题只占相当小一部分的事实，以及国家受理批准的计算机科学类专利和专利使用的情况不难得出上述结果。

当然，国内在基础研究和技术开发中也有一些是高水平的。例如，吴文俊创立的几何定理证明的代数方法，唐稚松设计的基于时序逻辑及其语言的软件开发环境，康立山发明的一类并行算法设计方法，陆汝占在计算语言学中提出的建立基于逻辑与形式语义的现代汉语语言理论的构想和方法，范植华等人在银河机的开发中提出的新技术，以及张明义和林作铨在建立非单调逻辑系统的语义模型的研究中所提出的新概念和新方法等，均不同程度地开辟了新的研究方向或创造了一些新技术、新方法。但是，同国外那些能够影响未来10年，甚至几十年学科发展走向的重大成果相比，我们还存在差距。就一般科学研究的四个层次，即建立一套理论，开辟一个方向，解决某个难题，以及改进已有的工作和丰富某一领域的知识而言，国内的工作大多数处于第三、第四层次，少数居第二层次，第一层次的工作基本上没有。

从这两方面看问题尽管不够全面，但基本上已能得出这样一个结论：整体上，研究生教育质量与西方发达国家相比，存在较大差距。

由于多方面的因素，研究生教育中存在的问题较多，比较普遍而且对教育质量产生直接影响的主要有以下三个方面：

1. 研究生培养计划起点低，科学性差

在研究生的培养中，各校（所）根据自己的条件分别制定了培养计划。然而，什么是计算科学研究生科学的培养计划？应该向学生开设哪些课程，论文应达到怎样的学术水平？至今尚无一个比较权威的指导性意见。在这样一种情况下，各校完全根据自己的认识和条件开设专业课程，开展论文工作和论文答辩。于是，不该作为研究生课程的课程在各种各样的背景下纷纷出笼，应该作为学位课程的却没有开设或根本开不出；不应该作为重点的课

程却当成学位课程开设。至于学位课程是否反映学科核心基础却很少有人细究,课程应该怎样组合才能体现加强基础,突出专业研究方向更是鲜见探讨。此外,在各校已经开出的课程中,除公共外语教学质量逐年有所提高外,专业教学从教材选择,学时数和基本教学内容的取舍以及任课教师的学术水平等多方面考察,反映出问题较多。如果以第五章给出的任课教师合格标准和学科课程设置为依据,那么,目前国内合格的研究生任课教师人数尚太少,能够比较系统、完整地保质保量开设研究生的学位课程和二至三个专业方向的任选课程的学校也比较少。

2. 导师水平参差不齐,整体水平不高

研究生导师应该具备什么条件,众说不一。几年前,博士导师由全国统一评定,标准较高,程序较严。随着审批权限的下放,博士导师的水平也呈下降的趋势。对研究生导师中硕士导师的认定则更松。不少单位没有审批确认制度,认为只要具有高级职称,从事相应专业工作即可带研究生。由此产生了导师与导师之间水平参差不齐,整体水平不高的现象。如果以第五章给出的研究生导师基本要求为依据,对分别于1978年、1987年、1990年、1994年创刊的《计算机学报》、《计算机学报英文版》、《软件学报》、《软件学报英文版》上1995年前发表的约2000多篇论文(取第一作者)作不完全统计,不算曾在上述学报发表文章后现居国外的学者,我国目前各学位点上达到要求的计算科学硕士生导师估计不会超过400人,博士生导师就更少了。而且,在各学位点上的一些合格的导师因各种原因并没有完全发挥作用(指开设学位课程和选修课,实际指导研究生),却有一些未达到基本要求的导师带了不少研究生。

研究生导师水平参差不齐,整体水平不高直接影响了研究生教育质量的提高。由于这个原因以及受到社会各种因素的影响,研究生学位论文工作中“放鸭子”(即任学生自由发展)、“导师带学生变为学生带导师”,以及让学生充当劳动力,从事一般性项目的

技术开发以换取学位论文的事普遍存在。如今，真正能够站在学科前沿和热点上，指导研究生开展有创造性的理论、方法和技术研究工作的导师不多。一些博士研究生的学位论文水平只相当于一篇优秀硕士论文，博士论文变相为第二硕士论文。

一个优秀的研究生导师，不仅需要在专业方面有较深的造诣，而且应该在哲学思想、文化（含艺术）修养和个人品质方面达到较高的水平。面对培养高层次的科学人才，提出这样的要求并不过分。哲学是指导人类活动的思想基础，一切科学理论和技术只有当赋予了哲学意义和解释之后才能获得升华。随着科学研究的不断发展和深化，哲学对于科学研究活动的指导意义愈来愈明显，其重要性也越来越突出。如果导师在哲学思想方面的修养比较弱，那么，他很难从方法论的角度结合具体的学科内容给学生以正确的指导。文化修养也是反映导师整体素质的一个方面。现在，许多人开始认识到，科学的不同学科之间，科学与艺术之间在更高的层面上是相通的。科学中同样存在着自然的美和艺术的美，只是这种美不能为许多人所感受到。精神生活是人类生活的一部分，高级知识分子阶层是各种高雅艺术最广泛的认同者。经验告诉我们，现代社会精神文明有赖于全社会文化素质的提高，而知识分子阶层恰是精神文明实践最初的，同时也是文化层次最高的一个群体。毋庸置疑，导师的文化修养和精神生活对学生有着潜移默化的影响。同普通教师一样，研究生导师除了教专业知识外，还负有育人的责任。可惜，上述几方面，目前做得还很不够。我们经常感叹国内产生不出科学巨匠式的人物，除了社会环境方面的原因之外，我们在人才培养中缺乏哲学和艺术教育也是一个重要的因素。

3. 本科毕业生生源质量下降

上述两个原因，直接影响了本科教育质量。因为教学计划的设计本质上是一个自顶向下的过程，本科教学计划必须向上兼容研究生教学计划。