

计算机科学与技术学科 硕士研究生教育

蒋宗礼 著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书讨论计算机科学与技术学科硕士研究生培养的有关问题。全书共分10章,包括中国计算机科学与技术学科研究生教育的发展,计算机科学与技术学科及其特性,培养定位,培养模式,知识结构,能力结构,培养方案,课程体系,基本课程,培养优秀的研究生。

本书可供计算机科学与技术学科及相关学科的研究生和教师参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

计算机科学与技术学科硕士研究生教育 / 蒋宗礼著. —北京:清华大学出版社, 2005.6

ISBN 7-302-10950-8

I. 计… II. 蒋… III. 计算机科学—研究生教育—教学研究 IV. TP3-4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 042879 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

责任编辑: 马瑛珺

印 装 者: 清华大学印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 140×203 印 张: 5.875 字 数: 145 千字

版 次: 2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-10950-8/TP·7266

印 数: 1~1000

定 价: 26.00 元

前 言

面对近些年来计算机科学与技术学科硕士研究生规模快速增长所带来的需求，同时受到成功推出《中国计算机科学与技术专业教程 2002》的启发，在中国计算机学会教育专委会副主任兼研究生学组组长王志英教授的倡议下，中国计算机学会教育专委会与清华大学出版社再次合作，组织北京工业大学、国防科技大学、清华大学、北京大学等 13 所高校的下列专家组成研究小组，对该学科的研究生教育进行研究。研究小组组成如下：

组长：蒋宗礼（北京工业大学）

成员（以姓氏笔画为序）：

马殿富（北京航空航天大学）、马瑛珺（清华大学）、

王志英（国防科技大学）、李晓明（北京大学）、

李仲麟（华南理工大学）、吴朝晖（浙江大学）、

何炎祥（武汉大学）、陈道蓄（南京大学）、

周立柱（清华大学）、周兴社（西北工业大学）、

焦金生（清华大学）、钱乐秋（复旦大学）、

钱德沛（西安交通大学）、廖明宏（哈尔滨工业大学）

作为“计算机科学与技术学科硕士研究生教育”研究组的组长，本人有幸执笔完成了《计算机科学与技术学科硕士研究生教育》论文的撰写，并于 2003 年 10 月 23 日代表研究小组在由南京大学承办的第六届全国高校计算机系（院）系主任（院长）论坛

上发布,引起了与会代表的广泛关注。2004年3月,此论文又经过压缩处理后,在《计算机教育》2004年第2、3期合刊上发表。2004年4月,根据社会对此论文的反应和需求,强烈的社会责任感促使清华大学出版社考虑如何将相应的工作再向前推进一步,希望能够提供更多的内容,最好能形成一个类似《中国计算机科学与技术学科教程2002》的东西,哪怕是不太成熟的,也便于在今后逐渐地补充完善;他们鼓励作者继续在原来工作的基础上,对论文“计算机科学与技术学科硕士研究生教育”的内容进行充实和扩充,力求形成一个独立的论著,哪怕是一本小册子,为广大的读者提供参考,也为再进一步的工作打下基础。

作为《中国计算机科学与技术专业教程2002》的主要执笔人之一,本人欣慰地看到,虽然《中国计算机科学与技术专业教程2002》可能存在着一些需要进一步完善的方面,但它作为一个专业的教学计划制订和教育教学的参考读物,发行量竟然达到了前所未有的7000册,在国内产生了如此巨大的影响,而且从本人多次应邀在国内一些高等院校、地方和全国性的教育研究交流会议上进行广泛地交流,以及这些交流所引起的同行们对有关内容关注的广泛性、深入性和良好反映,深感广大同仁对我国计算机科学与技术专业教育教学改革的关心和努力。与此同时,我国计算机科学与技术学科硕士研究生的教育规模在近些年呈现出非常快的增长速度,其教育也需要不断地规范化,并在规范化中迅速地提高教学质量和水平。因此,本人也感到有必要对《计算机科学与技术学科硕士研究生教育》做进一步的充实和适当的扩充,为计算机科学与技术学科硕士研究生教育教学方面提供一定的参考。但是由于研究生的教育与本科生的教育相比,更有各自的特色,很难形成一个规范的参考方案。为此,本人以发表在《计算机教育》2004年第2、3期合刊上的“计算机科学与技术学科硕士研究生教育”为基础,并结合十余年在哈尔滨工业大学计算机

科学与技术学科从事研究生教育的教学及管理工作中积累的经验
和近三年在北京工业大学培养研究生积累的经验，以及这些年来
对计算机科学与技术学科本科生、研究生教育的思考，参考国防
科技大学等学校的研究生培养方案，从2004年“五一”开始，利
用工作之余，对论文进行扩充和完善，形成这样一本小册子，以
便为同行们提供更方便的参考。

全部内容共分为10章。第1章从20世纪70年代后期开始，
简单地介绍我国计算机科学与技术学科研究生教育的发展过程；
第2章对计算机科学与技术学科进行讨论，包括学科的基本描述、
学科的基本任务分析、学科的特点、学科的形态（过程）与人才
定位与培养、学科方法论的12个基本概念、抽象第一的基本教育
原理；第3章具体讨论培养定位，包括计算机科学与技术学科人
才的层次、人才的类型、不同来源学生问题、课程与研究问题等；
第4章讨论培养模式，包括培养方案的制定、导师、课程教学、
课题研究和论文撰写；第5章将分别按照学科构成和知识领域划
分讨论了计算机科学与技术学科的知识结构，同时提出了非计算
机科学与技术学科生源的补课要求、研究生教育期间的跨专业选
修有关课程的要求；第6章全面讨论本学科研究生的能力培养问
题。包括听说读写能力、4大基本学科能力、创新能力、研究能
力、工程能力，以及其他能力；第7章介绍了培养方案的制定、
调整和描述，给出了培养方案应该包含的9个方面的内容；第8
章论述课程体系。从整体上将培养方案中的课程分成公共课、一
级学科（学位）课程、二级学科（学位）课程和学科方向课程，
同时给出了三种不同类型的课程方案作为培养方案中的课程设置
举例；第9章给出了22门课程的描述，包括这些课程的课程名
称、基本描述（课程要求与目的）、主要内容，它们有的是学位
课、有的是选修课，作者认为，这些课程都是比较基本的；第10
章讨论优秀研究生的培养问题，包括品牌意识与品牌人才培养、

优势学科的中心及带头作用、激励机制的建立、广泛的交流，以及通过规范管理提高培养水平等问题。

其中不少内容参考了一些学校的培养方案，特别是国防科技大学、哈尔滨工业大学和北京工业大学计算机科学与技术学科硕士研究生培养方案的有关框架和内容。另外，要特别感谢在论文“计算机科学与技术学科研究生教育”形成过程中研究组的朋友们所提的宝贵意见和修改建议。例如，国防科技大学的王志英教授，提供了许多宝贵的一手资料，而且还仔细阅读了书稿，并提出了很好的修改意见；复旦大学的钱乐秋教授多次通过 E-mail 与本人进行了深入的交流，提出了很好的修改意见。在本书的形成过程中，一些朋友帮助撰写、修改、审查了一些课程的描述，他们是：哈尔滨工业大学的王义和教授、王宇颖教授、李建中教授、廖明宏教授、季振州教授、郭茂祖教授、李东教授、姜守旭副教授，厦门大学的赵致琢教授，解放军信息工程大学的王清闲教授、祝跃飞教授，北京工业大学的孔德慧副教授、王全民副教授、韩德强老师。西安电子科技大学的杨波教授也给了作者无私的帮助和鼓励，在此对大家的无私而热情的帮助表示诚挚的感谢。另外，在大纲的形成过程中，还参考了一些教材和一些学校的教学大纲，在这里一并表示感谢，不再一一列出，请给予谅解。

由于本人水平有限，加上时间有限，也未能就一些问题进行深入研究，在许多问题上只能说是一孔之见，不免有许多不妥之处，真诚地希望广大读者提出宝贵意见。加上研究生教育的多样性和迅速的发展、变化，使得作者只是奢求这本小册子能在提高计算机科学与技术学科研究生教育水平中充当一块砖头或者一块小小的石子。如果能够起到抛砖引玉的作用，如果还能作为研究小组继续进行研究的一点基础内容，那就是额外的收获了。

蒋宗礼

2005 年 4 月

目 录

第 1 章	中国计算机科学与技术学科研究生教育的发展	1
第 2 章	计算机科学与技术学科	7
2.1	学科描述	7
2.2	基本任务	8
2.3	学科特性	10
2.4	学科形态与人才定位	12
2.5	3 个过程与人才培养	14
2.6	学科方法论意义上的 12 个基本概念	18
2.7	典型的学科方法	20
2.8	抽象第一的基本教育原理	21
第 3 章	培养定位	32
3.1	计算机科学与技术学科的人才层次	32
3.2	培养目标	33
3.3	工程型与研究型	39
3.4	在职生与应届生	41
3.5	课程和研究	42
3.6	以研究为中心	49

第 4 章	培养模式	50
4.1	培养方案的制定	50
4.2	导师负责制	50
4.2.1	导师的基本任务	51
4.2.2	导师队伍	51
4.2.3	导师队伍的建设	52
4.2.4	导师水平的衡量	53
4.3	课程学习	56
4.4	教学方式	58
4.4.1	树立以学生为主体和中心的教育观	58
4.4.2	实行 KAQ 教育模式	60
4.4.3	案例教学	61
4.4.4	研讨班	61
4.4.5	参与式	62
4.5	课题研究	62
4.6	学位论文	63
4.6.1	基本要求	63
4.6.2	发表学术论文	71
4.6.3	关于创新	78
第 5 章	知识结构	79
5.1	按学科构成描述	79
5.1.1	基础理论	79
5.1.2	硬件基础	80
5.1.3	软件基础	80
5.1.4	应用基础	81
5.2	按知识领域描述	81
5.3	非本学科生源的补课要求	83

5.4	跨专业基本要求	85
第6章	能力结构	87
6.1	听说读写能力	87
6.2	基本学科能力	90
6.3	创新能力	91
6.4	研究能力	96
6.5	工程能力	96
6.6	其他能力	97
第7章	培养方案	98
7.1	制定与调整	98
7.2	描述框架	99
7.2.1	培养目标	99
7.2.2	研究方向	100
7.2.3	培养方式	100
7.2.4	学制及各主要培养阶段的时间安排	101
7.2.5	课程设置与要求	101
7.2.6	课题研究	103
7.2.7	学位论文	104
7.2.8	实践教学环节	104
7.2.9	科研能力的基本要求	106
第8章	课程体系	108
8.1	课程体系	108
8.1.1	公共课要求	108
8.1.2	面向一级学科课程	109
8.1.3	面向二级学科课程	109

8.1.4	学科方向课程	109
8.1.5	学分分配	110
8.2	课程设置与要求示例	110
8.2.1	课程设置示例	110
8.2.2	学分分配示例	117
8.2.3	课程学习要求示例	117
第 9 章	基本课程	119
9.1	组合数学	120
9.2	形式语言与自动机理论	121
9.3	计算复杂性理论	123
9.4	程序设计语言的形式语义	125
9.5	算法设计与分析	127
9.6	现代密码学	129
9.7	人工智能原理	131
9.8	数据库系统原理	133
9.9	分布式数据库系统	134
9.10	数据仓库与数据挖掘	136
9.11	计算机体系结构	138
9.12	计算机网络体系结构	140
9.13	嵌入式系统	142
9.14	并行计算	143
9.15	分布式操作系统	146
9.16	UNIX 操作系统	149
9.17	高级软件工程	151
9.18	面向对象技术	153
9.19	软件体系结构	155
9.20	软件可靠性	158

9.21	神经网络.....	160
9.22	计算机图形学.....	162
第 10 章	培养优秀的研究生.....	165
10.1	品牌人才培养.....	165
10.2	加强交流.....	166
10.3	发挥优势学科的中心及带头作用.....	167
10.4	建立创新激励机制.....	168
10.5	规范管理.....	170
10.5.1	高标准、严要求.....	170
10.5.2	创建良好的氛围.....	171
10.5.3	建立一支高水平的管理队伍.....	171
10.6	教材建设.....	171
	参考文献.....	173

第 1 章

中国计算机科学与技术学科 研究生教育的发展

计算机科学与技术学科已经成为一门基础技术学科。社会对该学科有着非常迫切的、全方位的、迅猛增长的需求。作为基础技术学科,虽然与传统的数学、物理、化学等基础学科有类似之处,但是也不尽相同,因为它不仅像传统的基础学科那样具有理科特征,还具有工科特征,所以,又具有理、工结合的特征,需要将计算机科学与技术中的科学和工程结合起来。因此,本学科既要培养学科理论研究和基本系统的开发人才,还要培养应用系统开发人才,甚至是应用人才。从人才的层次上来讲,则需要培养系统维护与使用、系统实现、设计和规划等各个层次的人才。这就要求我们按照相应的人才类型、层次采用相应的方式、方法,按照定位的需要从知识、能力、素质等 3 个方面进行培养。

本学科的另外一个特征是她发展非常快,这使得本学科的教育不仅要考虑让学生掌握一些流行的方法、技术等东西,以使学生获得对当前状况的适应性(本学科及其应用的当前阶段,使得一些用人单位对这一点看得非常重要),同时我们还要较其他学科更多地考虑未来发展的需要,使学生还能够很好地适应未来,以免被未来淘汰。因此,走内涵发展的道路,强调研究生的可持续发展能力的培养是十分重要的。

《中华人民共和国学位条例》和《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》规定，硕士研究生必须完成规定课程的学习，提交对所研究课题有新见解的学位论文，通过答辩，表明在本学科上掌握坚实的基础理论和系统的专门知识，具有从事科学研究工作或独立担负专业技术工作的能力，方能获得硕士学位。因此，加强对学生的基础理论的教育，突出“研究”、强化他们的创新能力的培养是非常关键的。

我国曾将计算机科学与技术学科划分成计算机科学理论、计算机系统结构、计算机软件、计算机应用和计算机外部设备等 5 个二级学科。后来又重新将该学科调整成计算机软件与理论、计算机体系结构、计算机应用技术 3 个二级学科，指导各个单位按照新的学科设置培养研究生。1998 年，随着一级学科博士学位授予权的出现，人们开始注意本学科研究生教育的规范问题。同时，随着经验的积累，有条件的学位授权点开始探索按照一级学科制定研究生培养方案。所以，我们需要按照学科的要求来制定相应的培养方案，根据培养方案制定每个研究生的培养计划，并通过对培养计划的高水平执行，来实现研究生的培养目标，为社会输送合格的高级科学技术和工程型人才。

本书将分中国计算机科学与技术学科研究生教育的发展、计算机科学与技术学科、培养定位、培养模式、知识结构、能力结构、课程体系、培养方案描述、基本课程、培养优秀的研究生等 10 部分讨论计算机科学与技术学科研究生教育的有关问题。

从 1965 年到 1977 年，作为研究生教育基础之一的我国大部分科学研究，基本上处于停顿状态。实际上，在 20 世纪 80 年代之前，我国的计算机应用还有着很大的局限性，这些有限的应用主要集中在一些特殊领域和科学计算上。对计算机技术的研究，也只在有限的范围内进行。计算机科学与技术学科的教育也一样。实际上，当时只有很少的单位开办计算机类专业的教育，有的是

从其他专业选派学生组建计算机类专业的教学班,教师也是从数学、计算数学、电子学、控制等专业抽调来的。由于对计算机专业人才的迫切需要,一些单位甚至开办了一些短训班。经过几年的努力,才将计算机类专业建立了起来,由于刚刚起步不久,所以,进行计算机类学科的研究生教育的单位非常少。

随着 1977 年下半年高等教育入学考试的恢复,“文革”后的第一批本科生在 1978 年 3 月份入学,1978 年恢复研究生教育,1981 年恢复学位制度。自此,研究生教育逐步走向正规化。另外,计算机科学与技术学科研究生教育学位授权点在迅速增加,相应的招生规模也迅速扩大(原来一个导师每年一般招 1、2 名硕士生,而现在不少人每年招到 4、5 名硕士生)。以国内某一个著名大学为例,该学校的计算机科学与技术学科是国内建设最早的计算机学科,在国内具有相当的实力,1982 年,它只拥有计算机系统结构 1 个博士点和计算机系统结构、计算机应用 2 个硕士点。1982 年 3 月份进入该校计算机系统结构和计算机应用硕士点学习的硕士研究生一共只有 7 人,而在校博士生则只有 3 人。到了 2001 年,经过近 20 年的发展,它已经拥有计算机科学与技术一级学科博士学位授予权,并拥有模式识别与智能系统博士点,相当于拥有了 4 个博士点和 4 个硕士点。2000—2001 学年一年仅博士研究生就招收了 60 余名。估计现在的在校博士生数不会少于 300 人,而各类硕士研究生的在校生人数会超过 400 人,另外一个值得考虑的因素是该校的硕士研究生教育执行 2 年学制,如果按照 2.5~3 年的学制计算,它的计算机学科的各类硕士研究生的在校生人数会超过 600 人。在这种前提下,制定高水平硕士研究生、博士研究生培养方案,抓好研究生培养的各个环节,不断提高研究生的教育水平成为大家关注的焦点。

1981 年,我国计算机科学与技术一级学科的本科生教育包括计算机软件、计算机及应用两个专业。相应地,考虑到研究生未

来研究的需要，在 80 年代初恢复学位制度后，计算机科学与技术学科被划分成为 5 个二级学科。它们是计算机理论、计算机系统结构、计算机软件、计算机应用和计算机外部设备。从那时起，该学科的硕士研究生和博士研究生的培养都是按照这 5 个二级学科进行的。

但是，随着学科的发展和社会的进步，计算机科学与技术学科的内涵也有了很大的变化，人们认为、计算机科学与技术学科所讨论的不再仅仅是计算机基本的软件、硬件系统、基本的“科学计算”和以科学计算为核心的一些系统的仿真模拟计算，而且也远远地超出了后来以数据库技术为核心的狭义的数据处理的范围，进而认为计算机科学与技术学科是系统地研究计算机理论、分析、设计、实现和应用的学科。并且认为这里所讨论的一切计算的基本问题是“什么能且如何被有效地（自动）计算”。学科的发展使得仍然按照 5 个二级学科来划分该一级学科，进行研究生的教育和组织科学研究已经不太适应。各二级学科间的互相渗透，互相交叉，也越来越需要学生具有较原来设置的二级学科覆盖面更宽的知识面。在当前进行的许多研究中，所涉及的知识非常广泛，甚至已超过了一级学科的覆盖面。就学位授予情况来看，已有许多“跨点”甚至“借点”授学位的现象。过细的专业划分的缺陷逐渐被清晰地暴露出来，加上师资水平等办学条件的改善，国务院对颁布的专业和学科目录做了适当的调整。对本科教育，将计算机及应用、计算机软件两个专业合并为一个计算机科学与技术专业，以便于更好地拓宽学生的知识面，解决软件专业的学生不敢动硬件，硬件专业的学生怕软件的问题。对研究生教育，则将原来的 5 个二级学科合并成 3 个。其中将计算机软件和计算机科学理论合并成计算机软件与理论，进一步强调了理论与以算法为核心的软件的结合，计算机体系结构被保留，将计算机外部设备的一部分内容并了进来。计算机应用被改为计算机应用技术，

进一步强调对一些基本的计算机应用技术的研究。

二级学科的设定对探索研究生教育的方式方法、建立培养体系，起到了很大的作用，尤其是使得许多学校能够根据自身的条件，设计相应的研究生培养方案，以培养出具有自身特色的硕士、博士来。但是我们也应该看到，有的学位授权点，由于种种原因，存在这样和那样的问题，包括在一定程度上忽视了对计算机科学与技术学科研究生教育的基本要求，忽视了研究生教育中最基本也是最关键的“研究”二字的强有力的支撑，从而影响了研究生的培养质量。

1998年，随着一级学科博士学位授予权的出现，人们开始注意作为计算机科学与技术一级学科下的各个二级学科研究生教育的基本要求与规范问题，并且随着经验的积累，有条件的学位授权点开始探索按照一级学科制定研究生的培养方案。

另一方面是学制问题。我国恢复学位制以后，硕士研究生的培养年限最早都是2.5~3年，多数是3年，后来较早拥有研究生教育的培养单位逐渐变成以2.5年为主，现在少数学校将学制缩短到2年。计算机科学与技术学科的研究生学制也都按照所在单位的要求执行。

《中华人民共和国学位条例》规定，研究生要通过硕士学位课程考试和论文答辩，成绩合格，表明在本门学科上掌握坚实的基础理论和系统的专门知识；具有从事科学研究工作或者独立担负专门技术工作的能力的人才能授予硕士学位。在《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》中，更明确地指出“申请硕士学位人员应当在学位授予单位规定的期限内，向学位授予单位提交申请书和申请硕士学位的学术论文等材料。”所以，我国的硕士研究生除了学习好课程以掌握坚实的基础理论和系统的专门知识外，还必须参加科学研究和工程技术等工作，提交研究论文，表明具有从事科学研究工作或者独立担负专门技术工作的能力。所以，