

北京大学计算机系本科课程改革进展

张铭, 李文新, 陈徐宗, 梅宏
(北京大学 信息科学技术学院, 北京 100871)

摘要: 在北京大学信息学院学科交叉融合的教学改革框架下, 计算机系制定了学院平台课、专业基础课、专业选修课的三层次培养方案, 并根据学科研究方向划分了相关的专业课程群。确立了“能力培养为纲、知识传授为目; 基础知识为体、专门技术为用; 避免急功近利、强调后发优势”的教学指导方针, 以系列实验实习课、学科竞赛、本科生科研项目等带动系统的创新型实践训练。课程改革以来取得的显著教学成果, 在国内高校引起积极广泛的影响。

关键词: 计算机学科; 教学改革; 课程体系

中图分类号: G642 **文献标识码:** B

1. 北京大学的教学改革大背景

北京大学于 1977 至 1981 期间实行学年学时制, 学制四年。1981 年开始进行学分制改革, 开设辅修第二专业。1988 年开始, 在“加强基础、淡化专业、因材施教、分流培养”的十六字方针指导下, 对低年级加强通识基础教育, 对高年级进行宽口径专业培养。2001 年, 开始进行“元培计划”的本科教改试验, 进一步加强通识教育和宽口径专业教育相结合的教育思想。2002 年进行了大幅度的教学计划修订, 2006 年, 北大全面开展四年一度的教学改革讨论和实践, 校方的总体思路是“树立学生为本的观念, 增加学生对于课程、专业的选择空间。尊重学生的个性特点, 因材施教。”[1]

在北大教学改革的大背景下, 我们重新设置北大信息学院本科计算机专业的课程体系, 并已经在 2007 级、2008 级学生中开始实施。本文客观地考量了教学改革的初步效果, 有利于优化课程体系设置及完善培养方案。

2. 信息学院框架下的计算机系本科生培养方案

为了顺应信息科学技术与各学科日益交叉融合的趋势, 原北京大学计算机科学技术系、电子学系、微电子学研究所和信息科学中心四个单位于 2002 年 9 月合并成立了信息科学技术学院, 作为北大最大的一个学院。信息学院培养了全校近九分之一的本科生, 其中计算机专业又占了信息学院三分之一的比重。

北京大学以创建世界一流大学为办学目标, 推进高层次创新人才培养的工作。北大的学生具有非常扎实的基础和卓越的发展潜力。学校开设了马列、英语、体育等 26 学分必修课程, 还有文、史、哲、艺术、心理、管理、经济等 12 学分通选课程。

北大是一所研究型的综合性大学, 具有浓厚的人文背景, 学生参与全校范围自然科学和人文课程训练, 积极参加科技和社团活动, 主动进行跨学科合作交流, 接受良好的全科教育。他们建立了合理的知识结构, 并且在此过程中提高和升华了沟通能力和领导能力。

在北大的综合性全科教育环境下, 学院的培养方针是: “拓宽夯实知识基础, 培养锻炼综合能力”。注重培养学生的数学、物理、电路、计算机“四大基础”功底, 培养创新、综合、

实践三大能力，使学生具备科学素养、工程素养、人文素养三种素养。信息学院的本科生培养目标是，培养本领域具有国际视野的三类领军人才：具有原创能力的研究型人才、具有集成能力的工程型人才、具有组织能力的应用和管理型人才。

2007年至2008年，信息学院组织了20多人的课程体系研究和修订小组，其中计算机组有10多人。这些小组成员又分别组织本方向的教师，构成二级研讨小组。研究小组对教学计划进行了大规模的修订，提出了重视基础，分阶段、多层次的模块式教学计划，除学校要求的课程（26必修、12通选）外，其他课程分为三个层次：学院平台课（33~46学分）、专业基础课（35~42学分）、专业课（18~38学分）。加上6学分的毕业论文，总学分必须达到150分。图1描述了北大信息学院课程（不包括学校公共基础课程）群的关系[2]。

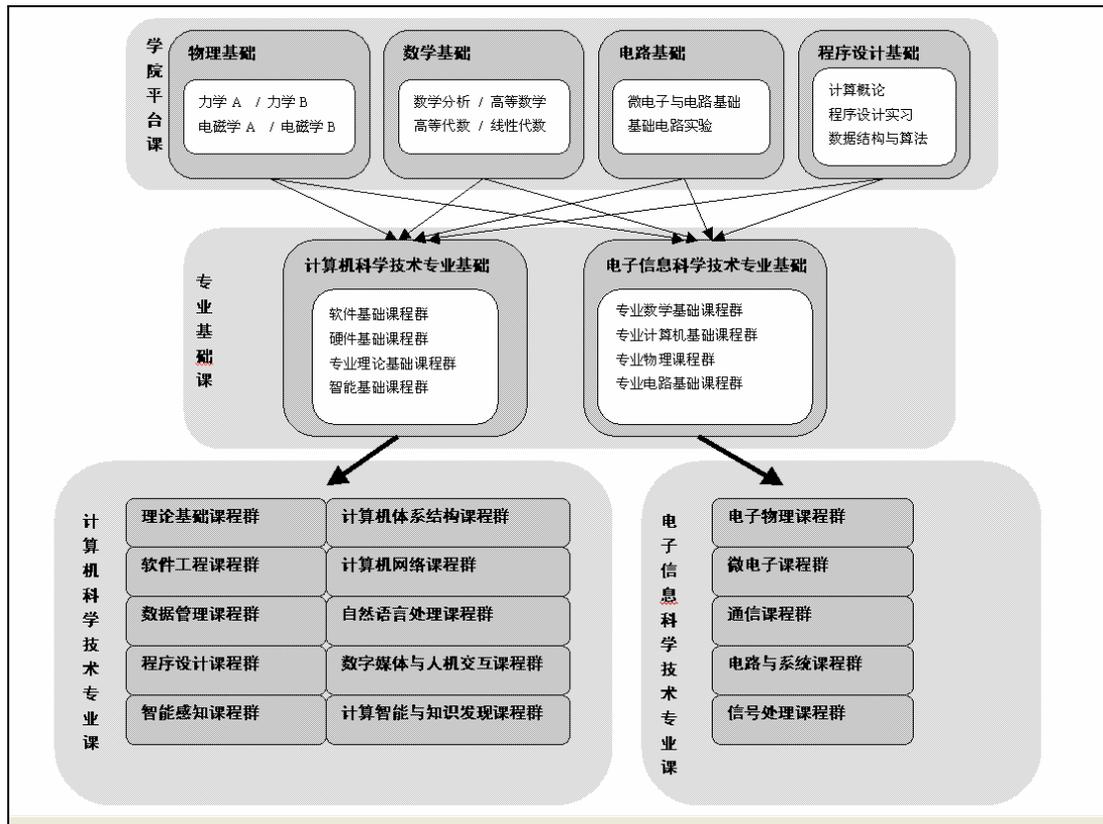


图1 北大信息学院课程体系关系图

学院平台课是面向全部本科生开设的必修课程。课程包括信息科学技术概论、数学基础课程群、物理基础课程群、程序设计基础课程群、电子学基础课程群等公共基础课程。在平台课中通过增设编程实习、微电子基础电路等课程加强计算机和智能专业学生硬件基础、提高电子和微电子专业学生软件编程能力。

一年级按学院大类招生，不分专业，构建多学科融合的学院平台课程，高等数学、电磁学、力学分 A/B 班；计算概论 A、程序设计实习增设了实验班。从二年级开始，学生分流到四个专业：计算机科学技术专业、电子信息科学技术专业、微电子专业、智能科学与技术专业，其中电子类的基础课程光学、热学、电动力学、量子力学分 A/B 班，计算机类的基础课程数据结构与算法 A 增设了实验班，以适应不同兴趣和特长的学生。A 类数理基础课程与数学学院、物理学院同等难度，计算机类实验班课程更多地涉及学科前沿的理论和新技术，着力培养一批有潜力

在科学研究领域攀登顶峰的后备人才。A/B班和实验班系列为不同基础、不同志向的学生提供了多种课程组合方式，并给出了具体的选课指导。

计算机科学与技术学科的专业课程进一步细分为计算机理论、软件工程、程序设计、数据管理、计算机网络、计算机体系结构、数字媒体与人机交互、计算智能与知识发现、智能感知、自然语言处理、先进技术与交流等十一个课程群，如图2所示，便于学生根据自己的兴趣选择在一个领域研读比较深入的课程，而不像以往只是了解各个领域的概论性课程。

专业选修课	科技交流与写作 先进技术专题	自然语言处理 自然语言处理导论 自然语言处理统计分析 现代信息检索导论	计算智能与知识发现 智能信息处理 机器学习概论 智能信息系统实验	数据管理 数据库概论（必修） 数据库原理与技术 数据仓库与数据挖掘 Web 数据管理 空间与多媒体数据库
	程序设计 问题求解与程序设计 Linux 程序设计 Windows 程序设计 Java 程序设计	计算机体系结构 汇编程序设计 嵌入式系统概论 数字信号与多媒体处理器	智能感知 模式识别导论 生物信息处理 数字信号处理 语音信号处理 数字图像处理	数字媒体与人机交互 数字媒体技术基础 数字视频处理与分析 计算机图形学 视觉计算与处理 数字化艺术 人机交互
	软件工程 软件工程 面向对象技术引论 中间件技术导论 软件测试 面向服务的架构	计算机网络 计算机网络（必修） Web 技术概论 网络与 Web 程序设计 网络协议分析与设计 信息安全引论 网络存储技术	计算机理论 理论计算机科学基础 随机过程引论 初等数论及其应用	
专业基础课	软件基础 编译技术 编译实习 操作系统 操作系统实习 程序设计语言原理	硬件基础 数字逻辑设计 * 数字逻辑设计实验 微机原理 * 微机实验 计算机组织与体系结构 * 计算机组织与体系结构实	理论基础 集合论与图论 代数结构与组合数学 数理逻辑 概率统计 A 算法设计与分析	智能基础 脑与认知科学 信息论基础 人工智能基础 数值计算方法 信号与系统
	计算机科学技术导论		智能科学技术导论	
学院平台课	数学基础 数学分析 I/II/III, 高等数学 I/II 高等代数 I / II , 线性代数	物理基础 力学(A,B) 电磁学(A,B) 物理 C	程序设计基础 计算概论 程序设计实习 数据结构与算法(A,B) 数据结构与算法实习	电子学基础 微电子与电路基础 基础电路实验
	信息科学技术概论			

图2 计算机科学与技术学科的课程体系

3. 课程培养方案的实施

考虑北大学生本研连贯的培养模式，我们制定了“能力培养为纲、知识传授为目；基础知识为体、专门技术为用；避免急功近利、强调后发优势”的教学指导方针。

顺应信息学科交叉融合的趋势，学院从各个研究所抽调有经验的老教师和年富力强的中青年教师，组成基础课教学团队，负责建设专业基础课程群，使专业基础课内容满足不同学科方向对人才后续培养的需要。适应信息学科发展迅猛的需求，学院按研究方向组成系列专业课程授课团队，负责建设各个研究方向的专业课程群，每个研究方向的教学团队负责建设一个方向的系列课程，保持课程内容与学科发展的同步，并设计了使学生在该领域掌握相应技术基础的递进式系列课程。学院还与 IT 公司合作开设前沿课程，培养学生捕捉新趋势和学习新技术的能力。例如，IBM 公司支持开设了“新技术专题”，Intel 公司支持开设了“多核环境并行编程技术”，EMC 公司赞助了“存储技术基础”课程。

在打好数学物理基础、夯实计算机理论基础的同时，学院还强化了编程训练和实验课教学。数据库类、软件工程类、体系结构类、多媒体类、计算机网络类、计算机应用类、人工智能类等绝大多数计算机类课程都配备了系统的实习和实验，而一些实践要求比较重的课程都开设了独立设置学分的实习或实验课，例如，程序设计实习、数据结构与算法实习、编译实习、操作习题实习；数字逻辑设计实验、微机原理实验、计算机组织与体系结构实验等。

针对北京大学信息科学技术学院 80%以上本科生毕业后继续深造的特点，学院将“科研实践”纳入本科生的常规培养体系，设立创新型实验教学环节。在学科竞赛、大学生创新计划、校长基金、着政基金、泰兆基金和教师自筹项目的支持下，学院遴选基础好的本科一、二年级学生进入课题组开展科研项目研究实习；80%的三年级本科生进入研究所课题组开展科研实践活动；100%的四年级本科生进入科研课题组进行科研实习，并最终完成 6 学分的本科毕业论文。这种培养体系鼓励本科生在学好基础课的前提下，尽早跟随导师和硕士生、博士生参与实际的科学研究，激发他们的求知欲和专业兴趣，全方位培养他们的科研创新能力，为培养高端研究创新型人才奠定坚实的基础。

学生能力培养体系如图 3 所示[3]。

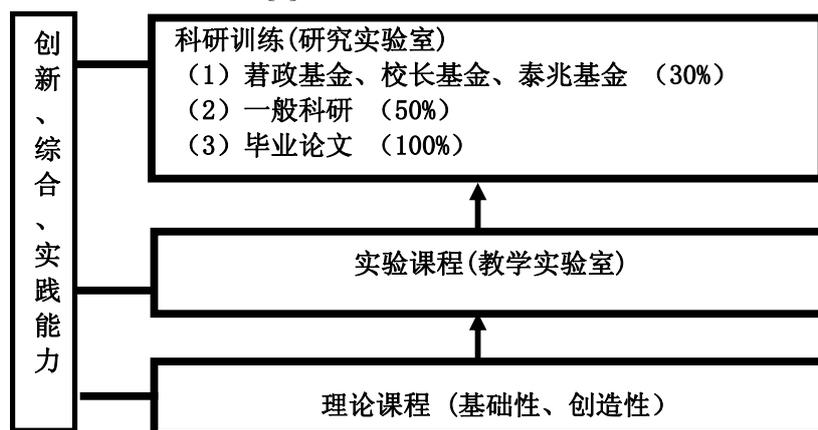


图 3 学生能力培养体系

在这个培养体系中，特别值得关注的是实验班创新型人才培养模式。

由于中学阶段有信息学奥林匹克、小小科学家创新等竞赛项目，一些条件较好的高中也开设了程序设计课程，这些学校的学生已经接触到了计算机，尤其是与程序设计相关的内容，而一些偏远地区的考生则毫无基础。

1997年以来，学生的分化现象日益严重。计算机系一百多人的大班上课，零起点的学生跟不上，竞赛保送生吃不饱。让竞赛生免修计算概论、数据结构等课程也不合适，因为中学的信息学竞赛偏重于算法和编程，缺乏系统的计算机基础理论和综合软件项目训练。因此，北京大学信息学院为那些基础比较好、学习能力突出、学有余力的学生开设系列实验班课程，课程加大了深度和广度，为学生提供更多的研究和讨论机会。这样做有利于因材施教，以多元化、多规格培养优秀人才，更好地适应未来人才市场对领袖人才的需要。

北大学生基础素质好，发展潜力很大，教师要激发他们成功的欲望。在第一堂课上，我们就列举北大计算机系杰出校友的事例，告诉学生成功人士的共性是“追求卓越”，引导他们讨论计算思维将带给我们受益终身的问题求解能力：全局观和系统观，抽象性、逻辑性和条理性，管理、控制和约束能力，坚韧细致和折衷权衡，好奇心、质疑和创造力，团队合作等。我们还请来成功融资1200万美元创立酷讯公司的北大计算机系97级毕业生陈华等校友来校跟学生交流。

实验班的课堂很活跃，学生会提出一些很有挑战性的问题，并找来与课程相关的前沿科研论文与教师讨论。对于学生的研究和探讨，教师经常会注意保护并予以适当的指导，甚至还要包容他们一些心高气傲的言行。教师安排一些擅长算法和技术的学生在大课上作专题报告，参与课堂交流的学生非常用心地整理学习材料，制作课件，选出典型的问题，在课堂上和同学们一起讨论并予以解决。这种学习方式建立起相互学习和探讨研究的好风气。

在实习课中，实验班的学生往往担任小组组长，提高了团队合作和组织管理能力。组长首先要理解作业任务，合理地搭建框架并分配任务；还要善于沟通协调，鼓励每个人发挥长处；最后要整合小组成员的代码，并分析错误可能出现的模块，有效地完成整个项目。

对于零起点的学生，教师鼓励他们保持积极的人生态度。在北大这种英才辈出的环境中，激励他们要习众人之长，充分利用大学四年的优越学习资源，达到知识和能力指数级增长的目标。教师鼓励学生不轻易放弃自己的理想和梦想，有了新想法要想办法去实践。编程序做项目时，即使没有结果，也不是浪费时间，只要在这个过程中认真思考了，就会获得很好的锻炼，长期积累就一定收获。

4. 课程体系的实施效果

新的课程体系实施之后，收到良好的教学效果，本科生综合能力逐年提高。在新课程体系建设思路的支持下，2007年，我们成功入选“国家级计算机实验教学示范中心建设单位”，2008年，“数据结构与算法”（张铭教授主持）和“计算概论”（代亚非教授主持）两门课程被评为国家级精品课程。

计算机学科在2005~2008年ACM ICPC全球总决赛中分别获得第11（铜牌）、13、14、13名的优异成绩(李文新、郭炜指导)。本科生科研团队获2008年“Intel杯全国嵌入式系统设计大赛”一等奖(李文新教授指导)。计算机系本科生每年发表科研论文数十篇，2003级本科生李逸男发表了两篇数据库领域顶级会议SIGMOD论文，获得“SIGMOD'07杰出本科生奖”（杨冬青教授指导）。

《北京大学信息科学技术学院课程体系》在国内高校引起了积极和广泛的影响，对其他高校的教学改革和课程体系设置起到了很好的参考和示范作用，得到了教指委专家和相关领导的认可。

清华大学孙家广院士对北大信息科学技术学院的改革给予了高度评价：“北京大学信息学院在建设一流大学、建设一流信息学科的历程中勇于探索，勤于实践，通过《北京大学信息学科课程体系》研究项目，整合资源，总结几年来教学改革的丰硕成果，确立了具有北大特色的学科体系框架，提出了具有创新性的课程群建设方案以及具体详尽的内容。以此为基础，学院进行了卓有成效的教学计划改革、教学资源建设、课程设置和教学实践，相信它对国内大学的信息学科专业教学具有很大的参考价值和积极的推动作用。”

北大信息学院的学生对本课程体系也表示了支持。学生反馈说：“总体来说，我觉得我们这一届教学改革后比前几届同学更累了，但觉得累得很值得，也很开心。”学生特别欢迎课程群中“有难度的专业方向课程”，并呼吁适当下放研究生课程，给本科学生自由选课的机会。

部分学生也反映，他们在选课时得到的指导不够，不懂 A/B 类、实验班是什么，对自己的发展方向也比较迷茫。还有一些学生面临着从 A 类转 B 类（或从 B 类转 A 类）时课程知识体系衔接不够理想的问题。他们表示：“总体来说，这都是前进中的细节问题，只要处理得当，一定能获得圆满解决。教学改革的大方向绝对是正确的，效果也非常明显。”

5. 结束语

引用孙家广院士对《北京大学信息科学技术学院课程体系》的寄语来结束本文：“信息技术学科是正在迅速发展的综合交叉性学科，相关的新概念、新技术、新方法不断涌现。随着学科的日益成熟与不断创新，教学内容与培养模式的改进与突破迫在眉睫，因此研究和探索制定适合信息科学技术理论与实践发展的教学体系是十分重要的长期任务，需要我们大家加强交流，共同努力，携手营造良好的教学研究氛围，为推进我国信息科学技术领域教学质量的提高和信息科学技术学科的大发展而不懈努力。”

参考文献：

- [1] 张铭，李文新. 北大信息学院计算机专业课程改革建议[J], 计算机教育, 2007, (4): 8-14.
- [2] 李文新，胡薇薇. 北京大学信息科学技术学科课程体系[M]. 北京：清华大学出版社，2008.
- [3] 李文新，梅宏，陈徐宗. 北京大学计算机学科的教学体系改革[J]. 中国大学教学, 2008, (4) .14-16.