

北京大学

计算机学科核心课程系列实验班
教学实施方案

李文新 主编 郭 耀 副主编

北京大学计算机学科核心课程系列实验班研究组 编著

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

图书在版编目 (C I P) 数据

北京大学计算机学科核心课程系列实验班教学实施方案/李文新主编;北京大学计算机学科核心课程系列实验班研究组编著. --北京:高等教育出版社,2012.9

ISBN 978 - 7 - 04 - 036100 - 1

I. ①北… II. ①李… ②北… III. ①电子计算机-教学研究-高等学校 IV. ①TP3 - 42

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第200363号

策划编辑 刘 艳	责任编辑 刘 艳	封面设计 张 楠	版式设计 于 婕
插图绘制 尹 莉	责任校对 胡美萍	责任印制 韩 刚	

出版发行	高等教育出版社
社 址	北京市西城区德外大街4号
邮政编码	100120
印 刷	北京鑫丰华彩印有限公司
开 本	787mm × 1092mm 1/16
印 张	17
字 数	320千字
购书热线	010 - 58581118

咨询电话	400 - 810 - 0598
网 址	http://www.hep.edu.cn
	http://www.hep.com.cn
网上订购	http://www.landaco.com
	http://www.landaco.com.cn
版 次	2012年9月第1版
印 次	2012年9月第1次印刷
定 价	30.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 36100 - 00

北京大学计算机学科核心课程系列实验班研究组

领导委员会

组 长:梅 宏

副组长:李文新

成 员:陈向群 胡薇薇 查红彬 黄 如 侯士敏
魏中鹏 卢 亮 蒋 云

工作委员会

组 长:李文新

组 员:陈向群 张 铭 王千祥 黄 罡 高 军
胡俊峰 郭 耀 刘 锋 郭 炜 杨朝晖
董晓晖

前 言

北京大学计算机学科核心课程系列实验班是北京大学计算机学科实践国家教育部“基础学科拔尖学生培养试验计划”(简称“拔尖计划”)的重要组成部分。按照北京大学建设世界一流大学的规划和要求,北京大学计算机学科在自 2007 年以来陆续开设实验班课程的基础上,进一步凝练特色,提升培养理念,建立了计算机学科核心课程系列实验班,主要目的是为了让有兴趣、有特长、能力强的学生能够接受更加深入的计算机课程训练,争取做到与国外顶尖计算机系的课程接轨,并在个别课程上超越国外优秀大学的同类课程。

《北京大学计算机学科核心课程系列实验班教学实施方案》全面介绍了北京大学信息科学技术学院近年来在计算机学科核心课程实验班教学改革方面的成果。本书介绍了计算概论、程序设计实习、数据结构与算法、软件工程、编译实习、操作系统实习、计算机系统结构实习、数据库概论等八门计算机学科核心课程实验班的教学大纲与课程实践情况,并着重介绍了每门课程与相应普通班课程之间的区别,以及实验班课程的实验环节设计。

提高本科生的教学水平是创建世界一流大学的一项十分重要的基础性工作,计算机科学技术是发展变化非常迅速的学科,为此,北京大学计算机学科历来重视本科生课程体系的建设与课程改革的探索,在加强计算机核心课程实践训练、培养基础学科拔尖人才方面积累了一些经验,但在很多方面的工作仍是初步的。本书对此进行了总结,供国内外同行参考、交流之用,也期待大家的批评指正。

今年是北京大学信息科学技术学院建院 10 周年。本书也是献给学院 10 岁生日的一份礼物。

北京大学信息科学技术学院 院长



2012 年 5 月

目 录

第1章 引言	1
1.1 成书动因	1
1.2 成书过程	1
1.3 本书特点	3
第2章 实验班培养体系	4
2.1 培养理念	4
2.2 培养方案	4
2.3 选拔方式	5
2.4 激励方式	6
2.5 课程开设情况	7
第3章 计算概论实验班	8
3.1 课程概述	8
3.1.1 基本信息	8
3.1.2 教学目标	8
3.1.3 课程特色	8
3.2 教学大纲	9
3.2.1 设计理念	9
3.2.2 课程内容矩阵	9
3.2.3 知识单元及知识点	12
3.3 实验环节设计	17
3.3.1 设计理念	17
3.3.2 实验1:互联网、文本信息处理与应用专题	18
3.3.3 实验2:智能博弈、机器人应用专题	19

3.3.4 实验3:图像/视频处理及计算机视觉应用专题	20
3.4 考核与成绩评定	22
3.5 教学实践与案例	22
3.5.1 教学实践概况	22
3.5.2 教学案例	23
3.5.3 课程考核情况	42
3.5.4 教学成果	43
3.5.5 总结与展望	43
第4章 程序设计实习实验班	45
4.1 课程概述	45
4.1.1 基本信息	45
4.1.2 教学目标	45
4.1.3 课程特色	46
4.2 教学大纲	46
4.2.1 设计理念	46
4.2.2 课程内容矩阵	46
4.2.3 知识单元及知识点	48
4.3 实验环节设计	58
4.3.1 设计理念	58
4.3.2 实验1:“魔兽世界”系列程序	59
4.3.3 实验2: Blokus 棋类对战程序	60
4.3.4 实验3:文件压缩和解压缩程序	61
4.4 考核与成绩评定	63
4.5 教学实践与案例	63
4.5.1 教学实践概况	63
4.5.2 教学案例	64
4.5.3 考核情况	67
4.5.4 教学成果	67
4.5.5 总结与展望	67

第5章 数据结构与算法实验班	69
5.1 课程概述	69
5.1.1 基本信息	69
5.1.2 教学目标	69
5.1.3 课程特色	70
5.2 教学大纲	71
5.2.1 设计理念	71
5.2.2 课程内容矩阵	71
5.2.3 知识单元及知识点	79
5.3 实验环节设计	112
5.3.1 设计理念	112
5.3.2 实验1:火车栈式调度问题	113
5.3.3 实验2:双端队列	113
5.3.4 实验3:简单行编辑程序	114
5.3.5 实验4:表达式二叉树	115
5.3.6 实验5:真实地图的最短路径问题	116
5.3.7 实验6:外排序	117
5.3.8 实验7:LZW 文件压缩	117
5.3.9 实验8:红黑树检索	119
5.3.10 实验9:利用半伸展树存储和统计文件中的单词词频	119
5.3.11 实验10:例句搜索	120
5.4 考核与成绩评定	122
5.5 教学实践与案例	123
5.5.1 教学实践概况	123
5.5.2 教学案例	123
5.5.3 考核情况	126
5.5.4 教学成果	126
5.5.5 总结与展望	127
第6章 软件工程实验班	130
6.1 课程概述	130

6.1.1	基本信息	130
6.1.2	教学目标	130
6.1.3	课程特色	130
6.2	教学大纲	131
6.2.1	设计理念	131
6.2.2	课程内容矩阵	131
6.2.3	知识单元及知识点	132
6.3	实验环节设计	136
6.3.1	设计理念	136
6.3.2	实验1:智慧校园头脑风暴	137
6.3.3	实验2:智慧校园目标确定	138
6.3.4	实验3:智慧校园需求获取	138
6.3.5	实验4:智慧校园需求分析	139
6.3.6	实验5:智慧校园系统设计	140
6.3.7	实验6:智慧校园系统实现	140
6.4	考核与成绩评定	141
6.5	教学实践与案例	141
6.5.1	教学实践概况	141
6.5.2	教学案例	141
6.5.3	考核情况	152
6.5.4	教学成果	153
6.5.5	总结与展望	153
第7章	编译实习实验班	155
7.1	课程概述	155
7.1.1	基本信息	155
7.1.2	教学目标	155
7.1.3	课程特色	156
7.2	教学大纲	156
7.2.1	设计理念	156
7.2.2	课程内容矩阵	157

7.2.3 知识单元及知识点	158
7.3 实验环节设计	162
7.3.1 设计理念	162
7.3.2 实验 1:词法分析	162
7.3.3 实验 2:语法分析	163
7.3.4 实验 3:中间件代码生成	163
7.3.5 实验 4:目标代码生成	164
7.3.6 实验 5:代码优化	164
7.4 考核与成绩评定	165
7.5 教学实践与案例	165
7.5.1 教学实践概况	165
7.5.2 教学案例	165
7.5.3 考核情况	178
7.5.4 教学成果	178
7.5.5 总结与展望	179
第 8 章 操作系统实习实验班	180
8.1 课程概述	180
8.1.1 基本信息	180
8.1.2 教学目标	180
8.1.3 课程特色	181
8.2 教学大纲	181
8.2.1 设计理念	181
8.2.2 课程内容矩阵	182
8.3 实验环节设计	184
8.3.1 设计理念	184
8.3.2 实验 1:PC 的启动过程和 GCC 调用规范	185
8.3.3 实验 2:虚拟内存管理机制的建立	186
8.3.4 实验 3:进程的建立和中断机制	186
8.3.5 实验 4:进程调度与中断分派	187
8.3.6 实验 5:文件系统	187

8.3.7 实验6:网络驱动	188
8.3.8 实验7:JOS 功能扩展及其他	189
8.4 考核与成绩评定	189
8.4.1 平时成绩考核	189
8.4.2 期中、期末考核	190
8.4.3 成绩评定	191
8.5 教学实践与案例	191
8.5.1 教学实践概况	191
8.5.2 教学案例	191
8.5.3 考核情况	198
8.5.4 总结与展望	204
第9章 计算机系统结构实习实验班	205
9.1 课程概述	205
9.1.1 基本信息	205
9.1.2 教学目标	205
9.1.3 课程特色	205
9.2 教学大纲	206
9.2.1 设计理念	206
9.2.2 课程内容矩阵	206
9.2.3 知识单元及知识点	207
9.2.4 作业要求	210
9.3 实验环节设计	210
9.3.1 设计理念	210
9.3.2 实验1:RISC 微处理器设计	210
9.3.3 实验2:模拟器设计	214
9.3.4 实验3:SOC 设计	215
9.3.5 实验4:I/O 设计	215
9.3.6 实验5:编译器和工具链设计	215
9.4 考核与成绩评定	216
9.4.1 平时考核及成绩评定	216

9.4.2 期中、期末考核及成绩评定	216
9.4.3 专题实践环节考核及成绩评定	216
9.5 教学实践与案例	216
9.5.1 教学实践概况	216
9.5.2 教学案例	217
9.5.3 考核情况	225
9.5.4 实验感受及建议	225
第10章 数据库概论实验班	226
10.1 课程概述	226
10.1.1 基本信息	226
10.1.2 教学目标	227
10.1.3 课程特色	227
10.2 教学大纲	228
10.2.1 设计理念	228
10.2.2 课程内容矩阵	228
10.2.3 知识单元及知识点	232
10.3 实验环节设计	244
10.3.1 设计理念	245
10.3.2 实验1:数据库应用实践	245
10.3.3 实验2:实践创新方法	246
10.4 考核与成绩评定	249
10.5 教学实践与案例	249
10.5.1 教学实践概况	249
10.5.2 教学案例	249
10.5.3 考核情况	252
10.5.4 总结与展望	252
后记	254

第 1 章 引 言

1.1 成书动因

计算机科学技术的迅猛发展和广泛应用所带来的相关学科的交叉融合,在给人类社会带来革命性变化的同时,也给计算机科学技术人才的培养带来了挑战。为了顺应计算机学科交叉融合的发展趋势,适应计算机学科高速发展的需求,培养未来计算机领域的领军人才,需要尝试对计算机科学技术课程体系进行探索和创新。

北京大学信息科学技术学院计算机科学技术系(以下简称“北京大学计算机系”)本科学生在入学时学科背景差异较大,部分学生在入学时没有学过任何计算机类的课程,需要从零开始;而另外一部分学生则参加过各类信息学竞赛,已经能够熟练掌握一门或一门以上的编程语言与基本的数据结构和算法技巧。如果都是从入门的计算概论开始讲起,很多有一定基础的学生会对课程的内容不感兴趣。面对这种编程能力差异较大的状况,如何进行差异化教学,提高学生的兴趣,同时让基础较好、学有余力的学生能够得到更加深入的锻炼,北京大学计算机系一直在探索新的教学实践方式。

北京大学计算机学科核心课程系列实验班就是近年来在探索中形成的一种面向尖子学生的核心课程创新培养体系。实验班课程最初是按照学生的需求和授课教师的具体情况逐步建设的,但是近几年来,经过核心课程教师多年的集体讨论和悉心建设,逐渐形成了有鲜明特色的系列实验班课程。撰写本课程大纲的目的的一方面是总结北京大学多年来实验班的建设成果,另一方面也希望能够与兄弟院校交流实验班课程建设的经验与心得。请各位同行提出更好的建议,进一步推进我们的教学改革。

1.2 成书过程

作为为有特长的尖子学生提供差异化教学的一种探索实践,北京大学计算机系从 2007

年开始开设实验班课程。从最初仅包括为有信息学竞赛基础的学生开设的计算概论和数据结构与算法实验班课程,到目前已经发展成为包括计算概论、程序设计实习、数据结构与算法、软件工程、编译实习、操作系统实习、计算机系统结构实习、数据库概论等课程在内的几乎涵盖计算机专业全部编程基础课程和专业核心课程的系列实验班课程群。

在实验班课程开设的过程中,北京大学计算机学科的相关教师在李文新的组织下对实验班课程的开设和大纲撰写进行了多次研讨。2009年3月,计算机系组建了计算机学科核心课程系列实验班研究组(以下简称“研究组”),组长是李文新,成员包括陈向群、张铭、王千祥、黄罡、高军、胡俊峰、郭耀、刘锋、郭炜、杨朝晖和董晓晖,研究组的每个成员是一门实验班课程的主讲教师,或者是有计划开设实验班课程的教师。另外,智能科学系的封举富、邓志鸿等也参加了相关会议的讨论。

在2009—2010年期间,研究组就实验班课程的开设情况举行了多次讨论,最初讨论的内容主要是交流实验班课程的开课经验以及讨论新的实验班课程开设过程中需要注意的问题。随着新的实验班课程的逐步开设,在2010年底成立了课程大纲的撰写小组,撰写小组成员与上述研究组的成员相同,经过撰写小组讨论之后确定了大纲的分工和撰写任务,由相应的主讲教师负责该门实验班课程大纲的撰写工作。

从2011年1月开始,撰写小组讨论确定了课程大纲的具体内容和结构,并由陈向群给出了第1版实验班课程大纲的结构和模板。在模板确定之后,每门课程的负责教师分别撰写了相应实验班课程的教学实施方案。在每位教师完成第一稿之后,于2012年1月进行了集中讨论,根据讨论结果和大家反馈的意见,由郭耀对课程大纲的结构进行了修改,给出了第2版课程大纲的模板。完成第2版之后,撰写小组又进行了集中修改,形成第3版。之后第3版纸质书稿提交学院相关领导和教师审议。整理修改意见之后形成第4版提交出版社。

本书的编写分工如下:

第1章引言由李文新和郭耀完成。

第2章主要介绍实验班课程的培养理念、培养方案、课程特色与开设情况。由郭耀撰写初稿,李文新负责修改定稿。

第3~10章分别介绍每门实验班课程,包括该课程的课程概述、教学大纲、实验环节设计、考核与成绩评定、教学实践与案例等内容。负责编写每一章的教师如表1.1所示。

下面简要介绍本书每章的基本内容,以方便读者在其中查找所需的信息。

(1) 课程概述:介绍该实验班课程的基本信息、教学目标、课程特色等内容。

(2) 教学大纲:简要介绍该课程的设计理念,并且给出课程的内容矩阵,读者可以通过该内容矩阵了解课程的主要内容、基本知识点与重点讲述内容。

(3) 实验环节设计:实验环节体现了实验班课程与普通班的主要不同之处;实验班课程会提供更加深入的编程实践内容,难度和深度比相应的普通班会有明显的提高;本部分还将介绍课程具体的实验设计与要求。

(4) 考核与成绩评定:简要介绍课程的考核和成绩评定的方式。

(5) 教学实践与案例:本部分主要介绍相应实验班课程的教学实践情况,提供相应的典型教学案例,展现实验班课程的教学成果。

表 1.1 本书主要章节的负责教师

章节内容	负责教师
第 3 章计算概论实验班	胡俊峰
第 4 章程序设计实习实验班	郭炜
第 5 章数据结构与算法实验班	张铭
第 6 章软件工程实验班	黄罡
第 7 章编译实习实验班	王千祥、郭耀
第 8 章操作系统实习实验班	陈向群
第 9 章计算机系统结构实习实验班	刘锋
第 10 章数据库概论实验班	高军

1.3 本书特点

本书总结了北京大学计算机系 5 年来系列实验班课程教学改革与实践的经验,其中有几个突出的特点:第一,给出了一个计算机学科核心课程系列实验班体系,该体系不仅可以拓宽学生的专业基础,而且可以针对学生的不同基础和需求,提供有针对性的高级内容和实践训练;第二,在课程大纲的基础上,把重点放在课程实验的设计上,每门课程都提供了有别于普通班的课程实验设计,可以提供给兄弟院校的相关教师作为课程实践的参考;第三,每章都深入探讨了每门课程的特色,并介绍了每门课程的实践情况,提供了相关的案例。值得注意的是,本书所给的课程教学实施方案不是一个纸面上的方案,而是一个经过 5 年实践摸索出来的正在执行的教学方案。我们把实践中积累的经验和教训写下来,希望能够作为大家的参考和借鉴。

第2章 实验班培养体系

2.1 培养理念

北京大学计算机学科核心课程系列实验班是北京大学计算机学科实践教育部“基础学科拔尖学生培养试验计划”(简称“拔尖计划”)的重要组成部分。紧跟北京大学建设国际一流大学的步伐,为有特长的尖子学生提供有差异性的特色培养方案。北京大学计算机系在5年来陆续开设实验班课程的基础上,进一步凝练特色,提升培养理念,建立了系列实验班课程。

系列实验班课程的主要目的是为了有特长、能力强的学生能够接受更加深入的计算机课程训练,争取做到与国外顶尖计算机系的课程接轨,甚至在个别课程上超越国外优秀大学的同类课程。

- 系列实验班课程以提高课程实践能力为主,通过更加深入的学习和实践,让学有余力的学生可以深入掌握计算机学科的高级知识和编程技巧,并在实践中得到更好的锻炼。

- 系列实验班课程还特别注重科研能力的培养。科研能力是一个优秀的计算机系本科生应当具备的良好素质,近年来北京大学计算机系的很多高年级学生都参加了科研项目,并且有很多优秀的论文发表。在实验班课程中,任课教师会注重对学生科研素质的培养,提高学生对科研的兴趣,把优秀的学生引向从事科研的道路。

- “统一规划、个性发展”是北京大学计算机学科核心课程系列实验班的一个重要教学理念。在统一规划的系列实验班课程的基础上,根据教师的指导,学生可以根据自己的兴趣选择其中的一门或者多门实验班课程。这样可以不把学生限制在某个特定的班级中,从而增加了一定的灵活性和流动性。

2.2 培养方案

在培养方案方面,系列实验班课程主要面向计算机专业的核心基础课程,实验班课程

大纲比普通班相应的课程大纲更加深入、更加注重实践。课程范围从入门的编程课程开始,直到专业性很强的编译技术和操作系统等课程,涵盖了大学本科从一年级到三年级的每个学期。实验班课程的主要培养方案的特色如下。

1. 增强课程实践能力的培养

系列实验班课程主要精选计算机学科的核心课程,每门实验班课程都会提供难度较高的编程实践题目,通过实践加深学生对理论课程的理解。

2. 注重课程之间的衔接与连贯性

系列实验班课程包括了从编程基础到专业核心课程在内的主要计算机学科核心课程,为避免不同实验班课程之间的内容交叉,每门实验班课程的内容都经过相关主讲教师的集体讨论,使相关课程之间有良好的衔接。

3. 吸取国外优秀大学的教学经验,引入难度较高的课程实习项目

实习类课程是计算机专业学生加强理论知识、提高编程能力的重要途径。特别是针对编译技术、操作系统这样的课程,国外优秀大学会提供不同难度的实习项目。在实验班课程中引入难度较高的实习项目,有助于提高学生的实践能力,争取与国外优秀大学接轨。

4. 注重课程知识之间的融会贯通,力争打造软硬一体的教学实验平台

计算机学科是一个整体,如果能够把编译器、操作系统、体系结构、处理器设计等相关课程实习都集中到一个实验平台中,就可以让学生能够从头到尾完成一个相当规模的计算机软硬件系统设计。系列实验班课程的开设也为北京大学提供了这样的机会,相关课程的教师正在进行探讨,力争对计算机核心课程的实验平台进行集成,打造软硬一体的计算机教学实验平台。

2.3 选拔方式

在学生的选拔方式上,北京大学计算机系并没有严格规定统一的选拔方式。虽然所有学生都可以在统一的课程平台上自由选择相应的实验班课程,但是由于课程的人数一般会控制在15~30人之间,因此各门课程的教师都会通过一定的方式选拔学生。

1. 选课考试

因为实验班课程需要学生具备一定的基础,因此可以通过对相应先修内容的考试来确定报名学生是否具备该实验班课程所需要的能力。

2. 先到先得

另外一些实验班课程主要依靠学生的兴趣,因此教师会采用“先到先得”的选课方式。

因为在课程进行的过程中,学生可以根据实际情况选择退课,所以没有选上课的学生也可以跟随上课,在退课截止之前等待机会。

3. 背景调查

在对学生的基础不是很了解时,有些实验班课程会通过背景调查来划定学生的范围。例如,一年级的计算概论实验班会要求学生至少参加过省级的信息学竞赛,并且获得过一定的奖项才能报名。

4. 面试选择

对于二年级以后的实验班课程,可以通过简单的面试了解选课学生的基础与选课动机,从而选择更加适合该课程的学生。一般来讲,之前选择过实验班课程的学生会在后面的实验班课程中获得更多的机会。

2.4 激励方式

因为实验班课程总体在难度上会大于普通班的课程,而这很难在学生的成绩单上以GPA(平均绩点)的方式进行体现。为鼓励学生的参与,同时奖励在实验班上有突出表现的学生。在每门实验班结课之后,都会为表现较好的学生颁发实验班课程结业证书(如图2.1所示)。

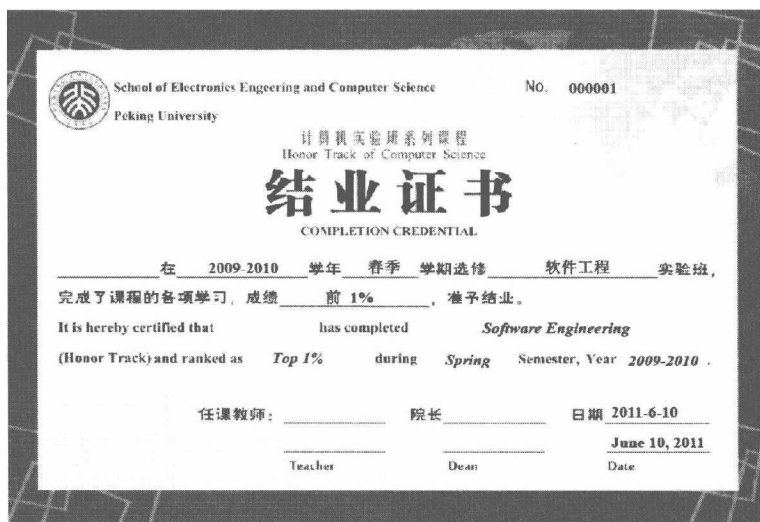


图 2.1 实验班课程结业证书(以软件工程课程为例)