

高等学校计算机专业实验 教学课程建设报告

国家级计算机实验教学示范中心“计算机专业实验教学课程建设”项目组 研制



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

图书在版编目(CIP)数据

高等学校计算机专业实验教学课程建设报告 / 国家级计算机实验教学示范中心“计算机专业实验教学课程建设”项目组研制. -- 北京: 高等教育出版社, 2012. 3

ISBN 978-7-04-034324-3

I. ①高… II. ①国… 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 027487 号

策划编辑 刘 艳
责任校对 刁丽丽

责任编辑 刘 艳
责任印制 尤 静

封面设计 于文燕

版式设计 王 莹

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 北京宏信印刷厂
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 19.25
字 数 330 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 3 月第 1 版
印 次 2012 年 3 月第 1 次印刷
定 价 40.00 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 34324-00

前 言

实践教学对提高人才培养质量具有重要意义。建设 500 个国家级实验教学示范中心是教育部“质量工程”建设中的重要内容,旨在推动高等学校加强学生实践能力和创新能力的培养,加快实验教学改革和实验室建设,促进优质资源整合和共享,提升办学水平和教育质量。2006 年,北京航空航天大学计算机学院教学实验中心成为第一个国家级计算机实验教学示范中心。2007 年,清华大学计算机实验教学中心、北京大学计算机实验教学中心、同济大学计算机与信息技术教学实验中心、西安交通大学计算机教学实验中心、哈尔滨工业大学计算机科学与技术实验中心、东南大学计算机教学实验中心、电子科技大学计算机实验教学中心、杭州电子科技大学计算机实验教学中心、兰州交通大学计算机科学与技术实验教学中心成为国家级计算机实验教学示范中心建设单位。

示范中心建设是一项长期的系统工程。教育部要求示范中心“宣传推广经验,扩大受益面,充分发挥其在全国范围的示范辐射作用”。作为先行成为国家级计算机实验教学示范中心(建设单位)的单位,应该为全国高等学校计算机实验教学做出应有贡献。

在高等教育出版社、教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会、计算机基础课程教学指导委员会和国家级实验教学示范中心计算机学科组的支持下,于 2008 年 1 月成立了以北京航空航天大学马殿富教授为组长的“计算机实验教学课程建设”项目组,项目组又分为计算机基础实验教学课程建设项目组和计算机专业实验教学课程建设项目组,其中,计算机专业实验教学课程建设项目组由马殿富教授负责,计算机基础实验教学课程建设项目组由西安交通大学冯博琴教授负责。项目组的任务在于总结和共享 10 校示范中心在计算机实验教学方面的经验和体会。

计算机专业实验教学课程建设小组依据 10 校示范中心的建设情况和当前计算机专业实验实践教学存在的问题,确立了下列研究内容:计算机专业实验教学的关键问题、计算机及应用领域人才培养目标定位与能力要求、与能力要求相对应的计算机专业实验教学体系与基本要求、主要(核心)实验课程设计、实验教学条件建设和保证机制、各示范中心概况与特色。本报告对全国高等学校

计算机专业实践教学课程体系建设有重要的参考价值。

马殿富教授主持本报告的撰写工作,在此过程中,参与项目组的教师们付出了辛勤的劳动,10校示范中心也积极予以配合,提供了大量的素材。特别感谢翟玉庆(东南大学)、曹庆华(北京航空航天大学)、全成斌(清华大学)、李文新(北京大学)、苗夺谦(同济大学)、王力生(同济大学)、王换招(西安交通大学)、苏小红(哈尔滨工业大学)、王宽全(哈尔滨工业大学)、周世杰(电子科技大学)、傅彦(电子科技大学)、严义(杭州电子科技大学)、党建武(兰州交通大学)等教授的出色工作。清华大学杨士强教授在本报告成稿过程中给予了大力支持。

限于篇幅,10校示范中心的经验和体会不可能面面俱到,我们力图提供各中心特色实验实践课程和实验项目,供全国高校计算机专业教学人员参考。由于我们的水平有限,报告中难免出现错误和疏漏,欢迎读者批评指正。

“计算机专业实验教学课程建设”项目组

2012年2月

目 录

第一部分 计算机专业实验教学建设与探索

1	概述	3
1.1	计算机专业教学的背景、目的、意义	3
1.2	计算机专业实验教学的关键问题	5
2	能力要求	8
2.1	信息社会对计算机人才的需求	8
2.2	不同专业方向计算机专业能力与素质要求	9
2.3	实验实践教学在计算机专业能力培养中的定位	9
3	实验教学的体系结构与基本要求	12
3.1	北京航空航天大学	12
3.2	清华大学	15
3.3	北京大学	19
3.4	同济大学	21
3.5	西安交通大学	23
3.6	哈尔滨工业大学	24
3.7	东南大学	26
3.8	电子科技大学	28
3.9	杭州电子科技大学	32
3.10	兰州交通大学	34
4	主要(核心)实验课程设计	37
4.1	计算机系统结构类实验建议大纲	37
4.1.1	计算机系统结构类实验课程关系	37
4.1.2	数字逻辑实验	37
4.1.3	计算机组成原理实验	52
4.1.4	计算机系统结构实验	69

4.1.5	计算机接口与通信实验	81
4.1.6	嵌入式计算机系统实验	94
4.1.7	计算机网络实验	107
4.2	软件与理论类实验建议大纲	127
4.2.1	基本原则	127
4.2.2	软件与理论类实验课程体系	127
4.2.3	程序设计基础实验	128
4.2.4	数据结构实验	148
4.2.5	编译原理实验及课程设计	160
4.2.6	操作系统实验	171
4.2.7	数据库实验及课程设计	182
4.2.8	软件工程实验	200
4.3	计算机应用技术类实验建议大纲	208
4.3.1	计算机图形学实验	208
4.3.2	计算机图像处理实验	219
4.3.3	多媒体技术实验	223
4.3.4	单片机应用实验	228
4.3.5	中文文本信息处理实验	230
5	条件建设	234
5.1	实验队伍建设	234
5.1.1	加强实验队伍建设的必要性	234
5.1.2	加强实验队伍建设的措施	234
5.1.3	实验队伍的基本要求	242
5.2	实验室环境建设	246
5.3	实验教材建设	250
5.3.1	重视实验教材的建设	250
5.3.2	建设系列化的实验教材	251
5.3.3	实验教材建设的基本要求	252
6	保证机制	255
6.1	建设目标	255
6.2	保证机制	255
6.2.1	组织保证	255
6.2.2	运行经费保障	257

6.2.3 人力资源保证	257
6.3 实验示范中心的日常管理	258
6.4 管理制度	258
6.5 考评办法	259
6.5.1 实验室人员考评管理办法	259
6.5.2 岗位责任制	259
6.6 质量保证体系	259
6.7 信息平台建设	260

第二部分 各中心概况与特色

7 北京航空航天大学计算机学院教学实验中心概况与特色	265
7.1 中心概况	265
7.2 中心特色	265
8 清华大学计算机实验教学中心概况与特色	268
8.1 中心概况	268
8.2 中心特色	268
9 北京大学计算机实验教学中心概况与特色	271
9.1 中心概况	271
9.2 中心特色	271
10 同济大学计算机与信息技术教学实验中心概况与特色	274
10.1 中心概况	274
10.2 中心特色	275
11 西安交通大学计算机教学实验中心概况与特色	278
11.1 中心概况	278
11.2 中心特色	278
12 哈尔滨工业大学计算机科学与技术实验中心概况与特色	281
12.1 中心概况	281
12.2 中心特色	282
13 东南大学计算机教学实验中心概况与特色	285
13.1 中心概况	285
13.2 中心特色	285

14	电子科技大学计算机实验教学中心概况与特色	288
14.1	中心概况	288
14.2	中心特色	289
15	杭州电子科技大学计算机实验教学中心概况与特色	292
15.1	中心概况	292
15.2	中心特色	292
16	兰州交通大学计算机科学与技术实验教学中心概况与特色	295
16.1	中心概况	295
16.2	中心特色	295

第一部分

计算机专业实验教学建设与探索

1 概述

1.1 计算机专业教学的背景、目的、意义

人类社会正走向信息社会,信息技术作为当今世界上最活跃、最具变革作用的技术,成为了世界经济持续增长的主导力量,信息技术的广泛渗透和信息产业的迅猛发展推动着人类社会生产力和文明迈向一个新的高度。世界各国都在竞相发展信息产业,以抢占政治、军事、经济和贸易的制高点和控制权。信息产业的重要支撑是计算机科学与技术。从美国、爱尔兰、印度、以色列等软件和计算机产业强国的发展经验中,不难发现这些国家都具有十分先进的计算机人才培养体系。美国的计算机人才培养在坚持宽口径、厚基础的工程教育传统基础上,充分利用其强大的计算机产业和发达的社会培训体系,注重学生动手能力、自学能力以及沟通合作能力的培养;爱尔兰通过改革教育体制引导大学把它们的教学方向调整到技术和科学领域,并加强了与产业界的联系,注重学生的实习实训工作;印度的计算机人才培养和软件教育十分强调实践教学的产学研教育模式,同时强调“做中学”的教育理念,即教学先从“做”开始,学生在“做”的过程中如遇到问题,再以此为基础学习专业理论,此外,他们还特别重视以软件订单项目为基础的专业实践能力和实际操作开发能力的培养。

在我国,计算机专业教育已经走过了 50 多年的发展历程。回顾我国计算机教育的发展历程,大致可以分为 3 个时期:1956—1960 年为初创时期,这个时期共开办了 14 个计算机专业;1978—1986 年为发展时期,随着国家《1978—1985 年全国科学技术发展规划纲要》的颁布和实施,我国的计算机教育迎来第二个发展高潮,在这一时期共有 74 所院校开办了计算机专业;1994 年至今是计算机教育高速发展的时期,1995 年左右,随着万维网在世界范围内的蓬勃兴起,“科教兴国”发展战略的实施,我国的计算机教育进入了一个快速发展时期。

进入 21 世纪,我国的计算机教育取得了长足的发展,计算机教育的规模迅速扩大,计算机专业的内涵和外延与时俱进地发生着变化,专业教育内容不断丰富,专业教育体系、课程体系和教材内容与国际迅速接轨。截至 2006 年,我国普通本科高校为 720 所,开设有“计算机科学与技术”专业的高校有 574 所(占

79.7%,其中437个是在1994年之后开设的);计算机类专业(包括计算机科学与技术、软件工程、网络工程)的在校生总数已超过44万,占理工科专业在校生总数的12.4%。我国计算机科学与技术专业的教育虽然取得了很大成绩,但也存在一些问题,主要有:专业建设、高水平师资的培养和引进、质量保证体系等关系到人才培养质量的软环境建设有待进一步加强;人才培养的目标定位与产业实际需求差距较大,一方面是同质化人才过剩,另一方面却是市场紧缺的实用型和复合型信息人才严重短缺;学生实践能力与创新能力不足,国际竞争力不强,知识产权保护、市场经济与商业模式、专利意识等培养不够。

为进一步推动我国计算机本科教育与国际接轨,培养适应学科发展需要的计算机科学技术人才,教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会从2003年起,历经3年多的时间编制了《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范(试行)》。计算机专业规范的编制,将有利于提高我国计算机科学与技术专业学生的国际竞争力,推动我国高校计算机科学与技术专业相关的教学工作。

计算机学科的人才培养近十年来有了飞速的发展,培养规模持续快速增长,学科建设形成体系,师资建设形成梯队,设备条件得到很大的改善。但过快的发展,特别是近几年部分高校的大量扩招,导致了计算机专业人才培养质量的下降。计算机专业在人才培养中遇到的一些问题也是其他专业所面临的一些共性问题。提高教育质量已经成为办好人民满意的教育、提高学生就业能力和创业能力的迫切需要,也成为建设创新型国家、构建社会主义和谐社会的需要。为此,教育部、财政部于2007年2月启动实施了“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(以下简称“质量工程”),以提高高等学校本科教学质量为目标,以推进改革和实现优质资源共享为手段,按照“分类指导、鼓励特色、重在改革”的原则,设置了一批具有基础性、全局性、引导性的项目,引导本科教育教学改革,带动教学工作的全方位改革和创新,形成重视教学、重视质量的良好环境和管理机制。

实践教学与人才培养模式改革创新是质量工程的一项重要内容。教育部在质量工程实施过程中重点支持建设了500个左右国家级实验教学示范中心,以此推进高校实验教学内容、方法、手段、队伍、管理及实验教学模式的改革与创新;开展基于企业的大学生实践基地建设试点,拓宽学生的校外实践渠道;特别在计划中安排了1.5亿元经费,支持15000个由优秀学生进行的创新性试验,促进学生自主创新兴趣和能力的培养;择优选择500个左右人才培养模式创新实验区,推进高等学校在教学内容、课程体系、实践环节等方面进行人才培养模

式的综合改革,倡导以启发式教学和研究性学习为核心,探索教学理念、培养模式和管理机制的全方位创新;继续开展大学生竞赛活动,重点资助在全国具有较大影响和广泛参与面的大学生竞赛活动,激发大学生的兴趣和潜能,培养大学生的团队协作意识和创新精神。

北京航空航天大学以及清华大学、北京大学、同济大学、西安交通大学、哈尔滨工业大学、东南大学、电子科技大学、杭州电子科技大学、兰州交通大学等 10 所大学成为国家级计算机实验教学示范中心(建设单位),这既是对建设高校过去建设成果的肯定,更是对 10 所高校的计算机实验教学改革、实验教学体系建设、示范作用发挥等方面提出了更高的要求。示范中心(建设单位)应该以此为契机,树立以学生为本,传授知识,培养能力,提高素质,协调发展的教育理念和以实践能力、创新能力培养为核心的实验教学观念,积极建立有利于培养学生实践能力和创新能力的实验教学体系,建设满足现代实验教学需要的高素质实验教学队伍,建设仪器设备先进、资源共享、开放服务的实验教学环境,建立现代化的高效运行的管理机制,全面提高实验教学水平,为高等学校计算机实验教学提供示范经验,带动高等学校计算机实验室的建设和发展。

1.2 计算机专业实验教学的关键问题

教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会在《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告》中指出:“从根本上讲,计算机学科是一门技术性学科;科学的成分有,但工程技术的含义更多。学生的动手能力不强,目前是一个比较普遍的问题。”因此,需要特别强调加强学生的实践动手能力的培养。

实验教学的主要目的包括以下几个方面:① 实验教学能够让学生理论联系实际,使学生更加透彻地理解课堂所学的知识;② 通过实验教学,提高学生面向问题求解的能力和综合运用知识的能力;③ 提高学生的实际动手能力,如软硬件系统的设计能力、程序设计与调试能力。

为了加强计算机本科专业的实验教学,需要解决以下关键问题。

1. 理清计算机专业本科学生的能力要求

通过研究并总结当前计算机技术的发展趋势,广泛学习和调研国际知名大学的计算机教育改革动向,深入了解国家中长期发展规划需求、行业需求、区域需求,制订出计算机专业本科教育的人才培养目标、能力与素质结构、课程体系、教学与学习方式以及实验教学模式,并对实验教学方式的作用、地位进行描述及

规范。

2. 计算机专业实验教学体系构建

构建科学先进的计算机专业实验教学体系,首先要树立正确的指导思想、先进的教育理念和实验教学观念,坚持传授知识、培养能力、提高素质、协调发展,注重对学生探索精神、科学思维、实践能力和创新能力的培养。从根本上改变实验教学依附于理论教学的传统观念,充分认识并落实实验教学在学校人才培养和教学工作中的地位,形成理论教学与实验教学统筹协调的教学理念。

其次,围绕人才培养目标、素质和能力结构要求,设计出科学、系统的实验教学的体系、内容和方法。从人才培养体系整体出发,建立以能力培养为主线,分层次、多模块、相互衔接的实验教学体系,使其与理论教学既有机结合又相对独立。实验教学内容与科研、工程、社会应用实践密切联系,形成良性互动,实现基础与前沿、经典与现代的有机结合。引入、集成信息技术等现代技术,改造传统的实验教学内容和实验技术方法,加强综合型、设计型和创新型实验项目建设。建立新型的适应学生能力培养、鼓励探索的多元实验考核方法和实验教学模式,推进学生自主学习、合作学习、研究性学习。

最后,根据计算机专业本科实践教育能力规范,进一步明确实验教学的具体要求。

3. 主要(核心)实验课程设计

根据建立的实验教学体系结构及其基本要求,设计出计算机专业的核心实验课程,阐明这些课程的组织与实施,包括实验教学手段和教学方法等。

4. 实验教师队伍

为有效落实实验教学体系建设和教学模式改革的各项措施,保证实验课教学的连续性和教学质量的稳定上升,必须建立一支结构合理、相对稳定的高水平实验课教学梯队和技术支撑队伍。要加强实验教学队伍建设,就要在教学实验中心教师队伍的引进、培养、考核与聘任等环节中采取了一系列灵活而积极的政策,建立“以专为主,专兼结合,一人多职”的实验师资队伍建设机制,鼓励高水平教师投入实验教学工作,形成实验教学与理论教学队伍互通,教学、科研、技术兼容,核心骨干相对稳定,结构合理的实验教学团队。建立实验教学队伍知识、技术不断更新的科学有效的培养培训制度,形成一支由学术带头人或高水平教授负责,热爱实验教学,教育理念先进,学术水平高,教学科研能力强,实践经验丰富,熟悉实验技术,勇于创新的实验教学队伍。

5. 实验教材建设

教材是教学内容的载体,是教学水平、教学质量的基本保证,也是课程体系

和教学内容改革成果的核心体现。在实验教材的建设中,应该注重考虑教学内容、教学模式和教学方法以及实验技术等方面的先进性,很好地将实验教学的最新改革成果、计算机与信息技术的新技术吸收进实验教材中,同时也要考虑基础性与先进性的有机结合。为形成更加方便、自主的教学环境,应注重教材的立体化建设,形成由纸质实验教材、电子实验文档、数字化实验教学资源、实验教学网站等组成的立体化实验教材。特别是其中的动画和视频,能够很好地指导学生的实验。

6. 实验环境建设

实验教学中心的环境建设是实验中心建设、发展和提升的基础。各实验教学中心应当根据所开设实验教学内容的需求配置相应的仪器设备,并确保仪器设备配置的前瞻性,保障仪器设备的配备档次符合实验项目要求,数量合理,品质优良,组合优化。信息平台是实验环境建设的重要内容,也是实验中心发挥示范辐射作用的重要途径。实验中心通过网站建设、管理系统开发、课程在线系统建设等方式,提升了实验中心的管理水平和管理效率,促进实验资源的开放和共享,同时发挥示范和辐射作用。

7. 保证机制与评价

良好的机制不仅能够提高实验教学资源的利用率和利用水平,也将有利于学生创新精神和实践能力的培养,营造有利于学生自主实验、个性化学习的实验环境,保证实验教学质量。实验中心应积极探索和完善管理体制,实行中心主任负责制,统筹安排、调配、使用实验教学资源和相关教育资源,实现优质资源共享;建立有利于激励学生学习和提高学生能力的有效管理机制,创造学生自主实验、个性化学习的实验环境;建立实验教学的科学评价机制,引导教师积极改革创新;建立实验教学开放运行的政策、经费、人事等保障机制,完善实验教学质量保证体系。

2 能力要求

2.1 信息社会对计算机人才的需求

进入 21 世纪以来,信息科学和技术发展方兴未艾,依然是经济持续增长的主导力量。发展信息产业和现代服务业是推进新型工业化的关键。国民经济与社会信息化和现代服务业的迅猛发展,对信息技术的发展提出了更高的要求。高等学校需要培养符合信息社会和国家信息技术发展需求的计算机人才。国家和社会对计算机专业人才的需求,与国家信息化的目标、进程密切相关。

根据国家中长期信息技术发展规划和社会调查,国家和社会对计算机人才的需求主要分为以下三类。

1. 从事研究型工作的专门人才

这类人才主要(在攻读更高学位后)从事计算机基础理论、新一代计算机及其软件核心技术与产品等方面的研究工作。对他们的基本要求是创新意识和创新能力。从国家的根本利益来考虑,必然要有一支计算机基础理论与核心技术的创新研究队伍,需要高校计算机专业培养相应的研究型人才。

2. 从事工程型工作的专门人才

这类人才主要从事计算机软硬件产品的工程性开发和实现工作。对他们的要求是技术原理的熟练应用(包括创造性应用)、在性能等诸因素和代价之间的权衡、职业道德、社会责任感、团队精神等,以满足将国家信息化的需求作为产品主要发展方向的信息技术企业的需要。

3. 从事应用型(信息化类型)工作的专门人才

这类人才主要从事企业与政府信息系统建设、管理、运行、维护的技术工作,以及在计算机与软件企业中从事系统集成或售前、售后服务的技术工作。对他们的要求是熟悉多种计算机软硬件系统的工作原理,能够从技术上实施信息化系统的配置。应用计算机产品的企事业单位和国家信息系统的建设与运行,需要高校培养大批信息化类型人才。

2.2 不同专业方向计算机专业能力与素质要求

根据《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范(试行)》,计算机科学与技术本科专业主要分为计算机科学、计算机工程、软件工程、信息技术4个专业方向。这4个方向相应的专业能力与素质的要求如下。

(1) 侧重于计算机科学方向和侧重于计算机工程方向的学生,将来可从事研究型或工程型工作。对他们专业能力与素质的要求是:掌握计算机科学的基本思维方法和基本研究方法,具备求实创新的意识和严谨的科学态度;具有一定的工程意识和效益意识,以及系统级的认知能力和实践能力;掌握自底向上和自顶向下的问题分析方法,具备将基础知识与科学方法用于系统开发的初步能力。

(2) 侧重于软件工程方向的学生,将来可从事软件工程领域的工作。对他们专业能力与素质的要求是:具备良好的工程素养,并具有需求分析和建模的能力、软件设计和实现的能力、软件评审与测试的能力、软件过程改进与项目管理的能力、设计人机交互界面的能力、使用软件开发工具的能力等。

(3) 侧重信息技术方向的学生,将来可从事信息化应用领域的工作。对他们专业能力与素质的要求是:能鉴别和评价当前流行的和新兴的技术,根据用户需求评估其适用性;能理解信息系统成功的经验和标准,并具备根据用户需求设计高效、实用的信息技术解决方案以及将该解决方案和用户环境进行整合的初步能力。

专业能力与素质的培养,需要通过相应的系列课程及其实践环节来完成,而且还需要经过一个较长期的过程去实现。计算机体系结构系列课程、软件与理论系列课程、计算机应用技术系列课程及它们的实践教学体系相互协调,相互支撑,相互促进,对学生的计算思维能力,算法设计与分析能力,程序设计与实现能力,计算机系统的认知、分析、设计和应用能力,以及自底向上和自顶向下的问题分析能力的培养具有重要的作用。因此,我们需要重视基础,软硬结合,立足系统,面向应用,加强实践。

2.3 实验实践教学在计算机专业能力培养中的定位

计算机专业是一个实践性非常强的专业,要让学生“做中学,学中研,研中创”。为提高学生的实践能力和创新精神,实现人才培养的能力与素质目标,必须加强实践性环节的教学。实践教学包括课程实验、综合设计、教学实习、社会