



清华大学百年校庆

TSINGHUA UNIVERSITY

CENTENARY CELEBRATION

清华大学

计算机科学与技术学科
本科专业教育培养体系

清华大学计算机科学与技术系 著

清华大学出版社



清华大学

计算机科学与技术学科
本科专业教育培养体系

清华大学计算机科学与技术系 著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

正值清华大学迎来百年校庆之际,清华大学计算机科学与技术系全面地总结和梳理了已经形成的本科专业教育培养体系。本书阐述了计算机系在高水平专业人才培养上的定位和目标以及人才培养理念和培养模式,在计算机科学与技术专业的知识体系、专业能力、课程体系、指导性教学计划和第二课堂教育等方面,完整地介绍了计算机系的本科专业培养方案,系统地总结了计算机科学与技术专业主要课程大纲,包括课程定位、课程简介、教学要求、教学特色以及课程教学内容和实验,对自然科学基础课程和跨学科课程的课程简介和教学要求也进行了概要说明。书中共涉及 80 门主要课程,包括自然科学基础课程 13 门、专业基础课程 16 门、专业核心课程 7 门、专业选修课程 29 门、实践训练课程 15 门。

本书对计算机科学与技术专业大学本科教育的课程体系建设和教学管理具有参考价值,可供计算机科学与技术专业的教师、学生及有关人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

清华大学计算机科学与技术学科本科专业教育培养体系/清华大学计算机科学与技术系著. —北京:清华大学出版社,2011.4

ISBN 978-7-302-25378-5

I. ①清… II. ①清… III. ①清华大学—计算机科学—人才培养—研究

IV. ①G649.281 ②TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 057032 号

责任编辑:谢 琛

责任校对:时翠兰

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62795954,jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015,zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印 张:16.75 字 数:377千字

版 次:2011年4月第1版 印 次:2011年4月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:48.00元

产品编号:038223-01

清华大学计算机科学与技术学科 本科专业教育培养体系编辑委员会

领导小组：

孙茂松 周立柱 冯建华 胡事民 周 强 蔡莲红

工作小组：

孙茂松 冯建华 周立柱 周 强 蔡莲红 李涓子
赵有健 武永卫 徐 恪 王 宏 艾海舟 徐明伟
汤志忠 鲍丽薇

课程大纲编写人员(按笔画排序)：

马少平 尹 浩 尹 霞 毛希平 王小鸽 王生原
王 宏 王继龙 王道顺 邓俊辉 冯建华 史元春
白晓颖 艾海舟 刘卫东 刘奕群 向 勇 孙立峰
孙茂松 孙富春 朱小燕 汤志忠 许 斌 吴建平
张小平 张 勇 张悠慧 张 敏 李国良 李涓子
杨士强 杨广文 杨泽红 汪东升 陈 康 陈 渝
陈 震 周 强 郑纬民 胡事民 赵有健 唐 杰
徐明伟 徐明星 秦开怀 陶 品 陶霖密 黄震春
董 渊 蔡莲红 蔡懿慈 薛 巍

编辑出版组

卢先和 谢 琛 战晓雷 焦 虹

今年是清华大学百年华诞。在这个特殊的年份里,清华大学出版社出版了《清华大学计算机科学与技术学科本科专业教育培养体系》一书,是一件非常有意义的事情。

1956年,清华大学建立了计算机专业。1958年,根据国家经济建设和发展尖端国防技术的需要,成立了自动控制系(计算机系前身),我国著名学者钟士模先生任系主任。经过半个多世纪的不懈奋斗,计算机系坚持“教研相长”的基本理念,在科研与教学两方面均取得了骄人成绩。2006年,清华大学计算机科学与技术学科在全国一级学科整体水平评估中排名第一。2008年,清华大学对其计算机学科进行了首次国际评估。以图灵奖获得者 John Hopcroft 教授为主席的国际评估委员会认为:“在评估委员会全体委员的观察和结论中表明,在过去的几年当中,清华大学计算机科学与技术学科取得了巨大的进展。”“清华大学计算机科学与技术学科正崛起为世界一流的计算机科学研究与教学机构之一。”

我自1990年到清华大学计算机系工作。据我对清华大学计算机系教学工作的观察和体会,至少可以感觉到以下几个特点:

(1) 清华大学计算机系高度重视教学工作,业已形成了优良的传统。古人说,“教人至难,必尽人之材,乃不误人”。清华大学计算机系拥有全国优质生源,要把这些高素质的学生真正培育成国家、民族的可用之材,殊属不易,教育者身上的担子是沉甸甸的。清华大学计算机系清醒地认识到了这一点,在长期的教学实践中,充分体现了这种认识付诸行动的自觉性。

(2) 清华大学计算机系高度重视对学生的两个基础能力的培养:自然科学基础(尤其是数学)能力和专业基础能力,这一点已充分体现于其本科培养方案中。应该说,上述两种能力构成了研究型大学学生创新能力培养的重要基石,所谓“根本盛大而出无穷也”。我在《高等教育有哪些挑战》(见拙作《大木仓的记忆——十年高等教育管理与实践》)中曾阐述过这样的观点:“中国的大学正面临着从以知识传授为主向以培养能力为主转变,这个转变一直在进行。蒋南翔同志很早就讲,要给猎枪,不要给干粮。实际上就是讲不要光传授知识,还要告诉学生创新创造的办法。”基础能力就是一支猎枪(当然猎枪不止一支)。

(3) 清华大学计算机系高度重视实践环节,将实践教学贯穿于本科培养的全过程中。有句古话:“学而不能成其业,用而不能行其学,则非学也”。这两句话深刻地揭示了“学”这一问题的两个基本方面,其中的“用行其学”是一篇大文章。清华大学计算机系从五六十年代起就积极探索“产学研一体”的路子,倡导“真刀真枪做毕业设计”。这个方向无疑是十分正确的。

(4) 清华大学计算机系高度重视以国际水准要求其教学活动,高度重视教学质量。针对这一点,国际专家评估委员会给予了充分的肯定和鼓励:“清华大学计算机学科的教学工作在近期取得的进步给评估委员会留下了深刻的印象。特别是一些核心课程,可以被毫无疑问地列为具有世界一流水平的‘现代课程’。教学材料、练习以及与课程配套的实验室,与世界顶级计算机系的教学课程相当。任课教师对现代教学实践非常熟悉,并采用了已经被其他世

序

界一流的计算机教学机构证明是行之有效的课程结构。委员会所得到的学生反馈意见同样也表明在他们所经历课程的质量方面取得了重要进步。”

需要特别指出的是,今年还是钟士模先生诞辰一百周年。钟先生1947年在麻省理工学院电机工程系获科学博士学位,回国后历任清华大学副教授、教授,1958年起被任命为计算机系(原自动控制系)首任系主任,直至1971年因劳累过度,突发心脏病逝世。50~60年代,他组织师生陆续研制成功了我国高校第一台大型通用电子管计算机、我国第一台6阶非线性小型模拟计算机、我国高校第一台全晶体管通用数字计算机等。他长期以来孜孜不倦地探索教学过程的规律性。1961年曾在清华大学为全体讲员作了题为“提高讲课质量的几个问题”的长篇报告,受到热烈欢迎。老学长们至今对钟先生在课堂上的风采记忆犹新:“他深入浅出的讲解,推导严谨的板书公式,达到了出神入化的地步。至今,他在三尺讲台上的声音笑貌、谦虚、和善的视觉影像还经常在我们脑海的屏幕上回放。应当说钟士模先生的治学、科研、品德等作风影响了一代相当多的清华人。”这本书也是我们对钟先生的一个深切的纪念。

相信这本书的出版对清华大学计算机系的教学工作更上一层楼,将是一个有力的推动,对全国计算机高等教育工作者也具有重要的参考价值。我一直认为,为应对当今世界的挑战,大学生急需培养交流、动手、创新以及社会适应能力。目前国内的计算机专业本科培养体系对学生“交流能力和社会适应能力”的系统性训练还显得比较薄弱,如何在培养方案中得以有效表达,就是一个值得深入研究的问题。本书所描述的培养体系将会是一种有益的尝试。

孙茂松同志嘱我为本书写几个字,遂匆成此文——是为序。

国务院学位委员会办公室 主任
中国工程院 院士
清华大学 教授
张尧学



写于2011年4月,清华大学100周年校庆前

第 1 章 引言	1
1.1 著述动机	1
1.2 编写过程	2
1.3 本书特色	2
第 2 章 计算机科学与技术学科高水平人才培养	4
2.1 计算学科及其本科教育的发展态势	4
2.2 计算学科不同类型的人才培养	4
2.3 清华大学计算机科学与技术系的人才培养理念	5
2.3.1 培养定位与目标	5
2.3.2 培养理念	6
2.3.3 培养模式	8
第 3 章 计算机科学与技术学科本科专业培养方案	10
3.1 概述	10
3.2 计算机科学与技术专业的知识体系	11
3.2.1 专业知识体系的设计	11
3.2.2 专业知识体系的结构	11
3.3 专业能力	12
3.3.1 计算思维能力	12
3.3.2 专业实践能力	13
3.3.3 创新能力	16
3.3.4 综合素质	16
3.4 计算机科学与技术专业的课程体系	17
3.5 计算机科学与技术专业的指导性教学计划	23
3.6 第二课堂教育	30
3.6.1 国家大学生创新性实验计划	30
3.6.2 清华大学大学生研究训练计划	30
3.6.3 学生科技竞赛	31
3.6.4 国际与地区交流	33

目 录

第 4 章 计算机科学与技术专业课程教学大纲	34
4.1 “计算机科学导论”教学大纲	36
4.2 “离散数学(1)”教学大纲	38
4.3 “离散数学(2)”教学大纲	41
4.4 “程序设计基础”教学大纲	43
4.5 “数据结构”教学大纲	48
4.6 “数字逻辑电路”教学大纲	51
4.7 “数字逻辑设计”教学大纲	53
4.8 “计算机组成原理”教学大纲	56
4.9 “系统分析与控制”教学大纲	59
4.10 “信号处理原理”教学大纲	62
4.11 “数值分析”教学大纲	65
4.12 “形式语言与自动机”教学大纲	69
4.13 “编译原理”教学大纲	72
4.14 “人工智能导论”教学大纲	75
4.15 “计算机网络原理”教学大纲	78
4.16 “操作系统”教学大纲	81
4.17 “计算机系统结构”教学大纲	85
4.18 “嵌入式系统”教学大纲	88
4.19 “数据库系统概论”教学大纲	91
4.20 “VLSI 设计导论”教学大纲	94
4.21 “软件工程”教学大纲	98
4.22 “数据挖掘”教学大纲	101
4.23 “数字系统设计自动化”教学大纲	103
4.24 “高性能计算导论”教学大纲	105
4.25 “软件开发方法”教学大纲	109
4.26 “存储技术基础”教学大纲	111
4.27 “微计算机技术”教学大纲	113
4.28 “计算机实时图形和动画技术”教学大纲	116
4.29 “计算机网络安全技术”教学大纲	119
4.30 “计算机网络管理”教学大纲	122

4.31	“初等数论”教学大纲	125
4.32	“密码学及安全计算”教学大纲	127
4.33	“多媒体信息隐藏与内容安全”教学大纲	131
4.34	“模式识别”教学大纲	134
4.35	“数字图像处理”教学大纲	136
4.36	“计算机图形学基础”教学大纲	139
4.37	“多媒体技术基础及应用”教学大纲	142
4.38	“人机交互理论与技术”教学大纲	145
4.39	“机器学习概论”教学大纲	147
4.40	“人工神经网络”教学大纲	150
4.41	“信息检索”教学大纲	153
4.42	“系统仿真与虚拟现实”教学大纲	157
4.43	“搜索引擎技术基础”教学大纲	159
4.44	“软件前沿技术”教学大纲	163
4.45	“高性能计算前沿技术”教学大纲	165
4.46	“网格计算”教学大纲	168
4.47	“媒体计算”教学大纲	170
4.48	“C++ 程序设计与训练”教学大纲	172
4.49	“Java 程序设计与训练”教学大纲	175
4.50	“汇编语言程序设计”教学大纲	177
4.51	“计算机网络专题训练”教学大纲	180
4.52	“操作系统专题训练”教学大纲	183
4.53	“编译原理专题训练”教学大纲	185
4.54	“数据库专题训练”教学大纲	188
4.55	“以服务为中心的软件开发设计与实现”教学大纲	190
4.56	“专业实践——开放式 CPU 设计与测试”教学大纲	193
4.57	“专业实践——人机交互与生物特征识别”教学大纲	196
4.58	“专业实践——机器人足球及机器人足球赛”教学大纲	200
4.59	“专业实践——基于 FPGA 的微机接口设计”教学大纲	204
4.60	“专业实践——分布式编程与数据处理”教学大纲	207
4.61	“综合论文训练”教学大纲	210

目 录

第 5 章 自然科学基础课程概要	214
附录 清华大学计算机科学与技术系发展沿革	234
1. 智圆行方——庆祝清华大学计算机科学与技术系 50 周年	234
2. 基业初创(1956—1966 年)	238
3. 艰难前进(1967—1976 年)	241
4. 调整提高(1977—1986 年)	243
5. 更上层楼(1987—1998 年)	246
6. 奔向一流(1999—2008 年)	251

第 1 章 引言

1.1 著述动机

计算机科学与技术现代社会发展中扮演着无可替代的重要作用,极大地影响着一个国家乃至整个世界科技、经济、文化、政治、军事的方方面面,极大地改变了人们的工作、生活和学习方式。以计算机和计算机网络为核心的信息产业已成为现代社会的三大支柱产业之一。

计算机科学与技术的发展具有两个显著特点:第一,变化速度快,其应用的广度和深度日新月异;第二,高密度的智力活动以及在源头上不断涌现的创造性成果是其得以迅速发展的重要保证。进入 21 世纪后,这两个特点还在持续强化,这就从根本上对培养综合素质高、创新能力强的计算机科学与技术领域的高水平人才提出了强烈需要。

清华大学习已确立了创建世界一流大学的奋斗目标:力争在 2011 年建校 100 周年之时跻身于世界一流大学的行列,有若干个学科达到世界先进水平;争取在 2020 年总体上达到世界一流大学的水平,并希望到 21 世纪中叶能达到或接近世界最著名的一流大学水平。在这个过程中,清华大学始终以人才培养作为学校的根本任务,并始终把教学摆在首位。计算机科学与技术学科责无旁贷地要为实现学校的这一宏伟蓝图贡献力量。

清华大学早在 1956 年就建立了电子计算机专业,1957 年即培养出我国第一批计算机专业毕业生。1958 年清华大学计算机科学与技术系(简称计算机系)的前身——自动控制系统成立。经过半个世纪的不懈努力,已发展成为我国教学、科研综合实力优势突出的计算机系,2006 年在全国计算机科学与技术学科一级学科整体水平评估中,以满分 100 分排名第一。2008 年计算机系隆重庆祝了她的 50 周年华诞:50 年来,清华大学计算机系为国家培养了大批优秀人才,毕业生总数达 11 000 余名,其中硕士 3191 名,博士 525 名,留学生 137 名。毕业生中有 8 名入选两院院士。就本科教育而言,我系本科毕业生的质量享誉国内外,在全球范围内得到了广泛认可。

我们恰好处于两个“里程碑”式的时间节点之间:第一个时间节点是刚刚过去不久的 2008 年,我系在见证了 50 年辉煌业绩的同时,开始了下一个“半个世纪”的征程;第二个时间节点是 2011 年,即将迎来清华大学百年校庆,建设世界一流学科的大形势对我系提出了新的挑战。如何把我系优秀的教学传统、先进的教学理念和丰富的教学经验传承下来,如何在新的历史条件下承前启后,使我系的教学工作与时俱进、再上一个大的台阶,是摆在我们面前的一项重要任务。本书体现了我们在这个方向上的重要努力——对我系现已形成的本科专业教育体系进行一次全面、系统的梳理和总结,借此进一步阐发和凝练我系的教学理念。我们期望这种“全景式”的工作能够为我系继续完善、深化教学改革提供科学的依据,打下牢固的基础。

1.2 编写过程

清华大学计算机科学与技术系自成立以来一直高度重视本科专业教育体系的建设,不断调整、完善培养方案和课程大纲,以适应计算机科学与技术日新月异的发展。总体上看,清华大学的计算机本科专业教育体系是我系过去 50 余年、尤其是过去 30 年结合中国国情以及清华大学的研究与教学的自身特点,并在这一发展过程中适当地吸收了国际上的经验而形成的。在学校总体本科教育思想的指导下,2003 年我系对本科生培养方案和课程大纲作了较大调整,更加突出“宽口径、厚基础”的培养思想,同时汲取了“IEEE/ACM 计算课程体系 2001”(IEEE/ACM Computing Curricula 2001)的有益养分。针对清华大学本科教学评估的需要,2006 年我系对本科教学各个环节又进行了一次全面核查,完善了相关的教学档案。2008 年我系从软件、硬件和程序设计等课程入手,开始了系列课程研讨和建设,着重抓了知识体与知识点的更新以及实践环节训练的强化。

为了更加有效地总结经验和充分研讨,以清华大学百年校庆为契机,计算机系于 2010 年初成立了“清华大学计算机科学与技术学科本科专业教育培养体系”领导小组和工作小组,全力推进此项工作。在深入、细致讨论我系本科专业教育培养体系的基础上,初步确定了本书的定位、结构和基本内容。2010 年春季学期初,组织全系任课教师对所承担的课程进行了认真梳理,随即全面铺开课程大纲的整理与规范工作,并分成专业基础、软件、硬件、系统结构、网络、人工智能、多媒体、专题训练、专业实践等课程组具体实施,在集中全系教师智慧与劳动的基础上,最终完成了本书的编撰。本书各章的主要编撰人员如下:

第 1 章“引言”由周强、孙茂松撰写。

第 2 章“计算机科学与技术学科高水平人才培养”由孙茂松撰写。

第 3 章“计算机科学与技术学科本科专业培养方案”由冯建华、周强、蔡莲红、孙茂松整理、撰写。

第 4 章“计算机科学与技术专业课程教学大纲”由全体任课教师参与整理、撰写,并由课程组召集人周强、李涓子、赵有健、武永卫、徐恪、王宏、艾海舟、徐明伟和汤志忠组织大纲的审定。

附录“清华大学计算机科学与技术系发展沿革”取自《智圆行方:清华大学计算机科学与技术系 50 年》(清华大学出版社,2008 年 10 月)一书中的“序言”和“光荣的历程”,分别由计算机科学与技术系时任系主任孙茂松,及历任系领导凌瑞骥、王尔乾、唐泽圣、周立柱和时任党委书记杨士强撰写。

周立柱和孙茂松对全书进行了统稿。

1.3 本书特色

本书全面阐述并首次正式出版了清华大学计算机科学与技术学科本科专业教育培养体系。该体系以计算机科学与技术领域高水平人才培养为基本出发点,以清华大学计算机科学

与技术学科本科培养方案和指导性教学计划为基本内涵,以包含自然科学基础课程、专业基础课程、专业核心课程、专业选修课程(限选和任选)及实践训练课程在内的80门课程的教学大纲为基本内容,努力理解计算机科学与技术学科的发展走向,尽力系统地诠释研究型大学“高素质、高层次、多样化、创新性”的本科人才培养特点,完整地展示这一培养体系所涵盖的内容。

作为清华大学计算机科学与技术学科本科教育重要的指导性文件,本书将为我系进一步的教学改革提供十分宝贵的第一手参考资料,同时也是进行教学质量管理和督查的重要依据。

研究型大学的计算机科学与技术学科高水平人才的培养是全社会共同关心的问题,也是一项长期的艰巨任务。希望本书的出版能起到抛砖引玉的作用,也期待国内外同行不吝指正,为推动我国计算机教育事业的发展而共同奋斗。

第2章 计算机科学与技术学科高水平人才培养

2.1 计算学科及其本科教育的发展态势

自1946年世界上第一台电子计算机问世以来,计算机技术(也称“计算技术”)一直处于高速发展中。伴随着这一进程,担负着培养计算机人才责任的计算机学科(也称“计算学科”)也发生了巨大变化。1989年,ACM(美国计算机学会)和IEEE-CS(国际电气电子工程师学会计算机分会)组成的“计算机科学核心特别小组”(Task Force on the Core of Computer Science)在Communications of the ACM上发表了其历时多年的研究报告《计算作为一门学科》(Computing as a discipline),奠定了计算学科的框架以及计算课程体系的基础。在该报告的基础上,1991年完成了面向本科教育的计算课程体系CC 1991(Computing Curricula 1991)的设计,其实质为“计算机科学”(Computer Science)。2001年进一步发展为CC 2001(Computing Curricula 2001)。CC 2001的一个显著变化是将计算学科细分为四个分支学科:计算机科学、计算机工程(Computer Engineering)、软件工程(Software Engineering)和信息系统(Information Systems),以适应进入21世纪后计算学科所涉及的应用领域日益增多,其对社会各方面的影响也日益彰显这一现实。CC 2005(Computing Curricula 2005)又增加了一个分支学科:信息技术(Information Technology)。IEEE-CS/ACM为这五个分支学科各设计了相对独立的课程体系,目前形成的最新版本分别为CS 2008(Computer Science 2008)、CE 2004(Computer Engineering 2004)、SE 2004(Software Engineering 2004)、IS 2010(Information Systems 2010)和IT 2008(Information Technology 2008)。上述课程体系的发布对在国际范围内确立计算学科的地位,并不断界定、丰富其学科内涵,以及一般性地规范计算机本科教育起到了重要作用。

我国在国务院制定的新中国科学技术发展规划的指导下,于1956年开始建立计算机专业。改革开放以后进入了高速发展期:据教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会的统计数据,到2008年全国已设有800多个计算机科学与技术本科专业点,涉及近600所大学,在校生40余万人。此外,我国还设有一大批与计算机相关的本科专业点(如信息管理系统、电子商务、地理信息系统等)。

从国内外两方面的情况可以看出这样一个大态势:社会的巨大需求及其自身的迅猛发展,促使计算学科的配置趋向多元化,其本科教育容纳了数量庞大的本科生,而这必然导致计算学科人才培养的种类和层次需求趋于多样化。

2.2 计算学科不同类型的人才培养

CC 2005对计算学科的5个分支学科——计算机科学、计算机工程、软件工程、信息系统以及信息技术所培养的不同类型的本科人才,作了如下的大体描述。

1. 计算机科学(CS)

该分支学科培养的人才一般应具备设计和实现软件的能力(特别是承担挑战性程序设计的能力),发明计算机使用新途径的能力(如网络、数据库、人机交互界面的进步催生了互联网),以及提出解决复杂计算问题有效方法的能力。强调从理论、算法到各种计算前沿应用的全面训练。这使得学生对新技术和新思想有很强的适应性。

2. 计算机工程(CE)

该分支学科培养的人才一般应具备设计和制造计算机及基于计算机设备(数字设备)的能力,以及设计和开发面向数字设备的软件的能力,侧重硬件,也关注硬件与软件的集成(如嵌入式系统)。

3. 软件工程(SE)

该分支学科培养的人才一般应具备开发和维护可靠有效的大型、复杂软件系统的能力,以及正确评估用户需求并设计相应可用软件的能力。带有较强烈的工程色彩,侧重软件。

4. 信息系统(IS)

该分支学科培养的人才一般应具备充分理解商业、企业和其他机构信息需求的能力,以及集成信息技术解决方案与机构的业务过程,使信息系统能辅助机构更加有效运作的的能力。

5. 信息技术(IT)

该分支学科培养的人才一般应具备规划、配置、实现和维护一个机构计算机基础设施的能力,以及日常使用计算机解决实际问题的能力。

将计算学科的人才培养划分为上述5种类型反映了计算学科的拓展以及向其他学科渗透的趋势(虽然类别之间并不存在截然的界限)。粗略地说,CS处于计算学科的基础位置;CE和SE分列CS两旁,一硬一软,又与CS有相当程度的交叉;IS和IT与应用领域密切相关。相应的,它们在人才培养定位及其需求容量均存在较大的差异:CS主要培养面向基础或应用基础科学技术问题的研究型人才,贵在少而精;CE和SE主要培养研究、工程混合型的人才,需求规模有所增加;IS和IT则主要培养面向具体技术与系统的应用型人才,规模庞大。

与IEEE-CS/ACM CC相呼应,我国教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会编纂、制定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),也对我国计算机人才培养多样化给出了指导性意见。

2.3 清华大学计算机科学与技术系的人才培养理念

2.3.1 培养定位与目标

清华大学是中国最优秀的大学之一,也是一所决心成为世界一流大学的研究型大学。清华大学计算机科学与技术系拥有国内优秀的生源,同时拥有国内优秀的计算机师资队伍。这三个“优秀”决定了我系的本科教育注定要深深地打上“高质量”和“研究型”这两个印记。我系本科生的培养定位与目标主要表现在以下三个方面:

(1) 主要培养面向基础或应用基础的科学技术问题,具备知识创新、技术创新或集成创

新能力的研究型人才,虽然博士阶段往往才是此类人才真正的培育期,但本科阶段的系统化教育应为他们后续高层次地学习及将来脱颖而出做好准备,打下基础。

(2) 通过本科阶段的学习,学生应具备研究型人才所需要的基本知识结构、基本能力和基本综合素质。毕业生应掌握较为扎实的数学和自然科学基础,掌握较为系统、深入的计算机科学与技术学科的基础理论、专门知识和基本技能,具备研究型人才不可或缺的健全人格、社会责任感、科学精神、自我学习能力和人文素质,具备进行有效交流与团队合作的能力,毕业后能从事计算机科学理论、计算机系统结构、计算机网络、计算机软件及计算机应用技术等方面的科研、开发、教育和管理等工作。同时初步具备能够分析、解决困难问题的创新能力,初步具备国际化视野。

(3) 进一步地,所培养的学生应具有远大的科学抱负和人生理想,同时具有为实现这种抱负和理想而脚踏实地不懈奋斗的精神、自信心和能力。我们要培育出一批有潜力发展成为能够引领计算机学界潮流的“学术大师”甚或在业界叱咤风云的“兴业之士”的高水平毕业生。

2.3.2 培养理念

我系本科生源的质量是国内首屈一指的。如何使这些优质“璞玉”优上加优,最终被精心雕琢成惊世“美玉”,无疑是一项极具挑战性的任务。我系的本科教育已牢固树立并且始终秉持如下的培养理念。

1. 以科学素质与人文素质相结合的通识教育为基石

大学本科是培养通才还是专才,虽然一直存在着争论,但我们认为至少针对研究型大学,这个问题在理论上应该已经基本解决了。两千多年前的《礼记·大学》开章明义就说:“大学之道,在明明德,在新民,在止于至善”。清华老校长梅贻琦先生1941年在《清华学报》上发表了著名的《大学一解》一文,对这句古训推崇备至,该文的脉络也完全是围绕他对这句话的理解展开的。梅先生在文中对“明明德”、“新民”的含义作了诠释:“若论其目,则格物,致知,诚意,正心,修身,属明明德,而齐家,治国,平天下,属新民”,这些构成了大学本科通识教育的核心任务(所谓“格物,致知”,实际上指的是科学素质,其余则是人文素质)。就“通”与“专”的关系,梅先生表达了他的基本观点:“大学期内,通专虽应兼顾,而重心所寄,应在通而不在专”,并点破了个中道理:“夫社会生活大于社会事业,事业不过为人生之一部分,其足以辅翼人生,推进人生,固为事实,然不能谓全部人生即寄寓于事业也。通识,一般生活之准备也,专识,特种事业之准备也,通识之用,不止润身而已,亦所以自通于人也,信如此论,则通识为本,而专识为末,社会所需要者,通才为大,而专家次之”。梅先生60多年前的一席高论,道出了通识教育的精髓。

爱因斯坦也曾深刻地指出:“……依据直接用途而过早专门化,会扼杀包括专业知识在内的一切文化生活所依存的那种精神”。哈佛大学1945年发表了题为《自由社会中的通识教育》(General Education in a Free Society)的报告(即著名的《红书》),系统地阐述了哈佛大学对通识教育(General Education)的战略思考。该书深入阐发了通识教育理论,指出了通识教育与专业教育(Special Education)的差别,尤为重要的是,给出了通识教育课程设置的具体建议

(分为人文、社会科学、科学与数学三大类),并很快在哈佛大学付诸实践,继而对美国高等教育产生了广泛而深远的影响。

基于对上述本科教育思想的深刻认识,清华大学计算机系确立了这么一个基本原则:本科教育体系以科学素质与人文素质相结合的通识教育为基石。通识教育不仅仅是为专业教育打基础的必要手段,其本身就体现了本科教育的根本目的之一。通过通识教育,一方面要丰富学生的知识体系(自然科学、人文社科等)和综合素质(科学研究、批判性思维、语言表达、人际沟通、团结协作等),另一方面要促成学生的“人格养成”,使他们毕业后能够自觉担负起“明明德”、“新民”的社会责任。长远地看,学生毕业后的专业发展乃至人生事业发展是否有潜力、有后劲,与本科期间能否牢固地奠定这块基石直接相关。

2. 以宽口径、厚基础为根本

这里的“宽”和“厚”形成了辩证统一体。“宽口径”的潜台词是培养出的学生,将来无论是继续深造还是工作,都应具有很强的适应能力,显然这是“厚基础”所追求的效果;“厚基础”则是“宽口径”得以落在实处的保障,否则“宽口径”就会如水上浮萍一样,变得“轻飘飘”。在我系本科教育体系中,这个统一体展示了如下主要特征:

(1) 全系只设“计算机科学与技术”一个本科专业,制定统一的培养方案和课程体系,从根本上克服专业划分过窄而导致的种种弊端;

(2) 科学素质与人文素质相结合的通识教育,尤其是坚实的数学和其他自然科学基础训练在本科课程体系中占有重要的位置;

(3) 将更为宽广的信息科学与技术学科的基础知识作为计算机科学与技术本科专业的专业基础,并以必修形式较为充分地反映到课程体系中;

(4) 厚实的专业核心知识以必修形式充分地反映到课程体系中;

(5) 学生在高年级可根据兴趣选择的计算机科学与技术各主要专业方向基本涵盖了整个计算机领域,可供他们选择的空間非常宽广。

3. 以创新意识培育为灵魂

创新能力是高质量、研究型人才的灵魂,也是衡量研究型人才的“金标准”(Golden Standard)。对学生创新能力的培育因此也就成为研究型大学本科教育的灵魂。学生创新能力的基本确立通常要经过一个从本科阶段到博士阶段比较长期的训练过程,本科阶段教育的主要任务之一就是要激发并催化学生的创新意识,促进创新萌芽的产生,并植土浇水,使创新之苗得以在一种比较自然的环境中逐步成长起来。这种成长可预期的结果将是学生创新能力的确立。

学生创新意识的养成是一个系统工程,必须融会贯通于本科教育的全过程中。首先,要营造一个有利于创新意识萌发、成长的“春风化雨”般的创新环境和氛围,既要尽可能充分地体现在本科课程体系所规定的课程教学(所谓“第一课堂”)各主要环节中(如启蒙式的新生研讨课,启发式的课堂讨论,研讨式的大作业,探究式的专业实践和专题训练等),也要尽可能充分地体现在课程体系之外所有与培养目标相一致的活动(所谓“第二课堂”,如学生课外科技活动)。其次,要以学生为主体,依托所营造的创新环境和氛围,加强对学生个性化发展的