

第八届 全国高等学校 计算机系(院)主任(院长) 论坛论文集

Proceedings of the Department
Heads of Computing Discipline

□ 何炎祥 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

**第八届全国高等学校计算机系(院)主任(院长)论坛
论文集**

Proceedings of the Department Heads of Computing Discipline

何炎祥 主编

高等教育出版社
Higher Education Press

图书在版编目(CIP)数据

第八届全国高等学校计算机系(院)主任(院长)论坛论文集/何炎祥主编. —北京:高等教育出版社, 2005.10

ISBN 7-04-018440-0

I. 第... II. 何... III. 电子计算机-教学研究-高等学校-文集 IV. TP3-42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 113402 号

策划编辑 武林晓
封面设计 张楠

责任编辑 武林晓
责任印制 杨明

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 100011
总机 010-58581000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

印 刷 北京未来科学技术研究所
有限责任公司印刷厂

开 本 889×1194 1/16
印 张 11.75
字 数 340 000

版 次 2005 年 10 月第 1 版
印 次 2005 年 10 月第 1 次印刷
定 价 29.80 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 18440-00

前 言

第八届全国高等学校计算机系(院)主任(院长)论坛于2005年10月16—17日在武汉大学召开。届时,将有来自全国各地的200多位系主任(院长)参会。本次论坛以“计算机学科的人才培养与和谐社会的构建”为主题,对我国计算机学科本科生和研究生教育中面临的问题、与发达国家的差距分析及对策,以及研究型大学计算机学科在我国科技发展中长期规划制订及实施中应发挥的作用等问题进行深入的研讨。

本届论坛特别邀请了国务院信息办、教育部和国家基金委信息学部的领导和专家作论坛的主题报告。还同时邀请了教育部计算机教学指导委员会的专家报告“计算机专业规范”及相关的研究工作;邀请了CC2004的CCIT部分起草小组的专家作相关专题报告。

本届论坛论文征集工作得到了全国计算机系(院)主任(院长)的积极响应。全国共有80多位专家教授署名投稿。经过组委会的认真筛选,推荐35篇论文到论坛报告,内容涵盖了计算机学科人才培养的方方面面。

本届论坛的成功召开得到了论坛执行委员会单位的直接指导和其他兄弟单位的大力支持。得到了高等教育出版社、清华大学出版社、英特尔(中国)有限公司的友情赞助。得到了计算机界老一辈科学家们和武汉大学领导及有关部门的全心支持和关心。借此机会,我们一并表示衷心的感谢!

我们相信,随着我国计算机高等教育事业的发展,全国计算机系(院)主任(院长)论坛会越办越好,越办越成功!

何炎祥

2005年10月16日

第八届全国高校计算机系(院)主任(院长)论坛

(2005年10月16—17日,湖北 武汉大学)

论坛执行委员会(按拼音顺序):

北京大学
北京航空航天大学
国防科技大学
哈尔滨工业大学
南京大学
清华大学
浙江大学

本届论坛承办单位: 武汉大学

本届论坛主席: 何炎祥(武汉大学计算机学院院长)

组委会主席: 黄治国(武汉大学计算机学院党委书记)

组委会成员: 黄竞伟(武汉大学计算机学院副院长)

王丽娜(武汉大学计算机学院副院长)

刘方早(武汉大学计算机学院副院长)

付 杰(武汉大学计算机学院党政办公室主任)

瞿成雄(武汉大学计算机学院党政办公室秘书)

本次论坛得到下列单位的赞助和支持:

高等教育出版社
清华大学出版社
英特尔(中国)有限公司

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第一部分 创新型人才培养

高水平博士生培养模式的探索	林 闯	胡事民	蔡莲红(3)
论计算机科学与技术专业创新能力培养	徐晓飞	廖明宏	(6)
计算机专业(学科)面临的挑战与创新	刘乃琦		(12)
计算机专业设计与创新型人才培养模式及课程体系研究	赵 欢	骆嘉伟	李仁发 彭文军(17)
面向市场需求的本科计算机人才的培养研究	陈庆章	方永平	雷 炜 祝鸿平 施建青(22)
“3+1”模式下对日软件开发人才培养方案	陈晓竹	王德林	陆慧娟 道克刚(27)
浅析专业导师在信息安全本科培养中的作用	彭国军	张焕国	(30)
计算机专业人才培养的探索	李 萍		(34)

第二部分 研究生教育

对研究生培养过程中几个问题的思考	王志英	汪审权	潘晓辉(41)
计算机学科研究生培养中的几个重要问题的讨论	蒋宗礼		(45)
软件工程专业硕士研究生培养方案	刘 磊	张家晨	康 辉 马东辉 王洪媛(50)
当今形势下计算机学科研究生培养的途径与方法	马建峰	王 泉	裴庆祺(53)
课程群建设与本硕贯通培养体系探索	翟玉庆	邓建明	(58)
关于提高研究生培养质量的认识和措施	王 浩	胡学钢	蒋建国 徐 静(61)
北美计算机学科研究生教育与我国的比较研究	杨 燕	张翠芳	(65)
研究生教育面临的几个问题及应对策略	王向阳		(69)
计算机学科硕士研究生课程设置探讨	邓建明	翟玉庆	(74)

第三部分 学科建设

信息安全学科建设与人才培养的研究与实践	张焕国	王丽娜	黄传河 杜瑞颖(89)
以人为本探索构建学院和谐的发展环境	刘 辰	杨放春	林秀琴(97)
修订本科数学基础课程的若干思考	龙冬阳	李才伟	李宏新(102)
信息技术环境下高校教师的信息素养与能力	傅秀芬		(106)
计算机本科专业办学如何适应步入大众化阶段的中国高等教育	崔杜武	张毅坤	(109)
坚持科学发展观,构建软件工程人才培养平台	刘晏兵		(113)
从和谐社会构建看计算机专业建设	杨树林		(117)
计算机本科专业人才培养与课程体系改革的思考	周 群		(122)

第四部分 专业人才培养

构建和谐社会不断开拓对软件人才培养的新思路	马 彦 张 钢 孙济洲 许林英(129)
面向企业需求的实用性软件人才培养体系	张 斌 于 戈 王国仁(132)
计算机科学与技术本科人才培养问题思考与对策	王昭顺(137)
大学计算机学科的人才培养与和谐社会的构建	甘 玲(142)
计算机学科人才培养中道德与法规教育	高茂庭(147)
大学本科数字媒体技术专业教育探讨	郭 平 徐安邦(151)
研究型大学计算机学科在我国科技发展中长期规划应发挥的作用	关 钢(155)
二类本科院校计算机专业人才培养模式的研究与实践	于 红 郭显久 黄 璐 史鹏辉 孙 庚(160)
关于计算哲学构建的思考	范 辉 朱智林(164)
浅谈高职计算机软件人才培养	冯茂岩 张作化 王梦晓(169)

附录 单位介绍

高等教育出版社	(175)
清华大学出版社	(176)
英特尔(中国)有限公司	(177)



第一部分 创新型人才培养

高水平博士生培养模式的探索

林 闯* 胡事民 蔡莲红

清华大学计算机科学与技术系, 北京 100084

摘要:培养创新意识与创新能力是研究型大学的教育理念, 本文介绍清华大学计算机系在高水平博士生培养方面的一些探索。

关键词:高水平博士生培养、研究型大学

培养创新意识与创新能力是研究型大学的教育理念, 而高水平博士生培养是研究型大学的重要任务, 博士生的水平, 也是一流大学建设的一个重要指标。自 1984 年(1987 年毕业)开始招收博士生以来, 清华大学计算机系一直努力探索适合本校情况和计算机学科特色的博士生培养模式。近年来, 我们充分利用清华博士生培养的一些有利条件, 并参照国际一流大学的做法, 确定了以制度建设保证培养质量的指导思想, 采取了“系级统一资格考试与开题、20% 淘汰”、“年度进展报告”、“最终学术报告”和“论文匿名评述”等环境, 有效地提高了我系博士生的培养水平, 有 3 篇论文获得了全国百篇优秀博士论文。清华大学计算机系有博士生导师 34 名, 每年招收 60 名左右的博士生, 如何将这些学生培养成能适应学科发展, 具有一流的研究和探索能力的人才, 一直是我系不断探索的目标。

1 充分利用资源, 奠定培养基础

博士生培养涉及导师资源、课题、办学条件等诸多方面。清华大学作为研究性大学, 有较好的办学条件。计算机系在博士生培养过程中, 非常重视充分利用学校的有效资源, 奠定博士生的培养基础。

我系于 1996 年获得一级学科博士点授予权, 计算机体系结构、计算机应用技术为全国重点学科, 计算机软件与理论为北京市重点学科。学科方向包括: 网络与高性能计算、CPU 设计、计算机网络、网络与信息系统安全、系统性能评价、计算机科学理论、数据工程及知识工程、计算机图形学、CAD 技术、软件工程、计算机与 VLSI 设计自动化、软件理论与系统、生物计算及量子计算、人工智能、智能控制及机器人、人机交互与普适计算、计算机视觉与媒体信息处理等。计算机学科发展迅速, 学科交叉和融合成为新学科的增长点。这为博士生选择创新性的课题, 激发他们学习广博和深入的知识, 开阔学术视野创造了有利的条件。

在师资方面, 我系有一批有较高学术造诣的知名专家, 包括中科院院士张钹、工程院院士李三立、孙家广, 图灵奖得主、美国科学院院士、中科院外籍院士姚期智也到清华任全职教授。我系还有一批年轻有为的青年专家, 包括两位教育部长江学者特聘教授和三位国家杰出青年基金获得者。他们在各自的研究领域取得了一系列国内外领先的科研成果, 提升了博士生的课题起点。

学校提供了较好的国际交流的配套措施^[1]。为了配合博士生的培养, 研究生院创造了中外合作培养、资助外出参加国际学术会议、国外学者短期讲学计划、国际博士生论坛等方式, 活跃学术交流气氛。学校设立专项基金, 对在顶级或重要国际会议上发表论文的同学, 提供经费支持。鼓励博士生参加国际学术交流。该措施扩大了学生的国际视野。

* 联系作者, E-mail: chlin@tsinghua.edu.cn

同时,我系注意把好入学选拔关。我系每年招收博士生 60 名左右,其中本校、外校的免试直博生约占 2/3。他们都要经过预选、全系博士生导师面试等选拔过程。总体来说,学生都非常优秀。那么如何将这些优秀的学生培养为高层次的创新人才,是我们研究生教学的重点。

2 优化培养制度 提升创新活力

博士生培养的核心是提升博士论文的学术水平,所以博士生培养规范的制定必须以提高博士论文学术水平为参照。经过 20 多年博士生培养的实践,我们总结出博士生培养质量必须有制度保证的经验,采取了以下一些有特色的制度化措施。

1.1 资格考试与选题报告

博士论文选题是培养环节中非常重要的一环,我系博士生的资格考试结合选题报告以口试的方式进行。针对由导师自行组织资格考试与选题报告的弊病,我们采取了系级统一安排博士论文资格考试与选题报告的做法,每学期组织一次。资格考试委员会由不少于 8 名具有高级技术职称或副高技术职称(有博士学位)的教师组成(其中博士生导师至少 5 人,学位委员会委员至少 2 人)。博士生首先作论文选题报告,随后,资格考试委员会就有关问题提问,全面考查博士生的学科和专业基础以及综合素质。选题报告一般须在论文答辩两年前完成。

选题报告应包括文献综述、论文选题及其意义、主要研究内容、可行性、工作特色及难点、预期成果及可能的创新点、论文工作计划、发表文章计划等。资格考试成绩由两部分组成,学位课成绩和考试和评审小组打分各占一定比例。资格考试按成绩排序,每次资格考试的通过率不超过 80%,考试不通过者可申请参加下次资格考试。

1.2 年度进展报告

参照 MIT 等国外大学的做法,为了使学位委员会、教学办公室更好地了解博士生研究进展,督促博士生做好学位论文的研究工作,我们要求已资格考试(开题)的博士生和到期却未参加资格考试的博士生,需于每年 9 月 1 日前提提交有导师签字确认的年度研究进展报告。

进展报告的内容包括博士学位论文研究目标、研究背景、一年来的研究内容与进展、投稿与发表论文情况、下一步研究设想、发表论文计划等。并要求导师审读博士生的进展报告,就进展报告的真实性和研究成果的创新性和研究计划的可行性,给出评价。

教学办公室组织专家评审,并将评审结果通知指导教师及本人。对评价差的进展报告,学位委员会组织相关博士生进行答辩,视情况淘汰。

1.3 最终学术报告

为了给即将答辩的博士生学术论文把关,在博士学位论文工作基本完成以后,至迟于正式申请答辩前三个月,我们要求博士生对论文工作进行总结,作一次学术报告,邀请 5 位以上教授职称的同行专家(其中博士生导师至少 3 人)组成审查小组,对论文工作成果及创新性进行评议。

对达不到博士学位论文要求的,一般要求延期答辩,并至少 3 个月后重新做最终学术报告。

1.4 匿名评审

博士生学位论文是博士生申请博士学位的重要依据。建立科学公正的学术评价体系和采用合理有效的论文评审方式是确保博士论文质量、排除论文评审中非学术因素干扰的措施之一。传统的做法是由导师聘请校内外专家对博士生学位论文进行评审。清华大学研究生院为了加强对博士生培养工作的目

标管理,促进博士生培养质量的提高,开展了博士论文的匿名评审制度,每年抽查 1/3 左右的博士生论文,安排匿名评审。研究生院在评审专家选择和评审意见处理方面做了周密的工作,近年来取得很好的效果。

2004 年,我系的学位委员会做出计算机系博士学位论文全部参加匿名评审的决定,委托研究生院执行。对博士学位论文评审结果的分析表明,我系博士生论文的质量是很好。在论文选题、知识水平、论文写作水平方面评价很高,论文创造性稍差。公开评审与匿名评审稍有差别。在匿名评审过程中,提高了导师和博士生对论文评审的重视程度,无形中提高了论文的水平。同时,评审专家实事求是地指出问题,起到较好的效果,也遏制了个别较差的论文。

3 不足和展望

建设一流的计算机系,是建设国际一流大学的重要组成部分,而高水平博士生培养是一流计算机系建设的重要标志。尽管我系已有 3 篇论文获全国百篇优秀博士论文,校优秀博士论文能做到发表 3 篇 IEEE Transaction 和 2 篇顶级会议论文的水平,但整体水平和国际一流大学的计算机系相比,我们还有很大差距。我系在学校的领导下,不懈努力,并积极与各兄弟院系加强交流,共同为培养一流的人才做贡献。

致谢:感谢清华大学计算机系全体教师的辛勤劳动;感谢教学办公室郭竟宇和谢若阳提供有关材料。

参考文献

- [1] 清华大学研究生院. 拓宽国际视野 增强国际交流能力. 学位与研究生教育, 2005(1). 14 ~ 16

论计算机科学与技术专业创新能力培养

徐晓飞 廖明宏*

哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院, 哈尔滨 150001

摘要:计算机科学与技术专业如何培养具有创造性的高层次人才,是我们计算机教育工作者面临的一个关键问题。本文从素质教育与创新能力培养的内涵出发,对比国内外计算机学科特点,并找出差距,在此基础上提出计算机科学与技术专业的能力结构,以及培养学生创新能力的具体方法。

关键词:创新能力培养、计算机科学与技术专业、能力结构

1 引言

江泽民同志多次强调,“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力。一个没有创新能力的民族难以屹立于世界先进民族之林。”创新是我们在国际上抢占科技和经济的制高点,在国际竞争中立于不败之地的基本保证。一个国家和民族创新能力的基础是具有创新意识的国民,尤其是具有创新能力的高层次人才。

作为同时具有知识传播、知识创新、人才培养和知识运用等重要功能的高等学校,具有学科交叉综合、教学科研结合以及信息来源广泛的优势,不仅具有良好的学术氛围,更有源源不断的充满活力、思维敏捷、勇于创新的青年学生,是国家创新体系的重要组成部分。

当今,人类已经进入了信息时代,计算机科学与技术对社会发展和人类进步产生着前所未有的巨大影响和作用。如何培养具有创造性的计算机人才,是我们每位计算机教育工作者必须关心和引起高度重视的问题。

创造性人才的培养是一个长期的过程。哈尔滨工业大学在系统梳理人才培养成功经验的基础上,提出了“研究型、个性化、精英式”人才培养体系,并在人才培养方案上提出“面向研究生制定本科培养计划,面向研究方向制定硕士生培养方案,面向培养目标制定博士生培养规范”的教学与课程体系制定原则。从本科专业开始就非常重视对学生创新能力的培养。

本文首先分析了素质教育与创新能力培养的基本内涵,通过国内外计算机学科的对比,找出我们在计算机人才培养方面存在的问题。在此基础上,提出了计算机科学与技术专业的能力结构。最后给出计算机科学与技术专业创新人才的培养方法。

2 素质教育与创新能力培养

作为 21 世纪的高等教育,全面推进素质教育是教育改革和发展的中心任务。素质教育是 21 世纪教育教学改革的旗帜和行动指南。

学校的传统使命是传授知识,今天的素质教育仍然把传授知识看作教育的主要职能之一。但是,素质教育所讲的知识,首先是人的全面发展所必需的全面的知识,而不只是升学考试所必备的知识,它包括

* 联系作者, E-mail: liao@hit.edu.cn

科学知识和人文知识两个方面。其次是知识的内化。素质教育强调对知识的理解和消化,使之成为人的不可分割的有机组成部分^[1]。

能力和素质相比,素质更根本。素质是能力的基础,能力是素质的表现,能力的大小是由素质的高低决定的。有了较高的素质,就会在认识世界和改造世界的活动中表现出较强的适应力和创造力。

素质教育所讲的能力,除过去所讲的体力和智力外,还包括非智力因素,如情感力、意志力、理想力、信念力、道德力,以及想像力、洞察力等。

创新,就是创造性地提出问题和创造性地解决问题。具体地说,它是指个体根据一定的目的和任务,利用已知的一切条件,产生出新颖、有价值的成果的认知和行为活动^[2]。它主要包括三个重要特征:新颖性、独特性和价值性。

创新能力包括创新思维、创新人格、创新技法和创新教育等。其中,创新思维有聚合思维和发散思维等。聚合思维就是面向问题求解的演绎思维和归纳思维;发散思维即想像力和直觉思维。创新人格包括意志力、观察力、乐观、独立、幽默、社会责任感等人格品质。创新技法包括创造主体的一般工作能力、动手能力或操作能力;掌握和运用创造技法求解问题的能力;创造成果的表达能力和表现能力和物化能力。创新教育包括创新思维训练、创造技法训练等。

要促进创新能力的培养,首先要在学生中强化创新意识,不断激发其创新的欲望^[3]。现代教育观点认为,学生在学校里一是学会做人,二是要学会思维,第三才是学习必要的知识。实际上,这三者正是人们能够创造性地学习、工作的基础。强化学生的创新意识,激发他们的创新欲望,是培养创新能力的开始。

具体地,创新能力培养首先是培养问题意识,其次是培养问题求解能力。孔子曰“疑是思之始,学之端。”问题意识是思维的动力和创新精神的基石;而问题求解包括运用创造技法和知识求解问题的能力、解题能力和实践动手能力等。

3 从国内外计算机学科对比看创新能力培养

这里,我们将分析国内外计算机学科的不同特点,找出差距,更有针对性地推行创新能力培养。

国外一流计算机学科特点:

(1) 学科定位明确,主攻方向有特色

以美国 CMU 的计算机系为例,它是当今世界上最好的计算机系。他们的学科定位是在研究和教育方面追求卓越,努力培养世界一流的计算机科学家。他们在机器人、计算机软件、智能人机接口、语言技术、机器学习与发现、娱乐软件等领域在世界上都是领先的。

(2) 课程体系系统新颖,生源质量高

国外的课程体系更新快,新的研究成果很快被引入到教学内容上。比如,CMU 计算机系的本科课程,设置许多与研究方向相关的独立学习课程,使学生很容易与研究方向接轨。美国是个开放的国家,它吸收世界上最优秀的计算机人才,生源质量高。

(3) 科研水平高,有标志性成果

国外一流的计算机学科领导着世界学术研究的发展方向,并产生出具有世界影响性的标志性成果。

(4) 师资水平高,拥有知名教授

每一所学校计算机学科的师资都具有很高的水平,在国际学术上具有很强的影响力。

(5) 注重学生创造能力的培养

美国的国民教育非常重视学生的个性培养,在大学阶段更是如此。无论从专业选择、课程选修,还是学习、实践等各个环节都充分体现学生的意愿和独自的创造力。

国内一流计算机学科特点:

- (1) 学科体系比较好,学科方向与国际接轨较快;
- (2) 教学系统性强,基础理论较扎实,但内容更新较慢;
- (3) 学术梯队结构比较好,但缺少国际顶尖学科带头人;
- (4) 国际化氛围不够,学科知名度不高;
- (5) 注重知识传授,对学生的创造能力培养不够。

以创新精神与创新能力的标准来衡量,我国既有的教育体制和教学模式的弊端是显而易见的。杨振宁关于中国传统教学弊端的评论原则上也适用于今天的计算机学科教学:“中国教育传统训练出来的人,着重稳扎稳打,着重一步一步走,好处是根基非常之稳,坏处是胆子往往变得非常小,裹足不前,觉得不能随便发表意见。”

要培养有创新精神与创新能力的计算机人才,就必须突破现有的教学模式,不仅仅将已有的计算机科学技术的理论知识与操作方法教给学生,而且要将计算机科学技术发展史、计算机科学技术的方法论、计算机科学技术发展中的哲学问题等拓宽其宏观视野与提高其创造能力的内容,编入教材,进入课堂,达到深入学生心中的效果。应该根据计算机学科特点,建立计算机专业的能力结构,系统地培养学生的创新能力。

4 计算机科学与技术专业的能力结构

如何根据计算机科学与技术专业特点,系统地对学生的创新能力进行培养?我们对计算机学科的能力结构进行分析,从能力域、能力单元到能力点几方面进行细化,建立计算机科学与技术专业的能力结构。

4.1 能力域、能力单元与能力点

与知识领域、知识单元和知识点相对应,能力也相应细化为能力域、能力单元和能力点,如图1所示。其中,能力域由若干能力单元组成,而每个能力单元又由若干能力点构成。

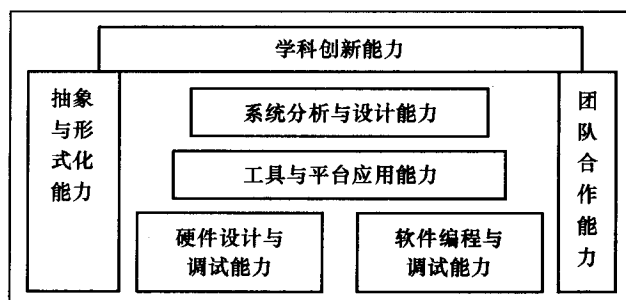


图1 计算机科学与技术专业能力结构图

4.2 能力域与本科课程关系

结合哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院本科课程,我们建立了能力域与本科课程关系表,如表1所示。

表 1 能力与本科课程关系

能力域	课 程			
	基础	硬件	软件	应用
抽象与形式化能力	工科数学分析 代数与几何 概率论与数理统计 计算方法		集合论与图论 近世代数 数理逻辑 形式语言	
硬件设计与调试能力	大学物理 模拟电子技术 数字电路设计	计算机组成原理	汇编语言程序设计	接口技术
软件编程与调试能力			高级语言程序设计 数据结构与算法 编译原理	
工具与平台应用能力		计算机网络	计算机图形学	数据库系统
系统分析与设计能力		计算机体系结构	软件工程、操作系统	智能系统
学科创新能力		硬件类选修课	软件类选修课	应用类选修课

4.3 能力单元

各个能力域对应的能力单元如下。

(1) 抽象与形式化能力域

- ① 连续数学建模能力:微宏观分析能力、统计分析能力、计算求解能力和代数求解能力。
- ② 离散数学建模能力:离散对象描述能力、系统描述能力、逻辑推理能力、形式化建模能力。

(2) 硬件设计与调试能力域

电路信号级的设计与调试能力、逻辑门电路级的设计与调试能力、部件级设计与调试能力、整机系统级的设计与调试能力。

(3) 软件编程与调试能力域

高级语言应用能力、数据结构化描述能力、算法设计与分析能力、了解程序过程的能力。

(4) 工具与平台应用能力域

软件开发工具应用能力、硬件开发工具应用能力、友好界面设计能力、网络平台应用能力、数据库开发应用能力。

(5) 系统分析与设计能力域

计算机系统分析与设计能力、软件系统开发能力、系统剖析与设计能力、知识综合应用能力。

(6) 学科创新能力域

把握学科方向能力、信息检索能力、发现问题能力、分析问题能力、解决问题能力、创新思维能力。

(7) 团队合作能力域

组织协调能力、沟通表达能力等。

4.4 能力点

以数据结构化描述能力单元为例,其对应的课程为“数据结构与算法”。其能力点包括数据的抽象能力、数据的不同组织及应用能力(线性表、树和图等)、数据的不同存储及应用能力(数组、指针和游标等)、针对数据的操作及分析能力、微观问题求解能力等。