



高等学校计算机科学与技术专业人 才 专业 能力 构成 与 培 养

教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会 编制

非 外 借



机械工业出版社
China Machine Press

.....

高等学校计算机科学与技术专业人才 专业能力构成与培养

教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会 编制

常州大学图书馆
藏书章



机械工业出版社
China Machine Press

封底无防伪标均为盗版

版权所有，侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目 (CIP) 数据

高等学校计算机科学与技术专业人才培养专业构成与培养 / 教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会编制. —北京: 机械工业出版社, 2010.3

ISBN 978-7-111-29835-9

I. 高… II. 教… III. 高等学校—电子计算机—人才—培养—研究 IV. TP3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第029799号

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑: 朱 劼 姚 蕾

北京京师印务有限公司印刷

2010年3月第1版第1次印刷

180mm × 235mm · 12印张

标准书号: ISBN 978-7-111-29835-9

定价: 28.00元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991; 88361066

购书热线: (010) 68326294; 88379649; 68995259

投稿热线: (010) 88379604

读者信箱: hzjsj@hzbook.com

教育包括知识、能力、素质三个方面。其中“知识”是基础，是载体，是表现形式；“能力”是技能化的知识，是知识的综合体现；“素质”是知识和能力的升华。如何以知识为载体实现能力的培养和素质的提高，特别是实现专业能力和素质的提高，是非常重要的。对计算机科学与技术专业（简称为计算机专业）本科教育而言，要想实现能力导向，首先要解决三个问题：第一是专业能力的构成，第二是如何将专业能力的培养落实到教学实践中，第三是如何判定培养目标是否达成。

针对前两个问题，2008年11月1日，2006—2010教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委会第三次全体会议做出决定，开展计算机科学与技术专业人才专业能力（简称为计算机专业能力）的培养研究。

根据这一决定，2008年12月成立了由蒋宗礼（组长）、王志英、岳丽华、张钢、陈明组成的研究小组。研究小组首先确定了初步框架，2009年1月16日~22日进行第一次集中研究，认定了基本框架，对研究工作进行了具体分工，讨论了最初拟定的79个能力点基

本内容和各个能力点的描述框架。2009年2月~7月,重点研究能力培养的基本思想、专业能力点的描述及其培养说明。同时,将专业能力点补充为83个(后调整为82个)。2009年7月28日~8月2日进行第二次集中研究,对研究的初步成果进行梳理和修改,并具体规划了下一阶段的研究内容,主要包括能力点及其培养描述讨论、课程与能力的关系描述框架、研究报告总体框架。2009年8月,根据前阶段的研究内容以及研究报告的总体框架,研究小组成员研究课程与专业能力培养的关系;2009年12月进行研究报告的统稿工作。

学科的宽泛性以及社会对计算机专业人才需求的多样性,使得计算机专业能力也非常宽泛。在实施这项研究中,我们限定在基本专业能力的范畴内。

本书内容包括5部分。第一部分“绪论”从总体上讨论教育的知识、能力、素质三方面,能力导向的教育,以及重视专业能力培养问题。第二部分“专业能力构成”论述计算机专业的公共要求和计算机专业能力的构成,这部分以计算思维、算法设计与分析、程序设计与实现、系统4大专业基本能力为基础,分成13个方面、82个能力点的总框架。这两部分由蒋宗礼撰写。作为基础内容,第三部分“专业能力点描述”给出82个能力点的描述,努力从能力点概念及相关性说明、作用、培养以及要注意的问题等方面进行描述。其中模型、算法、系统认知相关的22个能力点的描述由蒋宗礼负责起草,硬件技术等相关的19个能力点的描述由王志英负责起草,信息管理等相关的14个能力点的描述由岳丽华负责起草,系统应用开发、人机界面相关的14个能力点的描述由张钢负责起草,程序设计、实验等相关的13个

能力点的描述由陈明负责起草。第四部分“课程与专业能力的培养”针对离散数学、形式语言与自动机、程序设计、数据结构与算法、编译原理、操作系统、数据库系统、计算机组成原理、计算机网络、软件工程10门课程,示例性地给出课程教学如何为能力培养服务,研究组每人负责两门课程。主要包括:该门课程在课程体系中的地位和在专业能力的培养中所起的作用、课程知识内容和相关思想方法、课程与能力培养的关系,以及在课程教学中进行能力培养时要注意的问题等。第五部分“创新能力培养”讨论创新意识和能力培养问题,这部分内容由蒋宗礼撰写。全书由蒋宗礼负责统稿。在研制过程中,我们得到了很多专家的帮助和支持,在此一并表示感谢。

能力的难测性,使得关于能力培养的研究成为一个极具挑战的工作,目前完成的这个研究仅仅是一个开始,确确实实只能起到抛砖引玉的作用,特别是前面提到的如何测定能力的培养状况、如何判定培养目标是否达成等,是一个对教育者和受教育者来说都十分重要的问题,也是一个“难题”,我们希望大家一起关心和参与这个“难题”的求解。同时,我们也非常欢迎大家对本书的内容提出修改和补充建议。

蒋宗礼

2009年12月

目 录

C
o
n
t
e
n
t
s

前 言

第1章 绪论 1

1.1 知识、能力与素质 1

1.2 能力基础 6

1.3 重视专业能力的培养 12

第2章 专业能力构成 13

2.1 专业公共要求 13

2.2 专业能力四个方面 16

2.2.1 计算思维能力 17

2.2.2 算法设计与分析能力 18

2.2.3 程序设计与实现能力 18

2.2.4 系统能力 19

2.3 能力点的对应 21

第3章 专业能力点描述 25

3.1 计算思维能力点描述 25

3.2 算法设计与分析能力点描述 36

3.3	程序设计与实现能力点描述	45
3.4	系统能力点描述	49
3.4.1	系统认知	49
3.4.2	系统设计	54
3.4.3	系统开发	75
3.4.4	系统应用	100
第4章	课程与专业能力培养	117
4.1	课程为能力培养服务	117
4.2	课程与能力培养的关联	127
4.2.1	离散数学	127
4.2.2	形式语言与自动机	132
4.2.3	程序设计	137
4.2.4	数据结构与算法	143
4.2.5	编译原理	147
4.2.6	操作系统	151
4.2.7	数据库系统	155
4.2.8	计算机组成原理	159
4.2.9	计算机网络	165
4.2.10	软件工程	170
第5章	创新能力培养	174
5.1	强化创新意识	174
5.2	追求理性	177
5.3	夯实基础	178
5.4	鼓励探索	179
	参考文献	182

第1章 绪论

1.1 知识、能力与素质

教育正在摆脱单一的知识传授功能。哲学家费希特曾经指出：教育必须培养人的自我决定能力，而不是培养人们去适应传统世界；教育重要的不是着眼于实用性、传播知识和技能，而是要唤醒学生的力量，培养其自我性、主动性、抽象的归纳力和理解力。联合国教科文组织给出的教育定义已经从“有组织有目的的知识传授活动”变化为“能够导致学习的交流活动”。这是最基本的教育理念，充分地体现了本科生教育强调可持续发展、面向未来的基本要求。除这些基本的教育观念外，我们还需要从相关的方面考虑一系列影响计算机专业教育的因素，这里先讨论知识、能力、素质及其相互关系。

“知识”是基础、是载体、是表现形式。首先，知识具有“基础”属性已成为人们的共识，即一个具有较强能力和良好素质的人必须掌握丰富的知识；而一个掌握丰富知识的人并不一定具有较强的能力和良好的素质。其次，知识还具有“载体”的属性，能力的培养和素质的提高必须部分地通过具体知识的传授来实施，否则就会成为空中楼

阁。其三,在许多场合下,能力与素质,尤其是专业能力和专业素质,是通过知识表现出来的。所以,要选择适当的知识为载体,来进行能力培养和素质教育。要做到这一点,首先要求教师充分认识到自己所教授的课程在人才培养中的地位与作用,认识到自己在进行知识传授的同时,要将更深层的内容传授给学生,并将此作为自己教学研究的重要内容;要推崇探索为本的教育和学习,鼓励将知识型教学转变为研究型教学。其前提和基础是要在教师和学生的头脑中建立起知识的“载体”属性这一概念,把探索未知世界作为教与学的目的,通过不断地构建各个级别的探索空间并将学生引入这一空间,来激发其探索兴趣,使其积累探索经验和方法,不断地增强他们的探索创新意识。这种意识非常重要,是教学中必须加以强调的方面。

“能力”是技能化的知识,是知识的综合体现。为了改善教学效果和提高教学水平,我们往往会反复地告诫“教”与“学”双方,要注意培养学生运用知识发现问题、分析问题、解决问题的能力,要防止学生只读书、读死书。可以说,“能力”把知识运用的综合性、灵活性与探索性作为自己的重要内容。要保证知识运用的综合性、灵活性与探索性,就需要有丰富的知识作为支撑,并将其用于实践。所以,一般地讲,知识越丰富,就越容易具有更强的能力。反过来,能力增强后,又有利于学习更多知识。

“素质”是知识和能力的升华。高素质可使知识和能力更好地发挥作用,同时还可促使知识和能力得到不断的扩展和增强。按照一般意义,素质教育是在知识和能力的基础上,以全面提高受教育者的基本素质为目的,以尊重学生的主体作用和主动精神,注重开发人的潜

能,形成健全的人格为根本特征的教育。对大学教育来说,重视进行学科的素质教育更是至关重要。如果只将素质教育停留在说教上,就缺了内涵、缺了灵性、缺了活的内容。因此,教育绝对不能只停留在书本的表面知识上,一定要挖掘深层的内容,重视科学的世界观和方法论的启蒙教育,努力激发学生的想象力与创新意识。

素质是在潜移默化中提高的,它具有不易见性、不易获得性、终身受用性。素质除表现为“提高的潜移默化特性”外,它还需要通过人的能力、知识才能表现出来。素质的这种“表现的非直接性”和“隐藏性”,导致现有的考核方法难以对其给出准确的评价。这使得人们容易在工作中忽略它,这是值得注意的。素质的“不易获得性”主要表现在需要较长期的积累,而且素质提升所涉及的学习内容很多属于一些难度较大的课程,特别是很多内容与一些课程深层的内容相关,这些又使得它很容易被舍弃。但其“终身受用性”却使我们不得不重视它。

知识、能力、素质是进行高科技创新的基础。只有将三者贯通于教育的全过程,才有可能培养出高水平人才。爱因斯坦说过,想象力比知识更重要。应当说,丰富的想象力加上扎实的基本功才能构成创新的源泉。对飞速发展和不断变化的计算机科学与技术学科更是如此。为此,依据计算机科学与技术学科的特点,我们主张选择适当的知识为载体,实施专业素质教育和专业能力培养,并强调创新意识的建立和丰富想象力的培养。

在大学里,除了通常意义下的素质培养外,重点是进行专业能力和专业素质的培养。由于计算学科在具有较强的工科特征的同时,还

具有理科特征，所以，对计算机专业教育来说，需要突出计算学科的这种工科兼理科的基本特征。

另一方面，计算技术的高速更新要求计算机专业（计算学科）的教育要走内涵发展的道路，要更多地考虑未来。按照“知识”是基础、是载体、是表现形式；“能力”是技能化的知识，是知识应用的综合体现；“素质”是知识和能力的升华的理解，计算机专业的教育更应体现选用适当的知识作为载体来实现对学生能力的培养的基本原则。要发挥知识的载体作用，需挖掘知识深层的内容，重视科学的世界观和方法学的启蒙教育。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；而理性思维是创新的重要保证；扎实的理论基础、典型的学科方法以及适合学科特点的思维能力和思维方法则是支撑该学科的人员进行“理性”思维和“理性”实践的三大基础。在通识教育的基础上体现个性化的教育的需求，并将个性化教育进一步引向“扬长教育”，对学生创新意识和创新能力的培养也是非常有利的。

推行理性化教育，使学生具有可持续发展能力，关键之一是以基础理论和专业知识的教育为基础，并以这些知识为载体，向学生传授典型的问题求解思想和方法，并在实践环节中得到强化，这就是研究型教学。与知识型教学不同的是，研究型教学致力于在向学生传授知识的同时，让学生能体验到大师们进行知识创新的乐趣，学习大师们的理性思维，并从中获取经验、方法、乐趣和激励，在鼓励学生树立“为探索未知而学”的观念的同时，不断地给学生提供寻找顶峰体验的机会。研究型教学是实现理性化教学的重要方法，不仅可以在实践

教学中使用,更应该在理论教学中使用,以便在理论教学的过程中体现能力培养要求,在知识传授的过程中实现能力培养。

理论知识的掌握与实践能力的强弱有着相互依存、相互促进的关系。理论知识的掌握程度对实践能力的影响至关重要;恰当的实践活动又对掌握好理论知识有重要的促进作用。科学技术发展到今天,已经为后续的发展奠定了坚实的基础。没有理论的实践只能是初级的甚至盲目的实践。但是,理论知识又不等于实践能力。所以,对本科生实践能力的培养实际上是“理论结合实际能力”的培养,而不仅仅是动手能力的培养。特别要注意,本科生未来需要从事具有相当水平和复杂度的工作,这些工作只有在一定的理论指导下才能完成。所以,对理论基础的要求将随着学生受教育层次的提高而不断提高。但是,不能仅满足于书本的理论知识的获取,只有学以致用,才能把知识有效地转化为实践能力和实际生产力,才能随着发展而实现再认识,实现创新。

实践教学对于提高学生的综合素质、培养学生的创新精神与实践能力具有特殊的作用。从计算机学科抽象、理论、设计三种形态来看,更需要将理论和实践紧密地结合起来。因此,要将实践教学明确地放在重要的位置,并力争将实践教学组成一个比较完整的实验教学体系,更好地体现学科的理论性和实践性紧密结合的特征。

要想使实践教学能够达到预期目标,必须重视总体规划的合理性、实验类型和内容的启发性、丰富性以及实验环节的系统性。同时,实验基地的建设、实验教师队伍的建设也应该得到足够的重视。特别要注意实践教学中的选题规模和复杂度必须逐步提升,不可在一个水平

上重复。

除了教学计划中安排的实践教学外,鼓励学有余力的学生走进教授们的科研实验室,参加实际的科研工作,以获得直接的科研锻炼是非常有意义的。一般来讲,学生至少应该在本科前两年将精力全面投入基础课的学习,有了较扎实的基础后,从三年级开始,可以结合专业基础课和专业课的学习,在导师的指导下体验科研的乐趣。当然,学生在此期间不可荒废对规定课程的学习。

1.2 能力基础

东西方的教育都有着深厚的积淀,各有特长。贾尼丝·萨博曾经简略地对比了东西方教育的差别,如表1-1所示。贾尼丝·萨博认为,东方教育面向培养聪明的孩子,西方教育面向培养智慧的学生。

表1-1 东西方教育对比

序号	东方教育	西方教育
1	能够知道答案	能够提出问题
2	带着兴趣去听	表达有力的观点
3	能理解别人的意思	能概括抽象的东西
4	能抓住要领	能演绎推理
5	能完成作业	能寻找课题
6	乐于接受	长于出击
7	吸收知识	运用知识
8	善于操作	善于发明
9	长于记忆	长于猜想
10	喜欢自己学习	善于反思、反省

从表1-1中可以看出,在贾尼丝·萨博眼中,东方教育重在强调知识基础,所以致力于传授知识;西方教育重在强调能力基础,所以

致力于培养能力；东方教育相对来说更强调学习已知的东西，西方教育更重视引导学生探索未知。这里不讨论贾尼丝·萨博研究结果的准确性，但由此可以看出，知识、能力对学生都是很重要的。从可持续发展具体情况来看，能力基础比知识基础更为重要，在学习已知的同时，要引导学生建立探索未知的意识，使之具备探索未知的基本能力。

高等教育中，对能力培养的总体要求是很明确的，这一点在工程教育的基本要求中有着非常具体的体现。从以下工程教育专业认证的标准不难看出，“能力导向”已经成为工程教育追求的一个公认特点。中国工程教育专业认证要求从以下10个方面考察毕业生的合格程度。值得注意的是，在较早的版本中，这些要求叫做“培养目标及要求”，而现在叫做“毕业生能力”，明确提出“专业必须证明所培养的毕业生达到如下知识、能力与素质的基本要求”：

(1) 具有较好的人文社会科学素养、较强的社会责任感和良好的工程职业道德。

(2) 具有从事工程工作所需的相关数学、自然科学知识以及一定的经济管理知识。

(3) 掌握扎实的工程基础知识和本专业的基本理论知识，了解本专业的前沿发展现状和趋势。

(4) 具有综合运用所学科学理论和技术手段分析并解决工程问题的基本能力。

(5) 掌握文献检索、资料查询及运用现代信息技术获取相关信息的基本方法。

(6) 具有创新意识和对新产品、新工艺、新技术和新设备进行研究、开发和设计的初步能力。

(7) 了解与本专业相关的职业和行业的生产、设计、研发的法律、法规,熟悉环境保护和可持续发展等方面的方针、政策和法律、法规,能正确认识工程对于客观世界和社会的影响。

(8) 具有一定的组织管理能力、较强的表达能力和人际交往能力以及在团队中发挥作用的能力。

(9) 具有适应发展的能力以及对终身学习的正确认识和学习能力。

(10) 具有国际视野和跨文化的交流、竞争与合作能力。

《华盛顿协议》将能力要求归纳为如下7个方面:

(1) 在系统、工艺和机器的设计、操作和改进过程中,能够应用数学、科学和工程技术知识。

(2) 发现并解决复杂工程问题。

(3) 了解并解决环境、经济和社会与工程相关的问题。

(4) 具有有效沟通能力。

(5) 能够接受终身学习并促进职业发展。

(6) 遵守工程职业道德。

(7) 能够在当今社会中发挥作用。

美国ABET EC2000的能力要求可归纳为如下11个方面:

(1) 应用数学、科学及工程知识的能力。

(2) 设计与执行实验以及分析与解释数据的能力。

(3) 设计系统、零组件或制造程序以满足特定需求能力。

- (4) 在跨领域团队中发挥功能的能力。
- (5) 发掘、推导以及解决工程问题的能力。
- (6) 对专业与道德责任的领悟。
- (7) 有效沟通的能力。
- (8) 在全球性与社会性环境背景下了解工程解决方案产生的冲击所需的广博教育。
- (9) 认知终身学习的必要性以及将之实践的能力。
- (10) 认知当代议题相关的知识。
- (11) 执行工程业务所需要的技术、技能以及现代工程工具的运用能力。

我国台湾地区的IEET AC2010的能力要求可归纳为如下8个方面:

- (1) 运用数学、科学及工程知识的能力。
- (2) 设计与执行实验, 以及分析与解释数据的能力。
- (3) 执行工程实务所需技术、技巧及使用工具的能力。
- (4) 设计工程系统、元件或制程^①之能力。
- (5) 计划管理、有效沟通与团队合作的能力。
- (6) 发掘、分析及处理问题的能力。
- (7) 认识时事议题, 了解工程技术对环境、社会及全球的影响, 并培养持续学习的习惯与能力。
- (8) 理解专业伦理及社会责任。

欧洲的ECUK 标准的能力要求可归纳为如下5类26个方面:

- (1) 相关工程学会确定的数理基础和相关工程学科。

① 其中的“制程”表示“制作步骤”、“制作程序”。