

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2018.04.016

欢迎按以下格式引用:王春江,赵金城,滕念管,等.面向工程问题的土木工程应用软件课程教学改革[J].高等建筑教育,2018,27(4):86-91.

面向工程问题的土木工程 应用软件课程教学改革

王春江,赵金城,滕念管,龚景海

(上海交通大学 船舶海洋与建筑工程学院,上海 200240)

摘要:土木工程应用软件课程是土木工程专业本科教育阶段非常重要的一个综合性实践教学环节,与高校本科生的最终培养质量息息相关。土木工程专业教育认证中对现代计算机工具的使用、解决工程实际问题的能力和专业方面的国际视野有明确要求。结合教学实践,文章首先对目前普通高等院校土木工程应用软件教学中所面临的主要问题进行了剖析,然后结合典型工程问题的处理方法对面向工程问题的探索性教学改革进行了论述,最后提出教学改革措施与建议。

关键词:土木工程应用软件;工程问题;教学改革;教学质量;工程教育认证

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2018)03-0086-06

为适应国内外高等教育的快速发展,教育部制定了高等教育工作的基本指导性文件《普通高等学校本科专业目录(2012年)》,对高等院校各专业进行了大规模的调整。工程教育也面临新的挑战,教学目标更具体,要求也更高。土木工程专业由重视专业发展的“小土木”转变为强调基础能力和适应性的“大土木”,注重“强基础、宽口径、多方向”的专业教育。在目前土木工程专业本科阶段的课程体系设计中,成体系、综合性建设已是重要指标^[1-2]。在大学阶段,学生学到多少知识应成为次要的考量,更重要的是综合能力、综合素质的养成。文章通过土木工程应用软件课程教学改革,对培养本科生具备“卓越工程师”的综合素质,灵活运用所学知识解决实际问题的能力,自我学习、协同组织的更新能力等^[3]进行了初步探索。

欧洲工程教育在欧洲一体化框架下提出了一系列的改革创新^[4-6],主要分为三部分:H3E改革(Higher Engineering Education for Europe)、E4改革(Enhancing Engineering Education in Europe)、TREE改革(Teaching and Research in Engineering in Europe)。以《华盛顿协议》为背景的土木工程专业教育认证对现代计算机工具的使用、解决工程实际问题的能力和专业的国际视野等方面都有明确的要求^[7-8]。2017年5月上海交通大学土木工程专业顺利通过了住房和城乡建设部高等教育土木工程专业

修回日期:2017-09-12

作者简介:王春江(1974—),男,上海交通大学船舶海洋与建筑工程学院副教授,博士,主要从事土木工程专业教学和研究,(E-mail)

wangchj@sjtu.edu.cn。

业评估委员会组织的土木工程专业评估(认证),向国际工程教育认证体系迈出了重要一步。

一、土木工程应用软件课程现状分析

2007年,在上海交通大学土木工程专业的课程体系设计中,增加了土木工程应用软件这门课程,课程设置的最初构想是希望学生学习1~2门专业软件的操作和应用,达到能满足建设单位和设计单位等用人单位对毕业生专业技能方面的要求。但是,经过多年教学实践后,由于教学模式和课程大纲比较单一,学生的学习兴趣逐渐减少,教学效果也不理想,主要问题如下:

(1)相当一段时间内,学校土木专业本科毕业生普遍存在重理论轻实践的问题。从工作中反映出来的问题是部分学生学得比较死板,缺少对各部门基础课程和专业课程的整体认识,解决实际问题的能力较弱。通过课程改革可使学生了解自己所学知识的结构体系,通过软件应用真正明白所学知识与解决工程问题能力的区别与联系。

(2)学生所学土木工程软件知识与实际工程应用存在脱节,学到的软件技能在设计院或施工单位不能直接应用,课堂上的讲解与实际工程中解决问题的方法或思路迥异。学生对软件应用存在“黑匣子”依赖症,对软件计算盲目依赖,认为软件运算出来的就是“正确的”和“理所应当的”。通过课程改革使学生把软件当作专业工具来使用,而不是简单的操作对象,既要能算,也知道算得正确与否。

(3)学生过于专注于软件本身的操作,忽视了对问题本质的把握。土木工程中的专业问题错综复杂,如何选择适合的软件,建立合理的模型,并进行正确的运算甚至功能开发与延伸,一直是困扰土木工程应用软件教学的主要问题,也是影响学生能力提升的关键所在。传统的土木工程应用软件教学,一般以软件的使用操作为目的,而不是以解决工程问题为核心,因此,教学效果往往较差。课程中结合具体工程案例的讲解,使学生既提高了学习的兴趣,又增强了对实际工程问题的直观理解。

(4)传统的教学模式和教学大纲也不适应目前国家对卓越工程师培养所提的要求,学校的培养与实际工程需求有一定差距。教改项目从培养卓越工程师和高素质复合型人才的角度重新审视和改革课程,提高学生在专业领域学习中的主动性和创新性。通过教学模式的灵活多样化,以及教学理念的工程化,使学生初步具备工程师的基本素质和综合能力。

二、土木工程应用软件课程教学改革的总体思路

随着时代的发展,目前国内土木工程应用软件的教学方式和方法已不能适应现代土木工程大型化、复杂化的趋势,也不能满足国际上高等工程教育的发展要求。土木工程应用软件作为课程体系中的一个环节,到了必须改革的时刻。现在社会上更需要复合型、应用型、管理型和具有前瞻性判断力的工程师。软件学科的爆炸性发展,也使土木工程应用软件传统教学方式受到挑战,课程间相互割裂和亦步亦趋的教学方法,已经完全不适应时代发展的要求。

笔者针对课程进行了为期2年的教学改革,通过引入国际工程教育评价体系,课程大纲设计、课程模式改革、教学方法探讨等环节逐步与国际接轨,建立以综合能力为主要培养目标的土木工程应用软件课程框架,面向工程问题进行土木工程应用软件的课程教学改革。把土木工程应用软件构建成从专业基础理论到实际工程应用的重要桥梁。把互联互通作为课程改革的灵魂和主导思

想,通过互联互通式的教学过程,使学生真正在工程实践中接受检验。例如,在结构分析与设计的本质区别、强度分析与稳定性分析的不同构件稳定与结构稳定的区别与联系、节点构造与结构单元自由度的关系等方面,通过软件操作和具有一定工程背景的项目分析和设计,使学生加深理解,并能掌握结构工程师所需的基本软件应用技能。

从理论层面,以互联互通为主导思想,以能力建设为主要目标,旨在提高土木工程应用软件教学改革理论价值;从实践层面,以提高学生解决工程实际问题的能力为导向来设计课程内容和形式。主要体现在以下几方面。

(1)多学科交叉式的教与学是激发学生创造力的重要渠道。例如,软件工程和结构分析的基本概念贯通课程,使学生对软件的功能和工具作用有更深层次的了解。

(2)问题导向式的教学模式适用于工程类课程教学。通过软件操作,结合典型工程问题,让学生生活学活用,将所学知识延展到实际工程中。

(3)专业基本理论与工程应用实践的结合是学习的最好驱动力。例如,通过矩阵位移法与有限元方法的比较,让学生理解结构分析与数值分析的区别与联系。

(4)从软件原理和计算模型等更高层次上看土木工程软件应用,可以培养学生“举一反三”的综合能力。例如,课程对常用土木工程应用软件展开介绍和功能分析,让学生了解类似软件的使用技巧和操作方法。

(5)以互联互通为主线的教学模式改革使学习过程由被动接受向主动挑战推进。课堂上经常穿插一些具有实际工程背景的小问题,例如,约束类型对变形和稳定等相关问题的影响因素、自平衡体系中约束反力的处理方法等,使学生积极思考。

上海交通大学土木专业课程体系由通识教育课程、专业教育课程、专业实践课程和个性化教育课程四部分构成,土木工程应用软件是专业实践课程中的重要一门。通过课程改革,探索从课程建设到学科建设的具体方案,为提高土木工程教育质量做出贡献。从技术层面,通过对多个软件的操作练习,独立完成具有一定工程背景的课程大作业,大幅提高毕业生的就业竞争力和工作技能;从综合能力和素质方面,为继续深造的学生养成良好的科研素质做好前期准备,为培养能解决实际问题的复合型科技人才打下基础;从课程体系建设方面,通过课程改革,推进上海交通大学土木专业课程体系向国际工程教育认证方向发展。

三、课程教学改革目标和主要内容

(一) 教学改革的目标

通过教学改革,土木工程应用软件课程形成了以典型工程案例为导向,以典型工程问题为核心的教学模式。通过项目组成员的协同努力,运用土木工程应用软件,把学生零散的知识体系推向互联互通的境界。通过面向工程问题的教学改革,提高学生的科研能力和综合素质。从基本技能、团结协作、解决问题和思维方式等方面,提升上海交通大学土木专业学生“卓越工程师”方面的综合素质。

(二) 教学改革的内容

教学改革以面向工程问题为首要任务。教改的主要内容有如下几点:

(1)重新调整教学目的,重新编排教学内容,梳理教学大纲,修改后的教学大纲如图1所示。

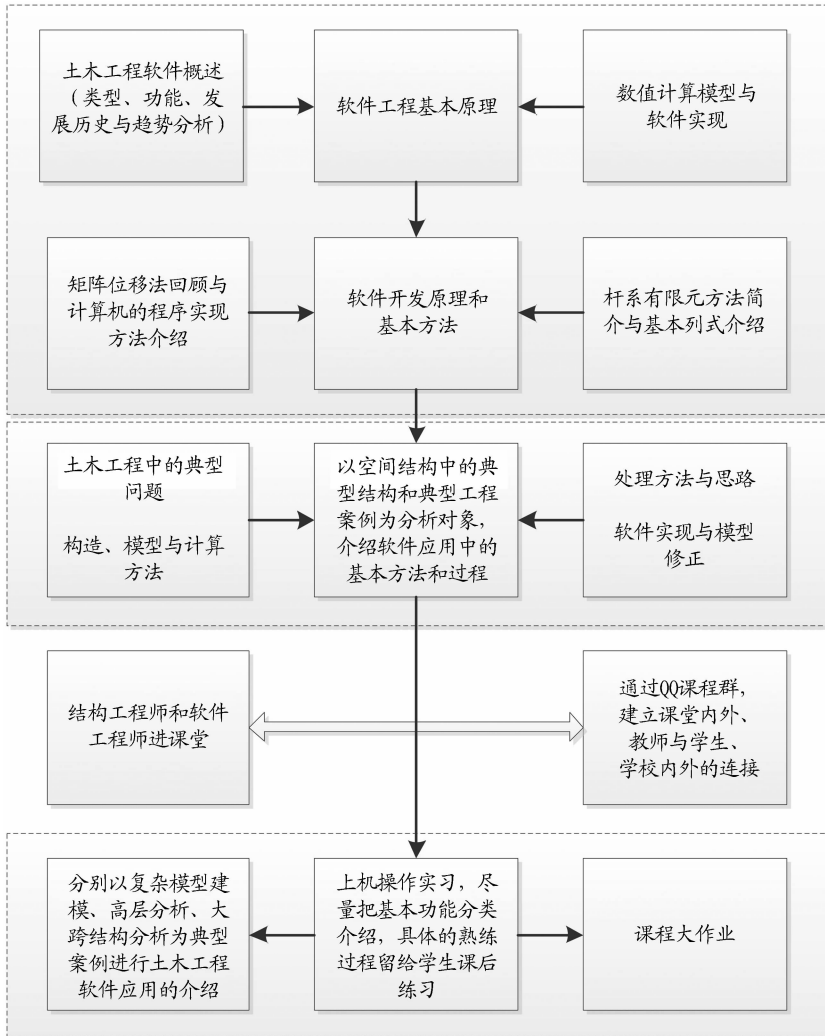


图1 土木工程应用软件课程新大纲结构

(2)重新设计和优选教学项目,完善讲义和典型工程案例。课程选择的工程案例,基本涵盖了刚度分析与强度分析、壳体结构线性与非线性稳定分析、高层结构抗震分析、反应谱分析与时程分析等几个方面的典型工程问题。

(3)改革传统教学模式和教学方法,引入教学互动、工程师进课堂等丰富多彩的教学形式。课程共32学时,一般是16周的教学安排,从教学的角度来看,时间是比较合理的。其中,6周讲基本理论,即讲解土木工程结构分析的基本概念和模型、软件运行的基本特征和软件框架体系等,2周用于模型演示与过程操作,在设计院工程师的辅助下,针对实际工程项目进行讲解。8周的时间内,根据具体结构专题,结合某一软件的操作过程进行讲解,然后有针对性地开展上机实习与训练。

(4)提升任课教师自身综合素质。教师解决工程问题的能力直接影响课程的教学质量,通过课程小组与课题科研活动,以及横向项目的交流活动进行联动,丰富教学内容,提升教师的实践水平和教学能力。任课教师一定要与设计院多交流,贴近实际工程项目,才能不断更新课堂内容。

(三)教学改革方案

(1)成立了以软件应用与开发为大背景的综合教学团队,以教学促科研,从科研成果及遇到的问题反推教学课程的改革。

联合科研团队中具有软件开发经验和工程实践经验的教师,丰富课堂内容,把与软件应用有较

强联系的科研课题作为教学案例。在学生的课程设计、毕业论文、创新实践以及科研创新活动中,软件应用也作为一项基本技能来培训和要求,加强学生的科研和创新综合能力。

(2)改革土木工程应用软件的传统教学内容,根据教育部“卓越计划”的要求和国际工程教育评价体系的设置,重新梳理教学大纲。

通过汇总土木工程应用软件的系统框架设计、开发思路、编程模式以及软件的开发模型,结合土木工程中常见的结构形式和典型工程问题有针对性地进行软件原理介绍和软件操作训练。首先,通过介绍软件工程的相关知识,让学生对软件的运行和开发原理有基本的了解,然后,介绍目前市场上主流的土木工程相关分析和设计软件,让学生对土木工程应用软件的发展历史有个清晰的轮廓。结合结构概念设计与分析,让学生通过结构分析软件的一般步骤和流程,掌握软件使用的一般规律。简单回顾与介绍矩阵位移法与线弹性有限元的基本方法,过渡到计算机软件的算法实现,让学生对软件背后的力学原理有清晰的了解。通过空间结构的复杂形式介绍,结合软件的实现方法,为学生在软件建模和复杂力学问题的分析方面建立明确的概念。通过介绍典型工程问题,如钢结构和混凝土框架结构线弹性分析、几何非线性稳定分析、地震分解反应谱方法、地震时程分析方法、满应力优化分析方法等,让学生对问题求解和计算结果分析有正确的认识,并能基本解决类似的实际工程问题,为今后走上工作岗位,奠定良好的计算机软件应用基础,养成运用软件进行结构分析与设计的综合素质。

(3)通过教学实践和素材积累,逐步形成内容丰富且具有针对性的土木工程应用软件讲义,针对典型工程问题制作 PPT 课件,与课程培养目标相呼应。

(4)改革传统教学模式和方法,把经验丰富的工程师请进课堂,与学生面对面交流,搭建大学课堂与土木实践的无障碍交流通道。通过上机实践操作和面向工程问题的课程大作业训练,强化学生的工程应用能力。

课程的教学实践环节,以 MIDAS、SAP2000 两款软件应用为主,并邀请设计院的一线工程师为学生现场讲解实际工程问题的软件解决方案和具体处理方法。通过这个环节拓宽了学生视野,加深了对软件应用的理解和掌握,提升学生灵活处理各种问题的能力。通过探讨 ANSYS 和 ABAQUS 的高级应用,并在课堂上结合工程案例作系统性介绍,让学生全面了解复杂工程问题的多途径解决方法,了解软件各自的特长。

(5)加强理论知识与实际应用的结合。所有课程大作业中计算内容都必须是以实际工程为背景的算例。

考核环节采取分组大论文的形式。针对每个学生的爱好和特长,任课教师与学生讨论并制定有特色的大论文题目,既让学生发挥自己的专业爱好和兴趣,又可以培养学生解决实际问题的能力。该环节使学生真正动手建立复杂的实际工程软件模型,并通过计算分析得到计算结果,结合专业知识对计算结果作专业性的判定,总结计算结果的变化规律,掌握模型的修正方法,形成尽可能贴近实际工程问题的解决思路。

四、结语

课程教学改革,结合土木工程的特点,探索更好的教学模式和教学方法,提高学生解决工程实际问题的能力和所学知识的系统化程度。通过对软件开发原理和计算模型的介绍,结合具体工程分析案例让学生真正掌握专业知识与实际软件应用之间的关系,并做到专业知识的灵活运用,激发学生对土木工程专业的热爱,达到学以致用、举一反三的目的,可得心应手地运用所学软件对常见

的工程问题进行处理。加强土木工程专业基础理论、专业知识和实际工程应用间的衔接,建立联系理论知识与专业实践的桥梁。

课程改革使知识体系、理论与实践、课堂内外实现了互联互通,达到提升能力的目标,通过灵活多样的教学方式,激发学生的学习主动性和创新精神。培养学生主动思考、探索式学习、解决实际问题等综合素质,使土木专业的学生逐步意识到,能力培养在大学课程体系中的关键作用,也使学生在踏入工作岗位之前,养成自主学习的习惯。大学课程不是学习的结束,而是毕业后面向社会的下一个学习阶段的开始,是承前启后的重要环节。

参考文献:

- [1] 李国强,陈以一,朱合华,等. 土木工程专业结构工程课程体系与教学内容改革总体方案[J]. 高等建筑教育,2002,11(2):53-54.
- [2] 刘滨清,周玲. 我国高等工程教育课程研究综述[J]. 理工高教研究,2008,27(5):43-46.
- [3] 董倩,刘东燕,黄林青. 卓越土木工程师实践教学体系构建[J]. 中国大学教学,2012(1):77-80.
- [4] 陈乐,王沛民. 课程重建:欧洲工程教育改革的启示[J]. 高等工程教育研究,2006(5):11-16.
- [5] Gunter Heitmann. Innovative Curricula in Engineering Education [C]//E4 Thematic Network : Enhancing Engineering Education in Europe, Firenze University Press, 2003 .
- [6] 顾祥林,林峰. 中美英德加五国土木工程专业课程体系的比较研究[J]. 高等建筑教育,2006, 15(1):50-53.
- [7] 孙旭东,李成刚. 美国工程教育联合体计划述评[J]. 高等工程教育研究,2006(6):1-5.
- [8] 何敏娟. 美国高校土木类专业人才培养特点调查与分析[J]. 高等建筑教育,2003,12(1):107-110.

Teaching reform of civil engineering application software course for engineering problem

WANG Chunjiang, ZHAO Jincheng, TENG Nianguan, GONG Jinghai

(School of Naval Architecture, Ocean and Civil Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, P. R. China)

Abstract: Civil engineering application software is a comprehensive practical course, which is very important for the students during the undergraduate education stage of civil engineering. It is directly related to the education quality of college students in the final education steps. There are some clear requirements on the using of modern computer tools to solve the practical engineering problems and the international vision of professional aspects for the education certification of civil engineering. Combined with the teaching practice, the author firstly analyzes the main traditional problems in the teaching of the course of civil engineering application software, and then discusses the teaching reform's purpose and exploratory method for engineering problems oriented teaching and the abilities of solving practical problems, which is proved on the base of some typical engineering processing methods. Finally, some effective teaching reform measures and suggestions are presented.

Key words: civil engineering application software; engineering problem; teaching reform; teaching quality; engineering education certification

(责任编辑 周沫)