

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2018.06.011

欢迎按以下格式引用:方成,王伟.土木工程全过程课程设计的英国教学实践与思考[J].高等建筑教育,2018,27(6):65-69.

土木工程全过程课程设计的 英国教学实践与思考

方成,王伟

(同济大学 土木工程学院,上海 200092)

摘要:文章对英国纽卡斯尔大学“工程系统的全过程可持续设计”的培养方案与教学理念进行了详细阐述,对中英两国土木工程全过程课程设计案例进行了比较分析,介绍了英国课程的教学目标、教学模式和评估手段,以及对对中国土木工程学科全过程课程设计的借鉴意义,最后对中国该类课程体系的制定与完善提出了建议。

关键词:土木工程;全过程课程设计;英国教育;培养方案;教育理念

中图分类号:G642.0;TU

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2018)06-0065-05

时代的进步和社会的发展对土木工程专业学生的实践能力、创新能力和多专业融合能力提出了更高要求,传统的单一课程设计的教学安排已经不能满足新时代卓越工程师的培养需求。多阶段贯通、全过程融合的课程设计教学理念已逐渐被国内外高校所接受和采纳^[1]。全过程课程设计,可以将传统教学中每个独立的设计课程(如建筑选型、混凝土结构、钢结构、建筑施工等课程)整体衔接起来,克服了各课程设计自成一体、相互间缺乏关联或教学内容重复等弊端,也有利于学生对土木工程学科以外的其他相关专业(例如建筑学、规划学、交通学、建筑环境学、可持续发展理念^[2]等)的基本了解,使学生从工程初期规划开始,就能掌握真实的工程推进流程与团队合作模式,在此基础上进行结构设计、施工组织设计,直至造价与环境影响分析,从而受到作为土木工程师的全过程系统训练,培养学生综合运用所学专业知识和基础理论及基本技能去解决实际问题的能力^[3]。

中国的高等工程教育面临着激烈的国际竞争环境,了解国外先进的全过程教学理念对全过程课程设计大纲的规划、制定和完善具有积极的推动意义。本文结合笔者曾在英国纽卡斯尔大学的多年执教经验,详细介绍该校工程学院的招牌课程之一工程系统的全过程可持续设计课程的学时规划、培养目标、培养内容以及考核标准,并阐释该课程教学模式对中国全过程课程设计方案制定的借鉴意义。

修回日期:2018-03-19

基金项目:同济大学教学改革研究与建设项目“基于 OBE 的建筑工程全过程课程设计中内涵建设”

作者简介:方成(1985—),男,同济大学土木工程学院副教授,博士,主要从事钢与智能结构研究,(E-mail)chengfang@tongji.edu.cn。

一、课程概述

工程系统的全过程可持续设计课程英文名为“Integrated Design of Sustainable Engineering Systems”,是英国纽卡斯尔大学土木工程学科的必修课程。课程共分三个阶段,时间涵盖大一至大三,根据学生所掌握的具体知识情况每个阶段侧重点也有所不同。三年的总学分(英国 ECTS Credits)40分,是分量非常重的一门课程(一般来说一门重要核心课程的 ECTS 学分为 5~10 分)。该课程分为授课讲解和指导下的独立学习两种教学模式,并且互相融合。

(一) 工程系统的全过程可持续设计:阶段一

该阶段课程为大一新生的综合设计课程,共包含 300 个学生学时(包括课外学习时间)。主要教学目标是加深学生对于工程结构设计理念的了解,以及提高学生对人类工程行为下的环境影响的认知度;学生通过该阶段的学习可以掌握结构概念设计与分析中的交流技巧,熟悉资源循环与全寿命的设计理念,了解土木工程师在可持续发展以及气候变化挑战中所扮演的角色。在此基础上,将对上述挑战问题的思考体现在一个具体而又简单的工程实例中,从而提高学生结构概念设计的能力,增强学生工程概念设计与可持续发展的关联意识,培养学生团队合作的能力,以及文献检索和科技报告写作能力。

该阶段课程设计采用教学为主、实践为辅的方法,分为若干教学和实践环节。首先向学生讲授规划与设计的基本知识、实际工程中团队的合作模式、资源的调动与分配,建立“全系统”的设计理念。随后进一步讲述可持续系统的若干主题,包括可持续发展的三大支柱、系统工程在工程中的兴起、全寿命设计理念、反馈循环以及相关法律知识。在学生掌握了基本系统和可持续发展理念之后,针对具体一个案例(通常是一个城市社区),以团队的形式研究该区域建设资源的分布,并对其基础建设、水资源、能源以及交通运输能力进行评估,着重培养学生的团队合作领导能力、团队沟通技巧、健康与安全以及风险评估能力。最后通过布置一组桁架设计任务,一方面要求学生结合所学专业进行桁架设计;另一方面要求设计作品需体现学生对可持续发展和环境的思考(包括材料选择、能源节约、施工方法等)。在此过程将着力培养学生的绘图能力,要求学生掌握基本绘图软件,并初步掌握建筑信息模型(BIM)的基本概念与设计方法。

该阶段课程设计的考核方式包括个人研究报告、团队研究报告、图纸以及答辩。该课程的一个亮点是需要学生准备应对客户的模拟答辩会,学生要在业主、工程师、政府部门以及其他同行的面前,充分展示其调研结果与设计方案的合理性和竞争力。通过该阶段的训练可以使学生充分了解工程师的使命与能力需求,为下一阶段的学习打下重要基础。

(二) 工程系统的全过程可持续设计:阶段二

该阶段课程为大二学生的综合设计课程,共包含 300 个学生学时。主要教学目标是通过对一个更加具体的案例进一步培养学生的分析和设计能力,重点帮助学生掌握初步规划与设计、方案比选等技巧。同时进一步培育学生可持续发展的设计理念,着重于材料的选取、施工方案的确立、经济性评估、风险管理、可恢复性能评估、全寿命造价以及废弃物管理等知识的讲解。此阶段虽然主要培养学生的方案起草和设计能力,但还应着重帮助学生建立综合设计与评估的理念,以及培养学生解决可持续发展相关问题的能力,使学生掌握项目初期规划、选址、地址勘探、基础设计、结构设计、交通规划、材料选取、环境政策等方面的核心知识,进一步培养学生的分析、设计、表达、绘图等能力。

和第一阶段类似,此阶段课程设计采用教学为主、实践为辅的方法,分为若干教学和实践环节。教学部分涵盖以下内容:基础建设、交通需求、地质勘探、桥梁与隧道结构、环境影响、结构设计与施工的案例分析和可行性分析,并向学生讲解原位测试和地质勘探仪器的基本原理。其他的相关课程模块还包括:环境影响评介,可靠度、灾害与风险分析,可持续材料以及管理、气候变化与基础建设的关联。其中可持续材料重点讲解材料比选原则和制作工艺,对于前者学生重点掌握材料的强度、刚度、耐久性、比重、造价、可获得性、传热性能、可运输性、美观、施工速度以及潜在的人体或环境危害性等;对于后者学生重点掌握钢材、混凝土、木材以及新兴材料的基本特性、制作工艺和应用范围。在教学环节的最后,进一步提升学生对可持续发展与工程经济理论的认识,课程包括融资选择、成本效益分析、碳足迹成本分析、可持续发展规程以及废弃物循环分析。

在上述课程学习的基础上,学生需要完成一个综合案例分析,分析对象为英国境内的一个重点基础设施(例如重要建筑、桥梁、隧道等)。案例分析报告需要体现对以下问题的深入思考:交通运输需求、方案评选过程详述、环境影响分析、可持续性分析、融资以及其他经济因素分析。在完成上述分析评估的基础上再完成该项目的初步主体设计。在阶段一(大一课程)的基础上,学生应进一步掌握专业的绘图技巧,具有熟练应用三维绘图与渲染软件 SketchUp,并将手绘图转化为专业制图的能力。通过邀请企业一线工程师来校指导,帮助学生进一步学习基于建筑信息模型(BIM)的设计方法。该阶段课程设计的考核方式包括在线笔试、日志记录存档、研究报告、图纸绘制、视频制作和答辩。其中日志记录存档是一种比较新颖且有效的考核方式,每一份日志需要详细记录学生在整个项目进行过程中的活动,包括会议记录、团队讨论情况、任务分配与管理记录、方案分析记录、手绘草稿、健康与安全记录、现场调研记录、文献考察分析以及个人见解等。

(三) 工程系统的全过程可持续设计:阶段三

该阶段课程为大三学生的综合设计课程,共包含 200 个学生学时。该阶段课程重点培养学生的实战能力,主要教学目标是训练学生专业团队的合作能力,并且明确自身的主攻方向(类似于专业方向选择,包括建筑、结构、地下、交通、测量、给排水等)。学生通过此阶段的训练可以提高自身在多方合作情况下拥有敏锐的目光和成熟的方案决策能力,能够与项目中不同的合作方积极对话与合作,学习团队领袖所必要的技能。同时学生需要有提出不同方案(包括替代方案)的能力,并且能够通过不同的手段和技巧来对最终方案进行辨析。最后需要学生强化可持续发展的设计理念,了解在社区与城市建设中融资和可持续发展的矛盾。

和第一阶段与第二阶段显著不同的是,第三阶段课程设计采用实践为主、教学为辅的方法,安排较少部分的课堂教学,增加更多的重点实践环节,教师与学生互动增强。整个阶段的学习围绕一个单一的工程项目展开。其中有个项目是纽卡斯尔市科学技术中心的一个真实项目。该项目分为规划与建筑方案设计和工程设计两期。其中第一期主要由建筑学院的学生完成,针对科学技术中心项目提出约 20 组规划与设计方案,土木工程学科的学生主要参与后期的评选,最终由评委教师和学生共同评选,选出三组方案晋级第二期的工程设计,并移交土木工程学科的学生(共约 60 人)来主导。土木工程学科的学生根据这三个建筑方案分为三个竞争“公司”,每个“公司”约 20 人左右,分设“建筑部门”“结构部门”“地质与基础部门”“测绘部门”“交通规划部门”和“给排水与暖通部门”。教学中根据不同方向分小班上课,每一个方向有一位指导教师,负责向学生讲解该方向必要的理论与工程知识,同时解答学生团队的疑惑。

该阶段课程设计的考核方式包括墙报、图纸与日志、项目大报告和最终答辩。其中项目大报告需要进行整体考核以及分方向考核。整体考核主要围绕不同部门之间的衔接合作、可持续发展理

念的融合、环境与社会影响报告等方面进行评估;方向考核主要从专业的角度考察设计的正确性与合理性。以结构方向为例,学生的专业报告至少需要包括结构选型、初步设计、荷载分析、构件计算、体系计算、施工组织等内容。在大报告提交后三个“公司”团队会进行“客户”见面答辩会,最终对三家竞争公司进行评估和排名。通过此阶段的培养,学生能基本掌握一个典型项目的进展流程和所需的专业知识,为毕业后的实际工作打下坚实的基础。

二、与国内全过程课程设计的对比与思考

(一)国内全过程课程设计典型案例

为了使学生接受作为工程师所应有的系统训练,同济大学土木工程学院于2017年启动了建筑工程全过程课程设计。该课程作为土木工程专业建筑工程方向课群组必修的一门实践课程,是同济大学高等工程教育教学的重要组成部分。该课程分成五个模块:建筑方案设计、混凝土结构设计、钢结构设计、施工组织设计和工程造价课程。培养目标主要是:了解建筑设计规范;了解建筑方案设计的意图和个别细部构造详图设计;了解建筑设计图纸的表达方法及达到的施工图深度;熟悉混凝土结构、砌体结构和钢结构相关设计规范;掌握结构体系和结构选型;掌握结构布置的一般原则;掌握利用结构力学求解内力,以及利用PKPM软件和3D3S软件进行校核的方法;掌握构件截面设计、节点设计及相关的构造措施;掌握基础选型及基础设计;熟悉结构施工图的绘制及出图深度;掌握建筑工程施工组织设计的基本原理;掌握各分部分项工程的施工技术方案和方法;掌握进度计划编制的基本方法;掌握施工平面图的设计方法;熟悉有关施工组织设计的软件应用;了解建筑施工新技术、新工艺、新材料的发展与应用;掌握建筑工程造价的基本应用,利用工程造价的相关计算进行结构方案的对比分析。

上述全过程设计可实现对学生的系统化训练,使其能够从应用基本理论知识解决工程实际问题的过程中体会到理论联系实际的重要性,巩固学生基本力学及结构概念等相关知识,提高计算分析与工程设计和制图能力,提高对计算机及相关结构软件的应用能力,培养学生处理实际问题的能力。同时要求学生通过相关专业规范和设计手册的学习,掌握资料查询、归类、综合等基本方法,提高自学能力,培养学生对工程的责任感。该课程的考核方式包括学生平时表现、计算书和设计图纸,并且提交成果时有质疑环节或答辩环节,以考查学生的完成情况与参与度。

(二)对比与思考

通过分别对比英国和中国两个典型的全过程课程设计案例,不难发现两者课程设计在内容上既有相通之处,又有较为明显的差异,这和客观国情以及课群设置有相当大的关系。中国目前还处于全面建设时期,工程需求量大,因此全过程课程设计偏向于对学生工程基本功的培养,学生对建筑结构这一方面内容的工程实践有非常深入的了解,对建筑方案设计、混凝土结构设计、钢结构设计、施工组织设计和工程造价的相关知识以及相互关联有较为系统的把握。反之,英国的土木工程行业处于相对的稳定期,而且该国的环境保护政策相当严苛,因此任何一个工程项目都会经历系统的环境影响和可持续发展评估。鉴于此,英国纽卡斯尔大学土木工程全过程课程设计的培养重点,除了土木工程设计专业知识以外,还将一大部分时间放在了可持续观念的养成上,这对学生日后进入英国咨询公司应对客户和政府的多方面需求,以及在专业认证程序上^[4]的训练起到了很好的作用。另外,英国土木工程专业本科教育一般包含结构、地下、交通、测量、建筑环境、水资源等内容,和中国土木工程一级学科的范围有较大的不同,因此全过程课程设计的涉及范围也不尽相同。

在培养方式上,英国和中国全过程课程设计案例均着重培养学生的方案提出能力、概念设计能

力、团队合作与沟通能力、设计与绘图能力以及方案推广技巧。英国全过程课程设计案例的特点是“范围广”,其优点是将学生置身于真实的企业环境中,学生对将来要面对的任务、团队、客户甚至对手均有较为直观的了解,学生学习热情高、兴趣浓厚。但是一个潜在的缺点是学生对某些核心专业知识(例如结构设计)的掌握可能不足。而中国全过程课程设计的特点是“范围小,深度大”,学生能集中掌握非常扎实的工程设计知识,在规范的使用、建筑方案与结构设计的关联,直到后期的施工与造价等方面均受到相当程度的训练。但是潜在的缺点是该课程对构建学生除建筑设计以外的知识体系作用有限,学生很容易误解,认为一个整体课程设计只是由以前单独的专业课程设计融合而成的。除此以外,中国课程设计教学的真实还原度还不够,学生对除建筑结构以外的其他重要团队不清楚,难以有效地和其他团队沟通。因此,适当引入建筑结构与其他工程团队的合作环节对培养学生综合职业素养有积极作用。此外,还有一个值得关注的问题是,中国的全过程课程设计对学生可持续发展设计理念的灌输严重不足,学生将可能无法适应未来20年所面临的全球工程行业的变化与挑战。另外,对目前先进的设计方法(例如BIM技术^[5])的授课明显不足,这可能造成学生所学的理论与设计知识无法跟上行业的飞速发展。在时间跨度上,中国全过程课程设计通常安排在专业课之后的一个学期或者一年,而之前背景知识的讲授和团队合作意识的培养可能不够。英国的三年阶段全过程课程设计的模式值得我们借鉴。

三、结语

全过程课程设计是工程教育模式的重要创新,对培养学生解决工程实际问题的综合能力,以及培养面向未来的卓越工程师有着积极的推动作用。国外先进的教学方式和理念对中国全过程课程设计培养模式的发展和完善具有很好的借鉴意义。在完善课程体系建设的过程中,需要结合国情,放眼全球工程教育,紧跟专业和行业发展趋势,努力提高学生的专业水平、综合素质和国际竞争力。

参考文献:

- [1] 杨蓉, 郑平卫, 叶勇军. 基于全过程管理的课程设计考核体系研究[J]. 中国地质教育, 2016, 25(1): 59-61.
- [2] 李天星. 国内外可持续发展指标体系研究进展[J]. 生态环境学报, 2013, 22(6): 1085-1092.
- [3] 兰爽, 董世成, 马丽心, 宫运启. 工业工程专业课程设计的改革与创新[J]. 价值工程, 2014, 33(3): 236-237.
- [4] 江学良, 胡习兵, 陈伯望, 范云蕾. 专业认证背景下土木工程专业人才培养体系探索与实践[J]. 高等建筑教育, 2015, 24(1): 29-35.
- [5] 齐岳, 张俊华, 赵文军. 结合BIM技术的房屋建筑学课程改革探讨[J]. 高等建筑教育, 2014, 23(6): 147-149.

Practice and reflection on whole process of curriculum design of civil engineering in UK

FANG Cheng, WANG Wei

(School of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, P. R. China)

Abstract: This paper presents a detailed discussion on the foster scheme and education ideology of the “Integrated Design of Sustainable Engineering Systems” module developed at Newcastle University, UK. By comparing with a typical integrated design module carried out in China, the differences in module aim, content, and assessment strategy are discussed in detail. Some suggestions are finally proposed to facilitate the development and improvement of our integrated design courses in China.

Key words: civil engineering; whole process of curriculum design; UK education; foster scheme; education ideology

(责任编辑 王 宣)