

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.01.015

欢迎按以下格式引用:王达诠,陈朝晖.面向工程教育认证的结构力学课程混合式教学设计[J].高等建筑教育,2020,29(1):110-118.

# 面向工程教育认证的 结构力学课程混合式教学设计

王达诠,陈朝晖

(重庆大学 土木工程学院,重庆 400045)

**摘要:**工程教育认证是在新时代工程教育同国际接轨的背景下提出来的,其“学生中心、成果导向、持续改进”的理念对指导现代工程教育、培养兼具技术能力和非技术能力的工程人才具有重要意义。重庆大学土木工程学院结构力学课程组根据成果导向的要求,从学习者的建构主义认知发展规律出发,分析结构力学课程的内容特点及其在人才培养体系中的地位,逆向设计结构力学课程的混合式教学模式,将传授式教学、在线学习、任务导向式教学、对话框架等教学方法和工具用于结构力学课程混合式教学。同时在教学设计时注重引入实际工程,培养学生解决复杂工程问题的能力,达到课程目标所对应的工程教育认证毕业要求。

**关键词:**工程教育认证;混合式教学;结构力学;课程教学

**中图分类号:**G642.0;TU311

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2020)01-0110-09

## 一、工程教育认证对结构力学课程教学的新要求

### (一)工程教育认证情况简介

2016年中国加入《华盛顿协议》,成为正式缔约成员,标志着中国工程教育认证的标准、政策和程序同国际接轨,即通过中国工程教育认证的工程类专业将被其他缔约国认可,其毕业生的学术能力、工程实践能力亦被全体缔约国承认。截至2018年,教育部高等教育教学评估中心和中国工程教育专业

修回日期:2019-10-08

**基金项目:**中国高等教育学会“十三五”高等教育科学研究重大攻关课题“‘互联网+’课程——在线开放课程群建设的创新与实践”(16ZG004-21);教育部在线教育研究中心2017年度结构力学课程混合式教学试点项目;2017重庆市高等教育教学改革研究项目“‘互联网+’背景下高校在线课程建设与应用的研究”(17201);重庆大学“研究性学习”重点研究专项“以‘研究性学习’为导向的翻转课堂教学范式研究”(2018D03)

**作者简介:**王达诠(1977—),男,重庆大学土木工程学院讲师,主要从事结构力学、有限元法等课程教学及研究工作,(E-mail)wwwdq@yeah.net。

认证协会共认证了全国 800 余个工科专业<sup>[1]</sup>。

《工程教育认证通用标准解读及使用指南》<sup>[2]</sup>从学生、培养目标、课程体系等七个方面对标准进行了阐述,确立了工程教育认证以学生为中心的基本宗旨,以成果为导向的核心要求,以持续改进为要点的工作机制<sup>[3]</sup>。该标准通过明确的条款和考核指标对新时代中国工程教育发展的方向进行了路线规划。工程教育认证与“卓越工程师教育培养计划”“新工科”建设等宏观高等工程教育教学改革项目形成相互交融、相互促进的良性关系<sup>[4]</sup>。

## (二) 结构力学课程在土木工程专业课程体系中的地位及课程特点

结构力学课程是土木工程专业课程体系中最重要课程之一,与理论力学、材料力学并称该专业的三大力学课程,是专业学生必修的专业基础课,是学生学术能力的“基建课”,在专业课程体系起着联系高等数学、线性代数等先修基础课,以及联系混凝土结构设计原理、钢结构设计原理、结构抗震等后续专业课程的桥梁和纽带作用。

结构力学课程特点之一是该课程为力学理论课,主要任务是在理论力学和材料力学课程分别对刚体体系机械运动规律和单根杆件受力变形特性进行研究之后,进一步引导学生深入剖析由多杆件构成的结构体系在受力、变形上的特点等力学问题。该课程要求学生应掌握基本力学概念、原理和方法,这也从一个侧面体现了该课程是数学及力学分析方法在土木工程中的应用延续这一重要理念。结构力学课程特点之二是紧贴工程实际。该课程所涉及的梁、刚架、拱、桁架、组合结构等是工程中大量采用的结构形成。综上,结构力学课程既是理论的延续,又与工程紧密结合。

此外,结构力学课程在内容设置上,具有理工科课程的普遍特点,即层层递进、逐步深入。学生如果在前期学习中有疑惑没有得到及时解决,将影响后续的学习。

## (三) 对标工程教育认证结构力学课程教学需解决的主要问题

工程教育认证根据成果导向理念所提出的毕业要求,是指学生通过高等工程教育后,除了能够满足社会对其技术性能力(如专业知识、分析设计等)的要求外,还应具备相当的非技术性能力,如工程与社会的协调、职业规范的执行、个人和团队的沟通等能力<sup>[3]</sup>。工程教育认证标准是以学生全方位个人素质培养为基本出发点,围绕学生能力提升和终生发展,结合社会对工程人才的实际需求而制定的一套人才培养标准。

围绕学生能力和素质的培养这一中心,高校可进行课程体系的逆向设计和改革。逆向设计流程可简述为:毕业要求→培养目标→课程教学目标→知识点目标→教学方式、考核办法、评价方案等(箭头代表决定)。该流程的反向过程则代表逐级支撑,以最终达成毕业要求。

重庆大学土木工程学院结构力学课程组基于逆向设计思路,结合结构力学课程特点,梳理了该课程对标工程教育认证需解决的四个主要问题:教学目标应对标工程教育认证中哪些具体的毕业要求?如何在教学中体现对学生技术能力和非技术能力的培养要求?怎样围绕学生学习的认知规律进行合理的教学设计?怎样持续改进和优化教学,使之更符合工程教育认证要求?

以下对教学设计的阐述将围绕解决这些问题的可行办法展开。

# 二、结构力学课程混合式教学模式设计

## (一) 选择混合式教学模式的原因

混合式教学模式主要是指将线上的 MOOC 或 SPOC 同课堂教学相结合的一种教学模式,强调学生

在学习中的主体地位的同时,重视教师在教学中的主导作用。通过对教学环节中时间、技术、资源、环境和活动的合理组织,取得最优的教学效果<sup>[5]</sup>。只要是能够促进学生进行有意义学习的各种教学方法和手段,均可在混合式教学中进行适当的应用。混合式教学模式可以采取翻转课堂、问题导向式教学、任务导向式教学、探究式教学等形式多样的教学方法,提升学生与教师、助教以及学生彼此间的交互水平,从而使学习者在多方交流和多渠道刺激的环境里,将教学内容中的信息同其脑海里的已有知识体系建立更为牢固的联系,完成以新知识内化为目标的有意义学习,并最终实现教学目标。

在具体实施中,混合式教学模式强调学生作为教学主体的地位,教学设计围绕学生来进行,并尽可能多地让学生之间相互协作,以期发挥同伴互助学习在促进知识掌握过程中事半功倍的作用。教师在教学过程中的角色为帮助学生解决问题和避免错误的引导者;而学生则成为问题解决方案的探索者,以及知识、经验的主动积累者。这样的学习更接近发现式学习,其特点是学习者被置于超乎其知识能力水平的困难中,但又必须解决此困难,于是学习者需要动用其已有知识储备对困难进行研判,将难题进行抽象和解构,分解为可被学习者现有知识解决的诸多小问题。但在此过程中可能因为抽象和解构得不合理,而导致困难解决失败,所以这一过程是反复的,容许试错的。学习者在试错过程中不断积累经验 and 吸取教训,最终找到正确的解决办法。在反复的过程中,学习者将探索中得到的新知识逐渐内化,纳入其已有的知识体系,最终完成对新知识的掌握。这一过程更贴近人类认知活动的基本规律。著名哲学家、教育学家,建构主义知识论的主要奠基者杜威提出揭示科学、发现逻辑和认知活动的“思维五步法”,即思维起于“疑难境地、问题识别、大胆假设、严谨推理、细心求证”<sup>[6]</sup>。

综上所述,混合式教学模式在认知规律、个性化教学、交互水平、教学方法选择的灵活性等方面,都与工程教育认证的要求相契合。

## (二) 教学目标所对应的毕业要求

根据前述结构力学课程特点,以及该课程在培养方案中的重要地位,课程组将毕业要求中有关数学和力学理论基础,并带有一定工程实践性质的条款,确定为主要对标目标。

结构力学课程内容通常分为基础部分和专题部分。简要来说,基础部分课程目标包括:

(1) 学生能根据实际工程较准确地确定结构的计算简图;学生能够准确分析和判定平面杆件体系的几何组成性质。

(2) 学生能够准确计算不同类型结构的内力,确定结构中内力的分布和传递规律。

(3) 学生能够准确计算结构中给定截面的位移,理解结构刚度同变形和位移间的关系。

(4) 学生能够使用静力法或机动法准确绘出静定结构的影响线,并利用影响线确定最不利荷载位置和包络图的大致形状。

(5) 学生具有对不同类型结构进行比较分析及综合应用的能力,例如合理选择力法、位移法、力矩分配法等超静定解法快速解出不同种类的超静定结构内力。

专题部分的课程目标包括:

(1) 学生具备分析单自由度和简单多自由度动力体系自由振动和强迫振动时内力与变形特征的能力。

(2) 学生能够对简单的压杆屈曲失稳问题进行分析。

(3) 学生能够应用矩阵数学知识和位移法知识理解矩阵位移法,并用矩阵位移法计算结构内力(重庆大学土木工程学院将矩阵位移法纳入结构分析中的有限元法课程)。

(4)学生具有不同方法的比较分析及综合应用能力,例如对给定动力体系优选刚度法或柔度法进行分析。

专题部分的学习需要在基础部分完成之后,因为专题部分的学习需要以基2和基3(代表基础部分课程目标2和3,下同)两个目标的达成为前提。

根据以上分析,课程组将结构力学课程目标同毕业要求进行对标,具体情况见表1和表2。

表1 结构力学基础部分课程目标与毕业要求的对标情况

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
工程知识:具有数学、自然科学、土木工程专业基础知识,并能用于解决土木工程专业中的复杂工程问题	能够应用数学、自然科学、土木工程学科的语言表述和解释复杂工程问题(H)	基1、基2、基3、基4
	能够将相关知识用于推演、分析复杂工程问题(H)	基1、基2、基3、基4
	能够将相关知识用于复杂工程问题解决方案的比较与综合(M)	基5
问题分析:能够应用数学、自然科学原理、土木工程专业基础及专业知识,结合文献研究,正确识别、表达和分析土木工程专业中的复杂工程问题,获得合理结论	能应用相关科学原理和数学模型方法,对分解后的问题进行表达(H)	基2、基3、基4

注:H代表课程目标对指标点形成强支撑;M代表形成中等支撑

表2 结构力学专题部分课程目标与毕业要求的对标情况

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
工程知识:具有数学、自然科学、土木工程专业基础和专业知识,并能用于解决土木工程专业中的复杂工程问题	能够应用数学、自然科学、土木工程学科的语言表述和解释复杂工程问题(H)	专1、专2、专3
	能够将相关知识用于推演、分析复杂工程问题(H)	专1、专2、专3
	能够将相关知识用于复杂工程问题解决方案的比较与综合(M)	专4
问题分析:能够应用数学、自然科学原理、土木工程专业基础知识,结合文献研究,正确识别、表达和分析土木工程专业中的复杂工程问题,获得合理结论	能应用相关科学原理和数学模型方法,对分解后的问题进行表达(H)	专1、专2、专3

注:H代表课程目标对指标点形成强支撑;M代表形成中等支撑

### (三) 通过混合式教学模式提升学生的技术能力和非技术能力

在结构力学课程教学中,各参与方的主要精力都投入到学生技术能力的提升上,这是由该课程为力学理论课的性质决定的。结构力学课程传统课堂讲授的主要任务是完成各种概念、原理和方法的阐释,而这仍然是结构力学课程混合式教学的主要内容。随着在线教学的引入,学生可以更加自主地进行学习。但是值得明确的是传统课堂讲授式教学及其所对应的接受式学习具有标准的流程和规范的可操作性,讲授式教学内容精练、条理清晰、逻辑严密、示范性强,其教学效率很高,在一

对多的教学环境中,在课时压缩与课程内容不减少的现实矛盾下,讲授式教学仍有其存在价值。为此,课程组在学生技术能力的培养上,采取以讲授式教学为主、辅以学生自主在线学习的混合式教学模式。在线学习时,学生可以通过面对面交流、在线及时交流和讨论区交流等多种方式,与教师、助教和其他同学沟通,以弥补单一讲授式教学在互动上的不足。对技术能力目标达成度的考核,采取线下和线上的混合模式。线下测试包括竞赛(或期中考试)和期末考试,而线上测试则包括随教学进度安排的5次阶段测试和1次期末测试。

对非技术能力的培养,课程组主要采取任务导向式教学方法,让学生在小组协作中达到技术能力培养要求的同时,得到非技术能力的训练。其具体流程分为课前、课中和课后三个阶段,课前:学生按照任务书要求,通过小组协作完成教师指定的任务,并准备任务课上的总结发言;课中:各小组展示结果,并对教师和其他小组的质疑进行答辩,或组织讨论;课后:教师和助教根据学生表现情况,按照任务书所述评分标准,对学生表现进行打分,同时总结该次任务开展情况,并提供参考答案。2016年3月以来课程组对重庆大学土木工程学院数届本科生混合式教学试点班进行多次问卷调查,学生们普遍反映小组任务能够有效提升团队协作、与人沟通、口头表达、资料收集与采信摒弃等非技术能力。表3摘录了2014级卓越工程师班问卷调查的部分典型问题。

表3 2014级卓越工程师班问卷调查典型问题摘录

问卷问题	认同人数比/%
1. 混合教学使你与老师或同学间的交流有一定提升或提升很多	80
2. 相比传统课堂,教师的反馈速度得到提升	82
3. 你的自学能力得到了提升	88
4. 你的交流协作能力得到了提升	78
5. 你不排斥混合式教学	78
6. 你喜欢开放性、探讨型问题主导实际应用型任务	64

#### (四) 混合式教学单元的设计

设计结构力学课程混合式教学单元之前,课程组按照布鲁姆认知领域六层次学习目标,对结构力学课程全部知识点进行了梳理,发现多数单一知识点的教学目标基本对应的是中低级认知,即记忆、理解和应用。而对应分析、评价和创造这三类中高级认知的教学目标(如前述基5和专4),则往往需要学生在具备一定中低级认知的前提下,综合应用多个知识点来训练达成。

为此,课程组将典型的结构力学课程混合式教学单元的设计理念确定为“筑牢基础,兼顾上层”。所谓“筑牢基础”,是指通过课堂上的讲授式教学和线上同进度的自学,强化学生在概念识记、原理剖析、方法应用、计算准确等技术能力培养层面的训练,巩固其中低级认知基础;而“兼顾上层”则是指采用任务导向式教学,达成中高级认知教学目标,即按“思维五步法”遵从的认知规律,设置层层递进的任务问题,引导学生完成从复杂工程问题中提炼的任务。

表1和表2所示的毕业要求及其指标点中反复提到的“复杂工程问题”,《华盛顿协议》定义为非常规的、无法用既有技术方案解决的、需要从基本工程原理出发进行分析的工程问题,同时这样的问题还常常是跨学科,甚至与技术范畴之外的多因素相关的。“复杂工程问题”的内涵广于“复杂技术问题”,前者不仅仅具有工程系统自身在其生命周期中所产出的技术上的“复杂”性,更包含与之相关的社会、经济、人文、艺术等多方面的需求和矛盾<sup>[7]</sup>。现代社会实际工程的复杂问题越来越

多,可以说工程教育认证也正是基于社会对解决复杂工程问题的人才需求,逆向设计了诸多与之相应的毕业要求。

对标这一毕业要求,课程组在 MOOC 资源建设以及混合式教学任务设计时,尽可能地引入实际工程案例。例如,在 MOOC 建设时,课程组邀请两位院士和两位专家录制讲座,对他们专精的钢结构稳定、结构抗震、地基基础工程、结构风工程等四个领域,介绍结构力学在工程建设中发挥的作用。下面以教学单元“静定拱的分析”为例,具体说明一个混合式教学单元的设计。

第一步,明确前置知识。课程组将第一章绪论中结构计算简图的抽取、第二章几何组成分析,以及第三章计算简支斜梁的相当梁法和三铰刚架的解法,作为学生完成各章线上自学的前置知识点,在任务书中要求学生预先复习。前置知识的学习主要采用传统课堂教学与线上自学,并辅以线上测试的方式进行。

第二步,规划任务。该教学单元划分两个子任务。子任务一:学生根据教材、MOOC 资源,完成对第四章的自学,预备讨论课教师对每个学生的小测提问。这一环节类似翻转课堂,其中小测问题包括对学生跨章节知识点应用(如相当梁法)的测试。子任务二:要求学生根据任务书所给的中国古代联拱桥实例,寻求三个递进难题的解答,问题分别是:

(1)为何中国北方多厚墩桥而南方多薄墩桥?两者的计算简图如何?

(2)为何中国古代联拱桥多数为奇数孔桥(以卢沟桥、放生桥为例引入,并提示学生从几何组成规律等方面解释原因)?

(3)桂林花桥是现存罕见的偶数跨薄墩联拱桥之一,试从计算简图和几何组成规律等角度解释其能稳定存在数百年的原因。

第三步,发布任务。在讨论课前一周向学生发布上述两个子任务,任务一要求以学生独立自学为主,但亦鼓励与他人沟通交流。任务二则为小组协作完成。小组成员严格按照教师公布的组内岗位职责,履行各自职责并接受其他组员监督。学生小组内设置组长、记录员、统计员、监督员、发言人五个岗位,前三者为固定岗位,后两者随教学单元不同由教师随机指定。

第四步,组织讨论课。讨论课上先完成子任务一的小测,以了解学生的自学情况。然后进行子任务二的难题解答讨论,先由各小组发言人进行三个难题解答的汇报发言。之后各小组之间相互质证,并对其他小组进行评分。教师对发言和质证环节进行简评,如还有较充足的时间,可再提出诸如“分析三跨薄墩联拱桥简图成为几何可变的几何尺寸关系”等引申问题引导学生思考讨论。

第五步,进行评价。对子任务一,教师直接按小测情况评分。对子任务二,教师和助教根据小组间的互评成绩和教师对小组的评分,求得小组得分,再加上每位学生在组内的贡献成绩(由组长、监督员打分,教师和助教则根据记录员上交的、在小组内公示通过的任务记录报告,对打分进行核实)得到每位学生子任务二的成绩。最后教师公布学生此次任务的综合成绩(两个子任务成绩之和)和参考答案。

在对学生实施上述混合式教学后,课程组惊喜地发现,在教师的引导下,学生小组不单能灵活应用诸如虚铰变换为实铰、刚片等效代换为链杆、零载法等多种方法,分析有一定难度的超三跨联拱桥的几何组成性质,还在回答“为何中国古代联拱桥多数为奇数孔桥?”这一问题时,从结构力学、水力学、气候学、航运学,甚至风水学等多角度给出了合理的解释。这充分说明混合式教学单元的设计兼顾了新旧知识点的综合应用,而且对训练学生解决复杂工程问题的能力具有积极的作用。

有关课程组在实施混合式教学过程中所参照的建构主义认知发展心理学原理、混合式教学方案设计法、教学效果分析等更详细的内容,请查阅文献[8],这里不再赘述。

### (五) 混合式教学模式的持续改进和优化

如前所述,课程组在对标毕业要求时,选择混合式教学作为主要教学模式,这必然涉及由前期教学效果反馈带来的后续优化。对混合式教学模式的优化,借鉴 Laurillard 在文献[9]中提出的对话框架(Conversational Framework)来实施,其基本模型如图1所示。

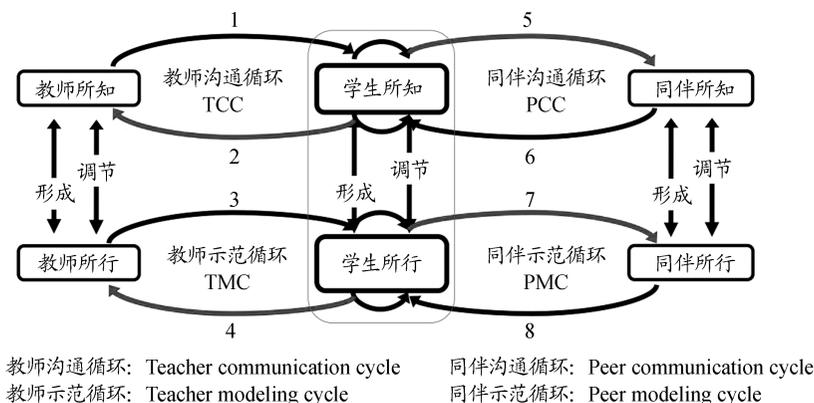


图1 Laurillard 对话框架基本模型

其中,(1)代表教师向学生讲解知识;(2,1)代表学生将自己的问题或观点向教师提出,教师适时反馈,从而帮助学生调整和修正对知识的理解;(3)代表教师进行示范,为学生创造开展实践的机会和环境,或引导学生开展实践;(4,3)代表学生开展实践,引发来自教师或者教师创建的学习环境的直接反馈,从而使学生调整自身的行动;(5,6)代表学生向同伴表达自己的观点,并从同伴处获得反馈,进而调整和修正自己的认识;(6)代表学生获取同伴所掌握的知识,从而调整自身所掌握的知识;(7)代表学生和同伴分享实践产出;(8)代表学生通过观察、借鉴同伴的行动,学习同伴的方法,调整自身行动。

该对话框架用四类循环归纳了学生在混合式教学中习得、探究、实践(或练习)、制作、讨论、合作等六类常见的学习活动。同时该对话框架也可辅助教师了解自己所设计的混合式教学方案采用的循环是否恰当;或者通过对某些循环的重复和迭代来加强特定教学环节,以达到更佳的教学效果。需要说明的是,在一个教学单元中并非一定要包含对话框架基本模型中的所有循环,而且这些循环也没有固定的次序。如何使用这一框架,完全取决于达成课程目标需要学生开展哪些学习活动。

例如,课程组在初次实施“力法的基本原理”这一单元的翻转式教学时发现,如果将新知识的自学任务完全交由学生自学,再让他们在讨论课时讲解自学内容,会出现术语失范、逻辑混乱等问题。课程组与学生交流后发现,学生并非不能理解知识点原理,而是作为初学者要准确地口头重述还存在困难。为此,课程组在学生自学前增加(3)教师示范环节,由教师示范讲解应重点把握哪些概念和关键点,以及如何理顺因果关系。

### (六) 混合式教学与传统教学的效果比对

对混合式教学试点班学生的成绩评价,仍然遵从前述教学设计,即综合成绩中体现基本技术能力培养的考核环节占比为80%,而体现中高阶认知能力培养和非技术能力训练的环节占比为20%。

具体来说,与传统讲授式教学班相比,试点班和传统班期末笔试成绩考试成绩均占 60%,平时作业考核亦占 10%,试点班只将传统班期中测试成绩所占的 20%调整为任务环节成绩的占比,将传统班考勤所占的 10%调整为线上学习和测试成绩的占比。

在对数届试点班和传统班的对比中发现,采用混合式教学能够有效提升成绩中等及其偏上学生的综合成绩,但对前置课程学习困难的学生来说效果仍有限。图 2 是 2014 级卓越工程师试点班和 2013 级传统教学 002 班综合成绩的比对,可见前者成绩在 80~100 分段的人数占比相对于后者显著提高。

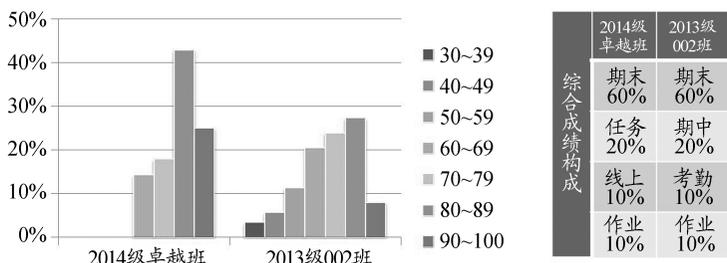


图 2 混合式教学班与传统教学班综合成绩对比

### 三、结语

工程教育认证是中国工程教育全面同国际接轨、实现国际领先的基本要求,对新时代工程教育的发展方向有指导和规划作用。工程教育认证所倡导的“学生中心、成果导向、持续改进”等理念,应切实贯彻到现代工程教育实践中。

混合式教学模式在认知规律、个性化教学、交互水平、教学方法选择的灵活性等方面,都与工程教育认证所倡导的教学理念相契合,因此在对标毕业要求的教学改革中,应采用混合式教学模式来完成课程目标。

结构力学课程兼有理论和工程属性,且以前者为重。根据该课程特点,在混合式教学中,选用讲授式教学为主、辅以在线自学的方式,以加深学生对基本概念、原理和方法的记忆和理解,加强学生中低级认知,提高学生的技术能力。此外,应通过任务导向式教学,从实际工程中提炼任务来训练学生的分析、评价等中高阶认知能力,提高对标毕业要求中学生应具备的解决复杂工程问题的能力。在进一步强化学生技术能力的同时,促进其非技术能力的提升。在教学方式的改进和优化上,选用 Laurillard 对话框架来检测混合式教学设计是否合理,并根据教学单元目标合理选用其部分或全部的循环。

重庆大学结构力学课程对标工程教育认证的教学改革,2016 年至今一直在实践中探索,虽然积累了一些经验,未来仍需要不断开拓创新。

#### 参考文献:

- [1] 吴长增. 我国高校工程教育认证现状分析[J]. 许昌学院学报, 2018, 37(10): 71-74.
- [2] 中国工程教育专业认证协会秘书处. 工程教育认证通用标准解读及使用指南(2018)[Z]. 2018.
- [3] 张丽芳, 吴瑾. 专业认证形势下土木工程专业人才培养模式改革[J]. 教育教学论坛, 2018(16): 109-110.
- [4] 刘宏伟, 苗补全, 荀勇, 等. 《华盛顿协议》下工程教育专业建设路径选择[J]. 盐城工学院学报(社会科学版), 2017, 30(3): 73-76.

- [5]李逢庆. 混合式教学的理论基础与教学设计[J]. 现代教育技术, 2016, 26(9): 18-24.
- [6]高文, 徐斌艳, 吴刚, 高文. 建构主义教育研究[M]. 北京: 教育科学出版社, 2018.
- [7]杨毅刚, 孟斌, 王伟楠. 如何破解工程教育中有关“复杂工程问题”的难点——基于企业技术创新视角[J]. 高等工程教育研究, 2017(2): 72-78.
- [8]陈朝晖, 王达淦, 陈名弟, 等. 基于知识建构与交互学习的混合式教学模式研究与实践[J]. 中国大学教学, 2018(8): 33-37.
- [9]Laurillard, D. Teaching as a Design Science: Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology[M]. New York and London: Routledge, 2012.

## Hybrid teaching design of structural mechanics oriented to China Engineering Education Accreditation

WANG Daquan, CHEN Zhaohui

(School of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

**Abstract:** China Engineering Education Accreditation (CEEA) is put forward under the background that engineering education in China in the new era is in line with international standards. Its concept of “student-centered, outcoming-based and continuously improving” education is of great significance to guiding modern engineering education and training engineers with both technical and non-technical abilities. According to the requirement of outcoming-based education (OBE), the structural mechanics course group of Civil Engineering College of Chongqing University, starts from the learner’s cognitive rules of constructivism, analyses the content characteristics of structural mechanics course and its position in the curricula system, applies backward design method to design the hybrid teaching model, and applies the teaching methods and tools such as lectures, online learning, task-oriented teaching and conversational framework. At the same time, civil engineering instances are introduced into the teaching design to cultivate students’ ability to solveing “complex engineering problems”, so as to achieve the teaching goals and meet the corresponding CEEA graduation requirements.

**Key words:** engineering education accreditation; hybrid teaching; structural mechanics; course teaching

(责任编辑 王 宣)