doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2019.04.012

**欢迎按以下格式引用:**苏原, 孙峻.基于工程教育认证理念的土木工程专业课程建设探讨[J].高等建筑教育,2019,28(4):73-78.

# 基于工程教育认证理念的土木工程专业课程建设探讨

苏　原, 孙　峻

(华中科技大学 土木工程与力学学院,湖北 武汉　430074)

**摘要:**课程建设是高校教学工作的基础建设内容,专业培养目标的实现,需要具体落实到各门课程教学中。针对土木工程专业课程内容多、涉及面广、各个知识模块之间逻辑关系差的特点,根据以学生为中心、以培养目标为导向的工程教育认证理念,从教师教学理念、专业课程体系、课程标准、教学模式等方面进行了专业课程建设的分析探讨,以供同行参考。

**关键词:**工程教育认证;OBE 理念;土木工程;专业课程;课程建设

**中图分类号:**TU-4;G642.3　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1005-2909(2019)03-0073-06

为保证土木工程专业教育质量,住建部进行了多轮的专业评估,中国土木工程专业教育目前已形成了较为完备的培养体系,培养了大批的工程技术人员,为行业近几十年的快速发展提供了有力支撑,成就有目共睹。2016 年,中国成为《华盛顿协议》正式成员国后,住建部高等教育土木工程专业评估委员会也成为中国工程教育专业认证协会的成员,在 2017 年颁布的第 6 版《全国高等学校土木工程专业评估(认证)文件》[1]中,亦按照工程教育认证的思路和要求,对前一版做了较大的调整。从专业评估到专业认证的过程说明,工程教育认证是对现有土木工程专业人才培养机制的补充和发展,更多的是教育理念的调整。工程教育专业认证注重教育产出和实际成效,即毕业生的知识、能力和素质,而学生的知识、能力和素质培养主要落实在各门课程的教学过程中,加强课程建设是实现专业培养目标和毕业要求的重要保证。目前,在课程建设中尚存在与专业培养目标脱节的现象,教学内容、教学方法与培养目标的实现缺乏必然的联系。土木工程专业是典型的传统工科专业,土木工程学科目前尚属于试验科学的范畴,许多专业理论建立在工程经验和试验总结的基础之上,土木工程各专业知识模块之间的逻辑关系不够紧密,缺乏严密的数理推导过程,导致在专业课程教学中易出现知识碎片化,更注重对专业知识的描述,而忽视了对学生专业能力培养,课程教学脱离了专业培养目标。因此,在工程教育专业认证的背景下,加强以工程教育认证理念引导下的土木工程专业课程建设尤为必要。

**修回日期:**2018-06-10

**基金项目:**湖北省教学研究项目“土木工程专业卓越工程师工程实践教育模式的探索与实践”(2016055)

**作者简介:**苏原(1964—),男,华中科技大学土木工程与力学学院副教授,博士,主要从事结构抗震与加固研究,(E-mail)331066087@qq.com。

## 一、工程教育专业认证的主要理念

工程教育认证的基本过程是:首先由申报认证的专业设定一个与学校定位和社会发展相适应、合理的培养目标,同时给出毕业要求,该毕业要求应覆盖工程教育专业认证通用标准中 12 条毕业要求[1],然后根据毕业要求设置相应的课程体系,课程能支撑毕业要求的实现,最后由各个教学环节说明对毕业要求的达成度,以证明经过学校的培养后,所有毕业生均能达到毕业要求,毕业后经过一定的时间(5 年),学生的表现确实实现了培养目标。在这一过程中,所有教学环节(含课内和课外)的最终目的均针对培养目标的实现。从性质上说,工程教育认证是一种合格性评价,而非选优评价,与专业排名无关,面向的是全体学生,即所有毕业生均应达到的最低质量要求。由此引出的相应教学理念有[2]:

### (一)以学生为中心的教育理念

教育质量评价的落脚点在于学生学习成果,即学生能力的提升,一切教育教学过程和环节均针对培养目标的实现。课程体系要成为培养标准实现的平台,教学组织和方法、教师队伍建设、教学资源配置等要有利于学生能力和素质的培养,所有教学活动都朝着达到培养标准和实现培养目标的方向努力。

### (二)以培养目标为导向

主要体现在以下环节:将培养目标落实到培养标准,将培养标准细化并分别作为课程模块目标和课程目标予以落实,学习掌握有利于实现课程目标的教学方式,以培养标准为总目标开展每门课程教学和其他教学环节。

### (三)注重教育产出和实际成效

在工程教育认证中,接受认证专业必须以举证的方式进行说明。例如,为确保每一位毕业生达到毕业要求专业做了什么,专业如何评价这些做法达到了毕业要求的预期效果。

### (四)坚持全体学生共同达标

工程教育认证坚持全体学生共同达标,即接受认证的全体学生共同达到毕业要求,需要全体学生达到的毕业要求必须落实到教学过程中。一方面课程和其他教学环节必须在实现毕业要求上具有明确的作用,另一方面必须以有效的评价机制保证每个教学环节的功用均得到发挥。

### (五)以持续改进促进质量不断提升

工程教育认证所强调的持续改进,其基本理念主要有:建立以持续改进为目标的专业教学管理制度,将常态化的教学评估和评价作为持续改进的基础,并形成相应的教学质量监控和反馈机制,专业内每位教职员工是持续改进的主体并负有责任,持续改进的成效要具体体现在学生的表现上。

## 二、基于工程教育认证理念的土木工程专业课程建设

课程是高等学校教学建设的基础,课程建设是教学基本建设的重要内容之一,课程建设的主要内容包括课程模式和教学模式建设。课程模式建设主要考虑专业特性和学生特点,按照能力培养循序渐进地构建课程体系,编制课程目标、课程内容等框架计划,建立课程标准。教学模式建设主要是指在一定的教育目标及教学理论指导下,依据学生的身心发展特点,对教学目标、教学内容、教学结构、教学手段方法、教学评价等因素进行概括,而形成相对稳定的指导教学实践的教学行为系统。大土木的背景下,中国土木工程专业教育已从专业评估转为专业认证,对土木工程课程建设已做了大量的探索。在构建课程体系方面,各高等学校普遍实行模块制,即将原来土木工程框架下各学科的基础课、专业课全部打通,把专业课分成不同模块,让学生自由选择[3]。肖桃李等[4]根据土

木工程专业的人才培养类型，为应用型高级工程技术人才定位构建了相应的课程体系。秦凤艳等[5]借鉴德国模块化教学，提出以培养专业能力为目标，把知识模块作为基本的教学构成单元，围绕土木工程专业能力的培养，建立土木工程专业模块化教学体系。郑文等[6]从教学内容的整合与优化、实践教学和考核方式的改革方面，阐述了应用型本科院校土木工程专业力学课程群建设思路，认为力学课程群的建设有利于精简课时，适应新形势下的应用型人才培养目标。高荣等[7]结合应用型本科院校土木工程专业路桥课程群的建设改革，从优化重组教学内容、改革网络平台课程资源、建设师资队伍的工程能力、培养学生专业社团建设等方面，对路桥工程课程群进行改革研究和实践。总体来看，各高校主要以《高等学校土木工程本科指导性专业规范》为基准，结合学校的实际情况构建课程体系，多聚焦于应用型工程技术人员的培养，从教学手段、教学目标、教学评价等多方面对具体课程教改进行探讨。杨扬等[8]以土木工程专业基础工程课程为例，说明了围绕课程培养目标系统开展综合改革的具体做法。戴靠山等[9]以建筑结构抗震课程为例，对基于 ABET 认证的课程档案编制进行了阐释。王小惠[10]以结构力学与其他课程的具体联系及在本科毕业设计中的应用为切入点，探讨了教学手段、教学方法的改革思路与做法等。这方面的研究，大部分均给出了具体的做法，推崇翻转课堂、互动式教学、案例式教学等教学手段，采用形成性评价方法等教学评价方式，关注知识点的教授，关注学生对知识的掌握程度。

针对土木工程专业课程的特点，加强专业课程建设的方法和措施有：

**（一）切实转变教师教学理念**

教师是课程建设的主体，教师的教学理念在很大程度上决定了课程建设的成效。所有教师应切实树立符合工程教育认证要求的教学理念，教学的关注点应由知识的传授，转为面向全体学生的课程目标（即能力的培养）的实现，同时注重学生对教学进程的反馈，不断进行自我教学评估，以持续促进教学质量的提高。教学理念的切实转变，是工程教育认证的基本要求，也是课程建设中的难点和重点，教学理念体现在教学的每一个环节中。例如，“坚持全体学生共同达标”的理念，在教学中关注的是全体学生，而不是个别的优秀学生，个别优秀学生取得的成绩（如发表论文、取得专利、获奖等），不能代表整个专业学生的水平和能力。在日常课程教学中，教师需要关注的是如何保证尽可能多的学生达到课程目标，而非优秀学生的个人表现，以体现“共同达标”的理念。“以培养目标为导向”的理念，要求教师深入思考，通过课程的学习，学生在哪些专业能力上有所提高，专业认证强调的是知识的应用能力，而非仅仅获得了哪些知识。“重视实际成效”的理念，则要求在教学过程中考虑以何种方式考查学生的学习成效，证明通过专业课程的学习，学生在专业能力上的确有所提高。“持续改进”的理念，则要求建立课程教学效果的反馈机制和渠道，实时获得学生的反馈，不断改进教学方法和手段，以提升全体学生的专业能力。按照上述工程教育认证的教育理念，全体教师应熟悉专业培养目标。为此，专业教师应充分参与专业培养目标的制定，从而知晓、了解、理解、认可和接受各项毕业要求及各指标点，并在课程教学和课程建设中以满足毕业要求为目标，紧盯目标开展各项教学工作。在这一过程中，目的在于知晓和了解培养目标及相应的毕业要求和分解的各项指标点，进一步理解指标点分解的内在逻辑关系和指标点对毕业要求的支撑作用，最终真心认可和接受各项指标点，从而将其内化为教师的教学理念，体现在教学过程中。相应地，在课程建设中，以工程教育认证的理念为指导，构建课程标准和课程教学体系。

**（二）构建符合培养目标要求的专业课程体系**

在培养计划中，专业课程承担着全面培养学生专业能力和工程素养的责任，目的是建立和提升学生对复杂工程问题的识别、表述、分析和研究能力，以及工程设计、建造和管理能力。不同学校的培养目标有差异，有的更加重视复杂工程问题的分析、研究能力的培养，有的更加关注工程建造、运

维能力的培养。相应地,可以在专业课程体系中设置不同的课程,以适应不同的培养目标。土木工程专业涉及面广,仅本专业就有建筑工程、道路桥梁工程、岩土工程等多个专业方向,建工方向的建筑工程设计、施工建造和运营管理中,还涉及建筑电气、装修、给排水、暖通等多个相关专业。显然,不可能设置所有涉及专业的相应课程,只能有所取舍,特别是在目前课堂教学时数普遍压缩的情况下,更需细化专业课程体系。针对专业培养目标,经过充分的讨论,梳理专业课程设置的基本思路,在夯实专业基础理论课程的基础上,打造精品主干专业课程,以培养学生的专业能力和素质,同时可以设置尽可能多的本专业和相关专业的选修课程,以开阔学生的知识面,使学生具有适应社会需求的能力。在专业课程的设置中,也应注意体现学校特色和社会需求,并按专业认证要求聘请行业专家对课程体系定期评估。在土木工程专业补充标准中[1],并未给出专业类课程体系,允许学校在满足专业基本要求的前提下重组专业基础类和专业类课程。也就是说,不同学校,可以采用不同的专业课程体系。现有课程体系能满足要求的,可以不作调整,也可以根据定期评估的结果作适当的补充和微调。个人认为,土木工程建工方向的主干专业课程,应包括混凝土结构设计、钢结构设计、结构抗震设计、建筑施工等课程,目的是不断深化学生对于“结构”的工程概念,培养学生对复杂结构工程问题的识别、分析能力和工程设计、建造能力。其余的专业课程,则可以根据学校特点或行业需求设置不同的专业课程,研究型高校可设置结构有限元分析等提高学生分析、研究能力的课程,应用型高校可开设一些如 BIM 技术基础等适应行业需求的课程。

在目前大土木、新工科建设的背景下,也可以采用知识地图理论[11]等方法,结合学校的专业培养目标,借鉴国内外现有的课程体系建设思路,对专业基础课程和专业课程的知识结构进行梳理,找出支撑土木工程专业必备的知识点,构建土木工程的核心专业基础平台课程体系。在此基础上,允许学生选修其他专业的相关课程,形成以土木工程为基干,其他专业为辅修的“土木工程+”的课程体系。在满足《高等学校土木工程本科指导性专业规范》教学内容的基础上,对于有重叠知识内容的课程进行重新组合,进一步减少教学时数,为选修课程争取课时。如,水平荷载作用下,结构体系的分析与计算是高层建筑结构设计的主要内容,而地震作用是最主要的水平荷载,这就造成了高层建筑结构设计和结构抗震 2 门课程的许多内容是重复的,可以将两门课整合为一门课[3]。在混凝土结构设计原理和钢结构设计原理中都有对结构设计方法的讨论,如果将其合并为结构设计原理一门课程,也可以减少重复的内容,降低对课堂教学时数的需求。

**(三)建立支撑毕业要求各项指标点的专业课程标准**

课程标准主要由课程目标和课程内容所构成,显然,按照工程教育认证的要求,课程目标应以支撑某项或某几项指标点为目的,而课程内容应能支撑课程目标的实现,毕业要求中的各项指标,最终都应落实到各门课程的内容中。在建立课程标准时,首先应根据课程特点,确定课程目标。对于土木工程的专业课程,课程目标一般是培养学生综合利用基础理论和专业知识解决某类工程问题(混凝土、钢结构的设计、建造、管理等)的能力,即通用标准中的工程知识、问题分析和工程设计等毕业要求及其分解的指标点。同时,由于专业课程往往需要专业基础理论的综合运用,土木工程专业又具有与社会联系紧密的特点,课程目标还涉及工程与社会、沟通与交流等毕业要求及其分解的指标点。对于课程内容,应根据课程目标仔细梳理,认真分析为达到课程目标(即专业能力)所需要的专业知识点,找出课程的主要基干,并以此为主线将课程内容串联,防止知识碎片化。以建筑抗震设计课程为例,课程主要目标是提供专业知识用于分析工程抗震问题及抗震结构设计能力的培养,课程内容涉及地震工程学、结构动力学、地基基础、混凝土结构、砌体结构、钢结构等多门课程,内容繁杂,而课程的主要基干就是“三水准”抗震设防目标,以此衍生出结构抗震基本设计原则和思想及相关概念,对各类结构进行抗震设计。在课程中反复强调“三水准”的概念,并体现在不同

结构抗震设计的各环节中，使课程内容串联成为一个整体，为学生建立清晰的结构抗震概念，并在这个概念指导下综合运用已学知识表述、分析工程抗震问题，以达到课程目标。

**（四）建设符合工程教育认证理念的课程教学模式**

作为指导教学实践的教学行为系统，教学模式的建设应包括课程内容、课程教学方法与手段、课程教学效果的持续改进机制和课程评价方法等多方面。根据工程教育认证的理念，课程的教学模式应保证课程教学目标的实现，从而使学生达到指标点的要求，以支撑毕业要求的达成。因此，在课程教学模式的建设中，应关注以下几方面的问题：

（1）建立课程内容与毕业要求的关联度。根据上述建立的课程标准，明确课程内容与课程目标的关联，课程的每一部分内容都应支撑一个课程目标的达成，通过各指标点，建立与毕业要求的关联。建立这种关联的目的在于，在课程每一部分的教学过程中，明确教学目标是培养学生的哪些能力，关注的是学生能力的培养，而不仅是知识的传递。

（2）建立与课程内容相适应的课程教学手段。课程内容是实现课程目标的途径。土木工程的专业课程内容大致分为两类：一是专业基本概念和基本理论，主要使学生建立相关概念和分析土木工程专业问题的基本思维方法；二是基本理论的运用，主要解决土木工程专业工程问题和各类结构体系的设计问题，其中涉及各种国家标准、规范规程的具体应用。针对不同的课程内容，采用不同的教学手段。对于基本概念采用课堂讲述的教学方法，而对于分析或设计类的问题，则可以采用基于问题、基于项目的教学方法等研究型教学方法，综合培养学生分析复杂工程问题的能力和工程设计能力。如，在建筑抗震设计课程中应充分讲清楚“三水准”、结构延性、结构抗震设计基本原则等相关概念，而对于框架结构抗震设计部分，可以采用 PBL 等研究型教学方法[12]。

（3）课程的持续改进机制。课程教学的持续改进，关键词是“持续”，这意味着改进并不仅仅限于课程完成后的评估，而是伴随着教学进程中的每一步。每一部分教学内容完成后，都有相应的教学效果反馈渠道，评估学生对知识的掌握情况和专业能力的提高效果，用于后续教学工作的改进。常用的反馈渠道有课堂提问、课堂讨论、作业、课程论文和报告等，这就需要在课程建设中，对于每一部分课程内容设有足够数量的课后作业和课后讨论议题，从中发现问题，并针对问题采取改进措施。在这一过程中需要注意的问题是，基于“面向全体学生”的教育理念，教师应更加关注学习效果欠佳学生的表现，帮助更多的学生达成课程目标。另外，“改进”的成效应体现在学生的表现上，并有材料可以证明这一点。

（4）课程评价方法。课程评价的目的是证明学生经过课程学习后，专业能力和工程素养有所提高。为此，在课程考核中，需要对试卷进行合理性分析，分析试卷能否覆盖课程内容，能否支撑课程目标的达成。如果学生考试及格，则能证明掌握了相应的课程内容，达到了课程目标，从而获得某项（或几项）指标点要求的能力，达成相关毕业要求。为全面评价学生通过课程获得的专业能力，一般可采用形成性评价方法，将学生的平时表现也纳入课程评价结果，即学生在平时作业、课程论文、课程讨论中体现出的专业能力在课程评价结果中予以反映。同时，对课程评价的最终结果进行分析并发现问题，用于下一步的改进中。如，建筑抗震设计成绩由平时成绩（40%）和考试成绩（60%）构成，平时成绩为课程论文+PBL 课程报告+作业和课堂表现，构成形成性评价。通过课堂讨论发现学生对结构延性的概念认识不清，可在课堂讲述中增加混凝土结构原理中关于混凝土构件延性内容的回顾。试卷分析中发现，个别学生计算能力不够，说明未能独立完成作业，改进措施是通过有针对性的课堂提问等方法，督促学生按时独立完成作业。以上讨论的内容，都应在课程教学大纲中有所体现，也是工程教育认证关注的重点内容。

## 三、结语

工程教育专业认证的目的,不仅仅是学生可以获得一个国际上认可的教育证书,更多的是“以评促建”,为中国经济建设提供工程技术人员储备。工程教育认证以 OBE(Outcome Based Education)理念为根本,而落实 OBE 理念,最终落脚于各门课程的教学工作中。课程是落实毕业要求达成的最后一公里,只有打通这最后一公里,方能从根本上保证 OBE 理念的落实。在专业课程建设中,转变教育理念是根本,专业课程体系是全面培养学生专业能力和素养的基础,课程标准和课程教学模式是毕业要求达成的保证。因此,在充分描述工程教育认证主要理念的基础上,根据土木工程专业课程特点,从教师教学理念、专业课程体系、课程标准和教学模式等方面对土木工程专业课程建设进行探讨,并具体给出了在土木工程专业课程建设中应关注的要点和可以采取的措施。

**参考文献:**

[1]住房和城乡建设部高等教育土木工程专业评估委员会. 全国高等学校土木工程专业评估(认证)文件[Z]. 2017.

[2]林建. 工程教育认证与工程教育改革和发展[J]. 高等工程教育研究,2015(2): 10-19.

[3]孙勇,冯竞竞,张耀军. 土木工程专业课程建设与改革的研究[J]. 教育教学论坛,2018(21):202-203.

[4]肖桃李,杜国锋,赵 航,等. 基于工程教育认证的土木工程专业课程体系的改革与实践[J]. 高教学刊,2018(20):19-22.

[5]秦凤艳,杨富莲,葛清蕴. 应用型本科高校土木工程专业模块化教学体系探索[J]. 赤峰学院学报(自然科学版),2017,33(24): 206-208.

[6]郑文,魏婧,赵湘璧,等. 应用型本科土木工程专业力学课程群模块化建设[J]. 价值工程,2017(23): 258-259.

[7]高荣,王子健. 应用型本科院校土木工程专业路桥课程群建设改革研究[J]. 高等建筑教育,2018,27(4): 67-72.

[8]杨扬,刘海苹,丁剑霆. 基于时代背景的基础工程课程综合改革探索与实践[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2017(6): 38-39.

[9]戴靠山,李卉颖,孟家瑶. 符合国际工程专业认证要求的课程档案编制方法研究——以建筑结构抗震课程为例[J]. 高等建筑教育,2017,26(6): 92-98.

[10]王小惠. 应用型人才培养目标下结构力学课程建设改革与实践[J]. 新课程研究,2017(12): 84-85.

[11]宋维举,王欣欣. 基于知识地图理论的土木工程课程建设研究[J]. 城市建设理论研究,2018(13): 164.

[12]苏原. PBL 教学法在专业课程合班教学中的应用研究[J]. 中国建设教育,2015(1):61-64.

# Curriculum construction of civil engineering specialty based on concept of engineering education certification

SU Yuan, SUN Jun

(*School of Civil Engineering & Mechanics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, P. R. .China*)

**Abstract:** Curriculum construction is the basic construction content of college teaching. The realization of professional training goals needs to be concretely implemented in various courses. The characteristics of professional courses for civil engineering are numerous of content, involve a wide range, and the logic relationship between various knowledge modules is poor. According to the concept of student-centered and training-oriented authentication of engineering education certification, this paper analyzes and discusses the construction of professional courses from the aspects of the teaching philosophy of teachers, professional curriculum system, curriculum standards, and teaching mode.

**Key words:** engineering education certification; OBE concept; civil engineering; professional courses; course construction

(责任编辑 周 沫)