

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2021.05.004

欢迎按以下格式引用:杜娟,王在成,路平,等.工程教育认证背景下土木工程专业人才培养体系构建[J].高等建筑教育,2021,30(5):26-32.

# 工程教育认证背景下土木工程专业人才培养体系构建

杜娟<sup>1</sup>,王在成<sup>1</sup>,路平<sup>1</sup>,李占杰<sup>2</sup>

(1.海南大学土木建筑工程学院,海南海口 570228;2.纽约州立大学理工学院,Utica 13502)

**摘要:**从海南大学土木工程专业认证工作入手,结合工程教育专业认证背景,针对培养目标、毕业要求、实践教学体系、教学方法等多个环节进行深入研究与实践。同时,比较分析了美国纽约州立大学理工学院(SUNY Poly)与海南大学土木工程专业本科教育在专业设置、目标等方面的异同,体现了 SUNY Poly 计划的优点及其潜在优势,吸收转化其优良经验,科学构建以产出为导向,适应市场需求,具有鲜明区域特色的土木工程专业人才培养体系。

**关键词:**工程教育专业认证;产出导向;土木工程;人才培养

**中图分类号:**G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2021)05-0026-07

工程教育专业认证是国际通行的工程教育质量保障制度,也是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要基础,其三大核心理念是以学生为中心、以产出为导向(OBE)和持续改进。土木工程专业早在1994年开始实行认证制度,是我国工程专业中与国际专业认证接轨(professional programmatic accreditation)的首例<sup>[1]</sup>。截至2018年底,全国共有227所高等学校的1170个专业通过工程教育专业认证,其中,通过土木工程专业认证的高校有97所。可见,专业认证是土木工程专业促进专业发展、提高人才培养质量、增强人才社会适应性的必然趋势。以产出为导向的工程教育理念主要侧重学习成果,以学生为主体,以学生的学习成果和目标达成度为核心,明确学生毕业时应具备的解决复杂工程问题的能力,反演达到这些能力需要学习的基础理论、专业知识或技术措施。围绕这些理论、知识和技术措施开展教学活动,反向设计课程体系,教师由原本讲授知识的中心地位转变为传授和引导学生学习的主导地位,制定评价依据,判断学生是否取得了预期的学习成果。最后,通过持续改进措施来保障和提高教学质量,从而形成一种高效、可持续改进的人才培养体系。

修回日期:2020-12-26

基金项目:海南省重点研发计划项目(ZDYF2019172);海南省高等学校教育教学改革研究项目(Hnjg2019-6、Hnjg2021-12);海南大学教育教学改革研究项目(hdjy1902、hdjy2116)

作者简介:杜娟(1978—),女,海南大学土木建筑工程学院副教授,主要从事土木工程教学和研究,(E-mail)dujuan2012@hainanu.edu.cn。

工程师注册制度与高等工程教育评价密切相关,工程教育专业认证制度是注册工程师制度的基础<sup>[2]</sup>,工程师注册制度是建立健全工程教育专业认证制度的外在动力<sup>[3]</sup>。在欧美国家,专业认证是土木工程专业毕业生报考注册工程师的准入条件。每个学校的土木工程专业在设置时,都需要通过注册工程师部门的评估和批准。以产出为导向,将学生培养成合格的注册工程师是高校工程教育的主要目标,人才培养体系的构建是认证“达标”的重要评价依据。近年来,国内学者分别从不同出发点<sup>[4-6]</sup>、不同层面<sup>[7-9]</sup>对人才培养体系进行了研究与实践,为土木工程专业的人才培养积累了经验。

海南大学土木建筑工程学院自2007年成立至今,已成为海南省及华南地区土木建筑专业复合型人才的主要培养基地。为进一步加强、保证和提高土木工程专业的教育质量,使土木工程专业毕业生符合注册工程师资格考试的要求,从培养目标、毕业要求、课程体系、实践教学等多个环节进行研究与实践,并与纽约州立大学理工学院的培养方案进行对比分析,基于工程教育专业认证标准的核心理念,科学构建以学生为主体,适应市场需求,具有鲜明地方特色的土木工程专业人才培养体系。

## 一、围绕工程教育专业认证核心理念,提高人才培养质量

### (一) 结合土木工程专业定位,凝炼面向需求的培养目标

工程教育专业认证标准中培养目标的主要内容包括培养定位、专业领域、职业特征以及职业能力等方面,培养目标是否达成需要在学生就业5年之后进行评估,因此,应结合学校条件、师资力量和用人单位等多方面因素,在广泛调研与讨论的基础上,形成有特色的土木工程专业人才培养目标。首先,依据高校的办学定位,即办学类型定位、办学层次定位、服务面向定位、培养目标定位和人才培养总目标,根据行业和社会需求确定土木工程的专业定位;其次,针对不同的对象包括专业教师、行业专家、用人单位、校友、毕业生、在校生,采用座谈、调研、问卷调查、网络调查等多种方式进行沟通,对学生就业情况和毕业生5年后的发展情况进行统计分析;最后,凝炼土木工程专业公开的、符合学校定位的、适应社会经济发展需要的培养目标,描述土木工程专业毕业生在毕业后5年左右达到的职业和专业成就。

### (二) 明确学生的学习成果,细化支撑培养目标的毕业要求

学生的学习成果是指应届毕业生完成本科阶段学习时获得的核心能力<sup>[10]</sup>,是工程教育专业认证的重点内容。将学习成果细化后得到的毕业要求应充分支撑培养目标的达成,能覆盖工程教育专业认证标准规定的12条基本要求。学生通过学习达到毕业要求能力指标点,保证有相关手段和措施来判定,同时聚焦解决复杂工程问题的能力培养。首先,以学生为中心,将培养目标按照学生的专业知识、工程素养、发展能力3个板块分解到学生毕业需要达到的12条基本要求中;其次,将毕业要求细化为可落实、可评价、有逻辑性和专业特点的能力指标点,引导教师根据能力指标点组织教学,采用传统课堂教学、翻转课堂教学、实验与实践教学、学术研讨、创新创业大赛、专业设计比赛等多种培养手段促进学生核心能力的达成;最后,可以通过平时作业、试卷、设计(课程设计)、实验、报告、论文、访谈、数据统计分析、问卷调查、专题小组讨论等方式对核心能力达成度进行评价。

### (三) 引入新颖的教学方法,加强实践教学体系建设,设计覆盖毕业要求的课程体系

课程是高校培养学生的重要途径,课程设置需要能支撑毕业要求的达成,课程体系应覆盖全部

毕业要求。以学生的学习成果为导向反向设计课程体系,首先基于“四个融通”“四个符合”“四个突出”原则,按照4个知识模块组建覆盖《高等学校土木工程本科指导性专业规范》要求的土木工程专业课程体系,建立课程体系支撑毕业要求的关联矩阵;其次,设计课程教学大纲,明确课程教学目标,充分落实毕业要求;然后,设计教学内容,与课程教学目标对应,采取各种教学方法以利于教学目标的达成;最后,设计考核方法,验证课程对毕业要求达成的实际贡献。

引入新颖的教学方法,提高教学效果:(1)新生研讨式教学。面向大一学生开设新生导学课,课程以讲座加小组讨论形式开展,并实施过程性考核,激发学生自主学习及思考;(2)研究性教学。开设高年级研讨课、工程结构实验与检测两门研究性课程;(3)双语教学。开设双语教学课程,增强国际视野,提高学生专业外语水平;(4)加强实践教学。土木工程是一门实践性很强的学科,工程实践教育是课程体系中非常重要的一个环节。毕业设计是一门典型的 Capstone 课程,培养学生的工程意识、协作精神以及综合应用所学知识解决实际问题的能力,作为本科阶段最后且最重要的教学考核环节,是反映学生能力最直接的指标。结合毕业设计设置完善的实践教学体系,并与企业合作,开展实习、实训,培养学生的实践能力和创新能力;(5)其他新型教学。例如,MOOC 课程建设、翻转课程教学、以过程性考核为主的教学模式。

#### (四)完善教学管理制度与管理模式,实施教学质量评价,建立持续改进机制

工程教育专业认证的过程是一个持续改进的过程。在以产出为导向的人才培养体系中建立有效的持续改进机制,先构建完善的培养目标合理性评价制度,明确毕业达成度的评价计算方法,定期对培养目标、毕业要求和课程目标进行量化并计算达成度,再根据达成度情况定期对培养目标、毕业要求和课程目标进行调整与修订,从而形成一种长效机制。产出导向评价制度的核心是课程教学质量评价,实施过程中需要建立教学过程质量监控机制,形成有效的质量监控体系,明确各主要教学环节的质量标准,建立科学的评价体系,评价学生的学习成果。

## 二、与纽约州立大学理工学院培养方案的对比分析

### (一)培养目标

纽约州立大学理工学院是一所公立研究型大学,学校将独特的跨学科研究、体验式的学习与世界上领先技术公司和私人投资相结合,形成了基础的先锋学术模式,在纽约州设有多个技术创新基地,于2016年通过美国 ABET 专业认证。土木工程专业提供理论知识和工程设计的平衡,包括两个领域的研究:一方面是文科、数学、科学和工程科学的基础知识,另一方面是土木工程专业知识。其培养目标为:1)作为土木工程师、项目经理或团队领导,熟练运用基础理论分析和设计,服务于社会和行业需求;2)在成本效益、环境、道德、可持续发展和社会约束的背景下,为工程问题提供解决方案;3)通过专业证书、继续专业教育和终身学习,在技术和管理技能方面获得专业发展;4)通过与不同人员的有效沟通,在领导岗位上表现出色。

海南大学1985年成立工业与民用建筑专业,1988年设土木工程系,2007年海南大学设立土木建筑工程学院,下设土木工程系。土木工程专业作为最早创办的专业之一,其培养目标为:培养具有扎实的自然科学基础和宽广的人文社会知识,掌握土木工程学科的基本原理和基本知识,获得土木工程师基本训练,具有创新精神和实践能力,有一定的国际视野和社会责任感,能成为在土木工程及其相关领域从事设计、施工、监理、检测和管理等工作的高级技术人才和海南省土木工程建设

领域的杰出人才。

通过对两所学校的土木工程专业培养目标的对比分析,可以看出两者既有相同或相近之处,也存在明显的不同点。相同或相近之处在于两者均注重人文社会、自然科学基础知识和土木工程专业知识的学习,强调创新能力的培养。不同点在于纽约州立大学理工学院更注重全面的通识教育,强调培养学生适应技术变化及终身学习的能力,海南大学则注重培养学生解决复杂工程问题的能力,并强调专业的就业面。

## (二) 毕业要求

纽约州立大学理工学院和海南大学土木工程专业毕业要求见表1。通过对比发现,两者均要求毕业生扎实掌握土木工程专业知识,强调实践能力和团队合作能力的培养,具有终身学习的意识。与此同时,纽约州立大学理工学院强调批判性思维的培养,具有鲜明的自身特色。

表1 毕业要求

毕业要求	纽约州立大学理工学院	海南大学
专业知识 工程素养 发展能力	(1)在数学、自然科学、人文科学和工程设计基础方面有坚实的基础 (2)具备土木工程专业实践和攻读高级学位所需的技术知识和批判性思维技能 (3)培养沟通技巧、团队合作精神、终身学习能力,理解全球背景下的职业道德和社会责任	(1)掌握扎实的土木工程学科基本原理和基础知识,能胜任土木工程及其相关领域的技术工作 (2)能利用本专业的计算方法、实验测试技术和软件应用等技能以及相关的政策法规、技术规程等准则解决复杂工程问题,具有较好的工程实践能力和创新能力 (3)具有一定的项目组织、沟通和团队协作能力,能适应多学科背景下的团队工作 (4)具有终身学习的意识、不断学习和适应发展的能力,能胜任土木工程项目勘察、设计、施工、管理、教育、投资和开发等工作

## (三) 课程体系

纽约州立大学理工学院土木工程专业本科必须完成128学分,其中24学分的通识教育课程,36学分的专业基础课程,45学分的专业核心技术课程,20学分的选修课和3学分的专业实践。海南大学土木工程专业本科必须完成的课程共183学分,其中,38.5学分的公共课程,43学分的学科基础课程,41.5学分的专业必修课程,30学分的选修课和30学分的实践教学环节。两所高校均按照数学与自然科学、工程基础类、专业基础类与专业类课程4个课程模块设置核心课程,在一些课程的归属模块上稍有差别,总体来说两所学校的教育理念基本相同。在4年学习过程中,大学一年级和二年级属于大类培养,土木工程专业学生所学的课程是相同的,可以学习数学基础、科学基础、土木工程的基本原理以及大学的通识教育课程;大学三年级学生选择感兴趣的土木工程专业方向进行深入学习;大学四年级的重点课程是毕业设计,纽约州立大学的Capstone设计是2个学期,可以将整个人文、工程、数学和科学课程联系在一起,并将设计技能扩展到开发和设计一个大型土木工程项目。专业核心课程体系设置如表2所示。海南大学土木工程专业总学分明显高于纽约州立大学,从课程设置中可以看出,海南大学侧重于专业课程和专业实践教学的传统模式,课程划分更加细致。

## (四) 持续改进

纽约州立大学理工学院的课程教学质量评价流程为:1)在学期开始前,任课教师制定学生在特



定课程上的表现标准;2)在学期中将表现标准与具体的作业或考试相关联,并确定如何评估/衡量表现标准和成绩;3)在学期结束时,分析成绩符合标准的结果,并确定学生符合标准的百分比;4)在学期末进行课程讨论会,与其他教师及工业顾问委员会(Industrial Advisory Board)分享结果,征求改进建议;5)在学期之间实施改进建议。

海南大学的课程教学质量评价流程为:1)课程开始前确定每门课程的课程目标;2)课程结束前一个月,任课教师完成试卷审核表,由教研室主任或系主任审核考题对课程目标的支持程度、考核形式及内容;3)课程结束后对学生的学习成绩进行分析,撰写课程总结报告,提出改进建议;4)新学期课程中实施改进建议。

表2 专业核心课程设置

纽约州立大学理工学院(结构工程方向)	海南大学(建筑工程方向)	
专业核心课程	专业课程	专业实践教学
工程概论(3学分)	工程力学(5学分)	钢筋混凝土楼盖课程设计(1学分)
设计工具和过程(3学分)	画法几何与工程制图(2.5学分)	民用建筑课程设计(1学分)
静力学(3学分)	测量学(4学分)	基础工程课程设计(1学分)
材料科学(3学分)	结构力学(4学分)	钢筋混凝土单厂课程设计(2学分)
材料力学(3学分)	土力学(3学分)	施工组织课程设计(1学分)
测量学(3学分)	土木工程材料(3学分)	工程概预算课程设计(1学分)
专业导论(2学分)	流体力学(2学分)	钢结构课程设计(1学分)
结构工程(3学分)	房屋建筑学(3学分)	毕业设计(14学分)
交通工程(3学分)	地震工程系导论(1学分)	
环境工程(3学分)	工程地质(2学分)	
岩土工程(3学分)	混凝土结构原理(3.5学分)	
基本工程试验(1学分)	混凝土结构设计(2学分)	
流体力学(3学分)	基础工程(2学分)	
水资源工程(3学分)	土木工程结构试验(2学分)	
钢结构设计(3学分)	土木工程施工(3.5学分)	
钢筋混凝土设计(3学分)	高层建筑结构设计(2学分)	
有限元分析(3学分)	钢结构原理(2.5学分)	
Capstone 设计 1(3学分)	钢结构设计(2学分)	
Capstone 设计 2(3学分)	工程项目管理(1学分)	

通过对比发现,两所高校的任课教师在课程教学质量评价中发挥着主要作用,承担课程目标的制定、考核方法的选取和学生核心能力达成的评价等任务。纽约州立大学理工学院更重视过程考核,注重学生的学习过程、学习效果和学习进度,多角度评定学生的课程成绩,更全面科学地评定学生的学习成果,并且有完善的工业顾问委员会来进行建议和监督。

### 三、改进与建议

#### (一) 加强通识教育

人才培养是高校的基本任务,现代工程教育要求高校培养创新性、应用型、复合型人才,以适应社会对人才的需求。人才不仅要有精湛的专业知识,还要具备良好的综合素质。重视通识教育在人才培养体系中的作用,加强素质教育,拓宽知识视野,注重人文素养培育,训练多重思维方式,培养全面发展的人才。

#### (二) 重视过程考核与评价

学生的学习效果直接决定了毕业要求的达成度,加强过程考核有利于及时检验学生的学习效果,有利于知识传授的持续改进,有利于获得准确的课程评价。根据具体课程或实践教学环节的特点,由任课教师、课程负责人或专家组制定阶段考核、中期考核和课程考核方法与标准,完成课程和实践教学环节的过程考核。

#### (三) 突出专业区域特色

在构建基于工程教育认证的人才培养体系过程中,根据学校的软硬件条件,制定培养计划并组织实施,培育鲜明的海南大学特色。紧跟建筑行业新发展、新趋势和新技术,培养掌握行业新技能的专业人才,设置建筑信息模型(BIM)技术应用等课程,使学生了解现代工具及信息技术应用,认识结构智能设计与智能建造新技术。培养面向地方市场需求的专业人才,依托海南特殊的地域资源优势,与海洋工程专业有机融合,开设工程防腐蚀等课程,建设热带海洋特色土木工程专业;响应国家提出的绿色建筑、装配式建筑的指导性建议,培养适应国家需求的专业人才,结合海南大学冬季小学期开展装配式建筑与管理课程教学。

### 四、结语

在“新工科”建设背景下,结合工程教育专业认证工作,围绕产出导向教育理念,针对培养目标、毕业要求、课程体系、教学方法、专业特色等进行深入研究与实践。以学生为中心,凝练培养目标,细化毕业要求,设计课程体系,制定评价制度,建立持续改进机制。同时,与美国纽约州立大学理工学院土木工程专业本科生的培养方案进行对比分析,吸收转化优良经验,加强通识基础教育,注重批判性思维能力的培养,重视过程考核与评价,科学构建以产出为导向,适应市场需求,具有鲜明区域特色的土木工程专业人才培养体系。

#### 参考文献:

- [1] 毕家驹. 中国工程专业认证进入稳步发展阶段[J]. 高教发展与评估, 2009, 25(1): 1-5, 120.
- [2] 李国强, 熊海贝. 土木工程专业教育评估国际互认的探索与实践[J]. 高等建筑教育, 2013, 22(1): 5-12.
- [3] 王瑞朋, 王孙禺, 李锋亮. 论美国工程教育专业认证制度与工程师注册制度的衔接[J]. 清华大学教育研究, 2015, 36(1): 34-40.
- [4] 徐晓飞, 沈毅, 钟诗胜, 等. 新工科模式和创新人才培养探索与实践——哈尔滨工业大学“新工科‘II型’方案”[J]. 高等工程教育研究, 2020(2): 18-24.
- [5] 江学良, 胡习兵, 陈伯望, 等. 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.

- [6]徐锋,范剑,许晨光.新工科背景下地方高校材料力学金课建设路径与探索[J].力学与实践,2020,42(2):226-231.
- [7]袁焕鑫,杜新喜,郭耀杰.约翰·霍普金斯大学土木工程专业课程设置与教学分析[J].高等建筑教育,2020,29(1):102-109.
- [8]罗丹,李峻.中美创新人才培养衔接比较研究——以四所大学土木工程专业为例[J].高校教育管理,2015,9(6):35-40.
- [9]叶志明,汪德江,赵慧玲.课程、教书、育人——理工类学科与专业类课程思政之建设与实践[J].力学与实践,2020,42(2):214-218.
- [10]余天佐,刘少雪,杨聚鹏.如何迎接专业认证——对美国伍斯特理工学院认证历程的考察[J].高等工程教育研究,2015(2):121-127.

## Construction of talent training system for civil engineering based on accreditation engineering education

DU Juan<sup>1</sup>, WANG Zaicheng<sup>1</sup>, LU Ping<sup>1</sup>, LI Zhanjie<sup>2</sup>

(1. College of Civil Engineering and Architecture, Hainan University, Haikou 570228, P. R. China;

2. State University of New York Polytechnic Institute, Utica 13502, USA)

**Abstract:** Due to the accreditation of civil engineering in Hainan University, the educational objectives, graduation requirements, practical curriculum, teaching pedagogy and some other aspects are deeply researched and practiced based on accreditation engineering education. Meanwhile, the similarities and differences in program setup and objectives of civil engineering undergraduate education are compared and analyzed between State University of New York Polytechnic Institute (SUNY Poly) and Hainan University. The merits and potential beneficial aspects of the SUNY Poly program are reflected. Their excellent experience should be absorbed and transformed, to scientifically build an output-oriented and market-oriented talent training system for civil engineering with distinctive regional characteristics.

**Key words:** accreditation engineering education; output orientation; civil engineering; talent training

(责任编辑 周沫)