

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2019.01.006

欢迎按以下格式引用:武鹤,杨扬,孙绪杰,等.工程教育认证背景下土木工程专业人才培养模式研究与实践[J].高等建筑教育,2019,28(1):35-41.

工程教育认证背景下土木工程专业人才培养模式研究与实践

武鹤,杨扬,孙绪杰,房树田,赵倩倩

(黑龙江工程学院土木与建筑工程学院,黑龙江哈尔滨 150050)

摘要:工程教育认证作为我国教学评估中的重要环节,在保证工程教育培养质量,加快与国际工程教育接轨方面具有重要的现实意义和深远的历史意义。结合我国加入《华盛顿协议》后面临的工程教育专业认证要求,针对应用型本科高校土木工程专业建设在人才培养模式方面进行了探讨与实践。构建了以行业企业为依托,以能力培养为核心,以培养目标达成、毕业要求达成、课程目标达成为主线,以工程文化教育和创新创业教育为两翼的“1132”人才培养模式,实现了工程教育认证背景下人才培养的创新发展,对培养符合国际工程教育认证标准要求的工程应用型人才具有重要意义。

关键词:工程教育认证;土木工程;人才培养模式;能力培养

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2019)01-0035-07

《华盛顿协议》是世界上最具影响力的国际本科工程学位互认协议,其宗旨是通过双边或多边认可工程教育资格及工程师执业资格,促进工程师跨国执业。我国现有超过1.4万个工程教育专业点,占高等学校专业总数的1/3,工程专业类在校生超过300万人,占全国本科总数的1/3,毕业生超过100万人,占全国本科毕业生总数的1/3^[1]。我国从2006年开始开展工程教育认证,2016年正式成为《华盛顿协议》成员国。因此,按照工程教育^[2]认证标准进行专业建设是我国工程教育发展的大势所趋。工程教育专业认证遵循以学生为中心、成果导向和持续改进三个基本理念。这些理念对引导和促进专业建设与教学改革、保障和提高工程教育人才培养质量至关重要。与国际工程教育专业认证标准相比,我国当前的教育方式还存在人才培养目标定位模糊^[3],培养方案制定(修订)缺少行业企业参与,对培养目标、毕业要求、课程目标达成缺少合理评价等诸多问题^[4]。黑龙江工程学院土木工程专业于2015年通过土木工程专业认证,2018年通过专业认证复评。在长期的教学

修回日期:2018-08-16

基金项目:黑龙江省高等教育教学改革项目(JG2013010479);黑龙江工程学院教育教学改革项目(JGZ20170021);黑龙江省高等教育教学改革研究项目(SJGY20180417)

作者简介:武鹤(1963—),男,黑龙江工程学院土木与建筑工程学院教授,工学硕士,主要从事土木工程防灾减灾、土木工程专业人才培养研究,(E-mail)hgcwh@163.com。

改革和工程教育认证实践中,土木工程专业构建了以行业企业为依托,以能力培养为核心,以培养目标达成、毕业要求达成、课程目标达成为主线,以工程文化教育和创新创业教育为两翼的“1132”培养模式并付诸实践,实现了人才培养的创新发展,对培养符合国际工程教育认证标准的工程应用型人才具有重要意义。

一、以行业企业为依托,开展以能力培养为核心的顶层设计与教学改革

黑龙江工程学院土木工程专业历经60余年的办学积淀,行业背景深厚,与龙建路桥股份有限公司、黑龙江省建工集团、黑龙江省公路勘察设计院等知名企业形成了稳定的校企合作关系。在人才培养过程中,以行业企业为依托,实施产学合作、产教融合、协同育人。遵循国际工程教育理念,遴选出一批优秀的企业导师深度参与人才培养与顶层设计,开展以能力培养为核心的教学改革。

(一) 注重顶层设计,与行业企业专家共同制订人才培养方案

为适应交通建筑行业企业发展的需求,培养面向工程一线的高素质应用型人才,学院于2013年成立了由行业企业专家组成的专业建设指导委员会,定期召开工作会议,根据社会需求变化、科学技术发展,对培养方案编制、课程体系设置、教学内容调整提出针对性意见和建议。在2015版人才培养方案编制和修订过程中,学院邀请了龙建路桥股份有限公司、黑龙江省建工集团、中交集团、中铁集团总工或项目负责人参与人才培养方案的编制与修订。专家们对人才培养方案中人才需求分析、专业培养目标、毕业要求、课程体系、专业特色等内容进行了深入研究,对培养方案中的培养目标和毕业要求、课程设置、学时分配、教学内容等提出了建设性意见。如某些课程中实际应用性较强的教学内容(如深水基础施工、施工降水)在教学过程中予以加强;对应用热点的结构检测与加固、BIM技术应用等在培养方案中予以体现;在满足正常教学要求的同时,加强特色教学内容,突出办学特色,注意培养学生的综合能力和吃苦精神。行业企业专家参与人才培养方案的制订,为培养方案的合理性和顺利实施提供了可靠保障。

(二) 突出能力培养,企业导师深度参与理论教学与实践教学

学校土木工程专业具有悠久的行业办学历史,与交通建筑企业建立了长期稳定的合作关系。学院与企业共建有“龙建国际工程管理学院”和“智慧建筑学院”。目前,与中交二航局、中铁大桥局、龙建路桥集团、黑龙江省建工集团以及校属企业黑龙江华正交通工程监理检测公司等16家企事业单位共建产学合作研发中心和实习实训基地。在校企合作的基础上,通过严格的遴选制度,推选出具备教师素质的行业导师走入大学课堂,承担部分理论课的教学任务。在土木工程导论、土木工程施工、桥梁工程、路基路面工程等专业课程授课中,要求不少于4学时的课程内容由企业导师讲授,特别是工程施工部分。企业导师工程设计、施工经验丰富,能够将先进的设计理念和施工方法、现行的技术规范、经典的工程案例及工程文化精神带入课堂,激发学生的好奇心和学习兴趣,开阔学生的工程视野,保证课堂教学能够与工程发展同步。

建材、土工实验采取集中强化的方式,聘请工程一线教师参与指导,培养学生的实践动手能力和工程意识。在生产实习、勘测设计实习、毕业实习等实践教学过程中,实行“双导师”制。特别是生产实习,利用自主研发的生产实习网上管理系统,对学生实习过程和内容实行了有效的跟踪和指导。校内指导教师负责考勤、日志、报告的批阅和网上指导,企业导师负责施工现场指导。在企业导师的指导下,学生参加企业技术培训、熟悉施工图纸及施工组织设计、学习相关的工程技术标准

和管理规范,提高解决复杂工程问题的能力。同时注重培养学生的环境适应能力、交流沟通能力、组织管理能力、团队协作意识以及吃苦耐劳精神。在企业和校内教师的共同指导下,学生撰写生产实习报告,参加施工技术综合知识水平测试和答辩,有效地提高了学生的工程实践能力。

(三) 聚焦复杂工程问题,实施多学科团队式毕业设计改革

培养学生解决复杂工程问题的能力是本科工程教育的基本定位^[5]。以校企合作为依托,以学科交叉为基础,以专业融合为特色开展土建类专业毕业设计改革。通过组建交通土建设计团队和建筑工程设计团队,充分利用多学科交叉的优势,注重学生系统工程设计能力的培养,为土建类专业学生搭建一个有利于相互沟通、相互配合,协作完成一项综合设计的实践平台。其意义就在于解决毕业设计中“单一专业”“一人一题”的毕业设计模式与现代工程建设“多学科、多专业、多工种合作”不相符的矛盾,有效培养学生解决复杂工程问题的能力。通过组建“交通土建团队”“建筑工程团队”,学生们分工协作,共同完成以实际工程为背景、相对复杂的综合设计^[6]。其中“交通土建团队”包括道路、桥梁、隧道3个设计小组,“建筑工程团队”包括建筑设计、结构设计、暖通设计3个设计小组。每个小组由1~2名学生组成,并配备1名企业指导教师。整个设计过程采取阶段目标控制管理的方法,在开题答辩、每周例会、阶段汇报、中期检查、后期评审、综合答辩等环节,均由企业指导教师全程参与^[7-8],团队成员全员参加。

在多学科团队式毕业设计中,特别强调企业工程师的参与及合作,使毕业设计与工程实际紧密结合,将工程中最新的设计理念、先进技术、规范规程、专业软件应用等引入毕业设计,实现了毕业设计 with 工程界保持同步,延长了工程师在校培养的教育链,在培养学生专业融通能力、系统设计能力、表达沟通能力和团队协作能力,特别是解决复杂工程问题的能力方面取得显著效果^[9],为学生毕业后走向工作岗位打下良好的基础,满足了国际工程教育认证对学生能力培养的要求^[10]。目前,多学科团队式毕业设计已开展7届,学生反响热烈,毕业生深受用人单位欢迎。

二、以“三个达成”为主线,构建成果导向(OBE)的人才培养方案

根据土木工程专业认证标准要求,充分体现以学生为中心、成果导向和持续改进的三大教育理念^[11],以“培养目标达成、毕业要求达成、课程目标达成”为主线,构建基于成果导向(OBE)的土木工程专业人才培养方案。首先,针对毕业生在毕业五年后能够达成的职业和专业成就提出培养目标;然后依据培养目标确立学生毕业要求,明确学生毕业时应该掌握的知识和能力,并将其细化为知识能力指标点;最后,建立课程体系与毕业要求指标点的支撑关系,设定课程目标,组织教学内容,充分体现“反向设计,正向实施”的原则^[12-13]。按一定周期对三个目标进行达成评价,并针对出现的问题进行持续改进,如图1所示。

编制和修订了基于工程教育认证要求的2015版和2015(修订版)人才培养方案。自2015年以来,土木工程专业课程全部实施了达成度评价,2016、2017届学生进行了毕业要求达成度评价,并进行了持续改进。

(一) 培养目标

在充分调研相关行业企业专家的基础上,深入分析社会经济发展需求及专业未来发展趋势,结合学校办学定位,制订了土木工程专业培养目标,即培养适应社会经济发展需求,具有良好人文素养和社会责任感,掌握土木工程学科基础理论、专业知识和专业技能,基础扎实、知识面广、实践能

力强,能在交通建设、建筑工程领域从事设计开发、工程建设、经营管理等工作,具有一定国际视野、团队意识、创新精神和可持续发展理念的应用型专门人才。

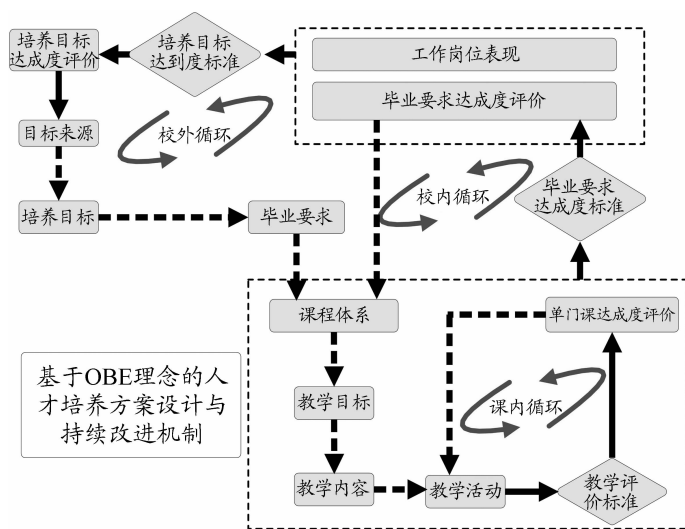


图1 基于OBE理念的人才培养方案设计与持续改进机制

培养目标需要进行合理性评价和达成情况评价。合理性评价是修订和完善培养目标的需要,重点关注培养目标与内外部需求的吻合度,以问卷、走访等方式每年定期对毕业生(往届)、用人单位及行业企业专家进行调研,评价培养目标合理性。达成情况评价是改进和完善专业人才培养过程的需要,是修订和完善专业毕业要求的重要依据。通过对往届毕业生(毕业5年左右)、用人单位和社会评价三个渠道进行。以问卷、电话、走访、邮件等形式,委托社会调查机构针对培养目标细分指标的达成情况对毕业生、用人单位进行评价。要保证培养目标的达成,必须有科学合理的毕业要求作为支撑。

(二) 毕业要求

毕业要求须依据培养目标来制定,要对日常教学活动起到导向作用,并通过相关的教学活动来实现。即每项要求不是凭空想象,必须要有一系列的教学活动作支撑,同时还要有相应的评价衡量其达成度。专业依据培养目标制定了12项毕业要求,为方便评价衡量,将毕业要求分解成为34个指标点,覆盖工程知识、问题分析、设计/研发解决方案、研究、使用现代工具、工程与社会、环境和可持续发展、职业规范、个人和团队、沟通、项目管理和终身学习等各个方面。为了达成这些指标点,安排相应的教学活动支撑其达成。为此,建立了相应的毕业要求达成评价体系。课程评价周期为一年,毕业要求达成评价周期为二年,以直接评价为主,间接评价收集的数据作为补充。直接评价以课程考核成绩分析法、评分表法为主,间接评价主要包括座谈和问卷调查等。

在教学活动结束后,通过对学生教学内容的考核得到教学目标的达成情况,根据教学目标对毕业要求指标点的支撑关系(权重系数),将各分解指标点所涉及的课程达成度结果汇总,得到毕业要求达成度评价结果。通过毕业要求达成度评价,可以得出毕业要求各个指标点的达成情况,针对达成情况对课程体系的教学效果进行分析,找出短板并持续加以改进。

(三) 课程体系

课程体系根据毕业要求进行设置,并满足专业认证通用标准及补充标准的要求。遵循反向设计原则,构建了以能力培养为核心,成果导向的2015版(修订)课程体系。该课程体系由通识教育、

专业基础、专业课程、通识教育实践、专业教育实践和综合教育实践模块构成,具体内容如下。

数学与自然科学类课程(占总学分比例为16.8%)。该模块课程能够支撑工程知识、问题分析、设计/开发解决方案及实验研究等专业技术能力培养。

工程基础类、专业基础类与专业类课程(占比38.1%)。工程基础类和专业基础类课程需要有一定的数学和自然科学基础,此类课程在承担学生专业能力和综合能力培养方面起着重要作用,不仅要支撑毕业要求中关于技术性能力的培养,还要在职业规范、环境与可持续发展、项目管理等非技术性能力方面支撑毕业要求的达成。专业类课程能体现系统设计和实现能力的培养,在解决土木工程复杂工程问题方面得到较好的体现。

工程实践与毕业设计(占比23.9%)。构建了与理论教学既相对独立又彼此对应,循序渐进、层次分明的实践教学体系。该体系由通识教育实践、专业教育实践和综合教育实践三大模块构成,形成了由社会实践、基础性实验、设计性实验、专业实习、专项实践(课程设计)、专业综合实践、毕业设计等组成的实践教学体系,聚焦学生技术及非技术能力培养,特别是解决复杂工程问题能力的培养。其中毕业设计采取多学科团队模式进行,由校内和行业企业导师共同指导完成,并在毕业设计答辩环节聘请企业和行业工程技术人员参加,共同完成毕业设计的指导和评价工作。

人文社会科学类通识教育课程(占比16.5%)。覆盖了通用标准和补充标准中全部课程内容,能够支撑工程与社会、环境和可持续发展、职业规范、个人和团队、沟通、项目管理和终生学习等毕业要求。

在课程体系设置中,要确定支撑毕业要求指标点的课程以及各门课程对指标点的支撑权重。每个指标点的达成用2~4门关联度较高的课程作为支撑,并将指标点落实到课程大纲中,明确课程目标和课程内容与毕业要求指标点的对应支撑关系,确保课程目标的达成。

课程目标达成评价包括考试、测验、大作业、案例分析报告、实验(实习)报告、课程设计计算书、读书报告等。评价前应先对评价方法的有效性进行确认,主要内容有:(1)考核内容是否完整体现了对相应毕业要求指标点的考核(考试试题质量、试题难度、分值与毕业要求支撑关系的匹配、覆盖面等);(2)考核的形式是否合理,应考试、作业、案例、报告等多种形式相结合,所有评价都应符合对教学目标考核要求,避免单纯以出勤、笔记等作为考核指标;(3)成绩评定是否合理,如是否按照评定标准评价,是否存在随意性。

在培养目标、毕业要求和课程体系这三个层次上,按照评价-反馈-改进的思路,依据课程目标的达成度评价结果改进教学方法;依据毕业要求的达成度评价结果改进教学体系;依据培养目标的达成情况评价结果改进毕业要求;依据培养目标的合理性评价结果改进培养目标,完成基于OBE理念的持续改进。

三、以工程文化教育和创新创业教育为两翼, 夯实工程素质教育和非技术能力培养

(一)传承和提升工程文化教育的办学特色

在长期的办学实践中,学校土木工程专业始终注重工程素质教育,注重专业文化精神的传承,形成了鲜明的工程文化教育办学特色。在专业教学中渗透工程文化,在校园活动中营造工程文化,在实践教学中感知工程文化,在校企合作中体验工程文化,用文化引领人才培养。

学校建有全国首家以传播工程文化理念为主题的工程文化博物馆;学院建有土木工程文化教育基地和工程文化走廊;通过举办“土木工程师论坛”“龙建杯”大学生创新创业系列文化活动,开设工程伦理学、桥梁美学、工程导论、建筑赏析等工程文化系列课程,为学生提供涵盖工程文化、汲取工程素养、提升工程文化潜质的多重课堂。2014年以来,每年为毕业生举行工程师召唤、授戒、宣誓仪式,由教授逐一为学生佩戴工程师之戒,学生们怀着敬畏感激之情高举受戒之手咏读誓词:要心系国家所需、社会所求、民众所望,去奋斗、去奉献、去担当。

通过上述系列活动,形成了具有学校特色的工程文化教育体系,着力培养学生家国情怀、社会责任感、环境与可持续发展理念、科学人文精神以及团队合作和沟通交流能力等非技术能力。

(二) 建立和完善课内课外创新创业教育体系

课内创新创业教育。建立和完善了课内创新创业教育体系,在人才培养方案中设立创新创业基础课程和职业生涯规划课程;在实践教学中设立了建筑材料实验创新实践周和结构设计创新实践周^[6],在综合素质拓展教育中还设置了学科竞赛实践4学分,保证了学生创新创业能力的培养。

课外创新创业教育。通过鼓励学生参加国省结构设计大赛、全国大学生岩土工程竞赛、“龙建杯”大学生创新创业系列大赛、校企共建研发平台科技项目活动开展课外创新创业教育。其中,“龙建杯”大学生创新创业系列大赛由黑龙江工程学院发起并创建,省内20余所高校土木工程类专业在校学生共同参与,包括土木知识竞赛、结构设计大赛、测量技能大赛、立交桥设计制作大赛、BIM应用技能大赛、机器人工程应用设计大赛、轻质高强混凝土设计大赛和创业设计大赛等八大赛事。“龙建杯”大学生创新创业系列大赛开创了政府、协会、企业和学校协同创新、合作育人的良好局面,激发了广大学生的创新创业热情,展示了高校创新创业教育成果,在培养学生实践创新能力、独立创业素质、团队合作和沟通交流能力等非技术能力方面发挥了重要作用,取得了良好效果。同时,通过在校企共建产学研合作研发中心为学生搭建科教融合创新平台,引导部分学生参与教师、企业导师的研发项目,或者通过在研发中心完成大学生创新创业项目,实现做中学、学中赛、赛中创,培养未来工程师的综合品质和创新能力。

四、结语

学校土木工程专业在开展工程教育专业认证的实践中,积极贯彻“学生中心、产出导向、持续改进”三大理念,主动对标《华盛顿协议》和中国工程教育认证标准要求,修订培养目标、确定毕业要求、重组课程体系、深化教学改革、加强校企合作、建立持续改进的评价机制,提出了以行业企业为依托,以能力培养为核心,以培养目标达成、毕业要求达成、课程目标达成为主线,以工程文化教育和创新创业教育为两翼的“1132”人才培养模式,既符合国际工程教育认证的要求,又体现了学校应用型人才培养的特色,实现了工程教育认证背景下人才培养的创新发展,对培养符合国际工程教育认证标准要求的工程应用型人才具有重要意义。

参考文献:

- [1] 中共中央、国务院. 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)(中发[[2010]号)[Z]. 2010.07.
- [2] 教育部. 关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见(教高[2011]1号)[Z]. 2011.01.
- [3] 王卫东, 彭立敏, 余志武, 等. 土木工程专业特色人才多元化培养模式研究与实践[J]. 高等工程教育研究, 2015(1):

144-148,160.

- [4] 门进杰,史庆轩,钟炜辉,等. 土木工程专业改革与建设实践[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(5): 31-35.
- [5] 杨毅刚,王伟楠,孟斌. 以提升解决“复杂工程问题”能力为目标的工程教育培养模式改进研究[J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 63-67.
- [6] 武鹤,张莉娟,马桂军,等. 多学科团队式土建类专业毕业设计改革与实践[J]. 高等建筑教育, 2014, 23(1): 123-126.
- [7] 崔建峰,陈克忠,肖蕾. 工程教育认证背景下毕业设计分段对接模式改革的创新实践——以闽台合作办学为借鉴[J]. 吉林省教育学院学报, 2018, 34(8): 103-107.
- [8] 余艳华,曾磊,黄文雄,王德玲,肖桃李. 工程教育认证背景下土建类专业毕业设计改革与实践. 教育教学论坛, 2018, 18(5): 153-154.
- [9] 杨扬,武鹤,刘海苹,王丽荣,张王乐元. 基于校校、校企合作的“双师型”教师队伍建设的探索与实践[J]. 高等建筑教育, 2014(3): 9-12.
- [10] 武鹤,孙凌,葛琪,等. 构建适应社会需求的“大土木”专业教育平台[J]. 中国冶金教育, 2014(2): 18-19, 22.
- [11] 王斌,蔡小培,杨娜. 基于成果导向的铁道工程专业培养方案修订[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(5): 41-46.
- [12] 彭开萍,邵艳群,李湘祁. 基于工程教育认证的材料科学基础课程建设[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(6): 80-82.
- [13] 林健. 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.

Research and practice on training mode of civil engineering talents under the background of engineering education accreditation

WU He, YANG Yang, SUN Xujie, FANG Shutian, ZHAO Qianqian

(School of Civil Engineering and Architecture, Heilongjiang Institute of Technology, Harbin 150050, P. R. China)

Abstract: As an important part of teaching evaluation system in China, engineering education accreditation is of great practical significance and profound historical significance in guaranteeing the quality of engineering education cultivation and accelerating the connection with international engineering education. Based on the requirements of engineering education accreditation after China's accession to the Washington Accord, this paper discusses and practices the cultivation mode of civil engineering in application-oriented university. The “1132” training mode, which is relied on industry and enterprises, focused on ability cultivation, takes achievement of cultivation goals, graduation requirements and course objectives as main line, and takes engineering culture education and innovation and entrepreneurship education as its two wings. This realizes the innovation and development of talent cultivation under the background of engineering education accreditation, and is of great significance for training engineering application-oriented talents that meet the requirements for international engineering education accreditation.

Key words: engineering education accreditation; civil engineering; talent cultivation mode; ability cultivation

(责任编辑 梁远华)