

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2025.02.013

欢迎按以下格式引用:李国东,郭楠,张秀华.土木工程应用软件类课程OBE教学模式的研究与实践[J].高等建筑教育,2025,34(2):106-113.

土木工程应用软件类课程OBE 教学模式的研究与实践

李国东,郭楠,张秀华

(东北林业大学 土木工程学院,黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要:对照工程教育专业认证的体系标准和OBE教学理念,指出土木工程应用软件类课程中亟需解决的问题,以土木工程专业建筑工程方向建筑工程计算机辅助设计课程为例,探讨了课程逻辑、课程定位、课程目标有效达成等课程建设的关键问题,介绍了区分授课内容的阶段式课堂教学设计、课程实践环节的项目式教学模式、课程考核办法,以及持续改进措施等融入OBE教学理念的课程改革与实践。课程实施效果表明,注重学生主体地位的教学方法能显著提升学生学习的自主性,探究式、互动式的课程学习有效促进了课程目标的达成,所述的课程模式及教学方法可为土木工程专业相似课程的教学方法改革提供思路与借鉴。

关键词:成果导向教育;工程教育专业认证;BOPPPS;项目教学法

中图分类号:G642.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2025)02-0106-08

2016年,中国正式加入“华盛顿协议”(WA),这一里程碑事件标志着中国工程教育实现了从“大国”向“强国”的重要转变^[1]。自2017年起,土木工程专业评估被纳入全国工程教育认证的整体框架之中。该专业的评估严格按照工程教育认证的核心理念和评价标准,正式实施土木工程专业认证制度^[2]。与中国20年来土木工程专业教育评估的教学条件审核标准不同,工程认证评价体系关注的重点是学生能力的培养,注重教育的达成评价及持续改进。土木工程专业评估(认证)新标准将培养目标达成度、社会需求适应度、师资和条件支撑度、质量保障运行有效度、学生和用人单位满意度“五个度”作为判定认证通过的重要因素^[2-3]。

OBE(Outcome-Based Education)是以产出为导向的教育理念,由美国William G.Spady提出^[4],以产出导向、学生中心、持续改进作为教育内涵和要素,先后被美国工程技术认证协会(ABET)及国际教育学界认可。经过30余年的探索和应用,OBE已经发展成为一个相对系统的教育理论体系,贯穿于工程教育和人才培养的全过程,并作为工程教育认证的核心标准,确保了工程教育的质量^[5]。

修回日期:2022-07-25

基金项目:黑龙江省高等教育教学改革研究项目“基于OBE理念的土木工程设计软件类课程教学模式的研究”(SJGY20190018);教育部产学合作协同育人项目“基于YJK软件的BIM课程的师资能力的培养”(202102113012)

作者简介:李国东(1976—),男,东北林业大学土木工程学院副教授,博士,主要从事结构工程研究,(E-mail)ldlgd@163.com。

自2017年起,东北林业大学全面实施OBE教学理念,将“以学生为中心、成果为导向、持续改进”确立为人才培养方案和课程体系构建的核心指导原则。土木工程应用软件类课程的理论性、实践性强,对工程教育认证体系下的土木工程专业人才培养目标的达成具有很强的支撑作用。通过课程教学,学生可以掌握专业软件操作技能及相关的工程设计理论方法,锻炼综合运用专业知识理论解决复杂工程问题的能力。对照工程认证标准,课程设计及组织实施中尚存在的主要问题:(1)课程定位偏低,对毕业目标指标点的支撑不达标;(2)课程目标与企业的需求脱节;(3)课堂模式陈旧、授课理念保守;(4)课程实践教学难度偏低;(5)考核方法单一,课程监督与评价体系不完善^[6]。

按照培养创新思维好、团结协作能力佳和解决复杂工程问题能力强的新型综合人才^[5]的指导思想,笔者所在课程团队在完善课程资源平台建设的基础上,针对土木工程专业建筑工程方向的建筑工程计算机辅助设计课程特点,在课程定位、课程目标、课堂教学、考核方式等方面开展了以实现OBE教学理念为目标的课程建设及教学方法探索,旨在为土木工程专业类似课程的教学提供借鉴和启迪。

一、课程建设的逻辑和目标

(一) 课程建设的基础

建筑工程计算机辅助设计课程是东北林业大学土木工程专业建筑工程方向本科生开设的一门专业课,课程与本科生毕业设计及学科专业竞赛联系紧密,每年学生的选课率不低于60%,课程开设在第六学期,理论课16学时,上机实验课24学时。

课程已连续开设25年,由建筑工程系智能建造课程群教研组承担教学任务。目前课程教学团队由6名教师组成,其中双师型教师5人,所有教师均具有博士学位。教学团队注重老中青阶梯配置,55岁以上1人,在课程质量监督及青年教师授课能力的培养中发挥重要作用;40岁以下青年教师3人,致力于课程信息化教学资源建设和实践教学环节学生指导;课程负责人积极推进课程信息化教学、线上线下混合式教学改革,规划团队教师的培训及培养,具有丰富的课程教学经验,课程团队在专业课教学中形成的“基础知识理论-专题专项研讨-工程案例应用”三段式教学传统为课程中BOPPPS模型及项目式教学模式的引入奠定了坚实基础。

(二) 课程的逻辑与内容

课程定位与时代需求脱节是土木工程专业结构设计软件类课程普遍存在的问题。在“扔掉图板”改变“手算手绘”的时代,专业软件作为当时先进的生产工具引入课堂,掌握软件建模原理和人机交互操作方法的课程教学是符合当时行业发展需求的。随着信息技术的快速发展,课堂教学已不是获取知识的唯一途径,仅将软件知识及其操作技能训练作为课程学习的主要内容已不能体现课程的先进性和认知的高阶性,工程软件应用类课程的价值在信息技术工具与专业应用场景的融合中实现了效益的创造和效率的提升,课程中的软件只是专业知识理论系统性应用的载体,课程教学是通过软件功能的演绎和应用方法的探讨来促使学生巩固和完善工程设计工作相关的专业知识及学科理论,在探索工程问题解决方法的过程中建立起符合工程规律的思维方法,并将学习的经验迁移至类似的工程问题中。专业知识的积累和实践能力的训练是课程的根本任务,课程具有典型的工程实践属性,这要求所传授的课程教学内容应具备认知高阶性、目标导向性、内容前沿性和实践驱动性特征^[7]。

基于上述课程逻辑,课程内容的组织框架如下:在课堂教学环节中,以软件操作流程学习为主线,通过课堂内容的讲解和学习实现工程设计相关专业知识的梳理归纳、完善巩固等课程知识目标

的达成,同时兼顾工程问题的思维培养和专业视野的拓展等能力目标和情感目标的实现。在实验课等实践教学环节中,以工程设计工作流程为主线,学生通过较复杂工程情景下工程设计工作的真实体验,将完成项目的学习经验和感悟内化为解决工程问题的专业能力。同时通过课外自主学习以及学生之间的协作互助,提升学生发现、分析、解决工程问题的能力,实现科学探究、团队合作和创新思维的能力培养,真正体现课程的认知高阶性、创新性和挑战性等课程价值。

(三) 以行业需求为出发的课程目标

根据工程教育专业认证对社会需求度的要求,必须对人才培养目标和课程定位进行深入调研,确保满足社会及用人单位的需求。东北林业大学土木工程专业的培养目标是使学生成为适应国家建设和社会发展需要,具备坚实专业知识、良好人文素养、高尚职业道德,具有社会责任感、团队协作精神、创新意识和国际视野的土木工程领域一流工程师。依此人才培养定位,结合课程内容、特点及能力培养的侧重点,对标勘察设计院结构工程师工作岗位,通过课程学习帮助学生在未来设计院技术岗位的竞聘中建立优势。从企业需求出发,在哈尔滨、北京等地多家建筑设计院开展调研,通过与设计院管理岗位、生产岗位的资深工程师访谈,概括了设计院生产岗位对新入职本科毕业生的能力需求:(1)具备清晰的力学概念和知识,能定性判断结构构件的受力状态;(2)具有较清晰的结构概念,熟悉框架、剪力墙等基本的结构体系;(3)熟悉独立基础、桩基础等简单基础类型的设计;(4)熟悉常用结构设计规范并会查阅使用;(5)能应用结构设计软件进行常规结构的建模;(6)扎实的工程识图能力,能规范表达结构施工图,有一定的文案写作能力;(7)具有工作责任心和团队协作精神。结合行业需求的课程能力要求,在课程大纲修订中明确了3个课程目标。

课程目标1:了解工程设计软件相关行业知识,了解工程设计中的职业操守和道德规范,树立工程师的社会责任感。

课程目标2:掌握YJK等结构设计软件的基本原理及操作方法,掌握运用设计软件建立较复杂工程结构模型的方法,能够应用软件对结构模型进行结构设计相关分析、计算,并提取结果。

课程目标3:能够应用结构设计软件辅助完成结构设计相关的图纸、计算书、分析报告,能应用工程软件解决较复杂的结构工程问题。

对照工程教育认证要求,课程目标可明确支撑职业规范、工程知识、问题分析、设计解决方案、现代工具等毕业要求的指标点。课程实施的实践环节对工程与社会、个人与团队、沟通、终身学习等毕业要求指标点也有明显的支撑。

二、教学模式的构建

课程目标明确了“学什么”,课程教学设计要解决“怎么学”。传统的教学设计强调专业知识的系统性和完整性,授课主要按照“讲授—练习—考核”模式进行。教学效果依赖于教师在教学、管理和实践方面的投入,而学生则处于被动接受知识的状态,缺乏主动思考和探究学习的机会,导致能力内化效果不佳。学生是教育的主体,这也是OBE教育理念的核心要素之一。为此,课程团队借鉴构建主义的BOPPPS课堂模型和任务驱动项目教学法,对传统的三段式教学模式进行了创新,以促进课堂从“教师主导”向“学生主导”的根本转变。课堂教学的BOPPPS模式如图1所示。

(一) 理论课的BOPPPS模式

BOPPPS模型强调“以学生为中心”,通过导入(Bridge-in)、目标(Objective)、前测(Pre-assessment)、参与式学习(Participatory Learning)、后测(Postassessment)、总结(Summary)^[8]6个环节的作用及其相互关系,实现参与式学习,以突出学生课堂学习的主体地位。

课程中引入BOPPPS模型期望的效果:(1)给学生提出明确的学习目标,提升课堂教学的有效性;(2)让学生积极参与课堂教学过程,突出学生的主体地位;(3)通过互动方式探究专业问题,培养学生的工程思维和创新意识;(4)通过课前测及课后测,加强课程监管,实时了解学生的学习动态,及时反思课程教学中的问题和不足;(5)通过授课模式的改变和实践,转变任课教师的教育观念。

课程组织设计过程中,将理论授课的16学时分为课程导论、软件原理及操作、案例及设计专题三个递阶的模块,明确课程内容与课程目标如下。

(1)课程导论。概述信息软件技术与土木工程的关联及现实意义,明确课程学习意义、内容、学习方法及课程要求。课程教学内容主要实现课程目标1。

(2)软件原理及操作。主要实现课程目标2,注重强调工程设计软件的基本原理、逻辑关系及操作流程,少量引入软件发展动态和行业动态,拓宽学生的知识维度,补充实现课程目标1。

(3)案例与专题。实现课程目标3和目标2。以某框架-剪力墙结构体系的高层写字楼为工程案例,利用结构设计软件完成从建筑图识图到工程施工图出图全过程的学习。在案例分析过程中,穿插“水平结构体系设计”“竖向结构体系及基础设计”“工程设计参数”“平法规则及施工图”等专题学习,弥补学生在结构设计理论和工程知识方面存在的不足。

课程模式的构建因课程内容不同而有所差别。“课程导论”模块,采用讲授法实施课堂教学,以开阔学生的视野,让学生了解课程学习的意义和方法。“软件原理及操作”模块涉及课程主要知识内容,分配的课时不多,课堂上以讲授法教学为主,保证软件知识的系统性和连贯性。课堂教学采用“知识点回顾—导入新课—知识讲授(课堂练习、提问)—课程总结”传统模式进行,同时部分借鉴BOPPPS模型以增强课堂内外的互动。在课前,教师通过学习通课程平台发布讲义、参考材料和影音资料,让学生自主完成预习。课堂上,教师通过讲解、互动、归纳和总结,确保知识传递的条理性和层次性。“案例与专题”模块采用BOPPPS教学模式,学习内容涵盖一个完整的工程项目案例。教师详细介绍工程结构设计的完整流程,并通过工程案例设计进度来推动学生完成软件功能的学习及操作。课程中适时扩展相关知识理论,开展相关规范条款的专题或互动学习。课程内容的深度及各环节的课时分配具有一定的弹性,以便更广泛地开展学习互动。课程的组织框架如图1所示。三个阶段的课堂教学均可充分利用学习通线上课程平台,实现微课自学、作业验收和定期答疑。

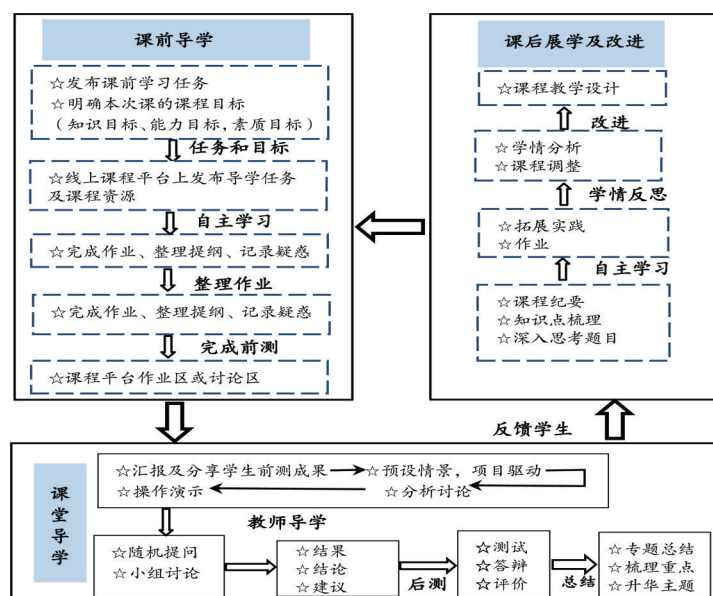


图1 课堂教学的BOPPPS模式

(二)项目式教学法的实施

项目式教学法是一种以项目为驱动的自主构建学习方法,其核心特征是以项目为主线、教师为主导、学生为主体^[9]。项目教学模型在课程中的应用能够带来以下效果。(1)突出课程学习的实用性及实践性。将源自设计院的实建工程项目引入课程,学生面对原始的工程条件、凝练而成的任务清单、真实的工程情境,通过项目的实施感悟课程学习与工作岗位需求之间的联系,感受创造性工作带来的成就感与价值感。(2)强化学生的自主学习。教师对学生的工作给予充分的尊重,在明确统一任务目标后,学生可自行组建协同工作小组,组内任务和分工、完成任务的方法和途径、提交作品的展示形式均不作限制,给学生充分的时间和空间实施项目探究与实践。(3)实现课程评价的客观性。课程组教师关注学生在项目执行过程中的能力发展,分阶段对学生作品进行评价,引入学生互评机制,确保过程性评价与总结性评价的客观公正。

上机实验课(24学时)分为验证性实验(8学时)和综合性实践训练(16学时)两部分。验证性实验旨在巩固软件基本操作,通过完成规定项目作业积累经验,教师协助学生解决软件学习中的困难与疑惑。在课程设计时,实验课任务可接续理论课的案例题目,学生在复盘案例的过程中印证、对比、归纳、总结理论授课中的知识,进而形成可移植于一般工程设计流程的知识体系。每堂实验课都有明确的主题和任务要求。学生通过照片、视频或作业、报告等形式,在课程平台上提交实验结果。教师审阅后会及时向学生反馈,从而形成“课堂讲授—课上练习—教师评价反馈”一个完整的教学循环。这样的教学安排优点在于学生在独立完成一系列的规定工作时,逐渐熟练软件操作,也能够得到及时的帮助。由于有理论课堂学习的铺垫,学生软件上手难度降低,多数学生获得了良好的学习体验,课程学习的兴趣和信心显著增强。

项目式教学主要实施在综合性实践训练阶段。项目式教学法的实施框架如图2所示,经过课堂教学及验证性实验课训练,学生已具备较复杂工程结构建模的能力,课程的高阶能力目标在项目任务解读、任务探究实践、凝练设计成果的过程中得以实现。工程项目源于设计院真实工程,工程相关结构模型、计算书、施工蓝图等全套资料在完成项目任务后可在课程平台内查阅学习。设计任务实施以小组为单位,每小组由3~5名学生组成,各小组获得相同的设计任务书、建筑图、地勘资料等初始工程资料,课程布置的工程项目平面体量可分为若干相互关联的区域,建模工作由组长负责分配,确保每位学生均要完成其中的一部分,组员完成模型后按要求完成整个项目模型的组合。任务书明确给出项目设计的技术指标和进度要求,由小组长协调小组成员共同完成各阶段的工作。项目工作期间,16学时的课内实践主要包括教师指导、阶段工作成果分享、验收答辩等环节,最终的成绩按照任务书的完成度及质量标准由师生共同评议,按比例计入课程成绩。

三、课程考核及评价方法

成绩是量化课程学习效果的重要数据,也是课程持续改进的主要依据。课程考核采用笔试成绩40%+平时成绩10%+实验成绩50%的方式进行,全面考核学生的知识目标和能力目标达成情况。

(1)笔试成绩。笔试不仅考核理论知识,更关键的是通过备考过程促使学生对理论知识和技能方法的深入梳理和总结,这使得笔试成为提升课程教学成果的重要环节。考试采用半开卷方式进行,学生可在自备的一张A4纸上查阅任意与课程相关的笔记,除此之外不允许查其他学习资料。

(2)平时成绩。平时成绩依据线上课程平台统计的视频学习时长及线上测验成绩得出。平时成绩的分值小、采分点多、分散性好,可反映学生课程学习的过程性和持续性,利于发现教学中的薄弱环节。

(3)实验成绩。成绩由教师评分和学生评分组成,其中设计方案(10%)、模型建模与分析(10%)、施工图绘制(10%)、项目成果展示(20%)。设计方案、模型建模、施工图绘制等技术性得分由教学团队全体教师按项目验收标准取平均分计入成绩,教师评分随实训项目的开展适时在课程平台公布,以激发学生的竞争意识和责任意识,促进团队协作。项目成果展示成绩采取学生互评的方式,各小组录制项目实施报告视频,由学生按评分要点对各组的项目实施报告进行评分,取评分数组的众值作为小组该项得分,小组所得分数由组内成员讨论后分配给每一位组员。在明确评分规则和标准的前提下,将部分成绩的评价权限赋予学生,在参与课程评价的过程中增强学生对待工作的责任意识,同时实现了课程考核的多元化。

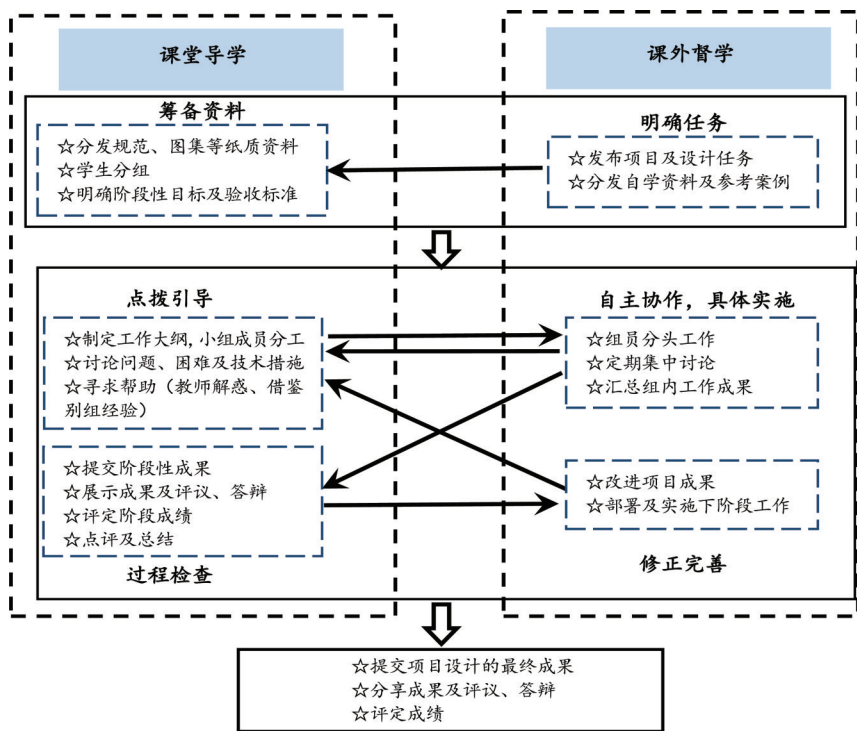


图2 课程实践环节的项目教学法

四、教学效果及改进

(一)课程实施的效果

BOPPPS课堂模式和项目式教学法注重课程过程管理和教学互动,对课程配套的资源有较高的要求,两轮课程的实施推动了课程讲义、教案、微课视频、试题库、阅读材料等课程资源的建设,图书室专业规范和图集的利用率大幅提升。

BOPPPS授课模式的引入提升了课程教学的有效性,学生利用线上课程平台的教学资源和课程自测,解决了软件流程操作等相对简单和程序化的课程内容学习,缓解了授课课时少的压力。教师可以更从容地在课堂上开展提问、讨论等教学互动,从而实现以学生为主体的课堂教学效果。

项目教学法在综合性实践训练环节发挥了积极作用。在工程项目任务分配时,每个小组任务相同,各小组起点相同,平行工作,可以在同一个时点上实现阶段成果的总结和对比。学生在小组内对工作任务具有一定的选择权,避免了怠学情绪的产生。学生在以项目为主体的探究式学习过程中,有了前期理论课程及课内实践训练,扫清了实施项目前的技术困难。少数基础差、学习能力

弱的学生也会在小团队的帮助下开展工作,学生在互助互学的过程中培养了团队责任和服务意识。在项目实施过程中,学生边学、边想、边做的过程是一个发现问题、寻求答案进而解决问题的实践过程。项目完成后,学生有机会展示和汇报工作成果,并通过评价其他小组的作品来反思和获得对自己工作的启示。布置的任务工作量及质量标准挑战性较高,达到了“跳一跳”才能“够到”的教学效果。在完成项目的过程中,学生既锻炼了专业能力,又磨砺了工作意志,能够深刻体会土木工程行业创造性工作带来的成就感。

(二)持续改进

根据课程目标对应的毕业要求指标点,对课程目标达成情况进行了分析,最新一轮课程的3个课程目标的达成度分别为0.85、0.82和0.71。课程组对课程教学的评价分析结果表明:学生对软件相关理论知识掌握较好,掌握了相对复杂建筑工程结构的建模、分析、设计方法。然而,在课程学习之后,学生在专业知识的积累和基础理论知识的运用方面存在欠缺,特别是在结构体系概念、荷载及作用效应组合、结构构造等方面尤为明显,体现在项目成果上主要表现为工程制图功底不扎实、施工图的规范性和图面质量有待提高、对规范和图集的使用不够熟练。为此,提出如下改进措施:(1)针对学生反馈课程学习中存在的问题给出相关学习建议;(2)在后续课程中优化施工图专题部分内容,增加构造措施样图的CAD临摹绘图等针对性作业,补充方案设计相关案例;(3)将课程中遇到的问题反馈给上游和后续课程,以完善课程体系,弥补学生在知识和能力方面的不足。

五、结语

给出了基于OBE理念的土木工程专业结构设计软件应用类课程的实施方案,以建筑工程计算机辅助设计课程的教学为例,重点说明了课程目标的制定、课堂授课模式的改进、工程设计能力为导向的创新实践、考核评价及持续改进的措施。从实施效果看,初步实现了课程教学与OBE教育理念相契合的课程改革目的。然而,优质课程的建设 and 教学改革不是一蹴而就的,笔者认为基于OBE理念的土木工程专业软件应用类课程的课程建设还应重视以下工作。

(1)能力提升与素质培养并重。充分发挥课程与真实工程项目紧密联系的优势,在教学环节中实现知识目标 and 能力目标的同时,借助丰富的工程案例,将社会责任、工程师操守等课程思政元素融入教学,深植责任意识、工匠精神,引导正确的金钱观、奋斗观、价值观,助力学生成为顺应时代发展、适应社会需求的人才。

(2)重视课程团队建设。OBE理念的教学从目标设立到教学环节设计、从课堂实施到课后监管、从课情反馈到持续改进,均需倾注大量的时间和精力。召集洋溢着思想和热情、执着于人才培养的优秀教师,凝聚成一个能分工协作、锐意进取的课程团队是实现课程高质量建设的核心。

(3)重视学习引导和监督。BOPPPS模型和项目式学习法注重学生参与课堂,课堂的互动势必会减少课堂教学的容量,将属于课堂的初级学习内容适度迁置到课外不可避免,放手学习但不能放任不管,要重视课外学习的动态监管,实时了解学生学习状态,把握学生的学习进度,并给予及时的引导和辅助。

(4)科学互动,有效教学。课堂教学的基本任务是实现授课内容与课程预期目标的契合,课堂教学的策略、构成要素、操作流程要行之有效,BOPPPS课堂模式的实施要具备实施的条件和实施的必要,避免生搬硬套而适得其反。

参考文献:

- [1] 董磊,贺翔,丁桦.基于OBE理念的第二课堂设计、实施与评价[J].中国冶金教育,2021(5):1-6.

- [2] 吴琛, 邓毓旺. 从评估到认证——土木工程专业发展的必由之路[J]. 高等理科教育, 2017(3): 72-77.
- [3] 住建部高等教育土木工程专业评估委员会秘书处. 工程教育评估(认证)工作指南[R]. 北京: 住建部高等教育土木工程专业评估委员会, 2016: 6-13.
- [4] SPADY W. D. Outcome Based Education: Critical Issues And Answers [M]. Arlington, VA: American Association of school Administrators, 1994: 1-10.
- [5] 王永泉, 胡改玲, 段玉岗, 等. 产出导向的课程教学: 设计、实施与评价[J]. 高等工程教育研究, 2019(3): 62-68, 75.
- [6] 王爱芳, 刘元林, 于克强, 等. 《机械设计实践》课程OBE教学模式的研究与实践[J]. 课程教育研究, 2019(51): 222-223.
- [7] 冀宏, 王继元, 张根华. 行业课程的理论逻辑与建设路径——兼论应用型人才培养“金课”建设[J]. 高等工程教育研究, 2019(4): 188-193.
- [8] 魏唯, 白洪涛, 刘威, 等. BOPPPS模型与翻转课堂相结合的C语言课程教学模式探究[J]. 教育教学论坛, 2018(10): 132-133.
- [9] 于贵文, 付斌, 金向阳. 基于项目教学法的工业工程专业人才创新能力培养模式初探[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2021(10): 31-33.

Research and practice of OBE teaching mode in civil engineering application software courses

LI Guodong, GUO Nan, ZHANG Xiuhua

(School of Civil Engineering, Northeast Forestry University, Harbin 150040, P. R. China)

Abstract: According to the system standard of engineering education certification and OBE teaching concept, this paper points out some problems that need to be solved urgently in civil engineering application software courses. Taking the course of computer aided design for architectural engineering in civil engineering as an example, this paper discusses the key problems in the course construction, such as course logic, course orientation and effective achievement of course objectives. This paper expounds the classroom teaching design based on the modules of course content, the project-based teaching mode in the course practice, the course assessment method and the measures of continuous improvement in the course reform and practice integrated with OBE teaching concept. The curriculum implementation results show that the teaching method focusing on students' main role can significantly improve students' learning autonomy, and the inquiry-based curriculum learning can effectively promote the achievement of the curriculum objectives. The curriculum model and teaching method can provide ideas and reference for the teaching method reform of similar courses in civil engineering.

Key words: outcome-based education; engineering education certification; BOPPPS; project-based teaching method

(责任编辑 梁远华)