

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2021.03.021

欢迎按以下格式引用:占玉林,卢思吉,邓开来,等.基于OBE理念的桥梁工程专业教学设计PBL方法创新与尝试[J].高等建筑教育,2021,30(3):150-157.

基于 OBE 理念的桥梁工程专业 教学设计 PBL 方法创新与尝试

占玉林,卢思吉,邓开来,徐腾飞,李福海,赵人达

(西南交通大学 土木工程学院,四川 成都 610031)

摘要:随着教育改革创新不断深入,为推动现代教育技术与教育教学的深度融合,提高高等工程教育的教学质量,根据桥梁工程课程教学所面临的新形势,引入基于OBE理念的PBL教学方法并应用于教学中。桥梁工程作为土木工程专业开设的一门基础理论课程,具有知识面广、实践性强、难度大的特点。结合教学经历和学生反馈,对桥梁工程教学内容、教学法的目标分解、教学法实施与应用进行改革,从“以问题为主线、教师为主导、学生为主体”三方面出发,搭建创新型课堂,以桥梁事故和连续梁桥施工方法为例进行说明。通过实践应用,不仅激发了学生主动求知的欲望,培养了学生的创新思维和团队协作能力,还提升了学生认知问题、分析问题和解决问题的能力,提高了成果产出。

关键词:OBE理念;PBL教学法;桥梁工程;创新性;必要性;实践应用

中图分类号:G642.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2021)03-0150-08

2016年,中国成为国际本科工程学位互认协议《华盛顿协议》的正式成员。随着国际工程教育专业认证的持续开展,高校对教学方法和教学方式改革的重视程度不断加强^[1-2]。2018年,习近平总书记在全国教育大会上发表了重要讲话,强调高等教育要服务于国家战略需要和国家发展趋势,并指出坚持深化教育改革创新是新时代教育发展的必由之路^[3-6]。结合土木工程专业桥梁工程方向的专业课程教学设计,西南交通大学桥梁工程课程教学团队积极在启发式、探究式、讨论式、参与式等新型教学方式上进行改革,以全面提高学生的学习兴趣和学习能力。

修回日期:2020-05-14

基金项目:西南交通大学“雏鹰计划B”项目;西南交通大学教育改革项目;四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目(20180106);教育部“三全育人”试点单位项目;四川省2018—2020年高等教育人才培养质量和教学改革一般项目(104;106);西南交通大学本科教育教学与改革重点项目(1802010;20201001)

作者简介:占玉林(1978—),男,西南交通大学土木工程学院副院长,教授,博导,主要从事桥梁工程教学与科学研究,(E-mail)yulinzhan@swjtu.edu.cn。

一、基于 OBE 理念的桥梁工程课程教学内容

(一) 教学理念和管理模式改革

成果导向教育(Outcomes-based Education,简称“OBE”)是一种基于学习成果的教育方法,它由 William G. Spady 于 1981 年创建,其中心思想认为,教学目标是学生通过教育过程最后所取得的学习成果^[1]。这一方法很快得到业界的高度认可和重视,目前已成为欧美、日本和加拿大等国的主流教育理念,美国工程与技术教育认证协会(ABET)将 OBE 理念贯穿于工程教育认证全过程。结合 OBE 理念,教学内容设计要明确学生要学习什么、为什么要学习这些内容、如何帮助学生学习这些内容、如何有效指导学生取得这些成果。在此理念下,桥梁专业课设计由课程总体需求转变为基于学生对知识的需求与未来发展要求,桥梁工程专业课教学目标定位为“使学生能较为系统地掌握桥梁工程基础知识,了解桥梁工程现状和发展趋势,具备桥梁设计和施工的基本技能;引导学生接受桥梁工程知识熏陶,了解学科发展前沿,开拓专业视野,培养工程师所应具备的专业素养和职业道德”。为达到这一目标,在传统课程设计基础上,以学生的自主学习为牵引,改变教学设计环节和方法,满足学生学习需求变化,使学生成为国家建设需要的桥梁工程师。同时,开发了虚实结合的桥梁工程学习模块,通过实验室实物教学与 BIM 技术虚拟仿真相结合的多元教学手段,改变传统教学管理模式。

(二) OBE 理念的教学内容

引入 OBE 理念的桥梁工程教学应具有基础性、系统性、时效性、前瞻性、工程性和反馈性等特点,教学内容应以工程问题为导向,不断丰富参数化、数字化、虚拟化和智慧化等新型桥梁工程教学手段。因此,为达到上述目标,采用“虚实结合”的表现形式,提高桥梁工程教学效果。结合学校相关教学改革项目的实施,提炼 OBE 理念的桥梁工程教学内容。根据桥梁工程的课程特点,基于以学生为中心的成果导向理念和问题驱动进行教学内容设计(如图 1),包括桥梁基础知识、桥梁建造技术和桥梁管养技术三大模块,每个模块由问题和任务组成,进一步让学生明确各模块需要掌握的基础力学知识和后续专业课程需要的知识储备,以及毕业后应达到的实际运用能力。

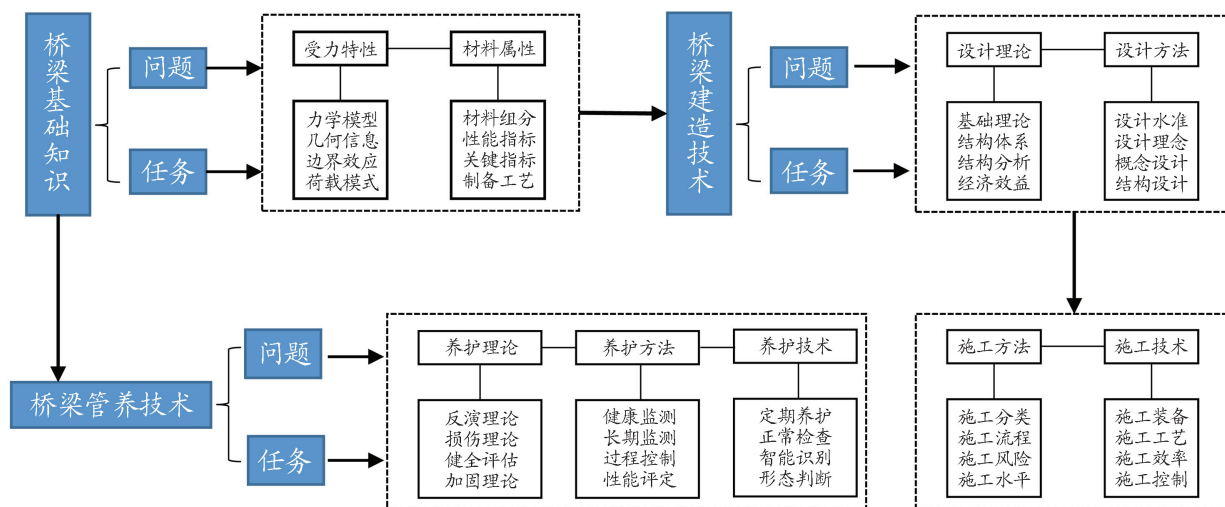


图 1 课程设计内容

二、基于 OBE 理念的 PBL 教学法的目标分解

PBL 是问题导向学习(Problem-Based Learning,简称“PBL”)的简称。问题驱动教学法是基于问题的教学方法。它是以“问题为中心、学生为主体、教师为引导”的教育方式^[7-8]。这恰与桥梁工程中运用基础力学知识解决实际工程问题的教学目标相一致。因此,教学的规划和实施应当首先明确教师和学生的角色分工。教师需在实践教学中提出问题,引导学生进行课程规划,并最终评估学习成果。学生在此过程中扮演主体角色,基于各种专业领域的问题规划探索学习内容,并以个人或小组合作的形式围绕问题探索解决方法,学习隐藏于问题背后的知识^[9-10]。问题驱动教学法的教学过程主要由五个环节组成:提出问题、建立假设、搜集资料、论证假设及教师总结^[11]。以 OBE 理念为指导,引入 PBL 方法到桥梁工程课程的教学与实施中,旨在培养学生解决问题的能力,提高产出成果和成效。

(一) 结合 OBE 理念的 PBL 教学法的基本要求

在现代工程教学中,工程理论和工程实践出现了明显的发展不平衡状态:在讲解工程理论的过程中,由于缺乏工程实践经验,从而导致理论与实际应用产生偏差,为解决这一不平衡问题,麻省理工学院、瑞典皇家工学院等高校和教育机构在 OBE 理念的指导下提出了一体化的课程培养体系^[10]。一组集个人和团队能力、过程和系统构建能力于一体,相互支持和联系的专业课程集合是一体化课程构建的关键要素。一体化课程构建一般应遵循连贯性、基础性和层次性三个原则,其目的是提高课程教学效率和教学水平。在桥梁工程专业中,桥梁工程课程作为其他桥梁专业课程的先导性课程和基础课程的后置课程,以其为中心设置桥梁工程一体化的课程体系有天然优势和合理性。一方面,桥梁工程充分体现了数学、力学和材料学等基础学科研究的结晶,是这些前置课程的实际体现;另一方面,桥梁工程又是桥梁工程专业其他后置课程的引导性课程,如钢桥、混凝土桥、组合结构桥梁等后续课程均需要桥梁工程作为基础。在 OBE 理念指导下,引入问题驱动方法,结合一体化课程培养体系需要,加深学习者对所学理论和工程实践的理解。桥梁工程课程体系可以从理论教学、课内实践、案例分析、课外实践四个环节进行构建,但同时也提出了新的教学要求,即成果—目标—任务—问题—反馈循环模式。

(二) PBL 一体化课程教学目标分解

为了使學生能迅速地进入桥梁工程的课程学习,更好地掌握桥梁工程所限定的知识点,避免在学习过程中因诸多困难而使学习积极性受挫,基于 OBE 理念的 PBL 教学方法要求授课教师应针对桥梁工程教学中的每个知识点所对应的目标任务、面临的问题及知识储备进行系统归纳和总结,同时做好相关案例和创新项目准备。以拱桥基本类型为例,表 1 为桥梁工程课程内容的目标分解和问题导向设置情况。

表 1 桥梁工程的教学内容和目标分解

教学内容	教学目标/成果	问题设置	教学过程
拱桥结构类型	目标 1:掌握拱桥的基本构成 目标 2:了解拱桥的基本概念 目标 3:学习拱桥的基本分类	问题 1:曲线与拱桥的关系 问题 2:为何称之为拱 问题 3:是否在拱上行车就是上承式拱桥	通过设置问题,启发学生反馈知识点和工程需求,引导学生深入理解拱桥的几何、构造、线型等基本知识点
拱桥受力机理	目标 1:掌握拱桥的基本力学特征 目标 2:学习拱桥的基本受力模式	问题 1:为何拱桥不适宜在松软地区修建 问题 2:拱在竖向荷载作用下的受力与梁有何不同	通过教师讲授、启发,学生演练拱在竖向均布荷载作用下的拱脚推力,引导学生深入学习和掌握拱桥推力的基本概念
拱桥设计流程	目标 1:学习拱桥设计的基本方法 目标 2:掌握拱桥设计的基本思路	问题 1:什么是合理拱轴线 问题 2:为何要尽量减小拱圈弯矩	通过问题解答,启迪学生开展相关知识点的学习和了解,研讨拱桥设计的基本思路和流程
拱桥施工方法	目标 1:学习拱桥的基本施工风险 目标 2:掌握拱桥施工的方法类型	问题 1:以某石拱桥施工期垮塌为例,为何说拱桥施工期风险较高 问题 2:为何某些施工方法不适宜山区拱桥修建	通过教师讲授、学生回答,引导学生学习拱桥施工基本方法,充分研讨交流,提高学生对施工方法的了解

三、基于 OBE 理念的 PBL 教学法的实施和应用

在教学实践过程中,结合 OBE 理念的成果产出和 PBL 方法的问题导向,将学生置于实际问题情境中,引导学生独立分析和解决问题,在成果产出的同时提升学生的自主学习能力和协作学习能力。所谓自主学习,即以学生为学习主体,充分发挥自身的主观能动性,在独自探索和学习的过程中积极主动寻求问题的解决方法,并获取学习成果,据此信息可对客观事物形成更准确的认知,并有效解决实践问题。而协作学习则是在自主学习的基础上,进一步以团队协作探讨的形式,深化学生对知识的理解与认知。在协作学习的过程中,学生可以从多个维度看待问题,拓宽思路,优化解决方案,从而对知识点产生新的理解。为此,笔者从课堂构建和实施效果两个方面介绍问题驱动教学法在桥梁工程课程教学中的应用。

(一) 基于 OBE 理念的 PBL 教学内容课堂构建

1. 以问题为主线

提出问题、创设问题情景是问题驱动教学的出发点和关键点。如何创建问题,创建什么样的问题,决定着教学效果与教学质量。让刚接触桥梁工程的学生自主提出问题十分困难,学生对课程知识没有清晰认知,需要教师创设问题情境。通过创设合适的问题情境,使学生对将要接触的知识形成更加直观和形象的认知,从而激起学生的学习热情,唤醒原有知识体系,鼓励他们用以往所学去解决当前的问题,同时加深对新知识的理解记忆。例如:在讲解桥梁荷载和作用时,按照课本上的知识点要求,往往会流于形式,教学略显枯燥,但是典型桥梁事故案例却能极大地激发学生学习的兴趣。因此,在课程教学中结合无锡某高架桥倾覆事故案例,以问题驱动的方式,引导学生结合书本知识分析事故原因,在学习过程中再次明确知识要点,理解重点和难点,以达到良好的教学效果。

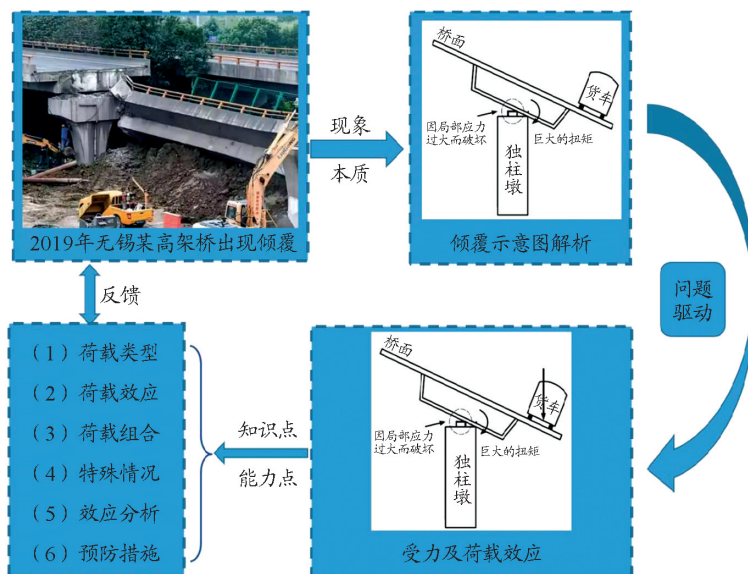


图2 “问题驱动”法结合热点事件讲解专业知识示意

2. 以教师为主导

问题驱动教学法,以激发学生的学习兴趣为出发点,提高学生在教学过程中的参与度,活跃其思维,从而提高学习的主动性。但是,在这种教学模式下,学生在有限的教学时间内知识容量偏少,所获取的知识具有一定的随机性和零散性,因此,这种教学方法对教师的要求较高,教师必须具备较强的课堂掌控能力和引导能力。在桥梁工程的教学中,教师重点培养学生自主学习与协作学习相结合的能力,具体实施时将课程教学设计为课堂理论教学和课堂实践教学两个部分。教师应基于夯实学生理论基础知识的目的制定教学计划,在此过程中应注意三个事项:(1)根据学生的实际学习能力选取难易适中的教材,并通过梳理理论知识,使其轻松理解基础知识,掌握桥梁工程的分析方法;(2)在课程教学中要注重将力学理论和工程实践紧密结合,联系生活中的实际工程问题,激发学生主动学习的兴趣;(3)在实践教学过程中不可脱离理论知识的指导,既有效规避纸上谈兵,又能最大化地提升学生的实践能力。此教学方式既能避免学生对理论知识学习产生枯燥心理,又能在解决实际工程问题的过程中使其获得满足感和成就感。

此外,基于 OBE 理念的问题驱动教学考核评价体系是教学的重要环节。由于融入 OBE 理念的高等工程专业教学具有一定的弹性,它能根据现实条件及时调整专业发展思路,在教学过程中以教学目标为导向设立相应的考核内容。极具代表性的 ASK 模式对于高校工程类专业教学效果的评估起到了促进作用。教学成果可以用“ASK”模型概括,包括学生通过教学过程所应具备的素质(Attitude)、技能(Skill)和知识(Knowledge)三个方面^[12]。对于桥梁工程专业而言,还可增加对搜集整理资料、分析解决问题、协调沟通、工程实践等能力的考查,同时,评价的主体也可进一步扩大,引入学生互评机制,使考核评估更加多元化。

3. 以学生为主体

在问题驱动教学法中,教师的角色以“导师”为主,学生通过图书馆和网络资源途径查阅相关书籍和文献,充分发挥主观能动性,开展自主学习,探究实际工程问题的解决方案。与此同时,学生还可以形成 2~3 人的团体,各自发挥聪明才智,提供解决问题的思路,在合理分工的基础上更有效地

完成学习任务。在整个过程中,教师根据实际进展提供参考意见,指导学生围绕一个主题定期开展讨论并总结。为避免出现抄袭等学术不端行为,结合学生的兴趣方向,提供多个选题供学生选择。基于 OBE 理念的问题驱动方法,将桥梁工程理论知识与实际工程问题结合,进而让学生对桥梁工程中的理论有更深入的认识,为今后工作实践打下基础。例如:学生刚接触连续梁桥施工方法这部分内容时,只觉得枯燥无味,学起来似懂非懂,有的学生上课埋头做题,有的学生认为会做题就是掌握了知识,但真正到了毕业设计建模时,又纷纷拿出课本仔细阅读、询问上课讲过、反复强调过的内容。采用问题驱动法教学讲解该部分内容,先放映相关施工影像资料,让学生对连续桥梁施工形成直观和形象认识,再提出问题引导学生主动思考。如:通过影像了解到了几种施工方法?采用这些施工方法的工程地质条件如何?这些方法的优缺点?给出一些新的施工条件,让学生选取合适的方法并作出合理解释。通过设置问题,将学生真正带入课程所设立的情形中,以学生为主体,让学生积极主动的“顺应”和“同化”新知识。

(二) 基于 OBE 理念的 PBL 教学的实施效果

基于 OBE 理念的 PBL 问题驱动教学法提高了学生学习的主动性,将这一教学法应用到桥梁工程教学中,通过理论与实践教学相结合,使学生对工程实际情况更为了解,将桥梁工程的功能、设计和施工植入学生的头脑中,使其能够对桥梁工程的各种类型、方法和技术有全面的了解,从而提高学生的实战能力。基于 OBE 理念的问题驱动法于学生而言,是一种通过理论与实践的结合有效提高学习效率的方法。它以实际问题为切入点,以实践需求带动学生学习理论知识,培养学生自主学习和协同学习的能力,不仅开阔了学生的视野,还激发了学生的学习兴趣。学生通过解决问题获得成就感,激发其对知识的渴求,进而产生良性循环。以往的教学经验表明,学生更注重工程技术课程的系统性,偏向微观的“只见树木,不见森林”式教学容易使学生产生迷惑,而伴随学习成就感带来的良性循环则能有效减少这种迷惑。为了评价问题驱动教学法的效果,针对课程教学班级的全部 120 名学生开展了评价调查,评价方式和评价内容如表 2 所示。评价结果如表 3 所示,从中发现学生的知识面、解决问题的能力等均有明显提高。

表 2 评价内容和方式

评价方式	占比/%	评价详细说明	参与人数/人
知识点	60	作业、课题互动、中期末和期末考试	120
实践能力	15	简支梁横向分布系数课程设计及受力分析	120
解决问题	15	重大桥梁时事即兴点评	35
独立思考力	10	问卷调查、课前小测验	96

表 3 问题驱动教学法评价结果

项目	传统方法/%	问题驱动法/%	提高比例/%
知识点	70	90	29
实践能力	56	76	36
解决问题	32	48	50
独立思考力	30	68	127

四、体会与思考

针对传统桥梁工程课程教学中存在的问题,以 OBE 的成果产出为指导、以 PBL 的问题驱动为

牵引,提出基于 OBE 的 PBL 教学方法,这是一种新的教学思路,是一种基于建设性教学理论的教学模式。在这种理论指导下,尚未解决的专业问题为学生的自主学习提供驱动力,教师则以导师的身份引导学生主动探索并找出问题解决方案。在此过程中,学生通过自主学习和协作学习,自主寻求方案并总结。文章基于实践应用,以桥梁工程师的视角,引导学生对桥梁工程实际存在的问题进行探讨,以问题驱动引导学生对每一种桥梁结构特征、受力特点、施工方法进行解析,通过解决实际问题,将工程背后蕴含的理论知识生动形象地展示出来。在具体实施时,需注重将抽象的理论知识转换为实际工程问题,使课程设计具体化,避免浮于表层理论而忽略桥梁概念设计的实践,从而使学生更高效而积极地完成学习。问题驱动式教学模式将教学内容具体化,不仅激发了学习兴趣,还培养了学生分析问题、解决问题的思维能力,增强了学习的指向性。在教师的指导下学生通过自主搜集资料、小组讨论等形式探索问题解决方案,充分体现了以问题为主线、教师为主导、学生为主体的教学理念。在整个过程中,学生的自主学习能力被激发,在与团队交流探讨的过程中产生更多创新性思路。教师发挥其组织和促进作用,引导学生通过有目的地搜集整理学习资料构建和完善知识体系。问题驱动教学法的关键在于问题设计,问题的指向性一旦明确,学生将更有效率地完成学习任务。问题驱动教学法的实施要求教师要以课程内容为基础,针对学生实际的学习和认知能力提出问题,以解决问题为目的引导学生自主参与学习和思考。教师设计的问题既要包括课程的主要知识点,又要循序渐进;同时教师还要鼓励学生大胆尝试,提出问题,解决问题,激发学生的发散性思维。由此可见,面向工程类课程开展问题驱动教学法的研究具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 赵春霞,周静,顾少轩,等.基于 OBE 理念的新能源材料与器件专业实验教学探索与实践[J].高教学刊,2019(18): 83-85.
- [2] 郭文文,李国能,胡桂林.问题驱动 CDIO 教学法在传热学教学中的应用[J].浙江科技学院学报,2018,30(5): 435-439,444.
- [3] 刘华鼎,叶勇.基于 OBE 理念在制药工程综合实验教学中实施 PBL 教学法[J].实验技术与管理,2019,36(10): 40-45.
- [4] 张鑫超,韩冰,郝建芳.本硕博一体化培养框架下研究生课程设置研究——以北京交通大学土木建筑工程学院为例[J].教育教学论坛,2019(34): 165-166.
- [5] 陈奕桦,张献华.基于睡眠影响的中国大学生课堂专注力实证研究——以贵州省四所大学为例[J].渭南师范学院学报,2016,31(10): 35-44.
- [6] 李志义.适应认证要求 推进工程教育教学改革[J].中国大学教学,2014(6): 9-16.
- [7] 刘梦莲.基于问题式学习(PBL)的设计[J].现代远程教育研究,2003(1): 39-43,64.
- [8] 张超,杨改学.基于 PBL 的翻转课堂模式在软件教学中的应用——以“非线性编辑与视频特技”课程为例[J].现代教育技术,2016,26(3): 73-79.
- [9] 马成林,李洋,肖生苓.问题驱动法与案例教学法在企业物流与设施规划教学中的应用[J].物流工程与管理,2015,37(3): 242-245.
- [10] 杭文,何杰,毛海军.“问题驱动”教学法在跨学科课程“运输经济学”教学中的应用[J].中国大学教学,2012(9): 72-74.
- [11] 向婷.“问题驱动法”在新建应用型本科数学教学中的应用[J].教育教学论坛,2019(5): 184-185.

[12]]吴秋凤,李洪侠,沈杨.基于 OBE 视角的高等工程类专业教学改革研究[J].教育探索,2016(5):97-100.

Innovation and practice of PBL method in the teaching of bridge engineering course base on OBE concept

ZHAN Yulin, LU Siji, DENG Kailai, XU Tengfei, LI Fuhai, ZHAO Renda

(*School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, P. R. China*)

Abstract: With the deepening of educational reform and innovation, in order to promote the deep integration of modern educational technology and teaching, and improve the teaching quality of higher engineering education, according to the new situation of bridge engineering teaching, the application of PBL teaching method based on OBE concept in bridge engineering is introduced. As a basic theoretical course for civil engineering, bridge engineering has the characteristics such as wide knowledge, strong practicality and great difficulty, etc. Based on the teaching experience and students' feedback, the reform and practice of teaching content of bridge engineering, decomposition of pedagogy, and implementation and application of teaching method are carried out. An innovative classroom is built from the three aspects of "taking problems as the main line, teachers as the leading role and students as the main body", which takes the knowledge of bridge accidents and continuous beam bridge construction method as an example to illustrate. Through practical application, it not only inspires students' desire to seek knowledge actively, cultivates students' innovative thinking and team cooperation ability, but also improves students' ability to recognize, analyze and solve problems, resulting in more outputs.

Key words: OBE concept; problem-based learning method; bridge engineering; innovation; necessity; practical application

(责任编辑 梁远华)