

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2019.02.021

欢迎按以下格式引用:冀伟,蔺鹏臻,刘世忠.基于BIM技术的“情景教学-仿真模拟-工程应用”的桥梁施工课程教学改革与实践[J].高等建筑教育,2019,28(2):124-130.

基于 BIM 技术的“情景教学-仿真模拟-工程应用”的桥梁施工课程教学改革与实践

冀伟,蔺鹏臻,刘世忠

(兰州交通大学 土木工程学院,甘肃 兰州 730070)

摘要:为探索理论知识、实践能力和创新能力融合的教学新模式,以道路桥梁与渡河工程专业的桥梁施工课程为平台,以当下发展速度快、应用面广的 BIM 技术为改革手段,通过对课程内容体系的整合重构,建立了教学情景,体现了桥梁施工过程的整体性和全面性。通过 BIM、MIDAS、桥梁博士等有限元软件的应用实现了仿真模拟,增强了课堂教学的直观性和生动性,提高了学生的软件操作和分析能力。通过引入工程实际项目实现了教学与工程实践的对接,提高了学生解决实际问题,参与工程项目的实践能力,增强了桥梁施工课程的教学效果,实现了人才培养的目标。

关键词:桥梁施工;教学改革;BIM技术;实践能力;创新能力

中图分类号:U445;G642.3

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2019)02-0124-07

桥梁是道路的重要组成部分,是交通工程中的关键性枢纽,对交通发展起着非常重要的作用。桥梁也是国家经济和社会发展的基础设施,是一个国家或地区经济实力、科学技术、生产力发展等综合国力的体现^[1]。近年来,随着中国交通事业的发展,桥梁在高等级公路、高速铁路及城市立交道路中所占的比重逐渐加大。桥梁建设发展也呈现出跨径不断增大、桥型不断丰富和施工技术不断革新等趋势,这对桥梁施工的技术水平和管理水平提出了更高的要求。作为桥梁工程相关的设计、施工、监理和检测等企事业单位也迫切需要大量的桥梁工程专业人才,企业的竞争归根到底是人才的竞争。如何为用人单位培养理论基础扎实、实践能力强的桥梁工程专业人才,是学校开设道路桥梁与渡河工程专业课程主要考虑的问题。

桥梁施工课程作为道路桥梁与渡河工程专业的核心课程,起到了从设计蓝图向具体工程实体

修回日期:2018-02-14

基金项目:教育部产学研合作协同育人项目(201701057007);兰州交通大学校级重点教改项目(JGZ201706)

作者简介:冀伟(1982—),男,兰州交通大学土木工程学院副教授,博士,主要从事桥梁施工研究,(E-mail) jiwel1668@163.com。

转变的桥梁连接作用。该课程通过对路基工程、路面工程、桥梁基础、墩台、桥跨结构和附属构造等的施工内容和施工技术要求,道桥施工的组织设计等内容的讲授,使学生掌握道路与桥梁工程的施工过程和关键技术要点,具备编制道路与桥梁专项施工方案的能力,理解工程施工与材料、设计方案、技术进步、投资、环境与社会等因素之间的复杂关系,培养学生基于工程标准、规范和规程的工程质量意识。学生通过学习此课程,应掌握桥梁施工技术和施工组织设计的基本知识,初步具备制定各式桥梁结构施工方案的能力,为毕业后从事桥梁工程科研、设计、施工与管理等工作奠定基础。此外,该课程也是道路桥梁与渡河工程专业理论与实践结合的重要课程,是培养学生工程实践能力,实践“卓越工程师教育培养计划”的最佳平台^[2]。

BIM (Building Information Modeling) 即建筑信息模型,是以建筑工程项目的各项相关信息数据作为基础,建立三维建筑模型,通过数字信息仿真模拟建筑物的真实信息,具有信息完备性、信息关联性、信息一致性、可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性的特点^[3]。将 BIM 技术三维可视化的优势应用于桥梁施工课程教学可以直观展示桥梁三维结构,模拟真实的桥梁施工过程,激发学生的学习兴趣,加深学生对教学内容的理解,做到学以致用,事半功倍地实现预期的教学效果。

如图 1 所示,在系杆拱桥的 BIM 模型中,设计规划系杆拱桥拱肋节段吊装过程中吊车的停放位置、吊臂的工作范围、拱肋节段的放置区域。对比 CAD 图纸的场地模拟(图 2),图 1 的 BIM 模型更加直观、形象地呈现了施工现场布置情况^[4],让学生一目了然地熟悉和掌握相关知识要点。

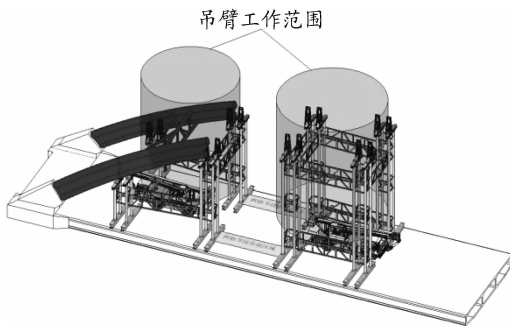


图 1 基于 BIM 模型的施工现场模拟

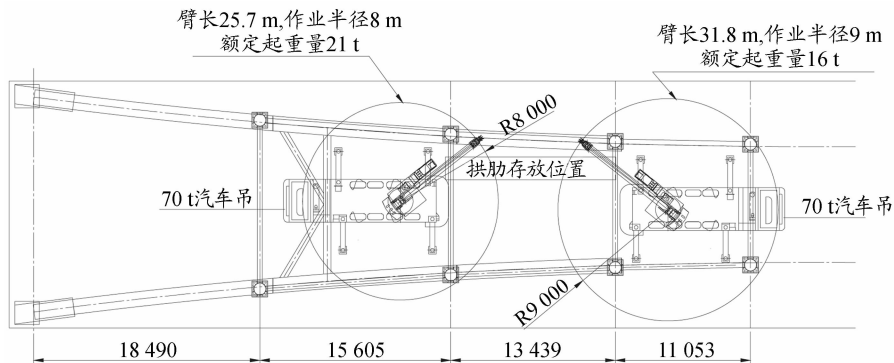


图 2 基于二维 CAD 图纸的施工现场模拟(单位:mm)

文章以兰州交通大学道路桥梁与渡河工程专业所开设的桥梁施工课程为研究对象,主要研究以 BIM 为技术基础开发的情景教学法、仿真模拟动态展示、工程实践结合应用等教学方法如何在桥梁施工课程教学中有效开展,以达到解决学生学习积极性差,理论知识与实践操作结合欠佳,传统教学手段教学效率低等问题。

一、桥梁施工课程教学现状及问题

兰州交通大学道路桥梁与渡河工程专业开设的桥梁施工课程属于专业核心课程,开设于第7学期,课时为32学时,前导课程有桥梁工程和墩台与基础工程,为学生后续进行毕业设计及毕业后走上桥梁工程设计、施工、管理等岗位奠定基础。兰州交通大学作为中国第三所铁路院校,行业特色鲜明,道路桥梁与渡河工程专业的毕业生大都签约中国中铁、中国铁建等大型铁路施工企业,工作于铁路工程一线,直接参与大型复杂桥梁的建造管理,对毕业生“所学即所用”“零距离上岗”的要求很高,反推到在校所学的专业课程,对课程“贴近实践应用”的要求逐渐提高,这也是专业实践课程教学改革的方向。

目前,针对桥梁施工课程,高校实施的教学方式和内容改革主要有多媒体课堂教学、互动式教学、换位教学法、施工案例分析、施工现场实习和基于施工图的教学法等^[5-7]。这些尝试虽然有一些效果,但一方面没有将不同层次高校的人才培养目标区别出来,另一方面在教学过程中仍然存在一些问题。

(一) 缺乏整座桥梁施工全过程的情景教学

桥梁各部分的施工过程和施工工艺是桥梁施工课程讲授的重点,目前主要通过传统教学方式讲解,即教师讲课以板书为主,多媒体教学等辅助,学生听课并记录课堂笔记。这种教学模式可以短时间内给学生展示大量的桥梁施工知识,让学生快速认识并了解桥梁施工的基本概念,也可以通过PPT展示施工图片,通过施工录像和视频资料等多媒体手段增强学生对桥梁施工过程的感性认识。这种传统的教学方式是以教材为依据,而大多数教材将桥梁的上部和下部结构划分开,分别讲授其施工方法,没有展示桥梁完整结构的施工过程。当前所用的教学大纲也基本按照教材体系编写,未能体现桥梁施工的整体性和全面性。在此情况下,学生难以从整体上把握某一种桥型的构造和施工过程,虽然通过PPT展示施工图片和视频展示施工录像可弥补这一不足,但PPT展示比较片面,完整播放录像又比较花时间,容易使学生疲倦且缩短了教师的讲解时间,不利于实现教学效果。

(二) 学生 BIM 技术及有限元计算软件的应用能力较弱

随着信息技术的发展和 BIM 技术在桥梁工程领域的推广应用,桥梁设计、施工单位在实际工程中也开始较多地使用 BIM 技术建立桥梁模型,模拟具体桥型的施工过程。但从目前学生做毕业设计反馈的信息来看,学生对简单桥型的 BIM 建模及施工模拟的操作尚不能熟练掌握,无法满足以后工作的需要。此外,在毕业设计阶段,学生还需要应用有限元软件计算桥梁结构的内力和位移,通常存在学生完成后无法判断对错等问题。学生应用 BIM 技术模拟施工、应用有限元软件计算模拟受力情况的水平都有待加强。

(三) 理论知识与工程实践结合较差

桥梁施工课程是培养学生工程实践能力和综合能力并实践“卓越计划”的最佳平台,工程教育专业认证标准也要求学生具有综合运用所学理论和技术分析并解决工程问题的基本能力。但目前学校无法创造出各种桥梁施工的真实场景,学生对桥梁局部构造及施工关键技术的学习和理解较为吃力。教学计划中桥梁施工课程仅为32学时,而教学内容较多,学生很难掌握整个桥梁的施工过程,往往只能掌握某种桥型甚至某个桥梁结构的几道工序。

(四) 课程内容陈旧,未能体现桥梁施工的最新技术

随着中国经济建设的发展,一大批结构新颖和科技含量高的大跨径桥梁相继建成,随之产生了新

的桥梁设计理念和施工技术。但目前桥梁施工课程所使用的教材对知识点的选择和安排没有脱离传统的教学理念,在新材料、新桥型及新施工技术等方面,知识点更新缓慢,毕业生在课堂上所学的知识在走上工作岗位前就已经不适用了,这也成为广大毕业生走上工作岗位后面临的难题。因此,通过对桥梁施工课程教学方法的改革,在教学中及时补充更新与课程相关的最前沿知识势在必行。

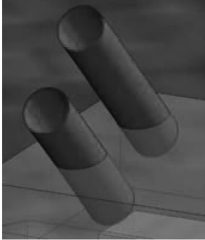

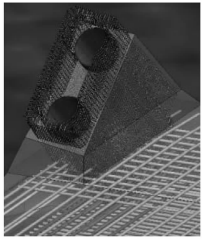

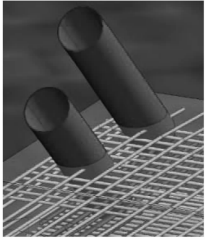

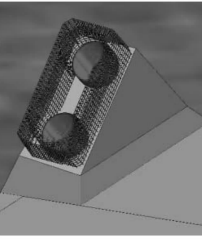

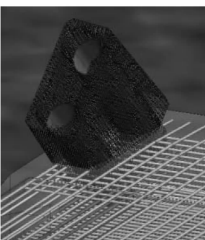

二、项目研究的目标及拟解决的主要问题

本项目结合常见典型桥型、施工单位常用的桥梁施工方法和工艺,对原有桥梁课程教学内容进行整合重构,建立对应不同典型桥型的教学情景,作为教学开展的脉络。利用 BIM 技术构建具体桥型的三维模型,增强学生对桥梁构造的感性认识,提高学习兴趣,通过有限元软件模拟具体桥型在不同环境及工况下的施工过程及受力特点,直观显示荷载作用下结构各阶段的变形形态,使学生能利用有限元理论分析和解决实践问题。结合学院教师承担的桥梁施工监控项目,以工程实际项目作为教学项目,引导学生利用有限元理论去探索、思考和实践。拟解决的关键问题为:

(1)打破学生仅仅掌握某种桥型或某个结构的几道工序的局限性,建立对应不同典型桥型的教学情景,使学生熟悉并掌握不同桥型整座桥梁的施工过程。

(2)解决课堂教学方式不生动,教学内容枯燥,学生学习积极性差的问题。在桥梁施工课程教学中,通过 BIM 三维模型的展示、桥梁施工过程的动态模拟使课堂讲授更具有吸引力,并增强学生对理论知识的理解掌握。例如:可利用 BIM 软件对系杆拱桥拱脚的施工过程进行模拟(表1)^[8],通过动态模拟使课堂讲授更加生动,提高学生积极性和课堂参与度。

表1 拱脚浇筑与施工现场图

序号	模拟图例	施工现场图片	施工说明	序号	模拟图例	施工现场图片	施工说明
1			步骤1: 预埋钢管拱	4			步骤4: 搭设模板
2			步骤2: 布置预应力 管道	5			步骤5: 混凝土浇筑
3			步骤3: 绑扎普通钢 筋				

(3)解决学生在实习或就业后对实际桥梁施工工程进行仿真模拟时无从下手的问题。学生在桥梁施工课程中不仅要学习基本理论知识,还要在课后利用BIM实验室学习BIM类软件建模及仿真模拟操作,符合实习及工作中对BIM技术应用的需求。

(4)采用工程实际项目作为教学项目,引导学生参与实际桥梁工程的施工过程模拟中,完成建模及编制施工方案等任务,以小组讨论方式验证所选施工方案的可行性,培养学生的工程实践能力、创新能力、团队协作能力与综合解决问题能力。

三、研究思路和研究方法

首先,结合当前施工单位常用的桥梁施工方法,选择难易程度适中、有一定综合性和代表性的桥梁为研究对象,以不同桥型为分类标准构建学习情景;然后,应用BIM技术创建不同桥型的信息模型,方便学生直观了解桥梁构造,同时应用BIM类软件模拟不同桥梁施工过程,一方面增强学生BIM软件仿真模拟操作能力,另一方面增强学生对桥梁施工方法的理解;最后,以实际桥梁工程项目为依托,以建立模型并动态模拟桥梁施工过程为导向,强化学生桥梁施工监测与控制、桥梁施工总体技术方案制定等方面的训练。

(一) 构建桥梁全过程施工的教学情景

突破原有桥梁施工课程大纲根据桥梁上部和下部结构的不同构造形式,分别讲授其施工过程的模式,以典型工程项目为基础,构建简支梁桥施工、连续梁桥施工、刚架桥施工、拱桥施工、斜拉桥施工及悬索桥施工的6个学习情景。针对每个学习情景结合后期BIM技术的插入应用,组织有教学及实践经验的教师进行具体的情景描述,编制详尽的教学设计方案,包括每个教学情景的教学目标、重点难点、课时分配、教学内容、BIM技术切入方式、学生学习方法等。

(二) BIM建模和有限元三维仿真模拟应用于桥梁施工课程教学

目前桥梁工程常用的BIM类软件有桥梁博士、MIDAS。利用这类软件创建以上6个学习情景所对应的6种桥型的三维模型,结合传统讲授方式使学生直观认识各种桥梁,了解桥梁结构,熟悉各部位功能和作用,实现学生对此门课程基本知识的理解与掌握。

然后利用此类软件仿真模拟悬臂法施工、顶推法施工及转体施工等各种桥型的真实施工过程,使学生有身临其境的感觉。同时应用有限元软件深入模拟桥梁在各种工况下的受力状态,直观显示不同荷载作用下结构各阶段的变形形态,进而在后处理平台上实现桥梁结构在外荷载作用下的变形特征,并将运算结果制作成图片和施工过程的分析动画。这个仿真模拟展示过程可使学生较深刻地理解桥梁施工知识。

(三) 以实际工程项目为载体进行实战

遴选在施工技术和构造类型方面具有代表性和典型性的实际桥梁工程,收集相关的前期设计资料作为桥梁施工课程的实训工程案例。模拟实际工作环节,实现“教学与工程实践相结合”的目标。学生以4~6人为一组,以实训工程案例为载体,完成相应的BIM建模、施工过程仿真模拟、设计计算分析、桥梁施工方案制定等任务,并对完成效果进行总结汇报。

此外,还可安排学生在桥梁关键的施工阶段进入施工现场观摩学习,请施工单位的一线技术人员现场讲解施工关键技术,进一步增强学生对课堂理论知识的理解,实现课程教学内容与桥梁施工新技术同步发展。

若有条件,指导带领学生参与完成实际工程项目也是实现学生课程学习效果,提高专业实践能力的有效途径。在2017年的桥梁施工教学中,选派学生利用国庆长假分别赴甘肃省临夏州和政县、甘肃省天水市秦州区及青海省西宁市湟中县展开桥梁的桥位和桥址勘测,回到学校后针对所收集的资料,进行桥梁选型和施工方案设计,并制作了沙盘模型,培养和提高了学生的工程分析和设计能力。

(四) 课程案例的具体设计

基于BIM技术的“情景教学-仿真模拟-工程应用”的桥梁工程施工课程具体设计内容为:

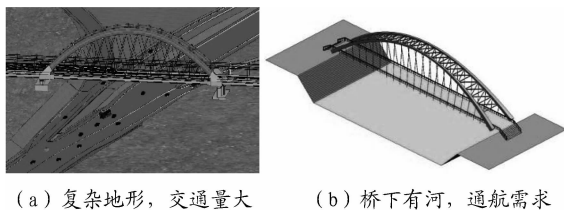
(1)以培养学生自主学习和研究性学习为目标,基于桥梁工程实际问题进行探究式教学课程讲义编制,基于BIM技术进行多媒体课件设计。

(2)以实际的一座系杆拱桥为例(图3),指导学生运用BIM技术建立该桥的BIM模型,并利用BIM模型进行施工过程模拟。结合BIM模型重点学习拱桥施工中的内外吊杆施工顺序、拱脚施工及下锚块施工等关键施工技术。



图3 系杆拱桥的BIM模型与施工现场

(3)运用BIM技术设计虚拟施工情境,培养学生综合分析解决问题的能力。以一座处于不同环境的系杆拱桥为例(图4),学生在教师的指导下针对不同环境中的拱桥提出具体的施工方案,并对其合理性进行论证,培养学生综合运用所学知识分析和解决问题的能力。



(a) 复杂地形, 交通量大 (b) 桥下有河, 通航需求

图4 处于不同环境的系杆拱桥

(4)以培养学生创新能力与团队协作能力为目标的项目参与式教学。将学生分成若干小组,针对不同的施工方案,每组学生完成各自施工方案的成本估算和论证施工方案的优缺点,训练学生的团队协作能力与创新能力。

四、预计实施效果

基于BIM技术的“情景教学-仿真模拟-工程应用”教学改革在桥梁工程施工课程中的应用预计有以下效果:

(1)分析整合桥梁施工课程内容,并以典型桥型为分类依据建立6个学习情景,突破了以往教学大纲及传统教材对教学内容划分缺乏整体性的局限,重构了教学内容,使教学内容更能体现桥梁施工的完整过程,更贴近于工程实际。

(2)通过BIM类软件建立不同类型桥梁的三维可视化模型,模拟桥梁施工的全过程,加深了学生对课堂理论知识的理解,增强了学生对桥梁构造和桥梁施工过程的直观认识,同时增强了课堂的趣味性,激发了学生的学习兴趣。

(3)通过BIM类软件仿真模拟桥梁在不同工况下的受力情况、变形过程,并进行分析计算,辅助学生理解比较枯燥的受力分析理论知识,提高了学生对BIM类软件的操作应用能力,培养了学生分析解决问题的实践能力。

(4)将实际工程项目作为教学案例引入桥梁工程施工课程,使课堂教学内容更贴近于工程实践,使学生在学校所学知识更贴近于本门学科的发展前沿,达到“所学即所用”的目标,有效地实现了理论与实践的结合。

(5)引导学生分组完成案例项目的实训任务,激发学生自主学习、思考和实践的潜力,锻炼学生的实际动手能力,培养学生团队协作的精神,在一定程度上增强了学生的科研意识和科研能力。

五、项目研究的实践意义与推广价值

桥梁施工课程教学改革已在生源质量较好的2013级和2014级本科土木工程专业茅以升班(桥梁工程方向)实施,学生的学习兴趣有较大提高,教学效果良好。随后将在总结教学实践经验和改革成果的基础上,在土木工程2015级桥梁方向所有班级中全面推广实施。

基于BIM技术的“情景教学-仿真模拟-工程应用”教学改革与实践以实现桥梁工程施工课程教学效果为出发点,以当下发展速度快、应用面广的BIM技术为改革手段,以培养桥梁工程专业高素质、高技能人才为目标,以服务于中国桥梁建设事业为最终落脚点,通过对课程内容体系的整合重构,建立了教学情景,通过BIM技术的应用实现了仿真模拟,通过引入工程实际项目实现了教学与工程实践的对接。此项教学改革与实践的成果提高了桥梁工程施工课程的教学效果,可为同类院校桥梁工程施工课程改革提供参考,还可为借助BIM技术提高教学效果的其他课程教学改革提供借鉴,具有较好的推广应用价值。

参考文献:

- [1]中国公路学报编辑部.中国桥梁工程学术研究综述·2014[J].中国公路学报,2014,27(5):1-96.
- [2]朱劲松.面向卓越工程师培养的桥梁施工课程教学改革与实践[J].高等建筑教育,2012,21(3):71-75.
- [3]曾绍武,蒋平江,罗建华.基于BIM技术的桥梁施工课程教学改革探索[J].石家庄铁路职业技术学院学报,2015,14(4):83-88.
- [4]杨阳.BIM技术在尼尔森体系系杆拱桥拱肋及吊杆施工中的应用研究[D].兰州:兰州交通大学,2017.
- [5]李卫锋.桥梁施工技术课程教学改革探讨[J].中国教育技术装备,2012(33):90-94.
- [6]罗建华.以施工图为主体的“桥梁施工”课程教学改革[J].温州职业技术学院学报,2011,11(1):86-88.
- [7]吴金荣.桥梁施工课程教学改革研究[J].高等建筑教育,2008,17(2):80-85.
- [8]史军胜.BIM技术在郑万铁路128m钢管混凝土拱桥施工过程中的应用研究[D].兰州:兰州交通大学,2017.

Teaching reform and practice of bridge construction course of “situational teaching-analogue simulation-engineering application” based on BIM technology

Ji Wei, LIN Pengzhen, LIU Shizhong

(College of Civil Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, P. R. China)

Abstract: In order to explore new teaching mode for integrating the theoretical knowledge, practical ability and innovative ability of student, the course of bridge construction road and bridge engineering specialty as the platform, BIM technology to present the fast development and wide application of the reform means, through the integration of the reconstruction of the course content to establish the system of situational teaching that reflects the overall and comprehensive process of bridge construction. Through the application of finite element software, such as BIM software, MIDAS and bridge doctor, the simulation is realized, which enhances the intuition and vividness of classroom teaching, and improves students' ability of software operation and analysis. By introducing the actual project to achieve the docking of teaching and practice, improve the students' practice ability to solve practical problems in the actual project, and ultimately enhance bridge construction course teaching effect, achieve the talent training objectives.

Key words: bridge construction; teaching reform; BIM technology; practical ability; innovation ability