

基于 OBE-CDIO 理念的土木工程专业 BIM 教学改革探索

林珍伟¹ 祁 皓² 欧建良¹ 肖勇杰¹ 王思蓉¹

(1. 阳光学院 土木工程学院, 福州 350015; 2. 福州大学 土木工程学院, 福州 350100)

【摘要】针对国内应用性本科高校教学改革中 BIM 课程体系不完善的问题,将 OBE 教育理念及 CDIO 工程教育模式引入土木工程课程教学中。以一体化 BIM 课程体系建设为中心,以结果为导向,构建了基于 OBE-CDIO 理念的 BIM 工程能力人才培养模型。围绕制定的 BIM 能力培养目标,以项目案例驱动开展基于建筑信息模型网络云平台的课程教学实践及教学评价,建立土木工程专业 BIM 课程教学体系。教学实践证明:OBE-CDIO 理念下的 BIM 教学体系能有效提高毕业生 BIM 综合工程应用能力和创新能力,为应用型本科院校的 BIM 教学改革提供参考。

【关键词】OBE-CDIO; 能力培养目标; 教学改革; BIM 应用型人才

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】文集数据被中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录,被本刊录用并在中国知网网络首发正式出版,严禁侵权转载。

引言

应用型本科建设是我国近年来在高等教育领域设立的一项重大工程,旨在鼓励引导各类高校在不同的方向和领域办出特色,争创一流^[1]。2015 年国家有关部委联合下发《关于引导部分地方普通本科高校向应用型转变的指导意见》,指出要深化应用型人才培养方案改革,要求以应用型为办学定位的本科院校教育更加重视实践教学、强化应用型人才的培养。目前全国 1 200 所普通本科高等院校中,将有 600 多所逐步向应用技术型大学转变,转型的大学本科院校占高校总数的 50%。

BIM (Building Information Modeling) 作为一项新兴的信息化技术,近年来在国内建筑行业中越来越广泛运用,BIM 技术通过建立虚拟的建筑工程三维模型,利用数字化技术实现建筑全生命周期信息集成,达到提高工作效率、降低成本等目的。同时国家以及地方政府高度重视 BIM 技术,并出台大量文件推动该技术的工程应用。然而据统计仍有 70%

的企业认为 BIM 应用实施过程中,缺少 BIM 技术人才是首要解决的重要问题^[2]。

土木工程专业具有很强的工程实践性和综合应用性,将 BIM 技术的应用引入专业培养方案、落实到教学环节中,势在必行。

1 BIM 技术国内外高校的应用及研究现状

1.1 BIM 技术在国外高校的应用研究

美国、新加坡、日本等国家众多高校都已将 BIM 作为辅助传统专业课程的手段融入到教学中,据调查统计,美国大学 70% 土木工程相关专业已经将 BIM 融入到本科教育课程^[3]。国外很多学者在 BIM 相关课程及模式上做了大量研究,Yong Han Ahn^[4]等采用系统课程开放方法,按准备、开发和改进三个阶段开发适合本科建设和工程项目的 BIM 课程;E. Pikas^[5]等使用 Bloom 分类法的认知域开发了 39 个主题的能力目标,并将学习目标表述为六个层次(从理解到评估),为 BIM 教育编制一个学习框架等等。

【基金项目】福建省自然科学基金资助项目(编号:2019J05128)

【作者简介】林珍伟(1983-),男,讲师,主要研究方向:BIM 技术工程应用及教学改革。

BIM 技术在发达国家高校中已经得到广泛运用,并且研究了大量的教学模型框架。在借鉴其研究成果的同时如何摒除教学差异,为国内应用型本科教育教学所用仍需一个过程。

1.2 BIM 技术在国内高校的应用研究

近年来越来越多高校参与到 BIM 技术的教学与应用中^[6]。同济大学与鲁班软件签订协议进行工程造价及 BIM 研究方面合作;清华大学与企业长期合作,建立 BIM 研究中心,培养学生 BIM 技术操作能力;深圳大学与斯维尔公司合作创办 BIM 实习基地;华中科大与 uBIM 合作开设项目管理(BIM 方向)工程硕士专业;沈阳建筑大学、哈尔滨工业大学等高校土木工程本科专业在开设 BIM 相关课程,并在硕士、博士研究生培养阶段开设相关论文选题方向。

在教学研究方面,张静晓等^[7]提出 OBE-Result Chain BIM 工程能力培养逻辑框架,将目标与实际行动联系一起高效率实现目标的 BIM 人才培养理念;刘红霞等^[8]提出 BIM 理论先行,课程融合配套,落实 BIM 实践,培养专业技能等理论和实践教学工程管理专业改革方案;崔德芹等^[9]提出了以 BIM 教育为核心的课程体系、实践教学体系、BIM 师资培养等方面的应用型本科土建类专业 BIM 实践教学路径等等。

目前 BIM 技术在我国高校运用主要通过开设相关专业课程,设立研究中心和专业协会以及带领学生参加 BIM 相关的比赛等方式进行^[10-11]。而作为培养应用型人才最直接有效的课程体系建设研究多数集中在工程管理专业,大多应用型本科院校土木工程专业缺乏足够的 BIM 相关课程实践,或是纯粹地将 BIM 植入课程中,没有形成系统的课程教学体系。此外 BIM 教师团队匮乏,BIM 课程教学配套的软硬件设施投入不足等原因也极大限制了高校 BIM 教学开展。

1.3 本文的工作

针对现阶段土木工程专业 BIM 课程体系不完善等问题,借鉴国内外学者对 BIM 人才培养的模式以及 BIM 课程教学方法,结合本院校现有基础条件,研究了基于 OBE-CDIO 理念的应用型本科 BIM 人才培养框架构建,并展开了 BIM 一体化课程体系的建设与实施。

2 BIM 人才培养模型框架

2.1 BIM 人才培养模型框架的构思

Amarnath Chegu Badrinath^[12]等提出在高等教育系统(Tertiary Education Systems, TES)背景下制定 BIM 框架和课程,可帮助高校将 TES 中的 BIM 教育提升到更高一个层次,以便高级工程教育中实现可视化,提升整体教学质量。因此,为更好实现课程教学改革,制定出合理的 BIM 人才培养框架及相应的课程体系极其必要。

结果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)在欧美发达国家中已经成为教育改革主流思想,并被工程技术评审委员会(ABET)所接受。OBE 能有效培养满足行业发展,符合学生个人能力和发展的工程领域人才,是高等工程教育的正确方向。

CDIO 工程教育模式为近年来国际工程教育改革最新成果,CDIO 分别代表构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)和运作(Operate),培养大纲将工程毕业生的能力分为工程基础知识、个人能力、人际团队能力和工程系统能力四个层面,大纲要求以综合的培养方式让学生在这四个层面达到预定目标。

从教育效果来看,以投入为前端的教学模式和以理论为主的教学模式在培养满足行业需求的人才方面都存在一定局限,影响与行业需求的有效对接。故本文从 BIM 相关课程教学着手,围绕 OBE 教学理念制定的 BIM 人才培养目标,以工程案例为驱动力推动 CDIO 工程教育模式进行土木工程教学体系改革,同时运用持续的课程教学成果促进一体化 BIM 课程体系建设,实现整个人才培养框架的耦合联动。由此构建基于 OBE-CDIO 理念的 BIM 人才培养框架如图 1 所示。

2.2 BIM 应用型人才培养模型的构建

(1) BIM 人才培养目标

针对 CDIO 工程教育模式能力大纲的四个层面,目前大多应用型本科高校着重在前三个层面对本科学术生进行培养。本文借鉴英国 BIM 学习成果矩阵和美国工程院^[13-14]对 BIM 工程师能力的要求,以及张静晓等^[7]对高校 BIM 人才培养需求的定位,制定出适合土木工程专业 BIM 工程应用人才的培养目标,分别是:了解 BIM 概念及建筑全生命周期 BIM workflow、掌握 BIM 标准、掌握 BIM 工具操作、具

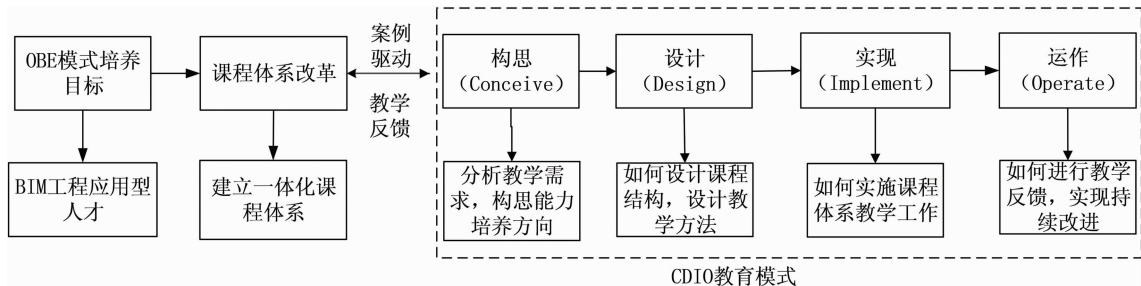


图1 基于 OBE-CDIO 理念的 BIM 人才培养逻辑框架

备 BIM 软件识别能力、具备 BIM 应用分析能力、具备独立思考研究能力、具备创新创造能力、具备合作沟通能力及工程管理能力、具备正确核心价值观。

(2) 人才培养模型构建

根据既定培养目标,将 BIM 一体化课程体系划分为 BIM 理论课程、BIM 实践课程以及毕业设计课程三个环节,其中理论课程和实践课程的大纲设计均围绕毕业设计而定,并要求在不同阶段培养相应的 BIM 工程应用能力。

BIM 课程教学方面以实际工程项目案例驱动 CDIO 工程教育模式,首先制定出土木工程专业本科培养方案,围绕培养方案开发新的 BIM 课程或改革已有专业课程,并对其进行课程定位;再结合工程案例设计出 BIM 相关课程教学大纲,内容包括学时安排、教学方法、课程评价以及课程结构等。如表 1 所示为“房屋建筑学”课程计划中传统设计与融入 BIM 工程案例设计的对比结果,通过设置自主学习及缩减理论教学课时方式,增加实践课程;然后通过提高师资力量、建立实训室、完善教学教材等一系列实施措施,服务于 BIM 相关课程教学教改工作,保证一体化课程体系教学顺利进行;最后建立师生双向评估体系,检验授课效果并持续改进。

由此构建基于 OBE-CDIO 理念的 BIM 应用型人才培养模型如图 2 所示。以 BIM 一体化课程体系改革(Curriculum System Reform, CSR)为中心,基于 OBE 教育理念,通过持续循环的 CDIO 教育模式进行土木工程专业 BIM 课程教学实施,在教学过程中不断完善 BIM 课程体系。最终形成“OBE-CSR-CDIO”流程的 BIM 工程能力人才培养模型。

3 一体化 BIM 课程体系改革实施

国内 BIM 课程的开设方式基本分为新课模式和植入模式两种,新课模式能系统地集中学习 BIM

表 1 “房屋建筑学”课程的设计学时分配对比

授课章节	传统设计学时	融入 BIM 设计学时
基本概念	2	2
民用建筑设计原理	8	6
现有模型辅助出图	0	2(上机)
民用建筑构造概论	4	4
民用建筑构造	14	12
创建建筑构造模型	0	4(上机)
民用建筑工业化	4	自主学习
实践成果展示与讨论	0	2

注:总课时量为 32 学时

相关理论及技术应用,而植入模式能将 BIM 技术与专业课程知识更好地结合。故本文构建的土木工程专业 BIM 课程体系采用新开课程与植入课程相结合方式,运用实际工程项目案例创建一个共享的 BIM 网络云平台,平台中包含建筑构件模型的族库、整体建筑物各个专业 3D 模型、结构设计计算模型、4D 进度模型数据库、5D 造价管理的数据库等等,利用该共享建筑信息模型网络云平台将学科相关知识系统地串联在实际工程案例中^[15]。

结合人才培养目标的不同能力要求,在实践教学过程中按认知与学习、工程应用与分析、综合应用与创新探索三个阶段由浅入深地开展 BIM 相关课程,形成基于 BIM 网络云平台一体化 BIM 课程体系如图 3 所示。

3.1 BIM 技术认知与学习阶段

(1) BIM 在认知基础课程的应用

认知基础课程设置在大学第一学年,包括学科导论、画法几何、工程制图等课程,利用 BIM 技术的可视化特点,将课程知识结合族库中构件的三维模型信息,可直观清楚地认知相关建筑或结构构件。BIM 技术运用突破人的空间想象局限,让制图类的

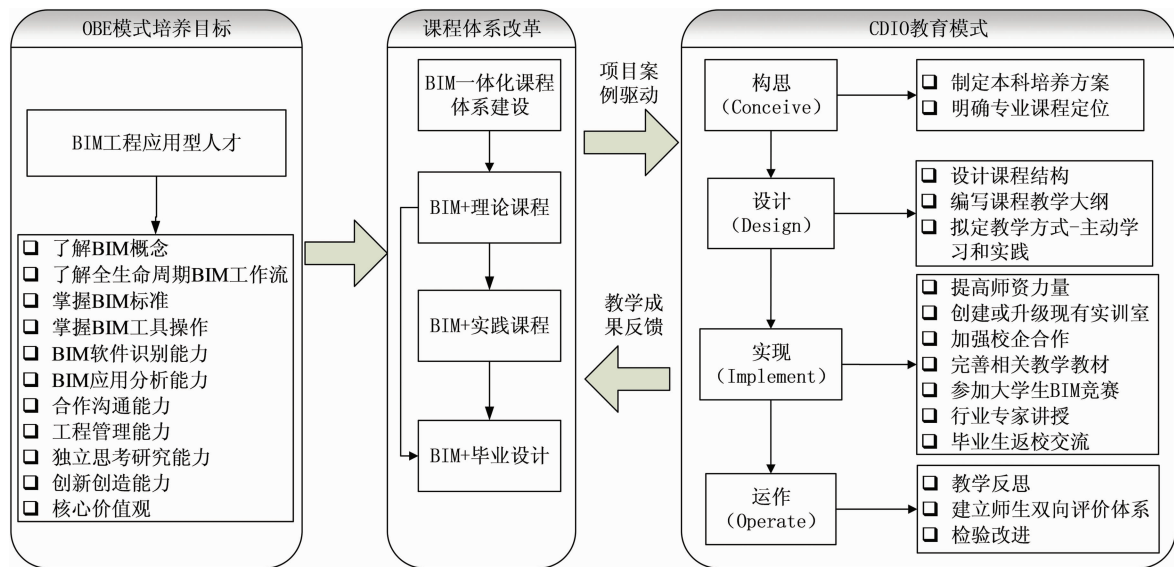


图 2 基于 OBE-CDIO 理念的 BIM 应用型人才培养模型

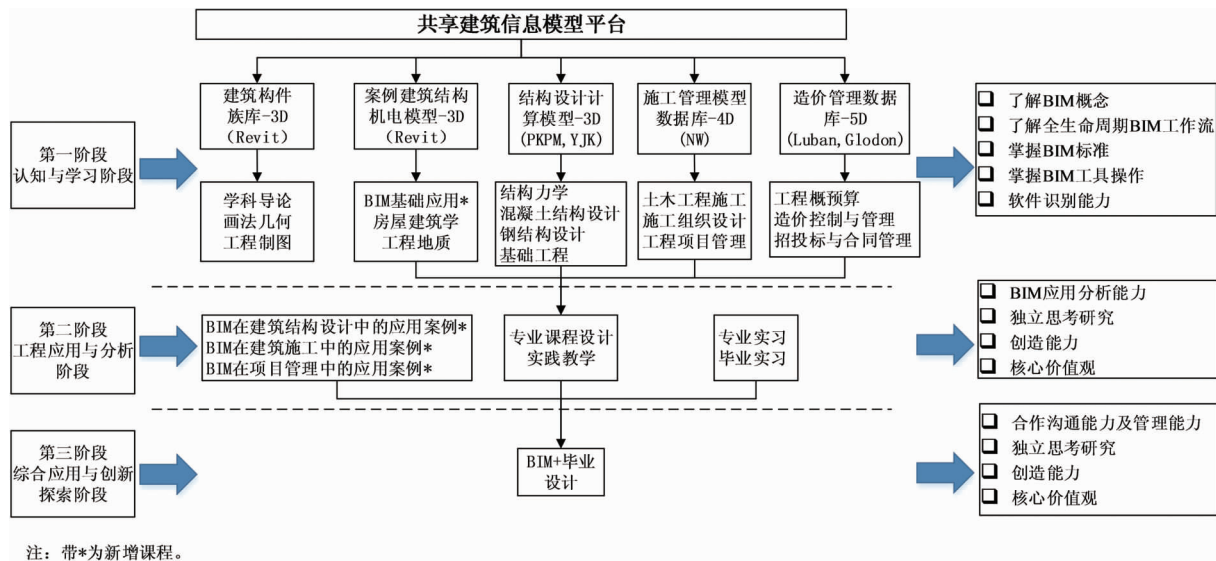


图 3 基于 BIM 网络云平台的一体化 BIM 课程体系

课程知识教学讲解更加形象简洁,同时又能让学生了解认知了 BIM 技术,激起学生好奇心,提高学习积极性。

(2) BIM 在专业基础课程的应用

BIM 相关专业基础课程设置在大学第二学年,包括房屋建筑学、工程地质、地基基础等课程。同样利用 BIM 技术可视化对建筑物及构件的构造、特点、功能用途等知识点、重难点进行讲解。

以“房屋建筑学”课程为例,在共享建筑信息模型平台中将某栋校园建筑作为教学案例,根据各专业施工图建立 BIM 模型,将模型的数字化信息融入

教材知识内容。例如:建筑构件中的内外墙体、窗户、门、栏杆、楼地面、屋面,结构构件中的基础、框架梁柱、结构板、楼梯,设备构件中的各个管道系统等等,均可在教学案例 BIM 模型中提取教学所需三维模型,结合课程专业知识实现可视化教学。

(3) BIM 在土木类专业核心课程的应用

BIM 相关专业课程设置在大学第三学年之后,包括混凝土结构设计、钢结构设计、基础工程、桥梁工程等,工程结构设计类的课程知识主要集中在建筑物的结构整体或局部构件验算。在共享建筑信息模型平台中,利用 PKPM 或 YJK 等软件建立工程

案例的三维计算模型,通过受力分析得到结构应力应变模型、钢筋网模型,进行建筑结构设计相关专业知识的讲解。

(4) BIM 在项目管理课程的应用

BIM 技术除了可视化特点外,还具有模拟性的特点,即对项目实施过程进行虚拟仿真。对项目管理类课程如工程项目管理、土木工程施工、施工组织设计等,可利用 BIM 模拟性技术,即 4D 技术对施工进度或施工工艺进行模拟讲解。例如“施工组织设计”课程中施工进度网络图知识,将项目案例的三维模型导入 Naviswork 软件,把施工进度各项工作(WBS)赋予不同时间节点,串联后形成 4D 进度模型,以可视化动态展示方式替代文字或甘特图进行施工节点、关键路线、虚工作等知识点的教学。

(5) BIM 在造价管理课程的应用

5D 技术是在 4D 技术基础上加成本维度,通过 BIM 模型集成进度、预算、资源等关键信息。工程造价管理课程以量、价、费为计量三要素,将工程案例三维模型导入鲁班或广联达等土建算量、钢筋算量、安装算量软件中,通过套价定额形成计量计价成本文件,最后将三维模型、成本文件等导入 BIM5D 模拟施工成本和质量控制,实现工程造价课程的“估算—概算—预算—结算—决算”等核心专业知识内容的教学。

3.2 BIM 技术工程应用与分析阶段

为了巩固 BIM 技术在项目实施应用的专业知识,课程体系增设了“BIM 在建筑结构设计中的应用案例”、“BIM 在建筑施工中的应用案例”、“BIM 在项目管理中的应用案例”等上机操作演示课程,结合实际工程案例,从理论上系统地分析 BIM 技术在设计阶段、施工阶段等主要环节的工程应用。

除此以外,实践类课程作为 BIM 技术工程应用与分析阶段的另一个重要教学环节,主要从实习与课程设计两大方面开展。

(1) BIM 在实习环节的应用

实习环节主要包括专业实习和毕业实习,通过与实际项目工程面对面接触,了解更多的工程实施现场知识,实习中通过建立实际工程项目的三维模型实现相关的工程应用。例如设计岗位实习可利用 BIM 技术辅助协调各个专业施工图的优化设计工作,施工岗位实习则利用 BIM 技术模拟施工过程或施工工艺,达到指导现场施工的效果。

实习结束后每位学生提交实习报告的同时,将实习工程案例模型上传至共享建筑信息模型平台,完善案例资料以便更好地指导后续实习课程教学。

(2) BIM 在课程设计环节的应用

将 BIM 技术融入课程设计,利用共享工程案例设计出课程设计选题,一方面可有效地串联多门相关课程设计,达到课程知识前后相互贯通,形成一体化的目的;另一方面可克服各科课程分开教学、课程设计独自命题、知识点零散、学生无法对所学课程知识进行关联等缺陷,有效地提高学习效率和教学质量。此外将课程设计成果统一存档,作为后续毕业设计实践的重要参考资料。

3.3 BIM 技术综合应用与创新探索阶段

国外高校对土木工程专业毕业设计大多采用“综合设计项目”模式^[16],学生在 3D 建模基础上进行工程的分析应用,尤其体现在跨专业协作方面。国内高校的本科毕业设计也不断地尝试融入 BIM 技术的改革与创新,例如重庆大学通过分组实验(传统小组和 BIM 小组)对工程管理专业毕业设计改革,从准备阶段、进行阶段、总结考核阶段实行毕业设计新模式^[16];长安大学则运用 RPOLCP 框架,开展工程管理的 BIM 毕业设计^[17]等等。

参考国内外高校毕业设计实施情况,考虑到学生个人能力的差异,本文研究的 BIM + 毕业设计课程采用独立完成单体设计任务为主,团队协作分工合作为辅的“1+1”模式。以选题为“BIM + 建筑设计”的毕业设计为例,结合学生独立设计与小组团队协作思路构建出设计流程如图 4 所示,指导教师一方面布置单体建筑设计任务,包括建筑方案设计、结构计算、建筑结构施工图设计、各专业 3D 建模等;另一方面创建该毕业设计题目的 BIM 中心文件,设置建筑总平面和学生独栋建筑设计的工作集及对应子文件。

当每位学生完成单体设计任务后,将各自 BIM 模型作为子文件按工作集的方式同步到中心文件中,通过小组成员之间的协调合作,共同完成该建筑群整体规划设计以及周边景观设计,形成毕业设计课题的建筑群。最后将完整的建筑群三维模型导入 Lumion 渲染软件中,制作突出各自毕设作品特点的效果图及漫游视频作为一项毕业设计成果。

3.4 教学评价体系

课程教学评价体系包括:1)从考核内容方面设

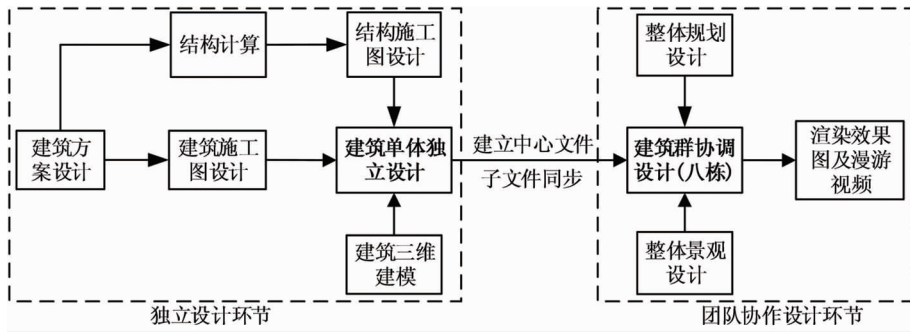


图 4 BIM + 建筑设计类的毕业设计流程图

置提交论文、上机操作、汇报答辩、团队合作等多维度考核；2)从考核方式方面从师生双向评价出发，将考核成绩通过教师评分、学生自评、小组互评三者相结合方式最终评定；3)设置学生对老师教学评价机制，并作为教师绩效考核的项目，达到不断反思教学，持续改进课程教学的目的。

土木工程 BIM 相关专业课程大多集中在大学第三学年，为了验证增设实践性教学的 BIM 课程体系对学习效果的影响，通过跟踪和统计将 2014 级至 2016 级学生第三学年期末综合测评成绩进行分析对比，各个成绩段的比例结果如图 5 所示。柱状图中显示从 2014 级到 2016 级三个年级的学生成绩优秀率和良好率均有明显提升，中等率及及格率则呈下降趋势，不及格率由于学生数量较少，变化不明显。说明随着 BIM 一体化课程教学不断深入开展及完善，学生的专业课程学习成绩有了显著提升，进一步反映该课程体系能够有效地培养学生工程实践能力。

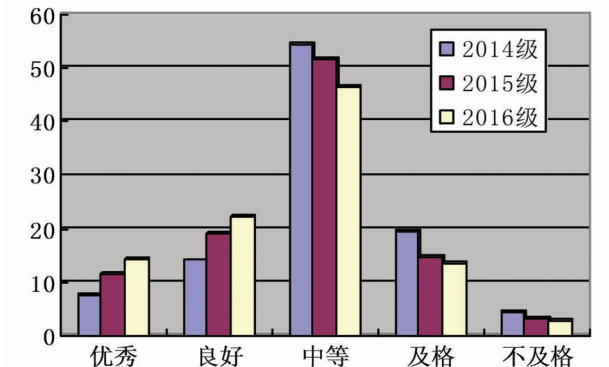


图 5 第三学年期末学生综合测评成绩统计柱状图

同时 80% 本院校受访教师认为相比于传统教学模式，BIM 技术融入课程让教学更为形象清晰，讲授过程也更轻松愉快，并表示将更多地利用 BIM 技

术开展相关课程教学实施；另外 20% 受访教师教授课程目前尚未融入 BIM 技术，也表示愿意将其融入相关的课程内容中。

3.5 教学反思

为分析一体化 BIM 课程教学对土木工程专业学生工程能力的培养效果，在学期末通过电子问卷方式调研了本院校四个年级近 100 位学生，收回有效问卷 92 份，回收率为 92.0%，其中大一 15 人、大二 24 人、大三 25 人、大四 28 人。

问卷中从工程基础知识、个人能力、人际团队能力和工程系统能力四个层面设置 15 个问题选项，采用 Likert5 分量表来分析学生的掌握程度，选项分为完全掌握、掌握、一般、有所了解、不了解五个分量级，得分分别为 5、4、3、2、1。通过 Excel 表格整理问卷的问题变量及得分值，录入 SPSS 19.0 软件进行数据分析计算，得到各年级阶段 BIM 工程应用能力均值如表 2 所示。其中这 15 个问题的克朗巴哈系数 $\alpha = 0.931$ ，具有较高的一致性信度。

表 2 数据可知，经过三个阶段学习，学生对 BIM 相关基础知识掌握、三维建模操作技能及模型工程应用等个人能力均有了明显提升，并有效地培养了学生独立思考能力、创新创造能力；同时与他人协作设计、团队沟通等工程实践能力也有了较大提升，但仍然有上升空间；而工程项目管理能力仍处于较低值，相关课程设置需进一步探索研究。

为了进一步了解毕业生就业后适应工作能力情况，通过网络问答方式调研了 20 位参加土建类岗位的毕业生，其中 2016 届以前与 2016 届以后各 10 位，分别代表接受传统教学与 BIM 课程体系教学，调查结果如表 3 所示。由表可知相比于传统土木工程教学模式，接受 BIM 课程体系教学的毕业生入职适应期明显缩短，可见一体化 BIM 课程体系教

表 2 问卷选项各阶段教学中学生 BIM 工程应用能力值

CDIO 模式 四个能力层次	BIM 工程应用能力 具体要求	样本平均分 \bar{X}			
		大一	大二	大三	大四
工程基础知识	BIM 概念	3.33	4.08	4.59	4.84
	全生命周期 BIM workflow	2.62	3.92	4.40	4.68
	BIM 标准	2.33	3.50	3.86	4.24
个人能力	BIM 软件识别	—	4.04	4.44	4.72
	三维建模操作	—	3.67	4.14	4.44
	渲染动态展示	—	3.58	3.92	4.00
	施工进度模拟	—	2.00	3.50	3.72
	三维模型算量	—	1.92	3.59	3.92
	碰撞检查	—	1.92	3.36	4.24
	模型辅助出图	—	2.33	3.36	4.12
	独立思考	—	1.92	3.18	3.84
	创新创造	—	2.13	3.27	3.40
人际团队能力	协调优化设计	—	2.13	2.86	3.84
	团队沟通	—	1.92	3.05	3.36
工程系统能力	工程项目管理	—	2.00	2.36	2.88

表 3 毕业生入职后工作适应期对比

入职后适应期	2016 届以前 (传统课程教学)	2016 届以后 (一体化课程教学)
半年内	20%	50%
半年到一年内	50%	40%
超过一年	30%	10%

学能够大大提升学生的工作实践能力,有效地培养满足市场需求的应用型人才。此外受访毕业生均表示 BIM 技术已经成为建筑行业的发展趋势,在校期间 BIM 相关的工程应用实践课时仍然偏少,尤其是三维建模以及团队协作配合训练方面。

4 结语和展望

4.1 结论

本文结合 OBE 教育理念及 CDIO 工程教育模式构建了 BIM 工程能力人才培养模型,通过项目案例驱动开展 BIM 相关课程教学实践及教学评价,并建立了基于建筑信息模型网络云平台的一体化 BIM 课程教学体系。

教学实践证明:一体化 BIM 课程教学体系相比于传统课程体系,更有利于学生对 BIM 相关基础知识及专业课程知识的掌握,培养学生的工程实践应用能力、团队沟通协调能力等,以及提高毕业生的社会工作适应能力,为应用型本科院校培养满足市

场需求的 BIM 人才提供模式参考和教改思路参考。

4.2 展望

本文教学改革探索仍然存在着较多不足之处,首先经过四轮的 BIM 一体化课程教学实践,积累了一定的教学经验,但是如何更为合理地增加 BIM 相关课程的工程应用实践环节,以有效地对接行业市场需求,多数相关课程大纲、课程内容、教学方式等仍有待进一步的细化和深化。

其次针对不同建筑企业实际需求,需建立多维度的校企合作关系,让更多企业参与教学考核,逐渐打破现有师生双向考核格局,形成师—生—企业三向考核体系。

最后 CDIO 教育模式四个层面中,工程项目管理能力提升仍是课程体系改革最为薄弱环节,如何让更多的课程映射这方面能力的培养,后续教学改革还需邀请更多高教学者和行业专家参与并指导。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 教育现代化推进工程应用型高校建设项目启动实施(Z) [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/201708/t20170804_310646.html.
- [2] 张璐. BIM 技术应用人才需求调研与分析[J]. 黑龙江工业学院学报. 2018,18(10): 19-23.
- [3] 游业刚, 付旭, 李茜, 等. BIM 在应用型本科院校中的发展现状及改革思考[J]. 土木建筑工程信息技术. 2018,10(2): 68-71.
- [4] Yong H. A, Aff M, Chung S. C, et al. Building Information Modeling: Systematic course, development for undergraduate construction students[J]. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 2013, 139(4): 290-300.
- [5] Pikas E, Sacks R, Hazzan O. Building Information Modeling education for construction engineering and management II: Procedures and implementation case study[J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2013, 139(11): 759-787.
- [6] 谢云飞, 李春祥. BIM 对高等院校土建类人才培养的影响与思考[J]. 土木建筑工程信息技术. 2017, 9(1): 85-89.
- [7] 张静晓, 王引, 李慧. 结果导向的 BIM 工程能力培养路径研究[J]. 工程管理学报 2017, 31(6): 23-28.
- [8] 刘红霞, 赵峰. 基于 BIM 的工程管专业人才培养改革探讨[J]. 建筑经济. 2017, 38(8): 102-104.
- [9] 崔德芹, 南锦顺, 朱宝英. 基于 BIM 技术的应用型本科

- 土建类专业实践教学路径研究[J]. 吉林农业科技学院学报. 2018,27(1): 81-84.
- [10] 朱红光, 易成, 王鹤, 等. BIM 技术在土建专业教学中的应用现状及建议[J]. 教育教学论坛. 2015, 44: 184-185.
- [11] 李童. BIM 技术在土建专业教学中的应用现状及建议[J]. 住宅与房地产. 2016,9:147-148.
- [12] Badrinath A. C, Chang Y. T, Hsieh S. H. A review of tertiary BIM education for advanced engineering communication with visualization[J]. Visualization in Engineering, 2016,4(1):9.
- [13] Ali K. N, Mustafa N. E, Keat Q. J, et al. Building information modelling educational framework for quantity surveying students; The Malaysian perspective[J]. Journal of Information Technology in Construction, 2016, 21 (9): 140-151.
- [14] NAE. The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century[R]. Washington, D. C. : National Academies Press, 2004.
- [15] 林珍伟, 楼瑛. BIM 技术在土木工程专业教学中的应用探讨[J]. 福建建筑, 2017(9):125-128.
- [16] 李世蓉, 吴承科, 李骁. 基于 BIM 的工程管理专业毕业设计改革—以重庆大学为例[J]. 工程经济. 2016, 26(8): 57-61.
- [17] 张静晓, 赵陈影, 李慧, 等. 工程管理 BIM 毕业设计组织管理框架与案例分析[J]. 工程管理学报 2017, 31(2): 153-158.

Exploration of BIM Teaching Reform in Civil Engineering Specialty Based on OBE-CDIO Concept

Lin Zhenwei¹, Qi Ai², Ou Jianliang¹, Xiao Yongjie¹, Wan Sirong¹

(1. School of Civil Engineering, Yango University, Fuzhou 350015, China;

2. School of Civil Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350100, China)

Abstract: In view of the imperfect of BIM curriculum system in the teaching reform of domestic applied undergraduate colleges in China, this paper introduces OBE education concept and CDIO engineering education mode into civil engineering teaching. With the construction of integrated course system of BIM as the center and result-oriented, the talents training model for BIM engineering capacity has been constructed based on OBE-CDIO concept. Around the training objective of BIM engineering capacity, teaching practices and evaluations based on BIM platform are carried out by project cases and establishes BIM course system for civil engineering specialty. Teaching practice indicates that the BIM teaching system based on OBE-CDIO can improve the comprehensive engineering practice capability and innovation of graduates effectively, and it provides reference of the BIM teaching reform for application-oriented undergraduate colleges and universities.

Key Words: OBE-CDIO; Objectives of Ability Training; Teaching Reform; BIM Applied Talents