

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.05.023

欢迎按以下格式引用:梅生启,宋玉香,王兴举,等.普通高校BIM课程设置问题综述与分析[J].高等建筑教育,2020,29(5):167-177.

普通高校 BIM 课程设置问题 综述与分析

梅生启^a,宋玉香^a,王兴举^b,周乔勇^a,张会斌^a

(石家庄铁道大学 a. 土木工程学院;b. 交通运输学院,河北 石家庄 050043)

摘要:BIM技术的推广应用受到工程领域的广泛关注,但在BIM教学上,各高校的课程设置侧重点和教学策略仍存在差别。通过设计问题框架,从课程设置目的、教学内容、教学方法、效果评价及具体解决路径等角度,对文献中阐述的BIM课程设置进行详细分析。尽管目前已形成针对不同专业背景的BIM课程设置体系和专业课程改革方法,但对BIM课程设置和教学细节问题的阐述尚不全面。结合相关文献,总结地方高校BIM课程设置和教学中存在的若干具体问题,为地方高校BIM课程设置提供一种新的参考。

关键词:普通高校;BIM;课程设置;教学改革

中图分类号:G642.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2020)05-0167-11

BIM(建筑信息模型, Building Information Modeling)指在建筑全生命周期内,对其物理和功能特性的数字化表达及依次进行设计、施工、运营的总称^[1]。美国国家BIM标准将BIM的定义分为3个部分^[2]:(1)建设项目物理、功能特性的数字表达;(2)为建筑从概念到拆除全生命周期中的决策提供可靠依据的过程;(3)通过在BIM平台中插入、提取、更新和修改信息,实现协同作业。

从1975年BIM理念在美国被提出至今,BIM在世界范围内不断得到推广应用^[3-5]。根据中国住房和城乡建设部在2015年发布的《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》,到2020年末,规定范围内的新立项项目勘察设计、施工、运营维护中,集成应用BIM的项目比率达到90%。

BIM在实际工程中的应用并不简单,2016年中国BIM应用率仅为15%^[6],主要原因之一是培训教育不足和技术更替迅速。BIM技术的应用可明显改变项目交付过程,而且这些技术是不断创新的,需要工程人员具备广泛的技术和管理能力^[7]。解决这一问题的关键途径是在大学专业教育中开设BIM相关课程,一方面可以降低单位的BIM应用成本,另一方面可以提高毕业生的就业机会^[8]。

修回日期:2019-11-08

基金项目:河北省新工科研究与实践项目(2017GJXGK021);石家庄铁道大学高教研究项目(Y2019-2-3)

作者简介:梅生启(1990—),男,石家庄铁道大学土木工程学院讲师,博士,主要从事建筑结构、工程图学教育研究,(E-mail) cshqmei@stdu.edu.cn。

中国高校已逐渐重视 BIM 教学,但在具体课程设置上存在差别。一些高校仅将 BIM 作为一种三维建模工具(modeling)进行教学,忽略了对建筑(Building)和信息(Information)的综合应用^[9]。目前,众多研究人员进行 BIM 课程设计和教学方面的研究工作,但主要针对宏观课程体系的设计,而对其中涉及的具体问题讨论较少。

通过设计问题框架,结合国内文献对 BIM 课程的应用现状,BIM 课程设置具体策略、效果及挑战作综述性分析,在此基础上引入国外文献中的相关内容进行对比研究,为高校开设 BIM 课程的具体设置提供参考。

一、研究方法

根据问题研究的方法开展,主要内容为课程问题调查、课程开设情况、课程综合分析、课程结果评价等^[10]。

在问题制定方面,基于已有文献的介绍分析,对 BIM 课程研究趋势作概述,重点分析目前国内高校 BIM 课程设置的方法、措施,分析 BIM 课程设置的优缺点。在中国知网(CNKI)中使用关键词“BIM+课程”“BIM+教育”“BIM+教学”搜索,范围为2018年之前发表的论文。为保证搜索研究内容的相关性,对文献选择设置若干标准:(1)考虑到职业类院校与普通高校在教学环节的侧重点不同,主要针对普通高校,排除高职类院校的研究文献;(2)研究对象为 BIM 课程设置中的具体问题,排除没有阐述具体课程设置的文献;(3)考虑到 BIM 为目前的研究热点之一,限于文章篇幅,在搜索文献基础上,挑选 CSSCI 和 EI 期刊文献。

主要分析和讨论以下五方面内容:(1) BIM 课程设置目的;(2) BIM 课程设置与教学策略;(3)在专业课程中应用 BIM 教学的策略;(4) BIM 课程设置与教学评价;(5)其他具体问题分析。

二、研究发展趋势

通过 CNKI 关键词检索并根据前文描述进行第一次筛选后,搜集文献数量为 487 篇,根据发表年份排序,如图 1 所示。

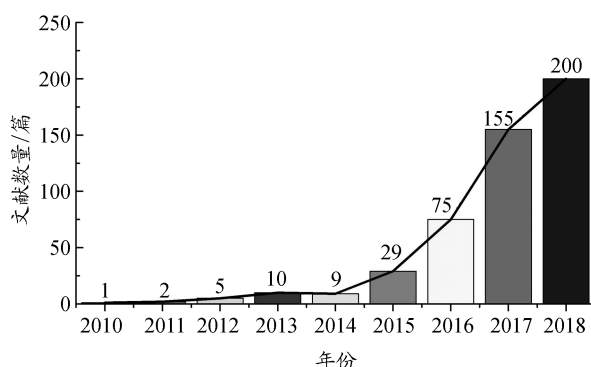


图 1 搜索文献年份分布

从图 1 中可以看出,中国第一篇关于 BIM 教学的文章发表于 2010 年,为会议论文,第一篇关于 BIM 教学的中文期刊论文发表于 2011 年。近 3 年来,关于 BIM 教学文章的数量显著增加。这一增长趋势与《2016—2020 年建筑业信息化发展纲要》中“鼓励、推动和深化 BIM 的应用”存在一定对应关系。

根据前文描述进行第二次筛选后,得到文献数量仅为 14 篇,根据发表年份进行排序,如图 2 所示。

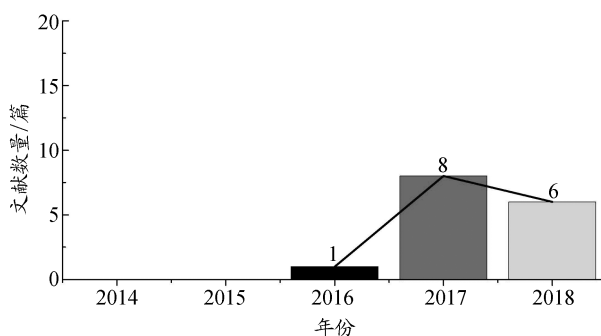


图 2 筛选后文献年份分布

图 1 与图 2 对比分析可以发现,尽管目前关于 BIM 教学的文章数量众多,但在核心期刊上的文章数量仍较少^[11-12]。值得注意的是,由于采用的关键词和筛选原则,图 1 和图 2 并不能完全反映 BIM 教学研究现状。

图 3 为按不同专业或课程设置进行的文献分类。尽管在不同专业均有采用 BIM 工具进行的研究分析^[13-14],但相关文献的研究差异较大。其原因可能是专业背景不同,对 BIM 的了解和掌握程度也有所差异。

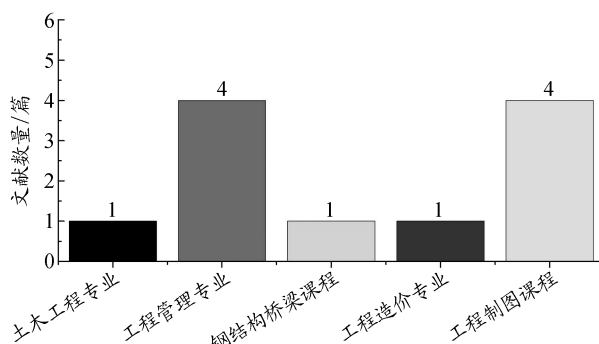


图 3 BIM 与专业课程融合情况

在图 3 中,针对 BIM 课程设置主要关注两方面内容:一方面将 BIM 教育引入工程管理、土木工程、工程造价等专业教育的综合课程中^[15-20];另一方面是将 BIM 融入工程制图等单一课程教学^[12,21-24]。

进一步查找国外相关文献,将 BIM 课程设置分为 3 个部分^[25-27]:将工程图学课程从 CAD 过渡到 BIM,将 BIM 融入相关专业核心课程,进而实现跨学科协同 BIM 处理和教学策略,提高 BIM 课程的教学效果。

三、BIM 课程设置目的

为更好了解不同高校开设 BIM 课程的情况,首先分析文献的研究内容,筛选研究人员所阐述的通过 BIM 教育给学生带来的能力提升期望或课程设置目的,如表 1 所示。

通过表 1 可以发现:(1)BIM 操作技能与通识教育的重要性。研究人员均认为 BIM 技能是行业所期待的^[28-29],翟博文等^[18]提到 BIM 知识的通识教育是学习 BIM 技能的基础,Dossick^[30]、Sacks 和

Pikas^[31]认为,BIM概念和BIM过程中的基础知识比软件操作技能更为重要。BIM技术仍处于快速发展阶段,现阶段的BIM教学并不能完全跟上BIM技术的更新,因此,建议在课程中增加涵盖BIM技术和概念的综合知识;(2)BIM教育层次的划分。文献中的主要研究对象是本科生,涉及研究生层次的BIM教育较少。Dossick等^[30]发现在其调查范围内只有14所大学开设了基于BIM的研究生课程。有研究人员建议本科生对BIM的学习主要侧重于理解和应用,研究生则侧重于综合分析和评价^[32]。国内有研究人员建议本科低年级学生侧重于理解和应用,高年级学生侧重于综合能力。因此,是否需要在研究生层次设置BIM课程及其具体教学安排,有待更多研究和教学探索;(3)基于BIM的综合应用能力。Barison和Santos^[33]分析了国外一些公司发布的BIM工作职位描述,发现团队合作能力、沟通能力和分析能力与使用BIM工具的技能、BIM工作流程和标准以及BIM协调能力同样重要。基于BIM的协作能力和软件操作能力同样重要,得到国内研究人员的重视。

表1 BIM课程教学的期望

文献来源	能力期望/课程目的
孙明和胡妮妮 ^[24]	巩固、强化画法几何与工程制图的理论知识;掌握绘制施工图的技巧和方法;激发学习主观能动性;培养创新能力
张静晓和崔凡 ^[15]	工作技能和环境适应能力
付芳和张涛 ^[16]	解决知识碎片化问题;解决实践不充分问题
张静晓等 ^[17]	提升专业素质;提升实践能力;提升沟通和协作能力;提升职业竞争力
卫星和巨云华 ^[23]	提高教学效果
翟博文等 ^[18]	通识能力;创新创业支持能力
缪盾 ^[12]	三维建模能力;综合应用知识能力和专业间协调能力;提高构型创新度和在行业内的竞争力
杨太华等 ^[19]	加深课程理论知识理解;巩固专业知识;提升实践技能
何蕊等 ^[22]	提高课程学习效果;接触专业前沿技术;职业发展规划;了解专业的配合协作
代春泉和龙燕霞 ^[20]	BIM技术应用能力;项目实践能力;管理协同能力和团队沟通能力
何蕊等 ^[21]	培养空间思维能力和创新能力;引发对专业前沿技术的兴趣;调动学习积极性

基于上述分析,BIM概念知识、BIM工具操作、BIM协作能力及学科融合等相辅相成,BIM教学应与专业综合能力需求保持一致,以更好实现教学效果。

四、BIM课程设置与教学策略

(一) BIM课程设置的基本策略

通过对国内文献的分析,发现目前设置BIM课程一般采用3种策略:(1)开设新的BIM课程;(2)对现有课程进行更新,在每门课程的核心内容中加入BIM的具体应用;(3)上述两种策略的结合,即基于BIM的课程整合。关于BIM课程设置的详细情况如表2所示。

由于BIM课程的学习环境与其他专业课程不同,单独设置课程策略可能对整体课程的学习产生不利影响^[8]。与此同时,在没有相关课程配合的情况下单独提供BIM课程,学生应用BIM技能的机会很少,学习能力无法保留较长时间^[34]。对于第二种策略,由于现有的本科专业核心课程已涵盖大量知识信息,如何提供足够的时间使学生在课堂中充分学习BIM是一个挑战。有研究表明,学生拥有BIM背景可显著提高其学习体验。对于第三种策略,让学生在独立的课程或在现有课程的更

新模式中学习 BIM 概念和技能,可有效避免前两种策略的不足。此外,学生也可在各专业课程中充分运用所学的 BIM 技能。

表 2 国内 BIM 课程设置情况的文献统计

文献	BIM 课程设置	具体策略	BIM 学习内容
孙明和胡妮妮 ^[24]	BIM 技术融入 CAD 课程	运用 AutoCAD 绘制完整建筑户型图;运用天正建筑绘制建筑施工图;运用 Revit Architecture 绘制建筑三维模型	设计基础,创建模型、创建族,施工图出图,表现和分析
张静晓和崔凡 ^[15]	基于 BIM 的整合性课程	以 BIM 为基础,由建筑学、土木工程、建筑设备、工程管理等专业学生分别学习相关内容、协同完成任务	建筑设计、结构设计、日照分析、采光和节能分析、三维算量、安装算量、清单计价、施工组织设计、施工平面布置、项目管理等
付芳和张涛 ^[16]	对现有实践教学课程进行更新,在每门课程的核心内容中关注 BIM 的具体应用	在相关课程的实践环节中引入案例并结合 BIM 技术作为教学内容,串联工程项目管理知识,模拟工程项目设计、施工、运营阶段管理;用教学平台、MOOC 等技术对专业核心课程的课件或教材进行创新编制,采用新媒体传播技术和翻转课堂等混合教学形式实现信息共享	模仿应用能力、分析能力、协作能力、自主学习能力;综合应用能力、探索创新能力
张静晓等 ^[17]	一种新的 BIM 毕业设计教学模式	基于 BIM 的毕业设计	创建工程项目模型;BIM 5D 模拟施工现场建造
卫星和巨云华 ^[23]	基于 BIM+VR 技术的钢结构桥梁教学	在教学和实践中引入 BIM 技术和 VR 技术,利用三维模型的可视化和 VR 技术的沉浸式交互式体验实现主动学习,设置 BIM 竞赛	应用 Revit 建立 BIM 参数化模型、结构分析;应用 Navisworks 进行施工过程模拟和碰撞检查;通过 Fuzor 软件虚拟钢桥梁设计场景
翟博文等 ^[18]	构建“BIM+”工程造价专业课程群	通过教学内容和教学形式的创新,使“BIM+”基于工程造价管理流程的知识体系得到有效实施,“BIM+”工程造价业务能力发展得到有效保障	工程造价 BIM 综合技能;创新创业能力
缪盾 ^[12]	基于 BIM 的建筑工程制图教学体系	依托 BIM 三维建模过程讲授建筑工程制图,与相关设计类课程融合	BIM 建模; BIM 碰撞检测、结构分析
杨太华等 ^[19]	BIM 技术的工程管理虚拟教学平台	完成工程管理类 BIM 实验教学仿真平台构建,根据不同专项功能开发多门实验课程设计	新增课程设计和工程管理实训操作的实践内容;基于 BIM 实验教学平台相关软件和操作系统(如 AutoCAD, Revit, 3DMax, Project 2003 等);具体工程虚拟仿真建模学习和训练
何蕊等 ^[22]	基于 BIM 人才培养的土木工程课程体系	在原有土木工程制图基础上增加 BIM 基础教学及课外辅导	Revit 软件建模、渲染、漫游、施工图出图、出明细表及项目管理等基本操作;了解碰撞检验、模型修改、预留孔洞、施工模拟等流程
代春泉和龙燕霞 ^[20]	土建类专业 BIM 人才培养模型	以 BIM 为基础,由建筑学、建筑设备、土木工程、工程造价与工程管理等相关专业学生分别承担工程项目中的不同角色,并一起协同完成各项任务的人才培养学习体系	BIM 技术应用能力、项目实践能力、管理协同能力和团队沟通能力
何蕊等 ^[21]	土木工程制图的内容及教学要求,修订教学计划,调整教学内容	在课程体系中增加构型设计和建筑信息模型(BIM)技术	BIM 建模技术
缪盾 ^[29]	BIM 实践课程建设	教学组织模式上,由专到综,专综互通;教学内容设计上,横向联合,纵向整合;教学效果表达上,由真到仿,协同创新	掌握基本建模技能(所有学生);深化建模技能,掌握施工模拟、漫游动画、算量统计的方法(部分学生),掌握各类与 Revit 软件匹配的应用分析软件操作,以及对分析结果的解决和优化能力(部分学生)

然而,第三种策略同样存在挑战:(1)目前本科专业学位课程中并未对BIM教学有明确要求,一些高校开设的BIM课程多作为选修课,因此,对整体课程进行修改以适应新的BIM教学模式难度较大;(2)BIM教学不仅需要学生使用计算机和软件工具,还需要团队沟通与互动,因此,将BIM融入专业课程需要对课堂教学设备和软硬件等基础设施进行升级和改造,需要持续性的技术支持和维护;(3)新的BIM教学内容与教学模式,对教师能力与综合素质提出了新的挑战。

基于上述分析,尽管开设BIM课程已成为诸多高校的共识,但如何进行课程设置,克服相关障碍,仍需更多研究和探索。

(二) BIM 教学与辅导方法

在BIM教学过程中使学生由被动学习转为主动学习,需要教师扮演好教学者和促进者的双重角色。

(1)教师需精心设计课程材料和活动,促进学生的参与和共同学习。通过案例研究和讨论让学生学习和思考实际工程的解决方案,通过团队作业、知识共享和网络媒体进行协作学习也不断得到关注^[35-36]。

(2)在选择辅导方法时,根据课程的预期结果和资源的可用性,采取多种手段进行辅导教学。目前BIM实际课堂教学或虚拟课堂教学中,教师主导的教学方式仍然是最常见的。但由于学生的学习速度不同,学习进度存在差异。可在演示软件相关操作步骤后,由学生按照指示命令进行操作,再结合出现的问题详细辅导。对于无法在课堂上获取帮助的学生,可通过网络平台等途径来讨论相关问题,使学生之间、学生与教师间建立良好的交流机制。

(三) 作业设置

BIM课程设置的作业完成形式主要有个人独立完成与小组\团队共同完成两种类型,具体统计如表3所示。

表3 BIM作业完成形式

作业形式	文献来源
团队形式	张静晓和崔凡 ^[15] 、张静晓等 ^[17] 、缪盾 ^[12] 、杨太华等 ^[19] 、何蕊等 ^[22]
个人、团队两种形式	孙明和胡妮妮 ^[24] 、付芳和张涛 ^[16]

从表3可以看出,目前研究人员在进行BIM作业设置时,多采取团队协作模式。虽然这种团队协作作业可以使学生学习合作能力,但其实施过程中可能存在两个问题:(1)这种综合模式可能导致每个学生仅关注整个项目中个人对应的部分,彼此间如出现分歧则会损害所有学生的利益。Li等^[36]建议在不同阶段对学生进行新的分组,让学生体验不同角色或完成不同任务。(2)对团队人员的协调。Ghosh等^[34]建议根据年级进行团队协作,由低年级负责准备BIM输入需要的相关信息,高年级学生进行BIM应用,或者低年级学生BIM分专业应用,高年级学生进行模型整合和评价。

在作业内容方面,根据不同专业和课程设置主要有以下几种形式,如表4所示。

由表4可以看出,使用BIM工具进行建模和模型分析是BIM课程中最常见的作业类型。由于BIM课程的实践性强,学生应接触到比课堂中更复杂的作业环境,有研究人员为学生提供了一个整体建筑作为项目背景。此外,有国外研究人员认为可以采用书面作业、准备综合论文、采访行业BIM从业人员、案例研究等多种形式,让学生从实际经验中学习,巩固所学到的BIM专业知识。

表 4 BIM 作业完成内容

文献来源	具体内容
孙明和胡妮妮 ^[24]	使用 Revit 建模、完成建筑出图
张静晓和崔凡 ^[15]	施工进度计划表并生成招投标文件
张静晓等 ^[17]	BIM 模型、施工模拟动画、整体文件
翟博文等 ^[18]	通识能力;创新创业支持能力
缪盾 ^[12]	房屋建筑学教学模型制作和视图生成
杨太华等 ^[19]	工程项目管理的基础信息建模到设计数据化,交付成果
何蕊等 ^[22]	完成别墅的建筑模型建模、场地配景的设计、施工图纸的输出、室内装修、渲染效果图、室内外漫游等工作
代春泉和龙燕霞 ^[20]	BIM 技术应用能力;项目实践能力;管理协同能力和团队沟通能力

(四) 教师继续教育

有文献统计,在美国 BIM 教师中超过 70% 为终身教授或兼职教授^[36],而这些教师并非都愿意改变现有教学内容和采用新的 BIM 工具。另外,教师使用 CAD 平台较多,缺乏熟悉 BIM 的教育工作者。因此,有必要为教师提供继续教育或培训机会,使 BIM 课程教学更好适应学习需求和行业发展。

研究人员均认为产学研结合可以提高 BIM 教学质量,让教师和学生了解更多的 BIM 信息。同时通过建立专业联系,提供更多的实习和就业机会。在具体设置方面,付芳和张涛^[16]建议建立教师企业流动站,翟博文等^[18]建议重视教师教育在学生工程实践能力和创新能力培养中的核心作用,代春泉和龙燕霞^[20]提出教师优先成长和产学研政协同创新的建议。

五、BIM 课程评价

在 BIM 课程与教学评价方面,有教师评估、行业专家评估和学生自我评估等多种不同方法。文献中提出的 BIM 课程与教学评价方法如表 5 所示。

表 5 BIM 教学效果评价

文献	评价方法	评价结果
孙明和胡妮妮 ^[24]	学生成绩分析统计和追踪调查	CAD 课程平均成绩提升
张静晓和崔凡 ^[15]	学生问卷调查	前期投入和活动规划阶段投入,有利于 BIM 学习
付芳和张涛 ^[16]	学生、教师使用反馈	有利于直观认识、理解 BIM
张静晓等 ^[17]	学生问卷调查	毕业设计优良率高
缪盾 ^[12]	出勤率和提交作业比例、作业质量、访谈和问卷调查	出勤率和提交作业比例提高、作业质量提高、完成课程作业时间减少、返工率下降、识图速度和准确度提高
何蕊等 ^[22]	班级评教	学习主动性提高、班级评教成绩高
代春泉和龙燕霞 ^[20]	校内评估、校外评估和第三方评估	
何蕊等 ^[21]	学生答卷测试	考试通过率及优秀率提高
郭亮等 ^[28]	专家、学生、同行层次分析法	教学效果良好

从表 5 中可以看出,多数文献(80%)均考虑了教学效果的评价,但在具体对象和形式方面,主要是针对学生(100%),采用形式主要有问卷调查、成绩分析等。在课程教学效果方面,均表示 BIM

教学取得了良好的效果,学习成绩得到提高。

与国内相比,国外研究人员邀请来自不同学科、组织的专业人士进行学习评估,采用自我评价、团队评价和同行调查评价等形式。但分析学生对团队工作的贡献是有挑战的,需要制定合适的评价标准,如不同学科的专业内容特征、团队协作质量、完成工作效果及后期 BIM 演示等多方面内容,而不同的方法或评价标准会导致 BIM 课程的评价结果存在差距。

六、BIM 教学中遇到的其他问题

(一) 授课学生选择

不同学校的 BIM 课程针对的对象并不完全相同。有的学校将 BIM 课程集成到整体专业课程中,而有的学校 BIM 课程仅作为选修课。只将 BIM 作为选修课程,学生无法接触到 BIM 概念、软件操作等基础知识。此外,不同专业的学生对 BIM 的掌握程度也有差异,将对后续的协同工作产生负面影响。有学校针对低年级学生采用统一学习模式,再选择能进行跨学科合作和 BIM 协同工作的学生。

基于上述分析,BIM 课程的设置和深入学习应该考虑以下问题:(1)如何按要求选修 BIM 课程;(2)如何满足不同专业背景学生的学习需求;(3)是否采用统一标准,采用何种标准限制下一阶段的 BIM 课程学习。

(二) BIM 学习的基础能力要求

在进行 BIM 课程学习前是否需要基础,如,融合 BIM 的工程制图课程是否需要掌握手工制图以及 CAD 二维制图的知识基础,不同研究人员的看法并不一致。缪盾^[12]、何蕊^[22]、孙明和胡妮妮^[24]认为学习手工绘图基础知识可以增强学生的创造性设计能力,提高绘制图纸质量。在 BIM 软件平台中,仍然需要阅读、理解和生成二维图纸,这些技能可以通过前期知识的学习获得。与二维操作相比,BIM 是建筑信息的集合,其应用需要深入了解建筑行业的工作,要求学生掌握更多的专业知识。

有研究人员建议,在进行 BIM 课程设置时,将最后的综合分析放在大四阶段或毕业设计阶段,在学习前期主要掌握基本知识和操作。而 Sacks 和 Pikas^[31]、Russell 等^[37]则认为这些前期知识并不是必不可少的,因为学生一旦掌握 BIM 工具,即可替代传统 CAD 工具。

张静晓^[17]、Sacks 和 Pikas^[31]描述了 BIM 能力水平框架,主要包括知道、理解、应用、分析、综合和评估等。对于这些能力的排序,Gerber 等^[37]认为 BIM 建模、基于模型的评估等是 BIM 常用能力。当 BIM 与专业课程不能完全整合时,可优先选择有利于 BIM 应用的课程教学。

尽管 BIM 的基本概念、协同实施和 BIM 工具应共同整合到专业核心课程中,以实现最佳学习效果,但目前的 BIM 课程更为注重 BIM 技术实施,BIM 协同工作、管理和交付等方面内容,需要由学生结合具体案例进行学习。

(三) BIM 工具的可选择性

BIM 教学评价表明,参加 BIM 课程的学生成绩高于普通课程的学生,但在专业课程学习中是否允许学生选择 BIM 或采用何种 BIM 工具仍有争议。如果学生可以采用 BIM 工具建模,他们可能会放弃传统手工绘图和二维绘图。建议在设计草图阶段采用传统方法,然后使用 BIM 工具对设计图进行三维建模和分析,基于 BIM 生成视图的良好效果,对草图作修改和细化处理。

BIM 软件有多种选择,如 Revit、MagicCAD、BIMchecker、Navisworks 等。Berwald^[25]认为学生可自由选择 BIM 工具,教师只规定具体产出要求。但不同工具的功能区别将导致设计过程和结果存在差异,最终的完成内容可能来源于工具输出,而非学生的创造。

BIM 工具的多样性同样对教师提出了挑战,即教师如何选择 BIM 工具针对学生特点开展 BIM 教学。目前国内研究人员强调增加教师的继续学习和培训^[17,18,20]以满足教学需求,国外则有研究人员建议教师只选择常用工具进行教学,学生自学其他工具,必要时通过讲座、研讨会等形式进行辅导^[11]。

(四) 选择 BIM 课程的标准

在 BIM 课程的选择标准方面,Wu 和 Issa^[8]提出,可根据行业需求对课程进行优先级排序和选择。Sacks 和 Pikas^[31]提出 BIM 课程设置的 3 个标准:(1)涵盖设计及管理概念;(2)BIM 知识和技术的逻辑顺序;(3)涵盖所有课程的年级(从大一到大四)。针对单一课程和毕业设计,主要是结合课程内容,与标准(1)和(2)类似。针对专业的整体课程设计,与标准(3)类似。

七、结语

为分析 BIM 课程设置与教学研究内容进行系统的文献搜索和筛选,通过问题框架,对文献进行分析,探讨目前国内关于 BIM 课程设置的研究成果。

(1) BIM 课程的具体设置。针对单一课程(如工程图学课程)的设置和研究较为详细。对于专业层次的整体课程设置(如土木工程专业、工程管理专业、工程造价专业),主要研究对应原则和整体框架,而详细课程设置策略分析较为简略。从课程设置中的具体问题考虑,建议结合国外已有研究开展校内具体情况调查,设置更为清晰的专业课程设置框架和具体教学措施。

(2) 在具体教学方式方面,国内外研究人员均意识到学生主动学习、协作能力和综合能力的重要性。但目前国内的 BIM 课程研究主要针对高职和本科层次,针对研究生层次的研究尚未见到。如何针对不同层次学生的能力和需求开设 BIM 课程仍需要更多探索。

(3) 使用多样化的课程设置可以弥补 BIM 教育中发现的差距,尤其是针对不同专业背景学生开设的 BIM 课程,需结合具体情况综合分析。

(4) 对 BIM 课程设置和教学效果的评价主要以学生为对象进行研究,建议增加教师和行业人员的综合评价机制,更好分析和改进 BIM 课程设置。

此外,如何从国家政策层次更好推进 BIM 课程设置的研 究尚未见到。建议在高校内部或相关高校间通过政策制定方式推广 BIM 教学,并通过政策制定,规范 BIM 课程具体设置和教学内容。

基于上述分析可以发现,BIM 教学尽管已取得诸多成果,但仍有很多挑战和难题值得研究和探索。文章相关研究和分析可为高校 BIM 课程设置和教学提供一定参考,但由于文献范围的限制,研究尚存在一定局限性。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑信息模型施工应用标准: GB/T51235—2017[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.
- [2] Azhar S, Khalfan M, Maqsood T. Building information modelling (BIM): now and beyond[J]. Construction Economics and

- Building, 2012, 12(4): 15-28.
- [3] 何清华, 钱丽丽, 段运峰, 等. BIM 在国内外应用的现状及障碍研究[J]. 工程管理学报, 2012, 26(1): 12-16.
- [4] McGraw-Hill Construction. Smart Market Report: The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets[R]. Bedford: McGraw-Hill Construction Research and Analytic, 2014.
- [5] 郑铭, 薛巧蕊, 魏炜, 等. BIM 技术在多灾害领域中的应用研究综述[J]. 图学学报, 2018, 39(5): 829-834.
- [6] 李宏俭, 张倩倩. 建筑业 BIM 技术发展的阻碍因素及对策方案研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2016, 8(5): 45-50.
- [7] 张建新. 建筑信息模型在我国工程设计行业中应用障碍研究[J]. 工程管理学报, 2010, 24(4): 387-392.
- [8] Wu W, Issa R R A. BIM education and recruiting: Survey-based comparative analysis of issues, perceptions, and collaboration opportunities [J]. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 2013, 140(2): 04013014.
- [9] 张尚, 任宏, Albert P C. BIM 的工程管理教学改革问题研究(一)——基于美国高校的 BIM 教育分析[J]. 建筑经济, 2015, 36(1): 113-116.
- [10] Volk R, Stengel J, Schultmann F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs[J]. Automation in Construction, 2014, 38(5): 109-127.
- [11] Abdirad H, Dossick C S. BIM curriculum design in architecture, engineering, and construction education: a systematic review[J]. Journal of Information Technology in Construction, 2016, 21(17): 250-271.
- [12] 缪盾. 基于 BIM 的建筑工程制图教学体系构建[J]. 图学学报, 2016, 37(6): 826-830.
- [13] 赵昂. BIM 技术在计算机辅助建筑设计中的应用初探[D]. 重庆: 重庆大学, 2006.
- [14] 吴吉明. 建筑信息模型系统(BIM)的本土化策略研究[D]. 北京: 清华大学, 2011.
- [15] 张静晓, 崔凡. 发展结果导向的 BIM 团队学习框架及应用[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(9): 151-156.
- [16] 付芳, 张涛. 工程管理专业“虚实结合”的 BIM 实践教学研究[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(4): 192-195.
- [17] 张静晓, 赵陈影, 李慧, 等. 工程管理专业 BIM 毕业设计学习效果测评[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(1): 171-176.
- [18] 翟博文, 陈燕菲, 车玉君. 基于 BIM 的工程造价专业实践与创新能力培养策略探索[J]. 施工技术, 2017, 46(S1): 518-521.
- [19] 杨太华, 汪洋, 赖小玲. 基于 BIM 技术的工程管理综合实验虚拟教学平台的构建[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(8): 108-111.
- [20] 代春泉, 龙燕霞. 基于 OBSE-CDIO 理念的土建类专业 BIM 人才培养研究[J]. 建筑经济, 2018, 39(7): 108-112.
- [21] 何蕊, 高岱, 栾英艳. 土木工程制图课程中“主动学习”教学模式实践[J]. 图学学报, 2018, 39(4): 782-785.
- [22] 何蕊, 栾英艳, 高岱. 基于 BIM 人才培养的土木工程课程体系改革研究[J]. 图学学报, 2017, 38(1): 102-108.
- [23] 卫星, 巨云华. 基于 BIM+VR 技术的钢结构桥梁教学实践改革研究[J]. 图学学报, 2018, 39(6): 1231-1238.
- [24] 孙明, 胡妮妮. BIM 技术融入 CAD 课程的教学改革研究与实践[J]. 图学学报, 2017, 38(1): 109-113.
- [25] Berwald S. From CAD to BIM: The experience of architectural education with building information modeling[C]// 2008 Architectural Engineering Institute National Conference, 2008.
- [26] Azhar S, Sattineni A, Hein M. BIM undergraduate capstone thesis: Student perceptions and lessons learned [C]// Proceedings of the 46th ASC Annual Conference, Boston, MA. 2010.
- [27] Kovacic I, Filzmoser M. Designing and evaluation procedures for interdisciplinary building information modelling use: an explorative study[J]. Engineering Project Organization Journal, 2015, 5(1): 14-21.
- [28] 郭亮, 邓朗妮, 廖玲. 基于 Fuzzy-AHP 的应用 BIM 教学评价研究[J]. 数学的实践与认识, 2017, 47(1): 8-15.
- [29] 缪盾. 专业交叉, 协同创新的 BIM 实践教学探索[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(4): 186-189.
- [30] Dossick C S, Lee N, Foley S. Building information modeling in graduate construction engineering and management education [J]. Computing in Civil and Building Engineering, 2014: 2176-2183.
- [31] Sacks R, Pikas E. Building information modeling education for construction engineering and management I: Industry

- requirements, state of the art, and gap analysis[J]. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2013, 139(11): 04013016.
- [32] Lee N, Dossick C S, Foley S P. Guideline for building information modeling in construction engineering and management education[J]. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 2013, 139(4): 266–274.
- [33] Barison M B, Santos E T. The competencies of BIM specialists: a comparative analysis of the literature review and job ad descriptions[C]// *International Workshop on Computing in Civil Engineering*, 2011.
- [34] Ghosh A, Parrish K, Chasey A D. Implementing a vertically integrated BIM curriculum in an undergraduate construction management program[J]. *International Journal of Construction Education and Research*, 2015, 11(2): 121–139.
- [35] Li Y, Li G, Wu S. Design and practice of the sand table simulation in construction project management teaching based on BIM[C]// *ICCREM 2013: Construction and Operation in the Context of Sustainability*, 2013.
- [36] Russell D, Cho Y K, Cylwik E. Learning opportunities and career implications of experience with BIM/VDC[J]. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 2013, 19(1): 111–121.
- [37] Gerber D J, Khashe S, Smith F C. Surveying the evolution of computing in architecture, engineering and construction education[J]. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 2013, 29(5): 04014060.

Summary and analysis of problems in BIM curriculum setting in colleges and universities

MEI Shengqi^a, SONG Yuxiang^a, WANG Xingju^b, ZHOU Qiaoyong^a, ZHANG Huibin^a

(*a. School of Civil Engineering; b. School of Traffic and Transportation, Shijiazhuang
Tiedao University, Shijiazhuang 050043, P. R. China*)

Abstract: The application of BIM technology has been widely concerned in the engineering field, but there are obvious differences in how to set up BIM courses and how to teach in colleges and universities. By the design of problem framework, the current domestic BIM curriculum and teaching are reviewed from the perspectives of curriculum setting goal, curriculum content, teaching methods, effect evaluation and specific solutions. Although BIM curriculum system and professional curriculum reform methods have been formed for different professional backgrounds, the elaboration to the specific details of BIM curriculum and teaching is not comprehensive. Combined with relevant literature, this paper summarizes some specific problems existing in BIM curriculum in local colleges and universities, to provide a new reference for BIM curriculum setting in local colleges and universities.

Key words: colleges and universities; BIM; curriculum setting; teaching reform

(责任编辑 周沫)