

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2022.03.002

欢迎按以下格式引用:李进涛,王淑婧,梁正伟.美英高校土木建筑类专业 BIM 教育实践与启示[J].高等建筑教育,2022,31(3):09-18.

美英高校土木建筑类专业 BIM 教育实践与启示

李进涛,王淑婧,梁正伟

(湖北工业大学 土木建筑与环境学院,湖北 武汉 430068)

摘要: BIM 技术已成为建筑业变革的强大推动力,将 BIM 纳入工程教育是培养建筑产业从业者的关键。在回顾 BIM 教育进展、教育内容及面临挑战的基础上,梳理了美英高校土木建筑类专业 BIM 教育的层次、课程设置和教学方法,归纳了两国高校 BIM 教育的核心思想、主题与课程及教育方法。中国高校应从 BIM 课程体系、软硬件环境、师资队伍建设和多元化教学模式和校企深度合作等方面加快土木建筑类专业中 BIM 教育的步伐。

关键词: 建筑信息模型;土木建筑类专业;教学实践

中图分类号: G642.0 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-2909(2022)03-0009-10

现代建筑、工程与施工(Architecture, Engineering and Construction, AEC)行业的项目越来越复杂,管理难度越来越大。项目复杂性表现之一是整个建设运营过程涉及众多的利益相关者,因此,项目的信息与交流技术愈发重要,BIM 技术也应运而生,在 AEC 行业中的应用规模日益扩大。在过去十几年中,BIM 应用得到了相当大程度的发展,尤其在北美、英国和斯堪的纳维亚半岛等国家和地区内保持领先地位,已初步实现 BIM 技术的市场化和普及化。都柏林理工大学发布的 BIM 研究报告显示,2016 年全球 BIM 市场规模已达到 3.52 亿美元,预测 2022 年将达到 103.6 亿美元,2017—2022 年的复合增长率将达到 19.45%^[1]。

BIM 相关技术是打开 AEC 行业未来之路的有效途径之一,高等教育机构作为行业工程师的主要培训者,有更大的责任来应对行业不断变化的技能要求,积极整合并将 BIM 课程纳入建筑、土木工程、工程建造与管理等专业,以便为 AEC 行业提供未来雇员做好准备。

在政府主导和协调支持下,BIM 技术及应用的重要性愈发凸显,一些国家和地区针对 BIM 技术的高等教育和职业培训得到快速发展,为 BIM 技术人才的职业发展提供了保障^[2]。目前,中国高校

修回日期:2021-03-23

基金项目:教育部科技发展中心“北创助教项目”(2018C01011);湖北工业大学教学研究项目(校 2016015)

作者简介:李进涛(1973—),男,湖北工业大学土木建筑与环境学院教授,博士,主要从事建设项目管理、房地产经济与管理等研究,(E-mail)lejeant@163.com。

针对 BIM 教学开展了有益的探索,但 BIM 教育相对滞后,急需在 BIM 教学实践方面进行改革,以适应新技术条件下的行业人才需求^[3-5]。因此,有必要梳理发达国家高校在 BIM 教育方面取得的进展,归纳其教育特征,为我国土木建筑类专业的 BIM 教育提供借鉴和参考。

一、高校土木建筑类专业 BIM 教育

(一) BIM 教育进展

在 AEC 行业,专业建筑师、工程师和项目经理等推动了 CAD 向 BIM 快速转变,同时也为专业教育带来了挑战和机遇。越来越多的高校、机构认识到,不能忽视 BIM 技术给行业发展带来的革命性影响,必须在课程中整合 BIM 概念、原理和过程等内容,帮助学生掌握必要的 BIM 知识和技能,确保他们能迎接行业所面临的挑战^[6]。因此,越来越多的高校土木建筑类专业开始设置 BIM 类课程,运用各种手段和方法将 BIM 整合到教学内容中^[7]。例如,美国 101 所大学中,81% 的建筑学专业、60% 的工程管理专业、44% 的土木工程专业提供 BIM 课程,在尚未提供 BIM 课程的专业中,有 57% 的专业计划整合 BIM 课程^[8]。

然而,BIM 教育在各国实施的程度不同。一些高校在本科生和研究生专业中设置了 BIM 课程,有的国家在研究生 BIM 课程的数量方面处于领先地位,如英国高校。在课程设置上,大多数学校只提供 1~3 门 BIM 课程,仅限于 1~2 周的概率性介绍^[8],大多数课程设置也局限于单一学科,跨学科性 BIM 课程较少^[9]。

(二) BIM 教学要求与内容

BIM 表现为一个跨专业知识协同作业的过程或过程方法,用以改进规划、设计、施工、运营和维护的工作流程,强调协同性,因此,大多数教育工作者认为,除培养学生的基本知识和技能外,还要建立学生对 BIM 支持的全生命周期建设和运维过程的整体理解,而不应拘泥于对某个 BIM 软件(工具)的掌握或运用^[10]。然而,在当前的 BIM 教学实践中倾向于关注特定 BIM 软件的使用,迫切需要开展 BIM 理念、BIM 管理和 BIM 协作等方面的教育。

BIM 正快速发展,对 BIM 的功能要求更复杂,从 3D 拓展到 4D、5D 和 6D,增加了时间、成本建模和设施管理等功能^[2]。受 BIM 教学软件、硬件和师资的影响,国外各高校结合自身的资源和优势,开设了面向不同层次、不同专业的 BIM 课程。教学内容从基本的数字化图形和设计,发展到施工项目管理和高层次的 BIM 设计与案例研究。目前,关于土木建筑类专业中应教授学生哪些知识和技能尚缺乏一致的意见。Sacks 和 Pikas(2013)通过调查、组织工作坊、分析招聘广告和深度访谈,构建了能满足行业要求的 BIM 教育框架,将 BIM 教学涵盖的内容分为 3 类、39 个主题^[10]。一般认为,在 BIM 教学内容安排上应体现层次性,例如,在大学一、二年级,主要学习基础知识,如基本建模技能、约束条件下的参数化建模和实体建模;在高年级或研究生阶段,应专注于将 BIM 集成到更广泛的专业实践中,以建立对 BIM 支持的建筑施工过程的整体性理解。

(三) BIM 教育面临的挑战

随着 BIM 技术和 BIM 应用生态系统的快速发展,AEC 行业对 BIM 专业人员的需求与日俱增。尽管大学 BIM 教育经历了重大的变化,并取得了明显的效果^[9],但在人才缺口庞大的背景下,BIM 教育面临的若干挑战不容忽视。例如,缺乏经验丰富及掌握最新 BIM 知识的教师,现有教育工作者不愿意在教学中学习和整合 BIM 技术,缺乏 BIM 教学相关资源和基础设施,缺乏将 BIM 技术融入

现有工程类课程的新思路^[11]。协同是实现 BIM 的最高驱动力^[12],但高等教育在土木建筑类专业的课程设计和模块内容方面尚不适应这种协同挑战^[13]。

虽然 BIM 教育仍缺乏有效的手段和方法,但美国、英国等发达国家的高校对土木建筑类专业 BIM 教育进行了有益探索,对促进 BIM 教育发挥了重要作用。

二、美英高校 BIM 教育实践

(一) BIM 教育的层次性

BIM 教育涉及教学内容多,教学时间长,需要针对不同层次的教育对象设计不同要求的教学内容,因此,BIM 教育的层次性特征比较明显。Suwal 和 Singh^[11]提出了 BIM 教育的四层次战略(表 1)。具体到某个专业,BIM 教育各有侧重,但仍具有层次性的特点。例如, Lee 和 Yun^[14]对建筑施工与管理专业提出了不同层次的 BIM 课程(表 2)。

表 1 BIM 教育的四层次战略

层次	要求
单一 BIM	一门独立的课程,通常作为计算机辅助设计(CAD)课程的一部分,或作为现有 CAD 课程的替代品
协作 BIM	跨不同学科的协作课程
互补 BIM	作为现有课程的一部分,用相应的 BIM 工具和过程来补充课程内容
顶点 BIM	作为一个顶点课程或项目,学生能将在其他相关课程中获得的知识综合应用于该课程或项目

表 2 施工与管理专业中 BIM 教育的层次

层次	对象	教学重点
导引性课程	一年级	熟悉 BIM 软件功能和接口、绘图与编辑工具,及参数化建模
模块性课程	二、三年级	熟悉 BIM 应用情景及其成果、不同参与者的 BIM 过程、角色和职责,以及提升 BIM 效率的管理技能
顶点性课程	四年级	整合 BIM 实施过程中的各个方面,强调团队互动、项目管理、决策、批判性思维并解决问题

BIM 教育的层次性同时适用于 BIM 教育的纵向与横向整合^[11]。其中,纵向性指教育程度,如职业水平、本科生水平、研究生水平和达到从事科学研究的水平;横向性指涉及专业的多学科性和广度,如建筑学、结构工程、机电水暖、施工管理,等等。然而,在当前土木建筑类专业教育中,BIM 教育无论是纵向还是横向整合仍然不够成熟。

(二) 美国高校 BIM 课程设置与教学

1. 课程设置与目标

在美国,许多学校只在建筑科学、建筑技术、土木工程、建设工程管理等专业中开设 1~3 门 BIM 技术课程。美国部分高校 BIM 课程设置与目标如表 3 所示。各学校所设置课程中名称各不相同,有些课程直接以 BIM 技术或 BIM 专题命名,有的课程名称则包含“虚拟”“数字化”“信息技术”“管理创新”等关键词,实质上仍强调 BIM 技术在建设项目中的应用。在课程教学目标上,一般在低年级安排讲授 BIM 技术的概论性知识,开展 BIM 基础软件教学,例如,工程数字化制图、基本建模技术;在高年级或研究生阶段,则强调 BIM 技术在项目设计、施工、运营等环节中的综合应用,包括从 3D 到 6D 的 BIM 工具箱应用,涉及项目规划设计、施工过程可视化、项目控制(进度、质量、成本、安全等)和信息交换等,强调在多学科协作环境下的 BIM 技术实现及应用。

表3 美国部分高校 BIM 课程设置与目标

大学	课程	目标
斯坦福大学	虚拟设计与施工的行业应用	与行业专家和人员互动,熟悉 BIM 的行业应用及其与集成项目交付、可持续设计和施工的关系,能开展与行业应用相关的独立研究或案例研究
	BIM 专题	运用 BIM 工具进行设计和分析,包括结构、设备、电气、给排水、消防、系统集成和协调等,并进行分析和评价
	建设管理创新	通过实习、实践及案例研究,了解行业发展状况,如 BIM 行业应用、综合项目交付、精益建造、工厂预制模块建设、智慧城市、虚拟设计与施工等
佐治亚理工学院	BIM	了解 BIM 如何为相关活动提供新的方法,包括布局、规划、协调、安全、质量、采购等
	面向多学科集成的 BIM*	介绍 BIM 及其对传统设计、规划、管理、建筑、设施管理实践的影响
华盛顿大学	数字化工具	使用施工和设计相关软件进行项目管理,使用各种软件,如 Excel(编制建设成本)、Revit(实现三维可视化施工)、CAD(绘制施工图)、SketchUp(可视化施工活动)、Bluebeam(计划浏览和协作)
	虚拟施工	运用 BIM 管理施工过程,促进项目参与者之间的协作
	项目管理创新*	规划和管理建设项目的技术创新,包括各阶段的应用技术、三维建筑信息模型、可持续施工技术和基于 Web 的项目管理工具
亚利桑那州立大学	工程项目管理	运用 BIM 工具实现文档、协调、可视化和信息交换等管理功能,有效地利用 BIM 完成协作环境下的项目管理任务
	施工信息技术*	旨在掌握建筑和施工行业所需的 BIM 知识,包括从 3D 到 6D 的 BIM 工具箱应用,在协作环境下通过案例有效地呈现 BIM 的实践应用

注:*为硕士课程

2. 课程设置形式

美国高校 BIM 课程设置的形式主要分为两类:一类是将 BIM 视为一种突破性技术,在现有课程中增加 BIM 技术内容,用以改进现有课程内容并借以提升学生学习效果;另一类是将 BIM 视为新范式,开设 BIM 课程,以促进基础课程的变革^[15]。对于前一类,不设置专门的 BIM 课程,而是在传统课程中引入 BIM 内容和工具。例如,利用 BIM 原理和应用技术对工程图学课程进行重组、改革,将 BIM 视为土木工程专业设计意图表达和交流的主要媒介。

在新设 BIM 课程形式中,将 BIM 作为专业改革或整体教学策略的核心,专门开发 BIM 课程。例如,表 3 中的一些高校专门设置了 BIM 课程,较为系统地讲授 BIM 技术在项目全生命周期内的实践应用。有些学校在新设 BIM 课程时,还考虑了跨学科协作。例如,宾夕法尼亚大学开发了“BIM 工作室”课程,学生为来自建筑学、风景园林、建筑工程、结构工程、机械和照明/电气工程等专业的本科生和研究生,要求他们运用 BIM 技术进行数据收集、分析、设计开发、数据协同以及项目演示。该课程在集成环境下培养学生的协作能力,使之对各学科 BIM 应用有更深入的理解。

3. 教学方法

BIM 表现为一个协作的过程或过程方法,而非一项技术或设计工具,在 BIM 教学实践中,只有通过基于过程和项目的教学才能取得良好的效果。因此,BIM 固有的强技术性和实践性,使传统的教学方法不能满足 BIM 教学目标的实现。一些高校在传统讲授、课堂讨论等基础上,积极引入新的教学方法,如行业专家讲座、现场参观、参与项目实践、BIM 工作坊等(表 4)。

表 4 美国部分高校 BIM 课程教学方法

大学	教学方法
斯坦福大学	讲授、观看视频、自学、小组讨论、参与实践研究
南加利福尼亚大学	讲授、阅读材料、小组讨论、参加 BIM 工作坊
德克萨斯理工大学	论文报告、课堂讨论、咨询专业人士、现场参观、参加 BIM 工作坊
西卡罗来纳大学	讲授、阅读材料、小组讨论、小组项目报告、现场考察、行业专家讲座
亚利桑那州立大学	讲授、阅读材料、课堂讨论、现场考察、专家讲座

协作是实现 BIM 的重要驱动力^[12],一些高校在 BIM 教学过程中非常重视团队协作,以实际项目为基础开展教学,既能改善教学效果,又能培养学生的协作精神。例如,加利福尼亚大学在可持续设计与施工 BIM 应用课程中,开展基于项目的教学,学生在校园在建工程中扮演不同的角色进行项目合作,取得了良好的教学效果^[16]。

(三) 英国高校 BIM 课程设置与教学

1. BIM 课程学习目标体系

由英国高等教育学会发起的 BIM 学术论坛在其报告中提出了 BIM 嵌入高等教育相关专业的建议性教学目标体系^[17]。该报告阐述了不同目标层级下 BIM 教育的三类预期学习效果,即知识与理解、实用技能和可转移能力,如表 5 所示。

表 5 英国高校 BIM 课程教学目标体系

学生类别	年级	知识与理解	实践技能	可转移能力
本科生	一年级	合作的重要性 BIM 业务	跨学科技术概论	作为过程/技术/人员/政策的 BIM
	二年级	BIM 概念—建设过程 利益相关者的业务驱动因素 供应链整合	视觉表现的运用 BIM 工具及其应用 BIM 系统的属性	价值、生命周期与可持续性 项目“软件即服务”平台 协同工作 跨学科团队的交流
	三年级	跨学科 BIM 合同和法律框架/规章 人员/变化管理	技术诀窍; 结构与材料 可持续性	过程/管理; 如何用 BIM 交付项目 信息与数据流 BIM 协议
硕士生		协同工作、BIM、信息管理及其在建筑环境中的应用 商业应用—合同/法律等 通过 BIM 和风险管理化解项目风险 了解当前行业实践的本质 客户价值 商业价值—投资回报/价值主张 理解供应链管理 BIM 生命周期管理—资产、绩效等	采用不同平台的演示能力 批判性判断/评估各种 BIM 工具/应用 协议/互操作性/标准 能力评估 变更项目交付 大数据及可视化 精益原则与 BIM 链接 BIM 技术使用,如掌上设备	项目级应用 跨学科与团队合作 有效沟通和决策的重要性—人与人的互动 过程映射与业务流程再造 变革管理与文化冲突 专家级思维—战略/技术/管理 评估 BIM 在不同层级中的障碍

2. 硕士生 BIM 教育

基于从业人员的专业技能和职业资格要求,大多数 BIM 学术论坛成员高校开设了 BIM 硕士教育项目,部分高校 BIM 教育项目如表 6 所示。

表 6 英国部分高校 BIM 硕士教育项目

大学	教育项目	时长(学制)	形式
威斯敏斯特大学	BIM	1年(F)	校内
密德萨斯大学	BIM 管理	1年(F);2年(P)	远程
索尔福德大学	BIM 与集成设计	1年(F);2.5年(P)	校内、远程
利物浦大学(伦敦)	BIM	1年(F)	校内
西英格兰大学	设计、建造与运营中的 BIM	1年(F);2~3年(P)	校内
诺森比亚大学	建筑设计管理与 BIM	3年(P)	远程
南威尔士大学	BIM 与可持续	1年(F);3年(P)	校内

注:F、P 分别表示全日制、非全日制

表 6 中,除全日制学习外,一些高校还提供了远程学习方式供学员选择。其中,远程学习满足了一部分有更新职业技能、促进职业发展需求的学员。例如,密德萨斯大学在 BIM 管理硕士项目中采用了远程学习模式,适用于全职工作的学员。该项目学习包括三个模块:第一个模块侧重技术层面的 BIM 管理,第二个是操作层面的 BIM 管理,第三个模块是战略性 BIM 管理。三个模块均提供学术界和行业专家的在线演示支持,并鼓励学生参与讨论。

3. 本科生 BIM 教育

虽然许多英国大学已经开展了 BIM 硕士学位教育,但本科生项目的 BIM 教育值得长期投入且效果最为显著。其内在逻辑在于,BIM 适用于建筑物全寿命周期,培养新一代掌握 BIM 技能并满足现代工作流程需要的从业者是值得的,而不一定只在研究生层次上进行“专业化”培养。

例如,拉夫堡大学是英国为数不多的在本科教育项目中纳入 BIM 教学的高校之一,在建筑与土木工程学院四个本科专业(即建筑工程与设计管理、土木工程、建设工程管理和商业管理与工料测量等)中嵌入了 BIM 方面的教学内容^[18]。其典型的本科生 BIM 教育分 3 个阶段,即阶段性 BIM 教学、BIM 研讨班与视频辅导和 BIM 专用模块建模^[19]。

阶段性 BIM 教学在本科四年的教学中均嵌入了 BIM 内容。第一学年,学生主要学习 BIM 基本原理和概念,树立 BIM 技术意识,熟悉 BIM 协作性和互操作性问题;第二学年,侧重于学习 BIM 协议(标准)、多学科设计信息的产生、模型的协调和建筑施工信息交流数据集的生成;第三学年,要求学生深入产业生产一线,熟悉行业需求和 BIM 应用,参与专业实践,检验和调整实际技能,认识 BIM 应用的机会和障碍;第四学年,要求学生将 BIM 应用到专业领域(包括论文和设计项目),建构和管理共享数据环境,并获得 BIM 建设项目交付的相关知识。

BIM 研讨班教学阶段要求四年级学生参加为期 5 天的生产一线 BIM 研讨班,旨在提高学生对于 BIM 的认识,检验各种教学资源的实用性,评估将要教授的 BIM 技术。该研讨班除了教授 BIM 必备知识和技能外,还要求学生开展各种讨论,如评价和比较 BIM 软件、3D 模型比较以及使用信息交互数据实现 BIM 协作等。研讨班提供机会让学生参观施工现场,与行业专家交流,并参与案例研究。在研讨班结束前,要求参与学生运用所学技能合作建立一幢多层建筑的 3D、4D 模型。

BIM 专用模块建模教学阶段要求学生创建新的 BIM 专用模块,以满足 BIM 应用的特定需求,这些模块受课程约束或其独特性而未被嵌入常规教学。此阶段的任务由跨专业的多人团队合作完成,学生来自建筑工程与设计管理、土木工程、建设工程管理和商业管理与工料测量等专业,同时也鼓励部分研究生参加。在具体项目中,各小组成员扮演不同角色,实现 BIM 建模(3D、4D 和 5D BIM)与协作应用。例如,学生可自由选择如何创建 5D 数据,即通过电子表格生成 Revit 进度,或导出 3D 模型到 CostX 或 Naviswork 实现工料测量。

在课程教学中,通过现场参观、讲授、研讨、工作坊及引导性自主学习等多种方式实现 BIM 教学目标。其中,引导性自主学习在教学学时中占比非常高。例如,在 100 学时的协同 BIM 设计项目课程中自主学习占 68%;在 150 学时的 3D BIM 概念设计课程中自主学习占 79%。在课程结束时,以建模、个人汇报、团队作业汇报等方式评价学生学习成果。

三、美英高校 BIM 教育的特点

(一) 核心思想

现代建筑工程技术、过程的复杂性意味着没有人能主宰一切,BIM 作为一个与生产、交流、分析相关的模型化技术,以一种特殊方式创建、使用和共享全生命周期数据,为工程项目规划、设计、建造和运行维护过程提供标准化信息模型,可以应对复杂、快速发展项目的同时在降低成本、提供项目可持续性方面发挥较大作用。因此,BIM 教育需强调土木建筑各学科间的协作,培养学生基本的 BIM 知识和技能,建构学生对 BIM 支持的项目全寿命周期建设与运营维护过程的整体性理解,而不拘泥于某个特定 BIM 软件(工具)的掌握或运用。

(二) 教育主题与课程

BIM 技术服务于建设项目全寿命周期,BIM 教育将 BIM 技术与项目交付技术、项目管理和协作等结合,为土木建筑类专业学生建立所需的 BIM 能力框架。大多数 BIM 教育工作者认为,学生学习手绘草图、阅读和理解图纸、使用物理模型和学习 CAD 等仍是学习 BIM 的前提条件,有助于学生深刻理解建筑物及其构件的相互联系。在美英高校的 BIM 教育过程中,3D、4D、5D 甚至 nD 技术贯穿其中,循序渐进地建构 BIM 知识和技能的逻辑顺序,并涵盖设计、施工、运维等项目全寿命周期的重要阶段。BIM 教育中有代表性的主题和内容如表 7 所示。

表 7 BIM 教育主题与课程

BIM 技术	BIM 主题	主要课程
3D	建造文本、设计验证、MEP(机械、电气、管道)分析、结构分析、仿真模型、建筑结构、建筑物代码和材料、MEP 协作、冲突检测、质量控制	BIM 概论、建造合同、项目管理、设施管理、集成设计、建造沟通、建设文本与分析、建筑系统和编码、建筑材料、机电与电气系统
4D	建造技术与方法、施工流程、业务协调、现场物流规划、安全危害分析	施工技术、施工计划和进度安排、施工安全
5D	工程估算、基于模型的估计	施工估算

在 BIM 的运用和能力中,可施工性和可视化是目前 BIM 教育所必需的,BIM 设计、能源模拟、基于 BIM 的协作、基于模型的估计和成本控制以及 4D 仿真也是重点讲授的内容。但是,受教学条件、资源所限,一些教学内容未能在 BIM 课堂中体现,例如,设备(资产)管理和更新优化是运维阶段的事项,在教学实践中较少涉及。因此,可以根据行业的直接投入和在就业市场上 BIM 职业道路的基础

准,结合地方行业发展现状和学校教学条件,选择性地安排教学内容,让学生熟悉 BIM 应用实践中的标准和约定,学习和思考现实世界中的挑战和解决方案。

(三)教育方法

1. 课程设置策略

BIM 课程设置是课程改革或整体教学策略的核心,其主要形式为开发专门的 BIM 课程和面向 BIM 的课程重组。但是,在土木建筑类专业中,专设 BIM 课程需要教师适应与 BIM 相关的新技术、新教学策略,学生将不得不适应不同的学习环境,一些教育工作者担忧这种变革会对现有课程的根本转型或重组起反作用^[10]。因此,只有少部分学校采用了独立设置 BIM 课程的策略,大多数学校则在现有课程基础上更新、重组。

2. 软件教学方法

BIM 应用中,尚无一种软件能覆盖项目全寿命周期的 BIM 应用,必须根据不同的项目阶段采用不同的软件,因此,BIM 软件的种类非常多。常见的 BIM 软件有 Revit、Microsoft Project、Navisworks Manage 和 Vico Office 等。在 AEC 课程中,分步指导(作为讲师引导的方法)、阅读讲义和补充材料、学习音频视频教程、指导和交互式模拟等已成为软件教学的主要方法。例如,教师可以在虚拟或现实课堂上分步骤演示软件的使用方法,再由学生演练或自学,是掌握软件使用的普遍教学方法。

3. 产业参与

BIM 具有很强的实践性,在 BIM 教学中仅限于软件技能的课程并不能让学生自如应对 BIM 的实际挑战,不能有效地向学生传递基本的 BIM 知识,毕业生掌握的 BIM 专业技能与 AEC 行业的人才预期之间存在不小的差距,因此,在课程开发和实际课程教学中寻求行业专家的建议和指导非常必要。例如,从行业聘请 BIM 专业人士做兼职教师,以授课、讲座、交互指导、小组讨论、实地考察等方式,丰富 BIM 课程的教学内容和教学模式。

4. 作业

作业是让学生巩固 BIM 知识和技能的重要手段。例如,课程总结、学期论文、独立作业或团队作业,利用 BIM 工具建模及模型分析,与专业人士交流,开展案例研究和现实背景下的 BIM 行业应用等。

5. 评价

除教师的常规评估外,专业人员评估、同行评估和自我评估方法也已应用于 BIM 课程中。行业内专业人士的评估,可为 BIM 课程带来新的视角,并对学生的可交付成果提出建设性意见,丰富学生的学习体验。

四、美英高校土木建筑类专业 BIM 教育的启示

(1)探索并构建完善的 BIM 课程体系。在课程设置模式方面,除开设 BIM 概论性专门课程外,建议在现有土木建筑类专业课程中嵌入 BIM 工具和内容,改进现有课程内容并提升学生学习效果。课程内容方面,以 3D、4D、5D 为主线,遵循工程建造过程,渐进式地设计 BIM 授课内容。

(2)升级 BIM 教学软硬件环境。BIM 教学涉及项目全寿命周期,各阶段用到的软件多,对运行的硬件环境要求高。因此,高校必须投入必要资金,升级硬件并配置相应的 BIM 软件,涵盖项目设计、建模仿真、虚拟施工及管理、项目运维等各阶段,为 BIM 教学提供有效保障。

(3) 强化师资队伍建设。缺乏经验丰富的教师是 BIM 教育面临的重大挑战。高校可以采取“走出去、请进来”的策略,强化师资队伍建设,提高 BIM 教育效果。一方面,高校要激励并选派教师赴大型企业或国内外工程现场进行工程实践,参与 BIM 应用问题的解决,学习和掌握 BIM 技术,并用于教学实践中。另一方面,高校可聘请一批经验丰富的行业专家作为兼职教师,参与土木建筑类专业课程的 BIM 教学。

(4) 采取多元化教学模式。在教学模式方面,除了课堂讲授 BIM 内容和工具外,可以让学生阅读 BIM 材料、观看视频,并以案例、项目组织教学。学生小组讨论、交互指导、团队作业、工作坊、业界讲座、实地考察、BIM 项目案例研究与分析等,也是提高学生学习 BIM 知识和提高 BIM 技能的有效方法。此外,积极组织师生参加 BIM 技能大赛,以实际工程案例为基础,模拟实际工作场景,通过以赛促教、以赛促学,进一步提高学生的实践和创新能力,培养学生团队协作能力。

(5) 推进学校与行业深度合作。在行业内,一些大型设计院、施工单位、项目咨询公司、房地产企业和建造软件公司基本上都拥有专门的 BIM 技术中心和团队,具备丰富的 BIM 应用实践经验,为学校 and 行业开展深度合作创造了良好条件。例如,利用产业合作项目,开展合作办学、订单培养、技术攻关,共建 BIM 实践创新培训基地、校企 BIM 研究中心(院)等,丰富 BIM 教学软硬件资源,优化 BIM 课程内容,提高 BIM 教育水平,培养 BIM 应用的高素质优秀人才。

五、结语

越来越多的美英高校在 AEC 专业中融入了 BIM 教育,大多数高校都制定了渐进式的 BIM 教育战略,并明确了 BIM 教育的阶段性目标,在课程内容、教学方式、行业参与、教学评价等方面开展了有益探索,取得了较好的效果。目前,我国高等教育部门正在“中国制造 2025”国家战略背景下积极推进新工科建设,培养未来新兴产业和新经济需要的高素质复合型新工科人才。因此,有必要借鉴 BIM 教育、培训的先进理念和方法,加快我国 AEC 专业中 BIM 教育和培训的步伐,以 BIM 行业应用推进建筑业产业升级,助力建造强国愿景的实现。

参考文献:

- [1] McAuley B, Hore A, West R. BICP Global BIM Study - Lessons for Ireland's BIM Programme[R]. Construction IT Alliance (CitA) Limited, 2017.
- [2] Smith P. BIM implementation - global strategies[J]. Procedia Engineering, 2014, 85: 482-492.
- [3] 郭圣煜,张子琛,宫培松,等. 工程管理专业 BIM 教学课程体系改革——以中国地质大学(武汉)为例[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(6): 139-143.
- [4] 尚春静,李艳荣,任思佳,等. 基于 BIM 的工程管理专业理论课程与实践教学创新研究[J]. 建筑经济, 2015, 36(9): 129-132.
- [5] 王建超,张丁元,周静海. BIM 技术在建筑类高校专业课程教学中的应用探索——以沈阳建筑大学为例[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(1): 161-164.
- [6] Comiskey D, McKane M, Eadie R, et al. Providing collaborative education with an international dimension: An Ulster University and Pennsylvania State University case study[J]. International Journal of 3-D Information Modeling, 2016, 5(2): 1-15.
- [7] Abdirad H, Dossick C. BIM curriculum design in architecture, engineering, and construction education: A systematic review[J]. Journal of Information Technology in Construction, 2016, 21(17): 250-271.
- [8] Becerik-Gerber B, Gerber D, Ku K. The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: Integrating recent trends into the curricula[J]. Electronic Journal of Information Technology in Construction,

- 2011, 16: 411–432.
- [9] Barison M B, Santos E T. A tool for assisting teachers in planning BIM courses [C]//2014 International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, 2014.
- [10] 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.
- [11] Suwal S, Singh V. Assessing students' sentiments towards the use of a Building Information Modelling (BIM) learning platform in a construction project management course [J]. *European Journal of Engineering Education*, 2018, 43(4): 492–506.
- [12] Eadie R, Odeyinka H, Browne M, et al. An analysis of the drivers for adopting building information modelling [J]. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 2013, 18: 338–352.
- [13] Scott L, West R, Tibaut A. Benefits of inter-institutional collaboration in the delivery of BIM education in Ireland: Reflections of an Irish masters program [C]//10th BIM Academic Symposium & Job Task Analysis Review, 2016.
- [14] Lee N, Yun S H. A holistic view of building information modeling education in post-secondary institutions [C]//The Proceedings of 2015 ASEE Annual Conference and Exposition, 2015.
- [15] 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*, 2014, 140(2): 04013014.
- [16] Wu W, Luo Y P. Pedagogy and assessment of student learning in BIM and sustainable design and construction [J]. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 2016, 21: 218–232.
- [17] Higher Education Academy (HEA). Embedding Building Information Modelling (BIM) Within the Taught Curriculum [R]. The Higher Education Academy, 2013.
- [18] Adamu Z A, Thorpe T. How should we teach BIM? A case study from the UK [C]//Proceedings of the 9th BIM Academic Symposium & Job Task Analysis Review. Washington D C: National Institute of Building Sciences, 2015.
- [19] Adamu Z A, Thorpe T. How universities are teaching BIM: A review and case study from the UK [J]. *Journal of Information Technology in Construction*, 2016, 21: 119–139.

Practice and implication of BIM education for AEC Programs in USA and UK universities

LI Jintao, WANG Shuqiang, LIANG Zhengweiwei
(*School of Civil Engineering, Architecture and Environment,
Hubei University of Technology, Wuhan 430068, P. R. China*)

Abstract: Building Information Modeling (BIM) technology has become a powerful driving force for the transformation of the construction industry. The effective integration of BIM in engineering education is the key to cultivating the construction industry practitioners. Based on the review of the progress, contents and challenges in BIM education, this study systematically describes the levels, curriculum settings, and teaching methods of BIM education in architecture, engineering, and construction programs in American and British universities, and summarizes their core ideas, topics, courses and methods of BIM education. Domestic colleges and universities should speed up the pace of BIM education in architecture, engineering, and construction programs from all aspects such as BIM curriculum system, software and hardware environment, faculty team, teaching pattern and university-enterprise cooperation.

Key words: Building Information Modeling (BIM); architecture, engineering, and construction (AEC) program; teaching practice

(责任编辑 周沫)