

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.01.022

欢迎按以下格式引用:覃亚伟,余群舟,孙峻,等. BIM技术在工程估价教学中的全过程应用探讨[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(1):162-168.

# BIM 技术在工程估价 教学中的全过程应用探讨

覃亚伟, 余群舟, 孙峻, 仲景冰

(华中科技大学 土木工程与力学学院, 湖北 武汉 430074)

**摘要:**针对我国现阶段工程估价及其课程教学中的问题,提出将建筑信息模型(BIM)引入工程估价课程教学,从教学目标改革、BIM与估价课程教学的融合、新的教学指标评估体系和BIM教学资源投入等方面详细阐述了工程估价BIM教学整体改革思路。从估价理论课程教学、课程案例教学、综合课程设计实践教学等三个方面介绍了基于BIM的教学改革方法、教学方案和主要措施。最后,通过对常见BIM造价软件平台的概述,并结合工程估价课程特点和工程界对估价能力实际需求,提出了在投资估算、设计概算、施工图预算、竣工结算与决算等工程估价全过程全面应用BIM技术,全面系统估价能力训练的设想,并探讨了每个阶段的教学方法及技巧。

**关键词:**BIM;工程估价;教学改革;教学方法;全过程

**中图分类号:**G642

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2020)01-0162-07

现阶段我国工程造价管理模式主要是全过程的工程造价管理,定额计价和工程量清单计价并存。工程建设的每个阶段均需进行估价计算,传统的工程造价要求造价员必须熟悉相关概预算定额、取费标准、各种图纸和地区有关取费规定,存在人力耗用多、计算时间长、工作效率低、容易出错且在过程中工程信息的共享与协同困难、缺乏精细化管理等问题<sup>[1]</sup>。BIM技术<sup>[2]</sup>能够集成建筑工程项目各相关造价信息数据,能够根据变化进行动态及时更新,从而使得项目各个主体之间协同配合,实现高效率运转。实现全寿命周期工程造价管理,是工程造价领域未来发展的一大趋势<sup>[2]</sup>。BIM工程技术在国内外建筑行业愈来愈受重视,但是目前人才培养规模不能适应行业发展趋势,解决BIM工程技术人才缺乏问题的根本在于高校的BIM教学改革<sup>[3]</sup>。

工程估价课程是土木工程和工程管理等工科专业的一门主干专业课,具有工程专业技术性强、实践操作要求高和知识面广等特点,对培养学生的专业素养和能力至关重要<sup>[4]</sup>。分析现阶段工程

修回日期:2019-04-20

基金项目:华中科技大学教学研究项目(2016014);湖北省高等学校省级教学研究项目(2017051)

作者简介:覃亚伟(1974—),男,华中科技大学土木工程与力学学院讲师,博士,主要从事工程管理研究,(E-mail)qinyawei@hust.edu.cn。

估价及其 BIM 教学的问题所在,在工程估价教学中引入建筑信息模型作为教学工具,通过 BIM 造价软件,探讨基于 BIM 进行投资估算、设计概算、施工图预算的方法和技巧,以及将 BIM 和工程估价相结合的课程教学方式。

## 一、现阶段工程估价及 BIM 教学存在的问题

### (一) 工程估价及其课程特点

工程估价课程具有综合性强、实践性强等特点<sup>[4]</sup>。

(1) 综合性强: 建筑工程估价课程涉及知识面广, 课程涉及建筑工程识图、建筑工程构造、建筑工程结构、土木工程施工技术、建筑工程材料、工程经济等内容。

(2) 实践性强: 工程估价最终成果是完成一套完整的工程造价经济文件, 这就要求除掌握编制一般建筑工程估价基本原理、方法和步骤外, 还要进行实际工程估价编制操作。

目前工程估价课程教学缺乏连续综合整体训练, 学生普遍存在识图能力差、动手能力有待提高、学习效率低等问题。引入基于 BIM 造价计算教学改革是解决上述问题的有效方法。

### (二) 工程估价 BIM 教学现存问题

BIM 技术如今已不断地被推广, 这也是因为它是实现建筑工程施工管理信息化和全生命周期管理的重要手段, 故 BIM 技术对于工程领域人员在工程管理以及工程估价管理上起着重要作用, 其专业人才的需求量大。与此同时, 我国工程估价 BIM 教学方法还处在摸索阶段, 经验不足, 缺乏系统科学的的教学理论和方法<sup>[5]</sup>。目前工程估价 BIM 教学主要存在三个方面的问题。

(1) 学生缺乏 BIM 知识系统学习以及相关计算机专业能力的培养。工程估价课程多开设在高校工程管理专业, 该专业并没有相关的专业计算机必修课, 仅提供计算机初级课程, 导致学生在 BIM 软件操作方面缺乏一定的计算机基础。相应的, 对于 BIM 的学习缺乏系统性, 学生难以实现与工程估价专业技术课程的相互渗透与融合。

(2) 教师缺乏 BIM 的学习和研究动力。许多高校教师对于工程估价课程的开设和教学始终围绕基本理论进行, 缺乏对 BIM 教学的重视, 没有 BIM 学习的动力, 也很少深入研究, 对于 BIM 操作很多都是一笔带过。究其原因大多是学院忽视对 BIM 教学指标的考核与评估。

(3) 缺乏相应的 BIM 资源支持。这包括缺乏 BIM 软件资源、专业 BIM 课程资源、工程项目图纸资源、企业实践经验以及相关的技术资源。

## 二、基于 BIM 的工程估价课程教学改革

通常工程估价教学一般包括计价理论教学、专题案例教学和综合课程设计实践教学三部分内容。上述教学都需要将 BIM 与工程估价课程紧密结合, 积极调动学生学习的积极性, 注重课程实践, 加深学生对知识的理解。

### (一) 工程估价 BIM 教学改革思路

(1) 教学目标改革。随着 BIM 计价软件的不断完善和工程精细化管理需求, 高校工程估价能力培养的重心不再是高效准确计算工程量, 而是重点培养学生的工程计价业务能力、组价能力、成本管控能力等。例如: 装配式建筑飞速发展, 物流、产业链、“互联网+”等理念深入建筑业, 与之相适应的课程教学目标应体现现代工业工程全寿命周期快速准确估价能力、ERP 和分布式建造环境下精细化成本管控能力要求<sup>[6]</sup>。

(2) 将 BIM 教学融入工程估价课程教学中。将 BIM 融入到工程估价课程理论学习、案例

学习、课程设计实践,以及实习学习、实训基地培训中,使学生对 BIM 在工程估价中的应用有更多感性认识。同时,在工程估价课程之外单独开设一门与 BIM 相关的基础教学课程。

(3) 学校相关部门需要重视对教师 BIM 技术教学相关指标的评估,将工程估价课程的评估与 BIM 教学挂钩,制定全新的工程估价 BIM 课程教学指标评估体系,提升教师对 BIM 教学的重视程度。

(4) 投入更多的资源支持,包括购买 BIM 软件、与企业建立合作关系等。除了平常的课堂学习外,可提供多样化的教学模式,增加更多的 BIM 实践课程,这也包括系统的课程设计实践,增设相关专家讲座提升学生对专业学习的认知,鼓励学生多参加工程估价 BIM 设计相关比赛,以此激发学生在学习热情。

## (二) 基于 BIM 的估价理论课程教学改革

专业课程普遍面临课堂学时减少、要求提高的困境,因此,课程教师必须改革授课内容与方式。

### 1. 系统梳理相关知识点,注重估价课程群建设

以系统的观点来推进工程估价课程改革。在工程制图、建筑工程构造、土木工程施工技术等先修课程教学中,引入 BIM 技术与工程实践教学,并设置相应的考核环节,增加学生对工程结构构造和施工工艺的认识,彻底解决学生识图能力与 BIM 建模能力差的问题<sup>[7]</sup>。

工程管理专业往往同时开设工程造价管理课程,这时要系统梳理相关知识点,避免知识的重复。建议将工程造价的构成、工程量清单的概念及组成等内容调整到工程造价管理课程教学中。土木工程专业对增加全过程工程造价控制方法等内容。

### 2. 充分利用线上线下互联网教学资源,注重教学方式的革新

作为课堂教学的延伸,与大型 BIM 软件企业合作,构建工程估价课程网络教学平台,将教学课件、课前导读资料、思考题、BIM 教学操作视频、教学版软件等资源上传到平台,方便学生充分利用课余时间完成在线学习和实践。充分利用好 MOOC(慕课)、专业学习论坛等在线学习资源,探索采用翻转课堂、体验式学习、游戏化学习、问题式学习等先进教学方式,鼓励学生进行研究探索性学习。此外,有计划地指导学生阅读最新工程造价专业期刊文献和大型工程调研报告,撰写相关论文和专题报告,掌握领域前沿动态,培养学生兴趣和独立分析解决问题的能力。最后,借助现代通信平台(QQ等)与学生实时互动,展开深度交流,解决学生学习中的困惑。

## (三) 基于 BIM 的课程案例教学改革

### 1. 案例项目的选择

案例教学是一个循序渐进的过程,应该在理论知识体系教学完成后进行,同时,从典型的小案例着手,然后再到综合的大案例教学。工程估价这门课程主要面向工程管理专业的学生,学生需要学习的科目杂多,广而不精,一开始接手非常大的综合案例,会让学生无法掌握具体细节过程。因此,一开始选择较为简单的案例项目或单一分项工程项目进行详细案例讲解,然后将各分项工程整合形成综合大工程,在 BIM 软件中形成完整的估价体系,使学生充分掌握应用 BIM 软件进行工程造价综合分析应用的方法。例如:先提出简单的房屋结构案例,完成对砌体、围护结构、装饰工程等系统的估价计算,然后引导学生进行多层和高层大楼的项目案例练习。

### 2. 案例教学的方法

案例教学不同于课程理论教学,其综合性强,实践性强,同时涉及不同方面的专业知识,如果沿袭传统课堂教学模式,无法发挥案例教学的作用。为此,可首先按照案例项目的特点对课堂内容进行分类归纳讲解,如算量方法类项目,可集中一个典型案例进行讲解,不同类别的项目进行分类讲

解,对比分析,加深理解,帮助学生掌握估价过程规律。同时,结合教师课堂讲解的内容,有必要在课堂上发挥学生的积极性,让学生参与案例教学课堂讨论,让学生发现问题并解决问题。最后,理论巩固需要课后练习作支撑,对于案例课程的课后练习至关重要,一个综合的课后大作业练习可以让学生体验到真实案例项目估价的整个过程,包括做招投标报价表、编制 BIM 工程量清单等,同时为了防止抄袭,充分发挥学生主观能动性,也可分组布置不同类型的作业。

#### (四) 基于 BIM 的综合课程设计实践教学改革

将 BIM 与工程估价相结合,在案例教学的基础上进行工程估价 BIM 综合课程设计实践教学是稳固学生理论知识,提升实践能力的重要教学内容<sup>[8]</sup>。该教学部分内容由教师统筹安排学生利用课程设计同时间进行综合实践训练。为了调动学生的积极性,把握估价过程细节,课程设计采用分工协作的方式,具体各阶段完成内容如表 1 所示。

表 1 工程估价 BIM 课程设计实践教学方案

课程设计实践阶段	主要内容	阶段目的
课程设计准备阶段	教师安排课程设计任务书,学生准备资料、自行组队、分工布置、制定计划	明确工程估价课程设计要完成的任务和需达到的目的,制定计划有助于教师评估学生课程设计工作内容,了解完成进度
BIM 模型设计阶段	学生分工建模(由于时间和专业能力有限,建模工作主要包括土建和钢筋部分)	使学生熟悉并掌握相关 BIM 软件的操作和运行原理,在 BIM 软件上完成对项目的系统管理
招标投标阶段	学生组内分工,分别扮演甲方和乙方,甲方招标做招标控制价,乙方投标做投标文件,最后甲乙双方互换身份进行招投标	让学生轮流体验甲、乙方角色,获得更多的实践感悟。招投标过程中掌握清单计价的流程及方法

### 三、基于 BIM 的工程估价课程应用要点

#### (一) 常见 BIM 造价软件

BIM 造价软件能够基于 BIM 模型实现工程量统计、工程造价计算分析、与工程实际进度同步更新造价管控信息数据等功能。目前,国内应用较多的 BIM 造价软件主要有广联达、鲁班、清华斯维尔等,而国外最为常用的造价软件有 Innovaya 和 Solibri,因为市场行情的不尽相同,国外广泛应用的软件在我国的应用相对较少<sup>[2]</sup>。国内常用的造价软件占据了国内较大市场份额,同时在使用功能上也有着较多相似之处。例如:都能够在 AutoCAD 平台的基础之上自动识别建筑、结构等相关数据信息,从而方便快捷地实现 3D 建筑模型的构建;在几款软件中都设置有一定的运算规则,主要用于分析不同构件的空间位置关系,从而便捷精确地输出计算工程量;由软件计算得出的工程量数据也可以输入到相应的造价软件之中,从而得出工程项目造价。

基于 BIM 技术实现全过程造价管理已成为发展趋势,广联达、清华斯维尔和鲁班等 BIM 造价软件正在工程界得到广泛推广,基于 BIM 模型进行工程量统计和造价分析已经成为工程造价管理人员必须掌握的基本知识与技能。为此,工程估价课程需要改革,需要引入基于 BIM 的工程造价运算。

目前国内主流造价软件均支持在全过程工程造价各阶段进行相应的 BIM 造价管理应用,图 1 是其典型应用内容<sup>[10]</sup>。

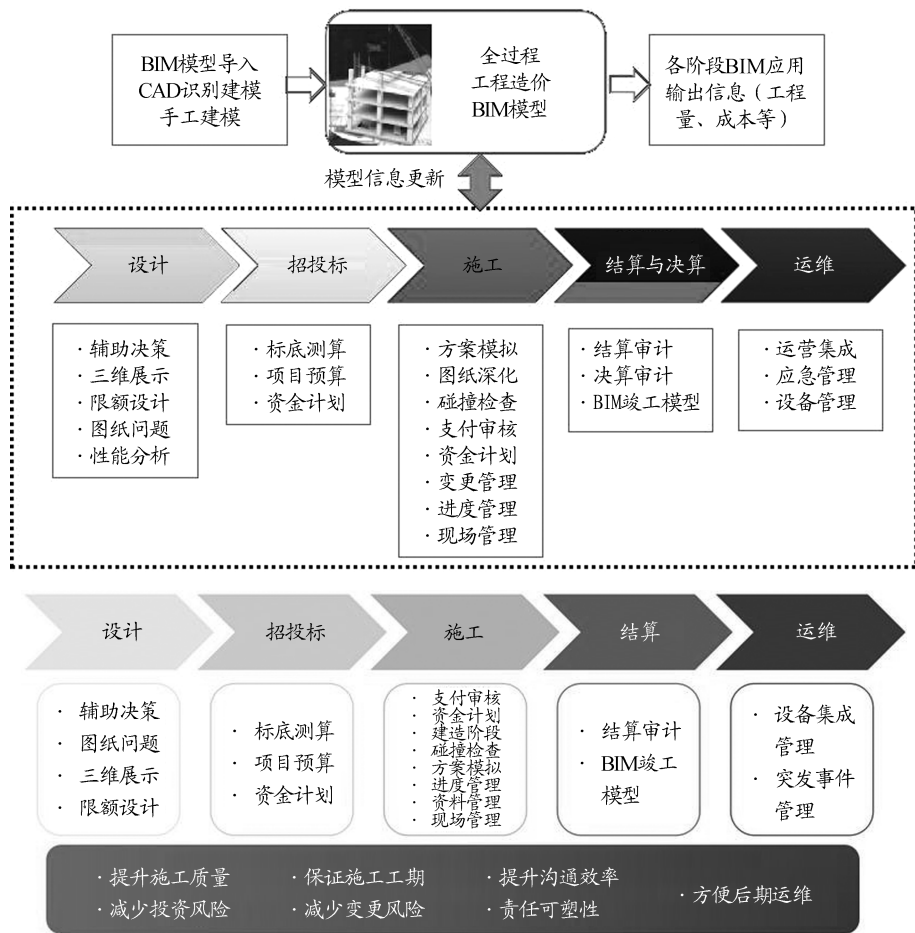


图1 基于BIM的造价软件典型应用

## (二) 基于BIM的投资估算

在项目投资决策阶段,无法获得建设项目的详细造价信息,只能对项目的可行性做出初步判断,而影响决策的一个较大的不确定因素即为不可预见费,倘若能够对项目的不可预见费有精确估价,那么项目的决策无疑将会更加合理、科学。BIM技术可以降低不可预见费对工程造价的影响,提高投资估算的精度。

教学过程中选择典型工程案例,将工程方案转换成参数化BIM模型,并通过BIM软件接口与工程技术经济方案评价模块结合,以期达到通过方案具体参数的调整和BIM模型的实时更新,迅速获得新方案的技术经济评价指标,从而更好地进行方案选择和优化,提升学生整体分析问题的能力。例如:某大型商业建筑投资估算时,可以对裙楼和主体建筑分别建模,运用造价软件算量、计算造价,利用当地各种造价指标评估估算精度;此外作为提高篇,还可以结合典型商业建筑每年经营资料,讨论工程方案的主要参数变化(如主楼和裙楼的建筑面积、装修档次、机电设备选型、建筑层高等),实时更新BIM模型,快速进行投资估算,计算工程经济评价指标(投资回收期、内部收益率等),最后利用价值工程和决策树进一步优化方案,从而综合提升学生对于复杂工程方案进行决策的能力。

此外,还可将BIM模型导入专业性能分析平台进行引导教学,使得学生对于各个方案的技术合理性,如采光、通风、应急安全疏散性能、照明等进行综合评估,实现多方案优选教学。

## (三) 基于BIM的设计概算

设计阶段是工程造价管理控制的关键环节。研究表明,尽管设计阶段所产生的费用仅仅占项

目总投资的 3%~5%,但是该阶段对项目成本所造成的影响高达 70%以上,因此,BIM 在设计阶段的应用尤为重要。

目前国内在设计阶段的造价管理主要通过推行限额设计来进行。在 BIM 技术的支持下,我们能够快速、准确地进行限额设计。教学时,一方面可以培训学生通过 BIM 数据库,参考与拟建项目类似的已建工程造价指标,获得相关造价信息,从而得出较为准确的估算价格;另一方面,通过精选典型教学案例,指导学生基于 BIM 技术进行项目设计,从而计算综合考虑项目全生命周期各个阶段的造价成本。此外,由于 BIM 技术的碰撞检测功能,在设计阶段指导学生及早发现工程在结构及功能等方面潜在的不合理部分,更加深刻地认识“减少变更”的重要实践意义。作为能力提升高级要求,可以尝试指导学生以“工程造价大数据”为核心、以“云计算”为手段,进行“互联网+”背景下工程设计概算的检索对比、敏感性、统计应用、工程筹划等综合分析探索性学习。

#### (四) 基于 BIM 的施工图预算

BIM 对施工阶段的造价管理有着重大意义,建设项目各参与方通过 BIM 技术能够实现对成本的动态控制。准备典型工程案例资料(包括全体施工图纸、施工合同、施工组织设计等),指导学生利用 BIM 模型结合进度、成本,最终实现 5D-BIM 模型的动态管理,如图 2 所示<sup>[11]</sup>。指导学生站在业主(甲方)角度,通过 5D-BIM 模型对各资源进行合理配置,并且实时掌握工程的实际进度,合理支付相应的工程进度款;站在施工单位(乙方)角度,通过 5D-BIM 模型及时掌握项目进度与成本,提高项目管理效率。

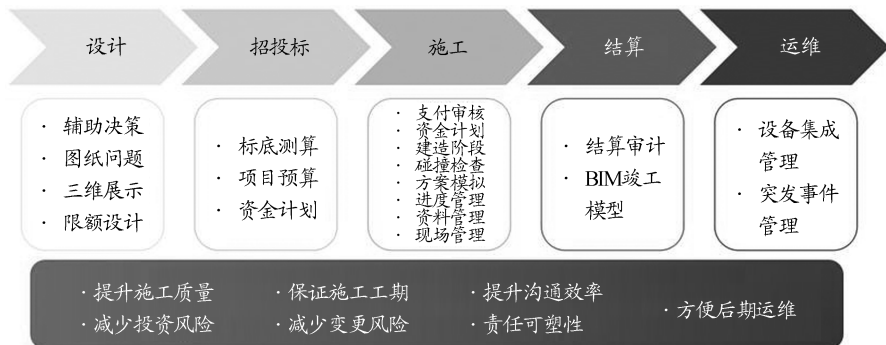


图 2 基于 BIM 的 5D 造价模型

#### (五) 竣工结算与决算

在竣工验收阶段, BIM 模型内容经过前面各阶段的修改与完善,其包含的信息量已足够丰富,可有效避免建设方与施工方之间的争议。教学时,可以整理一些工程变更和索赔资料,指导学生修改和完善相关 BIM 模型,并重新进行估价。在竣工结算与决算教学阶段,重点教会学生利用 BIM 中掌握的各项数据进行多维度统计、分析和对比。作为提高篇,可以结合保险公估人专业要求,整理典型工程出险后的案例资料,指导学生进行保险标的物的估价与赔款理算。

## 四、结语

BIM 模型有参数化和可视化等诸多优点,可以将 BIM 技术应用于工程设计、方案比选、施工管理等方面,从而有利于实现全生命周期的造价控制,实现造价精细化管理。BIM 在国内外建筑行业中愈来愈受到重视,但是目前人才培养规模不能适应行业发展趋势,解决 BIM 工程技术人才缺乏问题的根本在于高校的 BIM 教学改革。

提出了基于 BIM 的工程估价课程教学改革思路。在总结现阶段工程估价及 BIM 教学存在的问

题的基础上,针对工程估价课程教学改革,从教学目标改革、BIM和传统工程估价课程教学的融合、全新的工程估价BIM课程教学指标评价和资源投入等方面详细阐述了工程估价BIM教学整体改革思路。

提出了基于BIM的工程估价课程教学改革方法。从工程估价课程群建设、教学资源与教学方式的革新等方面提出了估价理论课程教学改革方法、案例项目选择和案例教学改革方法。此外,设计了基于BIM的工程估价的综合课程实践教学改革方案,包括设计准备、BIM模型设计、招标投标三个阶段。

工程估价课程具有综合性强、实践性强等特点,目前工程估价课程教学缺乏利用计算机将投资估算、设计概算、施工图预算等进行连续有机结合计算的训练,引入基于BIM造价计算教学改革是解决上述问题的有效办法。此外,还重点探讨了基于BIM投资估算、设计概算、施工图预算、竣工结算与决算教学的方法及技巧。

#### 参考文献:

- [1] 覃亚伟,吴贤国. 建筑工程概预算[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2017.
- [2] 张立茂,吴贤国. BIM技术与应用[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2017.
- [3] Wong J K W, Zhou J. Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review[J]. *Automation in Construction*, 2015, 57: 156-165.
- [4] 刘海芳. BIM技术在高校工程造价专业中的应用研究[J]. *工程经济*, 2016, 26(2): 10-13.
- [5] 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.
- [6] 朱静. 装配式建筑成本控制研究[J]. *财务与会计*, 2018(18): 28-30.
- [7] 盛娟,钱声源,沈杰. 以“耦合、融合、结合”为特征的复合应用型人才培养模式研究——以工程造价专业为例[J]. *高等建筑教育*, 2018, 27(4): 39-45.
- [8] 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.
- [9] 李菲. BIM技术在工程造价管理中的应用研究[D]. 青岛:青岛理工大学,2014.
- [10] 陈文建,李华东,李宇. 工程造价软件应用[M]. 2版. 北京:北京理工大学出版社,2018.
- [11] 罗振华,钟蒙繁,潘海泽,等. BIM时代工程管理专业教学改革研究[J]. *西南石油大学学报(社会科学版)*, 2017, 19(4): 78-82.

## Analysis of the whole process application of BIM in project valuation teaching

QIN Yawei, YU Qunzhou, SUN Jun, ZHONG Jingbing

(School of Civil Engineering & Mechanics, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, P. R. China)

**Abstract:** In view of the problems existing in the current project valuation and its curriculum teaching in China, it is proposed to introduce the Building Information Modeling (BIM) into the project valuation curriculum. Aiming at the problems existing in the current project valuation BIM teaching, the overall reform ideas of engineering evaluation BIM teaching are elaborated from three aspects: teaching goal reform, BIM and valuation course teaching integration, new teaching index evaluation system and BIM teaching resource input. Then it introduces the teaching reform method, teaching plan and main measures based on BIM from three aspects: valuation theory course teaching, course case teaching, comprehensive course design practice teaching, etc. Finally, by summarizing common BIM valuation software platforms, and combining the characteristics of project valuation and the actual needs of the engineering community, this paper proposes to apply BIM technology in the whole process of project valuation, including investment estimation, design budget, construction drawing budget, completion settlement and final accounting, envisages the training of comprehensive system valuation ability, and explores the teaching methods and techniques at each stage.

**Key words:** BIM; project valuation; teaching reform; teaching method; whole process

(责任编辑 梁远华)