

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.06.013

欢迎按以下格式引用:李兴苏,廖奇云.基于BIM的工程管理专业教学改革探索[J].高等建筑教育,2020,29(6):88-95.

# 基于 BIM 的工程管理 专业教学改革探索

李兴苏,廖奇云

(重庆大学 管理科学与房地产学院,重庆 400040)

**摘要:**在建筑业不断推进信息化建设的背景下,高等院校工程管理专业教育应构建基于BIM的工程管理专业教学体系和实践平台,向以BIM为核心的数据化、信息化综合型教学发展。文章基于层次分析法,分析BIM技术背景下工程管理专业教学建设的若干影响因素,指出存在的主要问题,提出基于BIM背景的工程管理专业全面教学改革建议。

**关键词:**教学改革;BIM;工程管理专业

**中图分类号:**G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2020)06-0088-08

工程管理活动跨越一个建设项目从概念设想到正式运营的全寿命周期,是特定产业环境中对特定建设工程实施的技术性集成化管理活动(包括工程规划与论证、工程决策、工程勘察与设计、工程施工、工程运营与维护、工程报废与处理等阶段与环节),所涉及的范围极其广泛。工程管理活动的基本任务是科学管理与控制建设工程实施的全过程,倡导创新性管理与创新性技术的研究、发展和应用,旨在确保工程决策的正确性,确保建设工程的质量、进度和安全,降低能源和物资消耗,节约工程投资,降低工程建设风险并减少损失,确保在特定约束条件下工程建设过程对环境的影响最小,实现人与自然的和谐发展。

BIM技术是以建筑工程项目的各类信息为基础建立起来的三维建筑模型,是在项目建设中贯穿全过程的信息集合体。BIM技术的运用能高效地实现整个建筑行业从上游到下游的有效沟通和交流,实现建设项目全生命周期内的智能化、信息化管理,是未来建筑业从业人员应掌握的关键技能。

住房和城乡建设部(2015年)提出:“到2020年建筑行业勘察、设计单位以及房屋建筑工程施工企业应掌握并实现BIM与企业管理系统和其他信息技术的一体化集成应用。”<sup>[1]</sup>《中华人民共和国

修回日期:2020-03-26

基金项目:重庆大学校级教改项目(2016Y05)

作者简介:李兴苏(1974—),女,重庆大学管理科学与房地产学院讲师,博士,主要从事工程项目管理、技术经济与管理研究,(E-mail)

lxsshbsyt@163.com。

国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》指出,勘察设计类企业、施工类企业要加快 BIM、GIS、3S 等技术在建筑业的普及和应用<sup>[2]</sup>。住房城乡建设部信息中心针对 BIM 在中国的发展情况进行问卷调查表明,未来中国建筑业对熟练掌握 BIM 技术的工程管理人才需求将日益加大,30.2%的被调查对象认为,影响 BIM 在建筑业快速发展的主要原因之一是现阶段国内严重缺乏高层次、高质量的 BIM 专业技术人员(《中国建筑施工行业信息化发展报告(2015)》)<sup>[3]</sup>。

在新技术、新产业、新业态和新模式为特征的发展背景下,随着新工科培养模式的提出,培养多元化、创新型、具有国际视野的新型卓越工程师成为高校工程管理专业的培养目标。基于 BIM 的工程管理专业教学改革有助于工程管理专业新型卓越工程师培养,使其具备更强的实践能力、创新能力和组织管理能力。

## 一、基于 BIM 的教学观点及教学现状综述

国内外对基于 BIM 的工程管理专业教学建设的探索包括学科建设和课程体系构建等方面。吴光东等<sup>[4]</sup>提出高校有必要对专业培养方案进行改革,基于 BIM 技术的工程管理课程改革应从专业培养目标、课程设置、师资条件和 BIM 实验室建设等四方面展开实践。宁欣等<sup>[5]</sup>结合目前 BIM 课程建设现状,从建设目的、建设条件、建设模式三方面提出适合工程管理专业的 BIM 课程建设范式。项英辉等<sup>[6]</sup>指出,在高校工程管理类专业开展 BIM 教学应实现普及化和常态化,加强资源整合,制定分阶段目标,实现高校 BIM 教育的阶段化和层次化,完善 BIM 教学的课程体系,建立 BIM 实训平台运行机制的保障制度。赵金先等<sup>[7]</sup>提出工程管理专业“1+2+5”的人才培养模式,将 BIM 技术知识融入工程管理专业课程体系及教学内容中,并在实验、实训等实践教学及师资队伍建设等方面进行实践探索。Sacks 等<sup>[8]</sup>指出 BIM 是土木工程类技术课程的基础,BIM 应以特定的方式进行教学,而不是单纯作为计算机辅助绘图的延伸。Lee 等<sup>[9]</sup>构建了工程管理专业以 BIM 为教学主线的具体课程发展规划。Peterson 等<sup>[10]</sup>指出,应建设 BIM 平台实现建筑、技术、管理的跨学科课程学习和知识应用,增进学生对建筑领域专业知识的系统化理解。

中国高校开展 BIM 的教学探索也有一段时间。2009 年 3 月,清华大学 BIM 标准课题组正式成立,2011 年 5 月,鲁班公司与同济大学签署 BIM 技术研究合作协议,2012 年 4 月,华中科技大学土木工程与力学学院开设了国内首个 BIM 工程硕士项目,2013 年 5 月,哈尔滨工业大学开设 BIM 技术应用课程。现阶段中国高校针对 BIM 学习采取的主要培养模式如表 1 所示<sup>[11]</sup>。

表 1 高校工程管理专业 BIM 技术的主要培养模式

高校的 BIM 认知模式	目标	学校
独立课程模式	开设专门的 BIM 课程,对 BIM 概念、运用以及发展情况进行介绍	重庆大学、哈尔滨工业大学、清华大学、天津大学、湖南大学、北京工业大学
研究中心模式	主要进行 BIM 应用技术的推广和研究	四川大学、重庆大学、上海交通大学
校企合作模式	培养学生对 BIM 软件的运用和掌握能力	深圳大学、同济大学、华中科技大学

从高校开设 BIM 课程来看,较多情况是独立于专业技术课程以外的属于概念认知层次的课程,比如,重庆大学开设 BIM 概论课程,哈尔滨工业大学开设 BIM 技术应用课程,大连民族学院开设 BIM 实验选修课程,北京工业大学开设 BIM 创新实践课和选修课等<sup>[12]</sup>,也有的是成立 BIM 研究中

心开展理论研究。

虽然现阶段 BIM 在工程管理专业的教学环节、课程设计环节及毕业实践环节的介入性较差,但高校对各种 BIM 设计大赛却表现出持续热情。以中国建设教育协会举办的 BIM 大赛为例<sup>[13]</sup>,主要竞赛内容是 BIM 施工,是高校工程管理专业学生参与的重要 BIM 赛事之一。该协会自 2010 年举办首届“中国高等院校学生 BIM 系列软件建筑信息模型大赛”以来,已经连续举办了八届 BIM 系列软件建筑信息模型大赛,报名参赛的建筑类高校从第一届的 102 所上升到第八届的 496 所,范围覆盖了中国全部省、市和自治区的主要建筑类高校。BIM 竞赛虽然参赛学校多但仅有少部分学生能参与其中并相对熟练运用该项技能。为满足未来勘察设计类企业、施工类企业对掌握 BIM 技术的工程管理专业人才的持续普遍性需要,应加快基于 BIM 的高校工程管理专业教学改革和建设。

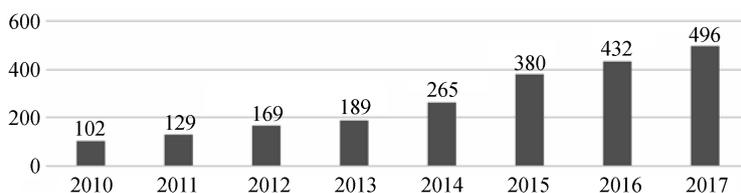


图 1 “中国高等院校学生 BIM 系列软件建筑信息模型大赛”参赛学校数量

## 二、BIM 技术背景下工程管理专业教学建设指标体系构建及评价

在建筑业信息化建设的大背景下,加强 BIM 技术与高等学校工程管理专业教育融合势在必行。基于层次分析法,对 BIM 技术背景下工程管理专业教学建设的若干影响因子进行分析,发现存在的主要问题,并借此对 BIM 技术背景下的工程管理专业教学建设提出合理建议。

### (一) 构建层次分析的评价指标体系

为更好评估 BIM 技术背景下工程管理专业的教学效果,以建筑业市场对工程管理专业毕业生的实际工作需求为基础,对国内部分施工总承包单位的专业技术人员及高校专职教师进行多次访谈,参考受访者的意见,遵循可测性、可比性和可操作性原则构建层次评价结构指标体系,如表 2 所示。

表 2 BIM 技术背景下的工程管理专业教学建设指标体系

准则层		指标层
目 标 层 U	课程体系建设 $U_1$	BIM 介入主要专业技术课程的程度 $U_{11}$
		BIM 前期支撑课程的开设 $U_{12}$
		独立 BIM 课程的开设 $U_{13}$
	实践环节建设 $U_2$	参与 BIM 实践活动的力度 $U_{21}$
		实验室 BIM 软件配套建设 $U_{22}$
		实验室硬件设施建设的完备度 $U_{23}$
	师资队伍建设 $U_3$	专业课程教师参与 BIM 学习的经费投入 $U_{31}$
		专业课程教师参与 BIM 学习的渠道开拓 $U_{32}$
		专业课程教师的 BIM 实际运用能力 $U_{33}$

### (二) 构建判断矩阵,进行要素重要性对比,计算影响因子权重

判断矩阵反映了每一层次的所有因子相对于上一层目标的重要性程度。采用 1-9 标度法进行因子两两比较,以因子  $i$  和  $j$  为例,1 表示  $i$  与  $j$  同等重要,3 表示  $i$  比  $j$  略重要,5 表示  $i$  比  $j$  重要,7 表示  $i$  比  $j$  重要很多,9 表示相对  $j$  而言  $i$  极其重要,倒数则表明其相对的不重要程度。若干因子两两

比较后即得到判断矩阵。对各要素重要性程度的判断,采用了专家调查法,向施工总承包单位、设计单位相关管理人员和技术人员及高校工程管理专业教师咨询,获得专业人员对于各个要素重要性程度的对比数据。以师资队伍建设  $U_3$  为例,获得的判断矩阵及因子权重计算结果如表 3 所示。

表 3  $U_3$  矩阵及因子权重计算表

$U_3$	$U_{31}$	$U_{32}$	$U_{33}$	$M_i (M_i = \prod_{j=1}^3 u_{ij})$	$\bar{W}_i (\bar{W}_i = \sqrt[3]{M_i})$	$W_i (W_i = \bar{W}_i / \sum_{i=1}^3 \bar{W}_i)$	$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^3 U W_i / n W_i$
$U_{31}$	1	5	3	15	2.466 2	0.637 0	$\lambda_{max} = 3.038 5$
$U_{32}$	1/5	1	1/3	0.066 7	0.405 5	0.104 7	
$U_{33}$	1/3	3	1	1	1	0.258 3	

### (三) 一致性检验及评价结果

矩阵特征向量确定各因子的权重大小。一致性检验进一步判断根据矩阵数据计算的权向量是否真实地反映了各因子的客观权重。当满足判断矩阵的一致性比率  $CR < 0.10$  时,认为判断矩阵具有令人满意的一致性,由此得出的权重值是合理的;否则应对判断矩阵重新修正,计算新的权重系数,直到一致性检验通过为止。

随机一致性比率(Consistency Ratio)的计算表达式为:  $CR = \frac{CI}{RI}$

一致性指标  $CI$  的计算表达式为:  $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$

平均随机一致性指标  $RI$  的取值如表 4 所示。

表 4 平均随机一致性指标  $RI$ 

$n$	$RI$
1	0
2	0
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.46
10	1.49

以师资体系建设  $U_3$  为例,其一致性检验结果如下:

$$CI = 0.019 3, RI = 0.58, CR = 0.033 2$$

一致性比率  $CR < 0.10$ ,表明  $U_3$  矩阵具有令人满意的一致性,因此得出的权重计算值合理。

以此类推,结合咨询调查结果,在判断矩阵具有令人满意的一致性前提下,得到全部影响因子的权重系数如下:

$$W = \{U_{11}, U_{12}, U_{13}, U_{21}, U_{22}, U_{23}, U_{31}, U_{32}, U_{33}\}^T = \{0.190, 0.095, 0.048, 0.086, 0.212, 0.035, 0.212, 0.035, 0.086\}^T$$

### 三、评价结果分析

根据影响因子权重值的大小可知,BIM介入主要专业技术课程的程度 $U_{11}$ 、专业课程教师参与BIM学习的经费投入 $U_{31}$ 以及实验室BIM软件配套建设 $U_{22}$ 是BIM技术背景下工程管理专业教学改革和建设需首要解决的问题。实践中,这些指标要素对基于BIM的工程管理专业教学建设具有重要意义。

#### (一) 基于BIM的专业技术课程

2017年广联达软件公司针对中国989所涉及建筑类专业的高校开展了问卷调查<sup>[14]</sup>,64.4%的被调查对象认为应开设BIM建模课,63.3%认为应开设与本专业相关的BIM实训课程,59%的认为应在现有各技术理论课程中融入BIM技术,35.6%认为应开设BIM理论课程,32.4%认为应开设BIM选修课程,1.1%的被调查对象的意见是其他。

根据重庆大学2017年工程管理专业培养计划,重庆大学工程管理专业毕业要求168个学分,涉及建设、成本、经济、管理、法律等多方面的课程。其中BIM是非限制性选修课,20个学时,1.5学分。该课程介绍了BIM技术在设计、成本、进度管理、能源管理等领域的运用情况,其主要教学内容和学时安排如表5所示。除单独开设的BIM概论课程,其他主要为工程技术类课程,如建筑工程施工技术、工程项目管理、工程项目成本规划等课程及对应的课程设计环节,未全面展开基于BIM的教学及实践。

表5 重庆大学BIM概论课程的主要教学内容及学时

教学内容	学时
课程简介	2
BIM简介	2
BIM与设计协调	2
BIM在造价上的应用	2
BIM在进度管理的应用	2
BIM与能耗分析	2
期中报告	4
BIM城市规划	2
BIM的困难与挑战	2

#### (二) 基于BIM的教师队伍建设

BIM模型涵盖了项目决策、设计、招标投标、造价、施工等多个工作内容的信息,需要掌握BIM技术的教学人员具有较高的理论水平和过硬的实践能力。BIM教学的开展不是个人或者少数人的行为,是整个专业教师团队共同的努力,需要投入较多的人力、财力,实现整体教学资源的整合。高校存在不同年龄层次教师的区别,也有教学型教师与双师型教师之分,导致教师在对BIM技术的掌握、接受和学习上有一定的差距。在开展BIM信息处理和应用分析时,教师对BIM认知和掌握水平的差异会影响基于BIM的工程管理专业教学改革。

#### (三) 实验室BIM软件配套建设

与BIM教学配套的实验室是工程管理专业BIM教学实践的重要平台之一。针对理论教学环境

下学生实际工程建设体验性差的问题,在完备的实验室建设及配备环境下,开展项目的虚拟设计、施工及管理,能使学生对工程管理实践活动具备更加感性的认识,体验 BIM 技术背景下解决工程实际问题的优势。在基于 BIM 技术的实验室平台帮助下,学生能整合所学的工程管理专业技术课程,实现对专业知识的系统性和全面性认识。

## 四、措施及建议

根据分析结果,提出适于 BIM 技术背景的工程管理专业教学建设相关建议。

### (一) BIM 技术全面融入工程管理专业课程

为满足行业对 BIM 工程师的需求,世界各地许多大学已开始将 BIM 整合到建筑、土木技术和施工管理的课程计划中<sup>[15]</sup>。

作为一种 3D 可视化的项目全寿命周期管理工具,BIM 能帮助项目各参与方基于 3D 模型对项目管理全过程有更加直观清晰的认知。基于 BIM 技术可以开展建筑设计、绿色建筑分析、结构设计、设备设计、土建算量与清单计价、安装算量与清单计价、项目管理与招投标工具以及建筑工程 VR 仿真系统等领域工作。工程管理专业的课程体系下,BIM 技术与专业技术课程或实践环节的紧密结合能达到更好的学习效果,如建筑制图、房屋建筑学、建筑材料、城市规划、建筑结构、工程项目管理(质量管理、进度管理、安全管理、设施管理)、工程造价、建筑施工、课程设计以及毕业设计等<sup>[16]</sup>。工程造价课程应使学生掌握造价相关软件的基本操作方法,能利用相关软件完成钢筋、土建筑工程量的计算,完成完整造价文件的编制;工程项目管理课程应使学生应用 BIM 软件进行工程进度计划与控制,进行网络图的绘制与优化;施工技术课程应使学生用三维场地布置软件完成施工总平面图建模,完成基于 BIM 的脚手架计算,使用投标文件制作系统软件、投标书等;毕业设计环节则以实际工程项目任务为研究对象,基于 BIM 完成相关的施工方案设计、网络计划优化、工程量计算等工作。

与此同时,构建服务于不同专业课程的统一教学案例,建立贯穿于所有课程的建筑信息化模型,实现一次建模多次使用。在专业技术课程的课程设计环节和毕业设计环节全面植入 BIM 技术,使学生对 BIM 技术的认识和使用处于常态化,形成基于 BIM 的专业知识结构体系,如图 2 所示。

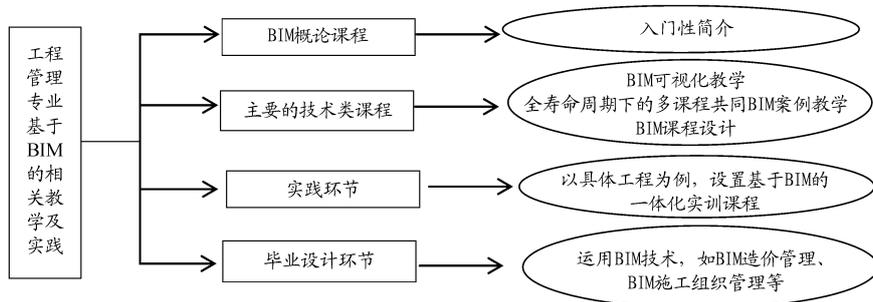


图 2 工程管理专业基于 BIM 的相关教学及实践

### (二) 重视对 BIM 技术专业教师队伍的建设

为提高 BIM 技术背景下高校工程管理专业师资队伍的整体教学实践能力,可采取以下措施:

增加 BIM 师资培养的经费投入。培训学习经费投入的增长可确保教师参加专门的 BIM 学习和交流,定期组织 BIM 技术专家为高校教师开设讲座,为师生学习和实践 BIM 技术提供软、硬件设施

的支持,对教师编写符合学校专业特色的 BIM 教材给予奖励等。

利用现有资源和渠道加快工程管理专业 BIM 师资队伍的建设。建筑企业和 BIM 培训机构具有非常丰富的实战经验,通过与其全方位的合作,提高高校 BIM 教学人才的教学水平,完善理论教学的内容。利用现有资源和渠道加快师资队伍建设,包括聘请来自工程一线的 BIM 工程师授课,组织参观 BIM 技术实践活动,与相关软件公司合作将最先进的 BIM 技术引入教学环节等。

重视 BIM 竞赛活动对提高专业教师实际运用能力的意义。受市场驱动,BIM 软件公司开展的高校 BIM 大赛很多。中国建筑学会建筑施工分会举办的全国高校 BIM 毕业设计作品大赛,报名参赛的院校多达 700 多所,涉及专业教师 3 000 多人,学生 2 万余人。高校应将参与这些竞赛的报名费及各项参赛开支以专项经费形式给予报销,还可对获奖参赛队伍的指导教师颁发奖金,鼓励专业教师积极参与。

### (三) 积极开展与 BIM 教学配套的实验室建设

现阶段中国大部分高校的 BIM 实验室建设仍相对落后,主要问题是 BIM 软件的配备和更新。实验室负责人应在专业教师的建议下,尽可能保持实验室相关软件配套与行业发展的一致性。除投入必要的资金进行 BIM 软件购置外,高校 BIM 实验室建设还可以利用 BIM 软件公司与高校合作的兴趣,开展与 BIM 软件开发公司之间的合作,实现双赢。目前常用的 BIM 软件包括 Autodesk Revit、Autodesk Navisworks、TEKLA 以及国内的鲁班、斯维尔、广联达等。开展和软件公司的合作有利于加快校内 BIM 教学深度和广度。高校还可以根据工程管理专业的学科要求选择合适的 BIM 软件公司合作建设 BIM 实验室,降低高校在 BIM 实验室建设、教材编写、人员培训和技能认证等方面的成本。

## 五、结语

基于 BIM 的工程管理专业教学建设探索,适应建筑业发展趋势,满足建筑业市场的人才需求,为高校工程管理专业教学改革提供了新的发展思路。通过规划性地将 BIM 介入工程管理专业主要技术类课程,加强掌握 BIM 技术的专业教师队伍建设,完善 BIM 实验室建设工作等措施,将 BIM 技术与工程管理专业教学高质量整合,有效推动基于 BIM 的工程管理专业学科建设和发展。

### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 关于推进建筑信息模型应用的指导意见[Z]. 2015.
- [2] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要[EB/OL]. [2019-12-17]. [http://news.xinhuanet.com/politics/2016lh/2016-03/17/c\\_1118366322.htm](http://news.xinhuanet.com/politics/2016lh/2016-03/17/c_1118366322.htm).
- [3] 住房和城乡建设部信息中心. 中国建筑施工行业信息化发展报告[R]. 2015.
- [4] 吴光东,唐春雷. BIM 技术融入高校工程管理教学的思考[J]. 高等建筑教育,2015,24(4):156-159.
- [5] 宁欣,张瀚文. 高校工程管理专业 BIM 课程建设研究[J]. 高教学刊,2016(14):31-32.
- [6] 项英辉,白庶,丛菲. 高校工程管理类专业开展 BIM 教学的形势和对策分析[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2017,19(4):427-432.
- [7] 赵金先,李堃,王苗苗,等. 基于 BIM 的工程管理专业课程体系与教学实践[J]. 高等建筑教育,2018,27(3):13-16.
- [8] Sacks R, Barak R. Teaching building information modeling as an integral part of freshman year civil engineering education [J]. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 2010, 136(1): 30-38.

- [9] 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(10): 266-274.
- [10] Peterson F, Hartmann T, Fruchter R, et al. Teaching construction project management with BIM support: experience and lessons learned[J]. *Automotive Construction*, 2011, 20(2):115-125.
- [11] 杨荣华, 连宇新. 基于 BIM 技术的工程管理专业课程体系构建[J]. *中国建设教育*, 2015(6):19-26.
- [12] 邱兰. BIM 大背景下高职院校土建类专业教学改革探析[J]. *教育教学论坛*, 2016(28): 135-137.
- [13] 第八届 BIM 大赛简报[EB/OL]. [2019-12-17]. <http://edu.thsware.com/NewsDetail.aspx?id=102F71AC-9958-4C00-8E2F-C0B12135589A>.
- [14] 广联达软件公司. 建筑类高校 BIM 专业及课程体系建设探索[Z]. 2017.
- [15] 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: 1-13.
- [16] 张尚, 任宏, Albert P C. BIM 的工程管理教学改革问题研究(二)——BIM 教学改革的作用、规划与建议[J]. *建筑经济*, 2015, 36(2):92-96.

## Teaching reform of construction management specialty based on BIM

LI Xingsu, LIAO Qiyun

(*School of Management Science and Real Estate, Chongqing University, Chongqing 400040, P. R. China*)

**Abstract:** Under the background of the rapid informationization development of building industry, the teaching reform of construction management specialty based on BIM should be reconstructed to meet the market objective demand for college graduate. Talent training of construction management specialty should develop towards the direction of comprehensive ability based on data and information with BIM as the core. Based on the analytic hierarchy process (AHP), the paper analyzes the factors affecting the teaching reform of construction management specialty based on BIM, and puts forward suggestions.

**Key words:** teaching reform; BIM; construction management specialty

(责任编辑 周沫)