

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.02.023

欢迎按以下格式引用:滕佳颖,王婉,王晓晶,等.建筑类高校BIM技术教育创新行为的诱导机制及策略研究[J].高等建筑教育,2020,29(2):170-176.

建筑类高校 BIM 技术教育创新行为的诱导机制及策略研究

滕佳颖,王婉,王晓晶,高扬

(吉林建筑大学 经济与管理学院,吉林 长春 130118)

摘要:将BIM信息技术应用看作建筑类高等学校的一种教育创新行为,综述BIM信息技术教育创新行为的潜在诱导因素,从教育技术支持、创新资源网络、教师教学能力和学生吸收能力四个方面,利用AMOS构建诱导结构方程模型,揭示了BIM信息技术教育创新行为的关键诱导路径及13个关键诱导因素。结果表明:学生吸收能力和教育技术支持分别对BIM信息技术教育创新行为有最显著的直接和综合影响,基于此,提出适宜的诱导策略,为完善建筑类高校BIM信息技术教育创新行为提供模型依据和实践指导。

关键词:建筑信息模型;教育创新行为;结构方程模型;诱导策略

中图分类号:G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2020)02-0170-07

BIM(Building Information Modeling)信息技术具有强大的技术和数据支撑,能够在项目全生命周期内,应用nD($n=1,2,3,4,5$)信息技术,实现协同设计、虚拟建造、施工、成本管理和设施运维管理,提高项目全过程精益化管理水平,并提升效益^[1]。国内近年来针对BIM信息技术教育教学的研究已经成为热点,主要原因有:(1)急需大量BIM专业人才提升我国建筑业的国际竞争力,建筑类高校作为培养高端人才的摇篮,对BIM信息技术的教育责无旁贷。(2)信息化快速发展的背景下,建筑类高校教学模式改革的必然趋势。(3)适应中国建筑业信息智能化发展的必然要求。

众多学者基于大量的研究,得到了一些有关BIM技术教育教学的初步结论,BIM信息技术在高等院校教育教学推广比较缓慢^[1-2],国内仅有少数高等院校开设了BIM信息技术相关课程,教材参

修回日期:2019-03-18

基金项目:吉林省教育科学“十三五”规划一般规划课题“建筑类高校BIM信息技术教育创新行为诱导机制及其教学策略研究”(GH170440);吉林省教育科学“十三五”规划一般规划课题“基于新工科建设的工程管理专业创新型人才培养研究与实践”(GH180416)

作者简介:滕佳颖(1987—),女,吉林建筑大学经济与管理学院讲师,工学博士,主要从事绿色建筑及BIM技术应用研究,(E-mail)jjaying1016@foxmail.com。

参差不齐,授课内容各有不同,建筑类和土木工程专业对 BIM 信息技术的研究发展不均衡^[3-10],缺乏专业的教学人员、可操作的软件和政策支持^[11-12],急需提高 BIM 技术的吸收能力^[13]和效果^[14]。基于此,有必要将 BIM 信息技术教育(应用)看成建筑类高校的一种创新行为,针对我国建筑类高校 BIM 信息技术教育创新行为的诱导机制(诱导结构方程模型)进行深入研究,明确关键诱导路径及因素,从而提出 BIM 信息技术教育创新行为适宜的诱导策略,促进 BIM 信息技术与教育教学、教学管理的融合创新发展。

一、BIM 信息技术教育创新行为诱导因素分析

基于文献综述,从教育技术支持、创新资源网络、教师教学能力、学生吸收能力四个层面分析潜在诱导(阻碍)因素。

(1)教育技术支持。随着建筑业 BIM 信息技术的发展,BIM 人才需求增加,实现 BIM 信息技术教育创新目标,需要教育技术支持,包括软件、硬件、实验室、平台建设、课程方案等。

(2)创新资源网络。建筑类高校为创新教育教学方式,提升教育教学水平,通过社会关系、信息资源网络与建筑类高校政策制定者、BIM 信息技术学习使用者和科研服务机构等形成的一种产学研合作互利关系,它是影响建筑类高校 BIM 信息技术教育创新行为的重要环境。

(3)教师教学能力是 BIM 信息技术教育创新行为能否高效执行的关键,直接影响 BIM 信息技术教育教学结果。

(4)学生吸收能力是体现 BIM 信息技术教育创新行为效果的重点,学生通过识别 BIM 知识的潜在利用价值,获取并消化有价值的知识。通过深入系统分析,BIM 信息技术教育在我国建筑类高校推广过程中,上述 4 个层面的潜在诱导(阻碍)因素如表 1 所示,这些诱导(阻碍)因素是 BIM 信息技术教育创新行为诱导机制及策略研究关注的重点^[15]。

表 1 BIM 信息技术教育创新行为的潜在诱导(阻碍)因素

教育技术支持		教师教学能力	
因素 01	BIM 软件持续优化	因素 13	主动学习热情
因素 02	校企合作软件开发	因素 14	教学内容理解
因素 03	BIM 教育硬件升级	因素 15	教学思路清晰
因素 04	BIM 实训实验室建设	因素 16	教学目标明确
因素 05	BIM 教学平台建设	因素 17	课程大纲创新
因素 06	BIM 课程方案建设	因素 18	(专业知识扎实、工程经验) BIM 技术情景意识
创新资源网络		学生吸收能力	
因素 07	高效政策引导	因素 19	BIM 知识认知
因素 08	软件公司协助	因素 20	BIM 知识获取
因素 09	高效科研支持	因素 21	BIM 知识消化
因素 10	BIM 知识需求	因素 22	BIM 知识利用
因素 11	师资教学培训	因素 23	BIM 创新能力
因素 12	BIM(案例)教学资源	因素 24	软件应用能力

二、BIM 信息技术教育创新行为诱导模型构建

结构方程模型是融合路径分析和因素分析的多元统计技术,是一种建立、估计和检验因果关系模型的方法,能够清晰分析单项因素对总体的作用,以及量化分析因素之间的相互关系。因此,文中采用结构方程模型(SPSS 和 AMOS 技术)构建 BIM 信息技术教育创新行为诱导模型。

(一) 数据采集

基于表1,运用对BIM信息技术教育创新行为产生影响的24个诱导因素,编制调查问卷,并将问卷以二维码的形式发放给对BIM技术有1年以上认知的建筑类高校本科生、研究生、教学管理人员和教学人员。问卷调查结果采用5分计分法,即接受调查者根据对该题重要度的认知情况,由高到低给予5,4,3,2,1分。采用“问卷星”网络调查的方式进行数据收集,具体分为两步:(1)试调研。共发放25份问卷,有效问卷21份,有效回收率84%,其中本科生、研究生和教学人员的比例分别为14.29%、38.09%、47.62%。基于收集的21份数据和SPSS软件,开展问卷制定合理性的分析,并根据21份问卷中的主观意见适当完善调查问卷,结果显示Cronbach's Alpha系数检验值达到0.970,表明调查问卷制定的合理性较好。(2)正式调研。共发放110份问卷,有效问卷102份,有效回收率92.73%,其中本科生、研究生、教学管理人员和教学人员的比例分别为63.73%、22.55%、0.98%、12.75%。基于收集的102份数据和SPSS软件,开展问卷信度分析,结果显示Cronbach's Alpha值达到0.986,表明调查问卷具有较好的信度。

(二) 诱导模型构建

诱导模型的构建包括三步:基于诱导因素的理论分析,提出因素之间路径关系的先验假设;基于调查问卷收集到的数据,构建结构方程AMOS模型,进行参数估计;开展模型验证(假设验证及拟合指数验证)。经过验证的诱导模型可用于分析BIM信息技术教育创新行为的诱导机制。

1. 模型假设

(1)“教育技术支持”层面的假设。假设H1a:教育技术支持与创新资源网络正相关;假设H1b:教育技术支持与教师教学能力正相关;假设H1c:教育技术支持与学生吸收能力正相关;假设H1d:教育技术支持与BIM信息技术教育创新行为正相关。

(2)“创新资源网络”层面的假设。假设H2a:创新资源网络与教师教学能力正相关;假设H2b:创新资源网络与学生吸收能力正相关;假设H2c:创新资源网络与BIM信息技术教育创新行为正相关。

(3)“教师教学能力”层面的假设。假设H3a:教师教学能力与学生吸收能力正相关;假设H3b:教师教学能力与BIM信息技术教育创新行为正相关。

(4)“学生吸收能力”层面的假设。假设H4a:学生吸收能力与BIM信息技术教育创新行为正相关。

2. 模型构建

基于模型假设和24个诱导因素,采用AMOS软件构建基本诱导模型,导入经SPSS处理过的102份实际调查数据,利用AMOS软件对基本诱导模型进行参数估计,经过模型修正和模型验证后,最终得到BIM信息技术教育创新行为诱导模型(路径关系)及其内部各变量之间的路径系数,如图1所示。

3. 模型验证

(1)模型假设验证。根据诱导结构模型初步的参数估计和显著性检验结果,判断变量(诱导因素)之间的假设关系是否成立,评判标准:显著性水平 $P < 0.05$ 。表2数据结果显示,文中提出的10个假设中,只有假设“H2b:创新资源网络与学生吸收能力正相关”不成立,其他9个假设均成立,基于此,去掉诱导结构模型中的路径“创新资源网络→学生吸收能力”,得到如图1所示的诱导模型及路径系数,充分表明经验证的图1具备一定的理论基础和现实意义。

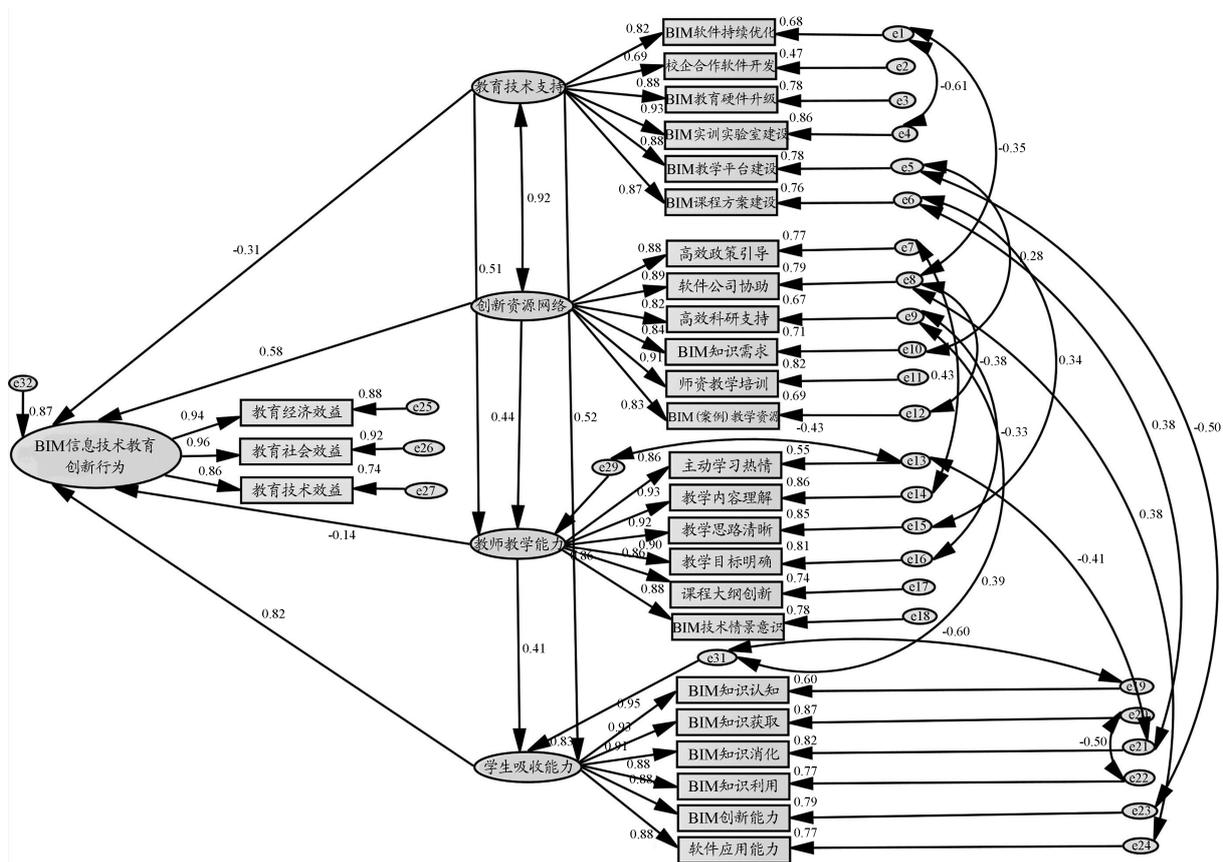


图 1 BIM 信息技术教育创新行为的诱导模型(结构方程模型)

表 2 模型假设验证结果

模型	路径关系	Estimate	S. E.	C. R.	P	假设验证
H1a	教育技术支持 ↔ 创新资源网络	.556	.095	5.862	***	成立
H1b	教育技术支持 → 教师教学能力	.504	.122	4.132	***	成立
H1c	教育技术支持 → 学生吸收能力	.447	.139	3.205	.001	成立
H1d	教育技术支持 → BIM 信息技术教育创新行为	.686	.192	3.576	***	成立
H2a	创新资源网络 → 教师教学能力	.451	.124	3.647	***	成立
H2b	创新资源网络 → 学生吸收能力	.081	.135	.597	.550	不成立
H2c	创新资源网络 → BIM 信息技术教育创新行为	.703	.201	3.497	***	成立
H3a	教师教学能力 → 学生吸收能力	.452	.125	3.616	***	成立
H3b	教师教学能力 → BIM 信息技术教育创新行为	.900	.147	6.126	***	成立
H4a	学生吸收能力 → BIM 信息技术教育创新行为	.832	.145	5.733	***	成立

注:***表示P<0.001显著水平高

(2)模型拟合指数验证。关键的拟合性评价指标及其评价标准:绝对拟合指数 $\chi^2/df < 3$ 、GFI > 0.9(可容忍大于0.8),适配度指数 RMR 应小于0.05(可容忍小于0.08);相对拟合指数 NFI、TLI、CFI 均应大于0.9(可容忍大于0.8)。图1经过模型验证后得到如表3所示结果,表明图1所建诱导模型的整体拟合度良好。

表3 模型关键拟合性指标及其拟合指数验证结果

拟合度指标	评价标准	指标输出值	模型拟合度
χ^2/df	$\chi^2/df < 3$, 良好	2.014	良好
GFI	>0.8, 一般; >0.9, 良好	0.841	一般
RMR	<0.08, 一般; <0.05, 良好	0.031	良好
NFI	>0.8, 一般; >0.9, 良好	0.850	一般
TLI	>0.8, 一般; >0.9, 良好	0.903	良好
CFI	>0.8, 一般; >0.9, 良好	0.917	良好

三、BIM 信息技术教育创新行为的诱导机制分析

根据图 1 所示的诱导结构方程模型(直接和间接路径关系)及其路径系数,开展 BIM 信息技术教育创新行为诱导机制的定量分析。

(一) 关键诱导路径分析

图 1 中的路径关系包括直接路径关系和间接路径关系两种。直接路径关系是两个变量之间直接关联,其路径系数即两者之间的直接影响效应。间接路径关系是指起始变量之间的路径中存在 1 个以上中间变量传递关联性,其多变量之间路径系数的乘积即为起始变量之间的间接影响效应。直接效应与间接效应绝对值之和即为两个变量之间的综合影响效应。基于图 1 诱导结构模型和 AMOS 软件,进行模型参数估计,得到变量(参数)之间的标准化直接效益和间接效应,如表 4 所示。

表 4 表明教育技术支持和创新资源网络在诱导机制中作用路径数量最多;教师教学能力是路径传播的关键节点;学生吸收能力对 BIM 信息技术教育创新行为有最显著的直接影响,教育技术支持对 BIM 信息技术教育创新行为有最显著的综合影响,属于关键诱导路径。

表4 主要变量之间路径效应

变量关系	路径数量(见图 1)	直接效应	间接效应	综合效应
教育技术支持→BIM 信息技术教育创新行为	1(直接)+5(间接)	-.315	.522	.837
创新资源网络→BIM 信息技术教育创新行为	1(直接)+5(间接)	.582	.086	.668
教师教学能力→BIM 信息技术教育创新行为	1(直接)+1(间接)	-.141	.337	.478
学生吸收能力→BIM 信息技术教育创新行为	1(直接)	.817	.000	.817

2. 关键诱导因素分析

基于图 1 诱导结构方程模型的参数估计结果,从教育技术支持、创新资源网络、教师教学能力和学生吸收能力四个层面分析影响因素(观测变量)的贡献度,贡献度(直接路径系数)越大的因素对 BIM 信息技术教育创新行为的诱导作用越大,诱导因素的贡献度如图 2 所示。

其中,“教育技术支持”影响因素中,BIM 实训实验室建设、BIM 教育硬件升级、BIM 教学平台建设和 BIM 课程方案建设是贡献度最大的四个诱导因素;“创新资源网络”影响因素中,师资教学培训、软件公司协助和高校政策引导是贡献度最大的三个诱导因素;“教师教学能力”影响因素中教学内容理解、教学思路清晰和教学目标明确是贡献度最大的三个诱导因素;“学生吸收能力”影响因素中,BIM 知识认知、知识获取和知识消化是贡献度最大的三个诱导因素。上述这 13 个影响因素是诱导 BIM 信息技术教育创新行为的关键因素,最终目的是提高教育的社会效益(0.959)和教育的经济效益(0.958)。

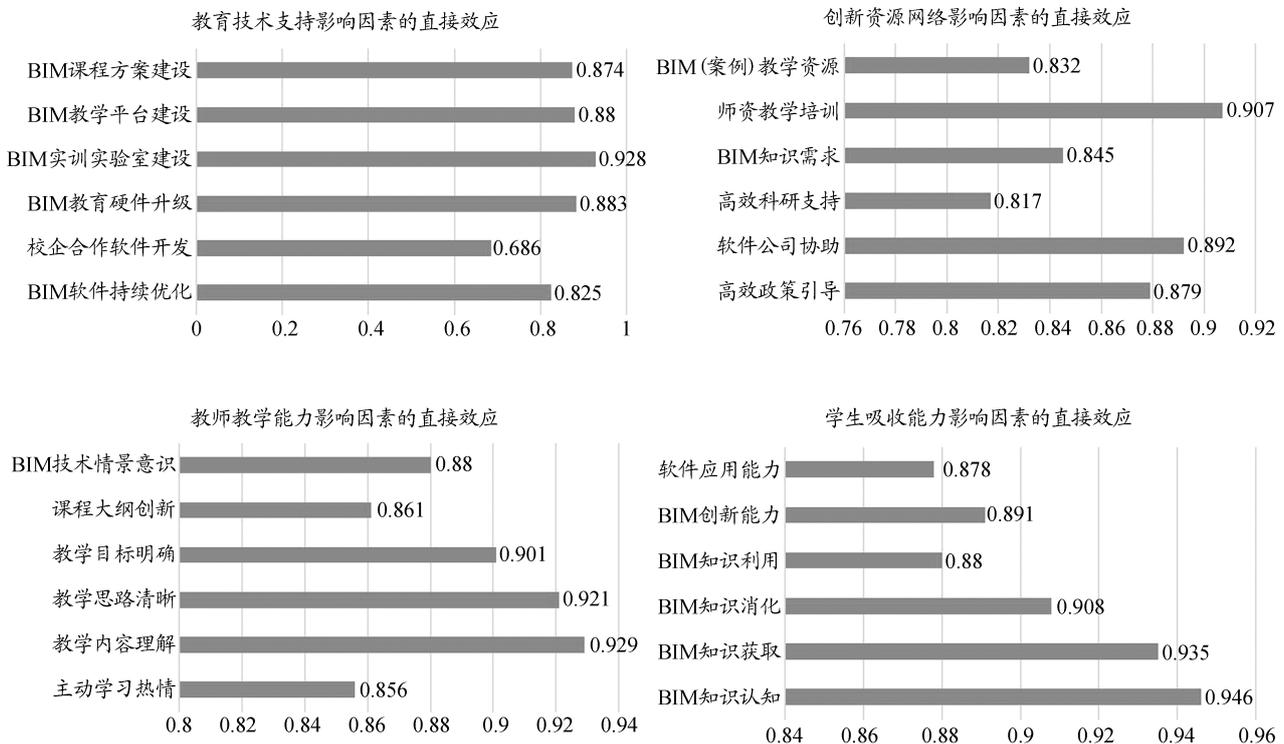


图2 诱导因素的贡献度

四、BIM 信息技术教育创新行为的诱导策略

基于 BIM 信息技术教育创新行为的诱导机制分析,得到关键诱导路径和关键诱导因素,针对这两个层面提出以下诱导策略。

(一) 关键路径层面

教育技术支持和创新资源网络在诱导机制中作用路径数量最多,且教育技术支持对 BIM 信息技术教育创新行为有最显著的综合影响,属于关键诱导路径,基于此,有效促进教育技术支持和创新资源网络之间的信息传递,促使教育技术带动创新资源网络的持续改进与发展,从而更好地推进 BIM 信息技术教育的创新行为效果。此外,教师教学能力是路径传播的关键节点,是决定 BIM 信息技术教育创新行为能否高效执行的关键,基于此,建筑类高校应着手加强对师资队伍的培训。

学生吸收能力对 BIM 信息技术教育创新行为有最显著的直接影响,基于此,在推进 BIM 信息技术教育创新过程中,关注学生的吸收能力是关键,BIM 信息技术教育的对象是学生,只有当学生吸收能力转化为一定的专业价值和专业能力,提高自身的竞争能力,成为 BIM 专业人才,才能充分体现 BIM 信息技术教育创新行为的效果。

(二) 关键因素层面

教育技术支持层面应主要从 BIM 实训实验室建设、BIM 教育硬件升级、BIM 教学平台建设和 BIM 课程方案建设四个方面着手;创新资源网络层面应主要从师资教学培训、软件公司协助和高校政策引导三个方面着手;教师教学能力层面应主要从教学内容理解、教学思路清晰和教学目标明确三个方面着手;学生吸收能力层面应主要从 BIM 知识认知、知识获取和知识消化三个方面着手完善 BIM 信息技术教育教学创新行为,从根本上改善建筑类高校传统教育存在课堂乏味、课程方案陈旧、专业技术展示不到位、BIM 实训实验室和教学平台缺少、教学效果不佳、效率低下等问题,促进产学研互惠互利,实现教育教学方式的创新改革,提升教育教学水平。

五、结语

将 BIM 信息技术教育看成建筑类高校的一种创新行为,从教育技术支持、创新资源网络、教师教学能力和学生吸收能力 4 个层面,明确 BIM 信息技术教育创新行为的潜在诱导(阻碍)因素,并构建拟合度良好的 BIM 信息技术教育创新行为诱导模型。

诱导模型的参数估计分析结果显示:教育技术支持对 BIM 信息技术教育创新行为有最显著的综合影响,学生吸收能力对 BIM 信息技术教育创新行为有最显著的直接影响,属于关键诱导路径。诱导模型中 13 个因素对 BIM 信息技术教育创新行为起到关键作用。

从关键路径和关键因素两个层面,提出 BIM 信息技术教育创新行为的诱导策略,为 BIM 信息技术教育决策提供可靠的模型依据及实践指导,进而提高建筑类高校 BIM 信息技术的教育教学效果。

参考文献:

- [1] 周晓冬. BIM 技术对工程管理教学创新的影响[J]. 科教导刊(中旬刊),2016(3): 28-29.
- [2] 吴贤国,刘倩,张立茂,等. BIM 技术创新行为诱导机制研究[J]. 施工技术,2015(18): 33-39.
- [3] 马红丽. BIM 5D 技术在《安装工程计量与计价》教学模型中的尝试[J]. 土木建筑工程信息技术,2016(5): 100-102.
- [4] 苏莹,曾小雪,罗金连. BIM 在应用型本科工程管理专业的应用研究[J]. 现代经济信息,2016(3): 459-461.
- [5] 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(4): 156-159.
- [6] 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(9): 129-132.
- [7] 姜轶. 对 BIM 发展趋势下工程造价专业理论结合实践的研究[J]. 中国集体经济,2015(19): 143-144.
- [8] 张尚,任宏,Albert P. C. Chan. 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(1): 113-116.
- [9] 曾文海,付伟明. BIM 技术在高校教学中的应用研究[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报,2014(6): 85-86.
- [10] 钟炜,张馨文,姜腾腾. BIM 仿真在工程项目管理课程教学改革中的应用研究[J]. 土木建筑工程信息技术,2013(6): 7-11.
- [11] 李明,赖小东. BIM 技术融入工程管理专业课程体系的障碍与解决思路[J]. 教育现代化,2016(29): 225-227.
- [12] 唐茜,杜莉. BIM 教学在本科院校应用推广的障碍及对策[J]. 黑龙江科技信息,2016(24): 67-68.
- [13] 李彦. 吸收能力对 BIM 技术创新行为的影响研究[D]. 黑龙江:哈尔滨工业大学,2013.
- [14] 赵爽,梁广东,郭海滨. BIM 视角下地方高校工程造价专业人才培养体系初探[J]. 河南科技学院学报(社会科学版),2016, 36(10): 22-24.
- [15] 滕佳颖,王婉. BIM 信息技术教育创新行为诱导机理研究[J]. 高等建筑教育,2017,26(6): 123-128.

Study on the induction mechanism and strategy of BIM technology education innovation in architectural universities

TENG Jiaying, WANG Wan, WANG Xiaojing, GAO Yang

(School of Economics and Management, Jilin Jianzhu University, Changchun 130118, P. R. China)

Abstract: This paper takes BIM information technology application as education innovation of architectural universities, and makes a research on the induction factors of the BIM education innovation in four aspects: education technical support, innovative resources network, teachers' teaching ability and absorptive capacity of students, 24 induction factors are taken into consideration. The Structural Equation Model (AMOS) used to reveal the inter-relationships among those factors and used to construct an induction factors model of BIM education innovation, and then crucial induction path and 13 crucial induction factors are proposed. Results suggest that education technical support and absorptive capacity of students separately has maximum direct and total effects on BIM education innovative behavior. Finally, the appropriation induction strategies are proposed. This study provides model and practice guidance for improving BIM education innovation in architectural universities.

Key words: building information modeling; education innovation; structural equation model; induction strategy
(责任编辑 梁远华)