

# 基于 TAM 的精益建设实施意向实证研究<sup>①</sup>

李书全<sup>1</sup>, 王长江<sup>2</sup>, 吴秀宇<sup>1</sup>, 郑远明<sup>1</sup>, 朱孔国<sup>3</sup>

(1. 天津财经大学商学院, 天津 300222; 2. 河北银行股份有限公司人力资源部, 石家庄 050011; 3. 山东青年政治学院图书馆, 济南 250103)

**摘要:** 基于文献分析、实践访谈结果和技术接受模型理论, 指出员工实施精益建设(lean construction, LC)意向的主要影响因素和路径, 构建了概念模型。通过项目编制、项目分析和探索性因素分析确定了正式调查量表的计量项目, 采用实证研究方法对概念模型进行了检验。结果表明, 除环境因素对实施意向影响未达到显著水平外, 其他假设均通过了检验, 证明所提出的概念模型能够较好地解释员工在实施 LC 过程中所具有的基本规律, 并据此提出促进我国建筑企业实施 LC 的建议。

**关键词:** 精益建设; 影响因素; 实施意向; 技术接受模型; 结构方程模型

**中图分类号:** F273      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1007-9807(2014)04-0047-10

## 0 引言

据不完全统计, 建筑业的浪费数额约为项目成本的 10%~20% 左右<sup>[1]</sup>。芬兰教授 Koskela<sup>[2]</sup>提出了 LC 方式用于解决该问题。经过 20 年的发展, 学者们在 LC 理论、方法、技术和工具等方面的理论研究成果颇丰<sup>[2]</sup>; 具体到实践应用层面, 澳大利亚、巴西、丹麦、厄瓜多尔、芬兰、秘鲁、新加坡、英国、美国和委内瑞拉等国家已把 LC 引入到建筑项目管理中, 并取得了较好效果<sup>[3]</sup>, 同时促进了 LC 理论研究的进一步深入。相比国外而言, 我国一些建筑企业为更好地参与市场竞争, 开始尝试把 LC 的生产理论和技术应用到某些项目管理中, 譬如中铁六局的天津西站建设项目, 但 LC 应用的普及程度还比较差。是 LC 不适合我国建设行业环境? 还是人们对其管理理念和技术采纳有障碍? 对此, 国内文献曾零碎地提到该问题<sup>[4-6]</sup>。李书全和王长江<sup>[7]</sup>从个体、组织、结构和

环境 4 个维度对国内外有关实施 LC 影响因素的文献进行了梳理和评述, 指出有必要从跨层次视角研究不同维度影响因素之间的作用机理。沿着这个思路, 笔者尝试进一步通过实证探究行为影响变量与实施 LC 意向的关系, 从理论上厘清员工实施 LC 意向的影响因素及其作用机理, 这对丰富建设项目管理理论和方法具有积极意义, 对组织提高建设项目管理水平也具有重要的现实意义。

## 1 理论和假设

考虑到员工实施 LC 意向的影响因素间交互关系可能具有的复杂性, 本文选择得到广泛应用的技术接受模型(technology acceptance model, TAM)<sup>[8-10]</sup>来建立员工实施 LC 意向的概念模型, 并通过数据对假设进行检验。

### 1.1 TAM 模型

TAM 模型是由 Davis<sup>[11]</sup>基于理性行为理论提

① 收稿日期: 2012-05-07; 修订日期: 2012-12-29。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71171140); 天津市科委资助项目(12JCZDJC34900); 天津财经大学重点科研资助项目(ZD1306); 天津财经大学研究生创新基金资助项目(2013TCY006)。

作者简介: 李书全(1957—), 男, 河北正定人, 博士, 教授, 博士生导师。Email: lsq200612@126.com

② 参见国际精益建设小组(IGLC)和精益建设协会(LCI)两大组织历年研究成果。

出的,用于解释使用者接受某项信息技术或信息系统的影响因素.在 TAM 模型中,使用行为是由行为意向决定,而行为意向受到态度和感知有用性的影响.另外感知有用性和感知易用性又对态度产生了影响,二者也受到外部变量的影响,同时感知易用性还会影响感知有用性. Davis 和 Venkatesh<sup>[12]</sup>通过纵向研究,对原始 TAM 模型进行了修正和重构,舍弃了态度变量,建立了 TAM 的精简版(图 1).

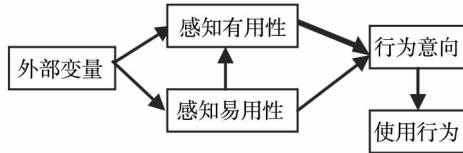


图 1 技术接受模型(TAM)

Fig. 1 Technology acceptance model

### 1.2 研究假设

通过实践访谈结果发现,建筑企业倾向于实施 LC 的重要原因就是应用 LC 技术可以有效地解决建设过程中成本、质量和安全等方面的问题,效果显而易见,由此认为技术应用效果是一个关键因素.结合李书全和王长江<sup>[7]</sup>的研究成果,形成 TAM 模型 5 维度外部变量:环境因素、员工素质、学习教育、技术应用效果和绩效制度.

郭迅华等<sup>[13]</sup>指出,公众认同度、政府政策的支持和成功案例显示度等环境要素直接影响开源软件被采纳的情况.可得知,社会和政府对于实施 LC 的支持情况以及其它企业实施 LC 效果在一定程度上可使员工认识到实施 LC 的可行性和必要性. Venkatesh 和 Davis<sup>[14]</sup>提出 TAM2 模型,认为主观规范正向影响感知有用性和行为意向,其中主观规范是指使用者感知到对自己而言重要的人认为自己是否应该采纳某项特定技术.叶强等<sup>[15]</sup>证明了企业高层领导支持能够提高 ERP 系统的使用程度.同样,LC 只有得到他们的支持才能真正得到实施<sup>[15]</sup>. Kim 和 Park<sup>[16]</sup>的研究结果表明,如果缺乏高层管理者的支持和承诺,员工在实施 LC 过程中或许会面对大量的困难,进而影响他们的实施意向.另外,员工可以通过观察身边同事或朋友在实施 LC 过程中所取得收益和所付出的努力程度来判断 LC 的易用性和有用性.上述环境因素会开阔员工的视野,拓展员工的知识面.由此提出如下假设:

H<sub>0</sub>: 环境因素对员工实施 LC 意向有正向

影响;

H<sub>1</sub>: 环境因素对员工感知 LC 的易用性有正向影响;

H<sub>2</sub>: 环境因素对员工感知 LC 的有用性有正向影响;

H<sub>3</sub>: 环境因素对员工素质有正向影响.

到目前为止,LC 技术主要包括末位计划者(LPS)、准时化、模块化、精益品质管理、标准化作业流程、6S、可视化等. Alarcon 等<sup>[17]</sup>分析了 LPS 在项目管理中应用所取得效果,如提高管理控制水平、增加中层参与、减少紧急要求、提高生产率、建立良好合作以及缩短工期等.一些学者指出, TAM 模型中外部变量结果可见性显著影响感知有用性<sup>[14,18]</sup>.但是由于缺乏实施 LC 知识<sup>[19]</sup>、技能<sup>[20]</sup>和经验<sup>[21]</sup>等限制了员工对 LC 技术的最佳利用,增加了使用的难度.当然,培训能促使员工加强对 LC 概念的理解<sup>[22]</sup>,以使他们拥有实施 LC 所需的知识和技能,消除实施的焦虑.由此提出如下假设:

H<sub>4</sub>: 技术应用效果对员工感知 LC 的有用性有正向影响;

H<sub>5</sub>: 学习教育对员工素质有正向影响;

H<sub>6</sub>: 学习教育对员工感知 LC 的易用性有正向影响;

H<sub>7</sub>: 员工素质对其感知 LC 的易用性有正向影响.

建筑项目中员工的绩效报酬大部分是采用计件工资,如果他们参与了实施 LC 活动,一旦出现了问题影响到个人收入,并且没有得到补偿,他们就会对实施 LC 产生消极的抵触情绪<sup>[23]</sup>.可以看出,绩效制度设计在一定程度上影响员工实施 LC 的意向.由此提出如下假设:

H<sub>8</sub>: 绩效制度合理性对员工实施 LC 意向有正向影响;

H<sub>9</sub>: 员工感知 LC 的易用性对其感知 LC 的有用性有正向影响;

H<sub>10</sub>: 员工感知 LC 的有用性对其实施 LC 意向有正向影响;

H<sub>11</sub>: 员工感知 LC 的易用性对其实施 LC 意向有正向影响.

综合以上的假设,得到各变量影响员工实施 LC 意向的概念模型(图 2).

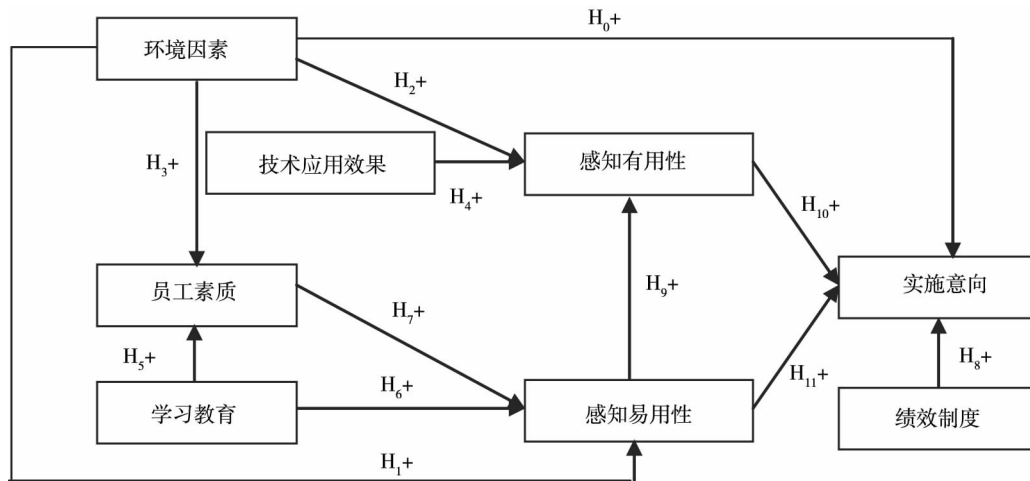


图 2 概念模型  
Fig. 2 Conceptual mode

## 2 量表编制

Hinkin<sup>[24]</sup> 提出量表开发最行之有效的方法主要包括 3 个步骤: 条目开发、量表开发和量表评估, 本部分的工作主要是围绕这个思想来展开的。

### 2.1 项目编制

通过文献分析、专题研讨和专家访谈, 编制了包含 46 个计量项目的初始量表。对每个计量项目的测度采用了 5 级里克特量度, 即“非常符合”为 5 分、“比较符合”为 4 分、“不确定”为 3 分、“不太符合”为 2 分和“非常不符合”为 1 分<sup>[25]</sup>。为了

后期研究的便利, 本文根据概念模型中的 8 个变量对 46 个计量项目进行了编码(表 1)。

初始量表的施测对象主要选择了京、津、冀、鲁、苏、蒙、川等 7 个地区的一些建筑企业, 发放方式主要为现场送达的纸质版问卷, 现场发放现场回收, 共回收问卷 741 份, 采用漏填项(超过 10 项)和奇异值两种方法对无效问卷进行剔除, 得到有效问卷 448 份。限于时间、成本和样本获取难度等因素影响, 本文把 448 份有效问卷随机分为 2 个部分, 其中一部分用于初始量表的编制及项目的筛选; 另一部分用于概念模型的实证检验。

表 1 变量的计量项目

Table 1 Measurement items of variable

变量	计量项目	来源
环境因素 (HJ)	HJ1 高层领导的支持; HJ2 同类企业采纳情况; HJ3 同事或者朋友的推荐; HJ4 政府文件	文献[13、16]
员工素质 (SZ)	SZ1 自我认识; SZ2 操作技能; SZ3 理论水平; SZ4 风险偏好; SZ5 协调能力; SZ6 团队精神; SZ7 一职多能; SZ8 创新能力	文献[19、20]; 专题研讨
技术应用效果 (JS)	JS1 劳动效率; JS2 参与度; JS3 返工率; JS4 冲突率; JS5 管理成本; JS6 安全事故率	文献[17、26]
学习教育 (JY)	JY1 企业培训; JY2 优秀员工讲座; JY3 研讨会; JY4 学习资料; JY5 项目开发	文献[22、28]; 专家访谈
绩效制度 (ZD)	ZD1 执行情况; ZD2 工资收入; ZD3 福利待遇; ZD4 奖惩倾向; ZD5 考核重心; ZD6 设计流程; ZD7 公正与公平	文献[23]; 专题研讨
感知有用性 (YOY)	YOY1 个人收入; YOY2 个人影响力; YOY3 工作业绩; YOY4 工作效率; YOY5 能力成长	文献[14、18、27]
感知易用性 (YIY)	YIY1 获取成本; YIY2 转换成本; YIY3 付出成本; YIY4 扩散程度; YIY5 选择时机	文献[14、18、27]
实施意向 (SS)	SS1 前期准备; SS2 期待应用; SS3 主动宣传; SS4 向他人推荐; SS5 与他人交流心得; SS6 计划制定	专题研讨; 专家访谈

### 2.2 项目分析

项目分析目的主要是找出量表中不必要的计量项目并删除之,以简化量表内容,提高量表质量. 本文采用独立样本 *T* 检验、相关分析和同质性检验等统计方法,运用 SPSS17.0 统计软件对每个计量项目进行分析,遵照判断准则<sup>[29]</sup>和严格标准剔除了 10 条不必要的计量项目,即 *JY6*、*ZD6*、*SZ5*、*JY5*、*YIY4*、*YIY5*、*YOY4*、*YOY5*、*SS5*、*SS6*.

### 2.3 探索性因素分析

项目分析所保留下来的计量项目并不一定全部纳入正式量表中,需要使用探索性因素分析对剩余的 36 个计量项目继续进行研究,以确定量表

的结构效度. 本文通过 SPSS17.0 统计软件,得到整个量表的 *KMO* 值为 0.916; Bartlett 的球形度检验  $\chi^2 = 5\ 112.475$   $p = 0.000$ ,表明计量项目间有共同因素存在,适合进行因子分析. 采用主成分分析,配合最大变异法进行直交旋转,在不限定因素的情况下,一共提出 8 个公共因子,整体来看与预期相接近,但是具体到某个公共因子中所包含的计量项目内容与编制时并未完全符合,经不断试探,逐项删除(删除顺序是: *SZ4*、*JS2*、*ZD5*、*JY4*、*HJ4*、*SS3*) 计量项目后,找出了具有最佳结构效度的因素结构<sup>[30]</sup>(表 2).

表 2 探索性因素分析摘要

Table 2 Summary of exploratory factor analysis

<i>F</i> <sub>1</sub>	<i>F</i> <sub>2</sub>	<i>F</i> <sub>3</sub>	<i>F</i> <sub>4</sub>	<i>F</i> <sub>5</sub>	<i>F</i> <sub>6</sub>	<i>F</i> <sub>7</sub>	<i>F</i> <sub>8</sub>	
<i>SZ6</i> (0.701)	<i>ZD2</i> (0.756)	<i>YOY1</i> (0.830)	<i>JS1</i> (0.765)	<i>SS1</i> (0.852)	<i>YIY1</i> (0.731)	<i>JY1</i> (0.724)	<i>HJ1</i> (0.624)	
<i>SZ7</i> (0.695)	<i>ZD1</i> (0.722)	<i>YOY2</i> (0.722)	<i>JS3</i> (0.717)	<i>SS4</i> (0.776)	<i>YIY2</i> (0.730)	<i>JY3</i> (0.587)	<i>HJ2</i> (0.560)	
<i>SZ1</i> (0.693)	<i>ZD3</i> (0.705)	<i>YOY3</i> (0.539)	<i>JS4</i> (0.667)	<i>SS2</i> (0.684)	<i>YIY3</i> (0.655)	<i>JY2</i> (0.585)	<i>HJ3</i> (0.526)	
<i>SZ8</i> (0.634)	<i>ZD7</i> (0.699)		<i>JS5</i> (0.576)					
<i>SZ2</i> (0.579)	<i>ZD4</i> (0.621)							
<i>SZ3</i> (0.528)								
<i>KMO</i> = 0.895、Bartlett 的球形度检验 $\chi^2 = 5\ 112.475$ $p = 0.000$								
	<i>F</i> <sub>1</sub>	<i>F</i> <sub>2</sub>	<i>F</i> <sub>3</sub>	<i>F</i> <sub>4</sub>	<i>F</i> <sub>5</sub>	<i>F</i> <sub>6</sub>	<i>F</i> <sub>7</sub>	<i>F</i> <sub>8</sub>
特征值	3.578	3.460	2.433	2.432	2.294	2.116	1.823	1.512
解释变量量(%)	11.927	11.534	8.11	8.106	7.646	7.052	6.105	4.941
累计解释变量量(%)	11.927	23.462	31.571	39.678	47.323	54.376	60.481	65.422

从表 2 可以看到,最后保留的计量项目共有 30 个,分别属于 8 个公共因子. 根据编制时构想和计量项目因素负荷量两个原则,对 8 个公共因子进行命名,分别为员工素质、绩效制度、感知有用性、技术应用效果、实施意向、感知易用性、学习教育和环境因素.

## 3 实证检验

### 3.1 信度检验

在 Likert 态度量表中常用的信度检验方法为 Cronbach's  $\alpha$  系数,本文运用 SPSS17.0 统计软件,计算 *HJ*、*JY*、*SZ*、*JS*、*ZD*、*YOY*、*YIY*、*SS* 8 个变量

以及整个量表的  $\alpha$  系数分别为: 0.589、0.720、0.813、0.732、0.827、0.838、0.732、0.779 和 0.916. 可以看到,只有环境因素的  $\alpha$  系数稍微低于 0.6,但是也在可接受的范围内,说明各因素及整个量表的计量项目具有内部一致性,因而是比较可靠的<sup>[31]</sup>.

### 3.2 效度检验

从收敛效度、区别效度和内容效度 3 个方面对调查量表进行效度检验,其中利用验证性因素分析(CFA)对 8 个因素的测度效果进行收敛效度和区别效度检验(表 3、表 4),以确定计量项目对因素的测度效果和因素之间的差异性.

表 3 各因素 CFA 模型的拟合效果统计  
Table 3 Fit effect statistics of factors' CFA model

	$\chi^2/df$	RMSEA	AGFI	GFI	IFI	NFI	RMR	CFI	TLI
HJ	—	—	—	1.000	1.000	1.000	—	1.000	—
JY	—	—	—	1.000	1.000	1.000	—	1.000	—
SZ	0.722	0.000	0.993	0.998	1.003	0.993	0.010	1.000	1.006
JS	1.833	0.034	0.988	0.999	0.997	0.994	0.007	0.997	0.982
ZD	1.273	0.019	0.990	0.997	0.999	0.995	0.013	0.999	0.997
YOY	—	—	—	1.000	1.000	1.000	—	1.000	—
YIY	—	—	—	1.000	1.000	1.000	—	1.000	—
SS	—	—	—	1.000	1.000	1.000	—	1.000	—

注: “—”代表指标缺省,表示测量模型与饱和模型相同。

表 4 各因素的区别效度分析  
Table 4 Analysis of factors' discriminant validity

	$\chi^2$	CMIN	P		$\chi^2$	CMIN	P
SZ	138.513 <sup>a</sup>	313.963	0.000	SZ	168.430 <sup>a</sup>	304.943	0.000
JY	452.476			ZD	473.373 <sup>b</sup>		
SZ	142.572 <sup>a</sup>	325.352	0.000	SZ	86.763 <sup>a</sup>	360.569	0.000
JS	467.924 <sup>b</sup>			SS	447.333 <sup>b</sup>		
SZ	157.540 <sup>a</sup>	302.562	0.000	SZ	183.754 <sup>a</sup>	296.954	0.000
YIY	460.102 <sup>b</sup>			HJ	480.708 <sup>b</sup>		
SZ	149.834 <sup>a</sup>	254.165	0.000	ZD	161.990 <sup>a</sup>	317.692	0.000
YOY	403.999 <sup>b</sup>			YOY	479.682 <sup>b</sup>		
ZD	102.715 <sup>a</sup>	226.883	0.000	ZD	73.022 <sup>a</sup>	249.125	0.000
HJ	329.597 <sup>b</sup>			JY	322.146 <sup>b</sup>		
ZD	47.749 <sup>a</sup>	236.430	0.000	ZD	82.908 <sup>a</sup>	274.874	0.000
YIY	284.179 <sup>b</sup>			SS	357.783 <sup>b</sup>		
ZD	89.523 <sup>a</sup>	281.927	0.000	JS	59.905 <sup>a</sup>	373.477	0.000
JS	371.450 <sup>b</sup>			SS	433.382 <sup>b</sup>		
JS	73.736 <sup>a</sup>	459.588	0.000	JS	112.550 <sup>a</sup>	294.048	0.000
YIY	533.324 <sup>b</sup>			JY	406.598 <sup>b</sup>		
JS	150.208 <sup>a</sup>	261.712	0.000	JS	135.396 <sup>a</sup>	247.517	0.000
HJ	411.920 <sup>b</sup>			YOY	382.914 <sup>b</sup>		
SS	42.519 <sup>a</sup>	367.445	0.000	SS	51.248 <sup>a</sup>	357.366	0.000
YIY	409.964 <sup>b</sup>			JY	408.614 <sup>b</sup>		
JY	94.618 <sup>a</sup>	395.645	0.000	JY	129.951 <sup>a</sup>	333.866	0.000
HJ	490.263 <sup>b</sup>			YOY	463.817 <sup>b</sup>		
YOY	171.623 <sup>a</sup>	276.460	0.000	YOY	138.896 <sup>a</sup>	287.559	0.000
HJ	448.082 <sup>b</sup>			JY	426.455 <sup>b</sup>		
YOY	80.653 <sup>a</sup>	387.192	0.000	YIY	98.912 <sup>a</sup>	475.473	0.000
YIY	467.845 <sup>b</sup>			JY	574.385 <sup>b</sup>		
YIY	73.076 <sup>a</sup>	437.924	0.000	HJ	94.392 <sup>a</sup>	287.146	0.000
HJ	511.000 <sup>b</sup>			JY	381.538 <sup>b</sup>		

注: 上标 a 表示未限制模型的卡方值; 上标 b 表示限制模型的卡方值。

从表 3 可以看到,各因素 CFA 模型的 *GFI* (拟合优度指数) 值、*IFI* (增值优度拟合指数) 值、*NFI* (正态拟合优度指数) 值和 *CFI* (比较拟合优度指数) 值都大于 0.9。另外员工素质、技术应用效果和绩效制度 CFA 模型的  $\chi^2/dF$  (卡方自由度比) 值小于 3.0, *RMR* (残差平方根) 值小于 0.05, *RMSEA* (近似误差平方根) 值小于 0.05, *AGFI* (调整拟合优度指数) 值和 *TLI* (非规范拟合指数) 值都大于 0.9。除缺省值之外,各因素 CFA 模型的拟合指数都处于理想范围之内,说明收敛效度佳<sup>[32]</sup>。两个因素间区别效度的简单检验方法就是利用单群组生成未限制模型和限制模型,比较两个模型的卡方值差异量在 0.05 水平下是否达到显著<sup>[33]</sup>。从表 4 可以看到,所有的卡方值差异量都在 0.05 水平下均达到显著,且未限制模型的卡方值比较小,说明任

何两个因素之间都具有良好的区别效度。调查量表在编制过程中征询了课题组成员和专家的意见,可以认为该量表的内容效度是可以接受的。

### 3.3 模型拟合与修正

概念模型(图 2)中,自变量不能直接测度,同时因变量之间存在因果关系,因而传统回归模型无法对其进行分析。而结构方程模型(SEM)可以有效地解决上述问题,并且能够同时估计变量之间的关系,所以采用结构方程方法对概念模型进行验证<sup>[34]</sup>,数据处理软件有 LISREL、AMOS 等。本文运用 AMOS17.0 统计软件采用极大似然法进行验证性因素分析(CFA),估计概念模型对样本数据的拟合程度,从而检验其正确性,经过初次运算,得到各条路径的系数估计结果和各项拟合指标(表 5)。

表 5 系数估计结果和各项拟合指标  
Table 5 Results of coefficient estimation and fit index

		未标准化	标准误	t 值	p	
SZ < - - - JY		1.024	0.181	5.665	***	
SZ < - - - HJ		0.395	0.115	3.421	***	
YIY < - - - SZ		0.338	0.069	4.919	***	
YIY < - - - JY		0.525	0.130	4.031	***	
YIY < - - - HJ		0.140	0.077	1.826	0.068	
YOY < - - - YIY		0.239	0.090	2.661	0.008	
YOY < - - - JS		0.811	0.125	6.487	***	
YOY < - - - HJ		1.342	0.291	4.611	***	
SS < - - - YIY		0.288	0.076	3.787	***	
SS < - - - YOY		0.349	0.089	3.914	***	
SS < - - - ZD		0.127	0.024	5.339	***	
SS < - - - HJ		0.074	0.152	0.484	0.628	
拟合指标	$\chi^2/dF$	<i>GFI</i>	<i>AGFI</i>	<i>IFI</i>	<i>CFI</i>	<i>RMSEA</i>
结果	7.147	0.773	0.732	0.631	0.629	0.091

注:\*\*\* 代表  $p < 0.001$ 。

从表 5 可以看出,除了环境因素对实施意向和环境因素对感知易用性外,其他的路径系数全部显著( $p < 0.05$ )表示模型的内在质量较佳;从拟合指数与参考值相比较发现  $\chi^2/dF$  值为 7.147,远大于最低要求 3.0; *GFI*、*AGFI*、*IFI* 和 *CFI* 的值均  $\leq 0.9$  的标准; *RMSEA* 值为 0.091,  $\geq 0.08$  表明整体模型拟合

不太理想,需要进行模型修正<sup>[33]</sup>。Hatcher<sup>[35]</sup>指出,由于概念模型自身问题或采集数据的偏差等,大部分模型很难一次运算就能成功。本文在不违反 SEM 假定<sup>[33]</sup>或与理论不相矛盾的前提下,依据 AMOS 修正指数,经过反复调整,最终得到一个与样本数据拟合较为理想的模型(表 6)。

表 6 修正模型系数估计结果和各项拟合指标

Table 6 Results of coefficient estimation and fit index from adjustment model

		标准化	标准误	T 值		R <sup>2</sup>
SZ < - - - JY		0.608***	0.064	7.474	SZ	0.452
SZ < - - - HJ		0.288***	0.031	5.358		
YIY < - - - SZ		0.494***	0.128	5.416	YIY	0.571
YIY < - - - JY		0.303***	0.080	4.147		
YIY < - - - HJ		0.128*	0.041	2.514		
YOY < - - - JS		0.422***	0.220	6.738	YOY	0.374
YOY < - - - HJ		0.399***	0.123	9.473		
YOY < - - - YIY		0.110**	0.148	2.689		
SS < - - - YOY		0.280***	0.010	5.493	SS	0.549
SS < - - - ZD		0.466***	0.035	5.901		
SS < - - - YIY		0.187*	0.052	2.593		
拟合指标	$\chi^2/dF$	GFI	AGFI	IFI	CFI	RMSEA
结果	3.392	0.927	0.903	0.906	0.905	0.057

注: \* 表示  $p < 0.05$ ; \*\* 表示  $p < 0.01$ ; \*\*\* 代表  $p < 0.001$ .

从表 6 中可以看出,除了  $\chi^2/dF = 3.392$  稍微大于 3.0 之外,其他拟合指标都满足  $\geq 0.9$  的标准; RMSEA 值为 0.057, 满足  $\leq 0.08$  的标准. 由此可知,修正模型与样本数据拟合情况良好,在可接受范围之内<sup>[36]</sup>.

## 4 结束语

### 4.1 结果讨论

国内外大部分研究只考虑了各因素对实施 LC 的影响,缺乏对员工实施意向的深入分析. 由于员工是企业活动的最终执行者,他们的执行力是影响建筑企业实施 LC 效果的直接原因,而员工执行力的好坏很大程度上取决于他们的实施意向. 本文对该问题进行了实证研究,结果显示除环境因素对实施意向不显著外,其他假设均通过检验,全部获得支持. “员工素质”、“感知易用性”、“感知有用性”和“实施意向”4 个内生变量的解释力分别达到 45.2%、57.1%、37.4% 和 54.9%.

研究结果得出两点重要发现: 1) 绩效制度因素对实施意向的直接效应(0.466)最大,说明建筑企业在推进实施 LC 过程中,尤其需要设计一套鼓励员工实施的绩效制度; 2) 环境因素对感知有用性和感知易用性均产生直接影响,其标准化

效应分别为 0.399 和 0.128,但是对实施意向影响不显著,这一点可以这样解释: 由于建设项目具有一次性和独特性的特点,员工只有在感知 LC 具有易用性和有用性的前提下,才会倾向于把其应用到实际工作中,很难仅靠环境因素就直接产生实施 LC 的意向. 实证研究结果也表明,环境因素通过中介变量间接地影响员工实施 LC 意向,且影响效果显著(0.171).

### 4.2 建议

基于以上讨论,为了促进我国建筑企业对 LC 的实施以提高项目管理水平,本文提出如下建议:

1. 企业高层管理者要大力支持员工实施 LC,做到身先士卒并发挥模范带头作用.

LC 管理模式和传统模式存在较大差异,成功实施 LC 需要组织的高层管理者扮演主要角色,发挥其处在管理层的优势所能带来变革的力量,让员工在追求精细化的企业文化中推行 LC. 公司领导应该主动学习 LC 有关理论知识和操作技能,并运用到实际工作解决问题,进而促使中层管理者认识到实施 LC 的必要性和可行性,形成“管理者影响力放大效应”. 此外,作为企业的高层管理者还要在人、财、物等方面给予员工实施 LC 大力支持和帮助,及时解决他们实施过程中所遇到的困难.

2. 加强员工学习教育,为员工创造自我学习、自我改进和自我提高的工作氛围。

员工实施 LC 具有双面性,一方面它降低了工程的成本、减少了工程的作业时间,提高了建设质量;另一方面它给传统的建设过程带来了较大冲击,需要员工改变传统观念,加强对 LC 理论知识和操作技能的学习,以应对新工艺、新技术和新工具的出现。像新兴的建筑信息技术 BIM( building information modeling) 参数模型提供的信息中包含了每一项工作所需的资源,包括人员、材料、设备等,为总承包商与各分包商之间的协作提供了基石,最大化地保证了资源的准时化管理( just in time)。由于 BIM 将精益化施工提高到一个新的层次且有一定的难度,因而,加强员工的学习教育是实施 LC 的必要条件。企业应该针对不同层次的员工开展由浅至深、循序渐进的 LC 培训,促使他们进一步掌握实施 LC 的要领、程序和方法,

鼓励员工间分享彼此的实施经验,实现整个队伍素质水平的提升。

3. 制定倾向于鼓励员工实施 LC 的绩效制度。

施工过程通常是建设过程中时间最长、投资最大的活动,也是实施 LC 的重点。如果不能很好地进行项目过程管理,将会产生大量的时间及其它资源的浪费。实践访谈结果表明,现有绩效制度倾向于以结果为导向,忽视对过程的关注,导致员工更加重视执行的最终结果,轻视执行的过程。现有绩效制度不鼓励员工去研究失败的原因,工作达不到既定目标就给予惩罚。因而建筑企业在绩效制度设计上,应更多地体现以过程为导向,促使员工在每个环节上所执行的活动都追求尽善尽美,最大限度地消除浪费和无增值活动,降低成本提高质量。另外,绩效制度设计还应鼓励员工大胆地尝试把 LC 应用到实际工作中,容许失败而不给予惩罚。

#### 参考文献:

- [1]Yahya K, Boussabaine A. Eco-costing of construction waste, management of environmental [J]. Quality: An International Journal, 2006, 17( 1): 6 - 19.
- [2]Koskela L. Application of the New Production Philosophy to Construction [R]. Stanford: Stanford University, 1992.
- [3]Ballard G, Howell G. Lean project management [J]. Building Research & Information, 2003, 31( 2): 119 - 133.
- [4]曹真, 苏振民. 基于案例分析的精益建造应用实践研究 [J]. 建筑经济, 2008, ( 10): 78 - 80.  
Cao Zhen, Sun Zhenmin. Experience study of lean construction application based on cases analysis [J]. Construction Economy, 2008, ( 10): 78 - 80. ( in Chinese)
- [5]葛一亮. 基于精益思想的技术型员工管理变革研究 [D]. 天津科技大学, 2005.  
Ge Yiliang. The Study on the Innovation of the Skilled Workers Based on Lean Thinking [D]. Tianjin University of Science & Technology, 2005. ( in Chinese)
- [6]黄宇, 高尚. 关于中国建筑业实施精益建造的思考 [J]. 施工技术, 2011, 40( 353): 93 - 95.  
Huang Yu, Gao Shang. Consideration on lean construction applied in China construction industry [J]. Construction Technology, 2011, 40( 353): 93 - 95. ( in Chinese)
- [7]李书全, 王长江. 实施精益建设影响因素研究综述 [J]. 河北大学学报( 哲学社会科学版), 2011, 36( 6): 129 - 133.  
Li Shuquan, Wang Changjiang. Review on the influence factors of the implementing lean construction [J]. Journal of Hebei University ( Philosophy and Social Science), 2011, 36( 6): 129 - 133. ( in Chinese)
- [8]张楠, 郭迅华, 陈国青. 行为建模角度信息技术采纳研究综述 [J]. 科学管理研究, 2009, 27( 4): 13 - 19.  
Zhang Nan, Guo Xunhua, Chen Guoqing. A critical review of IT adoption research on the perspective behavioral modeling [J]. Scientific Management Research, 2009, 27( 4): 13 - 19. ( in Chinese)
- [9]鲁耀斌, 徐红梅. 技术接受模型的实证研究综述 [J]. 研究与发展管理, 2006, 18( 3): 93 - 99.  
Lu Yaobin, Xu Hongmei. An empirical research on technology acceptance model [J]. R&D Management, 2006, 18( 3): 93 - 99. ( in Chinese)
- [10]吴江, 胡斌, 鲁耀斌. 实证驱动的信息系统扩散与组织互动模拟研究 [J]. 管理科学学报, 2010, 13( 10): 21 - 31.  
Wu Jiang, Hu Bin, Lu Yaobin. Empirical relationship driven simulation on interaction between organization behavior and



- diffusion of an e-commerce information system [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2010, 13(10): 21–31. (in Chinese)
- [11] Davis F D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology [J]. *MIS Quarterly*, 1989, 13(9): 319–340.
- [12] Davis F D, Venkatesh V. A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: Three experiments [J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 1996, 45(1): 19–45.
- [13] 郭迅华, 张楠, 黄彦. 开源软件的采纳与应用: 政府组织环境中的案例实证 [J]. *管理科学学报*, 2010, 13(11): 65–76.  
Guo Xunhua, Zhang Nan, Huang Yan. Adoption and application of open source software: A positivistic case study in governmental context [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2010, 13(11): 65–76. (in Chinese)
- [14] Venkatesh V, Davis F D. A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies [J]. *Management Science*, 2000, 46(2): 186–204.
- [15] 叶强, 方安儒, 鲁奇, 等. 组织因素对 ERP 使用绩效的影响机制 [J]. *管理科学学报*, 2010, 13(11): 77–85.  
Ye Qiang, Fang Anru, Lu Qi, et al. Impact of organizational factors on ERP usage and performance: An empirical investigation in China [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2010, 13(11): 77–85. (in Chinese)
- [16] Kim D, Park H-S. Innovative construction management method: Assessment of lean construction implementation [J]. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 2006, (6): 381–388.
- [17] Alarcon L F, Diethelm S, Rojo O. Assessing the impacts of implementing lean construction [J]. *Revista Ingeniería de Construcción*, 2008, (1): 387–393.
- [18] 王莉, 王方华, 张朋柱. 基于 TAM-VCE 模型的客户网上参与产品开发意愿 [J]. *管理科学学报*, 2008, 11(1): 49–58.  
Wang Li, Wang Fanghua, Zhang Pengzhu. Intention of customer involvement in product development through internet based on TAM-VCE model [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2008, 11(1): 49–58. (in Chinese)
- [19] Anumba C, Baugh C, Khalfan M. Organisational structures to support concurrent engineering in construction [J]. *Industrial Management Data Systems*, 2002, (6): 260–270.
- [20] Alinaitwe H M. Prioritizing lean construction barriers in uganda's construction industry [J]. *Journal of Construction in Developing Countries*, 2009, (1): 15–30.
- [21] Abdullah S, Razak A A, Bakar A A, et al. Towards producing best practice in the malaysian construction industry: The barriers in implementing the lean construction approach [C] // *International Conference Of Construction Industry*, Karachi, Pakistan, 2009.
- [22] Salem O, Solomon J, Genaidy A, et al. Site implementation and assessment of lean construction techniques [J]. *Lean Construction Journal*, 2005, 2(2): 1–21.
- [23] Mossman A. Why isn't the UK construction industry going lean with gusto? [J]. *Lean Construction Journal*, 2009, (1): 24–36.
- [24] Hinkin T R. A review of scale development practices in the study of organizations [J]. *Journal of Management*, 1995, (5): 967–988.
- [25] 翁清雄, 席酉民. 动态职业环境下职业成长与组织承诺的关系 [J]. *管理科学学报*, 2011, 14(3): 48–59.  
Weng Qingxiong, Xi Youmin. Relationship between career growth and organizational commitment in dynamic career environment [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2011, 14(3): 48–59. (in Chinese)
- [26] Mohan S B, Iyer S. Effectiveness of lean principles in construction [C] // *Proceeding IGLC - 13*, Sydney, Australia, 2005.
- [27] Ma Q, Liu L. The technology acceptance model: A meta-analysis of empirical findings [J]. *Journal of Organizational and End User Computing*, 2004, 16(1): 59–72.
- [28] Igbaria M, Zinatelli N, Cragg P, et al. Personal computing acceptance factors in small firms: A structural equation model [J]. *MIS Quarterly*, 1997, 21(3): 279–305.
- [29] 吴明隆. 问卷统计分析实务——SPSS 操作与应用 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2011.  
Wu Minglong. The Practice of Questionnaire Statistical Analysis: Operation and Application of SPSS [M]. Chongqing: Chongqing University Press, 2011. (in Chinese)

- [30]方玉东,方纪坤,张莉莉,等. 基于实证的学术不端成因分析及对基金管理的启示[J]. 管理科学学报,2011,14(9): 91-96.  
Fang Yudong, Fang Jikun, Zhang Lili, et al. Analysis of the causes of academic misconduct based on empirical test and the inspiration for natural science foundation management[J]. Journal of Management Sciences in China, 2011, 14(9): 91-96. (in Chinese)
- [31]张宗益,李忠云,龙 勇. 竞争性技能联盟中企业讨价还价能力实证研究[J]. 系统工程学报,2007,22(2): 148-155.  
Zhang Zongyi, Li Zhongyun, Long Yong. Empirical study on enterprise bargaining power in skill-based competitive strategic alliances[J]. Journal of Systems Engineering, 2007, 22(2): 148-155. (in Chinese)
- [32]王念新,仲伟俊,梅姝娥. 信息技术战略价值及实现机制的实证研究[J]. 管理科学学报,2011,14(7): 55-70.  
Wang Nianxin, Zhong Weijun, Mei Shu'e. Strategic value of information technology: An empirical study[J]. Journal of Management Sciences in China, 2011, 14(7): 55-70. (in Chinese)
- [33]吴明隆. 结构方程模型——AMOS 的操作与应用[M]. 重庆: 重庆大学出版社,2011.  
Wu Minglong. Structure Equation Modeling: Operation and Application of AMOS[M]. Chongqing: Chongqing University Press, 2011. (in Chinese)
- [34]李纯青,赵 平,马军平. 零售业回报计划感知价值对客户忠诚的影响[J]. 管理科学学报,2007,10(4): 90-96.  
Li Chunqing, Zhao Ping, Ma Junping. Impact of the value perception of the reward programs on customer loyalty[J]. Journal of Management Sciences in China, 2007, 10(4): 90-96. (in Chinese)
- [35]Hatcher L A. Step-by-Step Approach to Using the SAS System for Factor Analysis and Structural Equation Modeling[M]. ASSAM: SAS Publishing, 1994.
- [36]常亚平,刘兴菊,阎 俊,等. 虚拟社区知识共享之于消费者购买意向的研究[J]. 管理科学学报,2011,14(4): 86-96.  
Chang Yaping, Liu Xingju, Yan Jun, et al. Research on knowledge sharing in virtual communities on consumer purchase intention[J]. Journal of Management Sciences in China, 2011, 14(4): 86-96. (in Chinese)

## Empirical research on intention of lean construction implementation based on TAM theory

*LI Shu-quan*<sup>1</sup>, *WANG Chang-jiang*<sup>2</sup>, *WU Xiu-yu*<sup>1</sup>, *ZHENG Yuan-ming*<sup>1</sup>,  
*ZHU Kong-guo*<sup>3</sup>

1. Business School, Tianjin University of Finance & Economics, Tianjin 300222, China;
2. Human Resources Department, Bank of Hebei Corporation Limited, Shijiazhuang 050011, China;
3. Library, Shandong Youth University of Political Science, Jinan 250103, China

**Abstract:** Based on the analysis of literatures, interview practices and the theory of technology acceptance model, the paper shows the main factors and channels affecting the intention of lean construction implementation and further constructs a conceptual mode. We identify the measurement items of the formal survey questionnaire through project preparation, project analysis and exploratory factor analysis, and then test the conceptual mode by the empirical method. We arrive at the following conclusions: all factors affecting the intention of lean construction implementation reach the significance levels except the environmental factor which certifies that the conceptual mode we propose can better explain the regular pattern in the staff implementation process of lean construction. Some recommendations facilitating the implementation of lean construction in China's enterprises are brought forward.

**Key words:** lean construction; influence factors; implementation intention; technology acceptance model; structural equation modeling