

# SEM 的工程项目知识创新能力要素实证分析

王 丹, 李忠富, 张庆普

(哈尔滨工业大学 管理学院, 哈尔滨 150001, h\_wd@hit.edu.cn)

**摘 要:** 在知识经济时代, 知识创新作为知识管理中的重要环节, 是提升竞争能力的有效途径. 基于工程项目一次性的特征, 界定了工程项目知识创新能力的4个支撑要素, 构建了概念模型及研究假设, 设计了知识创新能力及其支撑要素的度量量表, 通过问卷调查的方法收集了相关数据, 在对样本数据进行信度、效度检验的基础上, 对量表进行进一步的修正, 并由此构建了各要素能力的度量指标体系. 通过结构方程对概念模型进行了检验, 从而明确了知识创新能力的相关性要素和影响程度.

**关键词:** 工程项目; 结构方程模型; 相关性; 知识创新; 能力要素

中图分类号: F062.9

文献标志码: A

文章编号: 0367-6234(2010)09-1432-06

## Empirical study of knowledge innovation capability element in construction project based on SEM

WANG Dan, LI Zhong-fu, ZHANG Qing-pu

(School of Management, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China, h\_wd@hit.edu.cn)

**Abstract:** As an important process in knowledge management in the knowledge economy era, knowledge innovation is an effective method to improve organizational competitive capability. Based on analysis of existing researches, this paper establishes a research model, defines knowledge innovation capability and its four elements for construction project, and makes corresponding hypothesis. Survey questionnaire is carried out to get data. Then reliability and validity analysis are used to test the measures of each element and make corresponding revision. Structural equation modeling is employed to test the research model and identify the influence of each element on knowledge innovation capability.

**Key words:** construction project; structural equation modeling; relevance; knowledge innovation; capability element

随着知识经济时代的到来, 知识创新对企业建立和保持竞争优势有着重要的影响<sup>[1]</sup>. 由于建筑企业的基本单元——工程项目团队具有临时性的特点, 导致企业内部不够稳定, 工程项目人员中拥有的大量历史经验、数据和专门知识, 以及专利、工法等不能系统性地变成组织的知识, 项目结束时知识流失是一个非常严重的问题<sup>[2]</sup>. 近年来, 国内外学者对知识管理的关键影响因素进行了研究, Andrew 等<sup>[3]</sup>通过研究得出, 先进的信息技术、适合的组织结构和组织文化是企业进行知识管理的前提保证, Buckley 和 Carter<sup>[4]</sup>分别阐述

了知识管理能力的关键核心部分如知识分配、协调、交流与合作等及其对组织的影响. 王众托<sup>[5]</sup>指出了项目管理各阶段知识创新的内容以及知识创新的关键问题. 应晓磊和强茂山<sup>[6]</sup>在问卷调研的基础上, 对我国工程建设项目知识管理的要素和项目管理绩效进行了定量的分析.

一个企业能否充分利用知识, 不断地创造出新知识, 是其能否成功的关键<sup>[7]</sup>. Amidon<sup>[8]</sup>将知识创新定义为“通过创造、展示、交流和应用, 将新的思想创新为可销售的产品和服务, 以取得企业经营成功、国家经济振兴和社会全面繁荣”. 基于资源观理论, 企业所拥有的异质资源与能力是其竞争优势的重要来源<sup>[9]</sup>. 因此, 本文通过实证研究找到支撑企业知识创新能力的关键因素, 进而有效地促进企业知识创新, 以提升企业的竞争力.

收稿日期: 2010-04-01.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70672063).

作者简介: 王 丹(1970—), 女, 博士, 讲师;

李忠富(1964—), 男, 教授, 博士生导师;

张庆普(1956—), 男, 教授, 博士生导师.

1 工程项目知识创新能力概念模型

采用功能分析法和能力的元件构架观,认为工程项目知识创新受信息平台、企业战略、管理组织和组织文化的支撑和影响,研究模型如图 1 所示.

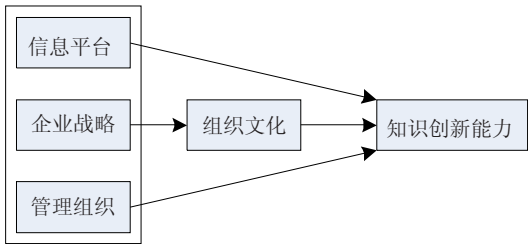


图 1 知识创新能力概念模型

本模型基于以下假设:

1) 信息平台对知识创新能力有影响.

信息平台为工程项目知识创新提供了有力的技术支持. 信息平台搭建包括工程项目所在企业内部服务器的搭建和局域网的应用, 以及信息软件如 OFFICE 和数据库软件如 Microsoft SQL Server 的应用. 信息平台的建立能够有效提高知识收集的速度, 降低了知识处理的成本, 通过对知识的分类、整理、提炼和分析, 使大量的无序知识变为有序的知识.

2) 管理组织对知识创新能力有影响.

管理组织是工程项目知识创新能力的重要支撑因素之一. 工程项目实施知识创新, 要求项目所在企业应具备在动态过程中有利于知识利用、积累、分享和创造的组织结构和组织制度, 以实现企业组织的高效运作, 对市场的变化做出快速反应, 提高企业的应变能力和知识创新能力<sup>[10]</sup>.

3) 组织文化对知识创新能力有影响.

组织文化是工程项目知识创新能力的保障性因素. 组织文化是一个组织内人们共同的价值观和行为准则. 优秀的组织文化可加强员工的责任感, 增进员工间的互信, 促进内部团结, 提高企业员工对于知识的交流、共享及应用的效率, 是进行知识创新的有力保障.

4) 企业战略通过组织文化对知识创新能力有影响.

企业战略是指根据建筑企业总体经营战略要求、经营环境、方针以及组织之间的相互关系, 对企业内部管理组织模式的发展变动所作的长期性策划, 是组织实现长期目标的方法. 已有研究<sup>[11]</sup>表明, 企业战略对组织文化有较大的影响.

2 问卷指标体系设计

为准确有效地度量各支撑要素对知识创新能力的影响路径, 本研究首先在专家指导下设计了工程项目知识创新能力的度量指标体系, 将“知识创新能力”、“信息平台”、“管理组织”、“组织文化”和“企业战略”5 个能力要素分解细化为可度量的指标, 在各一级指标下分别设计二级指标.

问卷中各个指标均采取五级李克特量表的形式进行度量. 为了确保大规模发放问卷的顺利进行, 首先邀请十余位工程项目管理业界人士(包括中高层管理者和施工项目经理等)进行了小范围试填. 在他们对问卷内容反馈的基础上进一步修改问卷内容, 最后确定问卷的最终稿. 各指标的含义和细化后的二级指标如表 1 所示.

表 1 知识创新能力二级指标体系表

| 一级指标 | 知识创新能力            | 信息平台              | 管理组织                    | 组织文化              | 企业战略                    |
|------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| 二级指标 | KI1: 企业新技术研发能力的提升 | IF1: 企业知识库的有效管理   | OR1: 组织机构有利于知识的创新       | OC1: 鼓励员工的创新行为    | OS1: 高层管理者对产业动态认识明确的程度  |
|      | KI2: 企业新产品开发速度的提高 | IF2: 企业知识库的及时更新   | OR2: 设立专门人员或组织机构进行知识创新  | OC2: 鼓励员工参与知识创新活动 | OS2: 企业在战略的制定中重视知识的创新   |
|      | KI3: 企业工作流程的改进    | IF3: 企业信息技术设施的完备性 | OR3: 制定促进内部交流的制度        | OC3: 营造合作和交流的工作环境 | OS3: 企业在战略的实施中重视知识的创新   |
|      | KI4: 企业经营战略领先优势   | IF4: 企业信息软件的更新换代  | OR4: 制定有利于员工进行知识创新的奖励制度 | OC4: 营造开放和信任的工作环境 | OS4: 高层管理者鼓励员工进行知识创新    |
|      | KI5: 企业市场反应速度的提高  | IF5: 企业信息系统的集成性   | OR5: 设立明确的知识创新流程        | OC5: 培养员工吸取新知识的能力 | OS5: 企业经营战略与知识创新有较大关联度  |
|      | KI6: 企业工作效率的提升    | IF6: 企业信息系统的升级频率  | OR6: 制定明确的员工培训制度        | OC6: 鼓励员工学习新知识    | OS6: 企业将帮助员工学习视为投资而不是成本 |
|      | KI7: 企业竞争优势的提升    | IF7: 企业内部网络的安全性   | OR7: 对不同员工提供在职培训有具体的安排  | OC7: 培养员工的团队精神    | OS7: 企业研发费用占总产值之比       |

本研究对国内 325 家建筑企业各发放了 1 份问卷,最终回收了问卷 294 份,对数据存在缺失的问卷予以剔除后,有效问卷 279 份,问卷有效率为 85.85%。本研究设计的问卷中,知识创新能力、组织文化、组织管理、企业战略和信息平台的观测变量各为 7 个。根据有关研究<sup>[12]</sup>,有效问卷数符合要求。

3 工程项目知识创新能力的实证研究

3.1 结构方程建模简介

结构方程建模 (Sturctuarl Equation Modeling, SEM) 是基于统计分析技术的研究方法,用以处理复杂多变量的相关性研究。结构方程建模整合了路径分析、验证性因素分析与一般统计检验方法,可分析变量之间的相互因果关系。它既涵盖了因子分析与路径分析的优点,又弥补了因子分析的缺点,考虑到误差因素,不需受到路径分析的假设条件限制。

结构方程建模的实际分析应用都需要靠计算机软件来完成。本研究应用 AMOS6.0 软件对研究模型及假设进行结构方程分析,主要处理流程如图 2 所示。

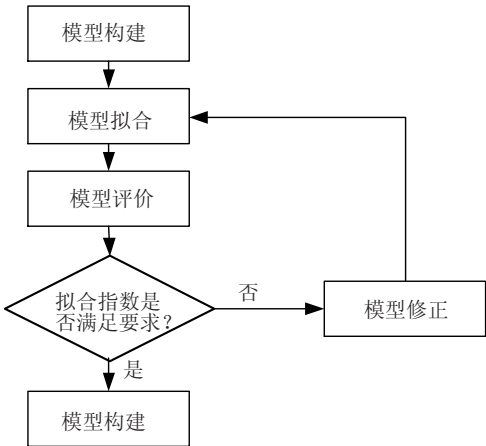


图 2 结构方程模型分析步骤

3.2 度量指标信度分析

本研究在衡量问卷信度时主要参考 Cronbach' α 系数,Cronbach' α 系数大,表示一组评估问题的一致程度较高,所得的评估结果可信。通常认为,被度量变量的可靠性系数 Cronbach' α 在 0.60 以上为可接受水平,而在 0.7 ~ 0.8 之间为较高的信度水平<sup>[13]</sup>。通过 SPSS15.0 的信度检验得到了计算结果如表 2 所示。

通过表 2 可知,知识创新能力、信息平台、管理组织、组织文化和企业战略这 5 个变量对应的 Cronbach' α 都超过了 0.85,说明问卷的信度很

好,各个变量所对应的指标具有较高的一致性。

表 2 信度分析

| 一级指标   | 二级指标      | Cronbach' α |
|--------|-----------|-------------|
| 知识创新能力 | KI1 ~ KI7 | 0.924       |
| 信息平台   | IF1 ~ IF7 | 0.916       |
| 管理组织   | OR1 ~ OR7 | 0.903       |
| 组织文化   | OC1 ~ OC7 | 0.878       |
| 企业战略   | OS1 ~ OS7 | 0.909       |

3.3 度量指标效度分析

在进行结构模型分析以前,先对各度量模型进行验证,本研究采用验证性因子分析来检验问卷中的指标对各个变量的载荷系数以及度量模型的对样本数据的拟合程度,进而评价其结构效度。

以知识创新能力的效度分析为例。在结构方程分析软件 AMOS 6.0 中建立知识创新能力的度量模型如图 3 所示,通过对度量模型的验证性因子分析来检验知识创新能力的结构效度。模型运行后各个指标的因子载荷系数(标准化后)以及度量模型的拟和指数如表 3 所示。

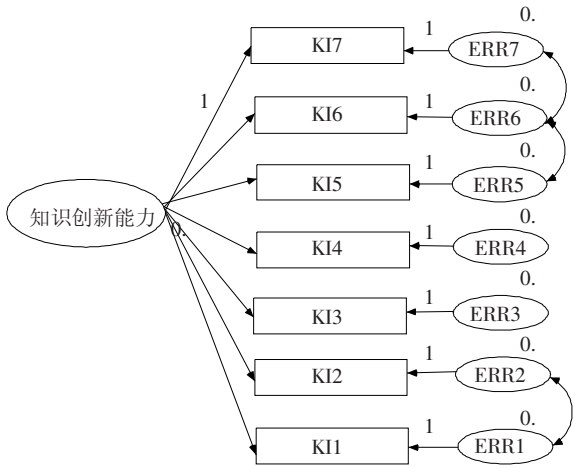


图 3 知识创新能力的度量模型

表 3 知识创新能力的度量模型分析结果

| 度量指标 | 因子载荷系数 | 双侧 T 检验 | 模型拟和指数                                                                   |
|------|--------|---------|--------------------------------------------------------------------------|
| KI7  | 0.770  | ***     | $\chi^2 = 17.342$<br>$\chi^2/df = 1.577$<br>CFI = 0.995<br>RMSEA = 0.046 |
| KI6  | 0.758  | ***     |                                                                          |
| KI5  | 0.821  | ***     |                                                                          |
| KI4  | 0.813  | ***     |                                                                          |
| KI3  | 0.809  | ***     |                                                                          |
| KI2  | 0.815  | ***     |                                                                          |
| KI1  | 0.738  | ***     |                                                                          |

注:\*\*\*为因子载荷系数在 0.1% 的显著性水平下不为零。

其它指标的效度计算方法与上述方法相同,计算结果如图 4 ~ 图 7 和表 4 ~ 表 7 所示。

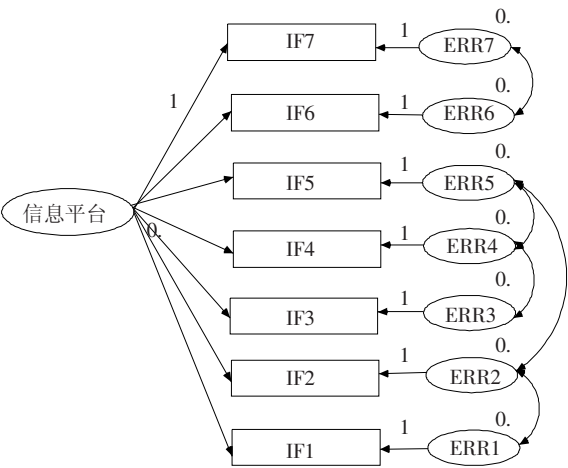


图 4 信息平台的度量模型

表 4 信息平台的度量模型分析结果

| 度量指标 | 因子载荷系数 | 双侧<br><i>T</i> 检验 | 模型拟和指数                                                                   |
|------|--------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| IF7  | 0.784  | ***               | $\chi^2 = 20.013$<br>$\chi^2/df = 2.223$<br>CFI = 0.991<br>RMSEA = 0.066 |
| IF6  | 0.814  | ***               |                                                                          |
| IF5  | 0.744  | ***               |                                                                          |
| IF4  | 0.664  | ***               |                                                                          |
| IF3  | 0.759  | ***               |                                                                          |
| IF2  | 0.835  | ***               |                                                                          |
| IF1  | 0.809  | ***               |                                                                          |

注:\*\*\*为因子载荷系数在 0.1% 的显著性水平下不为零.

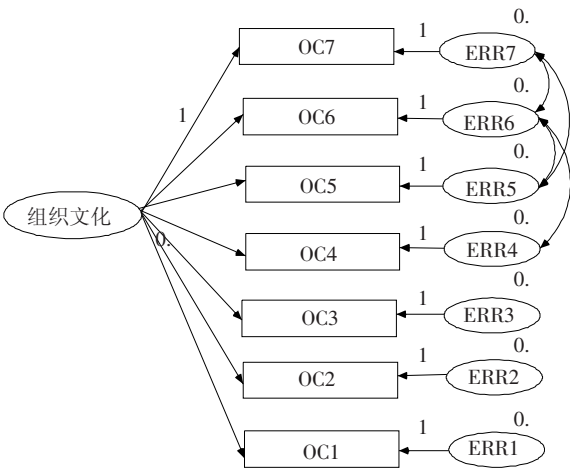


图 6 组织文化的度量模型

表 6 组织文化的度量模型分析结果

| 度量指标 | 因子载荷系数 | 双侧<br><i>T</i> 检验 | 模型拟和指数                                                                   |
|------|--------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| OC7  | 0.577  | ***               | $\chi^2 = 17.091$<br>$\chi^2/df = 1.710$<br>CFI = 0.992<br>RMSEA = 0.046 |
| OC6  | 0.626  | ***               |                                                                          |
| OC5  | 0.697  | ***               |                                                                          |
| OC4  | 0.813  | ***               |                                                                          |
| OC3  | 0.836  | ***               |                                                                          |
| OC2  | 0.687  | ***               |                                                                          |
| OC1  | 0.615  | ***               |                                                                          |

注:\*\*\*为因子载荷系数在 0.1% 的显著性水平下不为零.

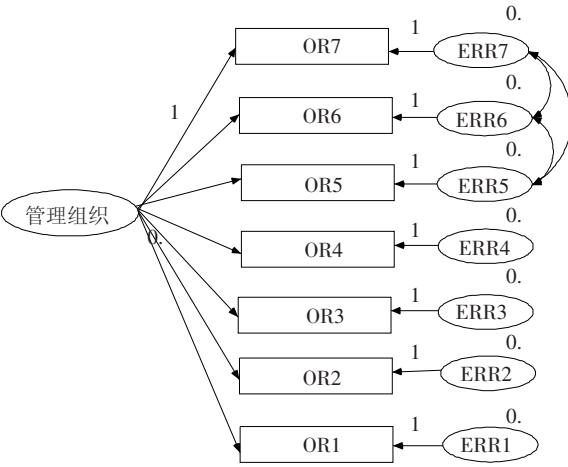


图 5 管理组织的度量模型

表 5 管理组织的度量模型分析结果

| 度量指标 | 因子载荷系数 | 双侧<br><i>T</i> 检验 | 模型拟和指数                                                                   |
|------|--------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| OR7  | 0.603  | ***               | $\chi^2 = 11.871$<br>$\chi^2/df = 1.079$<br>CFI = 0.999<br>RMSEA = 0.017 |
| OR6  | 0.642  | ***               |                                                                          |
| OR5  | 0.596  | ***               |                                                                          |
| OR4  | 0.722  | ***               |                                                                          |
| OR3  | 0.793  | ***               |                                                                          |
| OR2  | 0.891  | ***               |                                                                          |
| OR1  | 0.850  | ***               |                                                                          |

注:\*\*\*为因子载荷系数在 0.1% 的显著性水平下不为零.

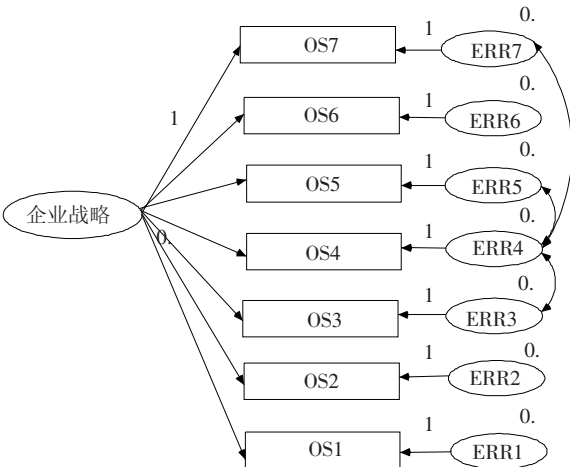


图 7 企业战略的度量模型

表 7 企业战略的度量模型分析结果

| 度量指标 | 因子载荷系数 | 双侧<br><i>T</i> 检验 | 模型拟和指数                                                                   |
|------|--------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| OS7  | 0.712  | ***               | $\chi^2 = 22.574$<br>$\chi^2/df = 2.052$<br>CFI = 0.990<br>RMSEA = 0.062 |
| OS6  | 0.752  | ***               |                                                                          |
| OS5  | 0.771  | ***               |                                                                          |
| OS4  | 0.722  | ***               |                                                                          |
| OS3  | 0.779  | ***               |                                                                          |
| OS2  | 0.784  | ***               |                                                                          |
| OS1  | 0.818  | ***               |                                                                          |

注:\*\*\*为因子载荷系数在 0.1% 的显著性水平下不为零.

通过对 7 个度量模型进行效度检验可得,大多数度量指标都能够以较高的因子负载在相应的变量上,除个别因子载荷  $<0.6$  以外,其余指标的因子载荷系数都  $>0.6$ ,且都通过了显著性水平为 0.1% 的双侧  $T$  检验. 7 个度量模型的相对拟和指数  $CFI > 0.99$ ,接近理想值 1.  $\chi^2/df$  介于 0 ~ 2.5 之间,  $RMSEA < 0.1$ ,接近于 0.05,说明 7 个度量模型对样本数据有较好的拟和度. 上述结果表明:量表具有较好的结构效度.

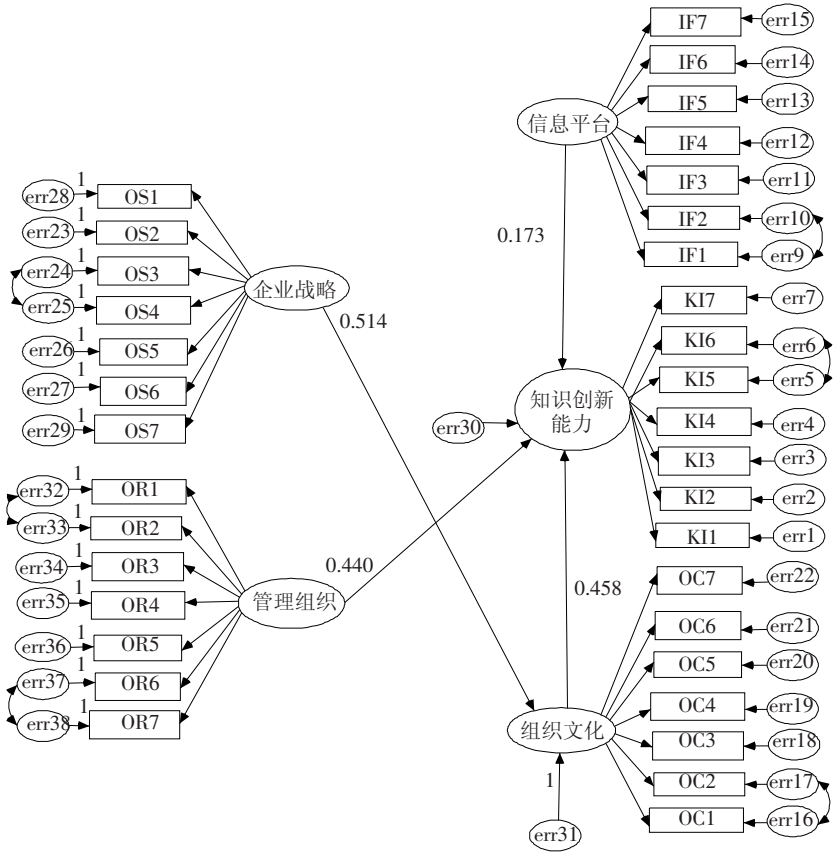


图 8 工程项目知识创新能力结构方程模型

表 8 工程项目知识创新能力结构模型的分析结果

| 路径          | 路径系数  | 显著性检验 | 模型拟合指数              |
|-------------|-------|-------|---------------------|
| 企业战略→组织文化   | 0.514 | ***   | $\chi^2 = 1165.790$ |
| 管理组织→知识创新能力 | 0.440 | ***   | $\chi^2/df = 2.204$ |
| 组织文化→知识创新能力 | 0.458 | ***   | $CFI = 0.912$       |
| 信息平台→知识创新能力 | 0.173 | 0.002 | $RMSEA = 0.066$     |

注:\*\*\*为路径系数在 0.1% 的显著性水平下不为零.

3.5 结构方程检验结果分析

通过模型的拟合指数可得,模型对样本数据有较好的拟合度.由路径系数可得,在 0.05 的显著性水平下,组织文化、管理组织和信息平台对知识应用能力有显著的直接影 响,其中,组织文化的影响程度最大,验证了模型的假设 1)、2) 和 3). 企业战略通过组织文化间接影响知识应用能力,

3.4 工程项目知识创新能力的结构方程检验

为进一步检验信息平台、管理组织、组织文化和企业战略对知识创新能力的影响,验证研究模型中的假设 1) ~ 4),建立信息平台、管理组织、组织文化、企业战略和知识创新能力的结构方程模型,通过运行 AMOS 软件,得到结构方程模型运行后的结果如图 8 所示.通过运行 AMOS 软件,检验模型对样本数据的拟合程度,以及模型中各个变量之间的路径系数大小,如表 8 所示.

验证了模型的假设 4).

对上述检验结果分析为:

1)信息平台对知识创新能力有影响,验证了模型中的假设 1). 由于建筑产品具有固定性,使各工程项目团队必须在项目所在地域进行施工. 因此建筑企业应注重在企业内部建立有利于交流的信息平台、并及时地对信息平台如数据库和知识库进行更新,以促进不同地域的项目成员的知识共享和知识创造,进而有效地提升企业的知识创新能力.

2)管理组织对知识的创新能力有影响,验证了模型中的假设 2). 原因在于建筑企业可成立专家委员会,对从项目得来的或是个人申报的创新经验和技巧进行审核和选择,对有效的知识和经验要进行分析 and 提炼,证明其正确性、可操作性和

共享性,再录入数据库,为使用者提供有说服力的知识,有效提升知识创新能力。

3)组织文化对知识创新能力有影响,验证了模型中的假设3)。因为组织文化是建筑企业员工共同的价值观体系,信赖合作的组织文化,决定了项目团队成员共享知识的意愿和创造知识的动力;而鼓励学习,支持创新的组织文化则是员工敢于尝试、敢于承担风险的保障。因此建筑企业应注重培养合作交流和鼓励创新的文化,加强员工之间的交流和知识共享,促进知识在企业内部的创新。

4)企业战略通过组织文化间接影响知识创新能力,验证了模型中的假设4)。建筑企业知识管理战略的基本目标是将工程项目团队知识最大化创新为组织知识,并促使更多的企业知识应用于工程项目实施过程,以提高组织核心竞争力。而这需要创造一种有利于知识生产与共享的环境来实现。因此高层管理者应注重在企业内部设定清晰明确的战略目标,加强战略目标与知识管理的关联度,加强在产品研发方面的投入,通过上述措施来塑造有利于知识创新的组织文化,进而促进企业知识创新能力的提升。

## 4 结 论

1)基于功能分析法和能力的元件构架观,建立了工程项目知识创新能力研究模型,在分析并总结工程项目知识管理特点的基础上,设计并开发了知识创新、信息平台、管理组织、组织文化和企业战略这5个能力要素的度量指标体系,并通过问卷调查的方法,采用结构方程分析模型进行了实证检验。

2)实证研究结果验证了模型中的大多数假设。其中信息平台、管理组织和组织文化对知识创新有直接影响,说明企业应该注重在内部引进先进的信息技术,制定弹性、合理的管理制度,塑造有利于内部员工合作和交流的组织文化,以达到企业创新能力的提升;实证研究结果同时表明,企业战略通过组织文化间接影响知识创新,说明企业战略需要内化为具体的文化,才能更有效地促

进企业创新能力的提升。

## 参考文献:

- [1] 曾萍, 蓝海林. 组织学习、知识创新与动态能力:机制和路径[J]. 中国软科学, 2009(5): 135-146.
- [2] MARTIN S, MARTIN J E. Harvesting project knowledge: A review of project learning methods and success factors[J]. International Journal of Project Management, 2003, 21(3): 219-228.
- [3] ANDREW H G, ARVIND M, ALBERT H S. Knowledge management: An organizational capabilities perspective[J]. Journal of Management Information Systems, 2001, 18(1): 185-214.
- [4] BUCKLEY P J, CARTER M J. Knowledge management in global technology markets: Applying theory to practice[J]. Long-range Planning, 2000, 33(1): 55-71.
- [5] 王众托. 项目管理中的知识管理问题[J]. 土木工程学报, 2003, 36(3): 1-6.
- [6] 应晓磊, 强茂山. 我国工程建设项目多项目知识管理要素分析[J]. 工业技术经济, 2006, 25(10): 53-58.
- [7] BOLLINGER A S, SMITH R D. Managing organizational knowledge as a strategic asset[J]. Journal of Knowledge Management, 2001, 1(1): 8-18.
- [8] AMIDON D M. Knowledge innovation: The common language[J]. Journal of Technology Studies, 1993, 19(2): 2-8.
- [9] BARNEY J. Firm resources and sustained competitive advantage[J]. Journal of Management, 1991, 17(1): 99-120.
- [10] 蒋云尔. 企业知识管理基本要素的研究[D]. 南京: 河海大学, 2002.
- [11] FERNANDEZ I B, SABHERWAL R. Organizational knowledge management: A contingency perspective[J]. Journal of Management Information Systems, 2001, 18(1): 23-55.
- [12] 侯杰泰, 温忠麟, 成子娟. 结构方程模型及其应用[M]. 北京: 教育科学出版社, 2004: 158-189.
- [13] 张文彤. SPSS11 统计分析教程(高级篇)[M]. 北京: 希望电子出版社, 2002: 190-232.

(编辑 张 红)