

建筑业企业创新网络效度评价

张静晓, 李 慧

(长安大学建筑工程学院, 陕西 西安 710064)

摘 要:从地域角度和建筑业产业集群特点出发,以项目部、分公司和总部为主线,提出符合其要素资源流动的建筑业创新网络地图的构建原则和步骤,利用改进灰色关联分析法测度各分公司与总公司之间子系统可靠性,通过构建优、劣子系统可靠性数列建立建筑业企业价值创新网络系统有效度差值回归方程,实证研究表明该方法可有效预测建筑企业创新网络系统有效度的变化趋势。

关键词:建筑业企业,创新网络,效度,产业集群

中图分类号:F407.1

文献标志码:A

文章编号:1006-7930(2012)03-0406-06

创新可以是任何有效生产要素或生活要素组合或重组的生产函数。^[1]要素重组或要素组合在成为创新生产函数的有效解的动态调整过程中所称形成的相对稳定关系,就构成了一定条件下满足、符合组织生产发展需要的创新网络。创新网络服务于组织创新生产函数的价值取向。建筑业因其自身的固有特点,要求作为其微观运行表达的建筑业企业在创新网络及其价值取向也反映一定的属性。服从一定价值取向的建筑业企业创新网络在何种程度上能够有效发挥其效用,换言之,建筑业企业创新网络的有效度应该从何种角度进行合理确定和测算是一个相当重要的问题。

鲜见分析建筑业企业创新网络的效度和测定形式。^[2-7]国内学者关于创新网络未有统一的定义:创新网络的动力来自企业自身创新需要、被技术创新推动、或谋求新的组织运作方式,追求持久稳定的关系或是实现产品、工艺创新,主要从技术、区域等角度分析中小企业创新网络的模式、效率、分析框架、影响能力,构建其成熟度指标体系,对创新网络的绩效、技术能力和结点联结的效率进行定量化研究。^[1-9]在建筑业创新网络方面,现有文献主要关注了创新网络管理的关系管理构建框架^[10]、企业网络创新战略^[11]、企业获取外部知识资源搜索^[12]、简单线性供应链系统竞争合作网络^[13]、承包商联营体网络与绩效关系^[14]和服务数字网络(ISDN)整合^[15]。

与上述国内外文献不同的是,本文从中国建筑业的管理现状和资源分配权限角度^[16]出发,基于建筑业的产业集群方式^[17],结合建筑市场地理接近性、趋于分散和产品服务定制等特点,分析建筑业企业创新网络的表现形式,从地域角度构建其要素资源流动创新网络模型,并测量其有效度,有利于在产业网络化范式背景下分析我国建筑业生产方式和组织结构的新变革和未来动向,重塑并界定我国建筑业网络化服务的生产力理念,促使其改变传统生产者形象,确保建筑业在经济发展方式转变过程中既保持稳定又获得可持续增长。

1 建筑业企业创新网络模型

1.1 构建原则

建筑业企业创新网络通过建筑业企业创新活动内涵及其价值取向的界定,分析建筑业企业创新网络的表达方式,即创新要素链接方式;同时,必须考虑,这种链接方式是否有效,即其有效度如何测定。通过对建筑业企业创新网络有效度的测定,可以及时检验并调整创新生产函数中生产要素或生活要素的组合(重组)方式,

收稿日期:2011-08-08 修改稿日期:2012-05-03

基金项目:陕西省社会科学基金资助项目(11E177);陕西省软科学基金资助项目(2011KRM20);住房和城乡建设部软科学资助项目(2011-R3-19)

作者简介:张静晓(1981-),男,河南南阳人,博士,副教授,主要研究方向为建筑经济与管理。

有利于建筑业企业创新要素最大程度地贡献其价值创造能力,建筑业的行业特点决定了建筑业企业创新网络的形成必须建立在地域平台上,建筑业企业总承包公司按地区设立分公司,每承包一个项目,都会有一批当地专业化、劳务型的中小企业(协作公司)从其手中分包施工作业任务,经过多次合作,就可选择其中技术精良、诚信可靠的公司作为协作伙伴,结成松散的联合体,在这种联合体中,工程项目的施工合同(作业分包合同)是它们之间的离合器,建筑业企业创新网络要求建筑业的大、中、小企业特别是综合承包公司(总承包公司)和有关的协作公司(专业化、劳务型分包者)有一个合理的结构与分布并且是相对稳定的。

因此,本文将构建符合建筑业弹性生产力要求的建筑业企业创新网络地图。基于前期研究^[5,9]选取四个指标来评价建筑业企业创新网络地图的可靠性,四个指标分别是项目部对总部的贡献值、项目所用新技术、客户、项目部所在地经营实力,其计算标准为:①项目部对总部的贡献值以年周期,采用万元/年为单位;②项目所用新技术以新技术所实现的增加效益为单位;③客户以签约的合同金额为单位,并考虑客户的行业影响力系数,影响力系数取值(0,1),具体计算方法是修正合同金额等于签约合同金额乘以1加行业影响力系数,如果项目部有多个项目采用累加的方式计算;④项目部所在地经营实力采用自项目部成立至调查日期年均合同额乘以1加项目部在当地的竞争力排名无量纲化系数计算;⑤项目部经营业绩,以项目部所完成的建筑产品获奖级别采用五分制法计算。

1.2 绘制步骤

建筑业企业创新网络地图的绘制步骤如下:①参照建筑业的产业集群原理,明确建筑业企业总部和各项目部的地理位置,并以总部位置为核心绘制标准四分区域;②将标准四分区域内的项目部两两联接,不同四分区域内的项目部按照包络特点选择最小路径连接;③基于上述步骤,将此网络地图的最左端视为输入端,并辅以单箭线表明,然后,将此网络地图的最右端视为输出端,亦辅以单箭线表明;④各标准分区内的项目部可以交叉关联;⑤按从左至右的方式对各节点(项目部或总部)依次编号;⑥按照项目部对总部的贡献值确定个项目部与总部之间的关联权重;以项目所用新技术、客户、项目部所在地经营实力、项目部经营业绩采用灰关联分析法确定各项目部之间的关联权重;⑦将项目部关联之间的关联视为初始子系统,关联权重视为初始子系统的可靠度,按照可靠性原理绘制建筑业企业创新网络地图;⑧根据网络地图特点选择相应的可靠度算法计算建筑业企业创新网络地图可靠性;⑨基于步骤六所计算的可靠性,提出建筑业企业创新网络地图扩张的相关建议,为便于下文论述,将总部视为一个“特殊”的项目部。

根据建筑业企业创新网络地图的前三个步骤改造重绘建筑业产业集群方式,可得如图1所示的建筑业企业创新网络地图的一般形式。

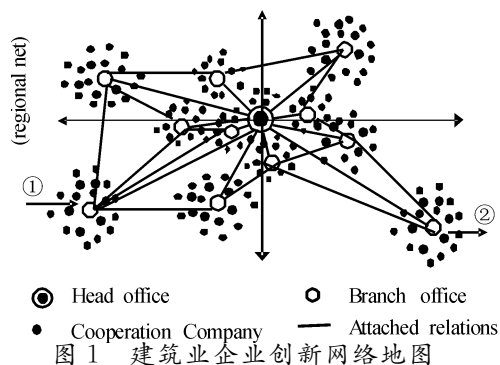


图1 Innovation net map of construction enterprise

2 建筑业企业价值创新网络有效度

2.1 网络子系统初始效度确定方法

从模型计算步骤七可知,项目部之间以及项目部和总部之间关联权重的确定就等于获得了建筑业企业价值创新网络地图子系统的初始可靠度。本文采用灰关联分析法计算关联权重。灰色关联分析是基于行为因子序列的微观或宏观几何接近,以分析和确定因子间的影响程度,可用来确定指标权重,由于样本量可以是信息不完全的,不需要典型的分布规律,具有广泛的适用性。本文所研究建筑业企业创新网络地图因其地域上的几何接近和项目部之间沟通信息的不确定性,所以优先选择了灰关联分析法确定项目部之间的关联权重。本文选用改进的灰色关联法确认项目部之间的关联权重,即建筑业企业创新网络地图子系统的初始可靠度,具体步骤参见文献^[18]。

2.2 系统有效度确定方法

根据简化的建筑业企业创新网络地图特点,运用复杂网络系统可靠性程序计算系统有效度,该程序不仅适用于复杂网络系统,而可适用于串、并联和混联等简单网络系统。

为便于分析,在图1中,建筑业企业创新网络地图各分区并未交叉,但是在实际运用过程中,为了

能够准确计算各节点之间的可靠度,必须确保网络地图中各项目部之间的相互联系.一般地,对建筑业企业来说,以建筑业企业总部为核心向四周生发扩散项目部分支,获取整体价值提升.那么,是否能够保证每一个项目分支都能对建筑业企业总部提供附加值而不是产生亏损?如果产生亏损,其对建筑业企业总部带来的风险是多大?因此,本文选择以总部为可靠性计算过程中的固定输出节点,以各项目部为输入节点,测度各项目部对总部的有效度.同时,基于改进灰色关联分析中优势关联度和劣势关联度,构建优 S_Y 、劣 S_L 两组输入节点,如公式(1)所示:

$$\begin{cases} S_Y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_n\} & n > 2 \\ S_L = \{l_1, l_2, l_3, \dots, l_n\} & n > 2 \end{cases} \quad (1)$$

优势关联度输入得到的相应的节点有效度为 K_Y ,劣势关联度输入得到的相应节点有效度为 K_L ,

$$\begin{cases} K_Y = \{ky_1, ky_2, ky_3, \dots, ky_n\} & n > 2 \\ K_L = \{kl_1, kl_2, kl_3, \dots, kl_n\} & n > 2 \end{cases} \quad (2)$$

然后进行对比,寻求两组输入之间的有效度之差 ΔK_{yl} ,如公式(3)和(4)所示:

$$\Delta K_{yl} = \{ky_1 - kl_1, ky_2 - kl_2, ky_3 - kl_3, \dots, ky_n - kl_n\} \quad n > 2 \quad (3)$$

$$\Delta K_{yl} = \{\Delta ky_{l1}, \Delta ky_{l2}, \Delta ky_{l3}, \dots, \Delta ky_{ln}\} \quad n > 2 \quad (4)$$

进而建立以 S_Z 为因变量,以 Δky_{l} 为自变量的回归方程,以获取有效度差值的变化趋势 γ ,如公式(5)和(6)所示:

$$S_Z = (S_Y + S_L)/2 \quad (5)$$

$$S_Z = \gamma \Delta ky_{l} + b \quad (6)$$

b 为截距.一般地,公式(6)采用直线回归方程.有效度差值的变化趋势 γ 有三种可能,如公式(7)所示:

$$\begin{cases} \gamma > 1 \\ \gamma < 1 \\ \gamma = 1 \end{cases} \quad (7)$$

当 $\gamma > 1$ 时,表明两者之间的差距越来越大,说明项目部对总部的网络创新有效度并不平稳,项目部的经营状态具有风险;当 $\gamma < 1$ 时,表明两者之间的差距越来越小,说明项目部对总部的网络创新有效度将趋于稳定状态,项目部的经营状态趋于好转;当 $\gamma = 1$ 时,表明两者之间的差距维持不变,这种可能性较小.

3 模型运算示例

中国某建设有限公司总部设在上海,是一个具有大型综合性工程施工总承包特级资质的现代化企业,顺利地通过了质量、环境与职业健康安全管理体系认证.公司拥有四个区域性子公司、六个专业施工分公司、六个子公司和十个管理型分公司遍布国内外,各分公司下属众多项目部,构成了一张错综复杂、支撑有序的创新网络地图.

3.1 模型建立

据前文所述,可将中国某建设有限公司各项目部均纳入创新网络地图计算各项目部创新网络效度,但是会构成一个非常复杂的运算示例.为便于说明,本文采用简化的中国某建设有限公司创新网络地图计算若干项目部创新网络效度.

现实情况是,项目部支撑分公司,分公司支撑总公司.也就是说,我国建筑业企业总部通过分公司占领市场空间,各分公司通过项目部占领各地域性市场空间.因此,本文构建中国某建设有限公司创新网络地图前提是以各分公司为总公司的输入节点,计算各分公司创新网络效度.

现取中国某建设有限公司的四个分公司,以总部为核心,根据建筑业企业创新网络地图的绘制步骤,构建其分公司标准地理分区,绘制中国某建设有限公司简化创新网络地图如图2所示.在图2中,符号③代表总公司,符号①、②、④和⑤分别代表中国某建设有限公司的四个分公司.分公司和总公司之间的关联度 R 用集合 $\{R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8\}$ 表示.其中: R_1 表示分公司①和分公司②之间的关联

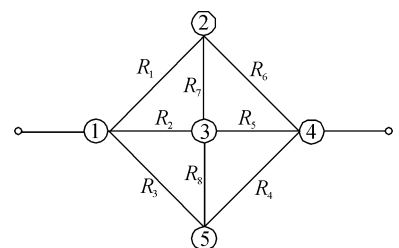


图2 中国某建设有限公司简化创新网络地图

Fig. 2 The innovation net map of a construction limited company in China

度; R_2 表示分公司①和总部③之间的关联度; R_3 表示分公司①和分公司⑤之间的关联度; R_4 表示分公司④和分公司⑤之间的关联度; R_5 表示分公司④和总部③之间的关联度; R_6 表示分公司②和分公司④之间的关联度; R_7 表示分公司②和总部③之间的关联度; R_8 表示分公司⑤和总部③之间的关联度。

3.2 数据获取

为便于说明,将图 2 用可靠性框图表达,如图 3 所示。根据建筑业企业创新网络地图四个指标的计算标准,中国某建设有限公司四个分公司在贡献值、新技术、客户和市场势力四个维度上的原始数据如表 1 所示。同时,根据专家打分和经验取值,四个分公司在新技术、客户和市场势力三个维度上的调整系数如表 2 所示。同时,根据四个指标的计算规则,修正后的数据如表 3 所示。

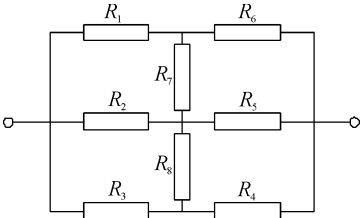


图 3 中国某建设有限公司创新网络系统框图

Fig. 3 Innovation net system sketch map of a construction limited company in China

3.3 子系统可靠度获取

根据改进灰色关联权重的确定步骤,结合表 3 中数据,通过以下五个步骤获取四个分公司之间的子系统可靠度。分公司与总公司之间的可靠度通过贡献值的比重直接获取。

(1)提取向量:最优向量 $U = \begin{bmatrix} 1 & 350 \\ 4 & 250 \\ 3 & 840 \end{bmatrix}$, 最劣向量 $L = \begin{bmatrix} 480 \\ 2 & 228 \\ 1 & 950 \end{bmatrix}$

(2)计算相对偏差矩阵:

$R = \begin{bmatrix} 0.43 & 0.34 & 0 & 0.32 \\ 1 & 0.80 & 0 & 0.28 \\ 0.65 & 0 & 0.93 & 0.42 \end{bmatrix}$, $S = \begin{bmatrix} 0 & 0.09 & 0.43 & 0.11 \\ 0 & 0.20 & 1 & 0.72 \\ 0.28 & 0.93 & 0 & 0.52 \end{bmatrix}$

(3)权重运算:

$C = \begin{bmatrix} 0.228 & 9 \\ 0.221 & 0 \\ 0.300 & 4 \end{bmatrix}$, $W = \begin{bmatrix} 0.228 & 9 \\ 0.221 & 0 \\ 0.300 & 4 \end{bmatrix}$;

(4)优劣关联系数计算:

$\xi_u = \begin{bmatrix} 0.537 & 5 & 0.598 & 6 & 1 & 0.608 & 7 \\ 0.333 & 3 & 0.383 & 5 & 1 & 0.639 & 5 \\ 0.433 & 7 & 1 & 0.348 & 5 & 0.546 & 2 \end{bmatrix}$, $\xi_l = \begin{bmatrix} 1 & 0.840 & 4 & 0.537 & 5 & 0.821 & 3 \\ 1 & 0.718 & 0 & 0.333 & 3 & 0.410 & 5 \\ 0.639 & 5 & 0.348 & 5 & 1 & 0.490 & 5 \end{bmatrix}$

(5)子系统可靠度(关联度)获取:

优关联度为: $R_1 = 0.438 5$, $R_6 = 0.696 0$, $R_4 = 0.739 1$, $R_3 = 0.592 7$;

劣关联度为: $R_1 = 0.855 7$, $R_6 = 0.604 7$, $R_4 = 0.662 5$, $R_3 = 0.567 9$;

(6)根据贡献度比值可得其他子系统可靠度:

$R_2 = 0.233$, $R_5 = 0.213$, $R_7 = 0.267$, $R_8 = 0.287$

Tab. 1 Initial data

	Branch office 1	Branch office 2	Branch office 4	Branch office 5
Distribution value	350	400	320	430
New technique	400	480	900	500
Customer	1 650	1 750	2 500	2 300
Market power	1 800	1 700	1 500	2 000

Tab. 2 Modified coefficient

	Branch office 1	Branch office 2	Branch office 4	Branch office 5
New technique α	0.20	0.40	0.50	0.40
Customer β	0.35	0.50	0.70	0.60
Market power γ	0.40	0.60	0.30	0.50

Tab. 3 Modified data

	Branch office 1	Branch office 2	Branch office 4	Branch office 5
New technique	480	672	1 350	700
Customer	2 228	2 625	4 250	3680
Market power	2 520	3 840	1 950	3 000

3.4 系统有效度获取

根据模型建立的前提条件,以各分公司为总公司的输入节点,计算各分公司创新网络有效度.分别输入优关联度和劣关联度两组数据,运算结果如表4所示:

Tab. 4 Node reliability

	Node 1 as the starting point	Node 2 as the starting point	Node 3 as the starting point	Node 4 as the starting point
Superior degree of reliability	0.383 867	0.388 580	0.456 095	0.404 522
Inferior degree of reliability	0.467 417	0.449 140	0.449 548	0.406 270

从表4中可发现,节点1和2的关联度提升幅度较大,说明其在创新网络中的贡献不稳定,应该作为重点改进对象.至于其影响因素,则是后续研究的重要方向之一.

4.5 系统有效度差值趋势分析

根据公式(4)至(6),可得系统有效度差值因变量 Δk_{yl} 集合为: $\&(0.083\ 55, 0.060\ 56, 0.006\ 55, 0.001\ 748)$, 自变量 S_z 集合为 $\&(0.647, 0.58, 0.7, 0.65)$, 构建一次回归方程(8):

$$S_z = -0.451\ 6\Delta k_{yl} + 0.329 \quad (8)$$

$$R^2 = 0.303\ 7$$

回归系数 $r = |-0.451\ 6| < 1$. 这说明分公司整体对总部的网络创新有效度将趋于稳定状态.

4 结 论

建筑业企业价值创新过程中,其价值创新要素重组或组合在成为创新生产函数的有效解的动态调整过程中所称形成的相对稳定关系,就构成了一定条件下满足、符合组织生产发展需要的建筑业企业价值创新网络.它服务于组织创新生产函数的价值取向.本文利用四维指标,即贡献值、新技术、客户和市场势力,提出八个步骤从地域角度构建建筑业企业创新网络地图,并采用改进灰色关联分析法构建四维指标(贡献值、新技术、客户和市场势力)确定建筑业企业创新网络子系统可靠性;进而以优劣子系统差值和由优劣系统有效度之和的中值构建回归方程,并提出有效度差值变化趋势系数预测建筑业企业创新网络系统有效性的变化趋势.实证研究表明该方法可以对建筑业企业创新网络的有效度进行简明、有效的评价和预测.

参考文献 References

- [1] MIOZZO Marcela, DEWICK Paul. Networks and innovation in European construction: Benefits from inter-organisational cooperation in a fragmented industry [J]. International Journal of Technology Management, 2004, 27(1): 68-92.
- [2] HAGEDOORN John. Global strategies in innovation: networks research and production [J]. International Journal of Technology Management, Special Publication on the Role of Technology in Corporate Policy, 1991(2): 81-94.
- [3] TAYLOR, Tim, OHRN Arina. Network management for smart grids: Innovative operations centers to manage future distribution networks [J]. ABB Review, 2009, (3): 45-49.
- [4] THORGREN Sara, WINCENT Joakim, ORTQVIST Daniel. Designing inter-organizational networks for innovation: An empirical examination of network configuration, formation and governance [J]. Journal of Engineering and Technology Management, 2009, 26(3): 148-166.
- [5] 张静晓, 金维兴. 中国建筑业价值创新的基点 [J]. 建筑经济, 2008(4): 9-12.
ZHANG Jing-xiao, JIN Wei-xing. The Logical Starting Point of Value Innovation in China's Construction Industry [J]. Construction Economy, 2008, (4): 9-12.
- [6] 张永宁. 基于知识转移的企业创新网络研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2008.
ZHANG Yong-ning. Research on Inter-firm Innovation Network Based on Knowledge Transfer [D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2008.
- [7] 池仁勇. 区域中小企业创新网络的结点联结及其效率评价研究 [J]. 管理世界, 2007(1): 105-112, 121.
CHI Ren-yong. Research on the Bonds Connection and Efficiency of Regional Small-and-medium Enterprises Innovation Network [J]. Management World, 2007(1): 105-112, 121.

- [8] 何亚琼, 秦 沛. 一种新的区域创新能力评价视角:区域创新网络成熟度评价指标体系建设研究[J]. 哈尔滨工业大学学报:社会科学版, 2005, 7(6): 88-92.
HE Ya-qiong, QIN Pei. A New Perspective to the Evaluation of Regional Innovation Capacity—Research on the Maturity of the Evaluation Index System for Regional Innovation Networks[J]. Journal of Harbin Institute of Technology: Social Sciences Edition, 2005, 7(6): 88-92.
- [9] 张静晓. 中国建筑业企业价值创新研究[D]. 西安:西安建筑科技大学, 2009.
ZHANG Jing-xiao. Research on the Value Innovation of Construction Enterprise in China[D], Xi'an: Xi'an University of Architecture & Technology, 2009.
- [10] ROBYN Kea, KEITH Hampson. Building Constructive Innovation Networks: Role of Relationship Management [J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2007, 133(5): 364-373.
- [11] ALASOINI Tuomo. Promoting network-based organizational innovations: A new approach in Finnish labour and technology policies [J]. International Journal of Technology Management, 2001, 22(1/3): 174-188.
- [12] PIERRE-BENOIT Joly. Innovating through networks: a case study in plant biotechnology [J]. International Journal of Biotechnology, 1999, 1(1): 67-81.
- [13] LAMMING R, HAJEE D, HORRILL M, et al. Lessons from co-development of a single vessel processor: Methodologies for managing innovation in customer-supplier networks [J]. International Journal of Technology Management, 2002, 23(1-3): 21-39.
- [14] MIOZZO Marcela, DEWICK Paul. Networks and innovation in European construction: Benefits from inter-organisational cooperation in a fragmented industry [J]. International Journal of Technology Management, 2004, 27(1): 68-92.
- [15] GUNAWAN, IGEL Barbara, RAMANATHAN K. Innovation networks in a complex product system project: The case of the ISDN project in Indonesia [J]. International Journal of Technology Management, 2002, 24(5): 583-599.
- [16] 今井賢一, 伊丹敬の, Kazuo Koike. 内部組織の経済学[M]. 東京: 東洋経済新報社, 1982.
- [17] 金维兴, 盛淑凯, 宁文泽. 创新型建筑业及其经济增长原理[J]. 建筑经济, 2006(6): 5-8.
JIN Wei-xing, SHENG Shu-kai, NING Wen-ze. Analysis on the Construction Industry Innovation and its Economic growth[J], Construction Economy, 2006(6): 5-8.
- [18] 李柏年. 多目标决策中客观性权重的一种确定方法[J]. 运筹与管理, 2002, 11(5): 36-39.
LI Bai-nian. The Method of Determining the Objective Weight in Multi-Purpose Decision[J]. Operations Research and Management Science, 2002, 11(5): 36-39.

Analysis on the reliability assessment of the construction enterprises innovation net in China's construction industry

ZHANG Jing-xiao, LI Hui

(School of Civil Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, PR. China)

Abstract: From the perspective of both the regional factors and the feature of China's construction industry cluster, and by taking the project department, branch office and headquarters as the mainline, this paper has proposed the construction principles and steps of construction enterprise innovation net to fit its resource distribution, the modified gray relative analysis method is used in this study to evaluate the reliability of subsystem between each branch office and head office. Further more, the reliability difference value series function of construction enterprise value innovation net system has been built by the system reliability series of superior and inferior sub-system. Empirical research shows that this method can help evaluate the variation tendency of system reliability for construction enterprise innovation net efficiently.

Key words: construction industry; innovation net; reliability; industry cluster

Biography: ZHANG Jing-xiao, Associate Professor, Ph. D., Xi'an, 710064, P. R. China, Tel: 0086-15929739877, E-mail: zhangjingxiao964@126.com