

基础设施建设 PPP 项目关键绩效指标识别研究

袁竞峰¹, Skibniewski Mirosław J.², 邓小鹏¹, 季 闯¹, 李启明¹

(1. 东南大学 土木工程学院, 江苏 南京 210096, ; 2. 马里兰大学帕克分校 Clark 工学院, 美国 马里兰州 20742)

摘要:中国城市公用事业的民营化改革是当前中国的重要政策, PPP 模式被广泛应用到中国的各类基础设施建设中。在实际的工作中政府却缺乏行之有效的关键绩效指标体系(Key Performance Indicators, KPI), 不能够为项目的绩效考核提供可以依据的标准, 最终致使项目的政府监管缺位, 绩效无法跟踪, 项目产出受到影响, 社会公众的福利难以得到保障。文章针对此问题, 在以往研究和问卷调查的基础上, 运用结构方程模型对 48 个绩效指标进行进一步分析, 为政府监管 PPP 项目识别出 41 个 KPI, 并分析了指标分组之间的关系, 对中国的基础设施建设和运营提供了保障, 为 PPP 项目绩效提高提供了可供参考的重要依据。

关键词:公私合营(PPP); 项目管理; 关键绩效指标(KPI); 结构方程模型

中图分类号: F294, TU723

文献标志码: A

文章编号: 1008-5831(2012)03-0056-08

一、引言

PPP 模式包括数量众多的 BOT、TOT 等项目^[1], 在中国被广泛应用于基础设施建设和运营之中, 重在引入私人资本投资—建设—运营基础设施项目, 强调公私方之间长期、稳定、和谐的合作关系, 强调相互得利的“双赢”局面, 为基础设施的发展提供了全新的视角, 值得在中国进行更大规模的推广应用, 可为地方政府的基础设施发展提供充裕的资金、先进的技术和管理技巧以及有效的风险分担机制^[1]。

中国城市公用事业的民营化改革是当前中国的重要政策。《国务院关于鼓励和引导民间投资健康发展的若干意见》(国发[2010]13号)已经于2010年5月出台, 简称“新36条”, 确定了鼓励和引导民间投资健康发展的政策措施, 进一步拓宽了民间投资的领域和范围, 鼓励和引导民间资本进入包括交通、电信、国防、保障性住房、市政等多个基础设施领域, 充分说明了党中央、国务院高度重视中国城市公用事业的改革问题以及当前中国城市公用事业改革的重要性和紧迫性^[2]。然而, 在实践过程中不少 PPP 项目出现了问题, 特别是项目绩效的监控处于无章可循的状态^[3]。究其根本, 政府在实际的工作中缺乏行之有效的关键

收稿日期: 2011-05-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(71001027); 江苏省高校哲学社会科学研究项目(2011SJD630003); 教育部人文社科基金项目(09YJCZH014)

作者简介: 袁竞峰(1981-), 男, 东南大学土木工程学院建设与房地产系讲师, 博士, 主要从事 PPP 模式的应用、风险管理和项目投融资研究; Skibniewski Mirosław J., 美国马里兰大学帕克分校 Clark 工学院土木工程系讲座教授, Automation in Construction 国际期刊主编, 俄罗斯科学院外籍院士, 主要从事工程项目管理、信息系统在工程项目中的应用研究。

绩效指标体系 (Key Performance Indicators, KPI), 不能为项目的绩效考核提供可以依据的标准, 最终致使项目的政府监管缺位, 绩效无法跟踪, 项目产出受到影响, 社会公众的福利难以得到保障^[1,4]。

“新 36 条”的第三十五条进一步指出“在放宽市场准入的同时, 切实加强监管”, 说明了政府对引入民间投资的监督和管理非常重要。针对 PPP 项目监管缺乏绩效指标的问题, 在笔者以往研究和问卷调查的基础上, 运用结构方程模型对数据进行进一步分析, 为政府监管 PPP 项目提供可以依据的 KPI, 对中国的基础设施建设和运营提供保障。

二、相关研究综述

(一) PPP 项目的关键绩效指标

英国建筑业中, 建设项目的绩效水平 (Project Performance) 受到普遍关注。绩效改进的重点在于预测能力增加、成本减少、工期缩短、质量缺陷减少、安全事故减少、生产率增加和利润率增加^[5]。在 21 世纪, 众多学者对建设项目的绩效进行了大量研究, 指出通过 KPI 来控制项目的绩效优于在企业生产管理中广泛采用的 EFQM 方法和平衡计分法 (Balance Scorecard, BSC)。原因在于 EFQM 强调质量指标, 而 BSC 强调财务指标, 均不能很好地权衡工程项目中遇到的各种问题^[6]。KPI 被 KPI Working Group 认为是可以很好评测项目绩效的工具^[7]。近年来, 有诸多 KPI 的模型、框架和系统被提出, KPI 也从传统的进度、成本和质量向更大范围扩展, 如环境与安全、技术应用、变更处理等^[8-10], 取得了大量成果, 其中最具代表性的是 Takim 和 Akintoye 提出的从效率和效能两个角度来定义 KPI 指标体系的工程项目 KPI 概念模型 (T-A 模型)^[11]。

然而, PPP 项目特定的复杂性、高风险性和长时间跨度使得以往的研究成果难以被复制。一些学者提出运用新的思维设定 PPP 项目的 KPI, 采用新的指标衡量 PPP 项目的生存能力、风险大小、利益相关者满意度、运营能力等^[12-14]。由于 PPP 项目涉及的资本巨大, 且特许权期限往往长达 20 ~ 30 年, 投资回收压力很大, 因而相关的绩效指标往往数量众多且较为繁杂, 包括特许权获得者的指标、财务指标、项目相关风险指标、项目管理等^[15-17], 涉及项目宏观层面和微观层面的管理。笔者在以往的研究中提出了 PPP 项目绩效指标的概念模型, 并通过广泛的问卷调查, 得到了 48 个 PPP 项目绩效指标^[1,4]。

如图 1 所示, 绩效指标模型包括三个部分: (1) PPP 项目的物理特征指标, 反映了 PPP 项目的物理特征, 可以视为项目的输入, 其从 PPP 项目的概念设

计和规划阶段开始影响项目的绩效, 决定了项目在一定政治经济法律环境下能否获得成功; (2) PPP 项目利益相关者的需求, 包括项目的财务融资和开发市场能力、创新能力和组织学习能力、利益相关者的满意度三个部分, 该部分充分反映了利益相关者在经济性、利益分享、创新、文化等需求; (3) PPP 项目的进程控制, 项目绩效提高离不开有效的进程控制, 因而, 这一部分是影响建造、运营、维护和项目转移等过程的因素。在第二和第三部分, 所有的绩效指标是动态并可量度的, 能够反映项目特殊需求、顾客满意度、效率变化和商业过程变动。通过量度这些指标可以发现项目在未来发展中的提升空间与方向, 反映绩效随时间的变化。整个绩效指标系统如图 2 所示。

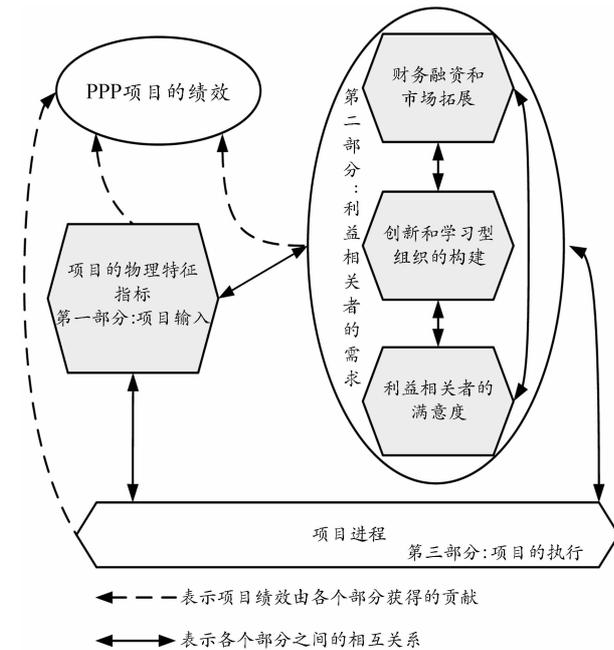


图 1 PPP 项目 KPI 概念模型

PPP 项目的 KPI 概念模型包括了反映利益相关者需求的动静态指标。该模型不仅强调质量、进度和成本, 更关注由 PPP 项目提供的公共服务, 期待 PPP 模式能够比传统采购模式创造更优的价值^[1]。另一方面, 该指标体系也存在指标过多的问题, 无法在实际工程中被有效应用, 且指标间的关系不清晰, 因而有必要运用一定的工具精简指标, 并明晰指标间的关系。

(二) 结构方程模型在指标体系研究中的应用

结构方程模型 (Structural Equation Modeling, 简称 SEM) 将事物的客观状态以因果假设的方式加以呈现, 然后以量化的资料加以验证, 是一种实证分析模型方法。SEM 方法已被较多地应用于各类指标体系中, 如企业管理、高校管理和战略管理等^[18-20]。

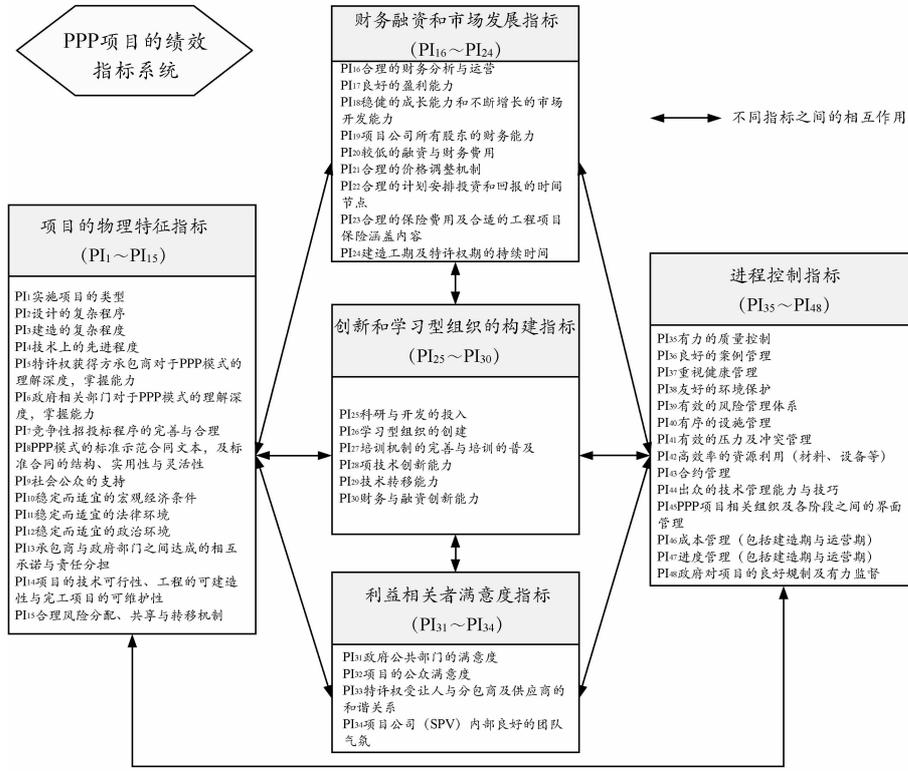


图2 PPP项目的绩效指标系统

完整的SEM存在建构的潜变量(即不可直接测量的变量,包括外生潜变量 ξ 和内生潜变量 η)与适当的显变量(即可直接测量的观测变量,包括外生观测变量 x 和内生观测变量 y)间的关系和依据理论建立的潜变量与潜变量间的回归关系,包含测量模型次体系和结构模型次体系。SEM中,变量相互之间的连接关系是以结构参数来呈现的^[18]。依据指标体系,构建SEM后,可以对量化资料加以验证,得到相应结构参数。该参数是计算指标权重的重要根据,可以实现评估和优选指标等目的,能够识别指标之间的因果关系,可以很好解决在PPP项目关键绩效指标选取中出现的指标过多、内部关系复杂且不易梳理的问题。

三、PPP项目绩效指标的SEM-I构建与分析

(一)结构方程模型I的构建

PPP项目的绩效指标的SEM-I模型可如图3所示,此时并不考虑各个指标分组之间的关系。PPP项目的绩效指标模型中有5个外生潜变量 $\xi_1 - \xi_5$ 、1个内生观测变量 η 、48个外生观测变量 $x_1 - x_{48}$,潜变量与观测变量之间的因果关系由箭线表示。内生观测变量 y 在模型中未考虑,原因在于模型仅仅是为了描述PPP项目绩效指标之间的关系。潜变量 $\xi_1 - \xi_5$ 与测量变量 $x_1 - x_{48}$ 成了SEM的测量方程, η 与 $\xi_1 - \xi_5$ 之间的关系构成了结构方程,二者统一称为SEM,该模型直观表达了PPP项目绩效与绩效指标

及分组间的关系,如图3所示。图3(路径图)清晰描述了结构参数及指标之间的路径系数(或效应),其中的变量由矩形框表示,假设变量间的因果关系由直箭线表示,原因变量通过箭头指向结果变量,变量间没有箭线表示假定变量间不存在直接联系。

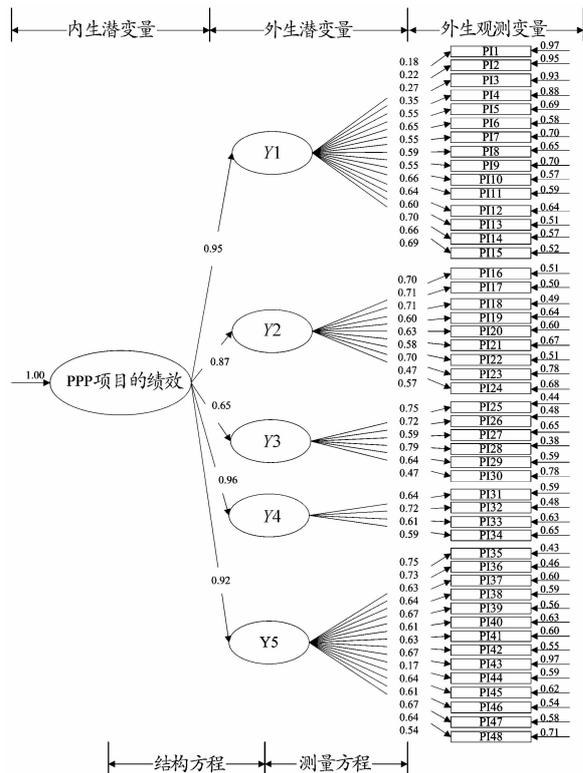


图3 PPP项目绩效指标的SEM-I及其路径图

理论模型建立之后,对模型的求解被称为模型拟合,主要是模型参数估计。在 SEM 分析中,总体协方差矩阵 $\Sigma(\theta)$ 与 x 的样本协方差矩阵 S 应尽可能接近,定义 $\Sigma(\theta)$ 与 S 之间的距离为拟合函数 $F(S, \Sigma(\theta))$ 。参数估计要求出 $\hat{\theta}$,使得 $F(S, \Sigma(\hat{\theta}))$ 达到最小值, $\Sigma(\hat{\theta})$ 就是再生协方差矩阵。若 $F(S, \Sigma(\hat{\theta}))$ 较小,则表明所提出的理论模型 SEM-I 是可接受的,否则理论模型与实际情况不吻合,需要修正。采用 SEM 验证性因子分析中最常用的估计方法——极大似然估计法进行参数估计。问卷数据预处理后,用软件 LISREL8.54 对 SEM-I 进行求解,求解结果有模型参数估计与拟合指数:观测变量和潜变量的非标准化系数 LAMBDA-X(包括参数估计值、标准误差 SE 和显著性指标 t 值)、观测变量间误差协方差矩阵 THETA-DELTA 和拟合度指标,如表 1 所示。

(二) 结构方程模型 I 的解释分析

得到了拟合模型之后,需要对拟合模型的优劣进行判断,主要包括两个方面:(1)用各种拟合指数对模型做整体的评价,主要有卡方 χ^2 、自由度 Df 、比较拟合指数 CFI 和近似误差均方根 RMSEA;(2)检

验参数的显著性,评价参数的意义和合理性,主要有标准误差 SE 和显著性指标 t 值。

通常,理论模型拟合良好的范围是 $RMSEA \leq 0.05$;拟合较好的范围是 $0.05 < RMSEA \leq 0.08$;中度拟合的范围是 $0.08 < RMSEA \leq 0.10$;不良拟合的范围是 $RMSEA > 0.10$ 。同时,即使拟合指数显示模型拟合较好或者良好,也可能有些参数的估计量并不合理或者缺乏实际意义,因此,要进行参数的显著性水平检验。由于每个参数都有标准误差和 t 统计量的值,这样就可采用标准误差 SE 和 t 统计量对参数做显著性水平检验。SE 的范围应在 $0.08 \sim 0.36$ 之间;当 $t > 1.96$ 时,表示估计参数已达 0.05 显著性水平;当 $t > 2.58$ 时,表示估计参数已达 0.01 显著性水平。在模型拟合效果接受的前提下,可以通过结构参数进行显著性检验进一步判断模型假定的关系是否成立^[20]。由表 1 可以得到,指标 PI_1 、 PI_2 、 PI_3 、 PI_4 和 PI_{42} 未能通过显著性检验。SEM-I 模型中,PPP 项目绩效与 5 个指标分组(也是 5 个主要因素)都存在着正相关关系;除去未通过检验的指标,其余 43 个指标与各自所在的指标分组(主要因素)存在着正相关关系。

表 1 SEM-I 二阶验证性因素分析参数估计

LISREL 参数估计(极大似然估计法)	LAMBDA - X			THETA - DELTA			
	指标代码	参数估计	SE	t 值	参数估计	SE	t 值
	PI_1	0.18	0.13	0.66	0.97	0.11	8.40
	PI_2	0.22	0.13	1.66	0.95	0.11	8.39
	PI_3	0.27	0.15	1.78	0.93	0.11	8.37
	PI_4	0.35	0.18	1.92	0.88	0.11	8.32
	PI_5	0.55	0.27	2.06	0.69	0.09	8.10
	PI_6	0.65	0.31	2.09	0.69	0.07	7.90
	PI_7	0.55	0.27	2.06	0.58	0.09	8.11
	PI_8	0.59	0.28	2.08	0.70	0.08	8.04
	PI_9	0.55	0.27	2.06	0.65	0.09	8.11
	PI_{10}	0.66	0.31	2.09	0.70	0.07	7.86
	PI_{11}	0.64	0.31	2.09	0.57	0.07	7.92
	PI_{12}	0.60	0.29	2.08	0.59	0.08	8.01
	PI_{13}	0.70	0.33	2.11	0.64	0.07	7.71
	PI_{14}	0.66	0.31	2.10	0.51	0.07	7.86
	PI_{15}	0.69	0.33	2.10	0.57	0.07	7.76
	PI_{16}	0.70	0.09	7.79	0.51	0.07	7.47
	PI_{17}	0.71	0.09	7.79	0.50	0.07	7.45
	PI_{18}	0.71	0.09	7.85	0.49	0.07	7.42

续表

LISREL 参数估计(极大似然估计法)	LAMBDA - X			THETA - DELTA		
	指标代码	参数估计	SE	t 值	参数估计	SE
PI ₁₉	0.60	0.09	6.65	0.64	0.07	7.88
PI ₂₀	0.63	0.09	7.02	0.60	0.08	7.77
PI ₂₁	0.58	0.09	6.42	0.67	0.08	7.94
PI ₂₂	0.70	0.09	7.73	0.51	0.08	7.48
PI ₂₃	0.47	0.09	5.21	0.78	0.07	8.16
PI ₂₄	0.57	0.09	6.30	0.68	0.10	7.97
PI ₂₅	0.75	0.09	6.70	0.44	0.09	6.63
PI ₂₆	0.72	0.09	8.18	0.48	0.07	6.91
PI ₂₇	0.59	0.09	6.70	0.65	0.07	7.68
PI ₂₈	0.79	0.09	8.90	0.58	0.08	6.12
PI ₂₉	0.64	0.09	7.22	0.59	0.06	7.47
PI ₃₀	0.47 *	0.09	5.30	0.78	0.08	8.03
PI ₃₁	0.64	0.10	7.20	0.59	0.10	7.59
PI ₃₂	0.72	0.10	7.20	0.48	0.09	7.04
PI ₃₃	0.61	0.10	6.27	0.63	0.07	7.75
PI ₃₄	0.59	0.10	6.16	0.85	0.07	7.80
PI ₃₅	0.75	0.08	8.97	0.43	0.08	7.58
PI ₃₆	0.73	0.08	7.60	0.46	0.06	7.67
PI ₃₇	0.63	0.08	7.69	0.60	0.08	8.00
PI ₃₈	0.64	0.08	8.04	0.59	0.10	7.98
PI ₃₉	0.67	0.08	7.28	0.56	0.08	7.92
PI ₄₀	0.61	0.08	7.63	0.63	0.07	8.05
PI ₄₁	0.63	0.08	8.08	0.60	0.08	7.99
PI ₄₂	0.67	0.08	1.95	0.55	0.06	7.91
PI ₄₃	0.17	0.08	7.68	0.97	0.06	8.41
PI ₄₄	0.64	0.08	7.34	0.59	0.12	7.98
PI ₄₅	0.61	0.08	8.17	0.62	0.07	8.04
PI ₄₆	0.67	0.08	7.34	0.54	0.08	7.89
PI ₄₇	0.64	0.08	7.77	0.58	0.07	7.97
PI ₄₈	0.54 *	0.08	6.37	0.71	0.09	8.17

$$\chi^2 = 2475.85, Df = 1075, CFI = 0.91, RMSEA = 0.098$$

根据 SEM - I 参数估计结果中的路径系数,影响 PPP 项目绩效的最关键因素是 PPP 项目的利益相关者满意度(0.96)和物理特征指标(0.95),项目进程控制指标(0.92)也很重要,影响程度较轻的是创新能力和组织学习能力指标。PPP 项目绩效 P 与绩效指标之间的关系可以通过用结构方程模型表示,如式 1:

$$P = 0.95 \times \xi_1 + 0.87 \times \xi_2 + 0.65 \times \xi_3 + 0.96 \times \xi_4 + 0.92 \times \xi_5 \quad (1)$$

依据参数估计的路径系数确定各分组的权重分配,可以直观表达各绩效分组对 PPP 项目绩效的贡献程度。将相应的路径系数归一化,如式 2 所示:

$$w1 : w2 : w3 : w4 : w5 = 0.22 : 0.20 : 0.15 : 0.22 : 0.21 \quad (2)$$

通过构建 SEM - I,PPP 项目绩效与绩效指标分组、绩效指标之间的关系可以被清晰地描述出来,可以从中发现对 PPP 项目绩效贡献最为突出的分组和指标。此外,一些路径系数较小(< 0.55)的指标和显著性检验未能通过的指标,可以从剔除出来,包括 PI₁、PI₂、PI₃、PI₄、PI₂₃、PI₄₂和 PI₄₃(虽然 PI₃₀和 PI₄₈的路径系数小于 0.55,但是这两个指标在问卷调查中的均分排序在前 10 名,故予以保留,具体数据可参见文献[4])。

表 2 结构方程模型 I 二阶验证性因素分析参数估计

LISREL 参数估计(极大似然估计法)	LAMBDA - X			THETA - DELTA		
	指标代码	参数估计	SE	t 值	参数估计	SE
PI ₅	0.56	0.08	7.01	0.69	0.08	8.10
PI ₆	0.65	0.08	8.48	0.57	0.07	7.89
PI ₇	0.55	0.08	6.81	0.70	0.09	8.12
PI ₈	0.58	0.08	7.38	0.66	0.08	8.05
PI ₉	0.55	0.08	6.92	0.69	0.09	8.11
PI ₁₀	0.65	0.08	8.48	0.57	0.07	7.89
PI ₁₁	0.64	0.08	8.23	0.59	0.07	7.93
PI ₁₂	0.61	0.08	7.71	0.63	0.08	8.01
PI ₁₃	0.70	0.08	9.34	0.51	0.07	7.72
PI ₁₄	0.65	0.08	8.49	0.57	0.07	7.89
PI ₁₅	0.69	0.08	9.21	0.52	0.07	7.75
PI ₁₆	0.70	0.08	9.06	0.52	0.07	7.54
PI ₁₇	0.71	0.08	9.44	0.50	0.07	7.43
PI ₁₈	0.71	0.08	9.45	0.49	0.07	7.42
PI ₁₉	0.60	0.08	7.60	0.64	0.08	7.88
PI ₂₀	0.63	0.08	8.00	0.60	0.08	7.80
PI ₂₁	0.58	0.08	7.21	0.66	0.08	7.94
PI ₂₂	0.70	0.08	9.16	0.51	0.07	7.51
PI ₂₄	0.57	0.08	7.05	0.68	0.08	7.97
PI ₂₅	0.75	0.08	9.78	0.45	0.07	6.79
PI ₂₆	0.72	0.08	9.34	0.48	0.07	7.01
PI ₂₇	0.59	0.08	7.25	0.65	0.08	7.73
PI ₂₈	0.79	0.08	10.86	0.56	0.08	6.12
PI ₂₉	0.64	0.08	8.05	0.59	0.08	7.51
PI ₃₁	0.64	0.08	8.00	0.60	0.08	7.77
PI ₃₂	0.72	0.08	9.43	0.48	0.07	7.21
PI ₃₃	0.61	0.08	7.87	0.61	0.08	7.94
PI ₃₄	0.59	0.08	7.28	0.66	0.08	7.94
PI ₃₅	0.75	0.08	10.43	0.43	0.06	7.59
PI ₃₆	0.73	0.08	10.10	0.46	0.06	7.67
PI ₃₇	0.63	0.08	8.29	0.59	0.07	8.00
PI ₃₈	0.64	0.08	8.26	0.59	0.07	8.00
PI ₃₉	0.67	0.08	8.69	0.56	0.08	7.94
PI ₄₀	0.61	0.08	7.74	0.63	0.08	8.07
PI ₄₁	0.63	0.08	8.32	0.60	0.08	8.00
PI ₄₄	0.64	0.08	8.31	0.59	0.07	8.00
PI ₄₅	0.61	0.08	7.82	0.63	0.08	8.06
PI ₄₆	0.67	0.08	8.75	0.56	0.07	7.93
PI ₄₇	0.64	0.08	8.29	0.59	0.07	8.00
PI ₄₈	0.54	0.08	6.62	0.72	0.09	8.18

$$\chi^2 = 2455.67, Df = 1070, CFI = 0.91, RMSEA = 0.097$$

四、PPP 项目绩效指标 SEM - II 的构建与分析

事实上,各个绩效指标分组之间的相互关系并未在 SEM - I 中考虑,而明确这些关系对于最终利用 KPI 进行绩效评测具有重要意义。当各分组之间存在潜在的相互影响关系时,将影响各分组的路径系数,权重也

将变化,笔者基于图 3 构建了 SEM - II(图 4)。

模型的参数估计与拟合指数如表 2 所示,全部指标达到 0.05 的显著性水平。与 SEM - I 相比,SEM - II 的拟合指数有较小的变化(χ^2 、Df 和 RMSEA 有所降低),原因是 SEM - II 中减少了一阶隐变

量,但指标分组之间的路径也增加了,说明 SEM - II 的拟合程度较好。

SEM - II 的计算结果同时表示在图 4 中,指标分组 1 对其他四组都有较强的影响,这也符合指标体系构建时的假设,其中对于创新能力和组织学习能力影响较弱(0.55),说明提高创新能力和完善培训机制在绩效管理过程中相对独立于物理特征指标,即项目初期对二者的影响较小。四个动态分组中的相互影响也较大,其中过程控制指标与其余三组的影响最大,说明控制 PPP 项目的过程异常重要,特别是过程控制与利益相关者满意度的相互影响极高(0.92),同时融资财务指标与过程的相互影响也相当重要(0.78),说明控制过程是影响 PPP 项目绩效的重要分组,也验证了 SEM - I 计算结果的合理性。在这些关系中,创新能力和组织学习与利益相关者满意度的相互影响最弱,只有 0.50,说明利益相关者对技术、管理和组织的创新需求较弱。通过 SEM - II,辨析了各分组间的关系,为利用 KPI 进行绩效评估提供了基础。

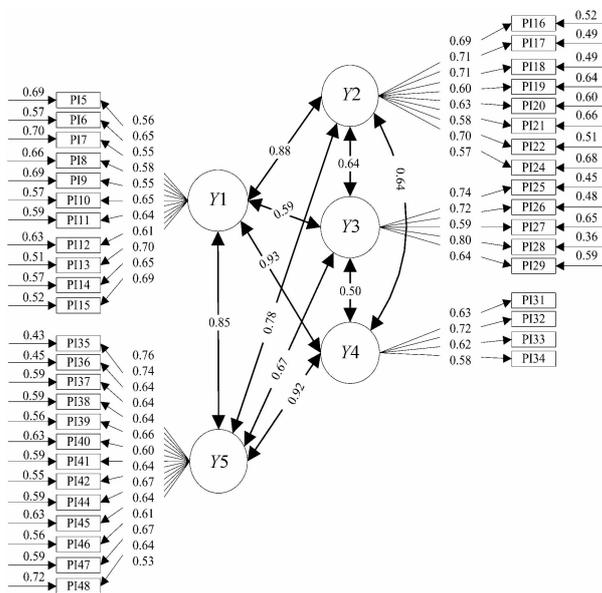


图 4 PPP 项目绩效指标的 SEM - II 及其路径图

五、结语

通过对模型 SEM - I 和 SEM - II 的计算,对 PPP 项目的绩效指标体系进行了精简,也对指标之间的关系进行了分析。对 SEM - I 的计算表明 48 个指标的分组假设是正确的,同时第一分组(物理特征指标)和第五分组(即第三部分,项目进程控制指标)对 PPP 项目的贡献最大,也符合在概念模型构建时的假设,同时贡献最小的是第三分组(创新和学习型组织的构建指标),5 个分组之间的权重也可根据 SEM 的计算结果得到,为 0.22、0.20、0.15、0.22 和 0.21。根据路径系数和显著性检验,PI₁、PI₂、PI₃、

PI₄、PI₂₃、PI₄₂ 和 PI₄₃ 被剔除出来,剩余的 41 个绩效指标作为潜在的关键绩效指标。在此基础上对剩余的 41 个绩效指标构建了模型 SEM - II,一方面是考察各指标分组之间的关系,另一方面是为了考察 41 个指标能否通过检验。结果表明,指标分组之间存在不同程度的影响,静态指标分组(第一分组,物理特征指标)对动态指标分组都有较强影响,而静态指标分组内部进程控制与利益相关者的满意度相关度最高(0.92),创新和学习型组织的构建与利益相关者的满意度的联系最弱,仅 0.50。同时,41 个指标的路径系数和显著性检验均通过,可以认为 41 个指标就是 PPP 项目的 KPI,能全面反映 PPP 项目在过程中各种绩效变化,能够对 PPP 项目实施 PPP 项目绩效评价提供帮助。

通过采用 SEM 方法帮助 PPP 项目有效识别了 KPI,明晰了指标分组之间的关系。但识别出的 KPI 仍较多,不利于绩效评估的快捷,原因在于未能充分考虑 SEM - II 计算得到的指标分组间的关系,这是未来深化本研究的方向,目标是能获取更实用和精简的 KPI。

参考文献:

- [1] YUAN J F, ZENG J Y, MIROSLAW J S, LI Q M. Selection of performance objectives and key performance indicators in public - private partnership projects to achieve value for money [J]. Construction Management and Economics, 2009, 27(3): 253 - 270.
- [2] 国务院.《国务院关于鼓励和引导民间投资健康发展的若干意见》(国发[2010]13号)[EB/OL]. [2010-05-13]. http://www1.www.gov.cn/zwgg/2010-05/13/content_1605218.htm.
- [3] 元霞,柯永健,王守清.基于案例的中国 PPP 项目的主要风险因素分析[J].中国软科学,2009(5): 107 - 113.
- [4] 袁竞峰.基于 VFM 的 PPP 项目绩效管理研究[D].南京:东南大学,2009.
- [5] 孟宪海.关键绩效指标 KPI——国际最新的工程项目绩效评价体系[J].建筑经济,2005(2): 50 - 52.
- [6] LIN G, SHEN Q. Measuring the performance of value Management studies in construction: Critical review [J]. Journal of Management in Engineering, 2007, 23(1): 2 - 9.
- [7] KPI Working Group. KPI Rep. for the Minister for Construction[R]. Dept. of the Environment, Transport and the Regions. London, 2000.
- [8] ATKINSON A A, WATERHOUSE J H, WELLS R B. A stakeholder approach to strategic performance measurement

- [J]. Sloan Management Review, 1997, 38 (3): 25 - 37.
- [9] WATERIDGE J. How can IS/IT projects be measured for success [J]. International Journal of Project Management, 1998, 16 (1): 59 - 63.
- [10] KAGIOGLOU M, COOPER R, AOUAD G. Performance management in construction: A conceptual framework [J]. Construction Management and Economics, 2001, 19 (1): 85 - 95.
- [11] TAKIM R, AKINTOYE A. A performance indicators for successful construction project performance [C]//Greenwood D. 18th Annual ARCOM Conference. University of Northumbria, 2002: 545 - 55.
- [12] SALMAN A F M, SKIBNIEWSKI M J, BASHA I. BOT viability model for large-scale infrastructure projects [J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2007, 133(1): 50 - 63.
- [13] LI B, AKINTOYE A, EDWARDS P J, HARDCASTLE C. Critical success factors for PPP/PFI projects in the UK construction industry [J]. Construction Management and Economics, 2005, 23(5): 459 - 471.
- [14] EL-GOHARY N M, OSMAN H, EL-DIRABY T E. Stakeholder management for public private partnerships [J]. International Journal of Project Management, 2006, 24: 595 - 604.
- [15] ABDEL AZIZ A M. Successful delivery of public - private partnerships for infrastructure development [J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2007, 133 (12): 918 - 913.
- [16] KUMARASWAMY M M, ANVUUR A M. Selecting sustainable teams for PPP projects [J]. Building and Environment, 2008, 43(6): 999 - 1009.
- [17] Cambridge Economic Policy Associates. Public private partnerships in Scotland: Evaluation of performance [EB/OL]. [2005 - 03 - 15]. <http://www.scotland.gov.uk/publications/roos/05/05153704/37067>.
- [18] 雷育胜,王坤钟. 结构方程模型在高校就业服务学生评价指标体系构建中的应用 [J]. 现代教育管理, 2010 (3): 122 - 124.
- [19] 李文辉. 基于结构方程模型的企业 HR 甄选方法 [J]. 统计与决策, 2010, 14: 53 - 55.
- [20] 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.

The Identification of Key Performance Indicators in Public Private Partnership Projects based on Structural Equation Modeling

YUAN Jingfeng¹, Skibniewski Miroslaw J.², DENG Xiaopeng¹, JI Chuang¹, LI Qiming¹

(1. School of Civil Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, P. R. China;

2. University of Maryland, College Park, MD 20742, USA)

Abstract: The privatization of infrastructure is an important policy in China, in which PPPs have been applied in infrastructure development. However, lack of effective key performance indicators (KPIs) has hindered PPPs from being applied in good health. Aiming at helping public sectors in PPPs to improve the performance of PPP projects, the structural equation modeling (SEM) is utilized in this paper to simplify and analyze the total 48 performance indicators that were identified by prior researches by authors. Furthermore, the relationships between different indicator groups were also explored. Finally, 41 KPIs were identified by SEM, and the findings from relationship analysis can be used for future research to measure the performance of PPP projects, which will hopefully improve the performance of PPPs in China.

Key words: public private partnership (PPP); project management; key performance indicator (KPI); structural equation modeling (SEM)