

基于五元联系数方法的代建制项目成本风险评价*

胡庆国, 刘丹

(长沙理工大学 交通运输工程学院, 湖南 长沙 410004)

摘要: 为了更准确地分析代建制项目成本风险影响因素,提高成本风险管理水平,基于集对分析理论中的五元联系数方法,从全生命周期角度依据五元联系数及其偏联系数的集对势对各指标的风险态势进行分析,构建了代建制项目成本风险评价模型,并利用该模型综合评价了某代建制项目的成本风险等级。结果表明,基于五元联系数方法的评价模型能更准确地分析系统中的不确定信息,反映系统中影响成本风险的偏向性,进而从动态角度对影响成本的主要风险因素进行有效控制。

关键词: 工程管理;代建制;集对分析;五元联系数;成本风险;风险评价

中图分类号:U415.1

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2017)02-0175-05

目前,代建制已成为中国政府投资项目的一种普遍管理形式。但这种模式在中国实施时间不长,还缺乏相对完善的管理制度。与普通项目相比,代建制项目所面临的成本风险更高、更为复杂,且代建制项目中缺乏系统性的风险识别、风险评价模型,为达到更有效的成本管控,对代建制项目的成本风险进行系统研究十分必要。

现阶段,国内学者针对工程成本风险评价多采用模糊综合评价法、层次分析法和可拓方法,这些方法评价过程简单,主观因素极大程度上影响评价结果,仅能对成本风险影响因素进行量化处理,限制了评价结果的应用与推广。该文从政府投资人的角度,引入集对分析理论中的多元联系数评价方法,建立基于五元联系数的代建制项目成本风险评价模型,将定性与定量相结合,对代建制项目成本风险进行综合评价,并对风险发展趋势进行预测,为工程实践提供参考。

1 代建制项目成本风险因素识别

对于政府投资项目,由于政府作为投资方缺少专业项目管理能力,一般推行代建制模式,即由有资质的项目管理公司作为政府委托人,代替政府进行项目管理并接受政府的监督。在该模式下,代建项目参与方众多,管理难度增大。

通过现场调研及文献查阅,从全生命周期角度分析代建制项目成本风险影响因素,建立图 1 所示

成本风险评价指标体系。

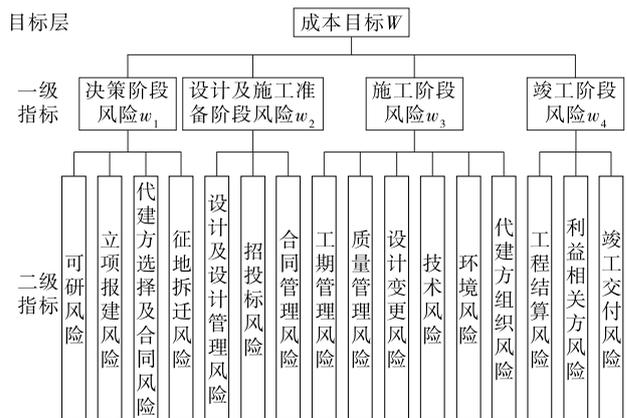


图 1 代建制项目成本风险评价指标体系

2 基于五元联系数的风险综合评价模型

2.1 集对分析基础理论

集对分析是一种处理确定与不确定问题的系统分析方法,它将辩证思维和数学方法有机结合,把确定信息和不确定信息视为一个系统,从同、反、异三方面研究客观事物间的联系与转化,利用联系度对系统的不确定问题进行描述。

所谓集对,是指具有一定联系的集合组成的对子,集对分析通过建立待评价对象与理想目标之间的联系数来进行,也称之为联系度。其表达式为:

$$u = \frac{S}{N} + \frac{F}{N}i + \frac{P}{N}j = a + bi + cj \quad (1)$$

* 基金项目:湖南省教育厅科学研究重点项目(14A007)

式中: S 为集对中的集合所共同具有的特性总数; N 为集对中集合的特性总数, 称为指标个数; F 为集对中集合既不共有也不互相对立的特性个数; i 为差异度系数, j 为对立度系数, 均在 $[-1, 1]$ 取值; P 为集对中集合所互相对立的特性总数; a 为同一度, $a = S/N$; b 为差异度, $b = F/N$; c 为对立度, $c = P/N$ 。

当 u 在 $[-1, 1]$ 变化时, 反映两个集合的同一度和对立度。当 $u = 1$ 时, 说明两个集合完全同一, 被评价对象与目标状态完全一致; 当 $u = -1$ 时, 说明两个集合完全对立, 不能满足目标要求。

2.2 五元联系数及集对势

将集对分析中的同异反联系度 $u = a + bi + cj$ 中的 bi 项进行拓展, 得到多元联系数, 可表述为:

$$u = a + b_1 i_1 + b_2 i_2 + \dots + b_n i_n + cj \quad (2)$$

当 $n=3$ 时:

$$u = a + b_1 i_1 + b_2 i_2 + b_3 i_3 + cj \quad (3)$$

通常写作:

$$u = a + bi + cj + dk + el \quad (4)$$

式中: a, b, c, d, e 为联系分量, 并且具有优序性, $a > b > c > d > e$ 。

式(4)即为五元联系数的表达式。将五元联系数的各联系分量与成本风险的等级对应起来进行代建制项目成本风险评价, a, b, c, d, e 分别对应低风险、较低风险、中等风险、较高风险和高风险。

集对势定义为 $SPP(H) = a/c$, 可分为集对均势、同势、反势。当 $c \neq 0$ 时, $a/c > 1$ 为集对同势, $a/c = 1$ 为集对均势, $a/c < 1$ 为集对反势。集对势是在某个指定问题背景下同、反、异大小的比较, 在一定意义上反映两个集合的某种动态演化趋势。

2.3 五元联系数的偏联系数

偏联系数是联系数的伴随函数, 描述联系分量层次特性在一定状态下朝着某个方向的发展趋势, 是描述不确定性系统动态演变的重要参数。其中五元联系数的一阶联系偏导数为:

$$\partial u = \partial a + i \partial b + j \partial c + k \partial d$$

式中: $\partial a = a/(a+b)$; $\partial b = b/(b+c)$; $\partial c = c/(c+d)$; $\partial d = d/(d+e)$ 。

二阶联系偏导数为:

$$\partial^2 u = \partial(\partial u) = \partial^2 a + i \partial^2 b + j \partial^2 c$$

式中: $\partial^2 a = \partial a/(\partial a + \partial b)$; $\partial^2 b = \partial b/(\partial b + \partial c)$; $\partial^2 c = \partial c/(\partial c + \partial d)$ 。

三阶联系偏导数为:

$$\partial^3 u = \partial^2(\partial u) = \partial^3 a + i \partial^3 b$$

式中: $\partial^3 a = \partial^2 a/(\partial^2 a + \partial^2 b)$; $\partial^3 b = \partial^2 b/(\partial^2 b + \partial^2 c)$ 。

四阶联系偏导数为:

$$\partial^4 u = \partial^3(\partial u) = \partial^4 a$$

式中: $\partial^4 a = \partial^3 a/(\partial^3 a + \partial^3 b)$ 。

2.4 基于五元联系数方法的成本风险评价流程

(1) 通过对代建制全过程成本分析, 确定影响成本的风险因素, 建立符合代建制项目的成本风险评价指标体系, 并确定分级。

(2) 确定各指标权重, 对每个风险因素进行评判, 构造同、异、反评价模型。采用层次分析法确定各指标的权重, 设 W_k ($k=1, 2, 3, \dots, N$) 为第 k 个特性的权重, N_{ij} 为把风险因素 i 归为到同一等级的专家人数, N 为专家总数, $U_{ij} = N_{ij}/N$ 为评判矩阵, 得到评判模型如下:

$$u = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n\} \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & u_{14} & u_{15} \\ u_{21} & u_{22} & u_{23} & u_{24} & u_{25} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{n1} & u_{n2} & u_{n3} & u_{n4} & u_{n5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ i \\ j \\ k \\ l \end{bmatrix} =$$

$$\sum_{r=1}^n \omega_r u_{r1} + \sum_{r=1}^n \omega_r u_{r2} i + \sum_{r=1}^n \omega_r u_{r3} j +$$

$$\sum_{r=1}^n \omega_r u_{r4} k + \sum_{r=1}^n \omega_r u_{r5} l$$

式中: $\sum_{r=1}^n \omega_r u_{r1}$ 、 $\sum_{r=1}^n \omega_r u_{r2} i$ 、 $\sum_{r=1}^n \omega_r u_{r3} j$ 、 $\sum_{r=1}^n \omega_r u_{r4} k$ 、 $\sum_{r=1}^n \omega_r u_{r5} l$ 分别对应 a, b, c, d, e ; $(1, i, j, k, l)^T$ 为系数矩阵。

(3) 根据五元联系数的集对势, 对照态势表分析成本风险的态势, 并利用五元联系数的偏联系数分析成本风险的发展趋势。五元联系数各系数的大小不一, 以低风险作为参照, 当分析得出风险处于同势时, 说明系统的风险与参照的风险具有同一趋势, 即风险较低; 当风险处于均势区时, 说明系统处于中等风险; 当风险处于反势区时, 说明风险与参照集相反, 具有高风险。同势排序见表 1。

3 实证分析

以长沙市某代建制项目为例, 该项目立项后估算总面积约 10 000 m², 总投资约 1 000 万元, 代建周期从签订代建合同之日起至竣工验收合格之日止, 共 8 个月。下面运用上述模型对该项目进行成本风险评价和分析。

表1 五元联系数同势态势表

势级	a, b, c, d, e 大小关系	势级	a, b, c, d, e 大小关系	势级	a, b, c, d, e 大小关系
1	$a > e \ a > b \ b > c \ c > d \ d > e$	28	$a = b \ b > c \ c > d \ d > e$	47	$a < b \ b > c \ c > d \ d > e$
2	$d = e$	29	$d = e$	48	$d = e$
3	$d < e$	30	$d < e$	49	$d < e$
4	$c = d \ d > e$	31	$c = d \ d > e$	50	$c = d \ d > e$
5	$d = e$	32	$d = e$	51	$d = e$
6	$d < e$	33	$d < e$	52	$d < e$
7	$c < d \ d > e$	34	$c < d \ d > e$	53	$c < d \ d > e$
8	$d = e$	35	$d = e$	54	$d = e$
9	$d < e$	36	$d < e$	55	$d < e$
10	$b = c \ c > d \ d > e$	37	$b = c \ c > d \ d > e$	56	$b = c \ c > d \ d > e$
11	$d = e$	38	$d = e$	57	$d = e$
12	$d < e$	39	$d < e$	58	$d < e$
13	$c = d \ d > e$	40	$c = d \ d > e$	59	$c = d \ d > e$
14	$d = e$	X	$d = e$	X	$d = e$
15	$d < e$	X	$d < e$	X	$d < e$
16	$c < d \ d > e$	41	$c = d \ d > e$	60	$c < d \ d > e$
17	$d = e$	X	$d = e$	X	$d = e$
18	$d < e$	X	$d < e$	X	$d < e$
19	$b < c \ c > d \ d > e$	42	$b < c \ c > d \ d > e$	61	$b < c \ c > d \ d > e$
20	$d = e$	43	$d = e$	62	$d = e$
21	$d < e$	44	$d < e$	63	$d < e$
22	$c = d \ d > e$	45	$c = d \ d > e$	64	$c = d \ d > e$
23	$d = e$	X	$d = e$	65	$d = e$
24	$d < e$	X	$d < e$	66	$d < e$
25	$c < d \ d > e$	46	$c > d \ d > e$	67	$c < d \ d > e$
26	$d = e$	X	$d = e$	68	$d = e$
27	$d < e$	X	$d < e$	69	$d < e$

3.1 建立评价体系

评价指标体系见图1,各指标分为低、较低、中等、较高、高5个等级。

3.2 构造成本风险评价模型

(1) 确定风险因素的权重。采用层次分析法求各因素的权重,并进行一致性检验。权重如下:

$$W = \{w_1, w_2, w_3, w_4\} = (0.299, 0.474, 0.194, 0.042)$$

$$w_1 = (0.534, 0.062, 0.294, 0.110)$$

$$w_2 = (0.648, 0.122, 0.230)$$

$$w_3 = (0.180, 0.395, 0.237, 0.044, 0.054, 0.090)$$

$$w_4 = (0.633, 0.261, 0.106)$$

(2) 构建评判矩阵。通过给10位专家发放调查表,对该代建制项目成本风险因素进行等级评价,

根据每位专家的评价意见,得到表2。

3.3 运用集对势与偏联系数对风险趋势进行分析

(1) 根据表2,该项目成本风险综合五元同、异、反联系数为 $0.20 + 0.28i + 0.22j + 0.13k + 0.18l$, 联系势为 $SPP(H) = a/c = 1.13$, 为同势区49级, 风险较小。决策阶段为同势49级, 设计及施工准备阶段为同势49级, 施工阶段为同势19级, 竣工验收阶段为同势7级。在决策阶段, 可研风险、征地拆迁风险为反势, 立项风险、代建方选择及合同风险均为同势, 分别为50、13级。在设计和施工准备阶段, 合同风险、设计及设计管理风险均为均势, 投招标风险为同势48级。在施工阶段, 工期管理风险为同势42级, 质量管理风险为同势21级, 风险较小; 设计变更风险为反势; 技术风险为同势11级, 风险较小; 环境

表2 发展趋势系数计算

评价对象及其权重	指标层	权重	现状五元系数					发展趋势系数			
			低	较低	中等	较高	高	态势	四元趋势系数	态势	
决策阶段风险, 0.299	可研风险	0.534	$0.1+0.3i+0.3j+0.10k+0.2l$					反势	$0.25+0.50i+0.75j+0.33k$		反势
	立项风险	0.062	$0.2+0.3i+0.2j+0.2k+0.1l$					同势	$0.40+0.60i+0.50j+0.67k$		反势
	代建方选择及合同风险	0.294	$0.3+0.2i+0.2j+0.2k+0.1l$					同势	$0.60+0.50i+0.50j+0.67k$		反势
	征地拆迁风险	0.110	$0.1+0.3i+0.3j+0.1k+0.2l$					反势	$0.25+0.50i+0.75j+0.33k$		反势
	合计	1.000	$0.17+0.27i+0.26j+0.14k+0.16l$					同势	$0.36+0.51i+0.66j+0.45k$		反势
设计及施工准备阶段风险, 0.474	设计及设计管理风险	0.648	$0.2+0.3i+0.2j+0.1k+0.2l$					均势	$0.40+0.60i+0.67j+0.33k$		同势
	招投标风险	0.122	$0.2+0.4i+0.2j+0.1k+0.1l$					同势	$0.33+0.67i+0.67j+0.50k$		反势
	合同风险	0.230	$0.2+0.4i+0.1j+0.1k+0.2l$					均势	$0.33+0.80i+0.50j+0.33k$		均势
	合计	1.000	$0.20+0.34i+0.18j+0.10k+0.19l$					同势	$0.38+0.65i+0.63j+0.35k$		同势
施工阶段风险, 0.194	工期管理风险	0.180	$0.2+0.2i+0.3j+0.2k+0.1l$					同势	$0.50+0.40i+0.60j+0.67k$		反势
	质量管理风险	0.395	$0.3+0.1i+0.3j+0.1k+0.2l$					同势	$0.75+0.25i+0.75j+0.33k$		同势
	设计变更风险	0.237	$0.1+0.2i+0.2j+0.3k+0.2l$					反势	$0.33+0.50i+0.40j+0.60k$		反势
	技术风险	0.044	$0.3+0.2i+0.2j+0.1k+0.1l$					同势	$0.60+0.50i+0.67j+0.50k$		同势
	环境风险	0.054	$0.3+0.2i+0.2j+0.2k+0.1l$					反势	$0.25+0.60i+0.50j+0.50k$		反势
代建方组织风险	0.090	$0.1+0.2i+0.2j+0.3k+0.2l$					反势	$0.33+0.50i+0.40j+0.60k$		反势	
合计	1.000	$0.21+0.17i+0.26j+0.19k+0.18l$					同势	$0.54+0.39i+0.59j+0.50k$		同势	
竣工验收阶段风险, 0.042	工程结算风险	0.633	$0.4+0.2i+0.1j+0.2k+0.1l$					同势	$0.67+0.67i+0.33j+0.67k$		均势
	利益相关方风险	0.261	$0.3+0.3i+0.2j+0.1k+0.1l$					同势	$0.50+0.60i+0.67j+0.50k$		均势
	竣工交付风险	0.106	$0.3+0.1i+0.3j+0.2k+0.1l$					同势	$0.75+0.25i+0.60j+0.67k$		同势
	合计	1.000	$0.36+0.22i+0.15j+0.17k+0.10l$					同势	$0.63+0.61i+0.45j+0.62k$		同势
总计	1.000	$0.20+0.28i+0.22j+0.13k+0.18l$					同势	$0.41+0.56i+0.62j+0.42k$		反势	

评价对象及其权重	指标层	权重	发展趋势系数							
			三元趋势系数		态势	二元趋势系数		态势	一元趋势系数	态势
决策阶段风险, 0.299	可研风险	0.534	$0.33+0.40i+0.69j$		反势	$0.45+0.37i$		同势	0.55	同势
	立项风险	0.062	$0.40+0.55i+0.43j$		反势	$0.42+0.56i$		反势	0.43	反势
	代建方选择及合同风险	0.294	$0.55+0.50i+0.43j$		同势	$0.52+0.54i$		反势	0.49	反势
	征地拆迁风险	0.110	$0.33+0.40i+0.69j$		反势	$0.45+0.37i$		同势	0.55	同势
	合计	1.000	$0.40+0.44i+0.60j$		反势	$0.47+0.43i$		同势	0.53	同势
设计及施工准备阶段风险, 0.474	设计及设计管理风险	0.648	$0.40+0.47i+0.67j$		反势	$0.46+0.42i$		同势	0.52	同势
	招投标风险	0.122	$0.33+0.50i+0.57j$		反势	$0.40+0.47i$		反势	0.46	反势
	合同风险	0.230	$0.29+0.62i+0.60j$		反势	$0.32+0.51i$		反势	0.39	反势
	合计	1.000	$0.37+0.51i+0.64j$		反势	$0.42+0.44i$		反势	0.49	反势
施工阶段风险, 0.194	工期管理风险	0.180	$0.56+0.40i+0.47j$		同势	$0.58+0.46i$		同势	0.56	同势
	质量管理风险	0.395	$0.75+0.25i+0.69j$		同势	$0.75+0.27i$		同势	0.74	同势
	设计变更风险	0.237	$0.40+0.56i+0.40j$		均势	$0.42+0.58i$		反势	0.42	反势
	技术风险	0.044	$0.55+0.43i+0.57j$		反势	$0.56+0.43i$		同势	0.57	同势
	环境风险	0.054	$0.29+0.55i+0.50j$		反势	$0.35+0.52i$		反势	0.40	反势
代建方组织风险	0.090	$0.40+0.56i+0.40j$		均势	$0.42+0.58i$		反势	0.42	反势	
合计	1.000	$0.57+0.40i+0.54j$		同势	$0.58+0.42i$		同势	0.58	同势	

续表 2

评价对象及其权重	指标层	权重	发展趋势联系数					
			三元趋势联系数	态势	二元趋势联系数	态势	一元趋势联系数	态势
竣工验	工程结算风险	0.633	$0.50+0.67i+0.33j$	同势	$0.43+0.67i$	反势	0.39	反势
收阶段	利益相关方风险	0.261	$0.45+0.47i+0.57j$	反势	$0.49+0.45i$	同势	0.52	同势
风险,	竣工交付风险	0.106	$0.75+0.29i+0.47j$	同势	$0.72+0.38i$	同势	0.65	同势
0.042	合计	1.000	$0.51+0.58i+0.41j$	同势	$0.48+0.58i$	反势	0.45	反势
	总计	1.000	$0.42+0.47i+0.60j$	反势	$0.47+0.44i$	同势	0.51	同势

风险、代建方组织风险为反势。在竣工验收阶段,工程结算风险、利益相关方风险、竣工交付风险均为同势,分别为7、29、19级。

(2) 综合后的四元趋势联系数为 $0.41+0.56i+0.62j+0.42k$,联系势为反势,说明该项目成本风险存在一阶上升趋势。决策阶段处于反势,设计及施工准备阶段、施工阶段和竣工验收阶段均为同势。

(3) 综合后的三元趋势联系数为 $0.42+0.47i+0.60j$,联系势为反势,说明该项目成本风险存在二阶上升趋势。决策阶段、设计及施工准备阶段处于反势,施工风险和竣工验收阶段处于同势。

(4) 综合后的二元趋势联系数为 $0.47+0.44i$,由于 $a/(a+b)>0.5$,项目成本风险的同势大于风险的不确定势,该联系势为同势,风险呈三阶下降趋势。其中决策阶段和施工风险处于同势,设计及施工准备阶段、竣工验收阶段处于反势。

(5) 综合后的一元趋势联系数为 $0.51>0.5$,表明该项目成本风险的同势大于成本风险的不确定势,风险呈现四阶下降趋势。其中决策阶段和施工阶段处于同势,设计及施工准备阶段和竣工验收阶段处于反势。

综上所述,对于该项目的风险评价,影响项目成本风险的4个阶段均处于同势;从风险态势上来看,各因素中处于同势的有9个,处于反势的有5个,处于均势的有2个,处于同势的因素多于处于反势的因素,项目总的风险处于同势区,处于较小的风险区,项目风险较小。

从风险发展的整个系统来看,该项目的风险存在四阶层次和三阶层次下降的趋势,表明系统情况变差;其余则呈上升趋势,表明系统情况转好。说明成本系统的风险态势存在在同、异间转变的波动发展趋势。从二级评估指标的发展趋势来看,应重点关注多次呈现下降趋势的因素,如设计及施工准备阶段中的设计变更风险、代建方组织风险等。

该项目现场调研结果表明:项目前期的可行性研究较充分,在项目实施过程中政府对其进行了有效实时监督,并运用了合理的激励机制,达到了有效的成本管控,工程建设中的成本风险较小,与评价结果基本一致。

4 结语

该文从政府投资者的角度,采用五元联系数方法建立了代建制项目成本风险评价指标体系,构建了代建制项目成本风险评价模型。该模型运用集对分析理论,在静态分析的基础上,利用偏联系数反映系统中影响成本风险的偏向性,对风险的发展能进行动态趋势分析,进而使管理者更好地对影响成本的主要风险因素进行有效控制。

参考文献:

- [1] 张玲.政府投资代建项目成本管理研究[D].杭州:浙江大学,2014.
- [2] 侯延陶.基于模糊综合评价的代建单位风险识别与评价分析[D].南京:南京大学,2013.
- [3] 未红,卢磊.公路工程施工阶段造价风险灰色评价[J].广东广播电视大学学报,2012,21(1).
- [4] 张坤,张宇,曹海东,等.水利工程成本风险的可拓评估模型[J].工程管理学报,2014,28(5).
- [5] 李聪,陈建宏,杨珊.五元联系数在地铁施工风险综合评价中的应用[J].中国安全科学学报,2013,23(10).
- [6] 刘浪,陈忠强.模糊集对分析在矿山采空区稳定性评价中的应用[J].中南大学学报:自然科学版,2015,46(7).
- [7] 项剑平,王玉芳,张云波,等.代建制多项目管理风险评价指标体系的构建[J].华侨大学学报:自然科学版,2014,35(5).
- [8] 赵璐.代建制下建设项目工程造价风险管理研究[D].成都:西华大学,2014.
- [9] 赵克勤.集对分析及其初步应用[J].大自然探索,1994(1).

次谈判对他们共同分担的风险进行再次分担,使之合理。由于私人投资者和政府部门对风险的厌恶程度及承担意愿不同,相比私人投资者,政府部门更愿意通过政策干预来规避风险,通过协商谈判对两者之间承受的共同风险的比例进行确定来取得双赢局面。私人投资者就风险因素进行价值评估,根据评估结果向政府部门提出补偿,如特许经营期延长、增加收费标准或政府部门的经济补偿等。政府部门若不通过私营部门所提出的补偿方案,则再次对风险分担进行协商,直至双方都同意风险分担方案;若通过私营部门所提出的补偿方案,则对再分担风险方案实施共同管理。

由于项目外部因素的复杂性和长期性,随着时间的推移要对项目进行风险跟踪,看是否出现未曾识别的风险。若有,则再次回到风险共担;若没有,则通过风险规避、再分配等将风险转移到两者之间承受成本和对风险最具控制力的一方,使总风险的溢价最低,增加政府部门和私人投资者的合作效率,保障合同的实行,使双方风险再分担实现合理化,风险再分担结束。

3 结语

随着 PPP 项目使用领域的推广,其在中国建设领域发挥的作用越来越大。PPP 项目成功的重要保障之一就是 PPP 项目风险进行合理化分担。虽然在签订 PPP 特许经营合同时确定了政府与特许经营人之间的风险分担方案,但随着 PPP 项目的逐渐进行,风险因素并不会按预先的设定发生而是不断变化,需对政府与特许经营人之间的风险分担方案进行调整,保障私人投资者与政府的利益。

在 PPP 项目中,政府与私人投资者之间的风险偏好及承担方式比较容易确定,但两者之间承担风险的比例研究相对薄弱,有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 柯永建,王守清,陈炳泉.英法海峡隧道的失败对 PPP
 (上接第 179 页)
- [10] 吴亭.五元联系数在学生成绩发展趋势分析中的应用[J].数学的实践与认识,2009,39(5).
- [11] 周兴慧.基于五元联系数的风险综合评价方法及其应用[J].系统工程理论与实践,2013,33(8).
- [12] 宾厚,王欢芳,汪妍蓉,等.基于五元联系数的生态城

- 项目风险分担的启示[J].土木工程学报,2008,41(12).
- [2] 许娜.准经营性城市基础设施 PPP 模式的关键成功因素研究[D].重庆:重庆大学,2014.
- [3] 黄恒振,周国华.公私合营(PPP)项目风险再分担问题研究[J].建筑经济,2015,36(10).
- [4] Jae-ho Choi, Jinwook Chung, Doo-Jin Lee. Risk perception analysis: participation in China's water PPP market[J]. International Journal of Project Management, 2010, 28(6).
- [5] 穆尉鹏. PPP 项目融资风险分担机制研究[D].重庆:重庆大学,2008.
- [6] 周和平,陈炳泉,许叶林.公私合营(PPP)基础设施项目风险再分担研究[J].工程管理学报,2014,28(3).
- [7] 周群.高速公路 PPP 项目投资方风险评价研究[J].公路与汽运,2016(2).
- [8] 孙慧,孙晓鹏,范志清.PPP 项目的再谈判比较分析及启示[J].天津大学学报:社会科学版,2011,13(4).
- [9] 慈敏.风险再分担机制对 PPP 项目成功实施的影响研究[J].黑河学刊,2016(4).
- [10] 孙哲.PPP 项目风险分担机制研究[J].建筑与预算,2014(10).
- [11] 顾曼.PPP 模式下城市轨道交通项目公私双方风险管理研究[D].徐州:中国矿业大学,2014.
- [12] 张玮.PPP 模式下城市轨道交通项目风险评价研究[D].天津:天津大学,2012.
- [13] Eduardo Engel, Ronald Fischer, Alexander Galetovic. Soft budgets and renegotiation in public-private partnerships[R]. National Bureau of Economic Research, 2009.
- [14] Yongjian Ke, Shouqing Wang, Albert P C Chan, et al. Preferred risk allocation in China's public-private partnership(PPP) projects[J]. International Journal of Project Management, 2010, 28(5).
- [15] 王颖林,刘继才,赖芑宇.基于风险偏好的 PPP 项目风险分担博弈模型[J].建筑经济,2013(12).
- [16] Chan A P C, Lam P T I, Chan D W M, et al. Potential obstacles to successful implementation of public private partnerships(PPP) in China and the Hong Kong special administrative region[J]. Journal of Management in Engineering, 2009, 26(1).

收稿日期:2016-11-07

市共同配送风险评价[J].统计与决策,2016(8).

- [13] 施志坚,王华伟,王祥.基于多元联系数集对分析的航空维修风险态势评估[J].系统工程与电子技术,2016,38(3).

收稿日期:2016-11-16