

基于演化博弈的PPP模式下 政府和社会资本方合作策略选择

段世霞(教授), 邢璐明

【摘要】 PPP模式下政府和社会资本方合作策略的选择对整个项目的运营存在重要的影响,且任何一方策略的变动都会受到对方策略的影响并对对方策略的变动产生影响。通过对社会资本方选择提高项目收益以及政府加强监管策略的概率分析,从成本和收益的角度对双方的合作策略进行分析,得到双方合作策略的演化博弈模型。通过对演化博弈模型的求解,以政府监管的成本变动为切入点分析成本和收益的变动对双方合作策略的影响程度。由分析可知:社会资本方成本和收益提高的百分比的差值对政府监管政策的制定存在直接影响;政府不同监管状态下成本系数的变动情况直接影响双方最终的合作策略选择;政府根据项目成本收益的变动,在兼顾策略总体稳定性的前提下适时调整监管策略,能够提升项目的最终收益。研究旨在针对项目成本和收益的实际情况,为PPP模式下政府和社会资本方合作机制中的合作双方提供一种兼顾双方收益的合作策略。

【关键词】 PPP模式; 合作策略; 演化博弈; 社会资本方

【中图分类号】 F294 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1004-0994(2019)06-0117-8

一、引言

PPP(Public-Private-Partnership)是政府和社会资本方针对公共基础设施项目形成的一种“利益共享”“风险分担”的合作模式。近年来,PPP模式在公用事业、基础设施等多个领域得到广泛应用,这对于提升公共服务质量和完善基础设施建设具有十分重要的作用^[1]。联合国欧洲经济委员会已经把PPP模式作为推动可持续发展的重要机制面向全球推荐,并通过相关PPP标准的制定和推广来助力其可持续发展^[2]。目前,我国已经成为全球最大的PPP市场^[3]。

根据财政部政府和社会资本合作中心发布的《全国PPP综合信息平台项目管理库各省(区/市)2017年年报》显示:截至2017年12月末,全国PPP综合

信息平台管理库项目7137个、投资额10.8万亿元,与2016年12月末相比,同比净增项目2864个、投资额4.0万亿元。同时第9期季报肯定了PPP模式在缓解政府的财政压力、提高资金使用效率、推动地方经济转型和供给侧结构性改革、带动贫困地区脱贫扶贫方面以及基础设施建设等领域的引领示范作用。为此,提高项目的经营管理水平,针对项目的具体特点制定合适的经营策略,对于PPP模式下的政府和社会资本方来说具有重要意义。

二、政府和社会资本方合作策略选择的影响因素

目前对PPP模式下政府和社会资本方策略选择的研究主要是静态研究,即单纯从政府或者社会资本方的角度出发,制定自身的经营策略。PPP项目面

【基金项目】 河南省软科学研究项目“政府和社会资本合作(PPP)模式‘落地难’成因分析及对策研究”(项目编号:172400410216); 河南省政府决策研究招标课题“河南省‘百城建设提质工程’实施难点与对策研究”(项目编号:2017B174)

临着提高经营创新和治理能力的双重压力,必须重视国家政策的稳定性以及项目效益的提升^[4]。项目的风险和收益是合作过程中政府和社会资本方博弈的重要内容,因此项目的风险成本和收益的分配对双方策略的选择具有重要影响^[5]。所以,协调好政府和社会资本方的利益分配问题,是PPP项目能够取得成功的关键环节之一^[6]。具体来看:

PPP模式下,项目的实施、运营、维护等各个阶段的外部影响因素复杂多变,有些项目内部经营存在管理与技术方面的问题,这都会导致成本过高^[7]。社会资本方作为项目运营的主体,对整个项目的运行成功具有重要影响,面临成本超支的风险,这促使社会资本方努力控制成本、提高效益^[8]。因此,成本和效益是社会资本方进行合作策略选择时要考虑的重要因素。

PPP模式下项目稳定发展的前提之一是对政府的角色进行科学合理的定位^[9]。政府虽然不直接参与项目的经营,但作为管理者其对各项社会经济活动担负监管职责,因而对PPP项目工期、质量以及产品定价等起到重要的监管作用。由于政府的监督管理成本是项目成本的一部分,因此政府应该通过一系列的措施提高监管效率,控制监管成本。

针对PPP模式下政府和社会资本方的策略研究已经比较广泛,但是从动态的角度出发,结合项目的成本和收益分析政府和社会资本方策略变动情况的文献目前还比较少见。PPP项目的运行周期较长,对于政府和社会资本方来说,不存在任何一个单一的策略可以贯穿项目的全生命周期。从社会资本方的角度来看,项目不同运行阶段所面临的问题不尽相同,一种策略可能仅在其中某一个或某几个阶段适用但在其他阶段并不适用。如果仅采用单一的策略很可能导致项目运行效果不佳,进而影响项目的成本和收益情况。从政府的角度来看,政府对项目的运行情况具有监管职能,同时任何监管行为都需要考虑成本和效益。任何与项目实际运行情况不契合的监管行为都会给项目运行造成不便,甚至会导致政府监管成本的增加以及监管效率的降低。因此从长远来看,无论是政府还是社会资本方,任何单一性、静态性的策略对项目的发展都是不利的。为了保证PPP项目的成功运营,提升PPP模式对经济发展的促进作用,政府和社会资本方在合作中必须根据项目特点和环境情况制定合适的合作策略。

为此,本文利用政府和社会资本方合作机制中

成本和收益的变动关系建立演化博弈模型,在考虑变动幅度的前提下分析演化博弈模型的求解结果,针对PPP模式下如何协调好双方的合作策略提出建议。

三、政府和社会资本方合作策略的演化博弈模型

1. 建立演化博弈模型的假设条件。

假设1:社会资本方选择努力提高项目收益策略的概率是 x ,选择不努力提高项目收益策略的概率是 $1-x$;政府选择加强监管策略的概率是 y ,选择不加强监管策略的概率是 $1-y$ 。

假设2:社会资本方选择不努力提高项目收益的策略时项目的收益为 $R_1=R$;选择努力提高项目收益的策略时项目的收益要高于不努力时的收益,为 $R_h=mR$ 。其中,项目的收益既包含经济收益也包含社会收益。社会资本方选择不努力提高项目收益的策略时项目的成本为 $C_1=C$;选择努力提高项目收益的策略时,由于技术成本以及人力成本的投入导致项目成本上升,故此时项目的成本为 $C_h=nC$ 。其中, $m \geq 1$ 、 $n \geq 1$ 。显然,当 $m=1$ 、 $n=1$ 时,即为社会资本方选择不努力提高项目收益策略的情形; R_1 同 R 表示不努力状态下的收益, R_h 表示努力状态下的收益; C_1 同 C 表示不努力状态下的成本, C_h 表示努力状态下的成本。

假设3:政府选择不加强监管策略时的收益为 $\beta_t \times R_j$,选择加强监管策略时的收益为 $\beta_s \times R_j$;政府选择不加强监管策略时的成本为 $\alpha_t \times C_j$,选择加强监管策略时的成本为 $\alpha_s \times C_j$ 。其中, β_s 为政府加强监管时的收益系数, β_t 为政府不加强监管时的收益系数; α_s 为政府加强监管时的成本系数, α_t 为政府不加强监管时的成本系数; $1 > \beta_s > \beta_t > 0$,因为当政府选择加强监管的策略时能够使项目的运作更加兼顾到社会公众的利益,这里假设这些社会效益是可以转换为经济效益进行衡量的,同时,项目在兼顾社会效益时有可能损害社会资本方的利益,此时社会资本方的利益就相对减少; $1 > \alpha_s > \alpha_t > 0$,政府在选择加强监管策略的状态下,由于加大了时间、人力、物力的投入,政府监管成本的系数会变大,但是政府的监管成本由政府独自承担,不计入项目的总成本中; $R_j=R_h$ 或 R_1 、 $C_j=C_h$ 或 C_1 对应的是社会资本方不同策略选择下项目的收益。

2. 演化博弈模型的建立。根据演化博弈的理论思想,建立政府和社会资本方的博弈支付矩阵,如表

1所示。

表1 政府和社会资本方的博弈支付矩阵

		社会资本方	
		努力(x)	不努力(1-x)
政府	加强监管(y)	$\beta_s mR - \alpha_s nC$ $(1 - \beta_s) mR - nC$	$\beta_s R - \alpha_s C$ $(1 - \beta_s) R - C$
	不加强监管(1-y)	$\beta_t mR - \alpha_t nC$ $(1 - \beta_t) mR - nC$	$\beta_t R - \alpha_t C$ $(1 - \beta_t) R - C$

由表1可知:

(1)社会资本方选择努力提高项目收益的策略时,平均收益 K_h 为:

$$K_h = y[(1 - \beta_s)mR - nC] + (1 - y)[(1 - \beta_t)mR - nC] \quad (1)$$

(2)社会资本方选择不努力提高项目收益的策略时,平均收益 K_l 为:

$$K_l = y[(1 - \beta_s)R - C] + (1 - y)[(1 - \beta_t)R - C] \quad (2)$$

(3)社会资本方的总平均收益 K 为:

$$K = xK_h + (1 - x)K_l \quad (3)$$

社会资本方努力提高项目收益时的复制动态方程 $F(x)$ 为:

$$\begin{aligned} F(x) &= \frac{d_x}{d_t} \\ &= x(K_h - K) \\ &= x(x-1)[(y\beta_s - y\beta_t - 1 + \beta_t)(m-1)R + (n-1)C] \\ &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

(4)政府选择加强监管的策略时,平均收益 G_h 为:

$$G_h = x(\beta_s mR - \alpha_s nC) + (1 - x)(\beta_s R - \alpha_s C) \quad (5)$$

(5)政府选择不加强监管的策略时,平均收益 G_l 为:

$$G_l = x(\beta_t mR - \alpha_t nC) + (1 - x)(\beta_t R - \alpha_t C) \quad (6)$$

(6)政府的总平均收益 G 为:

$$G = yG_h + (1 - y)G_l \quad (7)$$

政府选择加强监管策略时的复制动态方程 $F(y)$ 为:

$$\begin{aligned} F(y) &= \frac{d_y}{d_t} \\ &= y(G_h - G) \\ &= y(y-1)\{(\beta_t - \beta_s)[x(m-1)R + R] + (\alpha_s - \alpha_t)[x(n-1)C + C]\} \\ &= 0 \end{aligned} \quad (8)$$

3. 演化博弈模型求解。由得到的复制动态方

程可知,在平面 S 内有五个平衡点,分别是 $A(0,0)$ 、 $B(0,1)$ 、 $C(1,1)$ 、 $D(1,0)$ 、 $E(\lambda, \mu)$,其中:

$$\lambda = \frac{-(\beta_t - \beta_s)R - (\alpha_s - \alpha_t)C}{(\beta_t - \beta_s)(m-1)R + (\alpha_s - \alpha_t)(n-1)C}$$

$$\mu = \frac{(n-1)C - (1 - \beta_t)(m-1)R}{(\beta_t - \beta_s)(m-1)R}$$

$$S = \{(x, y); 0 \leq x, y \leq 1\}$$

S 表示政府选择加强或者不加强监管以及社会资本方选择努力或者不努力提高项目收益的所有策略选择情况。

利用雅可比矩阵对平面内的五个平衡点进行分析:

(1)雅可比矩阵 J 为:

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (9)$$

(2)代入复制动态方程后的雅可比矩阵 J 为:

$$J = \begin{bmatrix} (2x-1)[(y\beta_s - y\beta_t - 1 + \beta_t)(m-1)R + (n-1)C] \\ x(x-1)(\beta_s - \beta_t)(m-1)R \\ y(y-1)[(\beta_t - \beta_s)(m-1)R + (\alpha_s - \alpha_t)(n-1)C] \\ (2y-1)\{(\beta_t - \beta_s)[x(m-1)R + R] + (\alpha_s - \alpha_t)[x(n-1)C + C]\} \end{bmatrix}$$

(3)政府和社会资本方合作机制雅可比矩阵的行列式 $\text{Det}(J)$ 为:

$$\begin{aligned} \text{Det}(J) &= (2x-1)(2y-1)[(y\beta_s - y\beta_t - 1 + \beta_t)(m-1)R + (n-1)C]\{(\beta_t - \beta_s)[x(m-1)R + R] + (\alpha_s - \alpha_t)[x(n-1)C + C]\} \\ &\quad - x(x-1)y(y-1)(\beta_s - \beta_t)(m-1)R[(\beta_t - \beta_s)(m-1)R + (\alpha_s - \alpha_t)(n-1)C] \end{aligned} \quad (10)$$

(4)政府和社会资本方的合作机制雅可比矩阵的迹 $T_r(J)$ 为:

$$\begin{aligned} T_r(J) &= (2x-1)[(y\beta_s - y\beta_t - 1 + \beta_t)(m-1)R + (n-1)C] \\ &\quad + (2y-1)\{(\beta_t - \beta_s)[(m-1)R + R] + (\alpha_s - \alpha_t)[x(n-1)C + C]\} \end{aligned} \quad (11)$$

据此对平面 S 内的五个平衡点进行分析:若某个平衡点可使得政府和社会资本方合作机制雅可比矩阵的行列式大于零即 $\text{Det}(J) > 0$,且雅可比矩阵的迹小于零即 $T_r(J) < 0$,则称该点为平面内的稳定点,对应的 x, y 的取值为社会资本方和政府所采取的策略即演化稳定策略ESS的概率。

根据对博弈模型的求解分析,本文共得出12种演化博弈结果。本文重点针对 $(\beta_s - \beta_t)R_l > (\alpha_s - \alpha_t)C_l$

且 $(\beta_s - \beta_t)R_h < (\alpha_s - \alpha_t)C_h$ 即在社会资本方选择不努力提高项目收益策略时,政府通过加强监管能够获得更多收益以及在社会资本方选择努力提高项目收益策略时,政府通过不加强监管能够获得更多收益

这一前提所对应的三种情况进行分析。由于点 $E(\lambda, \mu)$ 的雅可比矩阵的迹 $T_r(J)$ 为0,不可能为稳定点,所以不再列出其演化稳定性的分析结果。其他9种演化博弈结果如表2所示。

表2 演化博弈模型求解的其中9种情况

	$(1-\beta_s)(m-1)R > (n-1)C$ $(1-\beta_t)(m-1)R > (n-1)C$				$(1-\beta_s)(m-1)R < (n-1)C$ $(1-\beta_t)(m-1)R > (n-1)C$				$(1-\beta_s)(m-1)R < (n-1)C$ $(1-\beta_t)(m-1)R < (n-1)C$			
	均衡点	Det符号	Tr符号	稳定性	均衡点	Det符号	Tr符号	稳定性	均衡点	Det符号	Tr符号	稳定性
$(\beta_s - \beta_t)R_l > (\alpha_s - \alpha_t)C_l$ $(\beta_s - \beta_t)R_h > (\alpha_s - \alpha_t)C_h$	A(0,0)	+	+	不稳	A(0,0)	+	+	不稳	A(0,0)	-		鞍点
	B(0,1)	-		鞍点	B(0,1)	+	-	ESS	B(0,1)	+	-	ESS
	C(1,1)	+	-	ESS	C(1,1)	-		鞍点	C(1,1)	-		鞍点
	D(1,0)	-		鞍点	D(1,0)	-		鞍点	D(1,0)	+	+	不稳
$(\beta_s - \beta_t)R_l < (\alpha_s - \alpha_t)C_l$ $(\beta_s - \beta_t)R_h < (\alpha_s - \alpha_t)C_h$	A(0,0)	-		鞍点	A(0,0)	-		鞍点	A(0,0)	+	-	ESS
	B(0,1)	+	+	不稳	B(0,1)	-		鞍点	B(0,1)	-		鞍点
	C(1,1)	-		鞍点	C(1,1)	+	+	不稳	C(1,1)	+	+	不稳
	D(1,0)	+	-	ESS	D(1,0)	+	-	ESS	D(1,0)	-		鞍点
$(\beta_s - \beta_t)R_l < (\alpha_s - \alpha_t)C_l$ $(\beta_s - \beta_t)R_h > (\alpha_s - \alpha_t)C_h$	A(0,0)	-		鞍点	A(0,0)	-		鞍点	A(0,0)	+	-	ESS
	B(0,1)	+	+	不稳	B(0,1)	-		鞍点	B(0,1)	-		鞍点
	C(1,1)	+	-	ESS	C(1,1)	-		鞍点	C(1,1)	-		鞍点
	D(1,0)	-		鞍点	D(1,0)	-		鞍点	D(1,0)	+	+	不稳

当 $(\beta_s - \beta_t)R_l > (\alpha_s - \alpha_t)C_l$, $(\beta_s - \beta_t)R_h < (\alpha_s - \alpha_t)C_h$ 时,政府和社会资本方合作机制的演化博弈共分为三种情况: $(1-\beta_s)(m-1)R > (n-1)C$, $(1-\beta_t)(m-1)R > (n-1)C$; $(1-\beta_s)(m-1)R < (n-1)C$, $(1-\beta_t)(m-1)R > (n-1)C$; $(1-\beta_s)(m-1)R < (n-1)C$, $(1-\beta_t)(m-1)R < (n-1)C$ 。本文重点针对这三种情况进行说明。

(1)当 $(1-\beta_s)(m-1)R > (n-1)C$, $(1-\beta_t)(m-1)R > (n-1)C$ 时,无论政府选择加强还是不加强项目监管的策略,社会资本方选择努力提高项目收益的策略均能获得较为理想的项目收益。平面内五个局部平衡点的局部稳定性分析结果和动态相位图如表3、图1所示。

其中,D(1,0)为平面内的ESS点,即为演化博弈模型的稳定点。所以,当无论政府选择加强或者不加强监管的策略,社会资本方选择“努力”与“不努力”这两种状态的收益差值均大于成本的差值时,所对应的演化稳定策略为:社会资本方选择努力提高项目的收益的策略而政府选择不加强监管的策略。

表3 第一种情况的局部稳定性分析结果

均衡点	Det(J)符号	$T_r(J)$ 符号	稳定性
A(0,0)	+	+	不稳
B(0,1)	-		鞍点
C(1,1)	-		鞍点
D(1,0)	+	-	ESS

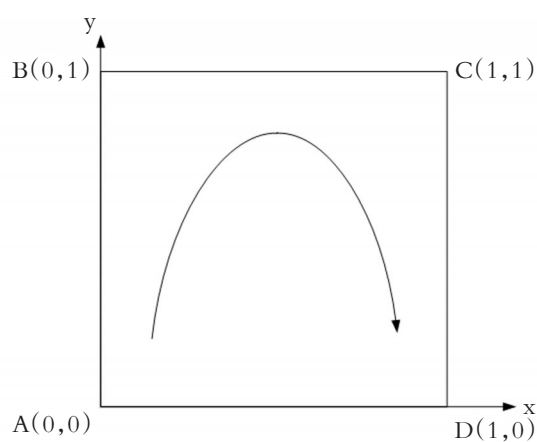


图1 第一种情况的动态相位图

(2)当 $(1-\beta_s)(m-1)R < (n-1)C$, $(1-\beta_t)(m-1)R > (n-1)C$ 时,政府选择加强监管的策略、社会资本方选择不努力提高项目收益的策略能够获得较为理想的项目收益,而政府选择不加强监管的策略、社会资本方选择努力提高项目收益的策略也能获得较为理想的项目收益。平面内五个局部平衡点的局部稳定性分析结果和动态相位图如表4、图2所示:

表4 第二种情况的局部稳定性分析结果

均衡点	Det(J)符号	$T_r(J)$ 符号	稳定性
A(0,0)	+	+	不稳定
B(0,1)	+	-	ESS
C(1,1)	+	+	不稳定
D(1,0)	+	-	ESS

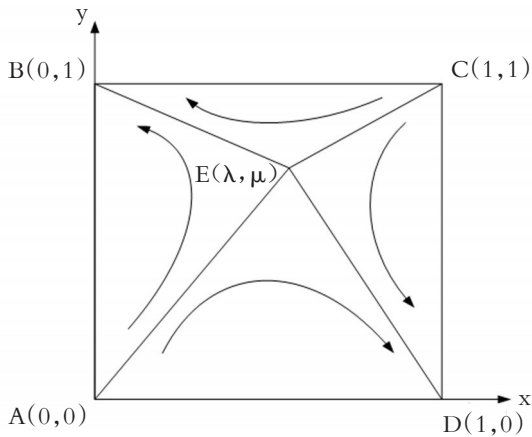


图2 第二种情况的动态相位图

此时, $B(0,1)$ 、 $D(1,0)$ 为平面内的ESS点,即为演化博弈模型的稳定点。所以,当政府选择加强监管的策略、社会资本方选择“努力”与“不努力”这两种状态的收益差值小于成本的差值,且当政府选择不加强监管的策略、社会资本方选择“努力”与“不努力”这两种状态的收益差值大于成本的差值时,所对应的演化稳定策略为:社会资本方选择不努力提高项目收益的策略而政府选择加强监管的策略,或社会资本方选择努力提高项目收益的策略而政府选择不加强监管的策略。后文会进一步讨论系统最终趋于哪种稳定状态。

(3)当 $(1-\beta_s)(m-1)R < (n-1)C$, $(1-\beta_t)(m-1)R < (n-1)C$ 时,无论政府选择加强还是不加强监管的策略,社会资本方选择不努力提高项目收益的策略均能获得较为理想的项目收益。平面内五个局部平衡点的局部稳定性分析结果和动态相位图如表

5、图3所示:

表5 第三种情况的局部稳定性分析结果

均衡点	Det(J)符号	$T_r(J)$ 符号	稳定性
A(0,0)	-		鞍点
B(0,1)	+	-	ESS
C(1,1)	+	+	不稳
D(1,0)	-		鞍点

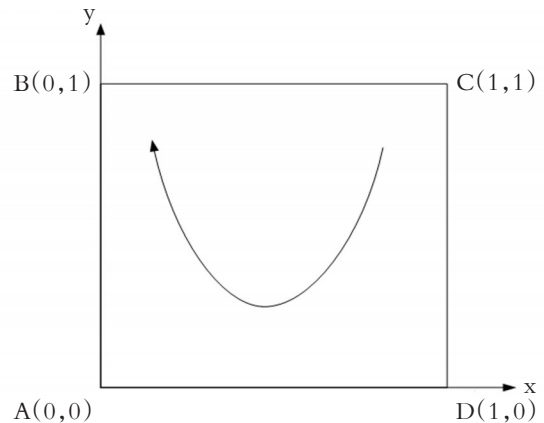


图3 第三种情况的动态相位图

此时, $B(0,1)$ 为平面内的ESS点,即为演化博弈模型的稳定点。所以,当无论政府选择加强或者不加强监管的策略,社会资本方选择“努力”与“不努力”这两种状态的收益差值均小于成本的差值时,所对应的演化稳定策略为:社会资本方选择不努力提高项目收益的策略,政府选择加强监管的策略。

四、演化博弈模型分析

结合上文对演化博弈模型的求解结果,分析在政府和社会资本方的合作机制中,影响因素的变动情况最终对博弈双方策略的选择有哪些影响。本文主要通过 $S_{\text{四边形}ABCE}$ ($S_{\text{四边形}ABCE}$ 为四边形ABCE的面积)的计算求导,在结合社会资本方努力提高项目收益的情况下,根据项目收益和成本的变动情况分析政府和合作机制中成本系数的选取对双方最终策略选择的影响。 $S_{\text{四边形}ABCE}$ 的计算如下:

$$S_{\text{四边形}ABCE} = \frac{1}{2}\lambda + \frac{1}{2}(1-\mu) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \left[\frac{-(\beta_t - \beta_s)R - (\alpha_s - \alpha_t)C}{(\beta_t - \beta_s)(m-1)R + (\alpha_s - \alpha_t)(n-1)C} - \frac{(n-1)C - (1-\beta_t)(m-1)R}{(\beta_t - \beta_s)(m-1)R} \right] \quad (12)$$

1. 政府加强监管的成本系数分析。对政府加强监管的成本系数 α_s 求导,则 $S_{\text{四边形}ABCE}$ 的求导结果

S_1' 为:

$$S_1' = \frac{-CR(\beta_t - \beta_s)(m-n)}{2[(\beta_t - \beta_s)(m-1)R + (\alpha_s - \alpha_t)(n-1)C]^2} \quad (13)$$

(1)当 $m>n$ 即社会资本方选择努力提高项目收益策略且项目收益提高的百分比大于项目成本提高的百分比,项目收益情况较理想时, $S_1'>0$,此时 $S_{\text{四边形ABCE}}$ 是关于 α_s 的单调增函数,当 α_s 的值增大时, $S_{\text{四边形ABCE}}$ 增大,则政府和社会资本方的合作机制最终向社会资本方不努力提高项目收益、政府加强监管的策略演化的概率增大。

这种情况表明,当社会资本方选择努力提高项目收益的策略时,若项目收益提高的百分比大于项目成本提高的百分比,即 $m>n$,表明项目最终利润情况较好,即社会资本方的“努力”是有效果的,其有能力使项目为社会公众提供高质量的服务。此时,若政府采取加强监管的策略,这里监管成本提高可以理解为政府的各项监管更为严苛,这在一定程度上会限制社会资本方对项目的运作,同时政府对社会资本方的“不信任”也会打击社会资本方的积极性,进而对社会资本方努力提高项目收益的策略选择产生不利影响,最终使社会资本方采取不努力提高项目收益的策略,而政府被迫继续采取加强监管的策略以促使项目能够沿着正常的轨道运行。这显然不是一种理想的状态。

(2)当 $m<n$ 即社会资本方选择努力提高项目收益策略而项目收益提高的百分比小于项目成本提高的百分比,项目收益情况不理想时, $S_1'<0$,此时 $S_{\text{四边形ABCE}}$ 是关于 α_s 的单调减函数,当 α_s 的值增大时, $S_{\text{四边形ABCE}}$ 减小,则政府和社会资本方的合作机制最终向社会资本方努力提高项目收益、政府不加强监管的策略演化的概率增大。

这种情况表明,当社会资本方选择努力提高项目收益的策略而项目本身运行效果不太理想时,若政府采取加强监管的策略,且随着政府监管的不断加强,一定程度上会促使社会资本方找出自身的不足,发现项目运行中存在的漏洞,进而采取更加积极的措施改进技术、完善管理。这时,政府对社会资本方的监管起到一种正向引导的作用。直到社会资本方采取的努力提高项目收益的策略取得理想效果时,政府会调整自己的监管策略,进而选择不加强监督的策略,对项目仅实行正常情况下的例行监督检查。这样不仅社会资本方自身的利润得到提高,政府

也节省了额外的监管成本,同时项目能够以更为理想的状态为公众提供服务,此时达到了理想的状态。

2. 政府不加强监管的成本系数分析。对政府不加强监管的成本系数 α_t 求导,则 $S_{\text{四边形ABCE}}$ 的求导结果 S_2' 为:

$$S_2' = \frac{CR(\beta_t - \beta_s)(m-n)}{2[(\beta_t - \beta_s)(m-1)R + (\alpha_s - \alpha_t)(n-1)C]^2} \quad (14)$$

(1)当 $m>n$ 即社会资本方选择努力提高项目收益策略且项目收益提高的百分比大于项目成本提高的百分比,项目收益情况较理想时, $S_2'<0$,此时 $S_{\text{四边形ABCE}}$ 是关于 α_t 的单调减函数,当 α_t 的值增大时, $S_{\text{四边形ABCE}}$ 减小,则政府和社会资本方的合作机制最终向社会资本方努力提高项目收益、政府不加强监管的策略演化的概率增大。

这种情况表明,当社会资本方采取努力提高项目收益的策略并取得较为理想的效果时,政府采取不加强监管的策略。此时,如果政府在原有基础上适当加强对社会资本方的监管,即 α_t 的值略微增加,并不会影响双方最终合作策略的选择。政府的监管力度只要在合理范围内,就不会影响社会资本方的积极性,反而会对项目的良好运行起到促进作用。

(2)当 $m<n$ 即社会资本方选择努力提高项目收益策略而项目收益提高的百分比小于项目成本提高的百分比,项目收益情况不理想时, $S_2'>0$,此时 $S_{\text{四边形ABCE}}$ 是关于 α_t 的单调增函数,当 α_t 的值增大时, $S_{\text{四边形ABCE}}$ 增大,则政府和社会资本方的合作机制最终向社会资本方不努力提高项目收益、政府加强监管的策略演化的概率增大。

这种情况表明,当社会资本方采取的努力提高项目收益的策略实施效果不理想时,政府会采取一些加强监管的措施来促使社会资本方提高对项目的管理水平。但政府的监管毕竟属于外部影响因素,对项目经营本身的一些技术和管理层面问题的解决作用有限。最终导致社会资本方因无法使项目收益提高的百分比高于项目成本提高的百分比而放弃采取努力提高项目收益的策略,转而采取一般策略,而政府为了保证项目能够为公众提供正常的社会服务,需采取加强监管的策略。

3. 政府两种监管策略下成本系数的差值分析。令 $\alpha_s - \alpha_t = \omega$,即政府加强监管时的成本系数 α_s 与不加强监管时的成本系数 α_t 相减得到两种策略下的成本系数差值 ω ,此时设四边形ABCE的面积

为 $S_{\text{差四边形ABCE}}$ 。

$$S_{\text{差四边形ABCE}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \left[\frac{-(\beta_t - \beta_s)R - \omega C}{(\beta_t - \beta_s)(m-1)R + \omega(n-1)C} - \frac{(n-1)C - (1 - \beta_t)(m-1)R}{(\beta_t - \beta_s)(m-1)R} \right] \quad (15)$$

对两种监管策略下成本系数的差值 ω 求导, 得到关于 $S_{\text{差四边形ABCE}}$ 的求导结果:

$$S_3' = \frac{-CR(\beta_t - \beta_s)(m-n)}{2[(\beta_t - \beta_s)(m-1)R + \omega(n-1)C]^2} \quad (16)$$

(1) 当 $m > n$ 即社会资本方选择努力提高项目收益策略时项目收益提高的百分比大于项目成本提高的百分比, 项目收益情况较理想时, $S_3' > 0$, 此时 $S_{\text{差四边形ABCE}}$ 是关于 ω 的单调增函数, 当 ω 的值增大时, $S_{\text{差四边形ABCE}}$ 增大, 则政府和社会资本方的合作机制最终向社会资本方不努力提高项目收益、政府加强监管的策略演化的概率增大。

这种状态表明, 当社会资本方采取努力提高项目收益的策略且收益和成本的变动情况较为理想时, 若政府的监管政策前后不一致, 则会影响社会资本方对项目的判断, 给社会资本方对项目的管理造成一定的混乱, 导致项目运行效果不佳。当政策的变动严重影响到项目的收益, 使社会资本方的收益降低时, 社会资本方就会采取不努力提高项目收益的消极策略, 而政府则需要耗费大量的人力和财力来采取加强监管的策略弥补之前政策变动给项目带来的消极影响。

(2) 当 $m < n$ 即社会资本方采取努力提高项目收益策略而项目收益提高的百分比小于项目成本提高的百分比, 项目收益情况不理想时, $S_3' < 0$, 此时 $S_{\text{差四边形ABCE}}$ 是关于 ω 的单调减函数, 当 ω 的值增大时, $S_{\text{差四边形ABCE}}$ 减小, 则政府和社会资本方的合作机制最终向社会资本方努力提高项目收益、政府不加强监管的策略演化的概率增大。

这种状态表明, 当社会资本方采取努力提高项目收益的策略但由于管理和技术等存在问题导致项目的收益不理想时, 政府监管的政策变化会给社会资本方的项目管理起到一定的促进作用, 有利于社会资本方从政府的角度找出项目运行中的不足之处, 为项目带来新的发展空间。社会资本方的努力将使项目收益得到提升, 最终的结果是, 社会资本方采

取努力提高项目收益的策略, 而政府在项目运行达到理想状态时采取不加强监管的策略。

五、双方合作策略选择的建议

PPP 模式是近年来发展较快的社会基础设施建设的重要方式, PPP 项目具有投资大、资金回收期长的特点。社会资本方在参与项目运营时除需考虑经济收益外, 和政府采取的合作机制也是需考虑的重要内容, 同时由于基础设施建设关系国计民生, 政府对项目的监管也是必不可少的。如何在社会资本方和政府之间做好成本和收益的权衡, 是双方合作策略的重要内容, 良好的合作机制能使双方达到一种优势互补的状态。本文分别从政府和社会资本方的角度给出关于双方策略选择的建议。

1. 基于社会资本方视角的建议。

(1) 建立关于项目效益提升的量化指标。取得项目收益是社会资本方参与项目运营的根本目的。社会资本方通常会通过采用先进的生产工艺、提升管理水平以及引进行业人才等措施提高项目收益, 但这同时也会导致成本的增长。因此, 社会资本方在衡量项目收益时, 要制定合适的评价标准。标准的制定要结合项目的实际收益情况, 同时还应将成本的提升考虑在内。评价指标的选取要做到既能反映项目投入和产出的实际情况, 又要方便比较和量化。

(2) 充分利用政府的监管, 及时找出项目运营中存在的不足。虽然社会资本方作为项目的经营者对项目的管理享有充分的自主权, 但是政府的监管也是必不可少的。在 PPP 项目运营过程中, 社会资本方由于自身的局限性可能无法充分发现项目管理过程中存在的漏洞。政府的监管可以帮助社会资本方找出项目中存在的问题, 并督促其及时解决问题, 从而减少不必要的损失。为此, 社会资本方要端正对政府监管的态度, 减少对立情绪, 以便更好地改进项目管理。同时, 社会资本方要学会根据政府监管政策的调整适时调整自身的经营策略, 以提升项目的价值, 使项目能更好地满足社会的需求。

(3) 主动增强行业自律意识。PPP 项目不仅仅是单纯意义上的工程实施项目, 也是一种行业标杆性的项目, 它往往代表着政府和社会资本方的形象, 与公众生活密切相关。作为项目经营主体的社会资本方, 要严格遵循各项标准, 增强行业自律意识, 提升企业的社会责任感。社会资本方要严格把控项目工期、成本和质量, 同时还要保证项目设计的科学性、项目施工的安全性、产品定价的合理性以及产品维

护的及时性等。

2. 基于政府视角的建议。

(1)规范社会资本方的准入标准。考虑PPP项目的社会性和公益性要求,政府在项目实施之前必须做好对社会资本方的选择评价工作,以便为之后双方合作机制的正常运行提供有利的前提条件。资质良好的社会资本方往往具有规模大、工艺先进、管理水平高、信誉度好等特点,这些特点在政府和社会资本方的合作机制中发挥着重要的作用,有助于提高项目的收益率,保证项目的质量。同时,资质良好的社会资本方一定程度上可以节省政府的监管成本,提高监管工作的效率和质量。

(2)提高监管工作的效率,降低监管成本。在PPP模式下政府和社会资本方的合作策略中,如何减少因不必要的监管以及低效率的监管导致的成本增加,是政府工作的重要内容。具体来看,要做到以下两点:①根据项目所处的具体阶段以及环境条件的改变适时调整监管政策,从而减少不必要的监管;②通过成立专门的PPP管理机构、健全已有的监管体系以及完善监管工作的绩效考核等方式不断提升监管工作的效率。

(3)监管政策的宽严有度和一致性相结合。政府监管的根本目的是保证PPP项目能够以最佳的状态运行。从长远来看,监管政策过于严苛或者宽松,都不利于社会资本方提高项目收益。要保证监管政策宽严有度,根据社会资本方对项目运行的实际情况制定切实可行的监管政策。项目效益不佳时,政府要制定严格的监管政策,促使社会资本方完善项目管理措施;如果项目效益较好,政府就应该给予社会资本方足够的信任,使社会资本方有充分的施展空间。但这并不意味着监管政策可以随意变动。政府要在保证监管政策大方向一致的前提下,根据项目收益情况做到宽严有度,适时调整相应的合作策略。

六、结束语

鉴于PPP模式在基础设施等工程建设领域的引领示范作用,在实践当中政府和社会资本方必须具

备良好的策略选择能力。既要能够根据项目的具体阶段和特点制定科学有效的合作策略,还要能够根据对方合作策略的实施效果以及策略的变动情况适时调整自身的策略,同时双方还要尽量保证合作策略的稳定性。社会资本方要主动采取积极的合作策略,努力提高项目收益,合理控制项目成本,利用政府的监管及时发现并解决问题;政府要提高监管工作的针对性和灵活性,确保资源的合理利用。政府和社会资本方要在综合考虑双方成本和收益变动情况的基础上制定科学的合作策略,使PPP模式下项目的总体收益能够达到最大化。

主要参考文献:

- [1] 孙学工,刘国艳,杜飞轮等.我国PPP模式发展的现状、问题与对策[J].宏观经济管理,2015(2):28~30.
- [2] 王天义.全球化视野的可持续发展目标与PPP标准:中国的选择[J].改革,2016(2):20~34.
- [3] 王斌.中国PPP项目的发展现状及其问题[J].上海大学学报(社会科学版),2017(5):94~105.
- [4] 吉富星.不完全契约框架下PPP项目效率困境与规范创新研究[J].当代财经,2018(4):36~44.
- [5] 何雪峰,王秀霞.演化博弈视角下PPP项目运营与政府监管的稳定性分析[J].财会月刊,2017(2):17~22.
- [6] 蔡今思.借鉴国际PPP运用经验支持公共基础设施建设[J].中国财政,2014(9):15~17.
- [7] 徐刚.基于PPP模式的BOT项目财务风险分析及防范[J].公路交通科技,2015(9):150~153.
- [8] 和军,戴锦.公私合作伙伴关系(PPP)研究的新进展[J].福建论坛(人文社会科学版),2015(5):44~51.
- [9] 何雨佳,石磊.基于关键成功要素的PPP项目政府角色定位研究[J].项目管理技术,2018(1):24~29.

作者单位:郑州大学管理工程学院,郑州450001