

公共项目公私合作(PPP)控制权配置的决策模型

胡 振

(西安建筑科技大学管理学院, 陕西 西安 710055)

摘 要:针对公私合作(PPP)项目,以 VFM 效果作为政府收益的评价指标,分析控制权为连续变量的情况下投资、成本和收益等变量的取值,在此基础上构建控制权配置与 VFM 效果的相关关系模型,结果发现,VFM 效果与项目公司拥有的控制权呈二次曲线关系,因此,二次项系数、一次项系数及对称轴位置影响 VFM 的单调性,进而决定着控制权的最佳配置.论文基于上述原理构建控制权配置的决策模型,并通过算例验证所得模型具有较强的适用性.

关键词:公私合作;控制权;VFM

中图分类号:F294

文献标志码:A

文章编号:1006-7930(2012)01-0090-07

控制权的配置一直是公私合作(Public-Private Partnerships,简称 PPP)项目中政府和项目公司谈判的焦点,它直接影响着公私双方的决策行为和合作效率.根据建设期、特许经营期内和特许经营期后这三个阶段控制权配置的不同,PPP 项目可以划分为三种基本范式:基本范式 I 的主要特征是在全寿命周期内政府拥有控制权,即通常所说的 BTO(Build Transfer Operate,建设—移交—经营);基本范式 II 的主要特征是特许经营期内项目公司拥有控制权,其他阶段政府拥有控制权,即通常所说的 BOT(Build Operate Transfer,建设—经营—移交);基本范式 III 的主要特征是特许经营期内和特许经营期后控制权均属于项目公司,即通常所说的 BOO(Build Own Operate,建设—拥有一经营).从实践来看,不同国家对这三种基本范式的选择倾向是不同的,例如在日本,截至 2009 年 3 月,在 340 个案例中,BTO、BOT 和 BOO 三种范式分别为 270 个、49 个和 21 个,所占比例分别为 79.41%、14.41%和 6.18%;而我国 PPP 项目则主要采用 BOT 范式运作,BTO 和 BOO 这两种范式很少应用.

从理论上分析,PPP 项目范式选择的实质就是对控制权的配置进行决策,对于这一问题的研究具有代表性的成果包括:T. Besley 等在假设控制权只能归属于政府或项目公司一方(即 0/1 配置)的前提下,研究了控制权配置的决策问题,结论表明,由于控制权决定着剩余收益,因此在 PPP 项目中,控制权的配置取决于双方对项目的价值期望,哪一方对项目价值的期望较高,控制权就应配置于哪一方^[1];大西正光等以政府与项目公司利益的一致性为解释变量构建了 PPP 项目特许经营期内控制权配置的决策模型,该模型表明,政府和项目公司的利益关系越一致,越宜将特许经营期内控制权配置给项目公司(采用 BOT 范式);当政府和项目公司的利益关系对立程度很大时,控制权配置给任何一方,都会导致另外一方收益很小^[2];张喆等将 PPP 项目的控制权作为连续变量,并将项目公司投资分为自利性投资(为增加自有收益而进行的投资)和公益性投资(为增加社会福利而进行的投资)两类,分析在不同条件下控制权配置的最佳范围及其对合作效率的影响,结论表明,由于存在自利性投资,将控制权全部赋予对项目评价高的一方不是最佳的控制权分配方案,有效的控制权配置应处于一定的区间内,而且,过度的政府干预也会导致合作的低效率^[3].在目前的研究中,这三篇文章是为数不多的将控制权作为变量,并通过构建模型研究其配置问题的成果,而很多学者则是在研究 PPP 项目风险分配问题时,将控制权配置作为重要的影响因素分析其与风险分配之间的关系,如 K. C. Lam 等认为,项目权利与责任应相

收稿日期:2010-09-30 **修改稿日期:**2012-01-30

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70803038);陕西省重点学科建设专项资金资助项目;陕西省软科学研究计划项目(2009KRM074);陕西省教育厅专项研究计划项目(07JK073)

作者简介:胡 振(1975-),男,辽宁锦州人,副教授,博士后,副教授,研究方向为 PPP/PFI/BOT 理论及应用.

互匹配,控制权的配置与风险分担应一致,拥有控制权的一方应承担适度的风险^[4]。此外,还有学者通过定性分析,研究控制权在特许经营期内配置给项目公司的可行性(即 BOT 范式),提出了公共项目采用 BOT 范式开发和运作具有较强的风险性,BOT 项目的成功需要具备很多客观条件,并非全部 BOT 项目都能获得成功,如王守清教授将 BOT 称为“带刺的玫瑰”^[5],来说明其项目的高风险性;Ahmed F. M. Salman 等提出了一个评估 BOT 项目可行性的数学模型,应用该模型可以帮助政府判断公共项目是否应该采用 BOT 范式开发^[6];X. Q. Zhang、S. Q. Wang、Ahmed F. M. Salman 等在其论著中也提及了控制权配置是 BOT 项目成功或生存的驱动因素^[7-9]。

上述文献在一定程度上揭示了 PPP 项目控制权配置的理论和方法,但是,在控制权变量的设定以及影响因素的分析等方面存在着明显的弊端。文献[1-3]中关于控制权变量的设定过于绝对,都是将 PPP 项目在某一时点上的全部权利作为一个集合,分析双方控制权的分配比例并在全寿命周期内保持不变。而在实际中,控制权并不是在全寿命周期内从属于一个主体,在项目运作的某些时点(如特许经营期结束)存在着控制权转移的问题,因此,控制权的配置是随着时间推移而变化的。文献[4-9]专门针对一种控制权配置方式(BOT 范式),探讨成功驱动因素或所需条件,并未涉及 PPP 项目的另外两种控制权配置方式。正因如此,本文充分借鉴上述研究成果,构建控制权配置的决策模型,其主要特点是:(1)充分考虑 PPP 项目运作的实际,将 0/1 配置和连续配置有效结合,在时点上坚持 0/1 配置,在时区上将控制权设置为连续变量;(2)充分考虑政府监管和风险分配这两个因素,以及由此带来的成本、收益的变化,并在分析控制权配置、投资结构、维护成本之间的关系的基础上构建控制权配置的决策模型,分析控制权的选择机理。

1 变量分析

1.1 控制权配置

如前所述,假设控制权在某一时点上只能属于政府或项目公司中的一方,即项目所有权的拥有者。从 PPP 项目实际来看,如果项目公司拥有控制权,一般是从建设期结束这一时点开始拥有一段时间(一般是到特许经营期结束)或整个经营期,项目公司从经营期的其他时点上开始拥有控制权的情况很少发生,而且,控制权一旦转移给政府,则不可能再次移交给项目公司。令 t 表示项目公司拥有控制权的时间, t_1 表示特许经营期, t_2 表示经营期, t_3 表示全寿命周期(图 1)。假设控制权在时区上的分布是连续的,即政府可以选择从建设期结束这一时点开始的任何时期,赋予项目公司项目控制权,并令项目公司控制权的大小(π)为其拥有控制权的时间与经营期的比值,即 $\pi = \frac{t}{t_2}$,则政府控制权的大小可以表示为 $1 - \pi$ 。显然当 $t = 0$ 时, $\pi = 0$,此时 PPP 项目采用 BTO 范式运作;当 $t = t_1$ 时, $\pi = \frac{t_1}{t_2}$,此时 PPP 项目采用 BOT 范式运作;当 $t = t_2$ 时, $\pi = 1$,此时 PPP 项目采用 BOO 范式运作。

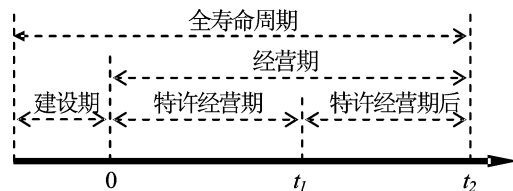


图 1 PPP 项目各期间分析

Fig. 1 All stages of the PPP project

在传统开发方式下,政府拥有项目的全部控制权。令传统开发方式下公共项目提供的服务规模为 q_0 ,项目投资为 i_0 ,维护成本为 c_0 ,服务价格为 p ,风险损失为 c_r 。因此,传统开发方式下政府的成本为 $q_0 c_0 t_2 + c_r$,收入为 $p q_0 t_2$,收益为 $\phi_{psc} = (p - c_0) q_0 t_2 - c_r - i_0$ 。

1.2 投资

项目公司的投资(i)与控制权大小高度相关,如果项目公司拥有控制权,可以通过增加投资改变项目的规模和质量;反之如果控制权配置于政府一方,则项目公司不具有自主决定项目规模的权利,但仍然可以通过增加投资改变项目的质量水平,而项目质量的变化直接影响着维护成本的大小。令 $i = \alpha i_0 + k_{\pi} \pi$,这里, α 表示由于项目公司在投资环节的管理经验带来的建设成本降低系数($0 < \alpha \leq 1$),它反映了项目公司投资控制能力的高低, k_{π} 表示单位控制权增加刺激项目公司的投资增加额。在 BTO 范式下,

$\pi = 0, i = \alpha i_0$; 在 BOT 范式下, $\pi = \frac{t_1}{t_2}, i = \alpha i_0 + k_{in} \frac{t_1}{t_2}$; 在 BOO 范式下, $\pi = 1, i = \alpha i_0 + k_{in}$.

从投资结构上看,项目公司增加投资主要用于两个方面,即增加项目规模和提高项目质量,前者不影响单位维护成本的变化,只影响服务规模的变化,对其简称为规模投资;后者与服务规模无关,只能降低单位服务的维护成本,对其简称为质量投资. 新增投资究竟用于哪一方,取决于它们对收益的边际贡献. 假设在项目公司的增加投资中,规模投资和质量投资的比例分别为 ω 和 $1-\omega$ ($0 \leq \omega \leq 1$), 则其金额分别为 $\omega k_{in} \pi$ 和 $(1-\omega) k_{in} \pi$.

1.3 收入

令 k_{qi} 表示 PPP 项目服务规模对规模投资的反映系数,则服务规模可以表示为 $q = q_0 + k_{qi} \omega k_{in} \pi$, 项目公司的收入为 $p(q_0 + k_{qi} \omega k_{in} \pi) t_1$.

政府收入包括经营收入和项目公司经营期间的税收两部分,经营收入为 $p(q_0 + k_{qi} \omega k_{in} \pi)(t_2 - t_1)$, 项目公司经营期间的税收为,这里, ϕ_{ppp-p} 表示项目公司的收益,表示综合税率 ($0 \leq r_d < 1$). 因此,政府收入 (R_{ppp-g}) 可以表示为

$$R_{ppp-g} = p(q_0 + k_{qi} \omega k_{in} \pi)(t_2 - t_1) + \phi_{ppp-p} r_d.$$

1.4 成本

对于项目公司来说,运营期间的成本主要包括维护成本、风险损失和纳税三个部分. 维护成本可以表示为 $\beta c_0 - k_{ci}(1-\omega) k_{in} \pi$, 这里, β 表示由于在运营阶段的先进技术和管理水平带来的维护成本降低系数 ($0 < \beta \leq 1$), 它反映了项目公司对维护成本的控制能力; k_{ci} 表示单位质量投资带来的成本降低额. 风险损失与其拥有的控制权呈正向变化, 控制权越大, 应承担的风险也就越大, 风险损失也越大, 其规模可以表示为 $\gamma \pi c_r$, 这里 γ 表示由于项目公司有效进行风险控制而带来的风险损失降低系数 ($0 < \gamma \leq 1$), 它反映了项目公司风险控制能力. 因此, 项目公司的经营成本和风险损失可以表示为 $(q_0 + k_{qi} \omega k_{in} \pi)[\beta c_0 - k_{ci}(1-\omega) k_{in} \pi] t_1 + \gamma \pi c_r$, 纳税规模为

$$\{pt_1(q_0 + k_{qi} \omega k_{in} \pi) - (q_0 + k_{qi} \omega k_{in} \pi)[\beta c_0 - k_{ci}(1-\omega) k_{in} \pi] t_1 + \gamma \pi c_r - (\alpha i_0 + k_{in} \pi)\} r_d$$

于是,项目公司的收益为

$$\phi_{ppp-p} = \{pt_1(q_0 + k_{qi} \omega k_{in} \pi) - (q_0 + k_{qi} \omega k_{in} \pi)[\beta c_0 - k_{ci}(1-\omega) k_{in} \pi] t_1 + \gamma \pi c_r - (\alpha i_0 + k_{in} \pi)\} (1 - r_d)$$

政府在 PPP 项目中的成本包括政府经营期间的维护成本、风险分担损失和监管成本这三个方面.

(1) 政府在运营期间的维护成本与 PPP 项目服务规模呈正向变化, 与服务质量呈反向变化. 根据上述变量之间的关系, 政府在运营期间的维护成本可以表示为

$$(q_0 + k_{qi} \omega k_{in} \pi)[c_0 - k_{ci}(1-\omega) k_{in} \pi](t_2 - t_1)$$

(2) 通常, 控制权配置与风险分担损失是正向变化的, 即控制权配置在哪一方, 风险损失也随之由哪一方来承担. 政府将控制权转移给项目公司, 同时也会将风险转移给项目公司(图2). 由于传统开发方式下的风险损失为 c_r , 则在 PPP 项目中政府承担的风险损失可以表示为 $(1-\pi)c_r$.

(3) 如果项目公司拥有控制权, 那么政府就需要对其进行有效地监管, 而且, 监管成本与项目公司拥有控制权的大小呈正向变化. 因此, 政府的监管成本可以表示为 πc_s , 这里, c_s 为 $t = t_2$ (BOO 范式) 时政府的监管成本(即项目公司在全部经营期内拥有控制权时政府的监管成本, 也即最高监管成本).

因此, 在 PPP 项目中, 政府成本总额可以表示为

$$(q_0 + k_{qi} \omega k_{in} \pi)[c_0 - k_{ci}(1-\omega) k_{in} \pi](t_2 - t_1) + \pi c_s + (1-\pi)c_r$$

于是, 政府的收入为

$$R_{ppp-g} = p(q_0 + k_{qi} \omega k_{in} \pi)(t_2 - t_1) + \{(q_0 + k_{qi} \omega k_{in} \pi)[p - \beta c_0 +$$

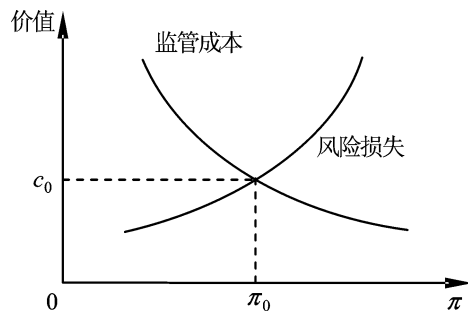


图2 政府风险损失和监管成本的变化

Fig. 2 Changes of the risk loss and regulatory costs of the government

$$k_{ci}(1-\omega)k_{in}\pi]t_q - \lambda\pi c_r - (\alpha i_0 + k_{in}\pi)\}r_d$$

2 模型构建与求解

综上所述,我们分析了控制权、投资、收入、成本这四个变量及其相互关系.在 PPP 项目中,政府收益通常用 VFM(Value for Money,用来评价与传统开发方式相比,政府财政支出减少或财政收入增加的比例或规模)效果来衡量.综合上述变量之间的关系,我们可以计算传统开发方式和公私合作两种方式下的政府收益为

$$\begin{aligned}\phi_{psc} &= (p - c_0)q_0t_2 - i_0 - c_r \\ \phi_{ppp-g} &= (q_0 + k_{qi}\omega k_{in}\pi)[p - c_0 + k_{ci}(1-\omega)k_{in}\pi](t_2 - t_1) + \{(q_0 + k_{qi}\omega k_{in}\pi)[p - \beta c_0 + \\ &\quad k_{ci}(1-\omega)k_{in}\pi]t_1 - \gamma\pi c_r - (\alpha i_0 + k_{in}\pi)\}r_d - (1-\pi)c_r - \pi c_s\end{aligned}$$

因此,VFM 效果为:

$$\begin{aligned}vfm &= \phi_{ppp-g} - \phi_{psc} = (q_0 + k_{qi}\omega k_{in}\pi)[p - c_0 + k_{ci}(1-\omega)k_{in}\pi](t_2 - t_1) + \{(q_0 + k_{qi}\omega k_{in}\pi) \times \\ &\quad [p - \beta c_0 + k_{ci}(1-\omega)k_{in}\pi]t_1 - \gamma\pi c_r - (\alpha i_0 + k_{in}\pi)\}r_d + \pi c_r - \pi c_s - (p - c_0)q_0t_2 + i_0\end{aligned}\quad (1)$$

政府是控制权配置的决策主体,作为理性的政府,应以 VFM 效果最大为决策准则.假设三种基本范式的 VFM 效果分别为 vfm_{bto} 、 vfm_{bot} 、 vfm_{boo} ,显然,当 $vfm_{bto} > vfm_{bot}$ 且 $vfm_{bto} > vfm_{boo}$ 时,应选择 BTO 范式运作;当 $vfm_{bot} > vfm_{bto}$ 且 $vfm_{bot} > vfm_{boo}$ 时,应选择 BOT 范式运作;当 $vfm_{boo} > vfm_{bto}$ 且 $vfm_{boo} > vfm_{bot}$ 时,应选择 BOO 范式运作(图 3).

对公式(1) 进行整理可得:

$$\begin{aligned}vfm &= k_{qi}k_{in}^2k_{ci}\omega(1-\omega)(t_2 - t_1 + t_1r_d)\pi^2 + \{k_{qi}\omega k_{in}[(p - c_0)(t_2 - t_1) + (p - \beta c_0)t_1r_d] - \\ &\quad k_{in}r_d + q_0k_{ci}(1-\omega)k_{in}(t_2 - t_1 + t_1r_d) - \gamma c_r t_1r_d + (c_r - c_s)\}\pi - \\ &\quad q_0t_1[p(1-r_d) - c_0(1-\beta r_d)] + (1-\alpha r_d)i_0\end{aligned}\quad (2)$$

显然,公式(2) 是一个关于 π 的一元二次方程,因此,根据一元二次方程的单调性以及解的分布,可以分析控制权的最佳配置.这里,我们首先需要分析控制权的取值区间.对于项目公司来说,控制权是依托于经营权而存在的,在 PPP 项目运作过程中,政府如果确定了特许经营期,就会在合同中约定下来且保持不再变化,因此,特许经营期后项目公司没有经营权,就不可能拥有控制权.令 $\theta = \frac{t_1}{t_2}$ ($t_1 < t_2$),即特许经营期小于全部经营期),则 π 的取值区间为 $[0, \theta]$.

2.1 当 $\omega = 0$ 时

$\omega = 0$ 说明新增投资全部用于提高质量,此时公式(2) 的二次项系数为 0,VFM 函数演变为:

$$\begin{aligned}vfm &= \{q_0k_{ci}k_{in}(t_2 - t_1 + t_1r_d) - k_{in}r_d - \gamma c_r t_1r_d + \\ &\quad (c_r - c_s)\}\pi - q_0t_1[p(1-r_d) - c_0(1-\beta r_d)] + (1-\alpha r_d)i_0\end{aligned}\quad (3)$$

显然,VFM 与 π 演变为线性函数关系,这可以根据一次项系数判断 VFM 的单调性,进而分析控制权的配置.如果 $q_0k_{ci}k_{in}(t_2 - t_1 + t_1r_d) + c_r > k_{in}r_d + \gamma c_r t_1r_d + c_s$,则一次项系数大于 0,那么 VFM 是 π 的增函数,当 $\pi = \theta$ 时 VFM 取得最大值,因此,应将控制权配置给项目公司,即选择 BOT 范式运作;如果 $q_0k_{ci}k_{in}(t_2 - t_1 + t_1r_d) + c_r = k_{in}r_d + \gamma c_r t_1r_d + c_s$,则一次项系数等于 0,那么 VFM 为常数,不随 π 的变化而变化,不论控制权怎样配置都不会改变 VFM 的大小,因此,可以选择将控制权配置于任何一方;如果,则一次项系数小于 0,那么 VFM 是 π 的减函数,当 $\pi = 0$ 时 VFM 取得最大值,因此,应将控制权配置给政府,即选择 BTO 范式运作.

2.2 当 $\omega = 1$ 时

$\omega = 1$ 说明新增投资全部用于增加规模,此时公式(2) 的二次项系数也为 0,VFM 函数演变为:

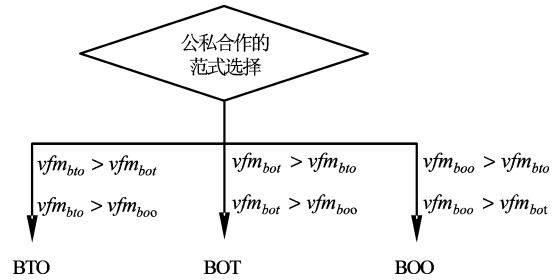


图 3 PPP 项目范式选择的基本原理

Fig. 3 The basic principles of the models Choice of PPP projects

$$vfm = \{k_q k_{in}[(p - c_0)(t_2 - t_1) + (p + \beta c_0)t_1 r_d] - k_{in} r_d - \gamma c_r t_1 r_d + (c_r - c_s)\} \pi - q_0 t_1 [p(1 - r_d) - c_0(1 - \beta r_d)] + (1 - \alpha r_d) i_0 \quad (4)$$

这说明 VFM 是 π 的线性函数,可以根据一次项系数判断 VFM 的单调性,进而分析控制权的配置。若 $k_q k_{in}[(p - c_0)(t_2 - t_1) + (p + \beta c_0)t_1 r_d] + c_r > k_{in} r_d + \gamma c_r t_1 r_d + c_s$,则 VFM 是 π 的增函数,根据前面分析,应将控制权配置给项目公司,选择 BOT 范式运作;若 $k_q k_{in}[(p - c_0)(t_2 - t_1) + (p + \beta c_0)t_1 r_d] + c_r = k_{in} r_d + \gamma c_r t_1 r_d + c_s$,则 VFM 为常数,不论控制权怎样配置都不会改变 VFM 的大小,因此,可以选择将控制权配置于任何一方;若 $k_q k_{in}[(p - c_0)(t_2 - t_1) + (p + \beta c_0)t_1 r_d] + c_r < k_{in} r_d + \gamma c_r t_1 r_d + c_s$,则 VFM 是 π 的减函数,应将控制权配置给政府,即选择 BTO 范式运作。

2.3 当 $0 < \omega < 1$ 时

$0 < \omega < 1$ 说明二次项系数 $k_q k_{in}^2 k_{ci} \omega (1 - \omega)(t_2 - t_1 + t_1 r_d)$ 恒大于 0,此时 VFM 是一条开口向上的抛物线(图 4),因此可以根据对称轴的位置判断它的单调性:在对称轴的左侧,VFM 随着 π 的增加而降低;在对称轴的右侧,VFM 随着 π 的增加而增加。

求解对称轴为:

$$\begin{aligned} & k_q \omega k_{in} [(p - c_0)(t_2 - t_1) + (p - \beta c_0)t_1 r_d] - k_{in} r_d - \frac{b}{2a} \\ & = - \frac{+ q_0 k_{ci} (1 - \omega) k_{in} (t_2 - t_1 + t_1 r_d) - \gamma c_r t_1 r_d + (c_r - c_s)}{2 k_q k_{in}^2 k_{ci} \omega (1 - \omega)(t_2 - t_1 + t_1 r_d)} \end{aligned} \quad (5)$$

从公式(5)可以看出, $-\frac{b}{2a}$ 与 α 无关,因此可以得出如下引理:

引理 1: 控制权配置与项目公司投资控制水平无关。

引理 1 说明,项目公司投资控制水平(α)的高低反映的是完成既定规模和质量水平的公共项目时投资降低幅度,这不会因为控制权配置而改变,因此并不是政府进行控制权配置的影响因素。

通过计算偏导函数可知, $-\frac{b}{2a}$ 与 β 和 γ 均呈同向变动关系,即 β 或 γ 减小时(β 减小说明项目公司维护成本控制水平提高, γ 亦同),使对称轴向左移动,因此控制权配置给项目公司会实现更大的 VFM 效果;反之, β 或 γ 增加时,控制权配置给政府会实现更大的 VFM 效果,因此,可以得出如下引理:

引理 2: 项目公司维护成本控制水平与控制权配置的民间性呈正向变动关系。

引理 3: 项目公司风险控制水平与控制权配置的民间性呈正向变动关系。

引理 2 说明由于控制权的配置会改变公共服务的规模,因此会影响维护成本的变化,当维护成本控制水平较高时(β 较小),将控制权配置给项目公司,可以实现总成本降低幅度较大,从而提高 VFM 效果;反之则应将控制权配置给政府。引理 3 说明当项目公司具有较好的风险控制水平时(γ 较小),将控制权配置给项目公司,可以实现较大程度的降低风险损失,从而提高 VFM 效果;反之则应将控制权配置给政府。

根据 VFM 的分布以及对称轴的位置可知,当 $-\frac{b}{2a} \leq 0$ 时,在取值区间 $[0, \theta]$ 内 VFM 是 π 的增函数, $\pi = \theta$ 时 VFM 取得最大值,因此,应将控制权配置给项目公司,即选择 BOT 范式运作;当 $-\frac{b}{2a} \geq \theta$ 时,在取值区间 $[0, \theta]$ 内 VFM 是 π 的减函数, $\pi = 0$ 时 VFM 取得最大值,因此,应将控制权配置给政府,即选择 BTO 范式运作;当 $0 < -\frac{b}{2a} < \theta$ 时,随着 π 在区间 $[0, \theta]$ 内取值增加, VFM 先减小后增加。根据函数的对称性,当 $0 < -\frac{b}{2a} < \frac{\theta}{2}$ 时,控制权配置给项目公司 VFM 效果更高;当 $-\frac{b}{2a} = \frac{\theta}{2}$ 时,控制权配置

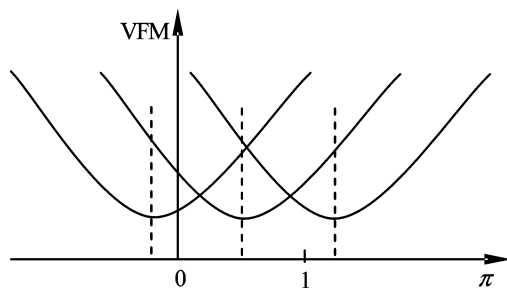


图 4 VFM 的分布及其单调性

Fig. 4 Distribution and monotonous of VFM

给项目公司或政府 VFM 效果相同;当 $\frac{\theta}{2} < -\frac{b}{2a} < \theta$ 时,控制权配置给政府 VFM 效果更高. 综合上述分析可以判断,只要对称轴处于 $\frac{\theta}{2}$ 左侧,就应将控制权配置给项目公司,反之则应将控制权配置给政府;对称轴处于 $\frac{\theta}{2}$ 处时,控制权可以配置给任何一方. 为了描述方便,令

$$\varphi_l = k_q \omega k_{\pi} [(p - c_0)(t_2 - t_1) + (p - \beta c_0)t_1 r_d] + c_r + q_0 k_{\alpha} (1 - \omega) k_{\pi} (t_2 - t_1 + t_1 r_d) + \theta k_q k_{\pi}^2 k_{\alpha} \omega (1 - \omega) (t_2 - t_1 + t_1 r_d) \varphi_r = \gamma c_r t_1 r_d + k_{\pi} r_d + c_s$$

因此可以得出如下引理:

引理 4: 当 $\varphi_l > \varphi_r$ 时,控制权在特许经营期内配置给项目公司更有利,即应采用 BOT 范式运作;当 $\varphi_l < \varphi_r$ 时,控制权在特许经营期内配置给政府更有利,即应采用 BTO 范式运作;当 $\varphi_l = \varphi_r$ 时,控制权在特许经营期内配置给任何一方, VFM 效果都相同.

从以上分析可以看出,尽管假设控制权在 $[0, \theta]$ 内是连续分布的,但结论是控制权要么在特许经营期内配置给政府,要么在特许经营期内配置给项目公司,而前者是 BTO 范式,后者是 BOT 范式.

如果政府将全部经营期都委托给项目公司经营(即 $t_1 = t_2$, 此时 $\theta = 1$), 则 π 的取值区间变为 $[0, 1]$, 根据上述分析可知,当 $-\frac{b}{2a} < \frac{1}{2}$ 时,应将控制权配置给项目公司,即选择 BOO 范式运作;当 $-\frac{b}{2a} > \frac{1}{2}$ 时,应将控制权配置给政府,即选择 BTO 范式运作;当 $-\frac{b}{2a} = \frac{1}{2}$ 时,控制权可以配置给任何一方. 令

$$\varphi'_l = k_q \omega k_{\pi} (p - \beta c_0) t_1 r_d + c_r + q_0 k_{\alpha} (1 - \omega) k_{\pi} t_1 r_d + k_q k_{\pi}^2 k_{\alpha} \omega (1 - \omega) t_1 r_d$$

因此可以得出如下引理:

引理 5: 当 $\varphi'_l > \varphi_r$ 时,控制权配置给项目公司(采用 BOO 范式运作)更有利;当 $\varphi'_l < \varphi_r$ 时,控制权配置给政府(采用 BTO 范式运作)更有利;当 $\varphi'_l = \varphi_r$ 时,控制权配置给任何一方 VFM 效果都相同.

3 算例分析

某一污水处理项目,政府独立开发需投资(i_0)1 000 万元,污水处理能力为(q_0)500 万 m^3 ,运营期间(t_2)为 30a,污水处理收费(p)为 0.7 元/ m^3 ,维护成本(c_0)为 0.5 元/ m^3 . 现政府决定采用 PPP 模式开发,假设单位控制权的增加会刺激项目公司增加投资(k_{π})300 万元,新增投资用于增加规模的比例(ω)为 70%,公共项目服务数量对规模投资的反映系数(k_q)为 0.6,单位质量投资带来的成本降低额(k_{α})为 5×10^{-8} , α, β, γ 分别为 0.80、0.85、0.90,最高监管成本(c_r)和最大风险损失(c_s)分别为 300 万和 200 万,综合税率(r_d)为 20%,特许经营期(t_1)为 15a.

根据上述研究可得 $\varphi_l = 1\,237.98$ (万元), $\varphi_r = 1\,070.00$ (万元). 根据引理 4,由于 $\varphi_l > \varphi_r$, 所以将控制权配置给项目公司更有利于提高 VFM 效果,即应采用 BOT 范式运作.

如果政府将全部经营期赋予项目公司,即 $t_1 = t_2 = 30a$, 则 $\varphi'_l = 676.92$ (万元). 根据引理 5,由于 $\varphi'_l < \varphi_r$, 所以将控制权配置给政府更有利于提高 VFM 效果,即应采用 BTO 范式运作.

4 结论与启示

本文以 VFM 效果作为公私合作(PPP)项目中政府收益的评价指标,假设控制权为连续变量的条件下分析投资、成本和收益等变量,构建控制权配置与 VFM 效果的相关关系模型,结果发现, VFM 效果与项目公司拥有的控制权呈二次曲线关系. 因此,二次项系数、一次项系数及对称轴位置影响 VFM 的单调性,进而决定着控制权的最佳配置.

本文所构建的决策模型还说明,项目公司的投资控制水平并不影响控制权配置的决策,而维护成本控制水平和风险管理水平则是控制权配置的重要影响因素,而这两个方面均是体现项目公司在运营阶段管理水平的重要标志,这要求政府在 PPP 项目控制权配置进行决策时,应对项目公司的管理经验和水平进行科学评估和定位.

日本、美国等发达国家和地区的 PPP 项目实践证明,政府在推行公共项目公私合作的过程中,对控制权配置是十分慎重的,实际案例也体现出多种范式共同存在且保持一定的比例关系,其中,政府拥有控制权所占的比例较大,项目公司拥有控制权所占的比例较小.但是在我国,目前的 PPP 项目绝大多数是应用 BOT 范式进行的,一小部分虽然采用 TOT(Transfer Operate Transfer)、ROT(Rehabilitate Operate Transfer)等模式,其实质属于 BOT 范式,均为项目公司在特许经营期内拥有控制权,BTO 和 BOO 两种范式在实际项目中极少采用.对于政府来说,BOT 范式的风险处于 BTO 和 BOO 两种范式之间,即大于 BTO,小于 BOO.由于 PPP 项目特许经营期较长,一般为 20~30 a,在如此长的时间内将控制权配置给项目公司,不仅要求具备良好的政治、经济等客观条件,还需要政府拥有足够的监管经验和水平,且项目契约能够完善到一定程度.目前,在全球范围内,PPP 项目尚属起步或初级阶段,其大力发展不过是 10 余年的时间,很多项目在运作中不断出现新的问题.正因如此,很多发达国家或地区在公私合作项目中都尽可能的选择政府拥有控制权,即选择相对保守的 BTO 范式.但是,我国公私合作发展的实际恰好与此相反,大量的 PPP 项目选择风险较大的 BOT 范式运作(仅污水处理厂 BOT 项目数量就超过日本全部 PPP 项目数量之和).因此,如何提高政府的监管能力和水平,有效解决 PPP 项目中不断出现的新问题,成为我国政府必须面对的新课题,而这一现状将在今后的很长一段时间存在.同时,对于新的 PPP 项目,应参照发达国家的经验和教训,结合我国的特殊国情,多元化进行控制权配置,科学选择不同的范式进行运作.

参考文献 References

- [1] 大西正光, 坂东弘, 小林潔司. PFI 项目形态选择的理论研究[R]. 第 27 届土木计划学研究发表会. 2003(日文, 光盘版).
ONISHI M, BANDO H, KOBAYASHI K. Theoretical analysis of the ownership structure in PFI projects[R]. 27th Civil Engineering Plan Subject Research and Conference, 2003 (Japanese, disc)
- [2] BESLEY T, GHATAK M. Government versus private ownership of publicgoods[J]. Quarterly Journal of Economics, 2001, 116(4): 1343-1372.
- [3] 张喆, 贾明, 万迪昉. PPP 背景下控制权配置及其对合作效率影响的模型研究[J]. 管理工程学报, 2009, 23(3): 23-30.
ZHANG Zhe, JIA Ming, WAN Di-fang. Theoretical Study on the Efficient Allocation of Control Rights in the Public-Private Partnership(PPP) [J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2009, 23(3): 23-30.
- [4] LAM K C, PATRICIA D W, LEE T K. Modelling risk allocation decision in construction contracts[J]. International Journal of Project Management. 2007, 25(5): 485-493.
- [5] 王丽丽. 好一朵带刺的玫瑰—访我国著名 BOT 专家王守清教授[J]. 施工企业管理, 2006(6): 2-4.
WANG Li-li. A rose with thorns- visit Chinese famous BOT expert professor WANG Shou-qing[J]. Construction Enterprise Management, 2006(6): 2-4.
- [6] LI Bing, AKINTOYE A, EDWARDS P J, et al. Perceptions of positive and negative factors influencing the attractiveness of PPP/PFI procurement for construction projects in the UK[J]. Construction and Architectural management, 2005, 12(2): 125-148.
- [7] ZHANG X Q. Critical success factors for public-private partnerships in infrastructure development[J]. Journal of Construction Engineering and Management. 2005, 131(1): 3-14.
- [8] QIAO L, WANG S Q. A predictive model for evaluating the CSFs of BOT projects in China[R]. Proceedings of the 2nd International Project Management Forum: Project Management in the 21st Century - Knowledge Economy and the Development of Western China, Xi'an Municipal People's Government, China Project Management Research Committee (PMRC), UNESCO/UNISPAR Chinese Working Group and Northwestern Polytechnical University, Xi'an, China: 2000:264-273, Oct. 3-6.
- [9] SALMAN A F M, SKIBNIEWSKI M J. Ismail bash. BOT viability model for large-scale infrastructure projects [J]. Journal of Construction Engineering and Management. 2007, 133(1): 50-63.

(下转第 108 页)

The impact of guidance price fuzziness on construction production earning power

NING Wen-ze, JING Wei-xing

(Construction Economy Institute, Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: Theory would not prove how construction industry profit rate will change when guidance price of construction production becomes fuzzy. Based on the interactive trade behavior process of construction industry and Multi-Agent system principles, and using NETLOGO to build a virtual construction industry through simulated reality, this paper finds that fuzzy guidance price of construction production will either sent the profit rate of construction production down or fluctuate it, which is also confirmed by financial data of listed company.

Key words: *Multi-Agent System; industry simulation; construction industry; guidance price; profit rate*

Biography: NING Wen-ze, Candidate for Ph. D., Xi'an 710055, P. R. China, Tel: 0086-29-18009221194, Email: nnnvzz@126.com

~~~~~  
(上接第 96 页)

## The decision model of the allocation of control rights in public-private partnerships projects

HU Zhen

(School of Management, Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an 710055, China)

**Abstract:** This paper made the VFM (Value for Money) as the evaluating indicator of the government's return in the public and private projects. Analyzing the variables of investment, costs and return and assuming that the control rights is continuous variable, we constructed the correlativity model of the allocation of control rights and the VFM, with the result showing a quadratic curve. This means there were coefficients of quadratic terms and linear terms concurring with the position of symmetry axis, affecting the monotonous of the VFM, which is a factor for further determining the optimum allocation of control rights. This paper has constructed the decision model of allocation of control rights on the basis above the calculation through the exact sample to demonstrate the model proves to be effective.

**Key words:** *Public-private partnerships; the control rights; value for money*

~~~~~  
Biography: HU Zhen, Associate professor, Xi'an 710055, P. R. China, Tel: 0086-13572815129, E-mail: koshin@126.com