

不完全合约下 PPP 项目的运营期延长决策机制^①

高颖, 张水波, 冯卓

(天津大学管理与经济学部, 天津 300072)

摘要: 以最终用户付费的 PPP 项目为研究对象, 研究了其需求量下降时, 政府是否应当对私人部门进行运营期补偿以及如何补偿来实现私人部门收益和消费者剩余的帕累托改进. 研究表明: 1) 并不是在所有需求量下降的情形下政府都应当对私人部门进行补偿, 在有些情形下私人部门可以通过自行降价来实现其自身收益和消费者剩余的帕累托改进; 2) 在政府应当补偿的情形下, 运营期延长机制在一定条件下能够实现私人部门收益和消费者剩余的帕累托改进, 并且有效的运营期延长范围与政府和私人部门的运营成本以及各自的重新谈判成本有关. 研究结果旨在为政府科学确定运营期的补偿范围提供决策支持.

关键词: 公私合营模式 (PPP); 重新谈判; 运营期; 补偿机制

中图分类号: F224 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2014)02-0048-10

0 引言

公私合营模式 (public-private partnership, 简称 PPP) 是指公共部门 (政府) 与私人部门通过签订长期合约 (特许协议), 使私人部门有权在规定的期限内建造和运营公共基础设施, 并在运营期结束后无偿移交给政府的合作模式^[1-2]. 该模式因其能够有效地解决政府资金问题^[3-5], 提高基础设施供给效率^[6-7] 而被各国所广泛采用^[8]. 然而, 由于 PPP 项目的长期性、交易双方的有限理性^[9] 以及交易存在成本^[10], PPP 项目特许协议无法覆盖未来所有可能的情况, 即特许协议具有不完全性^[11]. 当合约没有覆盖的意外事件发生并导致私人部门收益受到损害时, 私人部门可能会提高收费价格或中止运营该项目, 从而损害消费者的利益. 因此, 当意外事件发生导致消费者利益受到损害时, 政府应给予私人部门补偿来降低意外事件所造成的损失, 使 PPP 项目得以持续运作, 从而保护公众的利益.

为了应对意外事件对私人部门造成的损失, 一些学者从政府事前保证的角度出发, 提出了最小收益保证、债务保证、最大利率保证、最低需求量购买保证、收益上限保证等^[12-15]. 然而, 由于政府无法准确预知未来的可能情况, 如需求量的变动等, 因此事前保证可能会出现补贴过度或不足, 从而导致当一些意外事件发生时, 政府无法兑现事前的承诺, 使公众和私人部门的利益受到损害. 与此同时, 事前保证的不恰当容易引发事后长时间的重新谈判, 从而使双方不但要支付签订事前保证的成本, 同时又要承担事后重新谈判的成本, 导致双方所支付的成本相比于只采用事后补偿机制而言更加高昂.

另外一些学者提出了通过事后补偿机制来降低意外事件对私人部门造成的损失. Ho^[16] 通过动态博弈模型对政府的事后补贴机制进行了研究, 探讨了政府应该给予私人部门的转移支付的范围; Carmen^[17] 建立了港口设施 PPP 项目的动态补偿模型, 即政府第 j 年补偿额度为第 j 年与第

① 收稿日期: 2012-10-08; 修订日期: 2013-04-06.

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目 (71231006); 国家自然科学基金资助项目 (71172149).

作者简介: 高颖 (1985—), 女, 黑龙江庆安人, 博士生. Email: ygao@tju.edu.cn; gaoying19860201@163.com

$j-1$ 年的累积净现值的差值,并与每年私人部门的最低期望收益进行比较来动态确定每年的补偿额度;邓小鹏等^[18]以政府、私人部门、公众3方满意度均衡为目标,根据系统动力学建立了满意度的动态调节机制,动态调节PPP项目的绩效指标,并以此对PPP项目进行动态调价和补贴;宋波和徐飞^[19]以社会福利最大化为目标,提出了市场需求较低时政府应给予私人部门的最优转移支付或补贴,以确保私人部门运营PPP项目的最低保留收益。

但目前关于事后补偿的研究仍然存在两点不足:第1,目前学者的研究主要针对的是政府的资金补偿问题,而政府采用PPP模式的最主要目的之一是解决政府的财政不足问题,所以对于政府而言,资金补偿并不一定有效^[20]。而时间补偿即延长私人部门的运营期^[16]由于不涉及政府财政问题,因此比资金补偿更容易被政府和公众接受,也更可行;第2,这些研究主要基于的目标函数是私人部门最低期望利益或社会福利最大化,即使消费者剩余有较大损失,只要私人部门利益的提高大于消费者剩余的损失,政府也可以进行补偿。但是,只注重社会效率的提高而忽视社会剩余分配的公平并不利于PPP项目的可持续运作^[21]。因此,在意外事件发生后,政府的补偿不应以一方利益的增加为目标,而应以实现私人部门和消费者利益的帕累托改进为目的,从而实现双方“共赢”。

因此,本文以最终用户付费的PPP项目为研究对象,研究当需求量下降时,政府是否应当对私人部门进行运营期补偿;以及当政府对私人部门进行运营期补偿时,政府如何有效确定运营期的补偿范围以实现私人部门收益和消费者剩余的帕累托改进。本文的研究结果旨在为政府科学确定运营期的补偿范围提供决策支持。

1 模型基本假设

本文的主要研究问题是在PPP项目的运营期内,当意外事件导致需求量下降时,政府是否应当对私人部门进行运营期补偿以及如何补偿以实现私人部门收益和消费者剩余的帕累托改进。针

对此研究问题,本文首先要构建私人部门收益和消费者剩余函数,然后对比意外事件发生前后私人部门收益和消费者剩余的变化,最后分析运营期补偿机制对私人部门收益和消费者剩余的影响,从而确定出合理的运营期补偿范围。

本文的分析所基于的基本假设为:

1)假定在该PPP项目的寿命期内,其附近不会再建设其他类似的项目;意外事件发生在PPP项目的运营期,而且该意外事件的发生仅是导致项目的需求函数发生变化,即需求量下降;

2)假定政府与私人部门的重新谈判是由合约不完全性导致的,本文不考虑机会主义重新谈判;在重新谈判的过程中,双方对原来的需求函数、变化后的需求函数、私人部门的运营成本函数以及双方的重新谈判成本函数所拥有的信息是相同的,即信息是对称的;同时假设在PPP项目特许协议中没有明确指出私人部门出现财务不平衡时政府是否应该补偿,否则问题转化为事前补偿问题;

3)假设私人部门在投标时按照利益最大化确定收费价格;同时假设私人部门是利己主义者,不是机会主义者,即私人部门是追求个人利益的,但私人部门不会通过投机来实现利益的增加,也不会因为追求自身利益而故意使另一方受损;

4)假设政府是仁慈的,他既考虑消费者的利益,也考虑私人部门的利益;政府的决策不影响私人部门的运营,即如果政府不提供任何形式的补偿,私人部门仍会继续运营,但是政府的补偿是为了实现私人部门和消费者的帕累托改进;

5)根据同领域的相关研究^[5,19,22],为了便于讨论,假设项目的需求函数以及政府与私人部门的运营成本函数均为线性函数;同时为了简便,本文在建立模型时并不考虑折现的影响。

2 政府应当给予补偿的边界条件

2.1 基准模型

本部分所建立的基准模型是为了分析意外事件未发生情况下的私人部门利润和消费者剩余情况。假设政府授予私人部门的运营期限为 n 年;私人部门的建设成本为固定值 I (建设成本在运营

期内已为沉没成本); 收费价格为 p ; 事前签订合同时预测每年的需求函数为 $D(p)$, 简记 D , 其表达式为

$$D = aA - ap, (a > 0, A > 0)$$

式中, $-a$ 代表需求函数的斜率; A 是需求函数的截距, 表示恰好使需求量为零时的价格水平. 私人部门每年的运营成本包括固定运营成本 K 和变动运营成本, 其中变动运营成本与项目的运营年数 t 和需求量 D 有关^[5,19], 记私人部门第 t 年的运营成本为 $O_p(t, D)$, 其表达式为

$$O_p(t, D) = eD + \gamma t + K, (0 < e < A, \gamma > 0, K > 0)$$

式中, e 表示需求量的边际运营成本, 即在其他条件不变的情形下增加一单位的需求量所增加的运营成本. 假设 $0 < e < A$, 即需求量的边际运营成本 e 必须低于需求量为零时的最低价格 A , 否则不论需求量为何值, 私人部门每年的收益都是负值; γ 表示运营时间的边际运营成本, 即在其他条件不变的情形下使用年限每增加一年所增加的运营成本.

根据以上假设, 私人部门利润为

$$\pi = npD(p) - I - \sum_{t=1}^n O_p(t, D) \quad (1)$$

消费者剩余为

$$S(p) = n \int_p^A D(x) dx \quad (2)$$

将需求函数和运营成本的表达式代入式(1), 根据模型假设3), 私人部门的决策函数为

$$\max_p \pi = na(p - e)(A - p) - I - \frac{n(n + 1)\gamma}{2} - nK \quad (3)$$

由最优化一阶条件, 得

$$p^* = \frac{A + e}{2} \quad (4)$$

因此在运营期内不发生意外事件时, 私人部门的收费价格为 $p^* = \frac{A + e}{2}$, 每年的需求量为 $D^* = \frac{a(A - e)}{2}$, 私人部门所获得的利润和消费者剩余分别为

$$\pi^* = \frac{na(A - e)^2}{4} - I - \frac{n(n + 1)\gamma}{2} - nK,$$

$$S^* = \frac{na(A - e)^2}{8}$$

2.2 意外事件发生后的比较分析

假设在运营期第 t_1 年末意外事件发生, 从此刻起未来每年的需求函数变为 $V(p)$, 简记 V , 其表达式为 $V(p) = bB - bp (b > 0, B > 0)$, 其中 $-b$ 代表新需求函数的斜率, B 是新需求函数的截距, 表示恰好使需求量为零时的价格水平, 且满足 $A > B, aA > bB$, 此约束表明变化后的需求函数在原需求函数的下方, 即在同一价格水平下, 新需求函数下的需求量低于原需求函数下的需求量.

此时, 私人部门在运营期内的总利润函数为

$$\pi_1 = (n - t_1)pV(p) + t_1p^*D^* - I - \sum_{t=1}^{t_1} O_p(t, D^*) - \sum_{t=t_1+1}^n O_p(t, V) \quad (5)$$

消费者剩余为

$$S_1(p) = t_1 \int_p^{A^*} D(x) dx + (n - t_1) \int_p^B V(x) dx \quad (6)$$

由于双方在合约中并没有明确规定政府的补偿机制, 因此, 为了获得最大利润私人部门会自行调整收费价格, 即

$$\max_p \pi_1 = (n - t_1)b(p - e)(B - p) + t_1(p^* - e)D^* - I - \frac{n(n + 1)\gamma}{2} - nK \quad (7)$$

由最优化一阶条件, 有

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial p} = (n - t_1)b(B + e - 2p) = 0 \quad (8)$$

此时私人部门确定的最优收费价格为

$$p_1^* = \frac{B + e}{2} \quad (9)$$

由于 $A > B$, 有 $p_1^* < p^*$, 表明在没有政府补偿的情形下, 私人部门为获得最大利润, 其在第 t_1 年后的收费价格应低于第 t_1 年前的收费价格. 在第 t_1 年后, 按 p_1^* 价格收取时每年的需求量为 $V^* = \frac{b(B - e)}{2}$.

由于 PPP 项目的建设成本 I 、前 t_1 年的收入和运营成本都已成为沉没成本, 所以比较基准模型和意外事件发生后私人部门利润的大小, 只需比

较第 $t_1 + 1$ 年到第 n 年的收益即可。

在基准模型中,私人部门第 $t_1 + 1$ 年到第 n 年的收益函数

$$\tilde{\pi} = (n - t_1)a(p - e)(A - p) - \gamma \sum_{t=t_1+1}^n t - (n - t_1)K \quad (10)$$

将式(4)代入式(10)中,得

$$\tilde{\pi}^* = \frac{a(n - t_1)(A - e)^2}{4} - \gamma \sum_{t=t_1+1}^n t - (n - t_1)K \quad (11)$$

当意外事件发生后私人部门从第 $t_1 + 1$ 年到第 n 年的收益函数为

$$\tilde{\pi}_1 = (n - t_1)(p - e)b(B - p) - \gamma \sum_{t=t_1+1}^n t - (n - t_1)K \quad (12)$$

将式(9)代入式(12)中,得

$$\tilde{\pi}_1^* = \frac{b(n - t_1)(B - e)^2}{4} - \gamma \sum_{t=t_1+1}^n t - (n - t_1)K \quad (13)$$

在基准模型下以及意外事件发生后的第 $t_1 + 1$ 年到第 n 年的消费者剩余分别为

$$S = (n - t_1) \int_{\frac{A+e}{2}}^A (aA - ax) dx = \frac{a(n - t_1)(A - e)^2}{8} \quad (14)$$

$$S_1 = (n - t_1) \int_{\frac{B+e}{2}}^B (bB - bx) dx = \frac{b(n - t_1)(B - e)^2}{8} \quad (15)$$

由此,可以得出意外事件发生后私人部门第 $t_1 + 1$ 年到第 n 年的收益差值为

$$\tilde{\pi}_1^* - \tilde{\pi}^* = \frac{(n - t_1)[b(B - e)^2 - a(A - e)^2]}{4}$$

消费者剩余比值为

$$\frac{S_1}{S} = \frac{b(B - e)^2}{a(A - e)^2}$$

据此有如下结论。

结论1 若 $\frac{b}{a} \geq \frac{(A - e)^2}{(B - e)^2}$, 则政府不应当给予私人部门补偿。

因为当新需求函数的斜率与原需求函数的斜

率满足 $\frac{b}{a} \geq \frac{(A - e)^2}{(B - e)^2}$ 时,有 $\tilde{\pi}_1^* \geq \tilde{\pi}^*$, $S_1 \geq S$, 表明并不是所有意外事件发生都会对私人部门的利益造成损害。事实上,虽然需求量有所下降,但只要当两个需求函数的斜率 a 和 b 满足上述条件,私人部门可以通过自行降价来获取更多的需求量,从而使得利润不低于原来预期的利润,消费者剩余也不低于原来预期的消费者剩余,即此时私人部门可以通过自行降价来实现双方的帕累托改进。在这种情形下,政府不需要给予私人部门任何形式的补偿。因此如果此时私人部门仍凭借意外事件的发生导致需求量下降寻求重新谈判,政府可以据此判断私人部门提出的重新谈判极有可能是机会主义重新谈判,从而应该拒绝进行重新谈判。

结论2 若 $\frac{b}{a} < \frac{(A - e)^2}{(B - e)^2}$, 则政府应当给予私人部门补偿。

因为当新需求函数的斜率与原需求函数的斜率满足 $\frac{b}{a} < \frac{(A - e)^2}{(B - e)^2}$ 时,有 $\tilde{\pi}_1^* < \tilde{\pi}^*$, $S_1 < S$, 表明当发生意外事件后,私人部门虽然会通过降价来最大程度地弥补意外事件对自身造成的损失,但是私人部门的最大利润仍然低于基准模型中的预期利润,而且消费者剩余也低于原来的预期。在这种情形下,政府应当选择合适的补偿形式并确定恰当的补偿范围来实现私人部门收益和消费者剩余帕累托改进。下面研究政府如何通过延长运营期来对私人部门进行补偿。

3 政府的运营期延长机制

假设私人部门的运营期延长了 \tilde{n} 年 ($0 < \tilde{n} \leq n_2$, 其中 n_2 为私人部门按原特许期移交后项目的可运营年数)。在运营期延长的重新谈判过程中,私人部门和政府的重新谈判成本函数分别为 $R_p(\tilde{t})$ 和 $R_c(\tilde{t})$, 其中 \tilde{t} 为重新谈判的持续时间,这里的重新谈判成本表示双方由于重新谈判放弃的其他有价值的活动的机会成本^[23]。假设私人部门和政府重新谈判持续的时间越长,双方的重新谈

判成本越高,即 $R'_p(\tilde{t}) > 0$ 和 $R'_c(\tilde{t}) > 0$.

3.1 基于私人部门收益的分析

运营期延长后,私人部门从第 $t_1 + 1$ 年到第 $n + \tilde{n}$ 年的收益函数为

$$\pi_2 = (n + \tilde{n} - t_1)b(p - e)(B - p) - \gamma \sum_{t=t_1+1}^{n+\tilde{n}} t - (n + \tilde{n} - t_1)K - R_p(\tilde{t}) \quad (16)$$

根据前面讨论的结果,如果政府不延长,私人部门的收费价格为 $p_1^* = \frac{B+e}{2}$,由于运营期的延长并不影响私人部门收益最大化时的收费价格,所以私人部门的收费价格仍为 $p_1^* = \frac{B+e}{2}$,此时,运营期延长前后私人部门的收益差为

$$\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* = -\frac{\gamma}{2}\tilde{n}^2 + \left[\frac{b(B-e)^2}{4} - \frac{\gamma(2n+1)}{2} - K \right] \tilde{n} - R_p(\tilde{t}) \quad (17)$$

为了表述简洁,记

$$H = \frac{b(B-e)^2}{4} - \frac{\gamma(2n+1)}{2} - K$$

则式(17)改写为

$$\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* = -\frac{\gamma}{2}\tilde{n}^2 + H\tilde{n} - R_p(\tilde{t}) \quad (18)$$

如果运营期延长机制能被私人部门所接受,必有运营期延长后私人部门的收益不低于原来的收益,即应有 $\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* \geq 0$.

根据式(18),得到如下命题.

命题1 给定变化后的需求函数,如果私人部门运营成本各参数之间满足 $H \leq 0$,那么对私人部门而言不存在有效的运营期延长范围.

证明 因为 $H \leq 0$,则式(18)在 $(0, n_2]$ 上为减函数.当 $\tilde{n} = 0$ 时,有 $\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* |_{\tilde{n}=0} = -R_p(\tilde{t}) \leq 0$,则在区间 $(0, n_2]$ 上始终有 $\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* < 0$.因此在这种情形下对私人部门而言不存在有效的运营期延长范围.

命题2 给定变化后的需求函数,如果私人部门运营成本和重新谈判成本满足如下条件

$$\begin{cases} 0 < H < \gamma n_2 \\ R_p(\tilde{t}) \leq \frac{H^2}{2\gamma} \end{cases}, \text{则对私人部门而言有效的运营期}$$

延长范围为 $\tilde{n} \in [\tilde{n}_1^*, \tilde{n}_2^*]$,其中

$$\tilde{n}_1^* = \left\{ \tilde{n} \in \left(0, \frac{H}{\gamma} \right] \mid \pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* = 0 \right\},$$

$$\tilde{n}_2^* = \max \left\{ \tilde{n} \in \left[\frac{H}{\gamma}, n_2 \right] \mid \pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* \geq 0 \right\}$$

证明 当 $0 < H < \gamma n_2$ 时,有 $0 < \frac{H}{\gamma} < n_2$,此时式(18)在 $(0, \frac{H}{\gamma}]$ 上为增函数,在 $[\frac{H}{\gamma}, n_2]$ 上为减函数,故在 $\tilde{n} = \frac{H}{\gamma}$ 处取最大值.

$$\text{当 } \tilde{n} = \frac{H}{\gamma} \text{ 时, } \pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* |_{\tilde{n}=\frac{H}{\gamma}} = \frac{H^2}{2\gamma} - R_p(\tilde{t}).$$

只有 $R_p(\tilde{t}) \leq \frac{H^2}{2\gamma}$,才有 $\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* |_{\tilde{n}=\frac{H}{\gamma}} \geq 0$.

此时存在 $\tilde{n}_1^* \in (0, \frac{H}{\gamma}]$ 使得 $\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* |_{\tilde{n}=\tilde{n}_1^*} = 0$,而且在区间 $[\frac{H}{\gamma}, n_2]$ 上存在

$$\tilde{n}_2^* = \max \left\{ \tilde{n} \in \left[\frac{H}{\gamma}, n_2 \right] \mid \pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* \geq 0 \right\}$$

使得在区间 $[\tilde{n}_1^* - \tilde{n}_2^*]$ 内都有 $\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* \geq 0$.

因此在这种情形下对私人部门而言有效的运营期延长范围为 $\tilde{n} \in [\tilde{n}_1^*, \tilde{n}_2^*]$.

命题3 给定变化后的需求函数,如果私人部门运营成本和重新谈判成本满足如下条件

$$\begin{cases} H \geq \gamma n_2 \\ R_p(\tilde{t}) \leq Hn_2 - \frac{\gamma n_2^2}{2} \end{cases}, \text{则对私人部门而言有效的}$$

运营期延长范围为 $\tilde{n} \in [\tilde{n}_3^*, n_2]$,其中

$$\tilde{n}_3^* = \{ \tilde{n} \in (0, n_2] \mid \pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* = 0 \}$$

证明 当 $H \geq \gamma n_2$ 时,有 $\frac{H}{\gamma} \geq n_2$,此时式(18)在 $(0, n_2]$ 上是增函数.

当 $\tilde{n} = n_2$ 时

$$\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* |_{\tilde{n}=n_2} = -\frac{\gamma}{2}n_2^2 + Hn_2 - R_p(\tilde{t})$$

只有 $R_p(\tilde{t}) \leq Hn_2 - \frac{\gamma}{2}n_2^2$,才有 $\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* |_{\tilde{n}=n_2} \geq 0$.

此时存在唯一的 $\tilde{n}_3^* \in (0, n_2]$, 使得 $\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* |_{\tilde{n}=\tilde{n}_3^*} = 0$, 此时在区间 $[\tilde{n}_3^*, n_2]$ 上, 始终有 $\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* \geq 0$. 因此在这种情形下对私人部门而言有效的运营期延长范围为 $\tilde{n} \in [\tilde{n}_3^*, n_2]$.

3.2 基于消费者剩余的分析

假设政府每年的运营成本为 O_C , 其表达式为

$$O_C(t, V) = \alpha V + \beta t + M, \quad 0 < \alpha < B, \quad \beta > 0, M > 0$$

式中, α 表示需求量的边际运营成本; β 表示运营时间的边际运营成本; M 为政府每年的固定运营成本.

当政府不延长运营期时, 即 \tilde{n} 年内是政府运营, 由于这种政府收入可以抵消来自公众的一部分税收, 因此在 \tilde{n} 年内的消费者剩余为

$$S_2 = \tilde{n} \int_p^B b(B-x) dx + (1+\lambda) \times \left[\tilde{n} p b(B-p) - \sum_{t=n+1}^{n+\tilde{n}} O_C(t, H) \right] \quad (19)$$

其中 λ 为单位税收的扭曲成本, $\lambda > 0$. 将政府运营成本的表达式代入式(19), 有

$$S_2 = - \left(\frac{1}{2} + \lambda \right) \tilde{n} b p^2 + [\lambda B + (1+\lambda)\alpha] \tilde{n} b p + \frac{\tilde{n} b B^2}{2} - (1+\lambda) \tilde{n} \left[\alpha b B + \frac{\beta(2n+1+\tilde{n})}{2} + M \right] \quad (20)$$

若使 S_2 达到最大, 则有

$$\frac{\partial S_2}{\partial p} = - (1+2\lambda) \tilde{n} b p + [\lambda B + (1+\lambda)\alpha] \tilde{n} b = 0$$

可以得到

$$p_C^* = \frac{\lambda B + (1+\lambda)\alpha}{1+2\lambda} \quad (\alpha < p_C^* < B)$$

即政府的收费价格为 p_C^* 时, 消费者剩余达到最大. 此时消费者剩余为

$$S_2^* = - \frac{(1+\lambda)\beta \tilde{n}^2}{2} + \left\{ \frac{b(1+\lambda)^2(B-\alpha)^2}{2(1+2\lambda)} - (1+\lambda) \left[\frac{(2n+1)\beta}{2} + M \right] \right\} \tilde{n} \quad (21)$$

若政府对私人部门进行运营期补偿, 即 \tilde{n} 年内由私人部门运营, 根据私人部门在运营期内的

收费价格为 $p_1^* = \frac{B+e}{2}$, \tilde{n} 年内的消费者剩余为

$$S_3 = \tilde{n} \int_{\frac{B+e}{2}}^B b(B-x) dx - (1+\lambda) R_C(\tilde{t}) = \frac{\tilde{n} b (B-e)^2}{8} - (1+\lambda) R_C(\tilde{t}) \quad (22)$$

运营期延长前后消费者剩余的差值为

$$S_3 - S_2^* = \frac{(1+\lambda)\beta \tilde{n}^2}{2} + \tilde{n} \left\{ \frac{b(B-e)^2}{8} - \frac{b(1+\lambda)^2(B-\alpha)^2}{2(1+2\lambda)} + (1+\lambda) \left[\frac{(2n+1)\beta}{2} + M \right] \right\} - (1+\lambda) R_C(\tilde{t}) \quad (23)$$

为了表述简洁, 记

$$U = M + \frac{(2n+1)\beta}{2} - \frac{b(1+\lambda)(B-\alpha)^2}{2(1+2\lambda)}$$

则式(23)可以改写为

$$S_3 - S_2^* = \frac{(1+\lambda)\beta \tilde{n}^2}{2} + \left[\frac{b(B-e)^2}{8} + (1+\lambda)U \right] \tilde{n} - (1+\lambda) R_C(\tilde{t}) \quad (24)$$

如果运营期延长机制对消费者有效, 必有政府延长运营期后的消费者剩余不低于政府经营的消费者剩余, 即应有 $S_3 - S_2^* \geq 0$.

根据式(24), 得到如下命题.

命题4 若政府的运营成本各参数满足 $U < -\frac{\beta n_2}{2} - \frac{b(B-e)^2}{8(1+\lambda)}$, 那么对消费者而言不存在有效的运营期延长范围.

证明 因为 $U < -\frac{\beta n_2}{2} - \frac{b(B-e)^2}{8(1+\lambda)}$, 则有

$$\tilde{n}_2 = \frac{-b(B-e)^2 - 8(1+\lambda)U}{8(1+\lambda)\beta} > \frac{n_2}{2}, \text{ 此时式(24)在}$$

$\tilde{n} = 0$ 处取最大值. 当 $\tilde{n} = 0$ 时, 有 $S_3 - S_2^* |_{\tilde{n}=0} = - (1+\lambda) R_C(\tilde{t}) \leq 0$, 则在区间 $(0, n_2]$ 上始终有 $S_3 - S_2^* < 0$. 因此在这种情形下, 对消费者而言不存在有效的运营期延长范围.

命题5 如果政府的运营成本和重新谈判成本满足

$$\begin{cases} U \geq -\frac{\beta n_2}{2} - \frac{b(B-e)^2}{8(1+\lambda)} \\ R_C(\dot{t}) \leq \frac{\beta n_2^2}{2} + \left[\frac{b(B-e)^2}{8(1+\lambda)} + U \right] n_2 \end{cases}$$

则对消费者而言有效的运营期延长范围 $\tilde{n} \in [\tilde{n}_4^*, n_2]$, 其中

$$\tilde{n}_4^* = \{ \tilde{n} \in (0, n_2) \mid S_3 - S_2^* = 0 \}$$

证明 因为 $U \geq -\frac{\beta n_2}{2} - \frac{b(B-e)^2}{8(1+\lambda)}$, 则有

$$\tilde{n}_2 = \frac{-b(B-e)^2 - 8(1+\lambda)U}{8(1+\lambda)\beta} \leq \frac{n_2}{2}, \text{ 此时式}$$

(24) 在 $\tilde{n} = n_2$ 处取最大值.

当 $\tilde{n} = n_2$ 时, 有

$$S_3 - S_2^* = \frac{(1+\lambda)\beta n_2^2}{2} + \left[\frac{b(B-e)^2}{8} + (1+\lambda)U \right] n_2 - (1+\lambda)R_C(\dot{t})$$

只有当

$$R_C(\dot{t}) \leq \frac{\beta}{2} n_2^2 + \left[\frac{b(B-e)^2}{8(1+\lambda)} + U \right] n_2$$

$S_3 - S_2^* \big|_{\tilde{n}=n_2} \geq 0$, 故存在唯一的 $\tilde{n}_4^* \in (0, n_2]$ 使得 $S_3 - S_2^* \big|_{\tilde{n}=\tilde{n}_4^*} = 0$, 此时在区间 $[\tilde{n}_4^*, n_2]$ 上有 $S_3 - S_2^* \geq 0$.

因此在这种情形下, 对消费者而言有效的运营期延长范围 $\tilde{n} \in [\tilde{n}_4^*, n_2]$.

综上所述, 通过分析运营期延长机制对私人部门收益和消费者剩余的影响, 可以得到如下结论.

结论3 当私人部门和政府的运营成本以及重新谈判成本满足

$$\begin{cases} 0 < H < \gamma n_2 \\ U \geq -\frac{\beta n_2}{2} - \frac{b(B-e)^2}{8(1+\lambda)} \\ R_p(\dot{t}) \leq \frac{H^2}{2\gamma} \\ R_C(\dot{t}) \leq \frac{\beta n_2^2}{2} + \left[\frac{b(B-e)^2}{8(1+\lambda)} + U \right] n_2 \end{cases}$$

并且 $[\tilde{n}_1^*, \tilde{n}_2^*] \cap [\tilde{n}_4^*, n_2] \neq \emptyset$ 时, 运营期延长机制能够实现私人部门收益和消费者剩余的帕累托改进, 而且运营期有效的延长范围为 $\tilde{n} \in [\tilde{n}_1^*, \tilde{n}_2^*] \cap [\tilde{n}_4^*, n_2]$.

结论4 如果私人部门和政府的运营成本以及重新谈判成本满足

$$\begin{cases} H \geq \gamma n_2 \\ U \geq -\frac{\beta n_2}{2} - \frac{b(B-e)^2}{8(1+\lambda)} \\ R_p(\dot{t}) \leq H n_2 - \frac{\gamma n_2^2}{2} \\ R_C(\dot{t}) \leq \frac{\beta n_2^2}{2} + \left[\frac{b(B-e)^2}{8(1+\lambda)} + U \right] n_2 \end{cases}$$

运营期延长机制能够实现私人部门收益和消费者剩余的帕累托改进, 此时运营期有效的延长范围为 $\tilde{n} \in [\max(\tilde{n}_3^*, \tilde{n}_4^*), n_2]$.

4 算例

本部分针对意外事件发生后政府采取运营期延长机制, 分4种情形进行算例分析. 前两种情形分析的是运营期延长机制存在有效的延长范围来实现私人部门收益和消费者剩余的帕累托改进, 从而验证了结论3和结论4; 后两种情形考虑的是运营期延长机制不存在有效的延长范围来实现帕累托改进.

在对算例分析的过程中, 本文假设价格的单位为元, 每年需求量的单位为万, 成本与收益的单位均为万元, 该项目在私人部门按原来的特许期移交后项目的可运营的年数为30年, 即 $n_2 = 30$.

1) 假设意外事件发生后每年的需求函数为 $V(p) = 60 - 3p$, 即 $b = 3, B = 20$; 私人部门第 t 年运营成本为 $O_p(t, H) = 10H + 2t + 3$, 该成本函数的含义为私人部门的需求量的边际运营成本为10元, 运营时间的边际运营成本为2万元, 每年的固定运营成本为3万元, 即 $e = 10, \gamma = 2, K = 3$; 政府在签订特许协议时授予私人部门20年的运营期(不包括建设期的年限), 即 $n = 20$; 私人部

门的重新谈判成本为 150 万元, 即 $R_p(\hat{t}) = 150$; 政府第 t 年运营成本为 $O_c(t, H) = 12H + 2t + 2$, 即 $\alpha = 12, \beta = 2, M = 2$; 单位税收的扭曲成本为 0.5, 即 $\lambda = 0.5$; 政府的重新谈判成本为 200 万元, 即 $R_c(\hat{t}) = 200$; 根据 H 和 U 的表达式, 得到 $H = 31, U = -29$, 满足结论 3 中的条件。

将上述数值代入式(18)和式(23), 得到运营期延长与不延长时私人部门的收益差值函数和消费者剩余的差值函数分别为

$$\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* = -\tilde{n}^2 + 31\tilde{n} - 150,$$

$$S_3 - S_2^* = 1.5\tilde{n}^2 - 6\tilde{n} - 300$$

函数曲线如图 1 所示。通过图 1 可以看出能够实现帕累托改进的运营期延长范围为 $[n_b, n_c]$ 。

2) 本部分所考虑的情形与 1) 相比只是私人部门的重新谈判成本变为了 25 万元,

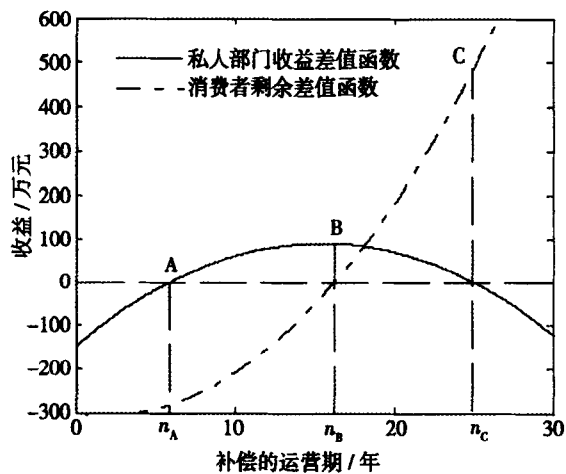


图 1 第 1 种情形下运营期延长机制

Fig. 1 The operation-length compensation mechanism in context 1

即 $R_p(\hat{t}) = 25$, 其余数值保持不变, 此时满足结论 4 中的条件。将上述数值代入式(18)和式(23), 得到运营期延长与不延长时私人部门的收益差值函数和消费者剩余的差值函数分别为

$$\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* = -\tilde{n}^2 + 31\tilde{n} - 25,$$

$$S_3 - S_2^* = 1.5\tilde{n}^2 - 6\tilde{n} - 300$$

函数曲线如图 2 所示。通过图 2 可以看出能够实现帕累托改进的运营期延长范围为 $[n_D, 30]$ 。

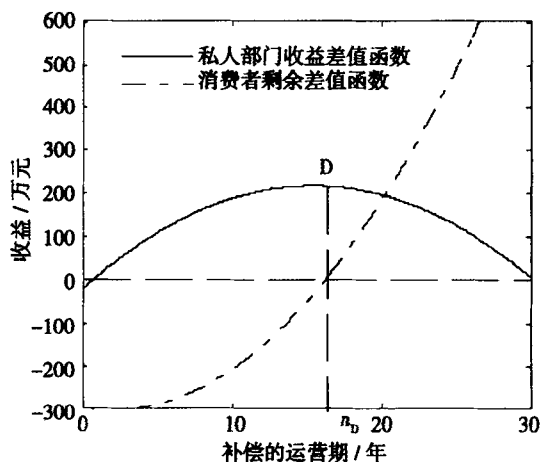


图 2 第 2 种情形下运营期延长机制

Fig. 2 The operation-length compensation mechanism in context 2

3) 与 1) 相比, 本部分私人部门的重新谈判成本为 300 万元, 即 $R_p(\hat{t}) = 300$; 而政府的运营成本和重新谈判成本都发生了变化, 假设此时政府第 t 年运营成本为 $O_c(t, H) = 10H + 4t + 2$, 即 $\alpha = 10, \beta = 4, M = 2$; 政府的重新谈判成本为 300 万元, 即 $R_c(\hat{t}) = 300$ 。此时运营期延长与不延长时私人部门的收益差值函数和消费者剩余的差值函数分别为

$$\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* = -\tilde{n}^2 + 31\tilde{n} - 300,$$

$$S_3 - S_2^* = 3\tilde{n}^2 - 5.25\tilde{n} - 450$$

函数曲线如图 3 所示。通过图 3 可以看出, 虽然在 E 点右边时延长运营期会增加消费者剩余, 但就私人部门而言, 延长运营期并不能提高其收益, 因此此时并不存在有效的运营期延长范围。

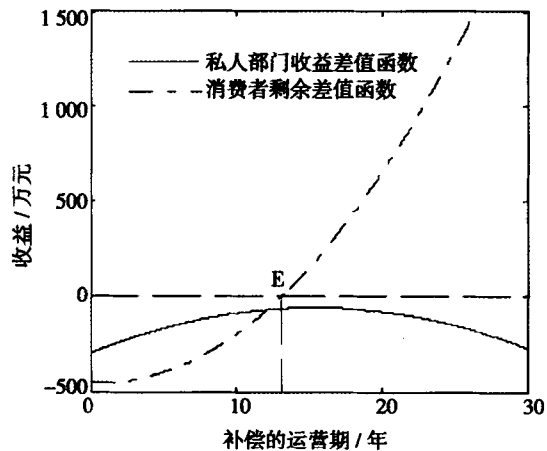


图 3 第 3 种情形下运营期延长机制

Fig. 3 The operation-length compensation mechanism in context 3

4) 与1) 中的情形相比,本部分私人部门的重新谈判成本为30万元,即 $R_p(\hat{t}) = 30$;而政府的运营成本和重新谈判成本都发生了变化,政府第 t 年运营成本为 $O_c(t, H) = 8H + 3t + 6$,即 $\alpha = 8, \beta = 3, M = 6$;政府的重新谈判成本为20万元,即 $R_c(\hat{t}) = 20$. 此时运营期延长与不延长时私人部门的收益差值函数和消费者剩余的差值函数分别为

$$\pi_2^* - \tilde{\pi}_1^* = -\tilde{n}^2 + 31\tilde{n} - 30,$$

$$S_3 - S_2^* = 2.25\tilde{n}^2 - 104.25\tilde{n} - 30$$

函数曲线如图4所示. 通过图4可以看出,虽然在F点右边时延长运营期可以提高私人部门的收益,但并不能实现消费者剩余的提高. 因此此时并不存在有效的运营期延长范围.

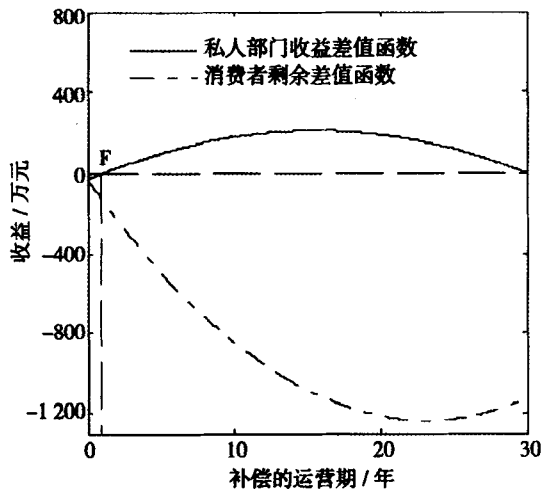


图4 第4种情形下运营期延长机制

Fig.4 The operation-length compensation mechanism in context 4

从以上4种情形可以看出,当意外事件的发

生导致私人部门的收益降低时,延长私人部门的运营期在一定的条件下能够实现私人部门收益和消费者剩余的帕累托改进,而且有效的运营期补偿范围随着政府和私人部门的运营成本以及重新谈判成本的不同而不同.

5 结束语

PPP项目特许协议从本质上讲是长期的合约安排,它具有天然的不完全性. 本文研究了当合约未规定的意外事件发生导致需求量下降时,政府是否应当对私人部门进行运营期补偿以及如何补偿来实现私人部门收益和消费者剩余的帕累托改进. 本文的研究表明:1) 并不是在所有需求量下降的情形下政府都应当对私人部门进行补偿,在有些情形下私人部门可以通过自行降价来实现双方的帕累托改进;2) 在政府应当补偿的情形下,运营期延长机制在一定条件下能够实现私人部门收益和消费者剩余的帕累托改进,并且有效的运营期延长范围与政府和私人部门的运营成本以及各自的重新谈判成本有关. 本文的研究结果旨在为政府科学确定运营期的补偿范围提供决策支持.

本文研究的是政府和私人部门信息对称的情形,同时考虑的是即使政府不提供补偿,私人部门仍然会继续运营的情形. 然而,在现实中还存在其他情形,如政府和私人部门双方信息不对称;如果政府不补偿时私人部门终止运营等. 这些情形将会在未来的研究中考虑并对其进行深入探讨,以使双方事后补偿机制的建立更加科学与完善.

参考文献:

[1] Dean P, Cui Q B, Mehmet E B. Public-private partnerships in U. S. transportation: Research overview and a path forward [J]. Journal of Management in Engineering, 2011, 27(3): 126 - 135.

[2] Maskin E, Tirole J. Public-private partnerships and government spending limits[J]. International Journal of Industrial Organization, 2008, 26(2): 412 - 420.

[3] 孙 慧, 范志清, 石 焯. BOT公路排他性条件对定价及社会效益影响研究[J]. 系统工程学报, 2011, 26(1): 68 - 73. Sun Hui, Fan Zhiqing, Shi Ye. Research on effect of exclusive condition on pricing and social welfare of road under BOT scheme[J]. Journal of Systems Engineering, 2011, 26(1): 68 - 73. (in Chinese)

[4] 吴孝灵, 周 晶, 洪 巍. 基于有效运营期的BOT项目特许期决策模型[J]. 系统工程学报, 2011, 26(3): 373 - 378.

- Wu Xiaoling, Zhou Jing, Hong Wei. Decision-making model on BOT project's concession period based on an efficient operational period[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2011, 26(3): 373-378. (in Chinese)
- [5] 王东波, 宋金波, 戴大双, 等. 弹性需求下交通 BOT 项目特许期决策[J]. *管理工程学报*, 2011, 25(3): 116-122. Wang Dongbo, Song Jinbo, Dai Dashuang, et al. Decision-making on concession period for traffic BOT project under elastic demand[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2011, 25(3): 116-122. (in Chinese)
- [6] Derick W B, Jennifer M B. Public-private partnerships: Perspectives on purposes, publicness, and good governance[J]. *Public Administration and Development*, 2011, 31(1): 2-14.
- [7] Cheung E, Chan A P C. Evaluation model for assessing the suitability of public-private partnership projects[J]. *Journal of Management in Engineering*, 2011, 27(2): 80-89.
- [8] Hodge G A, Greve C. Public-private partnerships: An international performance review[J]. *Public Administration Review*, 2007, 67(3): 545-558.
- [9] Dequech D. Bounded rationality, institutions, and uncertainty[J]. *Journal of Economic Issues*, 2001, 35(4): 911-924.
- [10] Williamson O E. Transaction-cost economics: The governance of contractual relations[J]. *Journal of Law and Economics*, 1979, 22(2): 233-261.
- [11] Hart O. Incomplete contracts and public ownership: Remarks, and an application to public-private partnerships[J]. *The Economic Journal*, 2003, 113(486): 69-76.
- [12] Jun J. Appraisal of combined agreements in BOT project finance: Focused on minimum revenue guarantee and revenue cap agreements[J]. *International Journal of Strategic Property Management*, 2010, 14(2): 139-155.
- [13] Ho S P, Liu L Y. An option pricing-based model for evaluating the financial viability of privatized infrastructure projects[J]. *Construction Management and Economics*, 2002, 20(2): 143-156.
- [14] Wibowo A. Valuing guarantees in a BOT infrastructure project[J]. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 2004, 11(6): 395-403.
- [15] 赵立力, 卜祥智, 谭德庆. 基础设施 BOT 项目中的两种政府保证研究[J]. *系统工程学报*, 2009, 24(2): 190-197. Zhao Lili, Bu Xiangzhi, Tan Deqing. Research on two kinds of government guarantees for infrastructure BOT projects[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2009, 24(2): 190-197. (in Chinese)
- [16] Ho S P. Model for financial renegotiation in public-private partnership projects and its policy implications: Game theoretic view[J]. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2006, 132(7): 678-688.
- [17] Carmen J, Fernando O, Rahim A. Private-public Partnerships as Strategic Alliances[R]. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2062, 2008: 1-9.
- [18] 邓小鹏, 熊伟, 袁竞峰, 等. 基于各方满意的 PPP 项目动态调价与补贴模型及实证研究[J]. *东南大学学报(自然科学版)*, 2009, 39(6): 1252-1257. Deng Xiaopeng, Xiong Wei, Yuan Jingfeng, et al. Dynamic pricing and subsidy model for PPP projects based on satisfaction of participants[J]. *Journal of Southeast University(Natural Science Edition)*, 2009, 39(6): 1252-1257. (in Chinese)
- [19] 宋波, 徐飞. 不同需求状态下公私合作制项目的定价机制[J]. *管理科学学报*, 2011, 14(8): 86-96. Song Bo, Xu Fei. Analysis on the pricing mechanism of public-private partnership project with different market demand level[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2011, 14(8): 86-96. (in Chinese)
- [20] Timothy I. Public Money for Private Infrastructure: Deciding When to Offer Guarantees, Output based Subsidies, and Other fiscal Support[R]. Washington D. C.: The World Bank, 2003.
- [21] Li B, Akintoye A, Edwards P J, et al. Critical success factors for PPP/PFI projects in the UK construction industry[J]. *Construction Management and Economics*, 2005, 23(5): 459-471.
- [22] Tan Z J. Capacity and toll choice of an add-on toll road under various ownership regimes[J]. *Transportation Research Part E*, 2012, 48(6): 1080-1092.
- [23] Anderlini L, Felli L. Costly bargaining and renegotiation[J]. *Econometrica*, 2001, 69(2): 377-411.

(下转第 94 页)

- [40] Ashbaugh-Skaife H, Collins D W, Kinney W R, et al. The effect of SOX internal control deficiencies and their remediation on accrual quality[J]. *The Accounting Review*, 2008, 83(1): 217-250.

Advisory directors, monitoring directors and board governance effectiveness

GONG Hui-feng^{1,2}, MAO Ning¹

1. School of Business, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. School of Management, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China

Abstract: Based on current job positions, job experiences and job knowledge, the research divides the directors into advisory directors and monitoring directors, and tests the effects of advisory and monitoring directors on board effectiveness in a sample of 1868 A-share stock market firms in China. The results suggest: the number of advisory directors is positively and significantly associated with board advising performance; the relationship between advising directors and advising effectiveness is positively moderated by the directors' firm-specific knowledge, firm's advising needs and the CEO's willingness to accept strategic advising from directors. Moreover, advisory directors may not diminish the effectiveness of board monitoring. Further, monitoring is associated with better board monitoring performances but weaker advising. Findings have important implications for both theory and practice regarding how to enhance board governance effectiveness.

Key words: advisory directors; monitoring directors; advising performance; monitoring performance; board governance effectiveness

~~~~~  
(上接第 57 页)

## Analysis of decision-making mechanism for operation period extension of public-private partnership projects under incomplete contracts

GAO Ying, ZHANG Shui-bo, FENG Zhuo

College of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072, China

**Abstract:** In this paper, we focus on public-private partnership projects whose revenue depends on charges collected from users. We investigate whether the government should extend the private sector's operation period when the demand unexpectedly declines so that Pareto-improvement can be achieved for both the private sector and consumers. Our results show that (1) in some scenarios the Pareto-improvement can be achieved by solely dropping price without need for an extension of the operation period; (2) when an extension is needed to realize the Pareto-improvement, the added period depends on the operation costs and renegotiation costs of the government and the private sector, respectively. Our study intends to provide theoretical support for the government when making operation period extension decisions.

**Key words:** public-private partnerships; renegotiation; operation period; compensation mechanism

## 不完全合约下PPP项目的运营期延长决策机制

作者: [高颖](#), [张水波](#), [冯卓](#), [GAO Ying](#), [ZHANG Shui-bo](#), [FENG Zhuo](#)  
作者单位: [天津大学管理与经济学部, 天津, 300072](#)  
刊名: [管理科学学报](#) [ISTIC](#) [PKU](#) [CSSCI](#)  
英文刊名: [Journal of Management Sciences in China](#)  
年, 卷(期): 2014, 17 (2)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_glkxxb201402004.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_glkxxb201402004.aspx)