

不同需求状态下公私合作制项目的定价机制^①

宋波¹ 徐飞²

(1. 上海师范大学旅游学院, 上海 200234; 2. 上海交通大学安泰经济与管理学院, 上海 200052)

摘要: 在政府主导的公私合作制(PPP)项目建设运营中,考虑将PPP项目中私人部门生者剩余的部分比例纳入社会总福利水平的计算,分别从高需求、中等需求和低需求3种不同的市场需求状态出发研究公共品供给市场上的定价机制,通过分析由于政府价格规制区间而导致的公私部门之间定价权配置的差异,公私不同主体追求不同的效益最大化,得到不同市场需求状态下的公共品定价水平及其不同状态下的相关参数的影响,验证了政府对公共品供给的规制价格区间与PPP项目运营成本的相关性,并发现不同需求状态下公共品定价与产品需求弹性之间关系的差异;对我国公共项目建设和运营实践中公共品供给市场上的定价具有一定的指导意义。

关键词: 公私合作制; 运营; 定价; 市场需求状态

中图分类号: F224 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2011)08-0086-11

0 引言

公私合作制(public-private partnerships,简称PPP)作为在公共服务供给方面增长最快的机制开辟了新的极富理论及现实意义的研究课题。国内外在公共项目管理交易制度创新的实践与研究中,大力推行公私合作制,旨在通过政府和企业间的PPP项目合作模式,调动社会非公共资本,缓解政府的资金压力,形成社会公共项目的自我发展能力^[1]。PPP是指公共部门与私人部门为共同参与生产并提供公共物品和服务,建立长期合作关系而签订的契约合作形式。在公共品定价问题上通过PPP引入市场机制,发挥市场机制的作用,提高资源配置的效率;同时强调政府公共部门的管制和监督作用。一般而言,简化的PPP基础设施项目建设分为3个阶段:政府对基础设施项目方案的规划设计;在确定组织形式并完成相关的招标工作后,进入基础设施的建设阶段;项目完

成建设后,进入运营阶段^[2]。

现有关于PPP的研究主要集中于如下3方面:1)PPP的定义和分类标准。由于PPP合作模式存在多种表现形式和缔约方案,PPP的内涵往往需要根据案例的实际情况加以确定,因此不少学者探讨了PPP的定义及其具体分类标准^[1-5];2)PPP捆绑式建设运营提供公共品或服务的效率研究及应用。Spackman^[6],Maskin和Tirole^[7]认为PPP的推行很大程度上是因为私人部门资金的利用能够缓解政府的资金约束,Martimort和Pouyet^[8]分别讨论了绩效可以度量(完全合同情形)和无法度量(不完全合同情形)两种情况下PPP的组织效率问题,发现不论绩效(主要指运营成本 and 资产质量)的可缔约程度如何,正外部性仍然是影响PPP效率最重要的因素;3)PPP合作模式下合约设计及风险配置和激励问题的研究,Hart^[9]在著名的HSV模型的基础上创立了PPP的基本分析框架,Bentz等^[10]以委托代理理论为

① 收稿日期:2009-08-10;修订日期:2010-05-21。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70972065);教育部新世纪优秀人才计划(NCET-06-0412);上海市科委软科学研究博士学位论文资助项目(200906012)。

作者简介:宋波(1981-),男,江苏宝应人,博士,Email:peiqingbo@163.com. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

基础,强调不对称信息对PPP项目合作中道德风险的影响,Bennett和Iossa^[11]的研究框架是基于不完全合同理论,de Bettignies和Ross^[12]以不完全合同框架的融资合同理论为基础来研究私人融资的PPP的合意性,而在合同理论的框架下,Grimsey和Lewis^[13]分别从公私部门两个层面分析了PPP的风险及运行规则,Dewatripont和Legros^[14],Nisar^[15]分析了PPP长期合作的风险管理及风险转移策略。

PPP的价格规制构成了规制体系的基本激励框架,BOT模式下的公共项目建设及运营作为PPP合作模式中的典型形式,虽然国内学者杨宏伟等^[16],周晶等^[17]对BOT模式下私人部门在追逐经济利润最大化的目标下收费道路定价及政府的控制机制进行了研究;周勤^[18]根据新管制经济学模型分析信息不对称条件下,政府管制机构和私人企业在公用产品定价博弈中的行为选择;廖成林和王璐^[19]在Baron-Myerson机制的基础上建模分析产量隐性对政府规制定价有效性的影响;蒋殿春等^[20]针对火车票的定价,提出两部差别定价法驱逐“套利者”,增进社会福利;刘南等^[21-22]分析不同条件下城市交通的拥挤定价问题;唐毓敏和冯苏苇^[23]运用外部性内部化的经济手段,基于博弈论探讨了政策博弈下道路拥挤定价问题,但是政府公共部门主导监管下的关系国计民生的公共品价格规制对PPP模式合作效率影响的研究还不多见。着眼于此,本文主要研究政府职能主导监管下PPP合作中公共品定价机制和政府价格规制及其对PPP合作效率的影响。针对PPP项目运营阶段中公共品或服务供给的定价,在社会福利水平中考虑部分比例的生产者剩余,针对不同类型公共品的特征,将其分为高需求、中等需求和低需求3种市场需求状态,初步探讨不同市场需求状态下公共品或服务的定价机制以及政府公共部门的价格规制,并考察市场需求状态、成本等相关参数对PPP模式下公共品定价以及政府价格规制对PPP合作效率的影响。

1 公共品定价及价格规制

1.1 公共品定价问题

公共品的外部性特点,导致了收益与供给的

不对称性关系,决定了公共品区别于私人产品的定价方式。公共品定价要公平与效率并重,注意协调两者相互的利害关系,并将此作为公共品定价的基点。然而,由于政府不以赢利为目的,导致了公共品数量少、经营效率低下、服务态度差等一系列社会弊端。针对公共品定价市场上存在的各种问题,PPP试图在政府公共部门的监督下,通过引入市场竞争,来提高公共品市场的供给效率,而且以PPP模式建设的基础设施项目大多属准公共品,政府可以在公共品定价上有效引入市场机制,从而打破僵化的管理体制,发挥市场机制的作用,提高资源配置的效率。

在研究PPP项目运营的定价机制之前,首先构造一个简单公共品需求市场来阐述其定价及规制原理,且供需函数都是简单的线性一次函数,则市场需求量为

$$Q_d = q = a - bv, \quad a, b > 0 \quad (1)$$

考虑PPP项目的建设和运营两个阶段,假定PPP项目在两阶段的总经营成本函数为

$$C(q) = cq + k, \quad c > 0 \quad (2)$$

其中 q 为公共品消费数量; c 是项目第2阶段运营期的运营成本参数; k 则表示PPP项目第1阶段建设期的投资或建设成本,在第2阶段运营期中可以看作项目的沉没成本。 C 为私人部门在两阶段建设运营过程中的单位平均成本, $\mathcal{C} = C(q)/q$ 。政府公共部门不清楚企业确切的成本函数,但政府管制者对于企业的成本参数 c 具有先验概率,假设 C 的取值区间为 $[c_0, c_1]$ 相对应的概率分布密度函数与累积分布函数分别为 $g(c)$ 和 $G(c)$, $G(c)$ 在区间 $[c_0, c_1]$ 上为 c 的连续函数且 $g(c) > 0$ 。公共部门与私人部门对于市场的信息是对称且充分的,需求曲线是共同知识,且相互知道对方知道需求曲线。因此由上文中假设的市场需求函数 Q_d 得到市场逆需求函数 Q_d^{-1} 为 $v(q) = (a - q)/b$ 。

假定 v^* 为项目运营阶段项目使用费价格,则在 v^* 水平上,PPP项目第2阶段运营期私人部门的用户费收益为 $R(v) = v^*$,由下文的定价规则可知,公共品市场上最终定价 v^* 有政府限价或私人部门定价两种可能。政府要保障私人部门的基本收益,体现了政府的信誉和PPP项目合作建设的事前承诺,在此假定私人部门的保留效用大于零,即

$$\int u(R(v) + S(v) - C) f(v) dv \geq u(0) \quad (3)$$

由于私人部门真实的成本函数是私人信息，但是政府管制者对于私人部门的成本参数 c 具有先验概率，且由上文假设 c 的取值区间为 $[c_0, c_1]$ ，则政府保障 PPP 私人部门保留效用大于零的定价区间为 $v^* \in [m, M]$ ，由 $R(v) = v^*$ 和 $C(q)$ 得 $v^* \geq c + k/q - S$ (4)

按式(4)求解 v^* ，并代入 PPP 项目运营阶段的运营维持成本参数 c 的取值区间 $[c_0, c_1]$ ，并取 PPP 私人部门最低保留收益的等号，那么可以得到政府公共部门保证私人部门收益的定价区间 $[m, M]$ 关于 c 的函数表达式为 $[c_0 + \frac{k}{q} - S, c_1 + \frac{k}{q} - S]$ 。

1.2 政府价格规制

公共品市场的有效运行离不开公共部门的管制监督，对于具有垄断性质的 PPP 项目需要实行价格规制，使 PPP 项目既实现资源的最有效配置，也要实现社会效益最大化，这是政府对公共品定价规制的理论依据。政府提供公共品，不能以追求利润为目的，但是又不能完全不考虑公共品的供给成本。公共品定价过低时，需要政府提供较大的财政补贴来维持运行，以保障市场供给的数量和质量；公共品定价过高时，需要政府对公共品价格有效管制，保证公共品市场的社会福利。由于不同的公共品或服务所面临的市场需求程度不同，显然其市场垄断程度也就不同，关于公共品的定价方式也就存在差异。Engel 等^[24] 根据公共品或服务的消费需求将 PPP 项目提供的公共品市场划分为高需求、中等需求和低需求 3 种状态，据此来描述不同类型公共品消费的市场需求状态，通过比较公共品或服务市场上消费者的支付意愿和政府的规制价格区间，规则如下。

1) 当公共品供给市场上消费者的最低支付意愿大于公共部门规制的 PPP 项目运营期的最高用户费价格，即 $v_{\min} > M$ 时，市场对 PPP 项目提供的公共品为高需求状态，政府公共部门限定最高用户费价格为 M ，这样政府或社会福利获得剩余的收益，即 $v - M$ 将在原有基础上大大提高。此时公共品市场定价为 $v^* = M$ 。

2) 当公共品供给市场上消费者的支付意愿

处于政府公共部门规制的 PPP 项目运营期的最低用户费价格 m 和最高用户费价格 M 之间时，即 $m \leq v \leq M$ 时，市场对 PPP 项目提供的公共品为中等需求状态，公共品供给市场按照正常自由市场供需进行交易，并将该公共品的定价权交给私人部门，即私人部门自行按照市场定价 v^* ，但政府不给予私人部门任何补贴，即 $S(v) = 0$ 。

3) 当公共品供给市场上消费者的最高支付意愿小于政府公共部门规制的 PPP 项目运营期的最低用户费价格，即 $v_{\max} < m$ 时，市场对 PPP 项目提供的公共品为低需求状态，公共部门给予 PPP 私人部门对价格的相应补贴 $S(v) = m - v^*$ ，以此来保证私人部门的最低保留收益及 PPP 项目的正常运营。

2 基本模型

公私合作的公共品供给市场上存在两个重要主体：政府公共部门 G 和企业私人部门 F ，假定公共部门是风险中性的，且具有绝对的行政权力，由于公共部门没有生产建设功能，公共部门要完成基础项目建设和提供公共品服务，就必须与带有外生技术特征的私人部门合作，即私人部门具有专业技术优势。假定私人部门在前期建设阶段的投资不存在折旧，公共部门从市场上众多同行业中的企业选择合适的私人部门来参与基础项目的建设，并耗费其建设成本 k ，在运营过程中存在一定的维持和运营成本 cq ；假设私人部门满足经济人假设，且风险规避，其效用函数是严格凹的。

假定公共品市场需求是不确定的，服从 $F(v)$ 的分布，密度函数为 $f(v)$ ，对于公私部门主体来说为共同知识，且市场上的消费者支付意愿 $v \in [v_{\min}, v_{\max}]$ 。首先考虑政府最优化问题，令 $PS(v)$ 是支付意愿为 v 时的生产者剩余，消费者剩余为 $CS(v)$ ，公共部门的最大化目标函数为

$$\begin{cases} \max \int [CS(v) + \alpha PS(v)] f(v) dv \\ \text{s. t.} \quad \int u(PS(v)) f(v) dv \geq u(0) \end{cases} \quad (5)$$

其中 α 表示公共部门将 PPP 项目的剩余产值计算入社会福利的比重 $\alpha < 1$ ； $u(0)$ 是私人部门参与 PPP 项目的机会成本或保留效用。

政府决定给予 PPP 合作方私人部门的资金补贴以及 PPP 项目第 2 期运营阶段中的用户费价格规制区间. $R(v)$ 表示在 v 支付意愿水平上 PPP 项目的用户费收益, 是运营阶段私人部门通过提供公共品或服务向单位消费用户索取的费用, 即公共品价格; $S(v)$ 表示政府公共部门给予私人部门的补贴, 且是以现金流的形式从公共部门转移至 PPP 私人部门; C 是私人部门的成本在建设和运营阶段的单位平均成本, 包括项目建设阶段的投资每单位分摊成本以及运营阶段的运营维持的单位成本, 则生产者剩余为

$$PS(v) = \int [R(v) + S(v) - C]f(v) dv \quad (6)$$

由于 PPP 项目第 2 期运营阶段每单位消费量的使用费收益为 $R(v)$, 而公共部门代表市场消费者的收益为 $v - R(v)$, 如果 $v - R(v) > 0$, 则可以得到 $0 \leq R(v) \leq v$, 故属于公共部门的这部分收益将降低财政收入中的税收扭曲, 而在假定支付意愿 v 一直为正的情况下, 只有合作永久存在时, 则可以得到 $R(v) = v$.

令 E 表示项目产生的外部性效用, λ 是公共部门的资金成本, 称为影子成本系数, $\lambda > 0$, 而政府公共资金的成本系数为 $1 + \lambda > 1$. 则消费者剩余为

$$CS(v) = \int [v - R(v) - (1 + \lambda)S(v)] + E + \lambda[v - R(v)]f(v) dv \quad (7)$$

其中第 1 项表示市场上消费者总支付意愿与 PPP 私人部门收益之间的差异, 而私人部门的收益由政府的转移补贴和 PPP 项目用户费的收入两部分组成, 由于公共部门对私人部门的转移补贴来源于政府财政收入, 因此考虑其影子成本即 $\lambda S(v)$; 最后一项是公共部门由于从项目中获益所减少的财政支出的影子成本 $\lambda[v - R(v)]$; $S(v)$ 是由政府决定向私人部门提供的转移支付, 且 $\alpha \leq 1 \leq 1 + \lambda$. 考虑到公共部门在向私人部门转移支付时会有一定程度的财政损失或代理成本, 假定政府在向私人部门转移支付的过程中的资金损失比例是 ζ , 则考虑资金成本后, 用 $(1 + \lambda)(1 + \zeta)S(v)$ 来替代式(7)中的 $(1 + \lambda)S(v)$, 以表明财政补贴过程中的效率损失. 于是公共部门的最优化问题为

$$\begin{aligned} SV &= \max \int [CS(v) + \alpha PS(v)]f(v) dv \\ \text{s. t.} & \\ &\int u(R(v) + S(v) - C)f(v) dv \geq u(0) \\ PS(v) &= \int [R(v) + S(v) - C]f(v) dv \\ CS(v) &= \int [v - R(v) - (1 + \lambda)S(v)] + E + \lambda[v - R(v)]f(v) dv \\ 0 &\leq R(v) \leq v \\ S(v) &\geq 0 \end{aligned} \quad (8)$$

而根据利润最大化, 作为经济个体的私人部门利润最大化在于私人部门通过比较收益和成本, 达到私人部门的生产者剩余最大化, 则私人部门的最优化问题为

$$\begin{aligned} \max PS &= \max \int [R(v) - C]f(v) dv \\ \text{s. t.} & \\ 0 &\leq R(v) \leq v \\ S(v) &\geq 0 \end{aligned} \quad (9)$$

3 不同市场需求状态下的定价机制

3.1 高需求市场状态的定价

根据界定的公共品市场分类, 在市场高需求状态下, 消费者的支付意愿大于政府规制的价格区间的上限, 市场按照政府规制的最高价格进行交易, 公共部门对私人部门没有任何补贴, 即 $S(v) = 0$, 则政府的优化问题为

$$\begin{aligned} \max &\int [v - R(v) - (1 + \lambda)(1 + \zeta)S(v)] + E + \lambda[v - R(v)] + \alpha[R(v) + S(v) - C]f(v) dv \\ \text{s. t.} & \\ &\int u(R(v) - C)f(v) dv \geq u(0) \\ 0 &\leq R(v) \leq v \\ S(v) &= 0 \\ v &= (a - q)/b > M \end{aligned} \quad (10)$$

将式(1) ~ 式(4)代入上式, 求一阶导数条件为

$$(1 + \lambda) \frac{q}{b} + \alpha \left[\frac{1}{b}(a - q) - \frac{q}{b} - c \right] = 0 \quad (11)$$

由式(11)求解二阶导数, 又由 $\lambda > 0, b > 0$, 可得出, 当 $(1 + \lambda)/2 < \alpha$ 时, 由函数一阶和二阶条件可知, 其均衡解满足函数最大化的充分条件. 再由

市场逆需求函数式得

$$v = \frac{\alpha c - a(1 + \lambda - \alpha) / b}{2\alpha - (1 + \lambda)} > M \quad (12)$$

在市场高需求状态下,政府将对公共品进行规制定价,达到价格规制区间的上限,即 M ,意味着私人部门将比在自由市场交易下损失一部分的生产者剩余,而消费者将获得更多的消费者剩余.由求解所得的式(12)可得出以下结论.

1) 公共部门规制的价格上限范围与 PPP 项目的运营成本 c 呈正相关,其上限 M 主要是由该公共品市场的需求状态决定,且低于项目在运营阶段的运营成本参数 c . 只有在满足一定条件下,公共品市场才能表现出消费者高需求的状态,那时公共部门是根据项目运营成本 c 来决定其规制价格上限 M .

2) 在公共品市场高需求的状态下,政府对 PPP 项目提供的公共品的定价规制价格上限 M 的范围与公共品市场需求弹性相关的参数 a/b 呈负相关,即当 a 不变时 b 越大,即公共品市场需求弹性越大时,市场价格规制上限将越高;当 b 不变时 a 越大,即公共品市场需求弹性越小时,价格规制上限将越低.

3) 公共品市场消费者支付意愿由于政府对公共品规制价格上限与相关参数的关系,市场支付意愿与政府将生产者剩余纳入社会福利水平的比例 α 呈正相关,当生产者剩余纳入社会福利水平的比例越大,则市场支付意愿越高,来源于生产者剩余的社会福利水平增加的净值是高于市场消费者剩余的降低净值,即 $|\Delta PS| > |\Delta CS|$,社会总福利水平将会提高.

4) 由式(12)对政府财政收入的影子成本系数 λ 求偏导数判断其单调性,可知随着公共部门财政收入的影子成本系数 λ 的增大,公共品市场的均衡价格将降低,考虑到公共品价格规制的上限与公共部门对成本的估计,则较高的影子成本系数 λ 将导致消费者剩余的下降,从而降低社会福利水平,造成公共事业效率低下的情形.

5) 在高需求市场状态下,PPP 项目能带给社会更大的外部性效用,导致市场对该项目的更高需求,从而形成不断抬升公共品价格的局面,因此公共部门将通过适当降低其定价,防止和抑制私人部门追求垄断租金;公共部门规制的最高价格

界限低于真实的市场需求价格,很大原因来源于政府对私人部门成本参数的估计低于私人部门真实的成本参数,而导致政府实行最高限价管制,以实现社会福利最优.

3.2 中等需求市场状态的定价

公共品市场上消费者支付意愿处于规制价格区间内 ($m \leq v \leq M$) 按照市场机制交易,由私人部门定价,市场需求函数为 $q = a - bv$,逆需求函数为 $v(q) = (a - q) / b$,此时私人部门得不到任何补贴,则私人部门的优化问题为

$$\begin{aligned} \max PS &= \max \int [R(v) - C]f(v) dv \\ \text{s. t. } &0 \leq R(v) \leq v \\ &S(v) = 0 \\ &m \leq v \leq M \end{aligned} \quad (13)$$

代入式(1) ~ 式(4),并由 FOC 条件求导得到市场此时的公共品定价和市场消费数量为

$$v = \frac{1}{2} \left(\frac{a}{b} + c \right), q = \frac{1}{2} (a - bc) \quad (14)$$

由 $m \leq v \leq M$ 即 $m \leq v = \frac{1}{2} \left(\frac{a}{b} + c \right) \leq M$ 再 by 式(4)得出,在中等需求状态下,由于政府不会给私人部门任何形式的价格补贴,公共品市场消费价格满足如下参与约束条件 IR

$$v \geq c + \frac{k}{q} = c + \frac{2k}{a - bc} \quad (15)$$

在公共品市场中等需求状态下,政府授权给私人部门自主定价权,私人部门根据利润最大化,即满足生产者剩余最大化的前提下进行 PPP 项目运营阶段的公共品定价,由于私人部门自主定价,因此公共品市场的最终定价与政府规制的公共品价格上下限无关.通过以上对价格均衡解的求解,可以得到以下结论.

1) 私人部门在自主定价的过程中,完全按照自由市场运行机制和市场供需函数来确定公共品的最优定价,最终私人部门关于 PPP 项目提供的公共品定价与项目运营成本参数 c 正相关,即中等市场需求状态下公共品的定价仍然是以项目运营期成本为基础.

2) 在公共品市场中等需求的状态下,私人部门的自主定价与公共品需求弹性的相关参数 a 和 b 对定价的影响,体现为当公共品市场需求弹性越大时,公共品的价格将越低;当公共品市场需求

弹性越小时, 公共品的价格将越高。

3) 私人部门的自主定价 v 与 PPP 项目第 1 阶段建设当中所投资的成本 k 呈正相关, 表明 PPP 项目建设中私人部门在第 1 阶段项目建设中投入的资金和成本越高, 那么在第 2 阶段运营期的定价就会越高。

4) 政府公共部门对公共品价格规制的区间上下限只与公共品市场的需求状态和私人部门的运营成本参数有关。

根据以上解得的均衡解参数, 可以求解出中等市场需求状态下的社会总福利水平为

$$\begin{aligned}
 SV &= \int [v - R(v)] + E + \lambda [v - R(v)] + \\
 &\quad \alpha [R(v) - C]f(v) dv \\
 &= (1 + \lambda) \left\{ \left[\frac{a(a - bc)}{2b} - \frac{(a - bc)^2}{8b} \right] - \right. \\
 &\quad \left. \frac{(a - bc)(a + bc)}{4b} \right\} + \\
 &\quad \alpha \left[\frac{a^2}{4b} - \frac{ac}{2} + \frac{bc^2}{4} - k \right] + E \\
 &= \frac{(1 + \lambda + 2\alpha)(a - bc)^2}{8b} - \alpha k + E \quad (16)
 \end{aligned}$$

3.3 低需求市场状态的定价

在市场需求过低时, 需要政府提供较大的财政补贴来维持其运行, 以保证公共品市场供给的数量和质量。消费者的支付意愿小于政府规制的价格区间的下限, 市场按照消费者的支付意愿进行交易, 政府根据消费者支付意愿与规制的最低价格 m 之间的差价进行补贴, 此时政府对私人部门实施补贴额为 $S(v) = \int_0^v (m - v) dq$, 则政府优化问题为

$$\begin{aligned}
 \max &\int [v - R(v) - (1 + \lambda)(1 + \zeta)S(v)] + \\
 &\quad E + \lambda [v - R(v)] + \\
 &\quad \alpha [R(v) + S(v) - C]f(v) dv \\
 \text{s. t} &\int u[R(v) + S(v) - C]f(v) dv \geq u(0) \\
 &0 \leq R(v) \leq v \\
 &S(v) = \int_0^v (m - v) dq \quad (17) \\
 &v < m
 \end{aligned}$$

在式(17)中代入式(1)~式(4), 并化简公共品市场低需求状态下政府最优化问题。一阶导

数条件为

$$\begin{aligned}
 (1 + \lambda) \left(\frac{q}{b} \right) - [(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha] \times \\
 \left[m - \frac{1}{b}(a - q) \right] + \alpha \left[\frac{1}{b}(a - q) - \right. \\
 \left. \frac{q}{b} - c \right] = 0 \quad (18)
 \end{aligned}$$

再由市场逆需求函数表达式可得

$$\begin{aligned}
 v = \frac{[(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha]m - a(1 + \lambda - \alpha) / b + \alpha c}{(1 + \lambda)\zeta + \alpha} \\
 < m \quad (19)
 \end{aligned}$$

在公共品市场低需求状态下, 政府对私人部门保留收益的承诺和保障, 而消费者的支付意愿低于政府所规制的最低的公共品价格规制下限, 因此公共品的消费仍按照消费者的支付意愿进行交易和运行, 而公共部门需要对私人部门的生产者剩余损失提供一定的转移支付或补贴。由式(19)求解得到的公共品市场上的价格均衡解, 可得以下结论。

1) 在公共品市场低需求的状态下, 公共品市场上最终关于 PPP 项目提供的公共品的定价与 PPP 项目运营期的成本 c 呈正相关。

2) 在公共品市场低需求的状态下, 公共品市场上最终关于 PPP 项目提供的公共品的定价与公共品需求弹性相关的参数 a/b 呈负相关, 当公共品需求弹性越大时, 公共品价格将越高; 当公共品市场需求弹性越小时, 公共品的价格将越低。

3) 在公共品市场低需求的状态下, 政府公共部门对公共品规制价格的下限 m 的范围与 PPP 在项目运营期的成本 c 和与公共品市场需求弹性相关的参数 a/b 呈正相关。

4) 由式(19)求解政府对公共品价格规制的下限的范围, 并对政府财政收入的影子成本系数 λ 求偏导数判断其单调性, 可得

$$\frac{\partial m}{\partial \lambda} = \frac{-\alpha(a/b + c)}{(1 + \lambda - 2\alpha)^2} < 0 \quad (20)$$

显然, 随着公共部门财政收入的影子成本系数 λ 的增大, 公共部门对公共品价格规制的下限将降低, 以减小公共品市场消费者支付意愿与价格规制区间下限的差距, 从而减少公共部门需要向私人部门提供的转移支付和补贴的资金, 最终减少政府财政收入的成本。

5) 由式(19)求解政府对公共品价格规制的

下限的范围 ,并对私人部门生产者剩余纳入社会总福利水平的比例 α 求偏导数判断其单调性 ,可得

$$\frac{\partial m}{\partial \alpha} = \frac{(1 + \lambda)(c + a/b)}{(1 + \lambda - 2\alpha)^2} < 0 \quad (21)$$

显然 ,随着私人部门生产者剩余纳入社会总福利水平的比例 α 的增长 ,公共部门对公共品价

$$m = \frac{\{ [(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha](a - bc_0) + \alpha(a - c)\}}{2 [(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha]b} + \frac{\sqrt{\{ [(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha](a - bc_0) + \alpha(a - c)\}^2 - 4 [(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha](2\alpha - \lambda)bk}}{2 [(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha]b} \quad (22)$$

由上式求得的 v 的均衡解式(19) ,可得政府公共部门在公共品市场低需求的情况下需要向私人部门提供的转移支付或补贴为

$$S(v) = \int_0^q (m - v) dq = \left[\frac{\{ [(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha](a - bc_0) + \alpha(a - c)\}}{2 [(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha]b} + \frac{\sqrt{\{ [(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha](a - bc_0) + \alpha(a - c)\}^2 - 4 [(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha](2\alpha - \lambda)bk}}{2 [(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha]b} - \frac{[(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha]m - (1 + \lambda - \alpha)\frac{a}{b} + \alpha c}{(1 + \lambda)\zeta + \alpha} \right] \left[\frac{\alpha(a - bc) - [(1 + \lambda)(1 + \zeta) - \alpha](mb - a)}{(1 + \lambda)\zeta + \alpha} \right] \quad (23)$$

3.4 不同需求状态下的定价比较

通过对 3 种不同公共品市场需求状态下 PPP 项目最优定价的分析 ,并比较不同公共品市场需求状态下定价影响因素的比较 ,可以得到如下结论 ,并总结如表 1 所示。

1) 在公共品市场上消费者的支付意愿、政府公共部门规制的价格上、下限范围都与 PPP 项目运营期的成本 c 呈正相关 ,即不管是通过市场机制定价还是政府部门的规制定价 ,公共品价格都是在提供该公共品或服务的成本基础上确定的。

2) 在公共品市场高需求和低需求状态下 ,公共品的定价与政府将私人部门生产者剩余纳入社会福利水平的比例 α 呈正相关 ,而在市场中等需求状态下 ,由于政府授权给私人部门按照市场机制自主定价 ,私人部门追逐自身生产者剩余最大化 ,因此公共品定价除了与公共品市场需求和公共品运营成本相关以外 ,与影子成本系数 λ 、社会福利函数中的私人部门生产者剩余比例 α 等都无关。

3) 在公共品市场中等需求和高低需求的状态下 ,最终公共品的定价 v 与公共品市场需求弹性相关的参数 a/b 的相关性呈现相反的现象 ,这是因为市场的需求状态不同 ,政府公共部门制定的价格规制区间不同 ,特别是定价权的配置不同 ,导致市场上公

格规制的下限将提高 ,因为公共品市场生产者剩余的提高将大于市场上消费者剩余的降低 ,导致社会总体福利水平提高。

根据政府公共部门对 PPP 项目运营阶段定价的区间限制条件 ,由 PPP 私人部门最低保留收益 $m = c_0 + k/q$,代入一阶导数条件 ,得到

共品价格面对不同的市场需求状态时呈现不同的变化趋势。

4) 在公共品市场高需求和低需求状态下 ,考虑到网络外部性的影响 ,不管何种需求状态的公共品市场中 ,PPP 项目如果能给社会或消费者带来更高的外部性效用 ,那么该公共品市场都会对项目所提供的公共品或服务产生更高的市场需求 ,如果不存在政府部门的规制定价区间 ,那么市场将不断哄抬公共品的消费价格 ,因此当公共品带来较高的网络外部性时 ,政府部门将通过适当降低规制定价 ,从而防止私人部门过于追逐垄断租金 ;而在中等市场需求状态下 ,私人部门完全控制定价权 ,不考虑外部性的影响 ,因此在市场中等需求状态下 ,私人部门的定价与项目产生的网络外部性无关。

5) 在低需求市场状态下 ,公共部门向 PPP 私人部门提供一定的转移支付来保障其保留收益 ,因此只有在低需求状态下 ,公共品定价才与公共部门在转移支付过程中产生的影子成本、效率损失等因素相关 ,而高市场需求和中等市场需求由于都不需要政府提供任何形式的转移支付或补贴 ,因此在这两种市场需求状态下 ,公共品的定价都与影子成本系数、效率损失等因素无关。

表 1 不同市场需求状态下各种因素对消费者支付意愿 v 的影响总结

Table 1 Factors' impact on consumer willingness to pay under different market demand state

影响因素	高需求市场状态	中等需求市场状态	低需求市场状态
PPP 项目运营成本	↑	↑	↑
公共品需求弹性	↑	↓	↑
公共资金成本	↓	—	↓
生产者剩余比例	↑	—	↑

注: ↑ 代表该因素与公共品市场消费者支付意愿正相关, ↓ 代表该因素与公共品市场消费者支付意愿负相关, — 代表该因素对公共品市场消费者支付意愿无影响。

4 仿真算例

为直观地说明公共品消费市场的定价问题, 在此以高需求状态下的公共品市场为例, 进行仿真计算, 所有仿真均在 Matlab 7.4 的环境中实现, 根据上文所述, 假定市场上公共品的需求函数为 $q = a - bv$ ($a, b > 0$); PPP 项目在两阶段的总运营成本函数为 $c(q) = cq + k$ ($c > 0$); 假定公共品市场上的消费者支付意愿 $v_{\min} > M$, 公共部门将 PPP 项目的剩余产值计算入社会福利的比重为 α ; E 表示项目产生的单位外部性效用, λ 是政府公共部门的资金成本的影子成本系数. 通过对其进行简单的仿真分析, 高需求市场状态下以社会福利最大化为目标, 结合定价权的配置, 计算此时不同的相关参数对公共品最终定价的影响, 仿真计算的模拟结果如下图 1-图 4 所示。

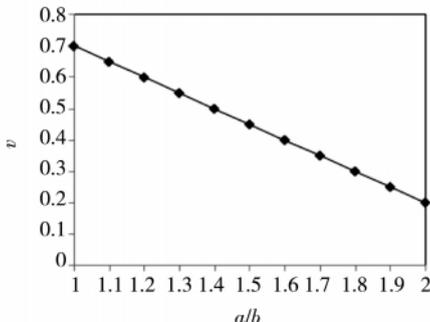


图 1 a/b 变化对 v 值的影响
Fig. 1 Impact on v by change of a/b

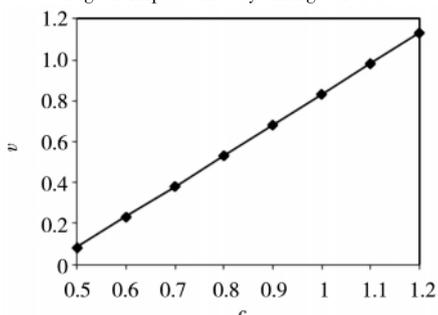


图 2 c 变化对 v 值的影响

Fig. 2 Impact on v by change of c

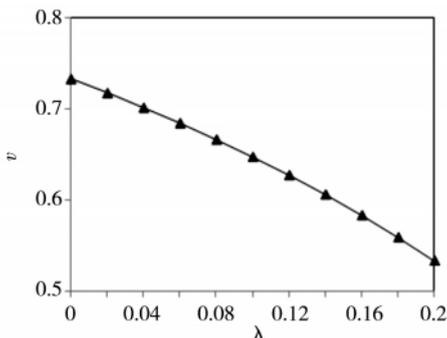


图 3 λ 变化对 v 值的影响

Fig. 3 Impact on v by change of λ

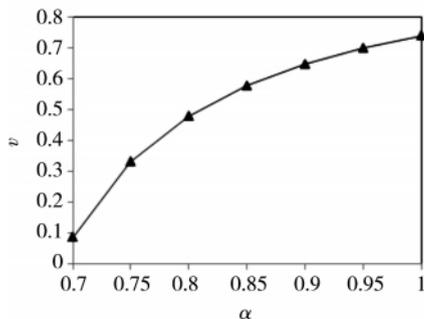


图 4 α 变化对 v 值的影响

Fig. 4 Impact on v by change of α

由仿真结果的图示, 通过 Matlab 简单的仿真计算可以很直观地看出高需求市场状态下的公共品定价水平受公共品需求弹性、供给成本以及公共财政收入的资金成本等相关参数的影响. 高需求市场状态下, 公共品的定价规制价格上限 M 的范围与公共品市场需求弹性相关的参数 a/b 呈负相关(见图 1, 此时仿真参数为 $\alpha = 0.9, \lambda = 0.2, c = 0.8$); 与 PPP 项目的运营成本 c 呈正相关(见图 2, 此时仿真参数为 $a/b = 4/3, \alpha = 0.9, \lambda = 0.2$); 与政府财政收入的影子成本系数 λ 呈负相关(见图 3, 此时仿真参数为 $a/b = 4/3, \alpha = 0.9, c = 0.8$); 与政府公共部门将生产者剩余纳入社会福利水平的比例 α 呈正相关(见图 4, 此时仿真参数为 $a/b = 4/3, \lambda = 0.1, c = 0.8$).

5 结束语

公私合作制 (PPP) 作为一种解决公共部门在基础设施建设方面面临的公共资金瓶颈以及管理资源缺乏的有效途径和机制. 本文在 PPP 基础设施项目建设运营过程中, 考虑将部分比例的私人部分生产者剩余纳入社会总福利的计算, 基于对公共品市场高需求、中等需求和低需求 3 种需求状态的分类, 研究了不同市场需求状态下 PPP 项目运营过程中的公共品定价机制, 在不同定价权配置的前提下, 公私部门主体追逐的最大化效益存在差异, 从而得到不同市场需求状态下的公共品定价水平及其不同状态下的相关参数的影响, 验证了政府对公共品供给的规制价格区间与 PPP 项目运营成本的正相关以及不同需求状态下公共品定价与产品需求弹性之间关系的差异, 为

我国 PPP 项目运营中公共品供给的定价提供一定理论上的指导.

从我国基础设施项目建设运营中公私合作制的应用来看, 政府对“北京地铁 4 号线”、“上海地铁 3 号线”等 PPP 项目运营的票价管制, 政府在“温州垃圾发电项目”上补贴企业垃圾处理费和承诺以固定电价收购企业的发电量, “国家体育场”的投资方中信联合体自主决定奥运后鸟巢的参观票价及商演运作, 是不同需求市场状态下 PPP 项目运营的定价实践. 当前公私合作制在我国尚属于起步阶段, 随着 PPP 在我国基础设施项目建设运营中的广泛应用, 从各个不同层面反映出的诸如所有权、控制权配置、风险分摊等管理问题, 还有相当多的问题在将来的实践中会逐步暴露出来, 因此进一步完善 PPP 理论的相关研究, 对于推动公私部门的深化合作具有重要的现实意义.

参 考 文 献:

- [1] Henisz W V J, School T W. Governance issues in public private partnerships [J]. *International Journal of Project Management*, 2006, 24(2): 537 - 538.
- [2] Bettignies J-E, de Ross T W. The economics of public-private partnerships [J]. *Canadian Public Policy*, 2004, 30(2): 135 - 154.
- [3] Jamali D. Success and failure mechanisms of public private partnerships (PPPs) in developing countries: Insights from the Lebanese context [J]. *The International Journal of Public Sector Management*, 2004, 17(5): 414 - 430.
- [4] Hemming R, Alier M, Anderson B, et al. Public-private partnerships, government guarantees, and fiscal risk [M]. Washington: International Monetary Fund, 2006.
- [5] Hodge G A, Greve C. Public-private partnerships: An international performance review [J]. *Public Administration Review*, 2007, 67(3): 545 - 558.
- [6] Spackman M. Public-private partnerships: Lessons from the British approach [J]. *Economic Systems*, 2002, 26(3): 283 - 301.
- [7] Maskin E, Tirole J. Public-private partnerships and government spending limits [J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2008, 26(2): 412 - 420.
- [8] Martimort D, Pouyet J. To build or not to build: Normative and positive theories of public-private partnerships [J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2008, 26(3): 393 - 411.
- [9] Hart O. Incomplete contracts and public ownership: Remarks and an application to public-private partnership [J]. *Economic Journal*, 2003, 113(486): C69 - C76.
- [10] Bentz A, Grout P A, Halonen M L. What should governments buy from the private sector: Assets or Services? [R]. Mimeo: University of Bristol, 2004.
- [11] Bennett J, Iossa E. Delegation of contracting in the private provision of public services [J]. *Review of Industrial Organization*, 2006, 29(1): 75 - 92.
- [12] de Bettignies J-E, Ross T W. Public-private partnerships and the privatization of financing: An incomplete contracts approach [J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2009, 27(3): 358 - 368.

- [13] Grimsey D , Lewis M K. Evaluating the risks of PPPs for infrastructure projects [J]. *International Journal of Project Management* , 2002 , 20(2) : 107 - 118.
- [14] Dewatripont M , Patrick L. PPPs: Contract design and risk transfer [J]. *European Investment Bank Papers* , 2005 , 10(1) : 120 - 141.
- [15] Nisar T M. Risk management in public-private partnership contracts [J]. *Public Organization Review* , 2007 , 7(1) : 1 - 19.
- [16] 杨宏伟, 何建敏, 周 晶. 在 BOT 模式下收费道路定价和投资的博弈决策模型 [J]. *中国管理科学* , 2003 , 11(2) : 30 - 33.
Yang Hong-wei , He Jian-min , Zhou Jing. Game decision-making model on toll road pricing and investment under a BOT scheme [J]. *Chinese Journal of Management Science* , 2003 , 11(2) : 30 - 33. (in Chinese)
- [17] 周 晶, 陈星光, 杨宏伟. BOT 模式下的收费道路价格控制机制 [J]. *系统工程理论与实践* , 2008 , 28(2) : 148 - 153.
Zhou Jing , Chen Xing-guang , Yang Hong-wei. Research on the control of toll road pricing under a BOT scheme [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice* , 2008 , 28(2) : 148 - 153. (in Chinese)
- [18] 周 勤. 转型时期公用产品定价中的多重委托—代理关系研究 [J]. *管理世界* , 2004 , (2) : 43 - 49.
Zhou Qin. Study on multiple principle-agent in pricing of public goods in transition period [J]. *Management World* , 2004 , (2) : 43 - 49. (in Chinese)
- [19] 廖成林, 王 璐. 公用事业产量隐性下政府管制的有效性分析 [J]. *中国软科学* , 2005 , (1) : 140 - 144.
Liao Cheng-lin , Wang Lu. Validity analysis of government regulation under implicit output in public utilities [J]. *China Soft Science* , 2005 , (1) : 140 - 144. (in Chinese)
- [20] 蒋殿春, 杨 超, 盛明泉. 火车票定价与社会福利 [J]. *经济研究* , 2006 , (12) : 92 - 100.
Jiang Dian-chun , Yang Chao , Sheng Ming-quan. Railroad ticket pricing and social welfare [J]. *Economics Research Journal* , 2006 , (12) : 92 - 100. (in Chinese)
- [21] 刘 南, 陈达强, 陈鸣飞. 城市道路系统多时段、多出行方式拥挤定价模型 [J]. *管理工程学报* , 2007 , 21(2) : 89 - 94.
Liu Nan , Chen Da-qiang , Chen Ming-fei. Congestion pricing models with multiple time periods and travel modes for urban road systems [J]. *Journal of Industrial and Management* , 2007 , 21(2) : 89 - 94. (in Chinese)
- [22] 刘 南, 陈达强, 吴兆峰. 带公平限制的多时段次优拥挤定价模型 [J]. *管理科学学报* , 2008 , 11(5) : 85 - 93.
Liu Nan , Chen Da-qiang , Wu Zhao-feng. Second-best congestion pricing model on multiple time periods with equity constraints [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2008 , 11(5) : 85 - 93. (in Chinese)
- [23] 唐毓敏, 冯苏苇. 政府博弈下的道路交通拥挤定价 [J]. *管理科学学报* , 2008 , 11(4) : 76 - 82.
Tang Yu-min , Feng Su-wei. Model of traffic behavior based on game theory under road-pricing regulation of government [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2008 , 11(4) : 76 - 82. (in Chinese)
- [24] Engel E , Fischer R , Galetovic A. The basic public finance of public-private partnerships [R]. NBER Working Paper No: 13284 , 2007.

Analysis on the pricing mechanism of public-private partnership project with different market demand level

SONG Bo¹ , XU Fei²

1 Institute of Tourism , Shanghai Normal University , Shanghai 200234 , China;

2 Antai College of Economics and Management , Shanghai Jiaotong University , Shanghai 200052 , China

Abstract: This paper analyzed the pricing mechanism in the supply of public goods, based on defining the

calculation of social welfare which considered part of producer surplus in the operation of PPP project under the guidance of government , and classifying the public goods market into three states i. e. , the high , middle and low demand needs. By analyzing the different allocations of pricing right between public and private sectors , and then maximizing the different benefits individually by public and private sectors , it derives the pricing mechanism and the different impacts of related parameters on it under three different demand states , examined the relationship between the interval of price regulation by government and the cost in the operation of public-private partnership projects , and also find the different correlations between the pricing and the demand elasticities of public goods in different market demand levels , so as to bring forward some suggestions for pricing of public goods in the practice of PPP projects.

Key words: public-private partnerships; operation; pricing; market demand level

(上接第 53 页)

Impact of auditing embedded in incentive compensation on internal capital market efficiency

ZHANG Fang , CHEN Liang-hua , ZHANG Yue

School of Economics and Management , Southeast University , Nanjing 211189 , China

Abstract: Internal capital market allocation efficiency depends on the effectiveness of internal capital allocation decisions. Based on the standard real options model , we construct an internal capital allocation decisions model and emphasize that internal auditing plays an important role in internal capital allocation decisions. Our results suggest that CEO compensation incentives can be effective in ameliorating inefficiencies in internal capital allocation decisions. However , we cannot help but achieving sub-optimal result which is a trade-off between rent extraction and allocation efficiency. Thus , it is necessary to embed auditing into compensation incentives to bind them. We find that managerial auditing is better than financial auditing in improving efficiency. Finally , we verify the results of our model with an example of Nanjing P Group.

Key words: internal capital market; allocation efficiency; internal auditing; compensation intensives