

公私合营公共停车设施经济性分析

潘 驰^{*1,2}, 赵胜川¹

(1. 大连理工大学 交通运输学院, 辽宁 大连 116024;
2. 大连交通大学 管理学院, 辽宁 大连 116028)

摘要: 研究在私人企业和政府共同运营停车设施系统中, 考虑全社会福利最大化和私人企业利润最大化前提下, 停车资源分配情况、停车收费设定标准, 以及停车需求数量的大小. 结果表明, 租赁费率变化对于停车费、停车需求量、停车位分配比例无影响; 收费水平的提高导致停车需求量下降; 私人企业的运营成本上升导致全社会福利水平相应降低; 停车设施总体数量增加时, 全社会福利有所增长; 停车搜索时间增加导致全社会福利下降. 此分析研究结果可为停车设施的规划、停车费率的设定提供一定的理论支持.

关键词: 停车收费; 需求管理; 经济性分析

中图分类号: U491.7 **文献标志码:** A

0 引言

停车泊位不足会产生停车位搜寻行为, 增加迂回寻泊的交通量, 给城市整体交通造成压力^[1]. 城市停车问题有很多种表现形式, 目前国内大多数城市停车场总体供应量欠缺, 也有一些城市供应水平很高, 但还是存在区域性停车场供应不足的难题. 停车市场化是解决停车问题的主要手段之一. 在日本, 政府采取长期低息贷款、公共停车场实行无息贷款和财政补助等方式鼓励私人停车场的发展, 并在不同时期, 先后出台措施加以保障; 中国香港鼓励民营, 停车产业模式有合作、资产出售、项目运营承包和服务承包管理等, 对于私人兴建的停车设施按物业进行管理, 对于政府兴建的停车设施由私人公司承包, 采用“商业原则”经营. 私人企业运营政府兴建的停车设施, 对停车行为进行收费, 能否实现社会福利的最大化与经济效益最大化的并存是本文研究的重点.

本文假设公共停车资源的所有权归属于政府, 政府为了提高停车设施使用效率, 缓解停车难问题, 将一部分停车资源承包给私人企业运营. 私人企业追求利润的最大化, 而政府追求福利的最大化, 两者经营目的截然不同, 因此停车市场中会

出现政府和私人企业两套的管理运营系统^[2]. 同时, 由于政府与私人企业在停车市场当中存在竞争关系, 那么政府分配多大比例的停车资源给私人企业运营, 政府和私人企业如何设定各自的停车收费价格才能够实现福利最大化和利润最大化的并存, 需要通过经济的手段加以分析和评价.

1 停车设施运营系统模型建立

1.1 模型建立的基本假设

假设 1 政府在停车市场中处于领导者地位, 政府从全部停车资源 S 中选取一部分 S_1 供自己运营, 将剩余的停车资源 S_2 承包给私人企业, 私人企业需要定期向政府缴纳租赁费.

假设 2 政府和私人企业自主设定停车收费标准 f_1 和 f_2 .

假设 3 驾驶员是否选择停车受停车收费标准影响, 如果只能在政府或私人运营的停车设施停泊.

假设 4 停车需求是弹性的, 停车需求 D 可表达为如下的线性函数:

$$D = D_0 - aP_i \quad (1)$$

式中: D_0 为免费停车时的需求量, a 为需求量随出

收稿日期: 2010-10-20; 修回日期: 2012-03-29.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50978046).

作者简介: 潘 驰^{*} (1978-), 男, 博士生, 讲师, E-mail: panchi1978@126.com.

行成本的变化比率; P_i 为出行全成本(政府运营停车场出行全成本为 P_1 , 私人停车场为 P_2). P_i 由两部分组成: 停车费用 f_i 和停车位搜寻成本 T_i ($i = 1, 2$; 分别代表政府与私人企业), 即

$$P_i = T_i + f_i \quad (2)$$

假设 5 停车位搜寻行为具有时间价值, 受停车位多少和停车需求量大小影响^[3], 可以表示为

$$T_i = t_i d_i / S_i; i = 1, 2 \quad (3)$$

式中: d_i 为停车需求量, S_i 为停车位的数量, t_i 为搜寻时间成本系数.

假设 6 停车场的运营成本受停车需求量和停车位个数的影响, 政府与其私人企业的运营成本分别如下:

$$C_1 = c_1(d_1, S_1) - F \quad (4)$$

$$C_2 = c_2(d_2, S_2) + F \quad (5)$$

式中: $c_i(d_i, S_i)$ 为不考虑承包费用的运营成本; F 为私人企业承包的停车场费用, $F = f(S_2)$.

1.2 模型构建

在考虑出行全成本的前提下, 驾驶员无倾向性自由选择政府或私人企业停车场要求: $P_1 = P_2 = P$. 即 $f_1 + t_1 d_1 / S_1 = f_2 + t_2 d_2 / S_2$. 根据假设条件可得

$$d_1 + d_2 = D_0 - a(f_1 + t_1 d_1 / S_1) \quad (6)$$

$$d_1 + d_2 = D_0 - a(f_2 + t_2 d_2 / S_2) \quad (7)$$

结合式(6)和(7)可以推导出政府和私人企业的停车需求量如下:

$$d_1 = \frac{S_1 S_2 (f_2 - f_1) + D_0 t_2 S_1 - a t_2 f_1 S_1}{t_1 S_2 + t_2 S_1 + a t_1 t_2} \quad (8)$$

$$d_2 = \frac{S_1 S_2 (f_1 - f_2) + D_0 t_1 S_2 - a t_1 f_2 S_2}{t_1 S_2 + t_2 S_1 + a t_1 t_2} \quad (9)$$

对式(8)和(9)分别求停车收费 f_1 和 f_2 的偏导数可得

$$\frac{\partial d_1}{\partial f_1} = \frac{-S_1 S_2 - a t_2 S_1}{t_1 S_2 + t_2 S_1 + a t_1 t_2} < 0;$$

$$\frac{\partial d_2}{\partial f_2} = \frac{-S_1 S_2 - a t_1 S_2}{t_1 S_2 + t_2 S_1 + a t_1 t_2} < 0;$$

$$\frac{\partial d_1}{\partial f_2} = \frac{\partial d_2}{\partial f_1} = \frac{S_1 S_2}{t_1 S_2 + t_2 S_1 + a t_1 t_2} > 0$$

从偏导数的计算结果可以看出, 同一运营单位中, 停车收费水平与停车需求数量反方向变化. 收费水平的提高会导致本单位停车需求量的下降, 在对方没有提高收费水平的前提下, 一部分待停车辆会转移到对方停车场停放. 这一结果与人们的常识完全吻合.

政府运营停车场的目的是追求社会福利的最大化, 可以表示为全部停车设施的收益与总成本的差值, 总收益由全部停车设施的总需求量与停车费用的乘积表达, 总成本由 3 部分组成, 即政府管理停车设施运营成本、私人企业停车设施运营成本以及停车位搜寻时间成本^[4].

$$\begin{aligned} \max W = & \int_0^{d_1+d_2} P \cdot D(x) dx - c_1(d_1, S_1) - \\ & c_2(d_2, S - S_1) - d_1 t_1(d_1, S_1) - \\ & d_2 t_2(d_2, S - S_1) \end{aligned} \quad (10)$$

式中: W 代表运营停车设施的全部福利, 当政府运营停车场停车收费水平发生变化时, 社会福利的变化情况可由 $\partial W / \partial f_1$ 表示如下:

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial f_1} = & \left(\frac{D_0}{a} - \frac{d_1 + d_2}{a} \right) \left(\frac{\partial d_1}{\partial f_1} + \frac{\partial d_2}{\partial f_1} \right) - \frac{\partial c_1}{\partial d_1} \frac{\partial d_1}{\partial f_1} - \\ & \frac{\partial c_2}{\partial d_2} \frac{\partial d_2}{\partial f_1} - \frac{2 t_1 d_1}{S_1} \frac{\partial d_1}{\partial f_1} - \frac{2 t_2 d_2}{S - S_1} \frac{\partial d_2}{\partial f_1} = 0 \end{aligned} \quad (11)$$

当 $\partial W / \partial f_1 = 0$ 时, 可求得社会福利的极大值. 另外, 当政府经营的停车资源数量发生变化时, 社会福利的大小也会相应发生变化, 具体可由 $\partial W / \partial S_1$ 表示如下:

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial S_1} = & \left(\frac{D_0}{a} - \frac{d_1 + d_2}{a} \right) \left(\frac{\partial d_1}{\partial S_1} + \frac{\partial d_2}{\partial S_1} \right) - \frac{\partial c_1}{\partial d_1} \frac{\partial d_1}{\partial S_1} - \\ & \frac{\partial c_2}{\partial d_2} \frac{\partial d_2}{\partial S_1} - \frac{\partial c_2}{\partial S_1} + \frac{t_1 d_1^2}{S_1^2} - \frac{2 t_1 d_1}{S_1} \frac{\partial d_1}{\partial S_1} - \\ & \frac{2 t_2 d_2^2}{(S - S_1)^2} - \frac{2 t_2 d_2}{S - S_1} \frac{\partial d_2}{\partial S_1} = 0 \end{aligned} \quad (12)$$

结合式(11)和(12)可以发现, 政府的停车收费水平与停车资源数量均对社会福利产生直接影响, 主要体现在政府运营停车设施收益、政府与私人企业的运营成本以及停车搜寻成本三者均受收费水平和资源数量大小的影响.

私人企业运营停车场的目的是追求利润的最大化, 可以将最大化的利润表示为

$$\max \Pi = f_2 d_2 - c_2(d_2, S - S_1) - f(S - S_1) \quad (13)$$

其中 Π 表示私人企业运营停车场的利润. 影响私人企业利润的最主要因素是停车收费水平:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial f_2} = d_2 + f_2 \frac{\partial d_2}{\partial f_2} - \frac{\partial c_2}{\partial d_2} \frac{\partial d_2}{\partial f_2} = 0 \quad (14)$$

当 $\partial \Pi / \partial f_2 = 0$ 时, 可得利润最大值.

2 模型分析

为对上述模型进行精确分析, 将停车设施运

营成本表示如下:

(1) 政府管理的停车设施运营成本 $C_1(d_1, S_1) = c_1 d_1 + kS - \delta(S - S_1)$.

本文认为政府管理停车设施的运营成本由 3 部分组成:建设成本和服务成本(正向成本),其中建设成本与停车场的面积(车位数)成正比,服务成本与接受停车服务的车辆数成正比;以及政府向私人企业收取的停车设施租赁费用,与租赁的停车设施个数成正比(负成本),其中 δ 为租赁费率(单位:元/车位).

(2) 私人企业管理的停车设施运营成本 $C_2(d_2, S_2) = c_2 d_2 + \delta(S - S_1)$.

该运营成本由服务成本和缴纳的租赁费用两部分组成,其中服务成本与接受服务的车辆数成正比.

2.1 基本参数设定

设定某一区域共有停车位 $S = 100$ 个,每日的免费停车需求数量 $D_0 = 800$ 辆/d,需求量随收

费水平的变化率 $a = 20$ 辆/(元·d), $c_1 = 2.799$ 元/辆,由于私人管理的停车设施的运营效率要高于政府,设定 $c_2 = 0.8c_1 = 2.239$ 元/辆, $k = 27.39$ 元/车位(按使用期限 20 a 计算), $\delta = 1.5k = 41.10$ 元/车位(政府为增加收益,租赁价格高于建设成本),搜寻时间成本系数分别为 $t_1 = 2$ 元, $t_2 = 2$ 元.

2.2 模型计算结果分析

将式(8)、(9)、(11)、(12)、(14)联立,形成非线性方程组,利用 Matlab 软件编程求解得到:政府运营的停车场地 $S_1 = 41.74$,应收取的停车费用 $f_1 = 16.12$ 元,每天为 $d_1 = 112.58$ 辆车提供服务;私人企业运营的停车场地 $S_2 = 58.26$,收取停车费用 $f_2 = 15.52$ 元,每天为 $d_2 = 169.83$ 辆车提供服务.全部社会福利 $W = 4\,958$ 元,政府与私人企业各自盈利 556 元和 1 533 元,停车者搜寻车位所花费的时间成本分别为 5.39 元和 5.83 元.详见表 1.

表 1 模型分析结果

Tab.1 The analysis results of the model

参数		S_1	S_2	d_1	d_2	f_1 /元	f_2 /元	W /元	Π /元	T_1 /元	T_2 /元
基础数据		41.74	58.26	112.58	169.83	16.12	15.52	4 958	1 533	5.39	5.83
调整后数据	$\delta = 2k$	41.74	58.26	112.58	157.13	16.12	15.52	4 958	1 386	5.39	5.83
	$a = 16$ 辆/(元·d)	40.17	59.83	116.29	189.65	21.37	20.58	5 258	1 820	5.79	6.34
	$c_2 = 0.9c_1$	44.20	55.80	119.97	151.45	15.98	15.48	4 919	1 036	5.42	5.43
	$S = 110$	43.25	66.75	116.86	180.89	15.27	14.97	5 061	1 520	5.04	5.42
	$t_1 = t_2 = 2.2$ 元	40.36	59.64	102.39	168.62	17.30	16.68	4 935	1 524	5.58	6.22

分析结果表明,私人运营的停车场运营价格相对较低,因此能够吸引更多的停车行为.相对政府运营的停车场而言,选择私人停车场的驾驶员较多,因此产生拥堵的概率较高,停车位搜寻时间成本要更大,分析结果显示 $T_2 > T_1$ 也证明了这一点.为实现社会福利最大化要求政府的收费标准略高于私人企业,这一结果和现实基本吻合,因为政府在设定收费政策时考虑的首要目标是社会福利而不是利润最大化,但是政府的收费水平又不能过高,那样会导致政府运营的资源大量闲置,而私人运营的停车场需求急剧增加,进而出现严重的拥堵现象,这时社会的福利不是最优的^[5].

2.3 模型参数调整后的计算结果分析

对基本模型的重要参数进行小幅调整,观察调整后的计算结果与调整前的变化情况.参数主要包括租赁费率、需求量变化率、私人停车场运营费率、停车位数量、搜寻时间成本系数.

2.3.1 租赁费率提高($\delta = 2k$) 当 $\delta = 2k$ 时,私人企业仍然有正向利润,说明政府提高租金标准到目前的程度是有效率的.租赁费率的提高对私人企业的固定成本影响较大,但是由于政府租赁收益同时提高,停车费、停车需求量、停车位分配比例均无变化.根本原因在于租赁费率的变化不能影响全部社会福利.从利润的角度看,随着租赁费率的提高,私人企业的利润下降,政府的利润上升,两者之和基本保持恒定.

2.3.2 停车需求量随收费水平变化率下降 20% ($a = 16$ 辆/(元·d)) 当 a 下降时,意味着收费水平的提高对停车需求的影响变小.也就是说在相同的收费水平下有更多的停车需求数量.由表 1 可见,政府与私人企业的停车设施的需求数量均有增加.由于停车需求数量加大,政府和私人企业均提高了收费标准,同时两种设施的停车位搜寻时间成本均有增长.该结论在现实中,反映为城

市商业中心区停车与城市外围停车的对比上。

2.3.3 私人企业的运营成本增加($c_2=0.9c_1$)

私人企业的运营成本上升时,它的效率降低,为实现福利最大化,政府停车设施数量增加.根据供求关系,政府运营停车设施的收费标准下降,停车需求增加,进而导致停车位搜寻成本提高.私人停车场停车位需求量相应减少,停车收费水平降低,停车位停车搜寻时间成本相应下降.私人企业的运营成本上升导致整个系统的总成本提高,因此全社会福利水平相应降低.

2.3.4 停车设施数量增加10%($S=110$)

停车设施总体数量增加时,政府和私人企业运营的设施数量均有提高.由于总供给加大,停车收费水平相应降低,每种设施的需求数量均有增加,停车搜寻时间成本均有所下降.由于需求量的增加以及时间成本的下降足以抵消收费价格下降产生的影响,全社会福利有所增长.

2.3.5 停车搜寻时间成本系数增加10%($t_1=t_2=2.2$ 元)

停车搜寻时间成本系数增加直接导致两种停车设施的停车搜寻成本增加,由于驾驶员考虑到出行总成本的增加,停车位需求数量下降.同时,模型分析显示两种设施的收费标准均有提高,这主要是政府和私人企业为获得福利最大化和利润最大化造成的结果.由于总成本的提高和需求数量的下降,全社会福利水平降低.该情况主要发生在停车场布局不合理和停车设施附近交通拥堵的场合.

3 结 语

本文构建了由政府 and 私人企业共同运营停车设施的系统,在政府考虑全社会福利最大化和私人企业关注利润最大化的前提下,构建了停车设施运营系统模型.通过对模型的解析,得出停车设施分配比例、停车需求数量、停车收费水平、社会福利水平及经营利润的大小,及相互之间的影响.期望通过本文的分析研究为停车设施的规划、停车费率的设定提供一定的理论支持.

参考文献:

- [1] MARSDEN G. The evidence base for parking policies — a review [J]. *Transport Policy*, 2006(13):447-457
- [2] TSAI Jyh-fa, CHU Chih-peng. Economic analysis of collecting parking fees by a private firm [J]. *Transportation Research: Part A*, 2006, 40(8):690-697
- [3] VERHOEF E, NIJKAMP P, RIETVELD P. The economics of regulatory parking policies: The (Im) possibilities of parking policies in traffic regulation [J]. *Transportation Research: Part A*, 1995, 29(2): 141-156
- [4] 缪立新,杨 宽. 城市经营性停车场投资机会分析 [J]. *城市规划*, 2001(6):5-6
- [5] 陈 力. 中心停车设施投资政策研究[D]. 北京:清华大学, 2008

Economic analyses of public parking facilities cooperated by public and private sectors

PAN Chi^{*1,2}, ZHAO Sheng-chuan¹

(1. School of Transportation and Logistics, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China;

2. School of Management, Dalian Jiaotong University, Dalian 116028, China)

Abstract: Based on the social welfare and the private profit-maximization, the allocation of parking facilities, the standards for setting parking fees and the number of parking demand in the private sector and the government cooperated parking system is studied. The results show that, the changes of rental rate have no effect on parking fees, the parking demand and the parking space allocation ratio. Increasing charge level can reduce the parking demand. Increasing the operating costs of the private enterprises can lead to the social welfare dropping correspondingly. The enlargement of parking space can increase the social welfare. When the parking search time increases, the social welfare decreases. The research results can provide some theoretical support for parking facilities planning and parking fees setting.

Key words: parking fees; demand management; economic analyses