

文章编号:1001-7372(2014)06-0091-07

考虑拒载的出租车市场平衡机制与优化模型

袁长伟¹, 吴群琪¹, 韦达利², 武大勇²

(1. 长安大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710064; 2. 德克萨斯理工大学
土木与环境工程系, 德克萨斯 卢伯克 TX79409)

摘要:为分析拒载给出租车市场供需平衡带来的影响,构建了神经元S特性函数形式的出租车拒载函数,函数引入出租车市场规模、等候时间、价格等市场参数,讨论存在拒载行为的出租车市场供需平衡机制,并构建考虑拒载的以社会福利最大化为目标的出租车市场优化模型。研究结果表明:在有拒载时,最优价格基本保持不变,出租车规模则需要增加,社会总福利下降;模型应用于西安市出租车市场,当存在出租车拒载时,出租车平均等候时间由0.1 h上升到0.65 h,需求约下降 1.3×10^4 运次,同时在社会福利最大化目标下,出租车最优规模需由不存在拒载行为的8 426 veh上升到10 839 veh,最优价格基本不变,提出的模型能描述拒载行为对出租车市场带来的复杂影响。

关键词:交通工程;出租车市场平衡机制;神经元S特性函数;拒载;优化模型;社会福利最大化

中图分类号:U491.17 **文献标志码:**A

Optimal Modeling and Equilibrium Mechanism of Taxi Market with Consideration of Service Refusal

YUAN Chang-wei¹, WU Qun-qi¹, WEI Da-li², WU Da-yong²

(1. School of Economy and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China; 2. Department
of Civil and Environmental Engineering, Texas Tech University, Lubbock TX79409, Texas, USA)

Abstract: In order to analyze the influence of taxi service refusal on the equilibrium mechanism of taxi market, a sigmoid function of service refusal was developed to analyze the equilibrium mechanism among the service refusal and endogenous variables in the taxi market, such as fleet size, price, waiting time and so on. With consideration of service refusal, a taxi market optimal model to maximize social welfare was built. The results show that for service refusal, the optimal price will remain the same, but the fleet size will be increased and the social welfare will be decreased. When the model is applied in Xi'an taxi market, the average waiting time will rise from 0.1 h to 0.65 h if there is taxi refusal, the demand will decrease by 1.3×10^4 trips, and the optimal fleet size will increase from 8 426 vehicles to 10 839 vehicles with the optimal price remaining the same for the maximization of social welfare. The complex impact of the taxi service refusal on the equilibrium mechanism can be described by the proposed model.

Key words: traffic engineering; equilibrium mechanism of taxi market; sigmoid function; service refusal; optimal model; social welfare maximization

收稿日期:2013-08-27

基金项目:国家自然科学基金项目(51278057);教育部高等学校博士学科点专项科研基金项目(20130205110001);

陕西省自然科学基金研究计划项目(2012JQ5013);陕西省社会科学基金项目(12D247);西安市社会科学基金项目(14J177)

作者简介:袁长伟(1981-),男,湖南邵阳人,副教授,工学博士,博士后,E-mail:yuanchangwei@126.com。

0 引言

出租车是城市公共交通中重要的服务方式之一,为居民提供全天候、快捷、个性化出行服务。近年来,出租车在城市交通中的分担率越来越高。北京市出租车每天运送大约 600 万人次,在公共交通中的分担率约为 10%,上海这一比例达 18.2%。随着城市交通拥堵问题日益严重,出租车在固定的工作时间内运送里程越来越短,完成运次越来越少,总体收入逐渐下降。当司机无法获得其预期收入时,将会在有限的运营时间内努力寻求能获得最大收入的运次,因而市场中拒载行为开始出现。虽然出租车管理部门试图通过惩罚措施以整治拒载行为,但出租车司机总能以合适的理由拒载,如在高峰时段交接班、避免进入拥堵区域等。统计数据表明,北京有 6.7 万辆出租车,但超过 10 万辆次出租车选择高峰时段时在城市外围休息,另有超过 10% 的出租车在高峰时段交接班。由于拒载行为的存在,市场中的出租车实际供给降低,同时拒载行为增加乘客等候时间,导致出租车服务水平下降。拒载行为给出租车市场中的供给、需求、服务水平等带来了直接影响,并随之对出租车市场总体规模、最优价格、行业利润率等带来了复杂的影响作用,对行业管理部门的行业管制、政策制定带来新的挑战。因此,探讨存在拒载行为的出租车市场供需平衡机制及相应的优化模型,具有理论探索与现实应用意义。

然而,以往的研究往往基于特定的出租车供应而展开对价格、规模等的讨论。Douglas^[1]构建的出租车市场价格管制模型成为出租车市场研究的基础模型;Pachon 等^[2]认为出租车的最佳价格应该与边际成本相等,而若进行管制则为扭曲价格机制,无法获得最优价格;Morisugi 等^[3]探讨了在管制条件下,出租车最优规模与管制价格间的关系;Yang 等^[4]以香港为例,探索了以提高出租车竞争力为目标的非线性价格结构问题;Aquilina^[5]采用比较分析方法,对比研究了欧洲的出租车市场价格、市场规模间的关系。在中国,陆建等^[6]以出租车行驶里程为参数探讨了出租车市场的最佳规模问题;顾海兵等^[7]引入经济学理论分析出租车价格管制及对出租车市场的影响关系;卢青等^[8]则基于规制经济学探讨了出租车管制的必要性;杨英俊等^[9]以出租车运行基础数据为依据,探讨了基于大数据的出租车容量确定模型;袁长伟等^[10-13]分析了交通拥堵环境下的出租车价格结构优化问题。这些研究多关注于特

定的价格与规模管制下如何获得出租车市场供需平衡,但是基于中国特殊的出租车运行模式、运营模式、城市交通状况等而出现的出租车拒载这一特殊现象,在已有理论研究中至今仍然没有得到足够的重视。实际上,出租车市场供需平衡较一般的商品供需平衡更为复杂,出租车的供需通过 2 个指标得以关联:出租车可得性(一般以顾客等待时间衡量)和出租车利用率(一般以出租车实载率衡量)。而拒载行为同时影响这 2 个变量,它不仅降低了出租车可得性,同时使得出租车利用率下降,使得本来复杂的供需平衡机制产生了变化,因而在分析出租车的供需平衡时,必须考虑出租车拒载。本文中基于中国大、中城市广泛存在的出租车拒载现象,探讨考虑拒载行为的出租车市场复杂供需平衡机制,以及在这种机制下,为了获得社会福利最大化,出租车价格、整体规模等参数的变化趋势,为行业管理部门提供决策参考。

1 出租车费用结构与拒载函数

1.1 费用结构

在中国,出租车每运次总费用 P 的表达式为

$$P = p_s + p_l L + p_t t_j \quad (1)$$

式中: p_s 为起步费; p_l 为里程费率; p_t 为候时费; L 为平均每运次里程; t_j 为车速低于 u_0 的时长, u_0 为候时费计费上限时速,速度低于此时开始计候时费。

t_j 由式(2)决定,即

$$t_j = \frac{\sigma L}{u_j} \quad (2)$$

式中: σ 为拥堵里程比例; u_j 为车辆在拥堵时的平均时速。

1.2 出租车拒载函数的构建

出租车司机之所以拒载,是因为所获得的收入达不到其预期水平。为描述这种拒载行为,采用神经元 S 特性 Sigmoid 函数形式定义出租车拒载函数,表达式为

$$r(P) = 1 - a(P) = 1 - \frac{1}{1 + e^{-(P - CT - s)/\mu}} \quad \mu > 0 \quad (3)$$

式中: $r(P)$ 为以 P 为变量的出租车拒载函数; $a(P)$ 为出租车载客函数; C 为平均每小时成本; T 为平均每运次耗时; s 为描述出租车司机平均期望利润的参数; μ 为大于 0 的待定参数。

之所以采用 Sigmoid 函数形式来描述出租车拒载行为,是因为 Sigmoid 函数具有连续、光滑、严格单调,且关于(0, 0.5)中心对称等显著特点,因而在

实践中 Sigmoid 函数往往作为优良的阈值函数。本文中在出租车拒载行为描述中采用该函数,一方面可以保证拒载函数 $r(P)$ 值在 $0 \sim 1$ 之间,另一方面也能描述拒载率与相关参数间的变动关系,具体如下文所述。

当出租车每运次的毛利润 $P-CT$ 与 s 相等时,此时拒载率为 0.5,这是因为有出租车司机期望利润高于 s ,仍然会选择拒载。由于 s 与社会经济总体发展水平有关,而与 P, CT 相互独立,为考察拒载率 r 与平均期望利润 s 的关系,对式(3)中 r 求关于 s 的偏导,即

$$\frac{\partial r}{\partial s} = -\frac{\partial a}{\partial s} = \frac{a^2}{\mu} e^{-(P-CT-s)/\mu} \quad (4)$$

式中: a 为载客率。

因为 $\mu > 0$, 所以 $\partial r / \partial s > 0$, 表明 r 与 s 呈正向变动关系,期望利润越高,拒载率越高。

由于拒载主要发生在高峰拥堵期,因此应主要考察拒载率与候时费的关系。对拒载率 r 求关于候时费 p_t 的偏导,得

$$\frac{\partial r}{\partial p_t} = -\frac{\partial a}{\partial p_t} = -t_1 \frac{a^2}{\mu} e^{-(P-CT-s)/\mu} \quad (5)$$

显然 $\partial r / \partial p_t < 0$, 表明候时费越高,拒载率越低。

拒载函数式(3)中,拒载率与候时费、期望利润的关系如图 1 所示。

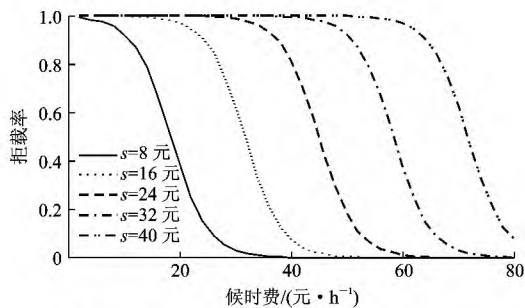


图1 出租车拒载函数中拒载率与候时费、期望利润关系图($\mu=2$)

Fig. 1 Service Refusal Rate with Respect to Congestion Price and s ($\mu=2$)

由图1可知:随着出租车司机期望利润的增大,拒载率曲线会向右移动,在相同候时费下,拒载率也会上升;而期望利润相同时,候时费越高,拒载率越低。

2 考虑拒载的出租车市场平衡机制

根据拒载函数式(3),分析存在拒载行为的出租车市场供需平衡机制。参考以往相关研究^[1-2],本文中采用的出租车需求函数模型包括每运次总费用

P , 等候时间 W 以及平均每运次耗时 T , 即

$$Q = f(P, W, T) = \tilde{Q} e^{-\alpha(P + \kappa W + \tau T)} \quad (6)$$

式中: $\alpha, \kappa, \tau, \tilde{Q}$ 均为大于 0 的参数,其中 \tilde{Q} 为潜在需求, κ 和 τ 是乘客单位等候时间价值与途中运行时间价值, α 为消费者对整体费用的敏感度。

式(6)表明每运次费用越高、等候时间越长、运行时间越长,则出租车需求 Q 会越低。

等候时间 W 由市场中的空车数 N_v 决定,即

$$W = \frac{A}{N_v} \quad (7)$$

式中: A 为单位时间内的出租车需求量。

式(7)表明在出租车需求函数模型中,等候时间 W 与空车数 N_v 成负相关关系。

平均每运次耗时 T 的计算公式为

$$T = \frac{L\sigma}{u_j} + \frac{L(1-\sigma)}{u_i} \quad (8)$$

式中: μ_i 为非拥堵时的平均速度。

空车数 N_v 、出租车总数 N 、出租车需求 Q 以及 T 的关系为

$$N_v = (1-r)N - QT \quad (9)$$

令 f_1 为 Q 关于 P 的偏导,其中 W 为独立变量, f_2 为 Q 关于 W 的偏导,则根据式(6), f_1 和 f_2 可分别表示为

$$\left. \begin{aligned} f_1 &= -\alpha Q \\ f_2 &= -\alpha \kappa Q \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

为考察 p_t, N 以及 s 对 Q 的影响。在式(6)中,对 Q 求关于 p_t 的偏导,即

$$Q_1 \equiv \frac{\partial Q}{\partial p_t} = f_1 t_1 + f_2 \frac{\partial W}{\partial N_v} (N \frac{\partial a}{\partial p_t} - Q_1 T) \quad (11)$$

令 $w' = \partial W / \partial N_v, \delta = \partial a / \partial p_t$, 则

$$Q_1 = \frac{f_1 t_1 + f_2 w' N \delta}{1 + f_2 w' T} \quad (12)$$

式(12)明确了候时费对需求的综合影响。 $f_1 t_1$ 为负值,表明候时费上升时,需求下降。但由于 $f_2 w' N \delta$ 是正值,表明当等候时间、拒载率下降时,需求会上升,此时 Q_1 是否大于 0 不确定,因此提高候时费对需求的影响是上升还是下降不确定。而若不考虑拒载(假设市场中不存在拒载),即在式(12)中若不考虑 $f_1 t_1 / (1 + f_2 w' T)$, 则 Q_1 肯定小于 0,表明随着候时费的上升,需求下降。

同理,对 Q 求关于 N 的偏导,则

$$Q_2 \equiv \frac{\partial Q}{\partial N} = \frac{f_2 w' \alpha}{1 + f_2 w' T} \quad (13)$$

Q_2 显然大于 0,表明随着出租车规模的扩大,出租车需求上升。如果不考虑拒载时, Q_2 应为

$f_2 w' / (1 + f_2 w' T)$ 。结合式(13), 可以看到拒载将出租车规模对需求的影响增加了 α 倍。

同理, 平均预期利润对需求的影响可表示为

$$Q_3 \equiv \frac{\partial Q}{\partial s} = \frac{\partial a / \partial s N f_2 w'}{1 + f_2 w' T} \quad (14)$$

因为 $\partial a / \partial s < 0$, 所以 Q_3 为负值。表明当出租车司机的预期利润越高时, 出租车需求越低。这是因为当市场中服务的出租车数量下降, 则乘客等候时间上升时, 出租车需求必然下降。

接下来考察上述 3 个变量对等候时间 W 的影响。联合式(7), (9)以及 Q_1 的表达式, W 对 p_t 的偏导为

$$W_1 \equiv \frac{\partial W}{\partial p_t} = w' \frac{N \partial a / \partial p_t - f_1 t_1 T}{1 + f_2 w' T} \quad (15)$$

式(15)中 $W_1 < 0$ 。 $N \partial a / \partial p_t$ 表明随着候时费越高, 拒载率越低, 则空车数越多。 $f_1 t_1 T$ 表明需求下降, 实载车辆数下降。在两因素综合影响下, 等候时间下降, 则空车数上升。

同理可得

$$W_2 \equiv \frac{\partial W}{\partial N} = w' \frac{\alpha}{1 + f_2 w' T} \quad (16)$$

$$W_3 \equiv \frac{\partial W}{\partial s} = w' \frac{\partial a / \partial s N}{1 + f_2 w' T} \quad (17)$$

式(16)表明, 出租车规模越大, 则等候时间越少; 式(17)表明平均预期利润越高, 则平均等候时间越高, 因此拒载率更高, 可载客的空车数更少。

综上, 考虑拒载行为的出租车供需平衡机制如图 2 所示。图 2 中: “+”, “-” 分别表示正影响和负影响。

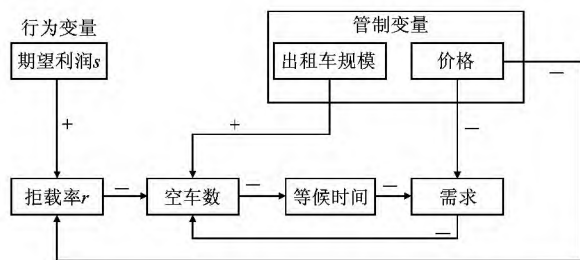


图 2 考虑拒载行为的出租车供需平衡机制

Fig. 2 Equilibrium Mechanism with Taxi Service Refusal Considered

考虑拒载行为的出租车市场供需平衡机制可概述为:

(1) 提高出租车候时费导致出租车需求下降, 但同时候时费的提高会降低拒载率, 从而等候时间下降, 而等候时间下降又会增加出租车需求。因此存在拒载行为时, 候时费增加对出租车需求的影响并

不确定, 这取决于候时费对出租车需求的直接下降影响以及等候时间的减少促进出租车需求上升之间的关系。

(2) 出租车规模扩大, 使得市场中的乘客等候时间变短, 从而促进需求上升。与不考虑出租车拒载时相比, 考虑拒载时的出租车规模对等候时间和需求的影响上升了 α 倍。

(3) 出租车司机调高预期利润时, 在拥堵交通环境下会导致拒载率增加, 由此带来乘客等候时间上升, 出租车需求下降。

考虑拒载行为后, 出租车市场的供需机制发生了更加复杂的变化, 对市场中的最优规模、最优价格等市场参数也会产生重要的影响。

3 考虑拒载的出租车市场参数变化

在政府管制下, 出租车市场不存在超额利润, 供给最终在边际收益与边际成本时达到平衡。出租车的利润表达式 $I(p_t, N|s)$ 可表示为

$$I(p_t, N|s) = PQ - a_A CN \quad (18)$$

式(18)中, 因为假设当出租车拒载时不产生成本, 所以市场总成本为 $a_A CN$ (其中 a_A 为系数)。

由于市场中不存在超额利润, 因此

$$PQ - a_A CN = 0 \quad (19)$$

市场中的社会总福利为消费者剩余与生产者剩余的总和, 表达式为

$$\int_p^{+\infty} f(p) dp + PQ - a_A CN$$

式中: $f(p)$ 为消费者剩余函数; p 为参数。

政府的管制目标为社会福利最大化, 通过引入拉格朗日乘数 λ , 社会福利最大化问题可表示为

$$\max \left\{ \int_p^{+\infty} f(p) dp + PQ - a_A CN + \lambda (PQ - a_A CN) \right\}$$

目标函数对 p_t 求偏导, 并令其等于 0, 整理得

$$P = \frac{w' \kappa (N \delta - Q_1 T) + (\lambda + 1) C \delta N - \lambda t_1 Q}{(\lambda + 1) Q_1} \quad (20)$$

同样, 目标函数对 N 求偏导, 并令其等于 0, 整理得

$$P = [N \delta (Q w' \kappa + C) - Q Q_1 w' \kappa T + \lambda (C \delta N - t_1 Q)] [(\lambda + 1) Q_1]^{-1} \quad (21)$$

联立式(20), (21)可得

$$P = \frac{w' \kappa T Q}{\lambda + 1} - \frac{\lambda Q}{(\lambda + 1) f_1} (1 + f_2 w' T) \quad (22)$$

从式(21)还可得

$$C = \frac{Q w' \kappa a_A + \lambda Q Q_2 (1 + f_2 w' T) / f_1}{-(\lambda + 1) a_A} \quad (23)$$

因此

$$P-CT=-\frac{Q}{f_1}(1+f_2w'T)[\frac{Q_2T}{(\lambda+1)a_A}+\frac{\lambda}{\lambda+1}] \quad (24)$$

将式(23)中的 Q_2 代入式(24)得

$$P=-\frac{\lambda Q}{(\lambda+1)f_1}=\frac{\lambda}{(\lambda+1)a_A}+CT \quad (25)$$

考察有拒载时 $\lambda/(\lambda+1)$ 的变动情况时,因为不存在超额利润,所以有

$$\frac{\partial \lambda/(\lambda+1)}{\partial s}=-\frac{PQ_3a_A}{Q}>0$$

上式表明,当存在拒载时,平均每运次费用会增加。联立式(23)与式(25),可得

$$C=-\kappa w'Q$$

对 N 求关于 s 的偏导,则有

$$\frac{\partial N}{\partial s}=\frac{-Q_3w'-Qw''(a'_AN-Q_3T)}{Qw''(a_A-Q_2T)+Q_2w'} \quad (26)$$

求(26)表明考虑拒载时,为了获得最大化社会福利,需要扩大出租车规模,但此时获得的社会福利会下降。对社会福利求关于 s 的偏导,得

$$Qw'\kappa(a'_AN+a_A N'-Q_3T)=-Qw'\kappa Q_3T<0 \quad (27)$$

式(27)表明当存在拒载时,社会福利会下降,这是因为消费者剩余下降,则出租车需求总额下降。

4 实例分析

为验证本文中关于拒载对出租车市场中相关变量的影响,尤其是对社会福利、价格等影响的具体数量分析,以西安市为例进行分析。西安市出租车市场相关参数如表 1 所示^[14]。

表 1 西安市出租车市场关键参数值

参数	参数值
出租车总数 N/veh	12 786
起步费 $p_s/[\text{元}\cdot(2\text{ km})^{-1}]$	6
里程费率 $p_l/(\text{元}\cdot\text{km}^{-1})$	1.5
平均每运次里程 L/km	8
拥堵平均时速 $u_j/(\text{km}\cdot\text{h}^{-1})$	15
非拥堵平均时速 $u_t/(\text{km}\cdot\text{h}^{-1})$	40
平均每小时成本 $C/\text{元}$	30
市场总潜在需求 \bar{Q}/veh	0.8×10^6
拥堵里程比例 σ	0.5
等候时间价值 $\kappa/(\text{元}\cdot\text{h}^{-1})$	40
途中运行时间价值 $\tau/(\text{元}\cdot\text{h}^{-1})$	25
消费者对整体费用敏感度 α	0.03
单位时间内的出租车需求量 $A/(\text{veh}\cdot\text{h})$	1 000
出租车司机行为参数 μ	10

注:部分参数值由作者根据现有数据推算。

在表 1 中,消费者对整体费用敏感度 α 的取值对结果影响较大。张堂贤^[15]在 1992 年对台北实地调研后,采用柯布-道格拉斯函数校估后标定出租车需求弹性为-1.6。Wong 等^[16]在 2001 年对香港出租车价格需求弹性的标定值为-1.2,本文中考虑到西安市 2012 年社会经济发展相对于香港、台北的水平,将西安市出租车价格需求弹性定为-1.03,则 α 为 0.03。

以本文模型为基础,采用 MATLAB 对西安市出租车市场中相关变量受拒载行为的影响进行了模拟测算。

图 3 为西安市出租车市场中等候时间随候时费变化的情形。由图 3 可知,等候时间随着候时费的上升而下降,越高的平均每运次期望利润会导致更长的等候时间。在图 3 中,以西安的 12 786 veh 出租车为例,当候时费为 10 元 $\cdot\text{h}^{-1}$ 时,如果没有拒载,等候时间为 0.1 h(即 6 min)左右,但是如果有拒载时,在每运次预期利润为 2 元以下时等候时间将上升到 0.65 h。

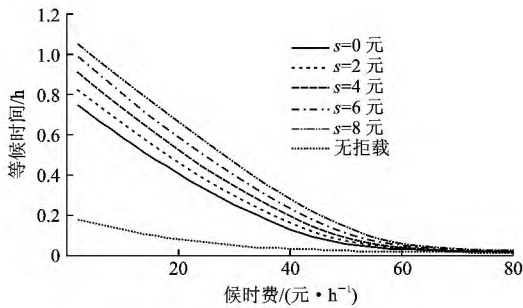


图 3 等候时间与候时费关系

Fig. 3 Variation of Waiting Time with Congestion Price

图 4 为不同期望利润下出租车规模对等候时间的影响。由图 4 可知:如果出租车规模扩大,则等候时间会下降;出租车司机的期望利润越高,则会导致拒载率升高,等候时间也越长。

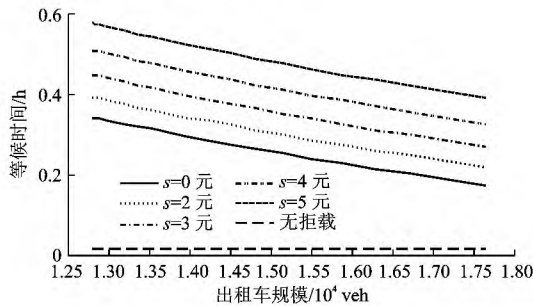


图 4 等候时间与出租车规模变动关系

Fig. 4 Variation of Waiting Time with Fleet Size

图 5 为出租车需求随着候时费的变化情况。由

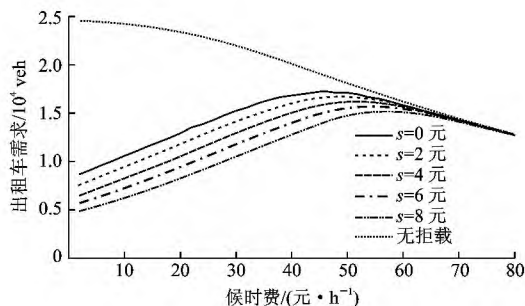


图5 出租车需求与候时费关系

Fig. 5 Variation of Demand with Congestion Price

图5可知,存在拒载行为的出租车市场中,出租车需求并不单调递减,而是一个先上升后下降的过程。若候时费比较低,此时提高候时费会带来出租车需求的增长,这是因为候时费上升导致等候时间下降,同时候时费上升也会使拒载率下降,因而出租车需求上升。但当候时费上升的影响超过等候时间对需求的影响时,需求就会开始下降(如本文第3节讨论所述),因而在图5中表现为一个先上升后下降的趋势。

图6为出租车需求与出租车规模关系。由图6可知:随着出租车规模的扩大,出租车空车数会上升,等候时间下降,从而促进需求的上升;而且拒载会导致出租车需求大幅下降,若每运次期望(超额)利润为2元,当存在拒载时出租车需求约下降 1.3×10^4 运次;出租车需求随着每运次期望利润的上升而下降,当每运次期望利润从2元上升到4元时,出租车需求会下降大约1000运次。

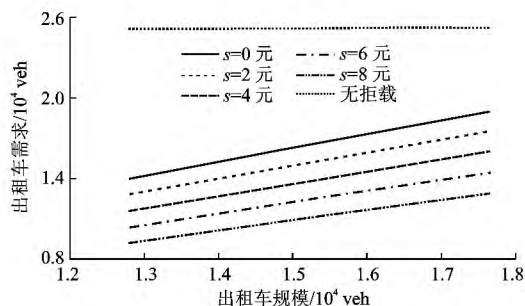


图6 出租车需求与出租车规模关系

Fig. 6 Variation of Demand with Fleet Size

图7为存在拒载与不存在拒载时的零超额利润曲线。由图7可知,拒载时的利润域比无拒载时的利润域要大,也就意味着拒载会给出租车司机带来更多的收入,因而司机也就具有拒载的动力。而如果出租车司机的预期利润越大,则拒载率越大,为获得最大社会福利的出租车规模也越大。当不存在拒

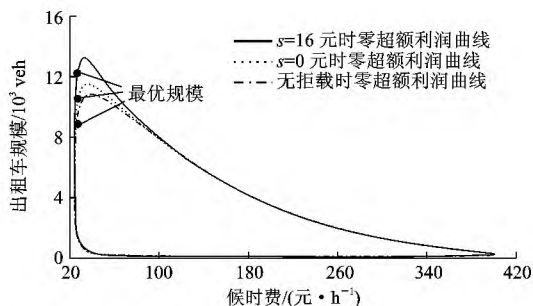


图7 零超额利润曲线下的候时费与出租车规模

Fig. 7 Congestion Price and Fleet Size in Zero Profit Curves

载时,社会福利最大化时的出租车最优规模为8426 veh,而当每运次期望利润 s 为0,则存在拒载时的最优规模为10839 veh,每运次期望利润 s 为16元,则存在拒载时的最优规模为12366 veh。但无论是否存在拒载,社会福利最大时的候时费基本保持不变,约为 $24 \text{ 元} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

5 结 语

(1)当出租车市场中存在拒载行为时,如果提高候时费,出租车需求并不一定下降。具体结果取决于候时费带来的需求减少与拒载率下降带来的需求增加之间的相互关系;而当存在拒载行为时,出租车市场最优规模对等候时间和需求的影响较不存在拒载时上升 α 倍。

(2)当出租车市场中存在拒载行为时,以社会福利最大化为目标,此时出租车市场价格基本保持不变,但出租车最优规模则需要增加;但与不存在拒载时相比,即使增加出租车规模,社会总福利仍然会下降。

(3)对西安市出租车市场进行了分析,结果表明若每运次期望超额利润为2元,存在拒载行为时,出租车平均等候时间由0.1 h上升到0.65 h,而出租车需求约下降 1.3×10^4 运次;同时在社会福利最大化目标下,出租车最优规模需由不存在拒载行为时的8426 veh上升到10839 veh,最优价格基本保持不变。算例应用结果表明了拒载行为对出租车市场的复杂影响。

(4)本文模型参数取值对测算的结论影响显著,在下一步研究中,可以对相关参数值的具体确定以及这些参数的变化对出租车市场最优规模、价格等的影响展开研究。

参考文献:

References:

- [1] DOUGLAS G W. Price Regulation and Optimal Service Standards: The Taxicab Industry[J]. Journal of Transport Economics and Policy, 1972, 6(2): 116-127.
- [2] PACHON A, JOHANSEN F. Pricing and Regulatory Issues in Urban Transport[R]. Washington DC: The World Bank, 1989.
- [3] MORISUGI H, ARINTONO S, PARAJULI B P. Fare Level and Fleet Optimization of Taxi and Bus Operation in Yogyakarta, Indonesia[J]. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 1997, 2(5): 1547-1553.
- [4] YANG H, FUNG C S, WONG K I, et al. Nonlinear Pricing of Taxi Services[J]. Transportation Research Part A, 2010, 44(5): 337-348.
- [5] AQUILINA M. Quantity Derestriction in the Taxi Market Results from English Case Studies[J]. Journal of Transport Economics and Policy, 2011, 45(2): 179-195.
- [6] 陆建, 王炜. 城市出租车拥有量确定方法[J]. 交通运输工程学报, 2004, 4(1): 81-84.
LU Jian, WANG Wei. Confirming Method of Urban Taxi Quantity[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2004, 4(1): 81-84.
- [7] 顾海兵, 郑杰. 出租车价格制度的经济学剖析——以北京为例[J]. 价格理论与实践, 2002(4): 16-18.
GU Hai-bing, ZHENG Jie. Economics Analysis of Taxi Price System—A Case in Beijing[J]. Price: Theory & Practice, 2002(4): 16-18.
- [8] 卢青, 陈琦. 城市出租车价格管理问题探讨[J]. 交通企业管理, 2012(8): 22-23.
LU Qing, CHEN Qi. Analysis of Taxi Price Management[J]. Transportation Enterprise Management, 2012(8): 22-23.
- [9] 杨英俊, 赵祥模. 基于出租车运行信息的城市出租车运量投放计划模型[J]. 中国公路学报, 2012, 25(5): 120-125.
YANG Ying-jun, ZHAO Xiang-mo. Schedule Model of Urban Taxi Quantity Based on Taxi Running Information[J]. China Journal of Highway and Transport, 2012, 25(5): 120-125.
- [10] 袁长伟, 米雪玉, 吴群琪, 等. 交通拥堵环境下的城市出租车候时费优化模型[J]. 交通运输工程学报, 2014, 14(2): 75-81.
YUAN Chang-wei, MI Xue-yu, WU Qun-qi, et al. Optimal Model of Taxi Waiting Time Fee Under Traffic Congestion Condition[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2014, 14(2): 75-81.
- [11] 袁长伟, 吴群琪. 不同目标下城市出租车最优实载率模型[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2014, 34(2): 88-93.
YUAN Chang-wei, WU Qun-qi. Optimal Loading Rate Model of Taxi Under Different Objectives[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2014, 34(2): 88-93.
- [12] CHIEN S, GAO S Y, MEEGODA J N, et al. Fleet Size Estimation for Spreading Operation Considering Road Geometry, Weather and Traffic[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering: English Edition, 2014, 1(1): 1-12.
- [13] 袁长伟, 陈荔, 张景峰. 城市综合客运枢纽交通方式换乘分担率模型[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2010, 30(3): 66-70.
YUAN Chang-wei, CHEN Li, ZHANG Jing-feng. Sharing Rates Model of Different Traffic Ways in Urban Comprehensive Passenger Hub[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2010, 30(3): 66-70.
- [14] 长安大学. 2012 西安城市交通发展白皮书[R]. 西安: 长安大学, 2012.
Chang'an University. White Book of Transportation Development of Xi'an City in 2012 [R]. Xi'an: Chang'an University, 2012.
- [15] 张堂贤. 都会计程车运输市场及其定价研究[J]. 运输计划季刊, 1992, 21(1): 63-94.
ZHANG Tang-xian. Urban Taxi Market and Price Confirming[J]. Transportation Planning Journal, 1992, 21(1): 63-94.
- [16] WONG K, WONG S, YANG H. Modeling Urban Taxi Services in Congested Road Networks with Elastic Demand[J]. Transportation Research Part B, 2001, 35(9): 819-842.