

Macro Algorithm and Characteristics of the Ownership of the Cruising Taxi and the Net about Taxi Based on Jinan City

Yonghong Chen¹, Luyang Wang², Jianping Xing^{3*}, Bing Cui¹

¹Center of Jinan City Transport Management and Service, Jinan Shandong

²School of Information System and Management, National University of Defense Technology, Changsha Hunan

³School of Microelectronics of Shandong University, Jinan Shandong

Email: *sduxingjianping@163.com

Received: Sep. 2nd, 2016; accepted: Sep. 20th, 2016; published: Sep. 23rd, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Aiming at the current status and development of cruising taxi and net about taxi industry, using vehicle's networking communication technologies for obtaining taxi operation management data accurately, in combination with the travel characteristics of the urban residents and migrant population, this paper uses the vehicle network navigation and communication technology to accurately obtain the operation management data of the taxi. Combining with the travel characteristics of urban residents and floating population and taking the unloaded ratio as the main parameters, the paper then establishes a taxi quantity measurement macro model which can calculate the optimal number, as well as a reasonable quantity distribution of the cruising taxi and the net about taxi. We apply the proposed method to test and verify based on Jinan City, and finally calculate the reasonable quantity about these two types of taxis.

Keywords

Taxi Operation, Net about Taxi, Unloaded Ratio, Ownership Model

以济南为例城市巡游与网约出租车保有量宏观算法及特性

陈永红¹, 王垆阳², 邢建平^{3*}, 崔冰¹

*通讯作者。

文章引用: 陈永红, 王垆阳, 邢建平, 崔冰. 以济南为例城市巡游与网约出租车保有量宏观算法及特性[J]. 社会科学前沿, 2016, 5(4): 651-660. <http://dx.doi.org/10.12677/ass.2016.54091>

¹济南市城市公共客运管理服务中心, 山东 济南

²国防科技大学信息系统与管理学院, 湖南 长沙

³山东大学微电子学院, 山东 济南

Email: sduxingjianping@163.com

收稿日期: 2016年9月2日; 录用日期: 2016年9月20日; 发布日期: 2016年9月23日

摘要

针对城市巡游出租车和网约出租车发展现状, 为促进巡游出租汽车转型升级, 规范网络预约出租汽车经营, 推进两种业态融合发展, 本文利用车联网导航通信技术准确获取出租车的运营管理数据, 结合城市居民和流动人口的出行特征, 以空驶率为主要参数, 建立了保有量的宏观模型并计算出出租车最佳总量, 以及巡游和网约出租车的合理数量分配。最后, 以济南市为例应用该模型验证分析, 计算出两类出租车的合理拥有量。

关键词

出租车运营, 网约出租车, 空驶率, 保有量模型

1. 引言

现在城市中, 交通是人类生活的基本需求和表现形式, 城市形成和发展与交通系统密切相关, 出租车作为公共交通的重要组成部分, 已经与人民日常生活出行紧密相连。为推进出租汽车行业结构改革, 切实提升服务水平和监管能力, 努力构建多样化、差异化出行服务体系, 促进出租汽车行业持续健康发展, 更好地满足人民群众出行需求, 国务院办公厅颁布关于深化改革推进出租汽车行业健康发展的指导意见(国办发[2016]58号), 其中涉及坚持改革创新内容, 要求抓住实施“互联网+”行动的有利时机, 坚持问题导向, 促进巡游出租汽车转型升级, 规范网络预约出租汽车经营, 推进两种业态融合发展。同时, 为更好地满足社会公众多样化出行需求, 促进出租汽车行业和互联网融合发展, 规范网络预约出租汽车经营服务行为, 保障运营安全和乘客合法权益, 交通运输部、工业和信息化部、公安部、商务部工商总局质检总局和国家网信办联合出台“网络预约出租汽车经营服务管理暂行办法”。然而巡游和网约出租车发展并不一定是相互制约相互矛盾的过程, 如何制定公正的行业监管政策, 合理地平衡巡游出租车与网约车租车市场投放数量, 共同有效地承担起城市周转客运流量是需要解决的问题。

近年来有不少学者对于出租车保有量的确定方法进行了相关研究, 国外学者 Douglas [1]提出了基于集计的需求和供应模型研究了竞争和垄断市场供需平衡下的派遣式和巡游式出租车服务。王伟[2]通过根据规划时期的人口出行特征等调查信息结合空载率提出了确定出租车保有量的方法, 但该方法过于主观且灵活性差。陈宁宁等[3]通过分析出租车运营状况等影响因素和发展规律来建立预测模型, 但其条件局限于相对稳定的人群出行要求下。扈中伟[4]利用浮动车数据估算投放量, 但是缺乏实际数据案例的支撑。另外还有研究人员采用神经网络模型[5]、分布式数据模型[6]、网络平衡模型[7]等方法测算投放量, 其方法或参数都是采用估计或统计数值, 结果偏差大且难以验证, 故难以被采纳。

本文基于车联网导航通信新技术下的济南市出租车 GPS 运营数据的提取与分析, 获得了出租车在日常运营中的基本运行参数, 得到全市出租车的整体状态, 并根据结合城市本身实际情况运用获取的信息,

建立了出租车有关投放保有量的宏观模型，以及巡游和网约出租车最佳总量。以济南市为例结合实际运行数据代入该模型分析计算，得到合理的巡游与网约出租车投放规模，并联系目前出租车行业的实际发展前景提出科学的建议方案。

2. 相关概念及测算方法

2.1. 一般出租车运营行驶有关概念

为简化计算，我们首先将城市巡游出租车和网约出租车，均按照巡游出租车，下面简称一般出租车先进行统计意义上的宏观建模和计算。

- 1) 有效行驶：一般出租车载客时行驶状态，相应行驶里程为有效行驶里程；
- 2) 无效行驶：一般出租车未载客时行驶状态，相应行驶里程为无效行驶里程；
- 3) 行驶总里程：一天中有效行驶里程与无效行驶里程总和；
- 4) 平均运营速度：一般出租车全天行驶总里程与运营时间之比；
- 5) 平均有效车次载客人数：一般出租车有效行驶时平均每次所运载乘客数；
- 6) 空驶率：指单位时间内，一般出租车空驶里程与所有里程的比值；
- 7) 单次行驶：一般出租车从乘客进入车上，到乘客下车的过程或从乘客下车到下一次乘客上车的过程。

2.2. 一般出租车运行数据确定方法

表 1 给出了车辆运行数据的参数计算方法，通过表 1 可以得到平均出行距离，平均行驶速度等有关一般出租车的整体状态参数。

3. 一般出租车拥有量模型建立

在现代城市交通中，一般出租车的运营状况与当地城市居民和流动人口的数量密切相关，而反映一般出租车的运营效率是否高效，运营状况是否满足居民日常生活出行的最大满意度，则和一般出租车的空驶率指标有一定联系。因此以出租车承担的城市居民和城市流动人口出行周转量为切入点，同时考虑空驶率这一关键因素，建立模型对一般出租车的合理规模进行预测。

Table 1. Parameter calculation methods based on taxi running data

表 1. 基于车辆运行数据的参数计算方法

参数	计算公式	参数含义
乘客乘坐一般出租车平均出行距离	$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_{ci}$	单次搭乘出行距离，其中 <i>n</i> 为运营次数，为调查天数内一般出租车总运营次数
一般出租车每天平均运营距离	$\bar{D} = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^n l_{ci}$	<i>d</i> 为抽取的调查天数
平均行驶速度	$v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i$	表示单次搭乘平均速度
驾驶人平均工作时间	$T = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^n T_i$	表示单次运营时间
空驶率	$K = \frac{\sum_{i=1}^n l_{ci}}{\sum_{i=1}^n (l_{ci} + l_{ci})}$	表示单次搭乘前的空驶距离

3.1. 一般出租车承担的出行周转量

一般出租车所承担的乘客出行周转量主要来自于两个方面：城市当地居民的出行周转和城市流动人口的出行周转。其计算公式为：

$$W = R \cdot A \cdot P \cdot D \quad (1)$$

3.1.1. 城市常住人口日出行周转量

出租车承担的城市常住人口日出行周转量为：

$$W_1 = R_1 \cdot A_1 \cdot P_1 \cdot D_1 \quad (2)$$

式中： W_1 为一般出租车承担的城市常住居民日出行周转量(万人·km)； R_1 为城市居民人口总量(万人)； A_1 为城市居民人均出行次数(次/天)； P_1 为城市居民出行结构中一般出租车所占比例，即一般出租车的分担率(%)； D_1 为城市居民选择一般出租车出行方式的平均出行距离(km)。

3.1.2. 城市流动人口日出行周转量

一般出租车承担的流动人口日出行周转量为：

$$W_2 = R_2 \cdot A_2 \cdot P_2 \cdot D_2 \quad (3)$$

式中： W_2 为一般出租车承担的流动人口日出行周转量(万人·km)； R_2 为流动人口总量(万人)； A_2 为流动人口人均出行次数(次/天)； P_2 为流动人口出行结构中一般出租车所占比例，即一般出租车的分担率(%)； D_2 为流动人口选择一般出租车出行方式的平均出行距离(km)。

3.2. 一般出租车每日载客总行驶里程

由于一般出租车在运营过程中，每次载客的人数是变化的，故要考虑到一般出租车每次平均乘客人数来计算每日载客的总行驶里程，即总有效行驶里程，计算公式为：

$$L = \frac{W_1}{S_1} + \frac{W_2}{S_2} \quad (4)$$

式中： L 为城市一般出租车载客总有效行驶里程(万 km)； S_1 表示城市常住人口乘坐一般出租车时平均有效车次载客人数(人)； S_2 表示城市流动人口乘坐一般出租车时平均有效车次载客人数(人)。

3.3. 一般出租车拥有量的计算

如本文所提出的空驶率定义为空驶里程在车辆总里程中的所占比例，其公式给为：

$$K = 1 - \frac{L}{T \cdot V \cdot n} \quad (5)$$

式中 K 为空驶率； T 为一般出租车每日平均运营时间(h)； V 为出租车平均运营速度(km/h)； n 表示出租车拥有量。

将上式进行变换，得到城市一般出租车拥有量的计算公式为：

$$n = \frac{L}{(1-K) \cdot T \cdot V} \quad (6)$$

上式是利用空驶率这一因素，根据居民常住人口和城市流动人口一日出行总量计算得到的一般出租车拥有量。

在实际生活中考虑到一般出租车客源在时间分布上存在着明显的差异。白天是日常工作时间，为人

口出行的高峰时段,提供了一般出租车的主要客源,其方式表现为行驶过程中的沿途载客;夜间流动出行人口大大减少,因此所需营业出租车的数量需求也就大大降低。济南市所有出租车均安装了GPS时空信息行车记录仪,采用GPRS将车辆位置和状态数据每15秒传输到数据中心,形成出租车交通云数据。根据出租车GPS记录的运营数据可知,出租车载客状态行驶的主要时间段大约集中在上午8点至晚上9点,说明全日的居民出行量是有较大差异呈现白天多晚上少的特点,故以日平均出行量计算会偏离实际情况。另外还要考虑到部分出租车由于司机个人原因,车辆接受维修,处罚等原因而不处于运营状态。

故对公式进行修正,取参数表示一般出租车在小时内承担了百分比为的出行量, f 表示一般出租车处于运营状态下的所占比例。其单位为辆,则公式为:

$$n = \frac{xL}{(1-K) \cdot yT \cdot V \cdot f} \quad (7)$$

4. 实证研究——济南市出租车保有量分析

4.1. 城市概况

济南市是山东省会,位于鲁中西部,是我国环渤海地区南翼和黄河下游地区中心城市之一,享有“天下泉城”的美誉。济南目前下辖6区、3县、1市,总面积8227平方公里,其中市区占地面积3257平方公里,占整个济南市总面积的39.8%。目前济南全年实现生产总值5770.60亿元,同比去年净增540.41亿元,增速达到8.8%,城市居民人均收入38,763元,同比增长8.7%,被评为“中国城市综合实力50强”城市之一。

4.2. 济南市巡游出租车行业现状

济南巡游出租汽车主要由恒通公司,黄金公司,鲁能公司,润华公司等40家公司和少数司机个体拥有,经营方式主要为个体挂靠,承包租赁和公车公营三种模式,目前截止到2015年城区拥有巡游出租车8548辆,其中个体巡游出租160户。

4.3. 济南市交通数据统计

根据济南市相关部门统计和济南市综合交通调查报告,2013年济南市总人口为699.88万人,其中城区人口为352.17万人,市区流动人口(排除进城务工人员等流动性较低的低收入群体)约为33.4万人。城市出行总人次达到725万人次/日,人均日出行次数2.1次。目前城市客流中一般出租车的分担率稳定在6.5%左右,每天约有1/7的市民打车(数据来源于济南市统计年鉴)。

同时根据抽取的出租车运营数据样本分析可知,济南市出租车的客流集中时段主要分布在上午7点至晚上9点的约14小时的时间段里,且工作模式为倒班制,故交通活跃时间为14小时,约占济南城区全天出行总量的90%左右。另外考虑到由于种种原因所导致未能投入运营的出租车,取弹性系数为90%代入。

4.4. 济南市出租车保有量模型

为减少计算复杂度,可对该市出租车情况作出合理假设:假设乘坐出租车出行的平均里程、出租车平均行驶速度、出租车单程载客数都是固定的;城市常住居民和流动人口乘坐出租车时平均有效车次载客人数和出行距离相同。

4.4.1. 基本参数的确定

根据济南市出租车的GPS随机抽样数据可以求得济南市出租车大体的日平均载客里程,平均运营速

度的数据，同时也可以通过对数据的对比与拟合得到出租车在运营一天中的交通高峰时期和交通平峰时期的平均时速等数据。另外，出租车总量的确定和空驶率之间有一定的联系，根据国内一些发达城市先进出租车运营的经验及国内外相关分析调查，结合济南市出租车 GPS 数据分析，一个城市巡游出租车的空驶率控制在 30%~40%之间是较为合理的，空驶率过高会造成资源的浪费，过低则会造成“打车难”现象，使乘客的满意度下降。因此保持空驶率控制在 35%的一般出租车保有量会达到最佳效果。

模型公式计算的参数及所收集到是相关数据见基本调查数据表(表 2)。

4.4.2. 基本参数的改进

考虑到济南目前城市交通拥堵问题，使得一天当中高峰期时段和平峰时段的车速差异较大。在模型中利用日平均速度会导致计算结果差异较大，因此可以把原模型的平均运营时间修正为平峰时段和高峰时段分开考虑，同样平均运营车速分别分成平峰和高峰时段运营车速。则一般出租车日平均行驶总路程为：

$$\bar{D} = T_p \times V_p + T_g \times V_g \tag{8}$$

其中 T_g 为高峰时段一般出租车平均运营时间(小时)； V_g 为高峰时段一般出租车平均速度(公里/小时)； T_p 为平峰时段一般出租车平均运营时间(小时)； V_p 为平峰时段一般出租车平均速度(公里/小时)。

4.4.3. 保有量的计算

利用根据实际情况改进后的基本调查数据表和测算模型，空驶率 K 取值范围在 30%~40%，代入模型计算：

$$n = \frac{xL}{(1-K) \cdot yT \cdot V \cdot f} = \frac{0.9 \times L}{(1-K) \times \bar{D} \times 0.9} = \frac{L}{(1-K) \cdot \bar{D}} \tag{9}$$

其中，得到的保有量结果为

上限：

$$n = \frac{(352.17 \times 2.1 \times 0.065 \times 6.56 + 33.4 \times 2.78 \times 0.35 \times 6.56)}{(1-0.4) \times (24.2 \times 10 + 12 \times 4)} = 1.5987 \text{ (} 10^4 \text{ veh)}$$

下限：

$$n = \frac{(352.17 \times 2.1 \times 0.065 \times 6.56 + 33.4 \times 2.78 \times 0.35 \times 6.56)}{(1-0.3) \times (24.2 \times 10 + 12 \times 4)} = 1.3703 \text{ (} 10^4 \text{ veh)}$$

故一般出租车的合理保有量范围为 13,703~15,987 辆。

Table 2. Basic survey data of Jinan taxi

表 2. 济南市一般出租车基本调查数据

参数	单位	参数	单位
城市常住人口总数	352.17 万人	出租车平均运营时间	19 小时
城市流动人口总数	33.4 万人	城市交通活跃时间	14 小时
常住人口出行次数	2.1 次	活跃时段内出行总量比	90%
流动人口出行次数	2.78 次	高峰期载客时长	4 小时
出租车常住人口分担率	6.5%	平峰期载客时长	10 小时
出租车流动人口分担率	35%	出租车平峰车速	24.2 公里/小时
平均载客人数	1.9 人/辆	出租车高峰车速	12 公里/小时
平均载客距离	6.56 公里	弹性系数	0.9

4.4.4. 影响因素分析

通过一般出租车保有量模型可以看出城市一般性出租车保有量的数量与相关参量指标有一定的函数关系，呈现线性或非线性。下面讨论几个与保有量有关的可变关键因素对保有量模型结果的影响。

1) 空驶率：一般出租车的空驶率反映了出租车的运营效率，其所承担的出行周转量和现状保有量是影响空驶率及行业效益的重要因素，故假定其余参数保持不变的前提下，空驶率与一般出租车保有量的关系图见图 1，通过图像可以看出保有量随空驶率变化呈现正比关系。

2) 分担率：一般出租车的分担率反映出出租车在城市综合交通系统地位，其测定受一个由多参数构成的多元函数关系式 $R = f(k_1, k_2, \dots, k_n)$ [8] 决定，其中 k_n 参数与城市面积，人口，道路面积率等因素相关。当城市发展到一定结构规模时，城市交通结构相对比较稳定，分担率的影响变化是不大的。因此作简化处理，维持目前常住人口与流动人口的分担率比例 1:5.4 不变，讨论分担率的微小变化对保有量的影响，变化关系见图 2。

3) 运营速度：通过对抽样出租车 GPS 的数据比对可以拟合出一般出租车全天运营各时段的平均车速分布，见图 3 (其中横轴数值代表全天对映时刻数)。

由于一般出租车的运营时速和运营时间共同决定了出租车日运营里程，从而影响其保有量的数值。实际中由于济南市的车辆总量大，交通拥挤程度比较严重，因此经常在早晚高峰时段形成道路拥堵现象，造成交通瘫痪状况。这里考虑限购令，车辆限行等交通政策可以缓解高峰期的道路拥堵现象，改善高峰期车辆行驶速度，故以高峰期的平均运营速度为自变量讨论对保有量的影响，其结果见图 4。

4.4.5. 一般出租车最佳数量预测

从影响因素的分析中可以看出，一般出租车保有量与空驶率，分担率及平均运营车速的变化存在相关性。参考目前国际上的发达城市出租车政策，将一般出租车空驶率控制在 35% 左右为最优效果，同时对比上述数据结果，综合未来济南市关于交通优化举措的实施，选取分担率为 6%，高峰期平均时速控制在 14 km/h 左右(平峰期车速变化不大)，其余参数基本维持不变，代入保有量模型求得保有量约为 13,272 辆。根据国际经验，此时计算的结果符合一般出租车万人保有量介于 20~30 辆，能够表现出较好的市场接受度，利于出租行业的发展。

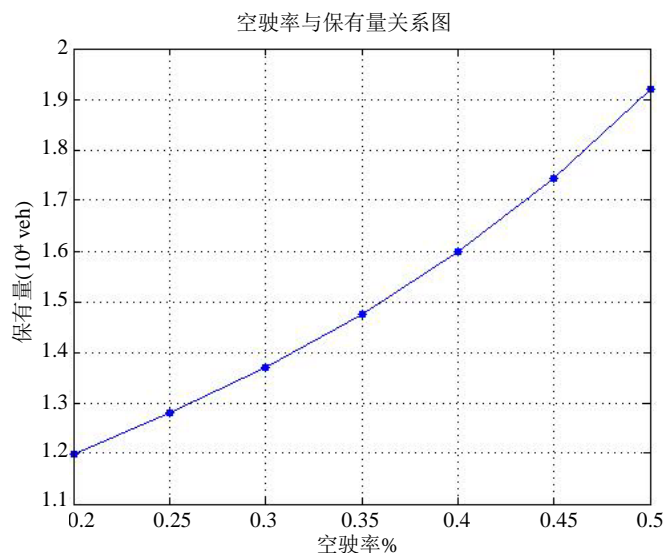


Figure 1. Relationship in taxi ownership under the unloaded ratio

图 1. 一般出租车保有量随空驶率变化关系

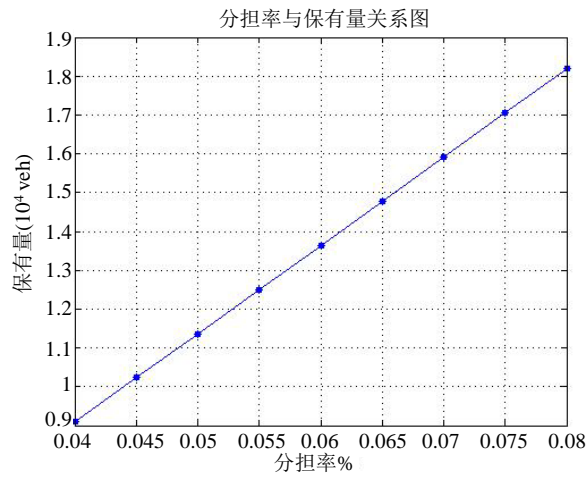


Figure 2. Relationship in taxi ownership under the share ratio
图 2. 一般出租车保有量随分担率变化关系

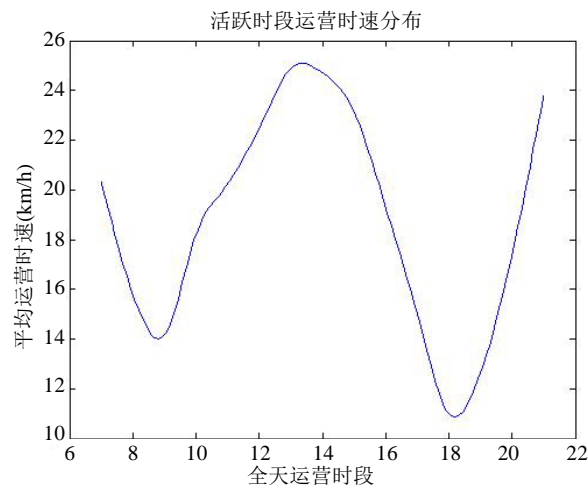


Figure 3. Changing curve of the taxi average speed in operation time
图 3. 一般出租车全天运营各时段的平均车速分布关系

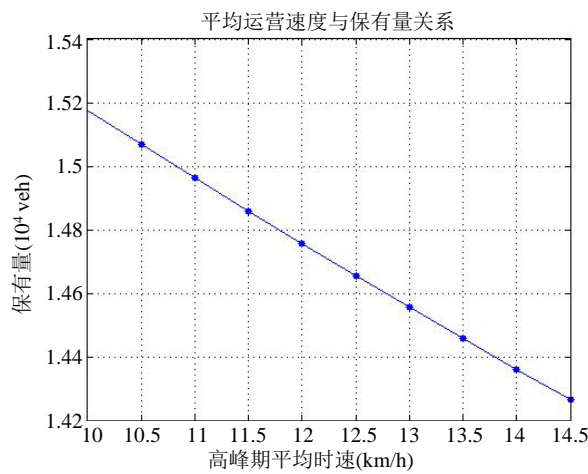


Figure 4. Relationship in taxi ownership under the average operating speed
图 4. 一般出租车保有量随日均运营速度变化关系

4.5. 巡游和网约出租车保有量的确定

根据测算结果可知目前济南市实际拥有巡游出租车 9043 余量, 离计算结果的一般出租车数量有一定差距。考虑到济南市道路交通拥堵, 居民出行方式较为单一等现状, 因此可以引进网约出租车运营分担城市客运量, 则网约出租车的保有量为辆。故可以投放大约 13,272-9043~4200 辆网约出租车用于城市的客流在线运营, 由于网约出租车较巡游出租车具有的服务时效性和时空分布型特点, 可以按照 1:5 的比例进行估算, 在满足济南市有效居民出租车出行下, 通常可以在网服务网约车辆 21,000 辆基本可以保证服务质量。

4.6. 结果与分析

通过对济南市的一般出租车保有量进行建模计算, 按照空驶率控制在 35% 左右的最佳指标, 确定了济南市目前的一般出租车合理规模保持在 1.32 万辆左右, 高于目前实际拥有巡游出租车量。这也比较符合目前济南市民普遍反映的“打车难”。但增加巡游出租车的数量会加剧巡游出租车内行业的竞争, 降低收益, 引起巡游出租车司机的不满, 同时也只会加重市区交通拥堵现象, 不利于城市发展。通过将网约出租车纳入交通服务行业的编管体制内, 对现有济南市流动的大约 21,000 辆左右的网约出租车运营规范合法化, 与现有出租车共同分担济南市的交通客流量, 基本可以达到了保有量测算数量均衡, 有效解决市民出行打车难的问题。

5. 结论

一般出租车保有量规模是城市交通系统发展中的一项重要内容, 本文主要在对出租车特性、地位及作用进行分析的基础上, 结合济南市一般出租车行业的现状特点, 同时利用车联网技术下本地出租车车载 GPS 所记录的相关时空数据信息, 统计分析得到出租车在城市运营的实际情况, 结合城市出行人口, 空载率等主要基础数据(来源于人口调查结果等), 建立保有量模型对城市一般出租车拥有量进行测算。并且研究了与保有量变化相关的因素对其的影响变化, 可以从中确定最佳城市一般出租车拥有量范围, 在此基础上结合巡游出租车数量, 给出网约出租车保有量确定原则。由于出租车, 特别是巡游和网约保有量均衡是一个复杂的问题, 受多方面因素的影响, 因此本文模型也存在一定局限性, 一方面未涉及到收益因素对保有量的影响, 而两类出租车的定价, 行业之间的竞争等收益因素也在影响出租车在市场中占有量的方面占有比较大的比重; 另一方面空驶率的确定带有一定的主观性, 其取值会影响最终结果, 有待进一步深入研究, 下一步需要结合不同城市的实际情况, 对模型进行了参数方面的改进, 具有良好的灵活性和可操作性, 在测算不同城市出租车以及巡游和网约连累保有量的实践中具有良好效果。

基金项目

项目得到山东省自主创新重大专项和济南市自主创新重大专项项目支持。

参考文献 (References)

- [1] Douglas G.W. (1972) Price Regulation and Optimal Service Standard: The Taxicab Industry. *Journal of Transport Economics and Policy*, 6, 116-127.
- [2] 王炜, 陆建. 城市出租车拥有量确定方法[J]. 交通运输工程学报, 2004, 4(1): 92-95.
- [3] 陈宁宁, 徐伟嘉, 宁洪涛. 城市交通管理中的出租车规划[J]. 数学的实践与认识, 2006, 36(7): 113-120.
- [4] 扈中伟. 基于浮动车技术的北京市出租车运营管理研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京工业大学, 2007.
- [5] 夏钰夏, 陈学武. 基于神经网络 BP 算法的出租车保有量预测法[J]. 交通与计算机, 2005, 23(5): 35-37.
- [6] 王昊, 王炜, 陈峻, 等. 城市出租车交通分布预测模型[J]. 公路交通科技, 2006, 23(6): 145-148, 156.

- [7] 边扬, 王炜, 陆建. 城市出租车运营网络平衡模型[J]. 交通运输工程学报, 2007, 7(1): 93-98.
- [8] 边扬, 王炜, 陆建, 马俊来. 城市出租车出行方式分担率预测方法研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2006, 6(2): 95-100.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ass@hanspub.org