

例谈“互联网+”时代的出租车资源配置

毛自森¹, 余书亮², 向光栋¹, 孙宇翔³, 黄 恒³, 孙 鹏³

¹陆军工程大学基础部, 江苏 南京

²陆军工程大学军事基础系, 江苏 南京

³陆军工程大学国防工程学院, 江苏 南京

Email: maozisen@126.com

收稿日期: 2021年4月3日; 录用日期: 2021年4月18日; 发布日期: 2021年4月30日

摘 要

出租车作为城市客运交通系统中的一种重要组成部分, 因为其快速、便利、舒适等特点, 在满足民众出行需求方面具有重要意义。本文首先在介绍出租车资源“供求匹配”的基础上, 采用主成分分析法, 建立合理指标进行分析。其次, 分析各公司的出租车补贴方案, 并对是否有助于缓解“打车难”问题进行总结。最后, 综合考虑乘客、出租车司机、软件公司等各方面因子, 建立合理的数学模型, 设计出较为优化的补贴方案。

关键词

出租车, 供求关系, 打车软件, 补贴方案

Talk about Taxi Resource Allocation in the “Internet+” Era

Zisen Mao¹, Shuliang Yu², Guangdong Xiang¹, Yuxiang Sun³, Heng Huang³, Peng Sun³

¹Department of Basic Courses, The Army Engineering University of PLA, Nanjing Jiangsu

²Department of Military, The Army Engineering University of PLA, Nanjing Jiangsu

³National Defense Engineering College, The Army Engineering University of PLA, Nanjing Jiangsu

Email: maozisen@126.com

Received: Apr. 3rd, 2021; accepted: Apr. 18th, 2021; published: Apr. 30th, 2021

Abstract

Taxi as an important part of urban passenger transport system, because of its fast, convenient,

comfortable and other characteristics, in order to meet the public travel demand is of great significance. This paper first introduces the matching of supply and demand of taxi resources, and uses principal component analysis to establish reasonable indicators for analysis. Secondly, the taxi subsidy scheme of each company is analyzed, and whether it is helpful to alleviate the “taxi difficulty” problem is summarized. Finally, considering the passengers, taxi drivers, software companies and other factors, a reasonable mathematical model is established, and a more optimized subsidy scheme is designed.

Keywords

Taxi, Supply and Demand, Taxi Software, Subsidy Scheme

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



1. 出租车资源的“供求匹配”程度指标体系分析

1.1. 城市选取与区域划分

考虑到北京在出租车资源等问题方面更具有代表性, 本文将以北京市为例进行问题的分析。为了便于分析研究, 考虑到人文、地理等因素, 将东城区和朝阳区进行合并, 丰台区和石景山区进行合并, 得到 14 个区域。

1.2. “供求匹配”程度指标的建立

基于对乘客需求和出租车服务两个方面[1], 我们建立了如下指标体系(表 1)。

Table 1. “Supply and demand match” degree indicator

表 1. “供求匹配”程度指标

一级指标	供			求		
二级指标	各行政区车辆保有量在总保有量中所占比重	车辆保有率	有效运营里程率	各行政区人口比重权重	打车软件使用人群所占比重权重	使用出租出行的频率

要建立出租车“供求匹配”程度指标, 首先引入北京市出租车保有量 x 。并设北京市的人口总数为 P (万人), 故可得出北京市人均出租车保有量 ω 的公式。

$$\omega = \frac{x}{P}$$

通过查阅现行的《城市道路交通规划设计规范(GB 50220-95)》第 3.1.5 条[2], 城市出租汽车规划拥有量根据实际情况确定。大城市不少于 20 辆/万人, 小城市不少于 5 辆/万人, 中等城市可在其间取值。

根据北京统计局数据库信息[3], 北京第六次人口普查结果显示北京常住人口 2151.6 万人, 出租车总量为 6700 量, 故:

$$\omega = \frac{x}{P} = \frac{67000}{2125.6} = 31.14 > 20$$

从运算结果中可以看出,北京市整体出租车资源较为丰富,打车出行较为方便。

查找数据得到北京市 10,000 辆出租车一周内 GPS 数据信息,从这些数据中可以知道北京各区出租车保有量 x_i 和各区人口数/万人 P_i , 并求解出各区人均出租车保有量 ω_i , 如表 2 所示。

Table 2. The number of vehicles and population of each district in Beijing

表 2. 北京各区车辆保有量和各区人口数

行政区	编号	各区出租车保有量 x_i	各区人口数 P_i /万人	各区人均出租车保有量 ω_i
东城区、朝阳区	1	7122	483.3	14.74
西城区	2	1487	130.2	11.54
丰台区、石景山区	3	845	295	2.88
海淀区	4	2834	367.8	15.41
门头沟区	5	6157	30.6	47.27
房山区	6	6687	103.6	64.23
通州区	7	8549	135.6	69.18
顺义区	8	5990	100.4	59.63
昌平区	9	4368	190.8	24.91
大兴区	10	1608	154.5	4.72
怀柔区	11	7711	38.1	67.13
平谷区	12	3691	42.3	52.21
密云县	13	7550	47.8	64.17
延庆县	14	6130	31.6	67.90

从表 2 中数据得知,北京核心功能区的出租车保有量明显低于标准值,人口数量基数过大,出租车资源相对紧张。而其他地区人口密集度较小,出租车资源相对充足。

通过查找数据,计算出北京各区车辆运行量占总运行量的权重 α_i , 以及各区人口数占人口总数的权重 β_i , 如表 3 所示。

Table 3. Weights of vehicle operation volume α_i and population of each district β_i in Beijing

表 3. 北京各区车辆运行量权重 α_i 和人口数权重 β_i 表

行政区	编号	各区出租车运行量 x_i	所占权重 α_i	各区人口数 P_i /万人	所占权重 β_i
东城区、朝阳区	1	1063	10.26%	483.3	22.46%
西城区	2	222	2.14%	130.2	6.05%
丰台区、石景山区	3	126	1.22%	295	13.71%
海淀区	4	423	4.08%	367.8	17.09%
门头沟区	5	919	8.87%	30.6	1.42%
房山区	6	998	9.64%	103.6	4.82%
通州区	7	1279	12.35%	135.6	6.30%
顺义区	8	894	8.63%	100.4	4.67%

Continued

昌平区	9	652	6.29%	190.8	8.87%
大兴区	10	24	0.23%	154.5	7.18%
怀柔区	11	1165	11.25%	38.1	1.77%
平谷区	12	551	5.32%	42.3	1.97%
密云县	13	1127	10.88%	47.8	2.22%
延庆县	14	915	8.83%	31.6	1.47%

各区车辆保有量的权重 α_i 和各区人口数的权重 β_i 只是两个最主要的因子，不能准确还原真实地供需关系。现实生活中只有空载的出租车才能提供便利有效的服务，因此选取车辆利用率和有效运营里程率来刻画出租车的空闲资源。而对于市场消费需求，打车出行的消费人群具有针对性，年龄结构特点和使用频率特点尤为突出。

1) 运输供给方面主要考虑出租车资源有效利用率：

① 车辆利用率 φ_i

车辆利用率 φ_i 是指单位时间载客的出租车数量占出租车数量的比，这一因子反映出出租车的总体出租车资源供求关系。

② 有效运营里程率 l_i

有效运营里程率 l_i 是指每天出租车载客里程与行驶总里程之比，该因子表现出出租车个体的资源利用率。

加入约束因子后的各区域出租车有效运营量的权重 α'_i 表示为：

$$\alpha'_i = \frac{(1-\varphi_i) \cdot l_i \cdot \alpha_i}{\sum (1-\varphi_i) \cdot l_i \cdot \alpha_i}$$

2) 运输需求方面主要考虑打车出行的目标消费人群：

① 年龄结构中消费人群所占权重 b_i

通过市场不同的人群进行的一次市场问卷调查，结果显示 76% 的打车软件消费人群为 15~35 岁。

② 打车出行方式的频率 k_i

在市场问卷调查中，同时可以得到乘客出行时是否经常使用打出租车，数据显示：16.67% “几乎不”，38.24% “偶尔”，17.65% “较少”，20.95% “一般”，6.86% “经常”。

修正后的北京各区人口数的权重 β'_i 可用下述方程表示：

$$\beta'_i = \frac{b_i \cdot k_i \cdot \beta_i}{\sum b_i \cdot k_i \cdot \beta_i}$$

在此，我们引入出租车资源的“供求匹配”的匹配度 X 。

$$X_i = \frac{\max\{\alpha'_i, \beta'_i\} - |\alpha'_i - \beta'_i|}{\max\{\alpha'_i, \beta'_i\}}$$

$$= \frac{\max\left\{\frac{(1-\varphi_i) \cdot l_i \cdot \alpha_i}{\sum (1-\varphi_i) \cdot l_i \cdot \alpha_i}, \frac{b_i \cdot k_i \cdot \beta_i}{\sum b_i \cdot k_i \cdot \beta_i}\right\} - \left|\frac{(1-\varphi_i) \cdot l_i \cdot \alpha_i}{\sum (1-\varphi_i) \cdot l_i \cdot \alpha_i} - \frac{b_i \cdot k_i \cdot \beta_i}{\sum b_i \cdot k_i \cdot \beta_i}\right|}{\max\left\{\frac{(1-\varphi_i) \cdot l_i \cdot \alpha_i}{\sum (1-\varphi_i) \cdot l_i \cdot \alpha_i}, \frac{b_i \cdot k_i \cdot \beta_i}{\sum b_i \cdot k_i \cdot \beta_i}\right\}}$$

1.3. 结果分析

将北京各区 15~35 岁人口比例、车辆利用率 φ_i 和有效运营里程率 l_i 进行归纳总结, 计算出各区的匹配度 X , 详见表 4。

Table 4. Matching degree values for each district in Beijing

表 4. 北京各区的匹配度 X 值表

城区	1 区	2 区	3 区	4 区	5 区	6 区	7 区	8 区	9 区	10 区	11 区	12 区	13 区	14 区
人口比例	48.43%	46.14%	48.28%	60.15%	44.12%	40.63%	40.97%	46.02%	53.24%	52.45%	44.68%	42.66%	42.78%	46.05%
车辆 满载率	70.89%	52.19%	61.99%	77.24%	45.54%	45.45%	47.27%	50.69%	62.11%	59.63%	46.45%	44.63%	45.00%	47.52%
有效运营 里程率	85.74%	64.86%	73.84%	80.07%	54.46%	56.31%	60.04%	63.38%	79.17%	67.06%	58.02%	48.53%	57.23%	63.80%
匹配度	0.6297	0.6366	0.1379	0.1936	0.089	0.2475	0.2469	0.298	0.9352	0.0445	0.0846	0.2199	0.1037	0.0856

按照数学期望的计算公式, 可以计算出北京各区匹配度 X 的数学期望值 E 和方差 σ 。

$$E = \sum \frac{\alpha_i + \beta_i}{2} X_i = 0.3225$$

$$\sigma = 0.070$$

根据匹配度 X 的数学期望值 E 可知: 在基于人口密度因子和出租车资源因子的模型中, 北京市出租车资源供求匹配度较低, 尤其是区与区之间匹配度相差较大。其中, 一区、二区处于北京核心区, 出租车资源较为丰富, 匹配程度较高, 交通出行较为方便。十区、十三区和十四区地处北京郊区, 出租车资源较为匮乏, 供求匹配极度不平衡, 打车出行非常不便。

为验证模型的有效性和合理性, 将一级指标人口密集度因子和出租车资源数量因子利用 SPSS 软件进行相关性分析, 分析结果如表 5 所示。

Table 5. Correlation analysis table of first-level indicators using SPSS software

表 5. 利用 SPSS 软件对一级指标的相关性分析表

Correlations			
		人口密集数因子	出租车资源数量因子
人口密集数因子	Pearson Correlation	1	-0.426
	Sig. (2-tailed)		0.129
	N	14	14
出租车资源数量因子	Pearson Correlation	-0.426	1
	Sig. (2-tailed)	0.129	
	N	14	14

从相关性分析中可以看出: 出租车资源数量因子和人口密集数因子无显著相关性, 资源分布与人口分布不协调。出租车资源一定程度上未得到充分利用, 这又从另一角度上证明了所建模型的有效合理性。

1.4. 基于时间分布模型的优化

上述模型的建立着眼于北京市出租车资源的匹配问题, 不考虑交通状况随时间变化的因素, 是一个

静态模型。基于已建立的模型基础，就北京一天的交通状况做研究，建立动态模型。

下面从北京城市规划设计研究院得到北京一繁华路口车流量统计表，如表 6 所示。

Table 6. Traffic flow statistics of a bustling intersection in Beijing

表 6. 北京一繁华路口车流量统计表

时间/h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
车流量/辆	2056	1807	1742	1641	1737	2194	3109	4583	5961	3302	3102	2710
时间/h	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
车流量/辆	3500	3167	2921	2513	3023	4041	5598	4159	3200	4083	2841	2240

结合现实情况分析相关数据，结果表明早、晚高峰时间交通压力变大，“打车难”问题尤为明显，出租车资源供不应求的问题更加突出，应该根据出行高峰强化该区域原有的人口密集因子。

给出基于时间分布的优化因子方程，不再采集具体流量信息。

设车流量 S 曲线为：

$$S = S(t)$$

对某一目标时段车流量 \bar{S}_1 有：

$$\bar{S}_1 = \frac{\int_{t_1}^{t_2} S(t) dt}{\int_{t_1}^{t_2} dt}$$

当时间段为两时间分别取 0 h 和 24 h 时， \bar{S}_1 可以表示平均车流量 \bar{S} 。

评估交通状况 h 为：

$$h = \frac{\bar{S}_1 - \bar{S}}{|\bar{S}_1 - \bar{S}|} = \begin{cases} 1 & \text{调整} \\ -1 & \text{不调整} \end{cases}$$

即 h 为 1 代表模型需要纳入调整因子， h 为 -1 表示模型已经比较可靠，不需调整。

对 β'_i 加强 $\frac{\bar{S}_1}{\bar{S}}$ ，对 α'_i 弱化 $\frac{\bar{S}}{\bar{S}_1}$ ，故有：

$$X_i = \frac{\max \left\{ \frac{\bar{S}}{\bar{S}_1} \cdot \alpha'_i, \frac{\bar{S}_1}{\bar{S}} \cdot \beta'_i \right\} - \left| \frac{\bar{S}}{\bar{S}_1} \cdot \alpha'_i - \frac{\bar{S}_1}{\bar{S}} \cdot \beta'_i \right|}{\max \left\{ \frac{\bar{S}}{\bar{S}_1} \cdot \alpha'_i, \frac{\bar{S}_1}{\bar{S}} \cdot \beta'_i \right\}}$$

2. 出租车补贴方案有效性分析

问分析各公司的出租车补贴方案是否对“缓解打车难”有帮助，首先要找到“打车难”的原因有哪些，然后根据各公司的出租车补贴方案进行具体分析。

2.1. “打车难”原因[4]

就打车难问题搜索得到问卷调查结果如下：4812 人认为出行高峰打车难，2294 人认为郊区打车难，799 人认为天气恶劣打车难，2295 人认为节假日打车难。对打车难原因进行总结归纳(见表 7)：

Table 7. Reasons for difficulty in getting a taxi
表 7. 打车难的原因

原因	具体表现
信息不对称	供求信息缺乏交互机制
时间不平衡	出行高峰与非高峰等情况
空间不平衡	城市核心区与非核心区

2.2. 补贴方式

通过调查各出租车公司以及打车软件公司对乘客和出租车司机不同的补贴方案，并进行合并总结，按照补贴形式将补贴方式分为四类，如表 8 所示。

Table 8. Taxi ride subsidy method
表 8. 出租车打车补贴方式

类型	代表	市场份额
市场刺激型补贴方式	打车软件公司开拓市场	42.26%
随机娱乐型补贴方式	抢红包	13.57%
基于运营量的补贴方式	燃油补贴，月末奖金	35.88%
基于时空分布的补贴方式	各种专项短时性补贴	8.29%

2.3. 补贴方式的评估

(一) 市场刺激型补贴方式评估

市场刺激型补贴方式是打车软件公司通过投入资金打开市场，从而促使乘客认知、喜欢并使用的一种营销方式，比如首用买单。

可以计算出对出租车司机的补贴期望 E_1 和对乘客的补贴期望 E_2 。补贴期望 E 是对投资力度的量化，投资越多，补贴期望 E 的值越大，出租车相关产业的发展也就越快。

有了补贴期望 E ，就可以对各区车辆运行量权重 α_i 和各区人口数权重 β_i 进行加权修正，即求出基于双边补贴条件下的供求对比 α'_i 和 β'_i 的公式。

$$\alpha'_i = E_1 \cdot \frac{(1 - \varphi_i) \cdot l_i \cdot \alpha_i}{\sum (1 - \varphi_i) \cdot l_i \cdot \alpha_i}$$

$$\beta'_i = E_2 \cdot \frac{b_i \cdot k_i \cdot \beta_i}{\sum b_i \cdot k_i \cdot \beta_i}$$

按照上述北京各区基于双边补贴条件下的供求对比 α'_i 和 β'_i ，可以求出匹配度 X 的加权公式。

$$X_i = \frac{\max\{\alpha'_i, \beta'_i\} - |\alpha'_i - \beta'_i|}{\max\{\alpha'_i, \beta'_i\}}$$

加入调节因子后计算各城区的匹配度 X 如表 9 所示。

同时可以计算出加入调节因子后匹配度 X 的数学期望值 E 和方差 σ ：

$$E = 0.3225$$

$$\sigma = 0.070$$

Table 9. Matching degree of each district
表 9. 各城区匹配度

城区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
匹配度	0.63	0.64	0.14	0.19	0.09	0.25	0.25	0.3	0.94	0.04	0.08	0.22	0.1	0.09

调整前后并没有变化，该项补贴不能有效改善各区域的“供求匹配”关系。

(二) 随机娱乐型补贴方式评估

打车软件公司采用的随机娱乐型补贴方式的主要对象是乘客，此种方式拉动了市场需求。调查显示，打车软件在广大年轻人中受到较大认可，但是大部分乘客是在有补贴的情况下才使用打车软件的。

通过调查问卷，在打车软件停止乘客现金补贴后，乘客是否还会使用打车软件的情况如下：12%继续使用，39%降低使用频率，17%弃用，32%寻找有补贴的同类产品。打车软件的补贴对出租车消费刺激的影响较大，定义影响出租车消费的权重因子为 c ，则 c 为“产品有补贴才使用”与“没补贴也使用”的比值。

因此，是否补贴对各区使用出租车消费因子 β_i 的影响为 c 为各情况所占百分比与其权重的乘积。

$$\beta'_i = c \cdot \frac{b_i \cdot k_i \cdot \beta_i}{\sum b_i \cdot k_i \cdot \beta_i}$$

使用赋权后的调节因子后，计算各城区的匹配度 X 如表 10 所示。

Table 10. Calculate the matching degree of each urban area after adding the adjustment factor
表 10. 加入调节因子后计算各城区的匹配度 X 表

城区	1 区	2 区	3 区	4 区	5 区	6 区	7 区	8 区	9 区	10 区	11 区	12 区	13 区	14 区
出租车密集度因子	0.14	0.04	0.02	0.04	0.14	0.16	0.21	0.15	0.1	0	0.19	0.08	0.18	0.16
人口密集度因子	1.03	0.26	0.62	0.97	0.06	0.18	0.24	0.2	0.45	0.36	0.07	0.08	0.09	0.06
匹配度	0.13	0.14	0.03	0.04	0.42	0.86	0.87	0.72	0.23	0.01	0.4	0.97	0.49	0.4

同时可以计算出使用赋权后的调节因子后匹配度 X 的数学期望值 E 和方差 σ ：

$$E = 0.3517$$

$$\sigma = 0.112$$

其变化情况如表 11 所示。

Table 11. Districts and changes after using the weighted adjustment factors E and σ
表 11. 使用赋权后的调节因子后各城区 E 和 σ 变化情况表

	E	σ		E	σ		E	σ
调整前	0.3225	0.07	调整后	0.3517	0.112	变化幅度	9.05%	60%

观察其期望值较未加入调节因子前变化较小，说明该种补贴方案对缓解打车难问题作用较小，同时，方差增幅较大，拉大各区间出租车资源分配差距，使资源分配不公平的现象更加严重。

(三) 基于运营量的补贴方式评估

通过对出租车司机补贴形式有关数据及资料的调研，总结归纳出两种针对出租车司机的补贴形式。

- 燃油补贴, 这种补贴方式是基于营运天数进行补贴, 即只给予营运的出租车司机补贴, 对于当天没有营运的出租车司机不给予补贴;
- 奖金补贴, 这种补贴方式是基于当月接单数进行补贴, 按照比例进行奖金补贴的发放, 奖金数目与当月接单数成正比。

以上述两种补贴方式为例, 以载客次数及出车率为评价标准进行分析, 得知在补贴政策出台之后出车率有大幅度提升, 并在接下来的一段时间里都保持平稳。增加的出租车数量也缓解了顾客“打车难”的问题, 使出租车资源增加, 节约了顾客的时间, 方便了顾客的出行。

从载客次数随时间变化分析可以得知, 在补贴政策出台之后载客次数有一定程度的增加。该项指标增加说明出租车的利用率增加, 减少了出租车司机的空载里程, 同时也节省了顾客的等待时间, 为顾客提供更快的服务。

将载客次数的比值与出车率的比值之间的乘积作为权重因子 c , 载客次数的比值代表补贴政策出台与未出台之间单个出租车的营运积极性变化, 出车率的比值代表补贴政策出台与未出台之间所有出租车的营运积极性的变化趋势。该权重因子会对 α'_i 产生影响, 因此将权重因子与 α'_i 原有公式进行结合为下式。

$$\alpha'_i = c \cdot \frac{(1 - \varphi_i) \cdot l_i \cdot \alpha_i}{\sum (1 - \varphi_i) \cdot l_i \cdot \alpha_i}$$

对匹配度 X 进行修正, 修正为:

$$X_i = \frac{\max\{\alpha'_i, \beta'_i\} - |\alpha'_i - \beta'_i|}{\max\{\alpha'_i, \beta'_i\}}$$

代入对应值对匹配度 X 进行计算, 得到结果如表 12 所示。

Table 12. Matching degree value X table of each urban area

表 12. 各城区匹配度 X 值表

城区	1 区	2 区	3 区	4 区	5 区	6 区	7 区
匹配度 X	0.704	0.696	0.311	0.437	0.039	0.110	0.109
城区	8 区	9 区	10 区	11 区	12 区	13 区	14 区
匹配度 X	0.132	0.414	0.101	0.038	0.097	0.046	0.038

利用 X 期望公式求出 X 的期望:

$$E = \sum \frac{\alpha_i + \beta_i}{2} X_i = 0.5763$$

进而计算 X 的方差, 得到:

$$\sigma = 0.057$$

在未加入调节因子 c 前, 由模型一得到北京各区出租车资源供求匹配相关参数为:

$$E_0 = 0.3225$$

$$\sigma = 0.07$$

其变化情况如表 13 所示。

比较加入调整因子前后的匹配程度期望值, 明显可以看出加入调整因子后出租车资源供求匹配程度大幅升高。原有模型得到优化, 又根据方差变化得出北京各区之间差距减小, 区域间出租车资源分配趋

于平衡，进一步证实了模型一所建模型的可靠性，同时又提高了模型的灵敏度。

Table 13. Each district and change situation table

表 13. 各城区 E 和 σ 变化情况表

	E	σ		E	σ		E	σ
调整前	0.3225	0.07	调整后	0.5763	0.057	变化幅度	78.69%	-18.57%

(四) 基于时空分布的补贴方式评估

这些补贴方式只能够针对某个影响出租车运营的具体问题给予有效解决，如郊区运营补贴可以针对郊区运营给予出租车司机一定量的汽车保养补贴；出行高峰和节假日补贴可以针对出行高峰和节假日堵车问题给予出租车司机一定量的燃油补贴；特殊天气补贴可以针对特殊天气给予出租车司机一定量的洗车补贴或汽车保养补贴等。但由于这些补贴方式都是应对某一特定问题的短暂性、即时性补贴方式，没有长期实行，缺少有效的大量数据，难以集中分析，只能进行定性分析。

3. 打车软件服务平台的补贴方案及其合理性

3.1. 四类补贴方式的分析

问题二中调研各出租车公司补贴方式，并做出了归纳总结，按照补贴形式的不同将共各出租车公司补贴方式分为四类，四类补贴方式和其自身所带的缺点如表 14 所示。

Table 14. Four types of subsidies and their disadvantages

表 14. 四类补贴方式和其自身所带的缺点

补贴方式	缺点
以打车软件为代表的，旨在刺激市场的按单减免或返还车费的补贴形式	资金利用率低，效益值较低
以新兴媒体为介质的随机娱乐型补贴形式	随机性过强，不具备宏观调控能力
基于出租车运营量的补贴形式	针对司机群体，灵活性差
基于时空分布等特定情况的补贴形式	缺乏有效运营机制，难以形成规模效益

针对上述问题，从乘客、司机和公司三个角度对补贴方案进行优化。

3.2. 从乘客、司机和公司三个角度对补贴方案优化

(一) 基于乘客体验

针对用户体验，得到一份样本容量为 10,300 的调查问卷。

Table 15. Part of the questionnaire

表 15. 调查问卷表部分内容

问卷调查					
为什么打车		等车时间上限		打车难情况	
道路不熟悉	33.33%	小于 5 min	8.82%	出行高峰	47.06%
交通不便	13.73%	5 min~10 min	33.33%	郊区	22.55%
赶时间	36.27%	10 min~20 min	33.33%	天气恶劣	7.84%
距目的地远	7.84%	20 min~30 min	13.73%	节假日	22.55%
其他	8.82%	大于 30 min	10.78%		

首先, 要满足乘客的用户体验, 就必须了解乘客选择打车的原因。乘客为什么打车, 表 15 中五项指标反映出乘客的用户体验最重要的指标为用时是否短。

关于时间问题, 调查问卷中给出了等车时间上限, 真实地反映出乘客对于打车出行方式的时间预估。取各时间段最大值作为最低限度值, 取期望作为乘客体验差评标准, 如表 16 所示。

Table 16. Passenger waiting time and expected value

表 16. 乘客等车时间与期望值

比例	等车时间		
	等待时间最优值下限	等待时间标准值	等待时间最优标准
期望	11.4 min	14.6 min	17.8 min
标准	11 min	14 min	17 min

建议补贴政策如下:

- 1) 时间介于等待时间最优值下限和等待时间最优标准间, 不对顾客及司机做任何补贴。
- 2) 时间高于等待时间最优标准, 对顾客车费进行适当减免, 所减免的费用由公司及出租车司机平均分配。
- 3) 时间低于等待时间最优值下限, 由顾客给予司机好评, 并作为月末发放奖金的标准。

同时, 建立基于乘客体验的补贴方式的检验函数。

调查研究补贴前后出租车司机的出车率和接单量, 对其变化趋势作曲线图, 计算出两项指标的变化幅度的乘积 m_1 , 同时分析研究乘客采用打车出行方式的概率变化幅度 n_1 。

将 m_1 和 n_1 分别作为 α'_i 和 β'_i 的权重因子, 因此方案检验函数为:

$$X_1 = \frac{\max\{m_1 \cdot \alpha'_i, n_1 \cdot \beta'_i\} - |n_1 \cdot \beta'_i - m_1 \cdot \alpha'_i|}{\max\{m_1 \cdot \alpha'_i, n_1 \cdot \beta'_i\}}$$

(二) 基于司机收入

出租车司机以出租车为谋生的手段, 对于出租车司机而言利益为最主要的指标。不考虑长短途的差别, 出租车的收入于车辆利用率 φ_i 和有效运营里程率 l_i 息息相关。最终的利润对车辆利用率 φ_i 和有效运营里程率 l_i 都成正相关, 车辆利用率 φ_i 表示接单的可能性, 有效运营里程率 l_i 表示利润空间的大小, 故对各区出租车司机收入的利润比 R_i 做出如下定义:

$$R_i = \frac{\omega_i \cdot l_i}{\sum \omega_i \cdot l_i}$$

其中利润比 R_i 的含义为各区出租车的利润占北京市出租车利润的百分比, 经过计算, 北京核心区平均利润比为 9.97%, 非核心区平均利润比为 6.01%。北京核心区域与非核心区域的利润空间相差近四成, 这也解释了大量出租车聚集在核心区及其周围的现象, 在较大的利润空间差值的基础上很难实现空间的合理分布。

因此, 北京的出租车资源应该在区域的基础上, 依据招聘网上北京的出租车收入标准进行补贴。查阅数据得北京出租车司机的平均收入为 6800 元/月。根据特殊岗位津贴发放标准应介于差额的 40%~60%, 所以根据以上数据得知最多发放标准工资的 16%~24%, 折合成工资为 1088~1632 元。基于这一基础, 可以宏观调配一定量的出租车司机常驻北京非核心区, 并每月给予介于 1088~1632 元的岗位补助。

调查研究补贴前后出租车司机的出车率和接单量, 计算出两项指标的变化幅度积 m_2 , 同时分析研究乘客采用打车出行方式的概率变化幅度 n_2 。

将 m_2 和 n_2 分别作为 α'_i 和 β'_i 的权重因子, 确定方案检验函数为:

$$X_2 = \frac{\max\{m_2 \cdot \alpha'_i, n_2 \cdot \beta'_i\} - |n_2 \cdot \beta'_i - m_2 \cdot \alpha'_i|}{\max\{m_2 \cdot \alpha'_i, n_2 \cdot \beta'_i\}}$$

(三) 基于公司盈利的补贴政策

出租车公司作为出租车行业的组织运营者, 承担着整个行业宏观调控的任务。通过上述分析研究, 初步确立了基于乘客体验的等待时间补贴机制和基于不同区域的司机岗位补贴机制, 下面对公司投入资源的比例进行确定。

基于调查问卷, 出租车评判标准空间因子所占比重为 33%, 时间因子所占比重为 57.84%。标准化两个因子对比分析, 可知时间权重占 63.67%, 空间权重占 36.33%。因此, 应分配给基于乘客体验的等待时间补贴机制 63.67% 的资源, 分配给基于不同区域的司机岗位补贴机制 36.33% 的资源。

总体补贴方案检验模型为:

$$\begin{aligned} X &= 0.6367X_1 + 0.3633X_2 \\ &= 0.6367 \frac{\max\{m_1 \cdot \alpha'_i, n_1 \cdot \beta'_i\} - |n_1 \cdot \beta'_i - m_1 \cdot \alpha'_i|}{\max\{m_1 \cdot \alpha'_i, n_1 \cdot \beta'_i\}} \\ &\quad + 0.3633 \frac{\max\{m_2 \cdot \alpha'_i, n_2 \cdot \beta'_i\} - |n_2 \cdot \beta'_i - m_2 \cdot \alpha'_i|}{\max\{m_2 \cdot \alpha'_i, n_2 \cdot \beta'_i\}} \end{aligned}$$

求最后的期望和标准差, 与原始数据进行比较, 分析匹配程度的变化趋势和区域间的差距大小。最终的出租车行业供求匹配将趋于最优, 收益尽可能最大化。因此, 最终判断整体补贴方案是合理有效的。

参考文献

- [1] 陈枫. 基于供需平衡的城市出租车合理规模研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2011.
- [2] 赵培红, 孙久文. 北京市行政区划调整对区域经济发展的影响及启示[J]. 新视野, 2012(2): 99-101.
- [3] 焦张义, 孙久文, 李姗姗, 等. 北京市西城区人口分布变动及特征研究——基于第六次人口普查数据[J]. 北京社会科学, 2013(6): 82-88.
- [4] 路淑芳, 周晶, 任亚宁. 关于“打车难”现象的交通状况调查及对策研究——“你呼我应”即时出租车[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2014(1): 135-136.