

基于交通违法行为的外卖分级配送政府补贴机制研究^{*}

张建斌, 周璐好, 王 超

(长安大学 经济与管理学院, 西安 710016)

摘要:【目的】为减少外卖配送员的交通违法行为,构建和谐有序的城市交通环境,探讨外卖分级配送政府补贴机制可行性。【方法】借助问卷调查法对西安市外卖配送情况进行调研,利用多方博弈理论,构建政府、外卖配送企业和消费者的三方参与的博弈模型,通过参数分析和数值仿真模拟,验证提出的外卖分级配送政府补贴机制对于缓解外卖配送交通违法行为的可行性。【结果】实行外卖分级配送政府补贴能够提高社会福利,减少外卖配送员的交通违法行为,但政府的最优化策略与外卖配送产品的质量差异有关,质量差异大时,政府可不进行干预,充分发挥外卖市场的灵活性;质量差异较小时,政府要采取较高的补贴率才能达到社会福利最大化的目标。【结论】以外卖配送的交通安全问题为研究重点,分析该问题产生的内因,提出外卖配送领域的分级配送机制,并借鉴经典的三方博弈模型分析该机制可行性和均衡结果,将博弈理论引入了外卖配送研究领域。

关键词: 外卖配送员; 交通违法行为; 外卖分级配送; 政府补贴机制; 三方博弈

中图分类号: O225

文献标志码: A

文章编号: 1672-6693(2021)01-0069-07

线上外卖作为一种新兴的产业,逐渐成为城市居民,尤其是年轻人喜爱的消费方式。艾媒咨询^[1]的数据显示,2018年中国的外卖用户规模较2017年增长17.4%,达到3.58亿人,占中国15~64岁居民总数的40%。日益庞大的外卖消费群体带来了巨大的外卖配送订单量,但配送员在“准时必达”的要求下出现的闯红灯、逆行、超速等交通违法行为日益突出,外卖配送所引起的交通事故也在逐年递增^[2],正成为引发和危害城市交通安全的一大隐患。美团报告^[3]显示,45%的配送员每天接单数量超过20单,订单量大、送餐高峰集中、配送时限短带来了一系列难以管控的外卖配送交通违法问题。据西安市交警部门统计,仅2019年11月,外卖配送员的交通违法次数高达330余次^[4],成为交通违法较高的行业。目前针对外卖配送员出现的闯红灯、逆行等交通违法问题,交通部门和各地政府出台了一系列减少外卖配送交通违法的政策措施^[5-7],但效果有限,也并未从根本上解决外卖配送交通违法行为频发的现状。因此,研究如何从根本上减少外卖配送交通违法次数、降低事故发生率,是非常必要的。

学者们针对电动车交通违法问题已经开展了诸多研究。如Bai等人^[8]发现闯红灯是电动自行车驾驶员的主要违法行为;马国忠等人^[9]研究发现,高速行驶的车辆更容易引发交通事故;王涛等人^[10]通过统计检验,发现电动自行车行驶速度与交通事故的严重程度具有正相关关系;张凡等人^[11]使用极化行为理论分析发现交通环境、态度教育程度、从业时间是影响外卖配送员闯红灯的重要因素;赵永强等人^[12]采用方差分析方法得出,外卖配送员违法受到惩罚并不会减少交通违法行为的再发生;王雅坤等人^[13]利用Logistic回归和灰色关联分析得出接单量、配送收入等是导致外卖配送公共交通违法的主要因素。上述研究表明电动自行车事故发生率高,解决措施多为外生性的法律强制减速、罚款等,且外卖配送员比普通电动自行车驾驶员违法行为更多,惩罚并不会有效减少再违法行为。目前少有研究提出能从根本上减少外卖配送交通违法的内生性措施。

因此,可从配送交通违法的内生因素出发,在外卖市场实施分级配送策略。分级配送指的是由外卖消费者支付一定的优先配送费用,使不同消费者的外卖配送需求分级,并抽取一部分优先配送费用来增加配送员收入,

^{*} 收稿日期:2020-09-10 收稿日期:2020-10-21 网络出版时间:2021-03-10 9:03

资助项目:中央高校基本科研业务费专项资金(No. 300102231666);陕西省社会科学基金(No. 2015D007;No. 2019D016);陕西省科技计划研究项目(No. 2020JQ-396);教育部人文社会科学基金(No. 18YJC630168)

第一作者简介:张建斌,男,副教授,博士,研究方向为统计方法应用, E-mail: zhangjb@chd.edu.cn; 通信作者:王超,男,副教授,博士, E-mail: wangchao@chd.edu.cn

网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20210309.1729.002.html>

从而减少外卖配送员送餐高峰时段配送压力,减少交通违法的策略。据 2019 年 3~4 月针对西安市外卖消费者的调研发现,70%的被调研者支持分级配送,但考虑到分级配送策略实施初期可能需要政策的扶持,故本文提出综合考虑政府、外卖配送企业、消费者三方利益的外卖分级配送政府补贴机制,即政府为促进分级配送的推行对选择分级配送的消费者予以补贴,在减少消费者优先配送费用压力的同时,促进分级配送策略的实施,进而从根源上达到缓解外卖配送交通事故频发的管控目标;在数理分析的基础上构建了包含政府、外卖配送企业、消费者的三方博弈模型来验证外卖分级配送政府补贴机制的可行性并测算政府最优的补贴水平;为提出减少外卖配送交通违法的策略、减少城市交通安全事故发生率提供理论参考。

1 博弈关系的建立及相关假定

1.1 博弈关系的建立

在外卖市场上,配送企业、消费者和政府三方参与者之间存在明显的利益博弈。配送企业通过调整配送质量(指时间、包装完好程度等)和配送价格扩大市场份额,实现利润最大化 $\max \pi$;外卖作为一项服务,消费者 θ 通过在不同价格 p 和质量 s 之间的选择,实现效用最大化;政府作为市场的监管者,出台管控外卖配送交通违法的政策直接或间接的影响城市交通环境和社会福利 $\max SW(\beta)$ 。假设参与主体的策略选择与动态调整均符合理性原则,且掌握的信息是充分的。具体博弈关系如图 1 所示。

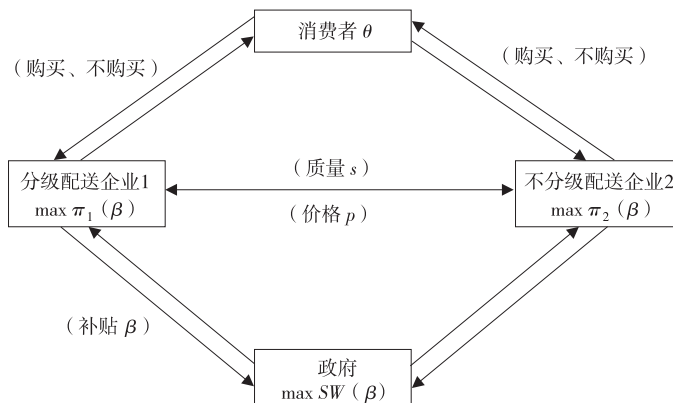


图 1 外卖配送市场参与主体间的博弈关系

Fig. 1 Game relationship between participants in the food delivery market

1.2 外卖配送市场上双寡头竞争博弈模型的基本假定

消费者 θ 参与博弈的行为选择包括:不购买外卖、购买不分级配送外卖、购买分级配送外卖 3 种,决策变量为配送的质量 s 和价格 p ,决策目标是使自身效用 U 最大化。其中: θ 表示消费者对外卖质量的偏好程度,取值越大表示购买者越倾向于购买质量越高的外卖。参考梯若尔^[14]对质量偏好的定义,本文假设 θ 在 $[0,1]$ 上服从均匀分布。

配送企业通过提供外卖配送服务,达到自身利润 π 最大化。市场博弈行为表现为通过调整配送质量 s 和价格 p ,扩大市场份额,实现利润 π 最大化。同时,假定分级配送企业 1 生产任何一单位的产品成本为 c ,不分级配送企业 2 生产任何一单位的产品成本为 0。

政府参与市场博弈主要表现在对购买分级配送的消费者给予补贴。为促进外卖行业发展并改善外卖配送交通违法行为频发的现状,促进形成井然有序的交通环境,政府可考虑外卖实施分级配送补贴政策,政府同时持有促进外卖行业发展和提升社会福利两个目标。以最大化的外卖配送购买量 G 来衡量政府外卖行业发展目标;政府的政策选择还应该从整个社会经济福利的角度来考量,以最大化社会福利指标 SW 来衡量社会福利目标。在外卖配送市场博弈中,政府通过调整分级配送补贴 β 来实现外卖配送购买量或者社会福利的最大化。实施分级配送补贴后价格为 $(1-\beta)p_1$,其中 p_1 为分级配送外卖的配送价格。

假设具有高 θ 的消费者偏向购买分级配送产品,低 θ 的消费者购买不分级配送产品。

综上,外卖配送市场博弈参与人的行动集合可以表示为:外卖配送购买者的行动集合为{不购买外卖,购买部分及配送外卖,购买分级配送外卖},企业 1 的行动集合为 $\{(s_1, p_1), s_1 \geq 0, p_1 \geq 0\}$;企业 2 的行动集合为 $\{(s_2,$

$p_2), s_2 \geq 0, p_2 \geq 0\}$;政府的行动集合为 $\{\beta, 0 \leq \beta \leq 1\}$ 。

2 博弈模型构建与均衡分析

假设分级配送企业1是质量的决定者,在确定了配送质量 s_1 后,不分级配送企业选择其质量水平 s_2 ,假定 $s_1=1, s_2=s, 1-s$ 为两企业产品的质量差异, $1-s$ 越大,二者质量差异越大,反之差异越小, $s=0$ 表示不存在不分级配送的情况, $s=1$ 表示两者质量完全相同,后两种属于极端的情况。

最核心的博弈是分级配送和不分级配送策略间的博弈,消费者和政府的行动建立在该博弈的基础之上。分级配送企业处于领先地位,可通过动态调整配送质量和价格实现利润最大化;不分级配送企业是技术追随者,配送价格调整空间有限。此外,政府政策具有较强的稳定性,补贴水平在一定时期内保持不变,这为企业分级配送提供了博弈背景。基于此,构建了考虑产品质量差异的外卖配送市场两阶段序贯博弈:第一阶段,政府设定补贴水平 β ;第二阶段,两企业选择产品质量水平和价格实现利润最大化。

参考Mussa等人^[15]对产品质量和消费者效用的经典设定,收入水平为 y 且质量偏好类型为 θ 的外卖消费者的效用函数 U 和消费者剩余 V 分别为:

$$U = \begin{cases} y - (1-\beta)p_1 + \theta s_1, & \text{购买分级配送外卖} \\ y - p_2 + \theta s_2, & \text{购买不分级配送外卖} \\ y, & \text{不购买外卖} \end{cases}, V = \begin{cases} \theta s_1 - (1-\beta)p_1, & \text{购买分级配送外卖} \\ \theta s_2 - p_2, & \text{购买不分级配送外卖} \\ 0, & \text{不购买外卖} \end{cases}。$$

存在两个边际外卖消费者偏好 θ_1 和 θ_2 , θ_1 表示购买不分级与分级配送获得相同的消费者剩余, θ_2 表示购买不分级配送与不购买外卖获得相同的消费者剩余,它们的取值满足:

$$\theta_1 s_1 - (1-\beta)p_1 = \theta_1 s_2 - p_2 \rightarrow \theta_1 = \frac{(1-\beta)p_1 - p_2}{1-s}, \theta_2 s_2 - p_2 = 0 \rightarrow \theta_2 = \frac{p_2}{s}。$$

假定外卖配送市场的购买需求足够大,市场未被完全覆盖,则两企业的市场需求函数分别为:

$$D_1(p_1, p_2) = \int_{\theta_1}^1 1 d\theta = 1 - \theta_1 = 1 - \frac{(1-\beta)p_1 - p_2}{1-s},$$

$$D_2(p_1, p_2) = \int_{\theta_2}^{\theta_1} 1 d\theta = \theta_1 - \theta_2 = \frac{(1-\beta)p_1 - p_2}{1-s} - \frac{p_2}{s},$$

两企业通过选择不通过的价格水平,实现自身利润最大化,根据假定可得两企业的利润函数分别为:

$$\pi_1 = (p_1 - c) \times D_1(p_1, p_2) = (p_1 - c) \times 1 - \frac{(1-\beta)p_1 - p_2}{1-s},$$

$$\pi_2 = p_2 \times D_2(p_1, p_2) = p_2 \times \left[\frac{(1-\beta)p_1 - p_2}{1-s} - \frac{p_2}{s} \right],$$

对于两阶段完全信息动态博弈,采用逆向归纳法求解子博弈精炼纳什均衡,两企业最大化利润的条件为:

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial p_2} = 1 - \frac{(1-\beta)(2p_1 - c) - p_2}{1-s}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial p_1} = \frac{(1-\beta)p_1 - 2p_2}{1-s} - \frac{2p_2}{s}。 \quad (2)$$

联立(1),(2)两式求解,为表达简便,令 $1-\beta=m, 1-s=n$,博弈均衡结果为:

$$p_1 = \frac{2n+2mc}{m(n+3)}, p_2 = \frac{(1-n)(n+mc)}{(n+3)},$$

$$D_1(p_1, p_2) = \frac{(2+m-n)n - mc(1+n)}{n(m+3)}, D_2(p_1, p_2) = \frac{(mc+n)(3+n+n^2 - mn)}{n(m+3)(n+3)},$$

$$\pi_1 = -\frac{[(2+m-n)n - mc(1+n)][mc(3+n) - 2(mc+n)]}{m(3+m)n(3+n)}, \pi_2 = -\frac{(n-1)(mc+n)^2(3-mn+n+n^2)}{(3+m)n(3+n)^2}。$$

消费者剩余由购买分级配送和不购买分级配送的消费者剩余构成:

$$CS = \frac{1}{2n^2(3+m)^2(3+n)^2} \{ n(3+m)[mc^2(6+(17+m)n - n^2(m-7) + 2n^2) + 2mnc(11n-12+9n^2 - m(6+n+n^2) + n(m^2(3+n)2) + m(27+6n-n^2) + n(5n-30+9n^2))] + (3+4n+n^2)2(mc+n)2(1-m-n) \}。$$

3 政府最优策略选择

考虑政府的最优策略,即在外卖配送购买量最大化和社会福利最大化条件下补贴水平 β 的确定。

3.1 外卖配送购买量最大化目标

政府实施外卖分级配送补贴的目标之一是促进外卖产业的发展,在此目标下,外卖购买量由不分级和分级配送购买量两部分构成,考虑到质量的差异,用质量水平为权重进行加权,最大化的外卖购买量为:

$$G = q_1 s_1 + q_2 s_2 = q_1 + q_2 s = \frac{1}{(3+m)(3+n)n} [-m^2 nc + 9n + 3mn - 6mnc + m^2 n^2 c - 3n^2 - mcn^2 + mn^3 - n^3 - mcn^3 - n^4]。 \quad (3)$$

鉴于(3)式的复杂性,很难通过求导得出最优补贴 β 的函数式,故使用数值模拟求解,假定政府有 10 种行动方案,模拟结果见表 1。

表 1 不同补贴水平下最大化的外卖购买量
Tab. 1 Maximizing food purchases at different subsidy levels

方案编号	β	$s=0$	$s=0.1$	$s=0.2$	$s=0.3$	$s=0.4$	$s=0.5$	$s=0.6$	$s=0.7$	$s=0.8$	$s=0.9$
1	0	-1	-0.953	-0.910	-0.873	-0.840	-0.813	-0.790	-0.773	-0.760	-0.753
2	0.1	-0.897	-0.846	-0.798	-0.758	-0.721	-0.688	-0.660	-0.636	-0.617	-0.603
3	0.2	-0.789	-0.735	-0.684	-0.638	-0.596	-0.559	-0.526	-0.496	-0.471	-0.449
4	0.3	-0.676	-0.617	-0.563	-0.514	-0.468	-0.425	-0.387	-0.352	-0.321	-0.293
5	0.4	-0.556	-0.494	-0.437	-0.383	-0.333	-0.287	-0.244	-0.204	-0.167	-0.132
6	0.5	-0.429	-0.364	-0.304	-0.247	-0.193	-0.143	-0.095	-0.050	-0.008	0.033
7	0.6	-0.294	-0.227	-0.164	-0.104	-0.047	0.007	0.059	0.108	0.156	0.202
8	0.7	-0.152	-0.083	-0.017	0.046	0.106	0.164	0.219	0.273	0.325	0.376
9	0.8	0	0.071	0.139	0.204	0.267	0.327	0.386	0.443	0.500	0.556
10	0.9	0.161	0.234	0.303	0.371	0.435	0.499	0.560	0.621	0.681	0.742

由表 1 可知,当质量差异水平给定时,最大化的外卖购买量随补贴水平的提高而增加,即政府在使用方案 10 的时候外卖购买量最大,表明政府追求外卖购买量最大化的目标时应加大补贴力度,以支持外卖行业的发展。

3.2 社会福利最大化目标

政府的最优策略是使得社会福利达到最大化的条件下的最优补贴水平 β ,社会福利最大化的目标函数由两外卖配送企业的利润与消费者剩余之和减去补贴支出后的净收益构成,具体表达式如下:

$$SW(\beta) = \pi_1(m, n) + \pi_2(m, n) + CS(m, n) - \beta p_2 D_2(m, n) = \frac{1}{2(3+m)^2 n^2 (3+n)^2} (54mnc^2 + 18nc^2 m^2 + 22m^2 c^2 n^2 - 108cn^2 + 81mn^2 - 90cmn^2 + 54m^2 n^2 - 18cm^2 n^2 + 9m^3 n^2 + 90mc^2 n^2 - 9m^2 c^2 n^2 + m^3 c^2 n^2 - 24cm^2 n^3 - 2cm^3 n^3 + 20m^2 c^2 n^3 + m^3 c^2 n^3 - 18cn^3 + 54mn^3 - 42cmn^3 + 36m^2 n^3 + 6m^3 n^3 - 18mcn^3 + 51mc^2 n^3 + 3mn^4 + 5m^2 n^4 + 10cm^2 n^4 + 2cm^3 n^4 - 9n^4 + 24cn^4 + 2cmn^4 + m^3 n^4 + 18mcn^4 + 6mc^2 n^4 + 2c^2 m^2 n^4 + 6mn^5 + m^2 n^5 + 9n^5 + 6cn^5 + 2cmn^5 + 33(mc+n)2(1-m-n) + 30n^2(mc+n)2(1-m-n) + n^4(mc+n)2(1-m-n))。$$

同样考虑到结果的复杂性,很难通过求导得到最优的补贴水平的函数公式,采用数值模拟分析政府的最优策略。因尚未实行过此类分级配送补贴,故假定分级配送补贴水平 β 和质量差异 s 均在 $[0, 1]$ 内离散均匀取值,间隔为 0.1,政府有 10 个行动方案,假定成本 $c=3$,数值模拟结果见表 2。

表 2 给出了政府不同补贴方案对应的最优社会福利的模拟结果。可以发现整体政府的补贴水平不太高,未超过 0.4,且政府策略选择与产品质量差异负相关。当产品质量差异大,产品的替代性很差时, $0 \leq s \leq 0.1$ 时,高 ($\beta=0.4$) 补贴是政府的最优策略选择,单纯依靠市场自我调节很难实现社会福利最大化,政府应积极干预市场,

加大对分级配送外卖企业的扶持力度;当产品之间有一定的差异, $0.2 \leq s \leq 0.5$ 时,中等($0.2 \leq \beta \leq 0.3$)补贴水平是政府的最优策略选择,此时政府应适当干预市场;当质量非常接近,产品替代性很高时, $0.6 \leq s \leq 0.9$,低($\beta = 0.1$)补贴是政府的最优策略,此时政府应减少干预,充分发挥市场的作用。结果表明,政府为使社会福利最大化,在制定分级配送补贴水平时,要充分考虑两企业产品之间质量差异。

表 2 不同补贴水平下最优化社会福利
Tab. 2 Optimized social welfare under different subsidy levels

方案编号	β	$s=0$	$s=0.1$	$s=0.2$	$s=0.3$	$s=0.4$	$s=0.5$	$s=0.6$	$s=0.7$	$s=0.8$	$s=0.9$
1	0.1	1	1.268	1.585	1.973	2.472	3.152	4.155	5.808	9.096	18.941
2	0.2	1.145	1.406	1.711	2.089	2.578	3.249	4.244	5.891	9.181	19.050
3	0.3	1.242	1.482	1.770	2.130	2.560	3.249	4.218	5.831	9.062	18.782
4	0.4	1.272	1.490	1.755	2.088	2.529	3.143	4.066	5.612	8.722	18.101
5	0.5	1.230	1.421	1.655	1.954	2.354	2.919	3.775	5.219	8.138	16.971
6	0.6	1.106	1.261	1.457	1.713	2.062	2.561	3.328	4.632	7.286	15.345
7	0.7	0.880	0.993	1.142	1.345	1.630	2.048	2.701	3.827	6.136	13.179
8	0.8	0.515	0.578	0.672	0.812	1.021	1.342	1.859	2.766	4.645	10.405
9	0.9	-0.080	-0.078	-0.048	0.020	0.144	0.357	0.719	1.374	2.744	6.933
10	1	-1.332	-1.409	-1.452	-1.455	-1.405	-1.282	-1.052	-0.634	0.207	2.623

根据外卖配送购买量最大化和社会福利最大化目标下政府的策略选择及结果,可得如下命题:在对分级配送实施购买补贴的情况下,追求外卖购买量最大化目标时应加大政府补贴力度;追求社会福利目标时,政府的策略选择与两企业提供的配送服务的质量差异大小相关,最优策略并不稳定。

4 政府补贴和质量差异对企业利润的影响

实施分级配送政府补贴后,对两企业的影响是考察补贴是否可行要考虑的问题,运用数值模拟方法,模拟不同补贴水平和质量差异水平对两企业均衡时利润的影响。

图 2 是质量差异分别为 0.2,0.4,0.6,0.8,1 时不同分级配送补贴水平对企业 1 利润的影响。从图 2 可以看出,当质量差异给定时,企业 1 的利润随补贴水平的增加而提高;当补贴水平给定时,企业 1 的利润在补贴小于 0.2 之前表现出明显的随质量差异的增大而增加,补贴水平大于 0.2 之后,企业 1 的利润随质量差异的增大而下降,整体来看补贴水平越高,质量差异越小,企业 1 的利润越大。

图 3 是质量差异分别为 0.1,0.3,0.5,0.7,0.9 时不同分级配送补贴水平对企业 2 利润的影响,由图可以看出,当质量差异给定时,企业 2 的利润随补贴的增加而下降;当补贴水平给定时,企业 2 的利润随质量差异的增大而下降,质量差异越小,企业 2 的利润越大。

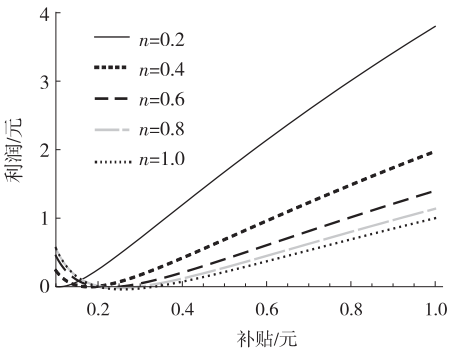


图 2 补贴对企业 1 利润的影响

Fig. 2 The impact of subsidies on the profits of enterprise 1

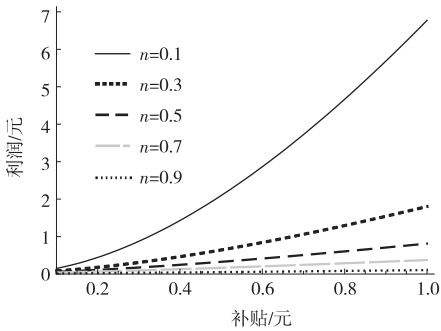


图 3 补贴对企业 2 利润的影响

Fig. 3 The impact of subsidies on the profits of enterprise 2

5 结论

1) 仿真发现政府追求外卖行业发展目标时,应加大对分级配送的补贴力度,根据测算政府可将补贴水平定在高补贴水平($0.7 \leq \beta \leq 0.9$)支持外卖行业的发展。

2) 实施分级配送补贴政策,能够改变社会福利,但不同的补贴水平下社会福利不同。据测算,不同产品质量差异情况下,社会福利最大时的政府分级配送补贴均未超过 0.4,且补贴水平与产品质量差异负相关,产品越接近补贴水平越低,产品差异越大补贴水平越高。分级与不分级配送质量差异越大,补贴水平越高,企业的利润越高。

3) 根据分级配送的概念和博弈均衡的结果可知,实施外卖分级配送政府补贴可以提高外卖配送员收入,进而减少配送员违法行为,并提高社会福利。

4) 文中研究将参与博弈的三方主体假定为完全理性,且信息是完全的,因此,进一步的研究应考虑博弈主体的不完全理性,构建多阶段的博弈模型,研究实施外卖分级配送政府补贴减少交通违法的可行性。

参考文献:

- [1] 艾媒网. 2018—2019 年中国在线外卖行业研究报告[EB/OL]. (2019-04-30)[2021-01-25]. <https://www.iimedia.cn/c400/64223.html>.
IiMedia. 2018—2019 China online food delivery industry research report[EB/OL]. (2019-04-30)[2021-01-25]. <https://www.iimedia.cn/c400/64223.html>.
- [2] 叶琳,卢辉忠. 关于外卖行业电动自行车交通安全的分析[J]. 道路交通管理, 2018(7): 28-30.
YE L, LU H Z. Analysis on traffic safety of electric bicycles in food delivery industry[J]. Road Traffic Management, 2018(7): 28-30.
- [3] 百度文库. 2018 年美团外卖产品分析报告[EB/OL]. [2021-01-25]. <https://wenku.baidu.com/view/c0581a54876fb84ae45c3b3567ec102de2bddf20.html>.
Baidu Wenku. 2018 Meituan food product analysis report[EB/OL]. [2021-01-25]. <https://wenku.baidu.com/view/c0581a54876fb84ae45c3b3567ec102de2bddf20.html>.
- [4] 搜狐网. 西安交警公布上个月快递外卖行业交通违法[EB/OL]. (2019-12-17)[2020-09-15]. http://www.sohu.com/a/361046473_348961.
Sohu. Xi'an traffic police announced traffic violations in express takeaway industry last month[EB/OL]. (2019-12-17)[2020-09-15]. http://www.sohu.com/a/361046473_348961.
- [5] 蔡长春. 各地整治外卖车辆违法招频出[J]. 政府法制, 2017(28): 34-35.
CAI C C. Couplings of illegal take-out vehicles in various regions are frequent[J]. Government Legal System, 2017(28): 34-35.
- [6] 殷海涛. 郑州: 推进电动自行车上牌管理多部门联合整治交通违法行为[J]. 电动自行车, 2018(8): 21-22.
YIN H T. Zhengzhou: promote the management of electric bicycle listing and multi-department joint rectification of traffic illegal actions[J]. Electric Bicycle, 2018(8): 21-22.
- [7] 李志豪. 外卖骑手违反交规有据可罚: 浦东公安分局实施“智慧化交通管理”[J]. 浦东开发, 2018(3): 47.
LI Z H. Food delivery riders are punishable for violation of traffic regulations: Pudong Public Security Bureau implements “Smart Traffic Management” [J]. Pudong Development, 2018(3): 47.
- [8] BAI L, LIU P, CHEN Y G, et al. Comparative analysis of the safety effects of electric bikes at signalized intersections[J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2013, 20: 48-54.
- [9] 马国忠, 明士军, 吴海涛. 电动自行车安全特性分析[J]. 中国安全科学学报, 2006(4): 48-52.
MA G Z, MING S J, WU H T. Analysis of safety characteristics of electric bicycles[J]. Journal of China Safety Science, 2006(4): 48-52.
- [10] 王涛, 黎文皓, 李文勇. 电动自行车交通事故严重程度影响因素分析[J]. 广西大学学报(自然科学版), 2017, 42(6): 2080-2088.
WANG T, LI W H, LI W Y. Analysis of factors influencing the severity of electric bicycle traffic accidents[J]. Journal of Guangxi University (Natural Science), 2017, 42(6): 2080-2088.
- [11] 张凡, 吕卉燕, 沈小燕, 等. 计划行为理论下外卖配送员闯红灯行为研究[J]. 中国安全科学学报, 2019, 29(5): 1-6.
ZHANG F, LU H T, SHEN X Y, et al. Study on the Red-Light behavior of food delivery persons under the planned behavior theory[J]. Chinese Journal of Safety Science, 2019, 29(5): 1-6.

- [12] 赵永强, 马骏, 黄靖博, 等. 外卖骑手交通违法倾向影响因素分析[J]. 交通工程, 2019, 19(1): 57-61.
ZHAO Y Q, MA J, HUANG J B, et al. Analysis of influencing factors on traffic illegal tendency of food delivery rider[J]. Transportation Engineering, 2019, 19(1): 57-61.
- [13] 王雅坤, 卢昕玮, 陈巧丽, 等. 外卖配送公共交通违法行为影响因素分析[J]. 中国安全生产科学技术, 2019, 15(12): 169-174.
WANG Y K, LU X W, CHEN Q L, et al. Analysis of the influencing factors of illegal behaviors in public transport in food delivery[J]. China Safety Science and Technology of Production, 2019, 15(12): 169-174.
- [14] 梯诺尔 J. 产业组织理论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2015.
TINORE J. Theory of industrial organization[M]. Beijing: Renmin University of China Press, 2015.
- [15] MUSSA M, ROSEN S. Monopoly and product quality[J]. Journal of Economic Theory, 1978, 18(2): 301-317.

Operations Research and Cybernetics

Research on Government Subsidy Mechanism of Food Delivery Based on Tripartite Game

ZHANG Jianbin, ZHOU Luhao, WANG Chao

(School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710016, China)

Abstract: [Purposes] In order to reduce the traffic violations of food delivery staff, build a harmonious and orderly urban traffic environment, and explore the feasibility of a government subsidy mechanism for tiered food delivery. [Methods] With the help of questionnaire survey method, the situation of food delivery in Xi'an was investigated, and the tripartite game theory was used to construct a game model involving the government, food delivery companies and consumers. Through parameter analysis and numerical simulation, the proposed government subsidies for tiered delivery of food delivery. The feasibility of the mechanism is used to alleviate the illegal traffic of food delivery. [Findings] Government subsidies can improve social welfare and reduce the traffic violations of food delivery staff. However, the government's optimization strategy is related to the quality difference of delivery products. When the quality difference is large, the government can't intervene and give full play to the flexibility of the food delivery market; if the quality difference is small, the government should adopt a higher subsidy rate to achieve the goal of maximizing social welfare. [Conclusions] It's the first time that the traffic safety issue of food delivery is the focus of research. The internal causes are analyzed, the graded delivery mechanism in the field of food delivery is proposed, and the feasibility and equilibrium results of the classic tripartite game model are analyzed for reference. The field has a certain degree of innovation.

Keywords: food delivery staff; traffic violations; food graded delivery; government subsidy mechanism; tripartite game

(责任编辑 许 甲)