中国统计科学学报
Journal of Chinese Statistical Sciences
2025 年第 03 卷第 03 期
Vol. 03, No. 03, 2025

SCIENCE FOOTPRINT PRESS

研究性论文
http://www.scifootprint.com/JCSS/index.html

基于委托-代理理论的出行者激励机制研究

祁小花[1]，肖海燕[2]，吴新林[2,*]

（1. 湖北第二师范学院教育科学学院，武汉 430205；
2. 湖北第二师范学院数学与统计学院，武汉 430205）

摘要：城市交通系统运行中的突出矛盾体现为路网交通流分布不均衡，以及出行者所能掌握的实时路况信息不足。在此背景下，如何有效引导车辆分流，提高出行者对诱导路径的依从性，已成为当前交通管理领域的核心挑战。本文基于委托-代理理论框架，将政府视为委托人，出行者作为代理人，研究路径诱导接受率的提升机制。通过建立数学模型分析政府政策对出行者行为的激励效果，探讨提高诱导接受率的有效途径。研究结果表明，通过合理的激励机制设计，可显著提升出行者的路径诱导接受率，为城市交通管理提供理论依据和实践指导。

关键词：交通工程；交通流诱导；委托-代理理论；诱导接受率；激励机制

DOI：10.48014/jcss.20250909004

引用格式：祁小花，肖海燕，吴新林．基于委托-代理理论的出行者激励机制研究[J]．中国统计科学学报，2025，3(3)：43-48.

1 引言

城市交通系统运行中的一个主要矛盾，是路网中交通流量分布存在显著不均衡，同时出行者能够获取的实时路况信息较为有限，多数出行决策仍依赖于个人经验或即时交通状况，这种分散化的路径选择行为加剧了路网拥堵。因此，如何科学引导车辆向分流路径转移，增强出行者对诱导信息的信任与采纳意愿，并确保其实际行驶行为与诱导方案一致，已成为改善交通效率的重要研究方向[1]。交通诱导策略的关键在于生成系统最优的疏散路径，以实现拥堵车辆的快速疏导，从而减少因交通阻塞导致的经济成本与社会负面效应[2,3]。传统路径优化方法通常以行程时间最小或距离最短为核心目标[4]。

当前，提升交通诱导接受率已成为该领域研究的关键难题，其核心在于所提供的路径方案能否切实契合出行者的实际需求。为此，学者们逐渐重视引入出行者行为特征以深化相关分析。例如，马东超等[5]在综合考虑时间与距离因素的基础上，重新构建了车辆综合开销指标，并将因遵循诱导信息而产生的额外开销作为动态交通分配模型的约束条件，借助一种启发式免回溯算法降低计算复杂度，同时对该方法的近似比进行了理论分析。另有研究从出行方式选择的角度出发[6]，运用演化博弈理论与 Logit 模型解析出行者决策机制。涂强[7]则将出行者按风险态度分为规避型、中立型与偏好型三类，借助正态分布描述路段行程时间的随机特性，并分别建立了基于出行时间预算、超额出行时间及低额出行时间的路径决策模型，以探讨不同风险偏好下的用户路径选择行为。现实交通中[8,9]，出行者通常对时间与距离同时存在较高要求，其对诱导路径的偏好程度直接影响诱导接受效果。基于实际调研，龚奏等[10]将出行需求大致总结为三类：最

* 通讯作者 Corresponding author：吴新林，stxywxl966@163.com

收稿日期：2025-09-09； 录用日期：2025-09-12； 发表日期：2025-09-28

基金项目：湖北省高等学校优秀中青年科技创新团队计划项目（T2022034）。

短时间、最短距离，或时间与距离均较短的综合最优。

现有研究在利用激励机制提升出行者接受诱导的意愿方面尚显不足[11]。有鉴于此，并考虑到政策制定者与出行者之间存在信息不对称的现实背景，本文引入委托-代理理论框架，以分析诱导路径被采纳的概率及其内在机制。在该模型中，政府作为委托人负责设计激励政策，而出行者作为代理人则根据政策信息调整自身路径选择行为。政府的目标是通过构建有效的激励机制，促使出行者更倾向于遵循诱导方案，最终实现系统整体诱导接受率的提升。

2 模型建立

2.1 基本假设

假设 1：考虑存在两种类型的出行者，其努力程度可用向量 $k=(k_1,k_2)$，其中 $k_i(i=1,2)$ 代表第 i 类出行者接受诱导并转移路径的比例。政府的收益函数 $B(k)$ 是严格递增的凹函数，而出行者因付出努力所承担的成本 $C(k)$ 为严格递增的凸函数。出行者行为所带来的产出表示为 $\pi=\mu(k)+\varepsilon$，其中 $\pi=(\pi_1,\pi_2)$，$\mu=(\mu_1,\mu_2)$，$\pi_i(i=1,2)$ 表示第 i 类出行者对应的产出，$\mu_i:R_+^2\to R^2$ 为凹的效用函数；随机项 $\varepsilon=(\varepsilon_1,\varepsilon_2)$ 服从正态分布，满足 $\varepsilon_i\in N(0,\delta_i^2)(i=1,2)$。

假设 2：假设所有出行者均表现为风险规避，且其效用函数呈恒定绝对风险规避特征。设定努力成本函数为二次型：

$$C(k)=\frac{1}{2}b_1k_1^2+\frac{1}{2}b_2k_2^2,$$

式中，$b_1,b_2>0$ 为成本系数。出行者所获报酬设定为线性合约形式：

$$s(\pi)=\alpha+\beta_1\pi_1+\beta_2\pi_2。$$

假设 3：假定政府为风险中性，其收益取决于两类出行者的路径转移比例，借助 Cobb-Douglas 生产函数形式将其表述为：

$$B(k)=A\pi_1^{\gamma}\pi_2^{1-\gamma},$$

式中，$A>0$ 为技术水平参数，$\gamma\in(0,1)$ 为产出弹性系数。

2.2 模型构建

代理人的确定性等价收入可表示为：

$$CE=\alpha+\beta_1\mu_1(k)+\beta_2\mu_2(k)-\frac{1}{2}\rho\beta_1^2\delta_1^2-\frac{1}{2}\rho\beta_2^2\delta_2^2-\frac{1}{2}b_1k_1^2-\frac{1}{2}b_2k_2^2 \quad (1)$$

式中，$\alpha+\beta_1\mu_1(k)+\beta_2\mu_2(k)$ 表示期望收益，ρ 为绝对风险规避系数，$\frac{1}{2}\rho\beta_1^2\delta_1^2+\frac{1}{2}\rho\beta_2^2\delta_2^2$ 为风险成本。委托人的期望收益为：

$$Ak_1^{\gamma}k_2^{1-\gamma}-\alpha-\beta_1\mu_1(k)-\beta_2\mu_2(k) \quad (2)$$

代理人的激励相容约束要求其选择的行为 k^* 满足

$$k^*\in\operatorname{argmax}\{\alpha+\beta_1\mu_1(k)+\beta_2\mu_2(k)-\frac{1}{2}\rho\beta_1^2\delta_1^2-\frac{1}{2}\rho\beta_2^2\delta_2^2-\frac{1}{2}b_1k_1^2-\frac{1}{2}b_2k_2^2\} \quad (3)$$

代理人还具有保留效用 $\bar{\omega}$，即其拒绝合约时所能获得的最高期望收益。因此，代理人接受合约需满足其确定性等价收入不低于 $\bar{\omega}$，同时通过选择最优行为以最大化自身期望效用。基于以上设定，委托-代理模型可表述为如下优化问题：

$$\max Ak_1^{\gamma}k_2^{1-\gamma}-\alpha-\beta_1\mu_1(k)-\beta_2\mu_2(k) \quad (4)$$

s. t.

$$\alpha+\beta_1\mu_1(k)+\beta_2\mu_2(k)-\frac{1}{2}\rho\beta_1^2\delta_1^2-\frac{1}{2}\rho\beta_2^2\delta_2^2-\frac{1}{2}b_1k_1^2-\frac{1}{2}b_2k_2^2\geqslant\bar{\omega} \quad (5)$$

$$k^*\in\operatorname{argmax}\{\alpha+\beta_1\mu_1(k)+\beta_2\mu_2(k)-\frac{1}{2}\rho\beta_1^2\delta_1^2-\frac{1}{2}\rho\beta_2^2\delta_2^2-\frac{1}{2}b_1k_1^2-\frac{1}{2}b_2k_2^2\} \quad (6)$$

其中，(5)式为参与约束，$\bar{\omega}$ 为保留效用水平，(6)式为激励相容约束。

3 模型求解与分析

3.1 最优契约求解

根据委托-代理理论，委托人期望实现的最优努力水平需同时满足代理人的激励相容约束。因此，首先对代理人的期望效用最大化问题（即原式(3)）进行求解。设 $\mu(k)=k$，即 $\pi_i=k_i+\varepsilon_i(i=1,2)$。令

$$CE=\alpha+\beta_1k_1+\beta_2k_2-\frac{1}{2}\rho\beta_1^2\delta_1^2-\frac{1}{2}\rho\beta_2^2\delta_2^2-\frac{1}{2}b_1k_1^2-\frac{1}{2}b_2k_2^2 \quad (7)$$

对 k_i 求偏导并令其为零,得:

$$\beta_i = b_i k_i \quad (i=1,2)$$

进一步,在委托人问题中,由于理性委托人不会向代理人支付超过其保留效用的报酬,参与约束(原式(5))在最优情况下将以等式形式成立。因此,原模型可转化为如下约束优化问题:

$$\max\psi(\beta) = A k_1^{\gamma} k_2^{1-\gamma} - \alpha - \beta_1 k_1 - \beta_2 k_2 \quad (8)$$

s. t.

$$\alpha + \beta_1 k_1 + \beta_2 k_2 - \frac{1}{2}\rho\beta_1^2\delta_1^2 - \frac{1}{2}\rho\beta_2^2\delta_2^2 - \frac{1}{2}b_1 k_1^2 - \frac{1}{2}b_2 k_2^2 = \bar{\omega} \quad (9)$$

$$k^* = \frac{\beta_i}{b_i}(i=1,2) \quad (10)$$

将(9)、(10)式代入(8),得:

$$\max\psi(\beta) = A\left(\frac{\beta_1}{b_1}\right)^{\gamma}\left(\frac{\beta_2}{b_2}\right)^{1-\gamma} - \frac{1}{2}\rho\beta_1^2\delta_1^2 - \frac{1}{2}\rho\beta_2^2\delta_2^2 - \frac{1}{2}b_1\left(\frac{\beta_1}{b_1}\right)^2 - \frac{1}{2}b_2\left(\frac{\beta_2}{b_2}\right)^2 - \bar{\omega} \quad (11)$$

关于 β 求导并令其为零,得:

$$\frac{\partial\psi(\beta)}{\partial\beta_1} = \frac{A}{b_1}\gamma\left(\frac{\beta_1}{b_1}\right)^{\gamma-1}\left(\frac{\beta_2}{b_2}\right)^{1-\gamma} - \frac{\beta_1}{b_1} - \rho\beta_1\delta_1^2 = 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial\psi(\beta)}{\partial\beta_2} = \frac{A}{b_2}(1-\gamma)\left(\frac{\beta_1}{b_1}\right)^{\gamma}\left(\frac{\beta_2}{b_2}\right)^{-\gamma} - \frac{\beta_2}{b_2} - \rho\beta_2\delta_2^2 = 0 \quad (13)$$

(12)与(13)相除,得:

$$\frac{\beta_1}{\beta_2} = \left(\frac{\gamma}{1-\gamma}\cdot\frac{b_1+\rho b_1 b_2\delta_2^2}{b_2+\rho b_1 b_2\delta_1^2}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (14)$$

解得:

$$\beta_1 = A\gamma\frac{1}{b_1^{\gamma-1}b_2^{1-\gamma}(1+\rho b_1\delta_1^2)}\times\left(\frac{\gamma}{1-\gamma}\cdot\frac{b_1+\rho b_1 b_2\delta_2^2}{b_2+\rho b_1 b_2\delta_1^2}\right)^{\frac{1}{2}(\gamma-2)}$$

$$\beta_2 = A\gamma\frac{1}{b_1^{\gamma-1}b_2^{1-\gamma}(1+\rho b_1\delta_1^2)}\times\left(\frac{\gamma}{1-\gamma}\cdot\frac{b_1+\rho b_1 b_2\delta_2^2}{b_2+\rho b_1 b_2\delta_1^2}\right)^{\frac{1}{2}(\gamma-1)}$$

3.2 比较静态分析

令 $Y=\frac{\beta_1}{\beta_2}$,有如下分析:

(1)当

$$\frac{\partial Y}{\partial b_1} = \frac{1}{2}\frac{\gamma}{1-\gamma}\frac{b_2(1+\rho b_2\delta_2^2)}{(b_2+\rho b_1 b_2\delta_1^2)^2}\times\left(\frac{\gamma}{1-\gamma}\frac{b_1+\rho b_1 b_2\delta_2^2}{b_2+\rho b_1 b_2\delta_1^2}\right)^{-\frac{1}{2}} > 0$$

即 $\frac{\beta_1}{\beta_2}$ 随 b_1 增大而增大,表明当第一类出行者努力成本系数增加时,政府对第一类出行者的激励强度相对于第二类的激励强度要强;当

$$\frac{\partial Y}{\partial b_2} = \frac{1}{2}\frac{\gamma}{1-\gamma}\frac{-b_1(1+\rho b_1\delta_1^2)}{(b_2+\rho b_1 b_2\delta_1^2)^2}\times\left(\frac{\gamma}{1-\gamma}\frac{b_1+\rho b_1 b_2\delta_2^2}{b_2+\rho b_1 b_2\delta_1^2}\right)^{-\frac{1}{2}} < 0$$

即 $\frac{\beta_1}{\beta_2}$ 随 b_2 增大而减小,表明当第二类出行者努力成本系数增加时,政府对第二类出行者的激励强度相对于第一类的激励强度要强。

(2)根据偏导数表达式:

$$\frac{\partial Y}{\partial\rho} = \frac{1}{2}\frac{\gamma}{1-\gamma}\frac{b_1 b_2(b_2\delta_2^2-b_1\delta_1^2)}{(b_2+\rho b_1 b_2\delta_1^2)^2}\times\left(\frac{\gamma}{1-\gamma}\frac{b_1+\rho b_1 b_2\delta_2^2}{b_2+\rho b_1 b_2\delta_1^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

分析可知,其符号主要取决于分子项 $b_2\delta_2^2-b_1\delta_1^2$:

若 $b_2\delta_2^2 > b_1\delta_1^2$,则 $\frac{\partial Y}{\partial\rho} > 0$,说明在第二类出行者产出风险较高的情况下,随着整体风险规避程度的上升,政府应提高对第一类出行者的激励强度;

若 $b_2\delta_2^2 < b_1\delta_1^2$,则 $\frac{\partial Y}{\partial\rho} < 0$,表明当第二类出行者产出风险较低时,政府应在出行者风险规避意识增强时,更侧重于激励第二类出行者。

(3)当

$$\frac{\partial Y}{\partial\delta_1^2} = -\frac{1}{2}\frac{\gamma}{1-\gamma}\frac{\rho b_1 b_2(b_1+\rho b_1 b_2\delta_2^2)}{(b_2+\rho b_1 b_2\delta_1^2)^2}\times\left(\frac{\gamma}{1-\gamma}\frac{b_1+\rho b_1 b_2\delta_2^2}{b_2+\rho b_1 b_2\delta_1^2}\right)^{-\frac{1}{2}} < 0$$

表明随着第一类出行者努力所带来产出的不确定性增加,政府应降低对其的激励强度;当

$$\frac{\partial Y}{\partial\delta_2^2} = \frac{1}{2}\frac{\gamma}{1-\gamma}\frac{\rho b_1 b_2}{b_2+\rho b_1 b_2\delta_1^2}\times\left(\frac{\gamma}{1-\gamma}\frac{b_1+\rho b_1 b_2\delta_2^2}{b_2+\rho b_1 b_2\delta_1^2}\right)^{-\frac{1}{2}} > 0$$

则说明若第二类出行者努力产生的产出波动性提高，政府也应相应减弱对该类出行者的激励。

4 数值实验与结果分析

假设两类出行者的产出函数分别为 $\pi_1=k_1+\varepsilon_1$，$\pi_2=k_2+\varepsilon_2$，外界对产出的影响方差为 $\delta_1^2=30$，$\delta_2^2=40$，技术水平系数 $A=100$。

(1)努力成本系数与风险规避态度对系统结果的影响

表 1 展示了当出行者的努力成本系数及风险规避程度发生变化时的数值模拟结果。可以看出，随着努力成本系数和风险规避程度的提高，出行者接受路径诱导的转移比例以及管理者的期望收益均呈现下降趋势。

这一现象的原因在于，当努力成本上升时，出行者通过付出努力所能获得的净收益相应减少，因而其接受诱导的意愿减弱。为改善这一状况，管理者应致力于降低出行者的努力成本，此举不仅有助于提升出行者的实际收益，也能同时提高管理方的期望收益。

此外，若出行者的风险规避程度增强，其决策行为将更趋保守。出于对努力可能无法带来相应回报的担忧，出行者会选择降低转移比例，从而进一步影响系统的整体效率。

表 1　不同激励时出行者的努力成本系数和风险规避度对结果的影响

Table 1　Impact of travelers' effort cost coefficient and risk aversion on outcomes under different incentives

δ_1^2	δ_2^2	γ	A	α	ρ	b_1	b_2	β_1	β_2	k_1	k_2	$\psi(\beta)$
30.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.5	3.0000	3.4596	0.9559	0.7199	0.3186	0.2081	15.1913
30.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.5	3.1246	3.4596	0.9445	0.7115	0.3023	0.2057	14.6535
30.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.5	3.2451	3.4596	0.9339	0.7039	0.2878	0.2035	14.1639
30.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.5	3.3423	3.4596	0.9258	0.6979	0.2770	0.2017	13.7889
30.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.6	3.4789	3.4596	0.7642	0.5766	0.2197	0.1667	9.8422
30.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.6	4.5723	3.4596	0.7045	0.5325	0.1541	0.1539	7.2062
30.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.7	4.6789	3.4596	0.6007	0.4541	0.1284	0.1313	4.9030
30.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.7	5.2347	3.4596	0.5809	0.4394	0.1110	0.1270	4.0767
30.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.8	5.2358	3.4596	0.5089	0.3849	0.0972	0.1113	2.5916
30.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.8	5.3213	3.4596	0.5065	0.3831	0.0952	0.1107	2.4906

(2)产出不确定性对系统结果的影响

表 2 展示了在不同激励条件下产出不确定性对均衡结果的影响。模拟结果表明，当产出不确定性增加时，最终产出对努力水平的敏感程度下降。即便出行者接受诱导并付出更高努力，其产出也未必相应提高，因此政府对这类出行者的激励强度将减弱，从而导致出行者接受诱导的比例降低。

表 2　不同激励时出行者的产出的不确定性对结果的影响

Table 2　Impact of output uncertainty on outcomes under different incentives for travelers

δ_1^2	δ_2^2	γ	A	α	ρ	b_1	b_2	β_1	β_2	k_1	k_2	$\psi(\beta)$
30.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.8	3.1246	4.1596	0.5225	0.3938	0.1672	0.0947	3.1053
30.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.8	3.1246	4.1596	0.5225	0.3938	0.1672	0.0947	3.1053
30.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.8	3.1246	4.1596	0.5225	0.3938	0.1672	0.0947	3.1053
35.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.8	3.1246	4.1596	0.5107	0.3567	0.1634	0.0858	2.2926
35.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.8	3.1246	4.1596	0.5107	0.3567	0.1634	0.0858	2.2926
40.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.8	3.1246	4.1596	0.5007	0.3274	0.1602	0.0787	1.6355
40.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.8	3.1246	4.1596	0.5007	0.3274	0.1602	0.0787	1.6355
40.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.8	3.1246	4.1596	0.5007	0.3274	0.1602	0.0787	1.6355
42.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.8	3.1246	4.1596	0.4971	0.3173	0.1591	0.0763	1.4057
45.0	40.0	0.3	100.0	8.0	0.8	3.1246	4.1596	0.4920	0.3035	0.1575	0.0730	1.0898

4 结论与政策建议

基于委托-代理理论,本文对出行者接受路径诱导的行为进行了激励分析,并以两类出行者为例进行了建模与讨论,主要结论如下:

(1)激励系数与转移率呈正相关关系。管理者所提供的激励系数越高,出行者的转移率也相应提升,表明出行者从政策中获得的效果越高,其依从意愿越强。因此,管理者应着力降低政策执行成本与转移过程中的风险,以提高整体诱导接受率。

(2)出行者的风险规避态度及产出不确定性对转移决策具有显著影响。随着风险规避程度上升,出行者倾向于减少努力、规避风险,导致转移率下降;同样,产出不确定性的增加会削弱努力与产出之间的关联,进一步抑制接受诱导的意愿。为此,管理者需通过降低政策成本与转移风险,提升出行者转移意愿,从而实现管理者与出行者双方收益的改善。

(3)政策有效性的显现将引发出行者行为的策略性调整。当多数出行者接受诱导并转移路径,交通状况得以改善,未转移者的机会收益反而上升,可能增加转移者的相对成本。管理者应通过提升整体交通服务水平,抑制"搭便车"行为,保障诱导政策的持续有效性。

智能交通系统是应对交通拥堵、提升路网安全与效率的关键手段。通过建设网络化、智能化的交通管理平台,可实现交通资源的精细化调度与高效利用。管理者应以低成本、广覆盖、强针对性的方式,推动更多出行者接受路径诱导,从而提高政策执行效率与系统整体性能。

利益冲突:作者声明无利益冲突。

参考文献(References)

[1] 庄焱,董春娇,米雪玉,等. 基于随机参数 Logit 的中小城市居民出行方式选择建模[J]. 吉林大学学报(工学版),2024,54(02):461-468.
https://doi.org/10.13229/j.cnki.jdxbgxb.20220312.

[2] 梅朵,袁梦柯,郑黎黎,等. 城市区域交通信号控制与交通诱导协同模型研究[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2021,45(05):828-833.
https://doi.org/10.3963/j.issn.2095-3844.2021.05.004.

[3] 张立立,王力,张玲玉. 城市道路交通控制概述与展望[J]. 科学技术与工程,2020,20(16):6322-6329.
https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-1815.2020.16.002.

[4] 龙琼,胡列格,张谨帆,等. 不确定性环境下个性化路径选择的多属性决策方法[J]. 中国公路学报,2014,27(9):105-110.
https://doi.org/10.19721/j.cnki.1001-7372.2014.09.014.

[5] 马东超,武涛,王晓亮,等. 个体开销受限的交通流优化分配方法[J]. 中国公路学报,2016,29(7):134-142.
https://doi.org/10.19721/j.cnki.1001-7372.2016.07.017.

[6] 赵丹,邵春福,王军利,等. 多方式诱导下通勤出行链交通方式组合选择行为模型[J]. 吉林大学学报(工学版),2015,45(6):1763-1770.
https://doi.org/10.13229/j.cnki.jdxbgxb201506005.

[7] 涂强,程琳,林芬,等. 考虑出行者风险态度的最优路径搜索[J]. 吉林大学学报(工学版). 2019,49(03):720-726.
https://doi.org/10.13229/j.cnki.jdxbgxb20171143.

[8] Fonzone A, Schmöcker J D, Ma Jiang-shan, et al. Link-based route choice considering risk aversion, disappointment, and regret[J]. Transportation Research Record, 2018, 1(2322): 119-128.
https://doi.org/10.3141/2322-13.

[9] Papinski D, Scott D M. A GIS-based toolkit for route-choice analysis[J]. Journal of Transport Geography, 2011, 19(3): 434-442.
https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.09.009.

[10] 龚奏,李苏剑,刘启生. 驾驶员分类的路径诱导系统及评价指标[J]. 武汉理工大学学报,2013,35(1):75-81.
https://doi.org/10.3963/j.issn.1671-4431.2013.01.015.

[11] 肖海燕. 出行者向诱导转移的委托代理模型研究[J]. 工程数学学报. 2019,36(03):256-264.
https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-3085.2019.03.002.

Research on the Incentive Mechanism for Travelers Based on the Principal-agent Theory

QI Xiaohua[1], XIAO Haiyan[2], WU Xinlin[2*]

(1. School of Educational Science, Hubei University of Education, Wuhan 430205, China;
2. School of Mathematics and Statistics, Hubei University of Education, Wuhan 430205, China)

Abstract: The prominent contradictions in the operation of urban transportation systems are reflected in the uneven distribution of road network traffic flow and the insufficient real-time road condition information that travelers can grasp. Against this backdrop, effectively guiding vehicle diversion and improving travelers' compliance with induced routes have become core challenges in the field of traffic management. Based on the principal-agent theory framework, this study treats the government as the principal and travelers as agents to investigate mechanisms for enhancing the acceptance rate of route guidance. A mathematical model is established to analyze the incentive effects of government policies on traveler behavior and to explore effective approaches for improving route guidance acceptance. The results demonstrate that well-designed incentive mechanisms can significantly increase travelers' acceptance of route guidance, providing both a theoretical foundation and practical insights for urban traffic management.

Keywords: Transportation engineering; traffic flow guidance; principal-agent theory; guidance acceptance rate; incentive mechanism

DOI: 10.48014/jcss.20250909004

Citation: QI Xiaohua, XIAO Haiyan, WU Xinlin. Research on the incentive mechanism for travelers based on the principal-agent theory[J]. Journal of Chinese Statistical Sciences, 2025, 3(3): 43-48.

Copyright © 2025 by author(s) and Science Footprint Press Co., Limited. This article is open accessed under the CC-BY License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).