

基于 GRA-FCE 集成框架的开平市交通治理优化研究

邓浩彭¹, 唐俊杰¹, 詹琳¹, 马楷祥¹, 雷虎^{*2}

(1.广州航海学院, 未来交通学院, 广东 广州, 510725 2.广州航海学院, 创新创业学院, 广东 广州, 510725;)

摘要: 本研究旨在通过问卷调查分析广东省开平市的交通治理现状, 并构建 GRA-FCE 集成评价模型, 为该市交通治理优化提供实证依据。通过收集不同年龄、职业和出行方式的居民对交通规划满意度的数据, 采用灰色关联分析与模糊综合评价模型对数据进行定量评估, 揭示不同群体对交通治理的评价差异。结果表明, 不同群体在公共交通、交通拥堵、交通设施和交通乱象四个方面的评价差异显著。开平市在适老化设施建设、交通基础设施优化和非机动车管理等方面尚有较大改进空间。基于分析结果, 本文提出了针对不同群体的治理优化建议, 如加强老年群体无障碍设施建设、优化工厂区域交通规划以及完善非机动车道管理等。研究为开平市及类似中小城市的交通治理优化提供了理论依据和实证支持。

关键词: 交通规划; 开平市; 灰色关联分析; 模糊综合评价

中图分类号: U491

文献标志码: A

Research on Traffic Governance Optimization in Kaiping City

Based on a GRA-FCE Integrated Framework

DENG Haopeng¹, TANG Junjie¹, ZHAN Lin¹, MA Kaixiang¹, LEI Hu^{*2}

(1. School of Future Transportation, Guangzhou Maritime University, Guangzhou 510725, China

2. School of Innovation and Entrepreneurship, Guangzhou Maritime University, Guangzhou 510725, China)

Abstract: This study aims to analyze the current traffic governance situation in Kaiping City, Guangdong Province, through a questionnaire survey, and to construct a GRA-FCE integrated evaluation model that provides empirical evidence for optimizing traffic governance in the city. Data on residents' satisfaction with traffic planning, categorized by age, occupation, and mode of transportation, were collected. The data were quantitatively evaluated using a fusion of grey relational analysis and fuzzy comprehensive evaluation to reveal differences in traffic governance assessments across different groups. The results show significant differences in evaluations of public transportation, traffic congestion, traffic facilities, and traffic irregularities. There is considerable room for improvement in areas such as age-friendly facilities, transportation infrastructure optimization, and non-motorized vehicle management in Kaiping City. Based on the analysis results, this study proposes governance optimization recommendations for different groups, such as strengthening barrier-free facilities for the elderly, optimizing traffic planning in industrial areas, and improving non-motorized vehicle lane management. The research not only provides empirical support for Kaiping's traffic governance but also offers theoretical and methodological references for the optimization of traffic governance in similar small and medium-sized cities.

Keywords: transportation planning; kaiping city; fuzzy comprehensive evaluation; grey relational analysis

收稿日期:

基金项目: 2024 年广东省科技创新战略专项资金资助项目 (项目号: PDJH2024A289)

第一作者简介: 邓浩彭 (2003—), 男, 广东广州人, 在读本科, 主要研究方向为智能交通, 工程管理专业, E-mail: qianhyhp@gmail.com

通讯作者简介: 雷虎 (1978—), 男, 湖北十堰人, 讲师, 工学博士, 主要研究方向为交通安全, E-mail: lei_zeyu@126.com

0 引 言

近年来,伴随城市化进程加速和机动车保有量迅猛增长,我国中小城市的交通治理正面临愈渐复杂的挑战。交通拥堵、公共交通服务滞后、交通设施供给不足以及各类交通乱象频发,不仅削弱居民出行福祉,也带来显著的公共安全风险。国家统计局数据显示,2022 年我国发生交通事故 256409 起,致使 60676 人死亡、263621 人受伤,直接财产损失高达 123926 万元^[1]。频发事故的背后,既有交通需求快速膨胀的外部压力,也与治理体系不完善、治理手段与资源配置不匹配息息相关。对交通治理水平开展量化评估,已成为识别症结与优化政策的关键前提。

在定量评估方面,学界已形成多种技术路径并取得丰富进展。例如,刘洋等^[1]结合层次分析法和动态数据差值法,提出了基于交通运行水平的治理措施适应性评价模型,应用于北京市交通治理的评估,为政策优化提供了科学依据;张扬等^[2]利用实时交通数据,评估了上海市中心城区关键道路的拥堵治理效果,并提出了优先实施的交通管理策略。周静等^[4]结合可拓学与模糊综合评价法,提出一种综合交通拥堵治理有效性评估模型,为不同城市的交通治理提供了量化依据。詹斌等^[5]结合层次分析法与模糊综合评价法,评估了武汉市公共交通与城市发展的适应性,并为公共交通系统的改进提供了理论指导。这些工作为本文研究提供了重要方法基础与经验参照。

需要指出的是,中小城市在发展阶段、空间结构与资源约束方面与特大城市存在显著差异,治理重点与优先序由此呈现明显的地域性与情境性。相关研究如漆雕晓光等^[6]提出了基于小城镇特点的交通治理方法,应从当地经济与社会发展的实际需求出发;余渝娟等^[7]则分析了山地小城镇的交通治理要素,特别强调小城镇作为城市与农村的中转站,其交通设施完善至关重要。这些研究表明,不同的城市交通治理水平存在着许多差异,因而交通治理的优化措施也有所不同,城市的规模、发展阶段及地域特征等因素,均会显著影响交通治理的优先事项和策略。

开平市位于珠江三角洲西南部,作为典型的中小城市,长期存在交通方式单一、设施建设滞后和规划不灵活等问题,导致拥堵频发并伴随安全隐患,制约了区域可持续发展(见图 1)。本

文以开平市为研究对象,基于问卷调查收集市民对交通治理的感知与满意度,提出 GRA-FCE 集成评价模型:通过灰色关联分析提取指标与理想状态的接近度并生成权重,再结合模糊综合评价统一处理多指标与模糊信息。在此框架下,从公共交通、交通拥堵、交通设施和交通乱象四个维度系统评估整体水平与群体差异,识别治理短板并提出优化优先序。研究结果不仅为开平市交通治理提供了实证支持,也为类似中小城市的治理优化提供了方法借鉴与实践参考。

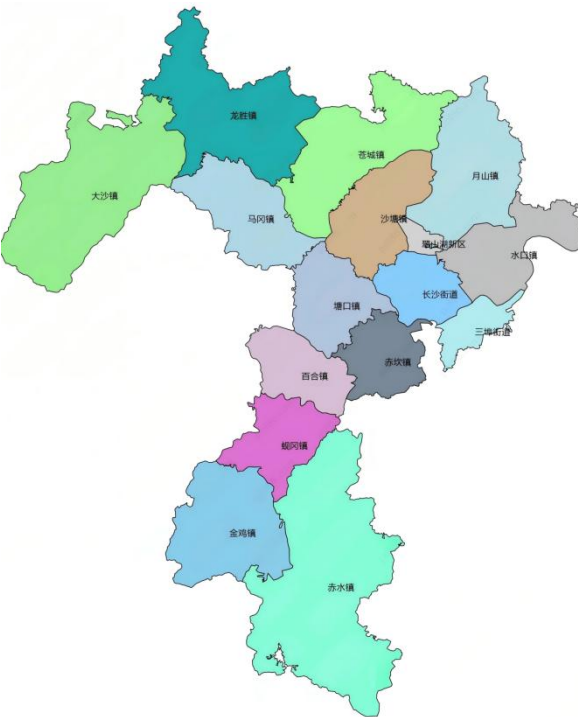


图 1 开平市调研范围示意图

1 调查问卷情况

问卷设计参照了世界卫生组织的研究标准^[8],并结合开平市交通治理的实际需求,以确保测量工具的科学性与针对性。问卷由基本信息与主体量表两部分构成,主体部分采用 Likert 量表形式^[9]。具体设计步骤如下:

(1) 指标体系确立:结合交通治理研究现状与开平市情境,将评价划分为四类一级指标:公共交通、交通拥堵、交通设施与交通乱象,并在每一类下细化若干二级指标。

(2) 专家咨询与预调查:正式发放前,征询本校交通学科教授群体与开平市交通局专家意见并据此修订问卷。随后在开平市主城区对

40 名居民进行预调查，根据受访者反馈进一步优化题项表述与版式。

(3) 信效度检验：采用因子分析评估结构效度，并以 Cronbach's α 系数检验信度，并针对性修改不达标的指标，以保证问卷结果可靠有效。

据此形成的交通治理满意度评价指标体系见表 1。

表 1 交通治理评价指标体系

一级指标	二级评价指标
公共交通	您对开平市当前公共交通准点情况的满意程度
	您觉得开平市公共交通工具的站点设置的合理程度
	您对开平市公共交通的无障碍设施完善程度
交通拥堵	开平市的交通拥堵对您日常出行造成困扰的程度
	您认为开平市的主要交通干道在高峰时段堵车频繁程度
	您认为在旅游旺季时开平市的交通拥堵严重程度如何
交通设施	您认为开平市人行天桥、地下通道等立体交通设施分布的合理程度
	您认为开平市的交通标志、标线和护栏等交通安全设施完备程度
	您觉得开平市小路里的斑马线和信号灯设置的合理程度
交通乱象	您觉得开平市机动车随意停放问题的严重程度如何
	您觉得开平市车辆随意变道问题的严重程度如何
	您觉得开平市电动车和自行车在机动车道上行驶的现象的严重程度如何

1.1 样本特征

正式调查于 2024 年 7 月 11—17 日实施，覆盖开平市的主要城区。调查前向受访者明确说明问卷仅供科研用途，并要求如实作答。共发放 120 份问卷，剔除不完整、答题用时异常及规律性作答后，获得有效样本 112 份，有效回收率 93.33%。样本性别比例基本均衡；18—40 岁受访者占多数（54.5%），41—65 岁次之；78.6%具备驾驶经验。受教育程度覆盖小学至本科及以上，其中高中、专科、本科及以上占比较高。总体来

看，主要人口学变量分布较为均衡，满足抽样调查的代表性要求。

1.2 信效度检验

为确保量表结构的可辨识性与适配性，首先进行因子分析的前提检验。采用 KMO 与 Bartlett 球形度检验评估数据是否适合因子分析：

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} D_{ij}^2} \tag{1}$$

其中 r_{ij} 为相关系数， p_{ij} 为偏相关系数；KMO 越接近 1，越适合因子分析。Bartlett 球形度检验统计量为

$$\chi^2 = -\left(n - 1 - \frac{2p+5}{6}\right) \ln |R|, \text{ df} = \frac{p(p-1)}{2} \tag{1}$$

其中 n 为样本量， p 为变量数， R 为相关矩阵。实证结果显示，KMO=0.761，Bartlett 检验显著性水平 Sig.=0.000（ $p<0.001$ ），样本数据满足实施因子分析的前提。

在此基础上，采用主成分分析法（Principal Component Analysis, PCA）对变量进行降维与结构抽取。以相关与协方差矩阵的特征分解为基础，获得线性无关的主成分；累计方差解释率按特征根求和计算为

$$CVR(m) = \frac{\sum_{j=1}^m \lambda_j}{\sum_{j=1}^p \lambda_j} \times 100\% \tag{1}$$

其中 λ_j 为第 j 个特征根， m 为保留成分个数。为提升载荷清晰度，进一步采用 Varimax 正交旋转，使载荷平方的离散度最大化。经提取与旋转后，量表共保留 4 个主成分，累计解释总方差 64.675%，并依据题项含义与载荷分布将其命名为“公共交通”“交通拥堵”“交通设施”“交通乱象”。累计方差解释率均 $\geq 50\%$ ，表明量表结构效度良好且与研究概念框架一致。

为检验内部一致性，进一步计算各维度及总量表的 Cronbach's α 系数：

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_T^2}\right) \tag{1}$$

其中 k 为题项数， σ_i^2 为各题项方差， σ_T^2 为总分方差。结果显示，四个维度的 α 值分别为 0.916、0.720、0.782、0.742，总量表 $\alpha=0.784$ ，均大于信度检验标准 0.7，表明问卷高度可信。

2 GRA-FCE 集成评价模型

灰色关联分析（Grey Relational Analysis, GRA）是一种适用于小样本与不完全信息情境

的系统分析方法,其基本思想是通过比较变量序列间的相对变化来度量关联程度^[10]。模糊综合评价(Fuzzy Comprehensive Evaluation, FCE)则基于模糊数学原理,能够在多指标条件下有效处理主观性与不确定性较强的信息^[11]。考虑到问卷数据兼具多维度与模糊性的特点,本文提出 GRA-FCE 集成框架(见图 2):先利用 GRA 计算各指标与理想序列的关联度并据此确定权重,再将关联度映射为隶属度向量,借助 FCE 实现模糊加权合成,从而在权重客观性与信息模糊性的处理中,科学评价开平市交通治理状况。

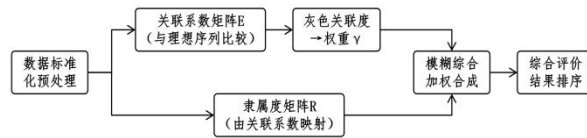


图 2 GRA - FCE 集成评价模型流程图

2.1 标准化处理

为消除不同指标量纲差异的影响,需先对原始数据进行极差标准化。设原始数据矩阵为

$$X = [x_{ij}]_{n \times m}$$

式中: x_{ij} 表示群体 i 在指标 j 上的观测值。 n 为评价对象数, m 为指标数, 标准化后得到

$$X' = [x'_{ij}]_{n \times m}, x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (1)$$

式中: $\min(x_j)$ 和 $\max(x_j)$ 为第 j 个指标的最小值和最大值。这样所有指标值均映射至 $[0, 1]$ 区间, 保证了可比性。

2.2 关联系数矩阵

为衡量各群体在不同指标上的表现与理想状态(最大值)接近程度, 构建理想参照序列

$$X_0 = [x_0], x_0 = \max(x_0) \quad (1)$$

然后计算评价对象与参照序列的绝对差:

$$\Delta_{ij} = |x_0 - x'_{ij}|$$

据此定义灰色关联系数 ξ_{ij} , 用于度量不同群体在交通治理各方面的表现:

$$\xi_{ij} = \frac{\min \Delta_{ij} + \rho \max \Delta_{ij}}{\Delta_{ij} + \rho \max \Delta_{ij}}, \rho \in [0, 1] \quad (1)$$

式中: $\min \Delta_{ij}$ 、 $\max \Delta_{ij}$ 分别为所有差值中的最小值和最大值, $\rho \in [0, 1]$ 为分辨系数, 常取 0.5 以兼顾区分度与平衡性。

最终得到关联系数矩阵形如:

$$E = \begin{bmatrix} \xi_{11} & \xi_{12} & \cdots & \xi_{1m} \\ \xi_{21} & \xi_{22} & \cdots & \xi_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \xi_{n1} & \xi_{n2} & \cdots & \xi_{nm} \end{bmatrix} \quad (3)$$

行对应评价对象, 列对应评价指标, 为后续权重计算和模糊综合评价奠定基础。

2.3 灰色关联度和权重向量

进一步计算指标的灰色关联度 r_i , 其定义为关联系数矩阵 E 中每个指标与参考序列之间关联系数的平均值, 计算公式为:

$$r_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \xi_{ij} \quad (4)$$

归一化处理后得到灰色关联度向量 $r = [r_1, r_2, \dots, r_m]$, 据此可确定权重向量 $\gamma = [\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m]$, 其计算公式为

$$\gamma_i = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^m r_i} \quad (5)$$

从而揭示了各指标在交通治理满意度评价中的相对重要性, 为后续的决策提供了量化支持。

2.4 隶属度矩阵转换

关联系数反映了评价对象在各指标上的相对优劣和与理想状态的接近程度, 与模糊综合评价中隶属度概念相近。因此, 本文将关联系数矩阵转换为隶属度矩阵^[11], 使计算更简捷有效。则关联系数矩阵 E 和隶属度矩阵 R 的关系为:

$$E = \begin{bmatrix} \xi_{11} & \xi_{12} & \cdots & \xi_{1m} \\ \xi_{21} & \xi_{22} & \cdots & \xi_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \xi_{n1} & \xi_{n2} & \cdots & \xi_{nm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} & \cdots & \mu_{1m} \\ \mu_{21} & \mu_{22} & \cdots & \mu_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_{n1} & \mu_{n2} & \cdots & \mu_{nm} \end{bmatrix} = R \quad (6)$$

式中: $\mu_{ij} = \xi_{ji}$, 行和列分别对应群体和指标。

2.5 综合评价

将权重向量 $\gamma = [\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m]$ 与转置的隶属度矩阵 R^T 进行模糊变换, 得到模糊综合评价向量 S , 其公式为:

$$S = \gamma \cdot R^T \quad (7)$$

从矩阵运算来看, 模糊变换可以表示为:

$$S = [\gamma_1 \quad \gamma_2 \quad \cdots \quad \gamma_m] \cdot \begin{bmatrix} \mu_{11} & \mu_{21} & \cdots & \mu_{n1} \\ \mu_{12} & \mu_{22} & \cdots & \mu_{n2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_{1m} & \mu_{2m} & \cdots & \mu_{nm} \end{bmatrix} \quad (8)$$

算得 $S = [s_1, s_2, ..., s_n]$ ，即为不同群体的交通治理综合评价值。其中 s_i 值越大，意味着 i 群体对交通治理满意度综合水平越高。

3 指标评价分析

通过第 2 节所述的分析方法，表 2-4 呈现了不同群体对交通治理的评价结果。表中前四行展

示了各群体在四个评价指标上的灰色关联度，反映了各群体与理想参照序列的相对接近程度；最后一行为综合评价值，表示各群体对交通治理整体满意度的量化评估。

3.1 年龄群体差异分析

表 2 不同年龄群体的交通治理评价

	18 岁以下	18-40 岁	41-65 岁	65 岁以上
公共交通	1	0.78	0.79	0.33
交通拥堵	0.83	0.49	0.39	0.57
交通设施	0.95	0.77	0.76	0.33
交通乱象	0.57	0.56	0.36	1
综合评价	0.87	0.68	0.64	0.69

就年龄划分而言（见表 2），18 岁以下群体对交通治理的综合评价得分最高（0.87），特别是在公共交通和交通设施方面评价极高（分别为 1.00 和 0.95）。这可能归因于该群体的出行范围较为有限，主要集中于学校和周边社区的短距离活动，公交系统和交通设施在这些区域相对完善且易于使用。此外，年轻群体的交通需求和期望相对简单，因此更容易对现有设施感到满意。相比之

下，65 岁以上群体对公共交通和交通设施的评价得分最低，均为 0.33。反映出当前公共交通系统和基础设施在适老化方面仍存在不足，未能有效满足老年群体的特殊需求。公交车站与居住区的距离较远、无障碍设施不完善、候车条件不理想等问题，均会给老年人出行带来诸多不便，进而影响他们对交通治理的整体满意度。

3.2 职业群体差异分析

表 3 不同职业群体的交通治理评价

	工人	学生	职业司机	自主经营者	事业单位人员	公务员
公共交通	0.6	0.44	0.55	0.33	0.37	1
交通拥堵	0.35	0.68	0.43	0.63	0.36	0.63
交通设施	0.37	0.41	0.44	0.39	0.34	1
交通乱象	0.39	0.66	0.34	0.94	0.37	0.94
综合评价	0.45	0.57	0.45	0.67	0.36	0.92

从职业分类来看（见表 3），公务员群体对交通治理的综合评价得分最高（0.92）。可能与其工作区域通常位于城市核心区，交通条件相对较好，基础设施建设比较完善有关。公务员出行频繁，且多依赖公共交通或私家车，而城市治理中的相关交通设施建设往往在也集中于这些区域，使得他们对交通治理较为满意。相反，工人群体（0.45）和事业单位人员（0.36）的综合评价明显偏低，表明工厂和事业单位区域的交通规划不足，可能存在交通设施建设滞后、交通拥堵

严重以及交通秩序混乱等问题。工厂区域一般位于城市的边缘地带，交通基础设施的建设相对滞后，这使得工人群体的出行体验较差。此外，职业司机对交通治理的评价也相对较低（0.45），主要原因在于其在长期驾驶过程中，频繁遇到城市交通中道路拥堵、交通标识缺乏清晰性以及交通设施维护不足等各种问题，显著降低了他们对交通治理的满意度。

3.3 出行方式群体差异分析

表 4 不同出行方式群体的交通治理评价

	步行	汽车	自行车	电动车	摩托车	公交车
公共交通	0.62	0.54	0.33	0.57	0.7	1
交通拥堵	0.42	0.43	0.93	0.42	0.35	0.77
交通设施	0.61	0.43	0.33	0.56	0.5	1
交通乱象	0.49	0.62	0.35	0.89	0.49	0.9
综合评价	0.55	0.52	0.62	0.66	0.54	0.93

在出行方式方面（见表 4），公交出行群体对交通治理的综合评价最高（0.93），特别是在交通设施（1.00）和交通拥堵管理（0.93）方面的评价尤其突出。这或许由于开平市公交系统在设施和管理上相对完善，通过公交专用道的设置及合理的班次调度，公交出行的效率得以提高，从而提升了公交乘客对交通治理的满意度。与之相对，以自行车为主要出行方式的群体对公共交通、交通设施的评分最低（均为 0.33），但对交通拥堵的评分却较高（0.93）。这表明自行车用户在一定程度上可以通过非机动车道避开主干道的拥堵。开平市关于非机动车出行的基础设施方面可能存在不足，这或许是他们对交通环境评分较低的原因。

3.4 针对性干预对策

基于不同群体对交通治理的差异化评价，针对性干预对策建议从三个方面入手：改善基础设施、优化交通管理和满足多样化需求。首先，针对 65 岁以上群体，应重点加强适老化设施建设，增加无障碍设施，缩短公交站点与居住区距离，改善候车环境，从而提升长者与残障人士的出行体验。具体可以考虑在主要公共交通站点增加遮阳和避雨设施，添设公交爱心座椅，确保老年人在等待与乘坐时的舒适度。此外，可以设置更多无障碍出入口以及便于轮椅通行的坡道，以全面提高残障群体的独立出行能力。其次，在工厂和事业单位区域，需加大交通基础设施的投入，合理规划交通流线。例如优化通勤路径、设置专用车道和解决拥堵节点，以减少交通拥堵并规范交通秩序，从而改善这些群体的出行条件。此外，可以在工厂区域增加公共交通班车服务，在上下班高峰期为工人提供更便利的通勤选择。对于以自行车、电动车为主要出行方式的群体，应加强

非机动车管理的执法力度，完善相关基础设施，例如增加非机动车道和扩充非机动车停车位，避免机动车占用非机动车道的现象。交通管理还可以考虑引入智能化管理手段提高效率，比如建设智能交通信号系统，根据实时交通流量动态调整信号灯时长，以减少道路拥堵现象。增加交通枢纽之间的无缝衔接设施，如换乘中心和步行通道，减少不同交通方式间的衔接时间，提升出行便捷度。

4 结 语

本文基于开平市居民对交通治理满意度的调查，运用灰色关联分析和模糊综合评价模型，对不同群体的交通治理满意度进行了综合评价。结果表明，开平市在交通设施、公共交通和交通管理等方面存在一些问题。如当前适老化设施建设有待加强，工厂和事业单位区域的交通管理和设施仍需优化，非机动车管理和相关基础设施的薄弱等。总体而言，针对不同群体的特性对症下药，制定差异化的管理措施，是提升交通治理满意度的根本路径。本研究为开平市及其他类似城市的交通治理提供了实证支持，但在样本规模和地域覆盖上仍有改进空间。未来研究可以通过扩大调查范围和结合更客观的权重确定方法，进一步完善交通规划的评价体系和改进建议。

参考文献：

[1] 国家统计局.2022年交通事故统计数据[EB/OL]. (2023-1) [2023-3-17].<https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>

[2] 刘洋,路熙,赵岫.城市交通拥堵治理措施适应性研究[J].交通运输研究,2021,7(05):54-61.DOI:10.16503/j.cnki.2095-9931.2021.05.007.

[3] 张扬.上海市中心城区关键道路拥堵治理可

- 行性评估方法[J].交通与运输,2021,37(04):32-36.
- [4] 周静,高波.基于可拓学的城市交通拥堵治理有效性研究[J].综合运输,2019,41(03):42-47.
- [5] 詹斌,郑撼昊.武汉公共交通与城市发展适应性研究[J].公路与汽运,2020,(01):16-19.
- [6] 漆雕晓光,宇仁德,李震.小城镇道路交通安全管理规划研究[J].交通标准化,2011,(11):123-125.
- [7] 余渝娟,姜天洪,王小平,等.山地小城镇的交通安全影响因素研究——基于问卷调查数据的分析[J].重庆科技学院学报(自然科学版),2019,21(03):117-120.DOI:10.19406/j.cnki.cqkjxyxbzkb.2019.03.029.
- [8] 李凌江,杨德森,周亮,等.世界卫生组织生活质量问卷在中国应用的信度及效度研究[J].中华精神科杂志,2003,(03):18-22.
- [9] 方宝.Likert等级量表调查结果有效性的影响因素探析[J].十堰职业技术学院学报,2009,22(02):25-28.
- [10] 谭学瑞,邓聚龙.灰色关联分析:多因素统计分析新方法[J].统计研究,1995,(03):46-48.DOI:10.19343/j.cnki.11-1302/c.1995.03.011.
- [11] 亓莱滨.李克特量表的统计学分析与模糊综合评判[J].山东科学,2006,(02):18-23+28.