

城镇土地利用与路网形态对 过境公路交通事故的影响

靳子恒¹, 翟琳²

1. 中国刑事警察学院刑事科学技术学院(法庭科学学院), 辽宁 沈阳 110854;

2. 辽宁省本溪市公安局, 辽宁 本溪 117000

摘要:为分析城镇土地利用及路网形态对过境公路交通事故的影响程度,以北方某市 G503、G302、G334、G203、S514 等 5 条公路沿线的 33 个城镇为研究对象,通过对城镇路网建模获取拓扑特征参数,采用兴趣点(point of interest, POI)计算土地利用强度与土地混合利用程度,采用随机森林模型分析自变量对过境公路交通事故的影响程度,并通过负二项回归分析自变量与过境公路交通事故的相关性。结果表明:随机森林模型中的城镇 POI 数、过境公路介数中心性、过境公路节度、城镇节点数、土地混合利用程度的特征权重分别为 0.62、0.14、0.11、0.07、0.06,城镇 POI 数对过境公路交通事故的影响最大,过境公路介数中心性与节点数对过境公路交通事故有一定影响,城镇节点数、土地混合利用程度对过境公路交通事故的影响较弱;在负二项回归方法下,过境公路介数中心性、城镇 POI 数与过境公路交通事故显著正相关,城镇节点数、过境公路节度和土地混合利用程度与过境公路交通事故的相关性不显著。随机森林模型结论与负二项回归分析结论接近,随机森林模型对自变量的非加和性与非线性特点适应较好,适用于交通事故致因分析。控制城镇规模、合理规划城镇路网对减少过境公路交通事故风险和提高交通安全有重要意义。

关键词:过境公路交通事故;路网形态;POI;随机森林模型

中图分类号:U491.31

文献标志码:A

文章编号:1672-0032(2025)04-0019-07

引用格式:靳子恒, 翟琳. 城镇土地利用与路网形态对过境公路交通事故的影响[J]. 山东交通学院学报, 2025, 33(4): 19-25.

JIN Ziheng, ZHAI Lin. Influence of urban land use and road network morphology on interregional highway traffic accident[J]. Journal of Shandong Jiaotong University, 2025, 33(4): 19-25.

0 引言

根据世界卫生组织统计数据显示,道路交通事故作为全球性的公共安全问题,2023 年导致约 119 万人死亡^[1]。在我国城镇化进程中,公路沿线区域因其显著的经济集聚效应,促使多数建制镇选择沿公路进行规划建设^[2-3],这种发展模式在特定时期推动了区域经济的快速增长。随着城镇规模的持续扩张和功能的不断完善,过境交通流与本地交通流间的交互干扰日益明显,交通事故风险显著增大^[4]。其中,公路穿镇路段因其特殊的交通环境特征,已成为交通事故的高发区域。研究过境交通安全的影响因素,对控制公路交通事故风险、保障人民生命财产安全具有重要的理论价值和现实意义。

土地利用情况、路网形态与交通事故显著相关。丁微等^[5]以交通小区为分析单元,采用 K 均值聚类算法划分用地类型,通过半参数地理加权回归与方差分析法研究用地组合形态对交通安全的影响,结果表明不同用地组合形态的交通运行特征差异显著,用地组合形态通过影响社会经济和交通运行间接影响交通安全。王成等^[6]从土地利用—交通需求—交通事故的路径链出发,揭示土地利用视角下交通事故的

收稿日期:2024-07-16

第一作者简介:靳子恒(1999—),男,武汉人,硕士研究生,主要研究方向为刑事科学技术与交通安全,E-mail:2678646411@qq.com。

驱动机理,认为土地利用与交通系统的动态匹配关系及其对出行行为的影响是解释交通事故驱动机理的关键突破口。谢波等^[7]从道路布局形式与几何拓扑特征两方面归纳总结城市路网特征对交通事故的作用机理,梳理路网特征与交通出行行为的关系及对交通事故的潜在影响。肖扬谋等^[8]以武汉市主城区为研究单元,采用网络分析工具测度路网拓扑结构指标,以机动车流量、机动车速度作为中间变量构建结构方程,研究路网拓扑特征与严重交通事故频率间的关系,结果表明相较于拓扑特征,路网几何特征对严重交通事故的影响效应更高、作用路径更丰富,介数中心性、接近中心性、连通性等路网拓扑特征参数均对交通事故风险存在影响。上述文献分析城市功能布局、路网形态等对交通事故风险的影响,但研究对象局限于城市,对交通事故风险更高的过境公路研究较少。

在过境交通安全评价与事故致因分析中,传统的回归模型、统计方法等无法处理交通系统中的非线性问题和大规模数据集,深度学习模型、机器学习模型等对交通事故数据集有更好的适应性,应用广泛。Karlaftis 等^[9]认为相较于传统统计学方法,在交通领域应用深度学习模型进行数据分析更具优势,深度学习模型能处理多维数据、建模灵活、学习和泛化能力强;Chen 等^[10]基于贝叶斯网络建立碰撞严重程度模型,分析交通事故因素间的耦合关系,认为贝叶斯网络模型能反映交通事故中多因素间的实际耦合关系;Ren 等^[11]基于改进的支持向量机模型建立交通安全预测模型,采用中国交通安全数据验证模型的预测能力。相较于贝叶斯网络较复杂的建模过程和需人工定义节点的因果关系,随机森林模型无需先验结构且参数调整简单,计算效率高;相较于支持向量机模型,随机森林模型无需设计核函数,对多分类任务更灵活且解释性更好,对交通安全评估和寻找交通风险致因等任务适应性较好^[12-13]。

本文梳理城镇土地利用情况和路网形态的特征指标,以北方某市 G503、G302、G334、G203、S514 等 5 条公路沿线的 33 个城镇为分析对象,采用随机森林模型分析城镇布局与路网形态对过境公路交通事故的影响程度,以期减小过境公路交通事故风险以及合理设计城镇布局与路网规划提供依据。

1 特征指标选取与数据获取

1.1 城镇土地利用与路网形态的特征指标

由建成环境与交通事故理论关系可知,土地利用情况与路网形态通过影响交通需求间接影响交通事故频率与交通事故严重程度^[7-8]。城镇土地利用特征可反映城镇布局对交通安全的影响,包括土地利用类型、土地利用强度和土地混合利用程度等指标。土地利用类型反映地块功能,工商业、服务业、绿地与广场用地等不同功能地块塑造不同的交通行为;土地利用强度与土地混合利用程度反映土地的开发程度,高强度、高混合开发的土地可增大地块交通流量、降低交通速度。

路网拓扑特征可反映城镇路网形态,包括节点数、节度、中心性、集聚性等特征指标。路网节点通常是路网中的交叉点、路口或特定位置,是连接道路(边)的关键点,路网节点数反映城镇路网的规模与复杂程度,通常节点数越多,路网越复杂;路网节度是路网节点的度分布情况,节点的度是指与该节点直接相连的公路数量,过境公路路网节度越高,交叉口数越多,交通冲突点增加,影响交通安全;路网中心性反映单一节点在路网中的重要程度,常采用接近中心性、介数中心性与度中心性等指标,中心性较大的节点可形成更多的交叉口和更显著的穿越型交通流趋势,影响交通安全;路网集聚性反映路网中相邻节点联系的紧密程度,常采用局部聚类系数和全局聚类系数等指标,集聚性通过间接影响交通流量的分布和交通冲突点的数量影响交通安全^[6,13]。

1.2 数据获取

1.2.1 样本边界划分

选取北方某市 G503、G302、G334、G203、S514 等 5 条干线公路沿线的 33 个城镇为研究样本。所选城镇均位于平原地带,无大规模水域,排除城镇形态与布局受地理环境因素的制约和影响,符合所需样本条件。

大部分城镇样本为村民自发聚集形成的自然村,不满足通过行政区划确定样本边界的条件,也不适用城市条件下以道路划分交通小区确定研究样本范围的条件。采用机器视觉中的语义分割,将研究样本

的建筑群、道路、商业设施等参考城市建成区概念作为分割目标,划分城镇样本边界。

收集5条公路沿线研究对象以外的113个自然村实景图像数据集,采用计算机视觉标注工具标注数据集。U型网络(U-Net)是基于卷积神经网络的图像分割算法,能在训练数据较少的情况下取得较好的图像分割效果,对数据集进行图像预处理后划分为训练集和验证集,分别用于训练U-Net模型和评价模型性能。部分数据集标注结果如图1所示。



图1 部分数据集标注结果

U-Net模型验证集的平均戴斯系数(Dice coefficient, DSC)为0.83,平均交并比(intersection over union, IoU)为0.71,说明U-Net模型在分割任务中表现较好。U-Net模型语义分割结果如图2所示。



图2 U-Net模型语义分割结果

根据U-Net模型分割的城镇样本,收集各城镇样本的交通事故数据、路网建模数据与土地利用数据。

1.2.2 交通事故数据

通过该市交通管理部门获取2015-01-31—2021-05-27五条公路沿线发生的1500起交通事故的原始数据。按确定的城镇样本边界筛选交通事故数据,共获得33个城镇的381起过境公路交通事故数据。将每个城镇样本作为1个分析样本单元,各城镇的交通事故数、交通事故受伤人数、交通事故死亡人数作为城镇样本变量,统计结果如表1所示。

表1 交通事故数据统计结果

统计量	事故数	受伤人数	死亡人数
最大	27.00	23.00	6.00
最小	1.00	0	0
均值	11.54	8.33	2.61
标准差	9.05	7.08	2.05

1.2.3 路网拓扑特征数据

基于全球地图数据库OpenStreetMap 2022获取城镇样本的交通地图,采用软件ArcGIS对原始数据进行编辑处理,合并单一道路,去除冗余线段后,通过NetworkX复杂网络分析工具包按单一道路抽象为节点的对偶法进行建模,根据路网节点数 n 确定路网规模,小型($n < 30$)、中型($30 \leq n < 100$)、大型($n > 100$)城镇路网建模结果示例如图3~5所示。

根据路网建模结果,计算拓扑特征参数,为量化分析城镇路网形态与交通安全的相关性提供数据基础。

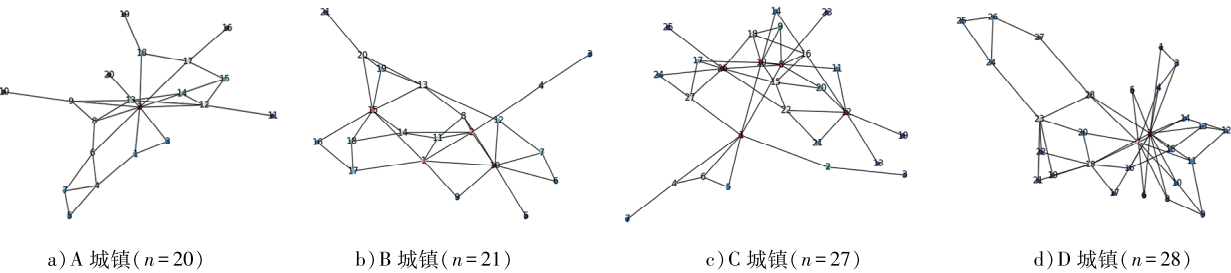


图 3 小型城镇路网建模结果示例

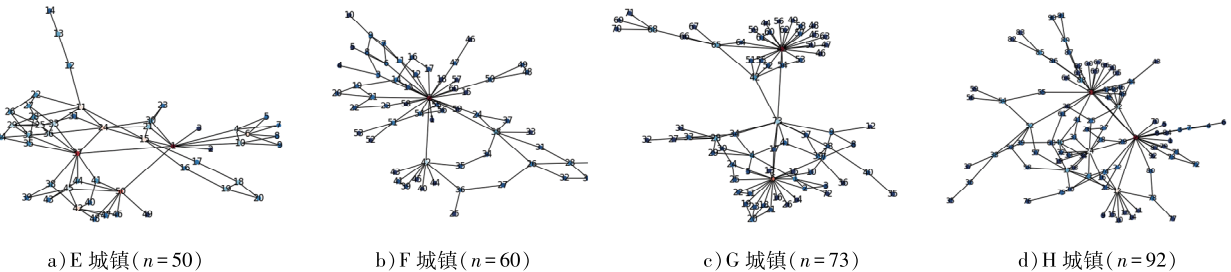


图 4 中型城镇路网建模结果示例

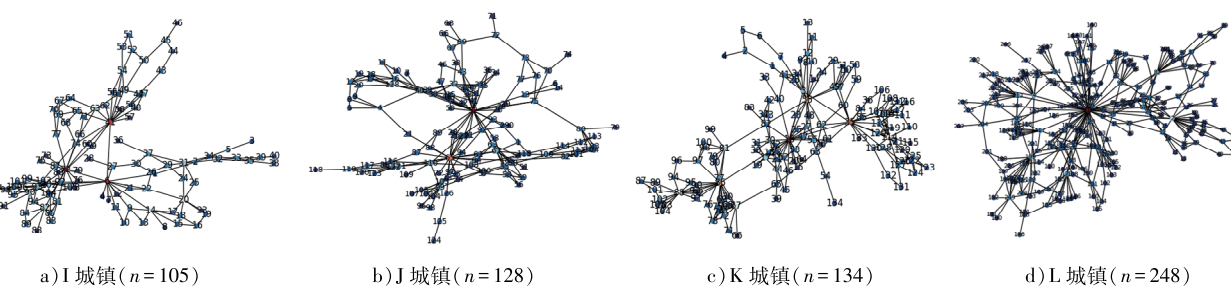


图 5 大型城镇路网建模结果示例

1.2.4 城镇土地利用数据

通过兴趣点(point of interest,POI)衡量土地利用情况^[14]。以城镇样本边界为参数,调用高德地图上 33 个城镇样本的 22 类 POI 数据信息,根据实际城镇土地利用情况,在 22 类 POI 数据信息基础上,剔除无关变量后筛选得到 15 类有效 POI 数据信息。

结合文献[15]对城镇建设用地分类、村庄建设用地的分类要求,对 POI 分类结果重新划分组别,结果如表 2 所示。

表 2 城镇用地分类与对应 POI 信息

用地分类	POI 信息	用地分类	POI 信息
居住用地	商务住宅	商业、服务业用地	机动车服务
	医疗保健服务		餐饮服务
公共管理与公共服务设施用地	政府机构及其社会团体		购物服务
	科教文化服务		生活服务
	交通设施服务		体育休闲服务
	公共设施		住宿服务
工业用地	公司企业		金融保险服务
绿地与广场用地	风景名胜		

土地利用强度通常为相应地块内特定用途 POI 数与对应区域土地总面积之比。采用熵衡量土地混合利用程度,熵越大,土地混合利用程度越高,第 i 个城镇样本的土地混合利用程度

$$L_i = - \sum_{j=1}^k p_{ij} \ln p_{ij} / \ln k, i = 1, 2, \dots, m,$$

式中: p_{ij} 为第 i 个城镇样本的第 j 类 POI 数与全部类型 POI 数之比, k 为 POI 类型数, m 为城镇样本数。

2 随机森林模型建立

随机森林模型是由多个决策树模型构建的机器学习算法,相较于单个决策树模型,回归与分类结果的错误率更低,且能有效抑制过拟合现象。以交通事故数、交通事故受伤人数、交通事故死亡人数构成交通事故影响系数作为预测变量,通过有放回抽样生成一定规模的训练子集,构造多个决策树组成随机森林模型并输出预测结果,根据随机森林模型的特征权重,判断自变量与交通事故影响系数间的相关关系,并通过负二项回归方法检验结论的可靠性。

2.1 数据预处理

随机森林模型与负二项回归均适用于单因变量的拟合回归分析,采用层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)将交通事故数、交通事故死亡人数、交通事故受伤人数加权求和得到的交通事故影响系数作为因变量,筛选与因变量相关关系较强的自变量构建随机森林模型。

将交通事故影响系数作为目标层,城镇交通事故数、交通事故死亡人数和受伤人数作为准则层,由有关专家按 1~9 标度评分,将交通事故死亡人数与受伤人数重要性之比设为 7:1,城镇交通事故数与受伤人数重要性之比设为 3:1,采用和积法计算准则层变量权重 W 及最大特征根 $\lambda_{\max}$,并进行一致性检验。

根据层次分析法结果,交通事故受伤人数、交通事故死亡人数、交通事故数的权重分别为 10.0%、51.1%、38.9%, $\lambda_{\max} = 3.08$,一致性指标 $E_{CI} = 0.04$,随机一致性指标 $E_{RI} = 0.525$,一致性比率 $E_{CR} = 0.076 < 0.100$,通过一致性检验。按 1:5:4 对交通事故受伤人数、交通事故死亡人数和交通事故数加权求和得到交通事故影响系数。

自变量间数据范围差距较大,且随机森林算法对自变量是否放缩不敏感,采用 Max-Min 标准化将自变量线性放缩至 0~1。分别计算交通事故影响系数与城镇路网拓扑特征参数、城镇土地利用特征参数的皮尔逊相关系数。根据皮尔逊相关系数检验结果,度中心性、接近中心性、过境公路局部聚类系数与全局聚类系数、土地利用强度的显著性概率 $P > 0.05$,认为上述变量与交通事故影响系数不存在显著相关性,剔除上述变量。

2.2 模型评估

通过随机抽样选取 70% 城镇样本作为训练集,30% 城镇样本作为测试集。卡方检验表明,训练集样本与测试集样本的交通事故影响系数不存在显著差异。设置随机森林模型超参数为:生成决策树数为 100,节点分裂最小样本数为 2,叶节点最小样本数为 1,不限制树最大深度,构建随机森林模型,评估结果如表 3 所示。

表 3 随机森林模型评估结果

样本集	拟合优度 R^2	平均绝对误差	均方误差	均方误差根
训练集	0.965	6.925	81.001	9.000
测试集	0.954	9.778	144.853	12.035

R^2 衡量模型对目标变量方差的解释程度,越接近 1 表示模型对方差的解释性能越好,能更好地拟合数据。平均绝对误差、均方误差、均方误差根均为衡量模型预测结果与实际结果的差距。由表 3 可知:结合交通事故数据统计结果,认为平均绝对误差、均方误差、均方误差根反映模型的预测结果与实际结果差距较小,在可接受范围内;测试集指标未明显优于训练集,说明无过拟合现象。

随机森林模型测试集预测结果与实际结果的散点图如图 6 所示,散点大致与横坐标轴成 45° 夹角方向分布,认为预测结果与实际结果较契合,模型回归效果较好。

采用基尼重要性确定每个城镇样本特征对随机森林模型预测结果的贡献程度,通过每个特征在所有

决策树节点上的基尼不纯度的减小量衡量。城镇 POI 数、过境公路介数中心性、过境公路节度、城镇节点数、土地混合利用程度的特征权重分别为 0.62、0.14、0.11、0.07、0.06,即城镇 POI 数对随机森林模型的构建起关键作用,与过境公路交通事故的相关性较强;过境公路介数中心性和过境公路节度对决策树节点划分有一定影响,与过境公路交通事故有一定相关性;城镇节点数、土地混合利用程度与过境公路交通事故的相关性较弱。

城镇兴趣点数越大,一般城镇面积越大、发展程度越高,对过境公路交通安全造成较大负面影响,该结论与在城市路网条件下的研究结论吻合。在城镇条件下介数中心性反映穿越型交通形成的可能性,过境公路可能吸引更多的本地交通流量,干扰过境公路交通流,影响正常的过境交通通行效率与安全;过境公路节度反映与过境公路直接相连形成的交叉口数,无信号控制的交叉口易导致本地车辆无序汇入过境公路,产生安全隐患。限制城镇在过境公路的两侧发展、规划城镇本地路网实现交通集散功能,能有效降低过境公路介数中心性与节度,减少本地交通与过境公路的互扰,保障过境公路交通安全。

2.3 模型检验

交通事故数据具有非负整数性和离散性等特点,可采用泊松分布和负二项回归分析交通事故致因关系。交通事故影响系数为城镇事故数、事故受伤人数与死亡人数的加权求和,满足模型要求因变量所具有的非负整数与离散性,样本数据存在过离散情况,符合采用负二项回归条件。负二项回归的概率质量函数为:

$$P(Y = y_i | \mu_i, \alpha) = \frac{\Gamma(y_i + 1/\alpha)}{\Gamma(y_i + 1) \Gamma(1/\alpha)} \left(\frac{1/\alpha}{1/\alpha + \mu_i} \right)^{1/\alpha} \left(\frac{\mu_i}{1/\alpha + \mu_i} \right)^{y_i},$$

式中: Y 为服从负二项分布的计数型随机变量; y_i 为第 i 个观测变量的实际计数值; μ_i 为给定自变量的条件下 Y 的期望值,通过链接函数与线性预测器关联; α 为分散参数,控制数据的过分散程度; Γ 为伽马函数。

通过链接函数将自变量与因变量的期望关联,公式为:

$$\ln \mu_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \cdots + \beta_p x_{ip},$$

式中: $\beta_0, \beta_1, \cdots, \beta_p$ 为回归系数, $x_{i1}, x_{i2}, \cdots, x_{ip}$ 为自变量。

负二项回归模型的 $P=0.001<0.050$,模型有效;过离散检验结果为 $155.326>1.960$,存在过离散情况,采用负二项回归方法正确。采用负二项回归计算自变量与因变量的相关关系,回归分析结果如表 4 所示。

表 4 负二项回归分析结果

变量	回归系数	P	变量	回归系数	P
截距	1.905	0.001	过境公路介数中心性	2.037	0.031
城镇节点数	-0.246	0.906	城镇 POI 数	1.974	0.048
过境公路节度	-0.620	0.801	土地混合利用程度	0.710	0.433

由表 4 可知:过境公路介数中心性、城镇 POI 数的 P 均小于 0.050,且回归系数均大于 0,说明上述 2 个自变量与交通事故影响系数显著正相关,城镇节点数、过境公路节度和土地混合利用程度与交通事故影响系数的相关性不显著。随机森林模型的结论与负二项回归分析结论较接近,相较于负二项回归,随机森林模型对自变量的非加和性与非线性特点的适应性较好,适用于交通事故致因分析。

3 结束语

本文以某市范围内 G503、G302、G334、G203、S514 等 5 条公路沿线的 33 个城镇为研究对象,采用机

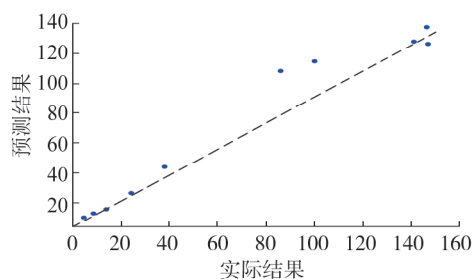


图 6 预测结果与实际结果散点图

器视觉中的语义分割划分城镇样本边界,提取城镇样本兴趣点,计算土地利用强度与土地混合利用程度,根据路网建模结果,计算路网拓扑特征参数,研究城镇土地利用及路网形态与过境公路交通事故间的相关性。结果表明:城镇兴趣点数对过境公路交通事故的影响最大;过境公路介数中心性与过境公路节度对过境公路交通事故有一定影响,对过境交通安全存在负面影响;城镇节点数、土地混合利用程度对过境公路交通事故的影响较小。通过随机森林模型所得出的结论与负二项回归分析结论接近。随机森林模型无需假设多因素间存在加和性,能有效处理数据自变量间可能存在的共线性,适用于交通事故致因研究,后续可在大样本条件下研究过境公路交通安全。

参考文献:

- [1] 世界卫生组织. 2023 年全球道路安全状况报告[EB/OL]. (2023-12-13)[2024-05-16]. <https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/global-status-report-on-road-safety-2023>.
- [2] 刘越,闵路路. 交通基础设施对经济集聚的溢出效应研究:基于空间经济学视角[J]. 东北农业大学学报(社会科学版), 2018,16(3):9-20.
- [3] 鄢晨光. 浙江宁海县域村镇聚落空间演化研究[D]. 重庆:重庆大学,2021.
- [4] 程丽敏,但慧娟. 基于 ACCESS MANAGEMENT 穿村镇公路改扩建交通安全综合提升技术[J]. 江西建材,2019(5):48-49.
- [5] 丁微,徐铖铖,刘攀. 用地组合形态划分与交通安全影响因素分析[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2017,47(5):1074-1078.
- [6] 王成,谢波. 土地利用视角下城市交通事故驱动机理的研究进展[J]. 地理科学进展,2020,39(9):1597-1606.
- [7] 谢波,肖扬谋. 城市道路网络特征对交通事故作用机理的研究进展[J]. 地理科学进展,2022,41(10):1956-1968.
- [8] 肖扬谋,谢波,庞哲. 城市道路网络特征对交通事故的作用机理研究[J]. 南方建筑,2023(4):61-68.
- [9] KARLAFTIS M G, VLAHOIANNI E I. Statistical methods versus neural networks in transportation research: differences, similarities and some insights[J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2011, 19(3): 387-399.
- [10] CHEN H, ZHAO Y, MA X T. Critical factors analysis of severe traffic accidents based on Bayesian network in China[J]. Journal of Advanced Transportation, 2020, 2020(1): 8878265.
- [11] REN G, ZHOU Z P. Traffic safety forecasting method by particle swarm optimization and support vector machine[J]. Expert Systems with Applications, 2011, 38(8): 10420-10424.
- [12] RIGATTI S J. Random forest[J]. Journal of Insurance Medicine, 2017, 47(1):31-39.
- [13] DOGRU N, SUBASI A. Traffic accident detection using random forest classifier[C]//Proceedings of 15th Learning and Technology Conference (L&T). Jeddah, Saudi Arabia: IEEE, 2018:40-45.
- [14] 周德,钟文钰,周婷,等. 基于 POI 数据的城市土地混合利用评价及影响因素分析:以杭州市主城区为例[J]. 中国土地科学,2021,35(8):96-106.
- [15] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市用地分类与规划建设用地标准:GB50137—2011[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2011.

Influence of urban land use and road network morphology on interregional highway traffic accident

JIN Ziheng¹, ZHAI Lin²

1. School of Criminal Science and Technology(School of Forensic Science), Criminal Investigation Police University of China, Shenyang 110854, China;2. Benxi Municipal Public Security Bureau, Benxi 117000, China

Abstract: In order to analyze the extent of the influence of urban land use and road network morphology on interregional highway traffic accidents, 33 towns along five highways (G503, G302, G334, G203, S514) in a
(下转第 43 页)

designated as national commerce-service logistics hubs are selected as sample cities. Based on panel data from these sample cities from 2014 to 2022, an evaluation index system is constructed with five dimensions: economic development level, commerce development level, infrastructure level, logistics development level, and talent-information potential. The entropy weighted-technique for order preference by similarity to ideal solution method is used to calculate comprehensive development level scores. A coupling coordination degree model is employed to quantify interactions and coordination among indicators, while the Dagum Gini coefficient is applied to analyze regional disparities. Results indicate that the average comprehensive development level of 53 sample cities increases steadily from 0.099 in 2014 to 0.156 in 2022, representing a cumulative increase of 57.58%, though the overall level remains low and requires improvement; the coupling coordination degree continuously improves, transitioning from mild imbalance to marginal imbalance, yet overall coordination stays suboptimal; regional disparities primarily stem from inter-regional differences, with an average annual contribution rate of 40.18%, making inter-regional gap reduction essential for curbing the expansion of overall disparities.

Keywords: city undertaking national commerce-service logistics hubs; comprehensive development level; coupling coordination degree; entropy weighted-TOPSIS method

(责任编辑:赵玉真)

.....
(上接第25页)

northern city are selected as research subjects. The topology characteristic parameters are obtained by modeling the urban road network, and the intensity of land use and the degree of mixed land use are calculated using points of interest(POI). The random forest model is employed to analyze the influence of independent variables on interregional highway traffic accidents, and the correlation between independent variables and interregional highway traffic accidents is analyzed using negative binomial regression. The results indicate that the feature importances for the number of POIs, betweenness centrality of the interregional highways, degree of the interregional highways, number of urban nodes, and degree of mixed land use in the random forest model are 0.62, 0.14, 0.11, 0.07, and 0.06, respectively. The number of POIs has the greatest influence on interregional highway traffic accidents, while betweenness centrality and the number of nodes of the interregional highways have some influence. The number of urban nodes and the degree of mixed land use have weaker influence on interregional highway traffic accidents. In the negative binomial regression method, the betweenness centrality of the interregional highways and the number of POIs are significantly and positively associated with interregional highway traffic accidents, while the number of urban nodes, degree of the interregional highways, and degree of mixed land use are not significantly correlated. The conclusions of the random forest model are close to those of the negative binomial regression analysis. The random forest model adapts well to the non-additive and non-linear characteristics of the independent variables and is suitable in analyzing the causes of traffic accidents. Controlling urban scale and reasonably planning urban road networks are of great significance in reducing the risk of interregional highway traffic accidents and improving traffic safety.

Keywords: interregional highway traffic accident; road network morphology; POI; random forest model

(责任编辑:赵玉真)