

道路和停车场拥挤程度对城市轨道交通分担率影响分析*

潘 轲^{1,2} 王思韬³ 叶霞飞²

(1. 北京市市政工程设计研究总院有限公司, 100082, 北京; 2. 同济大学道路与交通工程教育部重点实验室, 201804, 上海; 3. 上海申通地铁集团有限公司技术中心, 201103, 上海)

摘 要 [目的] 为确定停车场拥挤程度、道路拥挤程度的最佳度量指标, 需研究两者对轨道交通分担率的影响特征。[方法] 提出考虑停车场个数、停车场泊位数、城市轨道交通车站步行影响范围、出行距离折减等因素的8种停车场拥挤程度的可能度量指标, 以及考虑路段长度、路段拥挤度等因素的2种道路拥挤程度的可能度量指标。结合日本近畿圈交通小区间的客流数据、道路交通和停车场数据, 实证分析各度量指标对城市轨道交通分担率变化的影响, 利用相关性分析确定最佳度量指标。[结果及结论] 增加目的地停车场拥挤程度和道路拥挤程度会提高交通小区间的全日城市轨道交通分担率。当O(起点)端交通小区位于市区和郊区时, 目的地停车场拥挤程度的最佳度量指标宜采用经距离折减的交通小区内高饱和和停车场泊位数占比; 当O端交通小区位于核心区时, 目的地停车场拥挤程度的最佳度量指标宜采用经距离折减的交通小区内高饱和和停车场个数占比。道路拥挤程度的最佳度量指标宜采用经拥挤度加权的交通小区间途经交通小区的拥挤道路总延长。

关键词 城市轨道交通; 城市轨道交通分担率; 停车场拥挤程度; 道路拥挤程度

中图分类号 U239.5

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.12.020

Impact Analysis of Road and Parking Lot Congestion on Urban Rail Transit Modal Share

PAN Ke^{1,2}, WANG Sitao³, YE Xiafei²

(1. Beijing General Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., 100082, Beijing, China; 2. Key Laboratory of Road and Traffic Engineering of Ministry of Education, Tongji University, 201804, Shanghai, China; 3. Technology Center of Shanghai Shentong Metro Group Co., Ltd., 201103, Shanghai, China)

Abstract [Objective] To determine the optimal metrics indicators for measuring parking lot congestion and road congestion levels, it is essential to study their impact on the modal

share of urban rail transit. [Method] Eight potential metrics indicators for measuring parking lot congestion are proposed, considering factors such as the number of parking lots, the number of parking spaces, the walking influence range of urban rail transit stations, and travel distance reductions. Additionally, two possible metrics for road congestion are introduced, taking into account road section length and congestion level. Using the inter district transportation data in Kinki metropolitan region of Japan, covering passenger flow, road traffic and parking lots, an empirical analysis is conducted to evaluate the influence of each metric indicator on the variation in urban rail transit modal share. Correlation analysis is then used to determine the optimal metrics. [Result & Conclusion] Increasing the destination parking lot and road congestion levels leads to a higher all-day urban rail transit modal share between traffic zones. When the O (origin) traffic zone is located in urban or suburban areas, the optimal metric for destination parking lot congestion is advisable to adopt the proportion of highly saturated parking spaces within a traffic zone, adjusted according to distance. When the O-zone is in the central district, the optimal metric indicator for congestion in destination parking lots should adopt the proportion of highly saturated parking lots within the traffic zone, adjusted according to distance reductions. The best metric indicator for road congestion should adopt the total length of congested roads between traffic zones weighted by congestion levels.

Key words urban rail transit; urban rail transit modal share; parking lot congestion level; road congestion level

对于轨道交通分担率的预测是城市轨道交通(以下简称“城轨”)客流预测的重要环节, 其预测精度在现有的预测方法中难以保证, 这主要是由于对城轨分担率的影响因素分析不足导致的。

对于交通小区间的城轨分担率影响因素, 从出

* 上海申通地铁集团有限公司科研计划项目(JS-KY18R002)

行的角度可归类为出行者特征、出行特征和出行设施特征三大类^[1],其中出行设施特征指服务于出行的基础设施的相关属性。文献[2]从“P+R(停车换乘)”接驳角度,说明了停车场规模对城轨站间OD(起讫点)客流量、城轨站点进站客流量和出站客流量的影响。文献[3-4]的研究结果表明,停车场规模与城轨站间OD客流量呈正相关关系。文献[5]的研究结果表明,在城轨站点开通前后,不论是对一定区域的道路还是特定路段,道路拥挤程度均有较明显的改善。文献[6]的研究结果表明,当公共交通尤其是城轨因故终止运行时,高峰时段的道路拥堵程度急剧增加。已有文献研究结果表明,道路拥堵会导致部分拟选择道路交通出行的乘客改为选择城轨出行,提高了交通小区间的全日城市轨道交通分担率(以下简称“全日城轨分担率”)。

目前,尚未有针对停车场拥挤程度和道路拥挤程度对交通小区间城轨分担率影响的研究。鉴于此,本文考虑停车场个数、停车场泊位数、城轨车站步行影响范围、出行距离折减等因素,提出停车场拥挤程度的可能度量指标;考虑路段长度、路段拥挤度等因素,提出道路拥挤程度的可能度量指标。利用日本近畿圈交通小区、城轨、停车场、道路交通等数据计算各可能度量指标,分析其对全日城轨分担率变化的影响,并利用相关性分析确定停车场拥挤程度和道路拥挤程度的最佳度量指标。本文研究可为通过引入目的地停车场拥挤程度指标和道路拥挤程度指标来提高城轨交通分担率预测模型精度的相关研究提供实证依据。

1 数据获取与处理

1.1 数据来源说明

日本近畿圈的大部分城轨线路已处于设计年限的远期阶段,各条线路的客流特征趋于稳定,其城市与交通发展模式与我国大城市较为相似,均以发展大运量的公共交通为主。研究近畿圈交通小区间城轨分担率有助于把握我国未来的客流发展规律,且相关数据公开完备。因此,本文采用日本近畿圈相关数据作为实证分析数据。

通过下载和爬取相关信息,获取近畿圈交通小区、城轨、停车场、道路交通等数据,如表1所示。从数据年份来看,除停车场信息数据外,其他数据的调查时间均为2010年。根据2010—2019年日本机动车停车场年报,大阪市各类停车场个数和停车场

泊位数的变化趋于平稳,故2021年的停车场信息数据已经能够基本满足本文的研究需求。

表1 近畿圈相关数据名称、来源及年份

Tab.1 Names, sources, and years of Kinki Region relevant data

数据名称	来源	年份
城轨线网数据	日本国土数值情报网站	2010
城轨车站数据	日本国土数值情报网站	2010
道路网络数据	日本国土数值情报网站	2010
交通小区边界数据	日本近畿圈个人出行调查	2010
交通小区间全日不同出行方式OD客流量数据	日本近畿圈个人出行调查	2010
停车场信息数据	日本Navitime情报网站	2021
道路交通拥挤度数据	日本道路街路交通情势调查	2010

1.2 数据处理

1.2.1 大阪府区位划分

本文将大阪环状线(含)以内区域作为核心区;不含核心区的大阪市范围区域作为市区;不含市区的大阪府范围区域作为郊区。

1.2.2 目的地停车场拥挤程度的可能度量指标

所获取的停车场信息数据中包含停车场名称、停车场泊位数、距城轨站点的最近步行距离、经纬度、泊位饱和情况等信息。其中,每5 min更新一次停车场泊位饱和情况,并将其分为4个等级:满、空、拥挤、休。“满”是指该停车场已停满车;“空”是指该停车场有大量的空位;“拥挤”是指该停车场仅剩少量空位;“休”是指该停车场不营业。考虑实际停车的难易情况,当停车场泊位饱和情况信息为“拥挤”时,乘客会因为停车场的空泊位难以寻觅而放弃在该停车场停车;当停车场泊位饱和情况信息为“满”时,乘客会因为停车场没有空泊位而无法在该停车场停车;当停车场泊位饱和情况信息为“休”时,乘客会因为停车场不营业而无法在该停车场停车。所以,当停车场泊位饱和情况信息为“满”、“拥挤”和“休”时,可以认为该停车场是高饱和停车场。

考虑到城轨站点步行影响范围内的停车场可能会直接影响乘客对城轨出行方式的选择,参考文献[7],选取500 m作为大阪市内城轨车站步行影响范围半径。

综上所述,本文提出的目的地停车场拥挤程度的可能度量指标包括:全日各时刻最大的交通小区内高饱和停车场个数占比、交通小区内高饱和停车场泊位数占比、交通小区内所有城轨站点

500 m 影响范围内高饱和和停车场个数占比,以及交通小区间内所有城轨站点 500 m 影响范围内高饱和和停车场泊位数占比。

1.2.3 道路拥挤程度的可能度量指标

乘客道路交通出行过程示意图如图 1 所示。当选择道路交通的乘客从交通小区 n 的出发地到交通小区 m 的目的地时,考虑节约出行时间,整个出行过程可以分为三个阶段。首先,该乘客从交通小区 n 的出发地出发,通过交通小区 n 内部的低等级道路,进入交通小区 n 去往交通小区 m 的高等级道路;其次,通过连接交通小区 n 与交通小区 m 的高等级道路,乘客途经交通小区 $n+1, n+2, \dots, m-1$, 到达了高等级道路在交通小区 m 内的出口;最后,乘客从高等级道路在交通小区 m 内的出口进入交通小区 m 内部的低等级道路,通过这些低等级道路到达位于交通小区 m 的目的地。

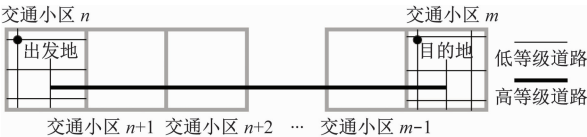


图 1 乘客道路交通出行过程示意图
Fig. 1 Diagram of passenger road traffic travel process

在交通小区 n 和交通小区 m 内,由于交通小区内低等级道路错综复杂,导致乘客在交通小区内使用的道路不便于识别。但在途经交通小区过程中,由于考虑节约出行时间,乘客均会集中选择连接交通小区 n 与交通小区 m 的高等级道路,这些道路在交通小区内数量有限,便于识别。因此,本文道路拥挤程度的度量仅涉及途经交通小区的高等级道路。结合日本大阪府的实际情况,选择高速自动车道(国家高速公路)、都市高速道路(都市圈内的民营高速公路)、一般国道作为高等级道路。对于大阪市,本文选择主要地方道路(城市道路)南北线和大阪高速 1 号环线作为南北横穿大阪市核心区的高等级道路。本文选取的道路对象示意图如图 2 所示。

郊区的交通小区面积较大,导致交通小区内可能存在多个道路通道,每个道路通道上可能出现多条道路。考虑到交通小区间道路交通 OD 路径未知,本文假设交通小区间道路交通出行的客流对道路通道及其道路的选择是完全随机的。

在上述假设下,以 O (起点) 端、 D (讫点) 端交通小区共有的道路通道作为交通小区间出行者选



图 2 本文选取的道路对象示意图
Fig. 2 Diagram of road objects selected for the research

择的道路通道。对于各途经的交通小区,道路通道内的道路拥挤度按“完整横穿”途经交通小区的路段道路拥挤度取均值确定;对于拥有多个道路通道的途经交通小区,其道路拥挤度按各道路通道内的道路拥挤度取均值确定。其中,“完整横穿”是指路段与途经交通小区的交点都在交通小区的边缘上。对于“未完整横穿”的路段,若有彼此首尾拼接为“完整横穿”的,按首尾拼接后“完整横穿”的路段道路拥挤度计算。

采用日本道路交通定义的拥挤度进行分析,日本路段拥挤度与道路交通情况关系如表 2 所示。计算方法为白天 12 h (07:00—19:00) 的道路路段单向实际交通量与道路路段交通量的比值。根据日本道路协会对拥挤度的定义可知,道路拥挤度越大,表明该路段的拥堵程度越高,当道路拥挤度小于 1 时,道路交通处于畅通状态,乘客可以根据自己

表 2 日本路段拥挤度与道路交通情况关系

Tab. 2 Relation between road congestion and road traffic condition in Japan

拥挤度	道路交通情况
<1.00	白天 12 h 道路通畅
[1.00, 1.25)	白天 12 h 高峰时段,道路有可能发生拥堵的时间约为 1~2 h,但长时间连续发生拥堵的可能性非常小
[1.25, 1.75)	包含高峰时段在内发生道路拥堵的时间长度存在快速增加的可能性,平峰时段也可能发生道路拥堵
≥1.75	全天都呈现慢性道路拥堵现象

的偏好选择出行方式。因此,本文仅考虑道路拥挤度不小于1的道路路段。

考虑到乘客主要通过拥挤道路长度来感知道路的拥挤程度,道路拥挤程度也会在一定程度上影响乘客对拥挤道路长度的判断。选择交通小区间途经交通小区拥挤道路的道路总延长(以下简称“拥挤道路总延长”)、交通小区间途经交通小区拥挤度加权的拥挤道路的道路总延长(以下简称“加权拥挤道路总延长”)作为道路拥挤程度的可能度量指标。

各度量指标的计算方法为:

$$A_{nm}^p = \sum_{i=n+1}^{m-1} B_i^p \quad (1)$$

$$B_i^p = \frac{\sum_j C_{ij}^p}{N_i} \quad (2)$$

$$C_{ij}^p = \frac{\sum_k \alpha_{ijk} L_{ijk} (D_{ijk})^p}{R_{ij}} \quad (3)$$

$$\alpha_{ijk} = \begin{cases} 0, & D_{ijk} < 1 \\ 1, & D_{ijk} \geq 1 \end{cases} \quad (4)$$

式中:

A_{nm}^p ——交通小区 n 至交通小区 m 的(加权)拥挤道路总延长;

B_i^p ——途经交通小区 i 的(加权)拥挤道路总延长;

C_{ij}^p ——途经交通小区 i 内道路通道 j 的(加权)拥挤道路总延长;

N_i ——途经交通小区 i 内的道路通道个数;

R_{ij} ——道路通道 j 内完整横穿途经交通小区 i 的路段个数;

L_{ijk} ——道路通道 j 内完整横穿途经交通小区 i 的路段 k 的道路延长;

D_{ijk} ——道路通道 j 内完整横穿途经交通小区 i 的路段 k 的拥挤度;

α_{ijk} ——指示变量,用于指示道路通道 j 内完整横穿途经交通小区 i 的路段 k 道路拥挤与否,0 为道路不拥挤,1 为道路拥挤;

p ——0-1 变量,当 p 取为 0 时,表示拥挤道路总延长,当 p 取为 1 时,表示加权拥挤道路总延长。

2 目的地停车场拥挤程度对全日城轨分担率影响实证分析

根据 1.2.2 节的度量指标定义,计算交通小区目的地停车场拥挤程度的各度量指标。利用交通

小区间全日不同出行方式的 OD 客流量数据计算交通小区间全日城轨分担率;利用道路网络数据计算交通小区形心间最短道路距离。考虑 O 端交通小区的不同区位,绘制目的地停车场拥挤程度各度量指标与交通小区间全日城轨分担率散点图,如图 3 所示。

当 O 端交通小区位于郊区和市区时,交通小区间全日城轨分担率随着目的地停车场拥挤程度的增大而增大。对于高饱和停车场泊位数占比,由于限定区域内有泊位饱和情况信息的停车场泊位数占所有停车场泊位数较低,因此出现了高饱和和停车场泊位数占比极小,但交通小区间全日城轨分担率极大的异常数据。

当 O 端交通小区位于核心区时,目的地停车场拥挤程度对交通小区间全日城轨分担率的影响程度规律不太明显,这主要是由于交通小区形心间最短道路距离会对上述影响程度产生折减效果,且交通小区形心间最短道路距离越小,折减效果越大。

设置考虑交通小区形心间最短道路距离的折减系数函数 $\beta(d)$,以及经距离折减的目的地停车场拥挤程度度量指标 X'_t ,可以表示为:

$$\beta(d) = 1 - 1\,000/d \quad (5)$$

$$X'_t = \beta(d) X_t, \quad t = 0, 1, 2, 3 \quad (6)$$

式中:

d ——交通小区形心间最短道路距离,单位 m;

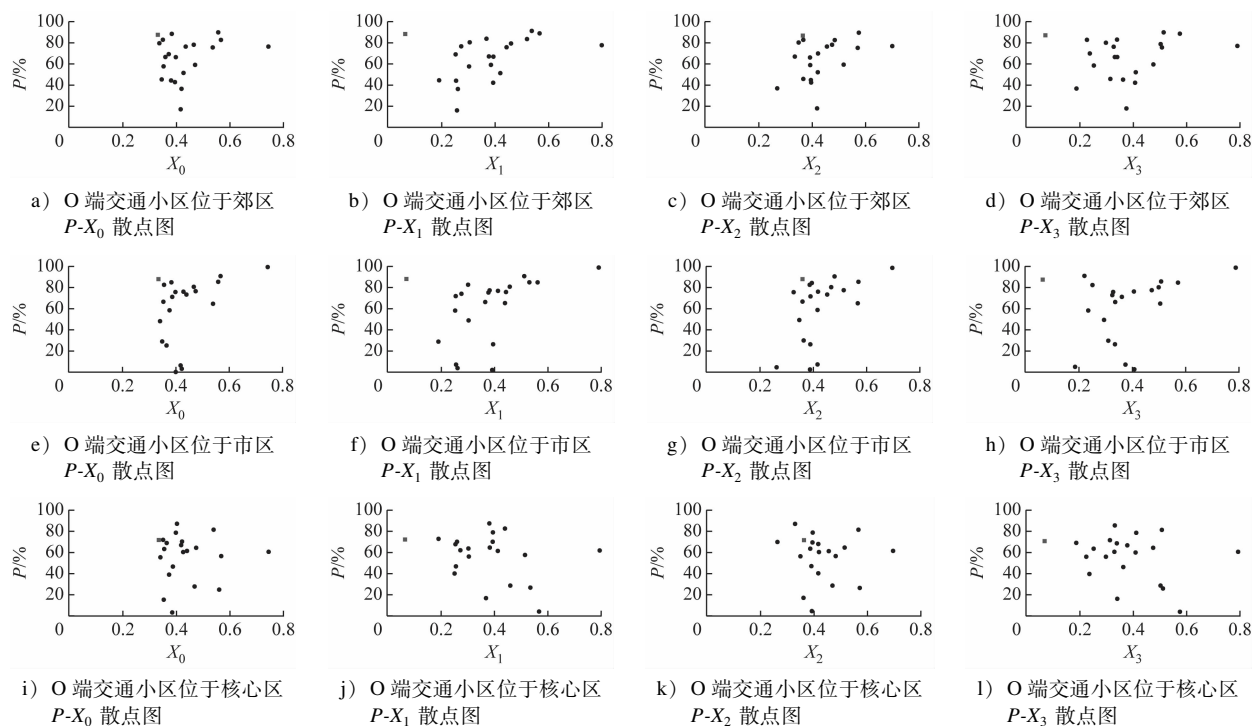
X_t ——目的地停车场拥挤程度度量指标;

X'_t ——经距离折减的目的地停车场拥挤程度度量指标。

根据交通小区形心间最短道路距离计算折减系数和经距离折减的各度量指标,考虑 O 端交通小区的不同区位,绘制经距离折减的目的地停车场拥挤程度各度量指标与交通小区间全日城轨分担率散点图,如图 4 所示。

考虑距离折减后,当 O 端交通小区位于郊区和市区时,交通小区间全日城轨分担率与目的地停车场拥挤程度的变化规律不变;当 O 端交通小区位于核心区时,交通小区间全日城轨分担率随着目的地停车场拥挤程度的增大而增大,符合定性判断。故考虑距离折减因素对分析目的地停车场的拥挤程度有一定的合理性。

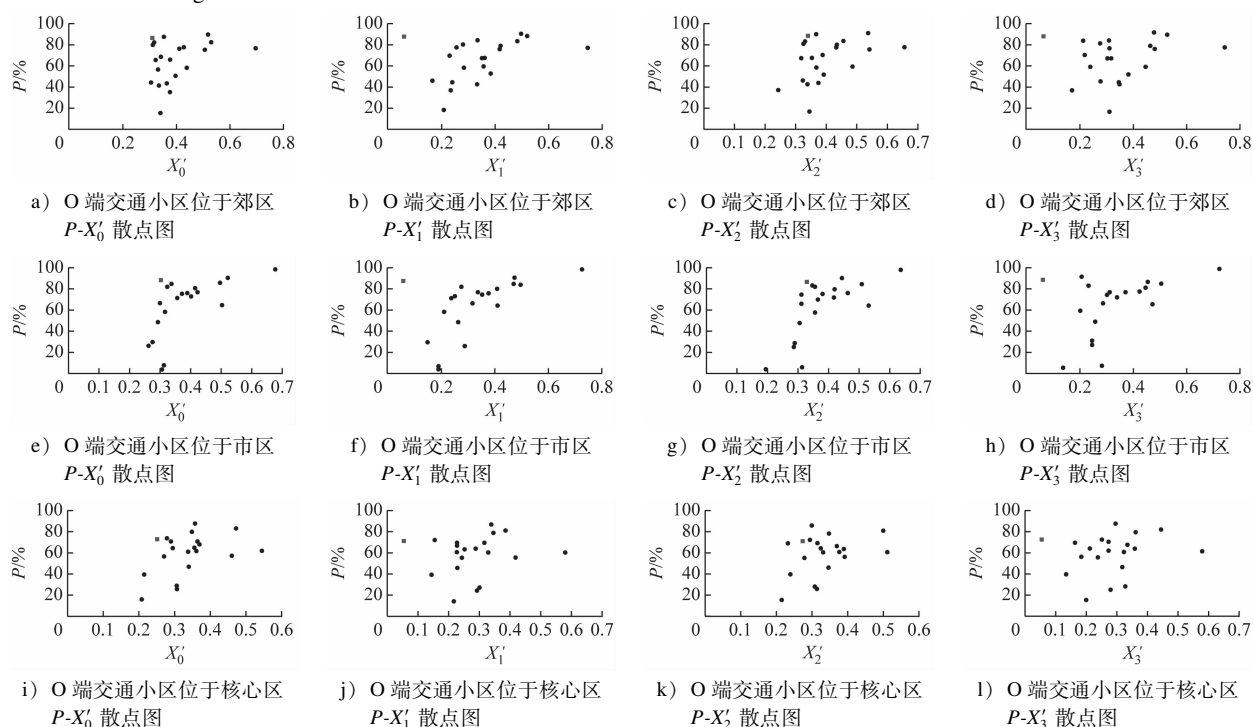
利用相关性分析确定目的地停车场拥挤程度的最佳度量指标。计算不同 O 端交通小区条件下,剔除异常值后,目的地停车场拥挤程度各度量指标与交通小区间全日城轨分担率的皮尔逊相关系数,如表 3 所示。



注: P 为交通小区间全日城轨分担率; X_0 为交通小区内高饱和和停车场个数占比; X_1 为交通小区内高饱和和停车场泊位数占比; X_2 为交通小区内所有城轨站点 500 m 影响范围内高饱和和停车场个数占比; X_3 为交通小区内所有城轨站点 500 m 影响范围内高饱和和停车场泊位数占比。

图3 目的地停车场拥挤程度各度量指标与交通小区间全日城轨分担率散点图

Fig. 3 Scatter diagrams of all parking lot congestion level indexes at destination and all-day rail transit modal share among traffic zones



注: X'_0 为经距离折减的交通小区内高饱和和停车场个数占比; X'_1 为经距离折减的交通小区内高饱和和停车场泊位数占比; X'_2 为经距离折减的交通小区内所有城轨站点 500 m 影响范围内高饱和和停车场个数占比; X'_3 为经距离折减的交通小区内所有城轨站点 500 m 影响范围内高饱和和停车场泊位数占比。

图4 经距离折减的目的地停车场拥挤程度各度量指标与交通小区间全日城轨分担率散点图

Fig. 4 Scatter diagrams of all parking lot congestion level indexes at destination and all-day rail transit modal share among traffic zones after distance reduction

表 3 目的地停车场拥挤程度各度量指标与交通小区间全日城轨分担率的皮尔逊相关系数

Tab.3 Pearson correlation coefficient of all parking lot congestion level indexes at destination and all-day rail transit modal share among traffic zones

O 端交通小区编号	O 端交通小区区位	$P-X'_0$ 皮尔逊相关系数	$P-X'_1$ 皮尔逊相关系数	$P-X'_2$ 皮尔逊相关系数	$P-X'_3$ 皮尔逊相关系数
45110	郊区	0.382	0.590	0.466	0.359
44410	郊区	0.209	0.367	0.404	0.433
44620	郊区	0.289	0.495	0.313	0.327
51830	市区	0.650	0.722	0.708	0.585
51820	市区	0.724	0.656	0.740	0.554
51220	核心区	0.629	0.398	0.543	0.396
51150	核心区	0.464	0.245	0.392	0.282
51110	核心区	0.566	0.212	0.505	0.303

在郊区和市区,对于高饱和停车场个数占比,相较于仅计算交通小区内的情况,考虑了城轨站点影响范围的度量指标与交通小区间全日城轨分担率的相关性更高。但对于高饱和停车场泊位数占比,除 O 端交通小区 44410 外,相较于仅计算交通小区内的情况,考虑了城轨站点影响范围的度量指标与交通小区间全日城轨分担率的相关性更低,导致这种现象的原因是交通小区内所有城轨站点 500 m 影响范围内承担主要泊车需求的停车场的泊位饱和情况信息大量缺失。

在郊区和市区,对于交通小区内,相较于考虑停车场个数,考虑停车场泊位数的度量指标与交通小区间全日城轨分担率的相关性更高。这说明停车场泊位数更能反映泊车需求与供给之间的矛盾对交通小区间全日城轨分担率的影响。但对于城轨站点影响范围,考虑停车场泊位数的度量指标与交通小区间全日城轨分担率的相关性比考虑停车场个数的相关性更低的原因同上。

在核心区,仅计算交通小区内的度量指标与交通小区间全日城轨分担率的相关性比考虑城轨站点影响范围的相关性更高。考虑停车场个数的度量指标与交通小区间全日城轨分担率的相关性比考虑停车场泊位数的相关性更高。这可能是相较于郊区至核心区交通小区之间的乘客全日出行而言,核心区交通小区之间的乘客全日出行目的更多样,目的地更分散,停车需求在空间分布上不集中,导致乘客对停车场泊位数和停车场与城轨车站位置关系的感知不敏感,进而影响到交通小区间的全日城轨分担率。

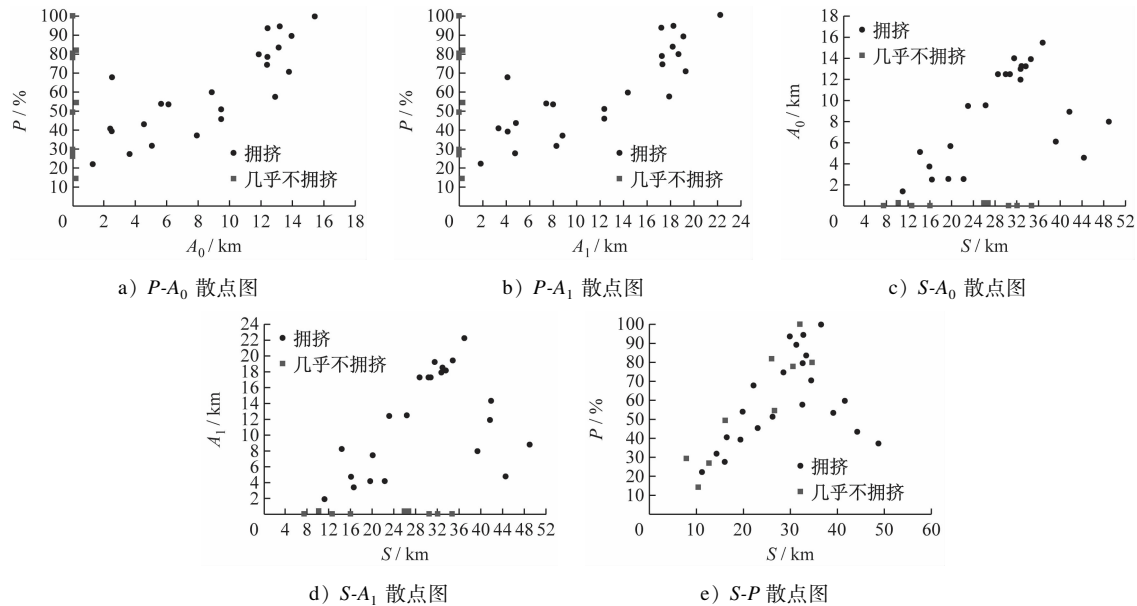
由表 3 可知:当 O 端交通小区位于市区和郊区

时,推荐目的地停车场拥挤程度的最佳度量指标为经距离折减的交通小区内高饱和停车场泊位数占比;当 O 端交通小区位于核心区,推荐目的地停车场拥挤程度的最佳度量指标为经距离折减的交通小区内高饱和停车场个数占比。

3 道路拥挤因素对全日城轨分担率影响实证分析

根据前文所述的数据处理方法,计算交通小区间道路拥挤程度各度量指标。利用交通小区间全日不同出行方式的 OD 数据计算交通小区间全日城轨分担率。以 O 端交通小区 44410 为例,绘制道路拥挤程度各度量指标与交通小区间全日城轨分担率的散点图,如图 5 所示。其中,所涉及的数据均存在途经交通小区和高等级道路。

图 5 a) 和图 5 b) 中的数据点可以分为两类:①当拥挤道路总延长或加权拥挤道路总延长小于 300 m 时,道路拥挤程度对交通小区间全日城轨分担率无影响或影响很小;交通小区形心间最短道路距离等因素对交通小区间全日城轨分担率的影响较明显。②交通小区间全日城轨分担率随道路拥挤程度的增大而增大,说明起、终点交通小区间途经的交通小区道路拥挤程度越来越严重,其所对应的城轨分担率越高。由图 5 c) 和图 5 d) 可知:道路拥挤程度与交通小区形心间最短道路距离有一定的正相关性。结合图 5 e) 可知,当交通小区形心间最短道路距离大于 30 km 时,交通小区形心间最短道路距离的增大并没有引起道路拥挤程度和交通小区间全日城轨分担率的增大,但交通小区间全日城轨分担率仍随着道路拥挤程度的增大而增大,说明道



注: A_0 为拥挤道路总延长; A_1 为加权拥挤道路总延长; S 为交通小区形心间最短道路距离。

图 5 道路拥挤程度各度量指标、交通小区形心间最短道路距离与交通小区间全日城轨分担率散点图

Fig. 5 Scatter diagrams of all road congestion level indexes, shortest road distance between traffic zone centers and all-day rail transit modal share among traffic zones

路拥挤程度的增大是引起交通小区间全日城轨分担率增大的原因之一。

利用相关性分析确定道路拥挤程度的最佳度量指标。计算不同 O 端交通小区条件下,交通小区形心间最短道路距离的道路拥挤程度各度量指标与交通小区间全日城轨的偏相关系数,如表 4 所示。当 O 端交通小区位于市区时,道路拥挤程度各度量指标对应的偏相关系数过小或为负数,与定性判断

表 4 道路拥挤程度各度量指标与交通小区间全日城轨分担率的偏相关系数

Tab. 4 Partial correlation coefficient of all road congestion level indexes and all-day rail transit modal share among traffic zones

O 端交通 小区编号	O 端交通 小区区位	$P-A_0$ 偏 相关系数	$P-A_1$ 偏 相关系数
44410	郊区	0.787	0.807
45120	郊区	0.365	0.447
44620	郊区	0.361	0.386
51130	市区	-0.521	-0.472
51810	市区	0.058	0.082
51840	市区	-0.456	-0.046
51110	核心区	0.359	0.423
51140	核心区	0.126	0.129
51150	核心区	0.124	0.245

不符,可能的原因有:其他影响因素增大了道路拥挤程度较小的交通小区间全日城轨分担率;道路拥挤程度计算结果与实际交通小区间的道路拥挤程度有所差异。

在控制交通小区间最短道路距离条件下,道路拥挤程度各度量指标在同一 O 端交通小区条件下,其对应偏相关系数的相对大小具有一定的一致性,即加权拥挤道路总延长对应的偏相关系数均大于拥挤道路总延长对应的偏相关系数,说明与不考虑道路拥挤度加权的道路拥挤总延长指标相比,考虑道路拥挤度加权的拥挤道路总延长指标与交通小区间全日城轨分担率的相关性较好。因此,本文推荐将加权拥挤道路总延长作为道路拥挤程度的最佳度量指标。

4 结语

本文以日本近畿圈相关数据为基础,研究了出行设施中目的地停车场拥挤程度和道路拥挤程度对交通小区间全日城轨分担率的影响,主要获得以下几个结论:

1) 增加目的地停车场拥挤程度和道路拥挤程度均会引起交通小区间全日城轨分担率的增加。

2) 当 O 端交通小区位于市区和郊区时,目的地停车场拥挤程度的最佳度量指标为经距离折减

的交通小区内高饱和停车场泊位数占比;当 O 端交通小区位于核心区时,目的地停车场拥挤程度的最佳度量指标为经距离折减的交通小区内高饱和停车场个数占比。道路拥挤程度的最佳度量指标为起、终点交通小区间途经的交通小区拥挤度加权的拥挤道路总延长。

3) 当 O 端交通小区位于郊区时,道路拥挤程度对交通小区间全日城轨分担率的影响程度大于目的地停车场拥挤程度;当 O 端交通小区位于市区和核心区时,目的地停车场拥挤程度对交通小区间全日城轨分担率的影响程度大于道路拥挤程度。

参考文献

- [1] 胡章浩. 城市轨道交通走廊交通方式分担率预测研究[D]. 西安: 长安大学, 2019.
HU Zhanghao. Study on prediction of traffic mode sharing rate in urban rail transit corridor[D]. Xi'an: Chang'an University, 2019.
- [2] DUNCAN M. To park or to develop: trade-off in rail transit passenger demand[J]. Journal of Planning Education and Research, 2010, 30(2): 162.
- [3] CHOI J, LEE Y J, KIM T, et al. An analysis of metro ridership at the station-to-station level in Seoul[J]. Transportation, 2012, 39(3): 705.
- [4] ZHAO J, DENG W, SONG Y, et al. Analysis of metro ridership at station level and station-to-station level in Nanjing: an approach based on direct demand models[J]. Transportation, 2014, 41(1): 133.
- [5] YANG J, CHEN S, QIN P, et al. The effect of subway expansions on vehicle congestion: evidence from Beijing[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2018, 88: 114.
- [6] ADLER M W, VAN OMMEREN J N. Does public transit reduce car travel externalities? Quasi-natural experiments' evidence from transit strikes[J]. Journal of Urban Economics, 2016, 92: 106.
- [7] CHENG Y, YE X, WANG Z. A forecasting model of the proportion of peak-period boardings for urban mass transit system: a case study of Osaka prefecture [C] // 2016 TRB Annual Meeting. Washington, D. C., USA: Transportation Research Board, 2016: 10.
- 收稿日期:2022-10-17 修回日期:2022-11-14 出版日期:2024-12-10
Received:2022-10-17 Revised:2022-11-14 Published:2024-12-10
• 通信作者:潘轲,助理工程师,601677183@qq.com
• ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license
- [3] 金新灿,孙守光,李强. 高速车辆运行过程中轮轨接触点的测试研究[J]. 铁道学报, 2019, 41(4): 41.
JIN Xincan, SUN Shouguang, LI Qiang. Research on measuring rail-wheel contact points during operation of high-speed rolling stocks[J]. Journal of the China Railway Society, 2019, 41(4): 41.
- [4] 李洲. 轮轨接触点位置对轮轨力测量的影响研究[D]. 湘潭: 湘潭大学, 2016.
LI Zhou. Study on the influence of wheel-rail contact point position on wheel-rail force measurement[D]. Xiangtan: Xiangtan University, 2016.
- [5] 艾永军,陈春俊,熊仕勇,等. 高速列车脱轨监测关键算法研究[J]. 中国测试, 2019, 45(10): 109.
AI Yongjun, CHEN Chunjun, XIONG Shiyong, et al. Research on key algorithms for derailment monitoring of high speed trains [J]. China Measurement & Test, 2019, 45(10): 109.
- [6] 王振,陈照波,焦映厚,等. 车轮阻尼及接触点位置对轮轨接触过程稳定性的影响[J]. 振动工程学报, 2012, 25(6): 619.
WANG Zhen, CHEN Zhaobo, JIAO Yinghou, et al. Influence of wheel damping and contact position on the stability of wheel-rail contact system[J]. Journal of Vibration Engineering, 2012, 25(6): 619.
- [7] 谢素超,王进,谭鸿创. 基于频域积分的车体变形量间接获取方法及应用[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2022, 53(2): 727.
XIE Suchao, WANG Jin, TAN Hongchuang. Indirect acquisition method and application of vehicle body deformation based on frequency domain integration[J]. Journal of Central South University (Science and Technology), 2022, 53(2): 727.
- [8] 任愈. 轮轨接触状态在线检测关键技术研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2012.
REN Yu. Research on key technology of on-line detection of wheel-rail contact state[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2012.
- [9] 罗林. 轮轨系统轨道平顺状态的控制[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2006.
LUO Lin. Control of track smoothness of wheel-rail system[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2006.
- 收稿日期:2022-10-14 修回日期:2022-12-05 出版日期:2024-12-10
Received:2022-10-14 Revised:2022-12-05 Published:2024-12-10
• 通信作者:陈春俊,教授,953492807@qq.com
• ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license