

基于 Web API 的城市交通运行指数模型构建 ——以昆明市为例

唐 远

(云南省综合交通发展中心, 云南 昆明 650000)

摘 要: 为弥补传统数据采集困难, 提出应用 Web API 技术手段在短时间内获取城市路网数据的思路和方法。以昆明市二环内路网区域为研究对象, 通过对区域路段连续 17h 的行程车速提取和处理, 刻画出路网拥堵时空分布图, 以此建立交通运行指数模型, 结果表明昆明二环区域路网具有明显的“双峰”特征, 晚高峰交通运行指数差于早高峰, 与出行者早间通勤和晚间多元化出行目的规律吻合。选取具有代表性的功能区从路网和道路两个层面进行拥堵发生时间、持续时长和平均车速分析, 为交管部门缓解交通拥堵和指定精细化管理措施提供依据。

关键词: Web API; 交通运行指数; 严重拥堵里程比; 行程时间比; 时空特征; 昆明市

中图分类号: U49

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)03-0042-07

Establishment of Urban Traffic Operation Index Model Based on Web API: A Case Study of Kunming City

TANG Yuan

(Yunnan Comprehensive Transportation Development Center, Kunming 650000, China)

Abstract: To make up for the difficulties of traditional data collection, the idea and method of obtaining urban road network data in a short time by applying Web API technical means are proposed. Taking the road network area within the Second Ring Road of Kunming City as the research object, by extracting and processing the travel vehicle speed of the regional road sections for 17 consecutive hours, the spatio-temporal distribution map of road network congestion is depicted. Based on this, a traffic operation index model is established. The results show that the road network in the area of Ring II Road in Kunming has obvious “double-peak” characteristics. The traffic operation index in the evening peak is worse than that in the morning peak, which is in line with the pattern of morning commutes and diversified evening travel purposes of the travelers. The representative functional areas are selected to analyze the occurrence time, duration and average vehicle speed of congestion from both the road network and road levels, providing a basis for traffic management departments to alleviate traffic congestion and formulate refined management measures.

Keywords: Web API; traffic operation index; severe congestion mileage ratio; travel time ratio; spatio-temporal feature; Kunming

0 引 言

路网、干道作为交通运行的基本载体, 对其进行交通运行评估是路网规划和精细化交通管理的重要手段。国内外研究机构从不同角度构建了相应的量化评估体系, 如服务水平 (Level of Service, LOS)、道路拥堵指数 (Roadway Congestion Index, RCI)、神经网络分析^[1-3]。实际工程应用中常用道路服务水平进行量化分析, 该方法计算方便、容易理解, 但 V/C (交

通量/通行能力) 对非区域路网内的动态特定路段的交通状况不敏感, 当 $V/C < 1.0$ 时, 会忽略区域内局部路段正处于拥堵的状况, 与实际出行体验有偏差^[4]。现今交管部门多采用交通运行指数 (Traffic Performance Index, TPI) 进行评估, 以大量的浮动车数据为基础, 通过加工后用来反映路网情况。近年来, 青岛、武汉、深圳、上海等地都建立了自己的运行指数系统平台, 对当地的路网监测和交通治理改善起到了积极作用^[5-8]。

随着互联网数据的发展, 国内主流地图产商都提供了 Web API (Web Application Programming Interface) 服务, 通过访问接口获得相关数据, 如兴趣

收稿日期: 2025-10-20

作者简介: 唐远(1989—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事交通规划与交通模型信息化工作。

点、路径导航等。目前黄飞^[9]应用高德API接口获取连续12 h的道路运行数据,构建交叉口可达性模型,进行道路拥堵点分析;王宝乐^[10]通过高德API接口采集道路连续14 h的车速数据,构建道路拥堵时空分布图。已有的研究主要从交叉口、道路两方面反映拥堵的时空分布特征,对于利用API构建交通运行指数模型少有研究。

本文提出基于Web API获取评估数据的思路,从路段层面入手构建城市区域交通运行指数模型。该方法具有如下特点:一是数据访问成本低,调用API接口的成本约为400次/元;二是数据提取速度快,平均每分钟可获取50次访问数据。通过构建好的模型,可对路段、道路、区域进行交通运行时空分析和评估,为缓解城市拥堵和交通管理提供指导依据。

1 交通运行指数的内涵

1.1 方法比较

交通运行指数是综合反映道路网交通运行状况的指标,是对交通拥堵在空间、时间、强度等方面特征的综合化、简单化描述^[11]。核心指标主要为严重拥堵里程占比(Severe Congestion Distance Portion, SCDP)和行程时间比(Travel Time Index, TTI),先将计算指标归一化为0~10的单一数值,再将数值转换到畅通、基本畅通、轻度拥堵、中度拥堵和严重拥堵5个等级,来反映路网的拥堵水平,数值越大越拥堵,见表1。

表1 两种计算指标与交通运行指数的转换关系^[12]

严重拥堵里程 比例/%	行程时间比	交通运行 指数	运行状况 等级
[0,4)	[1,1.3)	[0,2)	畅通
[4,8)	[1.3,1.6)	[2,4)	基本畅通
[8,11)	[1.6,1.9)	[4,6)	轻度拥堵
[11,14)	[1.9,2.2)	[6,8)	中度拥堵
[14,24)	[2.2,2.5)	[8,10)	严重拥堵
≥24	≥2.5	10	

在严重拥堵里程占比的计算方法中,根据不同等级道路的严重拥堵里程占比情况,转换得到TPI,代表城市有北京、广州、武汉、杭州。基于行程时间比的计算方法则以路段实际行程时间与自由流时间之比关系,得到TPI,代表城市有深圳。

1.2 敏感性分析

严重拥堵里程比的方法适用于大区域路网评估,该方法在样本选取时只对严重拥堵路段进行分析和刻画,避免了因样本过大造成效果平滑的缺点。

行程时间比方法则要计算区域内所有样本,路网中等级较低而实际却不拥堵的道路也会被纳入考虑,使得路网内行程时间比较高,造成计算结果失真^[13]。

在评价小区域路网时,行程时间比方法更能反映真实的路网运行情况,原因在于拥堵里程比方法因样本偏少会造成计算结果不稳定,而行程时间比方法考虑了所有样本容量,使得计算结果更加准确。

图1为昆明核心区两种方法的运行指数对比情况,从图1可见,行程时间比方法计算出的运行指数低于严重拥堵里程比方法,早晚高峰运行指数在4~6之间,路网定性为轻度拥堵状态,而严重拥堵里程比方法计算出的早晚高峰指数在8~10之间,路网定性为重度拥堵状态,更符合实际的出行感受。

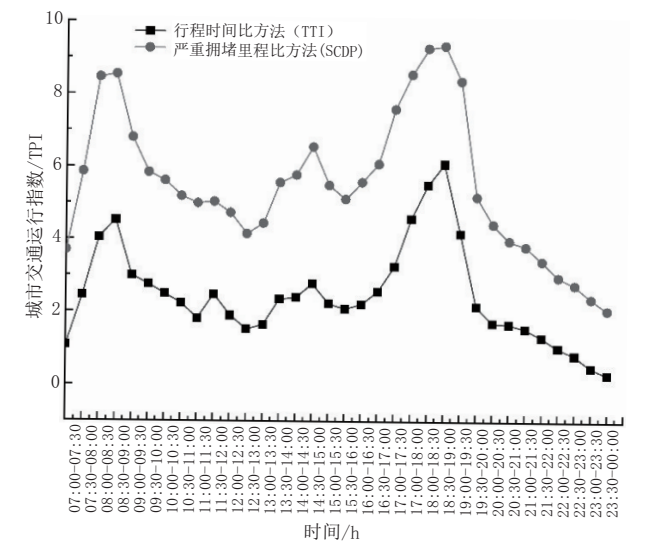


图1 两种计算方法下的交通运行指数对比

2 模型构建

2.1 基础模型

二环内是昆明主城区的核心区域,聚集了主要的居住人口,区域内“二环三横四纵”骨架路网承担着组团交通服务,以二环为研究对象,可以较少的样本数据采集反映真实的交通运行情况。从人口热力图分布特征看,高峰时段人口活动集中在南屏街、恒隆、新迎、昆明广场、大悦城、云大医院、火车站等商圈、医院和枢纽附近,以市中心南屏街商圈最为集中,见图2。

采用TransCAD进行路网模型构建和信息存储,路网模型包括道路名称、长度、等级、车道数、现状道路流量、自由流车速、高峰车速等字段信息,模型路网总长405.1 km,包含1 623条路段,其中快速路58.2 km、

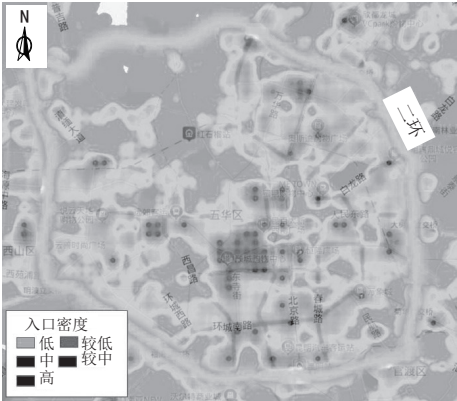


图2 昆明市二环内核心区人口热力分布

主干路 160.9 km、次干路 43.3 km、支路 142.7 km, 见图3。



图3 昆明市核心区路网结构

2.2 数据采集机制

Web API是网络应用程序接口,作用原理类似于灰箱,按给定的参数规则构建网络链接(Uniform Resource Locator, URL),即可获取访问数据。高德地图提供了路径规划API服务接口,可获取驾车出行路线的距离和耗时,该接口接收3个主要参数:路径起点坐标(origin)、终点坐标(destination)、驾驶策

略(strategy),请求后返回JSON格式的数据串,通过解析获得对应路径的长度和行程时间。利用路径规划API的这一机制,可获取模型路网所需的运行数据。

由于凌晨车流较少,路况评估的意义不大,所以将数据采集时段设为7:00~24:00,采集频率30 min/次,连续采集一周。在构建URL时,将路段的两个端点坐标设为路径的起终点坐标,驾驶策略选择路程最短。因单次访问只能获取一个方向的数据,对于双向行驶的路段需构建两个方向的URL,考虑模型尺度和部分道路单行,需构建2 850个URL,单日数据访问量约为97 000条。利用Python进行批量提取,将采集到的数据匹配到模型路网上,便于后续的运行指数分析。从采集的结果看,工作日和休息日早晚高峰各车速区间道路里程数占比相对稳定,车速20 km/h以下的道路里程占比早高峰约为47%,晚高峰约为55%,见图4和表2。

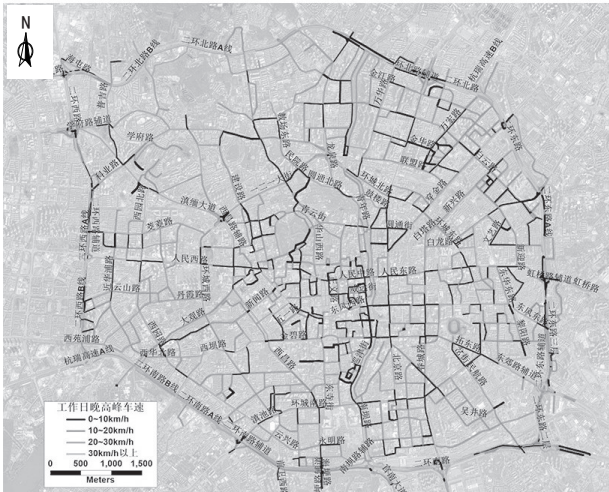


图4 工作日核心区晚高峰车速分布

表2 高峰时段各车速区间道路里程分布

车速/(km·h ⁻¹)	工作日早高峰		工作日晚高峰		周末早高峰		周末晚高峰	
	里程/km	占比/%	里程/km	占比/%	里程/km	占比/%	里程/km	占比/%
[0,10)	42	10	50	12	30	8	49	12
[10,20)	148	37	183	45	154	38	165	41
[20,30)	118	29	98	24	100	25	100	25
≥30	95	24	72	18	119	29	89	22

2.3 数据处理与转换

因基于严重拥堵里程比的方法和基于行程时间比的方法特点不同,在评估时,根据评估范围的大小,选择适宜的方法,见表3。

2.3.1 基于严重拥堵里程比的数据处理

(1)计算路段平均车速。利用Web API接口获取路段长度和行程时间两个指标,采用速度计算公式得到路段平均车速。

表3 评估方法选用

评估对象	评估方法
二环内核心区域	基于严重拥堵里程比方法
典型功能区	基于行程时间比方法
道路系统	

$$\overline{V}_{ij} = \frac{L_j}{T_{ij}}$$

(1)

式中: $\overline{V}_{ij}$ 为时段*i*内路段*j*的平均车速; L_j 为路段*j*的

长度; T_{ij} 为时段*i*内路段*j*的行程时间。

(2)按道路等级确定各交通状态下的速度阈值,统计时段*i*内的快速路、主干路、次干路、支路中处于严重拥堵的里程比例,见表 4。

表 4 路段(道路)严重拥堵车速阈值划分^[14]

道路等级	严重拥堵车速阈值/(km·h ⁻¹)
快速路	$\bar{V} \leq 20$
主干路	$\bar{V} \leq 13$
次干路	$\bar{V} \leq 11$
支路	$\bar{V} \leq 9$

(3)计算各等级道路的车公里数 VKT_k ,汇总得到路网 VKT 。

$$VKT_{ik} = \sum_{j=1}^n VKT_{ikj} \tag{2}$$

式中: n 为道路等级*k*包含的路段数量; VKT_{ik} 为时段*i*内道路等级*k*的车公里数。其中:时段*i*内道路等级*k*的第*j*条路段的车公里数 VKT 计算如下:

$$VKT_{ikj} = Q_{ij} \cdot L_{ikj} \tag{3}$$

式中: Q_{ij} 为时段*i*内道路等级*k*中第*j*条路段的标准车当量; L_{ikj} 为时段*i*内道路等级*k*中第*j*条路段的长度。

(4)将各道路等级的 VKT 作为权重进行加权,计算确定评估时段*i*的道路网拥堵里程比例 $SCDP_i$ 。

$$SCDP_i = \frac{\sum_{k=1}^4 VKT_{ik} \cdot SCDP_{ik}}{\sum_{k=1}^4 VKT_{ik}} \tag{4}$$

式中: $SCDP_{ik}$ 为时段*i*内道路等级*k*严重拥堵里程比;

(5)将路网严重拥堵里程比 $SCDP$ 转换为 0~10 以内的交通运行指数 TPI 。

$$TPI = \begin{cases} 50 \cdot SCDP & 0 \leq SCDP < 0.08 \\ \frac{200}{3} (SCDP - 0.08) + 4 & 0.08 \leq SCDP < 0.14 \\ 20 (SCDP - 0.14) + 8 & 0.14 \leq SCDP < 0.24 \\ 10 & SCDP \geq 0.24 \end{cases} \tag{5}$$

2.3.2 基于行程时间比的数据处理

(1)确定自由流车速。将连续 30 d 的路段车速数据由高到低排列,取前 1/9 的车速样本进行平均,结果作为路段自由流车速^[9]。

(2)计算时段*i*内路段*j*的行程时间比 TTI 。

$$TTI_{ij} = \frac{V_{if}}{V_{ij}} \tag{6}$$

式中: TTI_{ij} 为时段*i*内路段*j*的行程时间比; V_{if} 为路段*j*的自由流车速; V_{ij} 为时段*i*内路段*j*的平均车速。

(3)以各路段周转量 VKT 作为权重,计算路网行

程时间比。

$$TTI = \frac{\sum_{j=1}^n VKT_j \cdot TTI_j}{\sum_{j=1}^n VKT_j} \tag{7}$$

(4)将路网行程时间比 TTI 转换为 0~10 以内的交通运行指数 TPI 。

$$TPI = \begin{cases} 0 & TTI < 1 \\ \frac{20}{3} (TTI - 1) & 1 \leq TTI \leq 2.5 \\ 10 & TTI \geq 2.5 \end{cases} \tag{8}$$

3 交通运行特征

3.1 二环内路网运行特征

二环内路网工作日运行特征呈“M”型分布,早高峰时段为 7:30—10:00,持续 2.5 h,最拥堵时段出现在 8:00—9:00,运行指数 8.5,路网运行严重拥堵。中午 14:30—15:00 会出现一个短暂的午高峰,持续时间 0.5 h,运行指数 6.6,路网运行中度拥堵。晚高峰从 16:30 持续至 20:00,共 3.5 h;其中 17:30—19:30 运行严重拥堵,在 18:00—19:00 运行指数达到全天最大值 9.4。

与工作日不同,休息日运行特征表现为早高峰时段后移,午晚高峰无明显界限,全天高峰持续时间较长。早高峰从 10:00 开始,持续至 11:30,最大运行指数 7.1,运行中度拥堵;午晚高峰从 13:30 开始,一直持续到晚上 21:30,其中从 14:00—19:30 路网运行指数均大于 8.0,最大达到 8.9,严重拥堵时段长达 4.5 h。

昆明市核心区交通运行指数对比见图 5。

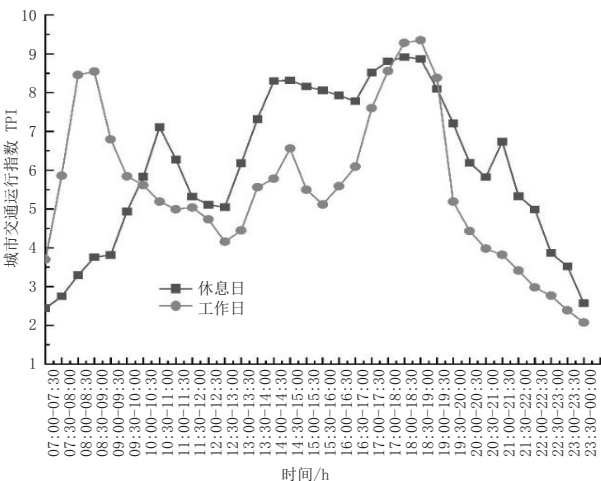


图 5 昆明市核心区交通运行指数对比

3.2 典型功能区路网运行特征

以人口热力图聚集特征为依据,选取 7 个具有代

表性的小路网区域进行分析,研究不同功能区的路网运行特征规律。居住功能区选择东寺街、拓东片区,商务功能区选择南屏、同德、新迎片区,医疗功能区选择云大医院片区,枢纽功能区选择火车站片区,见图6。



图6 评估功能区分布

(1)居住区路网时空特征

居住区全天运行指数规律呈双峰特征,早晚两个高峰运行指数均大于6,运行中度拥堵,且晚高峰时长和指数均大于早高峰。从对比分析看,东寺街片区的全天运行指数基本高于拓东片区,晚高峰持续时间也长于拓东片区,这是因为东寺街片区位于市中心区域,周边干路除了服务居住区交通外,还承担着城市组团交通的通过转换功能,见图7。

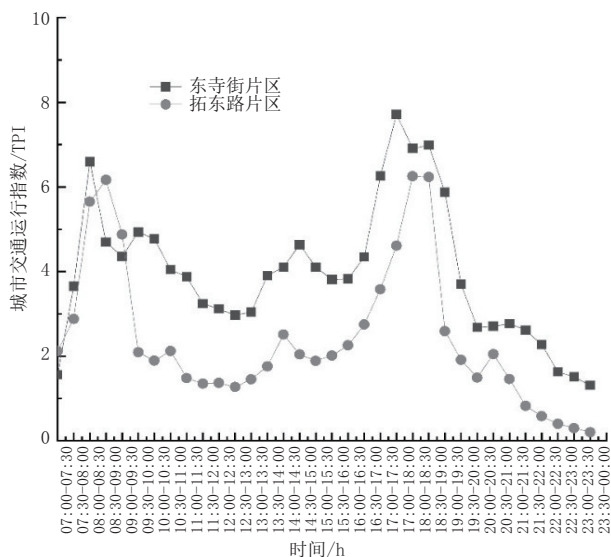


图7 居住功能区运行指数对比

(2)商务区路网时空特征

商务区的早晚高峰特征与居住功能区基本一致,但在13:30—15:00会出现一个午高峰。从运行指数对比图看,商务功能区的路网运行状态要优于居住功能区,早、午高峰运行轻度拥堵,晚高峰中度拥堵。原因在于办公属性只是商务区的一部分功

能,通勤强度低于居住区,聚集到运行指数上表现为早晚高峰运行指数较居住区低,但因商务区还兼有部分商业娱乐功能,区域出行目的多元化,在中午时段会出现一个小高峰,见图8。

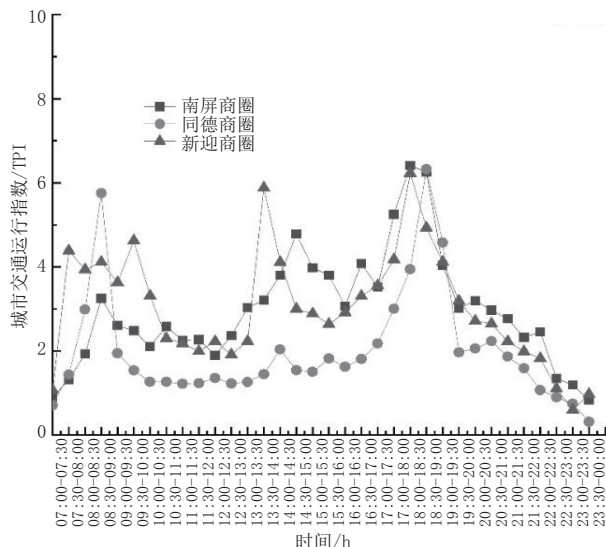


图8 商务功能区运行指数对比

(3)医疗区路网时空特征

医疗区会出现两个早高峰,一个集中在8:00—8:30,与通勤高峰吻合;另一个集中在9:30—10:00,与门诊高峰重合。医疗区无明显晚高峰,全天最拥堵时段出现在14:30—15:00,运行指数8.9,路网严重拥堵。总体上,区域运行指数特征表现为早、午高峰路网运行较为拥堵,其它时段平缓畅通,见图9。

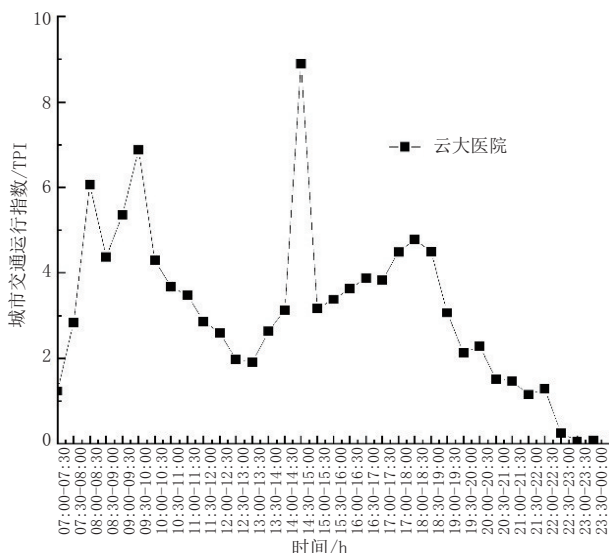


图9 医疗功能区运行指数对比

(4)枢纽区路网时空特征

二环内具有明显枢纽集聚效应的区域为火车站片区,片区全天运行指数处于高位,高峰时段持续较长。具体表现为7:30—20:00时段,运行指数基本大于8.0,路网中度拥堵;从16:00开始,区域路网进

入晚高峰,运行指数大于9.0,严重拥堵时段持续3.5 h,直到19:30结束,见图10。

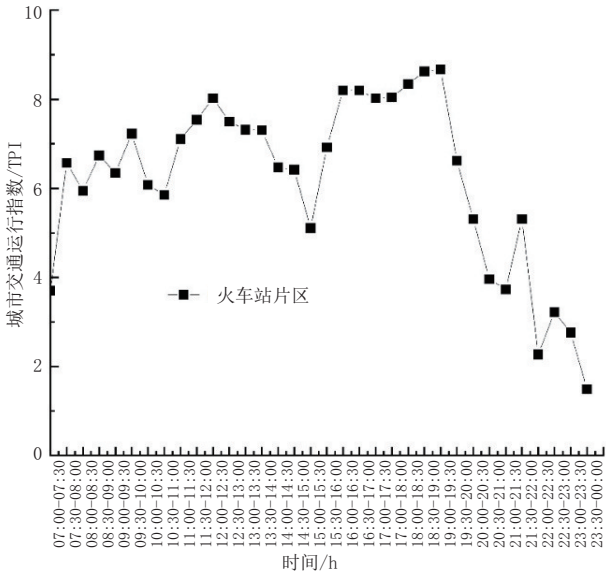


图10 枢纽功能区运行指数对比

3.3 干路系统运行特征

(1)环路系统运行特征

一环系统早高峰平均车速14.9 km/h,运行指数6.5;晚高峰平均车速14.5 km/h,运行指数6.8;早晚高峰运行指数接近,整体评估为中度拥堵。环城南路东西向布置,是南市区和核心区重要的交通转换通道,早晚高峰运行均为严重拥堵。

二环系统早高峰平均车速36.3 km/h,运行指数5.2,轻度拥堵;晚高峰平均车速下降为27.5 km/h,运行指数上升到7.0,中度拥堵。二环系统早高峰运行相对顺畅,晚高峰二环南路、二环东路拥堵加剧明显,主要原因是石虎关立交昆玉高速方向与呈贡组团的交换车流增加较多。

环路系统运行指标对比见图11。

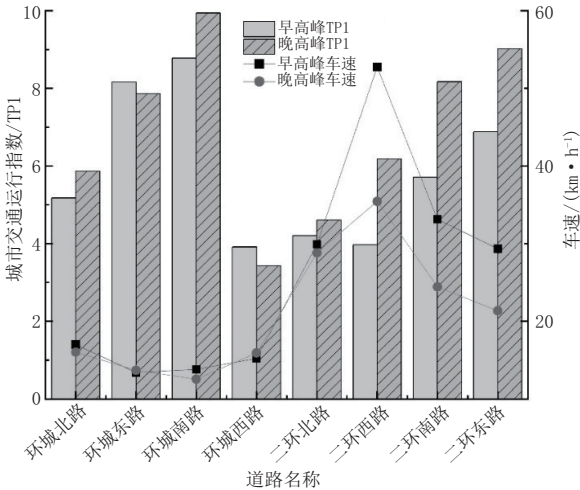


图11 环路系统运行指标对比

(2)横向通道运行特征分析

核心区横向通道包括人民路、建设路、东风路、西坝路、金碧路、拓东路。早高峰平均车速13.9 km/h,运行指数8.1;晚高峰平均车速15.7 km/h,运行指数8.9。早晚高峰整体评估为严重拥堵。横向系统中,人民路、东风西路、东风东路、拓东路高峰期间运行指数都达到了10,交通负荷压力大,见图12。

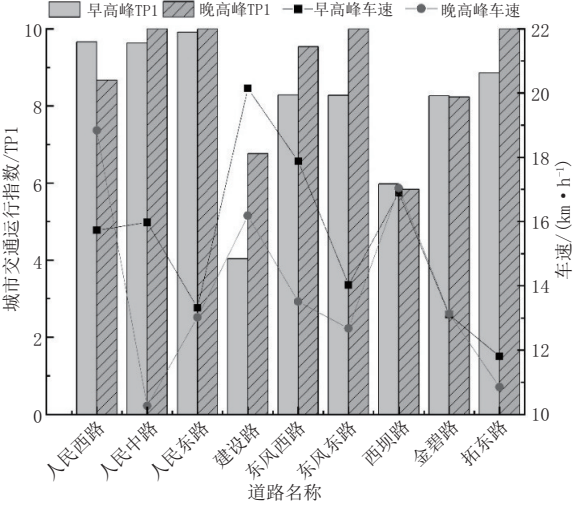


图12 横向通道运行指标对比

(3)纵向通道运行特征分析

纵向通道包括滇缅大道、西昌路、青年路、巡津街、南坝路、北京路、新兴路、白塔路、春城路。早高峰平均车速15.6 km/h,运行指数6.8;晚高峰平均车速13.9 km/h,运行指数7.7。早晚高峰整体评估为中度拥堵。纵向通道中青年路、巡津街、南坝路、白塔路、春城路红线宽度相对较窄,横断面双向4车道布置,通行能力有限,高峰期间运行指数为10,见图13。

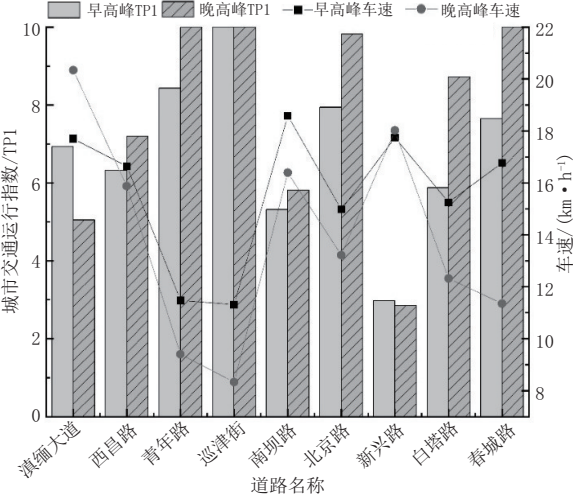


图13 纵向通道运行指标对比

4 结 语

对交通运行指数的数据转换方法进行了分析和

比较,提出了适用场景,给出了运用高德地图 Web API提供的驾车路径规划接口获取路段运行数据,构建区域路网分时段交通运行指数模型的思路。通过对路网时空拥堵分布特征的分析,验证了该方法在短时获取路网数据、连续监测评估方面具有可操作性,便于快速掌握常发性拥堵节点、拥堵路段的分布情况和运行规律。

利用 Web API 能极大降低数据采集的工作量,但随着评估路网的增大,采集时间变长,可能会出现单位时段内的采集不能覆盖整个路网样本,这将对模型的精度和路网评估的准确性产生影响,后续工作可考虑研究异步情况下的数据采集机制,提高数据进发量和采集速度,以适应大规模路网的建模需求。同时,获取的数据准确性仍有待进一步验证,与实际结果的偏差和模型适用条件将是下一步工作的研究重点。

参考文献:

- [1] 卢凯,吴瑶婷,邓兴栋,吴蔚.适于多空间尺度的道路交通运行指标逐级计算模型[J].东南大学学报(自然科学版),2022,52(6):1178-1188.
- [2] 韦清波,何兆成,郑喜双.考虑多因素的城市道路交通拥堵指数预测研究[J].交通运输系统工程与信息,2017,17(1):74-81.
- [3] 郑长江,孙凯,沈金星,等.基于贝叶斯BWM的中小城市综合交通网络评价[J].交通科学与工程,2023,39(2):95-104.
- [4] 王璐媛,于雷,孙建平,等.交通运行指数的研究与应用综述[J].交通信息与安全,2016,34(3):1-9.
- [5] 孙秋霞,孙一心,赵术兰.基于TPI的交通拥堵状况时空特征分析——以青岛市为例[J].山东科技大学学报(自然科学版),2018,37(5):88-96.
- [6] 官廉,杨伟,王心竹,等.道路交通运行指数在武汉的实践与应用[J].交通与运输(学术版),2017(2):61-65.
- [7] 马倩,黄昕.特殊天气下的交通指数平台和信息发布应用[J].交通与运输,2022,38(6):100-103.
- [8] 杜洽.基于拥堵指数的上海市交通运行影响因素分析[J].交通与运输,2021,37(4):66-70.
- [9] 黄飞.基于地图API技术的道路拥堵点交通运行状态分析[J].城市道桥与防洪,2024(5):30-33.
- [10] 王宝乐,韩宝睿,董任,孙振洋.基于交通态势数据的道路拥堵情况分析[J].物流科技,2024(15):80-84.
- [11] 苏跃江,韦清波,吴德馨,等.城市道路交通运行指数的对比和思考[J].城市交通,2019,17(2):96-101.
- [12] GB/T 33171—2016 城市交通运行状况评价规范[S].
- [13] 张溪,刘建军,周天,等.基于行程时间比指数的街道级交通运行特征研究[J].交通工程,2018,18(6):8-15.
- [14] DB33/T 998—2016 城市道路交通运行状态评价规范[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:roadbridgeflood@163.com

