

基于实测车速的中小城镇公园交通可达性研究

Research on Traffic Accessibility of Parks in Medium and Small Cities Based on Measured Vehicle Speed

甄杰沛 邱韵焯 郭洪旭*

ZHEN Jiepei, QIU Yunye, GUO Hongxu*

摘要

为了更准确反映出实际交通状况对我国中小城镇公园可达性的影响,以佛山市高明区为研究区,应用 GIS 网络分析法,分析研究区内主要公园在交通高峰期和平峰期各类出行方式的可达性特征与差异。结果表明:1) 研究区公园可达性整体不佳,东部西江地区公园可达性较高,可达性沿路网向西递减,这与公园绿地和道路网络的分布密切相关;2) 小汽车和公交车的公园可达服务范围 and 人口均优于步行和自行车;3) 无论何种出行方式,研究区内仍有超过 60% 的区域处于公园服务盲区,约 20% 的居民无法享受较好的公园服务;4) 交通拥堵直接影响了小汽车和公交车的实际运行速度,导致 2 种出行方式的公园服务范围和服务人口明显减少,尤其是在高峰期。因此,中小城镇公园交通可达性应兼顾各类出行方式,尤其要重视提升慢行交通系统的可达性。

Abstract

In order to more accurately reflect the influence of actual traffic conditions on the accessibility of parks in small and medium-sized cities in China, this research used Gaoming District of Foshan City as the study area, analyzing the accessibility characteristics and differences of various travel modes of major parks in the based on GIS network analysis method. The results show that: Firstly, the accessibility of parks in the study area is not good generally. The accessibility of parks in Xijiang area in the east is higher, which decreases westward and is closely related to the distribution of park green space and road network. Secondly, park-accessible service scopes and populations are better served by cars and buses than by walking and cycling. Thirdly, no matter choosing what mode of travel, there are still more than 60% park service blind spots in the study area, and about 20% residents can't enjoy better park services. Finally, traffic congestion directly affects the actual speed of cars and buses, which leads to the obvious reduction of the service scope and service population of the parks in the two modes of travel, especially during peak hours. Therefore, the accessibility of parks in small and medium-sized cities should take into account all kinds of travel modes, especially the accessibility of non-motorized traffic systems.

文章亮点

1) 利用 GIS 网络分析法探究中小城镇公园可达性; 2) 对比实测车速与标准车速的公园可达性差异; 3) 出行高峰期对中小城镇公园可达性有较大影响。

关键词

实测车速; 可达性; 城镇公园; 佛山市

Keywords

Measured vehicle speed; Accessibility; Urban park; Foshan City

收稿日期: 2023-11-20

修回日期: 2024-02-26

城市公园是居民休闲游憩的重要场所^[1]。随着社会经济的快速发展和人民生活水平的提高,城市居民对公园休憩活动的需求与日俱增。公园的规划和建设不仅需要关注公园的数量,还需关注人们能否方便快捷地进入公园进行游憩活动。因此,城市公园空间布局的合理性是影响公园服务水平的重要因素^[2]。

公园交通可达性分析是评估公园空间布局合理性的重要手段,常用的研究方法有最小邻近距离法、缓冲区模型法、费用加权距离法、引力模型法和网络分析法。近年来部分学者以交通出行大数据为数据源,使用网络分析法和引力模型法开展了诸多有益的探索^[3-4]。已有研究中的公园交通可达性度量指标和测度方法各有差异,其中,公园和服务人群之间的空间距离、各类出行方式到达公园的时间以及公园的服务人口等是评估公园交通可达性的关键因子^[5]。在众多城市公园交通可达性分析方法中,缓冲区模型法使用的模型操作简单,但未考虑人口分布、道路网等各类社会经济要素,结果常与实际差别较大。费用阻力模型法可以在一定程度上反映出行成本、绿地可达性,但衡量指标没有统一标准,具有较强的主观性。在引力模型法中,公园和居民小区之间的通达度(即路径距离或到达时间)和人口密度是评估公园交通可达性的重要因子,但由于不同性质节点的吸引力类型、作用各不相同,模型较为复杂,计算结果含义有待商榷,难以直观地反映公园交通可达性^[6]。网络分析法基于实际道路交通网络,以不同出行方式的速度评估公园交通可达性,能较准确地反映实际情况,但现有研究多以道路设计标准速度为参数,忽略了道路拥堵对各类出行方式行驶速度的影响^[7-9]。随着移动互联网和全球定位系统的发展,有多项研究^[10]开始将公园交通可达性与交通大数据相结合,应用地图导航数据测算出的各类出行方式的速度和到达公园的时间,来评估公园交通可达性。如黄应淮等^[11]基于高德地图应用程序编程接口(API)中的路径规划接口,求取最短通行时间,

构建引力模型分析广州海珠区城市公园的可达性;黄焕春等^[12]运用GIS网络分析法,结合道路、建筑、人口等大数据,对北京市二环至六环不同环线内城市公园的可达性及其服务状况进行研究。浩飞龙等^[13]基于百度地图路径规划API及腾讯“宜出行”大数据,结合引力模型与双变量空间自相关分析等方法,综合测度长春市中心城区公园绿地的空间可达性及其供需匹配特征。与基于标准速度的公园交通可达性评估方法相比,利用交通大数据获取的出行速度和到达时间数据更符合实际,数据获取更加容易,可以更加客观真实地反映公园交通可达性。

综合文献来看,现有研究通常以距离、时间或公园覆盖人口等指标来刻画公园可达性,但这些评价指标的评价结果都会受交通拥挤程度的影响。近年来公园交通可达性的评估方法不再局限于标准速度与理论模型,而是逐步将网络地图动态数据应用到可达性测度中,使得评估结果更符合实际。这类研究对公园访问出行时间的测算通常由网络地图软件在后台按照车速、拥堵状况,通过经验算法获取,不同级别路网的车速和行驶时间的测算依据难以获取,无法分析可达性差异的原因。而在不同交通拥堵状况下,使用动态速度与标准速度或经验速度开展可达性评估的结果有无差异,还少有验证研究。此外,现有研究多以大中型城市为研究区,针对中小城镇的研究还比较少见,现有研究的方法和结论不一定适用后者。鉴于此,本文以佛山市高明区内的公园绿地为例,采用网络分析法,实地开展步行、骑行、公交车和小汽车4种出行方式的速度实测,应用实测行驶速度分析不同出行方式在工作日和周末的交通高峰期和平峰期的公园交通可达性的特征,并比较其与标准车速的差异,为完善中小城镇公园交通可达性分析提供依据。

1 研究数据与方法

1.1 研究区概况

高明区东南与江门市交界,西南

与云浮市相连,北与肇庆市高要区接壤,东北隔西江与三水区、南海区接壤。高明区总面积为938 km²,下辖1个街道、3个镇(图1),区政府驻荷城街道。依据《高明区第七次全国人口普查公报》,2020年高明区常住人口46.9万人,其中,荷城街道常住人口31.94万人,明城镇、杨和镇和更合镇的常住人口分别为4.44万人、5.48万人和5.05万人。

高明区公园绿地沿西江密集分布,中部分布较少,西部没有公园分布,公园分布不均衡。道路网络同样存在分布不均衡的问题,东部地区道路网络密集,而沿着广台高速公路向西,道路网络逐渐变得稀疏。公园和道路网络分布不均衡与高明区城市发展建设有关,其以东部城市发展为基础向西拓展,西部地区城市建设尚未大范围开展,道路完善程度和大规模公园建设程度不如东部城市。依据我国现行城市等级体系划分标准,高明区和下辖街镇属于典型的小型城镇。

1.2 研究数据及数据库建立

依据《佛山市高明区土地利用总体规划(2010—2020)》,结合《城市绿地分类标准》(CJJ/T 85-2017),获取现状用地为公园绿地和风景游憩绿地的地块;结合高德地图上的公园信息,识别全区共计20个公园,其中荷城街道分布15个,杨和镇、明城镇和更合镇分别分布3个、2个和1个。所选公园类型包括综合公园、社区公园、专类公园、森林公园、湿地公园和郊野公园,公园面积合计3497.92 hm²,占高明区总面积的3.73%。现场调研确认公园出入口,在ArcGIS中构建公园面图层和出入口点图层,建立包含公园名称、面积和类型等字段信息的数据库。

从Open Street Map网站(<https://www.openstreetmap.org/>)获取道路矢量数据,道路等级分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路以及四级公路,利用GIS把道路抽象为线元素,建立城市道路网络模型。人口密度从worldpop网站(<https://hub.worldpop.org/>)中获取,导入GIS数据库,构建100 m×100 m网格的人

口密度栅格。居民出行方式主要有步行、自行车（电动自行车）、公交车和小汽车4种，参考《公路工程技术标准》（JTG B01—2003）获得各类出行方式的标准速度（表1）。

由于实际的交通网络存在阻力因素，实际车速和标准车速通常存在偏差。实际车速的定义按其观测方法、车速资料、使用目的及研究目的的不同，可分为多种类型，计算某段路程的速度有行驶车速、综合车速和平均车速^[14]。一般情况下，在车辆自由行驶时，行驶车速和综合车速差异不大，但综合车速的计算包括停车时间和行驶中的损失时间，更加符合实际出行情况，因此研究采用综合车速的计算方法来计算实际车速。

本研究组织工作人员在周末和工作日的高峰期和平峰期开展采样工作，工作日高峰期7:00—9:00和17:00—19:00，周末高峰期8:00—10:00和16:00—18:00；平峰期为14:00—15:00。工作人员在不同等级的公路上分别采样，测定小汽车车速。在一级和二级公路上，考虑小汽车直行、左转、右转3种情景，选择能够代表对应公路路况的典型路段开展采样（图2），采样区间约为5 km；高速公路采样点设置在收费站，采样区间约为10 km；对于路网密集的三级和四级公路，分别在荷城街道、杨和镇、明城镇和更合镇的行政中心区域选择典型采样区，采样区内以三级和四级公路为主，采样区间约为3 km（图1）。观测人员在采样区间的起点和终点拍照记录通过车辆的车牌以及其通过时间。在荷城街道、杨和镇、明城镇和更合镇选择4条典型公交线路，记录周末和工作日的高峰期和平峰期公交车始发和到达终点站的时间。根据综合车速计算方法得到车辆的实测车速（表1）。工作日和周末的采样工作分别在一天内完成。步行与自行车几乎不受其他交通阻力因素影响，实测速度接近标准速度；在周末与工作日的高峰期和平峰期，公交车与小汽车在各类道路的实测车速与标准车速存在偏差。

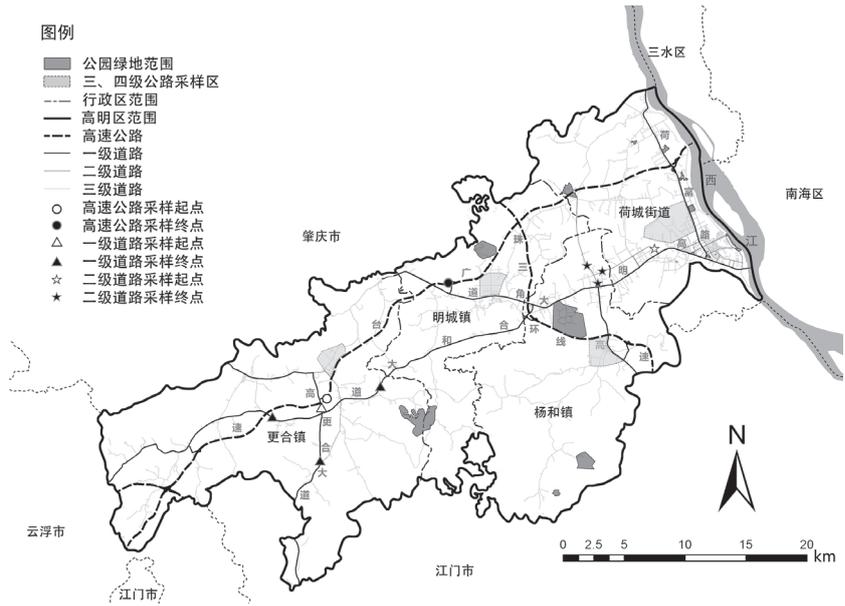


图1 研究区域概况

Fig.1 Overview map of the study area



图2 现场测速照片示例

Fig.2 Example photos of on-site speed measurement

表1 标准速度与实测速度
Tab.1 Standard speed and measured speed

单位: km/h

类型	步行	骑行	公交	小汽车				
				高速公路	一级公路	二级公路	三级公路	四级公路
标准速度	5	12	25.0	100.0	80.0	60.0	40.00	20.00
工作日高峰期实测速度	-	-	23.1	79.5	49.0	44.4	38.38	18.75
工作日平峰期实测速度	-	-	25.7	96.4	65.3	48.6	38.43	19.47
周末高峰期实测速度	-	-	23.0	85.9	53.5	46.4	38.88	17.49
周末平峰期实测速度	-	-	25.3	99.4	66.8	51.0	39.00	18.36

欧洲环境局将 15 min 内步行可达作为绿地服务评价的标准之一^[15]，美国的绿地建设运动“10-minute Walk”以 10 min 步行可达为标准^[16]。在早期研究中，我国多数城市绿地建设通常以人均绿地面积、绿地率和绿化覆盖率为建设目标。近年来，公园可达性逐渐被纳入公园绿地的服务评价中^[17-18]。公园出行主要有步行、自行车、小汽车和公交车 4 类，为了对比不同出行方式的可达性结果，依据《城市居住区规划设计标准》(GB 50180—2018)提出的 5 min、10 min 和 15 min 生活圈居住区概念，将步行、自行车和小汽车的时间阈值设为 5 min、10 min 和 15 min 3 个等级，公交车则需附加候车时间。根据实际调研，高明区早晚高峰公交车平均等候时间为 5 min，故将公交车的总时间阈值设为 10 min、15 min 和 20 min。

1.3 研究方法

网络分析法以道路网络为基础，计算步行、自行车、公交车和小汽车 4 类出行方式在某一阻力值下的覆盖范围。一个基本的网络主要包括中心 (centers)、连接 (links)、节点 (nodes) 和阻力 (impedance)。在本研究中，以公园实际出入口为中心，城市道路为连接，道路交叉口为节点，不同的出行方式在不同的道路上所需的时间成本为阻力进行研究。

本研究以交通网络中所有节点至公园的时间成本作为公园的可达性评价指标，在 ArcGIS 软件中，以路网数据构建交通网络模型，基于最小阻抗网络分析法，建立 OD 成本矩阵，计算各类出行方式从任意节点到达 20 个公园入口的出行时间，计算公式如下：

$$d_{ij} = \frac{l}{v_x} \quad (1)$$

$$A_i = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1, j \neq i}^n (d_{ij}) \quad (2)$$

式 (1) 中： d_{ij} 是行程中相邻 2 个节点 i 与 j 之间以出行方式 x 出行所需的时间； v_x 为出行方式 x 的速度； l 为相

邻 2 个节点之间的距离。

式 (2) 中： A_i 为网络上任意节点的可达性，即任意节点 i 到达最近公园所需的时间，是各个节点所需时间的汇总。

本研究以所有公园为中心点，在给定时间阻力 (如 d_{ij} 为 5 min、10 min、15 min) 内，模拟各类出行方式 x 出行。包含所有可达道路的区域，即在各类出行方式和条件下公园的服务范围。

2 高明区公园绿地交通可达性特征

2.1 各类出行方式的公园服务范围

从步行和骑行出行方式来看，公园的步行 15 min 可达服务范围占高明区总面积的 2.3% (图 3)，骑行 15 min 可达服务范围占总面积的 7.6% (图 4)，2 种出行方式在设定的最大时间阈值内不可达公园的区域占高明区总面积的 90% 以上。

在标准速度下，公园的小汽车出行 15 min 可达服务范围覆盖了 35.3% 的研究区域。而在实测车速下，工作日高峰期和平峰期的汽车出行 15 min 可达服务范围分别占总面积的 33.4% 和 35.0%，周末高峰期和平峰期的汽车出行 15 min 可达服务范围分别占总面积的 33.6% 和 35.0% (图 5~6)。小汽车出行 15 min 可达服务范围的面积占比，在工作日和周末的平峰期与标准速度情况接近，在工作日高峰期和周末高峰期则分别比标准速度情况小 1.9% 和 1.7%，整体差别不大。但在高速公路和一级公路密集分布的局部区域，基于实测车速计算的公园服务范围显著小于标准车速下的服务范围。

在标准速度下，公园的公交车出行 20 min 可达服务范围覆盖了 29.5% 的研究区域。而在实测车速下，工作日高峰期和平峰期公交车出行 20 min 可达服务范围分别占总面积的 13.6% 和 22.9%，周末高峰期和平峰期公交车出行 20 min 可达服务范围分别占总面积的 13.5% 和 22.5% (图 7~8)。公交车出行 20 min 可达服务范围的面积占比，



图 3 步行出行的公园服务范围

Fig.3 Park service scope for walking travel

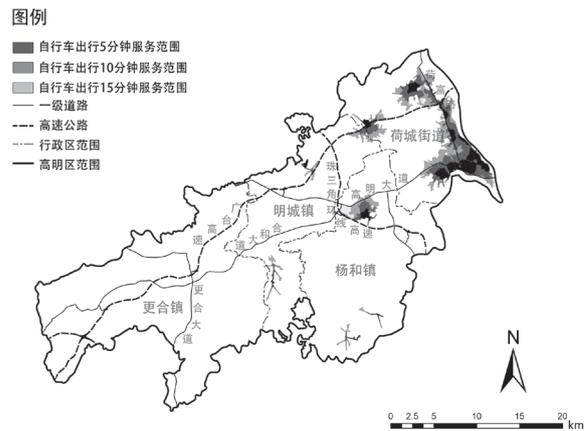


图 4 自行车出行的公园服务范围

Fig.4 Park service scope for bicycle travel

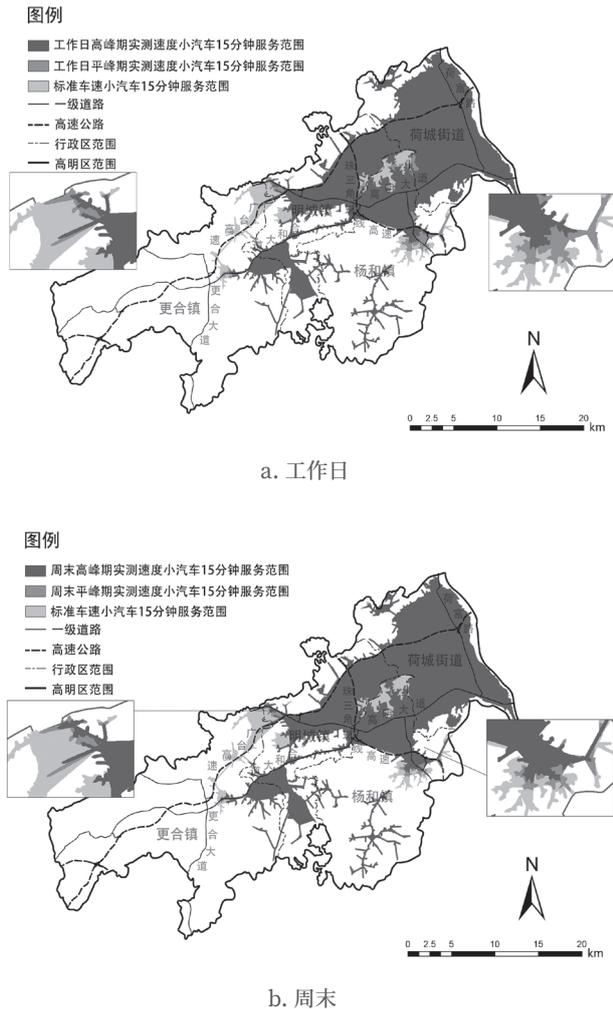


图5 小汽车出行的公园服务范围
Fig.5 Park service scope for car travel

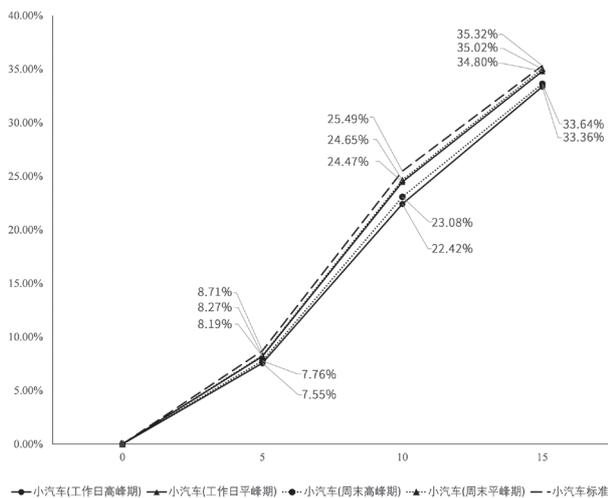


图6 小汽车出行可达服务范围的面积占比
Fig.6 Percentage of area of service coverage accessible by car travel

在工作日平峰期和周末平峰期分别比标准车速情况小 6.6% 和 7.0%，在工作日高峰期和周末高峰期分别比标准车速情况小 15.9% 和 16.0%，整体差异明显。尽管公交车车速低，但是出于安全管理的要求，也需限速，因此公交车在高等级道路上车速也不高，其在不同等级道路上的车速差别不大。同时，从实测车速来看，公交车高峰期和平峰期的车速在工作日和周末均差别不大。

综上，在最大时间阈值内，小汽车出行可达服务范围约为研究区面积的 35%，公交车可达服务范围约为研究区面积的 20%，步行和自行车 2 种出行方式可达服务范围均不超过研究区面积的 8%，公园不可达区域占研究区总面积的 60% 以上。同时，在研究区内，无论哪类出行方式，东部地区的公园可达性普遍高于西部地区，这与公园以及路网分布不均衡密切相关。这些表明高明区整体上公园可达性较差，未能充分满足居民方便、快捷地进行公园游憩活动的需求。

2.2 不同出行方式的服务人口

步行 15 min 可达区域的服务人口占研究区总人口的 24.2%，骑行 15 min 可达区域的服务人口占研究区总人口的 44.5%。

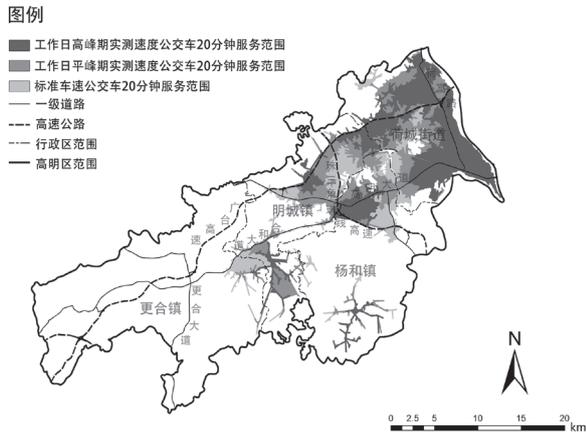
在标准速度下，小汽车出行 15 min 可达区域的服务人口占研究区总人口的 80.45%。在实测速度下，工作日高峰期和平峰期小汽车出行 15 min 可达区域的服务人口分别占研究区总人口的 78.8% 和 79.9%，周末高峰期和平峰期小汽车出行 15 min 可达区域的服务人口分别占 79.1% 和 80.1% (图 9)。实测速度与标准车速下的小汽车行驶 15 min 可达区域的服务整体差别不大。

在标准速度下，公交车出行 20 min 可达区域的服务人口占研究区的 75.1%。在实测速度下，工作日高峰期和平峰期公交车出行 20 min 可达区域的服务人口分别占研究区总人口的 57.9% 和 70.0%，周末高峰期和平峰期公交车出行 20 min 可达区域的服务人口分别占 57.7% 和 69.6% (图 10)。公交车出行 20 min 可达区域的服务人口数量占比，在工作日平峰期和周末平峰期分别比标准速度情况少 5.1% 和 5.5%，在工作日高峰期和周末高峰期分别比标准速度情况少 17.2% 和 17.4%，差异显著。

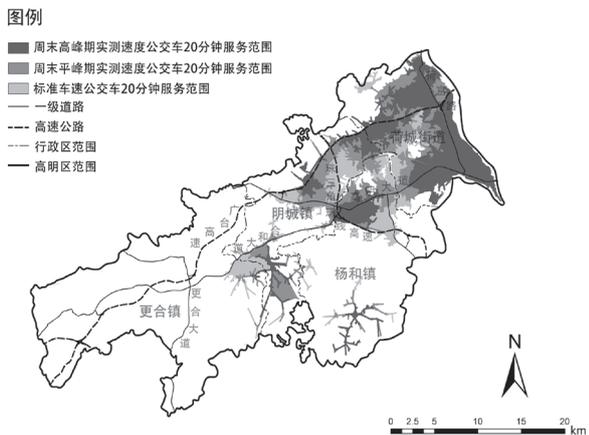
综上，在最大时间阈值内，小汽车出行可达区域的服务人口超过研究区总人口的 80%，是服务人口数量最多的出行方式，其次是公交车和自行车，最后是步行。在研究区内，无论何种出行方式，仍有 20% 左右的居民无法获得较好的公园可达性服务，这与公园分布不均衡有关，某些地区的居民无法方便地到达公园。此外，机动车和非机动车出行方式的最大可达区域的服务人口差距较大，这可能与研究区慢行系统不完善有关。

3 结论

本研究通过应用 GIS 网络分析法分析公园可达性，结果发现高明区内的公园可达性整体较差，东部沿西江地区的公园可达性相对较高，而沿着路网向西公园可达性逐渐降低，



a. 工作日



b. 周末

图7 公交车出行的公园服务范围

Fig.7 Park service scope for bus travel

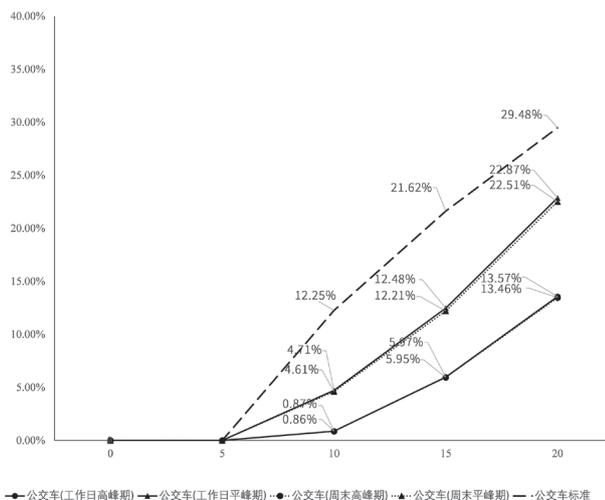


图8 公交车出行可达服务范围的面积占比

Fig.8 Percentage of area of service coverage accessible by bus travel

这与公园绿地及道路网络的分布密切相关。在各种出行方式中，小汽车和公交车的服务范围和服务人口优于步行和自行车。然而，无论采取何种交通方式，在最大出行时间阈值内，高明区内超过 60% 的区域仍处于公园的服务盲区，大约四分之一的城市居民难以便捷到达公园。高明区的公园可达性现状不理想，需要进一步优化公园绿地布局和道路网络规划，以提高居民的生活质量和推动城市环境的可持续性发展。

同时，本研究结合交通高峰期和平峰期的实测车速，计算得出：由于交通拥堵直接影响了小汽车和公交车的实际运行速度，相较于标准速度，2 种出行方式的公园服务范围和服务人口明显减少，尤其是在高峰期。

研究结果揭示了城市交通状况对我国中小城镇公园可达性有重要影响，尤其是公交车速度的下降对公园可达性的影响更为显著。结合我国中小城镇的公园绿地分布不平衡、系统不完善、服务水平低等问题^[19-20]，本文对中小城镇公园交通可达性提升提出以下建议：

- 1) 使用实测速度对中小城镇公园交通可达性进行评估，其中公交车和小汽车出行的可达性要区分高峰期和平峰期。
- 2) 中小城镇公园交通可达性要兼顾各类出行方式，尤其要重视提升慢行交通系统的可达性，同时依托辖区的自然生态资源，建立空间多层次、地域特征明显的生态复合型城乡公园绿地系统。
- 3) 中小城镇的公园规划不能只满足中心城区的需求，应充分考虑城市经济发展、功能分区和人口分布等因素，科学规划公园布局，兼顾下辖街镇，优化公园交通可达性，充分发挥公园绿地的生态效益，提升居民的生活质量。

尽管本研究进行了大量实测数据采集和建模分析，但仍存在诸多不足，如研究采用区间测速法计算实测车速，获取的行车时间包括中途停车与损失时间（如交叉路口延误、渡口待渡、行车受阻等），无法刻画信号灯、转弯和掉头等因素的影响，未来还可以进一步研究。

相比于传统的可达性测度方法，基于实测车速评估不同出行方式下的可达性更符合实际情况。以典型的中小城镇为研究区，开展基于实测车速的公园交通可达性研究，研究结果可为我国中小城镇公园绿地交通可达性研究提供新的研究方法和思路，为中小城镇公园绿地供需平衡及城乡绿地系统的完善提供了新的依据。但不同规模的城市，尤其是大城市开展相关研究是否会有不同结论，还需进一步研究。

注：图1、图3~5和图7的底图审图号为粤S（2009）007号，其余图片为作者自绘自摄。

参考文献：

[1] 刘常富, 李小马, 韩东. 城市公园可达性研究——方法与关键问题[J]. 生态学报, 2010, 30 (19) : 5381-5390.
 [2] 吉姆, 陈文迪. 中国广州城市绿地的游憩——舒适性使用与条件价值[J]. 景观与城市规划, 2006, 75 (1-2) : 81-96.

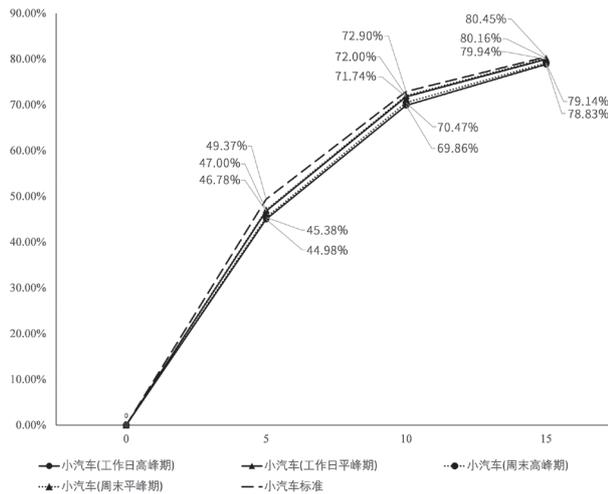


图9 小汽车出行可达区域的服务人口占比

Fig.9 Proportion of service population in areas accessible by car travel

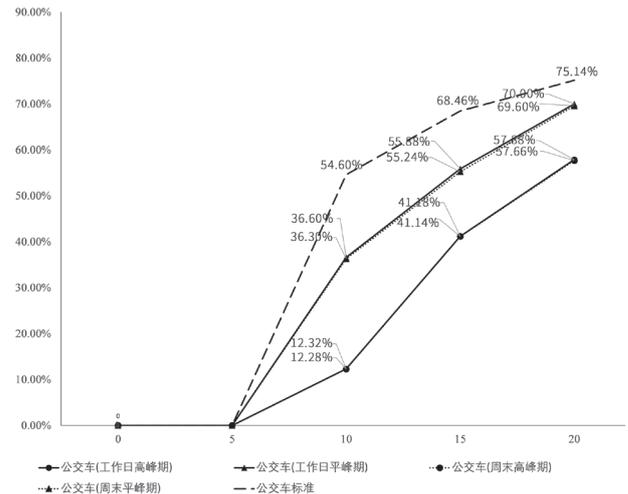


图10 公交车出行可达区域的服务人口占比

Fig.10 Proportion of service population in areas accessible by bus travel

[3] 李博, 宋云, 俞孔坚. 城市公园绿地规划中的可达性指标评价方法[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2008(4): 618-624.

[4] 朱乐. 多源数据支持下的城市公共交通可达性研究[D]. 南京: 南京大学, 2019.

[5] 阙吉. 基于GIS的空间可达性评价方法研究[D]. 南京: 东南大学, 2015.

[6] 赵洋, 徐枫, 万义良. 基于改进引力模型的公园绿地空间可达性及供需平衡分析方法[J]. 地球信息科学学报, 2022, 24(10): 1993-2003.

[7] 施拓, 李俊英, 李英, 等. 沈阳市城市公园绿地可达性分析[J]. 生态学杂志, 2016, 35(5): 1345-1350.

[8] 郭松, 范泽源, 何家琪, 等. 基于网络分析法的南宁西乡塘区公园可达性[J]. 中国园林, 2019, 35(1): 68-72.

[9] 李小马, 刘常富. 基于网络分析的沈阳城市公园可达性和服务[J]. 生态学报, 2009, 29(3): 1554-1562.

[10] 刘琳琳, 郑伯红, 骆晨. 基于交通大数据的南昌市中心城区等时圈划分及特征分析[J]. 地球信息科学学报, 2022, 24(2): 220-234.

[11] 黄应淮, 刘小平, 刘艳平, 等. 基于高德地图API的多种交通方式下城市公园时空可达性分析——以广州市海珠区为例[J]. 地理与地理信息科学, 2018, 34(6): 50-57.

[12] 黄焕春, 陈逸伦, 邓鑫, 等. 基于GIS大数据的北京市公园可达性分析[J]. 湖南科技大学学报(自然科学版), 2021, 36(1): 30-36.

[13] 浩飞龙, 张浩然, 王士君. 基于多交通模式的长春市公园绿地空间可达性研究[J]. 地理科学, 2021, 41(4): 695-704.

[14] 石荣英. 车速调查及区间车速资料的整理分析[J]. 甘肃科技, 2004(11): 124-127.

[15] Europe's environment: The dobri assessment[J]. Applied Catalysis B: Environmental, 1996, 8(4): N42-N44.

[16] NATIONAL RECREATION AND PARK ASSOCIATION. 10-Minute Walk Learning Series [EB/OL]. (2018-10-01) [2023-06-03]. <https://www.nrpa.org/parks-recreation-magazine/2018/october/10-minute-walk-learning-series/>.

[17] 陈飞, 仲冠南, 吴庆双, 等. 基于网络地图的合肥市公园绿地

可达性研究[J]. 安徽师范大学学报(自然科学版), 2023, 46(6): 564-572.

[18] 牛爽, 汤晓敏. 高密度城区公园绿地配置公平性测度研究——以上海黄浦区为例[J]. 中国园林, 2021, 37(10): 100-105.

[19] 王冰意, 应君. 绿色基础设施视角下的小城镇公园设计探究[J]. 山西建筑, 2017, 43(27): 175-177.

[20] 白伟岚, 王磐岩, 闫勤玲. 论小城镇城市绿地系统规划——以昌平卫星城东区为例[J]. 中国园林, 2005(10): 62-65.

作者简介:

甄杰沛/1999年生/男/广东江门人/广东工业大学(广州510000)/在读硕士研究生/专业方向为建成环境更新与生态修复

邱韵桦/1999年生/女/广东韶关人/本科/广东工业大学(广州510000)/专业方向为风景园林

(*通信作者) 郭洪旭/1984年生/男/新疆维吾尔自治区哈密市人/博士/广东工业大学(广州510000)/副教授/专业方向为城市地理、生态城市规划/E-mail: guohx@163.com