

基于15 min生活圈的公园步行可达性分析 ——以南京市月牙湖公园为例

Assessment of Pedestrian Accessibility to Urban Parks Within the 15 Minute City Circle: A Case Study of Yueya Lake Park in Nanjing

蔡 珣¹ 王健慧¹ 董一凡² 徐 振^{1*}
CAI Xun¹ WANG Jianhui¹ DONG Yifan² XU Zhen^{1*}

(1. 南京林业大学风景园林学院, 南京 210037; 2. 深圳奥雅设计股份有限公司, 深圳 518000)
(1. College of Landscape Architecture, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu, China, 210037; 2. Shenzhen L&A Design Holding Limited, Shenzhen, Guangdong, China, 518000)

文章编号: 1000-0283(2024)08-0081-11
DOI: 10.12193/j.laing.2024.08.0081.010
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2024-02-07
修回日期: 2024-05-10

摘要

城市绿地有助于改善居民健康、提升社会福祉。在15 min生活圈内, 促进人们前往公园绿地对提高城市绿色基础设施使用率、推动健康城市建设具有积极意义。公园绿地周边的步行连通性与步行环境质量是影响公园到访率的重要因素。以南京市月牙湖公园为研究对象, 借助推荐步行路径与街景图像, 采用空间分析与图像语义分割技术, 确定月牙湖公园的服务范围, 分析迂回值、转弯次数、绿视率等指标, 评估公园步行可达性, 结果发现自然地形、文物古迹、封闭社区等具有重要影响。步行环境因街道绿化匮乏、围合要素压迫、设施侵占等而有待改善。提出柔化公园边界、开放社区、实践城市绿街模式等策略, 为公园绿地至居民区的路径规划与建成环境设计提供参考。

关键词

生活圈; 步行环境; 步行范围; 可达性; 街景图像

Abstract

Urban green space helps to improve residents' health and enhance social well-being. Encouraging the populace to engage with park green spaces within the 15 min life circle positively correlates with the optimal functioning of urban green infrastructure and advancements in constructing a health-conscious cityscape. The walkability and quality of the pedestrian environment adjacent to park green spaces are significant factors affecting the frequency of park visits. The paper focuses on Yueya Lake Park in Nanjing, utilizing recommended walking paths and street view images, adopting spatial analysis and image semantic segmentation. After delineating the service area, the evaluation of walking accessibility is conducted by analyzing several metrics, including the Pedestrian Route Directness, the number of turns, and the Green View Index. The results indicate that natural topography, cultural relics, and gated communities have significant impacts. The pedestrian environment requires improvement due to insufficient greening, oppressive enclosing elements, and facility encroachment. This paper proposes strategies such as softening park boundaries, opening communities, and implementing urban green street models, providing references for the path planning and built environment design from parks to residential areas.

Keywords

living circle; walking environment; walking catchment; accessibility; street view image

蔡 珣

2000年生/女/江苏盐城人/在读硕士研究生/研究方向为景观感知与健康城市

王健慧

1998年生/女/河北石家庄人/在读硕士研究生/研究方向为开放空间与韧性社区

徐 振

1979年生/男/江苏南京人/博士/教授、博士生导师/注册城乡规划师/研究方向为开放空间与城市形态、健康场所、景观分析与城市设计

近年来, 随着社会经济发展, 居民生活水平提高, 公众对完整、紧凑、便捷的生活空间的诉求日益强烈, 城市发展向集约型、内涵式转变, 更加聚焦人本环境^[1]。注重存量优化及精细治理的社区生活圈应运而生。社区生活圈以步行友好为核心策略之一, 满足社

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: xuzhen@njfu.edu.cn

基金项目:
国家自然科学基金面上项目“基于健康影响评价的城市开放空间中体力活动多维测度、机理分析与规划设计响应”(编号: 52078254)

区居民日常生活需求,提供充足的设施服务、开放的公共空间、便捷的交通系统^[2]等。步行是一种具有显著健康效益的绿色出行方式,美国的完整街道运动^[3]、英国的健康街道计划^[4]、中国的《“健康中国2030”规划纲要》^[5]中均强调城市步行空间的重要性。上海、南京等城市均推行在步行可达范围内构建宜居、宜业、宜游的社区生活圈网络。《城市居住区规划设计标准》(GB50180-2018)规定15 min生活圈对应的步行距离为800~1 000 m,为城市规划提供量化参考依据。

公园绿地具备缓解精神压力、增进社会交往、增强身体健康等功效^[6],有利于促进城市公平与健康发展^[7],是社区生活圈中重要的基础设施。可达性可衡量空间中任意一点到另一点的相对难易程度,常以距离、时间等表征,是影响公园使用的关键因素^[8]。早期,以绿地率及人均公园面积等指标评价可达性的做法较为粗略^[9]。缓冲区分析法、最近邻距离法等以路网中心线或直线路径为参考,不能描摹实际步行情况^[10],两步移动搜索法的参数设置和模型改进仍具有一定的主观性^[11]。现今,基于地理的可达性测度仍持续向精准化发展。徐振等^[12]抓取住宅建筑到综合公园入口的最短步行路径,张灵珠等^[13]则采用三维步行网络取代车行道路中心线数据,更加符合步行者的实际移动模式和需求。

步行可达性框架逐步从地理空间障碍拓展到步行环境层面。邓浩等^[14]指出可步行性依赖步行环境对步行的支持程度;孙光华^[15]总结改善环境是提高可步行性的方法。因此,良好的可达性不仅表现为空间距离的便捷、路网的连贯畅通,也意味着舒适的步行环境。提高路径可达性及步行环境质量,对公园的积极使用均具有重要意义。健

康、可持续的步行环境具有众多要素,如无障碍、安全、步行文化等^[16]。龙瀛等^[17]选取步道失修、机非隔离、长期占道、步道宽度等构成街道步行环境评价体系。既有研究多肯定适宜的绿化水平、天空可视域、开敞程度能有效提升人视觉体验^[18-19]。随着多源数据及新计算机技术的发展,步行环境质量的测度从定性转向定量与定性相结合。街景地图和图像语义分割技术为大规模、精细化、高效率的步行环境评价创造新机遇。Li等^[20]利用深度学习,对三维构成的绿化、围墙进行计算;Lu等^[21]识别出对公众感知影响较大的关键街景元素。

南京市是全国首批“城市一刻钟便民生活圈”试点城市之一。本研究将步行环境纳入可达性评价的体系中,选取南京市月牙湖公园为研究对象,采用Python编程获取推荐步行路径,以步行距离成本确定公园服务范围,以迂回值、转弯次数衡量公园步行渗透性;采用图像识别评估公园外部分街道的步行环境;对人行道难以通过街景图像量化的部分予以主观感受补充。研究以期达成以下目的:(1)度量公园服务范围,综合步行路径和环境,评估公园步行可达性;(2)提出优化公园绿地周边步行环境和步行渗透性的策略,促进社区居民步行前往公园,为生活圈建成环境与公园绿地的相关规划及设计提供参考。

1 研究区域及指标

1.1 研究范围

南京市月牙湖公园面积为29.6 hm²,其依托了浓厚的历史文化氛围,西临明城墙,邻近南京博物院、明御河公园、明故宫等文化景点。公园被后标营路分为南北两个部分,合并距离过近的入口后,最终确定公园入口

9个,其中西侧4个,东侧5个。叠加百度可视街景与实际推荐步行路径,排除小区内部及小于250 m的道路,最终选取12条街道样本评估步行环境(图1)。结合《南京市秦淮区国土空间分区规划(2015-2035年)》及《南京街道设计导则》,将12条道路分为4条主要承担交通职能的主干道,8条服务于市民公共生活、连接主干道与各个分区或街坊的次级道路;7个入口连接主干道,1个入口连接次级道路,剩余1个入口直接通往社区内部。

1.2 研究数据及方法

研究采用爬虫技术,获取月牙湖公园周边的住宅建筑POI(Point of Interest)、小区围栏、步行路径、街景图像和30 m×30 m精度的南京市人口信息。路径数据为住宅建筑POI到达公园入口的最短步行推荐路线,包含时间、距离、转弯次数等信息。本文对具有居住性质的单体建筑给予面的补充。若小区有一个住宅建筑POI在公园入口步行可达范围内,整个小区即属于公园服务范围。具体方法及指标见表1。

(1)以迂回值、转弯次数测度路径的可步行性。采用1 000 m及中位数500 m作为分析距离,计算及对比公园的服务面积、服务人口及住宅建筑POI数量。

(2)以迂回值、转弯次数从路径层面判断可步行性。索思沃思(Southworth)^[22]认为越接近1的非直线系数反映越高的连通性。迂回值超过1.6时,步行渗透性较差^[23]。Galna等^[24]、Barton等^[25]研究发现转弯次数是表示道路网络复杂性的有效指标,其与环境可辨识度以及人们出行意愿呈负相关。

(3)评估步行环境。绿视率、天空识别度、围合度通常被认为是影响街道步行舒适度的重要因子^[26]。对街道样本以每50 m确定

一个采集点, 每个点获取前、后、左、右4个方向的街景图片。采用ADE20K数据集进行图像识别。通过计算采样点4个方向各特征的平均值, 得出各点位的绿视率、天空识别度及围合度(图2)。街道某一特征水平为该街道所有点位水平的平均值。

2 研究结果

2.1 基于步行路径的公园范围及可达性分析

2.1.1 公园整体层面

以9个公园入口为中心或起点, 500 m、1 000 m为筛选阈值, 采用三种方式比较公园服务范围。(1) 仅采用缓冲区分析法, 汇总各入口服务区域;(2) 上述操作后仅考虑住宅建筑用地的对应区域;(3) 以推荐步行路线为基础, 筛选住宅建筑POI, 由点推面, 计算公园步行可达范围。

表2显示, 即便都针对住宅区域, 与依据实际距离得到的结果对比, 基于直线距离的住宅建筑POI数量、服务面积分别被高估了1.21倍及50.3% (500 m), 45.3%及31.5% (1 000 m)。传统的缓冲区分析法将所有非居住用地性质的区域囊括在内, 进一步高估公园服务水平, 以500 m、1 000 m为筛选阈值, 测算的服务面积分别为286.08 hm²、709.65 hm², 分别是实际情况的3.65倍、3.79倍。

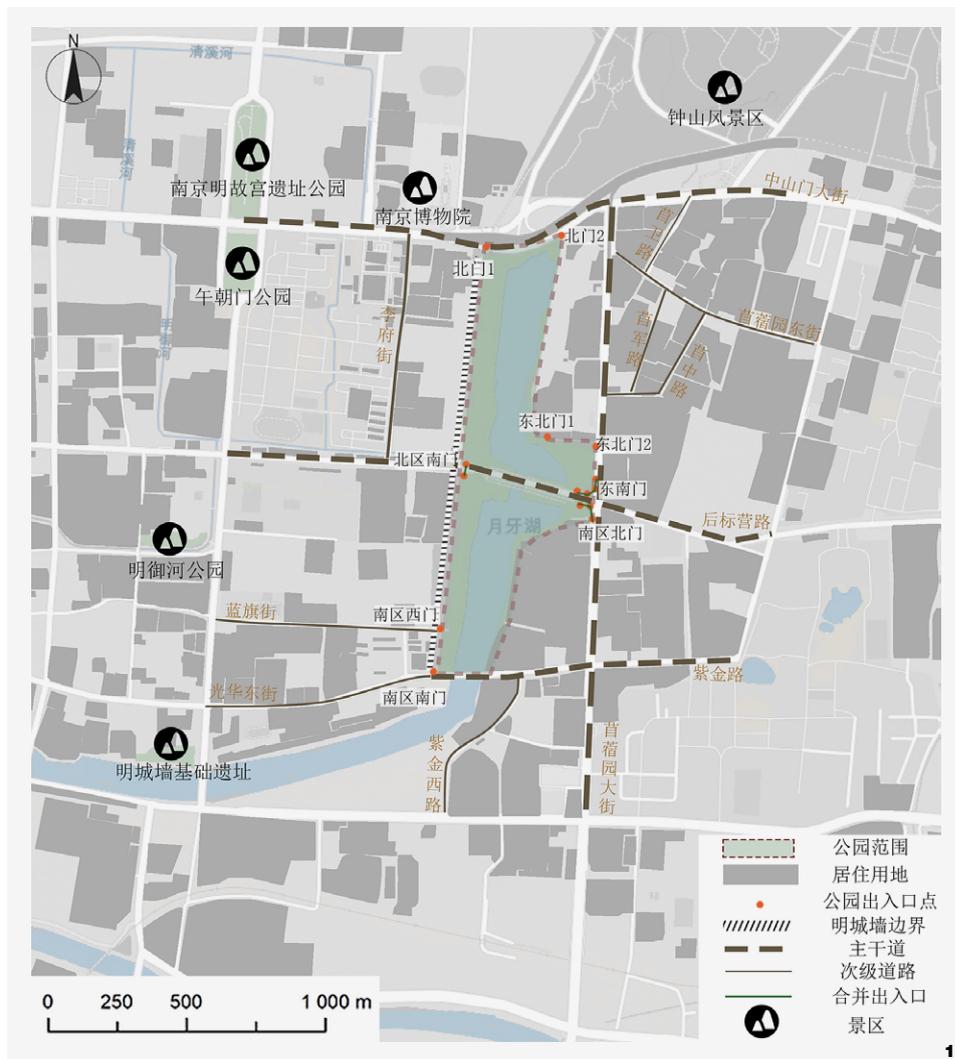


图1 月牙湖公园周边概况及取样街道分布
Fig. 1 The surrounding overview of Yueya Lake Park and the distribution of sampling streets

表1 月牙湖公园服务范围及步行可达性计算指标

Tab. 1 The indicators of service area and walking accessibility of Yueya Lake Park

分析层面 Aspects	主要指标 Indicators	数据描述 Description of data	数据来源或计算方法 Data sources
服务范围	住宅建筑 POI	抓取居住性质的点类数据	百度地图开放平台
	服务面积	公园入口服务范围	住宅建筑 POI 所在的居住区域面积之和
	服务人口	公园入口服务范围内的人口数量	按掩膜裁剪人口栅格数据
步行路径层面可达性	迂回值	非直线系数	迂回值 = 实际步行路径总长度 / 直线距离总和
	转弯次数	步行途中转变方向的次数	百度地图开放平台
	绿视率	绿化面积占街景图像比例	绿视率 = $S_{\text{绿色植物}} / S_{\text{总}}$
步行环境层面可达性	天空识别度	天空面积占街景图像比例	天空识别度 = $S_{\text{天空}} / S_{\text{总}}$
	围合度	建筑、墙、立柱、围栏面积占街景图像比例	围合度 = $(S_{\text{建筑}} + S_{\text{墙}} + S_{\text{立柱}} + S_{\text{围栏}}) / S_{\text{总}}$

表2 以500 m、1 000 m为阈值测度的月牙湖公园服务范围
Tab. 2 The service area of Yueya Lake Park measured by thresholds of 500 m and 1 000 m

距离阈值 Distance threshold	500 m			1 000 m		
	基于直线距离的步行范围		基于实际距离的步行范围	基于直线距离的步行范围		基于实际距离的步行范围
处理方法	包括各类用地	仅包括居住用地	(对应住宅建筑)	包括各类用地	仅包括居住用地	(对应住宅建筑)
住宅建筑 POI 数 / 个	—	797	360	—	1 577	1 085
服务面积 /hm ²	286.08	117.70	78.31	709.65	246.53	187.45

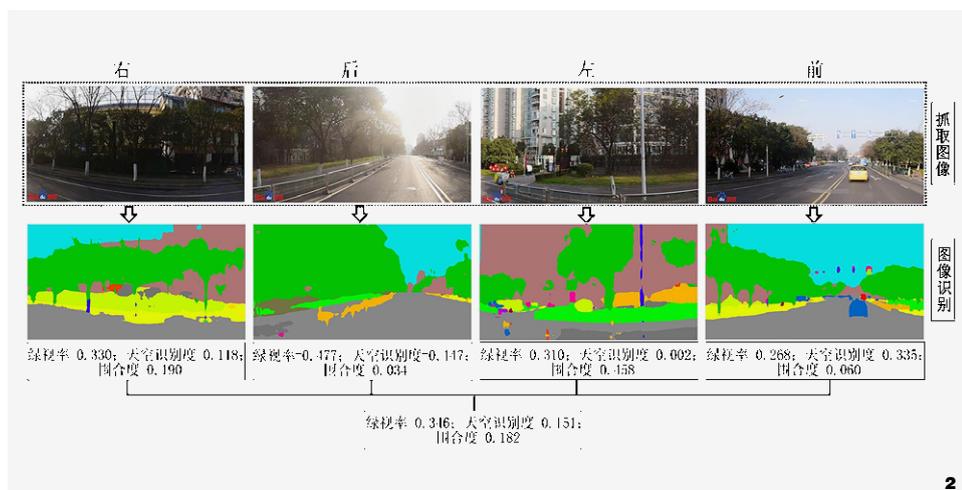


图2 绿视率、天空识别度、围合度计算示意
Fig. 2 The circulation of visible green, sky and enclosure index

由此可知，采用实际推荐步行路径，精准到居住单元，有助于锁定常住受惠人群，使得公园服务范围的测度更可靠。该方式下，以1 000 m为阈值，筛选推荐步行路径3 053条，公园服务面积为18745 hm²，服务人口为351万人，服务住宅建筑POI为1 085个(图3)。步行路径迂回值为147，平均转弯次数为4.03次。以500 m为筛选标准，步行路径迂回值为144，平均转弯次数为3.13次，分别比1 000 m的情况减少了0.03及0.9次，初步判断这是受距离衰减效应的影响，距离目的地越远，路径长度及复杂性也随之增加。总体而言，月牙湖公园步行路径可达性不如国内主要城市老城区和欧洲老城的宜步行街区。

宜步行区的迂回值可降至1.3左右^[27]。

2.1.2 公园入口层面

9个入口的平均服务面积为673 hm²，平均服务人口为1.27万人，平均服务住宅建筑POI为338个。服务人口、住宅建筑POI数量与服务面积的变化趋势基本一致而略有不同(图4)。东北门1仅供大邦花园社区居民进出，加剧门禁隔离现象。服务住宅建筑POI、服务面积、服务人口分别为20个、2.9 hm²、632人，占总体的1.8%、1.5%、1.8%。南区西门远离主干道，周边多商住混合，服务的住宅建筑POI、面积及人口数量较低，分别为198个、50.11 hm²、7 699人，占总体的18.2%、

26.7%、21.9%。北门1服务的住宅建筑POI达301个，但服务面积较低，这表明服务住宅建筑POI数量和服务面积并不一定成正相关。南区北门服务住宅建筑POI及面积最多，分别达536个、105.21 hm²，服务人口数为1.93万人，分别占总体的49.4%、56.1%、55%。北区东南门涉及到的服务面积及住宅建筑POI次之，分别为102.76 hm²、517个，前述两个入口均邻近两条主路交叉口，具有较强的集聚功能。上述结果表明社区与公园间的进出规划、公园入口周边用地性质、入口所在道路等级、与入口连通的道路数量有可能影响服务范围。

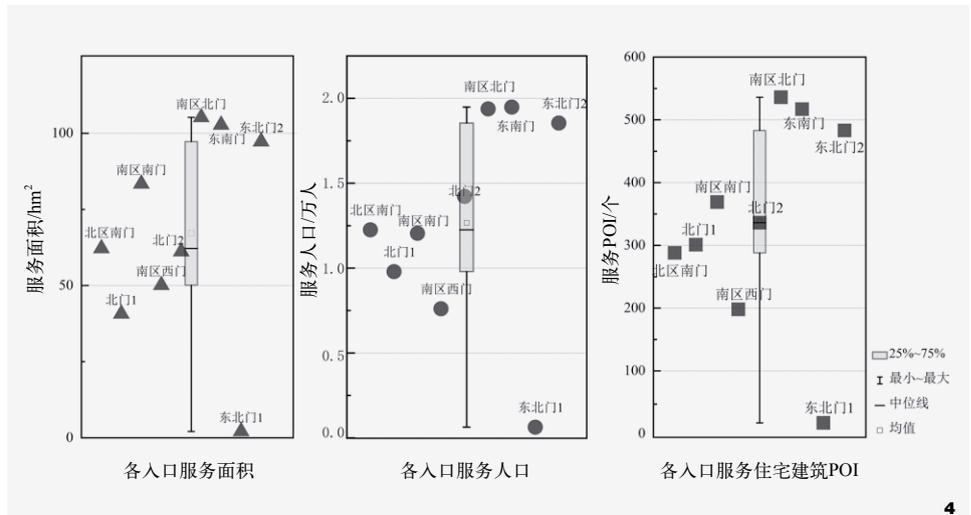
9个入口的平均迂回值为1.43，平均转弯次数为3.78次(图5)。北门1及北门2附近路况复杂，干道阻隔，行人需步行一段距离至过街通道，迂回值分别达1.63、1.58，转弯次数分别为4.91次、4.99次。北区南门及南区西门的迂回值次之，分别为1.52、1.46，其原因可能是明城墙及周边绿化、线性水体等使得交通规划受限，人们只能步行至特定地点转向进入公园(图6)。另外，南区北门的平均转弯次数高于平均水平，后标营路和苜蓿园大街之间的交叉口可能对转弯次数产生显著影响。

2.1.3 居住社区层面

以居住围栏为统计单元(图7)，迂回

值大于1.3且不超过1.6的居住社区总面积达97.66 hm²，占总体的52.1%。迂回值在1.6以上的居住社区面积为38.99 hm²，占总体的20.8%。与北区北门相隔一条主干道的社区如半山花园迂回值为2.3。公园东西沿线社区的迂回值均大于1.3。东侧界面社区的高迂回值可能与围墙密切相关，金陵御庭园迂回值高达1.95，紫金城、大邦花园、富康新村、月牙湖花园的迂回值分别为1.54、1.64、1.85、1.51。

转弯次数指标方面，平均转弯次数大于3且不高于5次的社区面积为143.65 hm²，占总体的76.6%。平均转弯次数大于5次的居住社区面积为22.82 hm²，占总体的12.2%。以光华东街16号小区为例，公园入口至住宅建筑POI的步行路径转弯次数最低为2，最高为7。小区北部与蓝旗新村南区接壤。蓝旗新村南区为封闭社区，其北门所在蓝旗街即通向公园南区西门。蓝旗新村南区门禁的存在可能影响了光华东街16号小区居民的步行选择，增加了部分居民步行的转向次数。若封闭社区规模增加，绕路现象会更显著。



2.2 基于步行环境的可达性分析

2.2.1 各指标总体分布情况

研究共抓取303个点，1 212张街景图像。绿视率、天空识别度、围合度分布如图8所示。人们愉悦的心理感受与绿视率呈倒U型关联。绿视率低于15%时，人工修饰痕迹显著；25%左右的中等水平较为舒适；超过34%则不利于舒缓压力^[26]。据此，对绿视率进行分级显示，303个点的平均绿视率水平为20%；有111个点绿视率低于15%，占总数的36.6%，桥下空间绿视率几乎为0；有89个点绿视率在25%以上，占总数的29.4%；其中，有45个点的绿视率已高达34%以上。

图3 月牙湖公园服务范围
Fig. 3 The service area of Yueyehu Lake Park

图4 各入口服务面积、服务人口及服务住宅建筑POI数量
Fig. 4 Service area, population and residential building POIs of each entrance

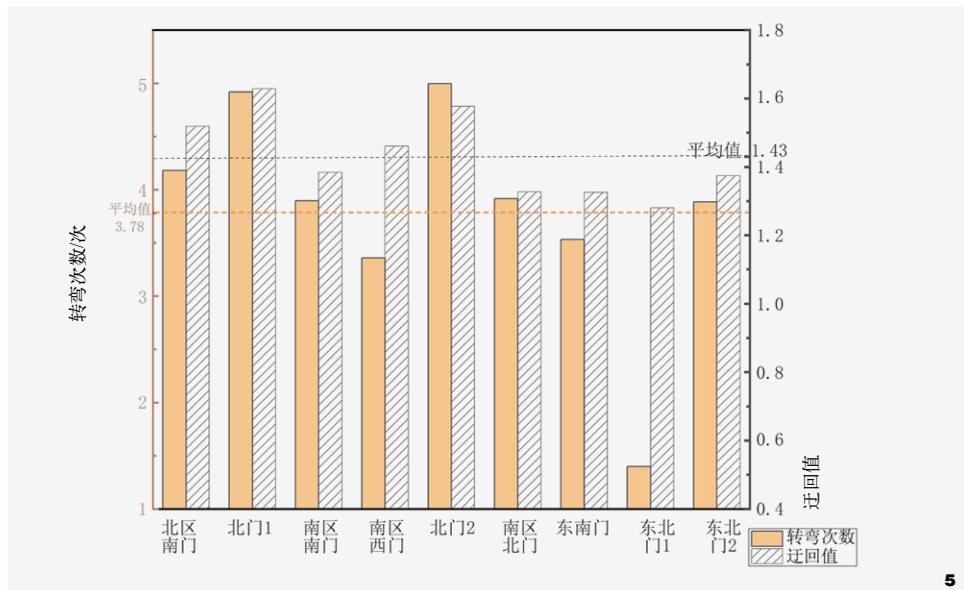


图5 各入口转弯次数及迂回值
Fig. 5 The number of turns and PRD of each entrance

图6 低可达入口步行路径
Fig. 6 Walking paths of entrances with low-accessibility

使用自然断点法对天空识别度和围合度进行分级化显示。天空识别度平均值为16%。未超过12%的点有110个，占总体的36.3%。部分低值处植被茂盛，说明有时天空可视度低并非源于街道空间本身的弊端，过密绿化也会产生较大影响。62个点的天空识别度大于23%，占20.5%。较高值主要出现在沿河处、地面桥梁段。

围合度平均值为31%。105个点的围合度

大于29%且不高于46%，占总体的34.7%；56个点的围合度大于46%，占总体的18.5%，最高值达74%，它们主要位于小尺度的次级道路，天空识别度高的点围合度相对较弱。

观察位于同一条街道的点，部分存在显著的颜色变化差异。这表明同一街道的绿色视觉感知、天空可见度及围合程度具有不稳定性。与这些指标相关的环境特征需要通过更加灵活和可持续的设计进行优化。

2.2.2 不同类型道路环境分析

4条主干道及8条次级道路的指标及特征整理见表3。12条道路的绿视率、天空识别度、围合度平均水平分别为22.25%、13.17%、35.18%；主干道各项指标的平均水平分别为21.77%、20.68%、23.89%；次级道路则分别为22.49%、9.41%、40.82%。总体街道绿视率未达到最佳舒适水平，天空可视范围有限，围合感较为强烈。主干道及次级道路的天空识别度、围合度差距较为明显。

主干道中，中山门大街作为南京关键的東西向交通枢纽，具有良好的景观形象，其绿视率最高，达31.28%。紫金路绿视率低，横断面为一板两带，并行车道数多且缺少绿化隔离带，路旁种植稀疏，绿视率仅16.38%。苜蓿园大街虽然植物种植较为丰富，但路幅宽，而人眼视觉感知范围受限，路中央及另一侧的绿化易被忽略，绿视率为17.56%。次级道路中，苜蓿路的绿视率最高，为48.12%，沿线小型开放空间提供了较多的接触绿色植物的机会。苜蓿军路及苜蓿中路绿化呈现断裂的状态，个别街景采集点绿视率不足5%，但局部路段的栅格围栏允许周边居住区绿地渗透至街道，提升整体绿视率。蓝旗街仅有落叶型行道树单列种植，枝叶稀疏，难以形成绿荫，绿视率为12.85%。光华东路在商业前街等遗余空间，植物应用不足，绿视率仅11.39%。

主干道平均天空识别度是次级道路的2.2倍。当路幅足够宽、建筑退线远时，天空在视野中的比例变大。次级道路的平均围合度是主干道的1.71倍。其中，苜蓿军路、李府街具有强烈的围合感，分别达52.99%、50.77%。光华东路次之，为46.18%。路幅小、围墙存在、店铺林立等原因导致次级道路界面通透性较差。



图7 社区迂回值及转弯次数
Fig. 7 PRD and number of turns of communities

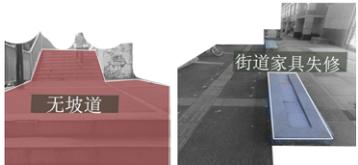
图8 绿视率、天空识别度、围合度分布
Fig. 8 The distribution of visual green, sky and enclosure index

基于量化结果，步行环境需提升的原因可归纳为：(1) 下穿空间和围墙、栏、立柱限制，围合感强，界面单一，桥下空间设计单调；(2) 交通性道路并行车道数量多且缺少

路中隔离带；(3) 空间规划较为久远，部分老旧空间未预留绿化区域，可干预性强的沿街区域利用不足；(4) 绿化种植单薄，未做到常绿与落叶、乔灌木的合理搭配 (图9)。

针对难以量化的情况，现场调研发现该区域步行空间未获得足够关注。如在主路中山门大街、紫金路与苜蓿园大街的交叉路口处，过街设施不足，增加弱势群体过街的

表3 各街道绿视率、天空识别度、围合度及特征
Tab. 3 Visual green, sky enclosure index and characteristics of each street

类型 Type	道路名称 Street name	绿视率 /% GVI	天空识别度 /% SVF	围合度 /% Enclosure index	道路种植 Street planting	道路布局 Street layout	人行情况 Walking condition
主干道	中山门大街	31.28	19.87	17.17	行道树主要为香樟及悬铃木, 搭配灌木、开花乔木及攀援植物	路幅较宽、具有变化	 马路宽, 无二次过街设施 紫金路与苜蓿园大街交叉路口
	后标营路	21.85	19.30	24.36	结构复合, 局部采用海桐球、红花檵木球与紫叶李、广玉兰组合	三板两带	 无二次过街设施 中山门大街与苜蓿园大街交叉路口
	苜蓿园大街	17.56	22.59	26.85	中央绿化丰富, 两旁种植乔木与红叶石楠等	四板五带 + 两板三带	 无隔离设施 紫金路
	紫金路	16.38	20.97	27.17	行道树主要为悬铃木, 种植间断	一板两带	
次级道路	李府街	13.30	13.33	50.77	缺少绿化种植	人行道 0 ~ 3 m	 无坡道 街道家具失修 苜蓿园东街
	蓝旗街	12.85	11.58	44.87	悬铃木为主	人行道 0 ~ 3 m	
	苜蓿园东街	21.36	9.53	41.69	灌乔搭配, 乔木主要有香樟及悬铃木	人行道 1 ~ 3 m	 苜蓿园东街
	苜卫路	48.12	4.26	17.55	女贞为主, 沿街设计微绿地	人行道 1 ~ 3 m	 苜蓿园东街
	苜军路	22.12	5.34	52.99	路旁栅格围栏将绿色元素延展至巷道	人行道 0 ~ 1 m	 盲道中断 路面破损 步行道中断 苜蓿园东街
	苜中路	25.16	6.98	44.44	存在围墙, 绿化少	人行道 0 ~ 3 m	
	紫金西路	25.58	13.72	28.07	以香樟、悬铃木为主, 种植不连续	人行道 1 ~ 3 m	 车辆占道 蓝旗街
	光华东路	11.39	10.55	46.18	悬铃木为主	人行道 1 ~ 3 m	

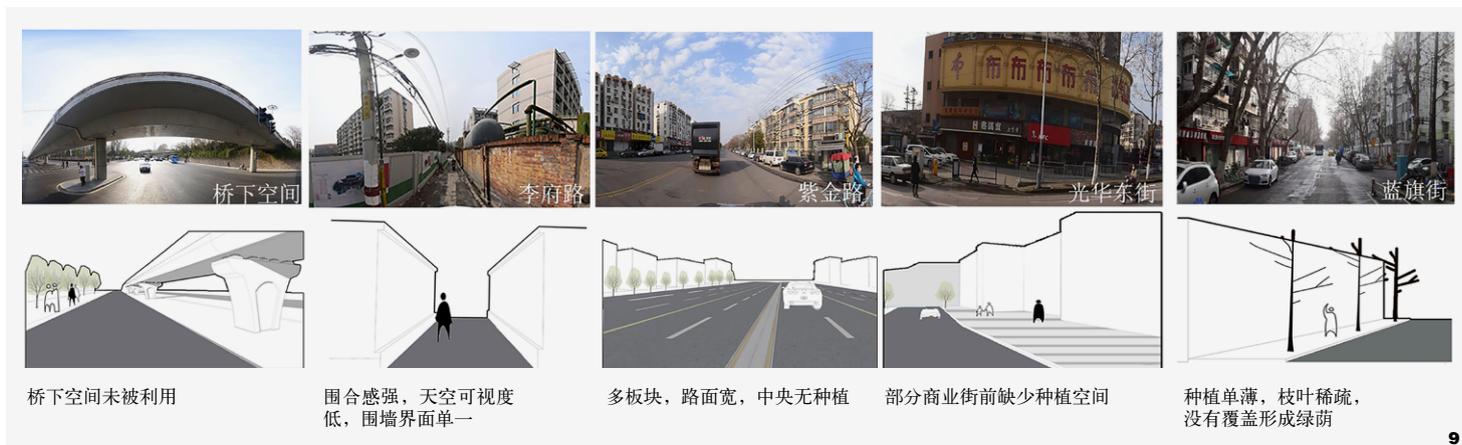


图9 量化指标低水平街景图像
Fig. 9 Street view of low quantitative indicators

安全隐患。紫金路缺少隔离设施，加剧行人与车辆间的冲突。次级道路出现步行道不连续、步行宽度不足的现象，残疾人坡道不完善，盲道中断，路面失修。预留的步行空间被设施、车辆、私人物品侵占，导致步行区域混乱，无法实现既定的步行宽度效果，行人被迫在车行道上行走。

3 可达性提升策略

3.1 基于步行路径的提升策略

3.1.1 连接及柔化公园边界

月牙湖公园西侧文物古迹造成步行路径迂回值、转弯次数偏高。沿线结合公园建设是保护与利用城墙的有效手段，对该边界宜予以尊重与保护。根据具体情境，对城墙外侧绿地再设计，确立便捷的穿行点，优化人的交通流线。东侧相邻社区虽然与公园的直线距离较短，但可达性不高。对此，宜增设公园东侧界面的进出口。公园南区东侧为一块街头绿地，与之毗邻的社区内部存在沿河步道。这不利于发挥带状公园边界最大化的优势，如月牙湖花园某一居住单元的社区居民至少需步行至最近的南区北门，迂回值为

2.35。宜进一步规划公园南区东侧的亲水步道，开放该侧界面，这将更有可能惠及金陵御庭园、富康新村等社区（图10-a）。此外，当使用者明确抵达公园某一特定区域时，选择对应的近距离入口，会更加便捷。鉴于公园长水岸线导致部分入口绕行指数偏高，建议通过在公园内部建设亲水栈道，加强东西界面的连通性，优化公园空间结构，提高服务效率。

3.1.2 提升社区步行系统连通性

封闭社区倾向于形成自我完善的道路体系，导致常规支路易呈现死胡同、回头路的形式，公共资源被小区围墙分割，步行活力降低。宜缩小街区尺度，适当开放社区，将蓝旗新村、月牙湖花园等社区内部道路纳入15 min生活圈的步行体系，梳理并重构有益于步行交通的公共区域。合理增加社区出入口，缩短社区居民的步行距离。以图10-b所示住宅点为例，居民需绕行至东北门2进入公园，迂回值为2.57，除了在公园东侧界面增加出入口，亦可开放大邦花园以供其他社区居民穿越至东北门1，迂回值可降至1.2，同

时有助于拓展东北门1的服务范围。再如紫金城社区的某住宅单元居民需步行658 m至东北门，迂回值为1.87，可在该小区西南角增设出入口，将沿河步道延伸至公园内部，居民步行距离将减少至160 m，迂回值降至1.15（图10-c）。另外，根据实际情况，增设过街天桥、地下通道，以解决地面复杂路况，加强社区与邻近区域的联系，优化整体步行网络。

3.2 基于步行环境的提升策略

(1) 实践城市绿街模式。以不影响视线为前提，营建主干道的桥下空间、中央及两侧植物景观，优先选择色彩和谐的观花观叶植物、冠大荫浓的行道树，做到落叶与常绿搭配，乔灌木多层次发展。避免破碎的点状绿化建设，通过建设城市绿道，构建有序的生态格局。对于次级道路，采用垂直绿化、绿植容器等方式补绿增绿，挖掘建筑边缘等未被充分利用的空间，结合设施布置设计绿化。避免过多种植，如在苜蓿路可通过修剪灌木，增加留白，使视线通透，增加沿街绿地可达性，引导步行及其他游憩行为的发生。

(2) 优化步行围合界面。河流沿岸应保

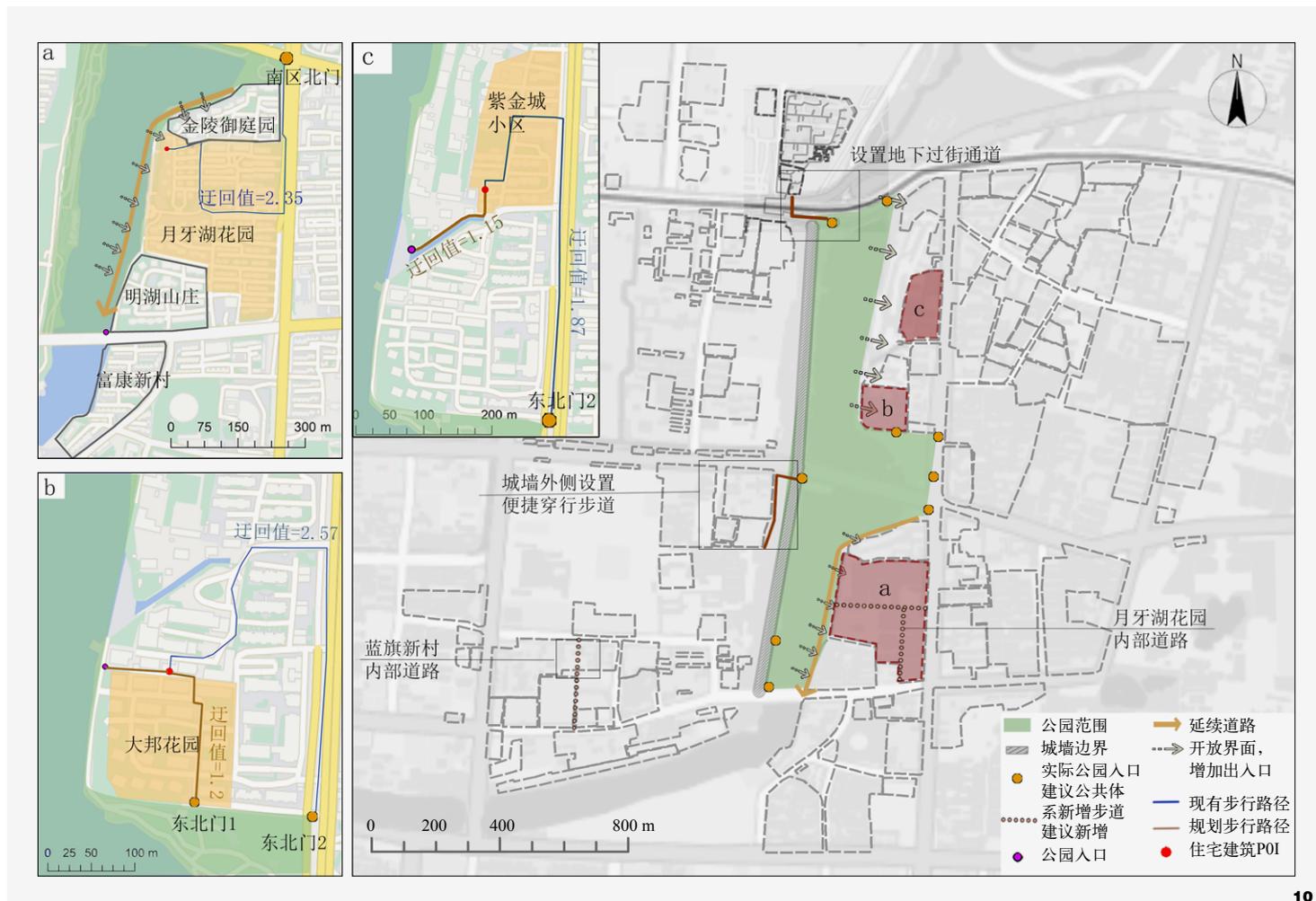


图10 基于步行路径的可达性提升策略
Fig. 10 Strategies for enhancing accessibility of pedestrian pathways

持视野开阔。针对围合感较强的道路，宜减少或改变对实体墙的使用。可用栅格围栏或镂空围墙取代，并融入地区特有的秦淮文化、明城墙等历史文化元素，提升社区居民对围墙内空间的正向感知。例如，公园南区西侧入口是唯一将城门纳入公园进出交通系统的入口，通向该城门的蓝旗巷可利用文字图像、城墙材料等进行情境再现和历史阐释。另外，可限制沿街立面高度、消除不必要遮挡，以问题为导向，为其他功能留出空间，兼顾居民在日常生活和社会互动方面的

实际需求。如在街道两侧通过种植或布置城市家具，弱化街道界面的封闭感。

(3) 保障行人步行安全。根据街道分类，对所需要素按优先级做出调整。次级道路需要转变为真正以“人”为服务对象的公共空间。部分路段窄而不通，宜对人行道尺度、设施摆放、车辆停放再规划，必要时可封锁街道。满足坡道、盲道等无障碍设计，定期对路面进行填补裂缝、平整坑洼等修复工作。主干道可借鉴美国广泛应用的道路瘦身策略，缩减车道宽度或减少车道数量以适

应行人步行需要，亦可通过改变地面颜色、设护栏、以绿色基础设施为缓冲区，做到人车分流。另外，在干道交叉口增设安全岛和扩大过街等候区。

4 结论

在生活圈被广泛推行之际，研究基于推荐步行路径，由点及面映射至居住区域，确定月牙湖公园的服务范围。结合公园外部步行路径及步行环境，探讨提升公园绿地可达性的策略。研究发现道路等级、用地性质、

距离衰减效应等影响公园服务水平,再次验证均质化的传统方式误差较大。以迂回值、转弯次数为指标,月牙湖公园步行可达性尚有提升空间。主干道和次级道路的步行环境差异明显,相较主路,次级道路面临狭窄人行道、连续围墙和人行不畅等挑战。建议做积极干预如柔化公园边界、打破社区“墙”文化、优化街道围合界面等。未来研究可考虑公园内部状况及其他外部指标,结合群体分异特征,将研究范围从单个公园扩展至区域公园系统。 

注:文中图表均由作者自绘/摄。

参考文献

- [1] 赵彦云,张波,周芳. 基于POI的北京市“15分钟社区生活圈”空间测度研究[J]. 调研世界, 2018(05): 17-24.
- [2] 魏伟,洪梦瑶,谢波. 基于供需匹配的武汉市15分钟生活圈划定与空间优化[J]. 规划师, 2019, 35(04): 11-17.
- [3] 叶朕,李瑞敏. 完整街道政策发展综述[J]. 城市交通, 2015, 13(01): 17-24.
- [4] 孙婷. 健康促进背景下城市街道空间环境测度与优化研究[J]. 城乡规划, 2022(04): 70-77.
- [5] 中共中央国务院. “健康中国 2030”规划纲要[EB/OL]. (2019-01-15)[2024-01-07]. http://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content_5124174.htm
- [6] MCCORMACK G R, ROCK M, TOOHEY A M, et al. Characteristics of Urban Parks Associated with Park Use and Physical Activity: A Review of Qualitative Research[J]. *Health & Place*, 2010, 16(4): 712-726.
- [7] 翟宇佳,周聪惠. 基于实例的城市公园可达性评价模型比较[J]. 中国园林, 2019, 35(01): 78-83.
- [8] 俞孔坚,段铁武,李迪华,等. 景观可达性作为衡量城市绿地系统功能指标的评价方法与案例[J]. 城市规划, 1999(08): 7-10.
- [9] 何仲禹,李岳昊. 基于开放数据的上海城市公园使用活跃度时空特征研究[J]. 中国园林, 2020, 36(10): 45-50.
- [10] 游宁龙,李文越. 老年友好视角下旧城区公园绿地步行可达性评价与优化[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 2019, 55(06): 102-110.
- [11] 胡昂,刘洋洋,戴维维,等. 基于改进两步移动搜索法的城市公园绿地供需评价——以成都市三环内为例[J]. 风景园林, 2022, 29(09): 92-98.
- [12] 徐振,周珍琦,王沂凡,等. 公园城市视角下公园步行范围与城市形态分析[J]. 城市规划, 2021, 45(03): 81-90.
- [13] 张灵珠,崔敏榆,晴安蓝. 高密度城市休憩用地(开放空间)可达性的人本视角评价——以香港为例[J]. 风景园林, 2021, 28(04): 34-39.
- [14] 邓浩,宋峰,蔡海英. 城市肌理与可步行性——城市步行空间基本特征的形态学解读[J]. 建筑学报, 2013(06): 8-13.
- [15] 孙光华. 基于多源大数据的城市街道可步行性评价研究——以南京市中心城区为例[J]. 现代城市研究, 2020(11): 34-41.
- [16] 卢银桃,王德. 美国步行性测度研究进展及其启示[J]. 国际城市规划, 2012, 27(01): 10-15.
- [17] 龙瀛,李莉,李双金,等. 中国城市活力中心的街道步行环境指数测度[J]. 南方建筑, 2021(01): 114-120.
- [18] SUGIYAMA T, THOMPSON C W. Outdoor Environments, Activity and the Well-being of Older People: Conceptualising Environmental Support[J]. *Environment and Planning A*, 2007, 39(8): 1943-1960.
- [19] 江浩波,宋孟坤,肖扬. 滨水空间视觉景观舒适度评价研究——以上海市“一江一河”为例[J]. 风景园林, 2022, 29(10): 122-129.
- [20] LI Y, YABUKI N, FUKUDA T. Integrating GIS, Deep Learning, and Environmental Sensors for Multicriteria Evaluation of Urban Street Walkability[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2023, 230: 104603.
- [21] LU Y, CHEN H M. Using Google Street View to Reveal Environmental Justice: Assessing Public Perceived Walkability in Macroscale City[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2024, 244: 104995.
- [22] SOUTHWORTH M. Designing the Walkable City[J]. *Journal of Urban Planning and Development*, 2005, 131(4): 246-257.
- [23] 陈方,张澄洋,丁思远. 生活街区轨道交通步行易达性测度研究——以深圳和香港为例[J]. 南方建筑, 2021(04): 31-38.
- [24] GALNA B, LORD S, DAUD D, et al. Visual Sampling During Walking in People with Parkinson's Disease and the Influence of Environment and Dual-task[J]. *Brain Research*, 2012, 1473: 35-43.
- [25] BARTON J, PRETTY J. What Is the Best Dose of Nature and Green Exercise for Improving Mental Health? A Multi-study Analysis[J]. *Environmental Science & Technology*, 2010, 44(10): 3947-3955.
- [26] 杨灿灿,许芳年,江岭,等. 基于街景影像的城市道路空间舒适度研究[J]. 地球信息科学学报, 2021, 23(05): 785-801.
- [27] SCOPPA M, BAWAZIR K, ALAWADI K. Walking the Superblocks: Street Layout Efficiency and the Sikkak System in Abu Dhabi[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2018, 38: 359-369.
- [28] 徐磊青,孟若希,黄舒晴,等. 疗愈导向的街道设计: 基于VR实验的探索[J]. 国际城市规划, 2019, 34(01): 38-45.