

DOI: 10.20103/j.stxb.202410042412

邵竞男, 侯玉婷, 姜顺身, 宣昱晗, 邵 锋. 基于适老性社区生活圈的城市公园绿地服务水平评价. 生态学报, 2025, 45(10): 4614-4625.

Shao J N, Hou Y T, Jiang S S, Xuan Y H, Shao F. Research on evaluation of urban park green space service level based on elderly friendly community life circle. Acta Ecologica Sinica, 2025, 45(10): 4614-4625.

基于适老性社区生活圈的城市公园绿地服务水平评价

邵竞男, 侯玉婷, 姜顺身, 宣昱晗, 邵 锋*

浙江农林大学风景园林与建筑学院, 杭州 311300

摘要: 公园绿地作为城市绿地系统的重要组成部分, 在维持城市生态平衡、优化景观格局、提升居民生活质量方面具有不可替代的作用。以杭州市上城区适老性社区生活圈内的公园绿地为研究对象, 通过获取遥感影像、手机信令、兴趣点 (POI) 和城市路网等多源大数据, 构建数据库, 引入核密度、缓冲区和网络分析等多重算法, 利用熵权—TOPSIS 法计算指标权重, 综合评价不同尺度下城市公园绿地服务水平差异并分析成因, 为提升公园绿地服务水平提供科学依据。研究得出以下结论: (1) 区域尺度下上城区整体公园绿地服务水平处于 II 级, 绿地结构较合理, 布局较均衡, 规模适当, 吸引力良好且环境较友好, 但存在绿地资源配置不均衡问题。(2) 街道尺度下公园绿地服务水平存在差异。清波街道和丁兰街道的绿地服务水平高 (I 级), 笕桥街道、彭埠街道和九堡街道的水平低 (V 级), 其余街道的绿地服务水平介于 I 级和 V 级之间, 均具有一定的提升空间。(3) 社区尺度下公园绿地分布呈现两极分化和聚集分布趋势, 服务水平差异显著, 14.9% 的绿地服务水平高, 19.8% 的服务水平低。将来, 城市公园绿地规划建设时, 应充分考虑老年人步行特征, 完善周边服务设施, 提升绿地空间利用率。

关键词: 公园绿地; 适老性社区; 多源数据; 老年人; 绿地服务水平评价

Research on evaluation of urban park green space service level based on elderly friendly community life circle

SHAO Jingnan, HOU Yuting, JIANG Shunshen, XUAN Yuhan, SHAO Feng*

College of Landscape Architecture, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Hangzhou 311300, China

Abstract: Park green spaces serve irreplaceable functions in urban green infrastructure systems by sustaining ecological equilibrium, enhancing landscape configurations, and elevating resident living standards. This research investigates park green spaces within elderly-friendly community life circles in Hangzhou's Shangcheng District. Integration of multi-source datasets-including remote sensing imagery, mobile signaling data, POI (points of interest), and urban road networks-enabled construction of a comprehensive geodatabase. Application of kernel density estimation, buffer zone analysis, and network analysis, combined with entropy-weighted TOPSIS for weight calculation, the study systematically evaluates variations in urban park green space service levels across different scales and explores their underlying causes. The findings aim to provide a scientific basis for improving green space service levels. The main conclusions are as follows: (1) The overall park green space service level of Shangcheng District at the regional scale is at level II. Park green spaces demonstrate reasonable structural composition, balanced spatial distribution, appropriate scaling, commendable attractiveness, and environmentally friendly attributes. However, there are also problems of unbalanced distribution of green space resources. Targeted improvements and focused attention are imperative to ensure equitable distribution and efficient utilization of green space resources. (2) At the street scale, disparities in park green space service levels are observed.

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2022YFF1303100)

收稿日期: 2024-10-04; **采用日期:** 2025-03-20

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: shaofeng@zafu.edu.cn

Qingbo and Dinglan streets exhibit high service levels (Grade I), offering elderly residents diverse leisure spaces and social venues. In contrast, Jianqiao, Pengbu, and Jiubao streets show low levels (Grade V). Service levels in other streets fall between Grades I and V. Urgent improvements are required to enhance service quality and promote balanced development of green space resources across all areas. (3) At the community scale, the distribution of park green spaces shows a trend of polarization and clustering. 14.9% of parks achieve high service levels (Grade I), concentrated around West Lake, along the Qiantang River, and in northern Shangcheng District, while sporadic high-level green spaces in Garden Community, Shuixiang Community, and Zhangjiaba Community are scattered in central areas. Conversely, 19.8% of parks demonstrate low service levels (Grade V), predominantly clustered in central and northeastern regions. The research constructs innovative assessment dimensions that deeply integrate elderly-specific evaluation parameters, precisely identifies service gaps within targeted population groups, and provides theoretical and methodological support for follow-up work such as age-friendly urban planning and aging-adaptive facility retrofitting. Future urban park green space planning and construction should fully consider the behavioral characteristics of the elderly as a foundation, construct all-age-friendly circular vitality networks, improve the spatiotemporal accessibility and spatial utilization efficiency of green spaces, and ensure that the elderly population can equally enjoy the ecological benefits of community life circles.

Key Words: park green space; elderly friendly community; multi-source data; aged; evaluation of green space service level

城市公园绿地是改善生态环境、优化景观格局、促进居民健康和提升生活品质的重要载体^[1]。优化城市公园绿地分布格局,提高绿地质量和效益,使居民更加便捷地亲近绿地,是城市绿地系统规划的重要目标^[2]。随着城市居民年龄结构和居住条件的变化,不同社会群体间的公平性差异和城市公园绿地的服务均等化问题日益凸显^[3]。我国老龄化程度持续上升,有限的土地资源难以满足老年人对城市公园绿地日益增长的需求,绿地差异性布局直接影响老年人对绿地资源的享有度^[4]。如何基于老年人视角,从多个角度、维度和尺度科学合理协调城市建设与绿色空间生境质量的关系^[5]已成为亟待解决的现实问题。

《完整居住社区建设指南》《社区生活圈规划技术指南》等多个国家和地方标准的出台,让人们开始理解生活圈理念所倡导的社区空间供给优化的概念。浙江省自 2021 年起组织全省各区县编制城镇社区建设专项规划,旨在评价公共服务设施空间布局的合理性,明确各层级生活圈的设施配置要求,更好满足居民生活需求。杭州作为浙江省省会,经济社会快速发展,城市建设日新月异。同时,城市人口结构近年来发生重大变化,老年人口高龄化趋势明显。政府部门通过构建完善的社会保障体系、建立老年友好型社区生活圈等措施,有力保障和满足了老年人的生活需求。2017 年杭州市规划和自然资源局组织编制的《杭州市“邻里中心”规划研究》显示,老年人是生活圈内各种设施的主要使用人群。传统社区空间规划侧重设施供给,采用“千人指标”“服务半径”等标准化配置设施^[6],忽略个体需求差异,加剧社区生活空间错配,出现了公共绿地分布不均、弱势群体使用困难^[7-8]等问题。适老性社区生活圈是基于老年人日常生活的空间邻近度、功能丰富度和出行便利度等环境要素而建立的,反映了周边建成环境对老年人活动的支持程度,其对城市绿地服务的均等化布局具有积极影响^[9]。社区生活圈的研究主要包括 3 个方面:(1)空间边界划定。通过 GPS 轨迹^[10-11]、活动日志^[12]、手机信令^[13]等获取居民步行活动数据,总结居民出行规律,划定活动范围,界定日常步行生活圈层^[14];(2)公共服务设施布局评价。采用 DLAPI、POI、位置等大数据,获取生活圈设施的利用频率、类型和出行距离等时空特征^[15-17],提出公共服务设施和空间优化方案,提高时空资源可获得性^[18];(3)不同群体需求分析。基于不同家庭情况^[19]、年龄结构^[20]、健康状况^[21]等出行特征,分析空间差异性,满足居民多样化需求,实现公共服务设施的高效精准配置^[22]。

公园绿地作为城市公共服务设施的特定类型,其社会价值也一直备受关注。目前,公园绿地服务水平评价研究主要聚焦绿地是否满足公众的需求和期望^[23]、不同社会群体获取绿地资源的公平性和便利性^[24-27]、

公众对绿地的审美偏好和景观协调性评价^[28–29]、绿地对身心健康的影响和绿地生态系统多功能作用^[30–33]等方面。现有的公园绿地评价指标尚存在内容相对简单、维度不够全面、视角较为局限等问题,在绿地空间布局、景观效果和生态功能等方面研究不够全面深入;研究方法上,定性评价仍占据主导地位,而定量评价,尤其是基于 GIS 和空间数据等评价手段运用不够充分,评价结果难以在不同时空维度上比较和分析;研究内容上,缺乏针对老年人对绿地环境质量需求的研究,无法真正体现绿地作为城市公共空间为全体居民生活质量提升所发挥的作用,公园绿地服务功能和水平评价有待精细化。本研究以杭州市上城区适老性社区生活圈内的公园绿地为对象,以提升老年人生活品质为目标,构建适老性社区生活圈视角下的公园绿地服务水平评价体系,利用多源数据和多重算法等技术手段,综合评价不同尺度下绿地服务能力,以期为城市公园绿地的合理配置和绿地服务水平提升提供有益参考。

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究区概况

杭州地处浙江省北部、钱塘江下游,是中国东部地区重要的中心城市。截至 2023 年 11 月,杭州市下辖 10 个区,2 个县,代管 1 个县级市,总面积 16850 km²,常住人口 1252.2 万人。上城区是杭州中心城区之一,位于杭州中部偏南,濒临钱塘江、紧贴西湖。区内公园绿地类型丰富、林木覆盖,全区绿地总面积 3044.64 万 m²,公园绿地 1156.22 万 m²^[34],有柳浪闻莺、望江公园和城东公园等代表性的城市公园。这些公园绿地可为老年人提供多样的户外活动空间,同时为开展适老性社区生活圈绿地服务水平评价提供了丰富的实证。上城区下辖 14 个街道,201 个社区(村),总面积约 122 km²,常住人口 139 万人。上城区人口老龄化问题突出,60 岁以上老年人口 24.1 万人,其中,湖滨街道、清波街道和小营街道等为代表的 9 个街道的老龄化程度均高于全国平均水平^[35]。本研究选取杭州市上城区适老性社区生活圈内向公众开放的、以游憩为主要功能、有一定游憩和服务设施的公园绿地作为研究对象。充分考虑老年人出行习惯和步行能力,以 1.04 m/s 作为老年人步行均速,11.8 min 为步行出行平均时耗,计算得到老年人步行出行平均距离约 740 m。鉴于 70 岁以上老年人步行能力有所下降,以 700 m 作为适老性社区生活圈的范围标准^[36]。考虑到行政边界处老年人绿地使用状况,将研究区向外扩展 700 m 作为研究范围。通过比对杭州市人民政府发布的《杭州市公园名录(1—3 批)》,查询到名单内公园绿地 72 处,结合网络数据抓取和现场实地调研,根据《城市绿地分类标准》(CJJ/T85—2017),确定综合公园(G11)13 处、社区公园(G12)40 处、专类公园(G13)21 处和游园(G14)33 处,共计 107 处研究样地(图 1)。

1.2 研究方法

1.2.1 数据获取及处理

本研究整合地理空间数据和实地调研数据,构建多源异构数据融合分析体系,通过遥感解译、大数据挖掘、实地调查等跨学科研究方法,开展城市公园绿地服务水平评价。数据主要包括行政区划数据、居住小区数据、公园绿地数据、城市道路数据、城市服务兴趣点数据、老年人口数据和公园内部设施数据(表 1)。行政区划数据来自天地图时空信息云平台(<https://www.tianditu.gov.cn>)。居住小区数据来源于 2022 年高分 2 号遥感影像,共提取 488 个小区斑块。公园绿地数据基于高分 2 号遥感影像,依据《城市绿地分类标准》提取得到。城市道路数据通过 Open Street Map 获得,依据老年人行为特征提取步行路网数据。利用 POI Kit 工具爬取百度地图中影响公园活力的城市服务兴趣点(POI),包括餐饮服务、购物服务、体育休闲服务、风景名胜、政府机构、医疗保健服务、公共设施等 8 类与老年人日常生活密切相关的要素。老年人口数据来源于中国联通智慧足迹的手机信令数据,以多边形网格设置基站单元,提取连续 20 d 夜间 00:00—5:00 停留在基站单元内的老年人口数据,与第 7 次人口普查数据中的街镇常住老龄人口数进行相关性检验,相关性系数 $r=0.8875$,表明结果可靠。公园内部设施数据通过现场调研、资料收集、综合分析获取公园内部的娱乐健身设施、夜间照明、标识系统和无障碍设施等情况。

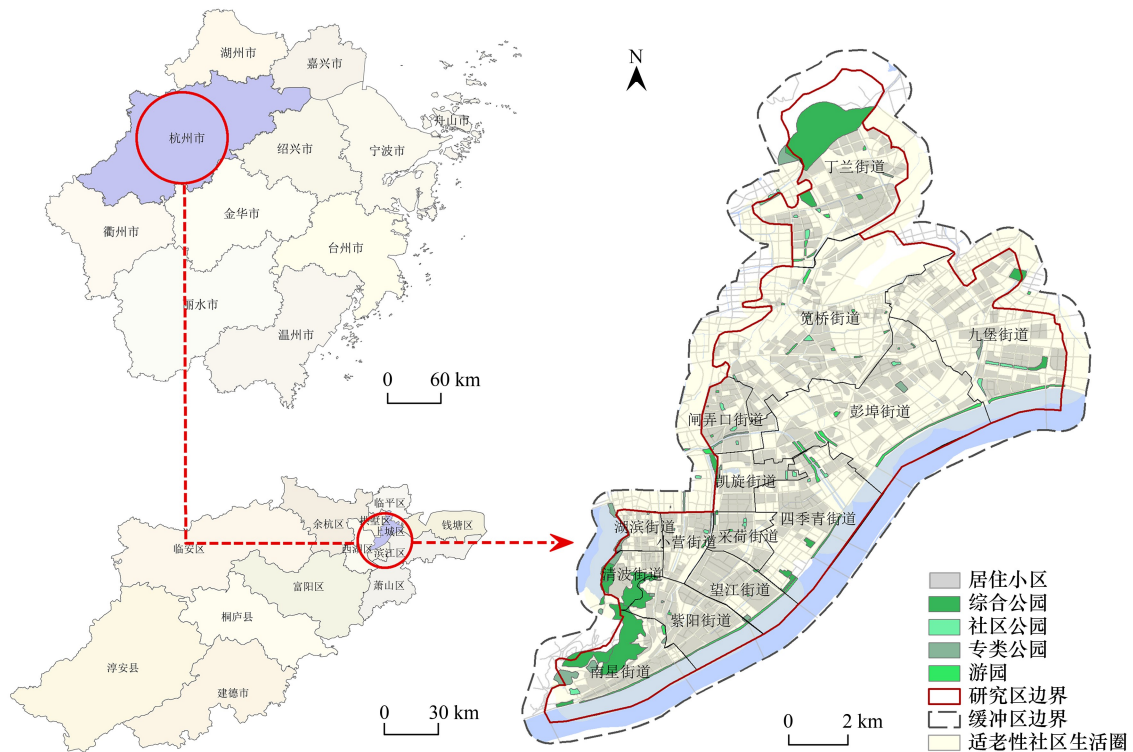


图 1 研究区域及研究对象

Fig.1 Study area and study object

表 1 数据类别及主要来源

Table 1 Data categories and main sources

类别 Category	来源 Source	内容 Content
行政区划 Administrative division	天地图时空信息云平台	使用 ArcGIS 提取区界、14 个街道和 201 个社区边界的矢量数据
居住小区 Residential district	2022 年高分 2 号遥感影像	解译遥感影像获取 488 个居住小区边界
公园绿地 Park green space	2022 年高分 2 号遥感影像	解译遥感影像得到 107 处公园绿地边界
城市道路 City road	Open Street Map	处理道路矢量数据,提炼城市主干路、次干路和支路数据
城市服务兴趣点 City service points of interest	百度地图开放平台	爬取、清洗和划分公园绿地周边 8 类要素共计 29921 个兴趣点
老年人口 Elderly population	人口普查数据、手机信令数据	统计 488 个居住小区老年人口数量
公园内部设施 Facilities inside the park	实地调研	调研收集公园内部娱乐健身设施、夜间照明、标识系统和无障碍设施分布情况

1.2.2 指标体系构建及分级标准划分

当前公园绿地服务水平评价普遍聚焦 5 个核心指标:(1)绿地规模。常用指标有绿地数量、绿地面积和人均公园绿地面积等,集中反映绿地资源的总量与分布;(2)空间结构。通过道路密度、距离成本、网络连接度和重叠度等,评价绿地服务的便捷性和效率;(3)特色吸引力。借助设施网点多样性、空间活力指数和土地利用混合度等,量化绿地对居民的吸引力;(4)资源均衡。采用基尼系数、区位熵等工具分析绿地资源分配的社会均衡性;(5)环境友好。利用夜间照明配置度、标识系统清晰度和无障碍设施配置度等,评价绿地规划的合理性与人性化程度。传统评价未充分考虑目标适配性,指标精细度上不够细,且人群需求特异性缺失,未针对老年人等特定人群设计专属评价参数,导致评价结果与人群的真实体验出现偏差。同时,空间治理颗粒度

不足,现有评价指标多停留在城市宏观统计层面,缺少社区生活圈活动路径、绿地功能复合度等微尺度的指标。因此,本研究以适老性提升为目标,结合《社区生活圈规划技术指南》《城市园林绿化评价标准》(GB/T 50563—2010),充分考虑老龄化社会需求、社区生活圈规划和绿地系统服务功能,提取与老年人日常生活需求服务直接相关的高频指标,构建多维度、多层级协同的城市公园绿地服务水平评价体系(表2)。为科学判断公园绿地服务水平所处的等级,综合国内外指数分级方法后提出5级分级标准(表3)。

表2 基于适老性社区生活圈的城市公园绿地服务水平评价指标体系

Table 2 Evaluation index system for urban park green space services based on elderly friendly community living circles				
一级指标 Primary indicator	二级指标 Secondary indicator	编号 Number	描述 Description	二级指标与服务水平的相关性 Relevance of secondary indicators to service level
绿地规模 Green space scale	人均公园绿地面积	A1	能够为老年人日常生活提供服务的人均绿地面积	正相关
	绿地率	A2	适老性社区生活圈内有效绿地覆盖的面积比	正相关
	服务半径覆盖率	A3	适老性社区生活圈内享有绿地服务的居住小区比例	正相关
空间结构 Spatial structure	绿地形状指数	B1	绿地形状结构的复杂程度	正相关
	最小临近距离	B2	老年人到达绿地所需的最小行进成本	负相关
	绿地服务重叠度	B3	老年人在日常生活范围内的绿地选择度	正相关
特色吸引力 Unique appeal	周边 POI 强度	C1	绿地周边设施服务点的密集程度	正相关
	城市功能混合度	C2	绿地周边用地功能的复合化程度	正相关
	娱乐健身设施完备度	C3	绿地是否配备适合老年人的娱乐健身设施	正相关
资源均衡 Resource balance	空间分布密度	D1	绿地的空间分布疏密情况	正相关
	公园分布均好度	D2	4类公园绿地服务覆盖率的总和	正相关
	老年人步行可达性	D3	老年人步行能够到达绿地的能力	正相关
环境友好 Environmentally friendly	夜间照明配置度	E1	绿地是否具有连续且充足的照明设施	正相关
	标识系统清晰度	E2	绿地标识系统是否合理、清晰和完善	正相关
	老年人视线畅通度	E3	绿地是否视线不受阻碍	正相关
	无障碍设施配置度	E4	绿地是否配置无障碍设施	正相关

表3 城市公园绿地服务水平评价分级标准

Table 3 Evaluation and grading standards for urban park green space services		
等级 Grade	综合指标值 Comprehensive index value	描述 Description
I	0.80—1.00	结构合理,布局均衡,规模足够,吸引力足且环境友好
II	0.60—0.80	结构较合理,布局较均衡,规模适当,吸引力良好且环境较友好
III	0.40—0.60	结构、布局和规模一般,吸引力一般且环境较不友好
IV	0.20—0.40	结构、布局和规模不太合理,吸引力较低且环境不友好
V	0—0.20	结构、布局和规模很不合理,吸引力很低且环境很不友好

I:卓越级 Exemplary;II:优质级 Superior;III:标准级 Proficient;IV:基础级 Functional;V:待改进级 Remedial

1.2.3 权重赋值

熵权法对指标进行权重矫正,突出重要指标在评价模型中的作用,克服主观赋值法带来的数据随意性缺陷和属性重复问题。TOPSIS法根据评价对象与理想解距离的接近程度进行排序,精度高、评价客观。熵权—TOPSIS法共同运用于绿地服务水平评价中,能够充分运用原始数据信息,不受主观因素和参考序列选择的干扰,具有直观、运算简洁和信息损失量少等优点^[37]。根据指标属性,对二级指标进行分类。按照公式(1)进行数据标准化处理,对度量指标 X_{ij} 归一化,消除度量指标间的尺度差别。根据公式(2)和公式(3)分别计算各指标的信息熵和权重值,其中, i 为街道和社区, j 为二级指标,以 X_{ij} 和 Y_{ij} 来表示标准化前后绿地服务水平评价的度量指标。信息熵反映了指标的离散程度,熵值越大,指标的离散程度越小,指标对于决策的重要值(权

重)就越小。

$$Y_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})}, & X_{ij} \text{ 为正向指标} \\ \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})}, & X_{ij} \text{ 为负向指标} \end{cases} \quad (1)$$

$$E_j = - (1/\ln n) \sum_{i=1}^n [(Y_{ij} / \sum_{i=1}^n Y_{ij}) \ln (Y_{ij} / \sum_{i=1}^n Y_{ij})] \quad (2)$$

$$W_{ij} = (1 - E_j) / \sum_{j=1}^m (1 - E_j) \quad (3)$$

$$R = (r_{ij})_{n \times m}; r_{ij} = W_{ij} \times Y_{ij} \quad (4)$$

$$Q_j^+ = \max r_{i1}, \max r_{i2}, \dots, \max r_{im} \quad (5)$$

$$Q_j^- = \min r_{i1}, \min r_{i2}, \dots, \min r_{im}$$

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Q_j^+ - r_{ij})^2} \quad (6)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Q_j^- - r_{ij})^2}$$

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (7)$$

按照公式(4)和公式(5)将归一化处理后的同向化矩阵 Y_{ij} 与 W_{ij} 相乘,获得加权标准矩阵 R ,确定加权标准矩阵中的最优方案(Q_j^+)和最劣方案(Q_j^-)后,依据公式(6)分别计算各评价对象的欧氏距离 D_i^+ 和 D_i^- 。通过公式(7)求得各评价对象与最优解的相对贴近度 C_i , C_i ($0 < C_i < 1$) 数值越大,说明公园绿地服务水平越高,反之则越低。

2 结果与分析

通过获取多源数据,组建数据库,引入核密度、缓冲区和网络分析等多重算法,计算区域、街道和社区的各项二级指标数据,全面评价上城区公园绿地服务水平。区域尺度结果作为基准值来判别上城区整体公园绿地服务水平高低,为政策制定者提供宏观决策依据。聚焦街道和社区这 2 个更贴近居民日常生活的行政单元,总结不同街道和社区的公园绿地服务水平具体差异和潜在问题,以加强评价体系的实用性和针对性。

2.1 区域尺度下整体公园绿地服务水平分析

表 4 显示,上城区公园绿地服务水平处于Ⅱ级,表明上城区整体公园绿地服务水平较高,公园绿地结构较合理,布局较均衡,规模适当,吸引力良好且环境较友好。绿地规模、空间结构、特色吸引力和环境友好等 4 个一级指标均处于Ⅱ级水平,资源均衡为Ⅲ级,说明上城区公园绿地空间布局有序,拥有较为充足、高效且环境友好的绿色空间,但绿地资源配置的均衡性一般,需重点关注和改进,以确保绿地的公平分配和有效利用。二级指标中,公园绿地服务半径覆盖率高(Ⅰ级),表明上城区公园绿地的服务范围广,能有效覆盖区域内绝大多数老年人(图 2)。而人均公园绿地面积、最小临近距离和城市功能混合度等 9 个指标处于Ⅱ级水平,周边 POI 强度、空间分布密度和老年人步行可达性等 5 个指标为Ⅲ级,反映出上城区适老性社区生活圈内的公园绿地在规划和建设方面具备一定的基础。公园分布均好度较低(Ⅳ级),4 类公园绿地资源在空间配置上具有不均衡性(图 3—图 7)。从指标权重分析来看,从大到小依次为绿地规模(0.410),特色吸引力和环境友好(0.205),资源均衡(0.170),空间结构(0.159),城市公园绿地建设中多功能效应日益凸显,规划者在重视绿地规模的同时,应更加关注特色吸引力和环境友好等社会属性。

表 4 基于适老性社区生活圈的上城区城市公园绿地服务水平评价结果

Table 4 Evaluation results of urban park and green space services in Shangcheng District based on the elderly friendly community living circle

一级指标 Primary index	权重 Weight	二级指标 Secondary index	权重 Weight	综合现状值 Composite status value	标准值 Standard value	标准化值 Standardized value	二级指标等级 Secondary index level	一级指标等级 Primary index grade	综合等级 Comprehensive grade
绿地规模 Green space scale	0.410	人均公园绿地面积	0.210	6.76m ² /人	10m ² /人	0.676	II	II	II
		绿地率	0.131	7.40%	15.00%	0.493	III		
		服务半径覆盖率	0.069	77.60%	80.00%	0.970	I		
空间结构 Spatial structure	0.159	绿地形状指数	0.050	1.69	3.58	0.472	III	II	
		最小临近距离	0.059	547.03m	300.00m	0.680	II		
		绿地服务重叠度	0.050	1.28	1.83	0.699	II		
特色吸引力 Unique appeal	0.205	周边 POI 强度	0.084	8302731.42	19567890.12	0.424	III	II	
		城市功能混合度	0.059	1.29	1.98	0.652	II		
		娱乐健身设施完备度	0.062	75.80%	100%	0.758	II		
资源均衡 Resource balance	0.170	空间分布密度	0.061	2.59	4.85	0.534	III	III	
		公园分布均好度	0.052	1.57	4.91	0.320	IV		
		老年人步行可达性	0.057	0.10	0.18	0.556	III		
环境友好 Environmentally friendly	0.205	夜间照明配置度	0.065	77.24%	100%	0.772	II	II	
		标识系统清晰度	0.052	78.49%	100%	0.785	II		
		老年人视线畅通度	0.043	77.72%	100%	0.777	II		
		无障碍设施配置度	0.044	79.00%	100%	0.790	II		



图 2 公园绿地服务半径覆盖率
Fig.2 Coverage of service radius for park green spaces

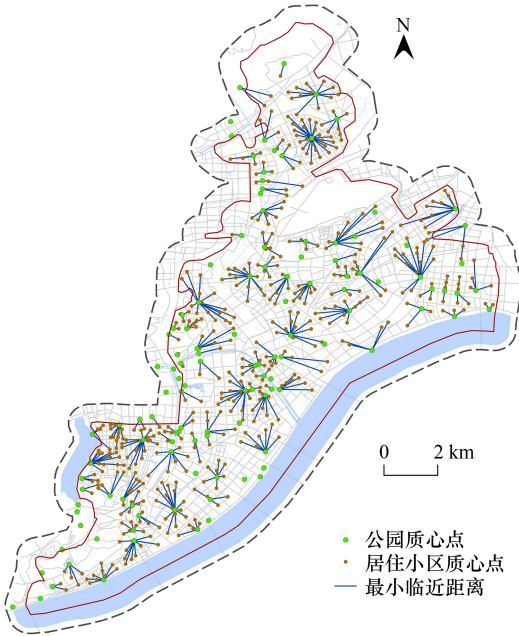


图 3 居住小区到公园绿地最小临近距离
Fig.3 Minimum proximity distance from residential area to park green space

2.2 街道尺度下公园绿地服务水平分析

街道尺度下上城区公园绿地服务水平具有空间异质性,各街道的公园绿地服务水平存在差异。清波街道和丁兰街道的公园绿地服务水平高(I 级),2 个街道为老年人提供了丰富多样的休闲空间和社交场所。笕桥街道、彭埠街道和九堡街道的绿地服务水平低,处于 V 级,还需进一步提升绿地服务水平,促进各街道的绿地

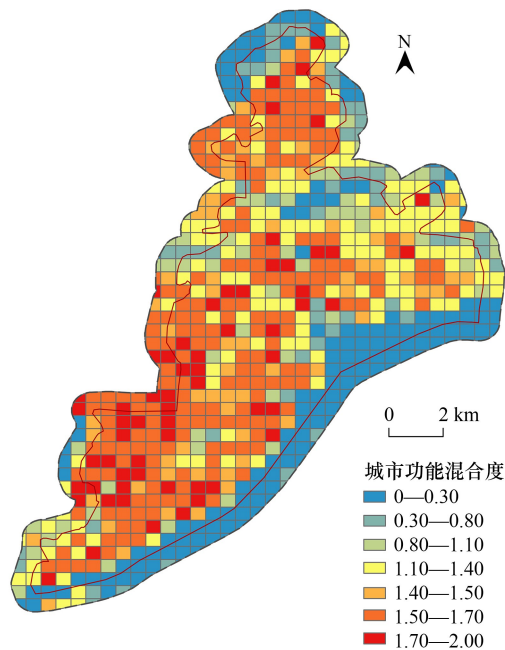


图 4 城市功能混合度

Fig.4 Mixing degree of urban functions

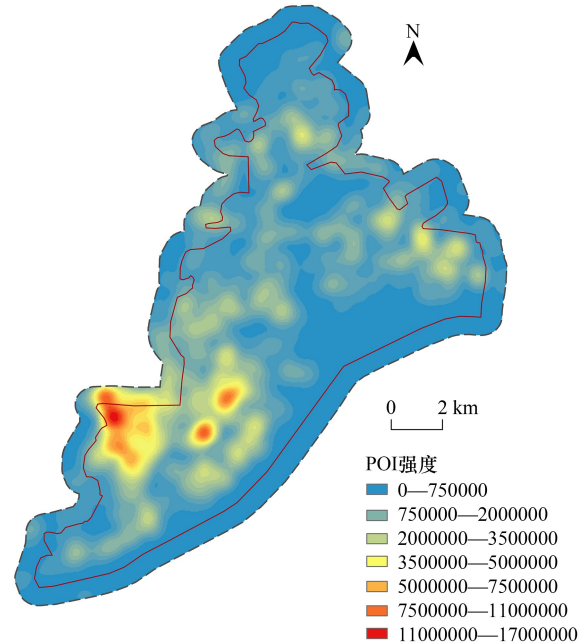


图 5 公园绿地周边 POI 强度

Fig.5 POI intensity around park green space

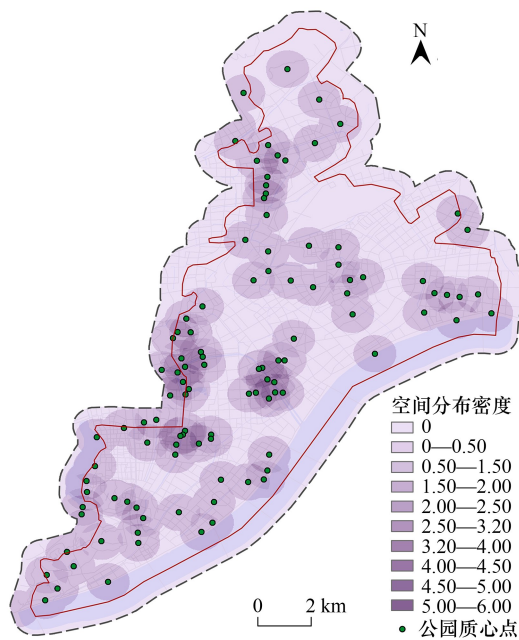


图 6 公园绿地空间分布密度

Fig.6 Spatial distribution density of park green space

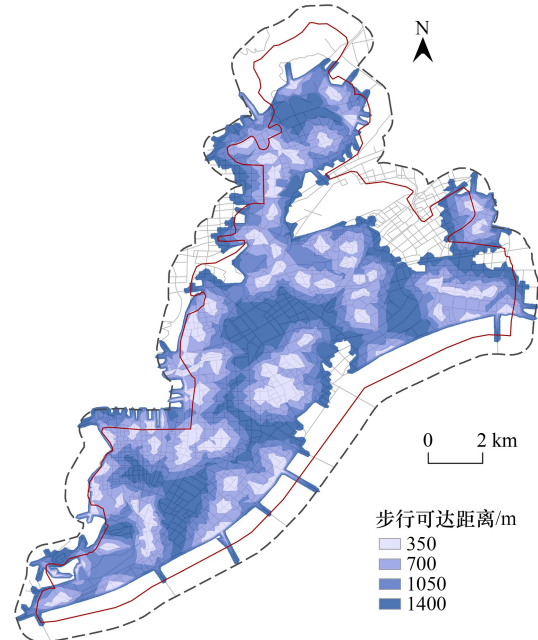


图 7 老年人步行可达性

Fig.7 Walking accessibility for the elderly

资源公平分配和均衡发展。图 8 表明,丁兰街道和南星街道的绿地规模较大。前者得益于杭州江洋畈生态公园、杭州白塔公园等大型绿地集中分布,后者凭借杭州半山国家森林公园、桃花湖公园等优质绿地资源,呈现出绿量充沛且分布均衡的显著优势;而笕桥街道、四季青街道和彭埠街道则绿地规模较小。南星街道和紫阳街道的绿地空间结构合理,能让老年人在活动范围内享受到丰富的绿地资源;笕桥街道、九堡街道和清波街道在空间结构上表现欠佳,需优化绿地布局以提升服务水平。湖滨街道和清波街道因其繁华商圈的人流集聚效

应,活动频繁且吸引力强;彭埠街道、笕桥街道和望江街道虽拥有一定的绿地资源,但特色吸引力弱。闸弄口街道和采荷街道资源均衡评分高,绿地在区域内广泛覆盖且均衡分布;笕桥街道、九堡街道和望江街道的绿地分布不均,需调整绿地布局以实现绿地服务的均衡覆盖。清波街道和凯旋街道在环境友好上表现好,而望江街道、丁兰街道和彭埠街道还要进一步提升绿地环境友好度,为老年人提供更加舒适、宜人的休闲空间。

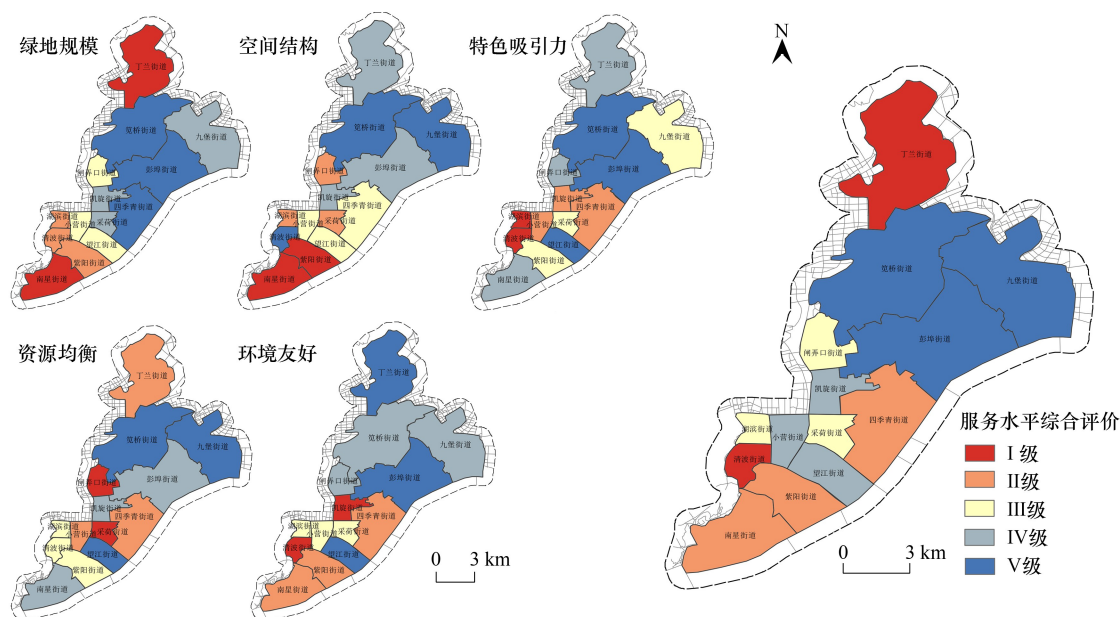


图8 街道尺度下公园绿地服务水平综合评价

Fig.8 Comprehensive evaluation of park green space service levels at the street scale

I :卓越级 Exemplary; II :优质级 Superior; III :标准级 Proficient; IV :基础级 Functional; V :待改进级 Remedial

2.3 社区尺度下公园绿地服务水平分析

图9显示,上城区公园绿地服务水平在社区尺度下空间异质性显著增强,社区的绿地分布呈现出明显的两级分化趋势。14.9%的公园绿地服务水平处于I级,绿地聚集分布在西湖周边、钱塘江沿线和上城区北部地区,花园社区、水湘社区和章家坝社区的绿地则零星散布在中部地区。19.8%的公园绿地服务水平低(V级),绿地集中分布于上城区中部和东北部地区。比较图8和图9发现,南星街道和丁兰街道的绿地规模虽均为I级水平,但在社区尺度上水平下降,特别是丁兰街道南端的社区,大部分为III级;笕桥街道、彭埠街道和四季青街道为V级水平,但建华社区、章家坝社区和水湘社区达到了I级,表明丰富的公园绿地类型能为居民提供更多的游憩选择。西湖周边和钱塘江沿线社区在空间结构上均表现突出,能最大限度地惠及并覆盖周边老年人群体,评级为V级的街道和社区尺度下空间结构的分布特征具有较高的一致性。特色吸引力和资源均衡的评级空间分布上相对均衡,各社区间差异不显著。环境友好指标上区域差异显著,北部的横塘社区、桃花湖社区、建塘苑社区和金色黎明社区等评级高,而南部以始板桥社区和三叉社区为核心的2个区域评级低。

2.4 适老性提升目标下上城区公园绿地服务水平优化

针对上城区公园绿地服务水平的实际情况,本研究提出3点优化建议:①构建多级联动的绿地网络体系,强化资源空间均衡性。针对东部和中部服务盲区,实施增量提质与存量焕活双轮驱动策略,依托江河廊道构建城市级绿楔系统,串联西湖周边绿廊与钱塘江沿线,对存量低效空间开展针灸式更新,在绿地匮乏区域嵌入口袋公园和立体社区花园,重点提升潜在发展区的绿量渗透率,实现宏观绿楔贯通、中观网络密织、微观节点渗透的三维空间重构。②实施精准适老化提质工程,提升空间友好性和吸引力。围绕老年群体核心需求升级服务体系,将适老化标准及老年人需求纳入公园建设的要素中,优化适老设施配置和精细化设计,推动跨绿地功能联动,通过林荫慢行道串联小型公园,增设代际交流广场、园艺疗愈园区等复合场景,增强各街道之间的

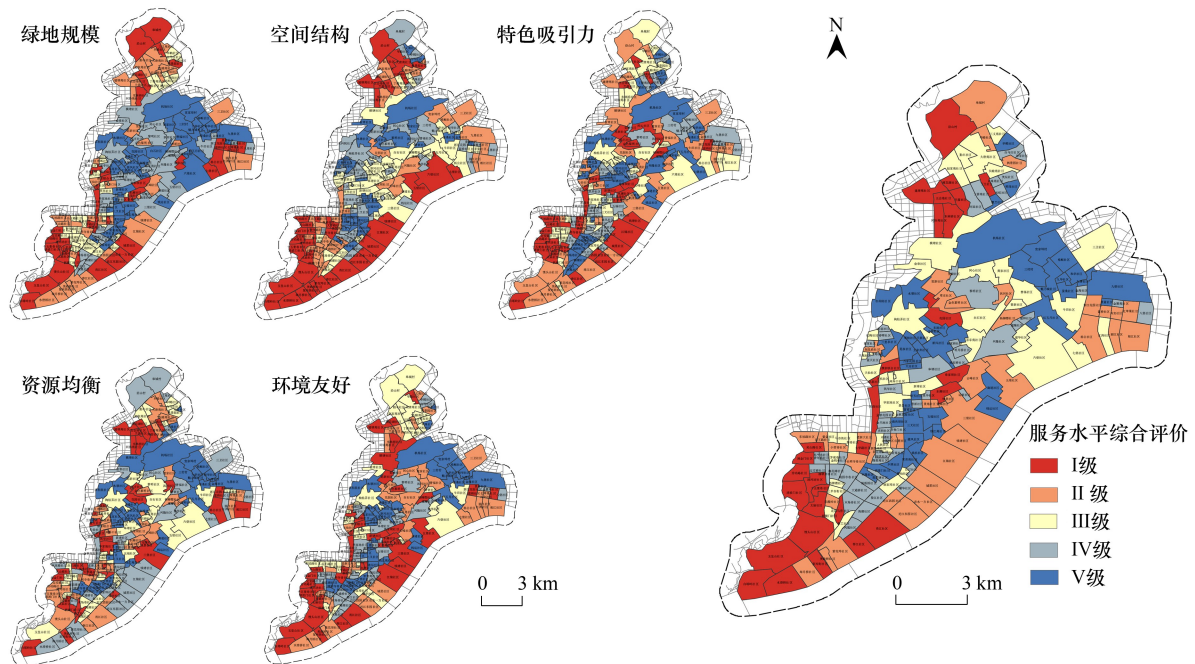


图9 社区尺度下公园绿地服务水平综合评价

Fig.9 Comprehensive evaluation of park green space service levels at the community scale

公园服务效能。③创新“数字孪生+社区共治”管理模式,实现长效品质管控。搭建社区公园服务云平台,集成设施报修、活动预约、意见反馈交互模块,构建居民使用行为数据分析模型,精准识别高频需求和低效空间,推行绿地微更新自主提案机制,鼓励社区居民参与适老化设施优化和景观小品设计,建立公众参与、专业运维、政府监管三方协同机制,将绿地服务水平纳入社区考核体系,对连续两年评级V级的社区实行建设项目绿地配比提标。

3 讨论

本研究从行为需求导向、指标选择与分类、指标算法更新等3个方面进行优化,采用熵权—TOPSIS法对指标进行权重矫正和标准化赋值,克服数据处理的主观随意性。利用手机信令数据识别居住小区的老年人口,克服传统数据覆盖面小、精度不够等局限性^[38—39]。为了减少部分老年人因没有智能手机所造成的老年人口数据误差,研究结合七普数据,采用月均手机信令数据的聚合分析方法提高数据的准确性。研究发现,自然基底优越、经济发展好、人口集聚的区域,城市公园绿地服务水平高,这与其他学者研究结论相似^[40—43]。因绿地资源分布不均、公园质量参差不齐、绿地供需不匹配等问题的存在,上城区公园绿地服务水平具有空间异质性,这与诸多研究结论基本一致^[44—48]。相较于传统公园绿地服务水平评价,本研究全面整合老年人专属评价参数,构建多维度、多层次协同的公园绿地服务水平评价体系,使得评价结果更接近于特定人群的真实体验,更精准地识别人群的服务盲区。尽管本研究结论与既有研究存在相似,但本研究充分考虑老年人这一特定人群的需求,公园绿地服务水平评价体系更具针对性,为老年友好型城市规划和适老化设施改造等工作提供理论和方法支撑。本研究认为应细化不同尺度下公园绿地服务水平空间差异和潜在问题,明确不同区域各项指标的薄弱点和改进方向,加强绿地公平理论到规划实践的衔接。适应老龄化社会发展需要,满足老年人多样化生活需求,制定更加积极的政策来构建适老宜居环境^[49]。在城市绿地系统规划中融入社区生活圈规划理念,系统性整合城市绿地,实现公园绿地的精准供给和服务要素高效配置^[50—52]。本研究尚存在一些不足:公园绿地服务水平指标仅筛选服务半径覆盖率、最小临近距离和空间分布密度等16个二级指标,可能造成公园

绿地服务水平评价结果存在一定误差,可考虑将使用满意度、景观连接度和活动丰富度等纳入评价体系。同时,研究缺少老年人主观感受的考量,需增强公众参与度,全方面考察老年人的时空行为特征,平衡主观情感与客观属性之间的关系,提高数据准确性和多样性。将来,城市公园绿地规划建设时,应充分兼顾老年人身心需求,完善周边基础服务设施,提升公园绿地利用率。积极开展多学科领域交叉研究,获取更加充分的多源数据,扩大样本数据量,拓展研究的广度和深度。

4 结论

(1)杭州市上城区公园绿地服务水平处于Ⅱ级,公园绿地结构较合理,布局较均衡,规模适当,吸引力良好且环境较友好。绿地规模、空间结构、特色吸引力和环境友好指标水平较高,资源均衡指标一般,需重点关注和改进,确保绿地的公平分配和有效利用。

(2)街道尺度下公园绿地服务水平具有空间异质性。清波街道和丁兰街道绿地服务水平高(Ⅰ级),能为老年人提供丰富多样的休闲空间与社交场所。笕桥街道、彭埠街道和九堡街道水平低(Ⅴ级),其余街道绿地服务水平介于Ⅰ级和Ⅴ级之间,需提升绿地服务水平以促进各街道的绿地资源均衡发展。

(3)社区尺度下公园绿地分布呈现两极分化和聚集分布趋势,服务水平差异显著。14.9%的公园绿地服务水平高,处于Ⅰ级,绿地聚集分布在西湖周边、钱塘江沿线和上城区北部地区,花园社区、水湘社区和章家坝社区的绿地零星散布在中部地区。而19.8%的公园绿地服务水平低,处于Ⅴ级,绿地集中分布于中部和东北部地区。

参考文献(References):

- [1] Stessens P, Khan A Z, Huysmans M, Canters F. Analysing urban green space accessibility and quality: a GIS-based model as spatial decision support for urban ecosystem services in Brussels. *Ecosystem Services*, 2017, 28: 328-340.
- [2] 杨文越,李昕,叶昌东.城市绿地系统规划评价指标体系构建研究. *规划师*, 2019, 35(9): 71-76.
- [3] Enssle F, Kabisch N. Urban green spaces for the social interaction, health and well-being of older people: an integrated view of urban ecosystem services and socio-environmental justice. *Environmental Science and Policy*, 2020, 109: 36-44.
- [4] 周末,王兰会.公园绿地社会公平性变动及其驱动因素——基于人口老龄化视角. *中国园林*, 2023, 39(2): 57-63.
- [5] 王玉霞,汪博,吴雪飞.用地紧凑变化对武汉市绿色空间生境质量的影响. *生态学报*, 2023, 43(14): 5726-5739.
- [6] 张姗姗,甄峰,孔宇,邹思聪.基于虚实空间交互的社区生活圈服务设施评估与优化配置:研究进展与展望. *自然资源学报*, 2023, 38(10): 2435-2446.
- [7] 幸丽君,杜赛南,全照民,张蕾.环境正义视阈下城市公园绿地时空可达性及其影响因素. *生态学报*, 2023, 43(13): 5370-5382.
- [8] Wu H Y, Wang L X, Zhang Z H, Gao J. Analysis and optimization of 15-minute community life circle based on supply and demand matching: a case study of Shanghai. *PLoS One*, 2021, 16(8): e0256904.
- [9] 魏越,杨东峰.老年人日常活动邻里目的地建成环境支持评价——以大连市为例. *城市规划*, 2024, 48(6): 59-71.
- [10] Li C J, Xia W Q, Chai Y W. Delineation of an urban community life circle based on a machine-learning estimation of spatiotemporal behavioral demand. *Chinese Geographical Science*, 2021, 31(1): 27-40.
- [11] 李佳滢,杨冬冬,杨菲,张颖,王洪成.城市化背景下景观格局对天津市生态系统服务供需匹配的影响. *生态学报*, 2024, 44(12): 4987-5002.
- [12] Yang D J, Timmermans H. Effects of urban spatial form on individuals' footprints: empirical study based on personal GPS panel data from Rotterdam and Eindhoven area. *Procedia Environmental Sciences*, 2014, 22: 169-177.
- [13] 赵鹏军,罗佳,胡昊宇.基于大数据的老年人生活圈及设施配置特征分析——以北京市为例. *地理科学*, 2022, 42(7): 1176-1186.
- [14] 申悦,柴彦威.基于GPS数据的北京市郊区巨型社区居民日常活动空间. *地理学报*, 2013, 68(4): 506-516.
- [15] 常飞,王录仓,马玥,严翠霞,刘海洋.城市公共服务设施与人口是否匹配?——基于社区生活圈的评估. *地理科学进展*, 2021, 40(4): 607-619.
- [16] Peng J D, Liu Y, Ruan Z H, Yang H. Study on the optimal allocation of public service facilities from the perspective of living circle—a case study of Xiangyang High-tech Zone, China. *Journal of Urban Management*, 2023, 12(4): 344-359.
- [17] 周岱霖,黄慧明.供需关联视角下的社区生活圈服务设施配置研究——以广州为例. *城市发展研究*, 2019, 26(12): 1-5, 18.
- [18] Lima F T, Brown N C, Duarte J P. A grammar-based optimization approach for designing urban fabrics and locating amenities for 15-minute cities. *Buildings*, 2022, 12(8): 1157.
- [19] 翟宝昕,朱玮.家庭生活圈使用模式及其差异特征研究——以上海市为例. *人文地理*, 2024, 39(2): 64-71, 123.
- [20] 钟家晖,易芙蓉,何正国,程国荣,黄铎.基于弱势群体个体可达性评价的社区服务设施配置研究. *地球信息科学学报*, 2022, 24(5):

875-888.

- [21] 姜玉培, 孙鸿鹄. 时空机会和健康促进综合效益下城市居民休闲步行特征及影响因素. 热带地理, 2023, 43(12): 2394-2405.
- [22] 黄建中, 张芮琪, 胡刚钰. 基于时空行为的老年人日常生活圈研究——空间识别与特征分析. 城市规划学刊, 2019, 63(3): 87-95.
- [23] Subiza-Pérez M, Hauru K, Korpela K, Haapala A, Lehvävirta S. Perceived Environmental Aesthetic Qualities Scale (PEAQS)——a self-report tool for the evaluation of green-blue spaces. Urban Forestry & Urban Greening, 2019, 43: 126383.
- [24] Muzzamil Hussain Khattak M, Khan M A, Ud Din S, Khan M Z, Faisal Habib M. Examining equity of walking accessibility to green spaces: a case study of Islamabad. Ain Shams Engineering Journal, 2023, 14(12): 102556.
- [25] 冯姗姗, 陈怡沁, 寇晓丽, 李成, 常江. 基于城市公园绿地公平性提升的非正式绿地更新时序研究——以徐州市鼓楼区为例. 生态学报, 2024, 44(20): 9173-9182.
- [26] 饶钰飞, 邹亚锋, 罗锋, 易呈锋, 杜平平, 吴聘奇, 吕昌河. 基于两步移动搜索法的福州市公园绿地主客观可达性研究. 生态学报, 2024, 44(10): 4064-4080.
- [27] Fasihi H, Parizadi T. Analysis of spatial equity and access to urban parks in Ilam, Iran. Journal of Environmental Management, 2020, 260: 110122.
- [28] 张文, 王伟峰, 杨建军. 城市森林公园景观美景度评价及影响因素分析. 中国园林, 2023, 39(9): 106-112.
- [29] 郑天晨, 严岩, 章文, 朱捷缘, 王辰星, 荣月静, 卢慧婷. 基于社交媒体数据的城市公园景感评价. 生态学报, 2022, 42(2): 561-568.
- [30] Sharifi F, Nygaard A, Stone W M. Heterogeneity in the subjective well-being impact of access to urban green space. Sustainable Cities and Society, 2021, 74: 103244.
- [31] 刘滨谊, 常青, 张琳, 殷雨婷. 城市公园绿地主客观植物多样性对居民健康行为的影响. 中国园林, 2024, 40(11): 6-14.
- [32] Li Z Q, Liu Q, Yan K, Xiong D H, Xu P, Yan Y Y, Lin L Y. Cooling effects of urban parks under various ecological factors. Urban Climate, 2024, 58: 102134.
- [33] 刘本本, 孙清琳, 柳鑫, 易三桂, 郭姣姣, 周继华, 来利明, 郑元润. 基于群决策和层次分析法的雄安新区公园绿地植物综合评价体系构建与物种筛选. 应用与环境生物学报, 2022, 28(3): 770-778.
- [34] 杭州市上城区人民政府. 杭州市上城区生态文明建设示范区规划(2021—2030年), (2022—03—25)[2024—09—30]. https://www.hzsc.gov.cn/art/2022/3/25/art_1229352499_1813927.html.
- [35] 杭州市上城区人民政府. 2023 年上城区国民经济和社会发展统计公报, (2024—04—10)[2024—09—30]. https://www.hzsc.gov.cn/art/2024/4/10/art_1229353259_4253134.html.
- [36] 吴夏安, 徐磊青. 社区生活圈规划中的形态研究——关于适老性生活圈、高步行友好性生活圈范围的讨论. 西部人居环境学刊, 2021, 36(5): 74-82.
- [37] 贺玉晓, 杨璐, 杜颖, 任玉芬, 徐华山, 韩旭, 孙常磊, 隋英丽. 基于改进组合赋权——TOPSIS 模型的农村污水处理设施效果评价. 环境科学学报, 2024, 44(4): 421-428.
- [38] 汪森, 陈振杰, 周琛. 城市绿色开敞空间可达性研究——以南京市中心城区为例. 生态学报, 2023, 43(13): 5347-5356.
- [39] Chen J Y, Wang C, Zhang Y B, Li D. Measuring spatial accessibility and supply-demand deviation of urban green space: a mobile phone signaling data perspective. Frontiers in Public Health, 2022, 10: 1029551.
- [40] 薛小同, 雍新琴, 李鑫, 胡宗楠. 基于网络大数据的徐州中心城区绿地空间公平性评价. 生态科学, 2019, 38(6): 140-148.
- [41] 江炜, 邵大伟, 吴殿鸣. 生活圈视阈下公园绿地圈层分布及其协同区位演变特征——以南京为例. 中国园林, 2024, 40(8): 91-96.
- [42] Lu Y T, Chen R N, Chen B, Wu J Y. Inclusive green environment for all? An investigation of spatial access equity of urban green space and associated socioeconomic drivers in China. Landscape and Urban Planning, 2024, 241: 104926.
- [43] Jin Y S, Xu Y S, Liu W D. The green quality of urban spatial development: a multi-dimensional and multi-regional model using big data. Urban Forestry & Urban Greening, 2023, 85: 127953.
- [44] 李嘉欣, 陈兵, 章银柯, 洪传春, 王宇, 邵锋. 城市公园绿地可达性与社会公平性研究. 浙江农林大学学报, 2024, 41(4): 820-829.
- [45] 徐慧锋, 徐丽华, 吴亚琪, 施益军, 陆张维. 杭州城市公共绿地的可达性和公平性分析. 西南林业大学学报(自然科学), 2019, 39(6): 152-159.
- [46] Yin J D, Fu P, Cheshmehzangi A, Li Z C, Dong J W. Investigating the changes in urban green-space patterns with urban land-use changes: a case study in Hangzhou, China. Remote Sensing, 2022, 14(21): 5410.
- [47] 金荷仙, 何格, 黄琴诗. 社会公平视角下的杭州城市公园绿地可达性研究. 西北林学院学报, 2022, 37(3): 261-267.
- [48] 黄子秋, 董晨露, 刘文平. 不同尺度弱势群体对公园绿地潜在供给与实际游憩服务获得的响应差异及其影响因素. 中国园林, 2023, 39(6): 101-106.
- [49] 杨林川, 唐祥龙, 杨皓森, 石亚灵. 机器学习支持下的老年人步行环境满意度与适老环境改善策略研究. 西部人居环境学刊, 2024, 39(2): 35-40.
- [50] 朱德妮, 李翊. 城市绿地系统规划中社区生活圈规划理念运用策略——以岳阳市为例. 中国园林, 2024, 40(7): 97-103.
- [51] Wu W, Divigalpitiya P. Availability and adequacy of facilities in 15 minute community life circle located in old and new communities. Smart Cities, 2023, 6(5): 2176-2195.
- [52] Zhang S B, Lei J, Zhang X L, Tong Y J, Lu D N, Fan L Q, Duan Z L. Assessment and optimization of urban spatial resilience from the perspective of life circle: a case study of Urumqi, NW China. Sustainable Cities and Society, 2024, 109: 105527.