

基于POI数据的济南市历下区城市公园布局特征及优化策略

Characteristics and Optimization Strategies of Urban Park Layout in Lixia District of Jinan City Based on POI Data

宋凤 郑龙文 马健皓 王越*

SONG Feng ZHENG Longwen MA Jianhao WANG Yue*

(山东建筑大学建筑城规学院, 济南 250101)
(School of Architecture and Urban Planning, Shandong Jianzhu University, Jinan, Shandong, China, 250101)

文章编号: 1000-0283(2024)11-0066-09
DOI: 10.12193/j.laing.2024.11.0066.009
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2024-05-20
修回日期: 2024-07-09

摘要

城市公园作为城市生态系统的重要组成部分,其布局优化对于城市更新语境下提升城市环境品质和居民生活质量具有重要意义。以济南市历下区为研究对象,收集整理该区POI数据和城市公园相关数据,借助ArcGIS对城市公园进行布局特征分析、服务能力评价与需求性分析。结果显示,历下区城市公园分布不合理,密度空间差异大,公园服务压力较大,部分地段的公园服务能力远不能满足人群需求。基于此,从新增城市公园选址、城市公园体系构建、现有城市公园内部品质提升三方面提出历下区城市公园布局优化策略。研究成果可为城市更新过程中的城市公园体系规划提供科学依据和参考,对于提高城市环境品质和居民生活质量具有重要意义。

关键词

城市公园;济南市历下区;POI数据;布局评价与优化

Abstract

As an essential part of the urban ecosystem, optimizing the layout of urban parks is of great significance in improving the quality of the urban environment and the residents' quality of life in the context of urban renewal. Taking Lixia District of Jinan City as the research object, we collect and organize POI data and urban park data and analyze the layout characteristics, service capacity evaluation, and demand analysis of urban parks with the help of ArcGIS. The results show that the distribution of urban parks in Lixia District is unreasonable, with significant spatial differences in density, tremendous pressure on park services, and the service capacity of urban parks in some lots needs to meet the crowd's needs. Based on this, a strategy for optimizing the layout of urban parks in Lixia District is proposed from three aspects: site selection of new urban parks, construction of urban park system, and improvement of internal quality of existing urban parks. The research results can provide a scientific basis and reference for the planning of the urban park system in the urban renewal process, which is of great significance for improving the quality of the urban environment and residents' quality of life.

Keywords

urban park; Lixia District of Jinan City; POI data; layout evaluation and optimization

宋凤
1976年生/女/山东招远人/博士/副教授/
研究方向为风景园林规划设计、风景园林历史与理论、地域景观与生态实践智慧

郑龙文
2000年生/女/山东济南人/在读硕士研究生/
研究方向为风景园林规划设计

王越
1991年生/女/山东泰安人/博士/副教授/
研究方向为风景园林规划设计与理论、传统地域景观

2021年3月发布的“十四五”规划中明确指出“实施城市更新行动”,城市更新成为改善城市环境和提升居民生活质量的重要手段,是实现公园城市建设目标的重要措施。为满足人民群众对城市绿色生态空间的新需求,国家住房和城乡建设部于2023年1月开始推行“城市公园绿地开放共享试点工作”。可见作为城市绿色生态空间核心内容的城市

基金项目:
教育部人文社会科学研究一般项目“大运河传统地域景观基因数据库构建与保护发展策略研究——以山东段为例”(编号: 21YJCZH172);
山东省社科规划项目一般项目“生态智慧引导的山东沿运城镇传统地景空间社会——生态韧性机制研究”(编号: P20220415144412234)

公园, 在实施城市更新策略和满足居民户外生活方面承担重要角色。目前优化城市公园布局成为优化城市绿色生态空间格局、改善城市环境、满足居民高品质户外活动需求以及提高城市可持续发展能力的重要举措。然而, 如何科学评估和优化城市公园布局是一个亟待解决的问题。

国内外学者以此为切入点, 结合POI (Point of Interest) 数据应用展开探讨。对比发现当前国外研究倾向于结合POI数据构建模型或算法, 以解决城市规划中的实际问题^[16]。如Natapov等^[5]利用POI、视觉感知等数据建立模型, 应用于伦敦的菲茨罗维亚重建项目, 旨在促进社区活力、创造可持续的城市环境; Halder等^[6]提出了一种算法, 采用有效的POI选择策略应用于个性化行程推荐和公园数据评估。这些新模型或算法结合POI运算的方式大大提升了城市规划科学性和效率, 建立了较为高效成熟的评估、优化方法。在国内, 研究者更注重运用POI数据的空间分布特征分析城市公园布局现状与城市演变规律^[7-17]。如伍萱等^[6]基于POI数据借助函数运算, 分析了南京市公园绿地、各城市功能空间的时空关联关系及演变规律; 李坤洋等^[17]借助POI数据与GIS分析对城市绿地服务空间分布进行研究。由此可见国内学者已能够熟练运用POI数据进行现状分析, 为城市公园布局优化方法的提出奠定了基础。

POI数据记录了城市中各类场所的位置、类别、评分等信息, 具有多样、实时等优势, 能量化城市公园使用频率、人群分布等指标, 多维度分析城市公园周边的生活设施、商业活动、人口密度等信息, 准确反映实际情况, 了解城市居民的活动特征和需求, 为城市公园布局优化提供客观全面的数据支持。当前的城市公园布局规划面临诸多

问题, 如传统的城市公园布局缺乏科学依据和数据支持, 导致城市公园分布不均匀、服务范围不覆盖; 部分区域城市公园服务能力不足, 难以满足市民休闲需求。运用POI数据分析可以优化布局模式, 科学平衡城市公园资源, 提高城市公园利用率, 有助于制定更符合实际需求的城市公园布局优化策略^[18-20]。

本研究以国家生态文明建设示范区——济南市历下区城市公园为研究对象, 以优化城市公园布局、满足居民需求为核心目标, 利用POI数据构建评价与优化方法, 科学分析当前城市公园布局存在的问题, 并借助ArcGIS等软件进行布局特征分析、服务能力评价与需求性分析, 从而提出优化策略, 为构建城市公园体系、优化城市绿色生态空间格局、提升城市环境品质、提高城市居民生活质量等提供科学的方法。

1 研究区域概况

济南市位于山东中西部 (36° 01′ —37° 32′ N, 116° 11′ —117° 44′ E, 面积10 244.45 km²), 常住人口941.5万人 (城镇人口699.8万人), 拥有深厚的历史文化底蕴和“山—泉—湖—河—城有机串联”的独特城市景观风貌。济南目前正处于城市更新初级阶段: 2019年, 为实现公园城市建设目标, 以城市更新为措施, 开始实施“千园之城”建设计划, 至2021年全市500 m²以上公园数量超1 000个; 2022年12月, 济南市人民政府颁布的《济南市城市更新专项规划 (2021-2035年)》强调要“增补公共空间, 完善城市绿网, 建设三级公园体系, 打造公园城市”。因此, “提高开放性和连续性、加强体系化建设以实现城市公园的可见、可达和好用”成为目前济南城市公园布局优化的关键。

济南市历下区 (36° 35′ —36° 42′ N, 117° 0′

—117° 10′ E, 面积100.89 km²) 曾获评第五批国家生态文明建设示范区, 入选国家“绿水青山就是金山银山”实践创新基地。目前历下区城市公园主要集中在以大明湖、趵突泉、千佛山街道为核心的西部老城区以及东部高新区, 如何科学评估城市公园布局现状, 提出优化策略, 是历下区城市公园建设迫在眉睫的任务。

2 研究步骤与数据获取

2.1 研究步骤

根据文献综述结果, 参照戚荣昊等^[18]、木皓可等^[19]相关研究, 本研究在POI数据获取基础上从城市公园布局特征、服务压力与人群需求性三方面进行综合分析评价, 归纳总结结果, 结合历下区城市公园现状提出优化策略 (图1)。

2.2 数据获取与筛选

2.2.1 POI数据获取与筛选

POI即“兴趣点”, 指地图上标记的特定位置或具有特殊意义的地点, 是能够表示地理实体的点数据。本研究在高德开放平台获取POI密钥, 在POIKit程序中利用密钥爬取历下区POI数据, 共爬取到POI数据点15 055个^[21]。最终对获取数据进行手动删减, 去除研究区域外、重复、未开放、在建的POI点, 并随机选取部分数据在高德地图、百度地图中进行对比, 以验证数据的准确性。

2.2.2 城市公园数据获取与筛选

城市公园是城市中供公众游览休息的园林, 其类型繁多、尺度不尽相同, 使用高德平台可爬取到大部分城市公园信息, 但部分小尺度公园存在数据缺失的情况, 这将会在研究中综合考虑。本研究以高德地图爬取

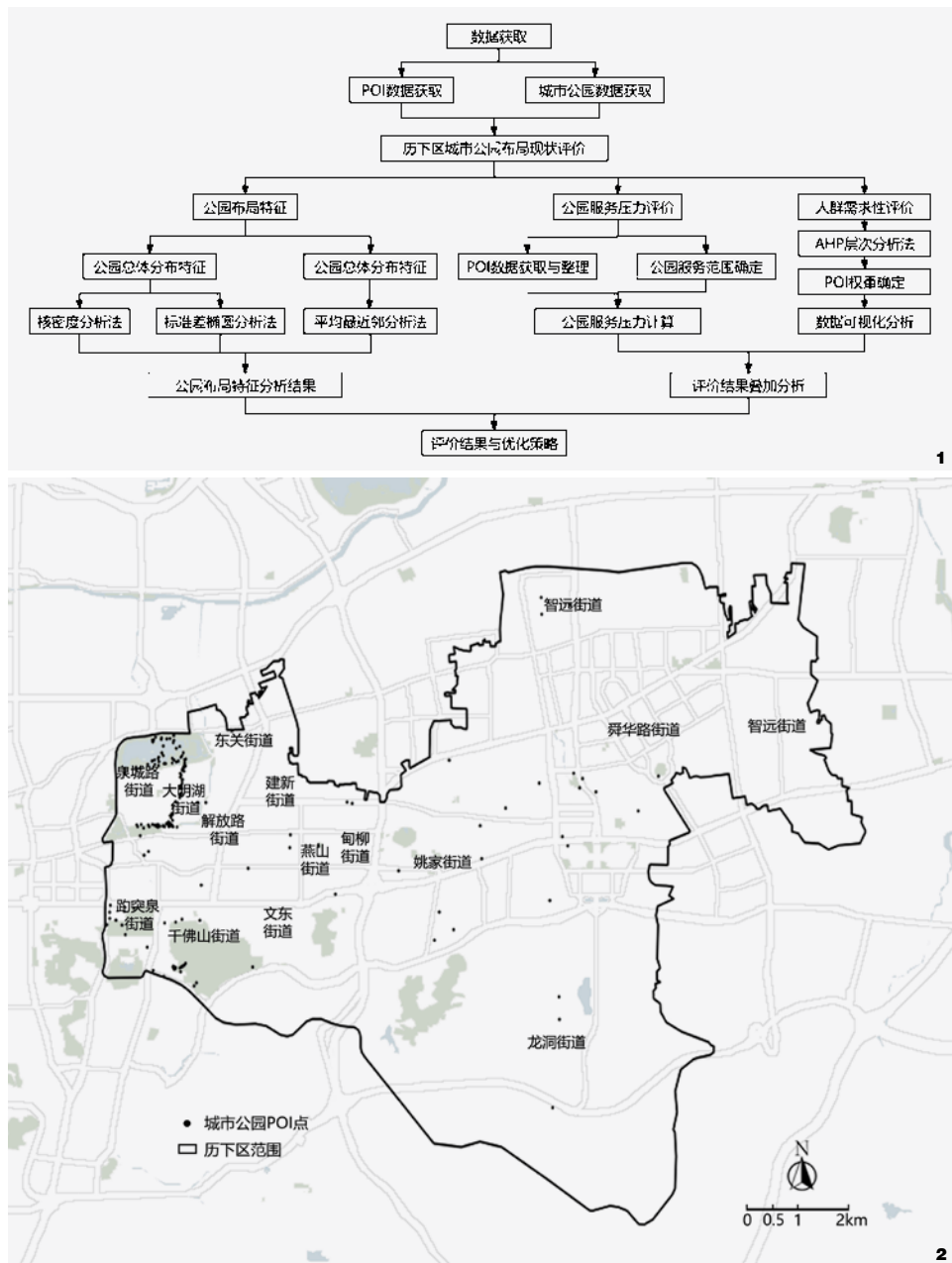


图1 研究流程图

Fig. 1 Research flowchart

图2 历下区城市公园POI点分布图

Fig. 2 Distribution of POI points in city parks in Lixia District

的POI数据为主要数据源，结合《城市绿地分类标准》(CJJ/T85-2017)、济南市园林和绿化局公布的《济南市城市公园名录(第一批)》《济南市口袋公园街头游园名录(第一批)》等

政府信息，筛选出历下区城市公园共51处^[16]。由于城市公园面积与城市公园服务能力、需求性计算直接相关，因此根据戚荣昊等^[18]创建的城市公园分类标准，结合历下区实际情

况将城市公园按照面积进行划分：1 hm²以下为小型公园(以口袋公园、社区公园为主)，1~12 hm²为中型公园(以城市公园为主)，大于12 hm²为大型公园(以城市公园为主)。最终筛选出小型公园31处，中型公园14处，大型公园6处。

大、中型公园面积较大，提取的POI点不能覆盖园区，因此利用高德坐标拾取工具，手动提取城市公园出入口、重要节点等POI点信息并进行添加。针对政府公布名录中记录但未爬取到的点，也采取以上方法进行信息获取、添加，以确保数据的全面性、准确性。

3 分析评价

3.1 城市公园空间布局特征分析

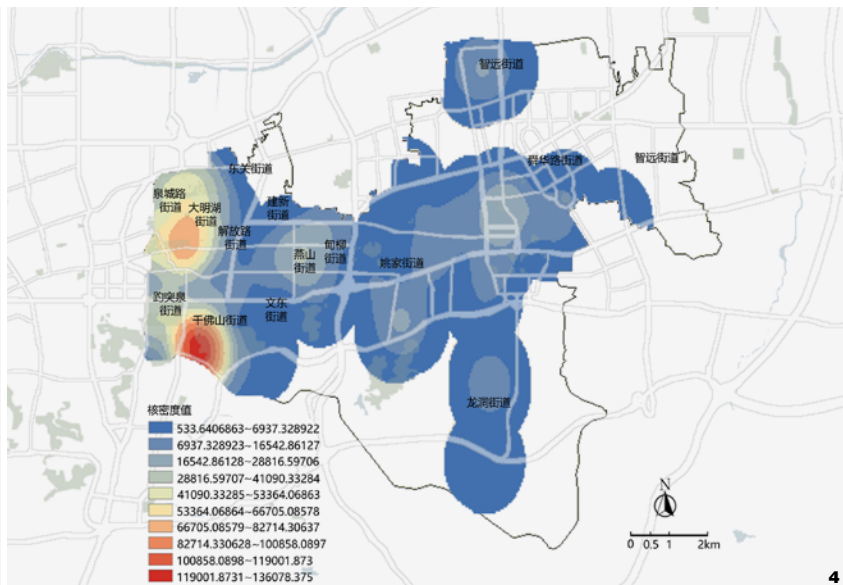
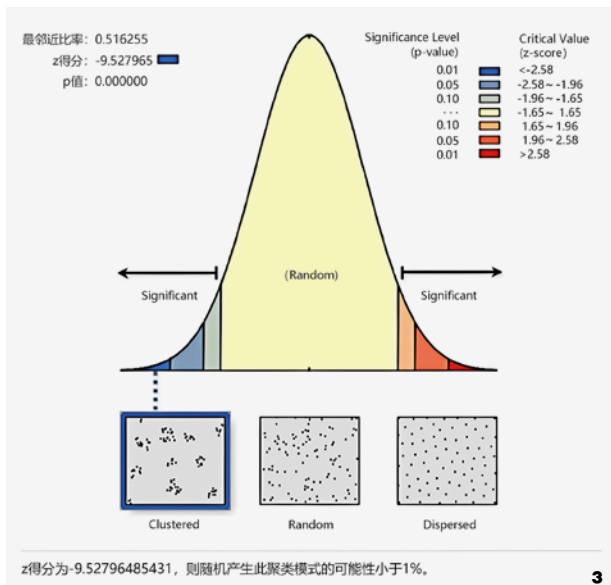
将提取的城市公园点导入ArcGIS中，得到历下区城市公园点状分布图(图2)，以此为基础进行数据分析。

3.1.1 空间分布类型

使用平均最近邻进行计算，所得的聚集程度指数可计算每个点与其最近点之间的距离，并求出距离平均值，指数越大聚集程度越高，反之则越低，当指数大于1时，POI点的空间分布类型为离散型；等于1时为随机型；小于1时为集聚型。历下区城市公园最近邻Z得分为-9.5280，说明本次模型显著性较强，结果有参考性；比率为0.5162(小于1)，说明历下区城市公园分布类型为集聚型，体现为部分区域城市公园密集，部分区域缺乏城市公园(图3)。

3.1.2 聚集度分布特征

使用核密度分析工具将历下区城市公园分布可视化，分析区域内城市公园聚集程度与分布特征^[22](图4)。历下区城市公园分布



呈组团状，以泉城路、大明湖街道和趵突泉、千佛山街道为核心形成两个高密度组团；历下区中部燕山、甸柳、姚家街道，东部舜华街道，北部智远街道，南部龙洞街道，分别形成5个中密度组团。核密度数值整体呈现由西向东降低的趋势，即城市公园数量西多东少，西部城市公园分布较东部更为密集。

3.1.3 空间分布趋势

使用方向分布计算得历下区城市公园标准差椭圆，以分析历下区城市公园空间分布的主要趋势方向(图5)。所得椭圆长短半轴差距越大，椭圆越扁平，数据点方向性更明显，反之不明显。此标准差椭圆的平均中心位于历下区西部，椭圆扁率为0.58，较扁，说明历下区城市公园分布方向性较明显。在西南—东北方向形成轴线，城市公园多在轴线两侧分布，离此轴线越远则城市公园分布越少。

3.2 城市公园服务能力评价

为对城市公园服务能力进行评价，要建

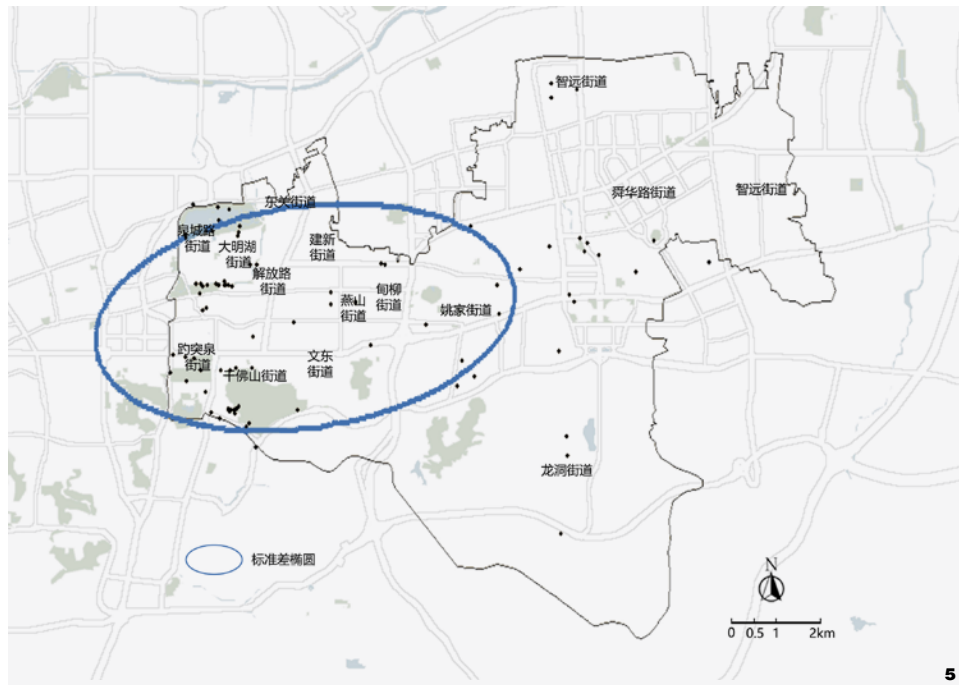


图3 历下区城市公园平均最近邻分析
Fig. 3 Average nearest neighbor analysis for urban parks in Lixia District

图4 历下区城市公园核密度分析图
Fig. 4 Kernel density analysis of urban parks in Lixia District

图5 历下区城市公园标准差椭圆分析
Fig. 5 Standard deviation ellipse analysis of urban parks in Lixia District

立服务压力指标。服务压力即某一城市公园服务范围内POI点数量与该城市公园面积之比^[23]。结合相关文献将现有POI点分类归纳，并进行可视化分析，将城市公园根据面积进

行划分，分别生成对应的泰森多边形以确定城市公园服务范围，令POI点与各城市公园服务范围相对应，计算得城市公园服务压力。最终将城市公园服务压力按自然间断法进行

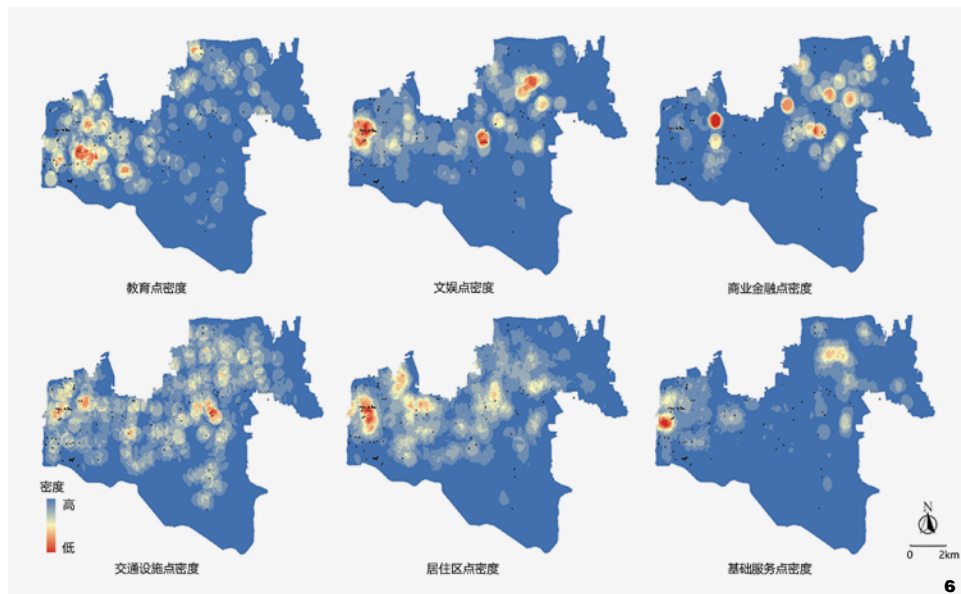


图6 POI点密度分析
Fig. 6 POI point density analysis

分级，等级越高则服务压力越大^[9]。

3.2.1 POI数据点密度分布

将获取的POI数据进行筛选、删减去重，保证数据的真实性与准确性，对筛选后的POI数据进行同类型整合^[23]（表1）。处理后共得到POI数据15 055条，其中教育358条，文娱6 894条，商业金融2 754，交通设施515条，居住区977条，基础服务3 557条。POI点密度分布如图6所示。

在获取的POI数据中，交通设施可体现交通可达性；教育、文化娱乐、商业发展、金融服务、住宅区建设以及基础设施等因素可以被视为直接的测量指标，获取城市人口的分布情况。历下区的交通设施分布较为平均；教育设施和居住区在西部形成高密度聚集区，东部也有分布；文娱、商业金融和基础服务则非常明显地形成了东、西两个高密度聚集区。反映出历下区以西部老城区和东部高新区为核心，双核发展的空间结

表1 经过筛选分类的POI数据
Tab. 1 Filtered and categorized POI data

POI 整合后名称 POI consolidated name	POI 类别关键字 POI category keywords
教育	学校
文娱	餐饮服务、购物服务、体育休闲服务、 宾馆酒店、科教文化服务
商业金融	公司企业、金融保险服务
交通设施	公交车站、地铁站
居住区	商务住宅、住宅小区
基础服务	医疗保健服务、生活服务、政府机构及社会团体

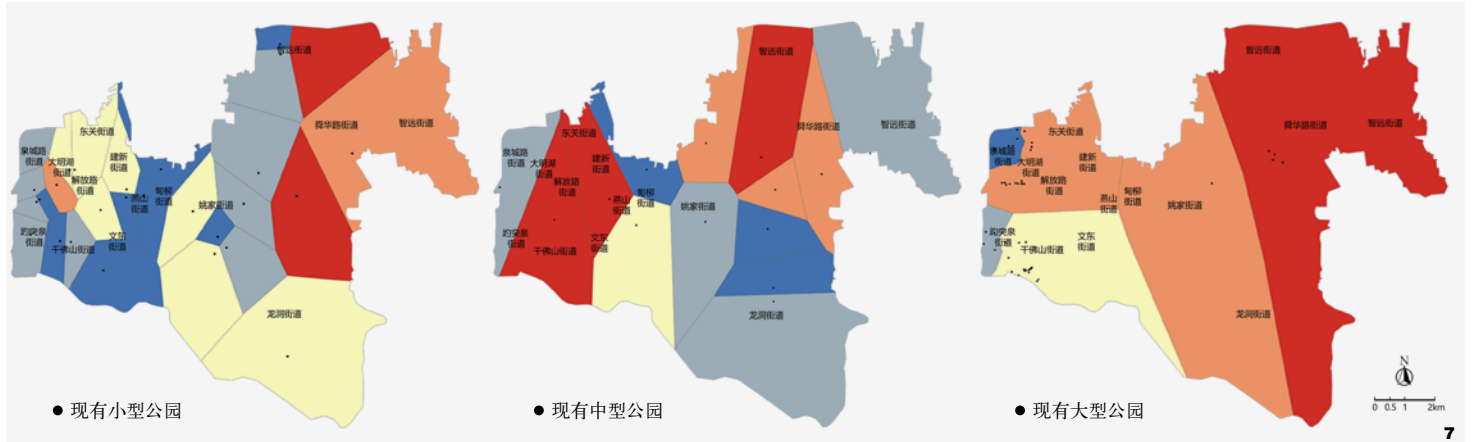
构，这两处核心区均有较高的人群密度与活动需求^[24]。

3.2.2 服务压力评价

对历下区城市公园进行分类分析，根据面积划分为小型、中型、大型公园三类。小型公园服务范围相对较小，配备有基本休闲设施，通常只满足附近居民的基本休闲需求；中型公园的服务半径较小型公园更广，能吸引更多游客，设施也更加完善，旨在为较大区域的居民提供更多样化活动的场所；大型公园能够提供多元化的游憩体验，因其规模和独特性成为一个城市的地标，其服务范围很广，不仅服务于全市居民，还能吸引外地游客，对于提升居民的生活质量和城市的整体形象发挥着重要作用。

将POI数据与城市公园数据导入ArcGIS进行可视化分析，得到三类城市公园的服务压力评价如图7所示，颜色越深代表城市公园服务压力越大。其次，对历下区城市公园服务压力进行整体分析，结果如图8所示。

将服务压力4-5级区域确定为高压区域。小型公园高压区域约占全区面积的30%，多集中在历下区东北部舜华路、智远街道等小型公园分布较少处，以及西部以大明湖街道为核心的以大型公园为主的区域；中型公园高压区域约占全区面积的50%，分布在东北部舜华路、智远街道和西部大明湖、千佛山、建新、解放路街道等，与小型公园高压区域有部分重合，这些区域为西部老城区和东部高新区核心区域，较大的人口基数导致城市公园服务压力大；大型公园高压区域约占全区面积的80%，服务压力极大，且呈现由西向东压力逐渐升高的趋势，说明历下区极度缺乏大型公园，目前大型公园布局完全不能满足居民需求^[24]。



由此得出结论：济南市历下区城市公园总体布局不合理。从城市公园尺度上看，大型公园服务压力大；中型公园和小型公园服务压力相比大型公园小，但仅能满足人口较少区域的居民使用需求，在人口基数大的区域仍不能满足需求，呈现高压态势。从区位分布上看，以大明湖、解放路、建新街道等为主的西部老城区和以舜华路、智远街道为主的东部高新区城市公园服务压力较大，形成了两个高压组团。此外中部姚家街道存在中压区域，形成一个中压组团。

3.3 城市公园需求性评价

根据文献阅读并结合多项因素综合考虑，确定评价指标并构建层次结构模型。使用AHP层次分析法，对指标进行两两比较，通过问卷调查汇总的数据计算最终权重值^[13] (表2)。随后在ArcGIS中将数据空间化、栅格化，依据权重进行栅格叠加计算、分级，以得到城市公园需求性评价结果^[14]。将结果分级，等级越高则人群对于城市公园需求程度越高^[25]。

分级后结果如图9所示：将1-3级划分为低需求区域，4-6级为中需求区域，7-9级

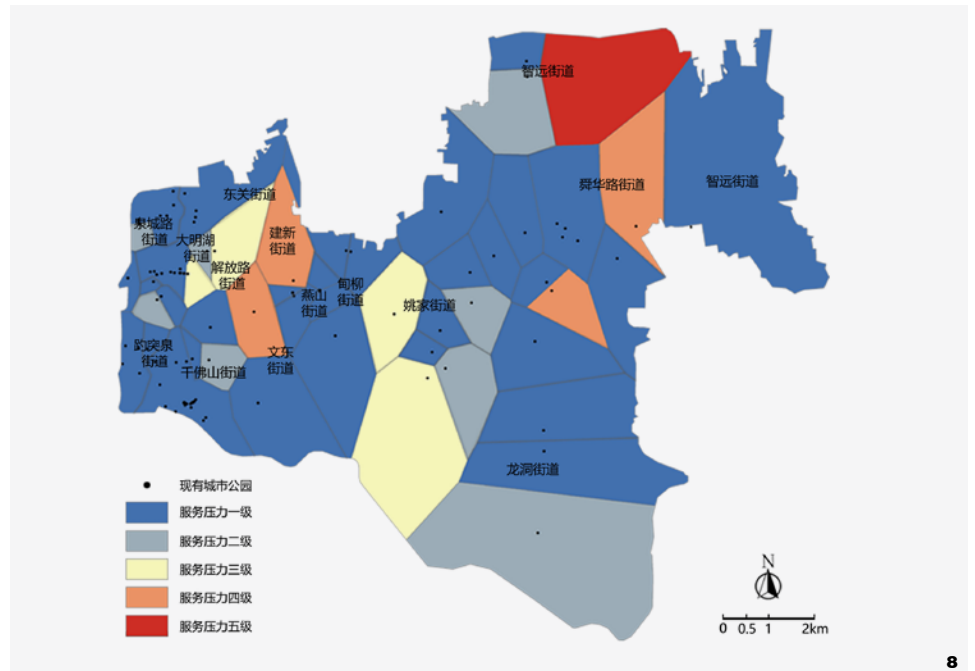


图7 小型、中型、大型城市公园服务压力
Fig. 7 Pressure on small, medium and large urban park services

图8 城市公园服务压力
Fig. 8 Pressure on urban park services

为高需求区域。历下区低需求区域约占全区面积的50%，集中在在以智远、舜华路、龙洞街道为主的历下区东部。中需求区域约占全区面积的40%，集中在以泉城路、解放路、甸柳、文东街道为主的西部老城区，这些区域城市公园分布较为密集，但居住区较多、人口聚集度高，交通压力大，现有城市公

园数量不能满足居民需求。此外东南部龙洞街道由于城市公园数量较少，也产生了较高需求。高需求区域集中在历下区西部和东南部，与中需求区域位置基本重合，约占全区面积的10%。分析发现历下区中高需求区域虽然较少，但分布极为集中，呈组团状分布在以姚家街道为界的历下区西部。

表 2 GIS评价指标分值表
Tab. 2 Scale of GIS evaluation indicators

指标 Indicator	分级值 Classification value	权重 Weights
可达性	根据公交地铁站点数量 0 个、1 个、2 个、3 个、4 个及以上分为 5 个等级	0.1790
人群社会经济地位	根据平均房价 0 元、1 ~ 19 000 元、19 001 ~ 27 100 元、27 101 ~ 41 700 元、41 701 ~ 102 100 元分为 5 个等级	0.1360
教育设施	根据教育设施数量 0 个、1 个、2 个、3 个、4 个及以上分为 5 个等级	0.0799
文娱设施	根据文娱设施数量 0 ~ 4 个、5 ~ 13 个、14 ~ 30 个、31 ~ 63 个、64 ~ 123 个分为 5 个等级	0.1269
居住区	根据居住区数量 0 个、1 个、2 ~ 3 个、4 ~ 5 个、6 ~ 7 个分为 5 个等级	0.0338
商业办公设施	根据商业办公设施数量 0 ~ 2 个、3 ~ 10 个、11 ~ 23 个、24 ~ 38 个、39 ~ 74 个分为 5 个等级	0.2576
医疗设施	根据医疗设施数量 1 ~ 2 个、3 ~ 5 个、6 ~ 9 个、10 ~ 12 个、13 ~ 15 个分为 5 个等级	0.1868

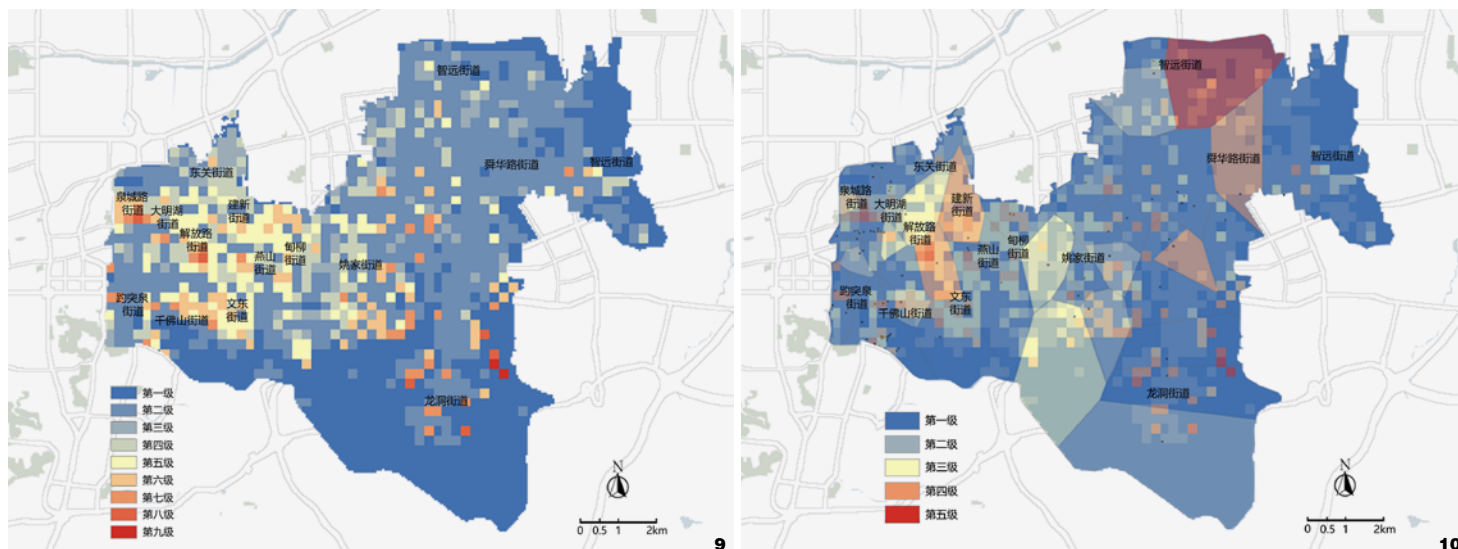


图9 城市公园需求性评价分级图
Fig. 9 Needs assessment grading chart for urban parks

图10 城市公园服务压力与需求性叠加分析图
Fig. 10 Overlay analysis of pressure and demandability of urban park services

3.4 分析评价结果

将历下区城市公园服务压力和需求性评价分级图叠加(图10),发现西部以建新街道、解放路街道、文东街道为主的老城区属于高压高需区域;中部姚家街道服务压力中等,但需求性较高;以龙洞街道为主的东南部区域属于服务压力小,需求性高;以智远街道、舜华路街道为主的东北部区域服务压力较大,需求性较小;其余区域属于低压低需区。

4 优化策略

4.1 新增城市公园选址

将人群需求性评价和服务压力评价结果叠加分析,优先选择高压高需区域作为潜在的城市公园选址区域,以求在缓解城市公园服务压力的同时,满足人群需求;低压高需区域的城市公园布局相对较为合理,但人口数量庞大,现有城市公园数量和规模不能满足人群需求,因此可通过增加现有城市公园面积或增设小型公园来缓解较高的人群需

求;高压低需区域人口数量较少,但城市公园数量也严重不足,应结合历下区城市公园服务压力图,选择靠近泰森多边形交界处增设公园,此处人群更聚集,能有效缓解城市公园服务压力。为有效满足人们的需求,还需综合考虑交通便利性、配套设施完善性等因素。通过科学的数据分析和综合评估,为城市公园规划提供有力支持,为居民提供更好的休闲空间,提高生活品质。

历下区中小型公园服务压力普遍较大,

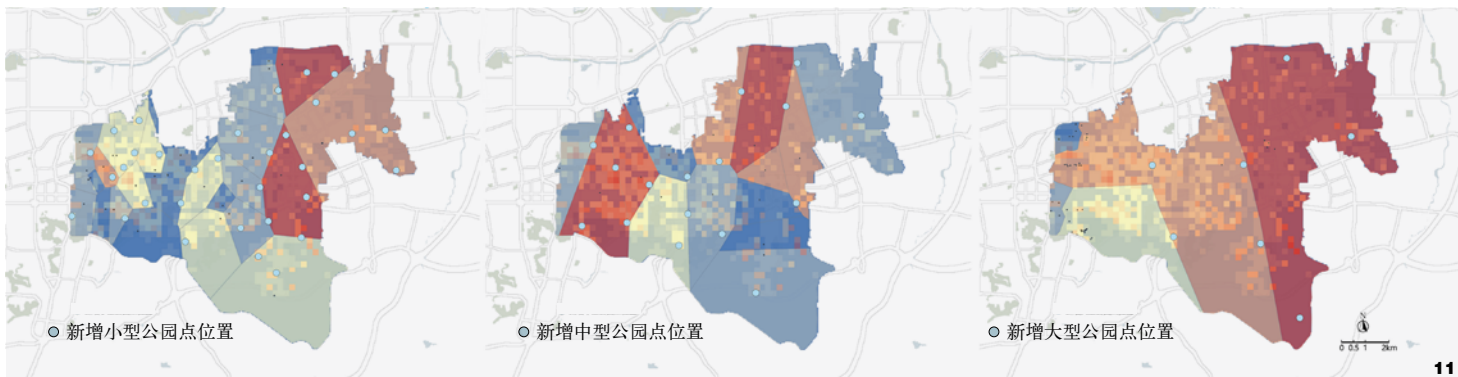


图11 新增小型、中型、大型公园位置分布选址图
Fig. 11 New small, medium and large park location distribution site selection

在高度密集区域(以西部老城区为主),受多种因素限制不宜建设大型公园,故应见缝插绿,重视城市中、小型公园建设,最大程度开用地潜能。中小型公园占地面积较小并能广泛分布,可以帮助高压高需区域“减负”,结合区域服务压力与需求性综合评价,最终在历下区原有基础上选取32个拟增加小型公园点和17个拟增加中型公园点。历下区大型公园数量少、单体面积大,分布不均匀,西侧老城区适合建设大型公园的区域少,因此拟新增大型公园多选在历下区东部及区域边缘处。最终在原有基础上选取7个拟增加大型公园点(图11)。

4.2 城市公园体系构建

新增的城市公园能够扩大城市公园服务范围,弥补此前历下区城市公园服务覆盖范围不全面的问题,有效缓解历下区城市公园服务压力。最终形成大型公园牵动中、小型公园,服务范围覆盖全区的大一中一小三级城市公园体系,有效提高历下区城市公园的开放性与连续性,实现城市公园可见、可达(图12)。通过城市公园体系的构建,历下区城市公园布局得到了进一步优化,为居民提供了更加便利和舒适的休闲环境。

4.3 现有城市公园内部品质提升

历下区部分现有城市公园存在养护管理不到位、公共设施不足等问题。在西部老城区和东部高新区等处,居民需求高,但用地短缺,增设新的城市公园不能完全满足居民日益增长的活动需求,因此在增设城市公园的同时,要提升城市公园内部品质。在城市公园中增加开放共享区域,完善配套服务设施,满足运动健身、休闲游憩等户外活

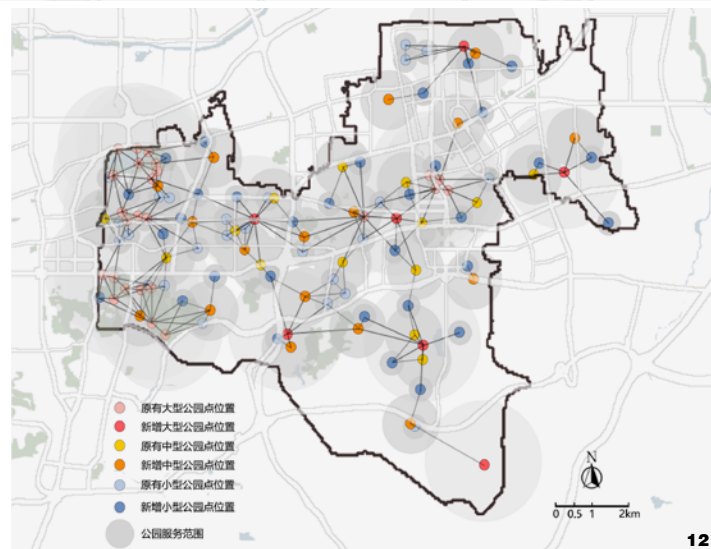


图12 优化后城市公园分布与服务范围
Fig. 12 Optimized distribution and service area of urban parks

动需求。城市公园中选取的开放共享区域位置、游客活动类型和承载量等因素都可以按照具体的条件来确定,同时还要提高配套设施质量,完善服务功能,强化城市公园植物养护与管理,为游客提供服务保障,使其真正服务于民。

5 讨论与结论

通过对济南市历下区城市公园数量、面积、位置的梳理,总结出其城市公园供给特征,表现不同尺度城市公园在数量、面积、空间分布上的非均衡性,有效反映了历下区城市公园分布现状、服务压力及人群需求,对增设和优化城市公园、完善历下区城市公园三级体系提供了数据支撑。

通过上述研究发现:(1) POI数据能够准确反映城市中人群分布,

对于分析居民对于城市公园的需求程度与城市公园服务压力有一定的针对性, 所得结果也更具科学性 with 准确性。同时研究验证了戚荣昊等^[16]在评估城市公园分布时运用POI数据进行分析的可行性。(2) 对济南市历下区城市公园布局现状进行分析发现: 该区城市公园分布较为集中、数量不足、服务压力较大、人群需求高, 不利于实现资源的最大化利用。这一系列特征与相关研究中其他城市的城市公园布局特征有相似之处, 反映出现阶段城市或区域中城市公园布局的共通性: 城市公园数量少、服务范围不能覆盖全区, 因此城市公园布局优化至关重要。(3) 本研究存在一定的片面性, 如城市环境和居民活动是动态变化的, POI数据时效性较强但无法实时体现变化趋势; 居民对于城市公园的选择不仅取决于地理位置, 还受城市公园质量、设施完备程度、安全性等影响, 单纯依赖POI数据难以全面理解这些复杂行为模式; POI数据通常不包括环境质量数据(如噪音、空气质量)和社会数据(如年龄结构), 这些因素对公园的使用和布局优化同样重要。单纯采用POI数据进行评估难以提取到上述数据, 后续还应结合多种方法进行优化。

本研究创新点在于: (1) 采用POI大数据作为量化评估的依据。其客观反映城市公园周边人群活动特征, 更加科学、定量地对城市公园布局进行评价。(2) 提出优化策略。本文不仅评价了城市公园布局特征, 还提出了相应的优化策略, 以提升城市公园利用效率和服务水平。(3) 实际案例研究。以济南市历下区为例展开研究, 结合区域特点, 因地制宜提出优化策略, 具有一定的示范性和实践意义, 为其他城市或区域城市公园布局优化提供了方法与思路。

注: 文中图表均由作者绘制。

参考文献

- [1] OH K, JEONG S. Assessing the Spatial Distribution of Urban Parks Using GIS[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 82(1-2): 25-32.
- [2] COMBER A, BRUNSDON C, GREEN E. Using a GIS-based Network Analysis to Determine Urban Greenspace Accessibility for Different Ethnic and Religious Groups[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 86(1): 103-114.
- [3] MA G, PELLEGRINI P, CHEN W J. Impact of Land-Use Mixing on the Vitality of Urban Parks: Evidence from Big Data Analysis in Suzhou, Yangtze River Delta Region, China[J]. *Journal of Urban Planning and Development*, 2023, 149(4): 4023045.1-4023045.12.
- [4] TONGWEN W, YA L, HAIDONG L, et al. Research on the Vitality Evaluation of Parks and Squares in Medium-Sized Chinese Cities from the Perspective of Urban Functional Areas[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(22): 15238.
- [5] NATAPOV A, COHEN A, DALYOT S. Urban Planning and Design with Points of Interest and Visual Perception[J]. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 2024, 51(3): 641-655.
- [6] HALDER, SAJAL, LIM, et al. Efficient Itinerary Recommendation Via Personalized POI Selection and Pruning[J]. *Knowledge and Information Systems*, 2022, 64(4): 1-31.
- [7] 徐雁南. 城市绿地系统布局多元化与城市特色[J]. *南京林业大学学报(人文社会科学版)*, 2004(04): 64-68.
- [8] 庄惠榕. 从城市环境特征中寻求城市绿地系统布局结构特点——安溪县城绿地系统规划[J]. *中国园林*, 2007(02): 82-84.
- [9] 黄鹤, 祝宁. 哈尔滨市域范围内森林公园布局研究[J]. *中国城市林业*, 2010, 8(06): 33-35.
- [10] 李文, 张林, 李莹. 哈尔滨城市公园可达性和服务效率分析[J]. *中国园林*, 2010, 26(08): 59-62.
- [11] 尹海伟, 徐建刚. 上海公园空间可达性与公平性分析[J]. *城市发展研究*, 2009, 16(06): 71-76.
- [12] 石亚灵, 黄勇, 肖亮. 基于社会网络分析的山地公园空间结构与布局优化[J]. *中国园林*, 2020, 36(01): 91-96.
- [13] 谭钦, 毛志睿, 于潮. 基于多源数据的公园绿地可达性分析与服务盲区识别——以昆明中心城区公园绿地为例[J]. *园林*, 2020(06): 82-89.
- [14] 付益帆, 杨凡, 包志毅. 基于空间句法和LBS大数据的杭州市综合公园可达性研究[J]. *风景园林*, 2021, 28(02): 69-75.
- [15] 诸逸凡, 刘志强, 余慧, 等. 兼顾空间公平和效率的社区公园布局优化模型构建与验证[J]. *中国城市林业*, 2023, 21(06): 40-46.
- [16] 伍莹, 邵大伟, 吴殿鸣. 南京公园绿地与城市功能空间的时空关联特征——基于Ripley's K函数与POI数据[J]. *中国园林*, 2023, 39(05): 92-97.
- [17] 李坤洋, 鲁琳. 基于POI数据的城市绿地服务空间分布研究——以河南省郑州市为例[J]. *地域研究与开发*, 2021, 40(06): 75-80.
- [18] 戚荣昊, 杨航, 王思玲, 等. 基于百度POI数据的城市公园绿地评估与规划研究[J]. *中国园林*, 2018, 34(03): 32-37.
- [19] 木皓可, 高宇, 王子尧, 等. 供需平衡视角下城市公园绿地服务水平与公平性评价研究——基于大数据的实证分析[J]. *城市发展研究*, 2019, 26(11): 10-15.
- [20] 赵颖智, 黄少春. “城市双修”理念下城市公园空间布局优化研究——以武汉市为例[J]. *城乡规划*, 2022(02): 125-132.
- [21] 薛冰, 赵冰玉, 李京忠. 地理大数据中POI数据质量的评估与提升方法[J]. *地理学报*, 2023, 78(05): 1290-1303.
- [22] ZANG J, LI J. Study on the Spatial Arrangement of Urban Parkland Under the Perspective of Equity: Taking Harbin Main City as an Example[J]. *Land*, 2024, 13(2): 248.
- [23] ZHOU J, YANG M X, CHAI J, et al. Evaluation on the Urban Green Space Layout in the Central City of Yuxi Based on Big Data[J]. *Frontiers in Environmental Science*, 2022: 1-15.
- [24] 郑权一, 赵晓龙, 金梦潇, 等. 基于体力活动服务供需平衡的城市公园布局评估与优化研究——以深圳市三区为例[J]. *西部人居环境学刊*, 2021, 36(05): 58-64.
- [25] 陈小平, 邓亚宇, 贺金钰, 等. 基于供需均衡的太原市公园服务盲区及优化布局[J]. *应用生态学报*, 2023, 34(10): 2739-2746.