公平共享目标下城市公园绿地布局评价与差异化调优路径

韩若楠[1,2] 马 嘉[1] 张云路[1] 何 昉[1,2]

1 北京林业大学园林学院 北京 100083

2 深圳大学建筑与城市规划学院 广东深圳 518060

摘要：【目的】揭示新老城区公园绿地的布局及供需缺口匹配的机制，提出差异化的类型增补与空间布局调优路径，构建公平共享的公园绿地体系，推动城乡绿色高质量发展从“地”的公平向“人”的公平转化。【方法】以柳州市为例，从“人-地-绿”协同视角出发，基于 ArcGIS 平台构建可达性网络模型，获取公园绿地 15 min 步行可达范围。基于此，从空间公平和供需公平的视角构建公平供给指标（Fair Supply Index，FSI），评估现状公园绿地（整体公园、综合公园、专类公园、社区公园和游园）的服务效益。【结果】1）布局公平视角下，老城区中部的公园绿地供给均衡，老城区边缘及新城区整体偏低；供需公平视角呈现老城区中部不足、城市边缘区相对充足的差异化特征。2）综合公园和专类公园集中于老城区中心分布，具有最大的服务缺口，社区公园与游园的服务缺口次之，主要集中于老城区边缘及新城区。3）依托新老城区发展特征构建差异化调优路径，老城区发展空间受限，优先通过拆违、腾退等方式，利用点、块状零散空间增补绿地；新城区依托规划预留空间和人口密度分布等现状新增多类型公园绿地，协同构建 15min 可达的多功能绿地网络。【结论】构建以“服务效益评估、增补特征分析、空间布局调优”为核心的公园绿地布局评价和差异化调优方法，协调新老城区土地资源定向增加公园绿地类型，完善公园功能体系，对城市绿地系统规划具有重要意义。未来还可整合绿地质量与居民行为数据，构建公园活力评价指标体系，为城市绿色高质量发展提供科学参考。

关键词：公平共享；城市公园绿地；公平供给指标；布局调优；新老城特征

DOI：10.12169/zgcsly.2024.10.17.0002

Evaluation and Differentiated Optimization Pathways of Urban Parkland Layout Under the Objective of Equitable Sharing

Han Ruonan[1,2] Ma Jia[1] Zhang Yunlu[1] He Fang[1,2]

(1. College of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. College of Architecture and Urban Planning, Shenzhen University, Shenzhen 518060, Guangdong, China)

Abstract：【Objective】This study is to uncover the mechanisms underlying the layout and the supply-demand mismatch of parkland in old and newly built towns, reveal and propose differentiated typological provisions and spatial optimization pathways, and build an equitable and shared parkland system, aiming to promote the transformation of high-quality green development from “land-based” to “people-centered” fairness.【Method】Taking Liuzhou as a case study, this study constructs an accessibility network model

收稿日期：2024-10-17

第一作者：韩若楠（1997- ），女，博士生，研究方向为风景园林规划设计理论与实践。E-mail：hanruonan2022@email.szu.edu.cn

通信作者：马嘉（1989- ），女，博士，副教授，博士生导师，研究方向为风景园林规划设计理论与实践，城乡绿地系统、乡村景观营造。E-mail：majiaaaa@bjfu.edu.cn

on the ArcGIS platform from a "people-land-green land" integrated perspective to acquire a 15-minute walking accessible range of urban parkland. Based on this, a Fair Supply Index (FSI) is constructed from the perspectives of spatial equity and supply-demand equity to evaluate the service performance of existing urban parkland, including general parks, comprehensive parks, specialized parks, community parks, and pocket parks.【Result】 1) From the perspective of spatial equity, urban parkland supply is relatively balanced in the central areas of the old town, while the periphery area of the old and the new towns have generally low supply of parkland. In contrast, from the perspective of supply-demand equity, there is an opposite pattern, with insufficient supply of parkland in the old town and relatively adequate supply in its peripheral areas; 2) Comprehensive parks and specialized parks are concentrated in the old city core, exhibiting the largest service deficits, which is followed by community parks and pocket parks primarily distributed in the fringe of the old town and the new town; and 3) Based on the differing development conditions of the old and the new towns, the pathways to differentiated optimization are proposed. In the old town where the development space is limited, priority should be given to increasing green spaces in scattered point-like or block-like vacant lots which are released by the pathways of demolishing illegal buildings and reclaiming misused land, while for the new town, multiple types of parkland are increased aligned with the reserved spaces in the urban plan and population density layout, which jointly form a multifunctional 15-minute accessible parkland network.【Conclusion】 For the planning of urban green spaces, it is significant to develop the method of parkland evaluation and differential regulation which is centered on parkland service performance evaluation, parkland increase characteristics analysis and spatial layout optimization, integrate the land resources in the old and the new towns for multiplying the types of parkland, and improve the functioning system of parks. In the future, the data on green land quality and residents' behaviors could be collected and used to construct the park vigor evaluation indicator system, which will provide a scientific reference for advancing high-quality green development in urban areas.

Keywords: equitable sharing; urban parkland; fair supply indicator; layout regulation and optimization; characteristics of old and new urban areas

公园绿地作为承载公众休闲游憩的重要空间载体，其布局优化对满足百姓绿色高质量生活需求，提升城市绿色空间公平开放共享水平，实现以人民为中心的舒适宜居"人民城市"建设至关重要[1-2]。实现城市公园绿地的公平共享需要关注公园绿地在不同空间的均衡分配，而当前规划偏重总量和规模，通过公园绿地总量、人均绿地面积、服务半径等指标满足生态园林城市标准，对公园分布和群体供需关系关注不足[3-4]。因此，增存量并存的时代背景下，如何耦合新老城区发展特征，通过公园绿地布局评价和调优，促进绿地资源的公平分配和高效利用，对公平共享的城市公园绿地尤为重要。

近年来，国内外公园绿地布局的研究由单一生态效益转向生态社会复合效益。公园绿地评价方面，国内学者多关注公园绿地布局效率和供需关系均衡[5-6]，即居民平等获取生态服务的机会[7-8]。研究方法上，大多数学者通过高斯两步移动搜索（Ga2SFCA）、ArcGIS 网络分析法、缓冲区分析法、引力模型法等获得可达性数据[9-12]，结合洛伦兹曲线、吉尼系数、区位熵分析公园绿地布局公平性[13-14]。随着以人为本理念的深入，学界深入探索人口资源与公园绿地的供需关系[15-16]，从供需互动的角度构建多尺度供需公平指数分析不同规划尺度、不同出行模式下公园绿地的布局公平性[17-18]。国外研究关注群体共享公平性和区域差异[19-21]，评估不同人群的需求差异，如通过改进的高斯两步移动搜索法评价公园绿地对儿童的供需效益[22]，Iraegui 等[23]通过网络分析法和空间聚类法分析公园绿地布局对弱势人群体的公平效益，Cuentas[24]通过网络分析法和莫兰指数、Mann-Whitney U test 分析不同收入群体与公园绿地可达性的关联，以此促进弱势群体对公园绿地的公平使用。Hsu 等[25]通过 GIS 分析

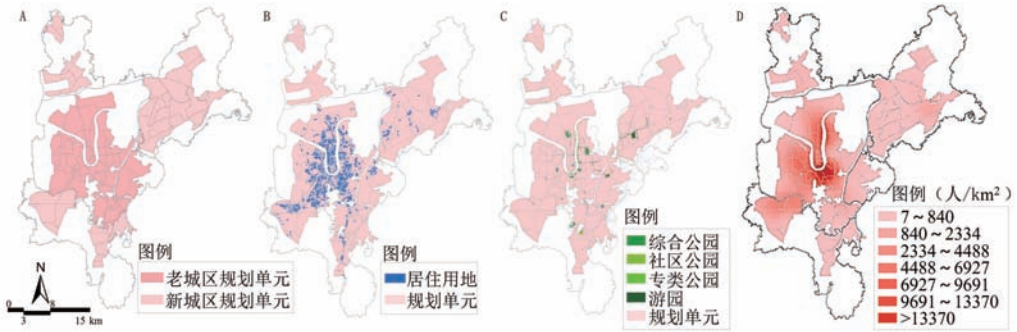
法分析不同城市的城市内部和郊区的绿色空间可达性发现，城市不同城区获取绿色空间水平存在明显差异。

公园绿地布局优化方面，学者通过评价公园绿地公平性识别供需缺口较大的区域，作为优化的重点[26]；或通过高斯两步移动搜索法等工具分析可达性与绿地的布局特征，识别低可达性区域并提出空间更新、资源整合等策略优化布局[27]；也有研究通过区位熵、洛伦兹曲线结合可达性测度公园绿地布局公平性，利用最大化覆盖模型增加绿地数量，提高公平性[28]。

公园绿地的空间布局和供需平衡是实现公平共享的关键，也是未来城市绿色高质量发展的重要议题[29]。初期研究多聚焦中心城区或城市公园绿地的绿量指标[4]及公平性评价，而后强调绿地布局效率、供需关系均衡以及不同人群的使用者需求差异[15-16]，并提出针对性策略以调优布局，以期提高公园绿地的可达性和利用率。然而，对不同类型公园的分布合理性和新老城区绿地布局差异化调优的可行性研究不足。基于此，本研究依托公平供给指标，聚焦“如何明确布局缺口、如何确定类型缺口、如何根据新老城区发展特征调优布局”3 个核心问题，从“人-地-绿”平衡视角出发，构建以“服务效益评估、增补特征分析、空间布局调优”为核心的公园绿地布局评价和差异化调优方法。以期为未来公园绿地规划提供参考，推动城市绿色高质量发展实现从“地”的公平向“人”的公平转化。

1 研究区概况

柳州市是广西壮族自治区的副中心城市，在以工业为主导产业的基础上充分发挥优越的山水生态特色，成为国内著名的山水工业城市。根据《柳州市国土空间总体规划（2021—2035 年）》，柳州市包含主城区、柳江新区、柳东新区、北部生态新区 4 大分区，其中主城区为老城，其余为新城。城市划分 93 个以街道为基础的规划单元，老城区 55 个，新城区 38 个（图 1）。



注：A 柳州市新老城规划单元布局；B 柳州市现状居住用地；C 柳州市现状公园绿地布局；D 柳州市现状人口布局。

图 1 柳州市基础概况

2 研究方法

2.1 研究框架

公园绿地服务效益评估方法聚焦“如何明确布局缺口、如何确定类型缺口、如何根据新老城区发展特征调优布局”3 方面。基于现状公园绿地、居住用地、人口等数据，通过 ArcGIS 平台构建可达性网络分析模型，以 15 min 可达数据为基础，从“空间公平”和“供需公平”构建公园绿地服务效益评价体系，明确公园绿地布局缺口及类型缺口，调节用地增补（图 2）。

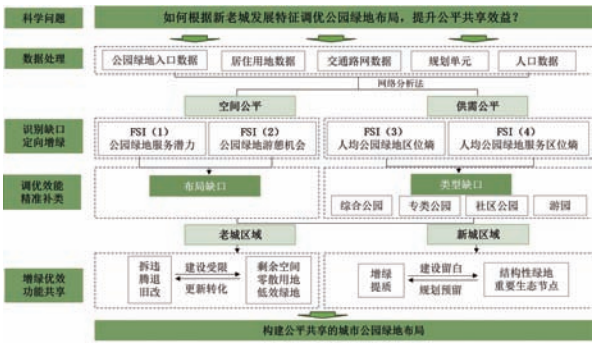


图 2 研究框架

2.2 数据来源

研究数据包括公园绿地、交通路网、规划单

元、居住用地、人口等，且均源于 2020 年。其中，公园绿地数据从《柳州市城市绿地资源调查与测绘》《柳州市国土空间总体规划（2021—2035）》获取。根据《城市绿地分类标准》（CJJ/T 85—2017）和柳州市公园绿地分类体系，公园绿地包括综合公园、社区公园、专类公园和游园，面积占比分别为 31.7%、14.74%、21.60%、31.94%。交通路网数据借助 Open Street Map 下载，通过 CAD、ArcGIS 提取并校准。人口数据源于中国科学院资源环境科学与数据中心人口空间分布公里网格数据和《柳州统计年鉴 2020》。借助 ArcGIS 核密度分析发现，柳州市人口呈现老城密新城疏、城市中西部聚集、东部稀疏的格局。

2.3　公平供给指标

依托国家园林城市、公园城市等规范，在“公园绿地服务半径覆盖率”“人均公园绿地面积”等指标的基础上提出基于“空间公平”“供需公平”的公平供给指标（FSI），涵盖“公园绿地服务潜力指标”“公园绿地游憩机会指标”“人均公园绿地区位熵”“人均公园绿地服务区位熵”。其中，“服务潜力”“游憩机会”反映空间公平，“人均公园绿地区位熵”“人均公园绿地服务区位熵”体现供需公平。通过区位熵评估服务供给与居民需求的匹配度，熵值大于 1，显示公园绿地服务水平超出区域平均，否则表明供需不均衡。

1）公园绿地服务潜力（FSI_{sp}）。居住区到公园绿地的可达性面积与居住区面积的比值，表征公园绿地服务居住用地的潜力，计算式为：

$$FSI_{sp}=\frac{A_{gr1}^{15min}}{R_a}\times 100\% \tag{1}$$

2）公园绿地游憩机会（FSI_{ro}）。居住区到公园绿地可达性面积（重叠部分重复计算）与居住区面积的比值，量化 15 min 内享有的公园绿地游憩机会，计算式为：

$$FSI_{ro}=\frac{A_{gr2}^{15min}}{R_a}\times 100\% \tag{2}$$

式（1）（2）中：A_{gr}^{15min}为步行 15 min 公园绿地可达范围覆盖的总居住用地面积，其中 $A_{gr1}^{15min}=\sum A1+A2+\cdots+An-Ap$；$A_{gr2}^{15min}=\sum A1+A2+\cdots+An$。$A$ 是 15 min 可达范围覆盖的居住用地面积，n 为研究范围内被覆盖的居住用地数，Ap 为重叠部分；R_a为居住用地总面积。

3）人均公园绿地区位熵（FSI_{gle}）。规划单元公园绿地总面积/规划单元总人口与研究区域公园绿地总面积/研究区域总人口的比值，评价规划单元内公园绿地资源与人口的匹配情况，计算式为：

$$FSI_{gle}=\frac{G_{fa}/P_{fa}}{G_A/P_A} \tag{3}$$

4）人均公园绿地服务区位熵（FSI_{sle}）。规划单元内居住用地 15 min 可达公园绿地总面积/规划单元总人口与研究区域 15 min 可达的公园绿地总面积/研究区域总人口的比值，评价规划单元内公园绿地服务水平与人口的匹配情况，计算式为：

$$FSI_{sle}=\frac{G_{da}/Pf_a}{G_{DA}/P_A} \tag{4}$$

式（3）（4）中：G_{fa}为规划单元内公园绿地总面积；G_A为研究区域内公园绿地总面积；P_{fa}为规划单元总常住人口；P_A为研究区域总常住人口；G_{da}为空间单元可达范围内公园绿地总面积；G_{DA}为研究区域可达范围内公园绿地总面积。

综上，通过指标 FSI_{sp}、FSI_{ro}识别公园绿地布局缺口，确定绿量的增补区域；通过 FSI_{gle}、FSI_{sle}识别公园绿地类型的供需缺口，实现公园绿地类型的弹性增补。

3　结果与分析

3.1　空间公平视角下公园绿地服务效益

基于公园绿地步行 15 min 可达范围进行前序计算发现，公园绿地可达性存在空间差异，整体公园绿地服务半径覆盖 52.79%的居住用地。综合公园、专类公园、社区公园、游园 15 min 可达范围覆盖居住用地范围分别为 10.5%、9.1%、25.45%、50.7%（图 3）。

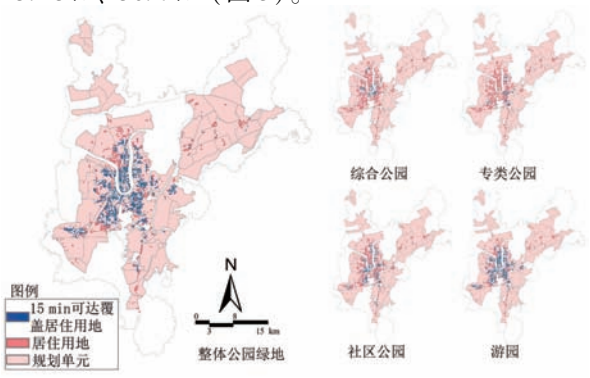


图 3　公园绿地 15 min 可达覆盖居住用地

公园绿地在新老城区的公平配置存在明显的空间差异。老城区公园绿地服务潜力高，均值为0.48；新城区东部和北部潜力低，均值分别为0.027 和 0.123（图 4）。游憩机会也呈现类似差异，老城区游憩机会高，均值为 3.13；新城区东部和南部低，均值分别为 1.36 和 0.73（图 5）。老城区 92%规划单元处于公园绿地服务范围，新城东部、南部仅有 8%的规划单元处于公园绿地服务范围，北部则无。

各类型公园绿地的服务潜力和游憩机会表现为游园（0.31，1.35）>社区公园（0.16，0.42）>综合公园（0.08，0.22）>专类公园（0.04，0.08）。老城区内游园的服务潜力覆盖率最高为92.98%，空间公平缺口位于新城区的北部及东南部；社区公园、综合公园及专类公园的空间公平缺口主要集中于老城区边缘区及新城区（图 4~5）。

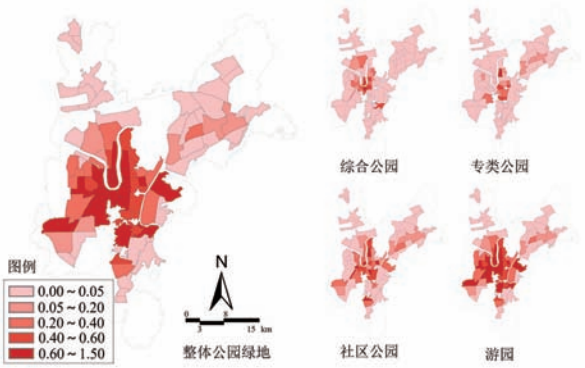


图 4 公园绿地服务潜力指标

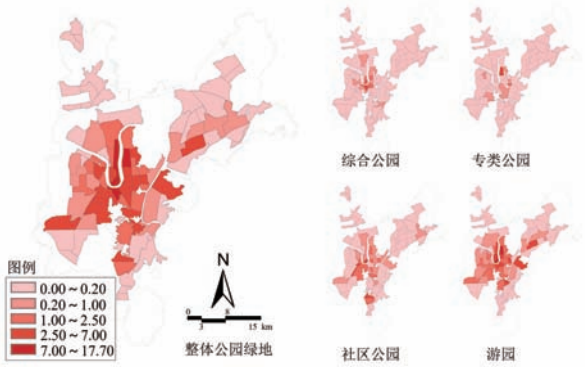


图 5 公园绿地游憩机会指标

3.2 供需公平视角下公园绿地服务效益

3.2.1 人均公园绿地区位熵

由图 6 可知，公园绿地在新老城区的供需效益存在明显的空间不平等。49.46%的规划单元内有公园绿地分布，但其中 73.12%的规划单元存在供需失衡，集中于老城区中部及新城区。老城 72.3%的规划单元有公园绿地分布，但其中 61.81%规划单元绿地资源分配不均；新城仅 21.02%的规划单元有公园绿地分布，但 89.47%规划单元绿地资源分配不均。各类型公园绿地区位熵为游园（21.51%）>社区公园（13.98%）>综合公园（9.68%）>专类公园（8.6%），其中游园与社区公园的供需缺口集中于老城区中、西部及新城区北、南部；专类公园及综合公园的供需缺口集中于老城边缘区及新城北、南部。

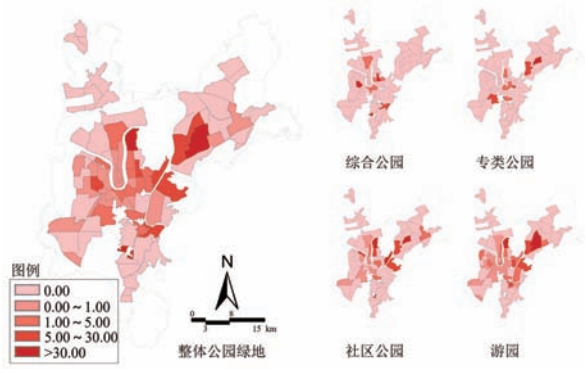


图 6 人均公园绿地区位熵指标

3.2.2 人均公园绿地服务区位熵

根据图 7，老城区、新城区分别有 9.45%、63.16%的规划单元无法在 15 min 步行范围内享受公园绿地服务，分别有 27.27%、10.53%的规划单元供需不平衡，供需缺口集中于老城区北部边缘区和新城区北部。各类型公园绿地服务区位熵为游园（41.94%）>社区公园（36.56%）>专类公园（24.73%）>综合公园（21.51%），其中游园供需缺口集中于老城区北部及新城区北部；社区公园缺口集中于老城区西部、东南部，新城区北部；专类公园和综合公园缺口集中于老城边缘区及新城。

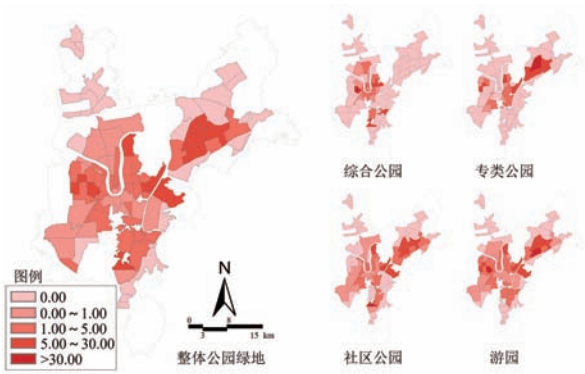


图 7 人均公园绿地服务区位熵指标

3.3　增存量背景下新老城区公园绿地布局的差异化调优路径

3.3.1　识别缺口，定向增绿

新老城区公园绿地缺口呈现差异化特征，缺口增绿也受到土地资源限制，主要表现为：老城区人口密度高，公园绿地服务压力大，受土地资源限制，难以通过大规模增加绿提升服务效益。因此，老城区应通过退让城市建设用地、挖掘城市潜力空间等方式，结合城市更新增补小微公园绿地，并适当增加休闲设施，实现高密度城区的绿色微更新。新城区建设空间尚未饱和，存在建设空白区域。因此，考虑绿地建设的时效性，应结合用地布局、人口密度差异化分布，增加多尺度、多类型的公园绿地，丰富生态游憩和自然体验空间，促进城市绿色格局完善发展（图 8）。

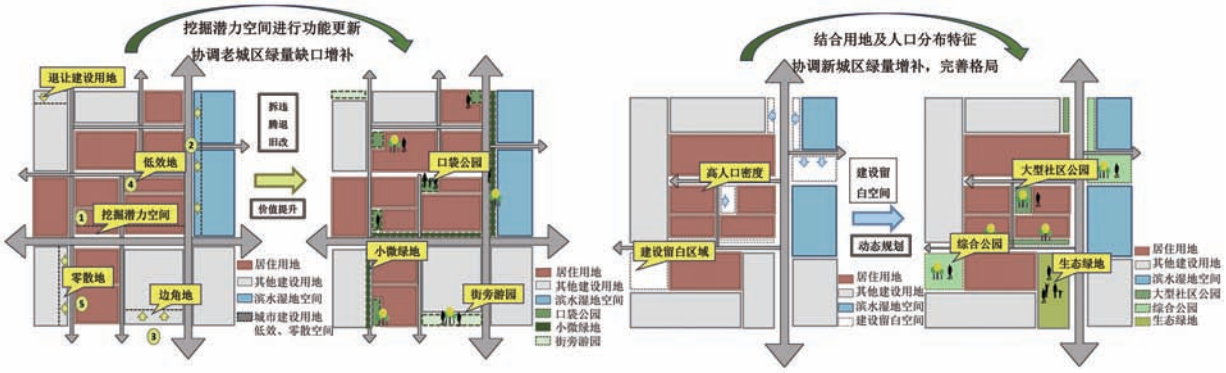


图 8　新老城区绿量缺口增补示意

3.3.2　调优效能，精准补类

新老城区公园绿地类型的缺口表现为老城对多功能小微绿地的需求更大，新城对结构性、特色性绿地需求更大：老城区受限于土地资源发展，优先利用居住区周边的零散点、带状低效空间，结合儿童游乐及健身设施等更新为功能复合的小微公园绿地群，提升老城区整体开放绿地的共享功能，完善 5~15 min 步行范围内深入居住区内部的公园绿地服务网络。新城区在建设空间受限较大的区域打造具有特色的多规模社区公园及游园，丰富类型功能；建设空间受限较小的区域依托资源特色优先增补结构性绿地和大规模的生态游憩节点如综合公园、专类公园等，提供多功能复合型绿色空间和自然体验、研学等户外活动场所（图 9）。

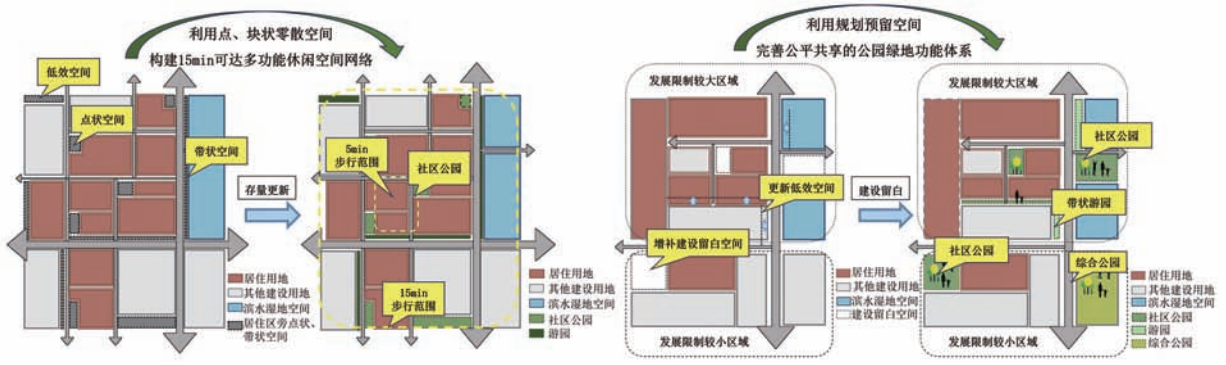


图 9　新老城区公园绿地类型增补示意

3.3.3　增绿优效，功能共享

公园绿地的功能共享体现在空间的可达性、服务效益的公平性和功能类型的多样性。未来城市公园不仅是单一的景观空间，而是活动多元、融入生活的深度开放共享空间，而新老城区实现全方位共享目标的方式呈现差异化：老城区为存量或增存量并存的状态，未来不仅要通过增绿实现公平性，也要结合城市更新的背景，对接居民改造提升的需求，完成存量区域绿地的提质优效，塑造多类公园场景。新城区整体处于增量状态，建设规划初期要结合城市空间和特色景观资源建立大型郊野公园、自然

公园等高生态价值的公园，同时引入丰富的公园绿地新业态和社会化的运营模式，推动公园绿地生态价值转换，提升生态系统服务价值和社会吸引力。(图 10)。

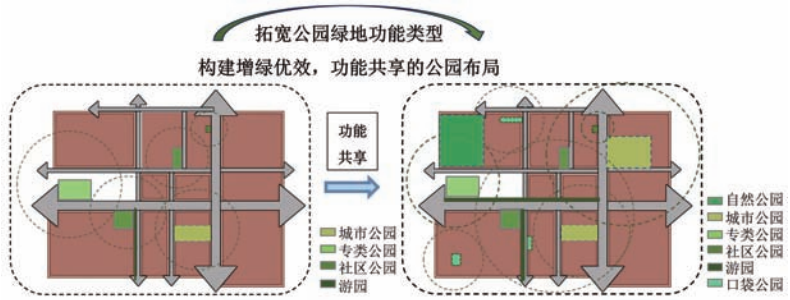


图 10 增绿优效，功能共享的城市公园绿地布局

4 讨论

4.1 公园绿地服务公平性及空间差异

Hwang 等[30]在伦敦、纽约、巴黎、东京、首尔和北京的研究中指出，公平分配绿地空间对城市可持续发展至关重要，然而现阶段城市公园绿地在空间布局方面仍存在显著的结构性和公平性问题。本研究表明，公园绿地资源在新老城区分配不均，导致两者在空间和供需公平性上存在明显差异。公园绿地空间效益呈现老城区中部均衡，边缘区域及新区效益低的特征；供需效益呈现老城中部低而边缘区效益高的特征，这主要是不同区域建设时序和发展差异所致，城市绿色空间规划未充分考虑与居住用地、人口密度的效益关联。相似结论在成都[4]、郑州[31]等城市的研究中均被证实，Zhang 和 Xu[4]指出受成都市区域规划政策与建设导向影响，城市公园空间分布的公平性呈现两极分化特征。Guo 等[31]同样发现公平性受地理区位与开发强度的显著影响，以致城市存在大量绿地服务盲区，但也存在以下情况：一是公园绿地资源匮乏但供需均衡。由于 FSI 指标与可达性数据呈正相关，即对可达性结果产生直接影响的公园绿地的聚集程度、位置、周边环境等均决定着服务效益的高低。因此，部分区域虽然公园绿地资源不足，但因受到临近绿地服务效益叠加的影响，仍具有较高的服务效益。这种现象在中心城区尤其明显（中心城区的公园密度较高，居民易受到邻近公园的服务辐射，在 15 min 步行范围内获得更高的服务效益）。Zhao 和 Gong[32]在南昌的研究得到相同结论，即通过提升公园绿地可达性改善服务公平性。二是绿地资源丰富但供需不均衡。居住用地和公园绿地布局分离，造成绿地资源和人口比例失衡，这与杨琛等[13]在重庆的研究结论一致，即城市绿地供需之间存在明显错位，绿地资源分布与居民需求难以匹配。

4.2 各类型公园绿地服务缺口及差异化调优路径

综合公园 100%分布老城区，专类公园仅一处位于新城区（其余均位于老城区），导致老城边缘区及新区的居民在 15 min 步行范围内无法享受公园服务。各类公园绿地的空间错配情况导致综合公园及专类公园的供需缺口最大，社区公园次之，游园最小。其中，社区公园的缺口集中老城边缘区及新城区南北部，游园的缺口集中老城及新城的边缘区，二者的缺口类型主要受区域发展限制，居住用地面积少且人口密度较小，周边配套绿地服务设施不完善。因此，协调新老城区土地资源定向增加公园绿地类型，完善公园功能体系，对未来城市高质量发展至关重要。老城区由于早期开发迅速，建成区结构完整，土地资源有限，不利于建设大面积绿地，在适当增量的同时考虑存量提质，Wang 等[33]在北京等存量型城市研究中指出，增加街道花园形式可以优化可达性网络结构，增强整体公园绿地的服务效能。新城区虽具备公园绿地新增的潜力，并以增量为主，突出区域特色的同时实现可持续的运营管理，但城市绿地建设明显滞后于城市扩张、人口聚集而导致的需求压力，从而导致绿地的供给缺口突出，相似的结论在 Zhang 等[34]在南京的研究被验证。除了新增绿地提升布局公平性外，公园的类型和功能同样对居民的幸福生活产生重要影响。不同类型公园在服务半径、功能定位方面具有显著差

异，Guan 等[35]在东京的研究强调公园的使用量与其功能存在紧密关联。Belmeziti 等[36]认为提升城市绿地多功能性，是高密度城市应对土地资源有限的核心解决方案。因此，复合功能的公园绿地和多类型的公园绿地体系不仅提升资源利用率，也在空间受限的区域提高公园绿地的服务效益。整体上，强调类型增补与功能完善，突出公园特色，提升公园品质，对未来城市绿地系统规划具有重要意义[29-30]。

4.3　展望

本研究主要通过整体及各类型公园绿地的可达性与居住用地的空间关系来反映公园绿地与居民之间的服务关系。然而，研究仅采用 2020 年的静态人口与公园绿地数据，未充分考虑居民行为偏好、绿地吸引力和特殊人群的差异化需求，难以体现居民活动水平和公园活力等动态信息。因此，未来可整合绿地质量与居民行为数据，构建公园活力评价指标体系，为城市绿色高质量发展提供科学参考。

5　结论

公平可达、开放共享的城市公园绿地是推动城市和谐发展的关键要素。研究从“人-地-绿”协同视角出发，基于 15min 步行可达数据构建公平供给指标体系，揭示了城市公园绿地在空间布局与供需匹配上的基本规律：老城区绿地资源更丰富，公园绿地的服务效益更高，而老城区边缘与新城区普遍存在布局不足与供需缺口。不同类型公园呈现显著供需差异，综合公园与专类公园缺口最大，其次为社区公园和游园。这些结果说明，公园绿地的公平效益不仅取决于绿地总量，也受空间格局、类型结构与人口分布的影响，揭示了“人-地-绿”共同驱动城市绿地公平性的作用机制，为未来城市公园绿地布局优化提供重要理论参考。实践层面，提出基于新老城区差异的调优路径：老城区基于拆违、腾退、旧改等方式，利用利用点、块状零散空间，构建小尺度多功能绿地网络，提高公园绿地的可达性覆盖范围。新城区依托预留空间与规划建设区适度补充多类型公园绿地，提升服务覆盖与共享水平。研究整体上形成了以“服务效益评估、增补特征分析、空间布局调优”为核心的公园绿地布局调优方法，为精准识别布局与类型缺口，完善公平共享的公园绿地体系，推动城乡绿色高质量发展提供了理论支撑和实证参考。

参考文献

[1] RIGOLON A, BROWNING M, JENNINGS V. Inequities in the quality of urban park systems: an environmental justice investigation of cities in the UnitedStates[J]. Landscape and Urban Planning, 2018, 178: 156-169.

[2] SUN X, LIU H X, LIAO C, et al. Understanding recreational ecosystem service supply-demand mismatch and social groups' preferences: implications for urban-rural planning[J]. Landscape and Urban Planning, 2024, 241: 104903.

[3] 刘颂，刘滨谊，温全平. 城市绿地系统规划[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2011.

[4] ZHANG J F, XU E B. Investigating the spatial distribution of urban parks from the perspective of equity-efficiency: Evidence from Chengdu, China[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2023, 86: 128019.

[5] FASIHI H, PARIZADI T. Analysis of spatial equity and access to urban parks inIlam, Iran[J]. Journal of Environmental Management, 2020, 260: 110122.

[6] ZHANG J Y, TAN P Y. Assessment of spatial equity of urban park distribution from the perspective of supply-demandinteractions[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2023, 80: 127827.

[7] ZOU N, MI X Y, XIAO Y, et al. Assessing urban park equity in Chaoyang District, Beijing using online review data[J]. Scientific Reports, 2024, 14: 1160.

[8] 谢云慧，毕凌岚，李荷. 供需平衡视角下城市小型公园绿地公平性研究：以成都市金牛区为例[C]//面向高质量发展的空间治理：2021 中国城市规划年会论文集(12 风景环境规划). 2021.

[9] 江黎明，桑秋，菅薇，等. 基于高斯两步移动搜索法的北京市西城区公园绿地可达性研究[J]. 北京建筑大学学报，2023，39(4)：41-47.

[10] 余思奇，朱喜钢，刘风豹，等. 社会公平视角下城市公园绿地的可达性研究：以南京中心城区为例[J]. 现代城市研究，2020，35(8)：18-25.

[11] 黄一波，汪结明，李瑞雪. 基于 GIS 平台下的上海市城市公园可达性分析[J]. 湖南生态科学学报，2021，8(1)：1-8.

[12] 陈颖. 基于紧凑城市理论的城市绿地可达性研究：以南京市中心区为例[J]. 城市建筑，2024，21(3)：199-201，212.

[13] 杨琛，朱捷，吕梁. 重庆市中心城区绿地空间公平性分析[J]. 中国城市林业，2022，20(5)：61-68.

[14] 王兰会，任宝，夏灵欣，等. 需求侧视角下的北京城市公园公平性研究[J]. 北京林业大学学报(社会科学版)，2022，21

(3):53-59.

[15]YANG Z,FANG H Y,WEI G Y,et al.An assessment of urban park accessibility using multi-source data in Hefei,China:a social equity perspective[J].Land Degradation & Development,2024,35(11):3627-3641.

[16]DONG Q Q,ZENG P,LONG X X,et al.An improved accessibility index to effectively assess urban park allocation:based on working and residential situations[J].Cities,2024,145:104736.

[17]韩姝尧,何荣晓,王菲,等.海口市中心城区绿色开放空间公平性评价[J].中国城市林业,2022,20(6):133-138.

[18]ZHOU Y H,XIE H L,LIU X Z,et al.From service capacity to spatial equity:Accurately and comprehensively evaluating urban park green space distribution under multi-trips mode[J].PLoS One,2024,19(1):e0296629.

[19]GUAN J X,WANG R Z,VAN BERKEL D,et al.How spatial patterns affect urban green space equity at different equity levels:a Bayesian quantile regression approach[J].Landscape and Urban Planning,2023,233:104709.

[20]WOLFF M,SCHEUER S,HAASE D.Looking beyond boundaries:revisiting the rural-urban interface of green space accessibility in Europe[J].Ecological Indicators,2020,113:106245.

[21]FERNANDES A,KROG N H,MCEACHAN R,et al.Availability,accessibility,and use of green spaces and cognitive development in primary school children[J].Environmental Pollution,2023,334:122143.

[22]LIAO Y H,FURUYA K.A case study on children's accessibility in urban parks in Changsha City,China:developing an improved 2SFCA method[J].Land,2024,13(9):1522.

[23]IRAEGUI E,AUGUSTO G,CABRAL P.Assessing equity in the accessibility to urban green spaces according to different functional levels[J].ISPRS International Journal of Geo-Information,2020,9(5):308.

[24]CUENTAS E I.GIS- based analysis of socio-economic variation in accessibility to green spaces in Barcelona,Spain[D].Lisboa:Universidade NOVA de Lisboa,2017.

[25]HSU Y Y,HAWKEN S,SEPASGOZAR S,et al.Beyond the backyard:GIS analysis of public green space accessibility in Australian metropolitan areas[J].Sustainability,2022,14(8):4694.

[26]YU S B,ZENG P,XIE X L,et al.Equitable evaluation of supply-demand and layout optimization of urban park green space in high-density linear large city[J].PLoS One,2024,19(9):e0310015.

[27]XUE K,YU K P,ZHANG H.Accessibility analysis and optimization strategy of urban green space in Qingdao City Center,China[J].Ecological Indicators,2023,156:111087.

[28]马跃,沈山,史春云.徐州主城区绿地空间布局公平性评价与优化研究[J].现代城市研究,2022,37(7):58-64.

[29]阎姝伊,李晓溪,李婷,等.开放共享背景下城市公园绿地建设举措与路径探索[J].风景园林,2024(2):12-18.

[30]HWANG B,KO C,IM D,et al.Network-based assessment of urban forest and green space accessibility in six major cities:London,New York,Paris,Tokyo,Seoul,and Beijing[J].Urban Forestry & Urban Greening,2025,107:128781.

[31]GUO Y H,CAO Y L,LI Y,et al.Establishment of an equity evaluation method for urban parkland layout under the process-outcome perspective[J].Humanities and Social Sciences Communications,2024,11:627.

[32]ZHAO Y Q,GONG P.Optimal site selection strategies for urban parks green spaces under the joint perspective of spatial equity and social equity[J].Frontiers in Public Health,2024,12:1310340.

[33]WANG C,WANG S Y,CAO Y L,et al.The social equity of urban parks in high-density urban areas:a case study in the core area of Beijing[J].Sustainability,2023,15(18):13849.

[34]ZHANG Q H,JIANG R J,JIANG X,et al.Supply-Demand Spatial Patterns of Cultural Services in Urban Green Spaces:A Case Study of Nanjing,China[J].Land,2025,14(5):1044.

[35]GUAN C H,SONG J,KEITH M,et al.Seasonal variations of park visitor volume and park service area in Tokyo:a mixed-method approach combining big data and field observations[J].Urban Forestry & Urban Greening,2021,58:126973.

[36]BELMEZITI A,CHERQUI F,KAUFMANN B.Improving the multi-functionality of urban green spaces:Relations between components of green spaces and urban services[J].Sustainable cities and society,2018,43:1-10.