doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.01.034

上海苏州河滨水空间公园绿地服务效率研究

夏春鹂[1]，陈　能[1]，杨雯丽[1]，杨文雪[1]
（1. 上海师范大学 环境与地理科学学院，上海 200234）

摘　要：基于GIS技术，运用成本距离加权法，从可达性和服务效率两个角度对苏州河滨水空间中心城区段的公园绿地服务状况进行了量化分析和研究。结果表明：①公园绿地在苏州河南北沿岸均匀分布，滨水空间东段和中段公园绿地分布较西段多且大，但整体上公园绿地面积占比较小；②在仅考虑步行阻力的情况下，78.27%的区域到达最近公园绿地的步行时间不超过30 min，只有11.07%的区域步行到达公园绿地的时间超过60 min，滨水空间的绿地可达性较为合理；③在考虑综合阻力的情况下，可达性优良的第Ⅰ、Ⅱ等级区域的服务面积比和服务人口比分别仅为60.84%和54.86%，滨水空间的公园绿地服务效率还有待提高。

关键词：公园绿地；服务效率；可达性；苏州河滨水空间；GIS
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）01-0161-06

Research on the Service Efficiency of Park Green in Suzhou River Waterfront Space in Shanghai

XIA Chunli[1], CHEN Neng[1], YANG Wenli[1], YANG Wenxue[1]
(1. School of Environmental and Geographical Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China)

Abstract: Based on GIS technology, we used the cost-distance weighting method to quantitatively analyze and study the service status of park green in the central urban section of Suzhou River waterfront space from two perspectives of accessibility and service efficiency. The results show that ①the park green are evenly distributed along the north and south of Suzhou River, but overall the area of park green in the research area accounts for a relatively small percentage. ②78.27% of the areas have a walking time of less than 30 minutes to reach the nearest park green, and only 11.07% of the areas have a walking time of more than 60 minutes to reach the park green, so the accessibility of park green in waterfront space is reasonable. ③The service area ratio and the service population ratio of the Ⅰ and Ⅱ grade areas with excellent accessibility are only 60.84% and 54.86% respectively, and the service efficiency of park green in waterfront space still needs to be improved.

Key words: park green, service efficiency, accessibility, Suzhou River waterfront space, GIS

滨水空间作为城市中一类重要的公共区域，既是城市活力、魅力和发展水平的展现，也是城市吸引高端资源和人才的重要载体[1]。公园绿地是城市滨水空间的重要组成部分，是打造滨水空间绿色低碳体系的关键一环。随着中国特色社会主义进入新时代，人们对美好生活的需求日益增长，对居住环境和生活质量提出了更高要求，如何构建“创新、协调、绿色、开放、共享”的滨水空间，营造更加绿色的生态环境，是促进城市发展和提高居民生活水平的重要议题。

公园绿地的服务效率是评价城市生态格局和市民生活质量的重要指标，而空间可达性是公园绿地服务效率指标的核心内容[2]。可达性是指交通网络中各节点之间相互作用力的大小，由 Hansen W G[3]于 1959 年首次提出。20 世纪末，GIS 技术的空间分析功能开始被引入城市绿地服务水平的研究中，不仅丰富了研究城市公园绿地的视角，而且为城市公园绿地服务效率分析提供了更多的技术支持和科学依据。随着 GIS 技术在公园绿地研究领域的不断发展，研究方法也在不断革新，从最开始的缓冲区分析法[4]发展为现在多种不同特点的分析方法[5]；研究主题从绿地规划与设计[6]、景观格局研究[7]、生态效益[8]和美学评价[9]等方面过渡到现在热门的可达性相关研究，其中公园绿地的服务效率和空间公平性是如今重要的研究议题。国外相关研究起步较早，成果丰富，学者多从社会属性的角度探讨社会群体在获得公共服务资源中的公平与公正问题，不仅包含了城市公园绿地的空间分布与公平性分析[10-12]，还对不同社会群体到公园绿地的可达性进行了研究[13-14]。国内相关研究起步相对较晚，学者重点从空间属性的角度探讨城市公园绿地的可达性、服务公平性和服务效率，如许基伟[15]等利用重力型两步移动搜索法探讨了武汉居住区尺度下不同等级公园绿地的空间公平性；李文[16]等借助 GIS 分析平台对哈尔

收稿日期：2021-04-13。

滨城市公园的服务情况进行了定量评价；李小马[17]等采用GIS网络分析法对沈阳城市公园的可达性和服务状况进行了分析。总体来看，国内相关研究更关注城市公园绿地的可达性和分布的公平性，但对于公园绿地的服务效率研究还相对欠缺，值得更加深入的探讨。

苏州河是上海的母亲河，代表着上海的历史发展和城市形象，也是市民亲水活动的重要场所[18]。根据“上海2035”总体规划将苏州河打造为“特大城市宜居生活的典型示范区”的总体目标[19]，本文以上海苏州河滨水空间中心城区段为研究对象，利用成本距离加权法，从可达性和服务效率两个角度对苏州河滨水空间中心城区段的公园绿地服务状况进行了量化分析与评价，以期为苏州河滨水空间公园绿地的建设和优化提供参考。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

上海（120°52′~122°12′E、30°40′~31°53′N）地处我国南北海岸中心点、长江入海口，是国际经济、金融、贸易、航运、科技创新中心，截至2019年底，行政区划面积为6 340.5 km^2，下辖16个行政区，常住人口为2 428.14万人[20]。上海苏州河总长度约为50 km，滨水空间总面积约为139 km^2，其中外环线的郊区段长约29 km，面积约为112km^2，中心城区段长约21 km，用地面积约为27 km^2[21]。本文以上海苏州河滨水空间中心城区段为研究范围（中心城区段范围参照《黄浦江、苏州河沿岸地区建设规划（2018—2035）》中的规划范围设定，即外环高速—外白渡桥段），涉及黄浦、虹口、静安、长宁、普陀和嘉定6区。研究区范围如图1所示。

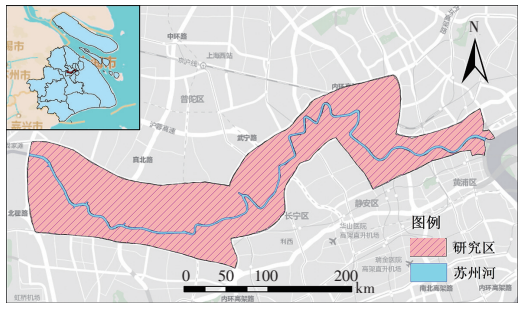


图1 研究区范围

1.2 数据来源

本文的数据来源主要包括两类：①地理空间数据，以《黄浦江、苏州河沿岸地区建设规划（2018—2035）》和《苏州河两岸（中心城区）公共空间贯通提升建设导则》中规划的苏州河滨水空间范围为参照，利用Google Earth最新遥感影像进行补充校正，通过目视解译并结合实地调研验证后，数字化获得苏州河滨水空间中心城区段的公园绿地、居民区、水域、工业区以及其他土地利用现状分布图，并通过Open Street Map获取道路网络数据；②人口数据，通过全国第六次人口普查数据，结合全市和各行政区发布的《2018年国民经济和社会发展统计公报》，获得上海中心城区居（村）委级别常住人口数据。

2 研究方法

本文采用基于栅格的成本距离加权法对滨水空间公园绿地服务效率进行测算，首先结合实际赋予研究区各类地物相对阻力值；然后加入人口密度数据进行加权叠加运算，形成基于综合阻力的栅格成本数据集；再利用ArcGIS空间分析模块中的成本距离工具生成可达性分级图，并在此基础上测算公园绿地服务面积、服务人口等相关指标；最后根据各项指标进行公园绿地服务效率的综合分析。研究技术路线如图2所示。

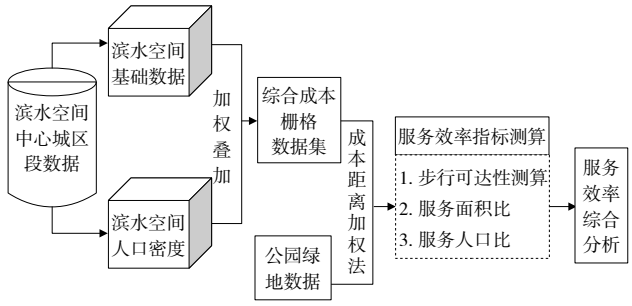


图2 服务效率研究技术路线图

成本距离加权法是以城市景观分类的栅格数据为基础，通过最短路径搜索算法计算到达公园的累计阻力（时间、距离、费用等）来评价城市公园的可达性[5]。首先对土地利用类型进行分类，然后赋以相对穿越阻力值，进而计算得到研究区各点到“源”的累计阻力，即成本距离。成本距离确定了研究区成本栅格图中每个像元通向“源”的最低累积成本路径，考虑了最小成本路径的“源”以及最小成本路径本身。本文以公园绿地为“源”，以到达公园绿地的累计空间阻力值为成本距离，将运算结果转化为基于出行时间的公园绿地可达性分级图。

3 数据准备与处理

3.1 阻力值的确定

阻力值是根据人们在不同地物类型的影响下从出发地到达目的地所花费的相对时间成本而设定的，基于研究的内容和目的，不同学者对城市各类用地阻力

值的设定不同。俞孔坚[22]等在研究城市景观可达性中首次对不同土地利用类型设定了相对空间阻力值，在以后的研究中，王瑶[23]、马林兵[24]、郭微[25]、王琨[26]等也相继设定了不同土地利用类型的相对阻力值。本文参考前人研究成果，结合苏州河滨水空间的实际情况设定了各土地利用类型的相对空间阻力值，如表1所示。

表1　城市各土地利用类型相对空间阻力值

土地利用类型	相对空间阻力值
主要道路	10
次要道路	5
三级道路	3
支路	1
铁路	999
水域	999
公园绿地	12
居住区	3
工业区与其他	100

3.2　基础数据准备与处理

1）根据《黄浦江、苏州河沿岸地区建设规划（2018—2035）》中规划的苏州河滨水空间范围以及高分辨率Google Earth最新遥感影像进行人工判读，并结合实地调研验证，利用ArcGIS数字化获得苏州河滨水空间中心城区段的土地利用类型分布图（图3）和公园绿地分布图（图4）。从研究意义和公园的休闲游憩功能出发，结合公园发展实际，本文选取面积大于1 hm²的公园绿地作为研究对象（下文提到的公园绿地均指面积大于1 hm²的公园）。

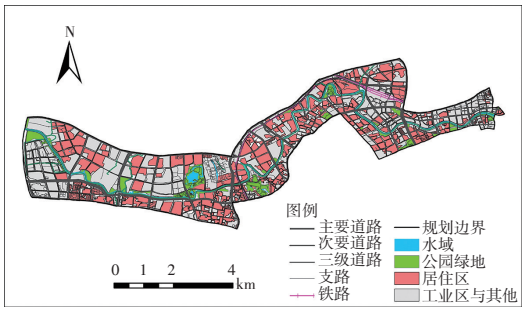


图3　研究区土地利用类型分布图

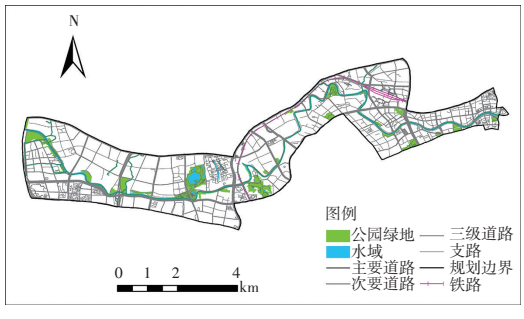


图4　研究区公园绿地分布图

2）城市道路网络数据通过Open Street Map开放平台选择所需区域下载，再利用QGIS软件将下载的OSM数据转换为ArcGIS可利用的Shp矢量数据。

3）整合道路网络数据，将研究区不同道路按等级建立相应距离的缓冲区，再与土地利用类型图进行镶嵌处理，然后根据表1中设定的土地利用类型相对阻力值进行赋值（图5）。

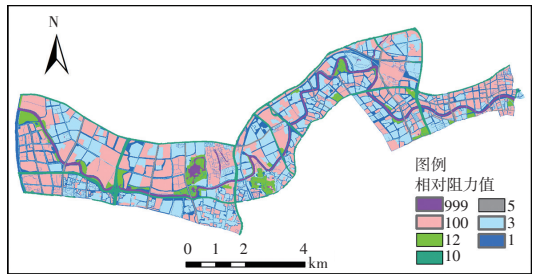


图5　研究区土地利用类型相对阻力值图

4）以4 m×4 m的像元大小对土地利用类型分布图和绿地分布图进行栅格化。

5）利用Spatial Analyst模块中的成本距离分析工具，以公园绿地分布栅格图像为“源”，对土地利用类型的栅格图像进行成本距离加权运算，得到研究区公园绿地可达性分布图，并以在道路上步行80 m/min的速度计算，转化得到基于步行阻力的时间等级图。

6）本文考虑人口因素，以居委管辖区为单位求取研究区人口密度，计算公式为：

$$R=\frac{S}{M} \tag{1}$$

式中，R为人口密度（人/hm²）；S为居委管辖区总人口数；M为居委管辖区面积（hm²）。

利用上海中心城区居（村）委级别常住人口数量，根据式（1）计算得到研究区内人口密度分布图。

7）将人口密度图和土地利用类型步行阻力图分别按50%和50%的权重进行栅格叠加运算，从而得到综合阻力值图。

8）利用成本距离加权工具，以公园绿地栅格图像为“源”，进行栅格成本距离运算，形成公园绿地可达性分布图，并转化为基于综合阻力值的可达性分级图。

9）计算服务覆盖率（即服务面积比和服务人口比）。以得到的不同时间等级图所覆盖的面积和人口数作为公园绿地的服务面积和服务人口，进行统计分析，从总体上衡量城市公园绿地的服务效率。其计算公式为：

$$C=\frac{\sum PA}{PA}\times 100\% \tag{2}$$

式中，C 为服务覆盖率；$\sum PA$ 为研究区内所有公园绿地的服务范围总人口或总面积；PA 为研究区总人口或总面积。

4 研究结果与分析

4.1 滨水空间公园绿地总体特征

研究区内公园绿地有34处（图4），总面积为206.73 hm²，约占研究区总面积的7.67%，主要集中在苏州河南北沿岸地区。其中，滨河公园绿地共24处，总面积为97.97 hm²，约占研究区公园绿地总面积的47.39%，约占研究区总面积的3.63%，可见研究区内滨河公园绿地占绝大多数，但每个公园绿地的面积较小，主要原因在于城市公园绿地易受自然地貌等因素影响，多沿城市主要水体岸线修建，同时说明人们亲水赏水的意愿得到重视。另外，苏州河沿岸由于历史发展原因土地利用类型复杂多样，用地破碎，使得公园绿地小而分散。

苏州河北岸公园绿地共有15处，总面积为105.17 hm²，约占研究区公园绿地总面积的50.87%，其中普陀区长风公园占地面积最大；苏州河南岸公园绿地共有19处，总面积为101.56 hm²，约占研究区公园绿地总面积的49.13%，其中长宁区中山公园占地面积最大。而今苏州河南岸多为小尺度的街道肌理，以步行为主，部分为历史街区；北岸是典型的办公和居住区域，人口众多，仓储地块也在进一步开发[1]。由统计数据可知，研究区内苏州河南北两岸的公园绿地配置较合理，分布较均匀，空间布局得到优化。

内环以内，公园绿地共有18处，总面积为84.47 hm²，约占研究区公园绿地总面积的40.86%；内环以外中环以内，公园绿地共有7处，总面积为83.40 hm²，约占公园绿地总面积的40.34%；中环以外外环以内，公园绿地共有9处，总面积为38.86 hm²，约占公园绿地总面积的18.70%。东、中、西3大区段公园绿地布局差异较大，主要是由于苏州河中心城区段沿线发展具有较明显的阶段性特征和功能集聚特征[27]，东段以高端商业、金融、文化等服务功能为主；中段以居住功能为主，人口流动大，公园绿地布局较多；西段工业仓储用地占比偏高，公园绿地布局相对较少。

4.2 滨水空间公园绿地可达性分析

本文通过ArcGIS空间分析模块，利用成本距离加权法得到研究区城市公园绿地可达性时间等级图（图6），并由基于步行阻力的可达性级别分布比率（表2）可知，步行15 min可到达公园绿地的区域占比最大，为35.45%，其次为步行5 min到达的区域，占比为27.86%，而步行30~60 min可到达的区域占比最小，为10.65%。总体来看，78.27%的区域到达最近公共绿地的步行时间不超过30 min，只有11.07%的区域步行到达公园绿地的时间超过60 min。对照研究区土地利用类型图（图3）发现，步行30 min以内到达的区域覆盖了大部分居住区，而步行时间超过60 min的区域主要为市区内部的工业用地、火车站以及一些水域。个别区域到公园绿地近而步行时间长，主要是受不同用地阻力值设定差异影响，穿越不同用地类型的累积阻力值较大而造成的，可在该片区规划中适当增加公园绿地景观类型多样性，提高公园绿地分布均匀度，降低服务盲区，以改善步行阻力。绿地空间可达性是一个相对概念，不同研究者对城市土地利用类型阻力值的设定不尽相同，本文仅以不同土地利用类型的相对阻力值为权重参与计算，只要相对阻力关系正确，并不影响绿地空间格局分析。因此，在单纯考虑出行时间的情况下，大部分市民可用较短的时间就近到达公园绿地，说明滨水空间的绿地可达性是比较合理的。

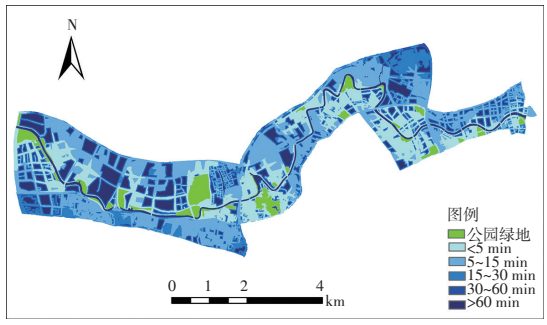


图6 研究区公园绿地步行阻力时间等级图

表2 基于步行阻力的可达性级别分布比率

级别	服务面积/hm²	分布比率/%
<5 min	756.63	27.86
5~15 min	962.68	35.45
15~30 min	406.24	14.96
30~60 min	289.30	10.65
>60 min	300.67	11.07

城市中人口分布密度不匀，仅用步行可达性分析得到的服务面积来衡量研究区公园绿地的服务状况是不够的。单一指标可能会使结果过于理想化，因此本文加入人口数据，利用研究区内居委级别的常住人口数量生成研究区人口密度图（图7），并与研究区不同土地利用类型阻力值图进行加权叠加运算，得到研究区的综合阻力值图；再通过ArcGIS空间分析模块计算得到研究区公园绿地综合可达性分级图（图8）。结合

研究区公园绿地综合可达性级别分布比率（表3）可知，可达性级别前3个等级的区域面积达到了84.59%，其中可达性良好的Ⅰ、Ⅱ级区域占60.84%。对照图7可以看出，人口密度较高的区域可达性尚好，但也存在一些难达区；可达性较差的Ⅴ级区域只占研究区的很小一部分，且主要集中在人口密度较高的边缘地区和少部分工业区，因此从整体上来看，研究区公园绿地的空间可达性良好。

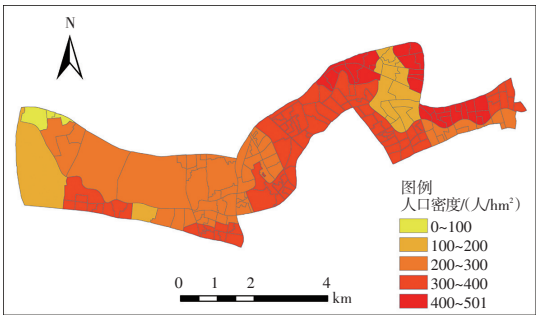


图7　研究区人口密度分布图

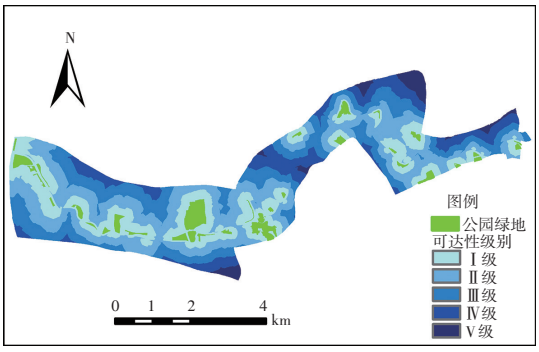


图8　研究区公园绿地综合可达性分级图

表3　基于综合阻力值的可达性级别分布比率

级别	服务面积/hm²	分布比率/%
Ⅰ级	757.09	28.67
Ⅱ级	849.46	32.17
Ⅲ级	627.19	23.75
Ⅳ级	325.26	12.32
Ⅴ级	81.37	3.08

4.3　滨水空间公园绿地服务效率分析

城市公园绿地的服务效率是城市公园绿地服务能力在空间上的反映[28]。本文结合研究区人口密度分布，通过以综合阻力为成本值的距离运算求得公园绿地不同时间等级的空间可达面积和人口，再进一步计算研究区公园绿地的服务效率。本文将基于综合阻力的可达性分析得到的公园绿地的服务面积分级图与研究区人口密度分布图进行叠加统计，得到研究区公园绿地不同可达性级别的服务人口（表4）。结果表明，研究区公园绿地可达性较好的前3个等级区域的服务人口为56.47万人，约占总人口的79.6%，远高于后两个等级区域的占比；其中可达性Ⅱ级区域的服务人口最多，服务人口比最大，为21.32万人，约占总人口的30%，而可达性Ⅴ级区域的服务人口最少，为3.47万人，服务人口比为4.89%。由表4可知，不同可达性等级服务范围内的服务面积比和服务人口比差异较大，从前3个等级来看，公园绿地的服务面积比和服务人口比均约占总数的80%，说明研究区公园绿地整体的服务效率较好，大部分人可相对容易地到达公园绿地，并享受其带来的服务；但从前两个等级来看，公园绿地的服务面积比为60.84%，而服务人口比为54.86%，说明研究区公园绿地可达性优良区域的服务效率还有待提高，服务面积和服务人口还有待增加，其主要原因可能是内环以内的苏州河东段以高端商业、金融、文化等服务功能为主，工商业用地较多，土地资源紧缺，较大型滨河公园绿地布局相对较少。

表4　基于可达性级别的研究区公园绿地服务效率分析

级别	服务面积/hm²	服务面积比/%	服务人口/万人	服务人口比/%
Ⅰ级	757.09	28.67	17.60	24.81
Ⅱ级	849.46	32.17	21.32	30.05
Ⅲ级	627.19	23.75	17.55	24.74
Ⅳ级	325.26	12.32	11.00	15.51
Ⅴ级	81.37	3.08	3.47	4.89

5　结　语

本文着眼于城市公园绿地基础设施服务状况，借助ArcGIS空间分析工具，对研究区公园绿地进行了步行可达性测算，并通过考虑研究区人口密度分布因素，对研究区公园绿地的服务效率进行了分析，得出以下结论：

1）研究区公园绿地主要集中在苏州河南北沿岸，两岸公园绿地面积相当，分布较均匀；相较于西段，东段和中段公园绿地分布较多，面积较大。从整体来看，公园绿地占研究区较小一部分，需适当扩大并优化公园绿地布局。

2）在仅考虑步行阻力的情况下，78.27%的区域就近到达公园绿地的步行时间不超过30 min，只有11.07%的区域步行到达公园绿地的时间超过60 min，单从出行时间来看，滨水空间的绿地可达性较为合理。

3）在考虑综合阻力的情况下，可达性较好的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级区域服务覆盖率较高，但可达性优良的Ⅰ、Ⅱ级区域的服务面积比和服务人口比分别仅为60.84%和54.86%，不占绝对优势，说明滨水空间的公园绿地服务效率还有待提高。

本文利用GIS空间分析工具，从可达性和服务效率两个角度对苏州河滨水空间中心城区段的公园绿地服务状况进行了量化分析，在一定程度上反映了研究区公园绿地的服务能力，可为其空间布局优化提供参考。然而，本文还存在一些不足：①对于居民到达公园绿地的出行阻力仅考虑了步行阻力因素，而忽略了不同出行方式对于空间可达性的影响；②对城市不同土地利用类型的分类和阻力值的设定具有一定的主观性，或与实际情况存有偏颇；③研究对象排除了面积小于1 hm^2的公园绿地，可能低估了研究区公园绿地的服务能力。今后需要加强对不同年龄结构和层次居民出行意愿以及公园自身吸引力等方面的研究，拓展公园绿地服务效率的评价指标，为深入研究做进一步准备。

参考文献

[1] 张晶. 城市中心区滨水空间设计探讨:以上海苏州河两岸滨水环境提升为例[J]. 中外建筑,2020(7):107-110

[2] 鲁敏,刘国恒,刘振芳. 基于GIS技术的济南市公园绿地空间可达性研究[J]. 山东建筑大学学报,2011,26(6):519-523

[3] Hansen W G. How Accessibility Shapes Land Use[J]. Journal of the American Planning Association, 1959, 25(2): 152-164

[4] Bach L. Locational Models for Systems of Private and Public Facilities Based on Concepts of Accessibility and Access Opportunity[J]. Environment and Planning A, 1980, 12(3):124-128

[5] 宋菊芳,刘盼盼. GIS在城市公园绿地可达性分析中的方法与应用[J]. 中华建设,2014(6):94-95

[6] 李素英. 城市带状公园绿地规划设计原则探讨[J]. 北京林业大学学报(社会科学版),2009,8(3):68-71

[7] 马琳,陆玉麒. 南京市主城区公园绿地景观格局分析[J]. 地域研究与开发,2010,29(3):73-76

[8] 刘娇妹,李树华,吴菲,等. 纯林、混交林型园林绿地的生态效益[J]. 生态学报,2007,27(2):674-684

[9] 于崧,张翼飞,王崑,等. 基于RAGA的PPC模型在城市公园绿地景观生态美学评价中的应用[J]. 生态学杂志,2010,29(4):826-832

[10] Joassart-marcelli P. Leveling the Playing Field? Urban Disparities in Funding for Local Parks and Recreation in the Los Angeles Region[J]. Environment and Planning A, 2010,42(5):168-172

[11] Nicholls S. Measuring the Accessibility and Equity of Public Parks: A Case Study Using GIS[J]. Managing Leisure, 2001,6(4):69-72

[12] Talen E, Anselin L. Assessing Spatial Equity: An Evaluation of Measures of Accessibility to Public Playgrounds[J]. Environment and Planning A,1998,30(4):57-69

[13] Timperio A, Ball K, Salmon J, et al. Is Availability of Public Open Space Equitable Across Areas?[J]. Health and Place,2007,13(2):169-178

[14] 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):24-35

[15] 许基伟,方世明,刘春燕. 基于G2SFCA的武汉市中心城区公园绿地空间公平性分析[J]. 资源科学,2017,39(3):430-440

[16] 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(8):59-62

[17] 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):1 554-1 562

[18] 余帆. 上海市苏州河滨水步道空间调查研究[D]. 上海:上海交通大学,2014

[19] 上海市"一江一河"工作领导小组办公室. 苏州河两岸(中心城区)公共空间贯通提升建设导则[R/OL]. (2019-10-13)[2021-04-08]. https://baijiahao. baidu. com/s?id=1647206250795055869&wfr=spider&for=pc

[20] 上海市人民政府. 上海概览[EB/OL]. [2021-04-08]. https://www. shanghai. gov. cn/nw2318/index. html

[21] 上海市规划和国土资源管理局. 黄浦江、苏州河沿岸地区建设规划(2018-2035)[R/OL]. (2020-08-20)[2021-04-08]. http://ghzyj. sh. gov. cn/ghjh/20200820/8068daedd94846b29e22208a131d52fc. html

[22] 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,1999,23(8):3-9

[23] 王瑶,宫辉力,李小娟. 基于最小累计阻力模型的景观通达性分析[J]. 地理空间信息,2007,5(4):45-47

[24] 马林兵,曹小曙. 基于GIS的城市公共绿地景观可达性评价方法[J]. 中山大学学报(自然科学版),2006,45(6):111-115

[25] 郭微,陈平,唐洁,等. 基于景观可达性的城市绿地系统承载力估算[J]. 生态学杂志,2012,31(1):165-171

[26] 王琨. 基于GIS的城市公园绿地可达性研究[D]. 南京:南京林业大学,2012

[27] 何静. 旧城滨水公共空间建设实施策略研究:以上海市苏州河两岸地区为例[J]. 中华建设,2020(9):71-73

[28] 杨明明. 上海中心城区城市公园绿地服务效率研究 [D]. 上海:上海师范大学,2017

第一作者简介：夏春鹏（1993—），硕士研究生，主要研究方向为GIS应用。