

淮安市公园绿地空间分布及其可达性分析

郭嘉,俞蕴馨

(江苏省淮安环境监测中心,江苏 淮安 223001)

摘要:利用高德地图公开的公园兴趣点数据、天地图在线影像以及淮安市第七次人口普查数据,使用平均最近邻指数、标准差椭圆分析法、地理集中指数和网格化的高斯两步移动搜索法等多种方法研究淮安市绿地空间的分布、变化趋势,并对可达性进行评价。通过卫星影像解译提取研究区绿地面积,发现淮安市绿地数量上以小型点状绿地为主、面积上呈现以大型点状绿地占主导的分布格局;研究区绿地呈聚集态势;绿地呈现东北-西南方向的分布;各区的绿地分布不平衡,呈现集中特征;可达性是以公园绿地为中心,具有明显的“圈层式”分布特征,高值区出现在中间区域,即主城区,可达性范围在0—1 303.56之间,仍有较高水平。认为淮安市绿地分布呈现明显的聚集特征,分布不均衡,且具有较高的可达性。

关键词:绿地空间可达性;平均最近邻指数;地理集中指数;网格化;高斯两步移动搜索法;淮安市

中图分类号:S731.2;X24;X826

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2024.04.008

Spatial distribution and accessibility analysis of park green space in Huai'an City

Guo Jia, Yu Yunxin

(Jiangsu Huai'an Environmental Monitoring Center, Huai'an 223001, China)

Abstract: Using the data of park interest points published by AmAP, the online images provided by NGCC and the 7th population census data of Huai'an City, the distribution and change trend of green space in Huai'an City were studied by means of average nearest neighbor index, standard deviation ellipse analysis method, geographical concentration index and grid-based Gauss two-step mobile search method, and an evaluation of accessibility was made. Based on the greenbelt area of the study area extracted through satellite image interpretation, it was found that the greenland of Huai'an City was dominated by small dotted ones in quantity, but by large dotted greenbelts in area. Green space was clustered in the study area. The distribution of green space in each district was unbalanced and showed the characteristics of concentration. The accessibility was centered on the green space of the park and had obvious "circle type" distribution characteristics. The high value area appeared in the middle area, i.e. the main urban area, and the accessibility range was 0—1 303.56, still at a high level. To sum up, the distribution of green space in Huai'an City shows obvious of characteristics aggregation, unbalance and high accessibility.

Key words: Green space accessibility; Average nearest neighbor index; Geographical concentration index; Gridding; Gauss Two-step mobile search method; Huai'an City

城市绿地是指城市中以植被为主要形态,并对生态、游憩、景观、防护具有积极作用的各类绿地的总称^[1],也可以称之为绿色空间。空间可达性,即在城市研究中,城市空间中的某一要素实体在时空上被接近的方便程度。公园绿地的可达性,是能够

衡量公园绿地服务功能的社会公平性的重要指标之一。

城市公共空间的发展一直伴随着城市建设的整个历程,系统的研究最早产生于工业革命之后,快速城市化所产生的多种问题,是促进公共空间深

收稿日期:2024-05-11;修回日期:2024-06-02

作者简介:郭嘉(1978-),女,满族,辽宁锦州人,工程师,大学本科毕业。主要从事环境监测工作。E-mail:1820737009@qq.com

入研究的主要原因。为优化城市的生态格局,打造人与自然和谐共生的宜居城市,城市公园绿地作为与居民关系密切的公共空间,被纳入现代化城市、健康城市建设的重要范畴,研究分析公园绿地的空间分布情况可以为优化和完善城市景观空间结构提供依据和参考,满足城市生态需求,提高居民生活质量,促进居民身心健康,同时也可以提高对公园绿地的保护水平,使公园绿地实现可持续发展。我国对公共空间的研究方面,除借鉴国外研究外,更加注重对实际案例的研究,有针对不同交通方式的公园绿地可达性评价^[2-3],有使用GIS网络分析法或扩展空间句法模型(sDNA)对交通网络或城市基础设施网络进行地理分析和模型构建^[4],或利用高斯两步移动搜索法研究可达性^[5-7]等。总体来看,现有的研究在绿地可达性、空间分析等某单一方面做得比较多,但是利用数学模型、统计方法等综合分析方面鲜有报道,为此本文以淮安市为例,在前人研究的基础上运用平均最近邻指数分析法、地理集中指数(G指数)分析法、网格化的高斯两步移动搜索法等多种方法综合研究评价淮安市市域内公园绿地分布的空间特征及可达性,希望为绿地的规划、建设和功能进一步升级提供决策参考。

1 研究数据与方法

1.1 研究区概况

淮安市位于江苏省中北部、江淮平原东部,在北纬32°43′00″—34°06′00″,东经118°12′00″—119°36′30″之间,坐落于古淮河与京杭大运河交点,处在中国南北分界线上。东西最大直线距离132 km,南北最大直线距离150 km,面积10 030 km²。该市是苏北重要中心城市,长三角北部现代化中心城市,南京都市圈成员城市,淮河生态经济带首提首推城市,也是物产富饶的鱼米之乡,是全国闻名的绿色农副产品先产、加工销售基地。城市的建设与发展,势必挤占绿地空间,而绿地空间的需求日益增加,规划建设日益受到重视,研究绿地空间的分布现状和可达性十分必要。

1.2 数据来源

为了探究淮安市绿地空间分布特征,本文基于高德地图公开的公园兴趣点数据以及天地图在线影像,使用ArcGIS软件依据目视解译的方法提取面积超过500 m²的绿地矢量图斑,最终提取绿地数据共349个。绿地可达性计算使用的人口统计数据采

用worldpop(<https://www.worldpop.org/>)的10 m人口栅格数据,并基于淮安市第七次人口普查数据校正后得到。其他有关行政区划数据收集自国家统计局公开发布的行政区划矢量边界数据。

1.3 分析方法

1.3.1 信息提取 基于高德地图公开的公园兴趣点数据以及天地图在线影像进行提取,影像比例尺统一设定为1:400 000。基于目视解译对绿地矢量斑块进行解译,其中解译精度为95%。

1.3.2 空间分析 分别利用平均最近邻指数法、标准差椭圆分析法和地理集中指数分析法分析淮安市公园绿地的集散性、空间分布趋势和市域内各县区绿地分布的均衡程度。

(1) 利用平均最近邻指数法(Average Nearest Neighbor Index)对淮安市公园绿地的分散性进行分析。通过计算平均最近邻比率(ANN)来进行表示,ANN取值范围为ANN>0。计算表达式为

$$ANN = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \times \frac{\sqrt{\frac{n}{A}}}{0.5}$$

式中, d_i 为要素*i*与其最近邻要素的距离, n 为区域要素数量, A 为所有要素包络线面积。

如果ANN>1,则各绿地斑块在空间上的分布呈现离散的特征;如果ANN<1,则呈现集聚的特征,说明绿地斑块建设得比较集中;如果ANN接近于1,则各绿地斑块呈现随机分布的特征^[8]。

(2) 运用标准差椭圆分析(Standard Deviation Ellipse Analysis, SDEA)探究淮安市绿地方向分布趋势和空间分布趋势,此统计方法输出的是方位角和中心点。标准差椭圆的分布范围即为绿地空间分布的主要范围。椭圆的平均中心即绿地在空间上分布的重心;方位角表示其分布的主趋势方向;长轴上的标准差能够反映出绿地在主趋势方向上的离散程度;椭圆的长轴方向代表绿地空间分布较多的方向。

(3) 运用地理集中指数(Geographical concentration index)计算不同区域绿地占总量的比例来衡量绿地分布的不均衡程度,并与整个市域总体水平做比较。

地理集中指数计算表达式如下

$$G = 100 \times \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{T} \right)^2}$$

式中, X_i 为淮安市第*i*个区域拥有的绿地数量,

T 为淮安市绿地数量的总数, n 表示淮安市区县个数。

地理集中指数 G 的取值范围为 $(0, 100)$ 。 G 值越大, 即绿地分布越集中, 反之, 越分散。

1.3.3 可达性分析 本文采用网格化的高斯两步移动搜索法对淮安市域内绿地可达性进行评价。因在使用传统的高斯两步移动搜索法进行可达性分析时, 存在一定的局限性: 在第一步搜索时, 统计需求人口存在一定的误差, 会有部分区域在供给地的空间作用域内, 但重心点的确定并没有考虑供给地的情况变化, 这使其计算结果与实际值差异较大。为解决这个问题, 本文运用格网化的高斯两步移动搜索法, 也就是将需求地进行格网化处理。需求地的重心用格网的几何中心代替, 并在此基础上统计需求数, 计算供需比, 以此提高分析的精度^[7]。由此方法计算空间可达性 A_i^F , 其值越大说明可达性越好。具体计算步骤如下:

(1) 在需求地上创建网格;

(2) 对于每块绿地 j , 给定空间距离阈值 d_0 , 便形成一个空间作用域; 对于落在空间作用域内的每个街道 k 的人口, 利用高斯方程赋以权重, 并对这些加权后的人口进行加和, 可得到绿地 j 所有潜在的使用者数量; 再将绿地的规模除以所有潜在使用者数量得出供需比率 R_j 。其计算表达式为

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{K \in \{d_{kj} \leq d_0\}} G(d_{kj}, d_0) P_k}$$

式中, d_{kj} 为需求点 k 和绿地 j 之间的距离, d_0 为供给地设定的空间距离, P_k 为搜索区内需求者 (即 $d_{kj} \leq d_0$) 的数量, S_j 为 j 点的总供给, $G(d_{kj}, d_0)$ 是点源要素对空间要素影响的距离衰减函数, 即高斯方程:

$$G(d_{kj}, d_0) = \begin{cases} \frac{e^{-\frac{1}{2} \times \left(\frac{d_{kj}}{d_0}\right)^2} - e^{-\frac{1}{2}}}{1 - e^{-\frac{1}{2}}}, & d_{kj} \leq d_0 \\ 0, & d_{kj} > d_0 \end{cases}$$

(3) 对于每个需求地 i , 给定空间距离 d_0 , 形成了其空间作用域, 将落在该作用域内的供给地 l 的供需比 R_l 利用高斯方程赋予权重, 然后将加权后的比率进行加和, 得到需求地 i 的空间可达性 A_i^F ;

$$A_i^F = \sum_{l \in \{d_{il} \leq d_0\}} G(d_{il}, d_0) R_l$$

式中, R_l 是需求地 (i) 搜索区 (即 $d_{il} \leq d_0$) 内的供给点 l 的供需比, d_{il} 为需求点 i 和供给地 l 重心之

间的距离; A_i^F 越大, 则可达性越好^[7]。

2 结果与分析

2.1 空间分布分析

通过卫星影像解译共提取研究区绿地面积 60.07 km^2 , 其占研究区总面积的 5.99% 。研究区内 $>0.5 \text{ hm}^2$ 的点状绿地共 283 块, 占研究区绿地总面积的 99.75% ; $>2 \text{ hm}^2$ 的点状绿地共 209 块, 占研究区绿地总面积的 98.31% ; $>10 \text{ hm}^2$ 的点状绿地共 83 块, 占研究区绿地总面积的 87.62% (见图 1)。可见, 淮安市绿地在数量上以小型点状绿地为主, 在面积上呈现以大型点状绿地占主导的分布格局。这与城市发展与建设需求有关, 临街绿地和居民区绿地可为居民日常活动提供空间, 需求量大, 并且由于其对服务设施和面积的要求比较低, 建设上比较容易实现, 所以数量比较多。而大型综合性公园在城市里起到重要的生态效应和社会效益, 对面积和服务设施的要求比较高, 建设成本和难度比较大, 所以数量相对较少。

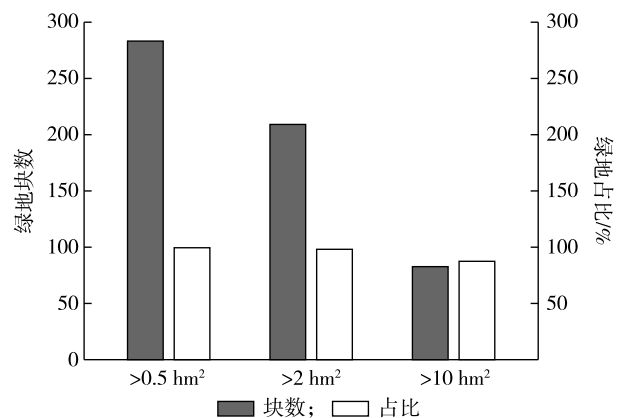


图 1 绿地空间分布占比

2.2 特征分析

(1) 基于平均最近邻指数分析法对淮安市绿地空间分布聚集特征进行分析, 得出 $ANN = 0.467$, 即 $ANN < 1$, 淮安市绿地在空间上的分布呈现明显的集聚特征, 呈聚集态势。

(2) 基于标准差椭圆分析法, 对淮安市绿地空间分布方向特征进行分析, 分析结果见图 2。

结果表明: 淮安市绿地分布的主要范围就在标准差椭圆范围内; 椭圆的平均中心是绿地分布的平均中心; 绿地标准差椭圆的方向为 30° (北偏东 30°), 说明绿地呈现东北—西南方向分布; 椭圆长轴方向 (东北—西南) 代表绿地空间分布较多的方

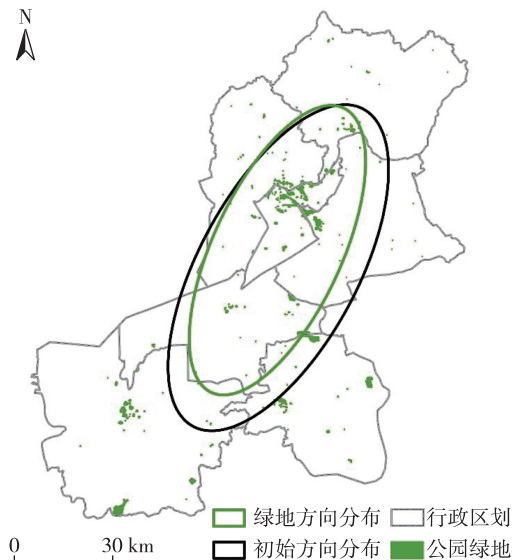


图2 标准差椭圆分析法分析结果

向,短轴方向(西北—东南)代表公园绿地空间分布较少的方向;长短轴之比为2.6,说明绿地的分布在东北—西南方向上离散性大于西北—东南方向,比行政规划的初始椭圆更小,说明绿地分布的方向性较弱,可以理解为绿地在各方向上均有分布。

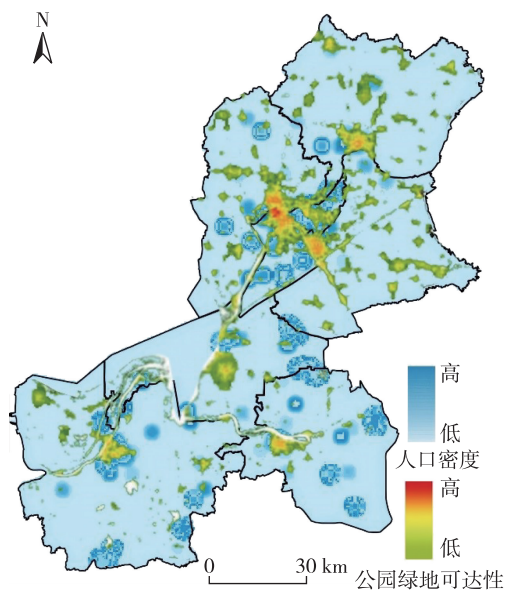
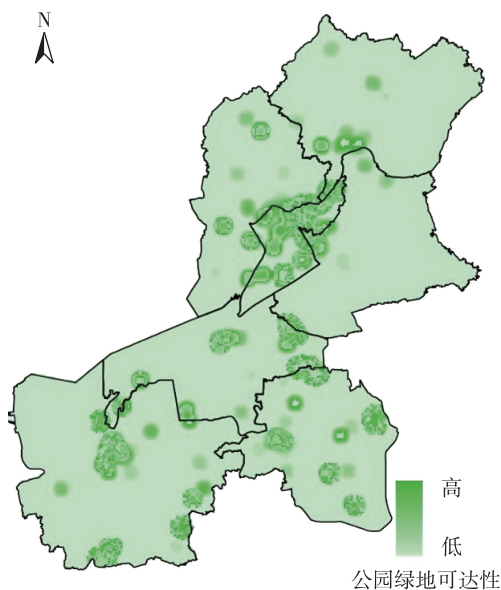


图3 淮安市公园绿地可达性及与人口密度分布关系

结果表明:从整体上看,网格化高斯两步移动搜索法计算得出的可达性是以绿地为中心、呈环状向外扩散并且可达性逐渐降低的环形,具有明显的“圈层式”分布特征,其值范围为0—1 303.56。研究区淮安市的绿地可达性表现出中间区域和南部

(3)基于地理集中指数分析法分析淮安市各县区绿地分布的聚集特征。假设绿地平均分布各区,其地理集中指数为理想值,记为 G' ,计算可得 $G'=37.796$ 。而按实际情况计算,淮安市共有7个县区,即当 $n=7$ 时,可得 $G=41.004$,即 $G>G'$,表明淮安市绿地在各区的分布不平衡,呈现集中特征。从地理位置角度分析,结合各区统计,绿地集中在清江浦区、淮阴区和淮安区,即淮安市的中部3区绿地数量占总数的61.32%,其中,清江浦区的绿地数量最多,占总数的25.79%,涟水县绿地数量最少,占总数的7.74%。这是由于清江浦区位于主城区,淮安市一直围绕花园城市内涵开展建设,致力于打造花园城市示范区所致。

2.3 可达性分析

基于网格化的高斯两步移动搜索法对淮安市的绿地可达性进行评价,网格大小设置为 $500\text{ m}\times 500\text{ m}$ 。依据文献[9],以人的步行速度约为 5 km/h 计算,且最大承受限度不超过 0.5 h ,选取步行 0.5 h 的距离约为 $2\,500\text{ m}$ 作为作用域半径,分析结果见图3。

高值区较多、北部高值区少的不均衡分布特征,而且人口密度大的地方大部分为低值区。可达性高值区主要分布在主城区——清江浦区和淮阴区,形成多个大小不同的高值区,其中清江浦区和淮阴区的高值区连接在一起,规模最大,这2个区绿地面积

较大且综合性大型点状公园绿地、居民区绿地和街边绿地并存,公共设施完备;其次是盱眙县的高值区,规模次之;淮安区是可达性低值区,没有综合性大型点状公园绿地,绿地数量虽然多,但面积小且比较分散,没有形成体系;洪泽区和金湖县边界有 2 个高值区,有大型综合性点状公园绿地,并且人口密度小;涟水县行政中心区是可达性低值区,绿地面积小且人口密度大,在其北部,有 1 个可达性高值区,绿地面积大且人口密度小。

可达性高的地区,其周边均有较大面积的服务绿地存在,并且人口密度较小,也就是说,距离绿地中心近并且人口密度较小的区域可达性高,而可达性低的区域要么人口密度相对比较大,要么绿地面积相对比较小,或者二者兼有之。绿地可达性,其值的高低由公园绿地的面积和人口密度这两个因素共同决定。

3 结论与讨论

城市绿地是面向公众的、开放的,具有一定的游憩和服务设施,兼有维护生态、美化环境、科教、游憩、景观功能和减灾避难等综合作用的绿化用地,是城市建设、绿地系统和市政公用设施的重要组成部分,同时也是展示城市整体环境水平和居民生活质量的一项重要指标,是社会公共空间的重要组成部分,是城市必不可少的功能区。其功能具有不可替代性,是人类居住、工作、生活必不可少的场所。本文利用高德地图公开的公园兴趣点数据以及天地图在线影像,结合多源遥感以及统计数据,使用平均最近邻指数分析法、地理集中指数(G 指数)分析法、网格化的高斯两步移动搜索法等方法对淮安市绿地的空间分布特性和可达性进行了研究分析和评价。通过卫星影像解译共提取研究区绿地面积,整个淮安地区,绿地在数量上以小型点状绿地为主,在面积上呈现以大型点状绿地占主导的分布格局;另外,分别使用平均最近邻指数研究研究区绿地分布的集散性、运用标准差椭圆分析法探究淮安市绿地方向分布趋势和空间分布趋势,发现淮安市绿地的空间分布明显不均衡,东北—西南方向上分布较多,且集中于市域的中部,分布有大型综合公园、居住区绿地和连续分布的街旁绿地,

在居住区周围形成了公园绿地网络,市民使用率较高,其他区域的公园绿地分布较分散,多为小型点状公园绿地,间距较大,不成体系,市民使用率低;采用网格化的高斯两步移动搜索法对绿地可达性进行评价,其值为 0—1 303.56,仍然处于较高水平,其中以清江浦区为最高。这是由于市域的中部一直是区域经济和政治中心的原因,为满足较高生活质量的需求,公园绿地的建设也较为完善。建议进一步优化淮安区的绿地空间建设,更好地提供绿色服务体验,在人口密度大且公园绿地面积小的地方,开发立体公园等公共设施,改善居民生活环境。

综上所述,本文利用多种空间分析方法和可达性评价方法多角度地分析了淮安市市域内绿地空间分布特征及可达性情况,这种“立体”综合研究希望对淮安市绿地进一步建设发展提供依据,但是本文仍存在一定的不足,即在使用网格化的高斯两步移动搜索法研究可达性时,前提是假设了每个网格内人口是均匀分布的,这与实际情况存在一定的差距,导致研究结果也与实际情况存在一定的差异。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.城市绿地规划标准:GB/T 51346—2019[S].北京:中国建筑工业出版社,2019.
- [2] 朱媛媛,汪孟,胡森,等.武汉市公园绿地空间可达性及优化路径研究[J].华中师范大学学报(自然科学版),2023,57(3):447-456.
- [3] 幸丽君,杜赛南,仝照民,等.环境正义视阈下城市公园绿地时空可达性及其影响因素[J].生态学报,2023,43(13):5370-5382.
- [4] 陈乐妍,宋立新.基于 ArcGIS 和 sDNA 的广州市旧城区公园绿地分布研究[J].美与时代(城市版),2022(12):86-88.
- [5] 杨文越,李昕,陈慧灵,等.基于多出行模式两步移动搜索法的广州多尺度绿地可达性与公平性研究[J].生态学报,2021,41(15):6064-6074.
- [6] 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[J].西北林学院学报,2022,37(3):261-267.
- [7] 李孟桐,杨令宾,魏冶.高斯两步移动搜索法的模型研究——以上海市绿地可达性为例[J].地理科学进展,2016,35(8):990-996.
- [8] 蔡爱玲,王钧,李婧贤,等.我国中部地区不同等级城市零售业空间布局特征研究[J].北京大学学报(自然科学版),2018,54(5):1114-1122.
- [9] 肖华斌,袁奇峰,徐会军.基于可达性和服务面积的公园绿地空间分布研究[J].规划师,2009,25(2):83-88.