

环境公平视角下长三角地区 国家森林公园供给研究

杨宜男 王立 王原¹

(安徽师范大学 地理与旅游学院, 安徽 芜湖 241002)

【摘要】 基于环境公平视角, 探究长三角地区国家森林公园供给的空间公平性和社会公平性问题。从规模、质量和可达性出发构建国家森林公园供给指标, 利用空间基尼系数分析供给空间公平性, 识别供给热冷点区, 并基于双变量空间自相关探究收入、人口和城乡差异对国家森林公园供给社会公平性的影响。结果发现: 长三角地区国家森林公园供给存在空间不公平性和社会不公平性, 国家森林公园供给集中于皖浙边界附近城市, 且偏向高收入、高城镇人口和高城乡差异的地区。基于研究结论, 提出优化国家森林公园空间分布、提高交通可达性和加强重点地区国家森林公园建设等建议。

【关键词】 环境公平 国家森林公园 空间基尼系数

【中图分类号】: P966 **【文献标志码】**: A **【文章编号】**: 1005-8141(2021)10-1174-06

森林公园既是自然保护地体系中的重要部分, 也是为居民提供优质游憩活动的重要目的地, 其具有的生态系统服务能够为公众提供生态福祉^[1]。森林公园作为一种面向所有公众提供生态系统服务的公共设施, 在空间上和不同社会群体间的分配需要考虑到公平性问题, 但目前国内关于环境公平的研究相对较少, 而针对森林公园等绿色基础设施的环境公平研究更是匮乏。国外学者相关研究较为丰富, 主要突出4个内容: 强调环境污染责任承担的公平性^[2], 强调政策待遇享受的公平性^[3], 强调环境保护参与上的公平性^[3], 强调环境资源分配的公平性^[4]。其中, 环境资源分配的公平性主要强调环境资源在空间分配和群体间分配的公平性。针对空间分配公平性, 主要采用可达性^[5]、数量及面积大小^[6]等方式分析不同地区居民享受森林公园等环境资源的平等性。也有学者从地方政府的公共政策战略互动出发, 探究不同地区间的森林公园等环境资源的供给不公平性^[7]。研究发现, 森林公园等环境资源供给在空间尺度上存在不公平性^[8,9]。而环境公平的研究始终离不开社会差异的讨论, 大量研究表明, 森林公园等环境资源供给在不同社会经济群体和民族群体间存在不公平性^[8,9], 对低收入等弱势群体较为不利^[10]。如, Rigolon^[4]发现森林公园等建设在很大程度使特权群体受益, 虽然低收入的群体更渴望获得森林公园等环境资源^[11], 但特权阶级所具有的社会地位和经济基础使其能够获得更高比例的公园面积。

综上, 现有的环境公平研究虽然取得了一定成果, 但是仍旧存在一些问题。首先, 大多数环境公平的研究多以单一城市为主体进行小尺度研究, 缺乏跨地区间的环境公平分析, 尤其是在社会人口流动和经济联系较为密切的区域进行城市间的环境公平分析。其次, 为了衡量不同群体间的环境公平性, 众多学者开发了多维指标^[12], 但缺乏综合公园规模、质量、可达性等指标来探究跨区域间的环境公平问题, 且描述不同社会公平性的指标也相对单一。最后, 我国关于森林公园等绿色基础设施供给的环境公平问题研究尚处于初始阶段。

作者简介: 杨宜男(1996-), 男, 福建省宁德人, 硕士研究生, 主要从事自然保护地研究。

王原(1981-), 男, 安徽省芜湖人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事自然保护地研究。

基金项目: 美国国家地理空气与水资源保护基金(编号: GEFC29-16); 国家自然科学基金项目(编号: 41201544)

2019年中共中央、国务院印发了《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》，将长江三角洲区域一体化发展上升为国家战略。推动长三角一体化发展需要站在区域协调发展的高度，协调优化好社会、经济、生态等多方面的发展，实现区域共同发展。在此背景下，分析长三角地区国家森林公园供给的空间公平性和社会公平性，一方面可以为长三角未来国家森林公园等绿色基础设施建设提供优化建议，另一方面对促进长三角地区绿色基础设施在不同社会群体间分配公平具有重要意义，避免在空间上和不同社会群体间产生较大的不公平性，破坏社会主义公平性原则。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

国家森林公园名录及面积数据基于我国国家林业和草原局历年公布的国家森林公园审批公告整理收集，时间截止到2019年底；国家森林公园地理位置依托百度地图来确定；长三角地区各城市居民人均可支配收入、农村居民人均可支配收入、GDP、常住人口数量、城镇人口比率等数据均收集于长三角地区各城市2019年国民经济与社会发展统计公报；长三角地区城市边界、铁路、公路数据均来源于全国地理信息资源目录服务系统的“1:100万全国基础地理数据库”(<http://www.webmap.cn/main.do?method=index>)。

1.2 评价指标

相关研究发现，规模^[13]、质量^[10]和可达性^[14]是影响绿色基础设施供给公平的重要因素，因此本文分别选择公园的数量指数、生态系统服务价值(ESV)和可达性来评价国家森林公园供给的规模、质量和可达性公平情况。在社会公平影响因素指标的选择上，国外学者较多地从收入、人口、城乡、种族、性别等方面研究不同群体间的绿色基础设施分配公平性问题^[15]，本文则主要从长三角地区实际出发，选择探究收入差异、人口差异和城乡差异对国家森林公园供给的社会公平性影响情况。具体指标说明参见表1。

表1 国家森林公园供给公平性评价指标

类别	评价内容	具体指标	指标说明
供给指标	规模	数量供给指数 S_n	由国家森林公园个数、面积、人均公园面积与公园覆盖率4个指标组成，反映国家森林公园数量供给情况
	质量	ESV供给指数 S_{ESV}	ESV体现生态系统服务功能作用大小，可用于反映国家森林公园质量水平
	可达性	可达性供给指数 S_d	基于累积耗费成本距离核算，可反映不同地区到最近国家森林公园花费的时间成本大小
社会公平指标	收入差异	人均生产总值 X_1	人均GDP是反映群体收入差异的重要指标，人均GDP越高，表示某地区居民的收入水平也相对越高
	人口差异	城镇人口比率 X_2	城镇人口比率反映了某地区的人口结构特征，城镇人口比率越高，表明该地城镇人口越多，而非城镇人口越少
	城乡差异	城乡居民人均可支配收入比(以农村为1) X_3	城乡人均可支配收入比为城市居民人均可支配收入比农村居民人均可支配收入，比例越高，表示城乡差距越大

1.3 研究方法

综合供给指数计算：本文基于 Max-min 标准化方法^[16]将国家森林公园数量供给指数、ESV 供给指数和可达性供给指数(负向指标)进行标准化处理，并基于等权重计算得到国家森林公园综合供给指数 S。计算公式如下：

$$S = \frac{S_n + S_{ESV} + S_d}{3} \dots\dots\dots (1)$$

数量供给指数计算：本文基于 Max-min 标准化方法对各城市国家森林公园个数、面积、人均公园面积(国家森林公园面积除以市域常住人口)和公园覆盖率(国家森林公园面积除以市域面积)进行标准化处理，并基于熵值法确定各指标权重^[16]。核算赋权后各指标的累加值得到国家森林公园数量供给指数。

ESV 供给指数计算：本文基于价值当量因子法核算国家森林公园 ESV。计算公式如下：

$$S_{ESV} = \sum (S_i \times P_i) \dots\dots\dots (2)$$

式中，S_i为公园面积；P_i为第 i 项生态系统服务功能的单位面积单价。

$$P_i = D \times E_i \dots\dots\dots (3)$$

式中，D 为标准当量因子的 ESV 量，参考谢高地、张彩霞、张雷明等^[17]的研究成果，D 取 3406.5 元/hm²；E_i为各单项 ESV 当量因子^[17]，参见表 2。

表 2 单位面积国家森林公园 ESV 当量及单价

一级分类	二级分类	价值当量	单价(元/hm ²)	一级分类	二级分类	价值当量	单价(元/hm ²)
供给服务	食物生产	0.25	860.14	调节服务	气体调节	1.91	6497.90
	原料生产	0.58	1975.77		气候调节	5.71	19442.60
	水资源供给	0.30	1021.95		净化环境	1.67	5697.37
支持服务	土壤保持	2.32	7911.60		水文调节	3.74	12723.28
	维持养分循环	0.18	604.65	文化服务	美学景观	0.93	3159.53
	生物多样性	2.12	7204.75				

可达性供给指数：通过计算区域内栅格可达性的平均值来反映不同地区到达最近国家森林公园的可达性情况^[18]。计算公式如下：

$$K_j = \sum_{i=1}^{n_j} F_i / n_j \dots\dots\dots (4)$$

式中， K_j 为第 j 个地区的国家森林公园可达性(即可达性供给指数 S_d)， K_j 越小，则时间成本越低； n_j 为第 j 个地区内的栅格数量； F_i 为第 i 个栅格的可达性时间。

可达性时间 F_i 采用栅格成本距离法进行测算。首先，将公路和铁路网转换为 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 的栅格。其次，基于不同等级道路的时间成本测算成本栅格，不同质量道路时间成本值基于《中华人民共和国公路工程技术标准 (JTGB01-2014)》和相关学者的研究进行赋值^[18, 19](表 3)。最后，计算各个栅格到国家森林公园的累积耗费距离。计算公式如下：

$$F = \begin{cases} \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (C_i + C_{i+1}), \text{垂直或平行方向} \\ \frac{\sqrt{2}}{2} \sum_{i=1}^n (C_i + C_{i+1}), \text{对角线方向} \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

式中， C_i 为第 i 个栅格的耗费值； C_{i+1} 为第 $i+1$ 个栅格的耗费值； n 为栅格数量。

表 3 不同质量道路通行速度与时间成本

道路类型	速度 (km/h)	时间成本 (s/km)
高速公路	120	30
一级公路	100	36
二级公路	80	45
三级公路	40	90
四级公路	30	120
高速铁路	280	12.6
普通铁路	100	36
其他	5	720

空间公平性评价：基于空间基尼系数衡量国家森林公园供给在空间分布上的公平性^[18]。计算公式如下：

$$Gini = - \sum_{i=1}^m (D_i \ln D_i) / \ln m \dots\dots\dots (6)$$

式中， D_i 为各市域内国家森林公园个数占地区总数的百分数； m 为市域个数。参考联合国开发计划署的划分标准， $Gini < 0.2$ ，表示分布高度均衡； $0.2-0.4$ ，表示分布相对均衡； $Gini=0.4-0.6$ ，表示分布相对随机； $Gini=0.6-0.8$ 表示分布相对集中；

Gini>0.8,表示分布高度集中。

社会公平性评价：基于双变量空间自相关分析国家森林公园供给在不同群体间的总体公平性，提出社会公平性指数衡量城市局部尺度上国家森林公园供给的公平性程度^[20]。计算公式如下：

$$G = \frac{(S_i/S)}{(P_j/P_j)} \dots\dots\dots (7)$$

式中，G 为社会公平性指数，（当 G 越接近于 1,表示国家森林公园供给社会公平性越好，G 越远离 1,表示国家森林公园供给社会公平性越差）；S_i 为第 i 市国家森林公园综合供给指数；S 为长三角地区国家森林公园综合供给指数总和；P_j 为长三角地区第 j 项社会公平指标值的总和；j 为人均生产总值、城镇人口比率或城乡居民人均可支配收入比（以农村为 1）；P_{ij} 为第 i 市第 j 项社会公平指标值。

2 结果及分析

2.1 国家森林公园供给特征分析

对比分析 2019 年长三角地区与内部的江苏、浙江和安徽（由于上海整体作为一个最小研究单元，没有次一级划分，故不做单独分区分析，仅在长三角地区整体研究中做分析，下同）国家森林公园供给特征，结果见表 4。从表 4 可见，长三角各省域间国家森林公园数量供给指数和 ESV 供给指数及两者的方差、极差均差距较大，表明在数量供给和 ESV 供给上存在较大的空间分异。其中，浙江由于森林基础资源较好，因此国家森林公园数量供给指数和 ESV 供给指数均最高；江苏以平原地区为主，是主要耕作区，因此国家森林公园供给数量指数和 ESV 指数均较低。从可达性指数看，由于长三角地区交通网络发达，各地区到达最近国家森林公园平均花费的时间均在 2h 以内，因此各省域间可达性供给指数及其方差、极差均差异较小，表明长三角地区国家森林公园可达性供给相对较为公平。从综合供给指数看，浙江省的国家森林公园供给相对具有较高的优势，江苏省的国家森林公园供给相对较弱。

表 4 2019 年长三角地区国家森林公园供给特征

区域	项目	数量	ESV(亿元)	可达性(h)	综合供给指数
长三角地区	平均	0.18	6.64	1.66	0.33
	方差	0.04	157.61	0.45	0.03
	极差	0.76	77.90	2.83	0.88
江苏省	平均	0.09	2.79	1.72	0.27
	方差	0.01	8.91	0.72	0.02
	极差	0.31	9.96	2.83	0.46
浙江省	平均	0.29	14.18	1.47	0.43
	方差	0.06	491.91	0.23	0.04
	极差	0.76	77.90	1.70	0.82

安徽省	平均	0.18	4.93	1.79	0.31
	方差	0.03	25.63	0.37	0.02
	极差	0.68	16.86	1.81	0.57

2.2 国家森林公园供给空间公平性分析

长三角地区及江苏省、浙江省、安徽省 2019 年国家森林公园综合供给指数的空间基尼系数结果见表 5。从表 5 可见，空间基尼系数均大于 0.90 水平，国家森林公园供给不仅在长三角地区整体呈现高度集中分布特征，在苏、浙、皖等省份内部也呈现出高度集中分布特征。其中，ESV 供给指数的空间基尼系数相对偏低，但也呈现出明显的集中分布特征。可达性供给指数和数量指数均呈现出明显的高度集中特征，其中可达性的空间不公平现象最为明显，其空间基尼系数均大于 0.90。从区域差异来看，在数量供给指数、可达性供给指数和综合供给指数上，苏、浙、皖 3 省的空间基尼系数差距不大，较为接近。但在 ESV 供给指数上，苏皖两省的空间基尼系数较大，而浙江相对较小，表明在国家森林公园供给质量空间分布上，浙江相对苏皖两省更为公平。

表 5 2019 年长三角地区国家森林公园供给空间基尼系数

区域	数量		ESV		可达性		综合供给指数	
	值	特征	值	特征	值	特征	值	特征
长三角地区	0.87	高度集中	0.77	相对集中	0.98	高度集中	0.97	高度集中
江苏省	0.83	高度集中	0.81	高度集中	0.96	高度集中	0.96	高度集中
浙江省	0.85	高度集中	0.69	相对集中	0.98	高度集中	0.96	高度集中
安徽省	0.84	高度集中	0.82	高度集中	0.98	高度集中	0.96	高度集中

局域关联指数 $Getis-OrdG^*$ 可用于识别空间上的高、低值簇，揭示空间要素的热冷点分布特征^[21]。参见图 1，从热点聚集区分布来看，由于皖南地区和浙江内陆地区的森林资源基础较好，是国家森林公园主要建设区，因此该地区的城市是国家森林公园数量供给指数和 ESV 供给指数的主要热点聚集区。而长江沿岸地区和太湖周边地区是长三角地区交通最为发达的区域之一，且国家森林公园分布数量相对较多，因此该区域的城市成为国家森林公园可达性供给指数的热点聚集区。从冷点聚集区分布来看，国家森林公园 ESV 供给指数没有显著的冷点聚集区，而数量供给指数和可达性供给指数的冷点聚集区主要分布于皖北和苏中地区，该地区森林资源基础较差，且交通基础设施建设尚未完善，形成供给冷点，造成该地区居民无法享受到平等的国家森林公园供给资源。

从综合供给指数来看，长三角地区国家森林公园综合供给指数热点和冷点区域呈现出明显的聚集分布特征和南北对称分布特征。热冷点区域均呈现出明显的聚集成团特征，造成长三角地区国家森林公园供给的严重不均衡，产生空间不公平现象。此外，以皖北和苏中为核心的北部冷点聚集区和以皖浙边界附近城市为核心的南部热点聚集区形成对称分布的空间格局。

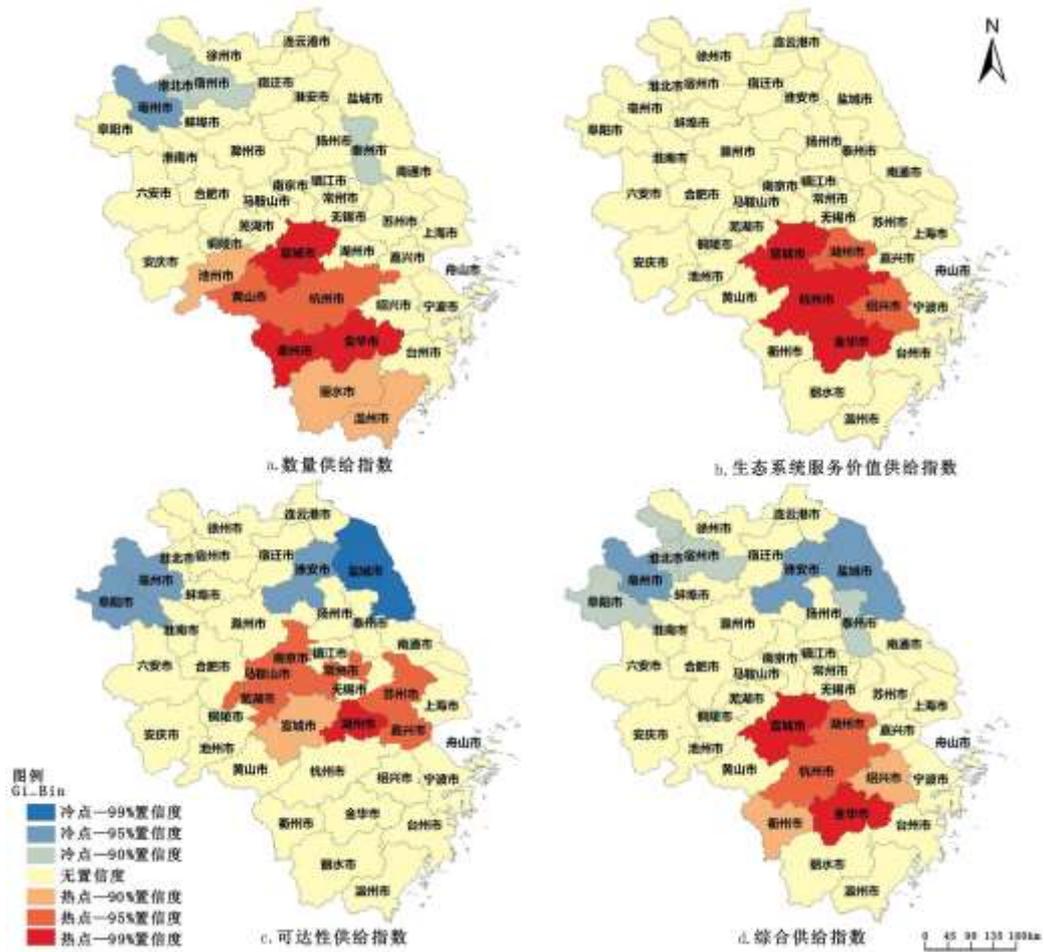


图1 2019年长三角地区国家森林公园供给热冷点分布

2.3 国家森林公园供给社会公平性分析

长三角地区国家森林公园供给与社会公平因素的双变量空间自相关结果见表6。从综合供给指数看，不同社会公平因素与综合供给指数的 Moran' sI 指数均大于 0，且通过显著性检验，两者在空间上呈显著的正向相关关系。城市间的城乡、收入和人口差异均会显著影响国家森林公园供给，国家森林公园供给偏向城乡差异大地区、高收入地区和多城镇人口地区，表明国家森林公园供给存在较为明显的社会不公平性。从具体供给指标看，国家森林公园数量供给指数和 ESV 供给指数与城乡居民人均可支配收入比间均存在显著的正向相关关系，表明在不同城乡居民人均可支配收入地区间存在着显著的国家森林公园规模和质量供给不公平现象。国家森林公园可达性供给指数与城乡居民人均可支配收入比、人均 GDP 和城镇人口比重间存在显著的正向相关关系，表明在不同城乡居民人均可支配收入地区间、不同人均 GDP 地区间和不同城镇人口比重地区间存在显著的国家森林公园可达性供给不公平现象。

表6 2019年长三角地区国家森林公园供给与社会公平因素全局 Moran' sI 指数

指数	城乡居民人均可支配收入比，以农村为 1	人均 GDP	城镇人口比重
----	---------------------	--------	--------

综合供给指数	0.2345***	0.1340**	0.1232*
数量供给指数	0.1535**	0.0067	0.0278
ESV 供给指数	0.1614***	-0.0175	-0.0099
可达性供给指数	0.2246***	0.2931***	0.2417***

长三角地区国家森林公园供给社会公平指数(图 2)显示:①在城乡社会公平方面,各城市均呈现出较为明显的国家森林公园供给不公平现象,以杭州、湖州、黄山和丽水等城市为核心的地区获得了超额的国家森林公园供给,而亳州、阜阳和盐城等城市获得的国家森林公园供给远低于对应的城乡水平。②在收入社会公平方面,各城市国家森林公园供给缺乏公平性,黄山、六安、淮南、丽水等城市获得了超过其收入水平的国家森林公园供给,而阜阳、亳州、盐城、扬州、泰州和南通等市获得的国家森林公园供给远低于对应的收入水平。③在人口社会公平方面,各城市国家森林公园供给也缺乏公平性,杭州、黄山和丽水等市获得了超额的国家森林公园供给,而阜阳、亳州、盐城、泰州和南通获得的国家森林公园供给不足。整体而言,长三角地区国家级森林公园供给均不具有城乡社会公平、收入社会公平和人口社会公平,皖浙交界附近城市能够获得超额的国家森林公园供给,而皖北和苏中地区城市国家森林公园供给不足。



图 2 2019 年长三角地区国家森林公园供给社会公平指数

3 结论、讨论与建议

3.1 结论与讨论

本文从环境公平视角出发,针对国家森林公园供给的空间公平性和社会公平性进行分析,得到以下主要结论:①长三角地区国家森林公园供给分布不均,浙江省获得的国家森林公园供给最多,其省内城市间也存在较大的供给差异。②长三角地区和苏、浙、皖 3 省内部均存在明显的国家森林公园供给集中分布特征,形成显著的供给热冷点区域。③长三角地区国家森林公园供给存在显著的社会不公平现象,城乡差异较大地区、收入水平较高地区和城镇人口较多地区能够获得更多的国家森林公园供给。④由于皖南和浙江的森林基础较好,因此该区域的城市能够获得超额的国家森林公园供给,而皖北、苏中和苏北地区以农业活动为主,森林资源不足,获得国家森林公园供给相对滞后。

本文研究结果一方面可引发对国家森林公园等绿色基础设施在不同社会群体间分配公平性问题的关注,另一方面可为未来

长三角地区国家森林公园建设的空间优化、公共政策制定等提供参考建议。但本文也具有一定的局限性：首先，由于缺乏栅格尺度的社会统计数据，因此以行政区尺度进行公平性研究，尺度间的差异可能造成研究结果存在一定的误差。其次，由于航空交通主要为点对点间的通勤，与地面交通存在差异，因此本文可达性测量以铁路和公路等地面交通为主，缺乏对航空交通的考量，对可达性的测量可能存在一定的误差。未来的研究中，要从更精细的尺度关注不同社会群体的绿色基础设施供给公平性问题，重点探究环境公平性问题的影响机理，并寻求促进环境公平的途径。

3.2 建议

本文基于国家森林公园供给公平性的探究，从国家森林公园空间优化、交通可达性和区域发展等方面提出建议：①在进行国家森林公园等绿色基础设施规划建设的过程中，要优先考虑供给分配的社会公平性问题，保证不同社会群体能够平等地享受到绿色基础设施提供的生态福祉。②提高交通可达性是解决国家森林公园供给公平性的有效方式，交通基础设施的完善可缩短居民抵达最近国家森林公园的时间，一定程度上增强了供给公平性。③皖北、苏中和苏北地区一方面要加强交通基础设施建设，另一方面要加强国家森林公园建设，保护森林资源。3个地区的森林资源不足，应通过国家森林公园建设等方式加强森林资源保护。

参考文献：

- [1]Markevych I,Schoierer J,Hartig T,et al.Exploring Pathways Linking Greenspace to Health:Theoretical and Methodological Guidance[J].Environmental Research,2017,158:301-317.
- [2]Mobai P,Pellow D,Roberts J T.Environmental Justice[J].Annual Review of Environment & Resoures,2009,34:149-51.
- [3]吴翠芳,姚志春,李玉文.环境公平研究进展综述[J].地球科学进展,2009,24(11):68-74.
- [4]Rigolon A.Parks and Young People:An Environmental Justice Study of Park Proximity,Acreage,and Quality in Denver,Colorado[J].Landscape and Urban Planning,2017,165:73-83.
- [5]Peilei Fan,Lihua Xu,Wenze Yue,et al.Accessibility of Public Urban Green Space in an Urban Periphery:The Case of Shanghai[J].Landscape and Urban Planning,2017,165:177-192.
- [6]Henry Wüstemann,Dennis Kalisch,Jens Kolbe.Access to Urban Green Space and Environmental Inequalities in Germany[J].Landscape and Urban Planning,2017,164:124-131.
- [7]Wendy Y.Chen,Fox Zhi Yong Hu,Xun Li,et al.Strategic Interaction in Municipal Governments' Provision of Public Green Spaces:A Dynamic Spatial Panel Data Analysis in Transitional China[J].Cities,2017,71:1-10.
- [8]Puay Yok T,Samsudin R.Effects of Spatial Scale on Assessment of Spatial Equity of Urban Park Provision[J].Landscape & Urban Planning,2017,158:139-154.
- [9]Boone C G,Buckley G L,Grove J M,et al.Parks and People:An Environmental Justice Inquiry in Baltimore,Maryland[J].Annals of the Association of American Geographers,2009,99(4):767-787.

-
- [10]Rigolon A. A Complex Landscape of Inequity in Access to Urban Parks : A Literature Review[J].Landscape and Urban Planning, 2016, 153 : 160-169.
- [11]Changdong Ye, Lingqian Hu, Min Li. Urban Green Space Accessibility Changes in a High-density City:A Case Study of Macau from 2010 to 2015[J]. Journal of Transport Geography, 2018, 66 : 106-115.
- [12]Heckert M, Rosan C D. Developing a Green Infrastructure Equity Index to Promote Equity Planning[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2016, (19) : 263-270.
- [13]Wendel H, Zarger R K, Mihelcic J R. Accessibility and Usability:Green Space Preferences, Perceptions, and Barriers in a Rapidly Urbanizing City in Latin America[J]. Landscape and Urban Planning, 2012, 107(3) : 272-282.
- [14]屠星月, 黄甘霖, 邬建国. 城市绿地可达性和居民福祉关系研究综述[J]. 生态学报, 2019, 39(2) : 421-431.
- [15]史春云, 陶玉国. 城市绿地空间环境公平研究进展[J]. 世界地理研究, 2020, 29(3) : 621-630.
- [16]陈明星, 陆大道, 张华. 中国城市化水平的综合测度及其动力因子分析[J]. 地理学报, 2009, 64(4) : 387-98.
- [17]谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8) : 43-54.
- [18]潘竟虎, 张建辉. 中国国家湿地公园空间分布特征与可接近性[J]. 生态学杂志, 2014, 33(5) : 1359-1367.
- [19]蒋海兵, 徐建刚. 基于交通可达性的中国地级以上城市腹地划分[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2010, 46(4) : 58-64, 69.
- [20]曹万林. 区域生态公平及其影响因素研究[J]. 统计与决策, 2019, 35(7) : 105-108.
- [21]Yingjie Li, Liwei Zhang, Junping Yan, et al. Mapping the Hotspots and Coldspots of Ecosystem Services in Conservation Priority Setting[J]. Journal of Geographical Sciences, 2017, 27(6) : 681-696.