

DOI: 10.5846/stxb201901060046

王甫园, 王开泳, 刘汉初. 珠三角城市群生态空间游憩服务供需匹配性评价与成因分析——基于改进的两步移动搜寻法. 生态学报, 2020, 40(11)

Wang F Y, Wang K Y, Liu H C. Evaluation and influence factors of spatial accessibility of ecological space recreation service in the Pearl River Delta Urban Agglomeration: a modified Two-step Floating Catchment Area method. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(11)

# 珠三角城市群生态空间游憩服务供需匹配性评价与成因分析

## ——基于改进的两步移动搜寻法

王甫园<sup>1,2</sup>, 王开泳<sup>1,2,\*</sup>, 刘汉初<sup>3</sup>

1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

2 中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101

3 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190

**摘要:**随着休闲时代的来临,生态空间的游憩服务功能越来越受到重视。揭示生态空间游憩服务供需匹配性格局及其成因,对于优化城市群公共游憩空间布局、提升居民福祉至关重要。以珠三角城市群为研究对象,采用改进的两步移动搜寻法对区域内生态空间游憩服务的供需匹配性格局进行评价,并综合分析其成因。研究结果得出:(1)研究区生态空间游憩服务供需匹配性分布特征表现出边缘——核心的圈层式结构,边缘区供需比高于核心区;(2)生态空间游憩服务供需匹配性分布的空间不公平性较大;(3)供需匹配性格局受自然和人文因素的综合影响,其中自然因素主要包括海拔、生态游憩空间分布,人文因素包括人口密度、区域工业化与城镇化格局、规划与政策。珠三角城市群城镇化和工业化模式造就了环境不公平性的现状,核心区生态游憩服务供给不足,人居环境质量较低。城市群景观生态结构优化应注重进行生态修复,优化生态游憩空间分布。未来新城新区建设时应借鉴生态城市建设理念,实现生态游憩空间与生活空间、生产空间协调发展。

**关键词:**珠三角城市群;生态游憩服务;供需匹配性;两步移动搜寻法;不公平性

## Evaluation and influence factors of spatial accessibility of ecological space recreation service in the Pearl River Delta Urban Agglomeration: a modified Two-step Floating Catchment Area method

WANG Fuyuan<sup>1,2</sup>, WANG Kaiyong<sup>1,2,\*</sup>, LIU Hanchu<sup>3</sup>

1 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

2 Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

3 Institute of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

**Abstract:** Exploration of the accessibility of ecological space recreation service (ESRS), its driving forces and unfairness are very important to optimize the land use management and improve the well-being of residents in urban agglomeration area. Taking the Pearl River Delta Urban Agglomeration (PRDUA) as a case, the modified Two-step Floating Catchment Area method (2SFCA) was used to evaluate the supply-demand matching pattern of the ESRS and its influencing factors. The results showed that: (1) the accessibility of ESRS decreased from the marginal zone to the core region. (2) There was greater unfairness of accessibility of ESRS in the PRDUA. (3) The spatial pattern of accessibility was affected by both

**基金项目:**国家自然科学基金项目(41871151); 国家自然科学基金青年基金项目(41901181); 中国博士后科学基金资助项目(2018M641457)

**收稿日期:**2019-01-06; **网络出版日期:**

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangky@igsrr.ac.cn

natural and human factors. The natural factors included elevation, ecological recreation space distribution, while human factors included population density, industrialization and urbanization pattern, urban planning and policy. The pattern of rapid urbanization and industrialization in the PRDUA led to the environmental unfairness. The low supply of ecological recreation service in the core area suggested that the landscape structure optimization of urban agglomeration should focus on the ecological restoration, optimize the spatial distribution of ecological recreation spaces, and promote the eco-city model when constructing new cities or new districts to realize the coordinated development of ecological recreation space, living space and production space.

**Key Words:** Pearl River Delta Urban Agglomeration; ecological recreation service; accessibility; Two-step Floating Catchment Area method; unfairness

党的十九大报告指出:“要提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要。”在城市群地区,生态空间(Ecological space)不仅是城市群生态安全的屏障,还是当地居民亲近自然和放松身心的活动场所,为居民提供了休闲、娱乐等生态系统服务。社会公平(Social equity)理论和福利主义游憩观认为,游憩权是社会公民权的一部分,政府需保障公民游憩的供给,给公民创造公平的游憩机会<sup>[1]</sup>,其中空间公平是基础<sup>[2]</sup>。在居民休闲半径内生态空间游憩服务供给与需求匹配性,事关居民的户外游憩、亲近自然等权利的实现,是影响城市居民福祉和环境公平(Environmental justice)的重要因素<sup>[3]</sup>。

“供需匹配性”来源于国外文献中的“accessibility”,指定义的空间范围内服务供给与人口需求的匹配状况。服务设施的供需匹配性研究是热点。一些研究使用一定范围内服务设施规模与人口的比率来衡量供需匹配性,如使用缓冲区分析和网络分析揭示印度德里绿地的供需匹配性状况<sup>[4]</sup>;构建了包括绿地面积、绿地面积与人口比率、通勤距离等的指标体系,利用缓冲区分析揭示了德国城市绿色空间日常休闲服务的供需匹配性<sup>[5]</sup>。Fan 等以绿地质量和易到达性为指标构建综合指数,评价了上海市 100 m×100 m 格网单元以及市辖区两个尺度绿地的游憩服务供给格局与演变特征<sup>[6]</sup>。两步移动搜寻法(Two-step floating catchment area method, 2SFCA)在测算中综合考虑了供给规模、需求规模、服务半径以及服务区重叠等因素,测算更为精准,已成为了生态空间游憩服务供需匹配性评价的前沿方法。相关研究以优化城市绿地供需空间格局为目的并提出优化绿地布局的建议<sup>[7-8]</sup>,如 Dai 利用高斯两步移动搜寻法发现大都市绿地供需比在不同人群之间不平等<sup>[9]</sup>;张鹏飞等基于增强的两步移动搜寻法(Enhanced 2SFCA),发现武汉市旅游景点的潜在供需匹配性分布不均衡<sup>[10]</sup>;少数研究发现社会经济地位较高群体周边绿地的供需匹配性较佳,说明城市公园分布具有社会不公平性<sup>[11]</sup>。供需匹配性的影响因素方面,研究指出,城市绿地分布平等性受到区位、人口的种族和社会经济地位<sup>[9,12]</sup>、绿地形态与布局<sup>[13]</sup>、城市化和绿化政策<sup>[14]</sup>的影响;靠近河流和城郊大型自然公园的居民点供需匹配性较好<sup>[15]</sup>;使用中位数选民模型(the median voter model)得出城市人口、中位数收入和人均收入等影响城市绿地率<sup>[16]</sup>;中国城市绿色空间供给受到人口、土地面积、国内生产总值(Gross Domestic Product, GDP)、人均 GDP、城市化水平的影响<sup>[17]</sup>,与人均 GDP 的函数关系是一条“N”型的库兹涅茨曲线<sup>[18]</sup>;城市致密化对绿色空间的人均水平<sup>[19]</sup>和总体供给<sup>[20]</sup>有负向影响。

综合而言,城市群尺度的生态空间游憩服务供需匹配性评价研究较少,供需格局特征尚待揭示,成因方面也主要探讨城市生态游憩空间供给的影响因素,城市群供需格局成因的实证探究缺乏。随着城市群基础设施互联互通的推进,城郊和城际游憩已成为目前城市居民休闲的重要倾向<sup>[21]</sup>。50%以上的居民开展每月多次或每月 1 次的周边游,而大多数用户选择的周边游出行距离约为 1—5 个小时车程<sup>[22]</sup>,说明半天至两天的城郊、城际游憩活动需求规模化、常态化,城市游憩转向城市群游憩。因此,仅关注城市尺度生态空间游憩服务供需关系已经难以满足实践需求,研究范围需要转向城市群尺度,探索生态空间游憩利用的整体规划与建设。据此,本文以珠三角城市群为研究区,选用适用于城市群尺度的改进两步移动搜寻算法,精细测算乡镇街道人口统计单元在一定距离范围内可获得的生态游憩服务,并利用 ArcGIS 对供需匹配性进行空间制图,然后进一

步从供给因素和需求因素的分布特征入手剖析供需匹配性格局的成因,为生态空间游憩利用格局优化提供思路。

## 1 数据与方法

### 1.1 研究区域

珠江三角洲城市群包括广州、深圳、佛山、东莞、中山、珠海、江门、肇庆、惠州 9 个城市,土地总面积 54733 平方公里,非建设用地(包括农用地和其他建设)46400 平方公里,占总面积的 84.78%,其中林地面积 27849 平方公里,占总面积的 50.88%,主要分布于广州、惠州、江门、肇庆四市<sup>[23]</sup>。区域人口密集,常住人口为 6150.54 万人,2017 年城镇化率达到 85.29%<sup>[24]</sup>,其核心地带形成了 1.5 万平方公里的都市连绵区,成为了东亚地区规模最大的“巨型城市区域”,城际轨道、绿道和高速公路网络不断完善,成为了我国城镇化和区域一体化发育水平最高的地区之一,生态游憩服务的社会需求旺盛。当前,珠三角正处于“空间转型”的关键时期,优化生态环境、创造优质人居环境成为景观生态规划和管理的紧迫问题和重要目标<sup>[25]</sup>。珠三角城市群的区域特征使其适合作为城市群尺度游憩服务供需匹配性评价的案例地,也非常契合该区域的规划和管理诉求,因而其作为研究区具有典型性和代表性。

### 1.2 供需匹配性界定与评价方法

“accessibility”对应中文文献中的“可达性”,一些研究认为它是点与点之间的最短通勤时间<sup>[26-29]</sup>或金钱成本<sup>[30]</sup>。两步移动搜寻模型则将空间可达性(spatial accessibility)定义为区域内供给与需求之间相互作用的潜力<sup>[31]</sup>,包括可获得性和空间可接近性<sup>[32]</sup>,可获得性为一定空间范围内的供应与需求的比率。该定义超出了时间或空间距离的概念,同时考虑了居民点的需求、服务设施供给质量或规模以及二者之间的时间或空间阻抗、居民通勤距离等多方面的因素。由此可知,“accessibility”及其译词“可达性”的内涵比较宽泛,选用合适的中文词汇来直观、精准地呈现研究所需表达的含义,有利于推动该领域研究的本土化发展和创新。据此,本文结合实践需求,使用“供需匹配性”来对接“accessibility”的概念,并参考国外文献中的界定,将生态游憩服务供需匹配性界定为生态游憩空间的供给水平与处在其周边一定时间距离内的人口总需求的匹配程度,以供给与需求的比值(供需比)来衡量。区域内所有人口统计单元都存在一个供需比,定义区域内处于某一值域的供需比属于供需平衡区,则低于该值域的供需比就属于供给稀缺区,而高于该值域的供需比则属于供给大于需求区。供需平衡区的值域是一个相对值,主要是为了方便同一区域所有空间单元对比并进行空间制图,不具有跨区域应用性。

Luo 和 Wang 在重力模型的基础上,利用空间分解的思想提出了 2SFCA 方法,它以搜索域(Catchment area)取代固定的地理或行政区作为空间单元,完善了生态游憩空间与人口供需互动的测算方法<sup>[31]</sup>。2SFCA 被广泛用于医疗健康<sup>[33-34]</sup>、教育<sup>[35]</sup>、养老<sup>[36]</sup>、绿地等公共服务设施的供需匹配性评价,并出现 4 类修订模式:①对搜寻半径的修订,如增强 2SFCA 对搜寻半径进行分段处理;②引入距离衰减函数的修订,比较代表的修订模型有重力型 2SFCA、核密度型 2SFCA、高斯型 2SFCA;③加入选择倾向与供给竞争的考量,如三步移动搜寻法(3SFCA)、改进型 2SFCA、胡弗型 2SFCA;④基于出行方式的扩展<sup>[37]</sup>。以往研究主要将高斯型 2SFCA 方法应用于城市尺度绿色空间供需匹配格局研究<sup>[7-9]</sup>,但不适用于城市群等较大尺度的分析。据此,Wang 等基于城市群空间尺度特征发展了改进的核函数 2SFCA,该模型引入了区域游憩活动距离衰减规律<sup>[38]</sup>,考虑了游憩空间质量及其相互竞争因素,并结合了 Delamater<sup>[39]</sup>的 M2SFCA 形式,允许部分设施资源无法分配到需求点从而无法得到有效利用,更贴近客观实际。本文运用其模型来测量生态空间游憩服务的供需匹配性,其计算过程为<sup>[40]</sup>:

第一步:对每个生态游憩空间(j),

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in [d_{kj} \leq d_0]} P_k f(d_{kj}) Prob_{kj}} \quad (1)$$

第二步:对每个乡镇街道( $i$ ),

$$A_i^F = \sum_{j \in [d_{ij} \leq d_0]} \text{Prob}_{ij} f(d_{ij}) \frac{S_j f(d_{ij})}{\sum_{k \in [d_{kj} \leq d_0]} P_k f(d_{kj}) \text{Prob}_{kj}} \quad (2)$$

$R_j$ 指生态游憩空间供给与位于生态游憩空间  $j$  的搜索半径  $d_0$  范围内的乡镇街道总人口的供需比;  $k$  表示位于以生态游憩空间  $j$  为中心的搜寻半径  $d_0$  内的乡镇街道人口单元;  $P_k$  表示常住人口数量,代表乡镇街道对生态游憩服务的需求规模;一般而言,区域性游憩活动主要包括市内休闲、城郊休闲和跨城休闲,以公路交通为基准,确定 2 个搜索半径( $d_0$ ): 1 h(市内)和(城郊或城际) 2 h<sup>[40]</sup>;  $S_j$  的含义改为  $j$  的生态游憩服务供给水平,由面积和开发利用水平综合反映。各生态游憩空间的官方评定等级一定程度上反映了它的开发利用水平,据此,将生态游憩空间分为国家级(或 5A)—县区级(或 2A)四个等级,并根据等级对面积进行赋权得出服务供给水平。假定省级和 4A 级为 1,则相邻等级之间的权重值相差 0.333,其余三个等级的权重分别对应 0.333、0.667、1.333。将面积乘以权重值,得出各生态空间游憩服务供给水平。

$A_i$  为各乡镇街道最终的供需匹配性数值,相当于以  $i$  为中心,汇总位于搜索范围的内的所有  $R_j$ ;  $f(d_{ij})$  为点  $i, j$  间的距离衰减函数,在城市群尺度选用核函数效果较理想<sup>[40]</sup>,其表达式为:

$$f(d_{ij}) = \frac{3}{4} \left[ 1 - \left( \frac{d_{ij}}{d_0} \right)^2 \right], d_{ij} \leq d_0 \quad (3)$$

$\text{Prob}_{ij}$  为乡镇街道  $i$  对生态游憩空间  $j$  的选择概率,实际上是增加了一步包括全部需求点和设施在内的搜寻,其计算公式为:

$$\text{Prob}_{ij} = \frac{S_j f(d_{ij})}{\sum_{k \in [d_{ik} \leq d_0]} S_k f(d_{ik})} \quad (4)$$

### 1.3 数据来源与处理

#### 1.3.1 生态游憩空间数据

本研究将珠三角城市群生态游憩空间界定为七类:森林公园、风景名胜区、地质公园、水利风景区、湿地公园、A 级生态景区、城市综合公园(只含综合公园和专类公园)。前六类是由国家自上而下指导建立的公园体系的重要组成部分,在全国和省域范围内提供生态游憩服务,因而被纳入研究对象。城市综合公园是适合于公众开展各类户外活动的规模较大的绿地<sup>[41]</sup>,在城市群范围内具有游憩服务意义。但是,社区、乡镇级森林公园和湿地公园游憩服务范围较小,不具有区域性,1A 级景区等级和游憩服务能力较低,因而未将它们纳入。各类生态游憩空间名称、面积和等级信息来源见表 1。合并多地多牌的生态游憩空间,面积和等级数据取两类中的较大者,共得到 539 条记录。利用它们的经纬度信息,将其精准定位到珠三角城市群区域地图上(见图 1)。

#### 1.3.2 人口、交通和建设用地数据

由于历年的统计年鉴缺乏对乡镇街道人口的统计,因此,从最近的一次人口普查中获取乡镇街道人口数据,被国内外研究所采用<sup>[9,33]</sup>。本文的乡镇街道(含少数开发区、林场和管委会辖区)人口数据来自 2010 年第六次人口普查年鉴,共计 611 个人口统计单元。将乡镇名称通过经纬度信息,定位在珠三角城市群区域地

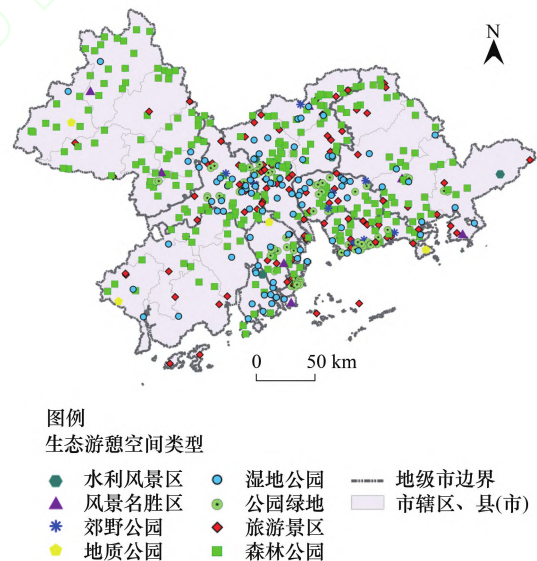


图 1 生态游憩空间的分布

Fig.1 Distribution of ecological recreation spaces

图上,并借助广东省乡镇街道地图,对乡镇街道边界进行数字化,得出乡镇街道人口分布图(见图2)。

表 1 生态游憩空间数据来源

数据类型 Data type	级别 Level	来源 Sources
森林公园名录 Forest park directory	国家级、省级、市级、 县(市、区)级	广东省森林公园一览表 <a href="https://www.gdf.gov.cn/index.php?action=view&amp;id=7481">https://www.gdf.gov.cn/index.php?action=view&amp;id=7481</a> 省级森林公园名录 <a href="https://park.gdf.gov.cn/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=79;2010-01-11-03-07-17&amp;catid=16;gongyuanminglu">https://park.gdf.gov.cn/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=79;2010-01-11-03-07-17&amp;catid=16;gongyuanminglu</a> 广东省免费森林公园名单 <a href="https://www.gdf.gov.cn/index.php?controller=front&amp;action=view&amp;id=10033759">https://www.gdf.gov.cn/index.php?controller=front&amp;action=view&amp;id=10033759</a> 广东省森林公园体系和湿地公园体系建设与发展规划基础数据 <a href="https://www.gdf.gov.cn/index.php?controller=front&amp;action=view&amp;id=10019383">https://www.gdf.gov.cn/index.php?controller=front&amp;action=view&amp;id=10019383</a>
湿地公园名录(至 2017 年 7 月) Wetland park directory (until July 2017)	国家级、省级、市级、 县(市、区)级	名称、面积和等级信息均通过申请广东省林业厅政府信息公开获得。
风景名胜名录 Scenic area directory	国家级、省级	广东省风景名胜名录 <a href="http://www.360doc.com/document/13/0122/16/9090133_261783885.shtml">http://www.360doc.com/document/13/0122/16/9090133_261783885.shtml</a> 广东省风景名胜区体系规划(2015—2030)
水利风景区名录 Water conservancy scenic area directory	国家级	从水利部官方网站( <a href="http://slfq.mwr.gov.cn/jqml/">http://slfq.mwr.gov.cn/jqml/</a> )获得国家级水利风景区名录,其面积经由网络搜索获得。
地质公园名录 Geopark directory	国家级、省级	向广东省国土资源厅申请信息公开获得名称、面积和等级信息
A 级景区名录(截至 2017 年 9 月 8 日) A-level scenic list (until September 8, 2017)	5A、4A、3A、2A	名录和等级信息来自广东省旅游局官方网站 <sup>[42]</sup> ,面积同样通过网络搜索整理。
城市公园 (综合公园和专类公园) Urban Park Directory (comprehensive parks and special parks)	市级,社区公园服务范围较小,未予纳入	名称、位置和面积从各市园林绿化主管部门官方网站、旅游服务网站(如侠侣网)、百度百科等网站整理,所在位置通过查询谷歌地图获得。

基于谷歌地图对高速公路、国道、省道、县道、乡镇村道、大陆港口通至海岛游憩空间的海上航线进行数字化处理,建立城乡道路网 shapefile 图层。采用 ArcGIS10.0 几何算法,计算出道路的长度,并对道路的类型、等级以及通行速度进行赋值(见表 2)。本文未考虑高铁和城市快速轨道交通,原因在于:(1)调查显示,珠三角城市群居民出游交通方式选择以自驾和大巴(62.75%)为主,高铁和快速轨道交通的选择率较小,只有 8.82%<sup>[43]</sup>;(2)轨道交通站点一般位于市内,难以直达城郊生态游憩空间,加上轨道交通站点到郊区的换乘时间,总时间反而可能大于使用公路交通的时间。使用 ArcGIS10.0 的 network analysis 工具,以乡镇街道为起始点(Origin),各游憩空间为目的地(Destination),建立 OD 成本矩阵,计算出乡镇街道与生态游憩点之间基于实际交通路网的最短通行时间。建设用地数据从 2015 年 100 m×100 m 中国土地利用栅格数据中提取,数据

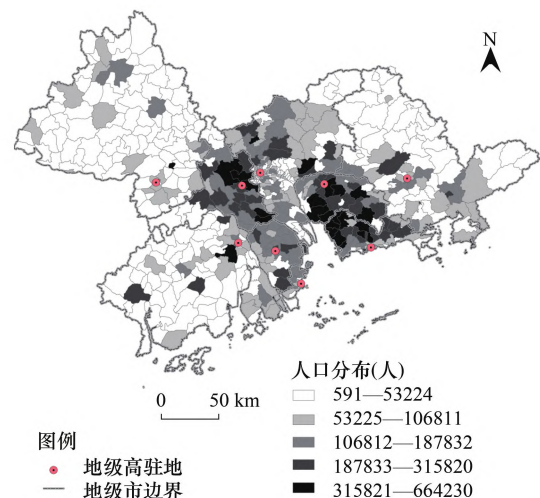


图 2 2010 年珠三角城市群人口分布

Fig.2 Population distribution in the Pearl River Delta urban agglomeration in 2010

来源于中国科学院资源环境科学数据中心<sup>[44]</sup>。

表 2 交通方式及其时速赋值表

Table 2 Traffic mode and its speed value table

交通方式 Modes of transportation	时速 Speed per hour/(km/h)	依据 Basis
高速公路 Highway	100	高速公路的设计时速一般不低于 100 km/h <sup>[45]</sup> 。
国道 National road	80	国道和省道主要对应二级公路,也有部分路段是一级公路。国道建设标准高于省道,因此,二者的通行速度取《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)中二级公路设计时速的最高值(也相当于一级公路设计时速的中等值)和最低值,即 80 km/h、60 km/h。
省道 Provincial road	60	
县道 County road	40	县道、乡道和村道是支线公路,多采用三级、四级公路标准,设计时速为 20 km/h—40 km/h,因此县道、乡道和村道的通行时速分别取 40 km/h、30 km/h、20 km/h。
乡道 Township road	26.63	在公路解译过程中,乡道和村道难以进行区分,因而进行合并处理,时速取乡道和村道的加权平均值,其中权重取各自的公路里程。综合网上资料,珠江三角洲城市群乡道与村道里程的比值约为 66.29、33.71,因而计算出乡镇村道的加权平均速为 26.63 km/h。
村道 Village Road		
城市快速路 Urban expressway	80	的设计时速为 60—100 km/h,考虑到各城市可能存在差异,假定城市快速路的平均通行速度为 80 km/h。
海上航线 Sea lane	37.04	行驶速度取每小时 20 节,即 37.04 km/h。

## 2 研究结果分析

### 2.1 供需匹配性格局分析

对珠三角城市群供需匹配性值进行空间制图,并采用自然断点法将乡镇街道的供需匹配性状况分为 5 个等级:供给严重贫乏区、供给不足区、供需平衡区、供给盈余区、供给富足区。五区的供需比均值梯度结构较明显,说明划分方法和结果较合理(见表 3)。由图 3a 可知,当搜寻半径为 1 h 时,城市群边缘地带的广州市从化区、肇庆市广宁县、江门市恩平市、惠州市惠东县、深圳市大鹏新区分布有较多的供给盈余区和富足区,这些区域分布有流溪河国家森林公园、广宁县北市森林公园、恩平地热国家地质公园、白盆湖国家水利风景区、大鹏半岛国家地质公园,因而生态游憩服务供给水平高。其中,供给富足区的供需比均值最大,超出盈余区 603.63,且主要分布在盈余区的边缘。供需平衡区主要分布在盈余区和富足区的邻近乡镇,由于接受到了这两个区域生态游憩服务的辐射,供需比在区域中处于中等水平。稀缺区主要分布在深圳市西部、惠州市市辖区、广州市从化区和增城区以南的市辖区、肇庆市市辖区、江门市市辖区以及佛山市、中山市、珠海市和东莞市全部,这些区域均被较早纳入城市市辖区,虽然交通便利,但城市化水平较高,人口稠密,对生态游憩服务的需求大,但生态游憩空间面积较小,因而供需比较低。

表 3 供需匹配性分区统计(d=1 h)

Table 3 Hierarchical statistics of supply-demand matching value(d=1 h)

区域的类型 Type of area	供需匹配性分级 Supply-demand matching level	供需比值域 Supply-demand ratio	均值 Mean	标准差 Standard deviation
全域 Whole region	供给稀缺区	1.224—49.703	19.365	10.737
	供给不足区	49.704—143.98	81.370	27.102
	供需平衡区	143.99—361.89	214.669	56.933
	供给盈余区	361.90—871.45	569.036	136.940
	供给富足区	871.46—2136.8	1172.669	37.402
供给稀缺区 Supply scarce areas	稀缺严重区	1.22—14.12	10.310	2.418
	稀缺较高区	14.13—22.04	17.963	2.238
	稀缺较少区	22.05—32.98	26.265	3.251
	稀缺很少区	32.99—49.70	39.954	4.346

生态游憩服务供给稀缺区域面积较大,有必要对其内部结构进行进一步剖析。同样采用自然断点法将供给稀缺区分成四个等级:稀缺严重区、稀缺较高区、稀缺较少区、稀缺很少区(见表 3)。由图 3b 发现生态游憩空间供给稀缺程度总体上呈现出从“核心—边缘”由高变低的圈层结构,其中珠江入海口西北部生态游憩服务稀缺程度最高,而越往边缘则稀缺程度越低。江门台山市南部沿海乡镇由于生态游憩空间缺乏(见图 3b),且与海岛游憩空间距离也较远,也成为了稀缺严重区。

当搜寻半径扩大为 2 h 时,从化区从供给盈余区转变成供给不足区域(见图 3c),主要是因为该区域靠近广州市人口密集区,随着搜索半径扩大,服务范围和人口增多,供需比下降。供给平衡区、盈余区及富足区在原有基础上有较大范围的扩展,其中肇庆市怀集县、封开县、恩平市供需平衡区范围大大增加,基本已经覆盖全域。此外,供给稀缺区相比图 3a 的范围缩小,向核心区收缩。同样对稀缺区内部格局进行剖析(见图 3d),发现相较于图 3b,稀缺严重区域从珠江入海口西北部南移至入海口西南部,这是由于搜索半径的扩大,广州市中部已处于增城、从化区大规模、高等级生态游憩空间的服务范围,其可获得的生态游憩空间有所提升。中山市和珠海市南面临海,往珠江入海口东岸的深莞地区需要绕道虎门大桥。因此,相比 1 h 搜索域,2 h 搜索域内生态游憩空间供给难以明显增加,反而成为 2 h 搜寻半径下的稀缺严重区。此外,当搜索半径增加时,台山赤溪、海晏、广海三镇处于上川岛、下川岛游憩服务范围内,三镇不再是稀缺严重区。

对供需匹配性进行分区统计,发现当搜寻半径为 1 h 时,供给稀缺区内部稀缺严重区供需比的均值仅为 10.310,而供给富足区则达到了 1172.669,差额达到 1162.359,说明在出行半径 1 h 范围内,城市群核心地区居民享有生态游憩服务具有较大的空间不公平性,核心地区供需比远低于边缘地区,说明核心区需求大,但供给较少,而边缘区需求少,但供给水平较高,供需错位程度比较严重(见表 3)。当出行半径扩展至 2 h 时,稀缺严重区的范围有所缩小,说明供需匹配性状况有所改善(见图 3c),但全域中的供给稀缺区及其内部的稀缺严重区与全域范围内的供给富足区的供需比的差额分别为 672.661、680.484(见表 4),虽然差值相比 1 h 搜索半径时缩小,但仍然呈现出生态游憩服务享有的不公平性格局和供需错位的格局。

表 4 珠江三角洲城市群供需比分级统计(d=2 h)

Table 4 Hierarchical statistics of supply-demand ratio in the Pearl River Delta Region

区域的类型 Type of area	供需比值域 Supply-demand ratio	供需匹配性分级 Supply-demand matching level	均值 Mean	标准差 Standard deviation
全域 Whole region	16.11—39.33	供给稀缺区	28.269	5.307
	39.34—77.13	供给不足区	50.884	9.199
	77.14—160.66	供需平衡区	106.999	19.244
	160.67—370.99	供给盈余区	255.096	66.179
	371.00—1017.98	供给富足区	700.930	224.268
供给稀缺区	16.11—23.29	稀缺严重区	20.446	1.685
Supply scarce areas	23.30—28.28	稀缺较高区	26.270	1.397
	28.29—33.08	稀缺较少区	30.361	1.350
	33.09—39.33	稀缺很少区	35.877	1.829

## 2.2 成因分析

### 2.2.1 海拔高度

由图 4 推断,海拔高度影响区域生态空间和人口分布,对供需匹配性格局产生影响。表 5 也显示,平均海拔为 240 m 以上地区为全域尺度供需平衡及供给剩余区,而海拔低于 60 m 的区域为供给稀缺区。再进一步考察稀缺区域的内部结构,发现海拔高度不超过 36 m 的区域为高稀缺性区域,而海拔超过 80 m 的区域为低稀缺区。高海拔地区生态空间面积较大,森林覆盖率高,生态景观质量较好,往往会形成规模较大、等级较高的生态游憩空间,而且由于地处山地,人口密度相对平原更低,因而容易形成供需平衡或供给剩余区。但部分

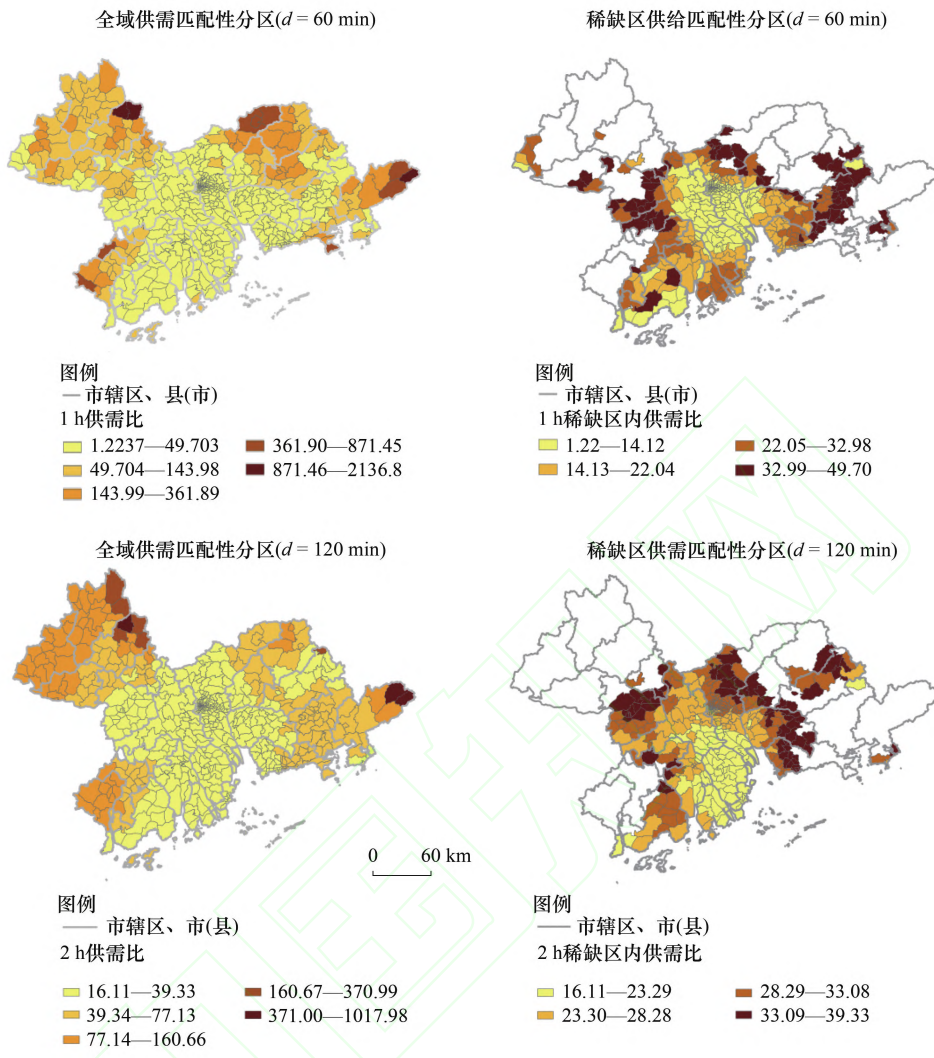


图 3 生态空间游憩服务供需匹配性格局

Fig.3 Supply-demand matching of ecological space recreational services

海拔较高的山体周边也未能形成供给剩余区,如中山市的大尖山—五桂山地区,台山市北峰山国家森林公园周边,主要原因是这些地区生态游憩空间面积较小。

### 2.2.2 生态游憩空间供给

除海拔之外,生态游憩空间规模和等级共同影响供需匹配性格局形成。由表 5 可知,无论是在全域尺度,还是稀缺区,生态游憩供给规模(平均等级 $\times$ 人均生态游憩空间)越高的地区,生态游憩供需比就越高。例如,当搜寻半径为 1 h 时,全域中游憩供给规模为 2211.146 的区域为供给平衡与供给剩余区,而游憩供给规模为 79.937 的区域则属于供给稀缺区。供需平衡和供给剩余区内生态系统保存良好,广东省在此规划建设了一批服务于全省以及全国的生态游憩空间,规模较大,等级较高,形成了流溪河国家森林公园、恩平地热国家地质公园、罗浮山风景名胜区、白盆湖国家水利风景区、大鹏半岛国家地质公园、广宁竹海国家森林公园等规模大、等级高的生态游憩空间,生态游憩服务供给水平高。

### 2.2.3 人口密度

对比图 3 和图 5,发现珠三角城市群人口密度较高区域,也是生态空间游憩服务稀缺较高或严重的区域,说明供需匹配性分布与人口密度分布密切相关。人口密度越大,则一定空间单元内生态游憩空间需要服务的人口规模越大,游憩服务的供需比也就越低。进一步测算发现(见表 5),首先,在全域范围内,当搜寻半径为



1 h 时,人口平均密度达到 1714.620 人/km<sup>2</sup>的区域属于供给稀缺区,而人口平均密度为 167.425 人/km<sup>2</sup>的区域则为供需平衡和供给剩余区。稀缺区内部的人口密度也存在一定的差距,其中高稀缺区的人口密度为 2375.817 人/km<sup>2</sup>,低稀缺区为 1044.657 人/km<sup>2</sup>。搜寻半径扩大至 2 h 时也存在同样的规律,且原有的供需平衡和供给剩余区( $d_0 = 1$  h 时)内的生态游憩空间服务范围延伸至人口密度较高的核心区,核心区供需比增加,边缘区的供需比被拉低,但由于城市群边缘与核心区人口密度分布的巨大差异,全域生态游憩空间稀缺区空间范围有所缩小,但幅度并不明显(见图 3a,3c)。

表 5 供需匹配性影响因素描述性统计

Table 5 Descriptive statistics of factors affecting supply-demand matching pattern

搜索半径 Search radius	区域 Area	供需匹配 性分级 Supply- demand matching level	海拔高度 Altitude/m	人均生态游 憩空间 Per capita ERS/ (m <sup>2</sup> /人)	平均等级 Average level	生态游憩空 间供给规模 Supply scale of ERS	人口密度 Population density/ (人/km <sup>2</sup> )	建设用地占比 Ratio of construction land/%
1h	全域	供给稀缺区	57.932	39.378	2.03	79.937	1714.620	22.21
		供需平衡及供给剩余区	262.399	1063.051	2.08	2211.146	167.425	1.93
	稀缺区	高稀缺区	33.163	21.772	1.99	43.326	2375.817	29.56
		低稀缺区	82.815	79.951	2.10	167.897	1044.657	14.76
2h	全域	供给稀缺区	59.292	50.657	2.00	101.314	1708.932	21.85
		供需平衡和供给剩余区	246.672	570.588	1.73	987.117	187.535	1.85
	稀缺区	高稀缺区	35.494	27.853	1.87	52.085	1673.908	23.78
		低稀缺区	81.585	71.939	2.14	153.949	1742.967	19.98

(1) 游憩供给规模以“平均等级 \* 人均生态游憩空间面积”的值来衡量;(2) 供给平衡及剩余区对应表 2、3 中的供需平衡区、供给盈余区、供给富足区三块区域;(3) 低稀缺区对应表 2、3 中的稀缺较少区、稀缺很少区,高稀缺区则对应稀缺严重区、稀缺较高区

### 2.2.4 工业化与城镇化格局

以建设用地占比表达工业化和城镇化水平,并分析其对供需匹配性空间差异的影响。同样由表 5 可知,建设用地占比在 20%以上区域的对应生态游憩空间稀缺区,而建设用地占比不足 2%的区域对应供需平衡和供给剩余区,说明建设用地占比越高,人口密度越高,人口对生态游憩空间需求越大,但生态游憩空间占比少,供给水平较低,因而生态游憩空间出现短缺。在全域范围内的低值区也仍然表现出建设用地占比较高的地方,供需比较低,供需不匹配,形成供给稀缺区。由图 3b、图 3d 可知,珠江入海口周边为河流冲击平原,工业化和城镇化发育较早,发展水平较高,建设用地连绵式扩展,生态游憩空间配置严重不足,因而成为稀缺严重区。

### 2.2.5 交通因素

由图 3b 可发现珠江口东西两岸乡镇街道供需比的差异明显。测算得出,珠海、中山两市的乡镇街道存在部分稀缺严重区,供需比均值为 20.194,而深圳市 1 h

稀缺区内的供需比为 35.165,主要是因为珠海、中山两市与深圳之间被珠江口阻隔,缺少快捷通道连接。从珠海、中山往北绕道虎门大桥到深圳,大部分乡镇街道所需时间多在 2 h 以上。因此,当出行半径为 2 h 时,东西两岸的生态游憩空间难以实现共享,导致供需比出现较大的差异。此外,供给剩余区内部自身游憩服务供给

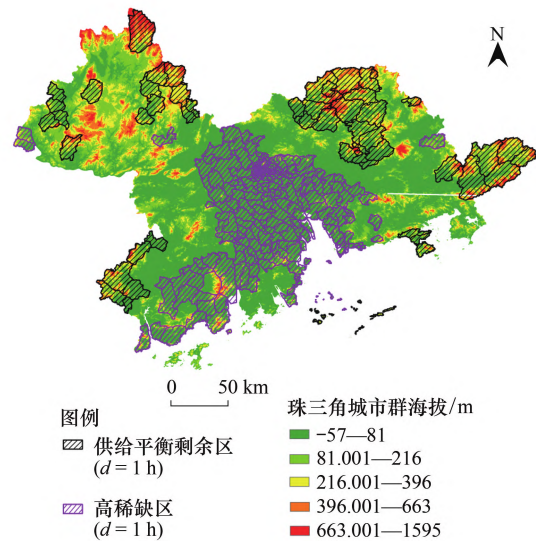


图 4 海拔对供需匹配性格局的影响示意图 (d=1 h)

Fig.4 The influence of altitude on supply-demand matching pattern

较大,但由于其区位处于城市群边缘,与核心区的交通时间距离较远,服务范围未能覆盖人口密集区,导致其对珠三角城市群居民的游憩服务功能受限,供需空间错位的矛盾较突出。

### 2.2.6 规划与政策

城市群核心地带生态空间游憩服务稀缺区分布尽管与工业化和城镇化格局有极大的相关性,但二者又不完全一致。在产业发展和城镇化发展水平上,由于外资和产业较早集中在珠江口东岸穗港走廊地带,因此东岸的开发强度、人口、产业和城镇密集程度要高于西岸<sup>[46-47]</sup>。然而,得益于深圳、东莞两市积极的生态空间游憩利用政策,珠江入海口东岸的生态游憩空间供给服务水平反而要高于西岸(图 3b, 3d)。2005 年,深圳市就出台了《深圳市基本生态控制线管理规定》<sup>[48]</sup>,此后,深圳市城市管理局、规划和国土资源委员会、公园管理中心等联合出台《深圳市公园建设发展专项规划(2012—2020)》<sup>[49]</sup>,公园建设由市财政直接投入,这些政策对生态空间游憩利用起到了极大的推动作用。而东莞市政府早在 2000 年 12 月就批准建立了大岭山等 16 个市级森林公园,2003 年 4 月后,东莞市政府成立专门领导机构开展森林公园规划建设工作,投资 6.7 亿元开发建设大岭山、大屏嶂、水濂山等六大森林公园<sup>[50]</sup>。因此,东莞市生态空间游憩利用率较高。

## 3 结论与政策启示

### 3.1 结论与讨论

首先,生态游憩空间供需比分布格局表现出由边缘区向核心区逐渐递减的圈层结构,供需关系空间错位的矛盾较突出。边缘县市及少数靠近大型、高等级生态游憩空间的地区,人口密度较低,但供给有盈余甚至很富足,而核心地区人口密度大,但供需比较低,尤其是邻近珠江口的北部和西部区域成为了生态游憩服务稀缺区。这与大都市区绿地的供需匹配性格局类似<sup>[8-9]</sup>,但与城市群工业化和城镇化空间格局恰好相反。珠三角城市群人口、产业与城镇等要素集聚分布于环珠江口“ $\cap$ ”型轴线上,特别是改革开放以来,沿珠江口城镇空间的迅速连绵,占用了大量的生态空间<sup>[47]</sup>,核心区(珠江入海口四周)工业生产空间分布密集<sup>[51]</sup>,说明了城镇化进程中区域生态空间保护和建设用地无序扩张的基本矛盾。

其次,珠三角城市群生态空间游憩服务供需比分布具有较大的空间不公平性。例如,当出行半径为 1 h 时,城市群核心区与边缘供给富足区的最高差额达到了 1162.359。当出行半径扩展至 2 h 时,仍然呈现出核心区供需比低、边缘供需比高的不公平性格局,与医疗服务的供需匹配性格局恰好相反<sup>[34]</sup>,意味着核心区人口接近自然、开展生态休闲活动的机会较少,可能会降低居民的生活质量和幸福感。

最后,生态空间游憩服务供需匹配性格局受自然和人文因素的综合影响。其中自然因素主要包括海拔、生态游憩空间供给。在海拔较高的地区,植被覆盖率高,城镇分布相对稀疏,生态游憩空间规模较大,人口密度低,因而周边区域可以实现供需平衡或供给剩余。人文因素包括人口密度、工业化与城镇化格局、交通、规划与政策。珠三角城镇化和工业化发端于珠江入海口四周,并向四周扩展,建设用地由内向外挤占生态空间<sup>[47,51]</sup>,导致核心区域人口密度较高,生态游憩服务供给水平较低。此外,尽管珠三角东岸的城镇化和工业化水平要高于西岸,但东岸两市实施了积极的生态空间游憩利用政策,而且由于交通障碍导致东西两岸生态

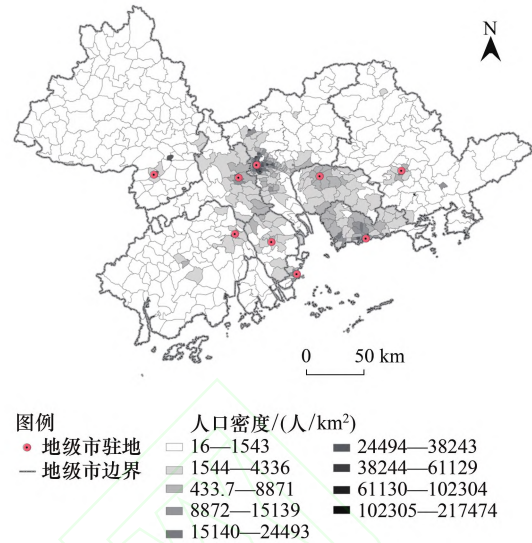


图 5 珠三角城市群人口密度分布

Fig. 5 Population density distribution of the Pearl River Delta urban agglomeration

游憩空间共享程度较低,因而东岸供需比要高于西岸。以往相关研究指出了城市生态游憩空间供给受生态空间分布<sup>[14]</sup>、政策<sup>[15]</sup>、城市化水平<sup>[17]</sup>、城市人口密度<sup>[19]</sup>的影响,本文进一步发现了海拔、交通、生态游憩空间规划与支持政策等影响因素,并且,综合相关因素发现,珠三角城市群生态游憩空间供需匹配性格局与其建成区高度连绵的城镇化模式存在较大的关联。

### 3.2 政策启示

当前城市群的空间治理和空间规划要致力于削弱区域生态游憩服务供需的空间不匹配性问题,保障区域居民游憩机会的公平性,实行绿色、可持续的城镇化模式。

首先,加强城市群核心区生态空间的修复与游憩化。核心区生态游憩空间供需比较低,是生态游憩服务供给稀缺区,因此,珠三角城市群的核心区需要借力住房与城乡建设部正在实施的“城市双修”工作,着力实施生态修复工程,系统性修复河流水网和生态廊道,将郊区生态空间延伸进城市,有步骤修复或增补城区生态斑块,并推进修复的生态空间的游憩利用,提高游憩质量,增加游憩服务的供给水平,提高生态游憩空间分布的公平性。

其次,调控供给稀缺区内的人口规模与开发强度,为生态游憩空间配置腾挪空间。如适当疏散各城市老城区人口,将人口向新城和卫星城转移,降低城市群核心区(一般是中心城区)人口密度。此外,中心城区要将产业腾笼换鸟、生态修复和环境整治结合起来,打好组合拳。淘汰落后产能和污染型产业、转移低附加值产业,拆除违建设施和建筑物。对于拆迁腾退的建设用地,应实行生态修复和“留白增绿”,开辟成区域性生态开放空间,避免再进行高密度的地产和产业开发。

再次,在全域范围内提高城市群生态空间利用率和质量,并提高它们的交通可达性水平。扣除自然保护区后,珠三角城市群部分城市的生态空间游憩利用仍有较大的潜力,特别是在城市群边缘区分布有较大面积的未利用的森林、湿地等生态空间。可以以点状开发、面状保护为基本方针,结合村镇建设用地配套道路等基础设施和游憩服务设施,将生态空间转化成生态保育和休闲的复合空间,提高生态空间的可进入性和游憩服务的空间范围。同时,注重推进原有生态游憩空间的提质升级,优化设施配套,提高其等级与生态游憩服务供给水平。

最后,未来新城新区、城镇建设中应采用生态城市和公园城市的发展模式。在工业化和城镇化进程中,珠三角河口周围的城镇空间呈连绵式扩张,在核心区形成了一条规模较大的城镇密集带,对生态网络产生了较大切割效应,给生态游憩服务格局带来了问题和隐患。未来城市规划建设应积极探索绿色城镇化模式,注重顺应山水格局、利用组团式布局来保存和发展生态游憩空间网络,保障居民生态游憩福祉。雄安新区规划已做出了有益探索,新区开发建设全面实施生态、绿色发展战略,统筹生产、生活、生态三大空间,构建蓝绿交织、清新明亮、水城共融、多组团集约紧凑发展的生态城市布局,创造优良人居环境<sup>[52]</sup>。

### 参考文献 (References):

- [ 1 ] 张海霞. 社会政策之于公共游憩供给: 兼议政府作为的空间载体. 旅游学刊, 2010, 25(9): 20-26.
- [ 2 ] 江海燕, 周春山, 高军波. 西方城市公共服务空间分布的公平性研究进展. 城市规划, 2011, 35(7): 72-77.
- [ 3 ] Wolch J R, Byrne J, Newell J P. Urban green space, public health, and environmental justice: the challenge of making cities ‘just green enough’. *Landscape and Urban Planning*, 2014, 125: 234-244.
- [ 4 ] Gupta K, Roy A, Luthra K, Maithani S, Mahavir. GIS based analysis for assessing the accessibility at hierarchical levels of urban green spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2016, 18: 198-211.
- [ 5 ] Grunewald K, Richter B, Meinel G, Herold H, Syrbe R U. Proposal of indicators regarding the provision and accessibility of green spaces for assessing the ecosystem service “recreation in the city” in Germany. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 2017, 13(2): 26-39.
- [ 6 ] Fan P L, Xu L H, Yue W Z, Chen J Q. Accessibility of public urban green space in an urban periphery: the case of Shanghai. *Landscape and Urban Planning*, 2017, 165: 177-192.
- [ 7 ] 魏冶, 修春亮, 高瑞, 王绮. 基于高斯两步移动搜索法的沈阳市绿地可达性评价. 地理科学进展, 2014, 33(4): 479-487.

- [ 8 ] 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. 地理科学进展, 2016, 35(8): 990-996.
- [ 9 ] Dai D J. Racial/ethnic and socioeconomic disparities in urban green space accessibility: where to intervene? *Landscape and Urban Planning*, 2011, 102(4): 234-244.
- [ 10 ] 张鹏飞, 蔡忠亮, 张成, 任福. 基于 E2SFCA 的城市旅游景点的潜在空间可达性分析. 测绘地理信息, 2015, 40(1): 76-79.
- [ 11 ] 江海燕, 周春山, 肖荣波. 广州公园绿地的空间差异及社会公平研究. 城市规划, 2010, 34(4): 43-48.
- [ 12 ] McConnachie M M, Shackleton C M. Public green space inequality in small towns in South Africa. *Habitat International*, 2010, 34(2): 244-248.
- [ 13 ] Ngom R, Gosselin P, Blais C. Reduction of disparities in access to green spaces: their geographic insertion and recreational functions matter. *Applied Geography*, 2016, 66: 35-51.
- [ 14 ] Zhou X L, Wang Y C. Spatial-temporal dynamics of urban green space in response to rapid urbanization and greening policies. *Landscape and Urban Planning*, 2011, 100(3): 268-277.
- [ 15 ] Wei F. Greener urbanization? Changing accessibility to parks in China. *Landscape and Urban Planning*, 2017, 157: 542-552.
- [ 16 ] Choumert J. An empirical investigation of public choices for green spaces. *Land Use Policy*, 2010, 27(4): 1123-1131.
- [ 17 ] Zhao J J, Chen S B, Jiang B, Ren Y, Wang H, Vause J, Yu H D. Temporal trend of green space coverage in China and its relationship with urbanization over the last two decades. *Science of the Total Environment*, 2013, 442: 455-465.
- [ 18 ] Chen W Y, Wang D T. Economic development and natural amenity: an econometric analysis of urban green spaces in China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2013, 12(4): 435-442.
- [ 19 ] Tan P Y, Wang J, Sia A. Perspectives on five decades of the urban greening of Singapore. *Cities*, 2013, 32: 24-32.
- [ 20 ] Haaland C, van den Bosch C K. Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: a review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2015, 14(4): 760-771.
- [ 21 ] Wu B H, Cai L A. Spatial modeling: suburban leisure in Shanghai. *Annals of Tourism Research*, 2006, 33(1): 179-198.
- [ 22 ] 携程网. 2015 周边游用户行为分析报告. [2017-12-11]. <http://mt.sohu.com/20160105/n433502270.shtml>.
- [ 23 ] 广东省人民政府办公厅. 广东省人民政府办公厅关于印发珠江三角洲地区生态安全体系一体化规划(2014-2020 年)的通知[2017-10-17]. [http://zwgk.gd.gov.cn/006939748/201412/t20141211\\_559384.html](http://zwgk.gd.gov.cn/006939748/201412/t20141211_559384.html).
- [ 24 ] 广东省统计局, 国家统计局广东调查总队. 广东统计年鉴-2018. 北京: 中国统计出版社, 2018.
- [ 25 ] 程景伟. 珠三角国家森林城市群建设规划实施. [2017-12-11]. [http://news.xinhuanet.com/city/2017-06/05/c\\_129624786.htm](http://news.xinhuanet.com/city/2017-06/05/c_129624786.htm).
- [ 26 ] 汪德根, 孙枫. 长江经济带陆路交通可达性与城镇化空间耦合协调度. 地理科学, 2018, 38(7): 1089-1097.
- [ 27 ] 殷杰, 许世远, 经雅梦, 尹占娥, 廖邦固. 基于洪涝情景模拟的城市公共服务灾害应急响应空间可达性评价——以医疗急救为例. 地理学报, 2018, 73(9): 1737-1747.
- [ 28 ] 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. 生态学杂志, 2014, 33(5): 1359-1367.
- [ 29 ] 杨丽婷, 刘大均, 赵越, 胡静, 张祥. 长江中游城市群森林公园空间分布格局及可达性评价. 长江流域资源与环境, 2016, 25(8): 1228-1237.
- [ 30 ] 孟德友, 李小建. 中国省会城市高铁费用可达性及居民消费格局. 地理科学进展, 2018, 37(8): 1055-1065.
- [ 31 ] Luo W, Wang F H. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2003, 30(6): 865-884.
- [ 32 ] Joseph A E, Phillips D R. *Accessibility and Utilization: Geographical Perspectives on Health Care Delivery*. London: Harper & Row, 1984.
- [ 33 ] Cheng G, Zeng X K, Duan L, Lu X P, Sun H C, Jiang T, Li Y L. Spatial difference analysis for accessibility to high level hospitals based on travel time in Shenzhen, China. *Habitat International*, 2016, 53: 485-494.
- [ 34 ] 柳泽, 杨宏宇, 熊维康, 陈光辉. 基于改进两步移动搜索法的县域医疗卫生服务空间可达性研究. 地理科学, 2017, 37(5): 728-737.
- [ 35 ] 任若茜, 王艳慧, 何政伟, 赵文吉. 基于改进的两步移动搜寻法的贫困区小学教育资源空间可达性分析——以重庆市黔江区为例. 地理信息世界, 2014, 21(2): 22-28.
- [ 36 ] 陶卓霖, 程杨, 戴特奇. 北京市养老设施空间可达性评价. 地理科学进展, 2014, 33(5): 616-624.
- [ 37 ] 陶卓霖, 程杨. 两步移动搜寻法及其扩展形式研究进展. 地理科学进展, 2016, 35(5): 589-599.
- [ 38 ] 吴必虎, 唐俊雅, 黄安民, 赵荣, 邱扶东, 方芳. 中国城市居民旅游目的地选择行为研究. 地理学报, 1997, 52(2): 97-103.
- [ 39 ] Delamater P L. Spatial accessibility in suboptimally configured health care systems: a modified two-step floating catchment area (M2SFCA) metric. *Health & Place*, 2013, 24: 30-43.
- [ 40 ] Wang F Y, Wang K Y. Measuring spatial accessibility to ecological recreation spaces in the Pearl River delta region: an improved two-step floating catchment area method. *Journal of Spatial Science*, 2018, 63(2): 279-295.
- [ 41 ] 中华人民共和国建设部. 《城市绿地分类标准》(CJJ/T 85-2002). [2017-12-10]. <http://www.csres.com/detail/129034.html>.
- [ 42 ] 广东省旅游局. 广东省 A 级旅游景区名录(截至 2017 年 9 月 8 日). [2018-01-01]. [http://zwgk.gd.gov.cn/006940247/201710/t20171024\\_](http://zwgk.gd.gov.cn/006940247/201710/t20171024_)

727479.html.

- [43] 陈莹琴, 钟文倩, 张静谊, 丘加增, 许敏玲, 郑敏娜. 珠三角都市休闲游资源整合及发展分析. [2017-10-14]. <http://www.docin.com/p-1133291642.html>.
- [44] 中国科学院地理科学与资源研究所, 中国科学院资源环境科学数据中心. 2015年中国土地利用现状遥感监测数据. [2017-12-11]. <http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=184>.
- [45] 中华人民共和国交通运输部. 公路工程技术标准(JTG B01-2014). [2017-10-15]. <http://www.doc88.com/p-7896227328399.html>.
- [46] 闫小培, 曹小曙. 大珠江三角洲区域空间结构及其调控机制. 中国发展, 2004, (3): 31-37.
- [47] 叶玉瑶. 城市群空间演化动力机制初探——以珠江三角洲城市群为例. 城市规划, 2006, 30(1): 61-66, 87-87.
- [48] 深圳市人民政府. 深圳市人民政府关于执行《深圳市基本生态控制线管理规定》的实施意见. [2017-11-22]. [http://www.sz.gov.cn/zfgb/2007/gb542/200810/t20081019\\_94071.htm](http://www.sz.gov.cn/zfgb/2007/gb542/200810/t20081019_94071.htm).
- [49] 深圳市规划国土发展研究中心. 深圳市公园建设发展专项规划(2012-2020). [2017-11-22]. <http://www.a-site.cn/article/543103.html>.
- [50] 古文强. 广东东莞市森林公园开发建设中的几个问题及其对策的探讨. 广东林业科技, 2009, 25(1): 88-92.
- [51] 丁俊, 王开泳. 珠江三角洲城市群工业生产空间格局、形态特征及影响因素. 地理科学进展, 2016, 35(5): 610-621.
- [52] 中共河北省委, 河北省人民政府. 河北雄安新区规划纲要. [2018-12-21]. <http://www.nbd.com.cn/articles/2018-04-21/1210382.html>.