

DOI: 10.5846/stxb202005061109

王甫园,王开泳,郑鑫,林明水.珠三角城市群生态空间游憩利用扩展格局及影响因素.生态学报,2021,41(17):7049-7062.

Wang F Y, Wang K Y, Zheng X, Lin M S. Spatial expansion pattern and influencing factors of recreational utilization of ecological space in the Pearl River Delta urban agglomeration. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(17): 7049-7062.

# 珠三角城市群生态空间游憩利用扩展格局及影响因素

王甫园<sup>1,2</sup>, 王开泳<sup>1,2</sup>, 郑鑫<sup>3</sup>, 林明水<sup>4,\*</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 中国海洋大学管理学院, 青岛 266100

4 福建师范大学旅游学院, 福州 350117

**摘要:**生态空间是城市群人居环境的重要保障, 探析城市群生态空间游憩利用扩展的格局及影响因素, 对于完善城市群功能、构建均衡共享的生态空间游憩服务体系具有重要意义。以珠三角城市群为研究区域, 从数量和面积两方面分析其在 1990—2017 年间区域内生态空间游憩利用的动态扩展特征, 并探究其影响因素。研究结果表明: (1) 生态空间游憩利用的数量扩展方面具有“由少数点向内、外同时扩展→由外向内部分填充”的特征; (2) 生态空间游憩利用规模扩展表现出“少数规模较大的孤点→边缘区和建成区内部同时扩展→中心填充”的空间特征; (3) 生态空间游憩利用的空间扩展主要受人口增长、城镇化发展、休闲旅游需求变化、区域生态空间治理政策和城市群规划理念的综合影响。本研究总结了城市群生态空间游憩利用扩展规律和成因, 启示城市群要通过生态空间治理政策与整体规划的优化推动全域生态空间游憩利用, 并注重生态游憩空间配置与人口和城镇化发展、休闲旅游需求变化相协调。

**关键词:**珠三角城市群; 生态空间游憩利用; 空间扩展; 地理加权回归法

## Spatial expansion pattern and influencing factors of recreational utilization of ecological space in the Pearl River Delta urban agglomeration

WANG Fuyuan<sup>1,2</sup>, WANG Kaiyong<sup>1,2</sup>, ZHENG Xin<sup>3</sup>, LIN Mingshui<sup>4,\*</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 Management College, Ocean University of China, Qingdao 266100, China

4 Tourism College, Fujian Normal University, Fuzhou 350117, China

**Abstract:** Ecological space is an important guarantee of habitat environment in urban agglomeration area. Exploring the spatial expansion pattern and influencing factors of recreational utilization of ecological space (RUoES) in urban agglomeration is helpful to construct a balanced and shared ecological recreation service system, and improve the functions of urban agglomerations. Taking the Pearl River Delta urban agglomeration as the research object, this paper analyzed the spatial expansion characteristics of RUoES from 1990 to 2017 in terms of the spatial quantity and area, and explored their influencing factors. The results showed that: (1) in terms of the expansion of the number of RUoES, it has the spatial characteristics of “expanding from a few points inward and outward at the same time → partially filling from the marginal zone to the core area”; (2) The scale of utilization of ecological space for recreation presents the characteristics of “a few large-scale isolated spots → simultaneous expansion within the marginal area and built-up area → center filling”; (3) The

**基金项目:**国家自然科学基金青年科学基金项目(41901181); 国家自然科学基金项目(41871151); 中国博士后科学基金资助项目(2018M641457); 福建省自然科学基金项目(2019J01430)

**收稿日期:**2020-05-06; **网络出版日期:**2021-06-11

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: linms@fjnu.edu.cn

spatial expansion of ESRU is mainly affected by population growth, urbanization, leisure and tourism demand, regional ecological space governance policy and urban agglomeration planning. The current study summarizes the law and causes of the expansion of RUoES in urban agglomerations, and suggests that urban agglomerations should promote the RUoES within the whole region through the optimization of ecological governance policies and overall planning, and pay attention to the coordination of the ecological recreation space allocation with the development of population and urbanization, and changes in leisure tourism demand.

**Key Words:** Pearl River Delta urban agglomeration; recreational utilization of ecological space; spatial extension; geographical weighted regression

《粤港澳大湾区发展规划纲要》指出:“坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针,以建设美丽湾区为引领,着力提升生态环境质量,形成节约资源和保护环境的空间格局,建设宜居宜业宜游的优质生活圈,构筑休闲湾区<sup>[1]</sup>”。在粤港澳大湾区快速城市化发展进程中,建设用地扩张导致区域生态空间收缩,生态系统服务价值下降<sup>[2-3]</sup>,影响公众的居住环境和生活品质。珠三角城市群作为粤港澳大湾区的主要组成部分,揭示其生态空间游憩利用空间扩展的格局与形成机制,对于提升大湾区人居环境质量和生态系统服务价值,推动构筑高质量休闲湾区具有战略性指引作用。

生态空间是国土空间的重要类型,也是国内外生态环境领域研究的重点。不少研究探讨了区域生态空间与生产空间、生活空间的时空格局和演变特征,判断三生空间的协调效应并提出优化策略。城市生态游憩空间是城市生态空间的重要构成,其游憩服务、心理服务、保存地方记忆等社会文化属性突出<sup>[5-6]</sup>,在提供亲近自然的休憩场所、提升区域综合价值等方面扮演着重要的角色<sup>[7]</sup>。从区域尺度探究生态空间游憩利用的空间布局及其影响因素,进而以区域可持续发展和人类福祉提升为目标提出优化方案,已成为国内外研究的热点。现有研究多以具有游憩意义的绿地、城市公园为研究对象,在空间公平性理念的引导下,基于生态游憩空间的可达性、数量、面积、质量、密度、空间邻近性和感知价值等属性来评判其空间格局<sup>[8-10]</sup>。如 Yang 等基于遥感数据分析了粤港澳大湾区 1997—2017 年城市绿地的空间格局演化,并结合基尼系数评价城市绿地分布的空间公平性<sup>[11]</sup>。Tyrväinen 等采用调查法和 GIS 空间分析方法探索了赫尔辛基东部生态游憩区感知价值的空间分布<sup>[12]</sup>。其中,生态游憩空间可达性和供需匹配性直接影响居民福祉,因而备受关注<sup>[13]</sup>。如 Williams 等研究了美国五个中型和大型城市在绿色空间可达性方面的不平等现象,发现公园的总体可达性水平较低,而少数族裔群体和低收入社区的可达性水平最低<sup>[14]</sup>。我国学者也开展了对上海、沈阳等城市公园绿地可达性格局的刻画和评估研究<sup>[15-16]</sup>。供需匹配性主要考察生态游憩空间分布与人口需求的空间匹配性,以评估生态游憩空间布局的公平性,为促进城市公共绿色基础设施建设提供决策建议,研究区域包括珠三角城市群<sup>[17]</sup>和武汉<sup>[18]</sup>等。如 Xing 等主要采用高斯两步移动搜寻法测算了 2000—2014 年武汉城市公园绿地供需匹配性的时空演变,发现公园绿地的供需都在增加,但供需匹配性的存在明显的空间差异<sup>[19]</sup>。城市生态游憩空间分布的影响因素涵盖自然、社会经济、政策等多方面。自然因素包括生态空间的形态与布局<sup>[9]</sup>、海拔与坡度<sup>[17]</sup>、资源环境本底<sup>[20]</sup>。例如,研究发现靠近河流和城郊大型生态空间的居民点周边生态游憩空间供给较多<sup>[21]</sup>。社会经济因素有区位、人种和社会经济地位<sup>[22]</sup>、空间可达性<sup>[23]</sup>、人口分布<sup>[17]</sup>和经济增长<sup>[24]</sup>、工业化和城镇化<sup>[17,25]</sup>等。此外,生态游憩空间分布格局还与区域规划与政策<sup>[19,26]</sup>因素息息相关。

城市群生态游憩空间分布变化,是城市群空间自组织演化、政府规制以及其他干扰因素综合作用的结果,具有复杂性和系统性。现有研究聚焦城市尺度绿地可达性、空间形态、影响因素和绿地规划布局研究,但对城市群多类生态游憩空间扩展的时空过程缺少整合分析,对城市群尺度生态空间游憩利用扩展机制缺少挖掘。本研究以中国典型城市群——珠江三角洲城市群为例,全面整合区内生态空间游憩利用类型,分析其扩展的格局并探索相关影响因素,揭示生态空间游憩利用格局的形成机理,这是对当前以城市尺度为主的生态空间游憩利用研究的有效补充,有利于学界更深刻的认识不同空间尺度生态空间游憩利用的演变机理。

## 1 数据与方法

### 1.1 研究区域

珠三角城市群由广州、深圳、佛山、东莞、中山、珠海、江门、肇庆、惠州九市构成,是粤港澳大湾区的主要组成部分。截至 2018 年末,珠三角城市群土地总面积 54770.21km<sup>2</sup>,占粤港澳大湾区面积 97.7%,地区生产总值 81048.5 亿元,常住人口规模 6300.99 万人,占大湾区人口总量的 88.55%,人口密度 1.82 万人/km<sup>2</sup>,城镇化率达 85.91%<sup>[27]</sup>。2018 年区域森林覆盖率达 51.8%,建成区绿化覆盖率 45.95%,人均公园绿地面积 19.2m<sup>2</sup><sup>[28]</sup>。自 2008 年至 2018 年,珠三角地区实现“国家森林城市”九市全覆盖。珠三角城市群河岸、海滨、森林、农田等生态空间多样,人口与经济要素密集。随着珠三角城市群要素流动的紧密化与城镇空间的连绵化,空间一体化趋势日益明显。因此,从整个城市群尺度探讨其生态空间游憩利用扩展的格局及影响因素,在生态保护基础上有序推进生态游憩空间建设,是珠三角城市群转型发展过程中空间品质提升的重点。为便于进行空间格局分析,以建设用地分布为依据,将环珠江口的大都市连绵区称为城市群的核心地带,也是珠三角城市建成区集中分布的区域,将该区域的外围称为城市群边缘地带。

### 1.2 影响因素分析

本研究从面积和数量两方面探究珠三角城市群生态空间游憩利用扩展的格局。生态空间游憩利用面积被本研究定义为游憩空间所在生态斑块的总面积<sup>[17]</sup>。尽管自然生态因素(如地形、坡度等)是生态空间游憩利用格局的基础<sup>[17]</sup>,但是从时空动态视角来看,生态空间游憩利用的扩展反映的是人类对自然的改造活动,主要归因于社会经济和政策因素。本研究综合借鉴以往生态游憩空间分布影响因素和城市空间扩展的研究成果<sup>[29-30]</sup>,从需求端的拉力和供给端的推力来实证分析珠三角城市群生态空间游憩利用扩展的成因。其中,拉力包括城镇化(以建设用地增加来衡量)、人口增长和休闲旅游需求变迁因素,推力主要选取区域政策和规划因素。由于影响因素变量的类型多样,因此采用定性和定量结合的方法分析珠三角生态空间游憩利用的扩展机制。

休闲旅游需求变迁、区域政策与规划属于定性因素,因而采用演绎方法,结合以往文献和珠三角城市群实际情况分析其对生态空间游憩利用扩展的影响机制。人口和城镇化因素是定量因素,选用地理加权回归模型来检验其对生态空间游憩利用扩展的影响。与全局线性回归模型(如普通最小二乘法回归(Ordinary Least Squares, OLS)不同,地理加权回归(Geographically Weighted Regression, GWR)是一种用于对空间变量间因果关系进行线性回归建模的局部回归方法。相比 OLS 方法,GWR 回归的优点表现在:①在处理空间数据时考虑了地理要素的空间自相关性,使得拟合效果和参数估计结果更为理想;②给每个空间单元提供了回归系数和标准化残差,以便于研究者进行空间制图,揭示相同因素在不同空间位置上产生效应的差异。受统计资料所限,人口增长和城镇化率增长的时间跨度不一致,因而构建以下两个 GWR 模型分别进行回归分析。

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)\chi_p + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$y'_i = \beta'_0(u_i, v_i) + \beta'_1(u_i, v_i)\chi_b + \omega_i \quad (2)$$

其中, $i$ 为乡镇街道, $y_i$ 为 2000—2010 年生态游憩空间数量增值, $\chi_p$ 为 2000—2010 年人口增数。 $y'_i$ 为 1990—2015 年生态游憩空间数量增值, $\chi_b$ 为 1990—2015 年建设用地增数。

GWR 回归操作实施的基本步骤为<sup>[31-32]</sup>:(1)使用 OLS 方法对自变量与因变量的关系进行初步检验,获得具有解释效应的 OLS 模型,拟定 GWR 模型的基本形式;(2)使用 Global Moran's  $I$  统计量检验空间自相关性,如若自变量具有显著的空间自相关性,则表示需要使用地理加权回归;(3)使用 OLS 模型中的解释变量运行 GWR(不包括哑元变量),得出回归系数和参数估计的结果;(4)评估地理加权回归模型的效果。运用 Moran's  $I$  指数检验标准化残差(Standardized residual)在空间上是否呈随机分布,如果具有高残差和/或低残差的显著聚类,则表明 GWR 模型的设定可能有误。如果要素的条件数大于 30、为“空”或等于-1.7976931348623158e+308,则结果可信度也存疑。

### 1.3 数据来源与处理

#### 1.3.1 生态空间游憩利用空间数据

生态空间是指“具有自然属性、以提供生态服务或生态产品为主体功能的国土空间,包括森林、草原、湿地、河流、湖泊、滩涂、岸线、海洋、荒地、荒漠、戈壁、冰川、高山冻原、无居民海岛等”<sup>[33]</sup>。生态空间游憩利用是指在保护和发展区域基本生态系统服务(调节、供给或支持等)的前提下,人类通过一定的改造和利用活动,使得生态空间具有可进入性与休闲旅游功能,从而将生态空间转变成生态游憩空间。生态空间游憩利用类型即为生态游憩空间类型。在城市尺度上,生态游憩空间包括城市公园、植物园、森林公园、湿地公园、街头及社区绿地、滨水开放空间等<sup>[34]</sup>。鉴于本研究区域范围较大,考虑到生态游憩空间斑块在区域生态系统文化服务中的代表性、关键性以及可获得性,城市群生态游憩空间未考虑街头及社区绿地等微观尺度,而是选取八类具有区域性游憩服务意义的生态游憩空间,具体包括森林公园、风景名胜区、地质公园、水利风景区、湿地公园、A级生态景区、城市公园绿地和郊野公园。前六类均为国务院有关部委主导建立的自然游憩地体系,是我国生态游憩空间的主体。第七类公园绿地主要指规模较大、游憩特色较突出的城市综合公园和专类公园,对城市群居民而言具有重要的生态游憩价值。第八类郊野公园作为城市群休闲旅游重要载体日益受到居民青睐,因此将郊野公园从公园绿地和森林公园中单列出来。社区及乡镇级森林公园和湿地公园、1A级景区由于在整个城市群尺度上的文化服务价值相对较低,因而未纳入本研究范畴。

生态游憩空间名称、等级和面积等属性信息(截止至2017年)来源于原广东省国土资源厅、原广东省旅游局、原广东省林业厅、水利部等政府公开网站以及各类生态游憩空间名录<sup>[17]</sup>。通过合并一地多牌的生态游憩空间,选取面积和等级中较大的记录,最终形成539个生态游憩空间。从《珠江三角洲地区森林公园建设与发展规划(2010—2020年)》、百度百科以及政府官网、政府信息公开申请、新浪、搜狐等网站新闻报道上获得各类生态游憩空间的建立时间和面积的属性信息,用以分析珠江三角洲城市群生态空间游憩利用格局演变。

将GPS坐标定位和目视解译两种方法相结合对生态游憩空间进行数字化处理。首先,搜集各生态游憩点的地理坐标信息,得出生态游憩空间分布的矢量点图层,然后结合谷歌影像图与点的位置,对点所在的生态斑块进行数字化,勾勒出面状的生态游憩空间斑块。据此方法逐步对2017年及之前的539个生态游憩空间进行数字化,并将其叠加到珠三角城市群生态空间底图上,得出面状的生态空间游憩利用斑块分布矢量图(图1)。

#### 1.3.2 人口和建设用地数据

鉴于历年统计年鉴中的人口统计数据通常未精细到乡镇街道,以往研究中多采用最近一次的乡镇街道人口普查数据<sup>[35-36]</sup>。据此,本研究人口数据来源于2010年第六次人口普查年鉴,统计单元为乡镇街道(含少数开发区、林场和管委会管辖区),共计611个。此外,通过查询人口统计资料,获取了2000年广东省乡、镇、街道人口数据<sup>[37]</sup>,据此计算2000—2010年乡镇街道人口的增量,并检验其对乡镇街道生态游憩空间数量拓展的影响。考虑到从2000年到2010年乡镇街道行政区划已有较大的改变,因而采用搜索引擎查询乡镇街道行政区划调整信息,再以区划合并、区划名称变更等形式对接两个年份的属性信息,已无法对接的乡级行政区划单元当作缺失值处理,最终获得579个乡镇街道人口统计单元的数据。建设用地数据为中国科学院资源环境科学数据中心提供的2015年100m×100m中国土地利用栅格数据<sup>[38]</sup>。

## 2 研究结果分析

### 2.1 生态空间游憩利用的扩展格局

#### 2.1.1 数量扩展格局

本节选用乡镇街道为空间单元进行空间制图,兼顾展示全域和地级城市生态游憩空间扩展的特征(图2)。由图2可知,1990年珠三角城市群生态游憩空间数量较少,主要分布在少数几个城郊乡镇,类型上以风景名胜区、国家森林公园为主。表1罗列了珠三角城市群1990年及以前生态空间游憩开发情况,其中的

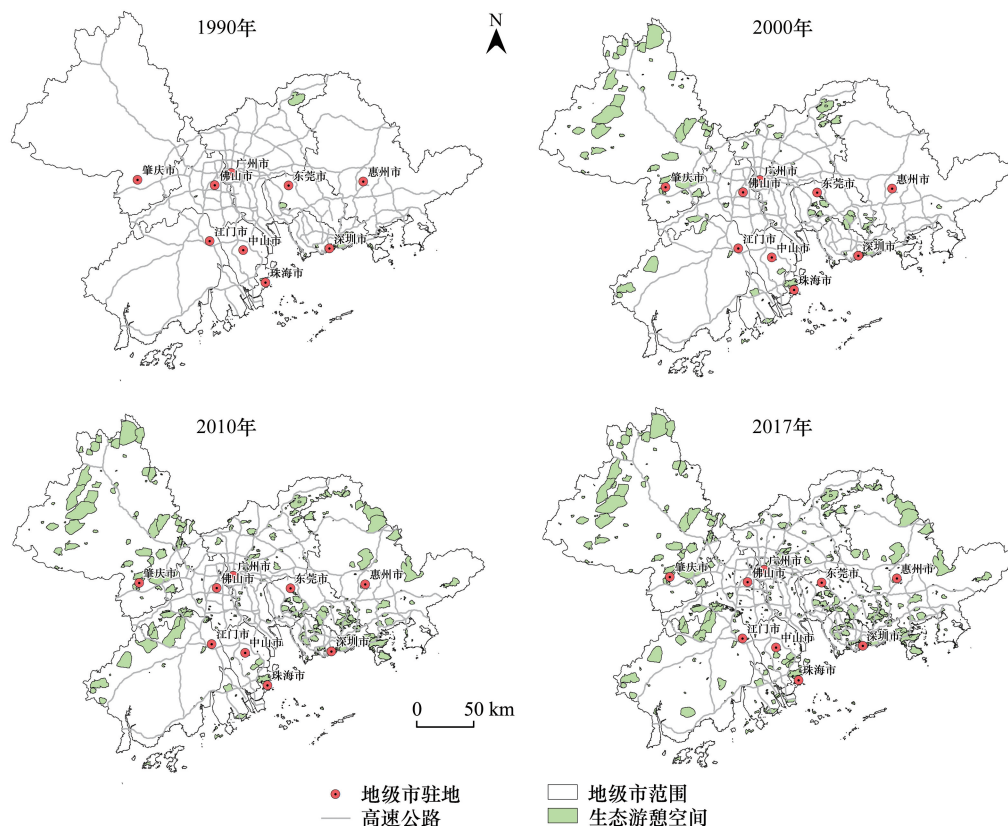


图1 1990—2017年珠三角城市群生态游憩空间分布

Fig.1 Ecological recreation space distribution in the Pearl River Delta urban agglomeration from 1990—2017

生态游憩空间基本为资源品位高、历史文化沉淀深厚的名山名湖,说明1990之前为优质旅游资源主导的游憩开发阶段。

1991—2000年间,生态空间游憩利用数量在城市群边缘地带和核心地带扩展同时进行。其中,边缘地带的扩展更为明显,例如,肇庆市、广州市北部大部分乡镇都增加了2个及以上的生态游憩空间,主要为森林公园,江门市、珠海市、惠州市、东莞市的少数乡镇也增加了1个及以上的生态游憩空间,也以森林公园为主。总体而言,城市群边缘地带形成广州市北部、肇庆市西北部和肇庆市西南部三处较明显的生态游憩空间数量扩展的局地集聚区域。这些区域生态空间面积较大,在此之前已经建立了等级较高、吸引力较大的生态游憩空间(如广州北部的流溪河国家森林公园),因此其扩展过程体现了高等级生态游憩空间带动周边生态空间游憩利用扩展的“多极点整合模式”<sup>[39]</sup>。此外,环珠江口的深圳—东莞—广州—中山—珠海四市的建成区城市用地迅速扩展,带动公园绿地建设的增加,使生态游憩空间数量呈连绵式扩展。

2001—2010年期间,城市群边缘地带的生态游憩空间数量仍在拓展,特别是广州市北部的从化区、增城区的部分乡镇、惠州市龙门县的永汉镇、龙田镇以及江门市台山市的川岛镇生态游憩空间增加数较多,均在2个以上,主要为森林公园和生态景区。此外,其他增加数在2个以上的乡镇街道,基本都处于城市群核心地带的建成区附近或内部,说明与上一阶段相比,生态游憩空间数量扩展态势从边缘地带扩张转向边缘地带和核心地带内部扩张并存。2010—2017年间,城市群边缘地带的生态游憩空间增加数减少,而核心地带生态游憩空间数量增加数提升,说明生态游憩空间数量扩展以城市群核心地带为主,其中,以城市建成区内部湿地公园为代表的生态游憩空间成为数量扩展的主要构成。

综上,基本可以判断出珠三角城市群生态空间游憩利用数量扩展的空间扩展特征:1990年珠三角城市群存在较少的高等级生态游憩空间孤点。2000年后,生态游憩空间数量在广深莞都市连绵区以及广州北部、肇

庆西部、惠州东部和江门西部等城市群边缘地带有了大规模的扩展。2010年后,生态游憩空间数量扩展的热点区域又逐步转向城市群核心地带,在扩展形态上呈现出一种“由少数点向内、外同时扩展→由外向内部分填充”的态势,这与城镇空间和工业用地由内向外的连绵扩张具有差异。

表 1 1990 年及之前主要生态空间游憩利用简况

Table 1 A brief picture of recreational utilization of ecological spaces in 1990 and before

| 名称 Name                                                                      | 早期建设情况 Early construction                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 白云山<br>Baiyun mountain                                                       | 1958年后开辟山顶公园和北山公园,建造了亭台楼榭、宾馆以及一些风景区,1996年广州市白云山风景名胜区管理局成立                                                  |
| 圭峰山<br>Guifeng mountain                                                      | 20世纪50年代为圭峰农场,1989年入选省首批风景名胜区,1997年成为国家森林公园                                                                |
| 西樵山<br>Xiqiaomountain                                                        | 旅游开发开端于1958年,1986年正式成立了西樵山风景区管理处,1994年获批为西樵山旅游度假区                                                          |
| 罗浮山<br>Luofumountain                                                         | 罗浮山历史遗存和自然景观价值颇高,古来就是名山。20世纪80年代开始罗浮山实行现代旅游开发。1985年1月1日成立罗浮山旅游开发总公司,1986年编制了《罗浮山风景名胜区总体规划》。1989年被评为省级风景名胜区 |
| 西湖风景名胜区<br>West Lake cultural landscape                                      | 1986年2月成立西湖风景区管理局,2002年获批为惠第四批国家重点风景名胜区,2003年1月被评为4A级旅游景区                                                  |
| 星湖风景名胜区(含七星岩和鼎湖山)<br>Xinghu scenic spot (including Qixingyan and Dinghushan) | 1955年冬,星湖始辟成湖。1979年我国在鼎湖山成立首个国家级自然保护区。1982年,七星岩入选第一批国家重点风景名胜区                                              |
| 梧桐山国家森林公园<br>Wutongshan national forest park                                 | 1989年被林业部批准建立国家级森林公园,于1993年5月被广东省政府授予省级风景名胜区,2009年12月31日升格为国家级风景名胜区                                        |
| 流溪河国家森林公园<br>Liuxihe national forest park                                    | 1983年成立森林公园,发展旅游业                                                                                          |
| 莲花山风景名胜区<br>Lianhuashan scenic spot                                          | 莲花山上的莲花城于1989年被评定为广东省文物保护单位                                                                                |
| 从化温泉风景名胜区<br>Conghua hot spring scenic spot                                  | 1933年开辟了温泉风景区,50—60年代建设了一批旅游接待和疗养设施,1988年3月建立综合性自然保护区,1988年建立了综合旅游度假区                                      |

## 2.1.2 面积扩展格局

以生态游憩空间斑块面积为属性值,对1990、2000、2010、2017年四个时间截面的生态游憩空间进行核密度分析。采用自然断点法将核密度值分成五个等级,每个等级的数值从高到低分别代表高密度区、较高密度区、中等密度区、较低密度区、低密度区,以此反映生态空间游憩利用面积的扩展格局(图3)。1990年,珠三角城市群生态游憩空间只呈零星分布,高密度区分布在惠州市西部的罗浮山风景名胜区,主要是由于罗浮山规模较大,占地面积达到了26000hm<sup>2</sup>,且旅游发展历史较长。中等密度区分布在广州东北部、江门市东北部,分别以流溪河国家森林公园、圭峰山风景名胜区为中心。两个生态游憩空间早在20世纪80年代就已经建立,且占地面积较大,超过5000hm<sup>2</sup>。惠州惠城区、深圳市中部也有小面积较低密度区分布,但由于生态游憩空间面积相对较小,因而密度值较低。

据统计,1990—2000年间生态游憩空间数量增加了130个,因而到2000年时,高密度区分布范围有较大的扩展,其中,在肇庆市中北部怀集和广宁县交界处,森林公园的数量较多,规模较大,形成了生态空间游憩利用的高密度区,而在肇庆市市辖区、怀集县的西北部、封开县、四会市也有较高密度区的分布,同样是因为森林公园的数量较多,规模较大。此外,东莞市以水濂山市级森林公园、大岭山省级森林公园、东莞植物园为中心,形成了生态空间游憩利用的较高密度区;江门恩平市分别以西坑县级森林公园、河排省级森林公园为中心,形成两个较高密度区(图3)。

与2000年相比,2010年的生态空间游憩利用的扩展主要集中在深圳市。得益于城市森林公园、城市公园绿地、国家地质公园的较快发展,深圳市在全域范围出现了生态游憩空间较高密集区的分布(图3)。到2017年时,中山市核密度略有增加,其他地方变化不明显,说明该时段珠三角城市群生态空间游憩利用的扩

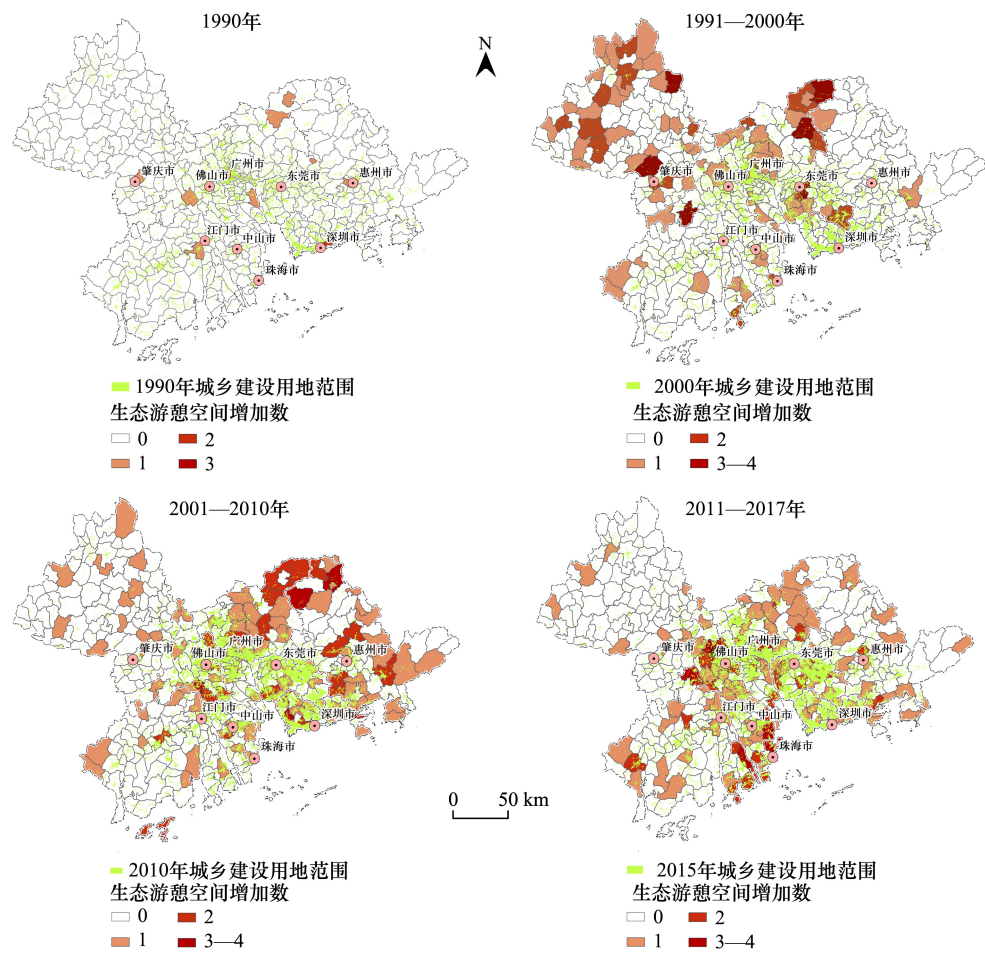


图2 各乡镇街道生态游憩空间数量的变化

Fig.2 Changes in the amount of ecological recreational spaces in townships

展不明显。总体而言,在利用规模扩展上,珠江三角洲城市群生态空间游憩利用表现为:少数规模较大的孤点→边缘区和建成区内部同时扩展→中心填充。

2.2 生态空间游憩利用扩展的影响因素

2.2.1 人口增长

根据地理加权回归的操作规程,首先,使用普通最小二乘法(OLS)对自变量与因变量的关系进行初步检验,估计结果得出, $F$  值为 24.054, $P<0.001$ ,说明至少存在一个回归系数不为 0,回归模型构建有效。人口增长的非标准化系数为 0.023,标准化系数为 0.2, $T$  值为 4.905, $P<0.001$ ,说明人口增长对生态游憩空间数量扩展具有显著的正向效应(表 2)。

表 2 人口演变与生态游憩空间数量增长的 OLS 模型估计

Table 2 The OLS model estimation of population evolution and increase of ecological recreation spaces

| 变量<br>Variable         | 非标准化系数<br>Non standardized coefficient |                        | 标准系数<br>Standard coefficient | $T$   | 显著性概率<br>Probability of significance |
|------------------------|----------------------------------------|------------------------|------------------------------|-------|--------------------------------------|
|                        | B                                      | 标准误差<br>Standard error |                              |       |                                      |
| 常数项 Constant           | 0.234                                  | 0.027                  |                              | 8.645 | 0                                    |
| 人口增长 Population growth | 0.023                                  | 0.005                  | 0.2                          | 4.905 | 0                                    |

其次,使用 ArcGIS10.0 对乡镇街道人口要素的空间自相关性进行检验,结果得出Moran's  $I$ 值为 0.092, $Z$

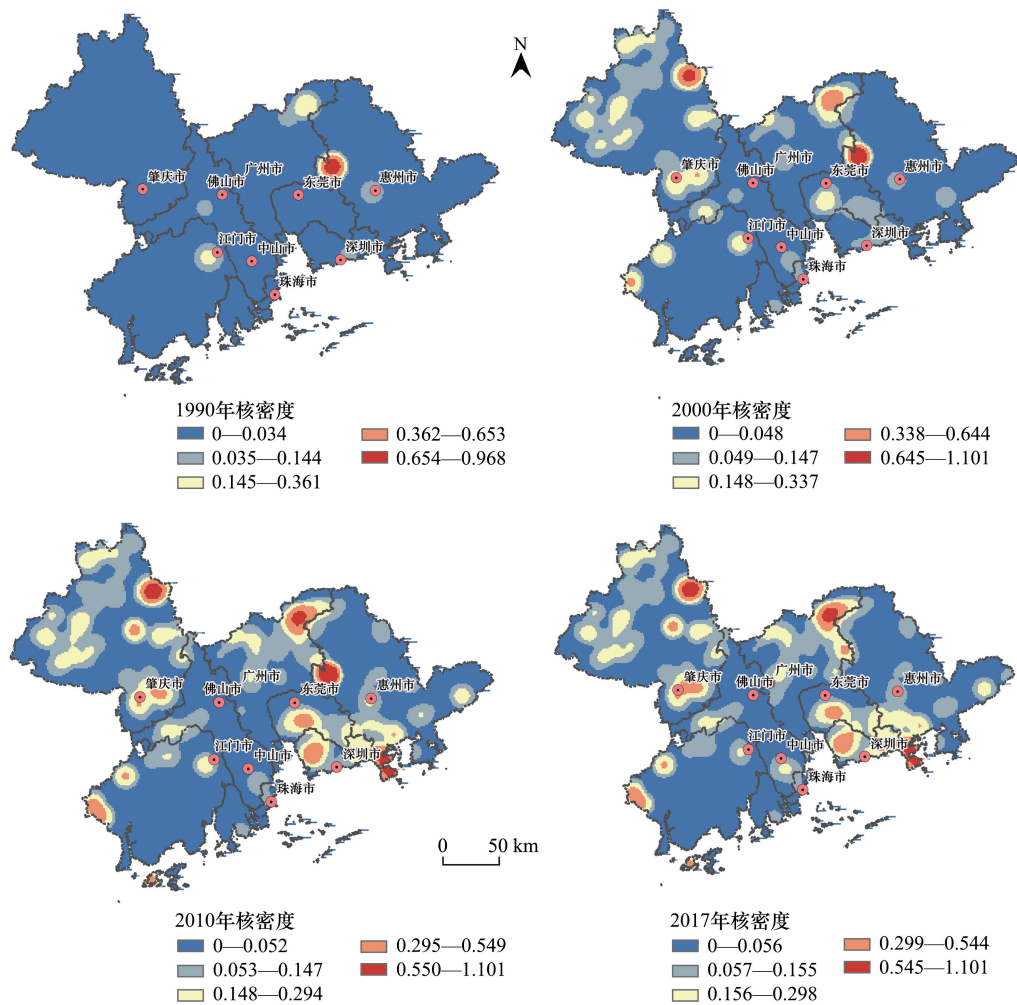


图3 1990—2017年生态游憩空间面积核密度分析

Fig.3 The nuclear density analysis of ecological recreation space area from 1999 to 2017

得分为 8.729,  $P<0.001$ , 说明人口增值具有显著的空间正相关性, 即具有空间集聚特征, 因而使用 GWR 工具对人口增长与生态游憩空间数量拓展进行地理加权回归, 核类型选用固定高斯函数 (Fixed Gaussian), 带宽方法选择 AIC, 得出的 GWR 模型  $R^2$  相比 OLS 模型的 0.04 有明显的提高, 说明拟合度更好 (表 3)。尽管如此, GWR 模型的  $R^2$  仍然显得较小, 只有 0.19, 但由于只纳入了人口增长一个因素, 且有 443 个乡镇因不存在生态游憩空间数量增长而被记为 0, 因此认为效果仍然可以接受。

表 3 GWR 模型的参数检验结果

Table 3 The parameter test results of GWR Model

| 参数名称<br>Parameter name | GWR 模型(1)<br>GWR Model(1) | GWR 模型(2)<br>GWR Model(2) | 参数名称<br>Parameter name | GWR 模型(1)<br>GWR Model(1) | GWR 模型(2)<br>GWR Model(2) |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 带宽 Bandwidth           | 36125.7                   | 36125.7                   | 校正赤池信息准则 AICc          | 975.0058                  | 1707.329                  |
| 残差平方和 Residual Squares | 163.9556                  | 527.3673                  | 拟合优度 $R^2$             | 0.190332                  | 0.264773                  |
| 有效数量 Effective Number  | 40.9063                   | 39.16723                  | 调整拟合优度 Adjusted $R^2$  | 0.130285                  | 0.215871                  |
| 正规化剩余平方和 Sigma         | 0.551994                  | 0.958659                  |                        |                           |                           |

在 GWR 模型运算输出结果中,每个乡镇街道会输出相应的回归系数、标准化残差和残差等,对回归系数进行描述性统计,发现均值、中位数、四分位数均是正数,说明回归效应总体是正向的,即人口增长对生态游憩空间数量拓展具有正向效应(表 4)。

表 4 GWR 模型式 (1) 的回归系数描述性统计  
Table 4 Descriptive statistics of regression coefficients of GWR Model (1)

| 自变量<br>Independent variable | 均值<br>Mean | 中位数<br>Median | 标准差<br>Variance | 极小值<br>Minimum value | 极大值<br>Maximum value | 上四分位数<br>Upper quartile | 下四分位数<br>Lower quartile |
|-----------------------------|------------|---------------|-----------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 人口增长 Population growth      | 0.034      | 0.027         | 0.056           | -0.163               | 0.510                | 0.013                   | 0.032                   |
| 常数 Constant                 | 0.218      | 0.144         | 0.160           | -0.003               | 1.081                | 0.130                   | 0.300                   |

但是,回归系数的极小值和极大值存在较大的差异,少数乡镇的回归系数为负值,说明各乡镇人口增长对生态游憩空间发展的效应存在空间差异。通过制作 GWR 回归系数的空间分布图(图 4),发现回归系数为负值的共有四块区域,分别是江门西南部的恩平市、开平市和台山市,惠州的惠东县和惠州市区东部,肇庆的高要市和德庆县南部、怀集县的北部,这些区域人口增长对生态游憩空间数量增长的影响效应较小,远低于平均水平。

最后,对地理加权回归模型的效果进行评估。经测算,要素的条件数介于 1.326—2.219 之间,标准化残差值处于 -2.086—5.994 之间,其中,95.85% 的值处于 -2.58—2.58 之间。对标准化残差进行空间自相关检验,得出 Moran's *I* 值为 0.003, *Z* 得分值为 0.418, *P* 值为 0.676,接受随机分布的原假设,即标准化残差值是呈空间随机分布的,说明地理加权回归模型的设定较合理。

2.2.2 城镇化

使用 OLS 方法对城乡建设用地增长与生态游憩空间数量增长进行回归分析,得出 *F* 值为 93.336, *P* < 0.001,说明回归系数不为 0,自变量对因变量存在回归关系。回归模型的非标准化系数为 0.033,标准化系数为 0.364, *T* 值为 9.661, *P* < 0.001,说明城乡建设用地增长对生态游憩空间数量增长具有显著正向效应(表 5)。模型的 *R*<sup>2</sup> 为 0.133,说明拟合效果不是特别理想。

表 5 城乡建设用地增长与生态游憩空间数量增长的 OLS 回归分析

Table 5 Regression analysis of construction land growth and increase of ecological recreation space by OLS

| 变量<br>Variable                                       | 非标准化系数<br>Non standardized coefficient |                        | 标准系数<br>Standard coefficient | <i>T</i> | 显著性概率<br>Probability of significance |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|------------------------------|----------|--------------------------------------|
|                                                      | <i>B</i>                               | 标准误差<br>Standard error |                              |          |                                      |
| 常数项 Constant term                                    | 0.569                                  | 0.048                  |                              | 11.931   | 0.000                                |
| 城乡建设用地增长<br>Urban and rural construction land growth | 0.033                                  | 0.003                  | 0.364                        | 9.661    | 0.000                                |

城乡建设用地增长值的空间自相关检验结果得出 Moran's *I* 值为 0.176, *Z* 得分为 20.637, *P* < 0.001,说明各乡镇街道建设用地的增值具有显著的空间自相关性,因而采用地理加权回归分析,结果得出模型的 *R*<sup>2</sup> 上升至

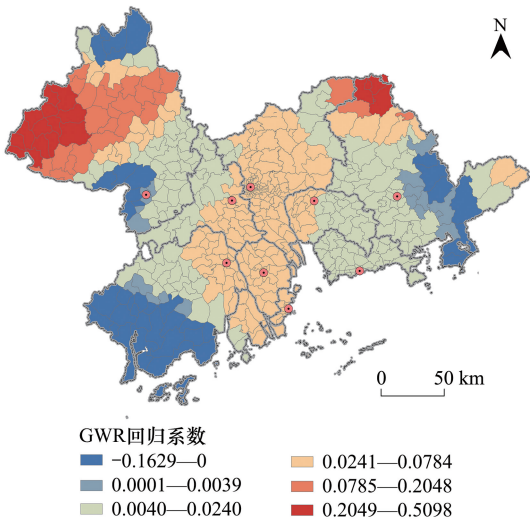


图 4 人口增长对生态游憩空间数量增长的回归系数的分布  
Fig.4 Distribution of regression coefficients of population growth on the increase of ecological recreation spaces

0.265,说明拟合效果有较大幅度的提升(表3)。对各乡镇街道的回归系数进行描述性统计,得出其均值为0.056,中位数为0.040,上四分位数和下四分位数分别为0.029、0.045,说明总体上乡镇街道城乡建设用地增长对生态游憩空间数量扩展呈正向影响(表6)。但也存在6个乡镇的回归系数为负值,说明这些乡镇城镇化发展对生态游憩空间增长不具有正向影响。

表6 GWR模型式(2)的回归系数的描述性统计

Table 6 Descriptive statistics of regression coefficients of GWR Model (2)

| 变量<br>Variable                                       | 均值<br>Mean | 中值<br>Median | 标准差<br>Standard deviation | 方差<br>Variance | 极小值<br>Minimum value | 极大值<br>Maximum value | 上四分位数<br>Upper quartile | 下四分位数<br>Lower quartile |
|------------------------------------------------------|------------|--------------|---------------------------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 城乡建设用地增长<br>Urban and rural construction land growth | 0.056      | 0.040        | 0.068                     | 0.005          | -0.022               | 0.471                | 0.029                   | 0.045                   |
| 截距项 Intercept item                                   | 0.493      | 0.492        | 0.254                     | 0.064          | 0.212                | 2.305                | 0.284                   | 0.603                   |

同样对地理加权回归模型式(2)的效果进行评估,其条件数介于1.378—2.605之间,标准化残差在1.378—2.605之间,97.72%的标准化残差值处于-2.58—2.58之间。进一步对标准化残差进行空间自相关统计,得出Moran's *I*指数值为0.012, *Z*得分为1.391, *P*值为0.164,说明其呈空间随机分布,地理加权回归模型的设定比较合理。

### 2.2.3 休闲旅游需求增长

改革开放前,在公有制经济占主导、“劳动光荣”以及社会生活高度政治化的背景下,休闲旅游远离国民生活。进入20世纪80年代中期,受益于生产方式的变革、生产力的进步和商品经济的发展,城乡居民收入水平大幅度提高,居民消费欲望被激活<sup>[40]</sup>。人们开始拥有闲暇时间以及自由选择休闲旅游活动的机会,国内休闲旅游业随之崛起,对知名的自然或历史文化旅游地的出游意愿较强,因而该阶段以发展风景名胜、名山大川型旅游景区为主<sup>[41]</sup>,90年代以前珠三角城市群的风景区、国家森林公园,便是在这种休闲旅游需求背景下建立起来的。对于刚刚兴起的国内旅游活动,出游人次总体规模很小,1991时仅有140万人次,旅游目的主要是参观名胜古迹、名山名水<sup>[41]</sup>。因此,旅游景区和旅游城市分布较为稀疏,城市生态游憩空间建设非常缓慢。

20世纪90年代中期以来,休假制度改革使得居民闲暇时间大幅增加,其中最重要的两项改革是1995年正式实行的“双休日”制度与1999年实施的春节、“五一”、“十一”法定节假日制度,公民的休闲时间从每年的59 d增加到114 d<sup>[40]</sup>。国人对休闲的需求增加,目的地不再局限于名胜古迹,城市周边自然山水、乡村成为旅游热点<sup>[41]</sup>。城市基础设施和文化休闲娱乐设施大大完善,城市旅游休闲功能被重新确立。在户外休闲旅游需求日益普及的情况下,珠三角城市群生态空间游憩利用在1990—2010年期间呈现出在全域范围内广泛拓展的特征。

随着休闲旅游需求的常态化和多样化,居民期待优质的户外生态开放空间。然而,现有绿地人工雕琢与堆砌色彩较为浓重,难以满足人们亲近自然、体验自然的需求<sup>[42]</sup>。有别于传统城市公园,城市湿地公园、郊野公园强调自然生态性、环境的独特性和生物多样性,满足了人类亲近自然的天性,并可以广泛发展湿地生态教育、健身休闲等户外游憩活动,满足人们向往健康、舒适生活环境的愿望,受到居民的欢迎<sup>[43]</sup>。因此,2010年后更注重自然性的城市湿地公园、森林公园和郊野公园有了较大的发展。据本研究测算,2011—2017年三类公园共增加了130个,占该阶段新增总数67.01%,城市休闲环境进一步改善。

### 2.2.4 生态空间治理政策变化

生态空间游憩利用的扩展与区域生态空间开发利用政策具有密切关联。1990年,生态游憩空间只存在少数几个孤点。1992年受原林业部支持发展国家森林公园及森林旅游的影响,国家森林公园建设步伐加快<sup>[44]</sup>。同时,广东省政府和主管部门也开始调整林业发展思路,分别于1993年、1998年两次出台了森林公园

发展的利好政策,因而在 1993 年、1999—2000 年出现两次森林公园建设高潮,珠三角各城市市辖区、市县均建立了大量的市、县级森林公园(图 5)。因此,相比 1990 年,2000 年珠三角城市群生态空间游憩利用在城市近郊和远郊都有了较大范围的扩展。

2000—2010 年期间,广东省出台《广东省森林公园建设与发展规划》《关于试行广东省国民旅游休闲计划的若干意见》《关于加快我省旅游业改革与发展建设旅游强省的决定》,提出大力开发森林生态旅游、滨海旅游等,因而珠三角城市群的森林公园数量在全域范围内又有较大规模的增加。但此阶段,受深圳市、广州市积极的城市公园绿地建设政策的影响,呈现出城市群核心和边缘地带生态游憩空间共同拓展的态势。但由于生态空间面积较大的肇庆市在此之前已经完成了大部分森林公园的建设,因此 2000 年以后,城市群边缘地带森林公园数量增长放缓,而城市群核心地带的建成区内部和近郊区以湿地公园为代表的生态游憩空间数量快速增长。这与广东省政府对湿地公园建设重视程度的增加不无关系。例如,2013 年开始的绿化广东大行动将城市湿地公园作为重点建设对象<sup>[45]</sup>。2015 年,广东省林业厅又发布了《关于加强湿地公园建设管理的通知》,使得城市湿地公园数量在 2013—2017 年有了迅速增长(图 5)。由于湿地公园主要分布在珠三角城市群平原水网地区,一般属于城市群核心地带,因而促使该阶段生态空间游憩利用扩展重点由外向内转移。

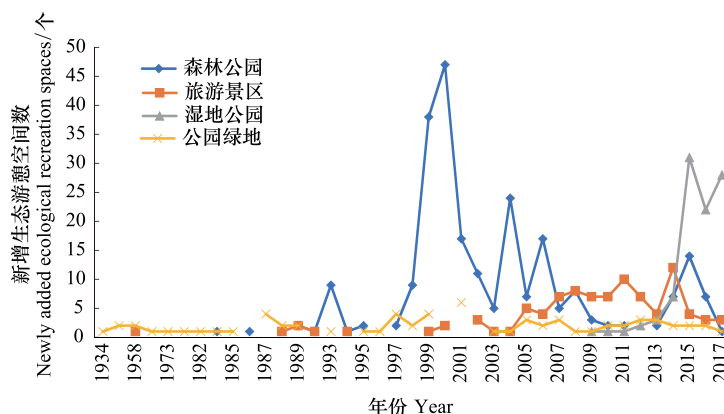


图 5 四类主要生态游憩空间年度新增个数

Fig.5 Annual increase in the number of the major four types of ecological recreation spaces

### 2.2.5 城市群规划理念变化

20 世纪 80 年代末以来,珠三角城市群先后开展了四次区域规划,其规划中的生态价值观不断演化<sup>[46]</sup>(表 7)。1990 年出台的珠三角城镇体系规划(1991—2010)强调经济和城镇化发展,对生态空间的重视程度较低。到了 1996 出台的珠三角经济区城市群规划,开始重视生态空间的保护,但也较少提及生态空间的可持续开发利用。因此,1990—2000 年期间以生态旅游资源开发为主,城市公园绿地、湿地公园等生态开放空间数量较少。2000—2010 年期间的珠三角城市群区域规划强调生态空间的保护和利用,提出建设区域绿地、阳光海岸、区域绿道等,区域生态空间游憩利用蓬勃发展。同时,广州、深圳等地的城市规划高度重视绿地系统建设<sup>[47-48]</sup>,使得生态游憩空间在城市建成区内部和外部都有所扩展。2010 年后,随着《珠三角地区改革发展规划纲要》(2008—2020)、粤港澳三地《共建优质生活圈专项规划》等规划的颁布实施,各城市普遍重视营造绿色宜居环境,把生态游憩空间发展作为城市规划建设重点内容,在这种背景下,城市建成区及邻近地区成为生态游憩空间扩张的热点地区。

## 3 结论与政策启示

### 3.1 结论与讨论

首先,1990—2017 年生态空间游憩利用数量和利用规模上的扩展都具有“由边缘地带少数孤点向周边扩

散→由边缘地带向城市群核心地带逐步填充”的特征。具体而言,在 1990—2000 年阶段,生态游憩空间数量和规模扩展热点为城市群边缘地带。2000—2010 年在城市群边缘地带和核心地带都成为扩展的热点,2010 年后,边缘地带扩展数量和规模减少,而城市群核心地带数量扩张明显。这与产业空间、城镇空间由内向外的核心→边缘扩张具有较大的不同,主要是由于城市群边缘地带生态空间面积广阔,自然旅游资源丰富,品质较高。在旅游资源驱动下,城市群边缘地带首先形成等级较高的少数生态游憩空间,并对周边生态空间游憩利用起到了一定的辐射带动作用。此后,随着中心城区居民对城市环境质量和休闲空间的要求越来越高,城市建成区内生态游憩空间布局受到重视,生态空间游憩利用热点向城市群核心地带扩展。

表 7 1990 年以来珠三角城市群主要区域规划中生态规划观的变化

| 规划名称<br>Planning name                                                                                                | 出台时间<br>Release time | 重要内容<br>Important content                                        | 生态规划理念<br>Ecological planning concept               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 珠三角城镇体系规划(1991—2010)<br>Urban system planning in the Pearl River Delta (1991—2010)                                   | 1990 年               | 城镇体系培育与经济布局,区域性重大基础设施建设,区域资源(水资源、旅游资源)开发利用。                      | 强调经济发展与资源开发利用,轻视生态空间营造与环境质量提升                       |
| 珠三角经济区城市群规划<br>Urban agglomeration planning of the Pearl River Delta economic zone                                   | 1996 年               | 明确区域发展格局,划定四类用地模式,强调区域交通市政基础设施对接和城乡建设标准的制定,制订三大都市区发展策略,引导区域协调    | 开始注重生态环境保护,划定生态敏感区                                  |
| 珠三角城镇群协调发展规划(2004—2020)<br>Coordinated development planning of the Pearl River Delta urban agglomeration (2004—2020) | 2004 年               | 构架网络型空间结构,实行分级空间管制,划定 9 类政策区,推进公共服务均等化                           | 加强生态空间保护与利用,建设区域绿地、区域生态廊道,实施绿线管制,营造阳光海岸             |
| 珠三角地区改革发展规划纲要(2008—2020)<br>Reform and development planning outline of the Pearl River Delta region (2008—2020)      | 2008 年               | 构建新型产业体系和创新区域,实现城乡一体化和区域一体化,完善设施体系与宜居环境建设,改革体制机制                 | 打造绿环和绿道,推进区域生态一体化                                   |
| 环珠江口宜居湾区建设重点行动计划<br>Key action planning for constructing a livable Bay Area around the Pearl River Estuary           | 2011 年               | 以建设“粤港澳共建优质生活圈的精华区”和“引领大珠三角转变经济发展方式的示范区”为目标,打造生态低碳湾、人文休闲湾、优质生活湾。 | 建设“跨界绿道网”串联“区域生态公园”、依托“珠江口水系蓝网”串联“水岸公园”,实现生态空间的全面提升 |
| 共建绿色优质生活圈专项规划<br>Special planning for jointly building a green and high-quality living circle                        | 2012 年               | 将大珠三角(现称为粤港澳大湾区)建设成为具有示范意义的绿色宜居城市群区域。                            | 开展区域生态环境保护合作,完善区域保护地体系                              |
| 粤港澳大湾区发展规划纲要<br>Outline Development Plan for the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area                          | 2019 年               | 高质量建设粤港澳大湾区宜居宜游的优质生活圈,共建人文湾区、休闲湾区、健康湾区。                          | 建设美丽湾区、休闲湾区                                         |

资料来源:在李建平<sup>[46]</sup>基础上修改

其次,珠三角城市群生态空间游憩利用扩展的拉力主要包括人口增长、城镇化发展和居民休闲需求的增长。人口增长和城镇化发展使得城镇人口和建设用地增加,绿色休闲需求增大。休闲旅游需求的变化影响主要体现在:随着经济发展和节假日的增加,休闲旅游需求增长,对生态游憩空间需求增加,驱动生态空间游憩利用在珠三角城市群全域范围内扩展,同时,随着休闲旅游需求结构的变化,中心城区居民对城市环境质量的要求越来越高,强调自然性、环境的独特性和生物多样性城市湿地公园、郊野公园、森林公园得到了较大的发展,生态空间的游憩利用开始向城市建成区内部低平的滨河和湖泊湿地和城市远郊区森林延伸。

最后,政策和规划因素是珠三角城市群生态空间游憩利用扩展的主要推力。有研究表明,制度、政策及规划是城市生态游憩空间格局形成的重要因素<sup>[19]</sup>,这在珠三角城市群得到进一步证实。《广东省森林公园建设

与发展规划》、粤港澳三地《共建绿色优质生活圈专项规划》等一系列生态空间游憩利用积极政策的出台,为珠三角城市群生态空间游憩利用的扩展提供了契机。另外,1990 年以来年各项区域规划中的生态规划理念也逐步由“重经济轻生态”到“打造绿色宜居区域”的转变,成为引导生态空间游憩利用扩展的关键推力。

### 3.2 政策启示

第一,从区域整体性视角完善城市群生态空间游憩利用规划,将其作为重要内容纳入到珠三角区域规划体系中,有重点、分时段地逐步推进生态游憩空间提质增效,并根据生态空间游憩利用的扩展趋势,推动生态空间游憩利用的空间整合,谋划建设高品质的跨界区域休闲旅游功能区、生态游憩廊道。第二,合理顺应人口和城镇化发展以及居民休闲旅游需求增长,逐步推进生态空间游憩利用的扩展,推动人口、城镇化与生态游憩空间配置相协调。第三,出台有关政策保障生态游憩空间供给。根据《广东省森林公园管理条例》有关规定,除森林公园道路建设外,规划用于工程、旅游服务配套设施的总占地面积不得超过森林公园陆地面积的 3%。该规定给森林的休闲旅游开发留有余地,具有合理性。但实际上每个森林公园 3%的用地指标因审批难度较大和审批程序繁琐,往往难以落实,使得休闲旅游业态难以进入,因而生态空间游憩利用扩展受到限制。为此,政府需要出台相应的支持性政策,保障公共游憩空间的用地供给,有序推进生态保护前提下的生态游憩项目的开发。

### 参考文献 (References):

- [1] 中华人民共和国中央人民政府. 中共中央 国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》. [2019-02-18]. [http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/18/content\\_5366593.htm#1](http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/18/content_5366593.htm#1).
- [2] 周永杰, 易灵, 邝红艳, 何煜然, 杨大勇, 周丽旋. 粤港澳大湾区生态系统演变及其服务价值研究. 环境保护, 2019, 47(23): 56-60.
- [3] 王文静, 韩宝龙, 郑华, 欧阳志云. 粤港澳大湾区生态系统格局变化与模拟. 生态学报, 2020, 40(10): 3364-3374.
- [4] 金星星, 陆玉麒, 林金煌, 祁新华, 胡国建, 李欣. 珠三角城市群生产-生活-生态时空格局演化与功能测度. 生态学报, 2018, 38(12): 4286-4295.
- [5] Schetke S, Haase D, Breuste J. Green space functionality under conditions of uneven urban land use development. Journal of Land Use Science, 2010, 5(2): 143-158.
- [6] 王甫园, 王开泳. 城市化地区生态空间可持续利用的科学内涵. 地理研究, 2018, 37(10): 1899-1914.
- [7] 柴舟跃, 谢晓萍, 尤利安·韦克尔. 德国城市群内区域公园规划管理手段研究——以莱茵美茵区域公园为例. 国际城市规划, 2016, 31(2): 110-115.
- [8] Macedo J, Haddad M A. Equitable distribution of open space: using spatial analysis to evaluate urban parks in Curitiba, Brazil. Environment and Planning B: Planning and Design, 2016, 43(6): 1096-1117.
- [9] 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.
- [10] Tan P Y, Samsudin R. Effects of spatial scale on assessment of spatial equity of urban park provision. Landscape and Urban Planning, 2017, 158: 139-154.
- [11] Yang G, Zhao Y L, Xing H F, Fu Y C, Liu G L, Kang X Y, Mai X. Understanding the changes in spatial fairness of urban greenery using time-series remote sensing images: a case study of Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay. Science of the Total Environment, 2020, 715: 136763.
- [12] Tyrväinen L, Mäkinen K, Schipperijn J. Tools for mapping social values of urban woodlands and other green areas. Landscape and Urban Planning, 2007, 79(1): 5-19.
- [13] Chen J Y, Chang Z. Rethinking urban green space accessibility: Evaluating and optimizing public transportation system through social network analysis in megacities. Landscape and Urban Planning, 2015, 143: 150-159.
- [14] Williams T G, Logan T M, Zuo C T, Liberman K D, Guikema S D. Parks and safety: a comparative study of green space access and inequity in five US cities. Landscape and Urban Planning, 2020, 201: 103841.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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): 3622-3633.
- [18] Tan C D, Tang Y H, Wu X F. Evaluation of the equity of urban park green space based on population data spatialization: a case study of a central

- area of Wuhan, China. *Sensors*, 2019, 19(13): 2929.
- [19] Xing L J, Liu Y F, Liu X J, Wei X J, Mao Y. Spatio-temporal disparity between demand and supply of park green space service in urban area of Wuhan from 2000 to 2014. *Habitat International*, 2018, 71: 49-59.
- [20] 李玟, 刘家明, 宋涛, 陶慧, 张新. 北京市绿带游憩空间分布特征及其成因. *地理研究*, 2015, 34(8): 1507-1521.
- [21] Wei F. Greener urbanization? Changing accessibility to parks in China. *Landscape and Urban Planning*, 2017, 157: 542-552.
- [22] Rigolon A, Browning M, Jennings V. Inequities in the quality of urban park systems: an environmental justice investigation of cities in the United States. *Landscape and Urban Planning*, 2018, 178: 156-169.
- [23] 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.
- [24] 范晨璟, 田莉, 申世广, 周麟. 1990-2015 年间苏锡常都市圈城镇与绿色生态空间景观格局演变分析. *现代城市研究*, 2018, (11): 13-19.
- [25] Peng J, Zhao M Y, Guo X N, Pan Y J, Liu Y X. Spatial-temporal dynamics and associated driving forces of urban ecological land: a case study in Shenzhen City, China. *Habitat International*, 2017, 60: 81-90.
- [26] 苏伟忠, 马丽雅, 陈爽, 杨桂山. 城市生态空间冲突分析与系统优化方法. *自然资源学报*, 2020, 35(3): 601-613.
- [27] 广东省统计局, 国家统计局广东调查总队. 广东统计年鉴-2019. 北京: 中国统计出版社有限公司, 2019.
- [28] 广东省林业局. “珠三角森林城市群”: 美丽广东建设的华彩篇章. [2019-12-27]. [http://lyj.gd.gov.cn/gkmlpt/content/2/2729/post\\_2729087.html#2441](http://lyj.gd.gov.cn/gkmlpt/content/2/2729/post_2729087.html#2441).
- [29] 王绍博, 罗小龙, 顾宗倪, 唐蜜, 张培刚. 精明增长背景下上海城市空间扩展演变特征与驱动机制. *经济地理*, 2019, 39(6): 58-65.
- [30] 蔺雪芹, 王岱, 刘旭. 北京城市空间扩展的生态环境响应及驱动力. *生态环境学报*, 2015, 24(7): 1159-1165.
- [31] 卢宾宾, 葛咏, 秦昆, 郑江华. 地理加权回归分析技术综述. *武汉大学学报: 信息科学版*, 2020, 45(9): 1356-1366.
- [32] ArcGIS Desktop. 地理加权回归 (GWR). [2018-01-28]. <http://desktop.arcgis.com/zh-cn/arcmap/latest/tools/spatial-statistics-toolbox/geographically-weighted-regression.htm>.
- [33] 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 关于划定并严守生态保护红线的若干意见. [2020-07-03]. [http://www.gov.cn/zhengce/2017-02/07/content\\_5166291.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2017-02/07/content_5166291.htm).
- [34] 张书颖, 刘家明, 朱鹤, 李涛, 余文婷. 国内外城市生态游憩空间研究进展. *人文地理*, 2019, 34(5): 15-25, 35-35.
- [35] 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.
- [36] 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.
- [37] 国家统计局人口和社会科技统计司. 中国乡、镇、街道人口资料. 北京: 中国统计出版社, 2002.
- [38] 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>.
- [39] 冯维波. 城市游憩空间分析与整合研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2007.
- [40] 秦学. 新中国休闲文化与生活风尚变迁的审思——基于国民生活方式视角. *青海社会科学*, 2014, (2): 70-76.
- [41] 潘立勇. 中国旅游走过 30 年. *风景名胜*, 2008, (3): 76-79.
- [42] 崔心红, 钱又宇. 浅析湿地公园的产生、特征和功能. *上海建设科技*, 2003, (3): 43-44, 50-50.
- [43] 敬峰瑞, 孙虎. 基于游客视角的城市湿地公园游憩体验价值评价——以西安灞桥湿地公园为例. *陕西师范大学学报: 自然科学版*, 2016, 44(3): 110-117.
- [44] 赵敏燕, 陈鑫峰. 中国森林公园的发展与管理. *林业科学*, 2016, 52(1): 118-127.
- [45] 中共广东省委, 广东省人民政府. 关于全面推进新一轮绿化广东大行动的决定. [2021-02-09]. <http://www.zhfyj.com/ZtuDetail.aspx?MsgId=29>.
- [46] 李建平. 区域规划演进: 来自珠三角的实践//2012 中国城市规划年会论文集. 昆明: 中国城市规划学会, 2012.
- [47] 詹运洲, 李艳. 特大城市城乡生态空间规划方法及实施机制思考. *城市规划学刊*, 2011, (2): 49-57.
- [48] 深圳市城市管理局, 规划局. 深圳市绿地系统规划(2004-2020). [2017-01-28]. <http://www.chla.com.cn/htm/2012/0119/112893.html>.