

# 长江流域国家湿地公园时空演变特征及其驱动因素

杨利<sup>1</sup>, 石彩霞<sup>1</sup>, 谢炳庚<sup>\*2</sup>

(1. 湖南师范大学 旅游学院, 中国湖南 长沙 410081; 2. 湖南师范大学 资源环境与科学学院, 中国湖南 长沙 410081)

**摘要:**以长江流域国家湿地公园为研究对象,选取2005、2011、2017年3个时间截面,利用重心标准差椭圆、核密度、探索性空间数据分析技术、地理探测器等方法,从空间分布重心、分布密度以及时空关联性等方面探析长江流域国家湿地公园的时空演变特征及其主要驱动因素,研究表明:①长江流域国家湿地公园时空分布呈东北—西南走向,流域内国家湿地公园发展的重心在长江中下游地区;②长江流域国家湿地公园空间集聚形态显著,不同时间截点均展现出“整体分散、局部集中”的演变特征;③流域内国家湿地公园空间分布呈正相关关系,时空格局冷热点区域以阶梯状排列,由长江中下游地区向西北地区推移;④地形、气候、水文等自然因素对长江流域国家湿地公园时空分布的影响具有一致性,经济、交通、人口等社会经济因素对格局演化有重要驱动作用,政府政策的影响程度有待加强。

**关键词:**国家湿地公园;湿地资源;地理探测器;生态旅游;长江流域

**中图分类号:** F592.99 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-8462(2019)11-0194-09

**DOI:** 10.15957/j.cnki.jjdl.2019.11.023

## Temporal and Spatial Pattern Evolution Characteristics and Driving Factors of National Wetland Parks in the Yangtze River Basin

YANG Li<sup>1</sup>, SHI Caixia<sup>1</sup>, XIE Binggen<sup>2</sup>

(1. College of Tourism, Hunan Normal University, Changsha 410081, Hunan, China;

2. College of Resource and Environmental, Hunan Normal University, Changsha 410081, Hunan, China)

**Abstract:** Taking the National Wetland Park of the Yangtze River Basin as the research object, three time sections were selected in 2005, 2011 and 2017, and the center of gravity distribution and distribution were obtained from the spatial distribution standard ellipse, nuclear density, exploratory spatial data analysis technology and geographic detector. The spatial and temporal evolution characteristics and main driving factors of the national wetland parks in the Yangtze River Basin are analyzed in terms of density and spatial and temporal correlation. The research shows that: 1) The spatial and temporal distribution of national wetland parks in the Yangtze River Basin is northeast-southwest, and the center of national wetland parks in the basin is in the middle and lower reaches of the Yangtze; 2) The spatial agglomeration pattern of the national wetland parks in the Yangtze River Basin is significant, and the intercepted points at different time periods show the distribution characteristics of whole dispersion and local concentration; 3) The spatial distribution of national wetland parks in the basin is positively correlated, and the spatial and temporal patterns of cold hotspots are the stepped distribution who is shifted from the middle and lower reaches of the Yangtze River to the northwest; 4) The natural factors such as topography, climate and hydrology have a consistent influence on the spatial and temporal distribution of the national wetland parks in the Yangtze River Basin. The socio-economic factors such as economy, transportation and population play an important driving role in the basin. The impact of government policy needs to be strengthened.

**Keywords:** national wetland park; wetland resources; geographic detector; ecotourism; Yangtze River Basin

建设国家湿地公园,注重湿地保护、宣传、教育和湿地合理利用,是缓解湿地资源保护与城市化进程矛盾的可行举措,是《湿地公约》提倡的发展方

向,同时也是当下开展生态旅游的重要媒介<sup>[1-2]</sup>。长江流域以水为纽带,形成完整的社会—经济网络,区域内国家湿地公园众多,地质地貌和生态水

收稿时间 2019-03-27;修回时间 2019-06-12

基金项目 国家社会科学基金项目(18BJL062)

作者简介 杨利(1973—),女,江西泰和人,副教授,硕士生导师。主要研究方向为旅游资源开发与湿地生态环境保护。E-mail: 1329566960@qq.com。

通讯作者 谢炳庚(1961—),男,湖南长沙人,教授,博士生导师。主要研究方向为土地资源评价与利用规划。E-mail: xbgby@sina.com。

文独特,是全国湿地生态系统的核心构成要素。随着生态文明建设的不断推进,长江流域国家湿地公园的规划布局受到越来越多的关注。

学界关于国家湿地公园的讨论主要集中在应用层面。国外研究侧重国家湿地公园生态系统的的变化及评价修复,从湿地水环境质量<sup>[3]</sup>、湿地生物活动状况及其影响因素<sup>[4]</sup>、湿地植被演变趋势<sup>[5]</sup>、湿地公园保护与规划<sup>[6]</sup>等方面展开讨论。国内对国家湿地公园研究起步较晚,李玉凤、刘红玉、汪辉、吴后建等从湿地公园景观质量评价、园林规划与设计、湿地生态保护与修复以及游客感知等角度探究国家湿地公园发展状况<sup>[7-10]</sup>。关于国家湿地公园的空间分布,现有研究成果侧重于全国宏观层面或单个省域尺度的国家湿地公园<sup>[11-12]</sup>,从中观区域角度对国家湿地公园时空格局进行深入研究尚不多见;在研究视角上,已有研究多从空间维度切入<sup>[13]</sup>,缺乏对不同时段国家湿地公园空间分布特征的探索,且多集中在单一时间段的讨论<sup>[14]</sup>,跨度较长的多个时间节点研究不多;在研究内容方面,主要侧重描述湿地公园的空间分布状况<sup>[15-16]</sup>,孤立地分析了国家湿地公园布局的影响因素<sup>[17]</sup>,鲜有研究对其影响因素的关联性进行深入探讨;研究方法上,多将数理模型与空间分析相结合<sup>[18-19]</sup>,针对其时空格局演化的主要因素缺乏具象化的空间计量与统计分析研究。

长江流域位于我国经济发展的重要廊道,同时也是全国生态文明建设的战略要地,长江流域国家湿地公园时空演变规律的把控,对区域生态平衡的维持修复有着重要作用。鉴于此,运用ArcGIS空间分析技术,研判不同时段长江流域各省市国家湿地

公园空间布局特征,比较不同区域的时空分布差异,并借助地理探测器,探究流域内国家湿地公园时空演变驱动因素,同时对各要素之间的相互关系进行讨论,以期在生态文明建设背景下,最大限度加强对湿地资源的生态保护,充分发挥国家湿地公园的科教旅游功能,并为维护湿地生态平衡、完善国家公园体系、促进地区全面发展提供一定的借鉴与参考。

## 1 研究区域与研究方法

### 1.1 研究区概况

长江流域范围广阔,总面积达180万km<sup>2</sup>,区域内包含上游6个子流域,中游4个子流域和下游2个子流域,涉及我国17个省市,8大城市群<sup>[20]</sup>。长江源于青藏高原,横贯我国东、中、西大部分地区,跨越我国地势三大阶梯,拥有丰富的湿地资源。流域内经济发达、交通便利,人口众多,不仅是人们饮食起居、交通运输的生活港湾,同时也是极为关键的鸟类栖息地。长江流域各省市国家湿地公园分布较为密集,截至2017年底总数达到548处,占全国总数的61.02%(图1)。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 重心坐标

假设一个大区域由n个小区域构成; $(x_i, y_i)$ 为第i个区域的中心坐标; $u_i$ 为i区域某种属性值和权重; $M(x_i, y_i)$ 为整个区域的重心坐标<sup>[21]</sup>,计算公式为:

$$M_i(x_i, y_i) = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n u_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{\sum_{i=1}^n u_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n u_i} \right] \quad (1)$$

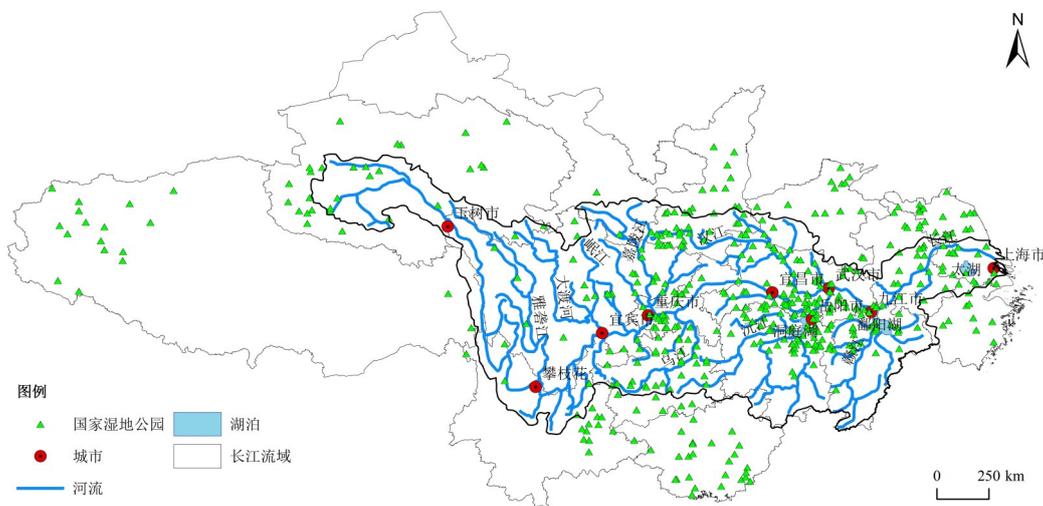


图1 长江流域各省市国家湿地公园分布图

Fig.1 Distribution map of national wetland parks in various provinces and cities in the Yangtze River Basin

### 1.2.2 标准差椭圆

标准差椭圆主要包括中心点、长半轴、短半轴和方位角几大要素,标准差椭圆主要揭示流域内国家湿地公园分布的时空演变特征<sup>[22]</sup>,其公式为:

$$\tan\theta = \frac{A+B}{C}$$

$$A = \sum_{i=1}^n \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n \tilde{y}_i^2 \quad (2)$$

$$B = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n \tilde{y}_i^2\right)^2 + 4\left(\sum_{i=1}^n \tilde{x}_i - \sum_{i=1}^n \tilde{y}_i\right)^2}$$

式中: $\tilde{x}_i$ 与 $\tilde{y}_i$ 为第 $i$ 个子区域与中心的偏差。长半轴表示国家湿地公园在主方向上的离散程度,短半轴表示国家湿地公园在次方向上的离散程度。

### 1.2.3 核密度分析

核密度强度主要揭示国家湿地公园空间集聚和扩散特性及时空演化过程<sup>[23]</sup>。其公式为:

$$g(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (3)$$

式中: $x_i$ 表示点 $i$ 的坐标位置, $i=1,2,\dots,n$ ;  $n$ 表示坐标点的数量; $h$ 表示带宽; $k$ 为权函数,用以估计数据点的数量和利用程度。搜索半径越大,密度栅格越大,概化程度越高,搜索值越小,栅格显示信息越详细。

### 1.2.4 探索性空间数据分析(ESDA)

ESDA方法是比较不同空间板块之间关联性的重要手段,主要从整体和局部两个维度揭示国家湿地公园空间格局演化特征<sup>[24]</sup>。

①全局自相关。全局空间自相关主要检验国家湿地公园整体空间关联度与区域差异性<sup>[25]</sup>。计算公式为:

$$Moran's I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (4)$$

式中: $S^2$ 为 $Y_j$ 的离散方差; $\bar{Y}$ 为平均值; $n$ 为空间单位(指省、市、县)的数量; $Y_i$ 和 $Y_j$ 为第 $i$ 和 $j$ 的国家湿地公园数目; $W_{ij}$ 为空间权重矩阵,表示空间单元 $i$ 和 $j$ 的公共边界, $W_{ij}$ 取1,否则取0。全局Moran's  $I$ 的取值范围介于 $[-1, 1]$ 。当Moran's  $I > 0$ 时,表示区域国家湿地公园分布呈空间正相关;当Moran's  $I < 0$ 时,说明国家湿地公园空间分布存在负自相关;当Moran's  $I = 0$ 时,说明空间不相关,分布较为松散。

②局部自相关。局部自相关主要检验区域内及相邻区域间国家湿地公园空间分布关联性,通过

可视化处理,可反映局部空间差异<sup>[26]</sup>。

计算公式为:

$$I_i = \frac{Y_i - \bar{Y}}{S^2} \sum_{j=1}^m W_{ij} (Y_j - \bar{Y}) \quad (5)$$

式中:各变量含义不变。局部Moran's  $I$ 取值范围介于 $[-1, 1]$ 。根据其取值可将研究区域分为四种类型:High-High型(H-H)、Low-Low型(L-L)、High-Low型(H-L)和Low-High型(L-H)。H-H型和L-L型表明国家湿地公园分布存在热点区域,具有集聚性和相似性;H-L型和L-H型表明国家湿地公园分布存在冷点区域,具有分散性和异质性。

### 1.2.5 地理探测器

地理探测器是一种通过探测某种地理空间要素分异状况,说明该要素对某个属性值空间分布格局影响程度的重要方法<sup>[27]</sup>。其工作原理如下:

$$q = 1 - \frac{1}{N\sigma^2} \sum_{h=1}^L N_h \cdot \sigma_h^2 \quad (6)$$

式中: $q$ 为探测因子 $X$ 的探测力值; $L$ 为各因素的类型; $N$ 和 $N_h$ 分别为全区和因素 $X$ 的类型 $h$ 内的样本数; $\sigma_h^2$ 和 $\sigma^2$ 分别是层 $h$ 和全区的 $Y$ 值的方差。 $q$ 的值域为 $[0, 1]$ , $q$ 值越大,说明因素 $X$ 对于国家湿地公园时空分布的影响程度越高。

### 1.3 数据来源

国家湿地公园名单主要来源于中华人民共和国环境保护部、国家林业局主办的湿地中国和中国林业网网站(<http://www.shidi.org/>)。湿地公园空间位置主要借助Google地图,依据各省地图标定各个国家湿地公园的地理坐标,其中面积小于10万 $\text{hm}^2$ 的在图上以质点坐标表示,面积大于10万 $\text{hm}^2$ 的取其地理位置中心质点坐标。利用ArcGIS 10.2软件,建立湿地公园空间分布数据库,并制作国家湿地公园空间分布图。选取长江流域范围内17个省市的国家湿地公园为研究对象,文中使用的自然、社会经济指标数据来源于2005、2011、2017年度的《中国统计年鉴》,使用的降水数据主要来源于中国气象数据网(<http://data.cma.cn/site/>)<sup>[28]</sup>,地形数据通过数字高程模型(DEM)计算获得,高程数据来源于地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>)。

## 2 长江流域国家湿地公园时空演变特征

### 2.1 重心标准差椭圆分析

#### 2.1.1 全流域国家湿地公园空间分布呈东西跨度,南北变动较小

运用ArcGIS 10.2软件进行相关处理,得到

2005、2011、2017年3个时间截面的国家湿地公园重心坐标及标准差椭圆(图2)。从3个年代标准差椭圆轨迹变动状况来看,X、Y轴的标准差分别反映了东西向和南北向湿地公园的分布广度,两者均有不同程度的扩张变化,主要受到区域湿地面积和经济发展水平的影响:受到自然资源禀赋影响,X轴标准差不断增加,而Y轴标准差波动变化并未明显受到资源分布状况制约,其变化趋势与区域经济社会发展状况有紧密关系。转角 $\theta$ 的变化尚不显著。从重心整体移动轨迹上看,长江流域国家湿地公园空间分布主要呈东西跨度,南北变动较小,主要介于110.5007°E~114.2864°E和28.8539°N~31.3740°N之间,东西跨度约4°,南北跨度约2.5°,与经济社会发展方向基本一致。随着生态旅游的不断发展,很多省市意识到湿地保护与旅游发展的重要性,开始建设湿地公园,加强湿地生态维护。

### 2.1.2 区域国家湿地公园呈“东北—西南”走向不断扩散

由各区域重心椭圆轨迹可知(图2),长江上游国家湿地公园空间分布的中心点位于四川省,转角 $\theta$ 在2005—2017年顺时针旋转,表明该区域东南方向的国家湿地公园不断集聚,长轴标准差距离在2005—2017年持续增加,说明该区域国家湿地公园沿长轴方向扩散。短轴标准差在2005—2017年沿“东北—西南”方向集聚,并不断向东北方向偏移;长江中游地区的中心点位于湖南省和湖北省的交界处,该区域转角 $\theta$ 基本维持顺时针方向,说明该区域东北方向的国家湿地公园数量一直在增加。长轴和短轴

在2005—2011年变长,西北、东南方向有湿地公园增长,2011年后长轴和短轴标准差增加,并向东北—西南方向偏移,区域内国家湿地公园总体布局向外围扩散分布,长江中游地区在长轴和短轴方向上都经历了“先集聚后扩散”的态势;长江下游地区的中心点位于安徽省和江苏省的交界处,转角 $\theta$ 在2005—2017年顺时针旋转,表明这一时期东北方位的湿地公园数量不断增加。从长短轴的变化来看,长江下游地区国家湿地公园增长趋势基本保持稳定。

### 2.2 核密度分析

长江流域国家湿地公园空间集聚特征明显,高密度集中圈基本形成。借助 ArcGIS 10.2 空间分析工具,生成长江流域国家湿地公园核密度分布图(图3)。由图3可知,长江流域国家湿地公园空间分布差异显著,形成多个高度密集区,“大分散、小集中”的空间分布格局日益明显:①从整体上来看,从2005年第一批国家湿地公园公布到2017年的12年间,国家湿地公园骤增,东部地区增速明显,西北地区国家湿地公园也陆续获批,表明湿地资源保护日益受到重视;②从流域分布状况来看,长江中下游国家湿地公园密度较高,长江上游地区呈散点状分布,密度相对偏低;③长江流域国家湿地公园空间分布东密西疏,基本形成了以环洞庭湖、环太湖、环鄱阳湖、黄山以及渝西盆地为代表的高密度聚集区<sup>[29]</sup>。纵观全局,长江中下游地区经济发达,交通便利,水域资源丰富,国家湿地公园点密度相对较高,长江上游特别是青海、西藏、四川等地,地势较高,交通不便,国家湿地公园散点分布特征明显,空

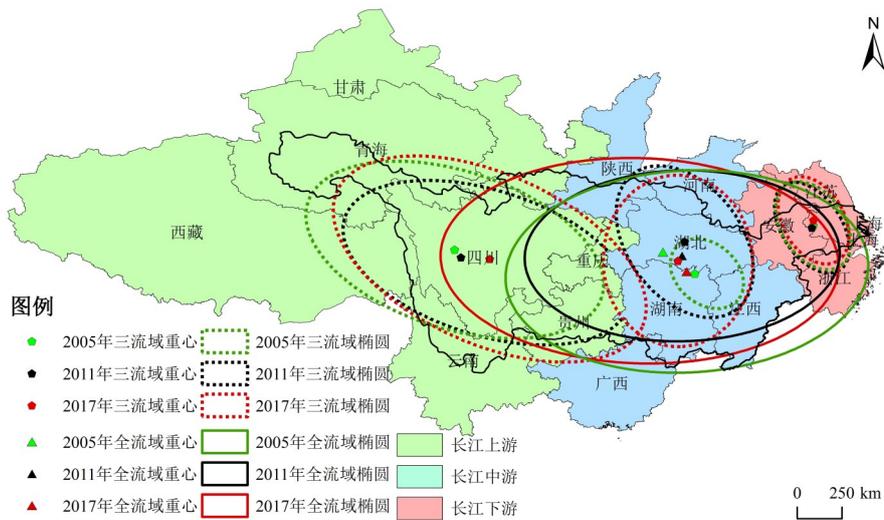


图2 长江流域各省市国家湿地公园分布重心及标准差椭圆分布图

Fig.2 Distribution center of gravity and standard deviation ellipse of national wetland park in various provinces and cities in the Yangtze River Basin

间密度偏低。

### 2.3 时空分布关联性分析

#### 2.3.1 时空分布呈现一定关联性,增速减缓

借助 ArcGIS 10.2 软件,计算 2005、2011、2017 年国家湿地公园空间分布的莫兰指数,研究表明 3 个年份的全局自相关指数均为正,且 2011 年以后 Z 值大于 0.05 置信水平下的临界值 1.86,结果较为显著,说明国家湿地公园分布表现出一定空间集聚性,集聚态势有所减缓,近几年相邻区域空间正相关性相比往年有所下降。

#### 2.3.2 热点区域由东向西逐步演化

全局评估在识别区域空间集聚特征同时会忽略局部状态的不稳定性,因此需要在此基础上,进行具体集聚区域及其变化趋势的探测。采用自然间断点分级法将各年份局部  $G_i^*$  统计量由高到低分为 4 类,通过数据可视化处理,得到国家湿地公园时空演化格局的冷热点分布图(图 4)。

①从总体上来看,从国家湿地公园创建至今,

热点区和次热点区由 6 个扩展到 8 个,研究中未发生变化的区域有 2 个,占总数的 21.05%,空间格局变化较大。②从区域角度来看,2005 年首批国家湿地公园公布,有 5 个湿地公园位列其中,长江流域占其中的 3 个,但是各省份湿地公园总体数量较少,分布较为零散,国家湿地公园空间布局的热点区域尚不明显;2011 年以后,长江中下游跃迁为新的热点区,高值团簇区向两侧推移,逐渐呈现团块状的集聚形态,接连出现一些次热点区,冷热点格局开始发生变化,特别是国家湿地公园调整验收之后,湿地公园格局集聚形式日益明显;2017 年热点区进一步扩大呈条带状分布,次热点区也有拓展,次冷点区、冷点区域始终位于长江上游特别是西北地区。③从省域层面来看,始终未发生变化的区域中,西藏、甘肃地区深处内陆,降水较少,经济发展缓慢,湿地公园始终处于冷点区域;上海经济发展快,人口众多,湿地资源相对较少;湖南位于洞庭湖之滨,水热条件充足,湿地资源丰富,始终位于热点

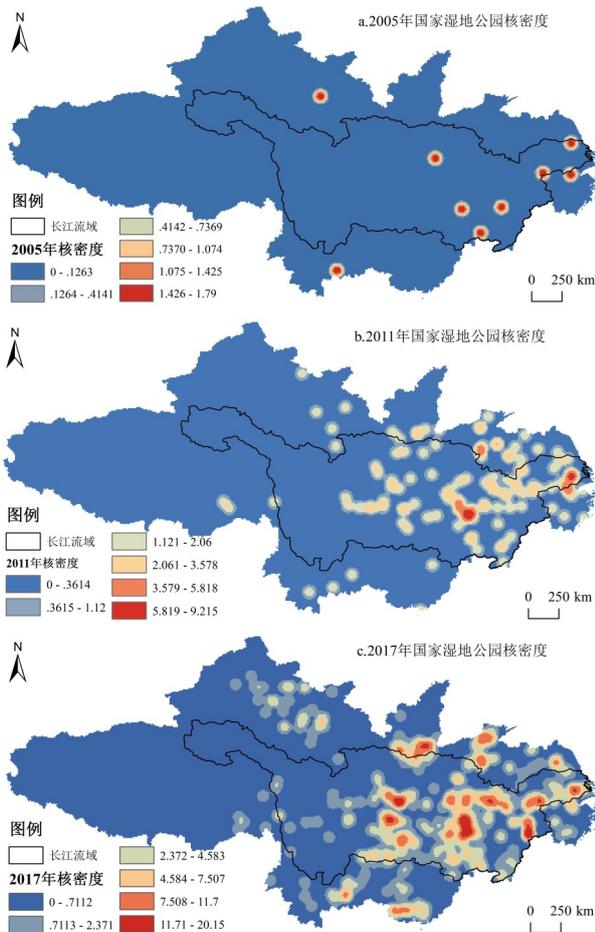


图3 长江流域各省市国家湿地公园核密度分布图  
Fig.3 Nuclear density of national wetland park in various provinces and cities in the Yangtze River Basin

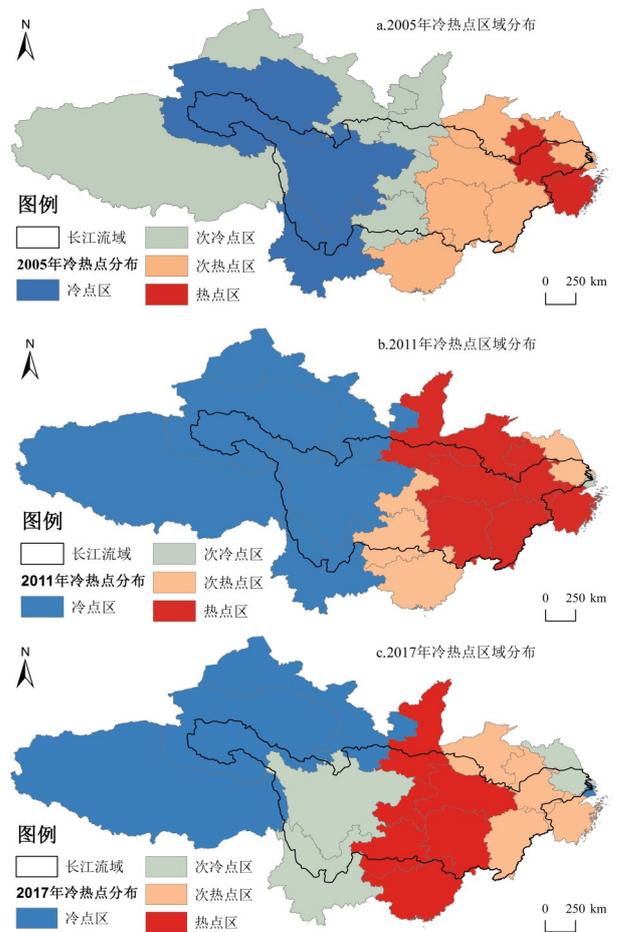


图4 长江流域各省市国家湿地公园冷热点区域分布图  
Fig.4 Distribution of cold hotspots of national wetland park in various provinces and cities in the Yangtze River Basin

区;而在发生变化的区域中,国家湿地公园创建过程中,受到资源、经济、分区的影响,大部分省份表现为逐级增强或减弱的演化特征。

### 3 长江流域国家湿地公园演变驱动因素

选取2005、2011、2017年17个省市的面板数据,运用地理探测器分析长江流域国家湿地公园时空演变格局的驱动因素。结合数据的可获取性,选取湿地面积( $X_1$ )、年平均温度( $X_2$ )、年降水量( $X_3$ )、说明地形、气候、水文等自然因素对区域国家湿地公园布局的影响;选取人均GDP( $X_4$ )、年末公路通车里程数( $X_5$ )、常住人口( $X_6$ ),检验社会经济、交通条件及人口分布与国家湿地公园时空格局的关联程度;借鉴相关学者研究成果<sup>[30]</sup>,采用政府在相关文件中提及“湿地”的次数( $X_7$ )表征政策环境对国家湿地公园发展的重视程度。各时期数据按自然断点法分为五类,计算结果见表1。

借助地理探测器的交互作用分析版块研判2005、2011、2017年国家湿地公园空间布局各驱动因素的关联程度,进而检测各驱动因子对湿地公园格局的交互作用。研究表明,各驱动因素对国家湿地公园空间布局交互作用的解释力表现为非线性增强(表1),其中影响较大的驱动因子从大到小依次为:地形(0.966)>年降水量(0.963)>地区经济发展水平(0.957)>年平均气温(0.953)>交通可达性(0.942)>区域人口密度(0.934),从探测因子的解释力 $q$ 值看,地形、气候、水文等自然因素对区域国家湿地公园布局的影响具有一致性;经济发展水平、交通可达性和人口密度在不同区域国家湿地公园发展中所起的作用存在较大差异,而地方政策因素在不同区域的探测力占比仍显偏低, $q$ 值差异不大,

具体分析如下。

#### 3.1 自然资源禀赋

##### 3.1.1 地形

由探测结果可知,地形因素对国家湿地公园时空格局的影响具有一致性(表1)。借助GIS空间分析工具提取长江流域DEM数据,叠加得到各国家湿地公园点的高程信息(图5)。研究表明,有225个国家湿地公园分布在海拔为0~200m的平原谷地,占总数的46.58%;海拔在200~500m丘陵盆地的国家湿地公园数量为96个,占全部数量的19.87%;海拔介于500~1000m的山地有77个国家湿地公园分布,占总量的15.94%,而海拔在1000m以上地带的国家湿地公园为83个,占全部数量的17.61%。综合来看,长江流域国家湿地公园多分布于海拔高度低于500m的平原、盆地或丘陵地区,主要集中在长江中下游地区,这是由于长江上游地区山地高原纵横,北部有秦岭、大巴山阻隔,冬季风不易到达;南有云贵高原围绕,东南季风难以长驱直入,受西南季风影响较大,季节性不太显著。相比之下,长江中下游的湖北、湖南地处我国第二大淡水湖洞庭湖之滨,加之东部季风区带来的大量水汽,为湿地公园建设发展提供了天然保障。

##### 3.1.2 水文

国家湿地公园大多沿河流分布,利用GIS缓冲区分析技术,测算长江流域主要河流的多尺度缓冲区(图5)。由图5可知,湘江、赣江、嘉陵江流域集聚近30%的国家湿地公园,汉江、岷江流域国家湿地公园集聚程度较为明显,环鄱阳湖、环洞庭湖流域国家湿地公园也表现出较强的空间集聚特性。国家湿地公园的空间分布与到河流、湖泊的距离有关,国家湿地公园占所在分区面积的百分比随着河

表1 长江流域各省市国家湿地公园时空演变影响要素地理探测结果

Tab.1 Geographical detection results of the influence factors of time and space evolution of national wetland parks in various provinces and cities in the Yangtze River Basin

年份	区域	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
2005	长江流域	0.931	0.922	0.932	0.926	0.903	0.919	0.437
	长江上游	0.812	0.800	0.666	0.708	0.708	0.666	0.798
	长江中游	0.909	0.844	0.909	0.844	0.844	0.751	0.802
	长江下游	0.861	0.861	0.861	0.921	0.897	0.902	0.798
2011	长江流域	0.983	0.972	0.977	0.961	0.947	0.927	0.582
	长江上游	0.984	0.967	0.926	0.965	0.914	0.906	0.846
	长江中游	0.948	0.782	0.782	0.786	0.844	0.844	0.881
	长江下游	0.938	0.856	0.875	0.938	0.984	0.983	0.892
2017	长江流域	0.987	0.979	0.980	0.973	0.976	0.958	0.796
	长江上游	0.963	0.961	0.972	0.964	0.971	0.961	0.921
	长江中游	0.909	0.782	0.948	0.844	0.844	0.782	0.907
	长江下游	0.939	0.863	0.863	0.986	0.939	0.919	0.896

流距离增加呈先上升后下降的趋势<sup>[31]</sup>。长江流域国家湿地公园位于我国湿地公园的三大高密度圈之一。由探测因子检验可知,水文因素对长江中下游地区国家湿地公园空间分布的影响程度有所下降(表1),说明该区域的水文条件在近年来发生改变,区域内河流径流量和径流深度开始减少,湿地的生态水文环境发生巨大变化,湿地水资源短缺,湿地面临丧失和退化的危险。

### 3.1.3 气候

年平均气温的 $q$ 值从2005年的0.922到2017年的0.979,逐年提升(表1),说明气候因素对长江流域湿地公园空间分布影响较大。从区域范围来看,长江上游国家湿地公园空间分布受气候因素的影响程度明显高于长江中下游地区,长江上游地区地势较高,年平均气温低,受到地势的阻挡,温度升温慢,水汽难以到达,长江中下游主要为平原、盆地或丘陵地形,其气候条件明显优于长江上游地区。长江流域地处东部季风区,分布有亚热带到亚寒带等6个气候带,气候类型多样,流域内大部分国家湿地公园温度在18~20°C左右。

## 3.2 社会经济因素

### 3.2.1 经济发展水平

经济发展水平是影响国家湿地公园空间规模与布局的关键因素。运用ArcGIS 10.2对长江流域GDP进行空间分类,绘制国家湿地公园分布与经济发展水平耦合图(图6),发现国家湿地公园空间格局与区域经济发展水平存在较强的正相关关系,长三角经济圈生产总值最高,该区域国家湿地公园聚集特性显著;环洞庭湖、环鄱阳湖区域中心城市GDP水平较高,国家湿地公园数量也较多;而长江流域经济水平较低的地区,如昆明、贵阳、甘孜州等地国家湿地公园集聚程度偏低。这也说明在湿地公园建设过程中,湿地资源禀赋、公园开发力度、政府政策等虽有一定作用,但区域经济发展状况的影响更为显著,湿地公园的规划开发、运行维护离不开强大的资金支持,经济发展落后、湿地资源丰富的中西部省份的湿地公园建设选址也因此受到限制<sup>[32]</sup>。

### 3.2.2 交通可达性

采用GIS栅格分析方法评价长江流域的交通可达性,将长江流域国家湿地公园空间分布点与交通可达性进行耦合分析(图6),研究表明多数国家湿地公园坐落在交通网络通达性相对较好的地区,国家湿地公园空间分布与交通可达性呈现较强的

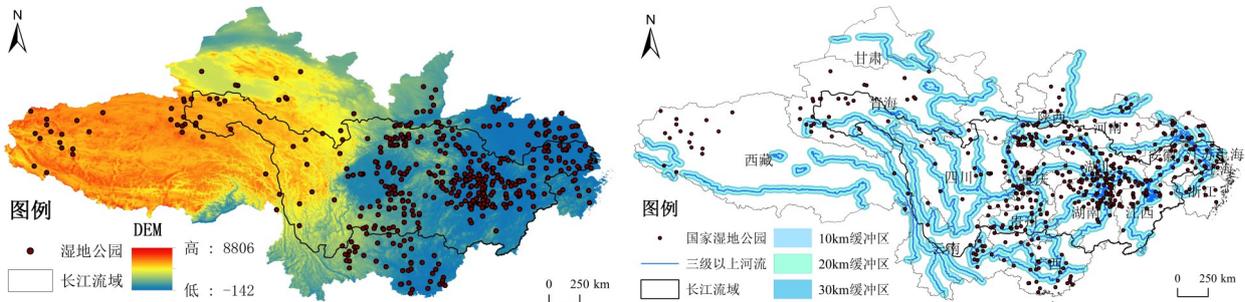


图5 长江流域各省市国家湿地公园与DEM、河流缓冲区耦合图

Fig.5 Coupling diagram of national wetland park and DEM and river buffer in various provinces and cities in the Yangtze River Basin

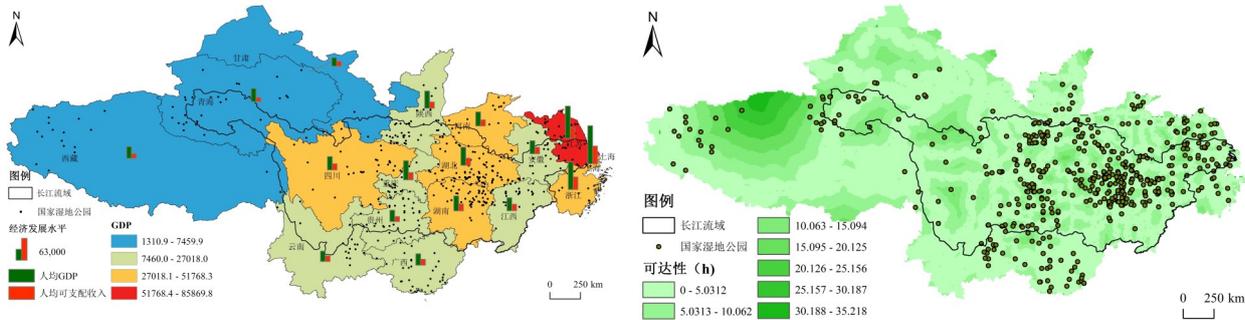


图6 长江流域各省市国家湿地公园与经济、交通耦合图

Fig.6 Coupling diagram of national wetland parks in various provinces and cities in the Yangtze River Basin with economy and transportation

正相关关系。长江流域内国家湿地公园平均可达时间为3.6h,中东部交通网络通达性高,可达性在4h以内,逐渐呈现由中间向两级分散的趋势。可达性较差的是西部青藏高原地区,虽近年有很大改善,但通达度仍偏低。长江中下游地区作为全国交通中枢,水陆空航运发达,可达性较高,国家湿地公园综合效益较为明显,相比之下,西北部地区地形复杂,可进入性低,施工难度大,在一定程度上使得国家湿地公园的建设难度也明显偏大,面临严峻的技术挑战。

### 3.2.3 人口密度

从 $q$ 值变化情况来看,人口因素对流域内国家湿地公园空间分布的影响较为稳定(表1),长江流域国家湿地公园主要分布在胡焕庸线附近,与我国东密西疏的人口分布格局基本一致,国家湿地公园多集中在人口密度相对较大的平原低地,沿线分布并不均衡。长江上游国家湿地公园数量不多,占地面积较大,受地形等多种因素的限制,分布在人口集聚的地方;长江中下游地区地势低平,地貌多样,人口基本集中在平原、盆地等地区,受限于相对狭小的区域面积,国家湿地公园面积不大,但湿地公园服务率较高。由此可见,长江流域国家湿地公园时空分布格局响应了胡焕庸线的指导意义,将方便人类生活与促进湿地保护紧密结合。

### 3.3 政策因素

国家湿地公园的发展离不开政府的政策支持,探测结果显示政策环境探测值 $q$ 从2005年的0.437增加到2017年的0.796(表1),表明政府对国家湿地公园的关注度逐年上升。21世纪初期,国家湿地公园发展水平较高的地区基本处于湿地资源丰富且经济较为发达地区,政府对湿地关注较多,其余城市较少提及,甚至不提。我国湿地公园建设起步较晚,目前主要依靠地方投入,国家投入较少,湿地公园作为湿地生态保护的重要窗口,是当地政府生态理念的直观展示。长江流域涉及众多省市,各省市湿地资源储量与保护能力差异明显。东部地区湿地资源丰富,人均湿地拥有量较高,政府保护能力较强。中西部地区,虽湿地面积广阔,但生态脆弱区众多,湿地人均拥有率较低,政府湿地保护能力有限,面临的保护压力较大<sup>[33]</sup>。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

以长江流域各省市国家湿地公园为研究对象,

基于2005、2011、2017年的相关数据,借助GIS空间分析技术和地理探测器,探析长江流域国家湿地公园的时空演变特征及其驱动因素。研究表明:①长江流域国家湿地公园时空格局呈一定集聚形态,为东北—西南走向,流域内国家湿地公园发展的重心位于长江中下游地区,各区域国家湿地公园顺应集聚趋势不断扩散;②长江流域国家湿地公园空间布局整体分散、局部集中,基本形成了以环洞庭湖、环鄱阳湖、环太湖、黄山以及渝西盆地为代表的高密度聚集区;③流域内国家湿地公园空间分布Moran's  $I$ 为正值,呈显著正相关,空间格局冷热点区域呈阶梯状排列,表现出明显的热点<次热点<次冷点<冷点自东向西分布,由长江中下游地区向西北地区推移的格局;④自然环境、社会经济、政府政策是国家湿地公园时空格局演化的重要驱动因素,气候、地形、水文影响湿地公园的选址,而经济发展水平、交通网络、人口决定着国家湿地公园的建设规模,政府政策对国家湿地公园的长远发展有着关键意义。

### 4.2 讨论

本研究以国家重要战略要地长江流域的国家湿地公园为研究对象,深刻剖析其时空格局演变特征。除了对宏观分布规律的把握,还有一些问题值得深入思考。目前流域内国家湿地公园分布尚不均衡,如何打破条块分割,平衡湿地公园空间布局?各省份国家湿地公园发展水平各不相同,如何科学管理湿地公园,将湿地公园建设与生态文明战略高效协调?为此,可从以下方面进行分析和讨论:

①应加强国家湿地公园空间网络的宏观调控,完善国家公园制度保障体系。国家湿地公园空间布局的均衡,国家湿地公园景观评估体系的建立,是生态文明建设的充分体现,也是国家湿地公园发展的重要保障。单个湿地公园建设规模直接影响其综合管理效果,湿地公园建设要打破地区条块分割,加强地方合作,同时湿地公园建设也需要有力的制度体系作为坚实的政策保障。

②应注重国家湿地公园空间布局的协调优化,突出湿地公园独到的景观特色。目前长江流域国家湿地公园虽呈一定空间集聚形态,但区域代表性明显不足,因此,要将国家湿地公园的空间分布特征与区域发展规划紧密结合,因地制宜地推进国家湿地公园布局,突出地方国家湿地公园的景观特色,丰富湿地公园类型。

③应结合湿地公园时空演变影响因素,完善国

家湿地公园建设。湿地公园的长远发展除了优质资源做支撑,离不开自然环境、经济社会等多种因素的综合协调,为了更好地促进长江流域国家湿地公园发展,一方面,明确政府职责,加大资金投入,完善交通网络,加强地区合作,对落后地区给予一定政策倾斜;另一方面,明晰湿地公园土地权属,划分生态边界,对湿地公园进行升级,加强对湿地公园中湿地生态系统系统性和整体性的保护。

④应处理好湿地公园保护与开发的主要矛盾,科学划分生态红线。国家湿地公园建设是生态文明战略的主要窗口,在取得经济效益的同时,如何保证湿地公园景观质量,把握湿地公园景观格局变化规律,科学进行湿地公园景观健康的评价,实现湿地公园综合管理,值得我们思考。

建设国家湿地公园是开展生态旅游的重要渠道,国家湿地公园的建设与发展需从国家政府宏观层面统筹推进,同时也需要结合以地理学为基础的多学科微观层面的研究科学规划与管理。本研究对长江流域国家湿地公园时空格局演变特征进行了讨论,未涉及与其他流域甚至全国空间布局的对比,这也是未来值得继续探索的重要方面。

#### 参考文献:

- [1] 杨永峰,张晓云,郗敏. 供给侧改革视角下中国国家湿地公园建设研究[J]. 湿地科学, 2018, 16(2): 165 - 170.
- [2] 方敬雯,张饮江. 国家湿地公园命名指标体系构建及其应用[J]. 湿地科学, 2017, 15(1): 66 - 72.
- [3] Gereta E, Mwangomo E, Wolanski E. The influence of wetlands in regulating water quality in the Seronera River, Serengeti National Park, Tanzania [J]. Wetlands Ecology and Management, 2004, 12(4): 301 - 307.
- [4] Hartter J, Southworth J. Dwindling resources and fragmentation of landscapes around parks: wetlands and forest patches around Kibale National Park, Uganda [J]. Landscape Ecology, 2009, 24(5): 643 - 656.
- [5] Sousa A, Garcia-Murillo P. Changes in the wetlands of Andalusia (Donana Natural Parks, SW Spain) at the end of the Little Ice Age [J]. Climatic Change, 2003, 58(1/2): 193 - 217.
- [6] Whitehead P G, Neal C. The Wheal Jane wetland remediation system study: some general conclusions [J]. Science of the Total Environment, 2005, 338(1/2): 155 - 157.
- [7] 李玉凤,刘红玉,蔡春晓,等. 城市湿地公园周边干扰对其水环境健康的影响——以西溪国家湿地公园为例[J]. 地理研究, 2015, 34(5): 851 - 860.
- [8] 刘红玉,李兆富,李玉凤,等. 基于生态约束与支撑作用的国家湿地公园生态可持续评估指标研究[J]. 资源科学, 2015, 37(4): 805 - 814.
- [9] 吴后建,黄琰,但新球. 国家湿地公园建设成效评价指标体系及其应用——以湖南千龙湖国家湿地公园为例[J]. 湿地科学, 2014, 12(5): 638 - 645.
- [10] 汪辉,张艳,沈天驰. 基于生态适宜性评价及景观格局分析的湿地公园规划研究——以南京长江新济州国家湿地公园为例[J]. 生态经济, 2015, 31(12): 186 - 190.
- [11] 吴后建,但新球,王隆富,等. 中国国家湿地公园的空间分布特征[J]. 中南林业科技大学学报, 2015, 35(6): 50 - 57.
- [12] 李鹏,李宇奇,闫丽丽. 四川省湿地公园空间分布特征与可接近性分析[J]. 湿地科学, 2016, 14(2): 242 - 247.
- [13] 吴后建,但新球,黄琰,等. 湖南省国家湿地公园发展状况及空间分布格局[J]. 中南林业科技大学学报, 2015, 35(3): 7 - 13.
- [14] 周婷,牛安逸,马姣姣,等. 国家湿地公园时空格局特征[J]. 自然资源学报, 2019, 34(1): 26 - 39.
- [15] 付励强,孔石,宗诚. 中国湿地保护区与湿地公园空间分布差异[J]. 湿地科学, 2015, 13(3): 356 - 363.
- [16] 郭子良,张曼胤,崔丽娟,等. 中国国家湿地公园的建设布局及其动态[J]. 生态学杂志, 2019, 38(2): 532 - 540.
- [17] 周婷,洗丽君,徐颂军. 珠江三角洲湿地公园的空间分布特征及其影响因素分析[J]. 湿地科学, 2018, 16(6): 707 - 716.
- [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] 朱里莹,徐姗,兰思仁. 中国国家级保护地空间分布特征及对国家公园布局建设的启示[J]. 地理研究, 2017, 36(2): 307 - 320.
- [20] 孔令,张路,郑华. 长江流域生态系统格局演变及驱动力[J]. 生态学报, 2018, 38(3): 741 - 749.
- [21] 王洪桥,袁家冬,孟祥君. 东北地区A级旅游景区空间分布特征及影响因素[J]. 地理科学, 2017, 37(6): 895 - 903.
- [22] 杨晓俊,朱凯凯,陈朋艳,等. 城市电影院空间分布特征及演变——以西安市为例[J]. 经济地理, 2018, 38(6): 85 - 93.
- [23] 李久林,储金龙,叶家珏,等. 古徽州传统村落空间演化特征及驱动机制[J]. 经济地理, 2018, 38(12): 153 - 165.
- [24] 冯英杰,吴小根,张宏磊. 江苏省水利风景区时空演变及其影响因素[J]. 经济地理, 2018, 38(7): 217 - 224.
- [25] 杨成凤,韩会然,李伟,等. 四川省人口分布的时空演化特征研究[J]. 经济地理, 2014, 34(7): 12 - 19.
- [26] 王维,陈云,王晓伟,等. 长江经济带区域发展差异时空格局研究[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(10): 1489 - 1497.
- [27] 周国华,刘畅,唐承丽,等. 湖南乡村生活质量的空间格局及其影响因素[J]. 地理研究, 2018, 37(12): 2475 - 2489.
- [28] 胡森林,周亮,滕堂伟,等. 中国省级以上开发区空间分布特征及影响因素[J]. 经济地理, 2019, 39(1): 21 - 28.
- [29] 马坤,唐晓岚. 长江流域国家级保护地空间分布特征及其国家公园廊道空间策略研究[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(9): 2054 - 2069.
- [30] 贾焘焘,胡静,刘大均,等. 长江中游城市群A级旅游景区空间演化及影响机理[J]. 经济地理, 2019, 39(1): 198 - 206.
- [31] 刘吉平,董春月,刘家福. 三江平原孤立湿地空间分布及其影响因素[J]. 生态学报, 2016, 36(11): 3280 - 3291.
- [32] 范红蕾,汪芳. 两类国家级湿地公园空间分布特征及其影响因素的异同研究[J]. 北京大学学报:自然科学版, 2016, 52(3): 535 - 544.
- [33] 燕然然,蔡晓斌,王学雷. 长江流域湿地自然保护区分布现状及存在的问题[J]. 湿地科学, 2013, 11(1): 136 - 144.