

国家湿地公园时空格局特征

周 婷, 牛安逸, 马姣娇, 徐颂军

(华南师范大学地理科学学院, 广州 510631)

摘要: 采用标准差椭圆、点模式分析、统计分析等方法, 运用ArcGIS可视化技术, 从时间和空间视角分析国家湿地公园的空间格局特征, 并探究其与城市的区位关系。研究表明: (1) 国家湿地公园在时间序列上分为试点起步阶段、发展与成长阶段和规范发展阶段, 各地发展不均衡, “质”的发展不同步于“量”, 正式国家湿地公园处于规范发展的起步时期; (2) 多尺度空间研究表明正式国家湿地公园空间以聚集分布形态为主, 随机分布为辅, 整体呈东北—西南分布格局, 形成2个高密度热点区和3个中密度次热点区; (3) 从城市尺度看, 正式国家湿地公园呈现较大空间异质性, 具有偏向城市规划区内或靠近城市规划区分布的特征; (4) 正式国家湿地公园呈现为人口格局主导特征, 响应了胡焕庸线的指导意义。

关键词: 湿地公园; 时空格局; 标准差椭圆; 点模式分析; 统计分析

湿地是地球上水陆相互作用形成的独特生态系统, 与森林、海洋并称为全球三大生态系统。目前, 湿地公园、湿地自然保护区、湿地保护小区、湿地多用途管理区等是湿地保护的主要形式。湿地公园, 作为一种解决湿地保护与开发间矛盾的有效途径, 以及开展生态旅游最重要的形式和载体, 具备调节局部气候、净化水质、改善城市热岛效应等功能, 可有效提高城市在全球变化背景下的适应性能力^[1-2]; 而作为一种新型旅游地, 可减轻自然保护区、风景名胜区、森林公园等旅游地的压力; 减少游客对城市周边自然资源的潜在破坏, 促进城市可持续发展^[3]。另一方面, 湿地公园易被人类扰动的生态脆弱区特性及保持湿地原生境的矛盾使得其未来可能成为人类扰动下生态脆弱区生态系统研究的重要基地, 湿地公园的研究将具有重要的生态理论意义与实践价值^[4]。湿地公园空间分析是湿地公园体系构建的重要基础, 一方面可以直观表现湿地公园当前空间结构状况, 另一方面则反映湿地资源利用、湿地管理效能等情况, 可为湿地公园体系构建的空间选择提供科学依据。

20世纪80年代以来, 国外相关研究很少提及“湿地公园”的概念, 较多为国家公园中的湿地研究, 其中菲律宾学者 Sumitha^[5]和南非学者 Schleyer等^[6]分别于2001年和2005年提出“湿地公园”概念。国内关于湿地公园的研究起步于近15年, 其建设和发展较快。目前, 我国国家级湿地公园主要有国家城市湿地公园和国家湿地公园。前者由国家住房与城乡建设部批建, 要求位于城市规划区范围内; 后者由国家林业局批准建设, 对

收稿日期: 2018-06-04; 修订日期: 2018-09-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(41271060, 41877411); 华南师范大学研究生创新计划项目(20161kxm26)

作者简介: 周婷(1989-), 女, 湖南浏阳人, 博士研究生, 研究方向为湿地景观生态。

E-mail: zhouting926@163.com

通讯作者: 徐颂军(1962-), 男, 广东蕉岭人, 教授, 博士生导师, 研究方向为湿地环境生态。

E-mail: xusj@scnu.edu.cn

区位没有要求。国家湿地公园的审批流程是先提出申请,经国家林业局同意展开国家湿地公园试点工作后,原则上不得超过6年再申请验收为正式国家湿地公园^[7]。随着湿地公园建设兴起热潮,相关研究也引起国内外学者的普遍关注,当前研究主要集中在湿地公园景观规划与设计^[8]、资源评价与建设评估^[9-10]、空间分析^[11-13]等方面。近年来,学者较多关注湿地公园的空间结构及影响因素等方面的研究。从研究对象看,主要关注试点国家湿地公园,较少展开正式国家湿地公园的独立研究。从研究视角看,多从空间上探讨湿地公园的空间结构特征,而以时空视角分析湿地公园空间格局的研究较少。目前,正式国家湿地公园数量约占试点国家湿地公园总数的27.56%,其是否代表着国家湿地公园的发展方向是一个探究性的问题。随着试点国家湿地公园验收未通过,限期整改及取消试点资格数量逐年递增问题的产生^[14-15],表明试点国家湿地公园存在较大的不确定性和管理问题。因此,展开正式国家湿地公园的独立研究具有一定现实意义。另一方面,王立龙等^[16]、潘竟虎等^[11]、范红蕾等^[13]指出对两类国家级湿地公园进行统一界定并统一指导是未来需要考虑的问题。因此,本研究选择正式国家湿地公园为研究对象,基于地理学视角,探究正式国家湿地公园时空格局特征,并从地理区位角度界定两类国家级湿地公园,为掌握国家湿地公园整体发展动态,及时调控和优化国家湿地公园空间布局,推进国家湿地公园的长远发展提供可操作性的理论依据和科学实践指导,这对今后国家湿地公园的建设与管理也具有重要意义。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 数据来源

采用国家测绘地理信息局监制的标准地图作为GIS空间分析的底图,通过ArcGIS数字化,建立包含行政区划层、主要城市层等信息图层的基础底图,采用人工数字化精确定位地理位置。

选择截至2017年底,国家林业局批建的全国900处试点国家湿地公园和248处正式国家湿地公园为研究对象,探究国家湿地公园时间序列演化特征,并探究248处正式国家湿地公园的空间格局特征。在此基础上,选择截至2015年底(2016-2017年未批建)国家住房和城乡建设部批建的全国53处国家城市湿地公园为参照系,探究两类国家级湿地公园与地级城市之间的距离关系。搜集各省、市、自治区内国家湿地公园的地理位置,根据官方资料,选取湿地公园质心坐标,逐一在GIS基础底图上精确定位,建立国家湿地公园空间数据库。

1.2 研究方法

1.2.1 标准差椭圆(Standard Deviatonal Ellipse, SDE)

标准差椭圆是定量分析点要素的空间分布整体特征的常用方法。由转角 θ (方位角)、沿主轴(长轴)的标准差和沿辅轴(短轴)的标准差等三要素构成^[17]。方位角反映其分布的主趋势方向,长轴表征地理要素在主趋势方向上的离散程度,其数学表达式^[18-19]为:

$$\text{方位角: } \tan \theta = \frac{\left(\sum_{i=1}^n w_i^2 x_i'^2 - \sum_{i=1}^n w_i^2 y_i'^2 \right) + \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n w_i^2 x_i'^2 - \sum_{i=1}^n w_i^2 y_i'^2 \right)^2 + 4 \left(\sum_{i=1}^n w_i^2 x_i' y_i' \right)^2}}{2 \sum_{i=1}^n w_i^2 x_i' y_i'} \quad (1)$$

$$x\text{轴标准差: } \delta_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (w_i x_i' \cos \theta - w_i y_i' \sin \theta)^2}{\sum_{i=1}^n w_i^2}} \quad (2)$$

$$y\text{轴标准差: } \delta_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (w_i x_i' \sin \theta - w_i y_i' \cos \theta)^2}{\sum_{i=1}^n w_i^2}} \quad (3)$$

$$\text{平均中心: } \bar{X}_w = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}; \quad \bar{Y}_w = \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (4)$$

式中: θ 为椭圆方位角, 正北方向顺时针旋转到椭圆长轴所形成的夹角; $(x_1, y_1) \cdots (x_i, y_i) \cdots (x_n, y_n)$ 表示点要素的坐标; w_i 表示权重; x_i' 、 y_i' 依次表示不同点要素距离平均中心的坐标偏差; δ_x 、 δ_y 分别表示沿 x 轴的标准差和 y 轴的标准差; (\bar{X}_w, \bar{Y}_w) 表示加权平均中心。

1.2.2 点模式分析(Point Pattern Analysis, PPA)

空间点模式分析是一种通过研究点要素的空间位置, 从而揭示研究对象的空间分布规律的技术。通常利用最近邻指数和核密度估计分析从分散性和聚集性两方面研究点要素的空间分布规律^[11]。

核密度分析(Kernel Density Estimation, KDE): 核密度估计法通过考察研究区域中点密度的空间变化来研究点的分布特征, 适用于可视化方法表示空间点模式^[20-21]。数学公式如下:

$$f_n(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x - x_i}{h}\right) \quad (5)$$

式中: x_n 为样本点; $f(x)$ 为点 x 处估计值; $k(\cdot)$ 为核函数; 宽带 $h > 0$; $x - x_i$ 为估计点 x 到样本 x_i 处的距离。

最近邻指数(Nearest Neighbor Index, NNI): 通过比较最近邻点对的平均距离和随机分布模式中的平均距离, 来比较与随机分布的偏离程度^[22], 数学公式如下:

$$NNI = \frac{\bar{D}_o}{\bar{D}_E} \quad (6)$$

$$\bar{D}_E = \frac{1}{2\sqrt{A/N}}$$

式中: \bar{D}_o 为平均观测距离; \bar{D}_E 为期望平均距离; A 为研究区域的面积; N 为点要素的数量。一般认为, $NNI \geq 1.5$ 和 $NNI \leq 0.5$ 则分别表示空间点要素呈均匀分布和聚集分布; 若 $0.5 < NNI \leq 0.8$, 则为现聚集—随机分布; 若 $0.8 < NNI < 1.2$, 则为随机分布; 若 $1.2 \leq NNI < 1.5$, 则为随机—离散分布^[11]。一般通过 Z 检验来判断结果的可靠性。

1.2.3 统计分析方法

近邻分析, 是在搜索半径范围内, 确定输入要素中的每个要素与邻近要素中的最近要素之间的距离。地理数据的统计处理是地理问题研究的核心。通过量化的计算和分析, 对数据进行处理, 初步揭示有关地理现象的内在规律, 为在更深层次上揭示地理问题奠定基础^[23]。

首先, 利用 ArcGIS 软件的分析工具模块 (Analysis Tools) 分别进行国家湿地公园和国家城市湿地公园与各地级城市的邻域分析, 获取国家湿地公园或国家城市湿地公园与各地级城市的最邻近距离。其次, 利用 SPSS 统计软件对国家湿地公园和国家城市湿地公园与各地级城市的最邻近距离的平均值、方差、偏度、峰度和变异系数等进行描述性统计分析。极值、方差、标准差和变异系数是描述地理数据分布离散程度的指标。偏度系数、峰度系数是描述地理数据分布特征指标。最后, 通过对比国家湿地公园和国家城市湿地公园与地级城市最邻近距离的大小关系, 探究国家湿地公园与城市的区位关系。

2 结果分析

2.1 国家湿地公园时间序列演化特征

2.1.1 发展阶段变化明显

国家湿地公园的设立经历试点国家湿地公园和正式国家湿地公园两个阶段。目前, 我国试点国家湿地公园总计 900 处, 其中 248 处验收成正式国家湿地公园, 验收率为 27.56%。通过统计 2005-2017 年我国国家湿地公园数量, 得到相应的数量变化示意图 (图 1)。结合国家湿地公园发展过程, 其发展可分为三个阶段, 即试点起步阶段、发展与成长阶段、规范发展阶段。

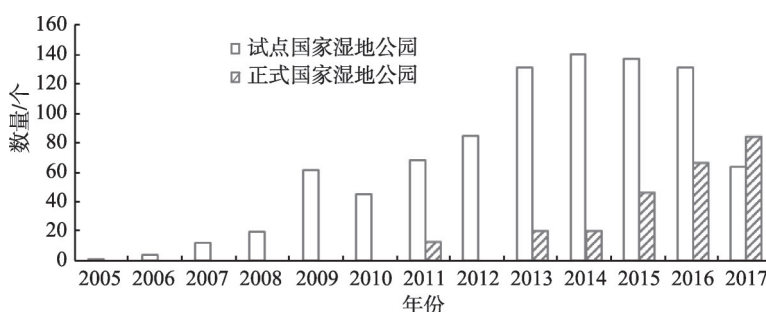


图 1 2005-2017 年试点和正式国家湿地公园数量

Fig. 1 The number of pilot and official national wetland parks from 2005 to 2017

(1) 2005-2007 年间, 试点国家湿地公园总数量没有明显的增加, 此时国家湿地公园处于试点建设的起步与摸索阶段, 发展速度较慢, 每年批建国家湿地公园试点数量较少。2005 年浙江杭州西溪国家湿地公园获批全国第一处试点国家湿地公园。截至 2007 年底, 全国试点国家湿地公园总计 17 处。

(2) 2008-2014 年为国家湿地公园的发展与成长时期。随着湿地公园评估标准、建设与管理, 及验收办法等出台 (表 1), 国家湿地公园建设与发展得到广泛关注、重视与认同, 发展快速, 其影响力不断扩大, 公众认可度也逐步提高。学术界也开始关注湿地公园, 认为其是解决湿地保护与开发间矛盾的有效途径^[24], 是落实国家湿地分级分类保护管理策略的一项具体措施, 也是当前形势下维护和扩大湿地保护面积直接而行之有效的途径之一^[25]。2011 年国家林业局开始验收试点国家湿地公园, 标志着国家开始重视湿地公园的标准化建设。截至 2014 年底, 试点国家湿地公园总计有 568 处, 正式国家湿地公园 52 处, 数量迅速增长, 但存在湿地公园获批门槛低、建设进程慢及内容良莠不齐等问

表1 2008-2014年国家湿地公园相关规范导则

Table 1 Norms and guidelines for national wetland parks from 2008 to 2014

年份	相关规范导则
2008	《国家湿地公园评估标准》(LY/T 1754-2008) 《国家湿地公园建设规范》(LY/T 755-2008)
2010	《国家湿地公园管理办法(试行)》(林湿发〔2010〕1号) 《国家湿地公园总体规划导则》(林湿综字〔2010〕7号) 《国家湿地公园试点验收办法(试行)》(林办湿字〔2010〕191号)
2011	《关于做好申报拟建国家湿地公园(试点)影像资料的通知》(林湿综字〔2011〕16号)
2012	《全国湿地保护工程“十二五”实施规划》
2013	《湿地保护管理规定》(国家林业局令第32号) 《推进生态文明建设规划纲要(2013-2020年)》(林规发〔2013〕146号(国家林业局))
2014	《关于进一步加强国家湿地公园建设管理的通知》(办湿字〔2014〕6号)

题^[16],导致湿地公园建设“量”的发展与“质”的发展不同步,给对地公园的发展产生了负面影响。

(3) 2015年至今,国家湿地公园建设开始步入规范发展阶段。为实现湿地资源有效保护与开发,以及湿地公园建设质量的提升,该阶段试点国家湿地公园批建在数量上有所控制,且存在下降的趋势。自2015年国家林业局开始对试点国家湿地公园验收不通过者实施限期整改或取消试点资格的措施以来,全国限期整改区由2015年的9个增加至2017年的18个,以中、西部省份为主。另一方面,取消试点国家湿地公园数量也呈增加态势,涉及河北、福建、河南、吉林、四川、新疆六省。可见,历经7年的成长发展期,表明正式国家湿地公园验收工作也逐渐严格和规范,国家湿地公园的批建与评估认定工作逐渐步入正轨。截至2017年底,我国正式国家湿地公园总计248处。国家湿地公园空间体系不断扩大,湿地保护工程与生态文明建设等也对湿地公园提出了更高的要求,地方政府和公众也越来越重视湿地公园的建设与保护。

2.1.2 省域发展不均衡

经统计,正式国家湿地公园总体数量呈现逐年增加的态势,但是各地发展却存在较大差异且发展不均衡,如图2。目前,正式国家湿地公园总计248处,平均拥有量为8

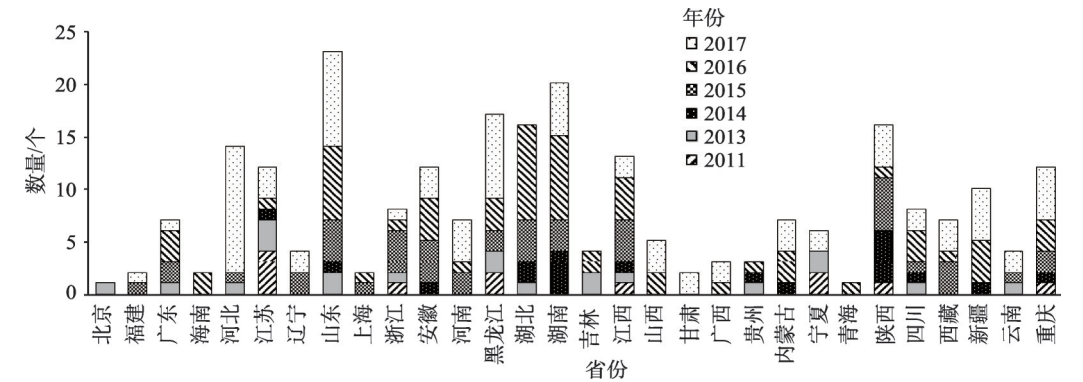


图2 2011-2017年正式国家湿地公园数量变化

Fig. 2 The number of official national wetland parks from 2011 to 2017

处, 总计13个省份达到平均数水平。数量最少为天津0处, 其次为北京和青海各1处, 数量最多为山东23处。省域拥有量最大值与最小值之间差异较大, 总体极化趋势在增强。中部正式国家湿地公园最多, 但东、中、西部总体差异不明显, 然而东、西部存在较明显的省域差异。对比试点国家湿地公园, 截至2017年底, 我国批建试点国家湿地公园900处, 遍及全国各地, 平均拥有量为29处, 总计12个省份达到平均数水平, 以中、西部省份为主。东部试点国家湿地公园数量最少, 中、西部总体差异不明显, 但东部较中部和西部存在更明显的省域差异。从各地验收率来看, 当前除天津没有正式国家湿地公园之外, 青海、贵州、广西、内蒙、甘肃、新疆、吉林七省的验收率低于20%, 而北京、重庆、河北、浙江、上海的验收率达50%及以上, 总体验收率表现为东部>中部>西部, 如图3。

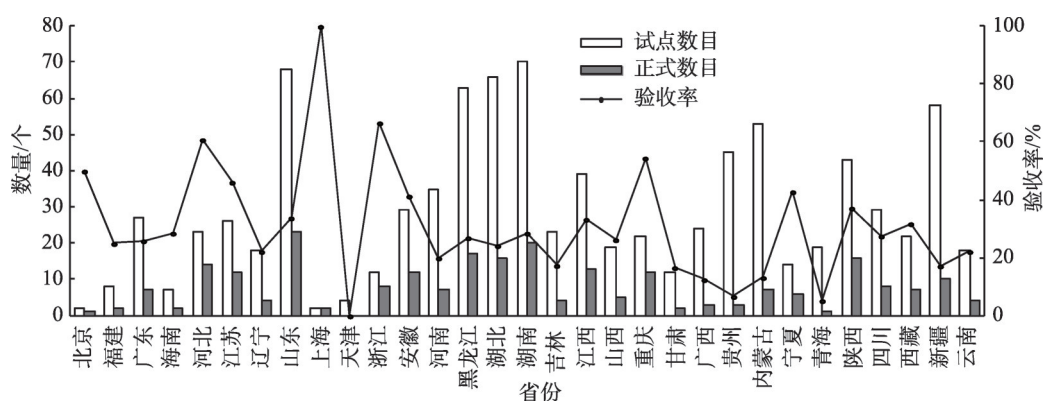


图3 试点与正式国家湿地公园数量及其验收率

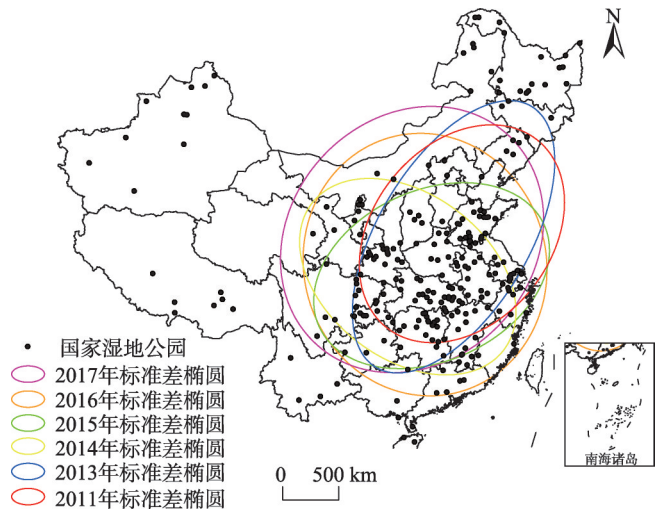
Fig. 3 The number and acceptance rate of pilot and official national wetland parks

综上, 试点国家湿地公园表现为中、西部各地数量明显多于东部, 而正式国家湿地公园则表现相反, 东部各地验收率更高, 国家湿地公园整体呈现为省域发展不均衡的特征。究其原因, 一则是因为各地建设和申报验收国家湿地公园的意识和积极性不同; 二则, 国家湿地公园建设热潮, 导致中、西部地方管理者凭借地方湿地资源优势积极申报建设, 而东部有限的湿地资源导致试点数量赶不上中、西部; 三则, 试点国家湿地公园建设后期的管理、维护消耗较大, 需要强大的财政资金和专业管理人才支撑, 这方面东部各地又明显具有优势, 最后形成东部正式国家湿地公园验收率高于中、西部的态势。

2.2 国家湿地公园空间格局演化特征

2.2.1 总体空间分布特征

从图4和表2看出, 2011-2017年正式国家湿地公园标准差椭圆主要集中在华北、华中和华东地区, 包含了大部分的正式国家湿地公园, 其范围前期变化不大, 后期逐渐扩大, 表明正式国家湿地公园前期空间分布变化不大, 后期开始扩大。从转角 θ 看, 从2011年的 39.09° 到2017年的 42.60° , 表明年度转角变化整体差异不大, 2011-2017年正式国家湿地公园空间分布始终为东北—西南格局。主要是因为全国各地都在进行国家湿地公园申建, 虽然部分地区国家湿地公园数量变化较大, 但是相对于全国整体则属于局部变化。从图4中看, 2011-2017年间正式国家湿地公园标准差椭圆包含中国的东部和中部地区, 近年来范围逐渐向西部扩张, 主要原因是国家湿地公园作为我国湿地保护体系的重



注：本图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS(2016)1593号的标准地图制作，底图无修改，下同。

图4 正式国家湿地公园空间分布格局的离散趋势

Fig. 4 The diffusion tendency of the official national wetland park distribution

要组成部分，是国家或地方生态文明建设的重要载体^[10,26]，西部地区逐渐认识到湿地保护的重要性，加强生态文明建设的同时，也促进西部国家湿地公园申建工作的启动^[16]。从标准差椭圆分布形状变化分析，国家湿地公园空间分布标准差椭圆长轴和短轴总体上是增长的（表2）。具体来看，长轴的标准差处于先增（2011-2013年）后减（2014-2016年）再增（2017年），短轴的标准差则呈现为先减后增的循环态势，表明正式国家湿地公园空间分布在南—北方向呈现先扩张后收缩再扩张的趋势，在东—西方向呈现收缩与扩张的循环趋势，且东—西方向扩张趋势强于南—北方向。

表2 正式国家湿地公园空间分布格局的标准差椭圆参数

Table 2 Standard deviation ellipse parameters of the official national wetland park distribution

年份	沿x轴的标准差/km	沿y轴的标准差/km	转角 $\theta/(^{\circ})$
2011	791.47	1071.21	39.09
2013	721.97	1254.07	32.34
2014	881.14	1147.08	34.80
2015	1113.85	855.86	49.18
2016	985.81	1111.30	41.95
2017	1086.40	1263.45	42.60

2.2.2 空间分布聚集性分析

基于ArcGIS 10.5软件，采用核密度进行正式国家湿地公园热点区域可视化分析，搜索半径采用默认值，如图5，表明正式国家湿地公园具有较明显的空间集聚性特征，形成两个高密度热点区：鄂东—湘北和苏南—浙北；三个中密度次热点区：鲁西南、皖北和关中，即主要分布在东部和中部地区。该结果与潘竞虎等^[11]、范红蕾等^[13]研究有相同之处，表明当前我国正式国家湿地公园发展代表着整个试点国家湿地公园空间分布的主体方向，而鲁西南作为中密度次热点区与其研究不同，主要是因为本文仅选取正式国家湿地公园展开空间分析，未能反映出试点国家湿地公园的空间分布特点。而分布热点区的形成主要是因为鄂东—湘北、苏南—浙北地区位于长江中下游平原，河流、湖泊等湿地较为集中，自然资源丰富，其丰富的水域景观和湖湘文化利于湿地资源发展建设国家

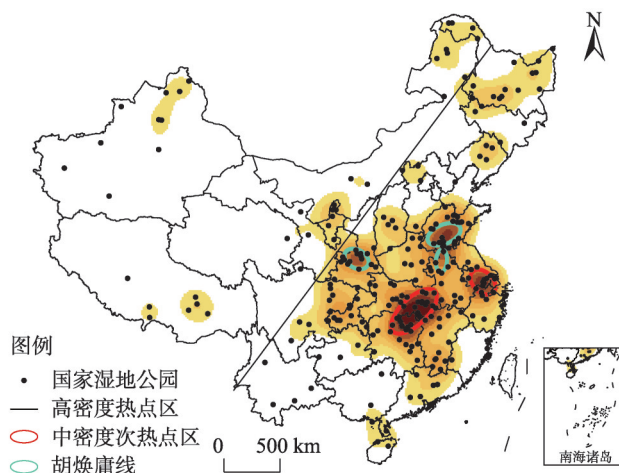


图5 正式国家湿地公园核密度分布

Fig. 5 Kernel density of official national wetland parks

湿地公园。苏南—浙北地区分布有太湖,并地处沪、宁、杭三角地中心,丰富的地表水和地下水资源进一步促成湿地资源的形成。同时,苏南—浙北地处长江三角洲人口密集区,经济发达。因此,丰富的湿地资源、发达的社会经济等,促成了中、东部地区国家湿地公园的快速发展。

结合我国人口分布,国家湿地公园空间分布反映出我国东部人口密集区、中部人口均值区、西部人口稀疏区^[27]的地理分布格局,主要分布在胡焕庸线右侧,沿线分布不均衡,且多数分布在人口密度较大的地区。胡焕庸线揭示了中国人口分布的空间异质性特征和人地关系,从本质上反映了中国人口与自然地理本底的高度空间耦合,对中国地域开发,对人口、资源、环境协调具有重要实践指导作用^[28]。西部国家湿地公园数量少,但占地面积大,受土地面积大小的控制影响较小,且多分布在人口集聚的地方;中、东部地质地貌多样化,人口基本分布在平原、盆地等地区,区域面积有限,国家湿地公园面积相对较小,但湿地公园服务率较高。由此可见,我国国家湿地公园的空间分布响应了胡焕庸线的指导意义,即更贴近人类生活,有效补充湿地保护区的不足^[29]。这主要是因为湿地公园作为旅游地的一种,是开展生态旅游最重要的形式和载体,其主要服务对象是人,在保护湿地生态系统的基础上,为人类提供生态福祉。另一方面,国家湿地公园的运营需要一定的客流量支撑,更好地实现湿地公园关于湿地科普教育的目的和意义。

核密度分析结果表明正式国家湿地公园空间分布呈集聚模式,借助最近邻指数定量分析集聚模式,进一步了解正式国家湿地公园的空间特征。利用ArcGIS 10.5计算正式国家湿地公园的最近邻指数及其显著性。正式国家湿地公园 NNI 计算结果 Z 值均小于 -2.58 ,置信度达到99%,说明检验结果具有显著性统计学意义。其中,正式国家湿地公园的 $NNI=0.632<0.8$,在1%显著性水平下通过检验,呈现为空间聚集—随机分布结构。东部、西部正式国家湿地公园的 NNI 分别为0.658和0.622,表明东部、西部呈现为空间聚集—随机分布结构,且西部比东部聚集性强。中部正式国家湿地公园的 $NNI=0.811>0.8$,表明其空间呈现为随机分布结构。西部国家湿地公园较东部、中部聚集,表明西部国家湿地公园对其周边人口密度具有较高要求,具有较明显的市场导向性。西部地广人稀,

选择空间服务范围大而且服务人口数量多的湿地区域,发展建立国家湿地公园,有利于获取一定的旅游门票经济支撑,并最大化实现湿地公园的综合效益与功能,有效平衡地方财政和人力资源等的投入。

2.2.3 城市尺度下空间特征分析

基于城市尺度,以两类国家级湿地公园的区位差异为切入点,探究国家湿地公园与城市的区位关系,进一步揭示国家湿地公园的空间分布特征。通过SPSS统计软件分析国家湿地公园和国家城市湿地公园与地级城市最邻近距离的基础数据,其描述性统计特征值见表3,两类湿地公园与地级城市的最邻近距离的相应参数接近,说明两组数据相似,具有一定的可比性^[30]。利用SPSS 19.0软件对两组数据进行单样本Kolmogorov-Smirnov方法检验($P<0.05$, 2-tailed),两组数据的渐进显著性值(双侧)分别为0.000和0.017,说明两组数据均呈正态分布。按照两类国家级湿地公园的定义理解,国家城市湿地公园要求位于城市规划区内,与城市距离相对较近;国家湿地公园对湿地规模、湿地生态价值等有较高要求,鉴于有限的城市湿地面积,国家湿地公园应主要位于城市外围地区,与城市距离较远。因此,以国家城市湿地公园与地级城市最邻近距离的特征值为分类标准,统计国家城市湿地公园和国家湿地公园与地级城市的最邻近距离分布情况,具体如下:

表3 NUWP和NWP与地级城市最邻近距离统计特征值

Table 3 Statistical feature values of the nearest neighbor distance from NUWP or NWP to the prefecture-level cities

最邻近距离	特征值								
	统计量	最小值	最大值	平均值	标准差	方差	偏度	峰度	变异系数
NWP	248	0.0282	3.9097	0.5373	0.5146	0.265	2.796	11.292	0.9578
NUWP	53	0.0302	2.0755	0.3517	0.4024	0.162	2.189	6.017	1.1442

(1) 国家城市湿地公园和国家湿地公园与地级城市的最邻近距离的变异系数非常高,分别是114.42%和95.78%,表明两类国家级湿地公园相对地级城市的分布具有较高的空间异质性,主要是受城市经济、土地、区位、湿地资源等多方影响。国家城市湿地公园位于城市规划区范围内,其建设除受上述影响因素之外,其选址与建设还需要考虑区域旅游需求能力的支撑以及与周边环境的协调性,因而表现出更强的空间异质性。

(2) 国家城市湿地公园相对地级城市的最邻近距离呈偏正态分布($Skewness=2.189$, $Kurtosis=6.017$),如图6a,主要集中在0~0.950之间,约占94.3%。国家湿地公园相对地级城市的最邻近距离亦呈偏正态分布($Skewness=2.796$, $Kurtosis=11.292$),如图6b,主要集中在0~1.022之间,约占91.5%。另一方面,鉴于国家城市湿地公园必需位于城市规划区内。因此,以国家城市湿地公园相对地级城市的最邻近距离参数为标准,统计国家湿地公园相对地级城市的最邻近距离中小于平均值0.3517的约占41.9%,总计小于2.0755的约占97.2%。表明,相比于国家城市湿地公园,国家湿地公园也并非远离于各地级城市规划区,而是与城市区位关系紧密,偏向于城市规划区内或靠近城市规划区分布。

最邻近指数结果表明,国家湿地公园属于聚集型空间分布类型。然而,聚集型分布很大程度上与湿地公园景观侧重不同,以及依赖的资源分布不均衡有关^[31],当前国家湿地公园偏向于城市规划区内或靠近城市规划区的分布特征表明其存在依赖于城市湿地资源,侧重建设城市湿地景观的导向。城市湿地公园是城市湿地保护与利用的有效模式之一,其建设可最大限度保存城市湿地,为生物提供更多生存空间,对发挥湿地泻洪防

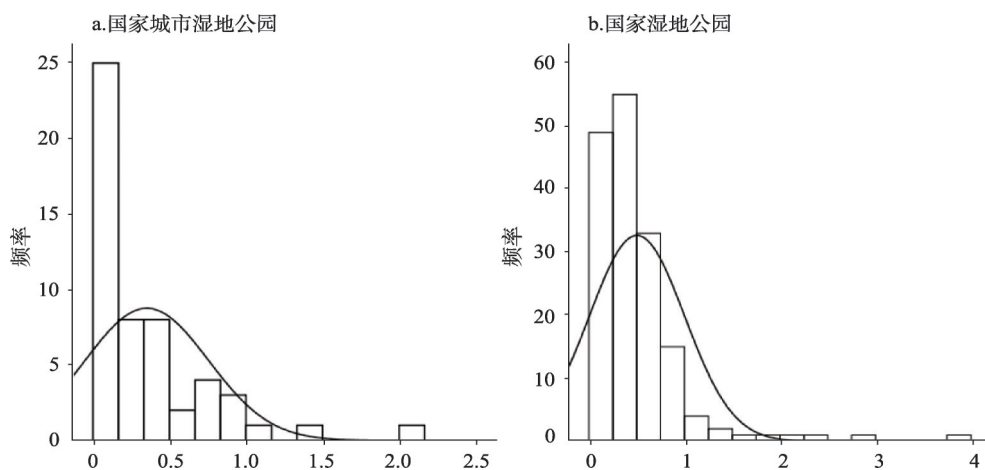


图6 两类国家级湿地公园与地级城市之间的最近邻距离

Fig. 6 The nearest distance between the state-level wetland park and the prefecture-level city

洪、净化水质、补充水源、美化环境及生态旅游等综合生态服务功能,对城市可持续发展具有重要战略和现实意义^[32]。但是如果国家级湿地公园集中在城市规划区分布,可能存在不利于湿地可持续生态保护与均衡发展的潜在影响。这主要是因为,城市湿地面积有限,国家湿地公园偏向城市规划区内或靠近城市规划区分布,可能导致如下方面的影响:(1)地方盲目在无水或少水的湿地区域发展建设,并通过地下水或市政用水补给湿地,致使湿地公园投资大,后期维护困难,资源浪费等问题;(2)湿地公园空间分布过度集中、空间服务范围重叠等,不利于最大化发挥湿地公园综合效益及功能;(3)基于当前湿地公园概念泛化,还未形成统一的认识,容易导致建设者和管理者混淆湿地公园的主导功能,导致国家级湿地公园同质化发展,而非特色化发展;(4)城市工农业或生活污水、人为活动干扰等容易对城市湿地产生潜在危害,不利于水禽栖息地、水域生态环境等的保护。基于此,本文尝试从地理区位角度划分国家湿地公园和国家城市湿地公园。根据湿地公园对城市依赖性的大小,分为独立型、近郊型和城市型三类湿地公园。“独立型湿地公园”多位于城市外围,相距城市较远,其位置和功能相对独立。这种类型契合国家湿地公园注重湿地生态保护,多建设在远离城市、生态保护较好的湿地区域的要求^[16],界定为国家湿地公园。“近郊型湿地公园”和“城市型湿地公园”,位于城市内或城市周边郊区,受城市环境系统、城市经济发展和社会文化形态的极大影响^[33],其与城市存在较紧密关联,更注重满足人的体验需求,提供休闲娱乐、科普教育的社会功能和教育功能,界定为国家城市湿地公园。

3 结论与讨论

选择截至2017年12月的国家湿地公园基础数据,从时间和空间视角,揭示国家湿地公园时空格局特征。总体而言,研究视角较为科学全面,研究方法则在现有均衡性指数、点模式分析等较成熟方法基础上,引入标准差椭圆法,更具直观性,为从全局的、空间的角度定量揭示湿地公园空间特征提供新方法参考。主要结论如下:

(1) 从时间序列演化角度,我国国家湿地公园发展经历了试点起步阶段、发展与成长阶段、规范发展阶段,各地区国家湿地公园发展不均衡,省域差异明显,“量”的发展与“质”的提升不同步。正式国家湿地公园验收工作逐渐步入正轨,各地验收率不均衡。

(2) 多尺度研究表明,正式国家湿地公园在不同空间尺度上分布格局以聚集—随机分布形态为主。从全国尺度看,正式国家湿地公园标准差椭圆表明其空间分布呈东北—西南格局,东—西方向扩张趋势强于南—北方向,发展逐步向西部偏移。核密度指数表明正式国家湿地公园空间分布形成了鄂东—湘北和苏南—浙北两个高密度热点区,以及鲁西南、皖北和关中三个中密度次热点区。从东、中、西分布看,最邻近距离指数表明全国以及东部、西部正式国家湿地公园均呈聚集—随机分布结构,且西部比东部聚集性强,中部正式国家湿地公园空间呈随机分布结构,表明西部国家湿地公园对其周边人口密度具有较高要求,具有较明显的市场导向性。

(3) 从城市尺度看,正式国家湿地公园呈现较大的空间异质性,与城市区位关系紧密,具有偏向城市规划区内或靠近城市规划区分布的特征,存在依赖城市湿地资源,侧重建设城市湿地景观的导向。

(4) 国家湿地公园呈现人口格局的主导性特征。国家湿地公园主要分布在胡焕庸线右侧,人口密度大的地区,其空间分布特征响应了胡焕庸线的指导意义,贴近人类生活,有效补充湿地保护区的不足。

我国缺少湿地公园全国性空间指导规划,而湿地公园的建设与发展需要顶层设计和体制监管进行有效引导。因此,正式国家湿地公园时空特征揭示对我国科学构建国家级湿地公园的空间体系具有一定指引作用,并为我国国家湿地公园进一步发展提供若干实践启示。

(1) 加大政府对国家湿地公园建设的引导与扶持力度。国家湿地公园的建设主要依靠各级政府,其建设资金需求大和相对单一的以地方政府为主的投资渠道,导致国家湿地公园批而不建,以及快速发展的数量与提升不快的质量的突出矛盾^[34]。另一方面,各地区申建和管理国家湿地公园的意识和能力不均衡,也导致国家湿地公园发展的不均衡。国家湿地公园作为社会公益性建设,湿地生态保护的有效途径之一,离不开国家的引导与政策扶持。可从以下方面展开:一则,国家应在已有的湿地公园建设、规划、验收、管理等的基础上,进一步发展引导作用,制定相应的扶持政策,更加细致规范国家湿地公园建设与管理,树立国家湿地公园建设的典范,发挥示范效应,促进国家湿地公园建设质量的提升。特别是西部地区,可实施差别化政策,进一步加强引导和支持西部湿地资源的保护与利用,逐渐平衡湿地公园建设的区域差异。二则,鼓励各地湿地公园主管部门之间相互学习,交流经验,提高湿地公园申建意识与积极性,建设管理能力与水平。三则,鼓励湿地公园管理部门多渠道拓宽建设资金来源。

(2) 科学界定国家湿地公园与国家城市湿地公园。基于地理区位视角,结合湿地公园的主导性质与功能,界定国家湿地公园和国家城市湿地公园,可以合理指导两类国家级湿地公园的空间布局,也能统筹规划、明确各自职能,避免产生湿地公园重复建设、同质化发展、资源浪费等问题,同时为解决湿地公园概念区分不明、泛化等问题提供新思路。

(3) 加强国家湿地公园分区分类管理。国家湿地公园作为开展生态旅游最重要的形式和载体^[4],承载着保护湿地生态系统和生物多样性等生态过程与功能,又兼有旅游宣传、教育与科研等社会功能^[35]。由于国家湿地公园空间分布呈人口格局主导,以及偏向城市规划区内或靠近城市规划区的分布特征,尽管在生态旅游方面可分散一部分旅游人

流, 缓解游客, 尤其是城市人口对短途旅游地需求产生的生态压力, 但是湿地公园本身的生态脆弱性易受到人类活动的干扰。因此, 国家湿地公园在开放生态旅游的过程中需要控制游客量, 加强不同地区与湿地功能区的分类分区管理, 确保国家湿地公园生态保护、科研、环境教育与旅游的可持续发展。

参考文献(References):

- [1] 崔胜辉, 李旋旗, 李扬, 等. 全球变化背景下的适应性研究综述. 地理科学进展, 2011, 30(9): 1088-1098. [CUI S H, LI X Q, LI Y, et al. Review on adaptation in the perspective of global change. Progress in Geography, 2011, 30(9): 1088-1098.]
- [2] PASTOR I M, PEDREÑO J N, GÓMEZ I, et al. Detecting drought induced environmental changes in a mediterranean wetland by remote sensing. Applied Geography, 2010, 30(2): 254-262.
- [3] ZHANG R Q, TANG C J, MA S H, et al. Using Markov chains to analyze changes in wetland trends in arid Yinchuan plain, China. Mathematical and Computer Modelling, 2011, 54(3-4): 924-930.
- [4] 王立龙, 陆林. 湿地公园研究体系构建. 生态学报, 2011, 31(17): 5081-5095. [WANG L L, LU L. The studying system construction of wetland parks. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(17): 5081-5095.]
- [5] SUMITHA M. Our Unique Wetland Park. Malasia: New Straits Times Press, 2001.
- [6] SCHLEYER M H, CELLIERS L. Modelling reef zonation in the Greater St Lucia wetland park, South Africa. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2005, 63(3): 373-384.
- [7] 中华人民共和国国家林业局. 国家林业局办公室关于印发《国家湿地公园验收办法(试行)》的通知. http://ysdzw.nmglyt.gov.cn/zcfg_712/201508/t20150821_113062.html, 2015-08-21/2018-02-26. [The State Forestry Administration of the People's Republic of China. Notice on the state forestry administration office on printing and distributing the inspection and acceptance measures of national wetland parks (trial implementation). http://ysdzw.nmglyt.gov.cn/zcfg_712/201508/t20150821_113062.html, 2015-08-21/2018-02-26.]
- [8] 张曼胤, 崔丽娟, 李伟, 等. 湿地公园建设中的景观设计研究. 中国农学通报, 2011, 27(11): 292-296. [ZHANG M Y, CUI L J, LI W, et al. Study on the landscape design of the wetland park construction. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2011, 27(11): 292-296.]
- [9] DUAN N, LIU X D, DAI J, et al. Evaluating the environmental impacts of an urban wetland park based on emergy accounting and life cycle assessment: A case study in Beijing. Ecological Modelling, 2011, 222(2): 351-359.
- [10] 吴后建, 但新球, 刘世好, 等. 湖南省国家湿地公园保护价值评价. 应用生态学报, 2017, 28(1): 239-249. [WU H J, DAN X Q, LIU S H, et al. Protection value evaluation of national wetland parks in Hunan province, China. Chinese Journal of Applied Ecology, 2017, 1(28): 239-249.]
- [11] 潘竞虎, 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, (5): 1359-1367. [PAN J H, ZHANG J H. Spatial distribution characteristics and accessibility of national wetland parks in China. Chinese Journal of Ecology, 2014, (5): 1359-1367.]
- [12] 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. 中南林业科技大学学报, 2015, 35(6): 50-57. [WU H J, DAN X Q, WANG L F, et al. Spatial distribution characteristics of national wetland parks in China. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2015, 35(6): 50-57.]
- [13] 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. 北京大学学报: 自然科学版, 2016, 52(3): 535-544. [FAN H L, WANG F. Similarities and differences in spatial distribution and its influencing factors of two kinds of national wetland parks in China. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2016, 52(3): 535-544.]
- [14] 中华人民共和国国家林业局. 国家林业局关于2015年试点国家湿地公园验收情况的通知. <http://www.forestry.gov.cn/main/72/content-846648.html>, 2015-12-31/2017-12-04. [The State Forestry Administration of the People's Republic of China. Notice on the State Forestry Administration on the acceptance of the national wetland park in 2015. <http://www.forestry.gov.cn/main/72/content-846648.html>, 2015-12-31/2017-12-04.]
- [15] 中华人民共和国国家林业局. 国家林业局关于2016年试点国家湿地公园验收结果的通知. <http://www.forestry.gov.cn/main/72/content-901659.html>, 2016-08-16/2017-12-04. [The State Forestry Administration of the People's Republic of China. Notice on the State Forestry Administration on the acceptance of the national wetland park in 2016. <http://www.forestry.gov.cn/main/72/content-901659.html>, 2016-08-16/2017-12-04.]

- www.forestry.gov.cn/main/72/content-901659.html, 2016-08-16/2017-12-04.]
- [16] 王立龙, 陆林, 唐勇, 等. 中国国家级湿地公园运行现状、区域分布格局与类型划分. 生态学报, 2010, 30(9): 2406-2415. [WANG L L, LU L, TANG Y, et al. Running status, distribution pattern and type classification of the state-level wetland park in China. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(9): 2406-2415.]
- [17] 蒋金亮, 徐建刚, 吴文佳, 等. 中国人-地碳源汇系统空间格局演变及其特征分析. 自然资源学报, 2014, 29(5): 757-768. [JIANG J L, XU J G, WU W J. Patterns and dynamics of China's Human-nature carbon source-sink system. *Journal of Natural Resources*, 2014, 29(5): 757-768.]
- [18] 赵璐, 赵作权. 基于特征椭圆的中国经济空间分异研究. 地理科学, 2014, 34(8): 979-986. [ZHAO L, ZHAO Z Q. Projecting the spatial variation of economic based on the specific ellipses in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(8): 979-986.]
- [19] FISCHER M M, GETIS A. *Handbook of Applied Spatial Analysis*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2010: 27-149.
- [20] WANG F H. *Quantitative Methods and Applications in GIS*. Beijing: The Commercial Press, 2009.
- [21] 汤国安, 杨昕. ArcGIS地理信息系统空间分析实验教程. 北京: 科学出版社, 2006. [TANG G A, YANG X. ArcGIS: Spatial Analysis Experiment Course of Geographical Information System. Beijing: Science Press, 2006.]
- [22] 李旭, 陈德广. 郑汴一体化地区旅游景区的空间结构分析. 河南大学学报: 自然科学版, 2011, 41(5): 494-499. [LI X, CHENG D G. Analysis of spatial structure of tourist attraction in Zheng-Bian integration region. *Journal of Henan University: Natural Science*, 2011, 41(5): 494-499.]
- [23] 刘贤赵, 张安定, 李嘉竹. 地理学数学方法. 北京: 科学出版社, 2009: 10-13. [LIU X Z, ZHANG A D, LI J Z. *Mathematical Methods in Geography*. Beijing: Science Press, 2009: 10-13.]
- [24] 王立龙, 陆林. 湿地公园研究体系构建. 生态学报, 2011, 31(17): 5081-5095. [WANG L L, LU L. The studying system construction of wetland parks. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(17): 5081-5095.]
- [25] 中华人民共和国国家林业局. 国家林业局关于做好湿地公园发展建设工作的通知(林护发[2005]118号). 国家林业局公报, 2015, (3): 20-22. [The State Forestry Administration of the People's Republic of China. Notice on the State Forestry Administration on wetland park development and construction work. *State Forestry Administration bulletin*, 2015, (3): 20-22.]
- [26] 刘通. 竞合格局中的沙雅胡杨生态旅游开发研究. 上海: 华东师范大学, 2010. [LIU T. Research on Shaya's *Populus euphratic* eco-tourism development in the view of coopetition pattern. Shanghai: East China Normal University, 2010.]
- [27] XU H G, WANG S Q, XUE D Y. Biodiversity conservation in China: Legislation, plans and measures. *Biodiversity and Conservation*, 1999, 8(6): 819-837.
- [28] 戚伟, 刘盛和, 赵美风. “胡焕庸线”的稳定性及其两侧人口集疏模式差异. 地理学报, 2015, 70(4): 551-566. [QI W, LIU S H, ZHAO M F. Study on the stability of Hu Line and different spatial patterns of population growth on its both sides. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(4): 551-566.]
- [29] 付励强, 孔石, 宗诚, 等. 中国湿地保护区与湿地公园空间分布差异. 湿地科学, 2015, 13(3): 356-363. [FU L Q, KONG S, ZONG C, et al. The difference of spatial distribution of wetland nature reserves and wetland parks in China. *Wetland Science*, 2015, 13(3): 356-363.]
- [30] 易湘生, 李国胜, 尹衍雨, 等. 土壤厚度的空间插值方法比较: 以青海三江源地区为例. 地理研究, 2012, 31(10): 1793-1805. [YI X S, LI G S, YIN Y Y, et al. Comparison on soil depth prediction among different spatial interpolation methods: A case study in the three-river headwaters region of Qinghai province. *Geographical Research*, 2012, 31(10): 1793-1805.]
- [31] 朱里莹, 徐珊, 兰思仁. 中国国家级保护地空间分布特征及国家公园布局建设的启示. 地理研究, 2017, 36(2): 307-320. [ZHU L Y, XU S, LAN S R. Spatial distribution characteristics of national protected areas and the inspirations to national parks in China. *Geographical Research*, 2017, 36(2): 307-320.]
- [32] 骆林川, 杨德礼, 马军. 基于层次分析法的城市湿地公园模糊评价分析. 科技与管理, 2008, 10(4): 18-32. [LUO L C, YANG D L, MA J. Fuzzy synthesis evaluation research on urban wetland park based on AHP. *Science-Technology and Management*, 2008, 10(4): 18-22.]
- [33] 唐铭. 西北地区城市湿地公园评价体系研究: 以兰州银滩湿地公园为例. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2010, 41(1): 80-86. [TANG M. Research on the evaluation system of urban wetland park in Northwest China: Taking Lanzhou Yintan wetland park as an example. *Journal of Shandong Agricultural University: Natural Science*, 2010, 41(1): 80-86.]

- [34] 吴后建, 但新球, 舒勇, 等. 中国国家湿地公园: 现状、挑战和对策. 湿地科学, 2015, 13(3): 306-314. [WU H J, DAN X Q, SHU Y, et al. Status quo, challenges and strategies of national wetland parks in China. Wetland Science, 2015, 13(3): 356-363.]
- [35] 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. 资源科学, 2015, 37(4): 805-814. [LIU H Y, LI Z F, LI Y F, et al. Evaluation of sustainable capacity of national wetland park ecological analysis based on constraint and support function. Resources Science, 2015, 37(4): 805-814.]

Spatio-temporal pattern of national wetland parks

ZHOU Ting, NIU An-yi, MA Jiao-jiao, XU Song-jun

(School of Geography, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract: As one of the protected areas, the wetland park has played an important role in protecting the wetland habitat. On one hand, the wetland park can be an important infrastructure for ecosystem research on exploring the contradiction between the vulnerability of ecologically fragile areas and the maintenance of original habitat of wetland, which shows both theoretic significance and practical value for systematic research on wetland parks. On the other hand, spatial analysis of the wetland park is an important basis for systematic construction of wetland parks. It can not only visualize the current spatial structure of wetland parks, but also reflect the wetland resources utilization and wetland management efficiency, which can provide the scientific basis for the spatial construction of wetland parks. Therefore, based on ArcGIS visualization technology, the spatial pattern characteristics of National Wetland Park (NWP) was analyzed from the perspective of time and space and its location relationships with the cities was explored by using Standard Deviation Ellipse, Point Pattern Analysis, Statistical Analysis and other methods. Results show the following four points: (1) China's NWP has gone through three stages, the starting stage, the rapid development stage and the standard development stage from time series. The amount of NWP is unevenly distributed in different provinces, and the correlation between the development of quality and quantity is not synchronized. Till now, Official National Wetland Park (ONWP) is at the beginning stage of standard development. (2) From multiple scale, an aggregated distribution pattern is emerging, supplemented by random distribution for ONWP. And the overall distribution pattern tends to be in a northeast-southwest direction, forming two high-density hot spots and three medium-density sub-hot spots. (3) From urban scale, the distribution of ONWP presents a large spatial heterogeneity and has the characteristics of being partial to the urban planning areas or being close to the urban planning areas. (4) At last, the distribution of ONWP presents the dominant characteristics of population pattern, which coincides with the guiding significance of Heihe-Tengchong Line.

Keywords: wetland park; spatio-temporal pattern; Standard Deviation Ellipse; Point Pattern Analysis; Statistical Analysis