

江苏省自然保护地组成结构和分布特征研究

祝亚云^{1,3},王磊²,谢斐¹,江浩^{1,3*}

(1. 江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153; 2. 江苏省湿地保护站,江苏 南京 210036;
3. 江苏扬州城市森林生态系统国家定位观测研究站,江苏 扬州 225002)

摘要:以江苏省整合优化后 178 个自然保护地为研究对象,采用分类统计和地理数学方法对其组成结构和空间分布特征进行了梳理和量化,结果表明:(1)江苏省自然保护地由自然保护区和自然公园组成,分为国家级和地方级 2 个保护管理级别。数量上地方级自然保护地占多数,并以自然公园为主体;面积上国家级自然保护地占比大;自然保护区与自然公园的面积大致呈 9:11 的比例。(2)江苏省自然保护地在省域地理空间的分布模式为“随机型”,在空间上相对形成 2 个高密度聚集区,分别为宁-镇-扬三角区和苏-锡环太湖区。(3)江苏省自然保护地在 13 个设区市间呈不均衡分布,数量层面的不均衡性较低,面积层面的不均衡性较高。

关键词:江苏省;自然保护地;自然公园;组成结构;空间分布特征

中图分类号:Q142.4;S759.9;X36

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2022.02.006

自然保护地是由各级政府依法划定或确认,对重要的自然生态系统、自然遗迹、自然景观及其所承载的自然资源、生态功能和文化价值实施长期保护的陆域或海域^[1-2]。截至 2019 年底,江苏省共批复设立包含自然保护区和自然公园在内的自然保护地 205 个,面积 9 237.01 km²(矢量面积,下同)。2020 年 3 月,响应中共中央办公厅、国务院办公厅《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》(以下简称《指导意见》),江苏启动自然保护地整合优化工作,至 2021 年 12 月底,江苏省整合优化后自然保护地共有 178 个(含拟新建自然保护地 10 个),面积 9 102.50 km²。

科学合理的空间布局是自然保护地作用充分发挥的重要前提^[3],前人对我国自然保护地分布特征开展了广泛研究,涵盖了单一类型自然保护地分布特征^[4-7]、多类型自然保护地分布差异^[8-9]、自然保护地分布影响因素等^[10-11]。江苏省自然保护地整合优化解决了自然保护区、生态自然公园之间的交叉重叠,保护地内城镇建成区、稳定耕地、村庄、工矿等用地矛盾,并对部分相邻或重叠设置的保护地进行了归并优化,初步形成了类型较为多样、布

局比较合理的自然保护地网络格局。基于此,以江苏整合优化后的 178 个自然保护地为研究对象,对其组成结构和分布状况进行梳理和量化,可为江苏自然保护地布局评估和整合优化工作评价提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 数据来源

以江苏省林业局自然保护地管理处提供的自然保护地整合优化现阶段成果为数据源,包含整合优化前江苏 205 个自然保护地名录、批复信息及矢量数据库,现阶段江苏省 178 个自然保护地名录与矢量数据库。

1.2 研究方法

1.2.1 最邻近点指数 最邻近点指数(Nearest Neighbor Index, NNI)是通过比较计算最邻近点对的平均距离和随机分布模式中的平均距离之比,来比较与随机分布的偏离程度^[7],计算式为

$$R = \frac{\bar{r}_1}{\bar{r}_E} = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{\min(d_{ij})}{N}}{\sqrt{(A/N)}}$$

收稿日期:2022-02-07;修回日期:2022-02-28

基金项目:江苏省林业科技创新与推广项目“江苏省生态安全格局构建及自然保护地空间优化关键技术研究”(LYKJ[2020]06)

作者简介:祝亚云(1990-),男,江苏丹阳人,助理研究员,硕士。从事林业生态、林木良种选育研究。E-mail:295846274@qq.com

* 通信作者:江浩(1983-),男,江苏扬州人,副研究员,博士。从事林业生态研究。E-mail:lkyhjiang@163.com

式中, R 为最邻近点指数, \bar{r}_i 为实际最邻近距离, \bar{r}_E 为理论最邻近距离; $\min(d_{ij})$ 为任一点与其最邻近点间的距离, N 为研究对象总数, A 为研究区面积。从宏观上看, 自然保护区属于点状要素, 当 $R < 1$ 时, 自然保护区趋于聚集分布; 当 $R = 1$ 时, 自然保护区趋于随机分布; 当 $R > 1$ 时, 自然保护区趋于离散分布^[11]。

1.2.2 核密度估计法 核密度估计法 (Kernel Density Estimation, KDE) 常被用于分析空间要素的密度大小, 点越密集则发生地理事件的概率越高, 反之则越低, 计算式^[12]为

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x - X_i}{h}\right)$$

式中, $k((x - X_i)/h)$ 为核函数, h 为带宽 (高斯核方差, 即邻域), n 为带宽范围内的点数, $(x - X_i)$ 为估计点 x 到事件 X_i 处的距离。核密度估计值越高, 表明自然保护区空间分布密度越大, 反之则越小^[9]。

1.2.3 地理集中指数 地理集中指数 (Central index of geography) 是描述空间对象在某一区域内空间分布集聚程度的重要指标^[5,13]。其计算式为:

$$G = 100 \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i/T)^2}$$

$$\bar{G} = 100 \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (1/n)^2}$$

$$G' = (\Delta G / \bar{G}) \times 100$$

式中, G 为传统地理集中指数, \bar{G} 为均匀分布集中指数, G' 为集中度系数, n 为研究区子区域数, x_i 为第 i 子区域研究对象数, T 为研究区研究对象总数, ΔG 为传统地理集中指数与均匀分布集中指数的偏离值。 G' 值越高, 表明研究对象空间分布的集聚程度越高, 即分布越不均衡。对于跨设区市设置“分片区”的自然保护区 (太湖风景名胜区、茅山风景名胜区), 在应用地理集中指数指标时需将位于不同设区市内的点位独立计算 ($T_{\text{数量}} = 180$)。

1.3 数据处理

最邻近点指数 R 利用 ArcMap 10.6 的空间统计工具 (Spatial Statistics Tools) 中的“平均最近邻” (Average Nearest Neighbor) 工具条运算; 核密度分析利用 ArcMap 10.6 的空间分析工具 (Spatial Analyst) 中的“核密度分析” (Kernel Density) 工具条进行; 自然保护区的点要素利用 ArcMap 10.6 数据管理工具

(Data Management Tools) 中的要素转点 (Feature to Point) 工具条对面要素进行转换获取。

文中面要素为基于 CGCS2000 3 Degree GK CM 120E 坐标系计算的矢量面积值。

2 结果与分析

2.1 江苏省自然保护区组成结构

根据国家林业和草原局发布的《自然保护区分类分级》(报批稿)^[2], 江苏省 178 个自然保护区可大致划分为 2 类 (自然保护区、自然公园) 6 型, 国家级和地方级 2 个级别 (见表 1)。在数量层面, 以地方级自然保护区为主体, 占总数的 64.61%; 在面积层面, 以国家级自然保护区为主体, 占总面积的 62.39%。从保护地类型看, 自然保护区数量较少, 只占总数的 5.06%, 但自然保护区面积与自然公园相差不大, 大致呈 9:11 的比例。在自然公园中, 数量上以湿地公园和森林公园为主体, 2 者合计占江苏自然公园总数的 79.88%; 面积以湿地公园和风景名胜保护区为主体, 2 者合计占江苏自然公园总面积的 71.06%。

表 1 江苏自然保护区组成情况

保护地类型	国家级		地方级		合计	
	数量	面积/km ²	数量	面积/km ²	数量	面积/km ²
自然保护区	3	3 099.15	6	984.83	9	4 083.98
森林公园	21	444.99	32	309.27	53	754.26
湿地公园	27	313.20	55	1 588.20	82	1 901.40
地质公园	4	133.58	5	6.78	9	140.36
海洋公园	3	557.83	0	0	3	557.83
风景名胜保护区	5	1 129.56	17	535.11	22	1 664.67
合计	63	5 678.31	115	3 424.19	178	9 102.50

2.2 江苏省自然保护区分布格局

借助 ArcMap 10.6 进行“平均最近邻”分析发现, 江苏 178 个自然保护区地质心点位在江苏省地理空间的最邻近指数 $R = 1.00$ (Z 得分 0.09, $P = 0.93$), 与随机模式之间的差异不显著, 可认为“趋于随机分布” (见表 2)。从保护地等级看, 江苏国家级自然保护区和地方级自然保护区的分布模式也都为“随机型”。从保护地类型看, 自然公园的分布模式为“随机型”; 虽然自然保护区的最邻近指数 $R = 1.22$, 但根据 Z 得分和 P 值, 其分布模式与随机模式之间的差异并不显著, 也应认定为“趋于随机分布”。

表2 江苏各类型、级别自然保护地最邻近点指数

保护地等级、类型	最邻近指数 R	Z 得分	P 值
全部保护地	1.00	0.09	0.93
国家级	0.99	-0.09	0.93
地方级	1.01	0.23	0.82
自然保护区	1.22	1.24	0.21
自然公园	0.97	-0.73	0.47

尽管在省域地理空间内江苏自然保护地的点位整体呈现出“随机分布”的模式,但这 178 个点位的空间分布并非完全没有规律。借助 ArcMap10.6 进行“核密度分析”可以较为直观地看出江苏 178 个自然保护地点位在地理空间上的分布特点。采用“自然间断点分级法(Jenks)”将研究区按照自然保护地的核密度值分为低、较低、中、高 4 个等级区(见图 1),结果表明江苏 178 个自然保护地大体上形成了 2 个高密度区,分别位于宁-镇-扬三角区和苏-锡环太湖区。围绕 2 个高密度区向外围延伸则是中密度区,此外,中密度区还分布于淮安西北部、徐州中部和宿迁西北部及连云港东部。江苏 178 个自然保护地大致上呈以高、中密度区向外围延伸的趋势。

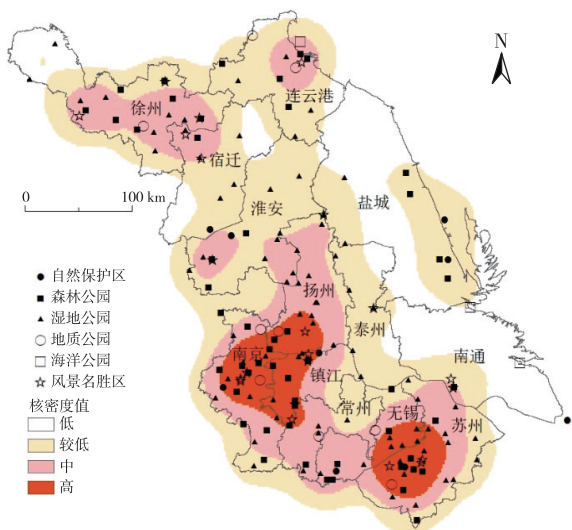


图1 江苏自然保护地核密度分布

2.3 江苏省自然保护地分布均衡性

截止 2021 年底,江苏省 13 个设区市平均每市有自然保护地 13.69 个,面积 700.19 km²,各市自然保护地数量在 5—27 个之间,面积在 60.20—2 728.06 km²之间。自然保护地个数占全省 10%以上的设区市有 4 个,分别为南京市(14.04%)、徐州

市(10.67%)、苏州市(15.17%)及扬州市(10.11%),这 4 个设区市自然保护地合计占全省总数 49.99%。自然保护地面积占全省 10%以上的设区市有 2 个,分别为盐城市(29.97%)及宿迁市(12.00%),合计占全省自然保护地总面积的 41.97%。可以看出,自然保护地数量和面积的分布在各市间的分布较为集中。

经计算,研究区子区域数 $n = 13$ 时均匀分布的集中指数 \bar{G} 为 27.74。江苏 13 市自然保护地数量层面的传统地理集中指数 $G_{\text{数量}}$ 为 30.64,集中度系数 $G'_{\text{数量}}$ 为 10.47;面积层面的传统地理集中指数 $G_{\text{面积}}$ 为 37.85,集中度系数 $G'_{\text{面积}}$ 为 36.43。 $G_{\text{数量}}$ 和 $G_{\text{面积}}$ 均大于 \bar{G} ,表明江苏自然保护地无论数量分布还是面积分布在 13 个设区市之间都是不均衡的; $G'_{\text{面积}}$ 明显大于 $G'_{\text{数量}}$,表明江苏自然保护地在 13 市间的面积不均衡性要强于数量不均衡性。

3 结论与讨论

3.1 结论

本文采用分类统计和地理数学方法对江苏省自然保护地的组成结构和空间分布特征进行了梳理和量化,结果表明:(1)江苏省自然保护地由自然保护区和自然公园组成,分为国家级和地方级 2 个保护管理级别。数量上地方级自然保护地占多数,以自然公园为主体;面积上国家级自然保护地占多数;自然保护区与自然公园大致呈 9:11 的比例。(2)江苏 178 个自然保护地在省域地理空间内的分布模式为“随机型”,相对形成 2 个高密度聚集区,分别为“宁-镇-扬三角区”和“苏-锡环太湖区”。(3)江苏省自然保护地在 13 个设区市间呈不均衡分布,数量层面的不均衡性较低,面积层面的不均衡性较高。

3.2 讨论

自然保护地整合优化在调整保护地范围时不可避免地造成了部分自然保护地面积降幅过大,如江苏三台山国家森林公园,面积从整合优化前的 11.11 km²减少至整合优化后的 3.43 km²,降幅近 70%。根据《自然保护地分类分级》(报批稿)^[2],国家级自然公园主要保护对象集中分布区一般不低于 1 000 hm²(10 km²),以特殊保护对象为目标的保护地,相应等级的最小面积可适当下调。单以面积论,江苏省目前有 28 个国家级自然公园不达标。本

文基于对江苏自然保护地批复等级的遵循,未对自然保护地的保护管理级别进行重新划分,关于自然保护地等级的认定还有待进行针对性的研究。

本文通过“平均最近邻”分析发现,江苏 178 个自然保护地总体上呈“随机型分布”。江苏自然保护地的这一“随机型”分布模式并非孤例,前人的研究表明,自然类的保护地往往比人文类的保护地更趋向于均匀分布^[11],这与自然资源与人文资源的分布特性有关。随机型的分布模式并不代表随机分布的地理现象一定是随机产生的,它受植被、湿地等各种因素的制约^[9-11,14],核密度分析得出的“宁-镇-扬三角区”“苏-锡环太湖区”2 个高密度聚集区也正是围绕宁镇山脉、茅山山脉和太湖湿地呈现的。整合优化前,江苏 205 个自然保护地呈“聚集型”分布模式($R = 0.82, P < 0.01$),而整合优化后的 178 个自然保护地则不再趋于聚集,这很大程度上是由于整合优化后保护地间交叉重叠程度的大幅下降。从聚集走向离散的变化反映出江苏同一自然区域重复或交叉建设自然保护地的现象得到改善。

前人的研究表明,我国的自然保护地往往是以行政地理为基础设置的,而即使是同一自然景观在行政界线 2 侧的分布也多是不均衡的^[15],这可为江苏自然保护地在 13 市之间的不均衡性和面积要比数量更为不均衡作出一定解释。整合优化并不能对自然保护地在市域间分布的不均衡性有太大改变,但值得肯定的是,对同一自然景观进行统一管理是更优的自然资源保护方式。因此,今后有必要对跨市自然保护地整合优化的可能性和整合优化方式进行探讨。

参考文献:

[1] 中华人民共和国中央人民政府.中共中央办公厅国务院办公厅

厅印发《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/2019-06/26/content_5403497.htm?trs=1, 2019-06-26.

- [2] 国家林业和草原局公告(2021 年第 20 号)[EB/OL]. <http://www.forestry.gov.cn/main/5461/20211028/113024491707534.html>, 2021-10-28.
- [3] 陈冰,朱彦鹏,罗建武,等.云南省国家级自然保护区与其他类型保护地关系分析[J].生态经济,2015,31(12):129-135.
- [4] 闫颜,王智,高军,等.我国自然保护区地区分布特征及影响因素[J].生态学报,2010,30(18):5091-5097.
- [5] 林孝松,张莉,董雨琪,等.长江经济带自然保护区分布特征研究[J].资源开发与市场,2018,34(3):330-334.
- [6] 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[J].生态学报,2010,30(9):2406-2415.
- [7] 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.
- [8] 孔石,曾嶙,杨宇博,等.中国国家级自然保护区与森林公园空间分布差异比较[J].东北农业大学学报,2013,44(11):56-61.
- [9] 樊涵,王晓娟,杨朝辉,等.遵义市 4 种主要自然保护地空间分布特征及其影响因素研究[J].生态与农村环境学报,2020,36(3):334-341.
- [10] 徐美,李达立,刘春腊,等.湖南省森林公园空间分布特征及其影响因素分析[J].资源开发与市场,2018,34(7):1004-1009.
- [11] 张卓然,唐晓岚,贾艳艳.保护地空间分布特征与影响因素分析——以长江中下游为例[J].安徽农业大学学报,2017,44(3):439-447.
- [12] 佟玉权.基于 GIS 的中国传统村落空间分异研究[J].人文地理,2014,29(4):44-51.
- [13] 谢志华,吴必虎.中国资源型景区旅游空间结构研究[J].地理科学,2008,28(6):748-753.
- [14] 李秀丽,刘占波,赵军.石羊河流域居民地空间分布模式研究[J].内蒙古农业大学学报(自然科学版),2008,29(4):97-101.
- [15] 旷开金,刘金福,徐道炜,等.中国自然保护区数量与面积均衡性关系研究[J].干旱区资源与环境,2015,29(12):79-84.