

夜间灯光指数对鸟类活动的影响

肖家丽¹, 王殷嘉¹, 马楠¹, 黄田^{1,2*}

¹湖南城市学院信息与电子工程学院, 湖南 益阳

²洞庭湖区域生态环境智能监测和防灾减灾技术湖南省工程研究中心, 湖南 益阳

收稿日期: 2024年3月11日; 录用日期: 2024年4月6日; 发布日期: 2024年4月26日

摘要

为研究人类活动对鸟类的行为影响, 采用卫星跟踪技术获取雕鸮活动数据, 结合核密度分析方法、遥感解译技术对研究区内的雕鸮活动情况以及连续18个月的夜间灯光数据进行了深入分析。研究表明, 雕鸮的活动范围与夜间灯光指数呈现出明显的负相关关系, 即人类活动强度对鸟类影响显著, 当人类活动强度增大时, 雕鸮的家域面积减小, 当人类活动强度降低时, 雕鸮的家域面积增大。

关键词

灯光指数, 家域, 鸟类行为

Effects of Nocturnal Light Index on Bird Activity

Jiali Xiao¹, Yinjia Wang¹, Nan Ma¹, Tian Huang^{1,2*}

¹College of Information and Electronic Engineering, Hunan City University, Yiyang Hunan

²Hunan Provincial Engineering Research Center of Dong Ting Lake Regional Ecological Environment Intelligent Monitoring and Disaster Prevention and Mitigation Technology, Yiyang Hunan

Received: Mar. 11th, 2024; accepted: Apr. 6th, 2024; published: Apr. 26th, 2024

Abstract

In order to study the influence of human activities on bird behavior, the activity data of eagle-owl were obtained by satellite tracking technology, combined with nuclear density analysis method and remote sensing interpretation technology, and the activity of eagle-owl and the night light data for 18 months in the study area were analyzed. The results showed that there was a significant negative correlation between the activity range of the eagle owl and the night light index, that is,

*通讯作者。

the intensity of human activities had a significant impact on birds. When the intensity of human activities increased, the home area of the eagle owl decreased, and when the intensity of human activities decreased, the home area of the eagle owl increased.

Keywords

Light Index, Home Range, Bird Behavior

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

鸟类，作为生态系统的重要组成部分，对于维持生物多样性和食物链平衡具有关键作用[1]。通常，为了规避人类活动干扰，许多中大型鸟类会选择在夜间活动[2]。先前的研究表明，夜间灯光会对鸟类行为产生显著影响，鸟类在选择栖息地时会避开灯光区域，即使这些区域没有人类活动[3]。

特殊情况下，一些政策调整会对人类社会和经济的影响直接改变了人类活动模式，这种变化又反过来影响了动物的行为[4]，导致动物行为活动的改变[5]。有学者研究发现，由于2020年4~6月由于道路交通量大幅下降，导致被公路撞死的野生动物数量明显减少[6]。光源也是影响动物行为的重要因素，它可能扰乱鸟类的“睡眠行为”，进而威胁其健康[7]。有文献报道，2020年出行政策调整期间城市周边湿地中的水鸟活动范围从核心生境区扩散到了次级生境区[8]。基于上述背景，本研究旨在通过分析研究范围内的鸟类卫星追踪数据、城市灯光数据以及人类活动数据，来探讨人类活动对鸟类活动行为的影响。

2. 目标物种与研究范围

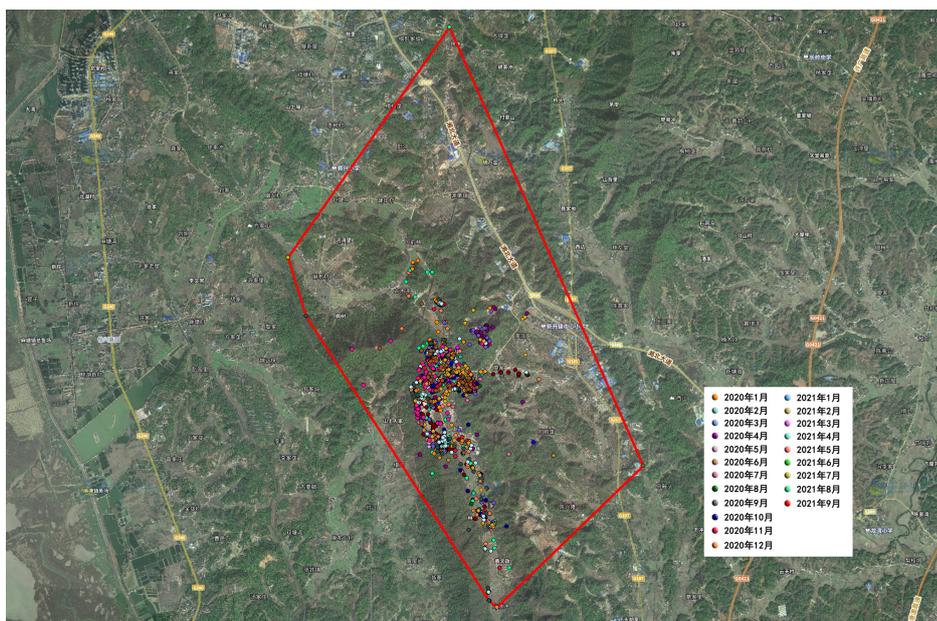


Figure 1. Distribution map of eagle owl loci from January 2020 to September 2021

图 1. 2020 年 1 月~2021 年 9 月雕鸮位点分布图

2018年1月,湖南省野生动物救护中心救助1只雕鸮,放归时救助人员给它佩戴了卫星追踪器,以掌握其活动规律和环境适应情况。雕鸮主要活动范围在东洞庭湖东部、岳阳市南部的乡村地带,范围面积约43.8 Km²,如图1所示。

3. 研究方法

3.1. 数据来源

3.1.1. 鸟类卫星追踪数据

鸟类卫星追踪数据来源于湖南省动物物联网工程中心大数据平台,共获取了2020年1月至2021年9月期间雕鸮的卫星跟踪数据3234条,其中定位精度A级占48.8%,B级占26.2%,C级占8.3%,D级占2.2%,E级占0.6%,无效定位数据451条,占13.9%。卫星追踪数据项包括活动的时间、经度、纬度、速度、温度、活动量等。

3.1.2. 城市夜间灯光数据

NPP-VIIRS 月度夜间灯光数据来自于地球观测组-佩恩公共政策研究所(<https://payneinstitute.mines.edu/eog/>)。灯光数据是通过Suomi NPP卫星上的Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)传感器获取,具有22个光谱通道,从可见光到近红外的多个波段的数据。

3.1.3. 居民出行表征数据

居民出行表征数据来源于谷歌健康开放数据库,它从交通状况、办公状态、公共活动、政策严格指数等方面来描述居民出行情况,是全球公共卫生专业人员、研究人员和政策制定者常用的数据集。

3.2. 研究方法

3.2.1. 家域分析

鸟类行为活动研究多采用家域估算方法[8]。家域是一定时间范围内,动物个体或群体寻找食物、进行交配和哺育幼崽所利用和经过的区域范围[9],对动物取食策略[10]、生境选择[11]和行为规律[12]等有较大影响。家域变化是动物响应外部环境变化的自我调节行为,反映出栖息地环境质量和稳定性。常用的家域评估模型有MCP方法和KDE方法,由于MCP方法容易受到异常值影响,本研究采用KDE方法进行家域计算,采用99%的家域表示鸟类的活动区范围。主要步骤是先提取雕鸮的GPS位点,再利用KDE算法计算栖息地利用概率的栅格数据,再利用QGIS提取栅格数据的等值线,得到不同利用概率的家域范围。

3.2.2. 灯光指数分析

夜间灯光指数能够客观、真实地反映人类社会的工业生产、商业活动和能源消费[13],被国内外广泛应用城市化水平度量[14]、城市扩散及空间结构演变模拟[15][16]和经济发展水平评估[17]等研究方向。下载NPP-VIIRS灯光数据后,要利用Envi软件对遥感影像进行投影转换、图像裁剪、消除负值、重采样和指数选取处理工作。

家域模型能较好的反映鸟类行为活动变化,城市夜间灯光数据能在一定程度上表征城市居民的行为活动和城市经济活动,这将为本项目研究提供良好的理论和技术依据。

4. 分析结果

4.1. 雕鸮的家域分析

利用KDE方法分别对雕鸮白天和晚上的位点进行家域分析,结果如图2所示。雕鸮白天活动范围仅

5.58 Km², 远小于晚上 16.71 Km², 说明雕鸮活动主要在晚间进行。它的主要活动区分布在离居民区不远的山林和裸露荒中。

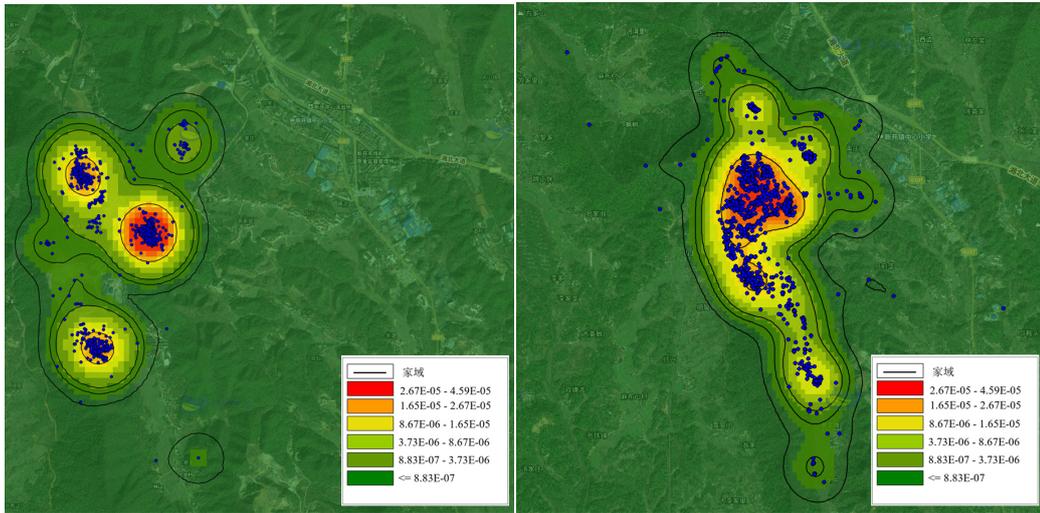


Figure 2. Day and night home range analysis of the eagle owl
图 2. 雕鸮白天、晚上家域分析图

进一步利用 KDE 方法计算雕鸮每个月的夜间家域, 并对家域月度变化情况进行分析。如图 3 所示, 雕鸮的活动区在 2020 年 6~7 月和 2021 年 4~5 月出现峰值, 面积分别为 23.07 Km², 31.61 Km², 而 2020 年 3 月、12 月和 2021 年 7~9 月活动范围最小, 面积分别为 5.38 Km²、0.5 Km² 和 2.89 Km²。

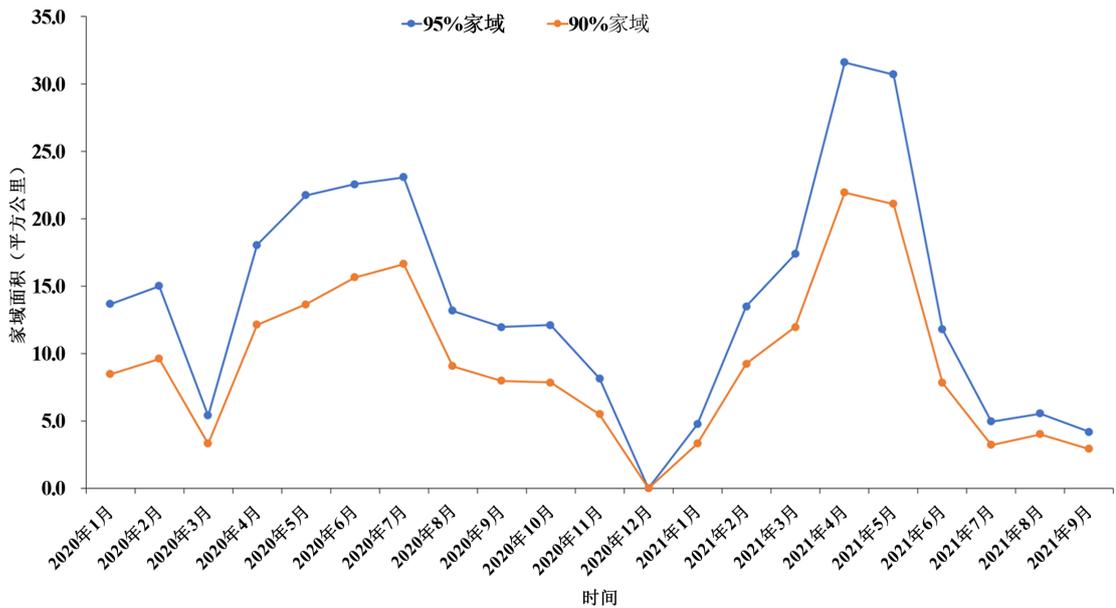


Figure 3. Analysis of monthly changes in the eagle owl's home range
图 3. 雕鸮家域月度变化分析

4.2. 灯光指数分析

在 QGIS 中加载 2020 年 1 月~2021 年 9 月的灯光指数栅格数据, 并进行分级渲染, 如图 4 所示。

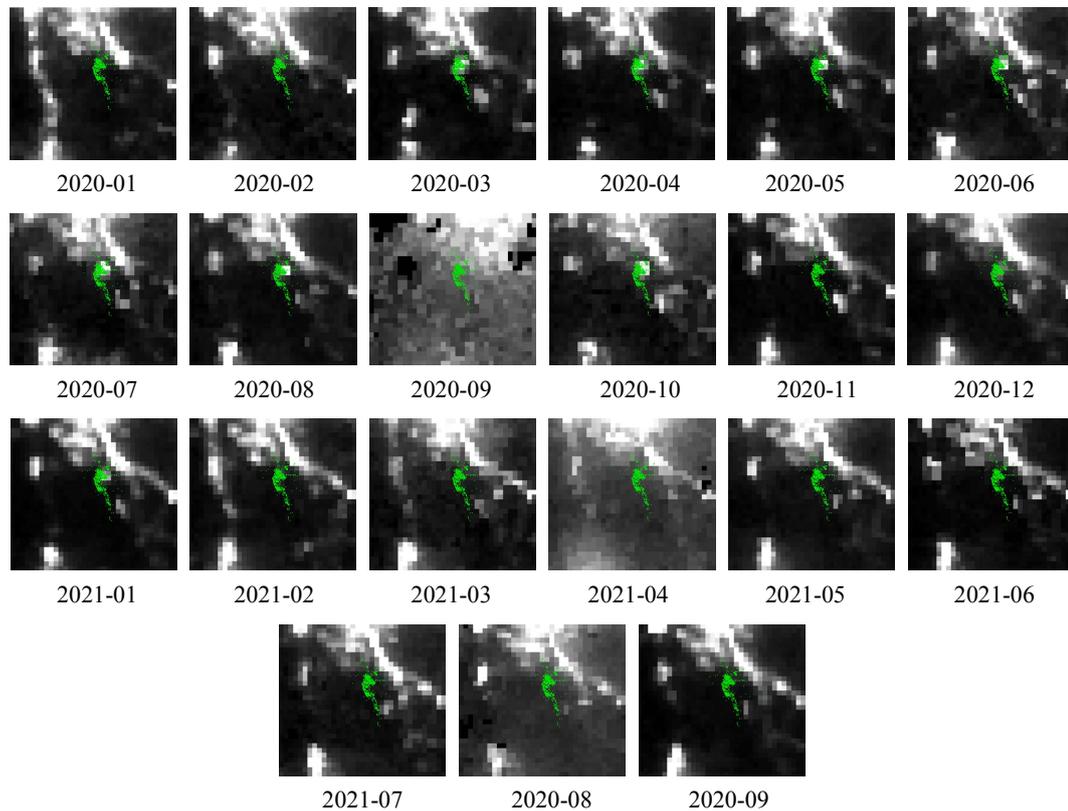


Figure 4. Light index chart from January 2020 to September 2021
图 4. 2020 年 1 月~2021 年 9 月灯光指数图

利用栅格区域统计函数计算各月的灯光指数平均值，并分析灯光指数月度变化趋势。所图 5 所示，灯光指数的波峰时段为 2020 年 4 月、8 月和 2021 年 3 月、6 月，指数分别为 1.38、1.37、1.42 和 1.44，波谷时段为 2020 年 6 月和 2021 年 4 月，指数值分别为 1.14 和 1.21。

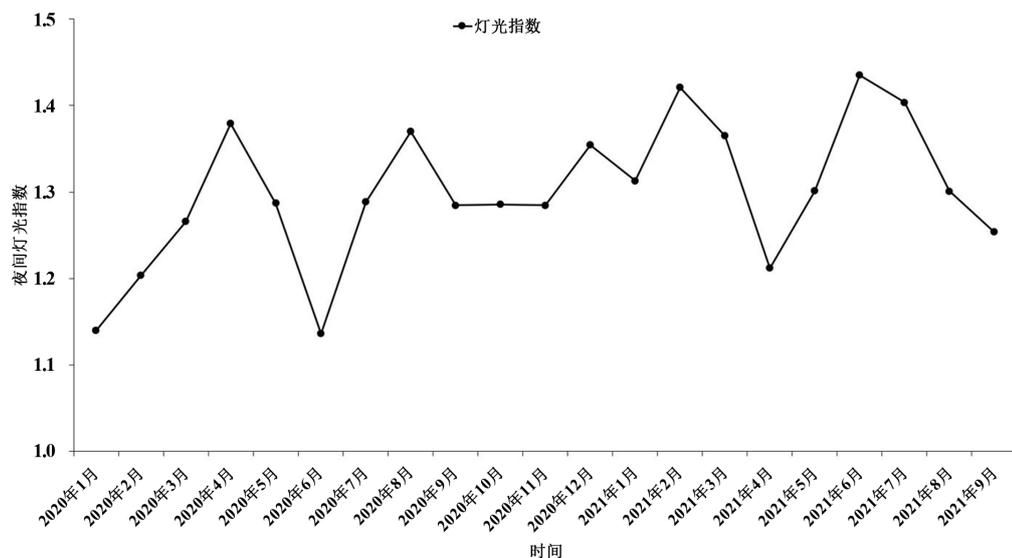


Figure 5. Analysis of monthly variation of lighting index
图 5. 灯光指数月度变化分析

4.3. 家域与灯光指数相关性分析

将雕鸮的家域变化和灯光指数叠加进行趋势变化分析，如图 6 所示：家域面积大小与灯光指数强弱呈现明显负相关性，即灯光指数值越大，雕鸮的活动区面积越小，反之则越大。

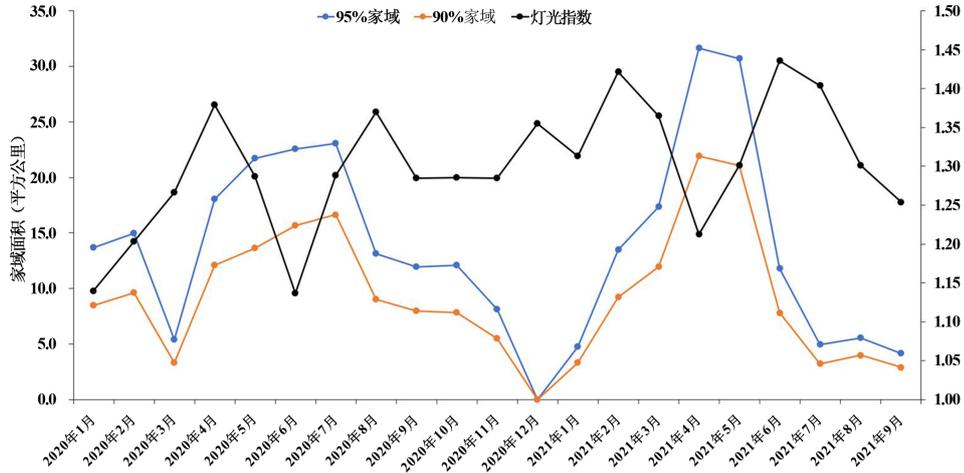


Figure 6. Correlation analysis between lighting index and home area
图 6. 灯光指数与家域面积相关性分析

4.4. 居民出行表征数据分析

对 2020 年 1 月~2021 年 9 月每天的居民出行表征数据做时间序列分析，如图 7 所示。政策严格指数变化趋势有滞后性，但持续时间更长，这反映了政府在制定和调整政策时，可能需要对实际情况进行一定的观察和评估，因此政策反应会有一些的延迟。而一旦政策实施，其影响可能会持续较长时间。

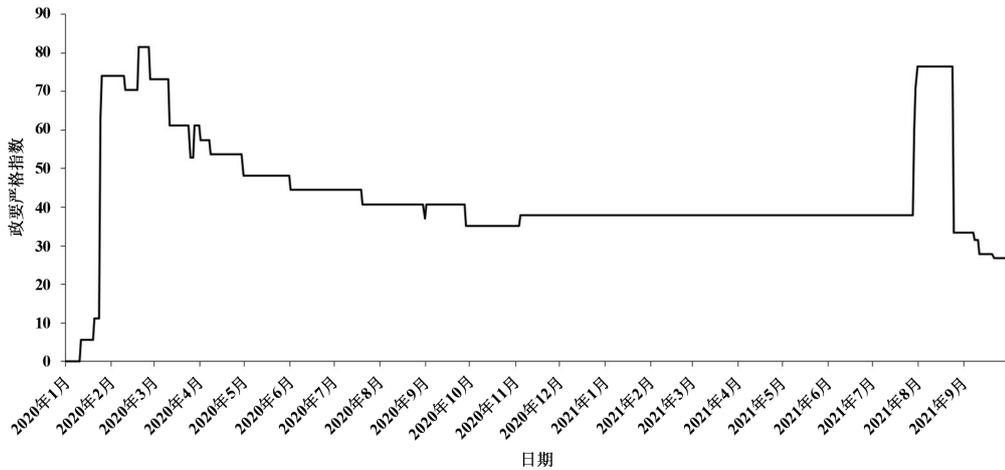


Figure 7. Resident travel characterization data time series analysis chart
图 7. 居民出行表征数据时序分析图

5. 讨论

5.1. 灯光指数影响鸟类活动

灯光指数作为衡量人类活动强度的重要指标之一，其变化能够直接反映人类活动对自然环境的影响

程度。家域面积大小与灯光指数强弱呈现明显的负相关性说明雕鸮对于灯光敏感,受人类活动影响大。雕鸮作为一种夜行性猛禽,其活动范围必然受到光强因素的影响。因此,将灯光指数与雕鸮家域面积进行叠加分析,有助于揭示人类活动对雕鸮栖息地的具体影响。

从分析结果来看,当灯光指数值增大时,雕鸮的活动区面积会相应减小。这可能是由于强烈的人类活动导致雕鸮的栖息环境受到干扰,如噪音增加、食物减少等,从而迫使雕鸮缩小活动范围。

5.2. 人在活动与灯光指数关系

灯光指数作为一种衡量夜间光照强度的指标,可以直接反映人类活动的强度和频率,特别是在城市化程度较高的地区,由于人口密集、经济活动活跃,夜间灯光往往呈现出较高的强度。但本研究时段与灯光指数的波峰时段并不完全吻合,这可能是由于研究区主要为乡村地带。乡村的夜间灯光强度普遍较低,且变化幅度较小。因此,即使相关政策调整限制人们相关活动,乡村地区的灯光指数也可能不会呈现出明显的波动。另外,由于乡村地区的人口密度相对较低,风险相对较低。因此,乡村地区可能采取相对宽松的出行措施,这导致乡村灯光指数变化有限。

6. 结论

1) 雕鸮的活动主要集中在夜间,其家域面积在夜间显著大于白天,主要活动区分布在离居民区不远的山林和裸露荒地中。

2) 灯光指数的月度变化呈现出明显的波峰和波谷时段,与雕鸮家域面积的变化存在显著的负相关性。这表明人类活动的强度对雕鸮的栖息地选择和行为模式产生了重要影响。强烈的灯光可能干扰雕鸮的夜间活动,降低其栖息环境的适宜性,从而迫使其缩小活动范围。

3) 结合居民活动形势数据的分析,发现出行低峰时段与灯光指数的波峰时段并不完全吻合,但出行指数变化趋势与灯光指数的变化存在一定关联。

综上所述,本研究揭示了雕鸮家域变化与灯光指数之间的负相关性,并初步探讨了政策对灯光指数和雕鸮活动的影响。这些结论对于理解人类活动对野生动物栖息地的影响以及制定科学的生态保护政策具有重要意义。

致 谢

本研究得到洞庭湖区域生态环境智能监测和防灾减灾技术湖南省工程研究中心资助,湖南省动物物联网工程技术研究中心为本研究提供了鸟类卫星追踪设备及大数据服务,在此一并致谢。

参考文献

- [1] 韩兴国,黄建辉,姜治平. 关键种概念在生物多样性保护中的意义与存在的问题[J]. 植物学报, 1995(S2): 168-184.
- [2] 罗祖奎,李扬,刘文,等. 自然湿地与人工湿地水鸟多样性的昼夜差异:以贵州草海与杨湾桥水库为例[J]. 华东师范大学学报:自然科学版, 2019(3): 120-130.
- [3] 薛星宇. 基于灯光遥感数据的城市夜光格局及对鸟类栖息地影响研究[D]: [博士学位论文]. 杭州:浙江大学, 2020.
- [4] Hunter, P. (2021) COVID-19 and the Opportunities for Research: The Lockdowns' Impacts on Wildlife, Ecology and Conservation Biology, and the Humanities. *EMBO Reports*, **22**, e52757. <https://doi.org/10.15252/embr.202152757>
- [5] 田北辰,农昀,黄啸,等. 鸟类时空格局变化特征及其对城市生态规划的启示——以香港地区为例[J]. 生态学杂志, 2023, 42(5): 1155-1166.
- [6] Shilling, F., Nguyen, T., Saleh, M., et al. (2021) A Reprieve from US Wildlife Mortality on Roads during the COVID-19 Pandemic. *Biological Conservation*, **256**, Article 109013. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109013>

- [7] 刘刚, 彭晓彤, 苏琛浩. 人工照明对鸟类影响研究综述[J]. 照明工程学报, 2017, 28(6): 7-9.
- [8] 黄田, 徐正刚, 周立波, 等. 水位波动对洞庭湖越冬小天鹅家域的影响[J]. 生态学报, 2019, 39(22): 8657-8666.
- [9] 张晋东, Vanessa Hull, 欧阳志云. 家域研究进展[J]. 生态学报, 2013, 33(11): 3269-3279.
- [10] Klaassen, R.H.G., Nolet, B.A. and Bankert, D. (2006) Movement of Foraging Tundrar Swans Explained by Spatial Pattern in Cryptic Food Densities. *Ecology*, **87**, 2244-2254.
[https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[2244:MOFTSE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[2244:MOFTSE]2.0.CO;2)
- [11] Bengtsson, D., Avril, A., Gunnarsson, G., *et al.* (2014) Movements, Home-Range Size and Habitat Selection of Mallards during Autumn Migration. *PLOS ONE*, **9**, e100764. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100764>
- [12] Barratt, D.G. (2010) Home Range Size, Habitat Utilisation and Movement Patterns of Suburban and Farm Cats *Felis Catus*. *Ecography*, **20**, 271-280. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1997.tb00371.x>
- [13] 秦蒙, 刘修岩, 李松林. 城市蔓延如何影响地区经济增长?——基于夜间灯光数据的研究[J]. 经济学(季刊), 2019, 18(2): 118-141.
- [14] 邵振峰, 付虎艳. 基于跨域多维大数据的城市夜间灯光经济指数评价方法[P]. 中国专利, CN201710194271.9. 2017-07-28.
- [15] 王慧娟, 兰宗敏, 金浩, 等. 基于夜间灯光数据的长江中游城市群城镇体系空间演化研究[J]. 经济问题探索, 2017(3): 107-114.
- [16] 路春燕, 许燕婷, 林晓晴, 等. 基于 DMSP/OLS 夜间灯光数据的环渤海城市群时空演变研究[J]. 国土资源遥感, 2019, 31(4): 218-226.
- [17] 杨妮. 基于多源数据的省域 GDP 统计数据空间化方法——以广西壮族自治区为例[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西师范学院, 2015.