专题：城市绿地生物多样性与生态系统服务

高密度城区野猪生境适宜性与“人猪冲突”潜在风险区识别研究*

韩依纹[1,2] 方铁树[1] 蒋 韵[1] 殷利华[1] 万 敏[1]

1 华中科技大学建筑与城市规划学院 武汉 430074

2 湖北省城镇化工程技术研究中心 武汉 430074

摘要：快速城市化进程引发的生境变化导致城市生物多样性整体下降，但一些能适应碎片化生境的物种却大量繁殖，被迫扩散或进入城区觅食，从而引发野生动物和居民的现实或潜在冲突。文章针对近年来城区“人猪冲突”现象，以武汉市洪山区为例，基于红外相机监测，结合 MaxEnt 模型，探究高密度城区野猪生境适宜性和“人猪冲突”的潜在热点区域。结果表明：洪山区野猪偏好海拔高于 60 m、坡度介于 10°~45°的城市林地区域，主要集中在洪山区中部的低山缓丘，共识别出潜在适宜区面积 13.80 km^2；洪山区潜在“人猪冲突”区域位于中部，并形成自西向东北贯穿、3 个核心区聚集的格局；高密度城区野猪夜行性显著；适宜区主要分布在城市林地，不适宜区主要是建设用地；土地利用类型、高程和坡度对城区野猪种群分布影响较大；城市林地斑块及之间的建成区面临较大“人猪冲突”风险。

关键词：城市生物多样性；人猪冲突；生境适宜性；红外相机监测；MaxEnt 模型

DOI：10.12169/zgcsly.2023.12.27.0003

A Study of Wild Boar Habitat Suitability in High-Density Urban Areas and Identification of Potential Risk Areas of “Human-Boar Conflicts”

Han Yiwen[1,2] Fang Tieshu[1] Jiang Yun[1] Yin Lihua[1] Wan Min[1]

(1. School of Architecture & Urban Planning, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China; 2. Hubei Engineering and Technology Research Center of Urbanization, Wuhan 430074, China)

Abstract: Rapid urbanization process has brought about changes in habitats, leading to a decline in urban biodiversity. However, some species that can adapt to the fragmented habitats proliferate, which may aggravate conflicts with urban residents. In this paper, the habitat suitability of wild boars and the potential hotspots of human-boar conflicts in urban areas are investigated using infrared camera monitoring and MaxEnt model, with the case study of Hongshan District of Wuhan City. The results indicate that wild boars in Hongshan District prefer the habitat of urban woodland at the elevations higher than 60 m and slopes between 10°and 45°, i. e., concentrated in the central hilly area of the District with the potential suitable habits of 13.80 km^2recognized. Potential “human-boar conflict” areas lie in the central part of the

收稿日期：2023-12-27

* 基金项目：国家自然科学基金青年项目（52008180）；国家自科基金面上项目（52278064）；国家自然科学基金面上项目（52178038）

第一作者：韩依纹（1987-），女，博士，副教授，研究方向为城市绿地生态系统服务评估、国土空间生态修复、风景园林规划设计。Email：hanyiwen@hust.edu.cn

通信作者：万敏（1963-）男，博士，教授，研究方向为文化景观、工程景观学、景观规划与设计。E-mail：wanming1@sina.com

District, forming the pattern of 3 aggregate areas which cross the District from the west to the north-east. The nocturnal habit of wild boars is prominent in high-density urban areas, and the suitable habits are mainly distributed in urban woodlands while the unsuitable area in construction land. Landuse category, elevation and slope have the largest impact on the distribution of wild boar population in urban area, and the urban forest patches and the built-up areas between patches are the most challenged by the risk of “human-boar conflict”.

Keywords: urban biodiversity; human-boar conflict; habitat suitability; infrared camera monitoring; MaxEnt model

生物多样性保护是促进城市可持续发展、维持生态系统健康和增益人类福祉的基础[1]，其中，动物多样性是重要组成部分[2]。快速城市化进程导致的自然生境退化和野生动物适宜栖息面积不同程度丧失，使其种群数量迅速下降[3]。近年来，我国上海、南京和深圳等地相继实施了放归[4]、生境修复[5]和构建生态廊道[6]等一系列保护修复政策，有效减缓了城市野生动物整体种类和数量的下降速度。然而部分哺乳类动物适应生境能力强[7]，繁殖速度快，挤压其他物种生存空间的同时也威胁到了居民生产生活。

野猪（*Sus scrofa*），也称欧亚野猪或普通野猪，为中型哺乳类动物，隶属偶蹄目、猪科、猪属，体重约 90～200 kg，体长为 1.5～2 m[8]。野猪的环境适应性和繁殖能力极强，在我国大部分林地、乡村和城市均有分布。近年来，受大型野生食肉猛兽整体稀缺、严禁私人狩猎和退耕还林等综合因素影响，我国野猪数量不断膨胀，引发耕地作物毁坏、交通事故、病原体传播乃至人猪流血事件，“人猪冲突”矛盾快速凸显[9]，野猪于 2023 年被国家“三有动物”名录剔除[10]。

当前诸多研究已对自然区域野猪的生境偏好和节律特征进行探究，但对高密度城区“人猪冲突”关注不足。部分自然保护地内野猪趋向泛滥[11]，尽管自然界野猪通常仅损坏农作物，但在特殊情况下会导致交通事故或应激伤人[8]。因此，通过监测野猪种群动态，分析其节律和生境偏好，对降低野猪危害、避免野猪伤人具有重要意义[9]。部分学者分别对城区“人猪冲突”诱因、居民态度、相关防治方法和缺陷进行研究，如韩茜[12]指出城市林地野猪作为优势物种数量激增是引发“人猪冲突”的重要原因；唐冬艳[13]调研发现，受野猪危害影响较大的城市居民希望控制和减少其数量，但不支持采取猎杀方法；王玄等[14]指出野猪冒险进入居民区是由于林地内部食物不足，设置障碍物是有效防御手段，但成本较高且存在安全风险。城区野猪的生境偏好和节律特征有待进一步研究，“人猪冲突”潜在时间与区域尚待明确，在此基础上需要探索针对性措施加以应对。

通过红外相机监测野猪等野生动物分布状况，同时探究其活动节律已成为野生动物管理的重要手段。MaxEnt 模型因可有效利用研究区域内物种分布与环境数据，直观反映生境适宜程度并预测潜在分布区，有效提升了野生动物保护与管理科学性[15-17]。

武汉作为超大型城市，其建成区内散布诸多森林覆盖率较高的低山缓丘，加之河流湖泊众多，适合多种城市野生动物生存繁衍[18]，近年来“人猪冲突”事件屡有发生[19-21]。本研究选取武汉市洪山区为研究区域，运用红外相机记录野猪活动区域，分析野猪活动节律，通过 MaxEnt 模型分析野猪适宜生境，识别城区潜在“人猪冲突”区域，以期为武汉市科学评估城区“人猪冲突”和制定相关管理措施提供科学依据。研究主要包括 3 项内容：1）运用红外相机监测分析洪山区野猪活动节律特征；2）基于 MaxEnt 模型与核密度分析探究野猪生境适宜性及“人猪冲突”热点区域；3）探讨动态监测和科学评估对城区“人猪冲突”管控的意义。

1　研究区域概况

湖北省武汉市（113° 41′—115° 05′ E，29°58′—31°22′ N）位于我国中部地区，面积 8 569.15 km^2，属亚热带季风性气候，雨热同季，

四季分明。其中洪山区（114° 7′—114° 38′ E，30°28′—30°42′N）位于武汉市东南部，全区自西向北呈半圆形，总面积 509 km^2，域内有四大水系和 14 座大小湖泊。辖区中部有喻家山、马鞍山、狮子山、南望山、花山和鸡笼山等东西伸延的低山，东部为平缓的垄岗平原，整体自然禀赋较优越（图 1）。主要植物资源包括樟树（*Cinnamomum camphora*）、马尾松（*Pinus massoniana*）和小叶栎（*Quercus chenii Nakai*）等；哺乳类动物有貉（*Nyctereutes procyonoides*）、狗獾（*Meles meles*）、野猪（*Sus scrofa*）和小麂（*Muntiacus reevesi*）等[18]。人口密度达 3 396 人/km^2，属典型的高密度城区[22]。

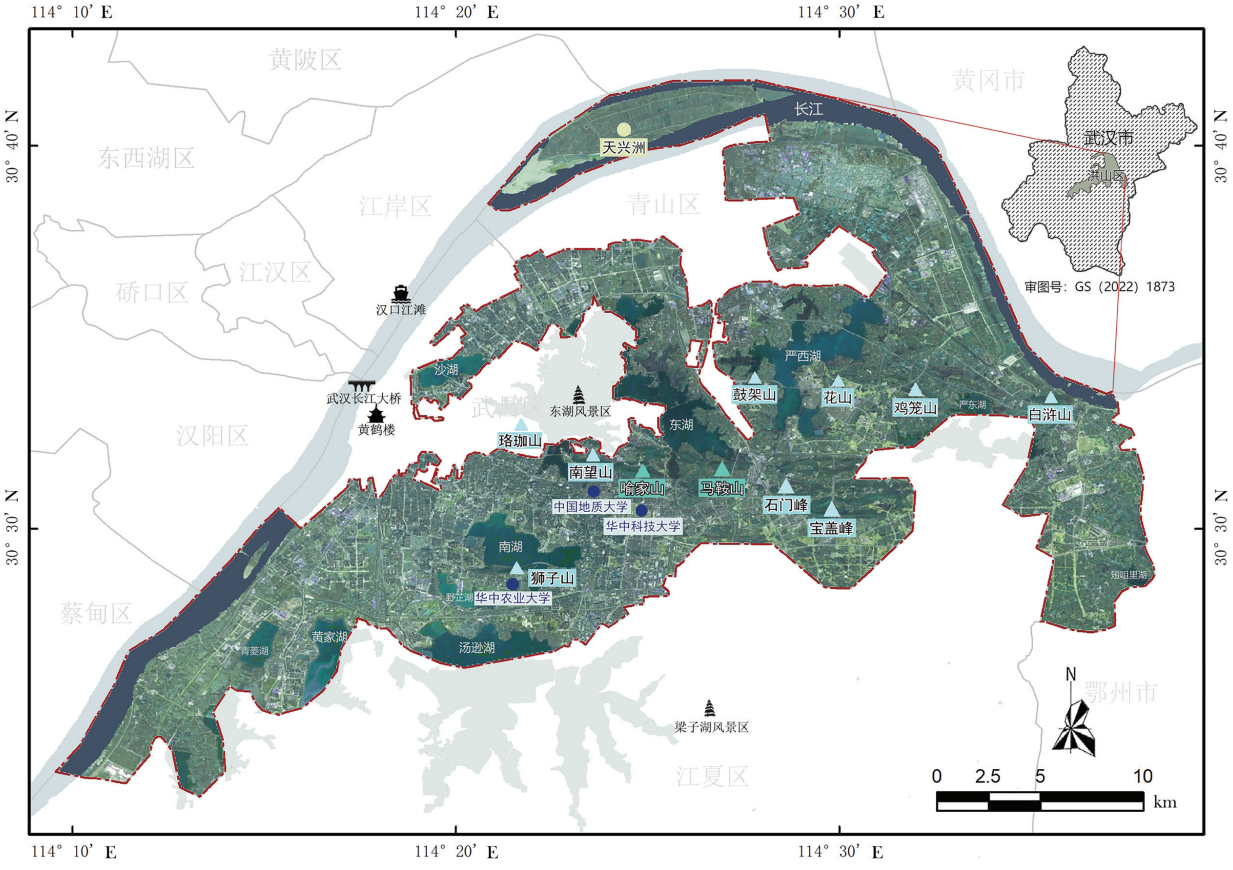


图 1 研究区域

2 研究方法

2.1 数据收集与处理

2.1.1 物种监测数据

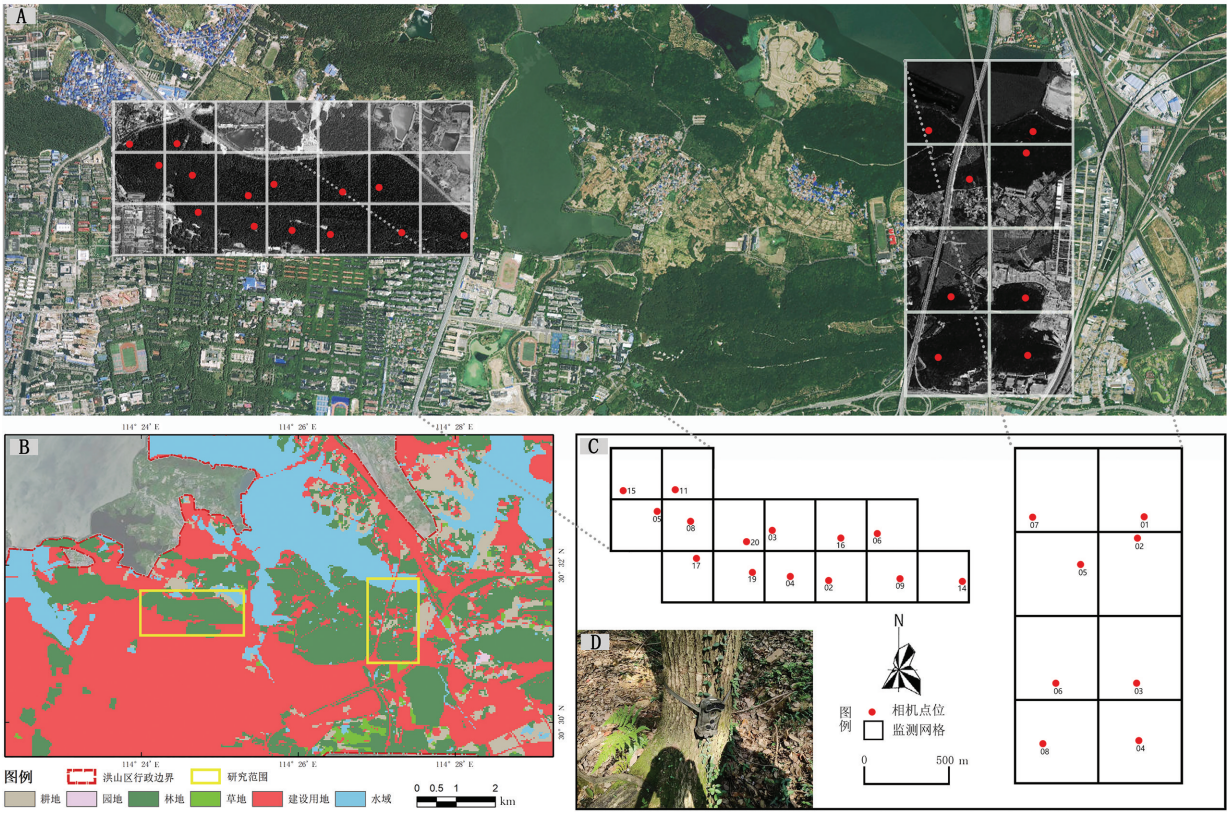
运用红外相机监测获取野猪分布数据。监测地点为喻家山全部和马鞍山部分区域，属典型城市残存林地生境，被建成区紧密包围。喻家山是武汉市最高峰（海拔 149.50 m），位于华中科技大学北缘；马鞍山隶属东湖风景名胜区吹笛景区（海拔 136.02 m），靠近三环线和京广高铁（图 2A、B）。两处监测样地均有较完整植被群落，生境质量相对较高，屡有野猪冲进校园和街道的新闻报道。

基于 ArcGIS 10.2 平台在两个区域共布设监测网格 22 个，每个网格放置一台红外相机（型号：猎科 6210 PLUS）。其中，喻家山为长期监测区域，布设监测网格 14 个，获取数据时间为 2021 年 11 月—2023 年 11 月；此外，由于喻家山地形起伏大、植物群落繁密，相机视野受限，因此网格尺寸设置为 300 m×300 m。马鞍山布设监测网格 8 个，选取食物充足和发情繁殖的秋季至次年春季（2021 年 9 月—2022 年 3 月）进行补充监测；地形相对平坦，网格尺寸设置为 500 m×500 m（图 2C）。相机具体布设位置根据动物踪迹、人类干扰度、相机视野覆盖范围和监测人员可达性等确定，选择少灌木遮挡、太阳直射和强

风的乔木树干固定相机，距离地面 50~80 cm，灵敏度设置为“中”或“低”；拍摄模式设置为“照片+视频”，动物触发后自动记录 3 张照片和 10 s 的视频，触发间隔 1 s（图 2D）。同时，使用佳明手持 GPS（型号：66S）记录红外相机布设点位经纬度、海拔和微生境等信息；每 3 个月采集 1 次数据，更换电池，清理相机前杂草[23]。为评估研究区域野猪种群数量，根据独立有效照片计算野猪相对多度指数（relative abundance index，RAI），RAI 指数越高，说明该区域内野猪种群数量越大[24]。

$$RAI = (A/N) \times 1\ 000 \quad (1)$$

式（1）中：A 代表野猪出现的独立有效照片数；N 为总有效相机工作日[10]。将拍摄到野猪照片或视频的相机布设点整理为物种名称（species）、经度（longitude）和纬度（latitude）的 CSV 数据，以支持下一步的模型模拟工作。拍摄到野猪的亚种、雌雄及体形大小等个体特征不在本研究的探究范围内。



注：A. 红外相机监测网格；B. 研究区域地类名称；C. 红外相机布设点位编号；D. 红外相机布设位置。

图 2　红外相机布设

2.1.2　模型模拟数据

模型模拟主要基于土地利用、高程、坡度、坡向、植被覆盖（归一化植被指数 NDVI）、人口密度和路网数据开展（表 1）。土地利用和研究区域边界数据源于武汉市自然资源与规划局提供的三调数据，整合为 7 类：耕地、园地、林地、草地、建设用地、水域和未利用地，同时提取商服用地、住宅用地和公共管理与公共服务用地作为居民点数据；地形数据是从地理空间数据云下载 30 m 精度的 DEM 数据裁剪获得，并利用 ArcGIS 10.2 软件处理获得坡度与坡向数据；NDVI 下载自国家生态科学数据中心的 2000—2020 年中国 30 m 精度年最大 NDVI 数据集；人口密度源于 2020 年中国 1 km 人口密度数据库（http://www.worldpop.org/）；道路数据获取于 open street map 网站（http://download.geofabrik.de/），使用 ArcGIS 10.2 软件的欧氏距离功能计算距道路和距居民点距离。最后，将上述数据将按研究区范围裁剪，统一重采样精度约为 30 m×30 m，统一坐标系为 GCS_WGS_1984。

表 1 数据来源

数据类型	数据名称	初始数据来源
土地利用	第三次国土空间调查数据(2020)	武汉市自然资源与规划局
自然环境因子	高程	地理空间数据云(www. gscloud. cn)
	坡度	地理空间数据云(www. gscloud. cn)
	坡向	地理空间数据云(www. gscloud. cn)
	归一化植被覆盖指数(NDVI)	国家生态科学数据中心(http://www. nesdc. org. cn/)
社会经济因子	人口密度	http://www. worldpop. org/
	道路	OpenStreetMap(http://www. openstreetmap. org/)
	居民点	武汉市自然资源与规划局

2.2 数据分析方法

2.2.1 MaxEnt 软件分析

MaxEnt 模型是一种常用的生态位模型，可基于最大熵原理和现有物种位点数据及特定影响因子，对物种潜在适宜分布区及其适宜度进行预测。对比其他生态位模型，MaxEnt 具有结果精度高、运算稳定、可预测面积弹性大和操作简单等优点[25]，在物种位点数据较少时仍能保障较高准确度，是预测物种潜在适生区的首选模型[26-29]。

由于收集的野猪位点数据空间分布较集中，且区内气候差异较小，因此设定所需环境影响因子时排除了气候变量，以获得更准确结果[30]。将处理后的土地利用、高程、坡度、坡向、植被覆盖、人口密度、距道路和距居民点距离数据作为 MaxEnt 驱动影响因子。使用 MaxEnt 预实验和 ArcGIS 10.2 软件的 SDM 工具包对因子进行空间自相关性检验，因子空间相关性应低于 0.80（| r | <0.80），否则予以剔除[31]，通过检验的数据转化为 ASCII 格式。

随后，将野猪位点 CSV 数据和 ASCII 数据导入 MaxEnt 后，随机选取 75%的野猪分布位点作为训练集建立预测模型，剩余的 25%作为测试集验证模型。设定自举法（Bootstrap）为重复运行类别，重复 10 次，最大迭代次数（maximum iterations）、收敛阈值（convergence threshold）和模型调控倍率（regularization multiplier）等均设置默认以保证准确性。使用受试者工作特征（receiver operating characteristic curve，ROC）曲线下的面积值（area under curve，AUC，值域介于 0~1）评估模型预测效果，结果越接近 1，说明环境变量与预测物种地理分布模型的相关性越强，预测结果越好。当 AUC 值小于 0.8 时效果一般或较差，0.8~0.9 为良好，0.9~1 为优秀[32]。选刀切法（Jackknife）检验各环境影响因子对预测结果的重要性和贡献值，并输出响应曲线以便进一步分析关键因子影响。将 10 次预测的平均结果输出到 ArcGIS 10.2 软件中转为栅格格式，栅格数值代表预测物种在该区域的存在概率，值域为［0，1］。随后以 10 次预测的平均 TPT 平衡阈值和平均最大 TSS 阈值为间断点将栅格数据划分为不适宜、次适宜和适宜栖息地 3 类，并统计其面积[33]。

2.2.2 核密度分析

根据 MaxEnt 适宜区分布结果，运用核密度分析探究洪山区内潜在“人猪冲突”区域。该方法通过核函数计算位点地理数据的空间聚集大小、形态和格局等。公式如下：

$$f_n(x) = \frac{1}{nh}\sum_{i=1}^{n} k\left(\frac{x - x_i}{h}\right) \quad (2)$$

式（2）中：n 为点数量；h 为搜索半径；也称带宽；（X~Xi）为点 X 到第 i 个点的距离；K 为核函数[34]。

鉴于相关研究在城区中鲜有开展[35]，充分考虑干扰强度，选取自然生境中的野猪冬季最小家域 1.05 km^2作为阈值[36]，将所有满足条件的适宜区和次适宜区斑块转化为质点，将冬季野猪最大活动距离确定为搜索半径。Population 字段选择 NONE，输出像元精度选择约 30 m×30 m。使用自然间断点法将输出结果栅格区分为弱、较弱、中等、较强和强 5 类[37]。

3 结果与分析

3.1 野猪的节律特征

监测（图 3）发现，22 台红外相机中有 18 台拍摄到野猪活动，占比 81.81%，有效照片 91 张。其中，喻家山 12 台相机拍摄到野猪有效照片 58

张；马鞍山 6 台相机拍摄到 33 张。喻家山野猪 RAI 指数为 3.8，马鞍山野猪 RAI 指数为 28.06，说明马鞍山的野猪种群数量更大。夜间（20：00 至次日 6：00）共拍摄到野猪有效照片 62 张，占比 68%，其中喻家山 42 张，马鞍山 20 张，说明野猪夜行性显著。



图 3　红外相机监测得到的典型野猪有效照片

3.2　洪山区野猪适宜区分布特征

洪山区野猪分布适宜区多为海拔高于 60 m、坡度介于 10°~45°的城市林地区域。MaxEnt 模型 10 次运算后的平均 TPT 平衡阈值和平均最大 TSS 阈值分别为 0.058 8 和 0.493 8。10 次重复后的平均 AUC 值达到 0.976，标准偏差（SD）为 0.024，说明洪山区野猪分布和参与模拟预测的影响因子有较强相关性，预测结果较准确。对最终参与模型预测的 7 个环境因子进行贡献率和置换重要性评价，以筛选确定影响野猪分布的主导因子，其贡献率排序为土地利用>高程>坡度>距道路距离>人口密度>距居民点距离>坡向（表 2）。

表 2　环境影响因子对野猪生境选择的影响

环境影响因子	贡献率/%	置换重要性/%
土地利用	75.1	66.1
高程	9.4	3.3
坡度	6.9	7.1
距道路距离	6.2	20.2
人口密度	1.2	0.7
距居民点距离	0.7	2.1
坡向	0.4	0.6

土地利用、高程和坡度是贡献率最高的 3 个环境变量，累计贡献率高达 91.4%，分别为 75.1%、9.4%和 6.9%，是影响洪山区野猪潜在适宜区分布的主要环境影响因子，与置换重要性和 AUC 刀切法检验具有较强一致性（图 4）。

如图 5A 所示：野猪潜在适宜区的面积为 13.80 km^2，主要集中在洪山区中部的南望山、喻家山、马鞍山、石门峰和宝盖峰，中北部的鼓架山、鸡笼山和白浒山，以及南部的狮子山；次适宜区面积为 57.86 km^2，依附适宜区集中分布或零散独立分布，主要位于天兴洲、洪山和珞珈山，以及洪山区中部、东部和东北部的沿江区域。除上述地区外，均为不适宜区。

3.3　潜在“人猪冲突”热点区域

如图 5B 所示：洪山区的潜在“人猪冲突”区域主要位于中部，形成自西向东北贯穿、3 个核心区聚集的格局。热点分析结果显示各级面积排序为弱>较弱>中等>较强>强。其中，强热点面积为 11.80 km^2，主要以洪山区中东部的马鞍山、宝盖峰和石门峰为中心向周边扩散，该区域内城市林地占比较大，城市林地植被状况好，为野猪提供了丰富的隐蔽处和食物源，其中九峰山野生动物园、九峰国家森林公园和东湖吹笛景区等景区，其生境质量较高，野猪适宜区或次适宜区斑

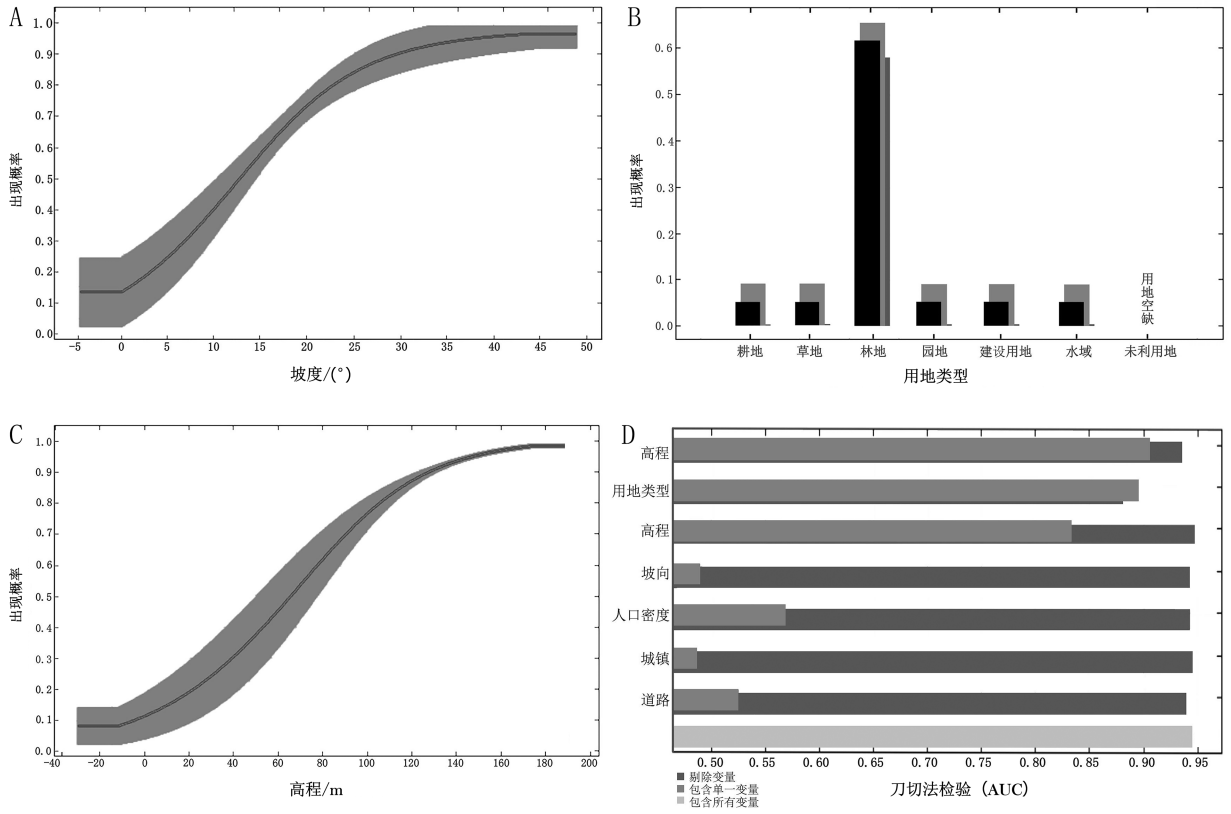


图 4 主要环境影响因子响应曲线和环境影响因子刀切法检验

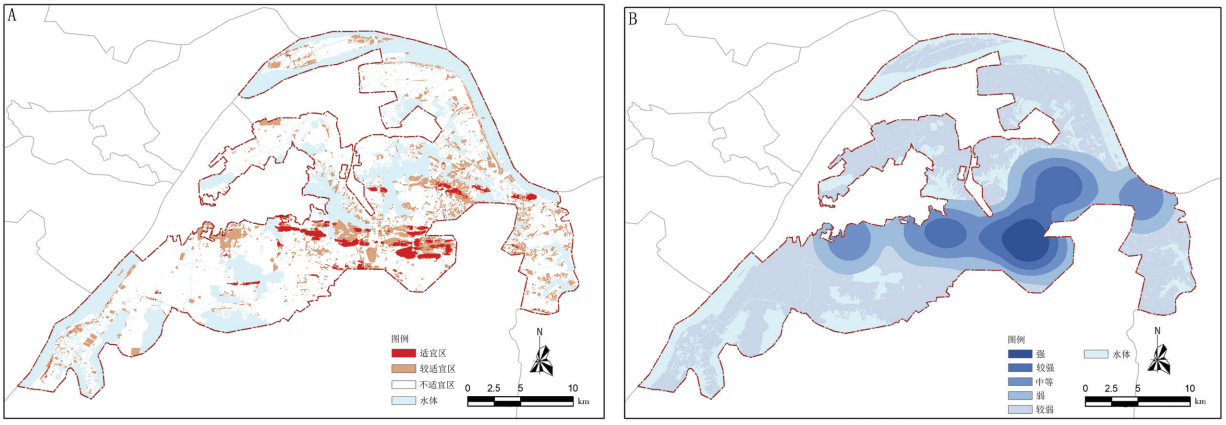


图 5 洪山区野猪潜在适宜区分布（A）和人猪冲突潜在热点区域分布（B）

块密度大，聚集为强热点区域；较强热点面积为 35.97 km^2，由相对孤立、面积较小的适宜区或次适宜区斑块聚合形成“南望山-喻家山”和“花山-鸡笼山”两大区域；中等热点面积为 59.89 km^2，是包裹强和较强热点区域的过渡区；较弱热点面积 64.78 km^2，以城市林地与建成区交界带为主，是人与野猪生存空间的缓冲地带。其余均为弱热点，这主要是植被覆盖度低、人类活动强度大的建成区，缺乏野猪生存必要条件。

4 讨论

4.1 探究城市野生动物生境适宜性特征对保护生物多样性有积极意义

在城市化进程中，建设活动或可使野生动物区系优势种、种数量、种群数量、分布格局、习性食性向非自然进化规律转变[38]。本研究 MaxEnt 模型预测发现林缘和林地内部均是野猪的潜在适宜区，与自然界中偏好林缘生境有区别，其倾向

10°~45°的斜坡和陡坡，与自然环境中栖息在距耕地、交通线和居民点一定距离区域的习性一致，但其对距干扰源的具体距离更不敏感，说明已产生一定抗干扰能力[15,39-40]。因此，进一步探究上述特点将为出台、优化城市中大型哺乳类动物种群管控政策提供科学支持，对施加合理干预以保持生态系统稳定性具有重要意义。

4.2　利用科学手段识别潜在冲突区可以合理预防和应对城区“人猪冲突”事件

本研究利用模型分析、结合红外相机监测技术对武汉市洪山区的潜在风险区域进行分级识别。该区的林地及其临近建成区面临较大威胁，积极开展林地和林缘生态修复以补充天然食物源或可降低野猪进入城区觅食的概率[7]。同时，应重点关注“人猪冲突”热点区域的生态廊道建设，并根据高密度城区中多样空间场景采取综合性、差异化的防治策略，例如：围绕林地和林缘建设的森林公园分时段开放通向林地深处的步道，在野猪频繁出没的黄昏和夜晚暂时关闭，野炊厨余垃圾及时清理转移等；热点区域内的高校可设置围墙、堤坝和声光警报器等非伤害性障碍物拦截野猪下山，同时对校园安保队伍和师生进行针对培训；官方牵头优先加强热点区域内市民科普教育从而增强其防范意识[13]。而捕猎、引入猛兽天敌和布设陷阱负面效应较大，不适合高密度城区情景。

本研究尚有不足之处。首先，鉴于监测仪器数量有限和城区中布设困难，获取的有效数据较少，同时，本研究旨在探明野猪生境适宜性、“人猪冲突”热点区域和管控措施，未对野猪种群特征和详细节律特征进行深入分析。其次，MaxEnt 模型参数配置根据前人研究采取“默认”设置，存在一定误差，或有不精准之处，有待进一步完善。

5　结论

本研究选取武汉市洪山区为例证区域，基于红外相机监测和 MaxEnt 模型分析了野猪的生境适宜性，并识别“人猪冲突”潜在热点区域。结论如下：野猪种群偏好海拔高于 60 m，坡度介于 10°~45°的城市林地，土地利用类型、高程和坡度是影响城区野猪生境适宜性的主要因素；野猪潜在适宜区主要集中在洪山区中部森林覆盖的低山丘陵；潜在“人猪冲突”热点区域以洪山区中东部为中心向周边扩散，聚合于“南望山-喻家山”和“花山-鸡笼山”两区域。

参考文献

[1]IVES C D, LENTINI P E, THRELFALL C G, et al. Cities are hotspots for threatened species [J]. Global Ecology and Biogeography, 2016, 25(1): 117-126.

[2]张淑菁,王成.近 20 年来欧洲城市生物多样性研究进展[J].中国城市林业,2022,20(6):15-24.

[3]韩茜,梁涛,张曼玉,等.基于红外相机技术的秋冬季城市森林公园獐的活动节律分析和生境选择[J].生态学杂志,2022,41(5):963-972.

[4]何鑫,裴恩乐,袁晓,等.上海地区重引入獐野放后的活动规律[J].动物学杂志,2016,51(1):1-13.

[5]何卿,杨国栋,王雨,等.江苏生物多样性保护进展、问题及对策建议[J].环境监控与预警,2022,14(4):5-10.

[6]兰思仁,李霄鹤,彭东辉,等.城市建设中的生物多样性及其保育对策[J].中国城市林业,2013,11(5):10-13.

[7]叶丽敏,李文华,李成,等.利用红外相机调查深圳梧桐山兽类群落组成及野猪的空间利用[J].动物学杂志,2020,55(6):702-711.

[8]唐鑫生,邵江山,盛长健,等.安徽清凉峰国家级自然保护区野猪种群及其危害[J].黄山学院学报,2023,25(3):43-46.

[9]王亚辉,杨遨郗,杨庆媛,等.中国人—野猪冲突时空特征及对生态系统“反服务”的启示[J].地理学报,2023,78(1):163-176.

[10]陈小南,田佳,刘鸣章,等.基于红外相机数据估算浙江省开化县野猪种群数量[J].兽类学报,2023,43(5):523-532.

[11]王逍,李飞,李崇清,等.习水国家级自然保护区野猪活动特征和危害分析[J].野生动物学报,2022,43(2):323-330.

[12]韩茜.基于红外相机技术的南京老山地区哺乳动物种类、活动节律及生境选择研究[D].南京:南京林业大学,2022.

[13]唐冬艳.野猪与人冲突认知与防控对策调查研究:以江西省婺源县为例[D].哈尔滨:东北林业大学,2021.

[14]王玄,翟飞飞,孙立峰,等.南京市溧水区野猪危害特征及民意调查[J].江苏林业科技,2022,49(5):49-53.

[15]覃事用,康祖杰,于桂清,等.基于 MaxEnt 模型的壶瓶山国家级自然保护区野猪的适生区评价研究[J].湖南林业科技,2023,50(5):88-93.

[16]刘伟,李旭琴,李忠伦,等.四川贡嘎山中华斑羚和中华鬣羚的时空分布及重叠性[J].应用生态学报,2023,34(6):1630-1638.

[17]滕继荣,刘兴明,何礼文,等.甘肃白水江国家级自然保护区林缘社区饲养犬只对大熊猫时空节律的影响[J].生物多样

性,2022,30(1):76-82.
[18]汪琪薇,赵恒月,刘勤,等.武汉市城市破碎化森林中野生哺乳动物的多样性[J].兽类学报,2023,43(3):258-269.
[19]商佩.早安武汉 | 注意! 武汉这里有野猪群出没! 专业人士提醒[N/OL].长江日报,(2022-06-14)[2023-11-15].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1735606731614015251&wfr=spider&for=pc.
[20]李天娇.野猪闯入武汉一小区,将保安撞倒在地[EB/OL].(2022-12-23)[2023-11-15].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1752912029239253937&wfr=spider&for=pc.
[21]CHENHUI.武汉大学野猪横行 1 年多被击毙,四个人才抬得动[EB/OL].(2015-7-16)[2023-11-15].https://m.huanqiu.com/article/9CaKrnJNs0I.
[22]武汉市洪山区人民政府.洪山区第七次全国人口普查主要数据[EB/OL].(2022-4-6)[2024-1-24].https://www.hongshan.gov.cn/xxgk/jbxxgk/tjxx/tjgb/202312/t20231214_2319699.shtml.
[23]刘志发,王新财,龚粤宁,等.基于红外相机监测的广东南岭国家级自然保护区鸟兽多样性及其垂直分布特征[J].生物多样性,2023,31(8):35-48.
[24]李晟,王大军,肖治术,等.红外相机技术在我国野生动物研究与保护中的应用与前景[J].生物多样性,2014,22(6):685-695.
[25]方铧,陈星彤,刘明月,等.基于 Maxent 模型的互花米草潜在生境适宜性分析[J/OL].草地学报,2023:1-12.(2023-09-27).https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3362.S.20230926.1151.002.html.
[26]吴生海,兰雪涵,王玉莹,等.基于 MaxEnt 模型的兴安杜鹃在我国东北地区潜在适生区预测[J].北华大学学报(自然科学版),2023,24(5):585-590.
[27]陆康英,苏晨辉,邓成,等.广东省杉木生长适宜性及分布预测[J].东北林业大学学报,2023,51(2):62-69.
[28]王然,江耀,张安宇,等.农作物自然灾害暴露研究进展[J].灾害学,2019,34(2):215-221.
[29]张晓芹.西北旱区典型生态经济树种地理分布与气候适宜性研究[D].北京:中国科学院大学(中国科学院教育部水土保持与生态环境研究中心),2018.
[30]朱世兵,曲艺,ANNA Y,等.基于 MaxEnt 模型的小兴安岭东北虎潜在生境适宜性评价[J].兽类学报,2020,40(4):317-328.
[31]蒙秉顺,黄小龙,谢波,等.贵州梵净山国家级自然保护区有蹄类动物适宜栖息地分布[J].兽类学报,2023,43(6):664-675.
[32]庞丽芳,庾太林.基于 MaxEnt 模型的黄腹角雉潜在生境预测[J].广西师范大学学报(自然科学版),2023,41(5):123-133.
[33]油志远,王茗,鲁碧耕,等.基于 MaxEnt 模型预测蓝马鸡的潜在分布区[J].生态学杂志,2022,41(11):2271-2277.
[34]赵文飞,宗路平,王梦君.中国自然保护区空间分布特征研究[J/OL].生态学报,2024,44(7):1-14.https://doi.org/10.20103/j.stxb.202212103552.
[35]郑彦超,吴昊,刘善辉.从空间尺度论述陆生野生动物生境选择研究进展[J].绿色科技,2015(2):5-8,13.
[36]王静轩.基于 GPS 追踪技术的小兴安岭南部野猪季节性家域及栖息地选择研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2020.
[37]孙满利,刘军麟.基于空间分析的甘肃长城烽燧动物病害空间分布特征[J].兰州大学学报(自然科学版),2021,57(6):783-790.
[38]张志明,张林源,胡严,等.北京城市生态与野生动物保护管理[J].北京林业大学学报(社会科学版),2003,2(1):40-44.
[39]江晓萍,徐基良,李建强,等.基于 MaxEnt 生态位模型分析江西省人与野猪冲突的空间分布[J].森林与环境学报,2018,38(3):334-340.
[40]刘艳华,李卫东,张子栋,等.黑龙江省老爷岭南部野猪种群现状及栖息地适宜性[J].生态学杂志,2022,41(11):2208-2215.