



研究论文 ORIGINAL PAPERS

基于最大熵模型的宁夏回族自治区野猪潜在适宜分布区识别

杨健^{1#}, 徐希尧^{2#}, 曹焱¹, 周丽², 滕丽微^{2,3}, 刘振生^{2,3}

- (1. 宁夏回族自治区林业调查规划院, 银川 750021;
2. 东北林业大学野生动物与自然保护地学院, 哈尔滨 150040;
3. 国家林业和草原局野生动物保护学重点实验室, 哈尔滨 150040)

稿件运行过程

收稿日期: 2024-10-29
修回日期: 2024-11-27



摘要

关键词: 野猪;

最大熵模型;
人兽冲突;
红外相机

Keywords: Wild boar (*Sus scrofa*);
MaxEnt;
Human-wildlife conflict;
Camera-trapping

中图分类号: Q958.1

文献标志码: A

文章编号:

2310-1490(2025)-04-0764-10

DOI: 10.12375/ysdwxb.202410035

野猪(*Sus scrofa*)是适应能力和繁殖能力极强的杂食性动物,近年来其在宁夏回族自治区内的种群数量显著增加,导致损毁农田、伤人等冲突事件频发。为此,2022年10月—2023年10月,在宁夏回族自治区同时开展实地样线调查和红外相机监测。利用获得的野猪分布点数据,应用最大熵模型(MaxEnt)预测其适宜分布区,并探究影响其在宁夏回族自治区分布的主要环境因子。结果显示:野猪适宜生境主要分布在泾源县、隆德县东部、原州区南部和海原县西南部。从宁夏回族自治区范围来看,野猪适宜生境为4 492.39 km²(占宁夏回族自治区面积的6.77%),次适宜生境为8 825.50 km²(13.29%),不适宜生境为53 082.11 km²(79.94%)。Jackknife检验表明,年平均气温(Bio1, 59.77%)和海拔(18.58%)是影响宁夏回族自治区野猪空间分布的主要环境因子。本研究准确识别了野猪在宁夏回族自治区的高风险分布区,可为制定科学的野猪种群调控策略、预防人兽冲突提供数据支撑和决策依据。

基金项目: 宁夏回族自治区野猪专项调查项目(LYDCH-2022-06)

第一作者简介: 杨健(1968—),男,高级林业工程师;主要从事森林资源与湿地资源监测工作。E-mail: yangjieef@163.com

*共同第一作者: 杨健; 徐希尧

*通信作者: 刘振生, E-mail: zhenshengliu@163.com

Identification of Potential Suitable Distribution Areas of Wild Boar in Ningxia Hui Autonomous Region Based on MaxEnt

YANG Jian^{1#}, XU Xiyao^{2#}, CAO Ye¹, ZHOU Li², TENG Liwei^{2,3}, LIU Zhensheng^{2,3}

(1. Ningxia Hui Autonomous Region Forestry Investigation and Planning Institute, Yinchuan 750021, China;

2. College of Wildlife and Protected Area, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China;

3. Key Laboratory of Wildlife Conservation, National Forestry and Grassland Administration, Harbin 150040, China)

Abstract: Wild boar (*Sus scrofa*), an omnivorous animal known for its remarkable adaptability and prolific reproductive capacity, has experienced a marked population surge in recent years across the Ningxia Hui Autonomous Region, resulting in frequent conflicts, including extensive crop destruction and human casualties. This study, spanning from October 2022 to October 2023, was conducted across the Ningxia Hui Autonomous Region, involving comprehensive field transect survey and infrared camera monitoring. Utilizing the wild boar occurrence data, the MaxEnt was employed to accurately calculate and predict suitable habitat distribution area for wild boars, and to rigorously explore the primary environmental factors shaping their distribution across the Ningxia Hui Autonomous Region. The results reveal that the most suitable habitats for wild boars are concentrated in Jingyuan County, eastern Longde County, southern Yuanzhou District, and southwestern Haiyuan County. At the regional scale, suitable habitat covered 4 492.39 km² (6.77% of Ningxia Hui Autonomous Region), sub-suitable habitat 8 825.50 km² (13.29%), and unsuitable areas 53 082.11 km² (79.94%). Jackknife tests showed that annual average temperature (Bio1, 59.77%) and elevation (18.58%) were the most influential environmental factors affecting spatial distribution. This study accurately delineates high-risk areas for wild boar in Ningxia Hui Autonomous Region and provides a data-driven basis for formulating evidence-based population management strategies and preventing human-wildlife conflict.

当自然资源的消耗与生态服务功能的供给趋于平衡时,生态社会经济系统才处于均衡状态^[1]。近年来,随着生态保护理念的普及,全国各地野生动物栖息地的环境开始大幅度改善,野生动物种群现状也愈发乐观。然而,部分对人类生活易产生负面影响的野生动物种群也随之壮大起来,野猪(*Sus scrofa*)便是其中一种。在生态环境持续改善的背景下,全国多地野猪数量显著上升,其分布范围不断向周边区域扩散^[2]。在农林交错区域,野猪异常活跃,其对农作物的取食和践踏是发生人猪冲突的主要原因^[3]。随着野猪下山侵扰越来越频繁,伤人情况也时有发生,对当地居民安全构成威胁。

野猪隶属于鲸偶蹄目(Cetartiodactyla)猪科(Suidae)猪属(*Sus*),是具有强大适应能力和繁殖能力的杂食性动物,也是国内人兽冲突发生的主要“肇事者”之一,其危害形式主要为破坏农田和伤人^[4]。近

年来,全国范围内野猪种群数量呈明显的增加趋势,栖息地也不断向外扩张,尤其在农林交错区的茂密针阔叶混交林、阔叶林等生境中异常活跃^[5]。自建国以来,各地报道的野猪伤人事件屡见不鲜^[6],民间甚至流传“一猪二熊三老虎”的说法,直观反映出其在人与野生动物冲突中的突出地位。野猪之所以能在多地形成危害态势,是与其快速的繁殖能力、广泛的食性选择和持续的扩散趋势密切相关,其强大的环境适应性和生存能力,加之在多数地区内成年个体缺乏有效天敌制约,共同促使其种群在某些区域过度增长^[7]。

野猪在春季、夏季和秋季皆有破坏种苗、啃食作物的行为。近年来,随着退耕还林、天然林保护、自然保护区建设及野生动物保护等系列工程的实施,野猪栖息地的生境质量持续改善,其种群数量不断增长,危害范围逐步扩大,损毁农田事件也日渐频繁。野猪已成为致害范围最广、造成损失最严重的

野生动物之一^[8]。由于野猪造成的危害日益突出,国家林业和草原局于2023年新调整的《有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》中,已将致害严重的野猪移出“三有”名录,这为实施野猪种群调控提供了更大空间^[9]。在我国,野猪主要分布于大兴安岭、长白山、松辽平原、黄淮平原、黄土高原,以及西南山区和华南丘陵地带,且多集中于山区、自然保护区和国家公园周边^[10]。

在自然环境下,野猪的食物来源十分广泛,包括草、果实、根茎、昆虫、鸟卵、褐家鼠(*Rattus norvegicus*)及腐肉,有时甚至捕食野兔和鹿崽等动物。若栖息地周边存在农田,野猪会优先取食农作物。被野猪破坏的土地往往难以恢复耕作,从而给当地农民带来较大的经济损失。野猪通常以群体形式活动,个体数量常有20只左右,也有超过50只的大型群体。野猪群一般由2或3只雌猪与一群幼崽组成,雄猪仅在发情期才会加入群体。雌猪生产时多选择偏僻地点,一胎可产8~12只幼崽。当野猪种群中的个体,尤其是幼崽受到人类威胁时,成年雄猪会利用獠牙发起攻击,成年雌猪也会进行撕咬。类似的情况也可能发生在人类误入发情野猪领地时^[11]。在野外,人类因遭受野猪攻击而导致严重创伤甚至死亡的事件在全国各地时有发生。

宁夏回族自治区境内生境类型多样,尤其是南部区域极适合野猪生存,是野猪与人类冲突和非洲猪瘟传播的关键区域。目前,关于自治区内野猪的适宜生境范围及其分布的主要影响因子尚不明确,亟需对区内野猪种群开展分布调查。为此,本研究旨在掌握野猪的生存现状和潜在威胁,查清宁夏回族自治区野猪资源的基本状况,以实现野猪资源的有效保护和管理,缓解人猪冲突。基于宁夏回族自治区野猪的出现点位及收集的环境因子数据,运用GIS技术和最大熵模型(maximum entropy model, MaxEnt),明确了野猪在宁夏回族自治区的适宜生境分布,进而为自治区制定相应的保护管理措施、预测未来适宜分布区变化趋势和野猪肇事事件发生概率提供重要数据支撑,也为各级政府制定科学有效的野生动物保护和管控政策提供参考依据。

1 研究方法

1.1 研究区概况

宁夏回族自治区位于中国西北部的黄河中上游

地区(35°14'—39°23' N, 104°17'—107°39' E),东接陕西省,西、北邻内蒙古自治区,南与甘肃省相连。该区域地形南北狭长,南北跨度约456 km,东西跨度约250 km^[12],总面积6.64万 km²。本研究依据宁夏回族自治区第二次陆生野生动物常规调查及宁夏回族自治区野猪种群现状调查,在宁夏全域所有生境类型和行政区域均布设了样线、红外相机监测点,并开展了走访调查,从而确定了野猪在宁夏回族自治区的分布范围。目前,野猪主要分布在三大区域,分别是六盘山山脉主脉及其向西北方向延伸的余脉、罗山及周边地区,以及牛首山与黄河交错区域,具体包括泾源县、隆德县、彭阳县、原州区、海原县、红寺堡区、同心县及青铜峡市的部分乡镇。调查区面积共5 946.15 km²。依据前期野猪种群调查结果,将野猪种群密度差异区域进一步细化为重点调查区和一般调查区,其中重点调查区面积为3 196.96 km²,一般调查区面积为2 749.19 km²(图1)。

1.2 数据收集

在调查野生动物种群数量和分布方面,红外相机技术具有准确性高、持续工作和隐蔽性强等优点^[13-15]。本研究结合红外相机监测技术与样线法,对宁夏回族自治区内可能潜在或已有分布的野猪进行了调查。2022年10月—2023年10月,在重点调查区共计行走调查样线106条,布设红外相机111台;在一般调查区共计行走调查样线59条,布设红外相机81台。在样线调查过程中,使用GPS对发现的野猪活动痕迹或实体进行定位,并记录个体数量、周围环境因子等信息。结合红外相机野猪出现点,本研究共记录到野猪痕迹(含实体)1 491处,获得野猪独立有效照片569张。调查区内野猪发现位点分布见图2。

1.3 环境数据提取与处理

为分析宁夏回族自治区野猪的适宜生境空间分布,本研究基于野猪空间分布数据,选取了气候、地形、土地利用、水源和人为干扰5大类共10个环境变量(表1)。其中,气候因子根据相似生境,从WorldClim数据库中选取了7个与宁夏野猪分布相关的生物气候因子(Bio1、Bio5、Bio6、Bio7、Bio10、Bio11、Bio12)。地形因子包括海拔、坡度和坡向3个因子,使用地理空间数据云ASTER GDEM 30 m分辨率数字高程模型(DEM)数据获取海拔信息,并利用ArcGIS 10.8提取坡度和坡向^[16]。土地利用数据来源于

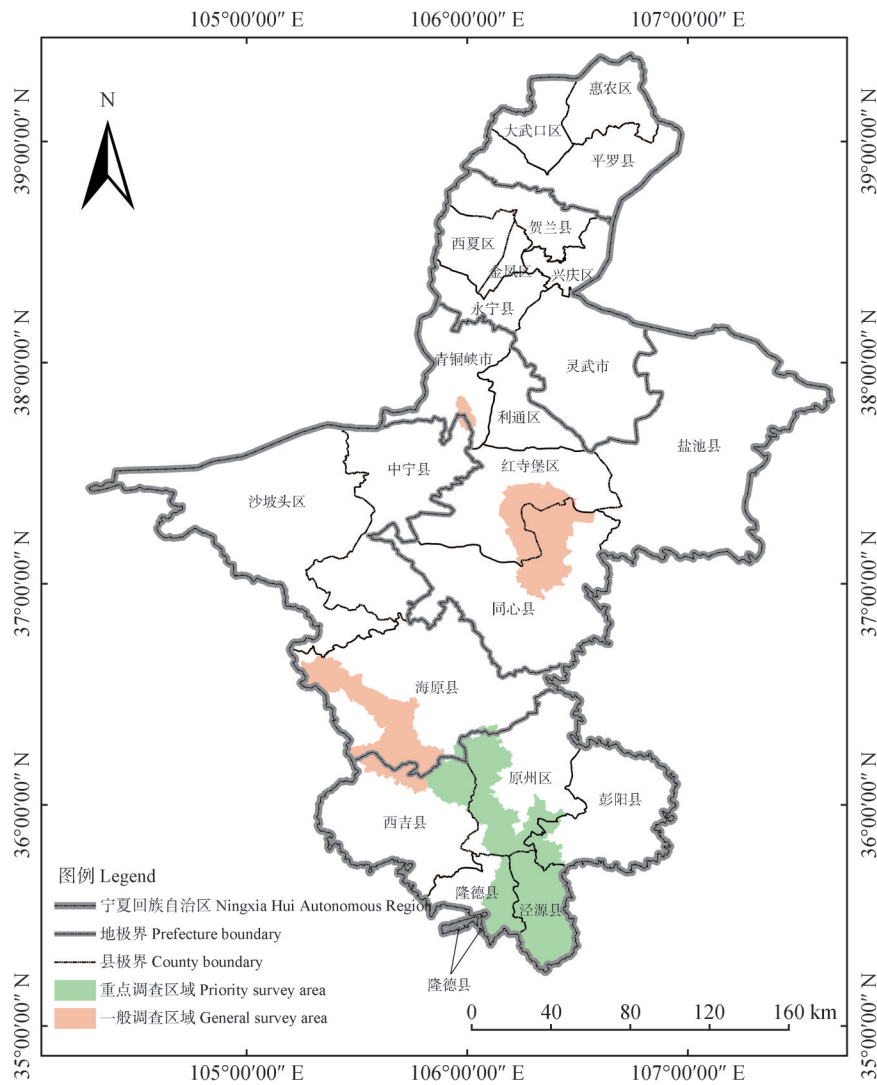


图1 调查区域
Figure 1 Survey area

全球地表覆盖数据集 (finer resolution observation and monitoring of global land cover, FROM-GLC), 使用 ArcGIS 10.8 裁切出宁夏回族自治区范围。水源和人为干扰因子基于 OpenStreetMap 获取的中国河流和道路矢量数据, 通过 ArcGIS 10.8 中的“欧氏距离”

工具生成距道路距离的栅格图层^[17-18]。然后, 使用 R 软件 usdm 包的 VIF (variance inflation factor) 函数计算各因子的 VIF 值, 并剔除 VIF 值大于 10 的因子, 因此气候因子中的 Bio7、Bio10、Bio11 被剔除^[19]。

表1 宁夏回族自治区野猪适宜生境分析所用环境因子及来源

Table 1 Environmental factors and resources used in the analysis of suitable habitats for wild boars in Ningxia Hui Autonomous Region

序号 No.	环境因子 Environmental factor	来源 Source	序号 No.	环境因子 Environmental factor	来源 Source
1	Bio1 年平均气温/°C	https://worldclim.org	6	坡度/(°)	https://www.gscloud.cn
2	Bio5 最暖月份最高温/°C	https://worldclim.org	7	坡向/(°)	https://www.gscloud.cn
3	Bio6 最冷月份最低温/°C	https://worldclim.org	8	土地利用类型	http://data.ess.tsinghua.edu.cn
4	Bio12 年降水量/mm	https://worldclim.org	9	距水源距离/m	https://openstreetmap.org
5	海拔/m	https://www.gscloud.cn	10	距人为干扰距离/m	https://openstreetmap.org

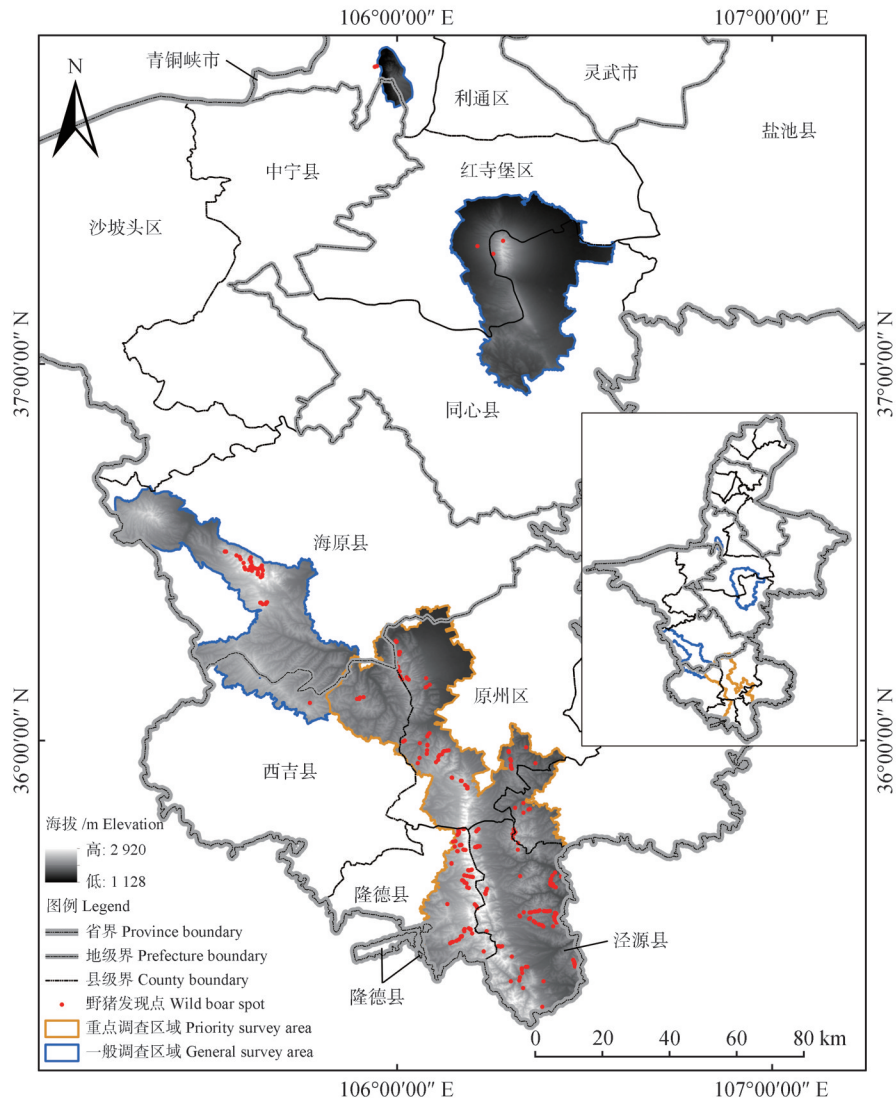


图2 调查区野猪发现位点

Figure 2 Wild boar discovery sites in the survey area

1.4 模拟方法

采用 MaxEnt 计算和预测野猪分布区域。将预处理好的野猪分布数据和环境因子变量导入 MaxEnt, 设置 75% 的样本用于模型训练, 25% 作为测试集以评估模型精度, 使用 bootstrap 方式重复运行 50 次, 其余参数保持默认。同时, 采用受试者工作特征曲线 (ROC) 下面积 (AUC) 作为评估 MaxEnt 模型模拟精度的指标^[20]。AUC 取值为 0 ~ 1.000, 在通常情况下, 0.500 ~ <0.600 为预测失败, 0.600 ~ <0.700 为较差, 0.700 ~ <0.800 为一般, 0.800 ~ <0.900 为良好, 0.900 ~ 1.000 为优秀^[21]。最终输出的平均结果以 .asc 格式保存, 并在 ArcGIS 10.8 软件中转换为浮点型栅格数据, 对集合模型结果进行重分类, 最终得

到宁夏回族自治区野猪生境适宜性分布图^[22]。

2 结果

2.1 模型预测效果检验

ROC 曲线评价结果显示 (图 3), 训练集的 AUC 值为 0.973, 表明 MaxEnt 的预测结果为优秀水平, 所建模型可用于宁夏回族自治区野猪生境适宜性评价。

2.2 环境因子对野猪分布的影响

Jackknife 检验结果 (图 4) 表明, 年平均气温 (Bio1) 是影响宁夏回族自治区野猪空间分布的首要环境因子 (59.77%), 其后依次为海拔 (18.58%) 和最冷月份最低温 (Bio6, 11.82%)。各环境因子重要性如图 5 所示。

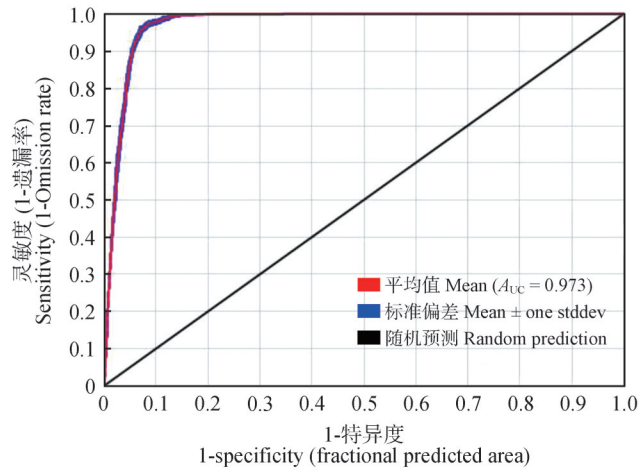


图3 基于野猪分布位点的生境适宜性评价ROC曲线

Figure 3 Validation of ROC curve for habitat suitability evaluation based on wild boar distribution sites

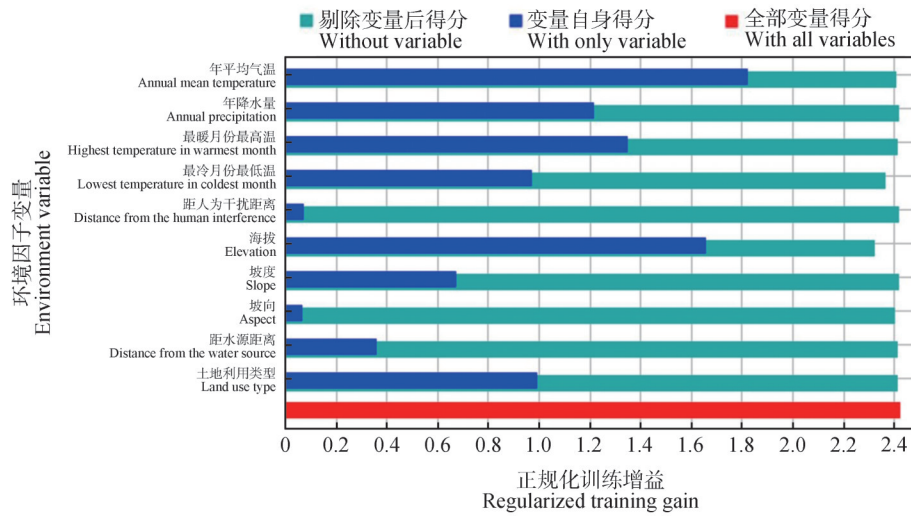


图4 环境因子变量对宁夏野猪分布的影响(刀切法)

Figure 4 Influence of environmental variables on wild boar distribution in Ningxia (Jackknife test)

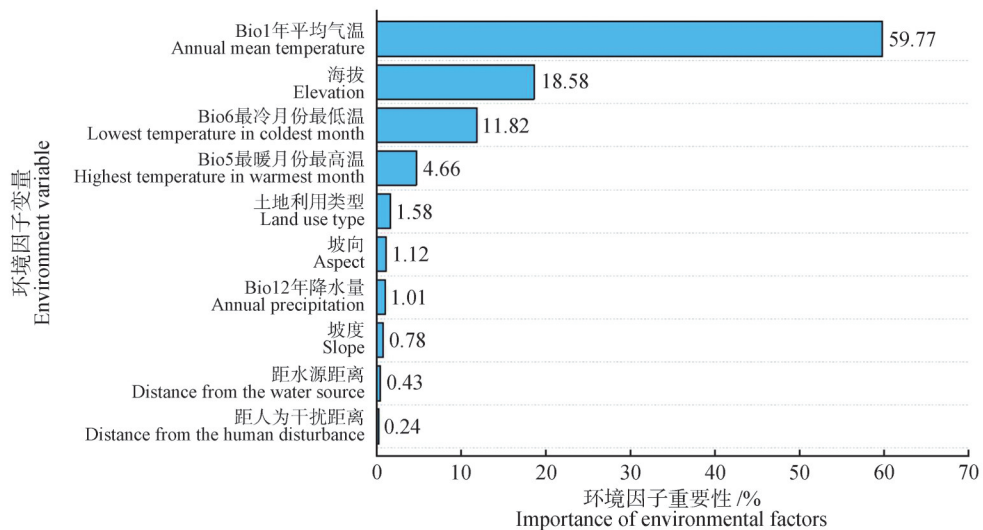


图5 环境因子对宁夏野猪分布的重要性

Figure 5 Importance of environmental factors to wild boar distribution in Ningxia

2.3 宁夏回族自治区野猪生境适宜性分布

基于宁夏回族自治区野猪空间分布位点数据开展的建模分析,野猪适宜生境主要分布在宁夏泾源县、隆德县东部、原州区南部和海原县西南部(图6)。

从宁夏回族自治区范围来看,野猪适宜生境面积为4 492.39 km²,次适宜生境面积为8 825.50 km²,不适宜生境面积为53 082.11 km²,分别占宁夏回族自治区总面积的4.17%、8.29%和87.47%。

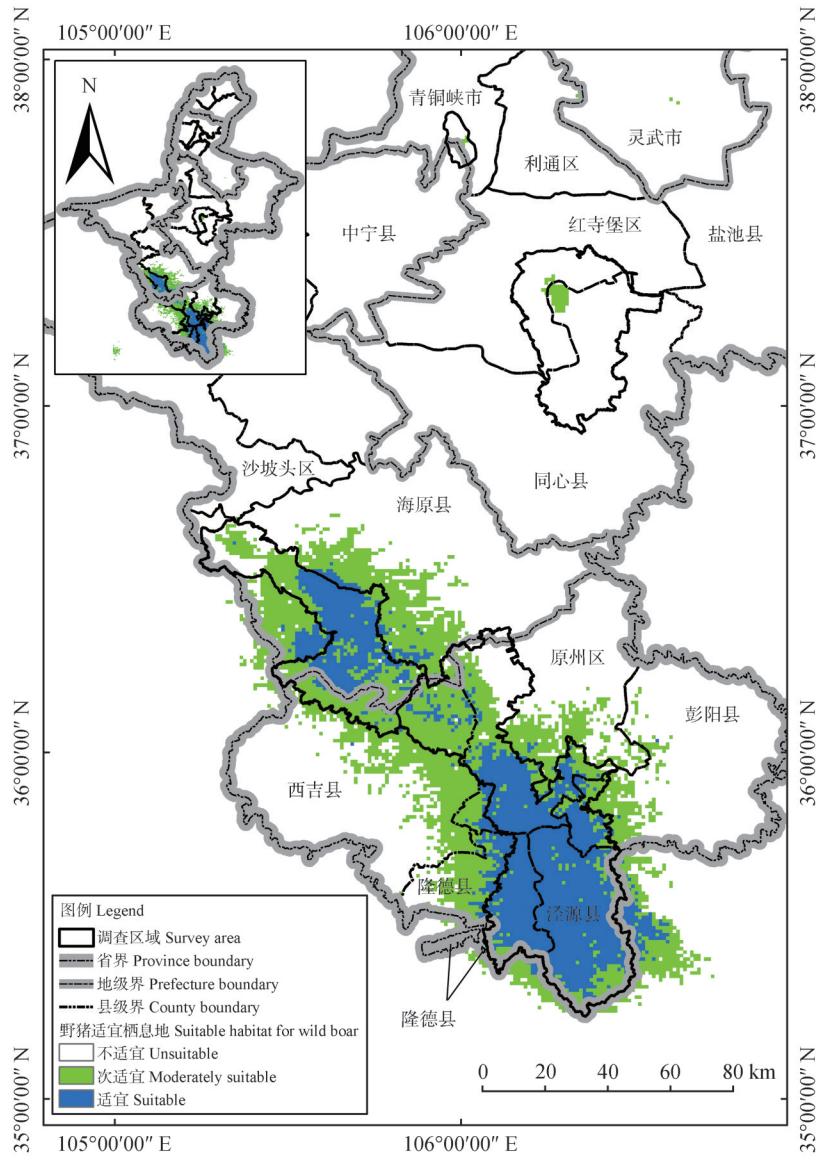


图6 宁夏回族自治区野猪适宜生境分布

Figure 6 Distribution of suitable habitat for wild boar in Ningxia Hui Autonomous Region

3 讨论

本研究利用MaxEnt明确了宁夏回族自治区野猪的适宜分布区,并分析了影响其分布的主要环境因子。模型AUC值达到0.973,表明模型具有很高的预测精度,研究结果可以为野猪的科学管控提供科学依据。朱宇静等^[23]利用红外相机技术对川金丝

猴(*Rhinopithecus roxellana*)栖息地进行评价,发现ArcGIS结合MaxEnt技术在研究野生动物种群分布具有较高的有效性和准确性。野猪是一种备受争议的动物,主要是由于它对农作物有较强的破坏力,甚至偶发攻击人类,常被视为人兽冲突的典型物种。加之其食性杂、繁殖能力强,多地出现了野猪泛滥的趋势^[24-26]。我国在2000年将野猪列为《国家保护的

有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》,而在2023年6月26日,则将其从《有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》中移除^[27]。随后,为加强野猪等野生动物致害防控,国家林业和草原局等部门于2024年1月20日又发布了《野猪等陆生野生动物致害防控工作方案》的通知^[28]。

野猪处于食物链的中段,属于典型的中级捕食者,豺(*Cuon alpinus*)、狼(*Canis lupus*)、虎(*Panthera tigris*)和豹(*P. pardus*)等大型顶级捕食者都可成为其天敌。然而,野猪每年可繁殖1或2次,每胎通常产仔4~8头,在极少数情况下可达10头以上,具有较强的种群繁殖和扩散能力,加之受全球气候变化及栖息地破碎化等影响,大型顶级捕食者数量近些年锐减,导致在自然条件下野猪种群难以受到顶级捕食者的有效调控^[29]。本研究结果表明,宁夏回族自治区野猪的适宜分布区主要集中在泾源县、隆德县东部、原州区南部和海原县西南部,适宜生境面积为4 492.39 km²,占全区面积的6.77%,次适宜生境面积为8 825.50 km²,占全区面积的13.29%,显示野猪在宁夏回族自治区具有相对广泛的分布潜力。这与多数研究结果相似,野猪具有较强的环境适应能力,其适宜分布区远大于大型顶级捕食者,同时野猪的适宜分布区与同域分布的大型顶级捕食者的分布区重叠度通常较低。

通过对环境因子的分析,本研究确定年平均气温(贡献率59.77%)和海拔(贡献率18.58%)是影响宁夏回族自治区野猪分布的主要环境因子。这可能与野猪的生理需求和行为习性密切相关,年平均气温较高、海拔较低的区域通常能够提供更适宜的生存条件,符合野猪对温暖生境的偏好。经实地调查、访问调查和资料查询,发现野猪在调查区内广泛分布,且主要集中在宁夏回族自治区南部,常见于山地环境和村庄周边。作为对农作物影响最大的物种之一,模型预测图进一步显示,野猪广泛分布于六盘山山区、原州区林区以及南华山区林区与农耕区交错的林缘地带。这些区域常伴有大面积农田,可为野猪提供丰富的食物资源,从而进一步促进了其在该地区的生存与扩散。

在实地调查中了解到,目前针对野猪造成的农田损坏未建立完善的政府补偿机制,因此有必要加强对野生动物致害事实的有效判定和补偿落实。随着大量村庄人口外流、土地撂荒,以及农民因野猪喜

好而放弃种植特定作物等,对当地农业产业造成了极大影响。因此,本研究建议将野生动物致害险纳入政策性农业保险投保范围,多渠道完善补偿制度,以减轻当地民众的经济损失;同时建议各地开展小尺度调查与评估,明确野猪适宜分布区及其潜在危害范围,鼓励地方政府依托保险市场有序组织猎捕调控,并进一步加强物理隔离防控等措施的研究与应用。

参考文献:

- [1] 钟莉华. 基于生态社会经济系统理论的我国自然保护区周边社区发展模式及政策分析[J]. 世界林业研究, 2009, 22(6): 67-70.
ZHONG L H. Analysis on development modes and policies for communities nearby nature reserves in China by ecological and socioeconomic system theory [J]. World Forestry Research, 2009, 22(6): 67-70.
- [2] 冯华. 浅谈宣州区野猪危害防控综合试点工作[J]. 安徽林业科技, 2022, 48(4): 56-58.
FENG H. Preliminary discussion on comprehensive pilot control of wild boar damage in Xuanchou District [J]. Anhui Forestry Science and Technology, 2022, 48(4): 56-58.
- [3] SCHLEY L, DUFRÈNE M, KRIER A, et al. Patterns of crop damage by wild boar (*Sus scrofa*) in Luxembourg over a 10-year period [J]. European Journal of Wildlife Research, 2008, 54(4): 589-599.
- [4] 余立华. 黄山市野猪种群资源现状调查[J]. 安徽林业科技, 2021, 47(3): 46-54.
YU L H. Surveys on the resource actualities of the wild boar population in Huangshan City [J]. Anhui Forestry Science and Technology, 2021, 47(3): 46-54.
- [5] 徐培培, 向杰, 刘菊敏, 等. 基于红外相机对湖南高望界国家级自然保护区野猪种群现状及生境选择研究[J]. 湖南林业科技, 2024, 51(2): 49-56.
XU P P, XIANG J, LIU J M, et al. Population survey and habitat selection of *Sus scrofa* in Hunan Gaowangjie National Nature Reserve by infrared camera [J]. Hunan Forestry Science & Technology, 2024, 51(2): 49-56.
- [6] 王亚辉, 杨遨邨, 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.
WANG Y H, YANG A X, YANG Q Y, et al. Spatiotemporal characteristics of human-boar conflicts in China and its implications for ecosystem “anti-service” [J]. Acta Geographica Sinica, 2023, 78(1): 163-176.
- [7] 鞠一格, 张正一, 杨永昕, 等. 人兽冲突视角下野猪致害防控手段有效性及经济生态分析[J]. 兽类学报, 2025, 45(4):

- 527-536.
- JU Y G, ZHANG Z Y, YANG Y X, *et al.* Effectiveness and economic-ecological analysis of wild boar damage prevention and control measures from the perspective of human-wildlife conflict [J]. *Acta Theriologica Sinica*, 2025, 45(4): 527-536.
- [8] MASSEI G, ROY S, BUNTING R. Too many hogs? A review of methods to mitigate impact by wild boar and feral hogs [J]. *Human-Wildlife Interactions*, 2011, 5(1): 79-99.
- [9] 谭莉萍, 刘俊辰, 王剑武, 等. 浙江省野猪资源及与人类冲突现状 [J]. *应用生态学报*, 2024, 35(10): 2907-2915.
- TAN L P, LIU J C, WANG J W, *et al.* Wild boar resource and its conflict with human in Zhejiang Province, east China [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2024, 35(10): 2907-2915.
- [10] 李玉滢, 陈向向, 应益山, 等. 浙江省龙游县野猪种群密度和活动节律研究 [J]. *浙江农林大学学报*, 2024, 41(6): 1142-1149.
- LI Y Y, CHEN X X, YING Y S, *et al.* Study on the population density and activity rhythm of wild boar in Longyou County, Zhejiang, China [J]. *Journal of Zhejiang A&F University*, 2024, 41(6): 1142-1149.
- [11] MAYER J J. Wild pig attacks on humans [C]// ARMSTRONG J B, GALLAGHER G R. *Proceedings of the 15th wildlife damage management conference*. Lincoln: University of Nebraska-Lincoln, 2013: 17-35.
- [12] 任俊林, 马全保, 韩广卿, 等. 宁夏地区脱毒马铃薯地膜覆盖高产栽培技术 [J]. *南方农业*, 2023, 17(22): 93-95.
- REN J L, MA Q B, HAN G Q, *et al.* High yield cultivation techniques of virus-free potatoes covered with plastic film in Ningxia region [J]. *South China Agriculture*, 2023, 17(22): 93-95.
- [13] 袁帅, 李鑫, 侯帅君, 等. 应用红外相机陷阱法估计荒漠啮齿动物种群密度 [J]. *草业科学*, 2021, 38(3): 571-579.
- YUAN S, LI X, HOU S J, *et al.* Estimating the population density of desert rodents using a camera trap method [J]. *Pratacultural Science*, 2021, 38(3): 571-579.
- [14] 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.
- LI S, WANG D J, XIAO Z S, *et al.* Camera-trapping in wildlife research and conservation in China: Review and outlook [J]. *Biodiversity Science*, 2014, 22(6): 685-695.
- [15] 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.
- YE L M, LI W H, LI C, *et al.* Camera-trapping survey of the mammal community structure and the spatial utilization of wild boar (*Sus scrofa*) in Wutong Mountain, Shenzhen [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2020, 55(6): 702-711.
- [16] 丁彦珂, 姚志诚, 赵唱, 等. 贺兰山马麝 (*Moschus chrysogaster*) 生境适宜性评价 [J]. *生态学报*, 2023, 43(8): 3150-3156.
- DING Y K, YAO Z C, ZHAO C, *et al.* Habitat suitability assessment of *Moschus chrysogaster* in Helan Mountain [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2023, 43(8): 3150-3156.
- [17] 杨超, 范韦莹, 蔡晓斌, 等. 基于MaxEnt模型的湖北石首麋鹿国家级自然保护区散养麋鹿夏季生境适宜性评价 [J]. *长江流域资源与环境*, 2022, 31(2): 336-344.
- YANG C, FAN W Y, CAI X B, *et al.* Habitat suitability assessment of Père David's deer in summer of Shishou Milu National Nature Reserve based on maximum entropy (MaxEnt) model [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2022, 31(2): 336-344.
- [18] 张琴, 张东方, 吴明丽, 等. 基于生态位模型预测天麻全球潜在适生区 [J]. *植物生态学报*, 2017, 41(7): 770-778.
- ZHANG Q, ZHANG D F, WU M L, *et al.* Predicting the global areas for potential distribution of *Gastrodia elata* based on ecological niche models [J]. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2017, 41(7): 770-778.
- [19] DORMANN C F, ELITH J, BACHER S, *et al.* Collinearity: A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance [J]. *Ecography*, 2013, 36(1): 27-46.
- [20] 朱井丽, 高忠斯, 邹红菲, 等. 基于MAXENT模型的松嫩平原丹顶鹤秋迁期生境适宜性评价 [J]. *野生动物学报*, 2018, 39(4): 852-857.
- ZHU J L, GAO Z S, ZOU H F, *et al.* Habitat suitability assessment of the Songnen Plain for *Grus japonensis* based on MAXENT modeling [J]. *Chinese Journal of Wildlife*, 2018, 39(4): 852-857.
- [21] 赵唱. 贺兰山马麝的营养采食策略和微生境选择及评价研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2017.
- ZHAO C. Nutrition diet strategy, micro-habitat selection and evaluation of Alpine musk deer (*Moschus sifanicus*) in Helan Mountains, China [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2017.
- [22] 秦明东, 张文文, 孙冰洁, 等. 基于MaxEnt模型预测中华秋沙鸭在中国东北地区的潜在分布区 [J]. *野生动物学报*, 2024, 45(4): 789-799.
- QIN M D, ZHANG W W, SUN B J, *et al.* Predicting the potential distribution area of the scaly-sided merganser in northeast China based on the MaxEnt model [J]. *Chinese Journal of Wildlife*, 2024, 45(4): 789-799.
- [23] 朱宇静, 李沂韦, 俞丹莉, 等. 基于MaxEnt模型的川金丝猴栖息地评价: 以白河国家级自然保护区为例 [J]. *普洱学院学报*, 2020, 36(6): 1-4.
- ZHU Y J, LI Y W, YU D L, *et al.* Evaluation of Sichuan snub-nosed monkeys habitat based on MaxEnt model: A case study of Baihe National Nature Reserve [J]. *Journal of Puer University*,

- 2020, 36(6): 1-4.
- [24] GUNDUZ A, TUREDI S, NUHOGLU I, *et al.* Wild boar attacks [J]. *Wilderness & Environmental Medicine*, 2007, 18(2): 117-119.
- [25] 赵澄曦, 刘丙万. 吉林珲春电子围栏防控野猪危害农田的效果研究 [J]. *动物学杂志*, 2023, 58(4): 514-522.
- ZHAO C X, LIU B W. Research on the effectiveness of electronic fence in preventing and controlling wild boars endangering farmland in Hunchun, Jilin Province [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2023, 58(4): 514-522.
- [26] 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.
- TANG D Y. Investigation and study on the cognition and prevention and control measures of human-wild boar conflict: Taking Wuyuan County as an example [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2021.
- [27] 有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录 [EB/OL] (2023-06-26) [2024-11-10]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202307/content_6889361.htm.
- List of terrestrial wildlife with important ecological, scientific and social value [EB/OL] (2023-06-26) [2024-11-10]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202307/content_6889361.htm.
- [28] 关于印发《野猪等陆生野生动物致害防控工作方案》的通知 [EB/OL] (2024-02-21) [2024-11-10]. <https://www.forestry.gov.cn/search/546624>.
- Notice on the issuance of the *Work Plan for the Prevention and Control of Damage Caused by Wild Boars and Other Terrestrial Wildlife* [EB/OL] (2024-02-21) [2024-11-10]. <https://www.forestry.gov.cn/search/546624>.
- [29] LIU Q, YAN K, LU Y F, *et al.* Conflict between wild boars (*Sus scrofa*) and farmers: Distribution, impacts, and suggestions for management of wild boars in the Three Gorges Reservoir Area [J]. *Journal of Mountain Science*, 2019, 16(10): 2404-2416.