

# 基于卫星项圈数据的蒙古野驴活动范围与核心栖息地识别

灭热依·哈布德初克尔<sup>1,2</sup> 马合扎木·努尔布拉提<sup>1</sup> 波兰·布然汗<sup>1</sup>  
梁新凯<sup>1</sup> 邵长亮<sup>1\*</sup>

1 新疆卡拉麦里山有蹄类野生动物自然保护区管理中心 乌鲁木齐 830000; 2 新疆大学生态与环境学院 乌鲁木齐 830017

**摘要:** 本研究通过收集 2021 和 2024 年共 6 头蒙古野驴 (*Equus hemionus*) 的卫星项圈定位数据, 结合地理信息系统 (GIS) 和最大熵模型 (MaxEnt), 揭示了新疆卡拉麦里国家公园内蒙古野驴暖季 (4 至 10 月) 和冷季 (11 月至翌年 3 月) 的活动范围与核心栖息地特征。结果表明, 2024 年蒙古野驴的集中活动区、一般活动区和极少活动区面积在暖季分别为 4 739.08 km<sup>2</sup>、3 466.26 km<sup>2</sup> 和 6 514.16 km<sup>2</sup>, 冷季分别为 5 938.88 km<sup>2</sup>、4 512.41 km<sup>2</sup> 和 4 268.20 km<sup>2</sup>。与 2021 年相比, 2024 年蒙古野驴集中活动区面积暖季增加了 382.67 km<sup>2</sup>, 而冷季减少了 1 826.01 km<sup>2</sup>。蒙古野驴的冷季活动范围显著大于暖季, 且暖季与冷季的核心栖息地表现出明显的空间差异性。暖季期间, 蒙古野驴主要集中分布于保护区中部交通线两侧; 而在冷季, 其分布范围向东部的卡拉麦里山和三巴斯套方向扩展, 同时向北部的齐巴洛依和西部沙漠区域扩散。暖季和冷季的核心栖息地面积分别占整个活动范围的 32.2% 和 40.4%。蒙古野驴的活动区域呈现一定程度的片段化特征, 部分集中活动区之间存在极少活动的过渡地带; 暖季和冷季的生态空间分布及其影响的环境因子存在差异, 其中, 交通线、海拔、水源地分布和植被类型是影响蒙古野驴活动区域的关键环境要素。研究结果为预测蒙古野驴的未来潜在栖息地提供了技术途径。

**关键词:** 蒙古野驴; 卫星项圈; 暖季和冷季; 核心栖息地

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2026) 01-42-10

## Identifying the activity range and core habitats of Mongolian Wild Asses (*Equus hemionus*) based on satellite collar data

MIEREYI Habudechukeer<sup>1,2</sup> MAHEZHAMU Nuerbulati<sup>1</sup> BOLAN Buranhan<sup>1</sup>  
LIANG Xin-Kai<sup>1</sup> SHAO Chang-Liang<sup>1\*</sup>

1 Management Center, Kalamaili Ungulate Nature Reserve, Urumqi 830000;

2 College of Ecology and Environment, Xinjiang University, Urumqi 830017, China

**Abstract: [Objectives]** Using the satellite collar tracking data of six Mongolian Wild Asses (*Equus hemionus*)

**基金项目** 荒漠-绿洲生态监测与修复工程技术创新中心; 卡拉麦里国家公园生态恢复区植被恢复情况监测项目;

\* 通信作者, E-mail: 18999452720@qq.com;

**第一作者介绍** 灭热依·哈布德初克尔, 女, 硕士研究生; 研究方向: 动物生态学和濒危物种保护生物学; E-mail: 1836054293@qq.com.

收稿日期: 2025-02-17, 修回日期: 2025-06-24 DOI: 10.13859/j.cjz.202625029 CSTR: 32109.14.cjz.202625029

in 2021 and 2024, we delineated the seasonal activity range and identified their core habitats. **[Methods]** We analyzed the activity areas and spatial distribution patterns of Mongolian Wild Asses in the warm season (April to October) and cold season (November to the next March) by integrating GIS location data with maximum entropy (MaxEnt) modeling. Species occurrence records and environmental variables were processed in MaxEnt, with output habitat suitability values classified into three tiers via the Natural Breaks method: rare activity area (0 ~ 0.3), general activity area (0.3 ~ 0.7), and concentrated activity area (0.7 ~ 1.0). Spatially intersecting high-activity areas were delineated as core habitats across seasons. **[Results]** The model results showed that in 2024, the concentrated activity area, general activity area, and rare activity area of Mongolian Wild Asses during the warm season covered 4 739.08 km<sup>2</sup>, 3 466.26 km<sup>2</sup>, and 6 514.16 km<sup>2</sup>, respectively (Fig. 2), while the corresponding areas in the cold season were 5 938.88 km<sup>2</sup>, 4 512.41 km<sup>2</sup>, and 4 268.20 km<sup>2</sup> (Fig. 3). Compared with that in 2021, the concentrated activity area in 2024 increased by 382.67 km<sup>2</sup> in the warm season but decreased by 1 826.01 km<sup>2</sup> in the cold season. The activity range in the cold season was significantly larger than that in the warm season, with distinct spatial differences in core habitats between the two seasons. During the warm season, Mongolian Wild Asses primarily aggregated near transportation routes in the central part of the reserve, whereas in the cold season, their distribution expanded eastward toward the Kalamaili Mountains and Sanbastao, while also dispersing northward to Xibaroy and westward into desert regions. Core habitats accounted for 32.2% and 40.4% of the total activity ranges in the warm and cold seasons, respectively (Fig. 4). **[Conclusion]** The activity areas exhibited a certain degree of fragmentation, with transitional zones of rare activity between some concentrated areas. The ecological spatial distribution and influencing environmental factors varied between warm and cold seasons, with transportation infrastructure, elevation, water source distribution, and vegetation type (Table 1) being key determinants of habitat selection. These findings provide a methodological framework for predicting the future potential habitats of Mongolian Wild Asses.

**Key words:** Mongolian Wild Asses; Satellite collar; Warm season and cold season; Core habitat

蒙古野驴 (*Equus hemionus*) 是亚洲荒漠生态系统的旗舰物种, 广泛分布于蒙古国、中国西北部以及中亚地区 (Xu et al. 2022), 在荒漠生态系统的物质和能量流动中发挥着重要功能 (刘燕 2016)。传统的野生动物研究方法, 如样线调查和直接观察, 虽然能够提供物种分布的基础信息, 但在广袤的荒漠地区往往受到时间、人力和成本的限制, 难以获取高精度的空间生态数据 (刘辉等 2015)。近年来, 随着卫星项圈技术的快速发展, 研究者通过卫星追踪技术能够实时获取动物的位置、活动范围以及迁徙路径等信息, 为动物生态学研究提供了宝贵的数据支持。Thomas 等 (2012) 采用全球

定位系统 (global positioning system, GPS) 发射器研究了非洲象 (*Loxodonta africana*) 的活动轨迹, 揭示了其迁徙行为和栖息地利用模式; 李耀宇等 (2023) 利用卫星项圈跟踪, 阐述了华南梅花鹿 (*Cervus nippon kopschi*) 的活动节律; Shrestha 等 (2025) 使用卫星遥测数据研究尼泊尔东北部喜马拉雅山脉的雪豹 (*Panthera uncia*) 运动, 分析了雪豹的运动模式和生态需求。同时, 一些研究者通过样线调查、红外相机监测和卫星追踪等技术获取动物的分布位点, 结合最大熵模型 (maximum entropy model, MaxEnt) (陈艳秋等 2024)、随机森林 (random forest) (李欣海等 2019) 和

广义线性混合模型 (generalized linear mixed model, GLMM) (Buuveibaatar et al. 2016) 等, 预测了有蹄类野生动物适宜栖息地和潜在栖息地分布, 并评估了人类活动对动物分布的影响。

卡拉麦里国家公园是我国蒙古野驴、盘羊 (*Ovis ammon*) 及鹅喉羚 (*Gazella subgutturosa*) 的重要分布区域, 也是普氏野马 (*E. ferus przewalskii*) 首次重引入的放归地。以往该区域的有蹄类空间生态学研究, 采用最小凸多边形 (minimum convex polygon, MCP) (王渊 2014)、痕迹法和对照样方法 (张钧泳 2016)、最大熵模型 (丁新 2019, 张晨等 2022) 和 MaxEnt-InVEST 整合模型 (灭热依等 2025) 研究了 3 种荒漠有蹄类的栖息地选择、栖息地空间分布和栖息地质量。然而, 该区域有蹄类空间生态学的研究受限于冬季积雪导致的交通不便, 仅能开展夏季分布调查 (陈晨等 2021, Xu et al. 2022)。现有关于卡拉麦里国家公园内蒙古野驴的研究多局限于暖季, 且调查周期不足。为揭示其季节性分布差异, 本研究

基于全年卫星追踪数据, 系统分析了蒙古野驴的活动范围变化规律及核心栖息地分布特征, 补充了冬季生态学数据, 为全面了解该物种的空间生态需求提供了重要依据。

## 1 方法

### 1.1 研究区域

卡拉麦里国家公园位于新疆准噶尔盆地东部边缘 (88°26'58" ~ 90°09'43" E, 44°38'59" ~ 46°03'43" N), 东西宽 136.79 km、南北长 157.15 km, 总面积为 1.47 万 km<sup>2</sup> (图 1), 该国家公园地处欧亚大陆腹地, 属于典型的中温带大陆性干旱气候区, 降水稀少, 年平均降水量仅 191.7 mm, 年蒸发量达 2 090.4 mm, 夏季高温, 冬季酷寒。该区域代表性野生哺乳动物有蒙古野驴、鹅喉羚、盘羊和普氏野马等多种珍稀有蹄类, 代表性野生植物有梭梭 (*Haloxylon ammodendron*)、驼绒藜 (*Krascheninnikovia ceratoides*)、沙蒿 (*Artemisia desertorum*) 和针茅 (*Stipa capillata*) 等。

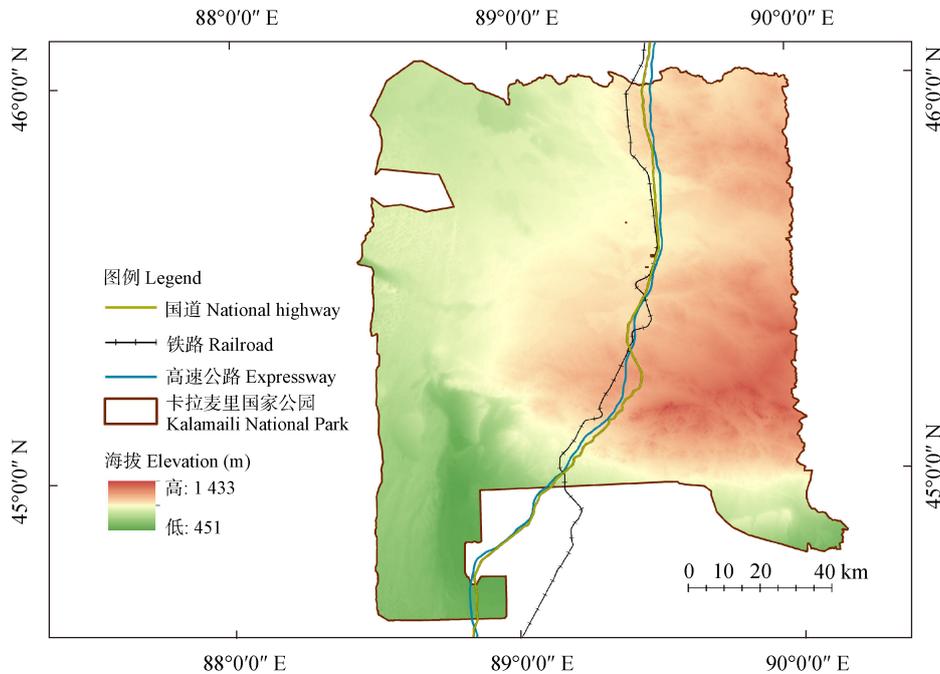


图 1 研究区域位置

Fig. 1 Location of the research area

## 1.2 数据来源

**1.2.1 物种分布位点数据** 自 2021 年 9 月起，卡拉麦里国家公园管理部门为蒙古野驴、普氏野马和鹅喉羚等有蹄类动物佩戴了北斗卫星项圈(HQAB-L 型, 湖南环球信士科技有限公司)。项圈具备太阳能充电、遥控脱落和编程等功能, 能自动记录活动轨迹。佩戴前确保项圈安全舒适, 避免对动物造成伤害。释放后, 通过平台定期监控项圈状态, 确保数据准确可靠。目前, 卡拉麦里国家公园内共 6 头佩戴项圈的蒙古野驴, 其活动正常, 数据稳定回传。每群野驴为一头佩戴 1 部项圈, 每 2 h 回传一次坐标点位, 卫星项圈采集的数据包括经纬度、时间、运动速度、海拔、环境温度、设备电压、活动强度、可见卫星数量、水平精度因子 (horizontal dilution of precision, HDOP) 和垂直精度因子 (vertical dilution of precision, VDOP) 等多维度信息。通过环球信士软件下载 6 头佩戴北斗卫星项圈的蒙古野驴 2021 年 9 月至 2025 年 2 月期间点位数据的电子数据表。

**1.2.2 环境数据来源** 为了准确计算蒙古野驴暖季 (4 至 10 月) 和冷季 (11 月至翌年 3 月) (韩丽丽 2013, 吴洪潘 2015) 活动区面积变化, 本研究从栖息地、气候和人类干扰因子三个方面考虑可能会影响蒙古野驴分布的因子, 构建了地理信息系统数据库。

气候数据采用 WorldClim v2.1 数据库 (<http://www.worldclim.org/>) 中的气候数据, 选取了年平均气温、年降水量、最暖季的平均温度、最干季的平均温度、最干月的降水、最暖月份最高温度、最冷月份最低温度、最冷季度平均温度、最湿月份降水量、最湿季度降水量、最干季度降水量、最暖季度降水量和最冷季度降水量 13 个气候因子; 栖息地因子选取了地形 (海拔、坡度、坡向)、植被类型和距水源地距离 5 个因子; 人类干扰因子包括距铁路距离、距高速公路距离和距国道距离。地形数据来自中国科学院地理空间数据云平台 (<http://www.gscloud.cn>), 植被类型、水源地分

布和道路数据来自卡拉麦里国家公园科学考察综合报告。空间分辨率为 30" (约 1 km)。

利用 ArcGIS 10.8 的欧氏距离 (Euclidian distance) 计算每个栅格到高速公路、国道、铁路以及水源地距离, 分别生成对应的图层, 并通过掩模提取研究区域内的数据 (苏灿霞等 2024)。

## 1.3 数据处理

**1.3.1 物种分布位点处理** 为防止出现过度拟合的情况, 去除距离过近的点位。MaxEnt 建模被应用于不同距离尺度下的蒙古野驴分布位点, 通过对比各预测模型的受试者工作特征曲线下面积 (area under the receiver operating characteristic curve, AUC) 值, 挑选出 AUC 值最大的对应距离尺度。最终决定移除距离小于 1 km 的蒙古野驴分布位点, 筛选后共保留 4 689 个位点。

**1.3.2 环境因子筛选** 为了减少环境变量可能存在的共线性问题, 计算环境因子的 Pearson 相关性和方差膨胀因子 (variance inflation factor, VIF) 值, 两者结合, 剔除掉  $|r| > 0.8$  且 VIF 值大于 10 的环境变量 (陈敏豪等 2023)。最终共选取了 14 个环境因子进行分析。所有环境因子统一至相同的坐标系、分辨率、边界以及数据格式。将所有环境因子导入 MaxEnt 模型进行初步运行。

**1.3.3 最大熵模型 (MaxEnt) 优化** 最大熵模型 (MaxEnt) 的精度和拟合度受调控系数 (regularization multiplier, RM) 和特征函数组合 (features combinations, FC) 的显著影响。FC 参数包括线性 (L)、二次 (Q)、乘积 (P)、片段 (H) 和阈值 (T)。为优化模型, 设置 RM 范围为 0.5 ~ 4.0, 每次增加 0.5, 并结合不同 FC 组合进行测试。通过 ENMTools 计算各模型的赤池信息量准则 (Akaike information criterion, AICc) 值, 选择 delta.AICc 为 0 的最优模型, 确定最佳 RM 和 FC 参数 (孔维尧等 2019)。

**1.3.4 最大熵模型 (MaxEnt) 运行与检验** 将处理后的物种分布数据与环境变量导入最大熵模型 (MaxEnt) 进行分析。模型设置包括: 生

成响应曲线评估变量与分布概率的关系，运用刀切法测定各变量的贡献度，输出格式为 Logistic 的 asc 文件。采用 75% 的样本进行训练，25% 用于验证，重复 10 次交叉验证，并通过 ROC 曲线的 AUC 值评估模型精度。AUC 值的范围为 0~1，其中，0.7~0.9 表示模型具有较好的预测能力，0.9 以上则表明模型预测结果具有高度可靠性。

**1.3.5 活动区域等级划分** 采用自然断点法对蒙古野驴最大熵模型 (MaxEnt) 结果进行重分类，将模型结果划分为 3 个标准等级：极少活动区 (0~0.3)、一般活动区 (0.3~0.7) 和集中活动区 (0.7~1.0)。将两个年份暖季与两个年份冷季的集中活动区域分别进行叠加分析，以此来确定蒙古野驴不同季节年际间稳定的核心栖息地。

## 2 结果

环境因子等输入 MaxEnt 模型后得到暖、冷季物种分布的结果，ROC 曲线验证结果显

示，AUC 值最大为 0.828，最小为 0.802，表明模型具有较高的可靠性。

### 2.1 不同年份暖季分布区面积变化

2021 年暖季期间，蒙古野驴的分布区主要集中在卡拉麦里国家公园的中部和东部区域，而到了 2024 年，其分布格局发生了显著变化，主要集中分布于交通线路两侧 (图 2)。与 2021 年相比，2024 年暖季蒙古野驴极少活动区面积增加了 384.10 km<sup>2</sup>，一般活动区面积减少了 654.91 km<sup>2</sup>，集中活动区面积增加了 382.67 km<sup>2</sup>。

### 2.2 不同年份冷季分布区面积变化

2021 年冷季，蒙古野驴的分布主要集中在西部和中部的三巴斯套区域；而到 2024 年，其分布重心转移至交通线东部和西部红土路附近。2021 至 2024 年间冷季蒙古野驴极少活动区面积增加了 1 204.7 km<sup>2</sup>，一般活动区面积增加了 621.31 km<sup>2</sup>，集中活动区面积减少 1 826.01 km<sup>2</sup>。与 2021 年相比，2024 年冷季蒙古野驴的集中活动区域显著减少 (图 3)。

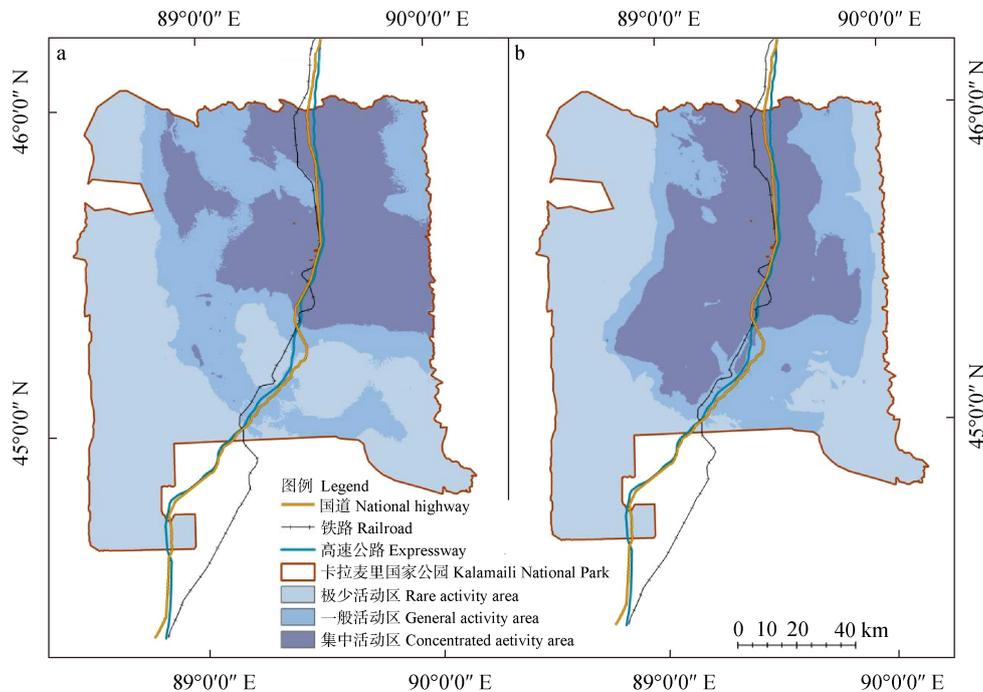


图 2 2021 年 (a) 和 2024 年 (b) 蒙古野驴暖季活动区

Fig. 2 Activity ranges of Mongolian Wild Asses (*Equus hemionus*) during the warm season in 2021 (a) and 2024 (b)

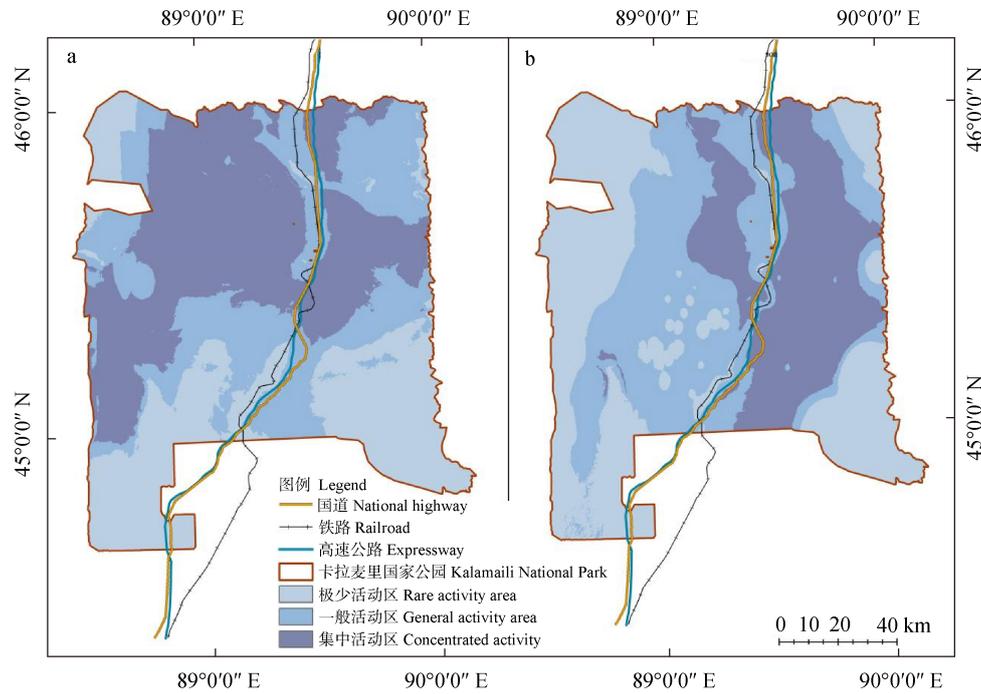


图3 2021年(a)和2024年(b)冷季蒙古野驴活动区

Fig. 3 Activity ranges of Mongolian Wild Asses (*Equus hemionus*) during the cold season in 2021 (a) and 2024 (b)

### 2.3 影响蒙古野驴活动的主要环境因子

在暖季，影响蒙古野驴活动贡献率占比较高的环境因子分别是距铁路距离、海拔、距水源地距离、植被类型、最暖季的平均温度和距

国道距离，累计达到 95.7%。距铁路距离贡献率最高，距水源地距离贡献率比植被类型的贡献更大（表 1）。

在冷季，影响蒙古野驴活动贡献率占比较

表 1 筛选后的环境因子及其贡献率与重要性

Table 1 Screened environmental factors and their percent contribution and permutation importance

季节 Season	环境因子 Environmental factor	贡献率 (%) Percent contribution	置换重要性 (%) Permutation importance
暖季 Warm season	距铁路距离 Distance from railroad	39.8	58.0
	海拔 Elevation	28.7	12.0
	距水源地距离 Distance from the water source	20.0	9.3
	植被类型 Vegetation type	2.7	0.8
	最暖季的平均温度 Mean temperature of warmest quarter	2.6	1.2
	距国道距离 Distance from national highway	1.9	14.0
冷季 Cold season	海拔 Elevation	25.9	16.1
	最干季的平均温度 Mean temperature of driest quarter	20.4	19.9
	植被类型 Vegetation type	14.8	1.6
	距高速公路距离 Distance from expressway	10.8	12.0
	距铁路距离 Distance from railroad	7.2	9.8
	最干月的降水 Precipitation of driest month	7.2	16.1

高的环境因子分别是海拔、最干季平均温度、植被类型、距高速公路距离、距铁路距离和最干月的降水，累计达到 86.3%。海拔的贡献率最高，最干季的平均温度和最干月降水量对模型也有一定影响。此外，与暖季相比，冷季植被类型的贡献率显著上升。

### 2.4 蒙古野驴的核心栖息地识别

基于最大熵模型的分析结果，通过叠加 2021 年和 2024 年暖季与冷季蒙古野驴的集中活动区，识别并划定了蒙古野驴的核心栖息地范围。蒙古野驴在暖季和冷季呈现出明显的分布格局差异及其相应的核心栖息地特征。暖季期间，蒙古野驴的核心栖息地主要分布在乔木西拜以北的中部区域。而冷季的核心栖息地则呈现出向东、北、西三个方向扩散的分布特征，主要集中在东部卡拉麦里山和三巴斯套地区，北部齐巴洛依地区，以及西部沙漠区域。值得注意的是，蒙古野驴在暖季和冷季之间表现出规律性的迁徙行为。每年 1 月初，原本在暖季栖息地乔木西拜水源地附近活动的蒙古野驴种群开始向 30 km 外的彩八管护站附近迁徙，这

一迁徙过程持续至 3 月中旬积雪消融（图 4）。由于夏季该区域缺乏稳定水源，因此不适宜动物栖息，但这种季节性的空缺反而使得该区域植被得以良好保存，为冷季迁徙至此的蒙古野驴提供了理想的栖息环境。这种季节性的栖息地利用模式充分体现了蒙古野驴对环境的适应性策略。

### 3 讨论

本研究采用卫星项圈技术结合最大熵模型（MaxEnt）和地理信息系统分析方法，探讨了蒙古野驴在暖季和冷季的空间活动格局。蒙古野驴的活动范围在暖季和冷季存在显著差异。冷季活动范围较大，可能与这一时期植被、水源等资源丰富有关；而暖季活动范围缩小，可能受到气候和水源地等限制。此外，暖季集中活动区面积较小且分散，而冷季集中活动区面积较大且连续，反映了蒙古野驴在不同季节对资源利用策略的调整。该结果与蒙古国戈壁地区的研究结果一致（Payne et al. 2020），进一步证实了蒙古野驴对环境变化的适应性。

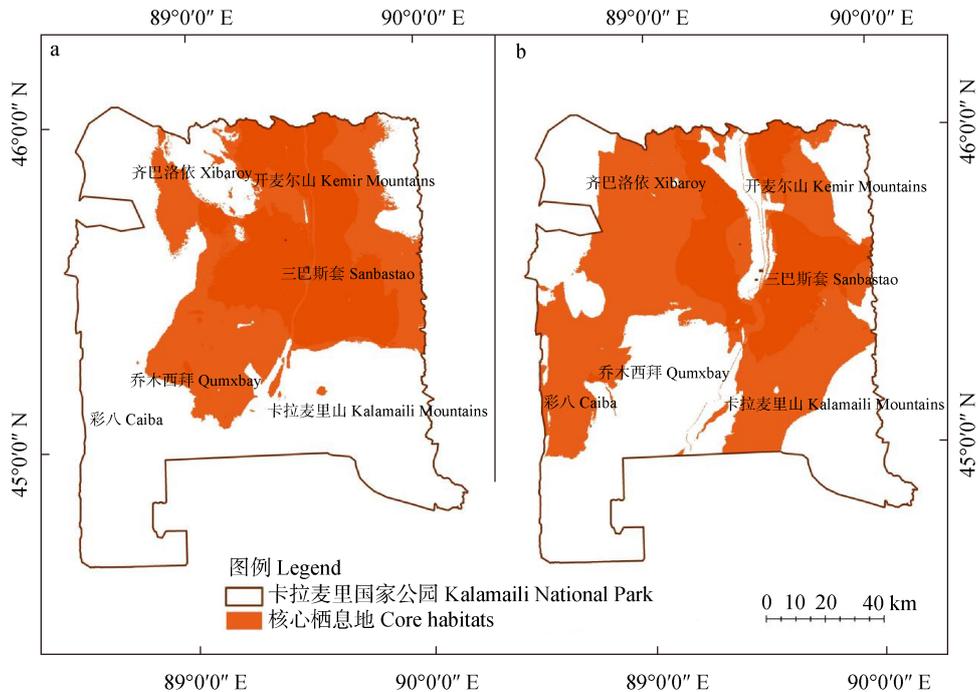


图 4 蒙古野驴暖季 (a) 和冷季 (b) 核心栖息地分布

Fig. 4 Distribution of core habitats of Mongolian Wild Asses (*Equus hemionus*) during warm (a) and cold (b) seasons

本研究识别了蒙古野驴的核心栖息地，主要分布在保护区中部和北部，该区域具有丰富的水源地、草地、沼泽地和林地等适宜生境（灭热依等 2025）。这些区域为蒙古野驴提供了重要的食物、水源和隐蔽场所，是其生存和繁殖的关键区域。然而，暖季和冷季核心栖息地仅占整个活动范围的 30%~40%，表明蒙古野驴的集中活动区域较为有限。此外，人类活动对蒙古野驴的空间分布产生了一定的影响。这一结果提示，未来保护工作应重点关注核心栖息地的保护，减少人类活动干扰，并构建生态通道以整合分散的栖息地斑块。

与 2021 年的结果比较，2024 年蒙古野驴暖季的集中活动区面积明显扩大，这一变化可能与 2024 年卡拉麦里国家公园降水量和植被覆盖度的增加密切相关。根据阿勒泰地区气象数据（阿勒泰地区气象局 2024），2023 和 2024 年卡拉麦里年降水量比 2020 和 2022 年均值提升 1.3 倍，这可能是导致植被条件改善并进一步影响蒙古野驴分布格局的重要因素。这一变化可能反映了环境条件或人类活动对其栖息地利用格局的影响。

公路和铁路等交通基础设施对有蹄类动物会产生显著的回避效应和阻隔效应。然而，现有研究多局限于单条交通线路的影响评估（王云等 2021）。在卡拉麦里地区，铁路、高速公路和国道交错并行，使得有蹄类野生动物在接近和穿越过程中面临多重叠加的复合影响（陈晨等 2021）。这种独特的空间格局导致交通因素在影响蒙古野驴分布的环境因子中表现出较高的贡献率和重要性。在暖季，蒙古野驴在交通线路和西部集中活动，由于夏季交通线路两侧的黄泥滩、红柳沟等地积水，容易形成季节性的水源地（Xu et al. 2022）。在冷季，积雪的覆盖使蒙古野驴摆脱了对水源地的依赖，因此它们会远离交通线路，向西部古尔班通古特沙漠、北部齐巴洛依以及东部北塔山与霍颜德之间的沟谷地带迁徙。这些区域在暖季缺乏固定水源，动物较少采食，使得植被得以较好保存，

为冷季提供了充足的食物资源。作为大型荒漠有蹄类动物，蒙古野驴活动能力较强且活动范围较大。

目前关于蒙古野驴空间生态学的研究仍存在不足，样本量较少可能影响结论的准确性，栖息地选择机制及对环境变化的响应需进一步量化，人类活动的影响机制尚不完全清楚。未来研究应结合多源数据和先进方法，增加卫星项圈部署数量，延长数据采集时间，并纳入更多环境变量，以全面揭示其生态需求及面临的威胁。

**致谢** 新疆卡拉麦里山自然保护区管理中心葛炎、阿达比亚特、蒙卡、白硕等同志提供了各方面的支持和帮助，谨致衷心感谢。

## 参 考 文 献

- Buuveibaatar B, Mueller T, Strindberg S, et al. 2016. Human activities negatively impact distribution of ungulates in the Mongolian Gobi. *Biological Conservation*, 203: 168–175.
- Xu C, Bai T T, Wu Z, et al. 2022. Dynamic research on the habitat and population quantity of Mongolian wild ass (*Equus hemionus*) in eastern jungar basin. *Advances in Engineering Technology Research*, 1(3): 683.
- Payne J C, Buuveibaatar B, Bowler D E, et al. 2020. Hidden treasure of the Gobi: understanding how water limits range use of khulan in the Mongolian Gobi. *Scientific Reports*, 10: 2989.
- Shrestha P, Pandey D, Sherpa P, et al. 2025. Tracking the ghosts of the Himalayas: snow leopard conservation insights from satellite collar data. *Ecology and Evolution*, 15(1): e70802.
- Thomas B, Holland J D, Minot E O. 2012. Seasonal home ranges of elephants (*Loxodonta africana*) and their movements between Sabi Sand Reserve and Kruger National Park. *African Journal of Ecology*, 50(2): 131–139.
- Xu W X, Liu W, Ma W, et al. 2022. Current status and future challenges for khulan (*Equus hemionus*) conservation in China. *Global Ecology and Conservation*, 37(4): e02156.
- 阿勒泰地区气象局. 2004. 2023 年卡拉麦里国家公园人影作业增雨效果评估报告. [Altay Regional Meteorological Bureau. 2004.

- Evaluation report on the effect of artificial precipitation enhancement operations in Kalamaili National Park in 2023.]
- 陈晨, 邵长亮, 葛炎, 等. 2021. 卡拉麦里山有蹄类野生动物自然保护区蒙古野驴生境格局动态及其成因分析. *生态学报*, 41(5): 2056–2066. [Chen C, Shao C L, Ge Y, et al. 2021. Habitat pattern dynamics and cause analysis of *Equus hemionus* in Kalamaili Mountain Ungulate Nature Reserve, Xinjiang. *Acta Ecologica Sinica*, 41(5): 2056–2066.]
- 陈敏豪, 张超, 王嘉栋, 等. 2023. 北美水貂和欧亚水獭在东北地区的分布与生态位重叠. *生物多样性*, 31(1): 201–214. [Chen M H, Zhang C, Wang J D, et al. 2023. Distribution and niche overlap of American mink and Eurasian otter in Northeast China. *Biodiversity Science*, 31(1): 201–214.]
- 陈艳秋, 初雯雯, 李基才, 等. 2024. 新疆卡拉麦里山有蹄类自然保护区夏季鹅喉羚和蒙古野驴的生境适宜性和重叠性分析. *四川动物*, 43(3): 264–273. [Chen Y Q, Chu W W, Li J C, et al. 2024. Habitat suitability and overlap analysis of *Gazella subgutturosa* and *Equus hemionus* in summer in Mt. Kalamali Ungulate Nature Reserve, Xinjiang. *Sichuan Journal of Zoology*, 43(3): 264–273.]
- 丁新. 2019. 基于 MAXENT 对新疆卡拉麦里山自然保护区鹅喉羚生境适宜性评价. 哈尔滨: 东北林业大学硕士学位论文. [Ding X. 2019. Habitat suitability assessment of *Gazella subgutturosa* in Karamely Nature Reserve based on MAXENT modeling. Harbin: Northeast Forestry University, Master's dissertation.]
- 韩丽丽. 2015. 卡拉麦里山有蹄类自然保护区狼的生境选择及其季相变化. 乌鲁木齐: 新疆大学硕士学位论文. [Han L L. 2015. Habitat selectivities and seasonal variations of wolves (*Canis lupus*) in Mount Kalamaili ungulate nature reserve, Xinjiang, China. Urumqi: Xinjiang University, Master's dissertation.]
- 孔维尧, 李欣海, 邹红菲. 2019. 最大熵模型在物种分布预测中的优化. *应用生态学报*, 30(6): 2116–2128. [Kong W Y, Li X H, Zou H F. 2019. Optimizing MaxEnt model in the prediction of species distribution. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 30(6): 2116–2128.]
- 李欣海, 郜二虎, 李百度, 等. 2019. 用物种分布模型和距离抽样估计三江源藏野驴、藏原羚和藏羚羊的数量. *中国科学: 生命科学*, 49(2): 151–162. [Li X H, Gao E H, Li B D, et al. 2019. Estimating abundance of Tibetan wild ass, Tibetan gazelle and Tibetan *Antelope* using species distribution model and distance sampling. *Scientia Sinica: Vitae*, 49(2): 151–162.]
- 李耀宇, 陈昕昶, 赵闪闪, 等. 2023. 野外放归华南梅花鹿活动节律与家域特征. *兽类学报*, 43(5): 501–512. [Li Y Y, Chen X Y, Zhao S S, et al. 2023. Activity rhythm and home range of released Sika deer (*Cervus nippon kopschi*). *Acta Theriologica Sinica*, 43(5): 501–512.]
- 刘辉, 姜广顺, 李惠. 2015. 北方冬季有蹄类动物 4 种数量调查方法的比较. *生态学报*, 35(9): 3076–3086. [Liu H, Jiang G S, Li H. 2015. A comparative study on four survey methods used in ungulate population size estimation in winter in North China. *Acta Ecologica Sinica*, 35(9): 3076–3086.]
- 刘燕, 司晓艳, 毕俊怀, 等. 2015. 内蒙古中部地区蒙古野驴冬季食性. *东北林业大学学报*, 43(11): 88–91. [Liu Y, Si X Y, Bi J H, et al. 2015. Wintering feeding habits of Asiatic wild ass (*Equus hemionus Hemionus*) in central Inner Mongolia. *Journal of Northeast Forestry University*, 43(11): 88–91.]
- 灭热依·哈布德初克尔, 李基才, 邵长亮, 等. 2025. 基于 MaxEnt-InVEST 模型的卡拉麦里国家公园候选区荒漠有蹄类生境质量评估. *自然保护地*, (2): 74–88. [Miereyi·H, Li J C, Shao C L, et al. 2025. Assessments of habitat qualities of desert ungulates in the Kalamari National Park candidate area based on MaxEnt-InVEST models. *Natural Protected Areas*, (2): 74–88.]
- 苏灿霞, 初雯雯, 撒力扎提·巴哈提别克, 等. 2024. 气候变化下新疆乌伦古河上游蒙新河狸的潜在分布变化. *干旱区研究*, 41(3): 509–520. [Su C X, Chu W W, Pielizhati B, et al. 2024. Potential distribution changes of *Castor fiber birulai* under climate changes in the upper reaches of the Ulungur River, Xinjiang. *Arid Zone Research*, 41(3): 509–520.]
- 王云, 关磊, 杜丽侠, 等. 2021. 青藏公路和铁路对青藏高原四种典型有蹄类动物的叠加阻隔和回避影响. *生态学杂志*, 40(4): 1091–1097. [Wang Y, Guan L, Du L X, et al. 2021. Overlapping barrier and avoidance effects of the Qinghai-Tibet highway and railway on four typical ungulates on the Tibetan Plateau. *Chinese Journal of Ecology*, 40(4): 1091–1097.]

王渊. 2014. 野放普氏野马生境、种群、家域及同域分布狼活动节律的研究. 乌鲁木齐: 新疆大学硕士学位论文. [Wang Y. 2014. Study on habitats, populations and home ranges of the reintroduced Przewalski's horses and activities rhythms of coexistence wolves. Urumqi: Xinjiang University, Master's dissertation.]

吴洪潘. 2015. 新疆卡拉麦里山有蹄类自然保护区野生动物的红外相机监测. 乌鲁木齐: 新疆农业大学硕士学位论文. [Wu H P. 2015. Infrared camera traps of wildlife in Mount kalamaili ungulate nature reserve, Xinjiang. Urumqi: Xinjiang Agricultural University, Master's dissertation.]

张钧泳. 2016. 卡拉麦里山有蹄类自然保护区盘羊生境选择. 乌鲁木齐: 新疆大学硕士学位论文. [Zhang J Y. 2016. Habitat selectivities of *Ovis ammon darwini* in mountain kalamaili ungulate nature reserve. Urumqi: Xinjiang University, Master's dissertation.]

张晨, 马伟, 陈晨, 等. 2022. 重大工程影响下新疆卡拉麦里山有蹄类野生动物自然保护区鹅喉羚的生境格局变化. 生物多样性, 30(1): 59–71. [Zhang C, Ma W, Chen C, et al. 2022. Changes of habitat pattern for goitered gazelle in the Xinjiang Kalamaili Mountain Ungulate Nature Reserve under the influence of major projects. Biodiversity Science, 30(1): 59–71.]

(上接 12 页)

栗头鸊属于鹈形目 (Pelecaniformes) 鹭科 (Ardeidae) 夜鸊属。是一种分布区域狭窄、数量稀少的鸟类, 为国家二级重点保护野生动物。经进一步对照《中国鸟类分类与分布名录》(第 4 版, 郑光美 2023) 和《贵州鸟类志》(吴志康 1986), 并查询中国观鸟记录中心 (<https://www.birdreport.cn/>) 记录, 均无贵州省该物种分布记录。因此, 明确该物种为贵州省鸟类分布新记录种。



图 1 栗头鸊

Fig. 1 Japanese Night-heron (*Gorsachius goisagi*)

玉屏<sup>1,3</sup> 吴忠荣<sup>2,3\*</sup> 刘绍飞<sup>1</sup> 谭成江<sup>1</sup> 罗荣江<sup>3</sup>

1 贵州茂兰国家级自然保护区管理局 荔波 558400; 2 贵州省生物研究所 贵阳 550009;

3 贵州省鸟类学会 贵阳 550009

YU Ping<sup>1,3</sup> WU Zhong-Rong<sup>2,3\*</sup> LIU Shao-Fei<sup>1</sup> TAN Cheng-Jiang<sup>1</sup> LUO Rong-Jiang<sup>3</sup>

1 Administration Bureau of Guizhou Maolan National Nature Reserve, Libo 558400; 2 Guizhou Institute of Biology,

Guiyang 550009; 3 Guizhou Ornithological Society, Guiyang 550009, China