

## 研究论文 ORIGINAL PAPERS

甘肃盐池湾国家级自然保护区  
豺和狼的日活动节律马志兵<sup>1#</sup>, 马旭<sup>1#</sup>, 王忠骅<sup>1</sup>, 付鸿彦<sup>1</sup>,  
乌力吉<sup>1</sup>, 李祎斌<sup>2</sup>, 刘炎林<sup>2</sup>, 余辰星<sup>2\*</sup>(1. 甘肃盐池湾国家级自然保护区管护中心, 肃北 736300;  
2. 青海师范大学生命科学学院, 西宁 810016)

## 稿件运行过程

收稿日期: 2024-10-31  
修回日期: 2024-12-16关键词: 豺;  
狼;  
日活动节律;  
时间生态位;  
红外相机Keywords: Dhole (*Cuon alpinus*);  
Wolf (*Canis lupus*);  
Daily activity rhythm;  
Temporal niche;  
Camera-trapping

中图分类号: Q958.1

文献标志码: A

文章编号:

2310-1490(2025)-03-0483-08

DOI: 10.12375/ysdwxb.20250302

## 摘要

豺(*Cuon alpinus*)和狼(*Canis lupus*)这两种体型和食性相似的群居犬科(Canidae)动物作为食物链与营养级的高位物种,对维持生态系统结构和功能的稳定有重要作用。探究同域分布豺和狼的日活动节律,有助于理解它们的时间生态位分化及其共存基础。利用2022–2023年甘肃省盐池湾国家级自然保护区的红外相机监测数据,基于核密度估计法分析同域分布豺和狼的日活动节律及其重叠程度。结果表明:盐池湾保护区豺主要表现为日行性,活动高峰集中在日出日落前后,具有明显的多峰型活动模式;狼虽然也主要在日间活动,但活动峰值持续时间较长,且其夜间活动较豺频繁;冷季和暖季之间豺( $P = 0.44$ )和狼( $P = 0.14$ )的日活动模式虽无统计学差异,但二者均表现出对环境温度的适应性响应,暖季避免温度较高的下午活动;整体上二者的日活动模式重叠度较高(暖季 $\Delta = 0.63$ ,冷季 $\Delta = 0.65$ )。建议保护区未来可持续开展针对豺的专项调查,并结合卫星追踪、食性分析等多种方式,深入探究多种同域分布的食肉动物竞争与共存的机制,并在制定调查计划时加强对猎物种群状况的监测。

基金项目: 甘肃省林业和草原科技计划项目(2021kj061, 2021kj062)

第一作者简介: 马志兵(1974—),男,高级工程师;主要从事野生动物资源保护、自然保护区管理研究。E-mail: 957637658@qq.com

# 共同第一作者: 马志兵; 马旭

\* 通信作者: 余辰星, E-mail: yu.chenxing@outlook.com

## Daily Activity Rhythm of Dhole and Wolf in Yanchiwan National Nature Reserve, Gansu Province

MA Zhibing<sup>1#</sup>, MA Xu<sup>1#</sup>, WANG Zhonghua<sup>1</sup>, FU Hongyan<sup>1</sup>,  
WU Liji<sup>1</sup>, LI Yibin<sup>2</sup>, LIU Yanlin<sup>2</sup>, YU Chenxing<sup>2\*</sup>

(1. Gansu Yanchiwan National Nature Reserve Management Center, Subei 736300, China;

2. School of Life Science, Qinghai Normal University, Xining 810016, China)

**Abstract:** Dhole (*Cuon alpinus*) and wolf (*Canis lupus*), both social canids similar in size and dietary habits, play a crucial role as top predators in maintaining the stability of ecosystem structure and function. Exploring the daily activity rhythm of the sympatric dholes and wolves is vital for understanding their niche differentiation and coexistence strategies. Using data from camera trap in the Yanchiwan National Nature Reserve in Gansu Province from 2022 to 2023, we analyzed the daily activity rhythm of sympatrically distributed dholes and wolves using kernel density estimation method. The results showed that in Yanchiwan Reserve, dholes showed diurnal activity with peaks around sunrise and sunset, characterized by a multi-peak pattern. While wolves were also mainly active during the day, they showed more nocturnal activities compared to dholes. There were no significant seasonal differences in the daily activity pattern of dholes ( $P = 0.44$ ) and wolves ( $P = 0.14$ ), yet both species exhibited clear temperature preferences, avoiding high-temperature afternoon during the warm season. Overall, a considerable overlap was observed in their daily activity rhythm (warm season  $\Delta = 0.63$ , cold season  $\Delta = 0.65$ ). It is recommended that specialized surveys on dholes should be carried out in the future, and combine methods such as satellite tracking and dietary analysis should be used to further investigate the mechanisms of competition and coexistence among sympatric carnivores. Additionally, future survey plan should emphasize monitoring the status of prey population.

动物的日活动节律通常受光照、温度和食物资源等环境因素的影响,与动物觅食、交配和捕食等关键行为紧密相连<sup>[1-2]</sup>。日活动节律通过量化动物的时间分配模式来评估其对资源竞争和环境变化的适应能力,是描述物种时间生态位的主要方式。时间生态位作为物种生态位的一个重要维度,揭示了物种间的行为节律和时空分布模式的差异,为理解同域物种共存机制提供了重要的理论依据<sup>[3]</sup>。随着红外相机监测技术的普及,基于红外相机监测数据的日活动行为节律分析<sup>[4-5]</sup>为研究食肉动物时间生态位提供了更为全面的信息。

豺(*Cuon alpinus*)和狼(*Canis lupus*)是两种典型的群居犬科(Canidae)动物,它们都曾广泛分布于我国除台湾和海南之外的大陆地区,近年来均经历着严重的种群下降和分布区缩减,现在仅在我国西部、西北和西南部分地区有连片的栖息地<sup>[6]</sup>。我国学者对狼的分布及活动节律等行为研究已有关注<sup>[7-8]</sup>,然

而对豺的行为研究却鲜有报道<sup>[9]</sup>,主要关注其基因组学<sup>[10]</sup>、种群分布<sup>[11-12]</sup>及饲养繁殖<sup>[13]</sup>等方面。豺和狼属体型相近、食性相似的中大型食肉动物,使得二者在同域分布时可能成为潜在的竞争者。在没有豺分布的区域,狼通常是犬科的优势物种,当这两种动物同域分布时,它们如何通过各维度生态位的分化来实现共存尚未得到充分探讨。位于祁连山脉西部的甘肃盐池湾国家级自然保护区(以下简称“盐池湾保护区”)及周边区域是豺在中国重要的残存分布区之一。张常智等<sup>[9]</sup>在盐池湾保护区鱼儿红片区,通过42台红外相机3个月的调查,对雪豹(*Panthera uncia*)及包括豺、狼等同域分布的大型食肉动物的时间生态位关系进行了初步分析,但由于调查期较短且物种有效数据量不足,并未对豺和狼的行为模式进行直接地对比分析。

本研究通过利用2022—2023年的红外相机监测数据,分析盐池湾保护区及周边区域豺和狼的日

活动模式,探讨这两种体型和食性相似的群居犬科动物在时间生态位上的相互关系。这些信息将在一定程度上填补近年对豺时空行为研究的空缺,为保护区开展豺的监测和管理工作提供科学支持。

## 1 研究区概况

以甘肃盐池湾国家级自然保护区(即大熊猫祁连山国家公园甘肃省管理局酒泉分局)的管辖区域为主要调查区,包括肃北县片区(盐池湾片区)、阿克塞县片区和国营鱼儿红牧场3部分,保护区位于青藏高原北缘,祁连山脉最西段(38°26′—39°52′ N, 95°21′—97°10′ E)。保护区总面积 $1.36 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,其中核心区 $4.22 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 、缓冲区 $2.80 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 、实验区 $6.58 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。保护区内地形地貌复杂多样,海拔2 600~5 483 m,属于高寒及干旱气候区,年均气温-2.5℃,年均降水量154 mm,主要集中在6—8月<sup>[9]</sup>,是甘肃河西地区重要的水源涵养地。保护区以雪豹、白唇鹿(*Przewalskium albirostris*)和黑颈鹤(*Grus nigricollis*)等珍稀濒危野生动物及其栖息地为主要保护对象,自2013年保护区首次通过红外相机拍摄到豺<sup>[9]</sup>的影像数据后,豺在盐池湾保护区一直有稳定的记录。

## 2 研究方法

### 2.1 红外相机调查

2022年5月—2023年6月,研究团队在盐池湾保护区采用红外相机法开展雪豹、豺等食肉动物调查,在盐池湾保护区党河南山、野马南山、疏勒南山、鱼儿红及小哈尔滕5个区域共设置172个 $5 \text{ km} \times 5 \text{ km}$ 的栅格,总面积4 300  $\text{km}^2$ 。在每个栅格内安装1或2台红外相机(易安卫士L720;东方红鹰E1B),红外相

机间的最小距离大于500 m,布设位点尽量选择在有雪豹、豺和狼等食肉动物痕迹的兽道上,相机距地面30~50 cm,设置为“3张照片+视频”模式,24 h持续监测。每年的春夏季(3—6月)和秋冬季(9—12月)盐池湾保护区各管护站巡护员开展红外相机维护工作,对5个调查地区布控的红外相机进行数据回收及更换储存卡和电瓶。

### 2.2 数据分析

对回收的红外相机照片和视频开展人工物种识别和分拣<sup>[6,14]</sup>,挑选出豺和狼的记录带入分析<sup>[15]</sup>。考虑到本次数据监测时间跨度较大,为避免不同节日出和日落时间变化对活动节律分析的影响,参照Vazquez *et al.*<sup>[16]</sup>提出的“平均锚定法(average anchoring)”,在R 4.3.2中利用activity包<sup>[17]</sup>将物种的实际探测时间转换为当地真太阳时,再分别绘制豺和狼在冷季(11月—次年4月)和暖季(5—10月)的日活动节律曲线,采用Wald test检验2个季节活动强度的差异性。利用overlap包<sup>[18]</sup>计算重叠指数( $\Delta$ ),以评估两物种不同季节日活动节律的重叠程度, $\Delta$ 取值范围从0(无重叠)到1(完全重叠),数值越大表明两物种活动的重叠度越高。

## 3 结果

### 3.1 监测结果

本次记录到豺和狼的83台次红外相机数据(图1),拍摄时间从2022年5月到2023年6月,累计10 458个相机日,红外相机最短工作时长为4 d,最长为314 d,平均工作126 d。拍摄到豺、狼的影像数据见表1,其中豺影像1 071份,狼影像1 232份,共有5个位点均记录到豺和狼。

表1 2022—2023年盐池湾保护区红外相机调查中记录到的豺和狼的数量

Table 1 The number of dhole and wolf recorded during the camera trapping survey in Yanchiwan Reserve in 2022–2023

物种 Species	红外相机影像数量/份 Number of records		红外相机位点数量/个 Number of camera traps	
	冷季 Cold season	暖季 Warm season	冷季 Cold season	暖季 Warm season
	豺 <i>Cuon alpinus</i>	1 005	66	19
狼 <i>Canis lupus</i>	807	425	50	53

### 3.2 日活动节律

在盐池湾保护区红外相机记录到的豺主要出现在白天(图2(a)),活动节律表现为多峰型。暖季主

要为晨昏活动,活动次高峰和最高峰分别为日出后1 h和日落前后1 h,午间还有一个活动小高峰,下午活动强度逐渐降低直至傍晚时快速增加。冷季豺的

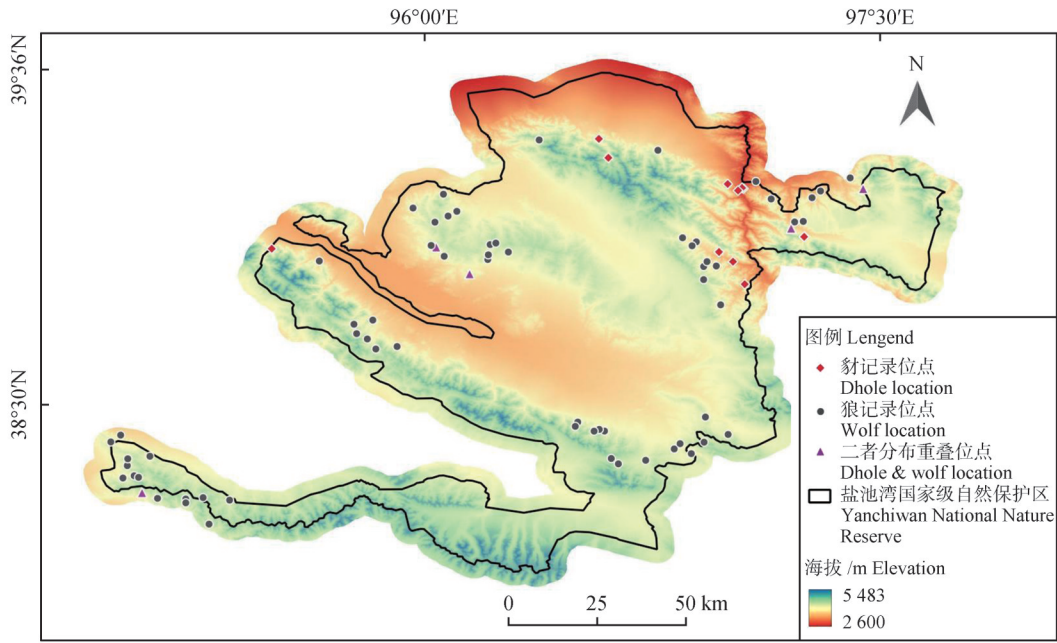


图1 甘肃盐池湾国家级自然保护区红外相机记录到豺、狼的位点

Figure 1 Camera trapping sites recording dhole and wolf in the Yanchiwan National Nature Reserve of Gansu

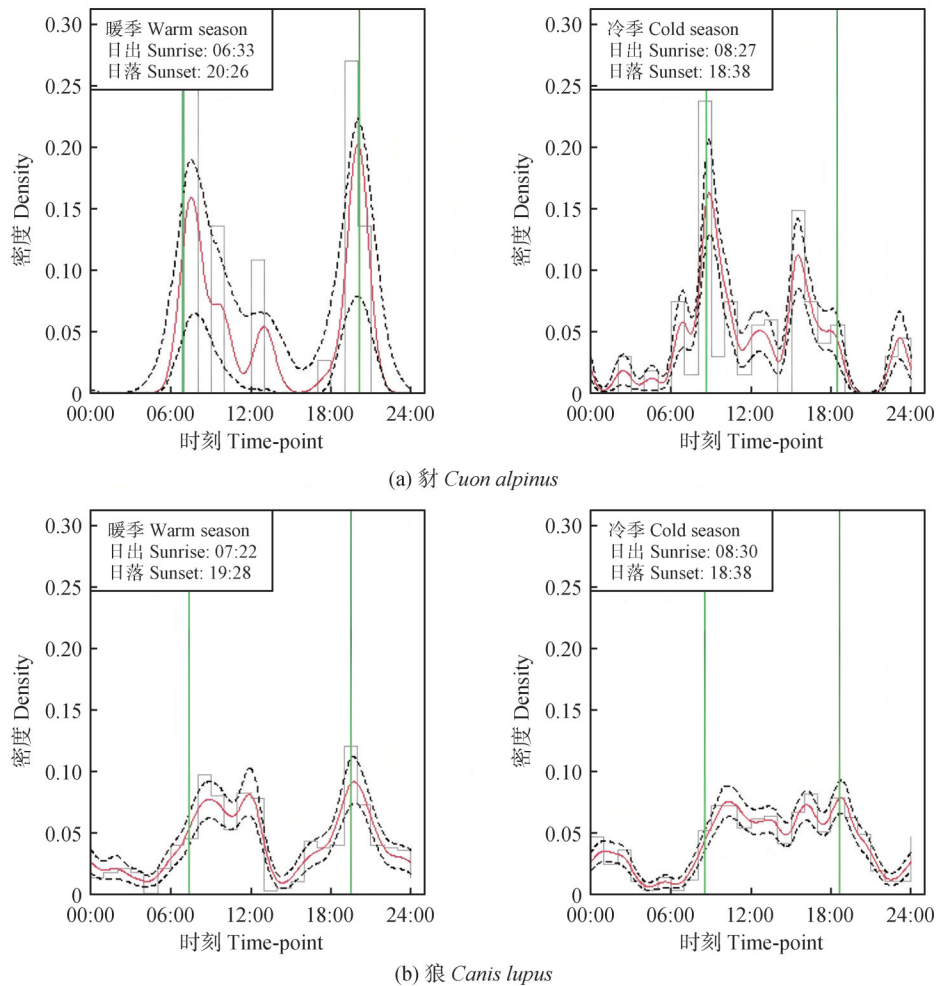


图2 盐池湾保护区豺(a)和狼(b)冷暖季的日活动节律曲线

Figure 2 Daily activity rhythm of dhole (a) and wolf (b) between cold season and warm season in the Yanchiwan Reserve

活动最高峰位于日出时间附近,第2个活动高峰出现在日落前2 h左右,夜间活动频率较白天低,但午夜前还有一个活动小高峰。冷暖季节之间豺活动模式不存在显著差异( $W = 0.596, P = 0.44$ )。

在盐池湾保护区红外相机记录到的狼也是以日行性活动为主(图2(b)),但夜间活动较豺稍活跃。暖季狼主要在上午活动,高峰持续时间较长,14:00—15:00有一个活动低谷,在日落时分又快速增加到达一天的活动顶峰。冷季则整个白天均维持较高的活动水平,午夜后还有一个活动小高峰。冷暖季

节之间狼的活动模式也无显著差异( $W = 2.164, P = 0.14$ )。

### 3.3 日活动节律重叠程度

将红外相机记录到的豺和狼日活动强度的核密度曲线进行叠加对比(图3),豺与狼的日活动模式在暖季( $\Delta = 0.63$ )和冷季( $\Delta = 0.65$ )均存在较高的重叠。但豺的活动峰值时段更为集中,狼的活跃期呈现多峰延伸模式,此差异格局在冷暖季之间保持稳定。

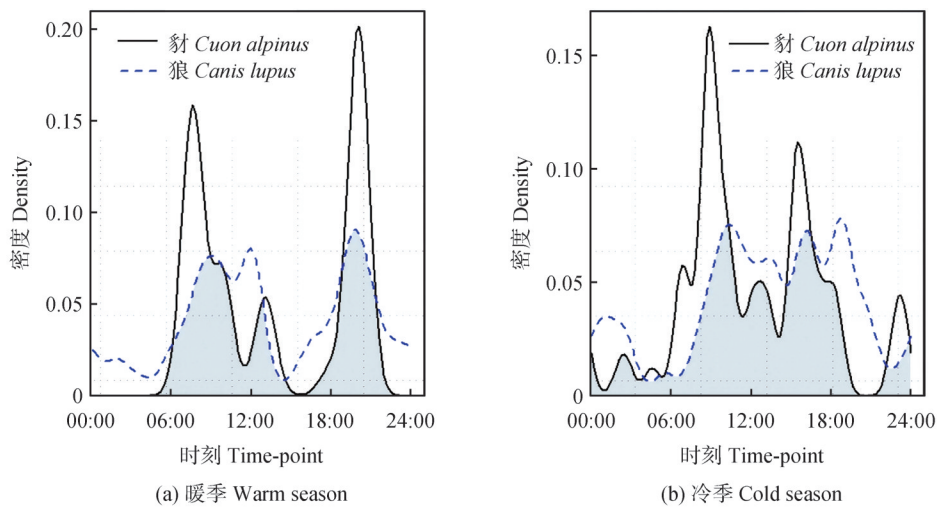


图3 盐池湾保护区豺、狼日活动节律重叠度

Figure 3 Overlapping of the daily activity rhythm between dhole and wolf in the Yanchiwan Reserve

## 4 讨论

动物的日活动节律主要受光照、温度和食物资源等环境因素的影响<sup>[1-2]</sup>。豺在盐池湾自然保护区表现出明显的日行性特征,主要活动高峰集中在晨昏,这一模式与印度<sup>[19]</sup>和东南亚<sup>[20-22]</sup>地区的豺研究结果类似。这种活动模式可能与其猎物的时间活动模式密切相关。在祁连山地区,岩羊(*Pseudois nayaur*)是豺和狼的主要猎物之一<sup>[23-24]</sup>。在贺兰山地区通过GPS项圈追踪岩羊活动发现,其行为呈现晨昏高峰特征<sup>[25]</sup>,与豺的活动时间相似,豺群可能通过与岩羊活动时间重叠,并提高活动强度以增加与猎物相遇的概率,从而形成特定的活动模式。在印度和东南亚的研究中,豺的主要猎物是小型有蹄类,其也表现出晨昏活动高峰<sup>[26]</sup>,支持了豺的活动模式可能

与猎物的活动周期同步的观点。狼在盐池湾保护区也表现为日间活动为主,但其活动模式更为分散,夜间活动频率较豺更为频繁,这可能反映了狼在猎物资源利用上的多样性。对高原地区狼的食物组成分析显示,除了岩羊、野牦牛(*Bos mutus*)等中大型有蹄类之外,灰尾兔(*Lepus oiostolus*)、高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*)和喜马拉雅旱獭(*Marmota himalayana*)等小型、夜间活动的猎物在狼的食谱中也占据了显著的比例<sup>[24,27]</sup>。这些结果或许可以提示狼的猎物可能更加多样化,其活动模式也能够适应不同猎物的活动节律。

盐池湾保护区的温度和光照时长在冷暖季之间的变化幅度较大,最冷月12月平均最低气温 $-14^{\circ}\text{C}$ (最高 $0^{\circ}\text{C}$ ),而最热月7月平均最高气温 $27^{\circ}\text{C}$ (最低 $12^{\circ}\text{C}$ )<sup>[28]</sup>。豺和狼有比较明显的温度偏好,在暖季

避免温度较高的下午活动,而在冷季偏好温度较高的下午活动(图2)。在暖季和冷季之间豺( $P = 0.44$ )和狼( $P = 0.14$ )的日活动模式均无显著差异,可能本研究中暖季数据较少,导致季节间差异未能被充分揭示,未来需要通过收集更多的数据来进一步验证。

盐池湾保护区豺与狼的日活动节律尽管在模式上有所不同,但重叠系数(暖季  $\Delta = 0.63$ ,冷季  $\Delta = 0.65$ )显示两者的时间生态位具有较高的相似性。这种时间重叠或反映资源充足,或提示两物种通过空间利用的差异来减轻竞争压力<sup>[29]</sup>。豺和狼在保护区内呈现同域分布的格局(图1),且均以岩羊为主要食物资源<sup>[23-24]</sup>。就其日活动节律来看,豺的活动高峰较为集中,狼的活动模式较为分散,这种差异可能源于它们不同的捕食策略和行为特征,有助于缓解同域分布且具有相似生态位物种间的竞争和干扰,从而促进物种间的同域共存<sup>[30]</sup>。通常来说,豺多以群体合作捕猎,通过高度同步的活动模式提升捕猎效率,而追逐距离相对较短<sup>[31]</sup>。相比之下,狼既可以单独捕猎,也可以成群行动,在更广的时间范围内分散活动,以增加与猎物的接触机会,并可在锁定目标后进行长距离追逐<sup>[32]</sup>。在祁连山地区,除了岩羊之外,狼也能在开阔平坦的地形中捕获野牦牛等中大型有蹄类。豺则倾向于利用其身体特性,在陡峭的山地进行短距离追击,捕食岩羊等在陡峭山地活动的猎物(作者目击及红外相机记录)。豺和狼不同的捕食策略,可能通过捕猎微生境的空间差异来缓解直接竞争,而未表现出高度的时间生态位分化,反映出这两个物种在祁连山地区的生态适应策略和共存机制。

本次的红外相机布设方法主要针对雪豹等食肉动物调查而设计,尽管记录到较多的豺和狼的活动数据,但由于相机布设微生境的局限,可能存在部分取样偏差,从而影响对这两个物种活动模式的全面评估。

## 5 结论

本研究基于甘肃盐池湾国家级自然保护区红外相机监测数据,系统揭示了同域分布豺与狼的日活动节律并探讨其共存机制。结果表明,二者均以日行性活动为主,但豺表现出明显的晨昏多峰型活动

模式,活动高峰集中于日出日落前后;狼虽同样以日间活动为主导,其活动峰值持续时间更长且夜间活动频率高于豺。尽管冷暖季节间豺和狼的日活动模式无统计学差异,二者均表现出对环境温度的适应性响应,在暖季规避午间高温时段活动。核密度分析显示豺与狼的日活动节律重叠度较高,反映其时间生态位分化有限。豺依赖群体协作在陡峭山地实施短距离追击捕猎,活动高峰集中;狼则更偏向在开阔地形长距离搜寻捕猎,活动模式更分散且猎物种类更丰富,这种捕食微生境的空间分化有效缓解了时间和营养生态位重叠引发的竞争压力,可能是二者实现同域共存的核心机制。本研究受限于红外相机布设的微生境偏差及暖季样本量偏小,未来可结合卫星追踪及食性分析研究,深入解析豺和狼的多维生态位分化机制。建议保护区将豺加入专项研究物种之一,整合多维度数据支撑“雪豹-豺”双旗舰物种保护策略的制定,为顶级食肉动物群落保护管理工作提供科学支撑。

致谢:感谢盐池湾国家级自然保护区众多工作人员在野外调查与数据集中的辛苦努力,以及保护区管护中心在项目实施、后勤支持等方面的大力支持;感谢甘肃省林业和草原局对保护区生物多样性长期监测的支持;感谢参与红外相机影像数据分拣的志愿者侯雪晗、刘一璇、吕卓莹、李天醒和泰德。世界自然基金会(瑞士)北京代表处、深圳市一个地球自然基金会为监测工作提供了部分资金和红外相机设备;青岛易安卫士科技有限公司为监测工作捐助了部分红外相机设备,在此一并感谢。

## 参考文献:

- [1] 尚玉昌. 动物的行为节律[J]. 生物学通报, 2006, 41(10): 8-10.  
SHANG Y C. Behavior rhythm of animals [J]. Bulletin of Biology, 2006, 41(10): 8-10.
- [2] KRONFELD-SCHOR N, DAYAN T. Partitioning of time as an ecological resource [J]. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 2003, 34: 153-181.
- [3] NAKABAYASHI M, KANAMORI T, MATSUKAWA A, et al. Temporal activity patterns suggesting niche partitioning of sympatric carnivores in Borneo, Malaysia [J]. Scientific Reports, 2021, 11: 19819.
- [4] 张晋东, 李玉杰, 李仁贵. 红外相机技术在珍稀兽类活动模式

- 研究中的应用[J]. 四川动物, 2015, 34(5): 671-676.
- ZHANG J D, LI Y J, LI R G. Application of infrared camera technology in studies of mammal activity patterns[J]. Sichuan Journal of Zoology, 2015, 34(5): 671-676.
- [5] 张红勇, 张德喜, 毛锐锐, 等. 甘肃兴隆山森林生态系统豹猫及其潜在猎物的日活动模式[J]. 野生动物学报, 2023, 44(2): 239-247.
- ZHANG H Y, ZHANG D X, MAO R R, *et al.* Daily activity patterns of leopard cats and their potential prey in forest ecosystem of Xinglong Mountains of Gansu Province, China[J]. Chinese Journal of Wildlife, 2023, 44(2): 239-247.
- [6] 刘少英, 吴毅, 李晟. 中国兽类图鉴[M]. 3版. 福州: 海峡书局, 2022: 197.
- LIU S Y, WU Y, LI S. Handbook of the mammals of China[M]. 3rd ed. Fuzhou: Straits Publishing House, 2022: 197.
- [7] 乔江, 龚小丽, 贾伟, 等. 四川贡嘎山狼的分布、群体大小和日活动节律[J]. 兽类学报, 2023, 43(3): 248-257.
- QIAO J, GONG X L, JIA W, *et al.* Distribution, group size and activity rhythm of wolves (*Canis lupus*) in the Gongga Mountains, Sichuan Province[J]. Acta Theriologica Sinica, 2023, 43(3): 248-257.
- [8] 王渊, 初红军, 韩丽丽, 等. 基于红外相机陷阱技术的卡拉麦里山有蹄类自然保护区狼(*Canis lupus*)的活动节律[J]. 干旱区研究, 2014, 31(4): 771-778.
- WANG Y, CHU H J, HAN L L, *et al.* Activity of *Canis lupus* in the Karamori Mountain Ungulate Nature Reserve based on trap technique of infrared camera[J]. Arid Zone Research, 2014, 31(4): 771-778.
- [9] 张常智, 马腾, 乌力吉, 等. 甘肃祁连山脉雪豹及其同域分布大型食肉动物时间生态位关系[J]. 兽类学报, 2023, 43(1): 109-115.
- ZHANG C Z, MA T, WU L J, *et al.* Temporal niche relationship between snow leopard (*Panthera uncia*) and its sympatric large carnivores in Qilian Mountains, Gansu Province[J]. Acta Theriologica Sinica, 2023, 43(1): 109-115.
- [10] 刘刚. 基于基因组学探究豺濒危状态的遗传基础[D]. 曲阜: 曲阜师范大学, 2024.
- LIU G. Genomics-based exploration of the genetic basis of the endangered status of the dhole[D]. Qufu: Qufu Normal University, 2024.
- [11] RIORDAN P, WANG J, SHI K, *et al.* New evidence of dhole *Cuon alpinus* populations in north-west China[J]. Oryx, 2015, 49(2): 203-204.
- [12] 马志兵, 王普, 李祎斌, 等. 甘肃盐池湾国家级自然保护区豺种群调查研究[J]. 甘肃林业科技, 2023, 48(3): 57-59; 80.
- MA Z B, WANG P, LI Y B, *et al.* Population survey for *Cuon alpinus* in the Yanchiwan National Nature Reserve of Gansu[J]. Journal of Gansu Forestry Science and Technology, 2023, 48(3): 57-59; 80.
- [13] 王志永, 张丽霞, 张永宾. 石家庄动物园豺的饲养和繁育管理技术[J]. 野生动物学报, 2018, 39(3): 669-672.
- WANG Z Y, ZHANG L X, ZHANG Y B. Artificial rearing and breeding of dhole (*Cuon alpinus*) [J]. Chinese Journal of Wildlife, 2018, 39(3): 669-672.
- [14] SMITH A T, 解焱. 中国兽类野外手册[M]. GEMMA F, 绘. 长沙: 湖南教育出版社, 2009: 405-407.
- SMITH A T, XIE Y. A guide to the mammals of China[M]. GEMMA F, illus. Changsha: Hunan Education Publishing House, 2009: 405-407.
- [15] PERAL C, LANDMAN M, KERLEY G I H. The inappropriate use of time-to-independence biases estimates of activity patterns of free-ranging mammals derived from camera traps[J]. Ecology and Evolution, 2022, 12(10): e9408.
- [16] VAZQUEZ C, ROWCLIFFE J M, SPOELSTRA K, *et al.* Comparing diel activity patterns of wildlife across latitudes and seasons: time transformations using day length[J]. Methods in Ecology and Evolution, 2019, 10(12): 2057-2066.
- [17] ROWCLIFFE M. Package 'activity': animal activity statistics [EB/OL]. (2023-09-27) [2024-10-30]. <https://cran.r-project.org/web/packages/activity/>.
- [18] MEREDITH M, RIDOUT M, CAMPBELL L A D. Package 'overlap': estimates of coefficient of overlapping for animal activity patterns [EB/OL]. (2024-01-19) [2024-10-30]. <https://cran.r-project.org/web/packages/overlap/>.
- [19] KARANTH K U, SUNQUIST M E. Behavioural correlates of predation by tiger (*Panthera tigris*), leopard (*Panthera pardus*) and dhole (*Cuon alpinus*) in Nagarhole, India[J]. Journal of Zoology, 2000, 250(2): 255-265.
- [20] RASPHONE A, KAMLER J F, MACDONALD D W. Temporal partitioning by felids, dholes and their potential prey in northern Laos[J]. Mammal Research, 2020, 65(4): 679-689.
- [21] JENKS K E, AIKENS E O, SONGSASEN N, *et al.* Comparative movement analysis for a sympatric dhole and golden jackal in a human-dominated landscape [J]. Raffles Bulletin of Zoology, 2015, 63: 546-554.
- [22] HAVMØLLER L W, WAHYUDI H A, IQBAL M, *et al.* Exploring temporal activity of dholes, their prey, and competitors in East Java, Indonesia[J]. Ecology and Evolution, 2024, 14(7): e11666.
- [23] 刘炎林, 王一丹, 李祎斌, 等. 祁连山豺的分布现状及适宜栖息地预测[J]. 兽类学报, 2024, 44(6): 749-761.
- LIU Y L, WANG Y D, LI Y B, *et al.* The current distribution and prediction of suitable habitat of dhole (*Cuon alpinus*) in Qilian Mountains, China[J]. Acta Theriologica Sinica, 2024, 44(6): 749-761.

- [24] CONG W, LI J, HACKER C, *et al.* Different coexistence patterns between apex carnivores and mesocarnivores based on temporal, spatial, and dietary niche partitioning analysis in Qilian Mountain National Park, China[J]. *eLife*, 2024, 13: RP90559.
- [25] 崔爽, 胡天华, 余梦琦, 等. 贺兰山岩羊活动节律与家域特征[J]. *野生动物学报*, 2024, 45(3): 480-489.  
CUI S, HU T H, YU M Q, *et al.* The activity rhythm and home range characteristics of blue sheep in Helan Mountain area[J]. *Chinese Journal of Wildlife*, 2024, 45(3): 480-489.
- [26] KAMLER J F, JOHNSON A, VONGKHAMHENG C, *et al.* The diet, prey selection, and activity of dholes (*Cuon alpinus*) in northern Laos[J]. *Journal of Mammalogy*, 2012, 93(3): 627-633.
- [27] SHROTRIYA S, RESHAMWALA H S, LYNGDOH S, *et al.* Feeding patterns of three widespread carnivores: the wolf, snow leopard, and red fox: in the trans-Himalayan landscape of India [J]. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2022, 10: 815996.
- [28] 中国历史天气数据[DB/OL]. (2023-12-12) [2024-10-30]. <https://lishi.tianqi.com/subei/index.html>.
- Historical weather data of China[DB/OL]. (2023-12-12) [2024-10-30]. <https://lishi.tianqi.com/subei/index.html>.
- [29] SCHOENER T W. Resource partitioning in ecological communities: research on how similar species divide resources helps reveal the natural regulation of species diversity [J]. *Science*, 1974, 185(4145): 27-39.
- [30] 李治霖, 多立安, 李晟, 等. 陆生食肉动物竞争与共存研究概述[J]. *生物多样性*, 2021, 29(1): 81-97.  
LI Z L, DUO L A, LI S, *et al.* Competition and coexistence among terrestrial mammalian carnivores [J]. *Biodiversity Science*, 2021, 29(1): 81-97.
- [31] VENKATARAMAN A B, JOHNSINGH A J T. Dholes: the behavioural ecology of dholes in India [M]//MACDONALD D W, SILLERO-ZUBIRI C. *Biology and conservation of wild canids*. Oxford: Oxford University Press, 2004:330.
- [32] MECH L D, SMITH D W, MACNULTY D R. *Wolves on the hunt: the behavior of wolves hunting wild prey* [M]. Chicago: The University of Chicago Press, 2015:88-163.