

# 藏棕熊研究概述

安柏衡<sup>1</sup>, 宋璇紫<sup>1</sup>, 杨云<sup>1</sup>,  
班玛才格尔<sup>1</sup>, 刘杨眉<sup>2</sup>, 索朗更才<sup>2</sup>, 米玛旺堆<sup>1</sup>

(1. 西藏大学 生态环境学院/青藏高原生物多样性与生态环境保护教育部重点实验室, 西藏 拉萨 850000; 2. 西藏自治区措美县中学, 西藏 山南 856000)

**摘要:** 藏棕熊(*Ursus arctos pruinosus*)是青藏高原特有的棕熊亚种,作为食物链顶端的珍稀捕食者,其在高原生态系统中的生态作用尚不明确。与喜马拉雅棕熊相比,藏棕熊与人类的冲突更为严重。目前,相关研究多为零散报道,且主要集中在人文领域,缺乏系统的生物与生态学数据,致使管理部门难以制定科学有效的对策。从栖息地、形态、食性、洞穴结构、种群动态、与高原生态系统的关系以及行为生态等方面进行系统综述,分析了国内外相似亚种的研究现状,旨在获取藏棕熊的有效生态学数据,并展望亟需深入研究的生态学问题。

**关键词:** 藏棕熊; 栖息地丧失; 生态系统工程师; 生态数据; 人类活动; 相似亚种

中图分类号: Q959.838

文献标识码: A

## Overview of Tibetan Blue Bear (*Ursus arctos pruinosus*)

AN Baiheng<sup>1</sup>, SONG Xuanzi<sup>1</sup>, YANG Yun<sup>1</sup>, Banmacaigeer<sup>1</sup>, LIU Yangmei<sup>2</sup>, Suolanggengcai<sup>2</sup>, Mimawangdui<sup>1</sup>

(1. School of Ecology and Environment, Xizang University/ Key Laboratory of Biodiversity and Ecological Environment Protection on the Qinghai-Xizang Plateau, Ministry of Education, Lhasa Xizang 850000, China; 2. Cuomei County Middle School, Lhoka Xizang 856000, China)

**Abstract:** The Tibetan blue bear (*Ursus arctos pruinosus*), an endemic apex predator of the Qinghai-Xizang Plateau, plays a poorly understood role in this high-altitude ecosystem. Human-bear conflicts involving this subspecies have become increasingly prominent across pastoral regions of the plateau. Current research is largely fragmented and socio-culturally focused, lacking systematic biological and ecological data, which limits the development of effective management strategies. This review synthesizes knowledge on the species' habitat, morphology, diet, den structures, population dynamics, ecological interactions, and behavioral ecology, drawing on studies of related subspecies both domestically and internationally. It aims to summarize available ecological evidence for the Tibetan blue bear and identify key areas requiring further research to support future conservation and management efforts.

**Key words:** Tibetan blue bear; habitat loss; ecosystem engineer; ecological data; human activity; similar subspecies

在全球范围内,生境丧失、气候变化以及人类干扰已对野生动物的生存与栖息造成了严重影响<sup>[1-2]</sup>。藏棕熊(*Ursus arctos pruinosus*),亦称马熊或藏马熊,是青藏高原特有的棕熊亚种<sup>[3-5]</sup>,作为食物链顶端猎食者之一,已被列为国家二级保护动物<sup>[6-7]</sup>。近年来,随着定居点建设和其他人类活动的不断扩展,藏棕熊的栖息地与人类生

境重叠加剧,人熊冲突日益突出,主要表现为家畜捕食、居所入侵及财产损失<sup>[8-13]</sup>。暖季期间,藏棕熊以啮齿类为主要食物,但食物匮乏时,会捕食家畜,造成经济损失<sup>[8]</sup>;而对人类居所的侵入多发生在夜间,同样造成经济损失<sup>[9]</sup>。因此,研究藏棕熊与人类的冲突机制,尤其是其行为模式、食性偏好及时空变化,是当前迫切需要探索

收稿日期: 2025-10-28

作者简介: 安柏衡(1999—)男,硕士研究生,主要从事草地生态系统及动物生态学研究, E-mail: woshiabh@163.com。

通信作者: 米玛旺堆(1966—)男,教授,主要从事草地生态系统及动物生态学研究, E-mail: migwang44@utibet.edu.cn。

的科学课题,这为缓解冲突策略的制定提供了理论基础。国外研究显示,北美洲的阿拉斯加棕熊扮演着生态系统工程师的角色,但藏棕熊在青藏高原生态系统中的作用仍然未知。本文从栖息地、形态、食性、洞穴结构、种群动态与高原生态系统的关系以及行为生态等方面进行系统综述,旨在获取藏棕熊的有效生态学证据,解析该物种亟需深入研究的生态学问题。

## 1 棕熊的生态现状

### 1.1 生活习性

#### 1.1.1 栖息地选择

目前,在北美洲、包括俄罗斯在内的欧洲以及亚洲北部等 43 个国家中,棕熊栖息地总面积约为 500 万  $\text{hm}^2$ ,而在不丹,该物种已局域灭绝<sup>[6]</sup>。关于藏棕熊的分布及栖息地选择的有关报道较少,但已有研究表明,其在青藏高原的主要分布及栖息地选择与高原鼠兔(*Ochotonia curzoniae*)的分布<sup>[3]</sup>和栖息地<sup>[8-11]</sup>有关。藏棕熊主要分布在高原草原、高山草甸草原、灌丛草原和山地荒漠草原<sup>[3,8]</sup>,其活动区域内常见高密度的高原鼠兔洞穴,高原鼠兔是藏棕熊的主要食物来源。在栖息地研究方面,可以参考 Piédallu 等<sup>[11]</sup>对比利牛斯棕熊以及 Sharief 等<sup>[12]</sup>对喜马拉雅棕熊的研究,对藏棕熊的生境利用、生境适宜性和质量进行系统评估。栖息地保护是动物保护的首要任务,因此,深入开展藏棕熊栖息地特征的研究具有重要的必要性与紧迫性。

#### 1.1.2 食性

藏棕熊为杂食性动物,其食物来源包括岩羊(*Pseudois nayaur*)、藏羚羊(*Pantholops hodgsonii*)、牦牛(*Bos grunniens*)、高原鼠兔及喜马拉雅旱獭(*Marmota himalayana*)等<sup>[8,13-15]</sup>。其中,高原鼠兔是其重要的食物资源,贡献率远高于其他猎物<sup>[14]</sup>。针对高原鼠兔的管控措施,可能对藏棕熊的种群产生负面影响<sup>[16]</sup>。因此,研究藏棕熊的食性,对于理解其生态学行为及制定有效的保护策略具有重要的指导意义。

#### 1.1.3 洞穴选择

穴居是棕熊应对冬季食物匮乏的关键适应策略,其洞穴在能量保存方面发挥着重要作用。洞穴结构与棕熊躯体尺寸之间的相关性,是研究其冬眠行为和生理机制的重要依据<sup>[17]</sup>。在对冬

眠期熊类肠道及内脏组织的活检研究中<sup>[18-19]</sup>,同样证实了冬眠对熊的生理影响。全球变暖导致冬眠期缩短,使得藏棕熊的筑穴结构是否随之调整,已成为理解其冬眠适应策略的关键问题<sup>[20]</sup>。此外,温度升高及冬季气候的变化,也可能影响藏棕熊的栖息地选择与筑穴行为。

### 1.2 种群规模

野生动物监测是应用生态学的重要组成部分,能够为种群基本状况的评估提供关键数据。受栖息地丧失、偷猎及人为干扰加剧等因素的影响,棕熊种群的总体趋势尚不明确。20 世纪的研究表明,藏棕熊在青藏高原的现存数量十分稀少,估计不足 5 000 只<sup>[8]</sup>。21 世纪以来,关于藏棕熊种群数量及其动态的资料相当匮乏,缺乏有效的种群生态学数据。在未来棕熊种群增长的相关研究中,重点应放在对母熊及其后代的持续监测<sup>[21-22]</sup>。

### 1.3 生态链地位

家畜放牧一直是青藏高原高寒草地最主要的土地利用方式<sup>[23-24]</sup>。然而,近几十年来,沿袭了约 8 800 年的传统牦牛放牧格局正发生显著变化:家畜管理从逐水草而居的纯游牧方式,逐渐转向半游牧甚至划块定居,牧区开始使用围栏对草地进行划界管理<sup>[25]</sup>。藏棕熊作为该区域食物链的顶级捕食者<sup>[8]</sup>,其食物来源包括分布于此的牦牛、绵羊、山羊等家畜,以及有蹄类、小型啮齿类等野生动物<sup>[8,26]</sup>。目前,藏棕熊与当地牧民之间的冲突频繁发生<sup>[5,9-10,15,24,27]</sup>,但这种放牧格局的变化是否对其占域领地产生负面影响,尚缺乏有力证据。

### 1.4 行为生态

当前,关于藏棕熊行为的研究多基于其袭击房屋、家畜及人类的间接证据,尚缺乏直接的生物学与生态学数据。目前,藏棕熊的占域面积及迁移规律等生态学资料仍属空白,其洞穴结构与冬眠行为之间的关系也不明确。此外,母熊与公熊在袭击行为上是否存在生态差异,仍有待进一步探讨。现有视频定位显示,藏棕熊主要分布在西藏那曲、昌都、阿里、山南及青海玉树等地,人与藏棕熊生境高度重合。观测发现,棕熊夜间出没于垃圾站点觅食,推测是因其生境被过度侵占,垃圾可能成为其重要的食物来源。多数“袭击”或“闯入”事件以觅食为根本动因,本质上属

于生境侵入行为。长期易获取的垃圾场成为棕熊的绝佳觅食地,借助其强大的嗅觉能力和社会性的母子关系,母熊可能在哺乳期将此行为模式传授给幼熊。因此,藏棕熊的入侵行为更符合“觅食主导”的行为生态学解释。在形态识别方面,藏棕熊的性别与年龄可根据毛色变化加以判断:幼熊呈浅黄棕色,成年个体背部呈浅棕红色、腹部较深;雄性除领圈外全身呈黑色,雌性背部呈浅棕红色<sup>[8]</sup>。雌雄之间的形态差异,为研究其性别比例及行为差异提供了便利条件。

## 2 人、熊冲突

### 2.1 冲突可能性

游牧生活的定居化、放牧模式的转变及挖虫草等人为干扰,不仅影响了藏棕熊的分布与栖息地质量,也在一定程度上加速了其种群的“岛屿化”进程。目前,有关藏棕熊的研究多集中在人文社科领域,主要依赖主观性较强的问卷调查等方法,缺乏基于野外实地观测的数据,难以获取其生物与生态学方面的关键信息。近年来,随着藏棕熊袭击房屋、家畜及人的频率增加、范围扩大、程度加深,这不仅破坏了当地居民的正常生产生活秩序,也加剧了人与野生动物的对立关系。然而,目前尚无确凿证据揭示其袭击行为背后的生态学机制,“觅食主导”的行为生态仍停留在推测阶段。

气候变化与栖息地丧失影响着棕熊的分布格局<sup>[28]</sup>,通过生态学数据揭示人、熊冲突中藏棕熊袭击行为的生态学机制十分必要。近年来,人、熊冲突日益严重,给自然保护带来新挑战。尽管多项研究涉及人、熊冲突问题,但目前仍未找到解决冲突或协调藏棕熊生态特性的保护对策。因此,制定系统的保护管理计划至关重要<sup>[29]</sup>。

### 2.2 国外人、熊冲突应对策略

全球熊类冲突研究以棕熊(*Ursus arctos*)、北极熊(*Ursus maritimus Phipps*)、马来熊(*Helarctos malayanus*)、黑熊(*Ursus thibetanus*)为主要对象。现有防控措施分为预防型(防熊设施、垃圾管理、空间规划)和管理型(补偿机制、社区共管、冲突监测)两类。

减少吸引源与接触机会是防控的首要策略,其中垃圾/食物管理、家畜防护及牧场规划的成本效益最高。例如,厄瓜多尔安第斯熊保护区通过

封闭垃圾点和调整放牧区,使家畜损失率下降约40%<sup>[30]</sup>;北美多数熊冲突源于食物或垃圾储存不当,而使用封闭式垃圾箱可显著降低冲突频率<sup>[31]</sup>。

在物理防护方面,电网和围栏防熊入侵的成功率达80%,但需承担相应的建设与维护成本。非致害性驱离喷雾在近距离冲突中的成功率超过90%,适合应急使用<sup>[32-33]</sup>。政策机制方面,生态补偿、保险及社区共管可缓解报复性捕杀,但缺乏有效的验证机制易引发道德风险。安第斯熊项目采用“损失补偿+社区巡护积分制”的方式,使冲突下降约35%<sup>[28,32]</sup>。

对于突发性冲突,可依赖巡逻驱离与分层应急手段。全地形车配合闪光、噪声等分层驱离策略,可避免90%以上的人员伤害<sup>[34]</sup>。单一措施难以长期奏效,北美地区实施“垃圾管理+电网防护+牧民教育+生态补偿”的综合方案,已使冲突率下降50%~70%<sup>[32]</sup>。

### 2.3 国内人、棕熊冲突研究

在青藏高原的人、棕熊冲突研究中,当务之急是开展藏棕熊的生境利用、生境适宜性及其质量研究,并探究放牧与定居化对藏棕熊觅食、交配及避难所选择行为的影响。在全球变暖背景下,研究藏棕熊的分布格局、洞穴深度及冬眠行为也十分必要。

可行的减缓措施包括:设立“无吸引源缓冲区”,规范垃圾堆放点,推广“夜间入圈+护畜犬”模式;在牧户周边部署移动式太阳能电网,结合夜间照明与犬只巡逻。同时,可借鉴“生态补偿+乡村共管”模式,由地方政府出资、社区参与监测,成立“村民巡逻队”;进一步推广建立“人、熊冲突应急队”,配备非致害性驱离工具(如照明、喷雾、声响),并记录事件信息(如棕熊数量,是否携带幼熊等),为后续政策评估提供数据支持。

科学监测是冲突管理的基础。谢培根等<sup>[35]</sup>提出的藏棕熊粪便分子鉴定方法,为个体识别与亲缘分析提供了关键技术手段。该方法结合相机陷阱、粪便DNA分析、遥感NDVI及空间模型(如GLMM/MaxEnt),可构建人、棕熊冲突风险地图,用于指导电网布设和资源分配。定期汇总冲突事件数据库,有助于评估补偿政策成效、识别热点区,并及时调整管理策略。若在青藏高原地区实施“多手段共管”体系(涵盖垃圾管理、电网、补偿、巡护及数据共享等),预计3~5年可显

著降低人、棕熊冲突频率,增强民众对保护政策的信任与参与意愿。

### 3 存在的不足

1)基础生态学数据严重缺乏。目前,在藏棕熊研究中,种群动态、行为机制、生境适宜性、冬眠生理等核心生态学数据严重不足,直接限制了对该物种的深入研究与科学化保护管理。

2)研究方法单一,多学科交叉不足。现有研究主要集中在人文社科领域,生态学、行为学及遗传学等自然科学方法的介入较为薄弱。同时,与北美等地区棕熊亚种的系统性比较分析不足,未能充分借鉴国际上成熟的棕熊研究经验。

3)实地调查基础薄弱。许多文献未提供明确的研究方法,且缺乏系统的野外实地调查数据,导致研究结果的可靠性与科学性受到质疑。

4)保护与管理体制缺失。由于基础数据和研究方法不足,目前尚未形成合理、科学的管理对策。尽管人、熊冲突的报道较多,但相关研究缺乏系统化与体系化,行之有效的解决策略仍然缺位,导致冲突不断加剧。

### 4 展望与建议

本文综述了藏棕熊在栖息地、形态特征、食性、洞穴结构、种群动态、与高原生态系统的关系以及行为生态等方面的研究进展,并指出了当前研究的不足。未来研究应集中于:①生境利用与适宜性评估;②种群动态研究,如空间标志重捕模型的应用;③行为生态学研究,尤其是人、熊冲突的行为机制;④生态系统角色研究,特别是其是否作为生态系统工程师的作用;⑤基于生态学数据制定科学保护策略,以减少人、熊冲突。

针对日益加剧的人、熊冲突,亟需构建“生态—社会”双维度管理框架。具体而言,应通过空间风险建模(如 GLMM)识别冲突热点区,明确家畜密度、与定居点的距离、季节性资源等主导因子;推广社区共管与生态补偿机制,包括防熊电网、护畜犬、夜间照明等非致害性威慑;建立由牧民参与的冲突监测与保险补偿制度,推动从“被动防御”向“主动共管”的转变。

在国际合作方面,建议加强与尼泊尔、蒙古及中亚棕熊研究团队的协作,共同建立青藏高原大型食肉动物监测网络(LCMN)。通过共享遥

感、遗传与 GPS 数据,推动区域尺度的生态连通性分析,明确藏棕熊在全球棕熊谱系中的进化地位,并促进跨国保护廊道的建设。

在研究方法上,应通过多学科交叉获取藏棕熊的生态学基础数据,综合利用红外相机、粪便 DNA 鉴定、无人机遥感及环境 DNA(eDNA)等技术,建立系统的野外监测体系。借鉴国际经验,空间标志重捕模型(SCR)、占据模型及 GPS 卫星追踪技术可用于估算藏棕熊的种群密度、活动范围及行为节律;分子遗传学方法可揭示不同地理种群间的基因交流与迁移模式。最终,应构建以“空间—遗传—行为”三位一体为核心的综合研究体系,以更全面理解藏棕熊的生态需求,为保护与管理提供科学依据,减少人与自然的对立,促进藏区人民与棕熊的和谐共处。

值得强调的是,在不断提升棕熊保护力度的同时,也应该同等重视对当地人民生命财产安全的保障。

特别说明:本文采用“Tibetan blue bear”作为 *Ursus arctos pruinosus* 的英文名称,该名称是当前国际动物学与生态学研究中最常用的标准俗名。尽管中文通常译为“西藏棕熊”或“藏棕熊”,但“Tibetan blue bear”在国际文献中的使用更具一致性与可检索性。

#### 参考文献:

- [1] SATHYAKUMAR S. Status and Management of Asiatic Black Bear and Himalayan Brown Bear in India[J]. *Ursus*, 2001, 12 (2001): 21-29.
- [2] BOJARSKA K, DROBNIAK S, JAKUBIEC Z, et al. Winter Insomnia: How Weather Conditions and Supplementary Feeding Affect the Brown Bear Activity in a Long-Term Study[J]. *Global Ecology and Conservation*, 2019, 17: e00523.
- [3] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏哺乳类[M]. 北京: 科学出版社, 1986.
- [4] 马逸清, 胡锦矗, 翟庆龙. 中国的熊类[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1994.
- [5] DAI Y C, HACKER C E, ZHANG Y G, et al. Identifying the Risk Regions of House Break-Ins Caused by Tibetan Brown Bears (*Ursus Arctos Pruinosus*) in the Sanjiangyuan Region, China[J]. *Ecology and Evolution*, 2019, 9(24): 13979-13990.
- [6] 郑生武, 中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室. 中国西北地区珍稀濒危动物志[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.
- [7] 汪松. 中国濒危动物红皮书·兽类[M]. 北京: 科学出

- 版社,1998.
- [8] SCHALLER G B. Wildlife of the Tibetan steppe[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1998.
- [9] XU A C, JIANG Z G, LI C W, et al. Summer Food Habits of Brown Bears in Kekexili Nature Reserve, Qinghai-Tibetan Plateau, China [J]. *Ursus*, 2006, 17(2):132-137.
- [10] WORTHY, FIONA R., FOGGIN, et al. Conflicts Between Local Villagers and Tibetan Brown Bears Threaten Conservation of Bears in a Remote Region of the Tibetan Plateau [J]. *Human-Wildlife Conflicts*, 2008, 2(2):200-205.
- [11] PIÉDALLU B, QUENETTE P Y, BOMBILLON N, et al. Determinants and Patterns of Habitat Use by the Brown bear *Ursus Arctos* in the French Pyrenees Revealed by Occupancy Modelling [J]. *Oryx*, 2019, 53(2):334-343.
- [12] SHARIEF A, JOSHI B D, KUMAR V, et al. Identifying Himalayan Brown Bear (*Ursus arctos* Isabellinus) Conservation Areas in Lahaul Valley, Himachal Pradesh [J]. *Global Ecology and Conservation*, 2020, 21:e00900.
- [13] 徐爱春, 蒋志刚, 李春旺, 等. 青藏高原可可西里地区藏棕熊暖季食性及采食行为模式 [J]. *动物学研究*, 2010, 31(6):670-674.
- [14] 蒋志刚, 夏武平. 高原鼠兔食物资源利用的研究 [J]. *兽类学报*, 1985, 5(4):251-262.
- [15] HARRIS J. Wildlife Conservation in China: Preserving the Habitat of China's Wild West; Preserving the Habitat of China's Wild West [M]. London: Routledge, 2014.
- [16] PECH R P, JIEBU, ARTHUR A D, et al. Population Dynamics and Responses to Management of Plateau Pikas *Ochotona curzoniae* [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2007, 44(3):615-624.
- [17] SHIRATSURU S, FRIEBE A, SWENSON J E, et al. Room without a View—Den Excavation in Relation to Body Size in Brown Bears [J]. *Ecology and Evolution*, 2020, 10(15):8044-8054.
- [18] STENVINKEL P, JANI A H, JOHNSON R J. Hibernating Bears (Ursidae): Metabolic Magicians of Definite Interest for the Nephrologist [J]. *Kidney International*, 2013, 83(2):207-212.
- [19] SOMMER F, STÅHLMAN M, ILKAYEVA O, et al. The Gut Microbiota Modulates Energy Metabolism in the Hibernating Brown Bear *Ursus arctos* [J]. *Cell Reports*, 2016, 14(7):1655-1661.
- [20] FOWLER N L, BELANT J L, WANG G M, et al. Ecological Plasticity of Denning Chronology by American Black Bears and Brown Bears [J]. *Global Ecology and Conservation*, 2019, 20:e00750.
- [21] HILDERBRAND G V, GUSTINE D D, JOLY K, et al. Influence of Maternal Body Size, Condition, and Age on Recruitment of Four Brown Bear Populations [J]. *Ursus*, 2019, 29(2):111.
- [22] GONZALEZ O, ZEDROSSER A, PELLETIER F, et al. Litter Reductions Reveal a Trade-off between Offspring Size and Number in Brown Bears [J]. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 2012, 66(7):1025-1032.
- [23] FOX J L, MATHIESEN P, YANGZOM D, et al. Modern Wildlife Conservation Initiatives and the Pastoralist/Hunter Nomads of Northwestern Tibet [J]. *Rangifer*, 2004, 24(4):17.
- [24] MIEHE G, MIEHE S, KAISER K, et al. How Old Is Pastoralism in Tibet? An Ecological Approach to the Making of a Tibetan Landscape [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2009, 276 (1/2/3/4):130-147.
- [25] HARRIS R B, WANG W Y, BADINQUUYING, et al. Herbivory and Competition of Tibetan Steppe Vegetation in Winter Pasture: Effects of Livestock Exclusion and Plateau Pika Reduction [J]. *PLoS One*, 2015, 10(7):e0132897.
- [26] WANGDWEI M, FOX J L. Habitat selection by sympatric chiru and Tibetan gazelle in the aru basin, changtang nature reserve, tibet autonomous region, China [J]. *Acta Theriologica Sinica*, 2008, 28(3):225-231.
- [27] 米玛旺堆, 次仁, TORSTEIN S. 浅谈珍稀野生动物的保护与当地居民的利益冲突 [J]. *西藏大学学报*, 2008, 33(1):90-94.
- [28] SU J H, ARYAL A, HEGAB I M, et al. Decreasing Brown Bear (*Ursus arctos*) Habitat Due to Climate Change in Central Asia and the Asian Highlands [J]. *Ecology and Evolution*, 2018, 8(23):11887-11899.
- [29] MARGULES C R, PRESSEY R L. Systematic Conservation Planning [J]. *Nature*, 2000, 405(6783):243-253.
- [30] ZUKOWSKI B, ORMSBY A. Andean Bear Livestock Depredation and Community Perceptions in Northern Ecuador [J]. *Human Dimensions of Wildlife*, 2016, 21(2):111-126.
- [31] REDPATH S M, YOUNG J, EVELY A, et al. Understanding and Managing Conservation Conflicts [J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 2013, 28(2):100-109.
- [32] CAN Ö E, D'CRUZE N, GARSHELIS D L, et al. Resolving Human-Bear Conflict: a Global Survey of Countries, Experts, and Key Factors [J]. *Conservation Letters*, 2014, 7(6):501-513.
- [33] WILDER J M, MANGIPANE L S, ATWOOD T, et al. Efficacy of Bear Spray as a Deterrent Against Polar Bears [J]. *Wildlife Society Bulletin*, 2023, 47(1):e1403.
- [34] MILLER S, WILSON R R, MANGIPANE L S, et al. Efficacy of Deterrents for Mitigating Human-Polar Bear Conflict in Northern Alaska [J]. *Wildlife Society Bulletin*, 2025, 49(2):e1589.
- [35] 谢培根, 胡馨予, 俞可心, 等. 棕熊分子鉴定方法的建立与应用 [J]. *野生动物学报*, 2022, 43(2):364-369.