

西藏色季拉山鸟类资源

戴鹏¹ 安伯羽¹ 任禾¹ 赵璐璐¹ 彭志伟² 罗大庆¹ 伊剑锋³ 刘威³ 范丽卿^{1*}

(1. 西藏农牧大学高原生态研究所, 青藏高原森林生态教育部重点实验室/西藏林芝市陆生野生动物疫病监测站, 西藏林芝 860000; 2. 山西医科大学基础医学院生物化学与分子生物学教研室, 山西太原 030001; 3. 生态环境部南京环境科学研究所, 江苏南京 210042)

摘要 生物多样性热点区域生物资源调查与监测是保护生物多样性和探索可持续发展的重要基础。西藏色季拉山位于藏东南, 是青藏高原鸟类资源最丰富的区域之一。基于样线法(2016-2022年)和红外相机陷阱法(2021-2023年)对色季拉山的鸟类多样性进行系统调查并结合历史资料, 色季拉山共记录鸟类18目59科234种, 以雀形目鸟类居多(151种, 64.53%)。色季拉山珍稀濒危鸟类物种丰富, 共有国家重点保护鸟类39种, 包括8种国家一级保护鸟类和31种国家二级保护鸟类; 被IUCN评估为濒危、易危和近危的鸟类共有32种; 列入《濒危野生动植物种国际贸易公约(CITES)》附录I、II、III的分别有4、19和1种; 中国特有鸟类有7种, 且均为青藏高原特有种。在区系上, 色季拉山鸟类呈现出南北混杂的特点, 古北界和东洋界物种分别占有所有鸟种的51.28%和45.73%, 并且主要为喜马拉雅—横断山区型鸟类(84种, 35.90%)。在居留型上, 以留鸟(132种, 56.41%)和夏候鸟(68种, 29.06%)为主。此外, 色季拉山拥有大量的杂食(103种, 44.02%)和食虫鸟类(89种, 38.03%)。色季拉山大部分鸟类的巢型为开放巢(174种, 74.36%), 其次为洞巢(52种, 22.22%), 巢址有地面、水面、灌丛、树冠和岩壁5种类型, 以树冠(76种, 32.48%)和地面(69种, 29.49%)为主。大部分鸟类(129种, 55.13%)集小群活动, 70种(29.91%)鸟类单独或成对活动, 21种鸟类集大群活动。色季拉山鸟类多样性丰富, 珍稀濒危保护物种数量众多, 是青藏高原生物多样性保护的关键区域, 本结果可为色季拉山的生物多样性保护管理提供科学依据。

关键词 濒危; 色季拉山; 生物多样性; 特有种

中图分类号: Q958

文献标志码: A

文章编号: 2096-4781(2025)06-0777-08

DOI: 10.19707/j.cnki.jpa.2025.06.011

Bird Resources in Sejila Mountain of Xizang

DAI Peng¹, AN Boyu¹, REN He¹, ZHAO Lulu¹, PENG Zhiwei², LUO Daqing¹, YI Jianfeng³,
LIU Wei³, FAN Liqing^{1*}

(1. Key Laboratory of Forest Ecology in Xizang Plateau of the Ministry of Education/Linzi National Monitoring Station of Epidemic Source & Disease of Terrestrial Wild Animals, Institute of Plateau Ecology, Xizang Agricultural & Animal Husbandry University, Linzi, Xizang 860000, China; 2. Department of Biochemistry and Molecular Biology, School of Basic Medicine, Shanxi Medical University, Taiyuan, Shanxi 030001, China; 3. Nanjing Institute of Environmental Science, Ministry of Ecology and Environment, Nanjing, Jiangsu 210042, China)

Abstract: Studying bird diversity of Sejila Mountain of Xizang, which is one hotspot of bird

收稿日期: 2025-02-28

作者简介: 戴鹏(2000-), 男, 汉族, 湖北黄冈人, 硕士生。研究方向: 主要从事鸟类生态学方面的研究。

通信作者: 范丽卿(1982-), 女, 汉族, 福建大田人, 博士, 副教授。研究方向: 主要从事动物生态学方面的研究。

基金项目: 生态环境部生物多样性调查、观测与评估(B2019-268); 2024年度青藏高原森林生态教育部重点实验室研究生创新计划(XZAJYBSYS-202411)。

resources worldwide, can provide a basis for avian theoretical research and biodiversity conservation. This study used line transects from 2016 to 2022 and camera traps from 2021 - 2023 to investigate the bird diversity in Sejila Mountain in Xizang, China. A total of 234 bird species in 18 orders and 59 families were recorded in the Sejila Mountain. Passerines comprised the majority of the total recorded bird species (151 species, 64.53%). 8 species were listed as Class I national protected animals, while 31 species were listed as Class II national protected animals. Moreover, 7 Chinese endemic birds were recorded in Sejila Mountain. In terms of fauna, birds of Sejila Mountain exhibit a mixed pattern of north and south, with species from the Palearctic and Oriental realms accounting for 51.28% and 45.73% of all bird species, respectively, and mainly consisting of Himalayan-Hengduan Mountains type (84 species, 35.90%). Resident (132 species, 56.41%) and summer migratory (68 species, 29.06%) are the main migrant status. Most birds are omnivorous (103 species, 44.02%) and carnivorous (89 species, 38.03 %). The nest types of most birds are open nests (74.36%), followed by cave nests (22.22 %). There are five types of nest sites: ground, water, shrubs, tree crowns, and rock walls, with tree crowns (32.48%) and ground (29.49%) as the main types. As for flocking status, most bird species (129 species, 55.13%) gather in small groups, 70 species (29.91%) are solitary or in paired, and 21 species gather in large groups. In summary, Sejila Mountain has abundant bird resources, with many endangered and endemic bird species. The results can provide a scientific basis for biodiversity conservation in Sejila Mountain.

Key words: Endangered; Sejila Mountain; Biodiversity; Endemic species

目前,生物多样性保护受到全世界的关注,相关研究有助于认识生态系统的演化和生态功能,探索生态旅游等可持续发展方式,具有重要的社会和经济价值^[1,2]。近年来,在全球气候变化和人类活动干扰等因素的多重影响下,我国生物多样性丧失趋势并未得到明显扭转^[3]。与此同时,世界范围内针对生物多样性热点区域的自然历史研究及数据的短缺成为制定生物多样性保护政策的最大阻碍之一^[4]。因此,通过本底调查来摸清目标区域内生物资源的保有现状及其动态变化是提升生物多样性保护工作水平的重要基础^[5]。

青藏高原独特的地理位置和气候条件使其成为世界上海拔最高的生物资源宝库,区域内植被类型沿海拔垂直变化,也是国内鸟类多样性最高的区域之一^[6,7]。长期以来,我国鸟类学者针对青藏高原鸟类开展了大量研究工作^[8]。近年发表的多项重要研究通过长期野外调查、比较基因组学等手段,探讨了青藏高原鸟类的生态学和遗传学特征的演化历史,以及演化历史与鸟类适应极端环境的关系,填补了世界高海拔鸟类研究空白^[9-11]。鸟类作为生物多样性的重要成分,其多样性变化可作为环境与生态系统健康状态的指标^[12]。然而,当前,鸟类多样性面临着气候变化等多种人类干扰带来的威胁。研究显示气候变化导致鸟类的死亡率上升或者繁殖周期与食物资源丰度的不匹配,从而造成种群数量下降^[13,14]。青藏高原东部区域湿地面积正因逐年减少的降水量而不断退缩,这导致藏雪鸡(*Tetraogallus tibetianus*)等高原特有的鸡形目、鹤形目鸟类的潜在栖息地范围逐渐缩小;未来数十年,多数鸟类活动范围将向更高的海拔区域转移^[15]。此外,非法捕猎、野生动物贸易等因素也导致了鸟类多样性和种群数量的加速下降^[16]。因此,保护青藏高原鸟类多样性对于我国鸟类学研究与物种保护均有着重要意义^[8,17]。

色季拉山位于西藏林芝市,所属的藏东南区域是中国35个生物多样性优先保护区域之一^[18]。色季拉

山拥有森林、草地、河流和湖泊等多种生态系统，各类生物资源丰富且较少受到人为干扰，天然植被和生态系统基本仍保持在原生态状态，颇具鸟类多样性保护和研究价值^[19,20]。然而，针对该区域鸟类物种资源的调查较少，相关资料匮乏。为此，本研究基于样线法和红外相机陷阱法对色季拉山的鸟类多样性进行系统调查，并对该区域鸟类的物种组成、区系、分布型、居留型、生态学特征等进行分析，以期对色季拉山鸟类多样性的保护研究和管理提供基础数据。

1 研究方法

1.1 研究地点

色季拉山（29°10′-30°15′N，93°12′-95°35′E）位于西藏自治区林芝市巴宜区境内，地处喜马拉雅山脉与念青唐古拉山的结合处，海拔梯度大，平均海拔3 000 m以上^[21]。该区域年均温度-0.75 °C，最暖月（7月）平均气温为9.8 °C，最冷月（1月）平均气温为-13.8 °C^[22]，位于藏东南半湿润和湿润气候区的分界线上，气候复杂，受印度洋湿润季风气流影响，呈现干湿季分明、冬春季少雨干燥、夏秋季降水多的特点，且降水量随海拔变化复杂，表现出中海拔区域降水较少、高海拔区域降水量随海拔升高而增加的现象^[23]。色季拉山植被类型多样，从低海拔至高海拔依次为落叶阔叶林、常绿硬叶林、针阔混交林、亚高山暗针叶林、高山灌丛、高山草地和高寒草甸^[24]。

1.2 野外调查

2016至2022年的4-8月，采用可变宽度样线法^[25]进行鸟类调查，依据色季拉山地形、水系、动物地理区划、生境等特征，共设置27条样线（图1），样线海拔2 000~4 500 m，每条样线长1~3 km；调查人员2~4人一组，使用两步路APP记录调查轨迹；使用双筒望远镜观察并记录样线左右两侧的鸟类物种及数量；使用索尼a9相机对鸟类进行拍照；使用索尼录音笔（ICD-PX470）记录鸣声。每条样线每年调查2次，2次调查间隔1个月以上。调查选择晴朗无大风的清晨和傍晚进行。

2021-2023年，在色季拉山架设红外相机（海拔2 040~4 680 m，图1）进行鸟类调查。相机离地30~80 cm，设置为“拍照”模式，被触发后连续拍照3张，灵敏度为“中”。共架设55台，架设1年后回收，回收相机中有22台（海拔2 470~4 620 m）拍摄到鸟类，其中4台相机连续监测2年，18台连续监测1年。

此外，在对排龙村2位村民的访问调查中得知该地有棕尾虹雉（*Lophophorus impejanus*）分布，结合历史资料^[26]确有记载，将该物种补充至调查结果中。

1.3 数据处理与分析

对野外调查的鸟类进行物种鉴定^[27]，结合历史资料^[26]，编制色季拉山鸟类名录（附表），并整理各个物种的居留型^[28]、区系^[6,28]、分布型^[6]、保护级别^[29]、特有种^[16,30]、濒危等级^[16]以及食性、巢型、巢址和集群状况等生态习性^[30]。

2 结果

2.1 物种组成

色季拉山共有鸟类18目59科234种（附表），除了棕尾虹雉未在本次调查中被观测到外，其余物种均

被观测到。色季拉山的鸟类物种以雀形目为主，共有151种，占本研究所调查鸟类总种数的64.53%；雁形目次之，有16种，占6.84%；鹰形目和鸮形目物种分别有12、11种，各占5.13%和4.70%。在雀形目中，以鹡科、燕雀科和柳莺科鸟类居多，分别有26、18和14种；其次为噪鹛科和鸦科，分别有10和9种。非雀形目鸟类中，鸭科、鹰科和雉科的物种最多，分别为16、11和8种。

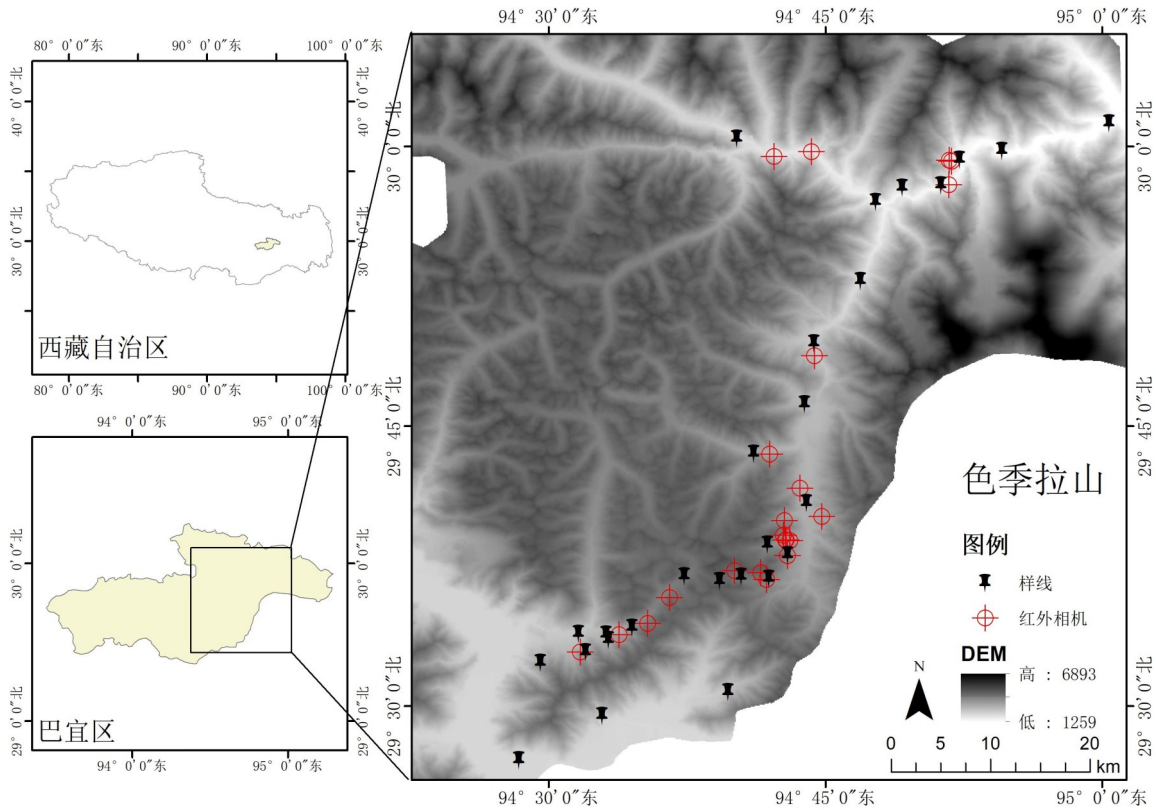


图1 色季拉山鸟类调查样线、红外相机分布图

Fig.1 Distribution of bird transect lines and camera traps in Sejila Moutain.

2.2 珍稀濒危情况

本次调查共记录国家重点保护鸟类39种，占所调查鸟类物种总数的16.67%，主要分布在鹰形目、雀形目和鸡形目中（表1）。其中，国家一级保护鸟类8种，分别为黄喉雉鹑 (*Tetraophasis szechenyii*)、棕尾虹雉、黑颈鹤 (*Grus nigricollis*)、胡兀鹫 (*Gypaetus barbatus*)、草原雕 (*Aquila nipalensis*)、金雕 (*A. chrysaetos*)、白尾海雕 (*Haliaeetus albicilla*) 和猎隼 (*Falco cherrug*)；国家二级保护鸟类包括环颈山鹧鸪 (*Arborophila torqueola*)、血雉 (*Ithaginis cruentus*)、红腹角雉 (*Tragopan temminckii*)、黑鹇 (*Lophura leucomelanos*)、藏马鸡 (*Crossoptilon harmani*)、楔尾绿鸠 (*Treron sphenurus*)、灰鹤 (*Grus grus*)、鸮嘴鹞 (*Ibidorhyncha struthersii*)、鸮 (*Pandion haliaetus*)、高山兀鹫 (*Gyps himalayensis*)、凤头鹰 (*Accipiter trivirgatus*) 等31种。

色季拉山鸟类中共有32种 (13.68%) 被IUCN评估为濒危 (EN)、易危 (VU) 和近危 (NT)，其中，濒危鸟类1种，即猎隼；易危鸟类7种，包括黄喉雉鹑、黑颈鹤、草原雕、金雕、白尾海雕、大鵟 (*Buteo hemilasius*) 和大紫胸鹦鹳 (*Psittacula derbiana*)；近危鸟类24种。此外，栗喉鹖鹛 (*Pteruthius*

melanotis) 和棕腹林鸮 (*Tarsiger hyperythrus*) 被列为数据缺乏 (DD)。

列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES 公约) 的鸟类共有 24 种, 占所调查鸟类物种总数的 10.26% (表 1)。其中, 被列入 CITES 公约附录 I 的物种 4 种: 藏马鸡、棕尾虹雉、黑颈鹤和白尾海雕; 被列入附录 II 的有 19 种, 主要为鹰形目鸟类; 此外, 黑鹇被列入附录 III。

色季拉山共有 7 种中国特有鸟种 (表 1), 且均为青藏高原特有物种, 占所调查鸟类物种总数的 2.99%。除凤头雀莺 (*Leptopoeile elegans*) 较为罕见外, 其他 6 种特有鸟种: 黄喉雉鹑、藏马鸡、中华雀鹀 (*Fulvetta striaticollis*)、大噪鹛 (*Garrulax maximus*)、灰腹噪鹛 (*Trochalopteron henrici*) 和斑翅朱雀 (*Carpodacus trifasciatus*) 均在研究区域有一定的种群分布。

表 1 西藏色季拉山珍稀鸟类组成

Tab.1 The protected status of birds in Xizang's Sejila Mountain

物种数	国家重点保护	受威胁物种	附录	中国特有种
鸡形目 Galliformes	7	6	4	2
雁形目 Anseriformes	-	2	-	-
鸕鹚目 Podicipediformes	1	-	-	-
鸽形目 Columbiformes	1	1	-	-
夜鹰目 Caprimulgiformes	-	1	-	-
鸱形目 Cuculiformes	-	-	-	-
鹤形目 Gruiformes	2	2	2	-
鸨形目 Charadriiformes	1	2	-	-
鹳形目 Suliformes	-	-	-	-
鹈形目 Pelecaniformes	-	-	-	-
鹰形目 Accipitriformes	12	9	12	-
鸢形目 Strigiformes	1	1	1	-
犀鸟目 Bucerotiformes	-	-	-	-
佛法僧目 Coraciiformes	-	-	-	-
啄木鸟目 Piciformes	2	-	-	-
隼形目 Falconiformes	3	1	3	-
鸚鵡目 Psittaciformes	1	1	1	-
雀形目 Passeriformes	8	6	1	5
总计	39	32	24	7

2.3 区系组成、分布型和居留型

在区系组成上, 色季拉山鸟类以古北界和东洋界鸟类为主, 分别有 120 种 (51.28%) 和 107 种 (45.73%), 而广布种 (古北界与东洋界均有分布) 仅有 7 种 (2.99%)。在分布型上, 35.90% 的色季拉山鸟类为喜马拉雅—横断山区型为主, 共有 84 种, 其中 61 种为横断山及喜马拉雅 (南翼为主) 型。其次, 东洋型和古北型各有 37 种 (15.8%) 和 35 种 (14.96%)。不易归类的分布和全北型分别有 24 (10.26%) 和 23 种 (9.83%)。此外, 有 13 种 (5.56%) 鸟类为高地型。

从居留型来看, 色季拉山大部分鸟类 (200 种, 85.47%) 为繁殖鸟, 包括 132 种 (56.41%) 留鸟和 68 种 (29.06%) 夏候鸟; 9 种鸟类冬季在此越冬; 迁徙途经林芝的旅鸟有 24 种; 北椋鸟 (*Agropsar sturninus*) 仅被观测到 1 次, 居留型暂且不明 (附表)。此外, 一些物种在此既是夏候鸟, 又是越冬鸟或旅鸟, 如斑头雁 (*Anser indicus*)、渔鸥 (*Ichthyaelus ichthyaelus*) 和小云雀 (*Alauda gulgula*) 等。

2.4 生态习性

在食性上,色季拉山的鸟类以杂食性为主($n=103$, 44.02%),其中,71种为雀形目鸟类,占有杂食性鸟类的68.93%;14种雁形目和8种鸡形目鸟类也为杂食。其次,色季拉山共有89种(38.03%)鸟类食虫,主要为雀形目鸟类($n=71$),尤其是柳莺科(14种)和鹟科(21种)。32种鸟类食肉或既食肉又食虫或食腐。2种鸟类,即高山兀鹫和胡兀鹫仅食腐。4种鸟类以果实和种子为食;1种鸟类,即蓝喉太阳鸟(*Aethopyga gouldiae*)以花为食。最后,黑胸山鹳(*Prinia atrogularis*)和蓝眉林鹟(*Tarsiger rufilatus*)的食性尚且不明。

在巢型方面,大部分鸟类为开放巢(174种, 74.36%),其次为洞巢(52种, 22.22%),此外,3种杜鹃为寄生巢。5种巢址类型的鸟类在色季拉山都有分布。营地面巢的鸟类共有69种(29.49%),主要是以雀形目(33种)、雁形目(14种)和鸽形目(11种)为主,最多的科依次为鸭科(14种)、鹟科(14种)、雉科(7种)和柳莺科(7种)。在水面上营巢的鸟类共有4种。在灌丛营巢的鸟类都为雀形目鸟类(53种, 22.65%),以燕雀科(11种)和噪鹛科(10种)鸟类为主。76种鸟类在树冠营巢,种类最多的为雀形目(47种)、鹰形目(8种)和啄木鸟目(6种),以鹰科(7种)、鸦科(7种)、山雀科(6种)和鹟科(6种)为主。24种鸟类在岩壁上营巢,其中15种为雀形目,代表性物种有烟腹毛脚燕(*Delichon dasypus*)、白腰雨燕(*Apus pacificus*)和胡兀鹫等燕科、雨燕科和鹰科鸟类。此外,喜山鵟(*Buteo refectus*)、栗喉鵟鹞和大山雀(*Parus minor*)的巢型未知,而3种杜鹃科寄生鸟类不营巢。

大部分的鸟类(129种, 55.13%)集小群活动,数量最多的科为燕雀科(13种)、噪鹛科(9种)、鹟科(8种)和雉科(7种)。70种(29.91%)鸟类为单独或成对活动,不集群,主要包括46种雀形目和8种鹰形目。21种鸟类集大群活动,以雁形目(10种)和雀形目(7种)为主。此外,有7种鸟类不集群或集小群活动;蓝大翅鹟(*Grandala coelicolor*)和藏黄雀(*Spinus thibetanus*)多集小群,在冬季时也常集大群活动。丘鹑(*Scolopax rusticola*)等5种鸟类是否集群尚不明确。

3 讨论

色季拉山鸟类物种十分丰富,共有鸟类18目59科234种(附表),分别占全国鸟类总种数($n=1505$)、总科数($n=115$)、总目数($n=26$)^[28]的15.55%、51.30%、69.23%。该区域地处喜马拉雅山脉与念青唐古拉山汇合的高山峡谷地带,复杂的地形地貌、较大的海拔落差(2000~5300m)造就了多样的气候和丰富的植被类型^[31],能够为各种鸟类提供充足的食物、适宜的栖息环境和各种类型的巢址^[5,19],吸引了众多留鸟和夏候鸟(200种, 85.47%)在此繁殖。同时,这些鸟类主要为杂食性、食虫性和食肉性鸟类,是色季拉山生态系统复杂食物网的重要组成,对于该区域生态系统结构与功能及其稳定性至关重要。

在动物地理区系上,色季拉山鸟类的古北界(51.28%)和东洋界(45.73%)成分占比相当,这与该区域为青藏高原东南部古北界和东洋界的交汇处^[6]有关,色季拉山高海拔地区主要分布着古北界鸟类,而低海拔地区以东洋界鸟类为主。在分布型上,该地区的鸟类具有鲜明的喜马拉雅—横断山区特色,尤其是横断山及喜马拉雅(南翼为主)型(26.07%),如血雉、红腹角雉、长尾山椒鸟(*Pericrocotus ethologus*)和黄腹扇尾鹟(*Chelidorhynch hypoxanthus*)等鸟类。

色季拉山珍稀濒危鸟类资源丰富,国家重点保护鸟类种数占全国的9.90%^[29],受威胁鸟种比例高于全

国鸟类总体水平^[7]，这与其特殊的地理位置和良好的生态环境有关。色季拉山的鸡形目和鹰形目鸟类种类丰富，其中黄喉雉鹑和藏马鸡为青藏高原特有的雉科鸟类。关键物种对于维持生态系统的稳定性不可或缺，例如，位于食物链顶端的鹰形目鸟类是控制草原鼠害的重要生物防治途径；高山兀鹫等食腐性鸟类在遏制高原病菌传播中不可或缺，也是藏族天葬文化中不可或缺的角色^[32-35]。然而，受极端气候事件频发叠加非法捕猎、砍伐森林等人类活动的影响，全球雉科和鹤科等大型鸟类面临着栖息地丧失和种群数量快速下降的严重威胁，鹰科鸟类的保护现状同样不容乐观^[16,36]。林芝市各类生境保护状况较好，但也偶有盗猎事件发生。以上诸多威胁因素的综合影响已成为各类自然保护地在鸟类多样性保护工作中必须面对的挑战。

建立自然保护地和利用旗舰物种的“伞护效应”可有效推动生物多样性保护工作，而对目标保护区域内鸟类物种资源进行完整的本底调查是提出有效保护政策的前提^[37-39]。本研究对色季拉山鸟类资源进行了多年的长期野外调查，但红外相机的架设时间较短，且只对地面鸟类进行监测，今后应继续结合样线法、红外相机、声学检测等多种物种资源调查技术的优势，及时掌握区域内鸟类多样性现状与动态变化^[40]。此外，随着西藏地方经济和旅游业的发展，日益增多的人为干扰也给色季拉山等青藏高原保护地的鸟类多样性保护工作带来新的挑战。作为西藏生态旅游热点景区，色季拉山在保护管理实践中应重视物种自然历史数据的基础科学调查，提升公众的鸟类保护意识，平衡生物多样性保护与生态系统服务供应间的关系，以推动当地经济的可持续发展^[12,41]。

参考文献：

- [1] Minin ED, Macmillan DC, Goodman PS, et al. Conservation businesses and conservation planning in a biological diversity hotspot[J]. *Conservation Biology*, 2013,27(4):808-820.
- [2] an H Z, Huang M P, Chen Y H, et al. Conservation priorities for global marine biodiversity across multiple dimensions[J]. *National Science Review*, 2023,10(6):nwac241.
- [3] 克平,任海,龙春林.生物多样性保护需要更多的研究[J]. *广西植物*,2023,43(8):1347-1349.
- [4] tard A, Morrill S, Newbold T. Global gaps in trait data for terrestrial vertebrates[J]. *Global Ecology and Biogeography*, 2020,29(12):2143 - 2158.
- [5] 云瑞,韦雪蕾,张国锋,等.湖北五峰后河国家级自然保护区鸟类多样性[J]. *生物多样性*,2022,30(07):223-229.
- [6] 荣祖. *中国动物地理*[M]. 北京:科学出版社,2011.
- [7] 雁云,张正旺,董路,等.中国鸟类红色名录评估[J]. *生物多样性*,2016,24(5):568-577.
- [8] 卢欣. *中国青藏高原鸟类*[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,2018.
- [9] ei F, Qu Y, Song G, et al. The potential drivers in forming avian biodiversity hotspots in the east Himalaya mountains of southwest China[J]. *Integrative Zoology*, 2015,10(2):171 - 181.
- [10] Wang C C, Lu X. Hamilton's inclusive fitness maintains heritable altruism polymorphism through $r*b=c$ [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2018,115:1860-1864.
- [11] Cheng Y, Miller M J, Zhang D, et al. Parallel genomic responses to historical climate change and high elevation in East Asian songbirds[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2021,118(50):e2023918118.
- [12] Liu X, Zhao Y, Zeng D, et al. Characterizing bird species for achieving the win-wins of conserving biodiversity and enhancing regulating ecosystem services in urban green spaces[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2023,87:128064.
- [13] Lv L, Liu Y, Osmond H L, et al. When to start and when to stop: Effects of climate on breeding in a multi-brooded songbird[J]. *Global Change Biology*, 2020,26(2):443-457.

- [14] Lv L, van de Pol M, Osmond H L, et al. Winter mortality of a passerine bird increases following hotter summers and during winters with higher maximum temperatures[J]. *Science Advances*, 2023,9(1):eabm0197.
- [15] Li B, Liang C, Song P, et al. Threatened birds face new distribution under future climate change on the Qinghai-Tibet Plateau (QTP) [J]. *Ecological Indicators*, 2023,150:110217.
- [16] 张雁云,郑光美. 中国生物多样性红色名录:脊椎动物(第二卷)鸟类[M]. 北京:科学出版社,2021.
- [17] 高红梅,蔡振媛,覃雯,等. 三江源国家公园鸟类物种多样性研究[J]. *生态学报*,2019,39(22):8254-8270.
- [18] 国家生态环境部. 中国生物多样性保护战略与行动计划(2011~2030年).2010.https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201009/t20100921_194841.htm.
- [19] 樊海德,贺凯,王壮壮,等. 西藏不同海拔梯度及不同行政地区鸟类属种数量分布分析[J]. *高原科学研究*,2020,4(3):62-66.
- [20] 王瑞红,杨东升. 色季拉山急尖长苞冷杉林下苔藓植物多样性研究[J]. *高原农业*,2019,3(02):117-123+180.
- [21] 马和平,郑维列,石玉龙,等. 西藏色季拉山藓类植物与环境关系的研究[J]. *高原农业*,2019,3(03):231-238+287.
- [22] 马和平,东主. 西藏色季拉山北坡表层土壤有机碳垂直分布特征研究[J]. *高原农业*,2020,4(02):115-122.
- [23] 罗伦,旦增,朱立平,等. 藏东南色季拉山气温和降水垂直梯度变化[J]. *高原气象*,2021,40(1):37-46.
- [24] 柴勇,樊国盛,李乡旺,等. 西藏色季拉山种子植物垂直带谱的划分与分布特点研究[J]. *广西植物*,2004,(02):107-112,106.
- [25] 环境保护部. 生物多样性观测技术导则-鸟类. 中华人民共和国国家环境保护标准(HJ 710.4-2014),2014.
- [26] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏鸟类志[M]. 北京:科学出版社,1983.
- [27] 约翰·马敬能. 中国鸟类野外手册[M]. 北京:商务印书馆,2022.
- [28] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录(第4版)[M]. 北京:科学出版社,2023.
- [29] 国家林业和草原局,农业农村部. 国家重点保护野生动物名录(2021年2月1日修订)[J]. *野生动物学报*,2021,42(02):605-640.
- [30] 王彦平,宋云枫,钟雨茜等. 中国鸟类的生活史和生态学特征数据集[J]. *生物多样性*,2021,29(9):1149-1153.
- [31] 高辉,刘丽娟,方江平. 西藏色季拉山森林群落沿海拔梯度变化格局[J]. *广西师范大学学报:自然科学版*,2020,38(6):122-130.
- [32] Cardinale B J, Duffy J E, Gonzalez A, et al. Biodiversity loss and its impact on humanity[J]. *Nature*, 2012,486(7401):59-67.
- [33] Dabalà A, Dahdouh-Guebas F, Dunn D C, et al. Priority areas to protect mangroves and maximise ecosystem services[J]. *Nature Communications*, 2023,14(1):5863.
- [34] 仓决卓玛,李建川,索朗次仁,等. 高原鼠兔对藏北草原的危害及其主要天敌[J]. *西藏科技*,2010(01):65-67.
- [35] Zou D, Tian S, Zhang T, et al. Vulture genomes reveal molecular adaptations underlying obligate scavenging and low levels of genetic diversity[J]. *Molecular Biology and Evolution*, 2021,38(9):3649-3663.
- [36] 郑光美. 中国雉类[M]. 北京:高等教育出版社,2015.
- [37] Xiao H T, Hu Y G, Lang Z D, et al. How much do we know about the breeding biology of bird species in the world[J]? *Journal of Avian Biology*, 2017,48:513 - 518.
- [38] Cazalis V, Princé K, Mihoub J B, et al. Effectiveness of protected areas in conserving tropical forest birds[J]. *Nature Communications*, 2020,11(1):4461.
- [39] Wang B, Zhong X, Xu Y, et al. Optimizing the Giant Panda National Park's zoning designations as an example for extending conservation from flagship species to regional biodiversity[J]. *Biological Conservation*, 2023,281:109996.
- [40] 吴政浩,丁志锋,周智鑫,等. 中国陆生脊椎动物野外调查的发展现状与文献分析[J]. *生物多样性*,2023,31(03):202-219.
- [41] Peng Z W, Zhang L X, Lu X. Global gaps in age data based on skeletochronology for amphibians[J]. *Integrative Zoology*, 2022, 17(5):752-763.