



•研究报告•

南岭哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局及其影响因子

王丽媛^{1,2}, 胡慧建¹, 姜杰³, 胡一鸣^{1*}

1. 广东省科学院动物研究所, 广东省动物保护与资源利用重点实验室, 广东省野生动物保护与利用公共实验室, 广州 510260; 2. 中山大学生态学院, 广东深圳 518107; 3. 广东省林业调查规划院, 广州 510520

摘要: 作为华南地区的最大山脉和重要自然地理界线, 南岭是物种丰富度研究的热点区域之一。但是已有的物种丰富度相关研究集中在局部区域和单个生物类群, 缺乏对于整个南岭区域哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局及其影响因子的研究。本研究利用南岭区域123种哺乳类和524种鸟类的地理分布数据, 构建了整个南岭山脉的哺乳类和鸟类的物种丰富度空间分布格局。此外, 我们利用路径分析和空间误差模型, 探讨多种环境因子(气候、生产力、人类活动、生境异质性和海拔)对南岭哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局的影响。南岭地区哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局差异较大: 哺乳类物种丰富度热点区域在南岭地区的西南部山地, 丰富度空间分布格局总体自西向东递减; 鸟类物种丰富度热点区域在南岭地区的东南部低地, 丰富度空间分布格局总体自东南向西北递减。路径分析和空间误差模型显示, 温度相关因子对于南岭哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局影响最大。在温度相关的两个因子中, 年均温与哺乳类物种丰富度呈负相关, 与鸟类却呈正相关; 气温年较差与哺乳类呈正相关, 与鸟类却呈负相关。年均温和气温年较差对哺乳类和鸟类影响的差异可能是由哺乳类和鸟类在生理适应性和行为策略上的差异所导致。

关键词: 南岭; 哺乳类; 鸟类; 物种丰富度; 分布格局; 影响因子

王丽媛, 胡慧建, 姜杰, 胡一鸣 (2024) 南岭哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局及其影响因子. 生物多样性, 32, 23026. doi: 10.17520/biods.2023026.

Wang LY, Hu HJ, Jiang J, Hu YM (2024) Species richness patterns of mammals and birds and their drivers in the Nanling Mountain Range. Biodiversity Science, 32, 23026. doi: 10.17520/biods.2023026.

Species richness patterns of mammals and birds and their drivers in the Nanling Mountain Range

Liyuan Wang^{1,2}, Huijian Hu¹, Jie Jiang³, Yiming Hu^{1*}

1 Guangdong Key Laboratory of Animal Conservation and Resource Utilization, Guangdong Public Laboratory of Wild Animal Conservation and Utilization, Institute of Zoology, Guangdong Academy of Sciences, Guangzhou 510260

2 School of Ecology, Sun Yat-sen University, Shenzhen, Guangdong 518107

3 Guangdong Forestry Survey and Planning Institute, Guangzhou 510520

ABSTRACT

Aims: The Nanling Mountains are a prominent mountain range serving as a natural geographical boundary in southern China and are recognized as one of the world's biodiversity hotspots. However, past studies on species richness in the Nanling Mountains have primarily focused on specific taxa and at localized scales. This has led to a dearth of research concerning the comprehensive spatial patterns of fauna across the entire Nanling region. The objective of this study is to identify the large-scale patterns and drivers of mammalian and avian species richness and offer insights to support the conservation of Nanling's biodiversity.

Methods: Using geographical data for 123 mammal species and 524 bird species, we investigated the distribution of species richness within the Nanling Mountains. Additionally, we employed path analysis (PA) and spatial error models

收稿日期: 2023-08-13; 接受日期: 2023-12-18

基金项目: 国家自然科学基金(31901109)、广东省2021年度自然资源事务管理—生态林业建设专项资金(2021GJGY001)、中国博士后科学基金(2021M700891)和广东省科学院科技发展专项(2022GDASZH-2022010105)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: huyiming@giz.gd.cn

to disentangle the impacts of various predictors (climate, productivity, human activity, habitat heterogeneity, and elevation) on species richness.

Results: The hotspot of mammal species richness was in the southwestern part of the Nanling region, with a decline in richness observed from west to east. Avian species richness was highest in the southeast of Nanling, gradually decreasing from southeast to northwest. The path analysis and spatial error models demonstrated that temperature-related factors exerted the most significant influence on the spatial distribution patterns of species richness for both mammalian and avian species. Two temperature-related factors had contrasting effects on species richness. The average annual temperature had a negative impact on mammals but a positive impact on birds; however, the annual range of temperature had a positive impact on mammals but a negative impact on birds.

Conclusions: Our findings highlight the contrasting spatial distribution patterns of mammalian and avian species richness in the Nanling Mountains. The differential impact of average annual temperature and the annual range of temperature on birds and mammals may arise from physiological adaptability and behavioral strategies.

Key words: Nanling; mammal; bird; species richness; distribution pattern; impact factor

物种丰富度在空间上的分布格局是一系列复杂过程的结果,反映了物种与环境的关系。因此,研究物种丰富度空间分布格局的形成机制或影响因子对于解决当今的生态环境问题有着重要的指导意义。物种丰富度空间分布格局受到多种因素的影响,如气候、生产力、人类活动、生境异质性、海拔等。气候可以直接或间接地影响物种分布。直接影响源于特定生物对于某气候因素的生理耐受性,气候直接限制了该物种的分布范围(Hawkins et al, 2003)。另外,气候可以通过影响某个地区生物赖以生存的其他环境因素(如植被类型、食物丰度、栖息地环境等)间接影响物种的空间分布(Davies et al, 2007; Jetz et al, 2009)。生产力假说也是解释物种分布的重要理论,其认为在生产力高的生态系统中有着充足可靠的可用资源,因此单位面积上能够维持更大的种群数量,同时充足的资源也降低了物种灭绝的风险,即物种丰富度与生产力呈正相关关系(Hurlbert & Stegen, 2014)。而生境异质性假说则认为,生境异质性高的地方能提供的生态位更多,有利于多个物种共存,因而物种多样性更高(Tews et al, 2004; Stein & Kreft, 2015; Stein et al, 2015)。另外,海拔综合了多种环境因子的梯度效应,是影响较大区域范围物种丰富度空间分布格局的重要因素之一(Kratochwil, 1999; Virkkala et al, 2010; Hof et al, 2012)。最后,由于人类活动造成了自然资源量改变、生境面积缩减以及土地覆被类型改变,对自然生态系统有着不可忽视的作用,因此人类活动也是影响物种丰富度空间分布格局的重要因素之一(He et al, 2018)。

山地生态系统在全球生态系统中的地位显要,

是研究物种丰富度的代表。山地具有很高的生境异质性,并且其环境随着地质构造、侵蚀和气候变化过程而不断改变(Badgley et al, 2017; Rahbek et al, 2019b)。持续变化的环境使得物种扩散并产生了地理隔离,并通过长时间的进化过程导致物种的分化,最终构建了山地高水平的物种丰富度(Antonelli et al, 2018): 全球大陆山地面积占全球陆地面积的比例不到15%,但是却承载了全球约87%的两栖类、鸟类和哺乳类物种丰富度(Rahbek et al, 2019a; García-Rodríguez et al, 2021)。因此,从进化过程上看,山地是为物种形成提供自然条件的摇篮(Fjeldså et al, 2012; Rangel et al, 2018)。

南岭是我国11个具有国际意义的陆地生物多样性关键地区之一(中国生物多样性国情研究报告编写组, 1998),属于《中国生物多样性保护战略与行动计划》(2011–2030年)确定的生物多样性保护优先区域(环境保护部, 2011)。同时,南岭作为中国南方分布范围最广的山脉,是中国重要的自然地理界线,也是长江水系、珠江水系的分水岭(庄长伟等, 2021)。虽然南岭具有丰富的生物资源,但是过去的相关研究以局部区域为主,如广东车八岭自然保护区的鸟类多样性分析(黄石林等, 2003)、南岭国家级自然保护区3种鸟类海拔梯度上的丰度季节性变化(Zou et al, 2019),以及广东连平黄牛石自然保护区的兽类初步调查(彭红元等, 2006)。然而,对于整个南岭山脉哺乳类和鸟类物种丰富度及其主要影响因素的研究依然匮乏。

本研究通过详尽的文献数据收集南岭地区鸟兽物种记录,结合南岭地区哺乳类和鸟类的地理分布数据构建整个南岭山脉地区上述类群的物种丰

富度空间分布格局,并结合环境因子(气候、生产力、人类活动足迹、生境异质性和海拔),利用路径分析和空间误差模型探究其潜在影响因子。通过探索南岭地区哺乳类和鸟类物种丰富度的空间分布格局及其主要影响因子,期望为南岭及其周边区域的保护提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域

南岭山脉位于中国福建、湖南、江西、广东、广西五省(区)交界处,为东西走向。地球同纬度最大面积的亚热带常绿阔叶林就位于南岭(徐卫等, 2022)。南岭海拔落差明显,其中主要的山岭如越城岭、都庞岭主峰的海拔均可达2,000 m。整个南岭山脉连续性不高,在各个高山之间有大面积东西走向的隘口和低海拔的丘陵山地(海拔500–1,200 m),兼有小面积的盆地、阶地、平原、丘陵(如喀斯特地貌)(缪绅裕等, 2020)。为涵盖地理学意义上的整个南岭山脉,本研究选择南岭山脉及其周边地区(23°37′–27°14′ N, 109°43′–116°41′ E; 图1)为研究区域,该区面积约为168,193 km²。

1.2 物种分布数据的获取

我们通过查阅发表时间在1980年至今的相关

文献及专著,构建南岭哺乳类和鸟类的名录。文献获取方式为:在中国知网、万方文献数据库,以“南岭”、“南岭五岭”(越城岭、都庞岭、萌渚岭、骑田岭、大庾岭)或南岭五岭周边山地具体地名搭配“哺乳类(兽类)”、“鸟类”为关键词;在Web of Science数据库,以“Nanling”、“the five ridges”(Yuechengling, Dupangling, Mengzhuling, Qitianling, Dayuling)或南岭五岭周边山地具体地名(如“Xinfeng County”)搭配“mammal”、“bird”为关键词,进行文献检索(附录1)。另外,通过南岭所在地区的地方动物志,补充南岭区域哺乳类和鸟类的物种丰富度数据。将所有南岭区域物种记录整合,得到研究区域的哺乳类和鸟类物种名录,并将其与中国观鸟记录中心网站(<http://www.birdreport.cn/>)的数据进行核对;删去错误和存疑分布数据后,得到研究区域哺乳类共123种,鸟类共524种(附录2)。哺乳类和鸟类的分类系统分别参考《中国生物多样性红色名录·脊椎动物》(蒋志刚, 2021)和《中国鸟类分类与分布名录》(第三版)(郑光美, 2017)。

1.3 哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局的构建

根据上述的南岭地区哺乳类和鸟类物种名录,我们从世界自然保护联盟濒危物种红色名录(IUCN Red List of Threatened Species, <https://www.iucnredlist>。

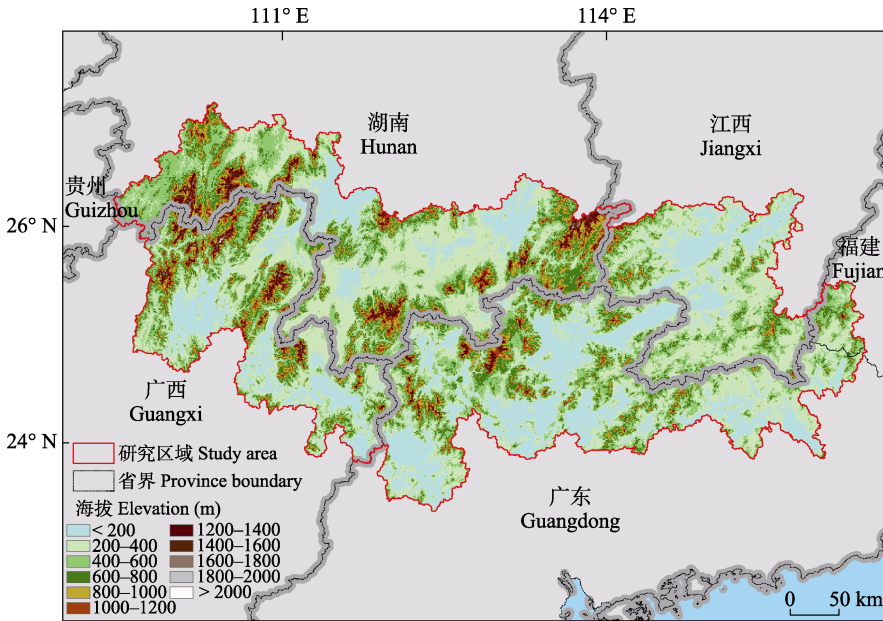


图1 南岭山脉及其周边区域地形图

Fig. 1 Generalized topographic map of the Nanling Mountains and surrounding area

org, 2021)网站获取各物种的地理分布数据(.shp格式文件), 与本研究所选用的分类系统核对后, 将这些物种的分布区域进行空间叠加, 然后以5 km × 5 km空间分辨率构建研究区域内物种丰富度空间分布格局(ArcGIS 10.4, Esri)。去除水面数据后, 最终包含了7,192个网格。我们以鸟兽物种丰富度的95%分位为阈值, 若网格内的物种丰富度超过该阈值, 则该网格属于物种丰富度热点区域。

1.4 影响因子的获取

我们引入8个变量对南岭区域哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局的影响因子进行分析, 包括气候因子、净初级生产力、人类足迹指数(human footprint index, HFP)、生境异质性(habitat heterogeneity, HH)和海拔(elevation, ELE), 分别对应于气候假说、生产力假说、人类活动的影响、生境异质性和海拔。我们在WorldClim数据库(<https://www.worldclim.org/>; version 2.0)获取气候因子共4个, 分别为年均温(average annual temperature, T)、气温年较差(annual range of temperature, TR)、年均降水量(average annual precipitation, P)和降水季节性差异(seasonal difference of precipitation, PS)。另外, 我们用归一化植被指数(normalized difference vegetation index, NDVI)代表净初级生产力。为了消除大气中微粒和云等对卫星图片的影响, 本研究选取了1980年至2022年的1月、4月、7月和10月卫星遥感数据来计算NDVI。卫星遥感数据来源于中国科学院计算机网络信息中心国际科学数据镜像网站(<http://www.gscloud.cn/>)。人类足迹指数是人口和基础设施数据的综合度量, 用于估计人类活动的影响, 该数据从EARTHDATA网站获取(<http://sedac.ciesin.columbia.edu>)。采用Shannon-Wiener多样性指数计算生境异质性(Turner & Gardner, 2015), 所用的土地利用因子数据来自GLOBELAND30数据集(<https://www.webmap.cn/main.do?method=index>; 下载日期: 2023-03-20)。海拔数据来自中国科学院计算机网络信息中心(<https://www.gscloud.cn/>)。上述数据的提取在ArcGIS 10.4软件中完成。

1.5 统计分析

我们利用路径分析(path analysis, PA; Grace, 2006)研究环境因子对哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局的直接和间接效应。我们先使用Pearson

相关系数检验了8个自变量之间的关系, 根据相关分析的结果去掉了相关性较高的1个变量, 即降水季节性差异(相关分析结果见附录3), 最终我们的模型包含了7个自变量。基于已有研究(Zhang et al, 2013; Encalada et al, 2019), 我们假设气候、海拔和人类活动可以对生产力和生境异质性产生影响, 从而直接或间接地影响物种丰富度。据此, 我们建立了以下3个路径:

直接路径: 鸟兽物种丰富度 $\sim T + TR + P + ELE + HFP + NDVI + HH$ (1)

间接路径1: $NDVI \sim T + TR + P + ELE + HFP$ (2)

间接路径2: $HH \sim T + TR + P + ELE + HFP$ (3)

根据已有研究, 本研究选用拟合优度指数(goodness-of-fit index, GFI)、比较适配指数(comparative fit index, CFI)和增值拟合指数(incremental fit index, IFI)对模型进行适配性检验, 一般认为, 若GFI、CFI和IFI都大于0.9, 则模型拟合良好(Grace, 2006; 温涵和梁韵斯, 2015; Xie et al, 2020)。另外, 我们计算了直接路径模型各个自变量的方差膨胀因子(variance inflation factor, VIF)以检验变量之间的潜在共线性; 模型的变量VIF值都小于10 (附录3), 其共线性属于可控范围(Dormann et al, 2013)。

考虑到各环境因子(变量)对物种丰富度空间分布格局的解释力可能会受到空间自相关的影响, 因此我们加入空间误差模型(spatial error model, SEM)对路径分析进行补充。我们首先将(正方形)网格外围两圈的24个网格作为邻接要素(neighbor), 计算出该网格中心点距离外围网格中心点的距离, 并创建基于距离范围的空间邻接矩阵; 然后对邻接要素之间的权重按照距离衰减的原则进行赋值, 创建空间权重矩阵; 最后创建7个自变量的空间误差模型。

SEM模型公式为: $y = X\beta + \varepsilon, \varepsilon = \lambda W\varepsilon + \mu$ 。 (4)

式中, ε 为误差项向量, λ 为空间误差参数, W 为 $n \times n$ 阶的空间权重矩阵, μ 为满足正态分布的随机误差向量。

上述分析均在R 3.4.3中进行, 其中, 路径分析使用lavaan包完成, 方差膨胀因子计算使用car包完成, 空间邻接矩阵和权重矩阵的创建使用spdep包完成, 空间误差模型的构建使用spatialreg包完成。

2 结果

2.1 南岭地区哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局

南岭地区每个网格(25 km²)内哺乳类的丰富度范围为57–92种, 鸟类为246–351种。哺乳类和鸟类的丰富度热点区域不同, 哺乳类主要分布在西南部而鸟类主要分布在东南部(图2; 哺乳类物种丰富度

阈值为89种, 鸟类为328种)。哺乳类的物种丰富度空间分布总体自西南部山地的中心向外围递减, 东西方向的丰富度差异比南北方向的差异显著; 分布热点区域位于南岭地区西南部, 为广西和湖南交界处的都庞岭及其周边地区; 物种丰富度最低的区域为东南部平原地区, 该区距海岸线较近(图2a)。鸟类的物种丰富度空间分布格局总体自东南向西北递减, 且丰富度差异主要体现在南北方向上; 鸟类物

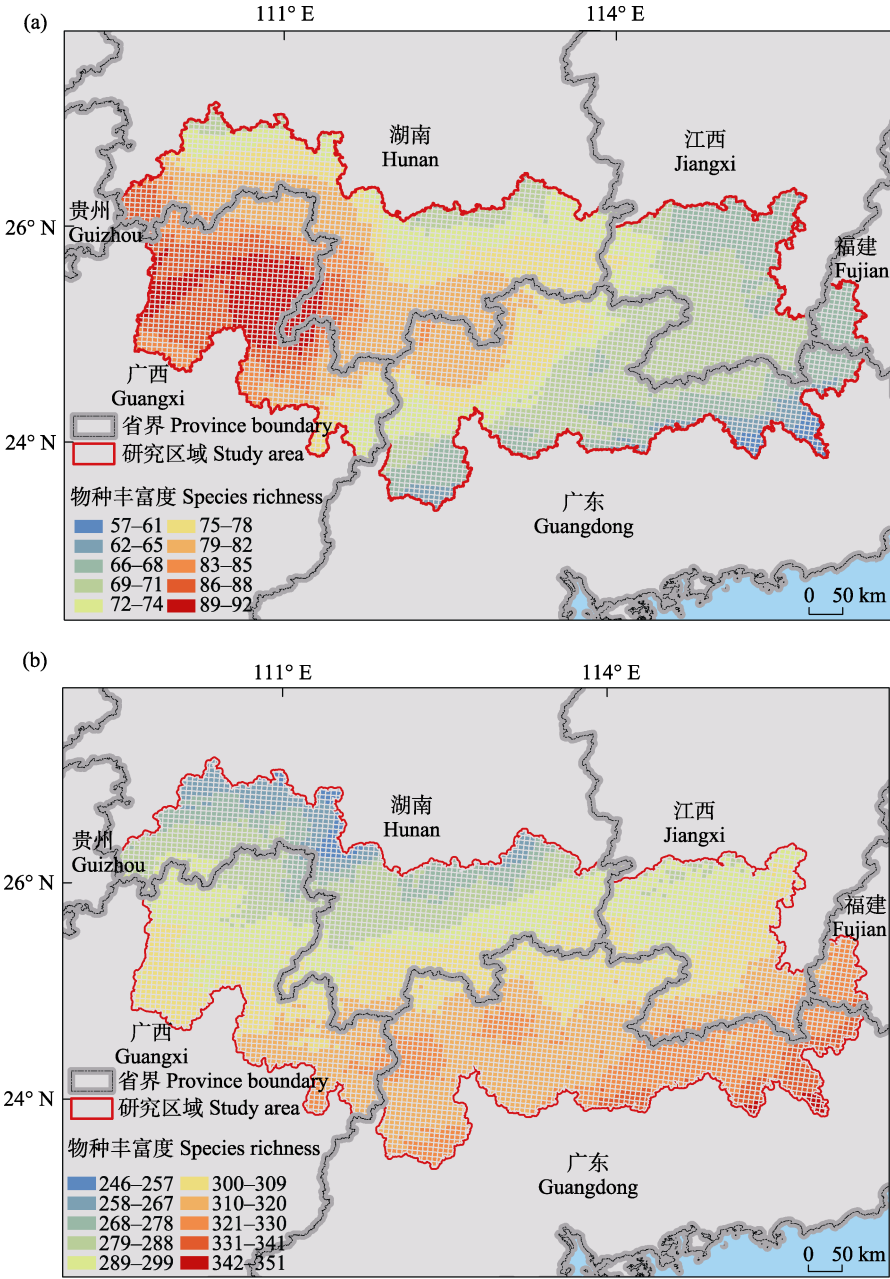


图2 南岭地区物种丰富度空间分布格局(GCS WGS 1984坐标系投影)。a: 哺乳类; b: 鸟类。

Fig. 2 Spatial distribution patterns of species richness in the Nanling Mountain Range (projected with GCS WGS 1984 coordinate system). a, Mammal; b, Bird.

种丰富度分布中心为南岭东南部平原, 物种丰富度最低的区域位于南岭西北部(图2b)。另外, 在南岭24°00' N以南的宽广而平坦的平原地区, 哺乳类和鸟类的物种丰富度都比相邻丘陵和山地的要低(图2)。

2.2 南岭地区哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局的影响因子

路径分析的模型拟合度良好, 其中哺乳类模型的GFI = 0.987, CFI = 0.978, IFI = 0.978; 鸟类模型

的GFI = 0.997, CFI = 0.989, IFI = 0.989。各变量对南岭地区哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局的直接和间接效应路径图见图3。各变量对鸟兽物种丰富度空间分布格局的总影响、直接影响和间接影响见表1。对南岭哺乳类物种丰富度空间分布格局而言, 年均温的总影响最大(总影响为-0.537, 其中直接影响为-0.424, 间接影响为-0.113), 其次分别为气温年较差(总影响为0.344, 其中直接影响为

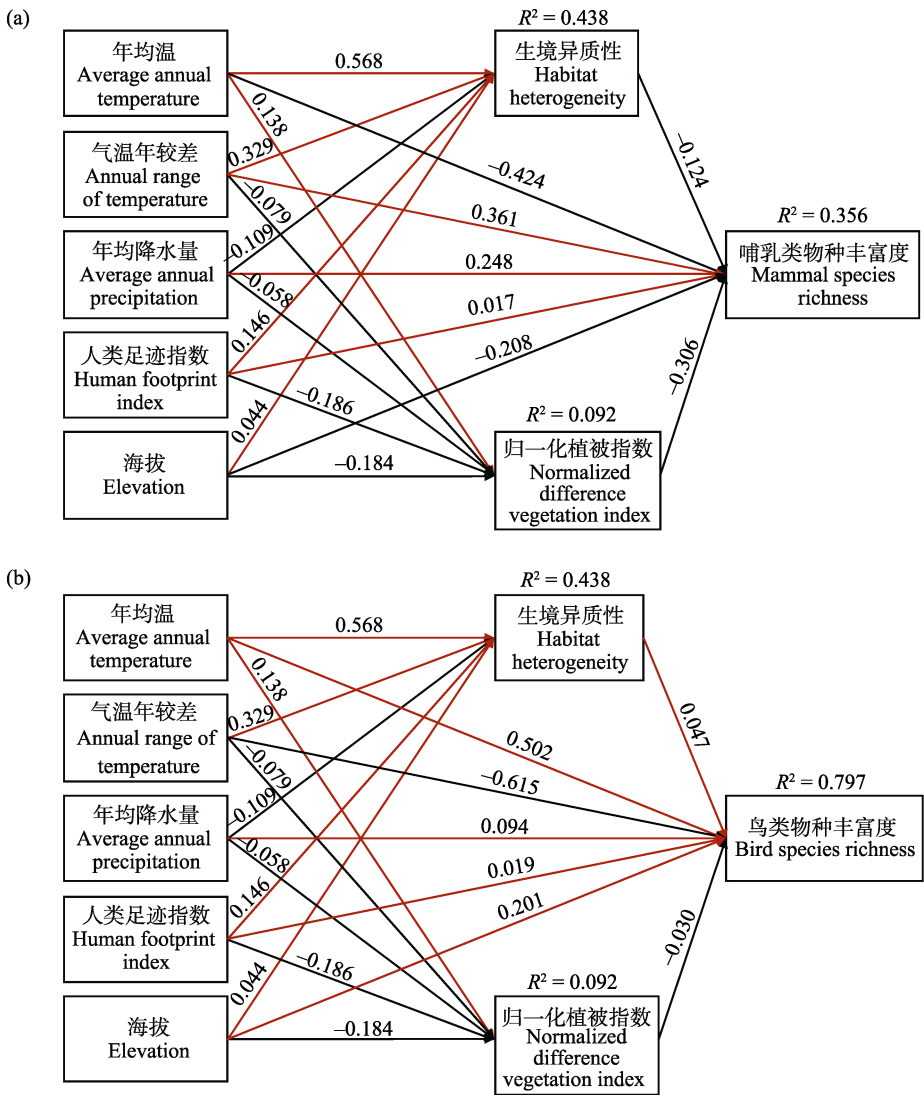


图3 各变量(年均温、气温年较差、年均降水量、人类足迹指数、海拔、生境异质性和归一化植被指数)对南岭地区物种丰富度空间分布格局的直接和间接效应路径图。a: 哺乳类; GFI = 0.987; CFI = 0.978; IFI = 0.978。b: 鸟类; GFI = 0.997; CFI = 0.989; IFI = 0.989。红色和黑色箭头分别表示正效应和负效应; 箭头边的数字表示标准化系数, 且所有系数的P值均小于0.05; 图中标明了三个模型集的 R^2 。

Fig. 3 The path diagram of direct and indirect effects of variables (average annual temperature, annual range of temperature, average annual precipitation, human footprint index, elevation, habitat heterogeneity, normalized difference vegetation index) on the spatial distribution pattern of species richness in the Nanling region. a, Mammal; GFI = 0.987; CFI = 0.978; IFI = 0.978. b, Bird; GFI = 0.997; CFI = 0.989; IFI = 0.989. Red and black arrows indicate positive and negative effects respectively; numbers along the arrows represent standardized coefficients and the P-values of all coefficients were less than 0.05; R^2 of the three model sets is given in the figure.

表1 基于路径分析的哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局影响因子的结果
Table 1 The results of factors influencing the spatial distribution pattern of mammal and bird species richness based on path analysis

类群 Group	变量 Variables	总影响 Total effect	直接影响 Direct effect	间接影响 Indirect effect
哺乳类 Mammal	年均温 Average annual temperature	-0.537	-0.424	-0.113
	气温年较差 Annual range of temperature	0.344	0.361	-0.017
	年均降水量 Average annual precipitation	0.279	0.248	0.031
	归一化植被指数 Normalized difference vegetation index	-0.306	-0.306	0
	人类足迹指数 Human footprint index	0.056	0.017	0.039
	生境异质性 Habitat heterogeneity	-0.124	-0.124	0
	海拔 Elevation	-0.157	-0.208	0.051
鸟类 Bird	年均温 Average annual temperature	0.525	0.502	0.023
	气温年较差 Annual range of temperature	-0.597	-0.615	0.018
	年均降水量 Average annual precipitation	0.089	0.094	-0.005
	归一化植被指数 Normalized difference vegetation index	-0.030	-0.030	0
	人类足迹指数 Human footprint index	0.031	0.019	0.012
	生境异质性 Habitat heterogeneity	0.047	0.047	0
	海拔 Elevation	0.209	0.201	0.008

0.361, 间接影响为-0.017)、归一化植被指数(总影响为-0.306, 无间接影响)和年均降水量(总影响为0.279, 其中直接影响为0.248, 间接影响为0.031), 而海拔(总影响为-0.157, 直接影响为-0.208, 间接影响为0.051)和生境异质性(总影响为-0.124, 无间接影响)的影响相对较小, 人类足迹指数(总影响为0.056, 其中直接影响为0.017, 间接影响为0.039)的影响力最弱。对南岭鸟类物种丰富度空间分布格局而言, 气温年较差(总影响为-0.597, 其中直接影响为-0.615, 间接影响为0.018)和年均温(总影响为0.525, 其中直接影响为0.502, 间接影响为0.023)的总影响最大, 其次为海拔(总影响为0.209, 其中直接影响为0.201, 间接影响为0.008), 而年均降水量(总影响为0.089, 直接影响为0.094, 间接影响为-0.005)和生境异质性(总影响为0.047, 无间接影响)的影响相对较小, 人类足迹指数(总影响为0.031, 其中直接影响为0.019, 间接影响为0.012)和归一化植被指数(总影响为-0.030, 无间接影响)的影响力最弱。

空间误差模型和路径分析的结果类似, 并且空间误差参数 λ 很低($\lambda_{\text{哺乳类}} < 0.01$; $\lambda_{\text{鸟类}} < 0.01$; 表2): 南岭哺乳类物种丰富度空间分布格局的主要影响因子为气温年较差(标准回归系数 $\beta = 0.138$)和年均温($\beta = -0.096$), 而生境异质性($\beta = -0.045$)、年均降水量($\beta = -0.039$)、归一化植被指数($\beta = -0.021$)和海拔

($\beta = -0.013$)的影响相对较小, 人类足迹指数($\beta < 0.001$)的影响力最弱; 南岭鸟类物种丰富度空间分布格局的主要影响因子为气温年较差($\beta = -0.454$)和年均温($\beta = 0.398$), 其次为年均降水量($\beta = 0.235$), 而海拔($\beta = 0.037$)和生境异质性($\beta = 0.014$)的影响力相对较弱, 人类足迹指数($\beta = 0.006$)和归一化植被指数($\beta = -0.001$)的影响力最弱。

综上, 温度相关的变量(年均温和气温年较差)对于鸟兽物种空间分布格局的解释力最强, 但是年均温与哺乳类物种丰富度呈负相关, 与鸟类却呈正相关; 气温年较差与哺乳类物种丰富度呈正相关, 与鸟类却呈负相关。年均降水量、归一化植被指数、生境异质性和海拔对鸟兽物种空间分布格局的解释力相对较弱, 人类足迹指数对鸟兽物种空间分布格局的解释力最弱。

3 讨论

南岭地区哺乳类和鸟类的物种丰富度空间分布格局差异较大。哺乳类主要分布在南岭地区的西南部, 而鸟类主要分布在南岭地区的东南部。南岭地区哺乳类和鸟类的物种丰富度空间分布格局由南岭独特的地形塑造而成。由于高海拔的山体阻挡冷暖气流的交汇, 导致南岭南北两侧有约4-5℃的温差, 哺乳类和鸟类中许多物种的南界或北界止于

表2 基于空间误差模型的哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局影响因子的结果
Table 2 The results of factors influencing the spatial distribution pattern of mammal and bird species richness based on spatial error model

类群 Group	变量 Variables	空间误差模型 Spatial error model			
		标准估计值 (β)	Standard estimate	标准误差 Standard error	z 检验概率值 $Pr(> z)$
哺乳类 Mammal	年均温 Average annual temperature	-0.096		0.009	< 0.01
	气温年较差 Annual range of temperature	0.138		0.009	< 0.01
	年均降水量 Average annual precipitation	-0.039		0.010	< 0.01
	归一化植被指数 Normalized difference vegetation index	-0.021		0.003	< 0.01
	人类足迹指数 Human footprint index	0.000		0.003	0.92
	生境异质性 Habitat heterogeneity	-0.045		0.004	< 0.01
	海拔 Elevation	-0.013		0.006	0.03
鸟类 Bird	年均温 Average annual temperature	0.398		0.008	< 0.01
	气温年较差 Annual range of temperature	-0.454		0.009	< 0.01
	年均降水量 Average annual precipitation	0.235		0.009	< 0.01
	归一化植被指数 Normalized difference vegetation index	-0.001		0.003	0.68
	人类足迹指数 Human footprint index	0.006		0.003	0.03
	生境异质性 Habitat heterogeneity	0.014		0.004	< 0.01
	海拔 Elevation	0.037		0.006	< 0.01

$y = X\beta + \varepsilon$, $\varepsilon = \lambda W\varepsilon + \mu$, β : 标准回归系数; ε : 误差项向量; λ : 空间误差参数; W : $n \times n$ 阶的空间权重矩阵; μ : 满足正态分布的随机误差向量。 $\lambda_{\text{哺乳类}} < 0.01$; $\lambda_{\text{鸟类}} < 0.01$ 。
 $y = X\beta + \varepsilon$, $\varepsilon = \lambda W\varepsilon + \mu$, β : Standardized regression coefficient; ε : The error term vector; λ : The spatial error parameter; W : The spatial weight matrix of order $n \times n$; μ : The random error vector satisfying the normal distribution. $\lambda_{\text{mammal}} < 0.01$; $\lambda_{\text{bird}} < 0.01$.

南岭的北缘或南缘, 南岭南北的物种组成差异较大 (Tian et al, 2018; 吴醇, 2020^①)。比如, 权擎等(2018)通过分析南岭山脉周边区域(东部丘陵平原亚区、西部山区高原亚区、闽广沿海亚区)鸟类类群的谱系发现, 南岭山脉北侧和南侧的鸟类物种构成具有明显差异; 同时南岭山脉鸟类群落谱系结构的变化也发生在山脉的东侧和西侧之间。另外, 南岭东南部临近广东沿海地区, 而广东沿海地区位于世界重要的候鸟迁徙路线上(杨锡涛等, 2022), 这是造成南岭东南部鸟类物种丰富度更高的原因之一(候鸟种类占所有鸟类种类的54%; 附录2)。

气候因素, 特别是温度相关因子(年均温和气温年较差), 在南岭地区对哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局有较大的影响。例如, 温度可以通过限制物种的生长、发育和繁殖等方面以及环境中的资源分布来影响物种的分布范围(Pearman, 2002; Bozinovic et al, 2011; Gonçalves et al, 2017; Howard

et al, 2019)。然而, 年均温和气温年较差这两个主要影响因子的效应在哺乳类和鸟类中却呈现出差异。年均温与哺乳类物种丰富度呈负相关, 但与鸟类物种丰富度呈正相关。南岭是典型亚热带地区, 该区总体气候温暖湿润, 直接限制动物生存的极端气温少有出现; 如2008年极端低温冰雪灾害(张建新等, 2018)和2009年的极端干旱(郭纯青等, 2012)。最近的研究也表明温度与物种丰富度在气候温暖的区域呈负相关, 在总体寒冷的区域呈正相关, 这一偏好与动物的生理适应性和行为策略密切相关(Hu et al, 2022)。从生理适应性上看, 较高的气温可能对哺乳类造成一定程度的热应激, 导致它们需要更多的能量来维持适宜的体温, 从而增加了生存的代价(Takahashi, 2012), 而年均温相对较低的地区可能为哺乳类提供更适宜的温度范围, 减少了热应激的风险。从行为策略来看, 哺乳类在面对较高的竞争压力时, 可能更倾向于选择年均温相对较低的地区, 以减轻竞争压力(Edelman & Koprowski, 2007)。相较于哺乳类, 鸟类的移动能力更强, 可以通过飞行来

① 吴醇 (2020) 气候变化背景下珍稀动物适宜栖息地模拟与预测——以白颈长尾雉为例。硕士学位论文, 浙江大学, 杭州。

躲避极端气候(Hancock & Hedrick, 2018; Webber & McGuire, 2022)。另外, 温暖的气候条件可以提供更长的繁殖季节, 也延长了食物资源的可获得时间, 这也吸引了更多的鸟类选择在年均温更高的地区筑巢和繁殖(Kawamura et al, 2019)。而且, 鸟类维持体温的能力较强, 在温暖但不过热的气候条件下不需要过多的能量投入来调节体温(Dobrovolski et al, 2012)。

气温年较差对哺乳类和鸟类物种丰富度的影响也不一致, 与哺乳类物种丰富度呈正相关, 但与鸟类物种丰富度呈负相关。对哺乳类而言, 其生理特征(如毛皮、皮肤、脂肪储备等)使它们能够在较冷的季节保持体温稳定并具有较高的体温恒定性, 或者通过冬眠来抵御极端寒冷天气, 因此可以适应较大的气温季节性变化(Li et al, 2001)。对鸟类而言, 它们更倾向于通过季节性迁徙(或短途迁徙)来适应较强烈的气温变化(Abolafya et al, 2013), 所以, 鸟类可能会表现出对气候变化更为敏感的特性。温度对于南岭哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局的较大影响也说明了全球气候变化可能对南岭地区的生物产生影响, 而且值得注意的是, 这种影响对于不同生物类群的方向不一致。

降水对南岭哺乳类和鸟类丰富度分布格局的影响相对较小, 这是因为南岭全域的降水量充沛, 且区域内变化不显著(段辉良和曹福祥, 2012; 宗天韵等, 2019)。降水的影响可能在局部地区才更加显著, 特别是在生境特殊或易受降水变化影响的地方。另外, 降水这一环境因子并不能完全体现区域内物种对水分的获取程度, 这可能也是降水相关因子在本研究中解释力较弱的原因之一。

南岭是重要的物种基因库和地理屏障, 加强对其哺乳类和鸟类的保护以维系区域生态功能的意义重大。本研究发现南岭哺乳类和鸟类的丰富度分布热点不同, 因此, 应在不同地区对特定的类群进行重点保护, 针对性地加强对其中哺乳类或鸟类活动的监测, 更加精准、系统地评估全球气候变暖对于哺乳类或鸟类生存的影响, 从而及时发现对哺乳类和鸟类生存不利的自然或人为因素, 并通过合理规划建设生态扩散廊道等方式减弱或消除其威胁, 保障物种丰富度各个层面的交流, 以维系该局域较高的哺乳类和鸟类物种丰富度, 并最终达到增强整

个南岭地区生态功能的目的。

ORCID

胡一鸣  <https://orcid.org/0000-0002-0947-9594>

参考文献

- Abolafya M, Onmuş O, Şekercioğlu ÇH, Bilgin R (2013) Using citizen science data to model the distributions of common songbirds of Turkey under different global climatic change scenarios. *PLoS ONE*, 8, e68037.
- Antonelli A, Kissling WD, Flantua SGA, Bermúdez MA, Mulch A, Muellner-Riehl AN, Kreft H, Linder HP, Badgley C, Fjeldsø J, Fritz SA, Rahbek C, Herman F, Hooghiemstra H, Hoorn C (2018) Geological and climatic influences on mountain biodiversity. *Nature Geoscience*, 11, 718–725.
- Badgley C, Smiley TM, Terry R, Davis EB, DeSantis LRG, Fox DL, Hopkins SSB, Jezkova T, Matocq MD, Matzke N, McGuire JL, Mulch A, Riddle BR, Roth VL, Samuels JX, Strömberg CAE, Yanites BJ (2017) Biodiversity and topographic complexity: Modern and geohistorical perspectives. *Trends in Ecology & Evolution*, 32, 211–226.
- Bozinovic F, Calosi P, Spicer JJ (2011) Physiological correlates of geographic range in animals. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 42, 155–179.
- Compilation Group of China Biodiversity National Research Report (1998) China Biodiversity National Research Report. China Environmental Press, Beijing. (in Chinese) [《中国生物多样性国情研究报告》编写组 (1998) 中国生物多样性国情研究报告. 中国环境科学出版社, 北京.]
- Davies RG, Storch D, Olson VA, Thomas GH, Ross SG, Ding TS, Rasmussen PC, Bennett PM, Owens IPF, Blackburn TM, Gaston KJ (2007) Topography, energy and the global distribution of bird species richness. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274, 1189–1197.
- Dobrovolski R, Melo AS, Cassemiro FAS, Diniz-Filho JAF (2012) Climatic history and dispersal ability explain the relative importance of turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 21, 191–197.
- Dormann CF, Elith J, Bacher S, Buchmann C, Carl G, Carré G, Marquéz JRG, Gruber B, Lafourcade B, Leitão PJ, Münkemüller T, McClean C, Osborne PE, Reineking B, Schröder B, Skidmore AK, Zurell D, Lautenbach S (2013) Collinearity: A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36, 27–46.
- Duan HL, Cao FX (2012) Characteristics and trends of climate change of Chinese subtropical Nanling Mountain. *Journal of Central South University of Forestry & Technology*, 32(9), 110–113. (in Chinese with English abstract) [段辉良, 曹福祥 (2012) 中国亚热带南岭山地气候变化特点及趋势. 中南林业科技大学学报, 32(9), 110–113.]
- Edelman AJ, Koprowski JL (2007) Communal nesting in asocial abert's squirrels: The role of social thermoregulation

- and breeding strategy. *Ethology*, 113, 147–154.
- Encalada AC, Flecker AS, Poff NL, Suárez E, Herrera-R GA, Ríos-Touma B, Jumani S, Larson EI, Anderson EP (2019) A global perspective on tropical montane rivers. *Science*, 365, 1124–1129.
- Fjeldså J, Bowie RCK, Rahbek C (2012) The role of mountain ranges in the diversification of birds. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 43, 249–265.
- García-Rodríguez A, Martínez PA, Oliveira BF, Velasco JA, Pyron RA, Costa GC (2021) Amphibian speciation rates support a general role of mountains as biodiversity pumps. *The American Naturalist*, 198, E68–E79.
- Gonçalves GR, Santos MPD, Cerqueira PV, Juen L, Bispo AA (2017) The relationship between bird distribution patterns and environmental factors in an ecotone area of northeast Brazil. *Journal of Arid Environments*, 140, 6–13.
- Grace JB (2006) *Structural Equation Modeling and Natural Systems*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Guo CQ, Pan LY, Zhou R, Fu QJ (2012) Drought causes and countermeasures of China southwest karst area from 2009 to 2010—A case in karst area of Guangxi. *Journal of Guilin University of Technology*, 32, 495–499. (in Chinese with English abstract) [郭纯青, 潘林艳, 周蕊, 符秋菊 (2012) 2009–2010年中国西南岩溶区旱情分析与减灾对策——以广西岩溶区为例. *桂林理工大学学报*, 32, 495–499.]
- Hancock TV, Hedrick MS (2018) Physiological vagility affects population genetic structure and dispersal and enables migratory capacity in vertebrates. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 223, 42–51.
- Hawkins BA, Field R, Cornell HV, Currie DJ, Guégan JF, Kaufman DM, Kerr JT, Mittelbach GG, Oberdorff T, O'Brien EM, Porter EE, Turner JRG (2003) Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology*, 84, 3105–3117.
- He JX, Yan C, Holyoak M, Wan XR, Ren GY, Hou YF, Xie Y, Zhang ZB (2018) Quantifying the effects of climate and anthropogenic change on regional species loss in China. *PLoS ONE*, 13, e0199735.
- Hof AR, Jansson R, Nilsson C (2012) The usefulness of elevation as a predictor variable in species distribution modelling. *Ecological Modelling*, 246, 86–90.
- Howard C, Flather CH, Stephens PA (2019) What drives at-risk species richness? Environmental factors are more influential than anthropogenic factors or biological traits. *Conservation Letters*, 12, e12624.
- Hu YM, Gibson L, Hu HJ, Ding ZF, Zhou ZX, Li WQ, Jiang ZG, Scheffers BR (2022) Precipitation drives species accumulation whereas temperature drives species decline in Himalayan vertebrates. *Journal of Biogeography*, 49, 2218–2230.
- Huang SL, Rao JT, Han LX, Luo X, Xiao RG, Zhang YM (2003) Analysis of bird diversity in Chebaling Nature Reserve. *Sichuan Journal of Zoology*, 22, 101–106. (in Chinese with English abstract) [黄石林, 饶纪腾, 韩联宪, 罗旭, 肖荣高, 张应明 (2003) 广东车八岭自然保护区鸟类多样性分析. *四川动物*, 22, 101–106.]
- Hurlbert AH, Stegen JC (2014) When should species richness be energy limited, and how would we know? *Ecology Letters*, 17, 401–413.
- Jetz W, Kreft H, Ceballos G, Mutke J (2009) Global associations between terrestrial producer and vertebrate consumer diversity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276, 269–278.
- Jiang ZG (2021) *China's Red List of Biodiversity•Vertebrates (Vol. I): Mammals (I)*. Science Press, Beijing. (in Chinese and in English) [蒋志刚 (2021) 中国生物多样性红色名录•脊椎动物(第一卷): 哺乳动物(上册). 科学出版社, 北京.]
- Kawamura K, Yamaura Y, Senzaki M, Ueta M, Nakamura F (2019) Seasonality in spatial distribution: Climate and land use have contrasting effects on the species richness of breeding and wintering birds. *Ecology and Evolution*, 9, 7549–7561.
- Kratochwil A (1999) Biodiversity in ecosystems: Some principles. In: *Tasks for Vegetation Science* (ed. Kratochwil A), pp. 5–38. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Li QF, Sun RY, Huang CX, Wang ZK, Liu XT, Hou J, Liu JS, Cai LQ, Li N, Zhang SZ, Wang Y (2001) Cold adaptive thermogenesis in small mammals from different geographical zones of China. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 129, 949–961.
- Miao SY, Huang JL, Liu C (2020) Plant diversity and its conservation values of Guangdong Nanling National Park. *Guangdong Landscape Architecture*, 42(5), 8–11. (in Chinese with English abstract) [缪绅裕, 黄金玲, 刘闯 (2020) 广东南岭国家公园植物多样性及其保护价值. *广东园林*, 42(5), 8–11.]
- Ministry of Environmental Protection (2011) *China Biological Diversity Protection Action Plan*. China Environmental Press, Beijing. (in Chinese) [环境保护部 (2011) 中国生物多样性保护战略与行动计划. 中国环境出版社, 北京.]
- Pearman PB (2002) The scale of community structure: Habitat variation and avian guilds in tropical forest understory. *Ecological Monographs*, 72, 19–39.
- Peng HY, Wang XC, Jiang HS, Hu JC (2006) Preliminary investigation on mammal in Huangniushi NR in Lianping County. *Journal of Yulin Teachers College*, 27(3), 109–113. (in Chinese with English abstract) [彭红元, 王新财, 江海声, 胡锦涛 (2006) 广东连平黄牛石保护区兽类初步调查. *玉林师范学院学报*, 27(3), 109–113.]
- Quan Q, Tang X, Wu Y, Zou FS (2018) β -diversity of bird assemblages in the Nanling Mountain ranges. *Tropical Geography*, 38, 321–327, 346. (in Chinese with English abstract) [权擎, 唐璇, 吴毅, 邹发生 (2018) 南岭山脉及周边鸟类 β 多样性分析. *热带地理*, 38, 321–327, 346.]
- Rahbek C, Borregaard MK, Antonelli A, Colwell RK, Holt BG, Nogues-Bravo D, Richardson K, Rosing MT, Whittaker RJ, Fjeldså J (2019a) Building mountain biodiversity: Geological and evolutionary processes. *Science*, 365, 1114–1119.

- Rahbek C, Borregaard MK, Colwell RK, Dalsgaard B, Holt BG, Morueta-Holme N, Nogues-Bravo D, Whittaker RJ, Ejlsd J (2019b) Humboldt's enigma: What causes global patterns of mountain biodiversity? *Science*, 365, 1108–1113.
- Rangel TF, Edwards NR, Holden PB, Diniz-Filho JAF, Gosling WD, Coelho MTP, Cassemiro FAS, Rahbek C, Colwell RK (2018) Modeling the ecology and evolution of biodiversity: Biogeographical cradles, museums, and graves. *Science*, 361, eaar5452.
- Stein A, Beck J, Meyer C, Waldmann E, Weigelt P, Kreft H (2015) Differential effects of environmental heterogeneity on global mammal species richness. *Global Ecology and Biogeography*, 24, 1072–1083.
- Stein A, Kreft H (2015) Terminology and quantification of environmental heterogeneity in species-richness research. *Biological Reviews*, 90, 815–836.
- Takahashi M (2012) Heat stress on reproductive function and fertility in mammals. *Reproductive Medicine and Biology*, 11, 37–47.
- Tews J, Brose U, Grimm V, Tielbörger K, Wichmann MC, Schwager M, Jeltsch F (2004) Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: The importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*, 31, 79–92.
- Tian S, Kou YX, Zhang ZR, Yuan L, Li DR, López-Pujol J, Fan DM, Zhang ZY (2018) Phylogeography of *Eomecon chionantha* in subtropical China: The dual roles of the Nanling Mountains as a glacial refugium and a dispersal corridor. *BMC Evolutionary Biology*, 18, 20.
- Turner MG, Gardner RH (2015) *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*, 2nd edn. Springer, New York.
- Virkkala R, Marmion M, Heikkinen RK, Thuiller W, Luoto M (2010) Predicting range shifts of northern bird species: Influence of modelling technique and topography. *Acta Oecologica*, 36, 269–281.
- Webber QMR, McGuire LP (2022) Heterothermy, body size, and locomotion as ecological predictors of migration in mammals. *Mammal Review*, 52, 82–95.
- Wen H, Liang YS (2015) The essence of testing structural equation models using popular fit indexes. *Journal of Psychological Science*, 38, 987–994. (in Chinese with English abstract) [温涵, 梁韵斯 (2015) 结构方程模型常用拟合指数检验的实质. *心理科学*, 38, 987–994.]
- Xie SL, Wang XK, Ren YF, Su ZM, Su YB, Wang SQ, Zhou WQ, Lu F, Qian YG, Gong C, Huang BB, Ouyang ZY (2020) Factors responsible for forest and water bird distributions in rivers and lakes along an urban gradient in Beijing. *Science of the Total Environment*, 735, 139308.
- Xu W, Yang T, Li ZH, Zhou P (2022) Distribution pattern of plant community species diversity along altitudinal gradients in Nanling Mountains, Guangdong. *Forestry and Environmental Science*, 38(1), 9–17. (in Chinese with English abstract) [徐卫, 杨婷, 李泽华, 周平 (2022) 广东南岭植物群落物种多样性沿海拔梯度分布格局. *林业与环境科学*, 38(1), 9–17.]
- Yang XT, Zhong ZQ, Xiu C, Lin SN, Li Y, Zeng XW, Duan ZZ, Xie SM (2022) Application of a species dispersal model to guide the establishment of a functional ecological corridor for *Platalea minor* in the coastal areas of Guangdong. *Forestry and Environmental Science*, 38(2), 12–22. (in Chinese with English abstract) [杨锡涛, 钟志强, 修晨, 林少娜, 李艺, 曾向武, 段智钊, 谢首冕 (2022) 利用物种扩散模型构建广东沿海地区黑脸琵鹭的功能性生态廊道. *林业与环境科学*, 38(2), 12–22.]
- Zhang JX, Zhang CL, Zhu CL (2008) Effects of ice and snow disasters on mammals, reptiles and amphibians in Nanling, Guangdong Province. In: *Symposium of the 5th Zoological Seminar of Guangdong, Hunan, Jiangxi, and Hubei Provinces*. Guangdong Zoological Society, Guangzhou. (in Chinese with English abstract) [张建新, 张春兰, 朱成林 (2008) 低温冰雪灾害对广东南岭灾区兽类和两爬动物生态影响. 见: 第五届广东、湖南、江西、湖北四省动物学学术研讨会论文摘要汇编. 广东省动物学会, 广州.]
- Zhang YP, Qiang ZP, Chen X (2013) Spatiotemporal dynamics of NDVI and land use in China based on remote sensing images. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 49, 410–418.
- Zheng GM (2017) *A Checklist on the Classification and Distribution of the Birds of China*, 3rd edn. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑光美 (2017) 中国鸟类分类与分布名录(第三版). 科学出版社, 北京.]
- Zhuang CW, Xiu C, Zhang RJ, Zhang XL (2021) Planning and construction strategy in priority area of biodiversity conservation in Nanling Mountain of Guangdong. *Forest Inventory and Planning*, 46(3), 167–170, 177. (in Chinese with English abstract) [庄长伟, 修晨, 张荣京, 张晓露 (2021) 广东南岭生物多样性保护优先区域规划建设策略. *林业调查规划*, 46(3), 167–170, 177.]
- Zong TY, Zhou WY, Zhou P (2019) Analysis of temporal and spatial variation of rainfall in 1968–2015 in Nanling. *Ecological Science*, 38, 182–190. (in Chinese with English abstract) [宗天韵, 周玮莹, 周平 (2019) 南岭山地1968到2015年降雨的时空变化特征研究. *生态科学*, 38, 182–190.]
- Zou FS, Zhang Q, Zhang M, Lee MB, Wang XC, Gong YN, Yang CT (2019) Temporal patterns of three sympatric pheasant species in the Nanling Mountains: N-mixture modeling applied to detect abundance. *Avian Research*, 10, 42.

(责任编辑: 乔慧捷 责任编辑: 闫文杰)

附录 Supplementary Material

<https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2023026>

附录 1 鸟类和哺乳类物种数据来源

1.1 鸟类数据来源

1) 文献及专著

- Cao Y (2021) Monitoring on species diversity of birds and mammals in Northern Dupangling, Hunan Province based on camera-trapping. Central South University of Forestry and Technology. DOI: 10.27662/d.cnki.gznlc.2021.000690. [曹越 (2021) 湖南都庞岭北部鸟兽物种多样性红外相机监测. 中南林业科技大学. DOI: 10.27662/d.cnki.gznlc.2021.000690.]
- Chang H, Chen WC, Lu KH, Lin S, Zhang GP (1997) A research on the bird community in Nanling National Nature Reserve of Guangdong Province. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 36(4), 75–79. (in Chinese with English abstract) [常弘, 陈万成, 卢开和, 林术, 张国萍 (1997) 广东南岭国家级自然保护区鸟类群落的研究. 中山大学学报(自然科学版), 36(4), 75–79.]
- Chang H, Hu HW, Lan CY, Zhang GP, Huang MH (1999) The composition of bird community of the constructed wetland in Fankou Pb / Zn mine in summer. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 38(5), 87–91. (in Chinese with English abstract) [常弘, 胡宏伟, 蓝崇钰, 张国萍, 黄铭洪 (1999) 凡口铅锌矿香蒲湿地夏季鸟类群落结构研究. 中山大学学报(自然科学版), 38(5), 87–91.]
- Deng XJ, Wang B, Ye YY (1998) Investigation of summer birds' community structure and diversity in the Qianjiadong Nature Preserve. *Life Science Research*, 2(1), 41–44. DOI: 10.16605/j.cnki.1007-7847.1998.01.009. (in Chinese with English abstract) [邓学建, 王斌, 叶贻云 (1998) 千家峒自然保护区鸟类群落调查及多样性分析. 生命科学研究, 2(1), 41–44. DOI: 10.16605/j.cnki.1007-7847.1998.01.009.]
- Deng XJ, Wang B, Zhong FS (2012) *Aves in Hunan: Passeriformes*. Hunan Science & Technology Press, Changsha. (in Chinese) [邓学建, 王斌, 钟福生 (2012) 湖南动物志·鸟纲·雀形目. 湖南科学技术出版社, 长沙.]
- Editorial Committee of Biodiversity Research in Nanling National Nature Reserve, Guangdong, etc (2003) *A Research on Biodiversity of Nanling National Nature Reserve in Guangdong Province*. Guangdong Science and Technology Press, Guangzhou. (in Chinese) [《广东南岭国家级自然保护区生物多样性研究》编辑委员会等 (2003) 广东南岭国家级自然保护区生物多样性研究. 广东科技出版社, 广州.]
- Huang SL, Rao JT, Han LX, Luo X, Xiao RG, Zhang YM (2003) Analysis of bird diversity in Chebaling Nature Reserve. *Sichuan Journal of Zoology*, 22, 101–106. (in Chinese with English abstract) [黄石林, 饶纪腾, 韩联宪, 罗旭, 肖荣高, 张应明 (2003) 广东车八岭自然保护区鸟类多样性分析. 四川动物, 22, 101–106.]
- Huang WH, Xu Y, Qiu GW, Gong XS, Wen TG, Wang R, Lai WW, Wu GS, Liu P (2021) Five new mammal and bird records of Jinpenshan Nature Reserve in Xinfeng County, Jiangxi Province. *South China Forestry Science*, 49(5), 47–49. DOI: 10.16259/j.cnki.36-1342/s.2021.05.011. (in Chinese with English abstract) [黄文晖, 徐

瑛, 邱国伟, 龚循胜, 温土根, 王荣, 赖伟旺, 吴光胜, 刘鹏 (2021) 江西信丰金盆山省级自然保护区 5 种鸟兽新记录. 南方林业科学, 49(5), 47–49. DOI: 10.16259/j.cnki.36-1342/s.2021.05.011.]

Huang XF, Shan JH, Sun ZY, Wang ZR, Tu YG, Cui GF, Lu HJ, Huang SL (2009) Birds fauna and diversity analysis in Qiyunshan Nature Reserve in Jiangxi Province. Sichuan Journal of Zoology, 28, 302–308. (in Chinese with English abstract) [黄晓凤, 单继红, 孙志勇, 汪志如, 涂业苟, 崔国发, 卢和军, 黄声亮 (2009) 江西齐云山自然保护区鸟类区系与多样性分析. 四川动物, 28, 302–308.]

Kadoorie Farm and Botanic Garden (2002) Report of a Rapid Biodiversity Assessment at Huaping National Nature Reserve, Northeast Guangxi, China, 15 to 20 August 1998. South Forest Biodiversity Survey Report Series: No.15. KFBG, Hong Kong SAR, ii+25pp.

Kadoorie Farm and Botanic Garden (2002) Report of a Rapid Biodiversity Assessment at Qingshitan Headwater Forest Nature Reserve, Northeast Guangxi, China. South China Forest Biodiversity Survey Report Series: No.17. KFBG, Hong Kong SAR, ii+13pp.

Kadoorie Farm and Botanic Garden (2004) Report of a Rapid Biodiversity Assessment at Luokeng Nature Reserve, north Guangdong, China, September 2002. South China Forest Biodiversity Survey Report Series No.40. KFBG Hong Kong SAR, ii+91pp.

Komar O, Benz BW, Chen GJ (2005) Late summer ornithological inventories of Mt. Shunhuang and Mt. Dawei in Hunan, China. Zoological Research, 26, 31–39.

Li HH, Lu LR, Zhang ZR (1982) Preliminary report of bird survey in Yaoshan Forest area, Jinxiu County, Guangxi. Journal of Guangxi Normal University (Natural Science Edition), 1982, 84–90, 43. (in Chinese) [李汉华, 卢立仁, 张忠如 (1982) 广西金秀县瑶山林区鸟类调查初报. 广西师范大学学报(自然科学版), 1982, 84–90, 43.]

Li XY, Yang L, Li DY, Zhu CY, Liao YF (2012) Survey of bird resources in Guangdong Lianhuashan Baipenzhu Provincial Nature Reserve. Sichuan Journal of Zoology, 31, 650–654. (in Chinese with English abstract) [李小燕, 杨磊, 李东洋, 朱慈佑, 廖远芳 (2012) 广东莲花山白盆珠省级自然保护区鸟类资源调查. 四川动物, 31, 650–654.]

Liao CK, Lin BZ, Zhang CY (2011) New birds records of Jiulianshan National Nature Reserve, Jiangxi Province. Jiangxi Forestry Science and Technology, (2), 44–45. (in Chinese with English abstract) [廖承开, 林宝珠, 张昌友 (2011) 江西九连山国家级自然保护区鸟类新记录. 江西林业科技, (2), 44–45.]

- Liu YM (2011) Study on preliminary investigation of bird resources in Jiulong Mountain in Guangdong Province. Inner Mongolia Forestry Investigation and Design, 34(4), 112–115. (in Chinese with English abstract) [刘一鸣 (2011) 广东九龙山鸟类资源初步调查研究. 内蒙古林业调查设计, 34(4), 112–115.]
- Luo Y, Li CJ, Wan L, Yu TL, Huang CM (2014) A study on avifauna and community structure in Yongzhou, Hunan Province. Sichuan Journal of Zoology, 33, 750–757. (in Chinese with English abstract) [骆鹰, 李常健, 万亮, 庾太林, 黄乘明 (2014) 湖南省永州市鸟类区系特征及群落结构研究. 四川动物, 33, 750–757.]
- Ou ZW (2004) Investigation on the wild animals resources in Bandong Nature Reserve. Guangdong Forestry Science and Technology, 20(3), 54–56. (in Chinese with English abstract) [欧志伟 (2004) 板洞自然保护区野生动物资源调查. 广东林业科技, 20(3), 54–56.]
- Qian L, Li YK, Li JQ, Wan YQ, Luo HT, Wu ZM, Lu J, Wang ZY, Ding HX, Zhong YF, Shao RQ, Shen J, Ta Q, Li AM (2022) Camera-trapping survey of the diversity of mammals and birds in Qiyunshan National Nature Reserve. Journal of Ecology and Rural Environment, 38, 890–896. (in Chinese with English abstract) [钱磊, 李言阔, 李佳琦, 万雅琼, 罗会潭, 吴治明, 卢建, 王振宇, 丁红秀, 钟毅峰, 邵瑞清, 申锦, 塔旗, 李安梅 (2022) 利用红外相机技术调查江西省齐云山国家级自然保护区鸟类和兽类多样性. 生态与农村环境学报, 38, 890–896.]
- Ren W, Niu YD, Mi XQ, Guo KJ, Zhou Y, Wang X, Deng XJ (2009) Investigation of avifauna and diversity of Shunhuangshan Nature Reserve in Hunan Province. Journal of Natural Science of Hunan Normal University, 32(4), 88–93. (in Chinese with English abstract) [任巍, 牛艳东, 米小其, 郭克疾, 周毅, 王星, 邓学建 (2009) 湖南舜皇山自然保护区鸟类区系及物种多样性研究. 湖南师范大学自然科学学报, 32(4), 88–93.]
- Shen J, Li YK, Li JQ, Wan YQ, Cao Y, Lou ZM, Shu TS, Tu L, Chen LL, Zhang ZH (2022) The survey of the diversity of mammals and birds based on infrared camera technology in the Jiulingshan Nature Reserve. Journal of Jiangxi Normal University (Natural Science), 46, 156–163. (in Chinese with English abstract) [申锦, 李言阔, 李佳琦, 万雅琼, 曹锐, 楼智明, 舒特生, 涂磊, 陈亮亮, 张朝辉 (2022) 基于红外相机技术的九岭山国家级自然保护区鸟兽多样性调查. 江西师范大学学报(自然科学版), 46, 156–163.]
- Shu XL, Zhang Y, Zhou QN, Wang B, Zhou F (2010) Birds in Jiaqiaoling Nature Reserve-Guangxi. Sichuan Journal of Zoology, 29, 564–569. (in Chinese with English abstract) [舒晓莲, 张勇, 周青鸟, 王波, 周放 (2010) 广西架桥岭自然保护区的鸟类. 四川动物, 29, 564–569.]
- Su TP, Wang SN, Jiang AW (2012) Species composition and vertical distribution pattern of the birds in Mao'ershan Region, Northeastern Guangxi. Chinese Journal of Zoology, 47(6), 54–65. (in Chinese with English abstract)

[粟通萍, 王绍能, 蒋爱伍 (2012) 广西猫儿山地区鸟类组成及垂直分布格局. 动物学杂志, 47(6), 54–65.]

Tan LF, Liu DH, Zhang DH, Liu H, Wu SC, Zhou TF (2008) Avian diversity in different habitats at Huaping Nature Reserve during summer. *Guangxi Sciences*, 15(1), 75–79. (in Chinese with English abstract) [谭丽凤, 刘代汉, 张定亨, 刘宏, 吴善才, 周天福 (2008) 花坪自然保护区不同生境类型夏季鸟类多样性分析. 广西科学, 15(1), 75–79.]

Tong FC, Hong YM, Lin YJ, Li H, Zou FS (2008) Community composition and structure of understory bird in evergreen broad leaved forest in Chebaling of Guangdong. *Chinese Journal of Ecology*, 27, 1341–1344. (in Chinese with English abstract) [佟富春, 洪永密, 林雁嘉, 李慧, 邹发生 (2008) 广东车八岭常绿阔叶林林下鸟群落组成和结构. 生态学杂志, 27, 1341–1344.]

Wu XD (2009) A survey on birds in the National Nature Reserve of Mangroves Forest in Zhanjiang and conservation strategy. *Wetland Science & Management*, 5(4), 27–29. (in Chinese with English abstract) [吴晓东 (2009) 广东湛江红树林国家级自然保护区鸟类调查监测及保护对策. 湿地科学与管理, 5(4), 27–29.]

Xu J, Zou PZ, Wen CY, Chen JR (2001) An investigation on the fauna of birds in Nanling Natural Reserve Area. *Journal of Shaoguan University (Natural Science)*, 22(9), 97–107. (in Chinese with English abstract) [徐剑, 邹佩贞, 温彩燕, 陈建荣 (2001) 南岭自然保护区鸟类区系研究. 韶关学院学报(自然科学版), 22(9), 97–107.]

Xu J, Zou PZ, Wen CY, Chen JR (2002) Studies on birds community structure in Chebaling National Nature Reserves. *Sun Yatsen University Forum*, 22, 229–235. (in Chinese with English abstract) [徐剑, 邹佩贞, 温彩燕, 陈建荣 (2002) 车八岭国家级自然保护区鸟类群落结构研究. 中山大学学报论丛, 22, 229–235.]

Yuan JX, Zhang CY, Xie WH, Huang XQ, Xiao ZS (2016) Using camera traps to investigate mammal and bird diversity in the Jiulianshan National Nature Reserve, Jiangxi Province. *Acta Theriologica Sinica*, 36, 367–372. (in Chinese with English abstract) [袁景西, 张昌友, 谢文华, 黄小群, 肖治术 (2016) 利用红外相机技术对九连山国家级自然保护区兽类和鸟类资源的初步调查. 兽类学报, 36, 367–372.]

Zhang W, Zou FS, Dai MY (2007) Wetland bird resources in Zhanjiang Mangrove National Nature Reserve and conservation strategy. *Chinese Journal of Wildlife*, (2), 40–42. (in Chinese with English abstract) [张苇, 邹发生, 戴名扬 (2007) 广东湛江红树林国家级自然保护区湿地鸟类资源现状及保护对策. 野生动物, (2), 40–42.]

Zhou F (2011) Distribution List of Terrestrial Vertebrates in Guangxi. China Forestry Publishing House, Beijing.

(in Chinese) [周放 (2011) 广西陆生脊椎动物分布名录. 中国林业出版社, 北京.]

Zhu SJ, Chang H, Guan GX (2001) Composition and avifauna of birds in Shimentai Nature Reserve, Guangdong.

Ecological Science, 20(4), 26–36. (in Chinese with English abstract) [朱世杰, 常弘, 关贯勋 (2001) 广东石门台自然保护区鸟类组成和区系的研究. 生态科学, 20(4), 26–36.]

Zou FS, Ye GF (2016) Distribution List of Terrestrial Vertebrates in Guangdong. Guangdong Science &

Technology Press, Guangzhou. (in Chinese) [邹发生, 叶冠锋 (2016) 广东陆生脊椎动物分布名录. 广东科技出版社, 广州.]

2) 网络数据库

中国观鸟记录中心网站 (<http://www.birdreport.cn/>)

1.2 哺乳类数据来源

- Cao Y (2021) Monitoring on Species Diversity of Birds and Mammals in Northern Dupangling, Hunan Province based on Camera-trapping. Master Dissertation, Central South University of Forestry and Technology, Changsha. (in Chinese with English abstract) [曹越 (2021) 湖南都庞岭北部鸟兽物种多样性红外相机监测. 硕士学位论文, 中南林业科技大学, 长沙.]
- Chen JR, Zhang ZM, Song XJ, Shu ZF, Xiao RG (2016) Collation and analysis of animal specimens in the Museum of Chebaling Nature Reserve. Agriculture and Technology, 36(21), 176–178. (in Chinese) [陈建荣, 张朝明, 宋相金, 束祖飞, 肖荣高 (2016) 车八岭自然保护区博物馆兽类标本的整理与分析. 农业与技术, 36(21), 176–178.]
- Deng H, Luo JJ, Zhu WB, Huang ZW, Zhang D, Zhang Y, Luo MB (2021) Analysis of mammal resources in Guangdong Qujiang Shaxi Provincial Nature Reserve based on the infrared camera technology. Forestry and Environmental Science, 37(1), 57–63. (in Chinese with English abstract) [邓辉, 罗教进, 朱卫兵, 黄志文, 张迪, 张毅, 罗名步 (2021) 基于红外相机技术的广东曲江沙溪省级自然保护区兽类资源分析. 林业与环境科学, 37(1), 57–63.]
- Huang WH, Xu Y, Qiu GW, Gong XS, Wen TG, Wang R, Lai WW, Wu GS, Liu P (2021) Five new mammal and bird records of Jinpenshan Nature Reserve in Xinfeng County, Jiangxi Province. South China Forestry Science, 49(5), 47–49. (in Chinese with English abstract) [黄文晖, 徐瑛, 邱国伟, 龚循胜, 温土根, 王荣, 赖伟旺, 吴光胜, 刘鹏 (2021) 江西信丰金盆山省级自然保护区 5 种鸟兽新记录. 南方林业科学, 49(5), 47–49.]
- Li LM, Chi HY, Wan YQ, Zhou JB, Zhang LB, He XY, Huang WZ, Zhang BJ, Xu ZR, Liu CC, Lai RY, Zhu XF, Li YY, Li JQ, Chen JP (2020) Camera-trapping survey on mammals and birds in the Guangdong Yunkaishan National Nature Reserve. Biodiversity Science, 28, 1154–1159. (in Chinese with English abstract) [李林妙, 池辉云, 万雅琼, 周佳滨, 张礼标, 何向阳, 黄文忠, 张伯军, 徐湛荣, 刘昌传, 赖任燕, 朱秀芳, 李友余, 李佳琦, 陈金平 (2020) 广东云开山国家级自然保护区鸟兽红外相机调查初报. 生物多样性, 28, 1154–1159.]
- Li ZY, Yang DD, Wang L, Zong DS (2007) Biodiversity and appraisal on mammal resources of Lushan Nature Reserve in Jiangxi Province. Acta Agriculturae Jiangxi, 19(6), 105–108. (in Chinese with English abstract) [李竹云, 杨道德, 王琅, 宗道生 (2007) 江西庐山自然保护区兽类资源多样性及评价. 江西农业学报, 19(6), 105–108.]
- Liu P, Huang H, Deng DH, Hu SP, Li GY, Zhang YX, Wen TG, Huang XF, Huang WH (2020) Camera-trapping monitoring stations in the Jinpenshan Nature Reserve, Jiangxi. Sichuan Journal of Zoology, 39, 325–331. (in Chinese with English abstract) [刘鹏, 黄慧, 邓东泓, 胡绍平, 李光运, 张壹萱, 温土根, 黄晓凤, 黄文晖 (2020) 江西金盆山自然保护区红外相机调查初报. 四川动物, 39, 325–331.]

- Peng HY, Wang XC, Jiang HS, Hu JC (2006) Preliminary investigation on mammal in Huangniushi NR in Lianping County. *Journal of Yulin Teachers College*, 27(3), 109–113. (in Chinese with English abstract) [彭红元, 王新财, 江海声, 胡锦涛 (2006) 广东连平黄牛石保护区兽类初步调查. 玉林师范学院学报, 27(3), 109–113.]
- Qian L, Li YK, Li JQ, Wan YQ, Luo HT, Wu ZM, Lu J, Wang ZY, Ding HX, Zhong YF, Shao RQ, Shen J, Ta Q, Li AM (2022) Camera-trapping survey of the diversity of mammals and birds in Qiyunshan National Reserve. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 38, 890–896. (in Chinese with English abstract) [钱磊, 李言阔, 李佳琦, 万雅琼, 罗会潭, 吴治明, 卢建, 王振宇, 丁红秀, 钟毅峰, 邵瑞清, 申锦, 塔旗, 李安梅 (2022) 利用红外相机技术调查江西省齐云山国家级自然保护区鸟类和兽类多样性. 生态与农村环境学报, 38, 890–896.]
- Shen J, Li YK, Li JQ, Wan YQ, Cao Y, Lou ZM, Shu TS, Tu L, Chen LL, Zhang ZH (2022) The survey of the diversity of mammals and birds based on infrared camera technology in the Jiulingshan Nature Reserve. *Journal of Jiangxi Normal University (Natural Science)*, 46, 156–163. (in Chinese with English abstract) [申锦, 李言阔, 李佳琦, 万雅琼, 曹锐, 楼智明, 舒特生, 涂磊, 陈亮亮, 张朝辉 (2022) 基于红外相机技术的九岭山国家级自然保护区鸟兽多样性调查. 江西师范大学学报(自然科学版), 46, 156–163.]
- Shu ZF, Lu XL, Chen LJ, Song XJ, Huang XQ, Jiang BK, Xiao RG, Wang XC, Zhang YM, Xiao ZS (2018) Mammal and bird diversity survey using camera traps in the Chebaling National Nature Reserve, Guangdong Province. *Acta Theriologica Sinica*, 38, 504–512. (in Chinese with English abstract) [束祖飞, 卢学理, 陈立军, 宋相金, 黄小群, 姜丙坤, 肖荣高, 王新财, 张应明, 肖治术 (2018) 利用红外相机技术对广东车八岭国家级自然保护区兽类和鸟类资源的初步调查. 兽类学报, 38, 504–512.]
- Tu FY, Han WJ, Liu XH, Sun ZY, Huang XF, Huang T (2014) A study of mammal species composition and fauna in Jiangxi Province, China. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 36, 848–854. (in Chinese with English abstract) [涂飞云, 韩卫杰, 刘晓华, 孙志勇, 黄晓凤, 黄挺 (2014) 江西哺乳动物组成及区系研究. 江西农业大学学报, 36, 848–854.]
- Yang DD, Liu HS, Yu XL, Li ZY, He Z, Lu HJ, Chen HM, Tan TH (2009) Investigation and analysis of the mammal resources in Qiyunshan Nature Reserve, Jiangxi Province. *Journal of Central South University of Forestry & Technology*, 29, 45–50. (in Chinese with English abstract) [杨道德, 刘洪生, 喻兴雷, 李竹云, 何振, 卢和军, 陈辉敏, 谭庭华 (2009) 江西齐云山自然保护区兽类资源调查与分析. 中南林业科技大学学报, 29, 45–50.]
- Yuan JX, Zhang CY, Xie WH, Huang XQ, Xiao ZS (2016) Using camera traps to investigate mammal and bird diversity in the Jiulianshan National Nature Reserve, Jiangxi Province. *Acta Theriologica Sinica*, 36, 367–372. (in Chinese with English abstract) [袁景西, 张昌友, 谢文华, 黄小群, 肖治术 (2016) 利用红外相机技术对九连山国家级自然保护区兽类和鸟类资源的初步调查. 兽类学报, 36, 367–372.]

附录 2 鸟类和哺乳类物种名录

2.1 鸟类物种名录。1 为候鸟, 0 为非候鸟。

2.1 List of bird species. 1 indicates migratory birds and 0 indicates non-migratory birds.

目	科	中文名	学名	候鸟
雁形目 ANSERIFORMES				
	鸭科 Anatidae			
		鸳鸯	<i>Aix galericulata</i>	1
		针尾鸭	<i>Anas acuta</i>	1
		绿翅鸭	<i>Anas crecca</i>	1
		绿头鸭	<i>Anas platyrhynchos</i>	1
		斑嘴鸭	<i>Anas zonorhyncha</i>	1
		白额雁	<i>Anser albifrons</i>	1
		灰雁	<i>Anser anser</i>	1
		鸿雁	<i>Anser cygnoid</i>	1
		小白额雁	<i>Anser erythropus</i>	1
		豆雁	<i>Anser fabalis</i>	1
		青头潜鸭	<i>Aythya baeri</i>	1
		红头潜鸭	<i>Aythya ferina</i>	1
		凤头潜鸭	<i>Aythya fuligula</i>	1
		鹊鸭	<i>Bucephala clangula</i>	1
		小天鹅	<i>Cygnus columbianus</i>	1
		栗树鸭	<i>Dendrocygna javanica</i>	1
		罗纹鸭	<i>Mareca falcata</i>	1
		赤颈鸭	<i>Mareca penelope</i>	1
		赤膀鸭	<i>Mareca strepera</i>	1
		斑头秋沙鸭	<i>Mergellus albellus</i>	1
		普通秋沙鸭	<i>Mergus merganser</i>	1
		中华秋沙鸭	<i>Mergus squamatus</i>	1
		棉凫	<i>Nettapus coromandelianus</i>	1
		花脸鸭	<i>Sibirionetta formosa</i>	1
		琵嘴鸭	<i>Spatula clypeata</i>	1
		白眉鸭	<i>Spatula querquedula</i>	1
		赤麻鸭	<i>Tadorna ferruginea</i>	1
		翘鼻麻鸭	<i>Tadorna tadorna</i>	1
夜鹰目 CAPRIMULGIFORMES				
	雨燕科 Apodidae			
		短嘴金丝燕	<i>Aerodramus brevirostris</i>	1
		小白腰雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	0
		白腰雨燕	<i>Apus pacificus</i>	0
		白喉针尾雨燕	<i>Hirundapus caudacutus</i>	1

目	科	中文名	学名	候鸟
鸻形目 CHARADRIIFORMES	夜鹰科 Caprimulgidae	林夜鹰	<i>Caprimulgus affinis</i>	1
		普通夜鹰	<i>Caprimulgus indicus</i>	1
	鸻科 Charadriidae	环颈鸻	<i>Charadrius alexandrinus</i>	1
		金眶鸻	<i>Charadrius dubius</i>	1
		长嘴剑鸻	<i>Charadrius placidus</i>	1
		东方鸻	<i>Charadrius veredus</i>	1
		金鸻	<i>Pluvialis fulva</i>	1
		灰鸻	<i>Pluvialis squatarola</i>	1
		灰头麦鸡	<i>Vanellus cinereus</i>	1
		凤头麦鸡	<i>Vanellus vanellus</i>	1
		白脸鸻	<i>Charadrius dealbatus</i>	1
	燕鸻科 Glareolidae	普通燕鸻	<i>Glareola maldivarum</i>	1
		蛎鹬科 Haematopodidae		
	水雉科 Jacanidae	水雉	<i>Hydrophasianus chirurgus</i>	1
		鸬科 Laridae		
	鸬科 Laridae	白翅浮鸥	<i>Chlidonias leucopterus</i>	1
		鸥嘴噪鸥	<i>Gelochelidon nilotica</i>	0
		红嘴巨燕鸥	<i>Hydroprogne caspia</i>	1
		白额燕鸥	<i>Sternula albifrons</i>	1
		灰翅浮鸥	<i>Chlidonias hybrida</i>	1
		普通海鸥	<i>Larus canus</i>	1
		红嘴鸥	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	1
		小黑背银鸥	<i>Larus fuscus</i>	1
	反嘴鹬科 Recurvirostridae	黑翅长脚鹬	<i>Himantopus himantopus</i>	1
		彩鹬科 Rostratulidae		
	彩鹬科 Rostratulidae	彩鹬	<i>Rostratula benghalensis</i>	0
		鹬科 Scolopacidae		
	鹬科 Scolopacidae	矶鹬	<i>Actitis hypoleucos</i>	1
		翻石鹬	<i>Arenaria interpres</i>	1
		三趾滨鹬	<i>Calidris alba</i>	1
		黑腹滨鹬	<i>Calidris alpina</i>	1
		流苏鹬	<i>Calidris pugnax</i>	1
		红颈滨鹬	<i>Calidris ruficollis</i>	1

目	科	中文名	学名	候鸟	
鸻形目	鸻科	长趾滨鹬	<i>Calidris subminuta</i>	1	
		扇尾沙锥	<i>Gallinago gallinago</i>	1	
		大沙锥	<i>Gallinago megala</i>	1	
		孤沙锥	<i>Gallinago solitaria</i>	1	
		针尾沙锥	<i>Gallinago stenura</i>	1	
		斑尾塍鹬	<i>Limosa lapponica</i>	1	
		黑尾塍鹬	<i>Limosa limosa</i>	1	
		姬鹬	<i>Lymnocryptes minimus</i>	1	
		白腰杓鹬	<i>Numenius arquata</i>	1	
		小杓鹬	<i>Numenius minutus</i>	1	
		中杓鹬	<i>Numenius phaeopus</i>	1	
		丘鹬	<i>Scolopax rusticola</i>	1	
		鹤鹬	<i>Tringa erythropus</i>	1	
		林鹬	<i>Tringa glareola</i>	1	
		青脚鹬	<i>Tringa nebularia</i>	1	
		白腰草鹬	<i>Tringa ochropus</i>	1	
		红脚鹬	<i>Tringa totanus</i>	1	
		三趾鹬科	Turnicidae		
		棕三趾鹬	<i>Turnix suscitator</i>	0	
		林三趾鹬	<i>Turnix sylvaticus</i>	0	
		黄脚三趾鹬	<i>Turnix tanki</i>	0	
鸻形目	PELECANIFORMES				
鸻形目	鸻科	卷羽鸻鹬	<i>Pelecanus crispus</i>	1	
		鹭科	Ardeidae		
		大白鹭	<i>Ardea alba</i>	1	
		苍鹭	<i>Ardea cinerea</i>	0	
		中白鹭	<i>Ardea intermedia</i>	1	
		草鹭	<i>Ardea purpurea</i>	1	
		池鹭	<i>Ardeola bacchus</i>	1	
		大麻鵰	<i>Botaurus stellaris</i>	1	
		牛背鹭	<i>Bubulcus ibis</i>	1	
		绿鹭	<i>Butorides striata</i>	1	
		黄嘴白鹭	<i>Egretta eulophotes</i>	1	
		白鹭	<i>Egretta garzetta</i>	0	
		栗头鵰	<i>Gorsachius goisagi</i>	1	
		海南鵰	<i>Gorsachius magnificus</i>	0	
		黑冠鵰	<i>Gorsachius melanolophus</i>	0	
		栗苇鵰	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	1	
		紫背苇鵰	<i>Ixobrychus eurhythmus</i>	1	

目	科	中文名	学名	候鸟	
鸮形目 CICONIIFORMES	鸮科 Threskiornithidae	黄斑苇鵐	<i>Ixobrychus sinensis</i>	1	
		夜鹭	<i>Nycticorax nycticorax</i>	1	
		黑苇鵐	<i>Ixobrychus flavicollis</i>	1	
		白琵鹭	<i>Platalea leucorodia</i>	1	
		黑头白鸛	<i>Threskiornis melanocephalus</i>	1	
鸛形目 CICONIIFORMES	鸛科 Ciconiidae	东方白鸛	<i>Ciconia boyciana</i>	1	
		黑鸛	<i>Ciconia nigra</i>	1	
鸽形目 COLUMBIFORMES	鸠鸽科 Columbidae	绿翅金鸠	<i>Chalcophaps indica</i>	0	
		斑尾鹃鸠	<i>Macropygia unchall</i>	0	
		珠颈斑鸠	<i>Streptopelia chinensis</i>	0	
		灰斑鸠	<i>Streptopelia decaocto</i>	0	
		山斑鸠	<i>Streptopelia orientalis</i>	0	
		火斑鸠	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	0	
		红翅绿鸠	<i>Treron sieboldii</i>	0	
佛法僧目 CORACIIFORMES	翠鸟科 Alcedinidae	普通翠鸟	<i>Alcedo atthis</i>	0	
		斑头大翠鸟	<i>Alcedo hercules</i>	0	
		斑鱼狗	<i>Ceryle rudis</i>	0	
		蓝翡翠	<i>Halcyon pileata</i>	0	
		白胸翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>	0	
		冠鱼狗	<i>Megaceryle lugubris</i>	0	
	佛法僧科 Coraciidae	三宝鸟	<i>Eurystomus orientalis</i>	0	
	蜂虎科 Meropidae	栗喉蜂虎	<i>Merops philippinus</i>	0	
		蓝喉蜂虎	<i>Merops viridis</i>	0	
		栗头蜂虎	<i>Merops leschenaultia</i>	1	
	鹃形目 CUCULIFORMES	杜鹃科 Cuculidae	八声杜鹃	<i>Cacomantis merulinus</i>	1
			小鸦鹃	<i>Centropus bengalensis</i>	0
褐翅鸦鹃			<i>Centropus sinensis</i>	0	
翠金鹃			<i>Chrysococcyx maculatus</i>	1	
红翅凤头鹃			<i>Clamator coromandus</i>	1	

目	科	中文名	学名	候鸟
		大杜鹃	<i>Cuculus canorus</i>	1
		四声杜鹃	<i>Cuculus micropterus</i>	1
		小杜鹃	<i>Cuculus poliocephalus</i>	1
		中杜鹃	<i>Cuculus saturatus</i>	1
		噪鹃	<i>Eudynamys scolopaceus</i>	1
		棕腹鹰鹃	<i>Hierococcyx nasicolor</i>	1
		大鹰鹃	<i>Hierococcyx sparveriioides</i>	1
		绿嘴地鹃	<i>Phaenicophaeus tristis</i>	0
		乌鹃	<i>Surniculus lugubris</i>	1
		北棕腹鹰鹃	<i>Hierococcyx hyperythrus</i>	1
隼形目 FALCONIFORMES				
	隼科 Falconidae			
		红脚隼	<i>Falco amurensis</i>	1
		游隼	<i>Falco peregrinus</i>	0
		猛隼	<i>Falco severus</i>	1
		燕隼	<i>Falco subbuteo</i>	1
		红隼	<i>Falco tinnunculus</i>	0
		白腿小隼	<i>Microhierax melanoleucus</i>	0
鹰形目 ACCIPITRIFORMES				
	鹰科 Accipitridae			
		白腹海雕	<i>Haliaeetus leucogaster</i>	0
		褐耳鹰	<i>Accipiter badius</i>	0
		苍鹰	<i>Accipiter gentilis</i>	1
		日本松雀鹰	<i>Accipiter gularis</i>	1
		雀鹰	<i>Accipiter nisus</i>	1
		赤腹鹰	<i>Accipiter soloensis</i>	1
		凤头鹰	<i>Accipiter trivirgatus</i>	0
		松雀鹰	<i>Accipiter virgatus</i>	0
		白腹隼雕	<i>Aquila fasciata</i>	0
		白肩雕	<i>Aquila heliaca</i>	1
		草原雕	<i>Aquila nipalensis</i>	1
		褐冠鹃隼	<i>Aviceda jerdoni</i>	0
		黑冠鹃隼	<i>Aviceda leuphotes</i>	0
		灰脸鵟鹰	<i>Butastur indicus</i>	1
		普通鵟	<i>Buteo japonicus</i>	1
		毛脚鵟	<i>Buteo lagopus</i>	1
		白尾鹞	<i>Circus cyaneus</i>	1
		鹞鹞	<i>Circus melanoleucos</i>	1
		白腹鹞	<i>Circus spilonotus</i>	1
		乌雕	<i>Clanga clanga</i>	1

目	科	中文名	学名	候鸟
鸡形目 GALLIFORMES	鸢科 Pandionidae	黑翅鸢	<i>Elanus caeruleus</i>	1
		栗鸢	<i>Haliastur indus</i>	1
		林雕	<i>Ictinaetus malayensis</i>	0
		黑鸢	<i>Milvus migrans</i>	0
		鹰雕	<i>Nisaetus nipalensis</i>	0
		凤头蜂鹰	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	1
		蛇雕	<i>Spilornis cheela</i>	0
		鸢	<i>Pandion haliaetus</i>	0
鹤形目 GRUIFORMES	雉科 Phasianidae	白眉山鹧鸪	<i>Arborophila gingica</i>	0
		棕胸竹鸡	<i>Bambusicola fytchii</i>	0
		灰胸竹鸡	<i>Bambusicola thoracicus</i>	0
		红腹锦鸡	<i>Chrysolophus pictus</i>	0
		鹌鹑	<i>Coturnix japonica</i>	0
		中华鹧鸪	<i>Francolinus pintadeanus</i>	0
		红原鸡	<i>Gallus gallus</i>	0
		白鹇	<i>Lophura nycthemera</i>	0
		环颈雉	<i>Phasianus colchicus</i>	0
		勺鸡	<i>Pucrasia macrolopha</i>	0
		蓝胸鹑	<i>Synoicus chinensis</i>	0
		黄腹角雉	<i>Tragopan caboti</i>	0
		红腹角雉	<i>Tragopan temminckii</i>	0
		白颈长尾雉	<i>Syrmaticus ellioti</i>	0
鹤科 Gruidae	秧鸡科 Rallidae	灰鹤	<i>Grus grus</i>	1
		白胸苦恶鸟	<i>Amauornis phoenicurus</i>	1
		花田鸡	<i>Coturnicops exquisitus</i>	1
		白骨顶	<i>Fulica atra</i>	1
		董鸡	<i>Gallixrex cinerea</i>	1
		黑水鸡	<i>Gallinula chloropus</i>	1
		灰胸秧鸡	<i>Lewinia striata</i>	0
		棕背田鸡	<i>Zapornia bicolor</i>	0
		白喉斑秧鸡	<i>Rallina eurizonoides</i>	0
		普通秧鸡	<i>Rallus indicus</i>	1
		红脚田鸡	<i>Zapornia akool</i>	1
		红胸田鸡	<i>Zapornia fusca</i>	0

目	科	中文名	学名	候鸟
雀形目 PASSERIFORMES		小田鸡	<i>Zapornia pusilla</i>	1
	长尾山雀科 Aegithalidae			
		红头长尾山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>	0
		银喉长尾山雀	<i>Aegithalos glaucogularis</i>	0
	百灵科 Alaudidae			
		云雀	<i>Alauda arvensis</i>	1
		小云雀	<i>Alauda gulgula</i>	0
		歌百灵	<i>Mirafra javanica</i>	1
	燕鵙科 Artamidae			
		灰燕鵙	<i>Artamus fuscus</i>	0
	太平鸟科 Bombycillidae			
		小太平鸟	<i>Bombycilla japonica</i>	1
	山椒鸟科 Campephagidae			
		大鵙鵙	<i>Coracina macei</i>	0
		暗灰鵙鵙	<i>Lalage melaschistos</i>	1
		短嘴山椒鸟	<i>Pericrocotus brevirostris</i>	1
		小灰山椒鸟	<i>Pericrocotus cantonensis</i>	1
		灰山椒鸟	<i>Pericrocotus divaricatus</i>	1
		赤红山椒鸟	<i>Pericrocotus flammeus</i>	0
		灰喉山椒鸟	<i>Pericrocotus solaris</i>	0
	叶鹎科 Chloropseidae			
		橙腹叶鹎	<i>Chloropsis hardwickii</i>	0
	河乌科 Cinclidae			
		褐河乌	<i>Cinclus pallasii</i>	0
	鸦科 Corvidae			
		黄胸绿鹊	<i>Cissa hypoleuca</i>	0
		小嘴乌鸦	<i>Corvus corone</i>	1
		达乌里寒鸦	<i>Corvus dauuricus</i>	1
		秃鼻乌鸦	<i>Corvus frugilegus</i>	1
		大嘴乌鸦	<i>Corvus macrorhynchos</i>	0
		白颈鸦	<i>Corvus pectoralis</i>	0
		灰喜鹊	<i>Cyanopica cyana</i>	0
		灰树鹊	<i>Dendrocitta formosae</i>	0
		松鸦	<i>Garrulus glandarius</i>	0
		星鸦	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	0
		喜鹊	<i>Pica pica</i>	0
		红嘴山鸦	<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	0
		红嘴蓝鹊	<i>Urocissa erythrorhyncha</i>	0
	啄花鸟科 Dicaeidae			

目	科	中文名	学名	候鸟
	卷尾科 Dicruridae	纯色啄花鸟	<i>Dicaeum concolor</i>	0
		朱背啄花鸟	<i>Dicaeum cruentatum</i>	0
		红胸啄花鸟	<i>Dicaeum ignipectus</i>	0
		古铜色卷尾	<i>Dicrurus aeneus</i>	0
		鸦嘴卷尾	<i>Dicrurus annectans</i>	1
		发冠卷尾	<i>Dicrurus hottentottus</i>	1
		灰卷尾	<i>Dicrurus leucophaeus</i>	1
		黑卷尾	<i>Dicrurus macrocerus</i>	1
	鹎科 Emberizidae	黄胸鹎	<i>Emberiza aureola</i>	1
		黄眉鹎	<i>Emberiza chrysophrys</i>	1
		三道眉草鹎	<i>Emberiza cioides</i>	0
		黄喉鹎	<i>Emberiza elegans</i>	1
		栗耳鹎	<i>Emberiza fucata</i>	1
		小鹎	<i>Emberiza pusilla</i>	1
		田鹎	<i>Emberiza rustica</i>	1
		栗鹎	<i>Emberiza rutila</i>	1
		芦鹎	<i>Emberiza schoeniclus</i>	1
		灰头鹎	<i>Emberiza spodocephala</i>	1
		白眉鹎	<i>Emberiza tristrami</i>	1
		蓝鹎	<i>Emberiza siemsseni</i>	1
		凤头鹎	<i>Melophus lathamii</i>	0
		灰眉岩鹎	<i>Emberiza godlewskii</i>	0
	梅花雀科 Estrildidae	斑文鸟	<i>Lonchura punctulata</i>	0
		白腰文鸟	<i>Lonchura striata</i>	0
	燕雀科 Fringillidae	金翅雀	<i>Chloris sinica</i>	0
		黄雀	<i>Spinus spinus</i>	1
		普通朱雀	<i>Carpodacus erythrinus</i>	1
		黑尾蜡嘴雀	<i>Eophona migratoria</i>	1
		黑头蜡嘴雀	<i>Eophona personata</i>	1
		燕雀	<i>Fringilla montifringilla</i>	1
		褐灰雀	<i>Pyrrhula nipalensis</i>	0
	燕科 Hirundinidae	烟腹毛脚燕	<i>Delichon dasypus</i>	0
		金腰燕	<i>Cecropis daurica</i>	1
		家燕	<i>Hirundo rustica</i>	1
		崖沙燕	<i>Riparia riparia</i>	1

目	科	中文名	学名	候鸟
	伯劳科 Laniidae	牛头伯劳	<i>Lanius bucephalus</i>	1
		栗背伯劳	<i>Lanius collurioides</i>	0
		红尾伯劳	<i>Lanius cristatus</i>	1
		棕背伯劳	<i>Lanius schach</i>	0
		楔尾伯劳	<i>Lanius sphenocercus</i>	1
		虎纹伯劳	<i>Lanius tigrinus</i>	1
	王鹟科 Monarchinae	黑枕王鹟	<i>Hypothymis azurea</i>	0
		寿带	<i>Terpsiphone incei</i>	1
		紫寿带	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	1
	鹡鸰科 Motacillidae	布氏鹡鸰	<i>Anthus godlewskii</i>	1
		红喉鹡鸰	<i>Anthus cervinus</i>	1
		树鹡鸰	<i>Anthus hodgsoni</i>	1
		田鹡鸰	<i>Anthus richardi</i>	1
		黄腹鹡鸰	<i>Anthus rubescens</i>	1
		水鹡鸰	<i>Anthus spinoletta</i>	1
		山鹡鸰	<i>Anthus sylvanus</i>	0
		山鹡鸰	<i>Dendronanthus indicus</i>	1
		白鹡鸰	<i>Motacilla alba</i>	0
		灰鹡鸰	<i>Motacilla cinerea</i>	1
		黄头鹡鸰	<i>Motacilla citreola</i>	1
		黄鹡鸰	<i>Motacilla tschutschensis</i>	1
	玉鹟科 Stenostiridae	方尾鹟	<i>Culicicapa ceylonensis</i>	1
	鹟科 Muscicapidae	山蓝仙鹟	<i>Cyornis banyumas</i>	1
		海南蓝仙鹟	<i>Cyornis hainanus</i>	1
		蓝喉仙鹟	<i>Cyornis rubeculoides</i>	1
		纯蓝仙鹟	<i>Cyornis unicolor</i>	1
		铜蓝鹟	<i>Eumyias thalassinus</i>	1
		红喉姬鹟	<i>Ficedula albicilla</i>	1
		锈胸蓝姬鹟	<i>Ficedula sordida</i>	0
		棕胸蓝姬鹟	<i>Ficedula hyperythra</i>	0
		鸫姬鹟	<i>Ficedula mugimaki</i>	1
		黄眉姬鹟	<i>Ficedula narcissina</i>	1
		橙胸姬鹟	<i>Ficedula strophciata</i>	1
		小斑姬鹟	<i>Ficedula westermanni</i>	0
		白眉姬鹟	<i>Ficedula zanthopygia</i>	1

目	科	中文名	学名	候鸟
		北灰鹡	<i>Muscicapa dauurica</i>	1
		灰纹鹡	<i>Muscicapa griseisticta</i>	1
		褐胸鹡	<i>Muscicapa muttui</i>	0
		乌鹡	<i>Muscicapa sibirica</i>	1
		棕腹大仙鹡	<i>Niltava davidi</i>	0
		小仙鹡	<i>Niltava macgregoriae</i>	0
		棕腹仙鹡	<i>Niltava sundara</i>	1
		棕腹蓝仙鹡	<i>Niltava vivida</i>	0
		白喉林鹡	<i>Cyornis brunneatus</i>	1
		白腹蓝鹡	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	1
		琉璃蓝鹡	<i>Cyanoptila cumatilis</i>	1
		棕褐短翅莺	<i>Bradypterus luteoventris</i>	0
		高山短翅莺	<i>Bradypterus mandelli</i>	0
		中华短翅莺	<i>Bradypterus tacsanowskii</i>	1
		斑胸短翅莺	<i>Bradypterus thoracicus</i>	1
		大草莺	<i>Graminicola bengalensis</i>	0
		金头缝叶莺	<i>Phyllergates cucullatus</i>	0
		日本歌鹂	<i>Larvivora akahige</i>	1
		红喉歌鹂	<i>Calliope calliope</i>	1
		蓝歌鹂	<i>Larvivora cyane</i>	1
		红尾歌鹂	<i>Larvivora sibilans</i>	1
		黑胸歌鹂	<i>Calliope pectoralis</i>	1
		蓝喉歌鹂	<i>Luscinia svecica</i>	1
		红胁蓝尾鹂	<i>Tarsiger cyanurus</i>	1
		白喉短翅鹂	<i>Brachypteryx leucophris</i>	0
		蓝短翅鹂	<i>Brachypteryx montana</i>	0
		鹈鹂	<i>Copsychus saularis</i>	0
		北红尾鹂	<i>Phoenicurus auroreus</i>	1
		白顶溪鹂	<i>Chaimarrornis leucocephalus</i>	1
		白尾蓝地鹂	<i>Myiomela leucurum</i>	0
		紫啸鹂	<i>Myophonus caeruleus</i>	0
		红尾水鹂	<i>Rhyacornis fuliginosa</i>	0
		白额燕尾	<i>Enicurus leschenaulti</i>	0
		斑背燕尾	<i>Enicurus maculatus</i>	0
		灰背燕尾	<i>Enicurus schistaceus</i>	0
		小燕尾	<i>Enicurus scouleri</i>	0
		灰林鹟	<i>Saxicola ferreus</i>	0
		黑喉石鹟	<i>Saxicola maurus</i>	1
		白喉矶鹟	<i>Monticola gularis</i>	1
		栗腹矶鹟	<i>Monticola rufiventris</i>	1

目	科	中文名	学名	候鸟
		蓝矶鸫	<i>Monticola solitarius</i>	1
	花蜜鸟科 Nectariniidae			
		叉尾太阳鸟	<i>Aethopyga christinae</i>	0
		蓝喉太阳鸟	<i>Aethopyga gouldiae</i>	0
		黑胸太阳鸟	<i>Aethopyga saturata</i>	0
		纹背捕蛛鸟	<i>Arachnothera magna</i>	0
		黄腹花蜜鸟	<i>Cinnyris jugularis</i>	0
	黄鹂科 Oriolidae			
		黑枕黄鹂	<i>Oriolus chinensis</i>	1
		鹈鹕	<i>Oriolus mellianus</i>	1
	山雀科 Paridae			
		大山雀	<i>Parus cinereus</i>	0
		绿背山雀	<i>Parus monticolus</i>	0
		黄颊山雀	<i>Machlolophus spilonotus</i>	0
		黄腹山雀	<i>Pardaliparus venustulus</i>	0
		黄眉林雀	<i>Sylviparus modestus</i>	0
	攀雀科 Remizidae			
		中华攀雀	<i>Remiz consobrinus</i>	1
	雀科 Passeridae			
		麻雀	<i>Passer montanus</i>	0
		山麻雀	<i>Passer cinnamomeus</i>	0
	八色鸫科 Pittidae			
		仙八色鸫	<i>Pitta nympha</i>	1
	钩嘴鹟科 Tephrodornithidae			
		钩嘴林鹟	<i>Tephrodornis virgatus</i>	0
		褐背鹟	<i>Hemipus picatus</i>	0
	鹎科 Pycnonotidae			
		栗背短脚鹎	<i>Hemixos castanonotus</i>	0
		黑短脚鹎	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	0
		绿翅短脚鹎	<i>Ixos maclellandii</i>	0
		白喉红臀鹎	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	0
		红耳鹎	<i>Pycnonotus jocosus</i>	0
		白头鹎	<i>Pycnonotus sinensis</i>	0
		黄臀鹎	<i>Pycnonotus xanthorrhous</i>	0
		领雀嘴鹎	<i>Spizixos semitorques</i>	0
		白喉冠鹎	<i>Alophoixus pallidus</i>	0
	戴菊科 Regulidae			
		戴菊	<i>Regulus regulus</i>	1
	扇尾鹟科 Rhipiduridae			
		白喉扇尾鹟	<i>Rhipidura albicollis</i>	0

目	科	中文名	学名	候鸟
扇尾莺科 Cisticolidae				
		长尾缝叶莺	<i>Orthotomus sutorius</i>	0
		棕扇尾莺	<i>Cisticola juncidis</i>	0
		黑喉山鹧鸪	<i>Prinia atrogularis</i>	0
		山鹧鸪	<i>Prinia crinigera</i>	0
		黄腹山鹧鸪	<i>Prinia flaviventris</i>	0
		纯色山鹧鸪	<i>Prinia inornata</i>	0
		褐山鹧鸪	<i>Prinia polychroa</i>	0
		暗冕山鹧鸪	<i>Prinia rufescens</i>	0
		金头扇尾莺	<i>Cisticola exilis</i>	0
鹎科 Sittidae				
		绒额鹎	<i>Sitta frontalis</i>	0
		普通鹎	<i>Sitta europaea</i>	0
		红翅旋壁雀	<i>Tichodroma muraria</i>	1
棕鸟科 Sturnidae				
		八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	0
		家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>	0
		粉红棕鸟	<i>Pastor roseus</i>	1
		灰棕鸟	<i>Spodiopsar cineraceus</i>	1
		灰头棕鸟	<i>Sturnia malabarica</i>	0
		黑领棕鸟	<i>Gracupica nigricollis</i>	0
		丝光棕鸟	<i>Spodiopsar sericeus</i>	0
		灰背棕鸟	<i>Sturnia sinensis</i>	1
		北棕鸟	<i>Agropsar sturninus</i>	1
苇莺科 Acrocephalidae				
		厚嘴苇莺	<i>Arundinax aedon</i>	1
		大苇莺	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	1
		黑眉苇莺	<i>Acrocephalus bistrigiceps</i>	1
		钝翅苇莺	<i>Acrocephalus concinens</i>	1
		东方大苇莺	<i>Acrocephalus orientalis</i>	1
		噪苇莺	<i>Acrocephalus stentoreus</i>	1
蝗莺科 Locustellidae				
		小蝗莺	<i>Locustella certhiola</i>	1
		苍眉蝗莺	<i>Locustella fasciolata</i>	1
		矛斑蝗莺	<i>Locustella lanceolata</i>	1
柳莺科 Phylloscopidae				
		黄腹柳莺	<i>Phylloscopus affinis</i>	1
		棕眉柳莺	<i>Phylloscopus armandii</i>	1
		极北柳莺	<i>Phylloscopus xanthodryas</i>	1
		冕柳莺	<i>Phylloscopus coronatus</i>	1
		白斑尾柳莺	<i>Phylloscopus ogilviegranti</i>	1

目	科	中文名	学名	候鸟
		峨眉柳莺	<i>Phylloscopus emeiensis</i>	1
		褐柳莺	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	1
		淡眉柳莺	<i>Phylloscopus humei</i>	1
		黄眉柳莺	<i>Phylloscopus inornatus</i>	1
		灰喉柳莺	<i>Phylloscopus maculipennis</i>	1
		黄腰柳莺	<i>Phylloscopus proregulus</i>	1
		冠纹柳莺	<i>Phylloscopus claudiae</i>	1
		黑眉柳莺	<i>Phylloscopus ricketti</i>	1
		巨嘴柳莺	<i>Phylloscopus schwarzi</i>	1
		棕腹柳莺	<i>Phylloscopus subaffinis</i>	1
		淡脚柳莺	<i>Phylloscopus tenellipes</i>	1
		暗绿柳莺	<i>Phylloscopus trochiloides</i>	1
		华南冠纹柳莺	<i>Phylloscopus goodsoni</i>	1
		白眶鹎莺	<i>Seicercus affinis</i>	1
		金眶鹎莺	<i>Seicercus burkii</i>	1
		栗头鹎莺	<i>Seicercus castaniceps</i>	1
		灰脸鹎莺	<i>Seicercus poliogenys</i>	1
		淡尾鹎莺	<i>Seicercus soror</i>	1
		比氏鹎莺	<i>Seicercus valentini</i>	1
	树莺科 Cettiidae			
		棕脸鹟莺	<i>Abroscopus albogularis</i>	0
		灰腹地莺	<i>Tesia cyaniventer</i>	0
		强脚树莺	<i>Horornis fortipes</i>	0
		黄腹树莺	<i>Horornis acanthizoides</i>	0
		鳞头树莺	<i>Urosphena squameiceps</i>	1
		远东树莺	<i>Horornis canturians</i>	1
		短翅树莺	<i>Horornis diphone</i>	1
	莺雀科 Vireonidae			
		栗额鹟鹛	<i>Pteruthius intermedius</i>	0
		红翅鹟鹛	<i>Pteruthius aeralatus</i>	0
		白腹凤鹛	<i>Erpornis zantholeuca</i>	0
		淡绿鹟鹛	<i>Pteruthius xanthochlorus</i>	0
	噪鹛科 Leiothrichidae			
		棕噪鹛	<i>Garrulax berthemyi</i>	0
		画眉	<i>Garrulax canorus</i>	0
		黑喉噪鹛	<i>Garrulax chinensis</i>	0
		灰翅噪鹛	<i>Garrulax cineraceus</i>	0
		红翅噪鹛	<i>Trochalopteron formosum</i>	0
		褐胸噪鹛	<i>Garrulax maesi</i>	0
		红尾噪鹛	<i>Trochalopteron milnei</i>	0

目	科	中文名	学名	候鸟
		小黑领噪鹛	<i>Garrulax monileger</i>	0
		眼纹噪鹛	<i>Garrulax ocellatus</i>	0
		黑领噪鹛	<i>Garrulax pectoralis</i>	0
		黑脸噪鹛	<i>Garrulax perspicillatus</i>	0
		白颊噪鹛	<i>Garrulax sannio</i>	0
		银耳相思鸟	<i>Leiothrix argenteauris</i>	0
		红嘴相思鸟	<i>Leiothrix lutea</i>	0
		红翅薮鹛	<i>Liocichla ripponi</i>	0
		蓝翅希鹛	<i>Siva cyanouroptera</i>	0
		红尾希鹛	<i>Minla ignotincta</i>	0
		矛纹草鹛	<i>Babax lanceolatus</i>	0
		林鹛科 Timaliidae		
		长嘴钩嘴鹛	<i>Erythrogenys hypoleucos</i>	0
		棕颈钩嘴鹛	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>	0
		华南斑胸钩嘴鹛	<i>Erythrogenys swinhoei</i>	0
		斑胸钩嘴鹛	<i>Erythrogenys gravivox</i>	0
		红头穗鹛	<i>Cyanoderma ruficeps</i>	0
		红顶鹛	<i>Timalia pileata</i>	0
		鸫科 Turdidae		
		灰翅鸫	<i>Turdus boulboul</i>	1
		乌灰鸫	<i>Turdus cardis</i>	1
		斑鸫	<i>Turdus eunomus</i>	1
		灰背鸫	<i>Turdus hortulorum</i>	1
		乌鸫	<i>Turdus mandarinus</i>	0
		宝兴歌鸫	<i>Turdus mupinensis</i>	0
		红尾斑鸫	<i>Turdus naumanni</i>	1
		白眉鸫	<i>Turdus obscurus</i>	1
		白腹鸫	<i>Turdus pallidus</i>	1
		橙头地鸫	<i>Geokichla citrina</i>	1
		小虎斑地鸫	<i>Zoothera dauma</i>	1
		白眉地鸫	<i>Geokichla sibirica</i>	1
		虎斑地鸫	<i>Zoothera aurea</i>	1
		绣眼鸟科 Zosteropidae		
		栗耳凤鹛	<i>Yuhina castaniceps</i>	0
		黑额凤鹛	<i>Yuhina nigrimenta</i>	0
		红胁绣眼鸟	<i>Zosterops erythropleurus</i>	1
		暗绿绣眼鸟	<i>Zosterops japonicus</i>	1
		莺鹛科 Sylviidae		
		金胸雀鹛	<i>Lioparus chrysotis</i>	0
		褐头雀鹛	<i>Fulvetta cinereiceps</i>	0

目	科	中文名	学名	候鸟
鸚鵡目 CUCULIFORMES	鸦雀科 Sittidae	金眼鸛雀	<i>Chrysomma sinense</i>	0
		短尾鸦雀	<i>Neosuthora davidianus</i>	0
		灰头鸦雀	<i>Psittiparus gularis</i>	0
		点胸鸦雀	<i>Paradoxornis guttaticollis</i>	0
		金色鸦雀	<i>Suthora verreauxi</i>	0
		棕头鸦雀	<i>Sinosuthora webbiana</i>	0
	鳞胸鸛鹛科 Phoenicopygiae			
		小鳞胸鸛鹛	<i>Phoenicopygia pusilla</i>	0
	幽鹛科 Pellorneidae			
	鹛科 Cisticolidae	褐胁雀鹛	<i>Schoeniparus dubia</i>	0
		灰眶雀鹛	<i>Alcippe morrisonia</i>	0
		金额雀鹛	<i>Schoeniparus variegaticeps</i>	0
		褐顶雀鹛	<i>Schoeniparus brunnea</i>	0
		纹胸鸛鹛	<i>Napothera epilepidota</i>	0
	鸛鹛科 Troglodytidae			
		鸛鹛	<i>Troglodytes troglodytes</i>	1
	丽星鸛鹛科 Elachuridae			
		丽星鸛鹛	<i>Elachura formosus</i>	0
鯉鸟目 SUULIFORMES				
鸛鹛科 Phalacrocoracidae				
		普通鸛鹛	<i>Phalacrocorax carbo</i>	0
啄木鸟目 PICIFORMES				
拟啄木鸟科 Capitonidae				
		黑眉拟啄木鸟	<i>Psilopogon faber</i>	0
		蓝喉拟啄木鸟	<i>Psilopogon asiatica</i>	0
啄木鸟科 Picidae		大拟啄木鸟	<i>Psilopogon virens</i>	0
		黄嘴栗啄木鸟	<i>Blythipicus pyrrhotis</i>	0
		大黄冠啄木鸟	<i>Chrysophlegma flavinucha</i>	0
		棕腹啄木鸟	<i>Dendrocopos hyperythrus</i>	1
		大斑啄木鸟	<i>Dendrocopos major</i>	0
		竹啄木鸟	<i>Gecinulus grantia</i>	0
		蚁鴷	<i>Jynx torquilla</i>	1
		栗啄木鸟	<i>Micropternus brachyurus</i>	0
		星头啄木鸟	<i>Dendrocopos canicapillus</i>	0
		斑姬啄木鸟	<i>Picumnus innominatus</i>	0
		灰头绿啄木鸟	<i>Picus canus</i>	0
		白眉棕啄木鸟	<i>Sasia ochracea</i>	0
鸛鷁目 PODICIPEDIFORMES				
鸛鷁科 Podicipedidae				

目	科	中文名	学名	候鸟
鸮形目 STRIGIFORMES		凤头鵟鵟	<i>Podiceps cristatus</i>	1
		黑颈鵟鵟	<i>Podiceps nigricollis</i>	1
		小鵟鵟	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	0
	鸱鸃科 Strigidae			
		短耳鸮	<i>Asio flammeus</i>	1
		长耳鸮	<i>Asio otus</i>	1
		雕鸮	<i>Bubo bubo</i>	0
		领鸢鹗	<i>Glaucidium brodiei</i>	0
		斑头鸢鹗	<i>Glaucidium cuculoides</i>	0
		黄腿渔鸮	<i>Ketupa flavipes</i>	0
		褐渔鸮	<i>Ketupa zeylonensis</i>	0
		鹰鸮	<i>Ninox scutulata</i>	0
		领角鸮	<i>Otus lettia</i>	0
		黄嘴角鸮	<i>Otus spilocephalus</i>	0
		红角鸮	<i>Otus sunia</i>	1
		褐林鸮	<i>Strix leptogrammica</i>	0
		灰林鸮	<i>Strix aluco</i>	0
		日本鹰鸮	<i>Ninox japonica</i>	0
	草鸮科 Tytonidae			
		草鸮	<i>Tyto longimembris</i>	0
咬鹃目 TROGONIFORMES				
	咬鹃科 Trogonidae			
		红头咬鹃	<i>Harpactes erythrocephalus</i>	0
犀鸟目 BUCEROTIFORMES				
	戴胜科 Upupidae			
		戴胜	<i>Upupa epops</i>	0

2.2 哺乳类物种名录

2.2 List of mammal species

目	科	中文名	学名
食肉目 CARNIVORA	犬科 CANIDAE	豺	<i>Cuon alpinus</i>
		狼	<i>Canis lupus</i>
		貉	<i>Nyctereutes procyonoides</i>
		赤狐	<i>Vulpes vulpes</i>
	猫科 FELIDAE	云豹	<i>Neofelis nebulosa</i>
		金钱豹	<i>Panthera pardus</i>
		金猫	<i>Pardofelis temminckii</i>
		豹猫	<i>Prionailurus bengalensis</i>
	獾科 HERPESTIDAE	瓜哇獾	<i>Herpestes javanicus</i>
		食蟹獾	<i>Herpestes urva</i>
	鼬科 MUSTELIDAE	小爪水獭	<i>Aonyx cinerea</i>
		猪獾	<i>Arctonyx collaris</i>
		水獭	<i>Lutra lutra</i>
		黄喉貂	<i>Martes flavigula</i>
		亚洲狗獾	<i>Meles leucurus</i>
		鼬獾	<i>Melogale moschata</i>
		黄腹鼬	<i>Mustela kathiah</i>
		黄鼬	<i>Mustela sibirica</i>
	熊科 URSIDAE	黑熊	<i>Ursus thibetanus</i>
	灵猫科 VIVERRIDAE	果子狸	<i>Paguma larvata</i>
		大灵猫	<i>Viverra zibetha</i>
		小灵猫	<i>Viverricula indica</i>
		斑林狸	<i>Prionodon pardicolor</i>
偶蹄目 ARTIODACTYLA	牛科 BOVIDAE	中华鬣羚	<i>Capricornis milneedwardsii</i>
		中华斑羚	<i>Naemorhedus griseus</i>
	鹿科 CERVIDAE	毛冠鹿	<i>Elaphodus cephalophus</i>
		小鹿	<i>Muntiacus reevesi</i>

目	科	中文名	学名
翼手目 CHIROPTERA	麝科 MOSCHIDAE	赤麂	<i>Muntiacus vaginalis</i>
		水鹿	<i>Cervus equinus</i>
		林麝	<i>Moschus berezovskii</i>
		野猪	<i>Sus scrofa</i>
	鞘尾蝠科 EMBALLONURIDAE	黑髯墓蝠	<i>Taphozous melanopogon</i>
		大墓蝠	<i>Taphozous theobaldi</i>
		蹄蝠科 HIPPOSIDERIDAE	
	蹄蝠科 HIPPOSIDERIDAE	三叶蹄蝠	<i>Aselliscus stoliczkanus</i>
		无尾蹄蝠	<i>Coelops frithii</i>
		大蹄蝠	<i>Hipposideros armiger</i>
		中蹄蝠	<i>Hipposideros larvatus</i>
		小蹄蝠	<i>Hipposideros pomona</i>
		普氏蹄蝠	<i>Hipposideros pratti</i>
		假吸血蝠科 MEGADERMATIDAE	
	犬吻蝠科 MOLOSSIDAE	印度假吸血蝠	<i>Megaderma lyra</i>
		皱唇犬吻蝠	<i>Tadarida plicata</i>
	狐蝠科 PTEROPODIDAE	犬蝠	<i>Cynopterus sphinx</i>
		棕果蝠	<i>Rousettus leschenaultii</i>
		菊头蝠科 RHINOLOPHIDAE	
	菊头蝠科 RHINOLOPHIDAE	中菊头蝠	<i>Rhinolophus affinis</i>
		马铁菊头蝠	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>
		华南菊头蝠	<i>Rhinolophus huananus</i>
		短翼菊头蝠	<i>Rhinolophus lepidus</i>
		大菊头蝠	<i>Rhinolophus luctus</i>
		大耳菊头蝠	<i>Rhinolophus macrotis</i>
		皮氏菊头蝠	<i>Rhinolophus pearsoni</i>
		小菊头蝠	<i>Rhinolophus pusillus</i>
	蝙蝠科 VESPERTILIONIDAE	中华菊头蝠	<i>Rhinolophus sinicus</i>
		大黑伏翼	<i>Arielulus circumdatus</i>
		大棕蝠	<i>Eptesicus serotinus</i>
		南蝠	<i>Ia io</i>
		哈氏彩蝠	<i>Kerivoula hardwickii</i>
		亚洲长翼蝠	<i>Miniopterus schreibersii</i>

目	科	中文名	学名
劳亚食虫目 EULIPOTYPHLA	猬科 ERINACEIDAE	中管鼻蝠	<i>Murina huttoni</i>
		西南鼠耳蝠	<i>Myotis altarium</i>
		尖耳鼠耳蝠	<i>Myotis blythii</i>
		大足鼠耳蝠	<i>Myotis pilosus</i>
		中华鼠耳蝠	<i>Myotis chinensis</i>
		绯鼠耳蝠	<i>Myotis formosus</i>
		华南水鼠耳蝠	<i>Myotis laniger</i>
		普通伏翼	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>
		高颅鼠耳蝠	<i>Myotis siligorensis</i>
		中华山蝠	<i>Nyctalus plancyi</i>
		东亚伏翼	<i>Pipistrellus abramus</i>
		锡兰伏翼	<i>Pipistrellus ceylonicus</i>
		小伏翼	<i>Pipistrellus tenuis</i>
		斑蝠	<i>Scotomanes ornatus</i>
		小黄蝠	<i>Scotophilus kuhlii</i>
		扁颅蝠	<i>Tylonycteris pachypus</i>
		毛翼管鼻蝠	<i>Harpiocephalus harpia</i>
		褐扁颅蝠	<i>Tylonycteris robustula</i>
鳞甲目 PHOLIDOTA	鼯鼠科 SORICIDAE	东北刺猬	<i>Erinaceus amurensis</i>
		中国鼯鼠	<i>Neotetracus sinensis</i>
		微尾鼯	<i>Anourosorex squamipes</i>
		喜马拉雅水鼯鼠	<i>Chimarrogale himalayica</i>
		利安得水鼯鼠	<i>Chimarrogale leander</i>
	鼯鼠科 TALPIDAE	灰鼯鼠	<i>Crocidura attenuata</i>
		臭鼯	<i>Suncus murinus</i>
	穿山甲科 MANIDAE	华南缺齿鼯	<i>Mogera insularis</i>
		长吻鼯	<i>Euroscaptor longirostris</i>
	猴科 CERCOPITHECIDAE	穿山甲	<i>Manis pentadactyla</i>
		短尾猴	<i>Macaca arctoides</i>
		熊猴	<i>Macaca assamensis</i>
		猕猴	<i>Macaca mulatta</i>
		藏酋猴	<i>Macaca thibetana</i>

目	科	中文名	学名
啮齿目 RODENTIA	豪猪科 HYSTRICIDAE	帚尾豪猪	<i>Atherurus macrourus</i>
		中国豪猪	<i>Hystrix hodgsoni</i>
	兔科 LEPORIDAE	华南兔	<i>Lepus sinensis</i>
	刺山鼠科 PLATACANTHOMYIDAE	小猪尾鼠	<i>Typhlomys nanus</i>
	松鼠科 SCIURIDAE	毛耳飞鼠	<i>Belomys pearsonii</i>
		赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus</i>
		珀氏长吻松鼠	<i>Dremomys pernyi</i>
		红腿长吻松鼠	<i>Dremomys pyrrhomerus</i>
		红颊长吻松鼠	<i>Dremomys rufigenis</i>
		红白鼯鼠	<i>Petaurista alborufus</i>
		红背鼯鼠	<i>Petaurista petaurista</i>
		霜背大鼯鼠	<i>Petaurista philippensis</i>
		白斑小鼯鼠	<i>Petaurista punctatus</i>
		倭花鼠	<i>Tamiops maritimus</i>
	仓鼠科 CRICETIDAE	东方田鼠	<i>Alexandromys fortis</i>
		黑腹绒鼠	<i>Eothenomys melanogaster</i>
	鼠科 MURIDAE	青毛巨鼠	<i>Berylmys bowersi</i>
		黑线姬鼠	<i>Apodemus agrarius</i>
		中华姬鼠	<i>Apodemus draco</i>
		喜马拉雅姬鼠	<i>Apodemus pallipes</i>
		青毛巨鼠	<i>Berylmys bowersi</i>
		笔尾树鼠	<i>Chiropodomys gliroides</i>
		白腹巨鼠	<i>Leopoldamys edwardsi</i>
		巢鼠	<i>Micromys minutus</i>
		小家鼠	<i>Mus musculus</i>
		北社鼠	<i>Niviventer confucianus</i>
		针毛鼠	<i>Niviventer fulvescens</i>
		拟刺毛鼠	<i>Niviventer huang</i>
		东亚屋顶鼠	<i>Rattus brunneusculus</i>
		黄毛鼠	<i>Rattus losea</i>
		黄胸鼠	<i>Rattus tanezumi</i>
	鼯型鼠科 SPALACIDAE	银星竹鼠	<i>Rhizomys pruinosus</i>

王丽媛, 胡慧建, 姜杰, 胡一鸣 (2024) 南岭哺乳类和鸟类物种丰富度空间分布格局及其影响因子. 生物多样性, 32, 23026. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2023026>

目	科	中文名	学名
攀鼯目 SCANDENTIA		中华竹鼠	<i>Rhizomys sinensis</i>
	树鼯科 TUPAIIDAE	北树鼯	<i>Tupaia belangeri</i>

附录 3

表 S1 皮尔逊相关系数; 除标记*的数值外, *P* 值全部小于 0.05。T: 年均温; TR: 气温年较差; P: 年均降水量; PS: 降水季节性差异; NDVI: 归一化植被指数; HFP: 人类足迹指数; HH: 生境异质性; ELE: 海拔。

Table S1 Pearson's *r* correlation; All *P* values are less than 0.05 except the one that marked *. T, Average annual temperature; TR, Annual range of temperature; P, Average annual precipitation; PS, Seasonal difference of precipitation; NDVI, Normalized difference vegetation index; HFP, Human footprint index; HH, Habitat heterogeneity; ELE, Elevation.

	Pearson's <i>r</i> correlation						
	T	TR	P	PS	NDVI	HFP	HH
TR	0.383						
P	0.52	0.276					
PS	0.693	0.232	0.858				
NDVI	0.171	-0.025	-0.03	-0.073			
HFP	0.305	0.014*	0.041	0.166	-0.074		
HH	0.428	0.219	-0.146	-0.018*	-0.011*	0.342	
ELE	-0.628	-0.119	0.149	-0.095	-0.231	-0.334	-0.552

表 S2 直接路径模型各变量的方差膨胀系数。T: 年均温; TR: 气温年较差; P: 年均降水量; NDVI: 归一化植被指数; HFP: 人类足迹指数; HH: 生境异质性; ELE: 海拔。

Table S2 Variance inflation factor of each variable in direct path model. T, Average annual temperature; TR, Annual range of temperature; P, Average annual precipitation; NDVI, Normalized difference vegetation index; HFP, Human footprint index; HH, Habitat heterogeneity; ELE, Elevation.

	变量 Variable						
	T	TR	P	NDVI	HFP	HH	ELE
系数 Coefficient	5.395	1.258	3.112	1.128	1.233	1.754	3.584
<i>P</i> value	<0.001	0	<0.001	<0.001	0.097	<0.001	<0.001