

•研究报告•

# 喜马拉雅山哺乳动物物种多样性 垂直分布格局

胡一鸣<sup>1,2,3</sup> 梁健超<sup>3,4</sup> 金 崑<sup>5</sup> 丁志锋<sup>3</sup> 周智鑫<sup>3</sup> 胡慧建<sup>3\*</sup> 蒋志刚<sup>1,2\*</sup>

1 (中国科学院动物研究所, 北京 100101)

2 (中国科学院大学, 北京 100049)

3 (广东省生物资源应用研究所, 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)

4 (北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083)

5 (中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091)

**摘要:** 生物多样性的空间分布及其相关机制一直是生态学、生物地理学和保护生物学的热点问题。山地生态系统生境异质性和生物多样性高, 适合研究生物多样性空间分布及其相关机制。喜马拉雅山脉位于青藏高原南缘, 是全球生态热点区域。其地形复杂, 海拔落差大(100–8,844 m), 具有明显的垂直气候带。本研究通过整合野外调查和文献资料, 系统地分析了10目23科160属313种喜马拉雅山地区哺乳动物物种多样性的垂直分布格局, 发现该区域哺乳动物总体及其子集的物种多样性垂直分布格局都为左偏倚的中峰格局, 物种多样性在海拔900–1,400 m之间最高, 不同物种子集的物种多样性垂直分布格局的模式有所不同。UPGMA聚类分析表明, 喜马拉雅山地区哺乳动物群落沿海拔梯度可以划分为5个聚类簇(海拔100–1,500 m、1,500–2,000 m、2,000–3,000 m、3,000–4,200 m以及4,200–6,000 m的地区), 大致与该地区植被的垂直带分布相吻合。喜马拉雅山地区哺乳动物物种多样性在中低海拔最为丰富, 可能跟东洋界与古北界生物群扩散后的交汇地带相关。喜马拉雅山区贯通南北的沟谷是生物扩散和迁移的通道, 沟谷内水热资源较好, 气候稳定性高, 为高山生态系统内各种生物创造了栖息条件。综上, 喜马拉雅山沟谷地区是生物多样性热点地区, 也是生物扩散和交流关键的“生态走廊”, 应加强对喜马拉雅山沟谷地区的保护, 以维系该区域较高的生物多样性。

**关键词:** 喜马拉雅山; 哺乳动物物种多样性; 垂直分布格局; 空间分布格局

## The elevational patterns of mammalian richness in the Himalayas

Yiming Hu<sup>1,2,3</sup>, Jianchao Liang<sup>3,4</sup>, Kun Jin<sup>5</sup>, Zhifeng Ding<sup>3</sup>, Zhixin Zhou<sup>3</sup>, Huijian Hu<sup>3\*</sup>, Zhigang Jiang<sup>1,2\*</sup>

1 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

3 Guangdong Key Laboratory of Animal Conservation and Resource Utilization, Guangdong Public Laboratory of Wild Animal Conservation and Utilization, Guangdong Institute of Applied Biological Resources, Guangzhou 510260

4 School of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083

5 Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091

**Abstract:** Studies of the distribution of biodiversity are hotspots in ecology and biogeography. Mountain ecosystems, which contain high habitat heterogeneity and biodiversity, play an important role in biodiversity conservation. The Himalayas are located in the southern rim of the Qinghai-Tibetan Plateau. The complicated geological topography, vast elevational gradients (100–8,844 m), significant vertical climatic zonation, and diverse biodiversity make it an ideal study area for biodiversity distribution research. By combining field data and data from museum records and literature, 313 mammal species were found for each 100 m elevational band along the gradient from 100 to 6,000 m above sea level (a.s.l.) in the Himalayas. Most of the elevational species richness patterns were hump-shaped. Species richness of the overall mammals peaked at an elevation

收稿日期: 2017-12-06; 接受日期: 2018-01-26

基金项目: 国家自然科学基金(31400361, 31372175)和科技基础性专项(2013FY110300)

\* 共同通讯作者 Co-authors for correspondence. E-mail: 13922339577@139.com; jiangzg@ioz.ac.cn

of 900–1,400 m. Species composition along the elevational gradient in the Himalayas can be classified into five groups (100–1,500 m, 1,500–2,000 m, 2,000–3,000 m, 3,000–4,200 m and 4,200–6,000 m a.s.l.) using UPGMA clustering of elevation-based species assemblages, which was similar to the divisions of the vertical vegetation zone. The distribution of mammals is uneven, with low diversity found in the northern slope of the Himalayas and high diversity in the southern slope; the valleys on south slope of the Himalayas that contain higher biodiversity are biological corridors connecting the northern and southern fauna. To maintain the exchange of biodiversity, we should sustainably strengthen protection to the valley ecosystems.

**Key words:** Himalayas; mammal species diversity; elevational patterns; distribution

确定并优先保护物种多样性与特有性高的地区有利于合理分配有限的资源, 因此生物多样性空间分布格局成为近代生态学、生物地理学和保护生物学的热点问题。物种多样性的空间分布格局指特定区域中物种多样性在空间梯度的分布状态 (Jetz & Rahbek, 2001, 2002; Jetz et al, 2012), 如纬度、经度和垂直梯度(包括水深)上。在众多类型的生态系统中, 山地生态系统海拔落差大, 生境类型丰富, 孕育了独特的生物多样性, 是生物多样性热点区域的典型代表。据联合国世界保护监测中心 (UNEP-WCMC) 对山地的定义, 山地面积占全球陆地面积的27%。山地生态系统是生物多样性和濒危物种的庇护所, 全球有超过50%的保护区都建立在山区 (Blyth, 2002)。另外, 在相对较小的尺度上, 山地生态系统的垂直梯度环境因子变化大, 因而成为研究物种多样性空间分布格局的理想场所 (Rahbek, 1995; Colwell et al, 2005; McCain, 2005; Rowe et al, 2015)。

喜马拉雅山脉坐落于青藏高原南缘, 先后被列入“全球200”和世界生物圈保护区 (Olson & Dinerstein, 1998; Myers et al, 2000)。目前喜马拉雅山地区生物多样性空间分布格局和相关机制的研究仍十分有限, 多数研究仅限于局部地区的单个生物类群, 且主要集中在植物类群(如: Vetaas & Grytnes, 2002; Bhattarai & Vetaas, 2003; Oommen & Shanker, 2005; Acharya et al, 2011a)。脊椎动物类群中鸟类(如 Acharya et al, 2011b; Price et al, 2014; Joshi & Bhatt, 2015; Pan et al, 2016)、两栖爬行类(如 Chettri et al, 2010; 潘虎君等, 2013)和哺乳类(如胡一鸣等, 2014; Hu et al, 2017)虽有一些研究, 但相对较少。本研究的开展不仅有助于认识喜马拉雅山地区哺乳动物区系特征和物种多样性空间分布格局, 还为探讨大尺度范围物种多样性空间分布格局普遍模式和演化机制等宏生态学研究提供数据支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域

地理学意义的喜马拉雅山脉为南迦帕尔巴特峰与南迦巴瓦峰之间的一段弧形山脉。本研究将 26.8°–36.5° N, 72.0°–96.5° E 之间的区域作为研究范围, 面积约为 608,269 km<sup>2</sup> (图1)。主要是考虑: (1) 涵盖地理学意义上的整个喜马拉雅山脉; (2) 区域界线主要以天然的地理屏障为界, 北线为雅鲁藏布江及其延长线, 南线为布拉马普特拉河及其延长线; (3) 该研究区域涵盖了喜马拉雅山地区大部分气候和生境类型。根据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/>) 90 m 精度的数字高程数据, 在 ArcGIS 10.2 软件 (ESRI, Redlands, CA, USA) 上划出该区域。

### 1.2 数据收集和处理

物种数据来源于野外调查和文献资料。野外调查集中在西藏自治区日喀则地区和山南地区, 即中国境内的喜马拉雅山中段至东段地区。我们将喜马拉雅山南坡的沟谷地区作为重点调查区域, 包括吉隆县吉隆沟、聂拉木县樟木沟、定日县绒辖沟、定结县陈塘沟和嘎玛沟(嘎玛沟和陈塘沟合称脱隆沟)、亚东县亚东沟、错那县勒布沟、洛扎县多布沟和浪坡沟、隆子县扎日沟和玉麦沟(图1)。调查队伍以广东省生物资源应用研究所(原广东省昆虫研究所)的技术人员为主, 并联合中国科学院动物研究所、生物影像调查研究所(IBE)、西藏珠穆朗玛峰国家级自然保护区等多家单位共同组成。2013–2017 年间, 调查人员多次对调查地点进行调查(具体调查时间见附录1)。

本次野外调查主要采用样线法和铗日法, 辅以红外触发式相机监测法和访问调查法。详情如下:

(A) 样线法。样线主要依据喜马拉雅山垂直植被带的划分布设, 覆盖沟谷地区低海拔至高海拔的不

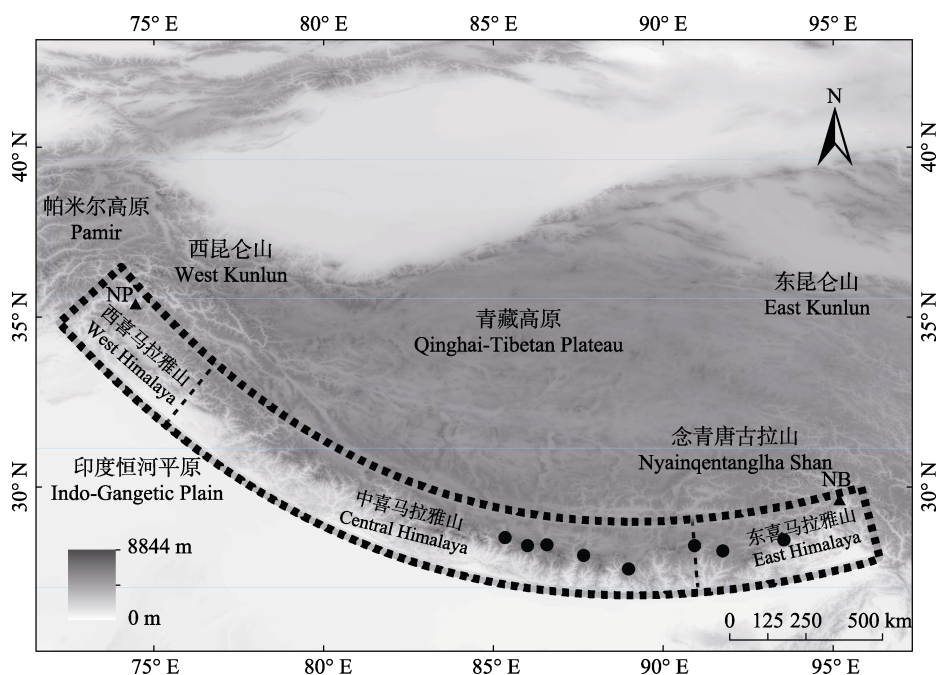


图1 喜马拉雅山脉-青藏高原地理位置和地形图。带阴影虚线内为研究区域, 黑色虚线为西、中以及东喜马拉雅山的分界线。黑色圆点代表本研究的野外调查区域, 从左到右分别为: 吉隆县、聂拉木县、定日县、定结县、亚东县、洛扎县、错那县和隆子县。NP: 南迦帕尔巴特峰; NB: 南迦巴瓦峰。

Fig. 1 Generalized topographic map of the Himalaya Mountains and Tibetan Plateau. The black dashed lines with shadow represent boundaries of the study area. Black dashed lines represent boundaries between the western, central, and eastern Himalaya Mountains. Black dots represent field survey areas, from left to right are: Gyirong County, Nyalam County, Tingri County, Dinggyê County, Yadong County, Lhoshag County, Cona County and Lhünzê County, respectively. NP, Nanga Parbat; NB, Namche Barwa.

同生境类型(海拔约为1,800–5,500 m)。将沟谷按照海拔范围等分成低、中、高的三段, 样线布设保证各海拔段抽样强度均等。调查时以保护区或当地林业局的工作人员为向导, 记录动物实体、活动痕迹和叫声。活动痕迹包括足迹(链)、爪痕、食迹、毛发、粪便、巢穴和卧迹等, 对所有发现的动物踪迹均作记录和照片拍摄, 并记录GPS地理坐标信息。调查时间为清晨和黄昏(当地时间06:00–10:00; 16:00–20:00)。

本次调查样线的总长度约为788 km (非重复调查的样线长度)。中、低海拔样线单侧宽度平均为50 m, 高海拔地区样线单侧带宽为500 m (从西到东各沟谷样线的布设与完成情况见附录1)。

(B) 铗日法。该方法主要在日喀则地区的沟谷(吉隆沟、樟木沟、绒辖沟、陈塘沟、亚东沟)进行。在上述各个沟谷的低、中、高海拔段放置鼠夹, 布夹于草地、农田、山坡、林地, 诱饵为花生仁。在调查区设置5–6条夹线, 夹距为5 m, 每行放置10–20个, 行距视具体情况而定, 一般为30–50 m。

每天16:00放置鼠夹, 次日11:00检查记录, 连续布放3天以上。其中吉隆沟为铗日法的主要调查地点, 共完成了21,600个铗日。

(C) 红外触发式相机监测法。该方法是样线法与铗日法的补充。主要目的在于获取珍稀动物的图像信息。红外相机主要放置在日喀则地区的沟谷内。吉隆沟共放置36台相机, 在2016年9月至2017年6月持续工作。樟木沟、绒辖沟、陈塘沟、亚东沟4条沟谷布设红外相机共48台次, 每个调查区12台次, 放置时间10天以上。

(D) 社区访问调查法。借助动物图片(以大型动物为主)对调查区内居民以及保护区工作人员进行无诱导式访问调查。该法常与样线法结合使用, 主要用于确定样线布设的具体位置、调查时间和获取目标物种的大致种群状况。

文献数据来源于已发表的论文、专著、调查报告、网络数据库数据和标本馆的数据记录(附录1)。

整合野外调查数据和文献数据, 得出喜马拉雅山地区哺乳动物名录, 根据各物种的分布记录和海

拔信息, 获取各物种分布区的海拔上、下限。另外, 基于野外考察观测值, 剔除和校正一些异常值。野外调查的哺乳动物物种编目参考《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》(王应祥, 2003)和《中国哺乳动物多样性及地理分布》(蒋志刚等, 2015)。最后, 整体的喜马拉雅山地区哺乳动物物种名录根据*The IUCN Red List of Threatened Species* (IUCN, 2017)的分类体系重新合并整理, 确保各物种的准确(附录2)。

采用种分布区连续模型确定物种垂直分布范围(Rahbek, 1997; Kratochwil, 1999; McCain, 2009; Hu et al, 2017), 假定物种在它们的分布极限之间连续分布。喜马拉雅山地区海拔6,000 m以上为高山冰雪带, 没有哺乳动物记录, 故我们选择海拔100–6,000 m之间的地区开展研究。按照100 m海拔间隔, 在研究区域的海拔梯度内选取59个取样点(如150 m, 250 m, 350 m...5,850 m, 5,950 m), 然后根据物种分布区连续模型计算出各个海拔取样点的插值物种丰富度(interpolated species richness), 以该插值物种丰富度作为各100 m海拔区间的物种多样性的值。为了避免物种的“丢失”, 将仅有1个分布点的物种垂直海拔分布区进行适当扩展: 以该分布点为中点上下扩展100 m (同时将垂直海拔分布幅不足200 m的物种也扩展到200 m)。

### 1.3 哺乳动物的分组

根据哺乳动物水平分布范围, 分为特有种和非特有种两组: 仅分布于喜马拉雅山及其临近地区(我国青藏高原南缘、横断山西部, 帕米尔高原, 巴基斯坦北部, 尼泊尔, 不丹, 印度东北与西北部地区, 孟加拉国以及缅甸北部)的物种视为特有种; 其余物种为非特有种。

根据哺乳动物垂直分布范围, 分为4组: (1)垂直分布幅一组(First range), 垂直分布幅在200–1,400 m之间的物种; (2)垂直分布幅二组(Second range), 垂直分布幅在1,401–2,800 m之间的物种; (3)垂直分布幅三组(Third range), 垂直分布幅在2,801–4,200 m之间的物种; (4)垂直分布幅四组(Fourth range), 垂直分布幅大于4,200 m的物种。

根据哺乳动物的运动方式与体型将其分为: 飞行哺乳动物(即蝙蝠类, Chiroptera)与非飞行哺乳动物(non-volant mammals), 非飞行小型哺乳动物(包括兔形目、食虫目、啮齿目和攀鼯目)和非飞行大中

型哺乳动物(non-volant large and medium mammals)。

## 1.4 统计与分析

### 1.4.1 物种多样性垂直分布模式的检验

将海拔作为自变量, 各个海拔区间的物种多样性作为因变量, 构建多项式回归模型, 并根据校正赤池信息准则AICc (the corrected Akaike information criterion)的最小值, 从一阶和二阶的多项式(分别代表线性和单峰曲线)中选出最优模型来确定垂直分布格局的模式。

### 1.4.2 聚类分析

利用非加权组平均法(UPGMA)对物种阵进行聚类分析。利用Simpson相异性指数( $\beta_{sim}$ , Simpson, 1943)来衡量各100 m海拔区间哺乳动物物种组成上的差异(Lennon et al, 2001; Mena & Vázquez-Domínguez, 2005; McCain & Beck, 2016)。所有100 m海拔区间之间的 $\beta_{sim}$ 矩阵完整地反映出喜马拉雅山地区各个海拔带之间的物种组成差异。

UPGMA聚类能得到一个反映各海拔区间物种组成分层关系的系统树图。利用聚类系数(agglomerative coefficient)对UPGMA聚类的结果进行评估, 本研究依据2个准则选择UPGMA树图的切分点(cut-off point): (1)被切分后树状图的聚类簇不能过多(避免难以解释而失去生态学意义), 切分后的聚类簇控制在2–10簇之间; (2)根据Krzanowski和Lai (1988)的方法, 在2–10个分类簇间通过平方和选出最佳分割点。

### 1.5 哺乳动物物种多样性空间分布格局图的构建

在海拔落差大的生态系统, 传统的水平物种分布格局难以真实准确地反映该地区的物种多样性空间分布格局, 因为水平分布格局并没有考虑物种在海拔梯度上的重叠。为此, 我们将喜马拉雅山哺乳动物物种多样性的水平分布格局与垂直分布格局结合以构建完整的空间分布格局。哺乳动物水平分布范围的图层文件来自于IUCN红色名录网站(<http://www.iucnredlist.org>)。利用ArcGIS 10.2软件, 将每个哺乳动物的水平分布范围和垂直分布范围在喜马拉雅山地区的数字高程图上合并; 然后独立保存各物种合并后的图层文件(该图层文件就代表了各物种在喜马拉雅山地区的完整三维空间分布); 最后将该地区的所有哺乳动物的三维空间分布重叠, 从而得到完整的空间多样性分布格局示意图。

本研究的多项式回归分析在PAST 2.17 (Ham-

mer et al, 2001; <http://folk.uio.no/ohammer/past/>)中进行。聚类分析与相异性指数的计算在R 3.4.2 (R Development Core Team, 2017)软件中, 利用“vegan”程序包(Oksanen et al, 2007)和“NbClust”程序包(Charrad et al, 2014)完成。

## 2 结果

### 2.1 哺乳动物组成及分组

通过野外调查以及历史文献资料, 共得到喜马拉雅山地区的313种哺乳动物(野外调查共记录103种), 分属10目23科160属(附录2)。其中特有种72种, 非特有种241种。垂直分布幅一组91种; 垂直分布幅二组153种; 垂直分布幅三组58种; 垂直分布幅四组11种。飞行哺乳动物有80种, 非飞行哺乳动物有233种; 非飞行小型哺乳动物有128种, 非飞行大中型哺乳动物有105种。

### 2.2 哺乳动物物种多样性垂直分布格局

喜马拉雅山地区哺乳动物总体物种多样性垂

直分布格局为左偏倚的中峰模式, 物种多样性在海拔900–1,400 m之间最高(图2a)。不同分布范围(水平与垂直)哺乳动物子集的物种多样性垂直分布格局有差异: 特有种的物种多样性垂直分布格局为正中峰模式, 在海拔2,500–3,000 m之间最高(图2b); 非特有种为左偏倚的中峰模式, 物种多样性在海拔900–1,400 m之间最高(图2c)。垂直分布幅一组和二组的物种多样性垂直分布格局都为左偏倚的中峰模式, 峰值出现在海拔600–1,100 m与1,400–1,900 m之间; 垂直分布幅三组和四组均为正中峰模式, 第三组峰值在海拔2,300–2,900 m之间; 而第四组的物种多样性在海拔1,200–4,400 m之间维持了较高的水平, 形成一个“高台”(图2d–g)。不同习性与体型物种子集的物种多样性垂直分布格局同样存在差异(主要为左偏倚的中峰模式): 飞行哺乳动物的物种多样性在海拔600–1,100 m之间最高(图3b); 非飞行哺乳动物的物种多样性在海拔1,300–1,800 m之间最高(图3c); 非飞行小型哺乳动物的物种多样性在

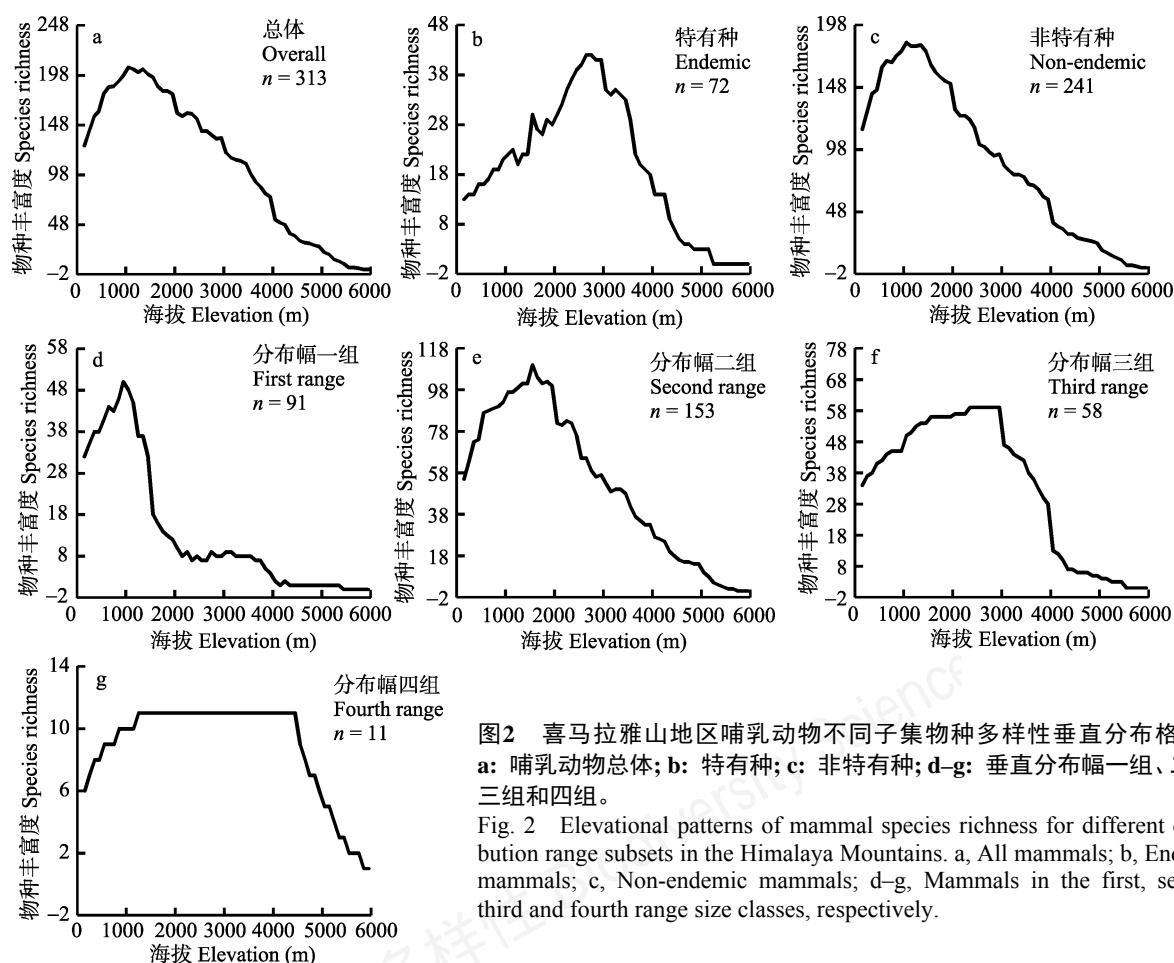


图2 喜马拉雅山地区哺乳动物不同子集物种多样性垂直分布格局。  
a: 哺乳动物总体; b: 特有种; c: 非特有种; d–g: 垂直分布幅一组、二组、三组和四组。

Fig. 2 Elevational patterns of mammal species richness for different distribution range subsets in the Himalaya Mountains. a, All mammals; b, Endemic mammals; c, Non-endemic mammals; d–g, Mammals in the first, second, third and fourth range size classes, respectively.

海拔1,000–3,000 m之间维持了一个较高的水平(图3d); 非飞行大中型哺乳动物的物种多样性在海拔1,000–1,500 m之间较高(图3e)。

根据AICc最小值选出的最优多项式回归模型都为二次方模型, 即喜马拉雅山地区哺乳动物总体及其子集的物种多样性垂直分布格局都是单峰模式(表1)。

**2.3 聚类分析**

UPGMA聚类分析表明, 喜马拉雅山地区哺乳动物群落沿海拔梯度可以划分为5个聚类簇(图4): 海拔100–1,500 m、1,500–2,000 m、2,000–3,000 m、3,000–4,200 m以及4,200–6,000 m的地区。较高的聚类系数(0.993)表明: 聚类树较好地反映了 $\beta_{sim}$ 相异性矩阵所体现的各100 m海拔区间物种组成上的差

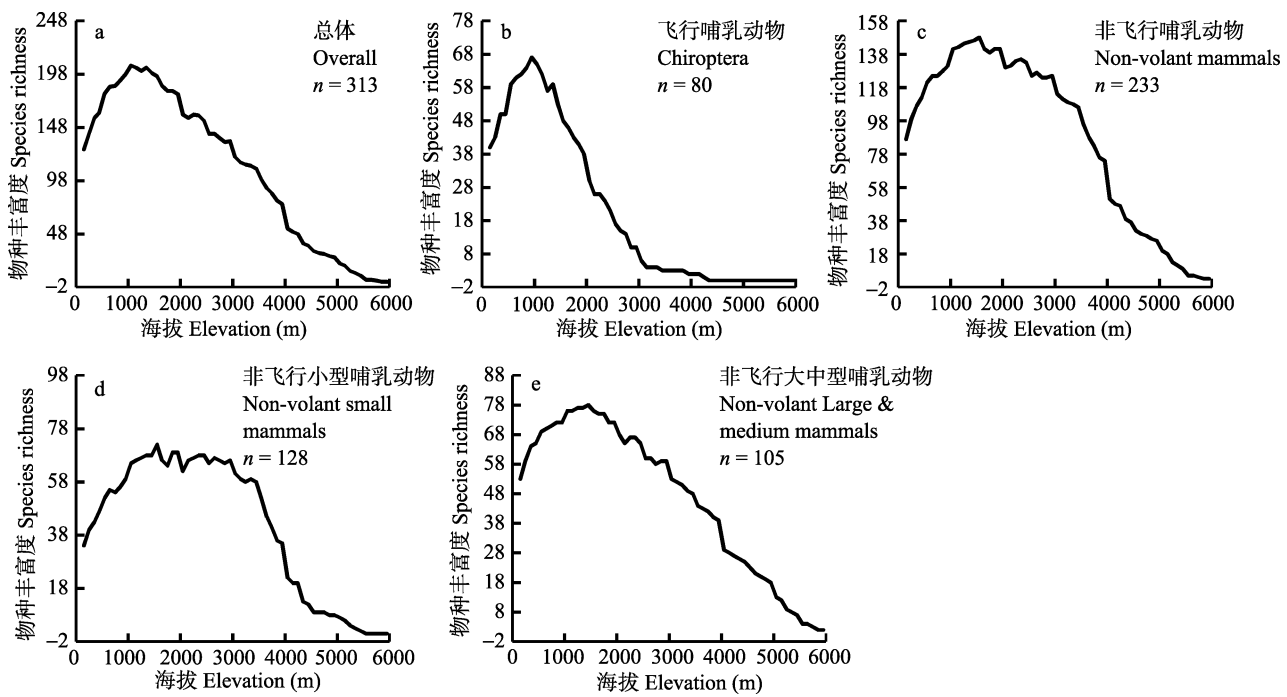


图3 喜马拉雅山地区哺乳动物不同习性与体型子集物种多样性垂直分布格局。a: 总体; b: 飞行哺乳动物(翼手目); c: 非飞行哺乳动物; d: 非飞行小型哺乳动物; e: 非飞行大中型哺乳动物。  
Fig. 3 Elevational patterns of mammal species richness for different biological habits and body size subsets in the Himalaya Mountains. a, All mammals; b, Chiroptera; c, Non-volant mammals; d, Non-volant small mammals; e, Non-volant large and medium mammals.

表1 喜马拉雅山地区哺乳动物不同子集的物种多样性沿海拔梯度的多项式回归  
Table 1 Polynomial regressions for the mammal species richness along the elevational gradients in the Himalaya Mountains for each species subsets

物种分组 Species groups	物种数 Number of species	一阶 Order 1		二阶 Order 2	
		$R^2$	$\Delta AICc$	$R^2$	$\Delta AICc$
总体 All mammals	312	0.8772	12,550	0.9215	0
特有种 Endemic mammals	72	0.2935	5,236	0.7948	0
非特有种 Non-endemic mammals	240	0.9030	1,573	0.9102	0
分布幅一组 First range	90	0.7380	1,594.7	0.8478	0
分布幅二组 Second range	153	0.8287	3,201.6	0.8726	0
分布幅三组 Third range	58	0.6379	5,977	0.8482	0
分布幅四组 Fourth range	11	0.3018	356.537	0.9289	0
飞行哺乳动物 Chiroptera	80	0.8075	1,995.6	0.8675	0
非飞行哺乳动物 Non-volant mammals	232	0.7592	24,569	0.9254	0
非飞行小型哺乳动物 Non-volant small mammals	127	0.6295	9,999.2	0.8751	0
非飞行大中型哺乳动物 Non-volant large and medium mammals	105	0.8619	3,453.9	0.9557	0



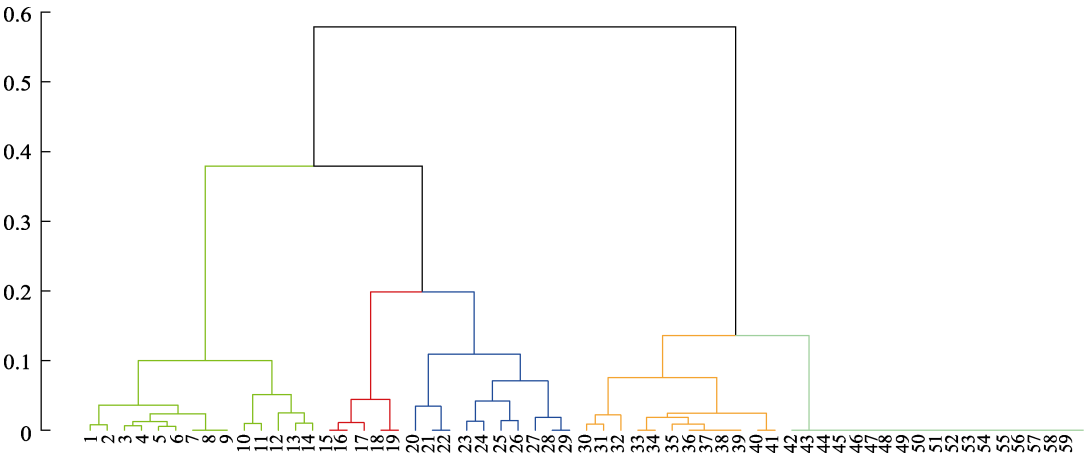


图4 基于喜马拉雅山各海拔区间 $\beta_{sim}$ 相异性矩阵的UPGMA聚类树图。聚类指数为0.993。X-轴为各100 m海拔区间的编号, 例如“1”代表了100–200 m海拔区间, Y-轴为 $\beta_{sim}$ 指数的值。不同颜色的聚类分簇代表了不同的分组。

Fig. 4 Dendrograms resulting from UPGMA hierarchical clustering of 100 m elevational band assemblages based on  $\beta_{sim}$  dissimilarity matrices for mammal species richness along the elevational gradient in the Himalayas. The agglomerative coefficient is 0.993. The numerals of x-axis represent the 59 100 m elevational bands. For example, “1” means 100–200 m a.s.l. The values of y-axis are dissimilarity ( $\beta_{sim}$ ). Cluster leaves of different colors represent different cluster assignments.

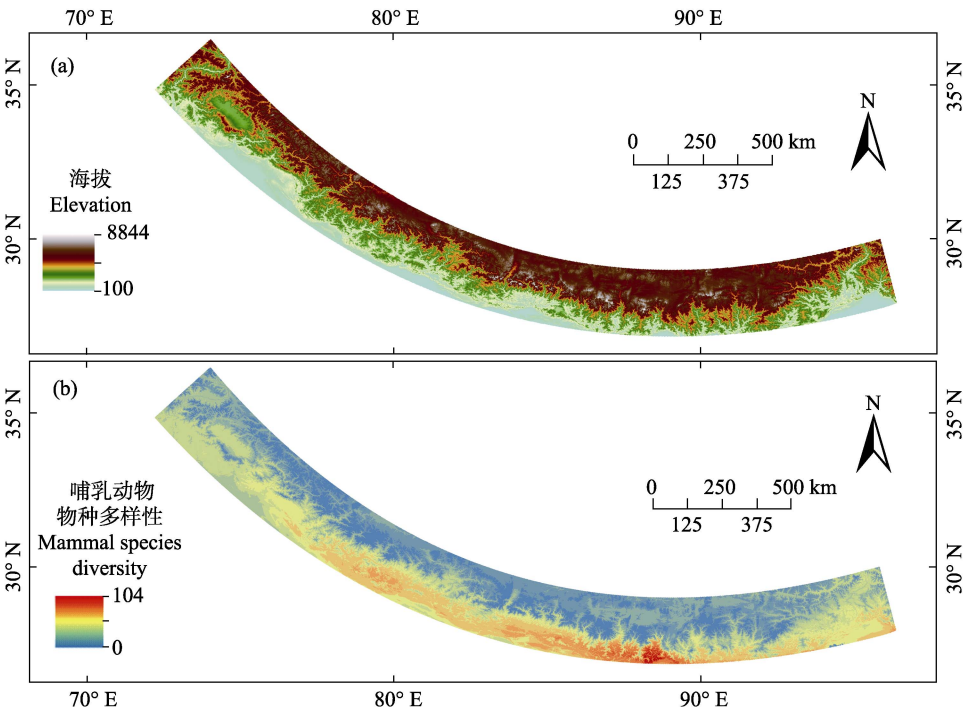


图5 喜马拉雅山地区高程图(a)和哺乳动物物种多样性空间分布格局(b)

Fig. 5 Terrain (a) and the species richness pattern of mammals (b) in the Himalaya Mountains

异。上述5个聚类簇的切割点的高度值( $\beta_{sim}$ )在0.04–0.38之间。

2.4 哺乳动物物种多样性空间分布格局

结合物种多样性水平与垂直分布范围, 以GDEM 90 m数字高程图为基础构建了喜马拉雅山地区哺乳动物物种多样性空间分布格局的视图(图

5)。喜马拉雅山地区哺乳动物物种多样性大致是东南部高, 西北部低; 南坡比北坡要高。其中, 中喜马拉雅山南麓平原与沟谷地区的哺乳动物最为丰富, 东喜马拉雅山平原、沟谷地区次之, 西喜马拉雅山高原地区最低。整个喜马拉雅山地区的沟谷是连通该地区南北部哺乳动物多样性的热点区域。

### 3 讨论

#### 3.1 哺乳动物物种多样性垂直分布格局

左偏倚的中峰格局在哺乳动物中较为普遍 (McCain, 2005)。值得注意的是, 关于哺乳动物物种多样性垂直分布格局的研究主要集中于非飞行小型哺乳动物以及翼手目这两个类群, 综合某地区完整的哺乳动物类群的研究较少。胡一鸣等(2014)对西藏珠穆朗玛峰国家级自然保护区(中国境内中喜马拉雅山地区)的哺乳动物总体物种多样性垂直分布格局研究表明, 该地区的哺乳动物符合中峰分布模式, 本研究结果与之类似。而对于非飞行小型哺乳动物而言, 较多研究支持中峰分布的格局 (Heaney, 2001; Sánchez-Cordero, 2001; Rickart, 2001; McCain, 2004)。对于翼手目类群而言, 其物种多样性垂直分布模式主要为单调递减格局和中峰格局 (McCain, 2007), 本研究中则为左偏倚的中峰模式 (图3b)。

喜马拉雅山地区非特有种占哺乳动物种数的 76.9%, 对总体物种多样性垂直分布格局贡献较大, 其峰值也和总体物种多样性的峰值更为接近。特有种与非特有种分布格局的差异可能是影响各自格局的潜在因素的差异所致。过去的研究表明, 特有种除了受到气候、植被等环境因子的影响, 同时还受到纯空间因子(如面积、中域效应等)的影响; 而非特有种则更易受到气候、植被和生境异质性等空间结构性的环境因子的影响 (Hu et al, 2017)。特有种分布区更狭窄, 扩散能力较弱, 所以受到限制扩散的环境因素影响; 非特有种活动扩散能力较强, 制约其扩散的往往是气候、生境类型等影响其生理需求的环境因子 (Fu et al, 2006; Wu et al, 2013a, b; Rowe et al, 2015)。哺乳动物垂直分布幅的分组中, 随着各哺乳动物子集的物种垂直分布幅加大, 物种多样性峰值从低海拔向中海拔地区移动。该现象符合中域效应的预测: 分布幅较广的物种在分布区中间重叠的几率较分布幅狭窄的物种要高; 分布幅较广的物种类群往往会在分布空间的中心形成物种多样性的峰值 (Colwell & Hurr, 1994)。

同一类群不同动物子集间的物种多样性垂直分布格局模式及其成因有所差异; 相同区域、相同分布格局下, 不同类群或物种子集的物种多样性垂直分布格局的模式及其潜在生态机制也有差异

(McCain, 2005, 2009, 2010; Wu et al, 2013a, b; Rowe et al, 2015; Hu et al, 2017)。本研究结果与前人的研究结果一致, 即不同物种子集的物种多样性垂直分布格局的模式有所不同。为了更好地研究物种多样性垂直分布格局, 进一步了解全球范围山地生态系统的物种多样性垂直分布格局的模式, 还需要在不同地区、不同尺度开展跨类群的比较研究。

#### 3.2 沿海拔梯度的哺乳动物群落组成

喜马拉雅山地区哺乳动物群落沿海拔梯度的聚类分簇大致与该地区植被的垂直带分布相吻合。喜马拉雅山地区沿海拔梯度的植被带可以划分为 4-6 条带。海拔 1,500 m 以下主要为山地季雨林带与部分常绿阔叶林带; 海拔 1,500-2,000 m 主要为山地常绿阔叶林带; 海拔 2,000-3,000 m 主要为山地常绿阔叶林带与部分山地针阔混交林带; 海拔 3,000-4,200 m 主要为亚高山针叶林带; 海拔 4,200-6,000 m 则主要为高山灌丛草甸和高原亚寒带灌丛草原带、高山亚寒带草甸带 (张经纬和姜恕, 1973; 中国科学院青藏高原综合科学考察队, 1986; Singh & Singh, 1987; 张荣祖, 2011; 胡一鸣等, 2014)。哺乳动物群落组成和植被群落组成的垂直分布的协同性说明了动物与植物相互依存和协同进化的关系 (李义明等, 2003)。植物与动物之间的联系表现为: 植物既是动物重要的食物来源, 同时植物群落又可以为动物提供栖息场所 (Heaney, 2001)。另外, 不同动物对气候条件有着不同的需求, 而植物群落的类型可以大致反映某地区的气候与能量状况 (Hu et al, 2017); 喜马拉雅山地区动、植物群落在海拔梯度上分带的协同也可能跟气候与能量因素相关。然而, 生物群落和无机环境之间的相互作用是复杂的, 动物与植物群落沿海拔梯度的协同(海拔高度对植被垂直分带与对哺乳动物群落垂直分带有类似的影响)仅是生物群落与非生物环境间互作的一个体现; 生物群落与无机环境之间的复杂关系需要通过更多研究来进一步说明。

#### 3.3 哺乳动物物种多样性空间分布格局

在世界动物地理区划上, 喜马拉雅山是东洋界与古北界的天然界线: 其南部地区以东洋界物种成分为主, 而北部则以古北界为主 (张荣祖, 2011)。本研究得到的喜马拉雅山地区哺乳动物物种多样性空间分布格局的特征与喜马拉雅山动物地理区划



位置相符。在喜马拉雅山地区, 东洋界物种数量相对于古北界物种相对丰富(中国科学院青藏高原综合科学考察队, 1986; 李晶晶等, 2013; 潘虎君等, 2013; 胡一鸣等, 2014), 所以喜马拉雅山南部地区的哺乳动物物种多样性较北部地区丰富。在漫长的历史进程中, 随着动物的扩散, 位于该区域南部的东洋界生物群与北部的古北界生物群在海拔梯度上形成一个生态交汇区(ecotone)。本研究发现喜马拉雅山地区哺乳动物物种多样性在中低海拔最为丰富; 该区是东洋界与古北界生物群扩散后的交汇地带。在局域尺度的研究中, 李晶晶等(2013)、潘虎君等(2013)和胡一鸣等(2014)在中国境内的中喜马拉雅山中段分别对鸟类、两栖爬行动物以及哺乳动物区系进行了分析, 他们的研究结果都表明喜马拉雅山中段的中海拔地区存在东洋界与古北界动物的交汇地带。东洋界与古北界过渡带假说解释了喜马拉雅山地区哺乳动物物种多样性空间分布格局。

喜马拉雅山地区被众多高原水系的强烈冲蚀而形成的一系列贯通南北的沟谷成为该区生物的扩散和迁移的通道。综上, 喜马拉雅山的沟谷地区是该区生物的天然“避难所”, 也是本地区生物扩散和交流关键的“生态走廊”。为此, 应加强对喜马拉雅山沟谷地区的保护, 以维系该区域较高的生物多样性。

**致谢:** 感谢西藏林业厅与西藏珠穆朗玛峰国家级自然保护区管理局对野外工作给予的大力支持; 感谢马勇先生帮助鉴定部分哺乳动物标本; 感谢野外科考队伍的所有队员; 感谢审稿人与编辑部对文章的修改提出的宝贵建议。

## 参考文献

- Acharya BK, Chettri B, Vijayan L (2011a) Distribution pattern of trees along an elevation gradient of eastern Himalaya, India. *Acta Oecologica*, 37, 329–336.
- Acharya BK, Sanders NJ, Vijayan L, Chettri B (2011b) Elevational gradients in bird diversity in the eastern Himalaya: An evaluation of distribution patterns and their underlying mechanisms. *PLoS ONE*, 6, e29097.
- Bhattarai KR, Vetaas OR (2003) Variation in plant species richness of different life forms along a subtropical elevation gradient in the Himalayas, east Nepal. *Global Ecology and Biogeography*, 12, 327–340.
- Blyth S (2002) Mountain Watch: Environmental Change and Sustainable Developmental in Mountains. UNEP/Earthprint, London.
- Chang CW, Chiang S (1973) Primary study on the vertical vegetation belt of Mount Jolmo-Lungma (Everest) region and its relationship with horizontal zone. *Acta Botanica Sinica*, 15, 77–94. (in Chinese with English abstract) [张经纬, 姜恕 (1973) 珠穆朗玛峰地区的植被垂直分带及其与水平地带关系的初步研究. *植物学报*, 15, 77–94.]
- Charrad M, Ghazzali N, Boiteau V, Niknafs A (2014) Nbclust: An R package for determining the relevant number of clusters in a data set. *BMC Health Services Research*, 61, 1–36.
- Chettri B, Bhupathy S, Acharya BK (2010) Distribution pattern of reptiles along an eastern Himalayan elevation gradient, India. *Acta Oecologica*, 36, 16–22.
- Colwell RK, Hurtt GC (1994) Nonbiological gradients in species richness and a spurious Rapoport effect. *The American Naturalist*, 144, 570–595.
- Colwell RK, Rahbek C, Gotelli NJ (2005) The mid-domain effect: There's a baby in the bathwater. *The American Naturalist*, 166, E149–E154.
- Fu CZ, Hua X, Li J, Chang Z, Pu ZC, Chen JK (2006) Elevational patterns of frog species richness and endemic richness in the Hengduan Mountains, China: Geometric constraints, area and climate effects. *Ecography*, 29, 919–927.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2001) Past: Paleontological statistics software: Package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 1–9.
- Heaney LR (2001) Small mammal diversity along elevational gradients in the Philippines: An assessment of patterns and hypotheses. *Global Ecology and Biogeography*, 10, 15–39.
- Hu YM, Jin K, Huang ZW, Ding ZF, Liang JC, Pan XY, Hu HJ, Jiang ZG (2017) Elevational patterns of non-volant small mammal species richness in Gyirong Valley, Central Himalaya: Evaluating multiple spatial and environmental drivers. *Journal of Biogeography*, 44, 2764–2777.
- Hu YM, Yao ZJ, Huang ZW, Tian Y, Li HB, Pu Q, Yang DD, Hu HJ (2014) Mammalian fauna and its vertical changes in Mt. Qomolangma National Nature Reserve, Tibet, China. *Acta Theriologica Sinica*, 34, 28–37. (in Chinese with English abstract) [胡一鸣, 姚志军, 黄志文, 田园, 李海滨, 普琼, 杨道德, 胡慧建 (2014) 西藏珠穆朗玛峰国家级自然保护区哺乳动物区系及其垂直变化. *兽类学报*, 34, 28–37.]
- IUCN (2017) The IUCN Red List of Threatened Species, Version 2017-2. <http://www.iucnredlist.org>. (accessed on 2017-09-14)
- Jetz W, Rahbek C (2001) Geometric constraints explain much of the species richness pattern in African birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 98, 5661–5666.
- Jetz W, Rahbek C (2002) Geographic range size and determinants of avian species richness. *Science*, 297, 1548–1551.
- Jetz W, Thomas GH, Joy JB, Hartmann K, Mooers AO (2012) The global diversity of birds in space and time. *Nature*, 491,

- 444–448.
- Jiang ZG, Ma Y, Wu Y, Wang YX, Zhou KY, Liu SY, Feng ZJ (2015) China's Mammal Diversity and Geographic Distribution. Science Press, Beijing. (in Chinese) [蒋志刚, 马勇, 吴毅, 王应祥, 周开亚, 刘少英, 冯祚建 (2015) 中国哺乳动物多样性及地理分布. 科学出版社, 北京.]
- Joshi K, Bhatt D (2015) Avian species distribution along elevation at doon valley (foot hills of western Himalayas), Uttarakhand, and its association with vegetation structure. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 8, 158–167.
- Kratochwil A (1999) Biodiversity in Ecosystems: Principles and Case Studies of Different Complexity Levels. Springer, Dordrecht.
- Krzyszowski WJ, Lai YT (1988) A criterion for determining the number of groups in a data set using sum-of-squares clustering. *Biometrics*, 44, 23–34.
- Lennon JJ, Koleff P, Greenwood JJD, Gaston KJ (2001) The geographical structure of British bird distributions: Diversity, spatial turnover and scale. *Journal of Animal Ecology*, 70, 966–979.
- Li JJ, Han LX, Cao HF, Tian Y, Peng BY, Wang B, Hu HJ (2013) The fauna and vertical distribution of birds in Mount Qomolangma National Nature Reserve. *Zoological Research*, 34, 531–548. (in Chinese with English abstract) [李晶晶, 韩联宪, 曹宏芬, 田园, 彭波涌, 王斌, 胡慧建 (2013) 珠穆朗玛峰国家级自然保护区鸟类区系及其垂直分布特征. *动物学研究*, 34, 531–548.]
- Li YM, Xu L, Ma Y, Yang JY, Yang YH (2003) The species richness of nonvolant mammals in Shennongjia Nature Reserve, Hubei Province, China: Distribution patterns along elevational gradient. *Biodiversity Science*, 11, 1–9. (in Chinese with English abstract) [李义明, 许龙, 马勇, 杨敬元, 杨玉慧 (2003) 神农架自然保护区非飞行哺乳动物的物种丰富度: 沿海拔梯度的分布格局. *生物多样性*, 11, 1–9.]
- McCain CM, Beck J (2016) Species turnover in vertebrate communities along elevational gradients is idiosyncratic and unrelated to species richness. *Global Ecology and Biogeography*, 25, 299–310.
- McCain CM (2004) The mid-domain effect applied to elevational gradients: Species richness of small mammals in Costa Rica. *Journal of Biogeography*, 31, 19–31.
- McCain CM (2005) Elevational gradients in diversity of small mammals. *Ecology*, 86, 366–372.
- McCain CM (2007) Could temperature and water availability drive elevational species richness patterns? A global case study for bats. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 1–13.
- McCain CM (2009) Global analysis of bird elevational diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 18, 346–360.
- McCain CM (2010) Global analysis of reptile elevational diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19, 541–553.
- Mena JL, Vázquez-Domínguez E (2005) Species turnover on elevational gradients in small rodents. *Global Ecology and Biogeography*, 14, 539–547.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Da Fonseca GA, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858.
- Oksanen J, Kindt R, Legendre P, O'Hara B, Stevens MHH, Oksanen MJ, Suggests MASS (2007) The vegan package. *Community Ecology Package*, 10, 631–637.
- Olson DM, Dinerstein E (1998) The Global 200: A representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology*, 12, 502–515.
- Oommen MA, Shanker K (2005) Elevational species richness patterns emerge from multiple local mechanisms in Himalayan woody plants. *Ecology*, 86, 3039–3047.
- Pan HJ, Yang DD, Qin HH, Zhang L, Jiang K, Hu HJ (2013) Herpetofauna of Mount Qomolangma National Nature Reserve in Tibet, China. *Biodiversity Science*, 21, 610–615. (in Chinese with English abstract) [潘虎君, 杨道德, 覃海华, 张亮, 蒋珂, 胡慧建 (2013) 珠穆朗玛峰国家级自然保护区两栖爬行动物多样性及区系. *生物多样性*, 21, 610–615.]
- Pan XY, Ding ZF, Hu YM, Liang JC, Wu YJ, Si XF, Guo MF, Hu HJ, Jin K (2016) Elevational pattern of bird species richness and its causes along a central Himalaya gradient, China. *PeerJ*, 4, e2636.
- Price TD, Hooper DM, Buchanan CD, Johansson US, Tietze DT, Alström P, Olsson P, Ghosh-Harihar M, Ishtiaq F, Gupta SK, Martens J, Harr B, Singh P, Martens J (2014) Niche filling slows the diversification of Himalayan songbirds. *Nature*, 509, 222–225.
- Rahbek C (1995) The elevational gradient of species richness: A uniform pattern? *Ecography*, 18, 200–205.
- Rahbek C (1997) The relationship among area, elevation, and regional species richness in neotropical birds. *The American Naturalist*, 149, 875–902.
- Rickart EA (2001) Elevational diversity gradients, biogeography and the structure of montane mammal communities in the intermountain region of North America. *Global Ecology and Biogeography*, 10, 77–100.
- Rowe RJ, Heaney LR, Rickart EA (2015) Scale effects on the pattern and predictors of small mammal diversity along a local elevational gradient in the Great Basin. *Journal of Biogeography*, 42, 1964–1974.
- Sánchez-Cordero V (2001) Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology and Biogeography*, 10, 63–76.
- Simpson GG (1943) Mammals and the nature of continents. *American Journal of Science*, 241, 1–31.
- Singh JS, Singh SP (1987) Forest vegetation of the Himalaya. *The Botanical Review*, 53, 80–192.
- The Comprehensive Scientific Expedition to the Qinghai-Xizang Plateau, Chinese Academy of Sciences (1986) The Mammals of Xizang. Science Press, Beijing. (in Chinese) [中国科学院青藏高原综合科学考察队 (1986) 西藏

- 哺乳类. 科学出版社, 北京.]
- Vetaas OR, Grytnes JA (2002) Distribution of vascular plant species richness and endemic richness along the Himalayan elevation gradient in Nepal. *Global Ecology and Biogeography*, 11, 291–301.
- Wang YX (2003) A Complete Checklist of Mammal Species and Subspecies in China: A Taxonomic and Geographic Reference. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese) [王应祥 (2003) 中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全. 中国林业出版社, 北京.]
- Wu YJ, Yang QS, Wen ZX, Xia L, Zhang Q, Zhou HM (2013a) What drives the species richness patterns of non-volant small mammals along a subtropical elevational gradient? *Ecography*, 36, 185–196.
- Wu Y, Colwell RK, Rahbek C, Zhang C, Quan Q, Wang C, Lei F (2013b) Explaining the species richness of birds along a subtropical elevational gradient in the Hengduan Mountains. *Journal of Biogeography*, 40, 2310–2323.
- Wu YJ, Lei FM (2013) Species richness patterns and mechanisms along the elevational gradients. *Chinese Journal of Zoology*, 48, 797–807. (in Chinese with English abstract) [吴永杰, 雷富民 (2013) 物种丰富度垂直分布格局及影响机制. *动物学杂志*, 48, 797–807.]
- Zhang RZ (2011) *Zoogeography of China*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [张荣祖 (2011) 中国动物地理. 科学出版社, 北京.]
- (责任编辑: 闫文杰)

## 附录 Supplementary Material

### 附录1 哺乳动物物种数据获取的主要方法

Appendix 1 Methods for acquiring data of mammal species  
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2017324-1.pdf>

### 附录2 喜马拉雅山地区哺乳动物名录

Appendix 2 List of mammal species in the Himalayas  
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2017324-2.pdf>

## 附录 1 哺乳动物物种数据获取的主要方法

### Appendix 1 Methods for acquiring data of mammal species

#### 1.1 野外调查时间与样线布设情况

##### 1.1 Survey area, date of survey and sampling effort

调查区域 Survey area	调查日期 Date of survey	样线数量 Number of transects	样线总长度 Total length of the transects (km)
吉隆县吉隆沟 Gyirong Valley, Gyirong county	2012.05.10-2012.10.13, 2013.07.09-2013.09.05, 2017.06.20-2017.06.26.	46	110.0
聂拉木县樟木沟 Zhangmu Valley, Nyalam County	2013.07.11-2013.07.20, 2017.06.16-2017.06.23.	22	89.8
定日县绒线沟 Rongxian Valley, Tingri County	2013.09.12-2013.09.16.	11	56.7
定日县嘎玛沟 Gama Valley, Tingri County	2013.05.15-2013.05.23.	1	62.4
定结县陈塘沟 Chentang Valley, Dinggyê County	2013.05.15-2013.05.23.	10	91.3
亚东县亚东沟 Yadong Valley, Yadong County	2013.05.16-2013.05.24, 2017.06.10-2017.06.16.	22	91.7
洛扎县多布沟 Duobu Valley, Lhzhag County	2013.09.29-2013.10.04.	10	51.3
错那县勒布沟 Lubu Valley, Cona County	2013.09.28-2013.10.05, 2017.06.03-2017.06.09.	30	58.6
错那县浪坡沟 Langpo Valley, Cona County	2013.09.26-2013.09.27, 2015.06.06-2015.06.07.	5	29.3
隆子县玉麦沟 Yumai Valley, Lhünzê County	2013.09.23-2013.09.14, 2015.06.04-2015.06.05.	3	15.0
隆子县扎日沟 Zhari Valley, Lhünzê County	2013.09.20-2013.09.24, 2015.05.30-2015.06.04.	12	64.8

吉隆县吉隆沟(进行了多次重复调查): 共 46 条。低海拔地区样线 12 条, 长度为 25 km; 中海拔地区样线 15 条, 长度为 37.5 km; 高海拔地区样线 19 条, 长度为 47.5 km。

拉木县樟木沟(进行了两次重复调查): 共 22 条。低海拔样线 8 条, 长度为 32.9 km; 中海拔地区样线 6 条, 长度为 22.2 km; 高海拔地区样线 8 条, 长度为 34.7 km。

定日县绒辖沟: 共 11 条。低海拔地区由于地形过于陡峭, 难以进入, 所以没有进行调查; 中海拔地区样线 5 条, 长度为 31 km; 高海拔地区样线 6 条, 长度为 25.7 km。

定结县嘎玛沟(位于定日县和定结县两县交界): 本沟谷目前没有通车, 只能徒步进入沟谷腹地。定结县陈塘沟: 共 10 条。低海拔地区样线 5 条, 长度为 30.4 km; 中海拔地区样线 2 条, 长度为 16.9 km; 高海拔地区样线 3 条, 长度为 44.0 km。亚东县亚东沟(进行了两次重复调查):

胡一鸣, 梁健超, 金崑, 丁志锋, 周智鑫, 胡慧建, 蒋志刚. 喜马拉雅山哺乳动物物种多样性垂直分布格局. 生物多样性, 2018, 26 (2): 191–201.

<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2017324>

共 22 条。低海拔地区样线 7 条, 长度为 29.6 km; 中海拔地区样线 9 条, 长度为 34.1 km; 高海拔地区样线 6 条, 长度为 28.0 km。

洛扎县多布沟: 共 10 条。低海拔地区样线 5 条, 长度为 27.7 km; 中海拔地区样线 5 条, 长度为 23.6 km。

错那县勒布沟(进行了两次重复调查): 共 30 条。低海拔地区样线 8 条, 长度为 32.0 km; 中海拔地区样线 15 条, 长度为 58.6 km; 高海拔地区样线 7 条, 长度为 30.0 km。

错那县浪坡沟(进行了两次重复调查): 共 5 条。中海拔地区样线 2 条, 长度为 13.6 km; 高海拔地区样线 3 条, 长度为 15.7 km。

隆子县玉麦沟(进行了两次重复调查): 共 3 条。

隆子县扎日沟(进行了两次重复调查): 共 12 条。低海拔地区没有调查; 中海拔地区样线 9 条; 长度为 39.2 km; 高海拔地区样线 3 条, 长度为 25.6 km。

## 1.2 文献与数据库资料

### 1.2 Data from literatures and internet

喜马拉雅山地区覆盖多个国家, 本研究的野外调查数据难以涵盖研究区域内哺乳动物的所有物种分布数据。为此, 通过查阅大量国内外文献、专著、标本馆数据以及网络数据库获取研究区域的动物分布信息, 以构建较为完善的喜马拉雅山地区脊椎动物物种名录, 具体参考资料如下:

#### (1) 文献以及专著

Jiang ZG, Ma Y, Wu Y, Wang YX, Zhou KY, Liu SY, Feng ZJ (2015) China's Mammal Diversity and Geographic Distribution. Science Press, Beijing. (in Chinese) [蒋志刚, 马勇, 吴毅, 王应祥, 周开亚, 刘少英, 冯祚建 (2015) 中国哺乳动物多样性及地理分布. 科学出版社, 北京.]

Leading Group of Tibetan Animal Chronicles (2015) Fauna of Tibet Autonomous Region, the People's Republic of China. [西藏动物志编纂领导小组 (2015) 中华人民共和国西藏自治区地方志丛书·动物志. 中国藏学出版社, 北京.]

Abe H (1971) Small mammals of central Nepal. Journal of the Faculty of Agriculture, Hokkaido University, 56, 367–423.

Sheikh, KM, Molur S (2004) Status and Red List of Pakistan's Mammals. Based on the Conservation Assessment and Management Plan. 312pp. IUCN Pakistan.

Bagchi S, Namgail T, Ritchie ME (2006) Small mammalian herbivores as mediators of plant community dynamics in the high-altitude arid rangelands of Trans-Himalaya. Biological Conservation, 127, 438–442.

Basu PK (2004) Siwalik mammals of the Jammu Sub-Himalaya, India: An appraisal of their

胡一鸣, 梁健超, 金崑, 丁志锋, 周智鑫, 胡慧建, 蒋志刚. 喜马拉雅山哺乳动物物种多样性垂直分布格局. 生物多样性, 2018, 26 (2): 191–201.

<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2017324>

diversity and habitats. *Quaternary International*, 117, 105–118.

Bhattacharyya S, Adhikari BS, Rawat GS (2014) Influence of microclimate on the activity of Royle's pika in the western Himalaya, India. *Zoological Studies*, 53, 73.

Daniel M (2015) Expansion of small terrestrial mammals and their parasites into the Barun Valley (Makalu Mt. Region, Nepal Himalaya) linked with changes in glaciation and human activities. *Journal of Mountain Science*, 12, 14.

Hunter ML, Yonzon P (1993) Altitudinal distributions of birds, mammals, people, forests, and parks in Nepal. *Conservation Biology*, 7, 420–423.

Katuwal HB, Khanal, B, Basnet, K, Rai B (2013) The mammalian fauna from the central Himalaya, Nepal. *Asian Journal of Conservation Biology*, 2, 21–29.

Li C, Zhao C, Fan PF (2015) White-cheeked macaque (*Macaca leucogenys*): A new macaque species from Medog, southeastern Tibet. *American Journal of Primatology*, 77, 753–766.

Manzoor MADIHA, Riaz AMJAD, Iqbal ZAFAR, Mian AFSAR (2013) Biodiversity of PirLasura National Park, Azad Jammu And Kashmir, Pakistan. *Sci., Tech. Dev*, 32, 182–196.

Mishra C, Madhusudan MD, Datta A (2006) Mammals of the high altitudes of western Arunachal Pradesh, eastern Himalaya: An assessment of threats and conservation needs. *Oryx*, 40, 29–35.

Namgail T (2009) Geography of mammalian herbivores in the Indian trans-Himalaya: Patterns and processes. *Wur, Wageningen Ur*.

Sharma G, Kamalakannan M, Dam D, Husain A (2015) Status and Conservation of Mammalian Diversity in Indian Himalaya. *Biological Forum*, 6, 273–299.

Sharma G, Kamalakannan M, Venkataraman K (2014) A checklist of mammals of India with their distribution and conservation status. *ZSI e-publications, Kolkata: Zoological Survey of India*, 123.

Thapa S (2014) A checklist of mammals of Nepal. *Journal of Threatened Taxa*, 6, 6061–6072.

Wilson DE, Mittermeier RA (chief Eds.), (2009) *Handbook of the Mammals of the World: vol. 1: Carnivores*. Barcelona, Lynx Edicions.

Wilson DE, Mittermeier RA (chief Eds.) (2011) *Handbook of the Mammals of the World: Vol. 2: Hoofed Mammals*. Barcelona, Lynx Edicions.



胡一鸣, 梁健超, 金崑, 丁志锋, 周智鑫, 胡慧建, 蒋志刚. 喜马拉雅山哺乳动物物种多样性垂直分布格局. 生物多样性, 2018, 26 (2): 191–201.  
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2017324>

Wilson DE, Mittermeier RA (chief Eds.) (2013) Handbook of the Mammals of the World: vol. 3: Primates. Barcelona, Lynx Edicions.

## (2) 网络数据库

The IUCN Red List of Threatened Species (<http://www.iucnredlist.org/>).

科学数据库—中国动物主题数据库 (<http://www.zoology.csdb.cn/>).

## (3) 标本馆数据

中国科学院动物研究所标本馆、中国科学院昆明动物研究所标本馆、广东省生物资源应用研究所标本馆等国内多家标本馆。

胡一鸣, 梁健超, 金崑, 丁志锋, 周智鑫, 胡慧建, 蒋志刚. 喜马拉雅山哺乳动物物种多样性垂直分布格局. 生物多样性, 2018, 26 (2): 191–201.  
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2017324>

附录 2 喜马拉雅山地区哺乳动物名录  
Appendix 2 List of mammal species in the Himalayas

学名	目	科	分布区	数据来源
<i>Lutrogale perspicillata</i>	Carnivora	Mustelidae	ce	
<i>Melogale moschata</i>	Carnivora	Mustelidae	ce	s
<i>Melogale personata</i>	Carnivora	Mustelidae	ce	
<i>Vulpes bengalensis</i>	Carnivora	Canidae	wc	
<i>Melursus ursinus</i>	Carnivora	Ursidae	ce	
<i>Prionailurus viverrinus</i>	Carnivora	Felidae	e	
<i>Herpestes javanicus</i>	Carnivora	Herpestidae	ce	
<i>Aonyx cinerea</i>	Carnivora	Mustelidae	ce	s
<i>Arctictis binturong</i>	Carnivora	Viverridae	ce	
<i>Herpestes urva</i>	Carnivora	Herpestidae	ce	
<i>Arctogalidia trivirgata</i>	Carnivora	Viverridae	e	
<i>Helarctos malayanus</i>	Carnivora	Ursidae	e	s
<i>Herpestes auropunctatus</i>	Carnivora	Herpestidae	wce	
<i>Meles leucurus</i>	Carnivora	Mustelidae	e	
<i>Prionailurus rubiginosus</i>	Carnivora	Felidae	w	
<i>Canis lupus</i>	Carnivora	Canidae	wce	s
<i>Felis chaus</i>	Carnivora	Felidae	wc	s
<i>Herpestes edwardsii</i>	Carnivora	Herpestidae	ce	
<i>Mustela strigidorsa</i>	Carnivora	Mustelidae	ce	
<i>Paradoxurus hermaphroditus</i>	Carnivora	Viverridae	wce	s
<i>Pardofelis marmorata</i>	Carnivora	Felidae	ce	s
<i>Viverricula indica</i>	Carnivora	Viverridae	wce	s
<i>Paguma larvata</i>	Carnivora	Viverridae	wce	s
<i>Vulpes ferrilata</i>	Carnivora	Canidae	ce	s
<i>Hyaena hyaena</i>	Carnivora	Hyaenidae	c	
<i>Mustela erminea</i>	Carnivora	Mustelidae	w	
<i>Felis silvestris</i>	Carnivora	Felidae	ce	s
<i>Neofelis nebulosa</i>	Carnivora	Felidae	ce	s
<i>Viverra zibetha</i>	Carnivora	Viverridae	ce	s
<i>Prionailurus bengalensis</i>	Carnivora	Felidae	wce	s

学名	目	科	分布区	数据来源
<i>Martes foina</i>	Carnivora	Mustelidae	wce	s
<i>Caracal caracal</i>	Carnivora	Felidae	w	
<i>Arctonyx collaris</i>	Carnivora	Mustelidae	ce	s
<i>Vulpes vulpes</i>	Carnivora	Canidae	wce	s
<i>Lynx lynx</i>	Carnivora	Felidae	wce	s
<i>Mustela sibirica</i>	Carnivora	Mustelidae	wce	s
<i>Catopuma temminckii</i>	Carnivora	Felidae	ce	s
<i>Canis aureus</i>	Carnivora	Canidae	wce	
<i>Mellivora capensis</i>	Carnivora	Mustelidae	c	
<i>Mustela kathiah</i>	Carnivora	Mustelidae	wce	s
<i>Lutra lutra</i>	Carnivora	Mustelidae	wce	s
<i>Ailurus fulgens</i>	Carnivora	Ailuridae	ce	s
<i>Ursus thibetanus</i>	Carnivora	Ursidae	wce	s
<i>Martes flavigula</i>	Carnivora	Mustelidae	wce	s
<i>Panthera tigris</i>	Carnivora	Felidae	ce	
<i>Otocolobus manul</i>	Carnivora	Felidae	ce	s
<i>Mustela altaica</i>	Carnivora	Mustelidae	wce	s
<i>Panthera pardus</i>	Carnivora	Felidae	wce	s
<i>Cuon alpinus</i>	Carnivora	Canidae	ce	s
<i>Panthera uncia</i>	Carnivora	Felidae	wc	s
<i>Ursus arctos</i>	Carnivora	Ursidae	wce	s
<i>Prionodon pardicolor</i>	Carnivora	Prionodontidae	we	s
<i>Rucervus duvaucelii</i>	Cetartiodactyla	Cervidae	ce	
<i>Muntiacus putaoensis</i>	Cetartiodactyla	Cervidae	e	
<i>Porcula salvania</i>	Cetartiodactyla	Suidae	e	
<i>Axis axis</i>	Cetartiodactyla	Cervidae	ce	
<i>Ovis orientalis</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	w	
<i>Axis porcinus</i>	Cetartiodactyla	Cervidae	we	
<i>Przewalskium albirostris</i>	Cetartiodactyla	Cervidae	e	s
<i>Moschiola indica</i>	Cetartiodactyla	Tragulidae	c	
<i>Capra sibirica</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	w	
<i>Moschus berezovskii</i>	Cetartiodactyla	Moschidae	c	s
<i>Moschus leucogaster</i>	Cetartiodactyla	Moschidae	ce	s

胡一鸣, 梁健超, 金崑, 丁志锋, 周智鑫, 胡慧建, 蒋志刚. 喜马拉雅山哺乳动物物种多样性垂直分布格局. 生物多样性, 2018, 26 (2): 191–201.  
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2017324>

学名	目	科	分布区	数据来源
<i>Boselaphus tragocamelus</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	wc	
<i>Bos mutus</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	c	s
<i>Cervus elaphus</i>	Cetartiodactyla	Cervidae	wce	s
<i>Moschus chrysogaster</i>	Cetartiodactyla	Moschidae	wce	s
<i>Moschus fuscus</i>	Cetartiodactyla	Moschidae	ce	s
<i>Moschus cupreus</i>	Cetartiodactyla	Moschidae	w	
<i>Naemorhedus baileyi</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	e	s
<i>Muntiacus vaginalis</i>	Cetartiodactyla	Cervidae	wce	s
<i>Capricornis thar</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	ce	s
<i>Bubalus arnee</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	ce	
<i>Procapra picticaudata</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	wc	s
<i>Bos gaurus</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	ce	
<i>Capra falconeri</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	w	
<i>Budorcas taxicolor</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	e	
<i>Naemorhedus griseus</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	e	s
<i>Ovis ammon</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	wce	s
<i>Sus scrofa</i>	Cetartiodactyla	Suidae	wce	s
<i>Naemorhedus goral</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	wce	s
<i>Hemitragus jemlahicus</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	wc	s
<i>Rusa unicolor</i>	Cetartiodactyla	Cervidae	ce	s
<i>Pseudois nayaur</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	wce	s
<i>Elaphodus cephalophus</i>	Cetartiodactyla	Cervidae	c	s
<i>Capricornis milneedwardsii</i>	Cetartiodactyla	Bovidae	e	
<i>Pipistrellus cadornae</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	ce	
<i>Eptesicus tatei</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	c	
<i>Myotis sicarius</i>	Chiroptera	Vespertilionida	ce	
<i>Harpiocephalus harpia</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	e	
<i>Eptesicus dimissus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	c	
<i>Hipposideros lankadiva</i>	Chiroptera	Hipposideridae	ce	
<i>Cynopterus sphinx</i>	Chiroptera	Pteropodidae	wce	
<i>Myotis csorbai</i>	Chiroptera	Vespertilionida	c	
<i>Myotis annectans</i>	Chiroptera	Vespertilionida	ce	
<i>Miniopterus pusillus</i>	Chiroptera	Miniopteridae	c	

学名	目	科	分布区	数据来源
<i>Scotophilus kuhlii</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wce	
<i>Arielulus circumdatus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	ce	
<i>Eonycteris spelaea</i>	Chiroptera	Pteropodidae	ce	
<i>Hesperoptenus tickelli</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	ce	
<i>Megaderma lyra</i>	Chiroptera	Megadermatidae	wce	
<i>Rhinolophus subbadius</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	ce	
<i>Tylonycteris pachypus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	ce	
<i>Rhinopoma hardwickii</i>	Chiroptera	Rhinopomatidae	wce	
<i>Nyctalus montanus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wce	
<i>Murina huttoni</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wce	
<i>Rousettus leschenaulti</i>	Chiroptera	Pteropodidae	wce	
<i>Myotis blythii</i>	Chiroptera	Vespertilionida	wc	
<i>Rhinopoma microphyllum</i>	Chiroptera	Rhinopomatidae	wce	
<i>Taphozous longimanus</i>	Chiroptera	Emballonuridae	ce	
<i>Rhinolophus pusillus</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	ce	
<i>Murina cyclotis</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	c	
<i>Philetor brachypterus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	c	
<i>Coelops frithii</i>	Chiroptera	Hipposideridae	e	
<i>Rhinolophus rouxii</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	ce	
<i>Scotomanes ornatus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	ce	
<i>Eptesicus serotinus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wce	
<i>Kerivoula picta</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	ce	
<i>Pipistrellus paterculus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	e	
<i>Scotophilus heathii</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wce	
<i>Hipposideros cineraceus</i>	Chiroptera	Hipposideridae	wce	
<i>Murina tubinaris</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wce	
<i>Rhinolophus macrotis</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	wce	
<i>Ia io</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	ce	
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	w	
<i>Cynopterus brachyotis</i>	Chiroptera	Pteropodidae	ce	
<i>Rhinolophus luctus</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	ce	
<i>Myotis muricola</i>	Chiroptera	Vespertilionida	wce	s
<i>Eptesicus bottae</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	w	

胡一鸣, 梁健超, 金崑, 丁志锋, 周智鑫, 胡慧建, 蒋志刚. 喜马拉雅山哺乳动物物种多样性垂直分布格局. 生物多样性, 2018, 26 (2): 191–201.  
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2017324>

学名	目	科	分布区	数据来源
<i>Pipistrellus tenuis</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wce	
<i>Myotis longipes</i>	Chiroptera	Vespertilionida	wc	
<i>Scotozous dormeri</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wc	
<i>Rhinolophus affinis</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	ce	
<i>Rhinolophus trifolius</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	ce	
<i>Hipposideros pomona</i>	Chiroptera	Hipposideridae	ce	
<i>Myotis siligorensis</i>	Chiroptera	Vespertilionida	ce	
<i>Nyctalus leisleri</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	w	
<i>Nyctalus noctula</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wce	
<i>Otonycteris hemprichii</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	w	
<i>Hipposideros larvatus</i>	Chiroptera	Hipposideridae	e	
<i>Macroglossus sobrinus</i>	Chiroptera	Pteropodidae	e	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wce	
<i>Pteropus giganteus</i>	Chiroptera	Pteropodidae	wce	
<i>Hipposideros armiger</i>	Chiroptera	Hipposideridae	ce	
<i>Megaerops niphanae</i>	Chiroptera	Megadermatidae	e	
<i>Murina aurata</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	ce	
<i>Rhinolophus lepidus</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	wce	
<i>Rhinolophus sinicus</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	ce	
<i>Pipistrellus javanicus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wce	
<i>Pipistrellus savii</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	w	
<i>Plecotus auritus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	ce	
<i>Kerivoula hardwickii</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wce	
<i>Vespertilio murinus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	w	
<i>Sphaerias blanfordi</i>	Chiroptera	Pteropodidae	ce	
<i>Barbastella leucomelas</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wce	
<i>Scotoecus pallidus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wc	
<i>Rhinolophus pearsonii</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	ce	
<i>Hypsugo savii</i>	Chiroptera	Vespertilionida	w	
<i>Myotis brandtii</i>	Chiroptera	Vespertilionida	c	s
<i>Hipposideros fulvus</i>	Chiroptera	Hipposideridae	wc	
<i>Tadarida teniotis</i>	Chiroptera	Molossidae	c	
<i>Pipistrellus coromandra</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	wce	



学名	目	科	分布区	数据来源
<i>Myotis formosus</i>	Chiroptera	Vespertilionida	ce	
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Chiroptera	Rhinolophidae	wce	
<i>Plecotus austriacus</i>	Chiroptera	Vespertilionidae	c	s
<i>Myotis laniger</i>	Chiroptera	Vespertilionida	e	
<i>Suncus murinus</i>	Eulipotyphla	Soricidae	wce	
<i>Suncus stoliczkanus</i>	Eulipotyphla	Soricidae	wc	
<i>Episoriculus macrurus</i>	Eulipotyphla	Soricidae	c	
<i>Nectogale elegans</i>	Eulipotyphla	Soricidae	ce	
<i>Sorex planiceps</i>	Eulipotyphla	Soricidae	ce	
<i>Episoriculus caudatus</i>	Eulipotyphla	Soricidae	ce	s
<i>Hemiechinus collaris</i>	Eulipotyphla	Erinaceidae	w	
<i>Sorex bedfordiae</i>	Eulipotyphla	Soricidae	c	
<i>Episoriculus leucops</i>	Eulipotyphla	Soricidae	ce	s
<i>Sorex excelsus</i>	Eulipotyphla	Soricidae	c	
<i>Euroscaptor micrura</i>	Eulipotyphla	Talpidae	ce	
<i>Parascaptor leucura</i>	Eulipotyphla	Talpidae	e	
<i>Suncus etruscus</i>	Eulipotyphla	Soricidae	wce	
<i>Soriculus nigrescens</i>	Eulipotyphla	Soricidae	ce	s
<i>Sorex minutus</i>	Eulipotyphla	Soricidae	ce	
<i>Chimarrogale himalayica</i>	Eulipotyphla	Soricidae	ce	s
<i>Crocidura fuliginosa</i>	Eulipotyphla	Soricidae	ce	
<i>Anourosorex assamensis</i>	Eulipotyphla	Soricidae	e	
<i>Anourosorex schmidi</i>	Eulipotyphla	Soricidae	ce	
<i>Chimarrogale styani</i>	Eulipotyphla	Soricidae	c	
<i>Crocidura horsfieldii</i>	Eulipotyphla	Soricidae	c	
<i>Crocidura attenuata</i>	Eulipotyphla	Soricidae	wce	s
<i>Crocidura vorax</i>	Eulipotyphla	Soricidae	c	
<i>Caprolagus hispidus</i>	Lagomorpha	Leporidae	ce	
<i>Lepus capensis</i>	Lagomorpha	Leporidae	w	
<i>Ochotona cansus</i>	Lagomorpha	Ochotonidae	c	s
<i>Ochotona ladacensis</i>	Lagomorpha	Ochotonidae	w	s
<i>Ochotona nubrica</i>	Lagomorpha	Ochotonidae	ce	s
<i>Ochotona forresti</i>	Lagomorpha	Ochotonidae	e	s

学名	目	科	分布区	数据来源
<i>Ochotona curzoniae</i>	Lagomorpha	Ochotonidae	ce	s
<i>Lepus oiostolus</i>	Lagomorpha	Leporidae	ce	s
<i>Ochotona thibetana</i>	Lagomorpha	Ochotonidae	ce	s
<i>Ochotona roylei</i>	Lagomorpha	Ochotonidae	wce	s
<i>Ochotona macrotis</i>	Lagomorpha	Ochotonidae	ce	s
<i>Lepus nigricollis</i>	Lagomorpha	Leporidae	wce	
<i>Rhinoceros unicornis</i>	Perissodactyla	Rhinocerotidae	ce	
<i>Equus kiang</i>	Perissodactyla	Equidae	ce	s
<i>Manis crassicaudata</i>	Pholidota	Manidae	c	
<i>Manis pentadactyla</i>	Pholidota	Manidae	ce	s
<i>macaca leucogenys</i>	Primates	Cercopithecidae	e	
<i>Trachypithecus phayrei</i>	Primates	Cercopithecidae	e	
<i>Semnopithecus hector</i>	Primates	Cercopithecidae	c	
<i>Macaca munzala</i>	Primates	Cercopithecidae	e	
<i>Semnopithecus ajax</i>	Primates	Cercopithecidae	w	
<i>Macaca leonina</i>	Primates	Cercopithecidae	e	
<i>Hoolock hoolock</i>	Primates	Hylobatidae	e	
<i>Nycticebus bengalensis</i>	Primates	Lorisidae	e	
<i>Semnopithecus schistaceus</i>	Primates	Cercopithecidae	ce	s
<i>Macaca arctoides</i>	Primates	Cercopithecidae	e	
<i>Trachypithecus geei</i>	Primates	Cercopithecidae	c	
<i>Trachypithecus pileatus</i>	Primates	Cercopithecidae	e	s
<i>Macaca mulatta</i>	Primates	Cercopithecidae	wce	s
<i>Macaca assamensis</i>	Primates	Cercopithecidae	ce	s
<i>Elephas maximus</i>	Proboscidea	Elephantidae	ce	
<i>Petaurista xanthotis</i>	Rodentia	Sciuridae	c	s
<i>Neodon linzhiensis</i>	Rodentia	Cricetidae	e	
<i>Hadromys</i> sp. 3 *	Rodentia	Muridae	c	s
<i>Hadromys humei</i>	Rodentia	Muridae	e	
<i>Niviventer excelsior</i>	Rodentia	Muridae	c	
<i>Niviventer brahma</i>	Rodentia	Muridae	e	
<i>Cricetulus kamensis</i>	Rodentia	Cricetidae	c	s
<i>Mus saxicola</i>	Rodentia	Muridae	wce	

学名	目	科	分布区	数据来源
<i>Diomys crumpi</i>	Rodentia	Muridae	we	
<i>Microtus clarkei</i>	Rodentia	Cricetidae	e	
<i>Petaurista mechukaensis</i>	Rodentia	Sciuridae	e	
<i>Petaurista mishmiensis</i>	Rodentia	Sciuridae	e	
<i>Dremomys rufigenis</i>	Rodentia	Sciuridae	e	
<i>Hyperacrius fertilis</i>	Rodentia	Cricetidae	we	
<i>Hyperacrius wynnei</i>	Rodentia	Cricetidae	we	
<i>Golunda ellioti</i>	Rodentia	Muridae	wce	
<i>Dryomys nitedula</i>	Rodentia	Muridae	w	
<i>Vandeleuria oleracea</i>	Rodentia	Muridae	ce	s
<i>Leopoldamys edwardsi</i>	Rodentia	Muridae	ce	s
<i>Trogopterus xanthipes</i>	Rodentia	Sciuridae	c	
<i>Eupetaurus cinereus</i>	Rodentia	Sciuridae	w	
<i>Rhizomys pruinosus</i>	Rodentia	Spalacidae	e	
<i>Petaurista nobilis</i>	Rodentia	Sciuridae	ce	
<i>Niviventer</i> sp. 4*	Rodentia	Muridae	c	s
<i>Petaurista philippensis</i>	Rodentia	Sciuridae	e	
<i>Nesokia indica</i>	Rodentia	Muridae	wc	
<i>Neodon sikimensis</i>	Rodentia	Cricetidae	ce	s
<i>Tatera indica</i>	Rodentia	Muridae	wc	
<i>Micromys minutus</i>	Rodentia	Muridae	e	
<i>Tamiops maclellandi</i>	Rodentia	Sciuridae	ce	s
<i>Marmota caudata</i>	Rodentia	Sciuridae	w	
<i>Alticola montosa</i>	Rodentia	Cricetidae	e	
<i>Hylopetes fimbriatus</i>	Rodentia	Sciuridae	w	
<i>Mus terricolor</i>	Rodentia	Muridae	ce	
<i>Niviventer eha</i>	Rodentia	Muridae	ce	s
<i>Alticola roylei</i>	Rodentia	Cricetidae	w	
<i>Alticola stoliczkanus</i>	Rodentia	Cricetidae	wce	s
<i>Mus pahari</i>	Rodentia	Muridae	ce	s
<i>Dremomys lokriah</i>	Rodentia	Sciuridae	we	s
<i>Sicista concolor</i>	Rodentia	Dipodidae	we	
<i>Mus cervicolor</i>	Rodentia	Muridae	wce	

学名	目	科	分布区	数据来源
<i>Rattus andamanensis</i>	Rodentia	Muridae	ce	
<i>Dacnomys millardi</i>	Rodentia	Muridae	we	
<i>Ratufa bicolor</i>	Rodentia	Sciuridae	ce	
<i>Alticola albicaudus</i>	Rodentia	Cricetidae	w	
<i>Cricetulus alticola</i>	Rodentia	Cricetidae	ce	s
<i>Alticola argentatus</i>	Rodentia	Cricetidae	w	
<i>Hystrix indica</i>	Rodentia	Hystriidae	we	
<i>Volemys millicens</i>	Rodentia	Cricetidae	c	s
<i>Millardia meltada</i>	Rodentia	Muridae	wc	
<i>Hystrix brachyura</i>	Rodentia	Hystriidae	ce	
<i>Mus cookii</i>	Rodentia	Muridae	ce	
<i>Niviventer fulvescens</i>	Rodentia	Muridae	ce	s
<i>Dremomys pernyi</i>	Rodentia	Sciuridae	e	
<i>Marmota himalayana</i>	Rodentia	Sciuridae	wce	s
<i>Petaurista petaurista</i>	Rodentia	Sciuridae	wce	
<i>Eothenomys melanogaster</i>	Rodentia	Cricetidae	e	
<i>Rattus pectoris</i>	Rodentia	Muridae	ce	s
<i>Rattus nitidus</i>	Rodentia	Muridae	wce	s
<i>Phaiomys leucurus</i>	Rodentia	Sciuridae	ce	s
<i>Petaurista magnificus</i>	Rodentia	Sciuridae	ce	s
<i>Cricetulus migratorius</i>	Rodentia	Cricetidae	we	s
<i>Mus booduga</i>	Rodentia	Muridae	wce	
<i>Niviventer niviventer</i>	Rodentia	Muridae	ce	s
<i>Rattus rattus</i>	Rodentia	Muridae	wce	s
<i>Rattus tanezumi</i>	Rodentia	Muridae	ce	s
<i>Petaurista elegans</i>	Rodentia	Sciuridae	ce	
<i>Niviventer confucianus</i>	Rodentia	Muridae	c	
<i>Hylopetes alboniger</i>	Rodentia	Sciuridae	ce	
<i>Funambulus pennantii</i>	Rodentia	Sciuridae	wce	
<i>Mus musculus</i>	Rodentia	Muridae	wce	
<i>Biswamoyopterus biswasi</i>	Rodentia	Sciuridae	e	
<i>Chiropodomys</i> sp. 2 *	Rodentia	Muridae	c	s
<i>Atherurus macrourus</i>	Rodentia	Hystriidae	e	

胡一鸣, 梁健超, 金崑, 丁志锋, 周智鑫, 胡慧建, 蒋志刚. 喜马拉雅山哺乳动物物种多样性垂直分布格局. 生物多样性, 2018, 26 (2): 191–201.  
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2017324>

学名	目	科	分布区	数据来源
<i>Callosciurus pygerythrus</i>	Rodentia	Sciuridae	ce	
<i>Apodemus peninsulae</i>	Rodentia	Muridae	c	
<i>Berylmys bowersi</i>	Rodentia	Muridae	ce	
<i>Apodemus latronum</i>	Rodentia	Muridae	ce	
<i>Apodemus gorkha</i>	Rodentia	Muridae	c	
<i>Bandicota indica</i>	Rodentia	Muridae	ce	
<i>Chiropodomys gliroides</i>	Rodentia	Muridae	e	s
<i>Apodemus rusiges</i>	Rodentia	Muridae	we	
<i>Berylmys manipulus</i>	Rodentia	Muridae	e	
<i>Belomys pearsonii</i>	Rodentia	Sciuridae	ce	
<i>Callosciurus erythraeus</i>	Rodentia	Sciuridae	ce	s
<i>Cannomys badius</i>	Rodentia	Spalacidae	ce	
<i>Berylmys mackenziei</i>	Rodentia	Muridae	e	
<i>Apodemus draco</i>	Rodentia	Muridae	e	
<i>Apodemus pallipes</i>	Rodentia	Muridae	ce	
<i>Bandicota bengalensis</i>	Rodentia	Muridae	wce	
<i>Vandeleuria</i> sp.1*	Rodentia	Muridae	c	s
<i>Tupaia belangeri</i>	Scandentia	Tupaiaidae	ce	s

分布区域中, “w”、“c”与“e”分别代表西、中和东喜马拉雅山地区; 数据来源中, “s”代表野外调查记录的物种; 带\*号物种为野外调查未定名物种。