

李敏, 古晓东, 戴强, 何流洋, 杨旭煜, 杨志松. 以大熊猫为代表的多物种廊道有效性评估——以拖乌山大熊猫廊道为例[J]. 应用与环境生物学报, 2021, 27 (4): 855-859

Li M, Gu XD, Dai Q, He LY, Yang XY, Yang ZS. Evaluation of the effectiveness of multispecies corridors surrogated by the giant panda—case of the giant panda corridor in Tuowushan [J]. *Chin J Appl Environ Biol*, 2021, 27 (4): 855-859

以大熊猫为代表的多物种廊道有效性评估 ——以拖乌山大熊猫廊道为例

李敏^{1,2} 古晓东³ 戴强^{1✉} 何流洋⁴ 杨旭煜⁵ 杨志松^{2,6✉}

¹中国科学院成都生物研究所 成都 610041

²西华师范大学生命科学学院 南充 637002

³大熊猫国家公园四川管理局 成都 610041

⁴四川贡嘎山国家级自然保护区石棉管理处 石棉 625400

⁵四川省野生动物资源调查保护管理站 成都 610081

⁶四川省大熊猫研究院 成都 610081

摘要 大熊猫作为旗舰种和伞护种, 以其为代表开展保护活动能在保护大熊猫的同时保护其同域物种. 与大熊猫一样, 大熊猫同域物种也面临着栖息地破碎化而导致的隔离问题, 因而需要建立廊道连通被隔离的种群. 目前全国已经规划了多条大熊猫廊道, 为评估大熊猫廊道能否缓解其他同域物种栖息地破碎化问题, 探索以大熊猫为代表的多物种廊道规划方法, 以已经规划的拖乌山大熊猫廊道为例, 分析4种同域物种(豹猫、中华鬣羚、毛冠鹿和小熊猫)的廊道需求与大熊猫廊道的关系, 探讨多物种廊道的规划方案. 结果表明, 研究区域4种同域物种的栖息地均存在不同程度的破碎化, 而108国道和G5高速是造成栖息地破碎化的最大隔离因子. 共识别出32条廊道需求, 其中豹猫2条、中华鬣羚9条、毛冠鹿10条、小熊猫11条, 而大熊猫廊道仅与中华鬣羚的1条廊道重叠, 各同域物种之间廊道的重叠范围也较小. 可见, 以大熊猫廊道为基础规划的多物种廊道只能满足少数物种的部分廊道需求; 因此在实际保护工作中, 不能简单地以大熊猫廊道代替其他物种的廊道. (图3 表1 参28)

关键词 大熊猫; 旗舰种; 拖乌山; 多物种廊道

Evaluation of the effectiveness of multispecies corridors surrogated by the giant panda—case of the giant panda corridor in Tuowushan

LI Min^{1,2}, GU Xiaodong³, DAI Qiang^{1✉}, HE Liuyang⁴, YANG Xuyu⁵ & YANG Zhisong^{2,6✉}

¹Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China

²College of Life Science, China West Normal University, Nanchong 637002, China

³Sichuan Administrative Bureau of Giant Panda National Park, Chengdu 610041

⁴Shimian Administration Bureau of Gongga Mountain National Nature Reserve, Shimian 625400, China

⁵Sichuan Station of Wildlife Survey and Management, Chengdu 610081, China

⁶Sichuan Giant Panda Research Institute, Chengdu 610081, China

Abstract As the giant panda has been identified as a flagship and umbrella species, it is believed that corridors surrogated by the giant panda might simultaneously protect sympatric species. Similar to giant pandas, sympatric species also face the challenge of isolation caused by the fragmentation of their habitats. Therefore, it is necessary to establish corridors that connect isolated habitats. Currently, many giant panda corridors have been proposed across the country. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of these corridors in alleviating habitat fragmentation and explore methods to plan multispecies corridors surrogated by giant pandas. The proposed giant panda corridor in Tuowushan is referenced to analyze the relationships between the demands for corridors across four sympatric species (i.e., the leopard cat, the Chinese serow, tufted deer, and red panda) and the giant panda and discuss the scheme for a multispecies corridor. The results showed that the habitats of the four sympatric species were fragmented to varying degrees, and that National Highway 108 and Expressway G5 were the biggest isolation factors causing habitat fragmentation. In this study, a total of 32 corridor demands were identified, including 2 for leopard cats, 9 for the Chinese serow, 10 for tufted deer, and 11 for red pandas. However, only one corridor, that of the Chinese serow, overlapped with that of the giant panda, and the overlap ranges of the corridors for sympatric species were quite small. It is suggested that corridors for giant pandas are far from sufficient for sympatric species.

Keywords giant panda; flagship species; Tuowushan; multispecies corridor

收稿日期 Received: 2020-03-09 接受日期 Accepted: 2020-06-02

国家自然科学基金项目(31772481)资助 Supported by the National Natural Science Foundation of China (31772481)

✉通讯作者 Corresponding author (E-mail: daiqiang@cib.ac.cn; yangzhisong@126.com)

栖息地斑块破碎化、隔离等会导致大量野生动物基因交流受阻、遗传多样性下降,增加种群灭绝风险^[1-2]。野生动物廊道是缓解栖息地破碎化问题的有效手段之一^[3]。目前野生动物廊道大多针对单一物种^[4],而仅针对单一物种规划的廊道对于其他物种而言效率往往并不高^[5]。如果栖息地廊道能够同时支持多个物种的移动,那么将会更有效地保护物种生物多样性^[6]。但是不同物种的生态需求各不相同,针对某一物种建立的廊道未必适合其他物种^[7-8]。Brodie等研究发现,针对食肉动物设计的廊道往往无法满足植食性动物,同样为植食性动物设计的廊道也无法有效地服务于食肉动物^[5]。

针对这一问题,部分学者提出了多物种廊道的概念^[7,9]。多物种廊道对于单一物种而言或许并不是最优的,但是对于整个生态系统的生物多样性保护而言却是最有价值的^[5]。多物种廊道的建设在现实中存在一定的困难,其耗资巨大、缺乏号召力、难以吸引公众的支持。而旗舰物种则具有这种特殊的号召力和吸引力,能够得到社会的认可和支持。因此利用旗舰种和伞护种为代表物种建设多物种廊道,实现对一个区域生物多样性的保护则是一种有效途径^[10]。

大熊猫作为旗舰种和伞护种,是野生动物保护的象征,以其为主导建设廊道能够吸引大量的保护资源,在保护生物多样性方面具有不可替代的优势,为其建设廊道也是政府的优先保护策略^[11]。因此,若以大熊猫为代表物种规划多物种廊道,可能是当下多物种廊道规划最有效的策略。

目前,四川省已经规划了9条大熊猫廊道^[12],但是这些廊道是否能有效地保护其他同域物种,仍缺乏研究。故本研究以已规划的拖乌山大熊猫廊道为例,分析该廊道与4种同域物种(豹猫、中华鬣羚、毛冠鹿和小熊猫)廊道需求之间的重叠程度,评估大熊猫廊道作为多物种廊道的生态效能,并探讨该区域多物种廊道规划的方法。本研究将对其他大熊猫廊道的规划有一定的指导意义,对其他以旗舰物种为代表的多物种廊道的规划也有一定的参考价值。

1 研究区域

拖乌山位于四川省西南部石棉县和冕宁县境内,该区域地处横断山脉东部边缘,是四川盆地与青藏高原两大地貌在盆地西南边缘山区过渡的分水岭地带。该区域面积为1 608.16 km²,地面切割破碎,地形陡峭,相对落差大,气候是以亚热带季风为基带的山地气候。已规划的拖乌山大熊猫廊道位于拖乌山北坡,是连接小相岭山系公益海和石灰窑两个局域种群之间的关键地带,南北并行的108国道和G5高速穿过该区域,被认为是该区域大熊猫迁移的主要隔离因子^[13]。该区域有常绿阔叶林、落叶阔叶林、竹林、温性针叶林、温性针阔混交林、寒温性针叶林、常绿灌丛、落叶灌丛、灌草丛等植被型分布。

2 研究方法

2.1 数据来源

大熊猫同域物种分布点数据来源于四川省第四次全国大熊猫调查^[12]。根据调查数据选取分布点数据多且为国家级保护的、易危或濒危物种作为目标物种,最终选取了4个物种分布点数据。为了避免空间自相关影响模型预测的精度,剔除距离较近(< 1 km)的痕迹点,最终得到豹猫35个、中华鬣羚40个、毛冠鹿38个、小熊猫38个痕迹点用于模型分析。

选取以下环境变量来评估各物种栖息地适宜性:(1)地形数据:包括海拔、坡度、坡向、坡位等,基于来自中国科学院科学数据库分辨率为30 m × 30 m的数字高程地图(DEM)计算得到;(2)植被数据:来源于全国森林二类调查数据,包括常绿落叶阔叶混交林、常绿阔叶林、落叶阔叶林、硬叶常绿阔叶林、暖性针叶林、温性针叶林、温性针阔叶混交林、寒温性针叶林、竹林、常绿灌丛、落叶灌丛、灌草丛、草甸等;(3)水体数据:包括到大河流和到小河流的距离,均基于中国国家地理信息数据库1:50 000的数据分析计算得到;(4)人类干扰数据:包括到建设用地的距离以及到主要公路的距离。

2.2 数据分析

采用MaxEnt模型评估各物种栖息地质量。MaxEnt模型是根据已知的物种分布点数据和栖息地生态环境数据来评估栖息地质量和预测物种的可能分布范围^[14-16]。利用各物种分布点数据和环境变量,采用适合小训练集数据的Bootstrap方法重复运算10次,以10次计算结果的均值作为栖息地适宜度指数(habitat suitability index, HSI)。采用受试者工作特征曲线(ROC)下面积(AUC)评价模型预测的准确性。AUC取值范围为0-1.0,值越大代表模型预测结果越好:< 0.5为差,0.7-0.8为较好,0.8-0.9为好,0.9-1.0为极好^[17]。以最大约登指数为阈值判定适宜栖息地范围^[18]。我们认为适宜栖息地斑块面积过小是无法支撑物种生存繁衍的,故若其小于物种家域面积(豹猫3 km²^[19]、中华鬣羚和毛冠鹿2 km²^[20]、小熊猫3 km²^[21]),则不作为适宜栖息地斑块进入后续分析。

基于各物种栖息地适宜度指数,根据青菁等人的研究方法^[22],设置阻力值范围,最小为1,最大为1 000,以此构建各物种阻力图层。

本研究基于最小代价路径原理(least-cost path model, LCP model)规划各物种廊道。LCP原理假设个体优先选择阻力小(即栖息地质量好)的区域进行迁移活动,以此计算物种的最小代价距离^[23],以累积代价距离100 km为阈值确定廊道范围^[24-25]。代价距离的计算通过Linkage Mapper 2.0^[26]实现。

3 结果与分析

3.1 各物种栖息地质量判定及斑块划定

通过MaxEnt模型计算得到各物种的HSI(图1),结果显示各物种MaxEnt分析的AUC值均大于0.9(豹猫:0.977;中华鬣羚:0.984;毛冠鹿:0.986;小熊猫:0.990),表明模型预测极好。基于栖息地适宜度指数,以最大约登指数为阈值划定各物种栖息地斑块。计算各物种的栖息地斑块数量和面积(表1),其中豹猫的栖息地面积最大,其次为中华鬣羚和毛冠鹿,小熊猫最小。

表1 各物种栖息地斑块数量及面积

物种 Species	斑块数量 PCS	A/km ²
豹猫 LC	7703	695.31
中华鬣羚 CS	4735	547.14
毛冠鹿 TD	5649	440.68
小熊猫 RP	5694	294.20

LC: Leopard cat; CS: Chinese serow; TD: Tufted deer; RP: Red panda. PCS: Number of patches.

分别剔除小于各物种家域面积的栖息地斑块,发现各物种共有28个适宜栖息地斑块。其中豹猫3个、中华鬣羚8个、毛

冠鹿9个、小熊猫8个。

3.2 各物种廊道

基于各物种适宜栖息地斑块和阻力图层，计算各物种LCP，共识别出32条潜在廊道（图2）。其中，豹猫2条、中华鬣羚9条、毛冠鹿10条、小熊猫11条。最短廊道为0.29 km，最长为12.43 km。

3.3 多物种廊道

已规划的拖乌山大熊猫廊道同其他物种廊道重叠可知，大熊猫廊道仅与中华鬣羚的1条廊道重叠，与其他物种廊道之间完全没有重叠区域（图3）。各同域物种廊道之间重叠范围也较小：中华鬣羚与小熊猫、毛冠鹿之间均仅有1条廊道有重叠；小熊猫和毛冠鹿之间有2条廊道有重叠，和豹猫之间仅有

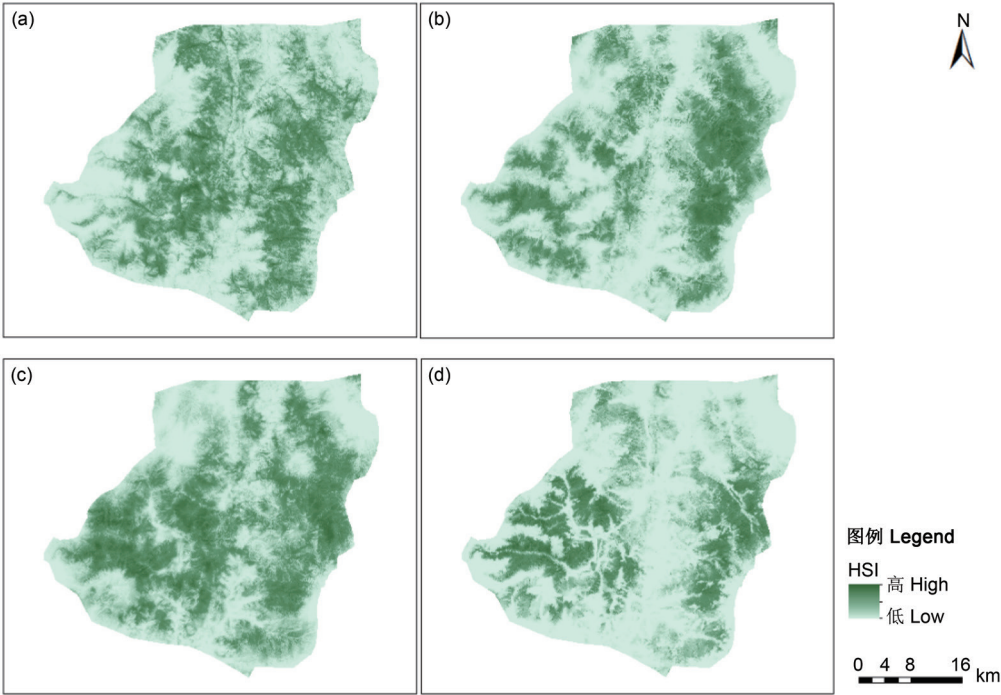


图1 各物种栖息地适宜度指数。(a)豹猫；(b)中华鬣羚；(c)毛冠鹿；(d)小熊猫。
Fig. 1 Habitat suitability index of each species. (a) Leopard cat; (b) Chinese serow; (c) Tufted deer; (d) Red panda.

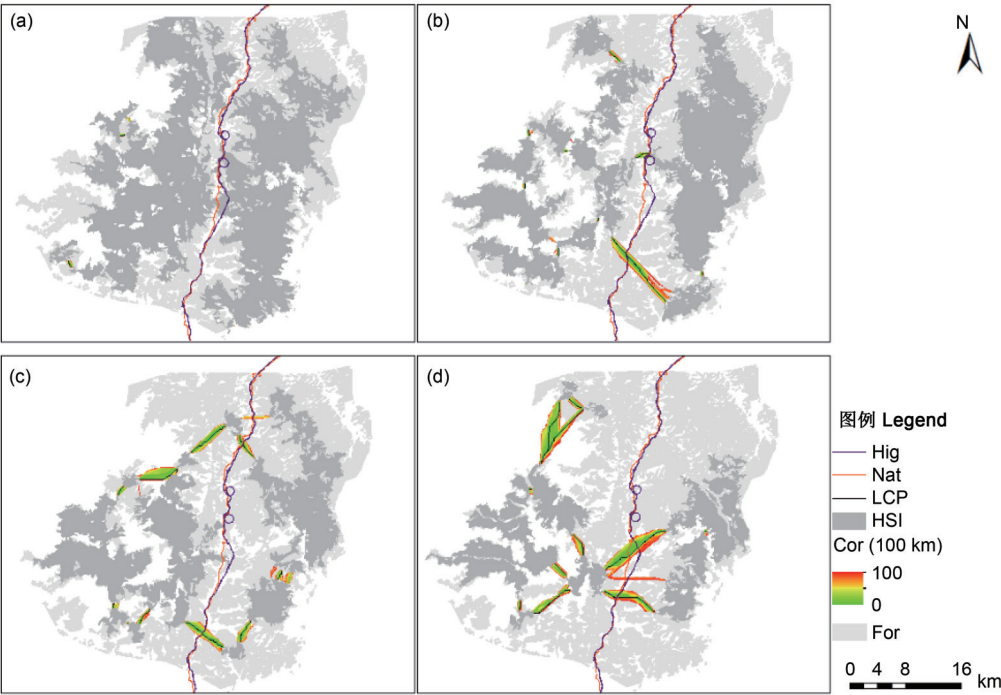


图2 各物种廊道分布图。(a)豹猫；(b)：中华鬣羚；(c)：毛冠鹿；(d)：小熊猫。Hig：高速；Nat：国道；LCP：最小代价路径；HSI：栖息地适宜度指数；Cor：廊道，从绿色到红色表示累积代价距离从0 km到100 km；For：森林。
Fig. 2 Distribution of corridors of each species. (a) Leopard cat; (B) Chinese serow; (C) Tufted deer; (d) Red panda. Hig: Highway; Nat: National highway; LCP: Least-cost path; HSI: Habitat suitability index; Cor: Corridor, the color from green to red indicates the culminate cost distance from 0 km to 100 km; For: Forest.

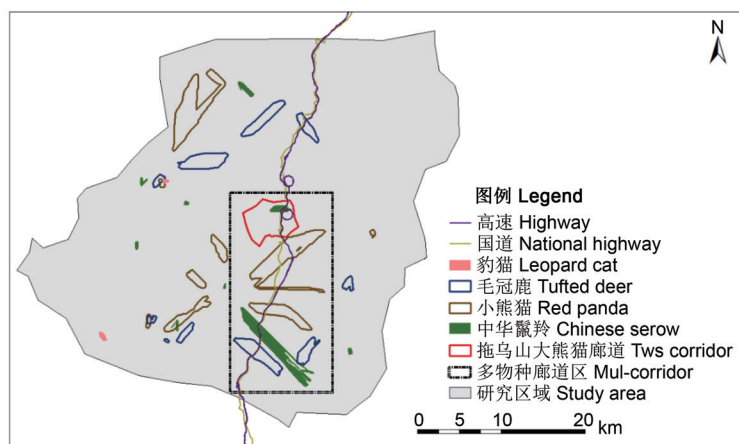


图3 各物种廊道重叠图。

Fig. 3 The overlap of giant panda and sympatric species corridors. Tws corridor: Tuowushan corridor; Mul-corridor: Multispecies corridor area.

1条廊道有重叠；豹猫和毛冠鹿之间也只有1条廊道有重叠，与中华鬣羚之间无廊道重叠。

4 结论与讨论

本研究共识别出4个同域物种的32条潜在廊道，其中仅中华鬣羚的1条廊道完全被大熊猫廊道覆盖，其余物种的廊道均位于已规划的大熊猫廊道之外。这说明在本研究区域，并不是所有的物种都能在大熊猫的伞护下得到庇护，以大熊猫廊道作为多物种廊道的效率并不高。这主要是因为各类同域物种对栖息地的需求各不相同，对植被和人类活动干扰的响应也存在差异。

通过保护旗舰种和伞护种实现整个生态系统的保护是一种有效的保护策略^[27]。廊道是保护受栖息地破碎化问题威胁的物种的有效手段，但是目前我国真正开展恢复工程的廊道还非常少。而对于非明星物种，其廊道需求则更不受重视。以大熊猫为旗舰物种建立多物种廊道，可以获取更多的社会支持，实现对该区域其他物种的保护。本研究在大熊猫分布区的南端——拖乌山区域开展的研究表明，如果只以大熊猫作为优先物种规划多物种廊道，则只能保证中华鬣羚的廊道需求，而其他物种廊道需求均未能被有效覆盖，无法实现多物种廊道规划的目的。Wang等在大熊猫分布区的北端——秦岭开展的研究也表明，大熊猫廊道仅仅覆盖了羚牛的廊道需求，而不能满足另外5种同域物种的廊道需求^[20]。

确定廊道范围时的累积代价距离阈值应该与物种的扩散能力呈正相关，但是目前尚缺少准确的确定方法。100 km的累积代价距离是常被采用的一个经验值，曾被用于虎、野牛等物种的廊道研究^[24-25]中。鉴于本研究中物种体型较小，扩散能力可能更弱，选取100 km可能会放大了其廊道范围。但是这一放大后的廊道不但未能被大熊猫廊道所覆盖，而且与大熊猫廊道差异很大，这更说明大熊猫廊道不能有效覆盖同域物种的廊道需求。

豹猫的栖息地适宜度指数空间分布显示，108国道和G5高速并未对豹猫的栖息地造成严重的分割，豹猫在108国道

和G5高速区域尚无迫切的廊道建设需求。根据胡锦矗等的描述，豹猫在居民区和道路周边甚至路面均有较为频繁的活动^[28]。Chen等也认为在人类干扰较大的区域，夜间仍常见豹猫活动^[19]。这说明豹猫可以耐受一定程度的人类活动干扰。本研究的结果也显示，大面积连续的居民区周边的豹猫栖息地质量较差，而道路和零星的居民区并未对豹猫造成太大影响。

在本文的研究区域，除豹猫外，小熊猫、毛冠鹿和中华鬣羚3个物种的栖息地均被这两条南北向并行通过的108国道和G5高速（京昆高速）割裂，这些物种在该区域存在廊道的需求。但是，规划的大熊猫廊道并未很好地覆盖这些物种的潜在廊道。如果按照Wang等提出的多物种廊道规划原则，则会导致大量物种的廊道需求得不到保证^[20]。小熊猫、毛冠鹿和中华鬣羚4个物种的适宜廊道区域集中在108国道和G5高速石棉到冕宁路段（京昆高速干海子隧道入口到彝海互通区域），规划中的大熊猫廊道也位于这一路段。因此，可以考虑设定一个覆盖多个物种廊道需求、范围相对宽泛的“多物种廊道区”。这一多物种廊道区并不严格局限于大熊猫自身的廊道范围，而是在更大的范围内覆盖更多物种的廊道需求，使更多的物种受益。这样可以满足该区域大熊猫以及更多同域物种的需求，发挥大熊猫作为旗舰种和伞护种的价值。另一方面，该区域还可作为拖乌山大熊猫廊道的一个“缓冲区”，在此区域适当降低人为干扰程度，开展一定程度上的植被恢复，这对大熊猫廊道本身的生态功能也将有很大的帮助。

2016年，IUCN将大熊猫濒危等级从“濒危”降为“易危”，这标志着我国的大熊猫保护工作已经取得显著的成果。保护大熊猫同域物种，实现大熊猫作为旗舰种和伞护种的价值将成为大熊猫保护下一阶段的工作重点之一。因此，“多物种廊道区”在不远的将来有望能纳入生态恢复规划。但是我们也应该看到，“多物种廊道区”范围宽泛，在建设和管理上需要花费更多的资源，短期内还难以实施。当前我们应该提前开展相关研究，优化多物种廊道的设计与规划技术，探讨其可行性，为将来的应用作理论和技术准备。

参考文献 [References]

- Haddad NM, Brudvig LA, Clobert J, Davies KF, Gonzalez A, Holt RD, Lovejoy TE, Sexton JO, Austin MP, Collins CD. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems [J]. *Sci Adv*, 2015, **1** (2): e1500052
- Fahrig L. Ecological responses to habitat fragmentation per se [J]. *Annu Re Ecol Evol Syst*, 2017, **48**: 1-23
- Červinka J, Šálek M, Padyšáková E, Šmilauer P. The effects of local and landscape-scale habitat characteristics and prey availability on corridor use by carnivores: a comparison of two contrasting farmlands [J]. *J Nat Conserv*, 2013, **21** (2): 105-113
- Beier P, Spencer W, Baldwin RF, McRAE BH. Toward best practices for developing regional connectivity maps [J]. *Conserv Biol*, 2011, **25** (5): 879-892
- Brodie JF, Giordano AJ, Dickson B, Hebblewhite M, Bernard H, Mohd - Azlan J, Anderson J, Ambu L. Evaluating multispecies landscape connectivity in a threatened tropical mammal community [J]. *Conserv Biol*, 2015, **29** (1): 122-132
- Beier P, Majka DR, Spencer WD. Forks in the road: choices in procedures for designing wildland linkages [J]. *Conserv Biol*, 2008, **22** (4): 836-851
- Cushman SA, Landguth EL, Flather CH. Evaluating population connectivity for species of conservation concern in the American Great Plains [J]. *Biodivers Conserv*, 2013, **22** (11): 2583-2605
- Lapoint S, Gallery P, Wikelski M, Kays R. Animal behavior, cost-based corridor models, and real corridors [J]. *Landsc Ecol*, 2013, **28** (8): 1615-1630
- Dilkina B, Houtman R, Gomes CP, Montgomery CA, McKelvey KS, Kendall K, Graves TA, Bernstein R, Schwartz MK. Trade-offs and efficiencies in optimal budget - constrained multispecies corridor networks [J]. *Conserv Biol*, 2017, **31** (1): 192-202
- Berger J. Population constraints associated with the use of black rhinos as an umbrella species for desert herbivores: restricción de poblaciones asociadas con el uso de rinocerontes negros como "sombrija de especies" para herbívoros del desierto [J]. *Conserv Biol*, 1997, **11** (1): 69-78
- Administration SF. The Third National Survey Report on Giant Panda in China [M]. Beijing: Science Press, 2006
- 四川省林业厅. 四川的大熊猫: 四川省第四次大熊猫调查报告[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2015 [Forestry Department of Sichuan Province. The Pandas in Sichuan: The 4th Survey Report on Giant Panda in Sichuan Province [M]. Chengdu: Sichuan Publishing House of Science and Technology, 2015]
- 黄峰, 何流洋, 何可, 戴强, 张勘, 唐博, 古晓东, 杨志松. 拖乌山大熊猫廊道人类干扰的空间与时间分布格局——红外相机阵列调查[J]. *动物学杂志*, 2017, **52** (3): 403-410 [Huang F, He LY, He K, Dai Q, Zhang K, Tang B, Gu XD, Yang ZS. Spatial and temporal distribution of human disturbance in Tuowu Mountains giant panda corridor: survey by camera trap array [J]. *Chin J Zool*, 2017, **52** (3): 403-410]
- Jaynes ET. Information theory and statistical mechanics [J]. *P Rev* 1957, **106** (4): 620-630
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE. Maximum entropy modeling of species geographic distributions [J]. *Ecol Model*, 2006, **190** (3): 231-259
- Hernandez PA, Franke I, Herzog SK, Pacheco V, Paniagua L, Quintana HL, Soto A, Swenson JJ, Tovar C, Valqui TH. Predicting species distributions in poorly-studied landscapes [J]. *Biodivers Conserv*, 2008, **17** (6): 1353-1366
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE. Maximum entropy modeling of species geographic distributions [J]. *Ecol Model*, 2006, **190** (3-4): 231-259
- Jimenez-Valverde A, Lobo JM. Threshold criteria for conversion of probability of species presence to either- or presence-absence [J]. *Acta Oecol*, 2007, **31** (3): 361-369
- Chen MT, Liang YJ, Kuo CC, Pei KJC. Home ranges, movements and activity patterns of leopard cats (*Prionailurus bengalensis*) and threats to them in Taiwan [J]. *Mamm Study*, 2016, **41** (2): 77-87
- Wang F, McShea WJ, Li S, Wang D. Does one size fit all? A multispecies approach to regional landscape corridor planning [J]. *Divers Distrib*, 2018, **24** (3): 415-425
- 胡锦矗, Johnson K, Shaller G. 卧龙自然保护区小熊猫的行为生态[J]. *西北大学学报*, 1987, **17** (5): 80-86 [Hu JC, Johnson KG, Schaller GB. 1987. Behavioral ecology of lesser panda in the Wolong Nature Reserve [J]. *J NW Univ*, 1987, **17** (5): 80-86]
- 青菁, 胥池, 杨彪, 杨志松, 齐敦武, 杨旭煜, 古晓东, 戴强. 小相岭山系大熊猫廊道规划[J]. *生态学报*, 2016, **36** (4): 1125-1133 [Qing J, Xu C, Yang ZS, Qi DW, Yang XY, Gu XD, Dai Q. The corridor design of giant panda in Xiaoxiangling Mountains [J]. *Acta Ecol Sin*, 2016, **36** (4): 1125-1133]
- Adriaensen F, Chardon PJ, Blust DE, Swinnen E, Villalba s, Gulincx H, Matthysen E. The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model [J]. *Landsc Urban Plan*, 2003, **64** (4): 233-247
- Dutta T, Sharma S, Mcrae BH, Roy PS, Defries R. Connecting the dots: mapping habitat connectivity for tigers in central India [J]. *Region Environ Chang*, 2016, **16** (1): 53-67
- Lim HY, Gardner PC, Abram NK, Yusah KM, Goossens B. Identifying habitat and understanding movement resistance for the endangered Bornean banteng *Bos javanicus lowi* in Sabah, Malaysia [J]. *Oryx*, 2019, **55** (1): 122-130
- Mcrae B, Kavanagh D. Linkage pathways linkage mapper user guide [CP/OL]. [2019/04/12]. <http://www.circuitscape.org/linkagemapper>
- Verissimo D, MacMillan DC, Smith RJ. Toward a systematic approach for identifying conservation flagships [J]. *Conserv Lett*, 2011, **4** (1): 1-8
- 胡锦矗, 王西之. 四川资源动物志第二卷兽类[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1984 [Hu JC, Wang YZ. Sichuan Resources Zoology (Vol. 2) [M]. Chengdu: Sichuan Publishing House of Science and Technology, 1984]