

DOI: 10.5846/stxb201910152151

李蔓, 付焱文, 廖婷, 李东睿, 冉江洪, 杜一平, 杨旭煜. 四川东南地区云豹 (*Neofelis nebulosa*) 分布区变化及其成因. 生态学报, 2020, 40(17): 5940-5948.

Li M, Fu Y W, Liao T, Li D R, Ran J H, Du Y P, Yang X Y. Distribution change and its causes of the clouded leopard (*Neofelis nebulosa*) in southeastern Sichuan. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(17): 5940-5948.

## 四川东南地区云豹 (*Neofelis nebulosa*) 分布区变化及其成因

李 蔓<sup>1,2</sup>, 付焱文<sup>1,2</sup>, 廖 婷<sup>1,2</sup>, 李东睿<sup>1,2</sup>, 冉江洪<sup>1,2,\*</sup>, 杜一平<sup>3</sup>, 杨旭煜<sup>3</sup>

1 四川大学生命科学学院生物资源与生态环境教育部重点实验室, 成都 610065

2 四川省濒危野生动物保护遗传重点实验室, 成都 610065

3 四川省野生动物资源调查保护管理站, 成都 610081

**摘要:**物种的分布变化是衡量生物多样性变化的一个重要层面,也是生物多样性变化研究领域备受关注的热点。根据对四川省东南地区 6 县 14 个乡镇的访问调查,分析了四川省东南部云豹 (*Neofelis nebulosa*) 分布区的变化趋势,并对近 10 年潜在有无云豹分布的区域在 1988 年和 2017 年的景观格局进行对比分析,探讨了四川东南地区云豹分布区变化的原因。结果显示:(1)40 年前云豹曾在调查区域广泛分布,近 40 年来云豹分布范围呈现逐渐缩减的趋势,到近 10 年潜在有无云豹分布的仅 3 个县 3 个乡镇;(2)天然阔叶林是云豹适宜的生境,潜在有无云豹分布地区阔叶林在近 30 年里均是面积最大的景观类型,30 年间增加了 18.13%。潜在无云豹分布地区阔叶林在 30 年前占比为 13.67%,30 年间减少了 39.29%,其主要景观类型在 30 年间由农业用地转换为竹林类型;(3)30 年间,潜在有无云豹分布地区阔叶林破碎化程度均加剧,而潜在无云豹分布地区的破碎化程度较潜在有无云豹分布地区严重;(4)潜在有无云豹分布区域居民野生动物保护意识均不强烈,在潜在无云豹分布区域的保护意识和意愿稍高;(5)本研究认为,早在 40 年前由于人为捕杀和土地开垦,就导致云豹种群在研究区域内衰退,近 30 年虽然农业用地大幅转换为竹林使森林总面积增加,但并未对云豹的保护起到积极作用,阔叶林的生境退变则使前期已经衰退的云豹种群分布区持续缩减,以致难觅踪迹。

**关键词:**云豹;访问调查;分布区变化;濒危动物;景观格局;栖息地破碎化

## Distribution change and its causes of the clouded leopard (*Neofelis nebulosa*) in southeastern Sichuan

LI Man<sup>1,2</sup>, FU Yanwen<sup>1,2</sup>, LIAO Ting<sup>1,2</sup>, LI Dongrui<sup>1,2</sup>, RAN Jianghong<sup>1,2,\*</sup>, DU Yiping<sup>3</sup>, YANG Xuyu<sup>3</sup>

1 Key Laboratory of Bio-Resource and Eco-Environment of Ministry of Education, College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610065, China

2 The Sichuan Key Laboratory for Conservation Biology of Endangered Wildlife, Chengdu 610065, China

3 Wildlife Resources Investigation and Conservation Station of Sichuan Province, Chengdu 610081, China

**Abstract:** The distribution change of certain species is a vital aspect for measuring global biodiversity variation, and has received much attention. Based on the interview surveys conducted in 14 townships of 6 counties, we analyzed the variation trend of the clouded leopard (*Neofelis nebulosa*) distribution range in the southeastern Sichuan, and further compared the landscape patterns of the potential clouded leopard existing and non-existing area in 1988 and 2017. We then explored the motivating factors of the clouded leopard distribution change in the region. The results revealed as below. (1) The clouded leopards used to inhabit extensively throughout the study area no later than 40 years ago. Over the past 40 years, the

基金项目:中央高校基本科研经费(SCU2019D013)

收稿日期:2019-10-15; 网络出版日期:2020-07-10

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: rjhong-01@163.com

distribution area has continued to shrink. Only 3 towns of 3 counties potentially have clouded leopards reserved when it came to the recent 10 years. (2) The natural broad-leaved forests were suitable habitats for clouded leopard. During the past 30 years, broad-leaved forests have always been the largest landscape in the potential clouded leopard existing area, also have increased from 40175.32 hm<sup>2</sup> (50.44%) to 47457.28 hm<sup>2</sup> (59.58%) by 18.13%. In the potential non-existing area, 2792.58 hm<sup>2</sup> broad-leaved forests just accounted for 13.67% of the total area 30 years ago, and decreased to 1695.36 hm<sup>2</sup> (8.3%) by 39.29% according to the latest data. In 1988, 14300.61 hm<sup>2</sup> farmlands made up 69.98% of the agriculture-based landscape within the potential non-existing area. And the largest landscape has converted to bamboo forests with 12199.04 hm<sup>2</sup> (59.69%) by 2017. (3) In the past 30 years, the fragmentation of broad-leaved forests in both the potential clouded leopard existing and non-existing area has been intensified, and the fragmentation degree of the potential non-existing area was even severer. From 1988 to 2017, the average of broad-leaved forest patch within potential existing area has decreased from 47.31 hm<sup>2</sup> to 38.30 hm<sup>2</sup>. Similarly, the number has decreased from 14.71 hm<sup>2</sup> to 4.38 hm<sup>2</sup> in the potential non-existing area. The aggregation index of broad-leaved forest in potential existing area showed an escalating trend, increasing from 82.01% to 87.97%, while the figure has dropped from 65.65% to 58.98% in the potential non-existing area. (4) Living within the potential clouded leopard existing area, 66.27% interviewees believed that wildlife should be protected, and 77.12% interviewees were willing to establish a local reserve for the clouded leopard. As for the potential non-existing area, the two figures were 78.11% and 80.88%, indicating a stronger awareness of wildlife protection. (5) It is suggested that agricultural reclamation and hunting by humans 40 years ago were likely to generate a regional decline of clouded leopards population. Although conversion of the agricultural land to bamboo forest over the past 30 years greatly increased the total forest area, it did not play an active role in the protection of clouded leopard. Besides, habitats degradation of broad-leaved forests made the declined distribution range keep shrinking, leaving the trace of wild clouded leopards in the mist.

**Key Words:** clouded leopard; interview survey; distribution area change; endangered species; landscape pattern; habitat fragmentation

人类对全球环境的改变引发了生命史上的第六次大灭绝事件,导致全球范围内的生物多样性丧失,并引起全球生物分布的广泛变化<sup>[1]</sup>。其中,由人类活动引起的土地利用变化对生物多样性影响是生物多样性受到威胁的重要因素,构成了现代环境下生物多样性丧失的主要驱动力<sup>[2-4]</sup>。大型哺乳动物因为具有较高风险的生活史特征和大的空间需求,更易受到人类扩张和改变原始栖息地的影响<sup>[5-7]</sup>。研究表明,多数大型哺乳动物都处于濒危状态<sup>[8]</sup>,而栖息地退化是导致大型哺乳动物濒危的主要因素<sup>[9]</sup>。

云豹(*Neofelis nebulosa*)为哺乳纲(Mammalia)食肉目(Carnivora)猫科(Felidae)云豹属(*Neofelis*)动物,国家一级重点保护野生动物,濒危野生动植物种国际贸易公约(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES)附录 I 物种,世界自然保护联盟(International Union for Conservation of Nature, IUCN)易危物种。云豹分布于中国南部,延伸到印支、东南亚和印度次大陆,在中国分布地区包括安徽、福建、广东、广西、贵州、海南、湖北、湖南、江西、陕西、四川、重庆、西藏东部、西藏南部、云南、浙江<sup>[10]</sup>。主要栖息于亚热带丘陵、低山、中山常绿阔叶林内,擅长在树上活动<sup>[11-12]</sup>。因栖息地质量退化,盗猎等原因云豹野外种群快速衰退,种群数量持续下降,具有很高的灭绝风险<sup>[13]</sup>。但目前关于云豹的研究十分缺乏,除台湾地区的云豹已宣布灭绝外<sup>[14]</sup>,国内基本没有对其野外研究的文献,仅只有其分布地点记录的零星报道,现对我国云豹的野外生存状况基本缺乏了解。

一个物种的兴衰与分布区的变迁息息相关<sup>[15]</sup>,四川是云豹的历史分布区,云豹曾广泛分布于川东南和川东北地区<sup>[12]</sup>。最近的野外实体发现记录是 2007 年在宜宾市长宁县([http://www.china.com.cn/environment/2007-11/07/content\\_9189532.htm](http://www.china.com.cn/environment/2007-11/07/content_9189532.htm)),云豹在四川东南地区的分布现状和分布区变迁过程仍不得而知。由于野生动物历史分布区信息已无法通过野外寻找痕迹等手段来验证,参阅文献记录和访问调查是可行的方法,如刘伶等<sup>[16]</sup>通过文献检索对苏北地区丹顶鹤(*Grus japonensis*)越冬种群数量及栖息地分布动态变化进行了研

究, Al-Johany 等<sup>[17]</sup>通过访问调查对阿拉伯豹(*Panthera pardus nimr*)在沙特阿拉伯的分布进行了研究, 薛文杰等<sup>[18]</sup>通过访问调查研究了近 50 年陕西凤县林麝(*Moschus berezovskii*)分布区的变迁。因记录云豹具体分布的资料十分有限, 仅只有分布县的相关记载, 故本文主要采用访问调查法。

2018 年 4—12 月, 采用访问调查法对四川省东南部云豹历史分布区的社区居民进行抽样访问调查, 同时结合野外样线调查结果, 利用遥感影像 Landsat 数据对其分布区变化原因进行探讨, 以期了解云豹分布区变化的趋势及原因, 进而评估云豹的潜在分布, 为云豹的保护、分布调查与监测提供科学依据。

## 1 研究区域

四川东南地区记录有云豹分布的县包括宜宾市的宜宾、江安、兴文、高县、筠连、屏山, 泸州市的泸县、合江、古蔺、叙永等地<sup>[12]</sup>。根据植被现状和前期了解, 选择植被相对连片、保存较好、并可能适合云豹生存的区域作为研究区域, 涵盖了 2007 年野外发现有云豹的长宁县及周边植被保存较好的地区。具体涉及宜宾市的长宁县、兴文县、珙县, 泸州市的叙永县、古蔺县、合江县。区域海拔范围 206—1835 m, 最高峰为古蔺县黄荆老林的斧头山。此区域属亚热带湿润季风气候, 气候温和, 立体气候明显, 雨量充沛, 主要植被型为常绿阔叶林、暖温性针叶林和竹林。

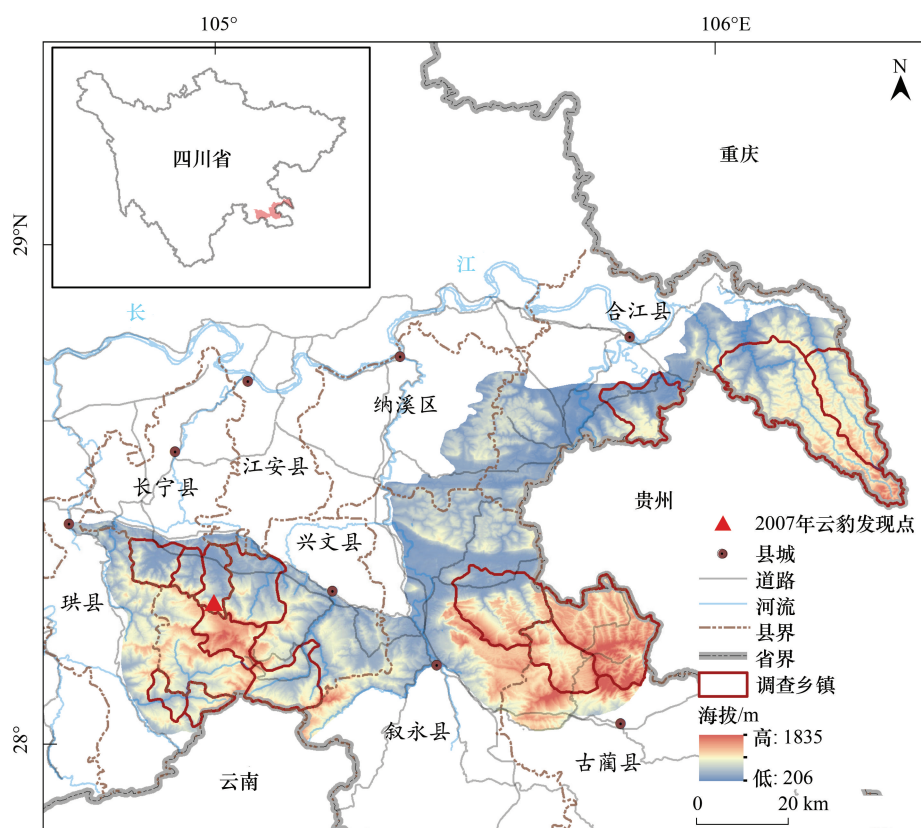


图1 研究区域和调查乡镇位置示意图

Fig.1 The location of study area and survey townships

## 2 研究方法

### 2.1 云豹分布区调查方法

#### 2.1.1 访问调查

在与当地县野保人员座谈交流后, 选择该地区植被覆盖程度高、野生动物资源丰富的乡镇作为重点访问

调查地区,共选择 6 县 14 个乡镇(图 1)。根据乡镇森林连片区域的大小、植被类型等确定抽样强度,每个乡镇至少获得 10 份有效问卷,如果 10 人都认为当地没有云豹分布,可以不再进行访问。访问以聊天、座谈以及个别人重点访问等方式进行<sup>[18]</sup>。访问对象选择现居住或曾经居住在该乡镇植被覆盖度高、野生动物丰富的森林区域周边的村民,并尽量选择在当地有过长期林间活动经历的人群,如护林员、老猎人、采药或养蜂人等,每户仅调查 1 人。由于云豹历史分布的信息时间跨度比较大,因此访问对象主要为中老年人(表 1)。主要访问内容包括当地有无云豹分布,有云豹分布的时间,是否为一直有云豹分布,有无关于云豹实体的目击记录,对野生动物的保护意识等。若受访者认为当地曾有云豹分布且自身有过目击或者知道发现点记录,在通过图片和外形特征描述确认后(图片包括云豹、金钱豹(*Panthera pardus*)、金猫(*Catopuma temminckii*)、豹猫(*Prionailurus bengalensis*)等易混淆的动物),获取距离现在最近一次见到云豹或者确切知道的时间和地点。在访问过程中,相互验证,对数据进行确认核实。

表 1 访问对象年龄情况  
Table 1 The age status of the interviewees

| 年龄 Age                  | 人数 Numbers | 比例 Proportion/% | 年龄 Age              | 人数 Numbers | 比例 Proportion/% |
|-------------------------|------------|-----------------|---------------------|------------|-----------------|
| ≥60 岁 ≥60 years old     | 317        | 32.09           | <35 岁 <35 years old | 36         | 3.64            |
| 50—59 岁 50—59 years old | 391        | 39.57           | 总计 Total            | 988        | 100             |
| 35—49 岁 35—49 years old | 244        | 24.70           |                     |            |                 |

### 2.1.2 分布数据统计

将云豹访问记录以乡镇为单位按发生时间划分为近 10 年(2008—2018 年),距今 11—20 年,21—30 年,31—40 年,40 年前 5 个阶段进行汇总。数据汇总后,将在所有时间段中只有一次记录的数据或在某一时间段有记录后相隔两个及以上时间段才有且仅有一次记录的数据剔除。因知道确切记录的受访者均认为当地在之前一直有云豹分布,且统计的是最近一次见到云豹或者知道实体的记录,因此若在某一时间段里记录有云豹分布,则在之前的时间段均有分布,在进行数据汇总后再以乡镇为单位按时间段依次对更早时间段的数据进行累计。

## 2.2 云豹分布区景观格局对比分析方法

### 2.2.1 植被调查方法

在研究区域布设植被垂直调查样线,调查线路选取覆盖区域内各种植被类型且植被保存较好的典型地段,样线长度 3—5 km,共布设了 242 条样线。在样线上选取典型植被类型设置面积 10 m×10 m 的植被调查样方,记录植被类型及地理坐标,用于遥感影像的解译及解译之后的精度评价。

### 2.2.2 遥感影像数据获取

遥感影像数据选择 Landsat 卫星影像,数据为从中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云平台(<http://www.gscloud.cn>)和 USGS(United States Geography Survey, <https://earthexplorer.usgs.gov>)下载的 2017 年 12 月 20 日的 OLI、1988 年 8 月 25 日的 TM 无云影像,影像的条带号/行编号(Path/Row)为 128/40,128/41。数据波段空间分辨率均为 30 m。

### 2.2.3 数据处理

各期影像在 ENVI5.3 中辐射定标、大气校正、边界裁剪后进行景观重分类,根据云豹对栖息地的要求和实地考察情况,将景观类型划分为阔叶林、针叶林、竹林、农业用地、建设用地和水体 6 类。在 OLI654 和 TM543 波段组合下,通过借助野外植被样方数据和 Google Maps 建立分类模板,不断剔除光谱特征混淆的训练多边形,并创建新的训练多边形,直到分类模板根据精度评估合格后再利用最大似然法进行监督分类<sup>[12]</sup>。分类后,每类随机选取 50 个点对 2017 年的数据进行精度评价。结果显示,解译总体精度为 92.33%,Kappa 系数为 0.908,证明解译结果和真实情况有很强的一致性<sup>[19]</sup>。因为没有更早年份的地面真实数据,无法对其他图像进行评估,但因为使用了相同的方法,本文认为其精度结果与 2017 年类似<sup>[20]</sup>。



本文将近 10 年仍访问到有云豹分布记录的乡镇视为潜在有云豹分布区域,而近 30—40 年间访问到有云豹分布但近 10 年没有访问到有分布记录的乡镇视为潜在无云豹分布区域,分类后利用景观格局分析软件 Fragstats 4.2 分别计算潜在有无云豹分布区域在 2017 年、1988 年的景观格局指数。本文选择的指数有斑块类型面积(Class area, CA)、平均斑块面积(Mean patch size, MPS)和聚集度指数(Aggregation index, AI)<sup>[21]</sup>。在 SPSS19.0 中,再分别对潜在有无云豹分布区域各景观类型 1988 年和 2017 年的斑块面积做 Mann-Whitney U 检验。

### 3 结果

#### 3.1 云豹分布区变化

2018 年 4 月—2018 年 12 月,在四川东南地区访问调查了 6 县 14 个乡镇,共获取有效问卷 988 份。40 年前,在调查的 14 个乡镇中,有 10 个乡镇有云豹分布;距今 21—40 年间有 6 个乡镇有云豹分布;在距今 11—20 年间云豹分布的乡镇减少为 4 个;到近 10 年,仅 3 个乡镇有云豹分布记录,而且人次很少(表 2)。说明 40 年来,云豹的分布范围一直在萎缩,从 10 个乡镇减少到 3 个,而且发现频次越来越少,仅 1—2 次。

表 2 调查乡镇云豹目击记录次数

Table 2 The number of clouded leopard sightings recorded in the survey townships

| 调查县<br>County | 调查乡镇<br>Township | 访问人数<br>Numbers | 40 年前<br>40 years ago | 距今 31—40 年间<br>31—40 years ago | 距今 21—30 年间<br>21—30 years ago | 距今 11—20 年间<br>11—20 years ago | 近 10 年<br>Nearly 10 years |
|---------------|------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 长宁            | 梅硐               | 154             | 17                    | 4                              | 1                              | 1                              |                           |
| 长宁            | 双河               | 134             | 16                    | 6                              | 2                              |                                |                           |
| 长宁            | 富兴               | 58              | 8                     |                                |                                |                                |                           |
| 兴文            | 仙峰               | 137             | 13                    | 4                              | 3                              | 3                              | 2                         |
| 兴文            | 大坝               | 74              | 3                     |                                |                                |                                |                           |
| 兴文            | 蕲王山              | 43              | 5                     |                                |                                |                                |                           |
| 珙县            | 石碑               | 31              | 4                     | 1                              | 1                              |                                |                           |
| 珙县            | 曹营               | 34              |                       |                                |                                |                                |                           |
| 古蔺            | 黄荆               | 104             | 19                    | 8                              | 7                              | 5                              | 1                         |
| 古蔺            | 桂花               | 10              |                       |                                |                                |                                |                           |
| 合江            | 自怀               | 50              |                       |                                |                                |                                |                           |
| 合江            | 凤鸣               | 36              | 4                     |                                |                                |                                |                           |
| 合江            | 福宝               | 97              | 11                    | 9                              | 5                              | 3                              | 2                         |
| 叙永            | 水尾               | 26              |                       |                                |                                |                                |                           |
| 合计 Total      |                  | 988             | 100                   | 32                             | 19                             | 12                             | 5                         |

#### 3.2 潜在有无云豹分布区域景观格局对比分析

对潜在有云豹分布区域(福宝、仙峰和黄荆)和潜在无云豹分布区域(梅硐、双河、石碑)在 1988 年和 2017 年间景观格局变化情况进行对比分析(图 2 和表 3),结果显示:潜在有云豹分布地区阔叶林在 1988 年和 2017 年均是面积最大的景观类型,30 年间从 40175.32 hm<sup>2</sup> (50.44%) 增加为 47457.28 hm<sup>2</sup> (59.58%),增加了 18.13%;而潜在无云豹分布地区阔叶林面积较小,30 年间面积从 2792.58 hm<sup>2</sup> (13.67%) 减少为 1695.36 hm<sup>2</sup> (8.3%),减少 39.29%;潜在无云豹分布地区在 1988 年景观格局就以农业用地为主,占该地区总面积的 69.98% (14300.61 hm<sup>2</sup>),到 2017 年,最大的景观类型转换为竹林,占 59.69% (12199.04 hm<sup>2</sup>)。

从景观破碎化指数来看(表 4),1988—2017 年潜在有云豹分布地区的阔叶林平均斑块面积为从 47.31 hm<sup>2</sup> 减少为 38.30 hm<sup>2</sup>,潜在无分布地区从 14.71 hm<sup>2</sup> 减少为 4.38 hm<sup>2</sup>;潜在有云豹分布地区阔叶林聚集度指数从 82.01% 增加为 87.97%,而潜在无分布地区从 65.65% 下降为 58.98%。潜在有云豹分布地区竹林平均斑块面积和聚集度指数变化不大,而潜在无分布地区竹林平均斑块面积从 6.49 hm<sup>2</sup> 增加为 51.69 hm<sup>2</sup>,聚集度指数

从 57.23%增加为 81.22%。Mann-Whitney U 检验结果表明(表 4),潜在有无云豹分布区域各景观类型 2017 年与 1988 年的斑块面积除潜在有云豹分布区域建设用地为显著差异( $P<0.05$ )外,其余均为极显著差异( $P<0.01$ )。

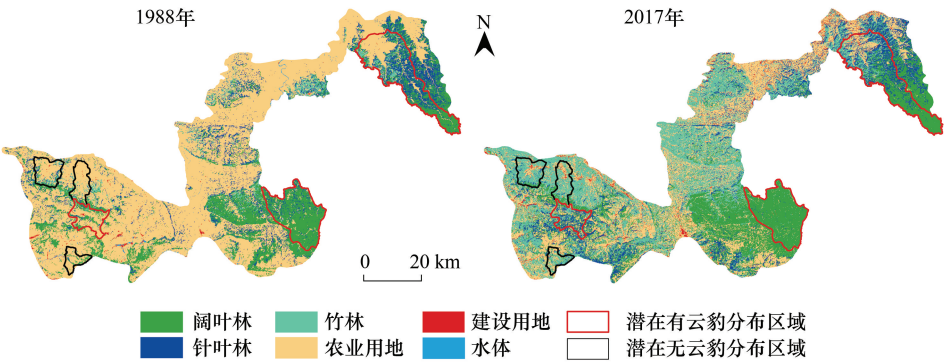


图 2 潜在有无云豹分布区域位置示意图

Fig.2 Location of villages and towns in potential clouded leopard existing and non-existing area

表 3 潜在有无云豹分布区域在 1988 和 2017 年不同景观类型面积占比及变化率

Table 3 The area proportion and change rate of different landscape types in potential clouded leopard existing and non-existing area in 1988 and 2017

| 景观类型<br>Landscape type | 潜在有云豹分布区域<br>Potential clouded leopard existing area |       |                    |       |                | 潜在无云豹分布区域<br>Potential clouded leopard non-existing area |       |                    |       |                |
|------------------------|------------------------------------------------------|-------|--------------------|-------|----------------|----------------------------------------------------------|-------|--------------------|-------|----------------|
|                        | 1988                                                 |       | 2017               |       | 变化率<br>Change% | 1988                                                     |       | 2017               |       | 变化率<br>Change% |
|                        | 面积/hm <sup>2</sup>                                   | 占比/%  | 面积/hm <sup>2</sup> | 占比/%  |                | 面积/hm <sup>2</sup>                                       | 占比/%  | 面积/hm <sup>2</sup> | 占比/%  |                |
| 阔叶林 Broadleaf forest   | 40175.32                                             | 50.44 | 47457.28           | 59.58 | 18.13          | 2792.58                                                  | 13.67 | 1695.36            | 8.3   | -39.29         |
| 针叶林 Coniferous forest  | 15686.78                                             | 19.69 | 12262.4            | 15.39 | -21.83         | 1057.93                                                  | 5.18  | 712.32             | 3.49  | -32.67         |
| 竹林 Bamboo forest       | 5800.07                                              | 7.28  | 10254.08           | 12.87 | 76.79          | 2108.19                                                  | 10.32 | 12199.04           | 59.69 | 478.65         |
| 农业用地 Agricultural land | 17863.09                                             | 22.42 | 8638.08            | 10.84 | -51.64         | 14300.61                                                 | 69.98 | 4871.04            | 23.84 | -65.94         |
| 建设用地 Built-up          | 132.34                                               | 0.17  | 654.08             | 0.82  | 394.24         | 111.29                                                   | 0.54  | 805.76             | 3.94  | 624.02         |
| 水体 Water               |                                                      |       | 391.68             | 0.49  |                | 65.24                                                    | 0.32  | 152.32             | 0.75  | 133.48         |
| 总计 Total               | 79657.6                                              | 100   | 79657.6            | 100   |                | 20435.84                                                 | 100   | 20435.84           | 100   |                |

表 4 潜在有无云豹分布区域在 1988 和 2017 年不同景观类型平均斑块面积和聚集度指数

Table 4 Mean patch size and aggregation index of different landscape types in potential clouded leopard existing and non-existing area in 1988 and 2017

| 景观类型<br>Landscape type | 平均斑块面积 Mean patch size/hm <sup>2</sup> |                   |                   |                   | 聚集度指数 Aggregation index/% |                   |                   |                   |
|------------------------|----------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                        | 1988 <sup>a</sup>                      | 2017 <sup>a</sup> | 1988 <sup>b</sup> | 2017 <sup>b</sup> | 1988 <sup>a</sup>         | 2017 <sup>a</sup> | 1988 <sup>b</sup> | 2017 <sup>b</sup> |
| 阔叶林 Broadleaf forest   | 47.31                                  | 38.30 **          | 14.71             | 4.38 **           | 82.01                     | 87.97             | 65.65             | 58.98             |
| 针叶林 Coniferous forest  | 10.18                                  | 7.97 **           | 5.51              | 2.94 **           | 59.30                     | 57.30             | 52.45             | 42.71             |
| 竹林 Bamboo forest       | 7.23                                   | 6.62 **           | 6.49              | 51.69 **          | 57.28                     | 59.67             | 57.23             | 81.22             |
| 农业用地 Agricultural land | 33.55                                  | 7.30 **           | 123.35            | 8.95 **           | 84.61                     | 61.25             | 89.54             | 61.21             |
| 建设用地 Built-up          | 5.30                                   | 1.66 *            | 3.37              | 2.18 **           | 61.04                     | 29.19             | 43.93             | 33.55             |

<sup>a</sup>表示潜在有云豹分布区域,<sup>b</sup>表示潜在无云豹分布区域;\*表示 2017 年斑块面积与 1988 年数据在 0.05 水平有显著差异,\*\*表示在 0.01 水平有显著差异

3.3 潜在有无云豹分布区域保护意识对比分析

为了解居民野生动物保护意识的差异对云豹分布的影响,对潜在有无云豹分布区域的社区居民野生动物保护意识进行了对比分析。结果表明(表 5),在潜在有云豹分布地区,66.27%的人认为野生动物应该保护,77.12%的人愿意在当地成立保护区用于保护云豹;潜在无云豹分布地区 78.11%的人认为野生动物应该保护,

80.88%的人愿意在当地成立保护区。潜在有云豹分布地区的居民保护意识相对较弱。

表 5 潜在有无云豹分布区域居民野生动物保护意识  
Table 5 Conservation consciousness for wildlife of residents in potential clouded leopard existing and non-existing area

| 问题<br>Question                                       | 态度<br>Attitude | 潜在有分布区域<br>Potential existing area | 潜在无分布区域<br>Potential non-existing area |
|------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------------------------------|
| 您认为野生动物(如:云豹)应该保护吗?                                  | 应该保护           | 66.27%                             | 78.11%                                 |
| Do you think wild animals (such as clouded leopards) | 态度不确定          | 23.08%                             | 18.64%                                 |
| should be protected?                                 | 不应该            | 10.65%                             | 3.25%                                  |
| 您愿意在此成立保护区用于保护云豹等动物吗?                                | 愿意             | 77.12%                             | 80.88%                                 |
| Would you like to set up a reserve here to protect   | 态度不确定          | 15.36%                             | 15.05%                                 |
| clouded leopards and other animals?                  | 不愿意            | 15.36%                             | 4.08%                                  |

4 结论与讨论

在研究地区能够大范围的访问到关于云豹实体的目击记录,说明云豹曾经在这一地区广泛分布,但近 40 年间云豹分布区在不断缩减,福宝、仙峰、黄荆 3 个乡镇在近 10 年仍访问到有云豹分布的记录,是现四川东南地区最可能仍有云豹分布的地区。虽然本次的野外样线调查并没有发现其活动痕迹,仍需要进一步开展野外调查和监测确认。

影响云豹生存的主要威胁因素为生境破坏、狩猎及人为干扰<sup>[13]</sup>。云豹主要栖息于低海拔雨林和常绿阔叶林地带,主要以 5—10 kg 的脊椎动物为食,如雉类、猴类等<sup>[11,14,22]</sup>。阔叶林是云豹栖息的主要生境,本研究结果显示,潜在有云豹分布地区阔叶林在 30 年间一直为面积最大的景观类型,而潜在无云豹分布区在 30 年前主要景观类型为农业用地,近 30 年间虽然农业用地大面积减少,但大部分转化为竹林,而阔叶林在 30 年间仍持续减少。研究区域的植被类型中除天然的常绿阔叶林外,主要为人工种植的柳杉林、杉木林,以及可快速成材的楠竹林、慈竹林等。人工林群落结构简单,猎物数量和丰富度低,人为活动频繁<sup>[23]</sup>,并不适合云豹生存,这已在婆罗洲和苏门答腊岛关于巽他云豹(*Neofelis diardi*)的研究中得到证实<sup>[24-25]</sup>。所以虽然潜在无云豹分布区域森林总面积增加,但并未对云豹的生存起到积极作用。

从破碎化指数及差异性检验结果来看,两区域阔叶林均处于破碎化的状态,但潜在无云豹分布地区 30 年间的破碎化程度一直较有云豹分布地区严重。这说明该地区种植经济林不仅未使云豹适宜生境得到有效恢复,其适宜栖息地还更加破碎化,而在东北虎(*Panthera tigris altaica*)、雪豹(*Panthera uncia*)、大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)等野生动物的研究中,都显示出栖息地破碎化影响其分布的现象<sup>[26-28]</sup>。

据各地区县志记载,50—70 年代的灭兽运动及毁林开荒活动曾导致野生动物种类、数量减少,虎、豹濒于绝迹,但在 20 世纪 70 年代四川每年仍有数十张云豹皮张产量,70—80 年代开始趋于下降<sup>[29]</sup>,这说明云豹分布区缩减并不仅仅是近 40 年才开始的。云豹活动隐秘,且主要在夜间活动<sup>[30]</sup>,但 20 世纪 60—80 年代,在宜宾长宁县有很多受访者曾见到云豹在村庄附近出现,甚至袭击家畜,与曾经安徽省云豹频繁出现的现象及原因类似<sup>[31]</sup>,说明在当时,当地的生境和猎物可能已经不能维持云豹的生存需求。

居民保护意识调查发现,潜在有无云豹分布区的居民野生动物保护意识都不算高,主要由于该地区地理位置偏远,居民文化知识结构低,对野生动物的保护意义了解不够。但潜在无云豹分布地区的居民保护意识略高于潜在有分布地区,主要原因为潜在有云豹分布地区植被保存较好,野猪(*Sus scrofa*)、猕猴(*Macaca mulatta*)、猪獾(*Arctonyx collaris*)等野生动物较为丰富导致危害庄稼的情况较为严重,致使当地居民对野生动物的保护意愿更不强烈。与本研究相一致,野生动物保护和当地居民生产生活之间的矛盾仍在各个地区广泛存在<sup>[32-34]</sup>,但相比 90 年代而言,居民对野生动物的保护意识已有显著提高<sup>[35]</sup>。因此,一方面需要继续加强对当地居民的野生动物保护意识的宣传教育,另一方面,相关部门应积极帮助居民化解人兽冲突,实现人与动物之间的和谐关系。

虽然云豹在中国的分布很广,但在中国的森林栖息地分散并彼此独立<sup>[36]</sup>。四川东南地区近 40 年云豹分布区不断缩减,这可能是早期人为捕杀和土地开垦导致的云豹种群衰退的延续,近 30 年虽然农业用地大幅转换为竹林使森林总面积增加,但并未对云豹的保护起到积极作用,而阔叶林的持续退变可能是导致该地区云豹分布区大幅缩减的重要原因。顶级食肉动物占据的地方往往具有高的生物多样性<sup>[37]</sup>,云豹分布的消减也在一定程度上说明了该地区生物多样性的消减,相关部门应加强野生动物的保护管理及附近居民的宣传教育工作,加强天然林的植被恢复,以实现云豹及其同域物种的长期有效保护。

**致谢:**感谢四川宜宾市长宁县林业局、兴文县林业局、珙县林业局及四川泸州市古蔺县林业局、合江县林业局、叙永县林业局等给予的帮助。

#### 参考文献 (References):

- [1] Chapin III F S, Zavaleta E S, Eviner V T, Naylor R L, Vitousek P M, Reynolds H L, Hooper D U, Lavorel S, Sala O E, Hobbie S E, Mack M C, Díaz S. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 2000, 405(6783): 234-242.
- [2] 吴建国, 吕佳佳. 土地利用变化对生物多样性的影响. *生态环境学报*, 2008, 17(3): 1276-1281.
- [3] Brook B W, Sodhi N S, Bradshaw C J A. Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology & Evolution*, 2008, 23(8): 453-460.
- [4] Purvis A, Jones K E, Mace G M. Extinction. *BioEssays*, 2000, 22(12): 1123-1133.
- [5] Sillero-zubiri C, Laurenson M K. Interactions between carnivores and local communities: conflict or co-existence? //Gittleman J L, Funk S M, Macdonald D, Wayne RK, eds. *Carnivore Conservation*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001: 282-312.
- [6] Pacifici M, Foden W B, Visconti P E, Watson J E M, Butchart S H M, Kovacs K M, Scheffers B R, Hole D G, Martin T G, Akçakaya H R, Corlett R T, Huntley B, Bickford D, Carr J A, Hoffmann A A, Midgley G F, Pearce-Kelly P, Pearson R G, Williams S E, Willis S G, Young B, Rondinini C. Assessing species vulnerability to climate change. *Nature Climate Change*, 2015, 5(3): 215-225.
- [7] Cardillo M, Mace G M, Jones K E, Bielby J, Bininda-Emonds O R P, Sechrest W, Orme C D L, Purvis A. Multiple causes of high extinction risk in large mammal species. *Science*, 2005, 309(5738): 1239-1241.
- [8] Di Minin E, Slotow R, Hunter L T B, Montesino Pouzols F, Toivonen T, Verburg P H, Leader-Williams N, Petracca L, Moilanen A. Global priorities for National carnivore conservation under land use change. *Scientific Reports*, 2016, 6: 23814.
- [9] 武正军, 李义明. 生境破碎化对动物种群存活的影响. *生态学报*, 2003, 23(11): 2424-2435.
- [10] Smith A T, 解焱. 中国兽类野外手册. 陈延熹, 译. 长沙: 湖南教育出版社, 2009: 379-380.
- [11] 王志胜, 俞长好. 丛林隐士——云豹. *森林与人类*, 2012, (8): 35-35.
- [12] 《四川资源动物志》编辑委员会. 四川资源动物志, 第二卷 兽类. 成都: 四川科学技术出版社, 1984: 123-124.
- [13] IUCN. IUCN Red List of Threatened Species. (2016-01-20) [2019-09-29]. <http://www.iucnredlist.org>.
- [14] Chiang P J, Pei K J C, Vaughan M R, Li C F, Chen M T, Liu J N, Lin C Y, Lin L K, Lai Y C. Is the clouded leopard *Neofelis nebulosa* extinct in Taiwan, and could it be reintroduced? An assessment of prey and habitat. *Oryx*, 2015, 49(2): 261-269.
- [15] 张文驹, 陈家宽. 物种分布区研究进展. *生物多样性*, 2003, 11(5): 364-369.
- [16] 刘伶, 刘红玉, 李玉凤, 王娟, 谢富斌. 苏北地区丹顶鹤越冬种群数量及栖息地分布动态变化. *生态学报*, 2018, 38(3): 926-933.
- [17] Al-Johany A M H. Distribution and conservation of the Arabian Leopard *Panthera pardus nimr* in Saudi Arabia. *Journal of ARID Environments*, 2007, 68(1): 20-30.
- [18] 薛文杰, 姜海瑞, 胡忠军, 徐宏发. 近 50 年陕西凤县林麝分布区的变迁. *生态学杂志*, 2007, 26(6): 797-801.
- [19] Manandhar R, Odeh I O A, Anceev T. Improving the accuracy of land use and land cover classification of Landsat data using post-classification enhancement. *Remote Sensing*, 2009, 1(3): 330-334.
- [20] Xu W H, Viña A, Kong L Q, Pimm S L, Zhang J J, Yang W, Xiao Y, Zhang L, Chen X D, Liu J G, Ouyang Z Y. Reassessing the conservation status of the giant panda using remote sensing. *Nature Ecology & Evolution*, 2017, 1(11): 1635-1638.
- [21] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级(第二版). 北京: 高等教育出版社, 2007: 106-115.
- [22] 宋大昭. 云豹重现. *森林与人类*, 2016, (11): 142-145.
- [23] 博彩. 台湾的野生动物资源受到很大破坏. *环境保护*, 1982, (4): 12-14.
- [24] Macdonald D W, Bothwell H M, Hearn A J, Cheyne S M, Haidir I, Hunter L T B, Kaszta Z, Linkie M, Macdonald E A, Ross J, Cushman S A. Multi-scale habitat selection modeling identifies threats and conservation opportunities for the Sunda clouded leopard (*Neofelis diardi*). *Biological*



- Conservation, 2018, 227: 92-103.
- [25] Hearn A J, Cushman S A, Goossens B, Macdonald E, Ross J, Hunter L T B, Abram N K, Macdonald D W. Evaluating scenarios of landscape change for Sunda clouded leopard connectivity in a human dominated landscape. *Biological Conservation*, 2018, 222: 232-240.
- [26] 兰存子, 田瑜, 靳勇超. 我国东北虎的保护现状与制约因素. *四川动物*, 2015, 34(5): 780-786.
- [27] 范隆庆, 董岚, 张顺林, 冉江洪, 岳碧松. 凉山山系大熊猫栖息地的景观格局. *应用与环境生物学报*, 2010, 16(2): 179-184.
- [28] Alexander J S. 中国祁连山雪豹研究与保护: 管理及方法应用[D]. 北京: 北京林业大学, 2015.
- [29] 汪松. 中国濒危动物红皮书: 兽类. 北京: 科学出版社, 1998.
- [30] Hearn A J, Ross J, Pamin D, Bernard H, Hunter L, Macdonald D W. Insights into the spatial and temporal ecology of the Sunda clouded leopard *Neofelis diardi*. *Raffles Bulletin of Zoology*, 2013, 61(2): 871-875.
- [31] 陈文豪. 安徽石台云豹频繁出现的原因初探. *安徽林业科技*, 2003, (4): 11-12.
- [32] 张君, 黄燕. 四川栗子坪自然保护区社区经济情况调查. *西华师范大学学报: 自然科学版*, 2013, 34(2): 101-106.
- [33] 潘崇生, 王海京, 李玉华, 邹建平, 周丽华, 龚世平. 广东大峡谷自然保护区社区公众野生动物保护意识调查. *野生动物*, 2010, 31(4): 218-220, 224-224.
- [34] 任松柏, 初雯雯, 吴兵, 端肖楠, 陈刚, 初红军. 蒙新河狸分布区社区保护意识的调查分析. *干旱区研究*, 2017, 34(5): 1175-1183.
- [35] 傅之屏, 杨远兵, 吕植, 刘智慧. 人类生态环境意识对大熊猫栖息地影响的研究. *四川大学学报: 自然科学版*, 1998, 35(6): 952-956.
- [36] Nowell K, Jackson P. *Wild Cats: Status Survey and Conservation Action Plan*. Gland: IUCN, 1996: 66-69.
- [37] Sergio F, Newton I, Marchesi L. Conservation: top predators and biodiversity. *Nature*, 2005, 436(7048): 192-192.