



# 三江源国家公园人兽冲突风险评价

赵晓娜<sup>1</sup>, 陈琼<sup>2</sup>, 支泽民<sup>2</sup>

- (1. 青海师范大学经济管理学院, 西宁, 810016;  
2. 青海师范大学地理科学学院, 西宁, 810016)

## 稿件运行过程

收稿日期: 2023-06-13

修回日期: 2023-08-08



**关键词:** 三江源;  
人兽冲突;  
空间风险;  
多指标评价

**Key words:** Sanjiangyuan;  
Human-animal conflict;  
Spatial risk;  
Multi-indicator evaluation

中图分类号: S863

文献标识码: A

文章编号:

2310-1490(2024)-01-0148-09

DOI: 10.12375/ysdwxb.20240118

## 摘要

人兽冲突风险图揭示了风险的空间格局,有助于确定减轻野生动物肇事风险的优先区域。以三江源国家公园所涉4县为研究区域,以乡镇为研究单元,基于区域灾害系统理论,从致灾因子危险性、孕灾环境敏感性、承灾体脆弱性和防灾减灾能力4个方面构建人兽冲突风险评价模型并对研究区的人兽冲突空间风险和总体风险进行综合评价。结果表明:人兽冲突风险影响因素包括兽类密度、肇事次数、归一化植被指数(normalized difference vegetation index, NDVI)、人口密度、野生猎物密度、距河流距离、距居民点距离和牲畜密度。三江源国家公园人兽冲突风险具有明显的空间分异规律。风险评价结果总体上中部高于东部和南部,高风险区域主要分布在长江源园区治多县、曲麻莱县的乡镇,较高风险以上区域占比达97.07%,表明三江源国家公园人兽冲突风险总体较高。研究结果为确定人兽冲突风险影响因素和精准防控野生动物肇事提供科学依据。

## Risk Assessment of Human-animal Conflict in Sanjiangyuan National Park

ZHAO Xiaona<sup>1</sup>, CHEN Qiong<sup>2</sup>, ZHI Zemin<sup>2</sup>

- (1. College of Economics and Management, Qinghai Normal University, Xining, 810016, China;  
2. College of Geographic Sciences, Qinghai Normal University, Xining, 810016, China)

**Abstract:** The human-animal conflict risk map reveals the spatial pattern of risk and helps to identify priority areas for mitigating the risk of wildlife accidents. This study takes four counties involved in Sanjiangyuan National Park as research area and the township

基金项目: 国家自然科学基金项目(42061023)

第一作者简介: 赵晓娜(1978—),女,副教授;主要从事区域经济可持续发展研究工作。E-mail: 2003049@qhnu.edu.cn

as the research unit. Based on the regional disaster system theory, we constructed a human-animal conflict risk assessment model from four aspects: the risk of disaster-causing factors, the sensitivity of hazard-bearing environment, the vulnerability of hazard-bearing bodies, and risk prevention capacity, and comprehensively evaluated the spatial risk and overall risk of human-animal conflict in the study area. The results showed that the factors affecting the risk of human-animal conflict included animal density, number of incidents, normalized difference vegetation index (NDVI), population density, wild prey density, distance from rivers, distance from settlements, and livestock density. The risk of human-animal conflict in Sanjiangyuan National Park has an obvious spatial differentiation pattern. The risk was generally higher in the central area than in the eastern and southern areas, and the higher risk areas were mainly distributed in the townships of Zhidui County and Qumarleb County in the Yangtze River Source Park, accounting for 97.07% of the area. It is concluded that the risk of human-animal conflict in the Sanjiangyuan National Park is generally high. The results of the study provide a scientific basis for determining the factors influencing the risk of human-animal conflict and precise prevention and control of wildlife accidents.

一般认为,当野生动物的需求和行为对人类的目标产生负面影响或人类的目标对野生动物的需求产生负面影响时,人兽冲突就会发生<sup>[1-2]</sup>。本研究的人兽冲突是指野生动物肇事给人类带来的直接或间接负面影响。人兽冲突的直接影响包括使农作物、牲畜和财产受损等,也可能造成人身伤亡<sup>[3-4]</sup>,间接影响包括当地居民心理健康状况下降,生计安全遭到破坏<sup>[5]</sup>,以及在加强对农作物和牲畜防护过程中产生的机会成本,因恐惧野生动物放弃传统的生产生活方式搬迁到城镇而割裂原来的社会关系等。人兽冲突降低了当地社区对野生动物的容忍度,并有可能导致报复性杀害野生动物<sup>[6]</sup>,从而威胁到野生动物的长期生存。缓解人兽冲突风险,同时实现野生动物保护和社区生计是当前可持续发展面临的重要挑战之一<sup>[5]</sup>。防止冲突发生是缓解人兽冲突风险的方法之一,这可能比在冲突发生后试图减少冲突更有效,成本更低。预防冲突取决于认识到产生这些冲突的条件<sup>[7]</sup>。因此,根据过去的人兽冲突模式预测未来的冲突是减少人兽冲突的最佳干预措施<sup>[8]</sup>。空间风险地图体现了生态和社会经济变量与空间过程之间的关系,是规划野生动物管理策略的常用工具<sup>[9]</sup>。由空间模型创建的风险图可以明确人兽冲突的空间分布,并为早期预警提供机会<sup>[10]</sup>。

目前,人兽冲突空间风险模型的构建多基于空间生态学原理、捕食风险和最佳捕食理论<sup>[11]</sup>,多使用已发生人兽冲突的特定地点数据来量化和分析人兽冲突的发生和景观属性之间的关联。研究多使用

MaxEnt和生态位因子分析<sup>[12]</sup>、广义线性模型<sup>[13]</sup>、序数逻辑回归和单样本判别函数<sup>[14]</sup>进行空间风险分析。人兽冲突空间风险分布不仅与野生动物肇事相关的景观特征有关<sup>[15]</sup>,还与物种(食肉野生动物和其猎物)分布<sup>[16]</sup>、人类基础设施和管理干预措施有关<sup>[17]</sup>。区域灾害系统理论认为“区域灾害系统”由作为承灾体的人类及其形成的社会经济系统与其依存的由孕灾环境和致灾因子组成的地域系统,共同组成的对人类可持续发展产生不同程度影响的“人地关系地域系统”<sup>[18]</sup>。致灾因子分为自然物理因子、自然生物因子、人类技术因子、社会暴力因子及复合致灾因子5种<sup>[19]</sup>,根据这个分类,三江源地区人兽冲突的致灾因子为自然生物因子。目前利用区域灾害系统理论分析人兽冲突空间风险的研究还较为鲜见。青藏高原的三江源国家公园是我国第一批国家试点的国家公园,也是全球气候变化反应最敏感的区域之一,其生态系统服务功能、自然景观和生物多样性具有全球意义的保护价值。2003年三江源自然保护区成立以来,实行最严格的生态保护政策,三江源国家公园野生动物种群数量得以恢复发展,雪豹(*Panthera uncia*)、棕熊(*Ursus arctos*)和狼(*Canis lupus*)为三江源国家公园常见物种。随着社会经济的发展,人与野生动物的关系也在发生变化,人兽冲突严重程度增加。从数量上来看,人兽冲突从2014年的200多起增长到2020年的16000多起(数据来源于三江源国家公园管理局);从危害程度看,已从致牲畜伤亡、房屋及屋内财产受损发展到致人伤亡(资料

来源于玉树州林草局)。尽管政府采取了保险赔偿、民政救济、围栏试点和野生动物行为研究等措施缓解人兽冲突风险,但仍未见明显成效,人兽冲突已成为当地牧民反响最强烈、呼声最高和亟待解决的民生问题。因此,亟须开展三江源国家公园人兽冲突风险空间分布及总体风险程度的定量研究。本研究基于区域灾害系统理论,根据三江源国家公园人兽冲突空间分布影响因素选取指标对人兽冲突空间风险进行分析。研究目标主要包括:(1)三江源国家公园不同乡镇人兽冲突空间差异。(2)三江源国家公园所涉4县总体人兽冲突风险程度。研究结果可为三江源国家公园人兽冲突精准防控提供科学依据,也为我国人兽冲突空间风险研究提供一个现实案例,同时又为人兽冲突空间风险研究提供新的方法。

## 1 研究区概况

三江源国家公园位于青海省西南部,东至玛多县黄河乡、西接羌塘高原、南以唐古拉山为界、北以东昆仑山脉为界,主要涉及青海省玉树藏族自治州多县、曲麻莱县和杂多县,果洛藏族自治州玛多县,海西蒙古族藏族自治州格尔木市5县(市)15乡(镇)等;涉及青海省行政区域内、唐古拉山以北西藏自治区实际使用管理的相关区域。根据第7次全国人口普查结果,三江源国家公园范围内玉树果洛所涉4县共有15.092万人,其中,玛多县1.449万人,曲麻莱县3.317万人,治多县3.450万人,杂多县6.876万人。三江源国家公园内居民以藏族为主,所涉4县藏族人口占90%以上。三江源国家公园内牧民已基本实现定居,由于地理环境和恶劣气候的制约,园内村落和城镇规模较小,牧民大多沿着道路、围绕寺院或几个居住点联合而成,村与村之间跨度大,乡镇村落之间互联互通滞后,主要以行政村为基础,沿道路和集镇定居,每平方千米不足1人,聚落程度较低、规模较小,呈现大散居、小聚居的分布特点,国家公园所涉4县主导产业是畜牧业,但牧业生产方式以自然放牧为主,畜牧业发展基础仍十分薄弱。2020年,第一产业增加值占4县国内生产总值的比例为66.3%(数据来自玉树州果洛州统计年鉴),牛羊是牧民家庭的主要财富和牧民生计保障。

## 2 研究方法

### 2.1 数据来源

研究数据主要包括归一化植被指数(normalized difference vegetation index, NDVI)、河流及居民点数据、人口密度、野生动物密度(兽类密度和野生猎物密度)、乡镇牲畜数据、乡镇野生动物肇事次数和投保率。研究区地理底图、人口密度和NDVI来源于中国科学院资源环境科学与数据中心(<https://www.resdc.cn>),其中人口密度数据分辨率为1 km×1 km,数据年份为2019年;NDVI数据基于SPOT/VEGETATION PROBA-V 1 KM PRODUCTS旬植被指数数据,在月数据基础上通过最大值合成法生成,数据分辨率为1 km×1 km,数据年份为2019年。道路、河流以及居民点数据来源于全国地理信息资源目录服务平台(<https://www.webmap.cn/main.do?method=index>)全国1:100万基础地理信息数据库,数据年份为2019年。野生动物密度来源于三江源国家公园管理局;乡镇牲畜数据来源于玉树州和果洛州农牧局;乡镇的肇事次数和投保率来源于中国人民财产保险公司青海省分公司和中国太平洋保险公司青海省分公司。

### 2.2 数据预处理

#### 2.2.1 兽类密度

根据玉树藏族自治州和果洛藏族自治州林草局的调查结果,研究区肇事的野生动物主要是狼、棕熊和雪豹,因此,将这3种野生动物列为本研究的兽类物种。兽类密度按照兽类肇事的权重(数据来自三江源国家公园管理局)乘以相应的密度,然后求和。

#### 2.2.2 猎物密度

猎物物种根据兽类的猎物以及不同园区猎物分布种类的不同进行选取(数据来源于三江源国家公园)。长江源园区猎物物种选择藏羚(*Pantholops hodgsonii*)、藏野驴(*Equus kiang*)、藏原羚(*Procapra picticaudata*)、林麝(*Moschus berezovskii*)、马麝(*M. chrysogaster*)、马鹿(*Cervus canadensis*)、盘羊(*Ovis ammon*)、西藏盘羊(*O. a. ammon*)、香鼬(*Mustela altaica*)、兔狲(*Otocolobus manul*)、岩羊(*Pseudois nayaur*)和野牦牛(*Bos mutus*);澜沧江源园区猎物物种选择白唇鹿(*Przewalskium albirostris*)、藏野驴、藏原羚、赤狐(*Vulpes vulpes*)、马鹿、马麝、盘羊、沙狐(*V.*

*corsac*)、兔狲、香鼬、岩羊和野牦牛;黄河源园区的猎物物种选择藏野驴、藏原羚、沙狐和藏狐(*V. ferriata*)。为了便于比较分析,将猎物物种转变成同一量纲,把3个园区的每一种猎物换算成相应的羊单位,乘以这种猎物的密度后求和,计算得出猎物密度。

### 2.2.3 数据处理

在三江源国家公园4县底图上划出乡镇边界图(调研资料),然后对每个乡镇的牲畜数据进行空间化处理。

(1)依据研究区范围对NDVI、植被、河流和居民点进行裁切处理。

(2)重采样1 km×1 km 格网大小。

(3)对所有指标进行归一化处理,

$$\text{正向指标} = X_i = \frac{x_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, (i = 1, 2, \dots, 9), \quad (1)$$

$$\text{负向指标} = X_j = \frac{X_{\max} - x_j}{X_{\max} - X_{\min}}, (j = 1, 2, \dots, 9), \quad (2)$$

式中: $x_i, x_j$ 为归一化前指标值; $x_{\min}$ 为某一指标数据中的最小值; $x_{\max}$ 为某一指标数据中的最大值; $X_i, X_j$ 为归一化后的指标值。

(4)对人兽冲突点进行核密度分析。

### 2.3 确定指标权重及风险模型

开展人兽冲突风险评价首先要确定影响野生动物肇事发生的关键因子,考虑指标的客观性、可获得性及能否量化原则选取指标,孕灾环境的敏感性主要取决于外部环境<sup>[20]</sup>,因此确定猎物密度、NDVI、河流和居民点为孕灾环境敏感性指标。致灾因子的危险性主要取决于肇事的野生动物,研究选取每平方千米的兽类密度和每个乡镇的肇事次数构建致灾性指标。承灾体的脆弱性指人口和财产等社会经济因素<sup>[21]</sup>,考虑到三江源国家公园的实际情况,研究选取人口密度和每平方千米的牲畜密度评估承灾体的脆弱性。防灾减灾能力主要取决于事前预防和事后应对,目前三江源国家公园管理局采取的预防措施少且效果不明显,事后应对措施主要包括政府补偿和藏系羊、牦牛保险,但在2018年之后人兽冲突事件中,通过政府补偿的事件仅占到总数的3%(数据来自青海省林草局、中国人民财产保险公司青海省分公司和中国太平洋保险公司青海省分公司),并且这部分数据无法获取,因此选择藏系羊、牦牛保险的投保率对研究区的防灾减灾能力进行评估(图1)。

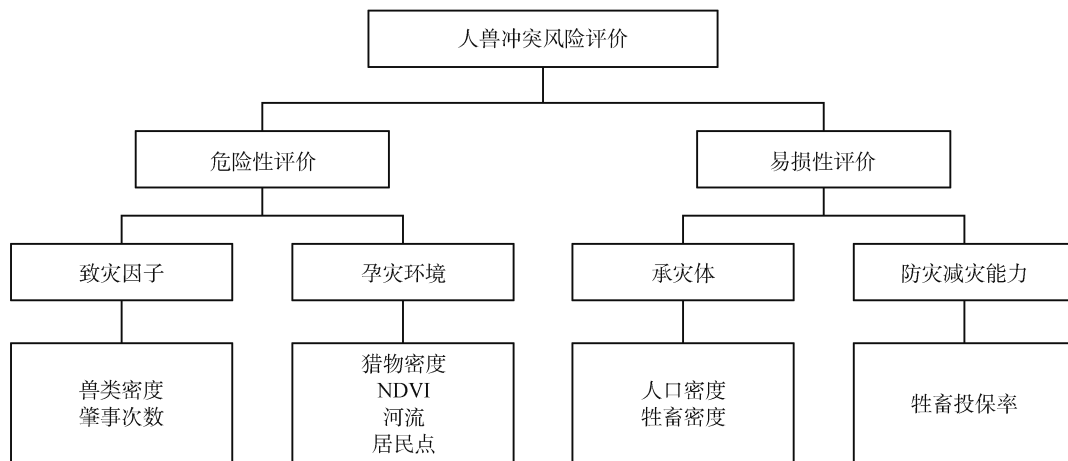


图1 人兽冲突风险评价指标

Fig. 1 Risk evaluation indicators of human-animal conflict disaster

因各个指标对人兽冲突风险影响程度不同,为了定量确定不同指标在风险评价中的权重,本研究综合其他灾害评价文献中的权重确定方法,选择层次分析法确定不同因子中指标的权重。基本过程为:建立层次结构模型,利用专家打分法(25位专家)

评判各指标的相对重要性,然后对25位专家的打分进行加权平均,确定指标之间的相对重要性,构造判断矩阵,对矩阵进行归一化处理,计算出特征向量和最大特征值并进行一致性检验,得到各因子权重(表1)。

表1 人兽冲突风险评价指标权重

Tab. 1 Human-animal conflict disaster risk evaluation index weights

指标名称 Indicator name	权重 Weights	指标性质 Nature of the indicator
兽类密度 Animal density	0.370	+
肇事次数 Number of incidents	0.630	+
距河流距离 Distance from river	0.118	-
野生猎物密度 Wild prey density	0.518	+
距居民点距离 Distance from settlements	0.061	-
NDVI	0.304	+
人口密度 Population density	0.325	+
牲畜密度 Livestock density	0.675	+
牲畜投保率 Livestock insurance rate	1.000	-

注：+表示指标值越高，风险越高；-表示指标值越高，风险越低。

Note: + indicates that the higher the value of the indicator, the higher the risk; - indicates that the higher the value of the indicator, the lower the risk.

在灾害风险评估中，一般考虑致灾因子、孕灾环境、承灾体和防灾减灾能力4个主要因子<sup>[20]</sup>。基于三江源国家公园的实际情况，从人兽冲突形成机制出发，深入分析野生动物肇事的影响因素和野生动物肇事形成的自然环境和社会经济环境，构建人兽冲突风险评价模型。

表2 三江源国家公园人兽冲突风险区划分类

Tab. 2 Classification of human-animal conflict risk zones in Sanjiangyuan National Park

分类级别 Classification level	致灾因子危险性 Risk of disaster-causing factors	孕灾环境敏感性 Sensitivity of hazard-bearing environment	承灾体脆弱性 Vulnerability of hazard-bearing body	防灾减灾能力 Risk prevention capacity	风险综合评价 Comprehensive risk evaluation
低 Lower	21.51	16.79	24.47	6.95	12.21
中 Middle	18.91	30.45	41.60	15.71	38.21
较高 Higher	25.64	22.10	16.38	47.94	29.07
高 High	21.99	12.68	10.92	17.90	12.77
极高 Extremely high	11.95	17.97	6.63	10.68	7.72

### 3.1.2 孕灾环境敏感性区划结果

孕灾环境敏感性级别自北向南呈递增趋势，各等级分布相对比较集中(图2B)。高敏感区和极高敏感区主要分布在杂多县莫云乡、扎青乡、昂赛乡、查旦乡、阿多乡和苏鲁乡，治多县扎河乡的部分地区、多彩乡、立新乡和加吉博洛洛镇，曲麻莱县巴干乡、

$$R_e=(H+S)\times(V-C), \quad (3)$$

式中： $R_e$ 代表风险， $H$ 代表致灾因子危险性， $S$ 代表孕灾环境稳定性， $V$ 代表承灾体的脆弱性， $C$ 代表防灾减灾能力。

根据各主要因子的影响指标和建立的风险评价模型，分别利用ArcGIS的栅格计算器命令，对归一化的指标进行加权叠加计算，计算各主要因子和人兽冲突综合风险。进而运用自然断点分级法，将叠加结果分为低、中、较高、高和极高5个级别，最后将结果可视化，得到各主要因子和人兽冲突综合风险图。

## 3 结果

### 3.1 不同因子人兽冲突风险区划结果

#### 3.1.1 致灾因子危险性区划结果

致灾因子危险性分布呈现出明显的空间分异规律(图2A)，各等级分布相对比较集中。极高和高危险区面积占比为33.94%(表2)，主要分布在三江源国家公园的西北地区，包括治多县索加乡、加吉博洛洛镇，曲麻莱县麻多乡、秋智乡、约改镇和巴干乡。较高危险区分布较集中，主要分布在治多县扎河乡、治渠乡和多彩乡以及曲麻莱县曲麻河乡、叶格乡。中危险区和低危险区主要分布在三江源国家公园南部和东部地区，包括杂多县全境和玛多县的绝大部分地区。

约改镇也分布较多，治多县和曲麻莱县的其他乡镇也有零散分布。较高敏感区主要分布在治多县扎河乡和治渠乡、曲麻莱县麻多乡、叶格乡和秋智乡的部分地区。低和中敏感区主要分布在治多县索加乡，曲麻莱县曲马河乡和叶格乡以及玛多县的大部分地区。三江源国家公园人兽冲突主要以低、中和较高

的孕灾环境敏感性为主,占比69.34%,高和极高敏感性分布较集中且范围小(表2)。

### 3.1.3 承灾体脆弱性区划结果

承灾体脆弱性级别自西北向东南呈现递增趋势,各级别分布较集中。极高脆弱区主要分布在治多县治渠乡、加吉博洛洛镇和立新乡,杂多县萨呼腾镇、苏鲁乡、昂赛乡和结多乡。高脆弱区主要分布在曲麻莱县约改镇和巴干乡,治多县扎河乡,杂多县阿多乡。低脆弱区和中脆弱区主要分布在玛多县所有乡镇,治多县索加乡,曲麻莱县曲麻河乡、叶格乡和麻多乡,杂多县莫云乡和查旦乡,曲麻莱县秋智乡、治多县多彩乡以及杂多县扎青乡脆弱性依次提高(图2C)。低和中脆弱区占比66.07%,表明三江源国家公园以中低脆弱区为主(表2)。

### 3.1.4 防灾减灾能力区划结果

牲畜投保率较高的曲麻莱县叶格乡、麻多乡、秋智乡、约改镇、巴干乡和治多县立新乡为防灾减灾能力极高区域。杂多县莫云乡、查旦乡和治多县加吉博洛洛镇、多彩乡及扎河乡的部分区域为高防灾减灾能力区域。防灾减灾能力较弱的区域主要分布在杂多县扎青乡、阿多乡、结多乡、苏鲁乡、昂赛乡、萨呼腾镇以及玛多县玛查理镇、黄河乡、花石峡镇(图2D)。低、中、较高防灾减灾能力区域占比70.60%,

表明三江源国家公园人兽冲突防灾减灾能力较弱(表2)。

### 3.2 风险综合评价结果

三江源国家公园人兽冲突风险呈现出明显的空间分异规律。极高风险区主要分布在治多县加吉博洛洛镇、立新乡和曲麻莱县麻多乡、秋智乡、约改镇、巴干乡。高风险区主要分布在曲麻莱县叶格乡,治多县扎河乡、治渠乡、多彩乡的部分地区,杂多县苏鲁乡、结多乡和昂赛乡,并零散分布于杂多县莫云乡和萨呼腾镇。较高风险区主要分布在治多县索加乡和多彩乡的部分地区,杂多县莫云乡、查旦乡、阿多乡、结多乡和扎青乡的部分地区。低中风险区主要分布在治多县索加乡和曲麻莱县曲麻河乡的大部分地区,玛多县扎陵湖乡、玛查理镇、黄河乡和花石峡镇(图2E)。较高、高、极高风险区域占比49.56%,表明三江源国家公园人兽冲突风险较大(表2)。

为了验证评价结果的精度,在ArcGIS中将三江源国家公园2015—2019年人兽冲突数据点叠加到人兽冲突风险综合评价分区图上,统计处在每个风险级别上人兽冲突点的个数。由表3可知,分布在较高风险区、高风险区和极高风险区的人兽冲突点个数占总数的97.07%。验证结果表明研究得出的人兽冲突风险分区结果具有较高的精度和可靠性。

表3 人兽冲突点在不同风险级别的占比

Tab. 3 Percentage of human-animal conflict points at different risk levels

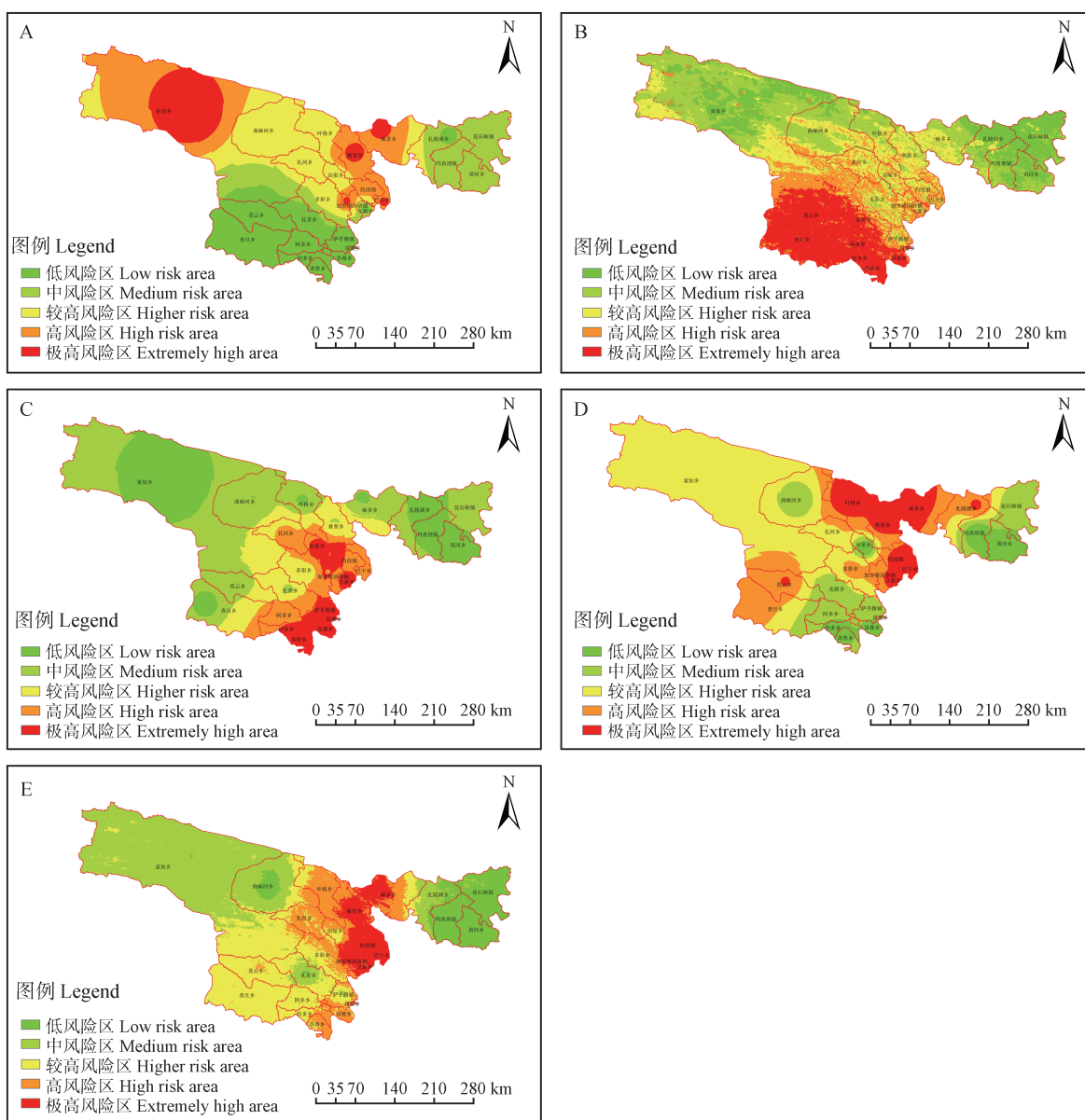
风险级别 Risk levels	人兽冲突点数量 Human-animal conflict points	不同风险级别占比(%) Weighting of different risk levels
低风险区 Low risk area	296	1.41
中风险区 Medium risk area	318	1.52
较高风险区 Higher risk area	4 215	20.14
高风险区 High risk area	5 296	25.31
极高风险区 Extremely high area	10 803	51.62

## 4 讨论

### 4.1 理论视角

本研究利用人兽冲突造成牧民牲畜和财产损失的历史数据,运用区域灾害系统理论,从人兽冲突的致灾因子、孕灾环境、承灾体和防灾减灾能力4个方面构建指标探析三江源国家公园所涉4县人兽冲突的空间风险,研究结果的可靠性达到了较高水平

(97.07%),证实了灾害风险评价模型在人兽冲突空间风险评价中的适用性。研究结果为缓解人兽冲突风险提供了信息,为野生动物管理部门确定最需要缓解人兽冲突风险的具体地点提供了依据。例如,本研究结果能够确定玉树州治多县加吉博洛洛镇、立新乡和曲麻莱县麻多乡、秋智乡、约改镇、巴干乡为人兽冲突高风险地区,与玉树州的治多县和曲麻莱县为人兽冲突热点地区的研究结论<sup>[21-22]</sup>一致,该



A. 致灾因子危险性; B. 孕灾环境敏感性; C. 承灾体脆弱性; D. 防灾减灾能力; E. 风险综合评价。

A. Risk of disaster-causing factors; B. Sensitivity of hazard-bearing environment; C. Vulnerability of hazard-bearing body; D. Risk prevention capacity; E. Comprehensive risk evaluation.

图2 三江源国家公园人兽冲突风险区划

Fig. 2 Risk zoning map of human-animal conflict risk in Sanjiangyuan National Park

结果使这两个县成为进一步研究和未来在缓解人兽冲突风险时优先考虑的地区,以降低人兽冲突风险。

#### 4.2 人兽冲突的环境因素

人兽冲突是人、野生动物及环境之间复杂相互作用的结果,人兽冲突的具体原因因所涉及的具体物种、环境和社会条件而异<sup>[23]</sup>。代云川<sup>[21]</sup>在玉树州治多县人兽冲突的研究中发现,对风险区贡献率最高的5个环境变量依次为土地利用/覆被变化、人口密度、NDVI、到河流距离和到湖泊距离。本研究表

明,在三江源国家公园生态系统中,人兽冲突风险与NDVI、人口密度、野生猎物密度和牲畜密度正相关,而与距河流距离、距居民点距离负相关。三江源国家公园人兽冲突风险在靠近水和植被茂盛的地区最高,这与其他研究<sup>[24]</sup>相似。地表水的存在通常与相对丰富的植被覆盖有关,这是狼等兽类伏击牲畜的一个重要景观特征。三江源国家公园有限的水资源导致牲畜集中在靠近水的地区放牧,由此靠近了野生动物。本研究结果中的人兽冲突风险与野生猎物

密度之间的正相关关系与其他研究<sup>[25-27]</sup>一致。本研究结果初步表明,狼等兽类更喜欢在野生猎物密度高的地区捕猎,追逐天然猎物时意外地遇到了牲畜,并将目标转向了更容易获取的牲畜<sup>[25]</sup>。狼是三江源国家公园最主要的肇事动物,肇事比例在80%以上(数据来源于玉树州和果洛州林草局),狼的栖息地通常在草地、平坦或平缓的斜坡地区且靠近水源<sup>[28]</sup>。人们普遍认为狼等兽类会避开人口密度高的地区并远离人类的居住区,但本研究结果表明,狼等兽类的肇事随着距离居民点距离的减少而增加,人口密度高导致了高的人兽冲突风险,在牲畜密度低的地区,人兽冲突风险降低。三江源国家公园的牧民在牲畜死后通常会放置在房屋周围让野生动物吃掉,加之居民点生活垃圾较多也吸引了不少野生动物(数据资料来源于三江源国家公园管理局长江源园区管理处),从而增加了野生动物肇事的概率。

### 4.3 保护和管理建议

为了在三江源国家公园内促进牧民和野生动物的共存,只有同时实现牧民生计和野生动物保护,土地共享才能取得成功。研究结果表明,靠近水资源和植物生产力高的地区人兽冲突风险更高;在野生猎物密度较高的地区,野生动物肇事风险更大;距居民点越近,人口密度和牲畜密度越高,人兽冲突风险也就越高。因此,将牲畜转移到野生猎物较少的地区可以帮助牧民避开高风险地区。牧民在靠近水源和植物茂盛的地区加强牲畜看管,能够有效降低野生动物肇事概率。本研究的空间风险地图显示了冲突热点,可为野生动物管理部门规划冲突缓解策略提供帮助。冲突热点应是当地政府、未来研究人员集中精力实施各种预防措施的地方,要最大限度地发挥其效力和降低其成本。目前三江源国家公园人兽冲突风险缓解措施主要是保险赔偿,但赔偿标准较低,建议提高高风险地区的赔偿标准,从而降低牧民与野生动物共存成本。由于当地牧民长期与野生动物共存,因此,建议当地野生动物管理部门与当地牧民合作,设计和实施放牧规则和其他预防措施,如玉树州囊谦县牧民和公益组织共同确定的防熊刺绳围栏测试,在一定程度上缓解了人熊冲突。

### 参考文献:

[1] MADDEN F. Creating coexistence between humans and wildlife: global perspectives on local efforts to address human-wildlife con-

flict [J]. *Human Dimensions of Wildlife*, 2004, 9(4): 247-257.

- [2] SILLERO-ZUBIRI C, SUKUMAR R, TREVES A. Living with wildlife: the roots of conflict and the solutions [M]//MACDONALD D W, KATHERINE J W. Key topics in conservation biology. Oxford: Wiley-Blackwell Publishing, 2007: 255-272.
- [3] DAI Y C, HACKER C E, ZHANG Y G, *et al.* Conflicts of human with the Tibetan brown bear (*Ursus arctos pruinosus*) in the Sanjiangyuan region, China [J]. *Global Ecology and Conservation*, 2020, 22: e01039.
- [4] ANGO T G, BÖRJESON L, SENBETA F. Crop raiding by wild mammals in Ethiopia: impacts on the livelihoods of smallholders in an agriculture-forest mosaic landscape [J]. *Oryx*, 2017, 51(3): 527-537.
- [5] BARUA M, BHAGWAT S A, JADHAV S. The hidden dimensions of human-wildlife conflict: health impacts, opportunity and transaction costs [J]. *Biological Conservation*, 2013, 157: 309-316.
- [6] INSKIP C, ZIMMERMANN A. Human-felid conflict: a review of patterns and priorities worldwide [J]. *Oryx*, 2009, 43(1): 18-34.
- [7] LINNELL J D C, ODDEN J, SMITH M E, *et al.* Large carnivores that kill livestock: do “problem individuals” really exist? [J]. *Wildlife Society Bulletin*, 1999, 27(3): 698-705.
- [8] TREVES A, RABENHORST M F. Risk map for wolf threats to livestock still predictive 5 years after construction [J]. *PLoS One*, 2017, 12(6): e0180043.
- [9] GUI SAN A, ZIMMERMANN N E. Predictive habitat distribution models in ecology [J]. *Ecological Modelling*, 2000, 135(2/3): 147-186.
- [10] EDGE J L, BEYER D E, Jr, BELANT J L, *et al.* Adapting a predictive spatial model for wolf *Canis* spp. predation on livestock in the Upper Peninsula, Michigan, USA [J]. *Wildlife Biology*, 2011, 17(1): 1-10.
- [11] MILLER J R B. Mapping attack hotspots to mitigate human-carnivore conflict: approaches and applications of spatial predation risk modeling [J]. *Biodiversity and Conservation*, 2015, 24(12): 2887-2911.
- [12] LI W W, LIU P, GUO X M, *et al.* Human-elephant conflict in Xishuangbanna Prefecture, China: distribution, diffusion, and mitigation [J]. *Global Ecology and Conservation*, 2018, 16: e00462.
- [13] ALEXANDER J, CHEN P J, DAMERELL P, *et al.* Human wildlife conflict involving large carnivores in Qilianshan, China and the minimal paw-print of snow leopards [J]. *Biological Conservation*, 2015, 187: 1-9.
- [14] BIRU Y, TESSEMA Z K, URGE M. Perception and attitude of pastoralists on livestock-wildlife interactions around Awash National Park, Ethiopia; implication for biodiversity conservation [J]. *Ecological Processes*, 2017, 6(1): 13.
- [15] THORN M, GREEN M, SCOTT D, *et al.* Characteristics and determinants of human-carnivore conflict in South African farm-

- land[J]. *Biodiversity and Conservation*, 2013, 22: 1715–1730.
- [16] MILLER J R B, SCHMITZ O J. Landscape of fear and human-predator coexistence: applying spatial predator-prey interaction theory to understand and reduce carnivore-livestock conflict[J]. *Biological Conservation*, 2019, 236: 464–473.
- [17] BEHDARVAND N, KABOLI M, AHMADI M, *et al.* Spatial risk model and mitigation implications for wolf-human conflict in a highly modified agroecosystem in western Iran[J]. *Biological Conservation*, 2014, 177: 156–164.
- [18] 史培军. 对“区域灾害系统”本质的新认识[J]. *地理教育*, 2011(5): 1.
- SHI P J. New understanding of the essence of “regional disaster system”[J]. *Education of Geography*, 2011(5): 1.
- [19] 史培军. 四论灾害系统研究的理论与实践[J]. *自然灾害学报*, 2005, 14(6): 1–7.
- SHI P J. Theory and practice on disaster system research in a fourth time[J]. *Journal of Natural Disasters*, 2005, 14(6): 1–7.
- [20] DAI Y C, HACKER C E, ZHANG Y G, *et al.* Identifying the risk regions of house break-ins caused by Tibetan brown bears (*Ursus arctos pruinosus*) in the Sanjiangyuan region, China[J]. *Ecology and Evolution*, 2019, 9: 13979–13990.
- [21] 代云川. 三江源地区人熊冲突特征、风险以及驱动因素研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2020.
- DAI Y C. Study on the characteristics, risks and driving factors of human-bear (*Ursus arctos pruinosus*) conflicts in the Sanjiangyuan region[D]. Beijing: Chinese Academy of Forestry, 2020.
- [22] 闫京艳, 张毓, 蔡振媛, 等. 三江源区人兽冲突现状分析[J]. *兽类学报*, 2019, 39(4): 476–484.
- YAN J Y, ZHANG Y, CAI Z Y, *et al.* Analysis on the human-wildlife conflict in the Sanjiangyuan region[J]. *Acta Theriologica Sinica*, 2019, 39(4): 476–484.
- [23] ZIMMERMANN A, JOHNSON P, DE BARROS A E, *et al.* Every case is different: cautionary insights about generalisations in human-wildlife conflict from a range-wide study of people and jaguars[J]. *Biological Conservation*, 2021, 260: 109185.
- [24] BEATTIE K, OLSON E R, KISSUI B, *et al.* Predicting livestock depredation risk by African lions (*Panthera leo*) in a multi-use area of northern Tanzania[J]. *European Journal of Wildlife Research*, 2020, 66: 11.
- [25] BJORGE R R, GUNSON J R. Evaluation of wolf control to reduce cattle predation in Alberta[J]. *Journal of Range Management*, 1985, 38(6): 483–487.
- [26] KARANTH K K, NAUGHTON-TREVES L, DEFRIES R, *et al.* Living with wildlife and mitigating conflicts around three Indian protected areas[J]. *Environmental Management*, 2013, 52(6): 1320–1332.
- [27] TREVES A, NAUGHTON-TREVES L, HARPER E K, *et al.* Predicting humans-carnivore conflict: a spatial model derived from 25 years of data on wolf predation on livestock[J]. *Conservation Biology*, 2004, 18(1): 114–125.
- [28] TREVES A, MARTIN K A, WYDEVEN A P, *et al.* Forecasting environmental hazards and the application of risk maps to predator attacks on livestock[J]. *BioScience*, 2011, 61(6): 451–458.