

基于生态安全格局的国家公园边界划定 ——以雅鲁藏布大峡谷国家公园为例

王琦^{1,2}, 王辉¹, 虞虎²

(1. 辽宁师范大学地理科学学院, 大连 116029; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所
区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101)

摘要: 国家公园边界是平衡生态价值与社会经济价值的重要界线, 国家公园边界划定作为国家公园综合规划和科学管理的先决条件, 关乎国家公园区域内生态环境与社会经济的协调发展。通过对生态安全和统筹协调的理论分析, 结合对保护地基础、代表性景观、人口与城镇化发展及区域特质等关联因素的综合考虑, 提出了国家公园边界划定的理论框架, 建立了基于生态安全格局的国家公园边界划定模型方法, 并以拟建的雅鲁藏布大峡谷国家公园为案例地进行实证分析。研究表明: (1) 在“斑块—阻力面—廊道”研究范式基础上, 将原保护地基础与代表性景观纳入生态安全评估体系, 并建立基于生态安全和统筹协调的方法模型, 可以弥补以往自然保护地边界划定导向单一等不足; (2) 识别林芝市生态斑块 10 块, 关键廊道 5 条, 辅助廊道 11 条, 在此基础上进行原保护地基础、代表性景观分析, 结合水体、山脉、行政边界等确定基于生态安全的国家公园基础边界, 面积为 1.12 万 km²; (3) 在上述范围基础上叠加人口与城镇化、景观资源点及边防管控分析, 可以划定基于协同发展和领土主权导向的国家公园边界, 面积分别为 1.63 万 km² 和 3.73 万 km²。可尝试进一步补充目前国家公园划界研究空缺, 探索国家公园边界划定的模型方法, 为未来国家公园规划建设提供理论及实践借鉴。

关键词: 国家公园; 边界划定; 生态安全格局; 统筹协调; 雅鲁藏布大峡谷

空间边界划定是国家公园治理的关键措施^[1]。景观生态学中, “边界”意为特定尺度下, 相对均质景观之间存在的异质性过渡区域^[2], 在实践应用中, “边界”也被理解为界定不同利益主体之间权益关系的一种界线。在自然保护地范围内, 自然生态过程与人类活动过程的互动构成景观的空间异质性, 两者之间存在的依赖及制约关系赋予边界平衡生态、社会和经济价值的重要功能属性^[3]。同样, 确定国家公园边界也是权益划分的过程, 可理解为在考虑生态系统本身的能量、物质和信息流动通道及范围的基础上, 以保护对象的特征条件为科学依据所划分的范围和以社会经济发展为依据确定的人类活动范围的外围线^[2]。保护地存在三种边界^[4], 分别为自然边界, 即可以通过科学调查方法确定的生态学边界; 生成边界, 即在执行管理边界过程中, 人类对该边界作出反应, 导致保护地发生变化的边界; 管理边界, 指行使法定行政管理办法的边界, 即本文所研究的边界^[5]。如果生成边界持续处于管理边界外围, 说明保护地的保护效果较好, 反之则说明保护地受到干扰较为严重。因此, 管理边界的划定成为保护地发展的关键内容, 合理划定

收稿日期: 2022-03-07; 修订日期: 2022-06-23

基金项目: 第二次青藏高原综合科学考察研究 (2019QZKK0401); 国家自然科学基金项目 (41771159); 辽宁师范大学学校高端培育项目 (GD19L004)

作者简介: 王琦 (1995-), 女, 内蒙古赤峰人, 博士研究生, 研究方向为国家公园和旅游地理。

E-mail: 853035497@qq.com

通讯作者: 虞虎 (1986-), 男, 安徽太和人, 博士, 副研究员, 研究方向为旅游地理和旅游规划。

E-mail: yuhuashd@126.com

管理边界可以更好地管理国家公园各利益主体的权益关系、妥善处理周边地区与保护区的内外关系。

边界划定影响到国家建设、区域管理以及保护地发展等多个方面,一直是学术界关注的重要命题。目前国外学术界针对国家公园及自然保护区提出了不同的边界划定原则,包括生态区域资源和地形的完整性、生物群落和水源地的保护等^[6],划定方法包括物种基因进化预测^[7]、旗舰物种识别^[8]、景观连续性评价^[9]等。我国学者针对自然保护区提出了线性规划、自然—社会因子量化、景观多样性保障等划定方法^[5,10];针对森林公园、湿地公园等自然公园提出了以地理因子和标志物为参考的划界方法^[11,12];针对风景名胜區提出了山岳地貌、江河峡谷走向、人文景观布局、行政区划等制约边界划定的因素,并提出景源法、地形法、偏移法和协调法四种划界方法^[13]。以上方法均以物种或景观保护作为主要原则,部分以游憩功能为主导,风景名胜区边界划定相对弱化了对核心价值的保护;自然保护区内虽设有实验区,也仅允许保留必需的监测执法活动、农牧业活动、少数旅游观光活动和无法避让的基础设施,对社区的可持续发展有较强的约束性。国家公园与其他类型保护地建设导向有所不同,除保护大面积生态系统外,还需考虑社区绿色发展。因此,在划定国家公园边界时,可部分借鉴自然保护区的划定指标,以保护生态系统为核心,但面临中国国家公园建设实际情况还需要兼顾社区协同发展。生态安全是指在特定尺度下,保证生境质量处于安全状态并长期稳定,为整个生态经济系统的和谐发展提供保障的状态^[14];生态安全格局即在该尺度内不同方位和空间之间,相互联系的某些关键局部区域共同构成的某类潜在的生态系统空间格局^[15],该格局的稳定表征着区域内生境质量稳定较高,生态系统结构、功能均处于安全状态,在推动整体区域健康发展等方面起到重要作用。国家公园作为最具战略地位的国家生态安全高地,强调生态系统原真性和生态过程完整性^[16],承担着维持生态系统健康稳定的首要功能。通过生态安全格局确定国家公园范围符合国家公园功能定位,更具生态学和系统性价值,对于国家公园本身的可持续发展、所属区域的安全稳定及未来的公园管理均具有重要意义。同时,生态安全格局符合国家公园在生态、景观等方面的多重功能。基于此,本文尝试建立以生态安全为基础的国家公园边界提取和划分方法模型,进而对国家公园边界进行判定。因此,以林芝市为研究区域,以拟建雅鲁藏布大峡谷国家公园(简称为“雅江大峡谷国家公园”)为案例地,基于生态安全格局及统筹协调分析,补充在国家公园边界划定方面的方法不足,以期对未来国家公园边界范围划定研究提供借鉴。

1 理论框架

自然保护地边界划定的理论支撑涉及种群集合理论、景观生态学理论以及岛屿生物地理学理论。基于种群集合理论和岛屿生物地理学理论的自然保护地范围均保证了物种保护,景观生态学理论更强调景观功能、结构与过程。上述理论对保护地自身属性问题的考虑仍有所不足,未能够系统地从生态安全格局的角度探讨保护、发展与边界之间的关系^[17]。

1.1 国家公园与国家公园边界

国家公园是以保护具有典型性、代表性和稀有性的生态系统、自然与文化遗迹或景观为目的,为公众提供教育、科研、游憩机会,由国家依法划定并统一保护与管理的区

域^[18]。2017年,中国颁布了《建立国家公园体制总体方案》^[19],建设工作开始落实到规划、划界、分区层面^[20]。《国家公园设立规范》中指出,国家公园空间布局要“确保面积可以维持生态系统结构、过程、功能的完整性”。因此,上述三点应成为国家公园边界所具备的首要功能。

边界不仅仅是物质边界,还具有管理意义^[16],划定国家公园边界是为管理者在有限空间上开展资源的有效管理。在位置上,国家公园的边界应同时满足两个要求:一是为保护大范围内生态系统完整性,维持生境质量长期稳定安全,包括对生物多样性及旗舰物种的保护;二是由于中国国家公园内存在社区,除考虑生态保护外,还应考虑与生态环境相结合的绿色发展空间。因此,国家公园边界可理解为是对资源重要性和发展可行性的双重考虑。在形态上,除考虑生态系统本身的物质能量流动,还需考虑人与其他生态系统组分之间的互动强度和范围。划定合理的国家公园边界,需要判断自然边界是否满足区域生态安全、资源利用及经济社会发展,成为管理边界。国家公园边界一旦划定,边界内外将表现出“质”的差异,在生境方面表现出景观的异质性,对于边界内区域的生态保护具有保障性;在管理方面表现出约束性,边界内部区域的人口及经济发展将受到限制,边界外部区域的发展速度将远大于内部;在利用方面边界内部的资源利用应遵守生态保护优先原则。

1.2 国家公园边界与生态安全

生态安全具有保障生态系统安全和人类社会系统安全的双重含义,即在保障生态系统安全的基础上,为人类社会提供发展服务与支持,从而满足人类发展需求^[21]。因此,基于生态安全的国家公园边界被赋予保障生态及社会系统安全的多元功能。国家公园边界内,不同空间位置间的关键局部区域共同构建的潜在生态系统空间格局即为国家公园生态安全格局^[22]。生态源地和生态廊道是构建生态安全格局的关键要素。生态源地对生态原真性和生态功能重要性要求较高,通常为连续的大型自然生态斑块,例如广域的森林覆盖区和水面等^[23],直接影响着生态区域内的生态系统结构完整性和功能稳定性。森林覆盖率、土地利用强度等是判断生境质量的重要指标,森林覆盖率越大、土地利用强度越小,则生境质量越高,反之较低。国家公园区域应尽可能避免人类活动的干扰,遵循“尽量控制并减少社区及居民数量”的重要原则^[24]。所以,大面积森林等一些较为原始的生态区域,通常可被作为建立国家公园的首选斑块。生态廊道是连接生态基质与生态斑块的纽带,在区域系统内的物质能量流动与循环过程中发挥关键作用,可促进多元景观的连接^[25],在促进生态源地的生态功能方面扮演重要角色。因此,识别区域整体范围内的生态廊道分布,并将重要生态廊道纳入国家公园范围,可串联更广域的生态基质与斑块,扩展国家公园生态效益的辐射范围。

除生态源地与生态廊道外,区域内原保护地基础及代表性景观也应作为生态安全的重要考虑因素。原保护地的划定保证了对区域内生物多样性及旗舰物种等的保护^[26]。因此参考原保护地边界划定国家公园边界,是在保证区域生物多样性的前提下对边界进行调整,一定程度上保障了区域生态安全。划定后的边界仍处于生态保护红线管控范围之内,符合保护面积不减少、保护强度不降低、保护性质不改变原则^[27]。代表性景观(山脉、水系等)在地理单元连续性及生态系统完整性维系中发挥重要作用。自然景观中存在潜在的生态系统空间格局,“生态·安全·景观”已逐渐成为生态安全网络体系构建的

基本理念^[28],安全、生态和景观三要素的系统融合,有利于生态保护向可持续的生态安全格局有的放矢。另外,地形图标注及在现场立桩标界需要明确的地物作为依据,基于山脊山谷、河流水网以及植物廊道的边界识别为实际操作提供便利。因此,在划定国家公园边界过程中,应当尽可能将代表性景观完整纳入国家公园范围,促进生态系统及景观完整性,从而维护生态安全屏障、保护生态安全格局(图1)。

对国家公园而言,明确生态安全空间是边界划定的基本前提。基于以上要素建立生态安全格局,符合“维持生态系统结构、过程、功能的完整性”的主要功能,及“保护大面积自然或近自然区域中的大尺度生态过程以及这一区域的物种和生态系统特征”^[14]的核心目标,可为国家公园边界划定提供重要的技术指导和科学依据。

1.3 国家公园边界与统筹协调

统筹协调是国家公园规划中的重要原则^[29],即统筹考虑国家公园区域的社会发展需求,对国家公园生态、社会、经济进行全面规划^[30]。作为国家公园空间管理和建设发展需遵循的基本内容,统筹协调需保障区域内及周边社会、经济与生态可持续发展,合理规划划定公园边界是实现这一目标的有效手段。国家公园处于中国生态保护主体地位,国家公园的统筹协调可理解为在维持区域生态系统服务能力、保障生态资源保护等内容实施的基础上,统筹社区内社会、经济发展。科学的统筹协调须通过优化保护地范围,严守生态安全格局底线,同时兼顾区域内可持续发展^[31]。由于众多国家公园建立在原住民的土地之上,使得国家公园除了发挥保护生物多样性和维系生态系统健康的关键作用外,还承担了居住、生产、游憩等重要功能。因此,国家公园的边界划定应在保证生态安全的基础上协调国民经济与社会发展^[29],充分考虑公园内人口与城镇化发展及公园其他特殊发展需求,例如边境位置特殊性等,保证与上述统筹协调原则^[32]相符合。边境地区常常分布有极具价值的生态系统,20世纪80年代以来,各国陆续在边境地区建立了多种类型的保护地^[33]。中国陆地边界线长、邻国多、边界情况复杂,边境地区自然保护地的边界划定承担着生态、边境管控等多重功能。

基于上述理论分析,本文提出国家公园边界划定理论框架:首先以生态安全为优先划定原则划定基于生态安全的基础边界,生态源地、生态廊道、原保护地基础和代表性景观按照评估顺序排列均作为生态安全评估因子。在保证生态安全的前提下,以统筹协调为原则,进行人口与城镇化发展和个体公园其他特殊发展需求分析,进而在基础边界的基础上,划定基于其他导向的国家公园边界(图1)。

2 研究方法与数据来源

2.1 研究区概况

林芝市是我国第二次青藏高原综合考察研究中青藏高原国家公园群建设重点考察区域之一,位于西藏自治区东南部,地处雅鲁藏布江中下游、喜马拉雅山东段,是中缅、中印边境的陆地要冲。拟建雅江大峡谷国家公园涉及林芝市内墨脱县、巴宜区、米林县、波密县(按照面积大小排列)4个县级行政区,2个自然保护地和1个风景区,包含雅鲁藏布大峡谷国家级自然保护区全部范围、原色季拉国家森林公园北部区域(雪山区域)和雅鲁藏布大峡谷5A级景区(图2)。区域内生态环境敏感、脆弱性强、重要性高,自然灾害多发频发。由于社会经济快速发展和技术手段落后等历史原因,该区域内土地

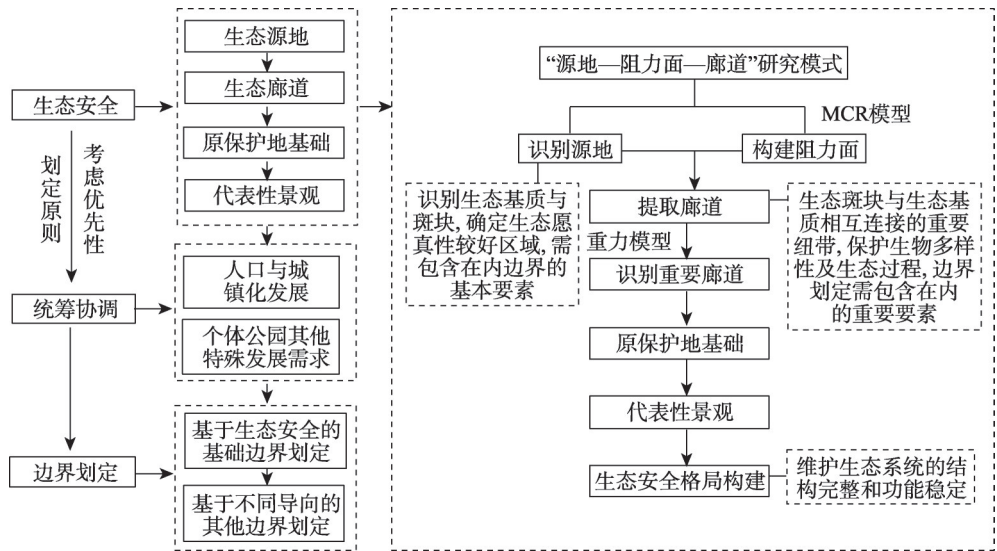
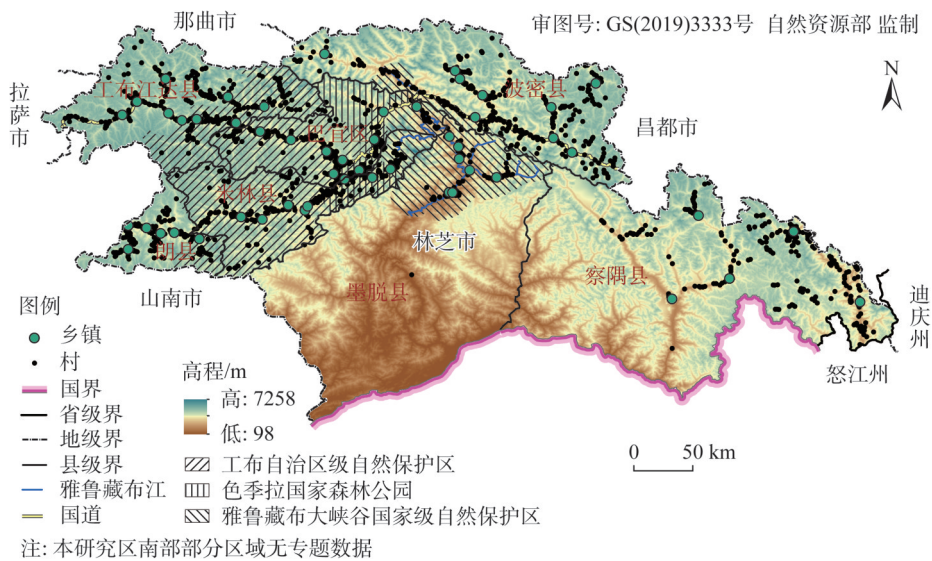


图1 国家公园边界划定理论框架

Fig. 1 Theoretical framework of national park boundary demarcation



注：本图基于自然资源部标准地图服务系统下载的标准地图制作，底图无修改，下同。

图2 研究区基本情况示意图

Fig. 2 Basic overview diagram of the study area

利用划分的不合理导致了利益相关者对国家公园空间的竞争，从而激化人地关系矛盾，如边境管控困难、社区生产受限、游憩开发受阻等。近年来，区域发展空间需求增加，生态保护与守边戍边、生产生活等人类活动矛盾加剧^[24]。

2.2 研究方法

生态安全与统筹协调均是国家公园规划中的基础原则^[29]。生态安全即立足重要生态系统原真性、完整性保护进行合理划界。统筹协调即立足区域发展需求，在维持生态安

全的基础上,以合理利用带动促进社区社会、经济协同发展^[35,36]。另外,雅江大峡谷国家公园位于我国边境地区,边境安全的主要内容是确保国家领土主权。因此,维护国家领土主权也应作为雅江大峡谷国家公园边界划定的重要原则之一。综上,本文在建立林芝市生态安全格局的基础上,结合对区域经济、社会、边防管控等发展需求的分析,最终确定雅江大峡谷国家边界划定方案。

目前,我国学者已在生态用地规划管理^[14]、自然保护地功能分区^[37]等研究领域对生态安全格局进行应用,为生态空间结构优化布局提供了定量化研究先例,该方法的构建同样适用于国家公园的边界划定研究^[25]。

生态安全格局构建方法主要有供需分析法^[38]、源地—阻力面构建法^[21]、多因素叠加规划法^[39]和风险分析规划法^[40]等,其中,“源地识别—阻力面构建—廊道提取”的研究模式在生态安全研究领域应用广泛^[41]。识别生态源地可初步确定生态安全格局中的主体安全区域;阻力面结构作为物种扩散迁移路径中克服环境阻力的基本内容,用来解释物种在不同景观类型中活动遇到的差异性阻力所表现出的生态流势和扩散趋势;生态廊道既是生物物种、生态信息、生态环境能量流动通道,也是源地之间的连接通道,对于提升景观间的防护及联络能力具有促进作用。因此,结合研究区域内景观尺度及发展现状,依照源地识别、阻力面构建、廊道提取的技术路线,首先对林芝市的整体生态安全格局进行评估,识别出林芝市境内重要生态源地、廊道,再结合生态完整性等综合考虑聚焦到雅江大峡谷国家公园区域,为其边界划定提供依据。

2.2.1 基于最小累积阻力模型(MCR)的生态安全格局构建

识别生态廊道的方法主要包括最小累积阻力模型(MCR)^[42,43]、综合评价指标体系^[44]和斑块重力模型等^[40],其中最小累积阻力模型(MCR)主要是指物种在源地向目标源地移动过程中克服最小累积阻力所形成的阻力面模型,同传统的概念和数学模型相比,MCR可更有力地刻画生态过程和生态安全格局之间的一系列内在有机联系,已在生态网络格局和生态安全格局的构建中成熟应用。生态安全格局构建的具体内容如下:

(1) 确定源地

生态源地是物种扩展以及维持的源头,应该具有较高的生态系统完整性、原真性以及斑块连续性。通常情况下,规划者将包含不同类型生物物种和群落居住地在内的大面积林地、湿地等斑块及其他需要保护的对象作为源地,以表征研究区域的不同栖息地,具有普遍的象征意义。

(2) 构建阻力面

物种对环境的适应与利用通常表现在竞争管理和空间覆盖两方面,无论哪种表现形式的实现都须克服相应阻力。在构建阻力面过程中,首先选取阻力因子并确定其分值,本文依据雅鲁藏布大峡谷国家公园的现实情况,按照系统完整性、思路可实现性和数据易获取性原则,对选取的坡度、植被覆盖度、土地利用类型和距水域距离四个阻力因子进行赋分,1~5分别表示五个等级,阻力与等级呈正相关(表1)。

构建综合阻力面是阻力面构建的先行步骤,公式如下^[42]:

$$M_i = \sum_{j=1}^n N_j \times O_{ij} \quad (1)$$

式中: M_i 为*i*栅格阻力数值; n 表示阻力因子个数(个); N_j 为*j*阻力因子所占份额; O_{ij}

指第*i*个栅格数据、第*j*个阻力因子的阻力值。

构建最小累积阻力面，公式如下^[43]：

$$MCR = f_{\min} \sum_{j=n}^{i=m} (D_{ij} \times R_i) \quad (2)$$

式中：*MCR* 代表最小累积阻力面值；*f* 为正比例函数，表示空间中任一点最小距离与其延伸到各个源地的距离和景观特点之间的正相关关系；

min 代表不同斑块在不同生态源地累计阻力值中的最小值；*D_{ij}* 表示目标物种从生态源地 *j* 扩展到某一景观单元 *i* 之间的空间间隔；*R_i* 表示某一景观单元对物种在运动过程所产生的阻力值；(*D_{ij}* × *R_i*) 的累积阻力值表示物种从某一生态源地运动到空间某一点的道路易达性。

(3) 生态廊道识别

生态廊道是生态源地之间斑块的连接通道，对维持生态系统功能体系的空间完整性起着关键作用。运用 ArcGIS 10.8 中的 cost-path 工具，结合生态源地与最小累积阻力值确定生态廊道。

2.2.2 重力模型

重力模型可量化 MCR 模型提取的生态廊道的重要程度，通过对源地之间产生的相互作用力进行加权计算以判断廊道重要性，从而识别出关键廊道，并形成生态安全网络。具体计算公式如下^[40]：

$$P_{ij} = \frac{A_i \times A_j}{K_{ij}^2} = \frac{\left(\frac{1}{Q_i} \times \ln S_i \right) \left(\frac{1}{Q_j} \times \ln S_j \right)}{\left(\frac{L_{ij}}{L_{\max}} \right)^2} = \frac{L_{\max}^2 \times \ln S_i \times \ln S_j}{L_{ij}^2 \times Q_i \times Q_j} \quad (3)$$

式中：*P_{ij}* 表示生态源地斑块 *i* 与生态源地斑块 *j* 的相互作用力；*A_i* 和 *A_j* 分别表示生态源地 *i* 与 *j* 的权重；*K_{ij}* 表示生态源地 *i* 与 *j* 之间生态廊道的标准化阻力值；*Q_i*、*Q_j* 表示生态源地 *i*、*j* 的阻力值；*S_i*、*S_j* 表示生态源地 *i*、*j* 的面积 (km²)；*L_{ij}* 表示生态源地 *i* 与 *j* 间生态廊道的累积阻力值；*L_{max}* 表示所有生态源地斑块之间生态廊道的最大累积阻力值。

2.2.3 不同导向下的国家公园边界识别

通过生态安全格局的建立，结合山脉、水体、行政边界等标志物分布确定区域主体保护范围，首先确定基于生态安全的基础边界。在此基础上根据区域特点，以统筹协调发展为原则，对不同导向下的国家公园边界进行识别：将林芝市居民点、景点与生态安全格局进行空间叠合分析，在基础边界的基础上将周边居民点及景点分布较密集区域合理划入国家公园范围，预留社区产业发展空间，形成以区域协同发展为导向的国家公园边界；通过对区域边界管控及领土主权的考虑，基于生态安全基础边界，将我国国境边界作为重要因素纳入到国家公园边界划定中进行考量，划定基于领土主权的国家公园边界，以国家公园名义宣示主权。

表1 生态安全格局阻力因子及分值

Table 1 Resistance factors and scores of ecological security pattern

阻力因子	阻力分值				
	1	2	3	4	5
坡度/(°)	0~5	5~15	15~25	25~35	>35
土地利用类型	林地、水域	草地	耕地	未利用地	建设用地
植被覆盖率	0.81~1	0.63~0.81	0.42~0.63	0.24~0.42	0~0.24
距水域距离/m	<500	500~1000	1000~1500	1500~2000	>2000

2.3 数据来源

本文采用的数据源包括2018年遥感卫星影像数据和自然保护区、气温降水等空间环境分布观测数据。其中,土地利用等数据下载自中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn/>);自然保护区数据下载自中国生态系统评估与生态安全数据库(<http://www.ecosystem.csdb.cn/>);基础地理数据来自国家地理信息中心(<http://ngcc.sbsm.gov.cn/>);底图数据为自然资源部标准地图。

3 结果分析

基于对林芝地区生态原真性、连续性及生态阻力的评价结果,建立该地区整体的生态安全格局,进而聚焦到雅江大峡谷主体(墨脱县)区域,以保证源地及廊道的识别完整性和准确性。

3.1 生态安全格局评估

(1) 生态源地识别

生态源地主要集中在林地覆盖度较高、林相质量较高的地区,包括朗县至察隅一线的边境地带,以及工布江达县至波密一线的地区(图3),生态源地内森林面积为16280.36 km²,覆盖率达到55%,占林芝市林地总面积的80%。剔除零星分布且面积较小的斑块,共获得10处重要的生态源地,分别分布在工布达江县、朗县、波密县、察隅县以及墨脱县5县境内G318国道沿线、S306省道沿线、雅鲁藏布江沿线、易贡湖流域沿线区域,总面积为29817.51 km²,约占林芝地区总面积的26%。其中面积较大的两个斑块均分布在墨脱县,面积分别为7141.39 km²和4021.53 km²。

(2) 阻力面建立

根据表1和式(1),利用ArcGIS 10.8版本中的栅格计算器计算得出综合阻力面,再基于综合阻力面生成最小累积阻力面,得到林芝地区最小累积阻力面中最低阻力值为1,最高阻力值为4.7。根据图3,阻力面从墨脱县南部向外围形成了比较典型的环形结

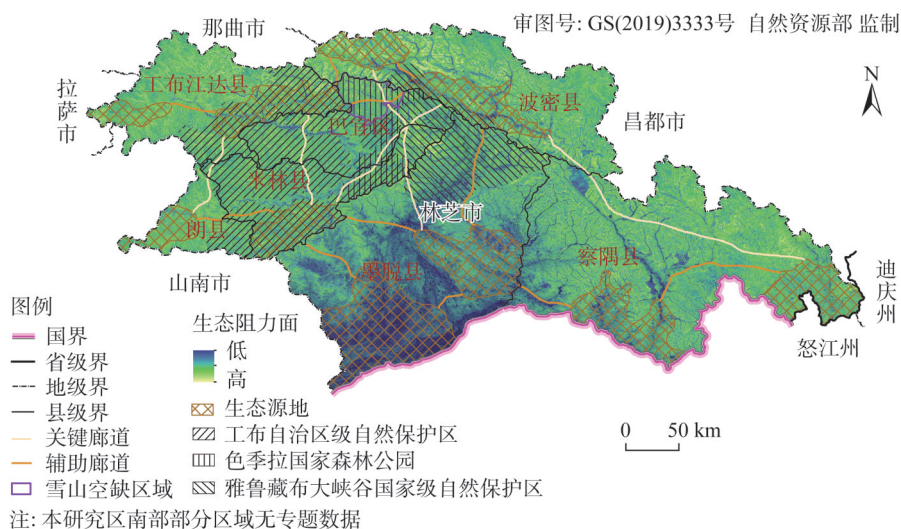


图3 林芝市生态安全格局

Fig. 3 Ecological security pattern in Nyingchi city

构,生态阻力值较高的地区主要处于工布江达县—波密县—察隅县的北部地区G318一线以北,该区域内人类活动开展相对较多,进而对生态环境造成的负面影响也相对较大,不利于生态流通过;其次是以南迦巴瓦等高山为主体形成的阻力面,呈现小范围面状分布。

(3) 生态安全格局构建

在建立阻力面的基础上,对生态廊道及生态节点进行识别并叠置组合,构建林芝地区生态安全格局(图3)。识别10块生态源地呈环形分布,以林芝市边界区域分布较为集中。墨脱县以南区域生态阻力较低,说明该区域生态基础较好,受人类活动影响较小。墨脱县以北及以东地区生态阻力面处于中等偏高状态,因此生态保护难度相对较大。分析得到林芝地区生态廊道共16条,总长度为2139.46 km。受研究区内地形及生态源地等分布特征影响,生态廊道多呈南北走向分布,识别南北向关键廊道5条,分别为工布达江—朗县、工布达江—米林县、波密—墨脱,波密—米林以及波密—察隅走向,总长约为753.6 km;11条辅助廊道,总长为1385.9 km,廊道间基本形成网络化格局,有利于生态源地之间生态流和景观流的互相扩散。此外,提取生态节点29处,为生态源地间较为脆弱的区域。

对于林芝地区生态安全水平较低的区域,应积极开展生态修复与治理工作,不断加强生态保护建设以维持生态系统服务和功能稳定;对生态安全处于中、高水平的区域,应优先保障区域生态安全与居民生活基础,再首选较高水平安全格局区域进行适当的开发建设。

3.2 边界划定的关联因素分析

(1) 原有保护地基础。在识别生态源地与廊道基础上,参考区域自然保护地基础,对国家公园生态安全进行进一步分析。该区域内包括3个自然保护地,分别是雅江大峡谷自然保护区、工布自然保护区和色季拉森林公园(图3),共涉及3块生态源地、4条关键廊道,其中雅江大峡谷自然保护区基本覆盖波密县G318国道以南的生态源地,保护区内包含两条关键廊道的交点;工布自然保护区覆盖工布达江县东部生态源地、米林县生态源地2块源地,涉及3条关键廊道;色季拉森林公园地处雅鲁藏布大峡谷自然保护区和工布自然保护区中间区域,存在较大的重建重叠现象,区域内涉及2条关键廊道。由于色季拉森林公园与其他两个自然保护地重叠面积较大,西藏自治区目前考虑取消色季拉森林公园,公园取消后,要保证雅江大峡谷自然保护区与工布自然保护区边界不重合^[19];同时,自然保护区范围调整应保证省域范围自然保护地面积不减少^[26]。因此,参考现有自然保护地边界基础划定雅江大峡谷国家公园边界。

(2) 代表性景观。雅江大峡谷自然保护区总面积为9168 km²,区域内包括了雅鲁藏布大峡谷起点(米林县大渡卡村)至南部标识点(墨脱县巴昔卡村)(国家气象局定义),涵盖环南迦巴瓦山四周雅江水系及周边雪山围合的区域。2021年林芝市提出自然保护地体系调整方案,提出将与周边叠合较多的色季拉国家森林公园取消,色季拉国家森林公园取消后,除北部雪山区域之外其他仍然属于保护地。

北部雪山区域不包含于生态源地范围之内,但包含1条关键廊道及2条辅助廊道,同时鉴于色季拉国家森林公园北部空缺区域(雪山冰川)实际上与雅鲁藏布大峡谷自然保护区为一体化景观和流域覆盖范围,故将其纳入景观完整性考虑(图3)。

(3) 人口与城镇化发展。基于生态安全格局建立结果及上述三个自然保护地识别,分析雅江大峡谷主体区域保护地内人口与城镇化发展关系。墨脱县作为雅鲁藏布大峡谷国家级自然保护区的主体部分,包含1镇7乡,除格当乡外均依托雅鲁藏布大峡谷两岸分布(图1),不涉及生态源地。截至2021年,墨脱镇总人口5756人,城镇化率约为57.6%;德兴乡1602人,背崩乡2726人,达木乡珞巴民族乡1132人,格当乡1519人,帮辛乡1274人,加热萨乡595人,甘登乡285人^[45]。工布自治区级自然保护区涉及4县19乡镇,主体位于工布达江县、巴宜区及米林县境内,尼洋河和雅鲁藏布江在工布自然保护区巴宜区境内交汇,人口分布较为密集,其中工布达江镇、巴河镇、错高乡位于工布达江县东部的生态源地内。截至2021年,工布达江镇总人口4166人^[46],巴河镇总人口2832人,错高乡总人口1812人。非重叠部分的色季拉国家公园区域内不存在居民点。

边界划定过程中,在维持生态安全格局的前提下,考虑尽量减少将人口经济化快速的居民点划入,以提前预防人类活动对自然保护地的干扰。被划入的居民点在下一步分区中也需要兼顾社区基本生计所需的土地资源调控问题,在维持生态水平的基础上发展绿色产业。

(4) 边境管控。雅江大峡谷所在区域存在长期的边境纠纷问题,早期出于国际影响的考虑,以及技术工具的落后,我国边境地区(墨脱)自然保护地建设初期未将邻国非法侵占区域纳入自然保护地范围内,逐渐影响到我国边境居民对于这些被非法侵占区域的国家领土主权意识。目前,墨脱县的边境线涉及到国境线(我国主张线)以及非法“麦克马洪线”(图2),涉及到雅鲁藏布大峡谷地区的主要在墨脱县麦克马洪线以南地区,即印度非法控制区域,从大峡谷地让村至背崩村属于较敏感的边境管控地带,位于墨脱县的生态源地均处于麦克马洪线以外的印控区。鉴于该区域特殊的边境形势,在雅鲁藏布大峡谷国家公园边界划定时,需考虑边境管控局面。

3.3 不同导向的空间范围识别

在林芝市生态安全格局建立的基础上,首先确定雅江大峡谷国家公园主体保护范围,进而在边界划定过程中,基于对国家公园管理可行性考虑,与水体、山脉、道路以及行政边界等地物重合区域,参考地物边界划定国家公园边界。除此之外的边界划定,基于统筹协调发展原则,鉴于协同发展和国家主权宣示不同发展导向,提出以下边界识别方案:

(1) 基于生态安全格局的基础边界识别

以林芝市生态源地及廊道分布为基础,结合区域内原保护地范围与代表性景观考虑(图4a),确定雅鲁藏布大峡谷国家公园基础边界(不含墨脱县城集中建设区)。范围内涉及波密县G318国道以南生态源地及2条关键廊道,覆盖雅江大峡谷自然保护区和色季拉森林公园边界北部少人居住区域(仅包含省得列1村),划定面积为1.12万km²,超出原雅江大峡谷国家级自然保护区面积0.2万km²。该方案在识别生态源地和廊道基础上,将人口密集区域调出,从生态系统安全和人类社会系统安全两方面出发,保障了公园内的生态安全,符合国家公园规划原则。

(2) 基于区域协同发展的边界识别

在发展层面,国家公园建设可理解是保护性绿色发展模式的自然保护地建设,即在保证生态系统与文化遗产保护的前提下,利用独特的自然—人文资源环境优势发展适应

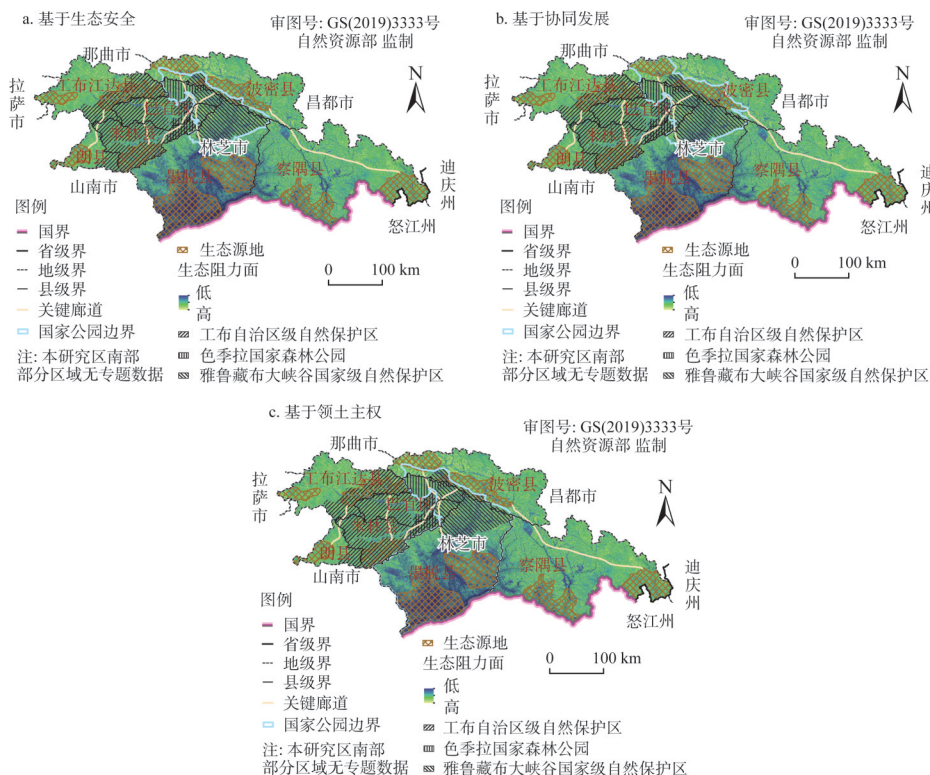


图4 雅鲁藏布大峡谷国家公园边界划定结果

Fig. 4 Boundary demarcation results of Yarlung Zangbo Grand Canyon National Park

性经济, 带动地方协同发展, 从而更好地实施与完善自然生态系统与文化遗产的保护。以发展绿色产业带动周边区域协同发展为导向, 划定国家公园边界 (图4b)。该边界将波密县南部乡村及旅游景点 (桃花沟景区、嘎朗景区、嘎瓦龙景区、多东寺等) 集中的生态源区域划进国家公园范围, 为区域内绿色发展提供资源及空间, 该区域可作为国家公园协同发展功能区以带动周边经济发展。该边界范围面积为 1.63 万 km^2 , 超出原雅江大峡谷国家级自然保护区面积 0.7 万 km^2 , 范围内涉及 13 个乡镇, 303 个村, 包含旅游景点 10 处。

(3) 基于国家领土主权的边界识别

生态安全格局的构建以及人口城镇化、边防管控等综合考虑基本保障了雅江大峡谷国家公园的基础功能实现与运转, 但由于该区域边防形势的特殊性, 宣示中国领土主权是目前我国边境地区国土空间规划面临的重要任务。国家边界是国家领土、主权的界线标志, 神圣不可侵犯。因此, 在上述分析基础上, 以中国领土主权为导向, 以中国藏南边境地区国界线作为划定依据, 划定雅江大峡谷国家公园边界 (图4c), 划定面积为 3.73 万 km^2 , 超出原雅江大峡谷国家级自然保护区面积 2.8 万 km^2 , 共涉及 4 块生态源地及 2 条关键廊道, 包含了墨脱县麦克马洪线以南印控区全部范围, 以宣示中国领土空间。

4 结论

(1) 本文建立了基于生态安全格局的国家公园边界划定方法, 提出了综合生态安全

和统筹协调发展原则的分析框架。以生态安全格局的建立作为边界划定的基础,与已有研究相比,在保障生态完整性及原真性保护的同时,结合了其他方面综合考虑,弥补了以往研究中仅限于或基本限于生态系统保护的边界划定依据,根据研究区域的具体情况进一步优化了国家边界划定的研究框架及方法体系,但国家公园边界划定在符合中国法律法规、相关标准规范的基础上,未来还应融合城乡规划学、环境科学、管理学等多领域知识,完善、夯实国家公园边界划定及管理的理论框架,使中国国家公园的建设更加科学规范化。

(2) 基于上述分析框架对雅江大峡谷国家公园进行实例验证,提出三种边界识别方案。三种方案均能保障雅江大峡谷国家公园生态及边境安全,并为区域城镇发展预留了空间,其面积划定符合国家公园边界设立标准,同时考虑和参考了行政区划、道路交通路网、河流边界等地物,基本达到可操作层面。其中,基于生态安全的基础边界划定注重生态与社会发展保持在相对平衡状态,进而维持该区域内生态安全,但难以凸显发展优势;基于协同发展的边界划定在区域发展层面将发挥较大带动作用,凸显其绿色发展优势,但由于划进村庄、人口较多,是否会对区域生态造成负面影响以及如何分区管理还需测定规划;基于领土主权的国家公园边界划定将国家公园作为中国边境管控的重要手段,为解决中国边境争端提供思路,但将边界延伸至国界线,新增区域村镇等协调管理仍需深入探讨。

(3) 本文边界划定方法的建立符合中国国家公园边界划定需求及标准,但仍存在以下不足:首先,国家公园边界在实际划定工作中还需充分考虑研究区域的社会文化特征和经济产业条件,由于科考数据获取不完全,未能将其量化分析。第二,边界本身具有动态性,目前还未能通过定量手段准确表达边界的渗透现象并精确地模拟其动态发展趋势,因此仅单一地框定其范围边界仍存在准确性上的不足,这也是未来应加强完善的研究重点。

参考文献(References):

- [1] LIU Q Q, HU Y. Functional zoning mode and management measures of Qianjiangyuan National Park based on ecological sensitivity evaluation. *Journal of Resources and Ecology*, 2020, 11(6): 617-623.
- [2] 肖笃宁,李秀珍,高峻,等.景观生态学.北京:科学出版社,2010. [XIAO D N, LI X Z, GAO J, et al. *Landscape Ecology*. Beijing: Science Press, 2010.]
- [3] 何思源,苏杨,闵庆文.中国国家公园的边界、分区和土地利用管理:来自自然保护区和风景名胜区的启示. *生态学报*, 2019, 39(4): 1318-1329. [HE S Y, SU Y, MIN Q W. Boundary, zoning, and land use management of the China National Parks: Learning from nature reserves and scenic areas. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(4): 1318-1329.]
- [4] SCHONEWALD-COX C M. Boundaries in the protection of nature reserves: Translating multidisciplinary knowledge into practical conservation. *BioScience*, 1988, 38(7): 480-486.
- [5] 王献溥.自然保护区简介(七):自然保护区建立的原则和方法. *植物杂志*, 1988, (5): 4-5. [WANG X B. Introduction to nature reserve (7): Principles and methods of establishing nature reserves. *Journal of Plants*, 1988, (5): 4-5.]
- [6] THEBERGE J B. Guidelines to drawing ecologically sound boundaries for national parks and nature reserves. *Environmental Management*, 1989, 13(6): 695-702.
- [7] VANDERGAST A G, BOHONAK A J, HATHAWAY S A, et al. Are hotspots of evolutionary potential adequately protected in Southern California?. *Biological Conservation*, 2008, 141(6): 1648-1664.
- [8] KIM J H, PARK S, KIM S H, et al. Identifying high-priority conservation areas for endangered waterbirds using a flagship species in the Korean DMZ. *Ecological Engineering*, 2020, Doi: 10.1016/j.ecoleng.2020.106080.
- [9] JOAQUIM T, FERNANDO L S, MARCUS V C, et al. Using indicator groups to represent bird phylogenetic and func-

- tional diversity. *Biological Conservation*, 2012, 146(1): 155-162.
- [10] 徐基良, 崔国发, 李忠. 自然保护区面积确定方法探讨. 北京林业大学学报, 2006, 28(5): 129-132. [XU J L, CUI G F, LI Z. Approaches for setting the minimum area of nature reserve. *Journal of Beijing Forestry University*, 2006, 28(5): 129-132.]
- [11] 吴卫明. 舜皇山国家森林公园生物多样性及其保护研究. 长沙: 湖南农业大学, 2009. [WU W M. Biodiversity and conservation of Shunhuang Mountain National Forest Park. Changsha: Hunan Agricultural University, 2009.]
- [12] 曹苗苗. 河流型国家湿地公园总体规划的研究. 合肥: 安徽农业大学, 2017. [CAO M M. A study on master plan of river-type national wetland park. Hefei: Anhui Agricultural University, 2017.]
- [13] 胡一可. 风景名胜区分界认知与划定. 北京: 清华大学, 2010. [HU Y K. Recognition and delimitation of the boundary of scenic spots. Beijing: Tsinghua University, 2010.]
- [14] GAO Q C, CHEN L D, LI Y H, et al. Regional pattern of ecological security in Shanxi section along West-East Gas pipeline project. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2005, 19(4): 164-172.
- [15] ZHANG L, PENG J, LIU Y, et al. Coupling ecosystem services supply and human ecological demand to identify landscape ecological security pattern: A case study in Beijing-Tianjin-Hebei Region, China. *Urban Ecosystems*, 2017, 20(3): 701-714.
- [16] 胡一可, 杨锐. 风景名胜区分界认知研究. 中国园林, 2011, (6): 56-60. [HU Y K, YANG R. Study on boundary cognition of famous. *Chinese Landscape Architecture*, 2011, (6): 56-60.]
- [17] HEAD L, MUIR P. Suburban life and the boundaries of nature: Resilience and rupture in Australian backyard gardens. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 2006, 31(4): 505-524.
- [18] 肖练练, 钟林生, 虞虎, 等. 功能约束条件下的钱江源国家公园体制试点区游憩利用适宜性评价研究. 生态学报, 2019, 39(4): 1375-1384. [XIAO L L, ZHONG L S, YU H, et al. Assessment of recreational use suitability of Qianjiangyuan National Park pilot under the zoning constraints. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(4): 1375-1384.]
- [19] 中共中央办公厅 国务院办公厅. 建立国家公园体制总体方案. 中华人民共和国国务院公报, 2017, (29): 7-11. [The General Office of the CPC Central Committee and the State. Council issued a general plan for establishing a national park system. *People's Central Government of PRC*, 2017, (29): 7-11.]
- [20] 苏杨. 规划、划界、分区, 利益如何划分? 解读《建立国家公园体制总体方案》之六. 中国发展观察, 2018, (17): 42-47. [SU Y. Planning demarcation zoning, how to divide the interests? Interpret the sixth Overall Plan of Establishing National Park System. *China Development Observation*, 2018, (17): 42-47.]
- [21] PENG J, PAN Y J, LIU Y X, et al. Linking ecological degradation risk to identify ecological security patterns in a rapidly urbanizing landscape. *Habitat International*, 2018, 71: 110-124.
- [22] ZHAO X Q, XU X H. Research on landscape ecological security pattern in a Eucalyptus introduced region based on biodiversity conservation. *Russian Journal of Ecology*, 2015, 46(1): 59-70.
- [23] 李宗尧, 杨桂山, 董雅文. 经济快速发展地区生态安全格局的构建: 以安徽沿江地区为例. 自然资源学报, 2007, 22(1): 106-113. [LI Z Y, YANG G S, DONG Y W. Establishing the ecological security pattern in rapidly developing regions: A case in the AYRAP. *Journal of Natural Resources*, 2007, 22(1): 106-113.]
- [24] FUNCH R R, HARLEY R M. Reconfiguring the boundaries of the Chapada Diamantina National Park (Brazil) using ecological criteria in the context of a human dominated landscape. *Landscape and Urban Planning*, 2007, (8): 355-362.
- [25] 薛冰洁, 张玉钧, 安童童, 等. 生态格局理念下的国家公园边界划定方法探讨: 以秦岭国家公园为例. 规划师, 2020, 36(1): 26-31. [XUE B J, ZHANG Y J, AN T T, et al. Discussion on the methods of national park boundary delineation based on ecological pattern: The example of Qinling National Park. *Planners*, 2020, 36(1): 26-31.]
- [26] 国家林业和草原局. 自然保护地整合优化, <https://www.forestry.gov.cn/main/6193/20220302/153916066133871.html>, 2022-03-02. [National Forestry and Grassland Administration. Integration and optimization of natural protected areas, <https://www.forestry.gov.cn/main/6193/20220302/153916066133871.html>, 2022-03-02.]
- [27] 宁波市自然资源和规划局. 国土空间规划体系下自然保护地边界调整策略, http://zgj.ningbo.gov.cn/art/2020/3/18/art_1229046777_43556493.html, 2020-03-18. [Ningbo Natural Resources and Planning Bureau. The boundary adjustment strategy of protected areas under territorial spatial planning system, http://zj.ningbo.gov.cn/art/2020/3/18/art_1229046777_43556493.html, 2020-03-18.]

- [28] 王艳阳, 汪洋, 陈坤. 基于“生态·安全·景观”理念的生态安全网络体系构建方法, <https://zhuanlan.zhihu.com/p/337414090>, 2020-12-17. [WANG Y Y, WANG Y, CHEN K. Construction method of ecological security network system based on the concept of "ecology, security and landscape", <https://zhuanlan.zhihu.com/p/337414090>, 2020-12-17.]
- [29] 国家林业和草原局. "国家公园总体规划技术规范 GB/T 39736-2020", 2020-12-22. [National Forestry and Grassland Administration. Technical specification for the national park master plan GB/T 39736-2020, 2020-12-22.]
- [30] 余亮亮, 蔡银莺. 国土空间规划管制与区域经济协调发展研究. 自然资源学报, 2017, 32(8): 1445-1456. [YU L L, CAI Y Y. Research on spatial regulation of land use planning and coordinated development of regional economy. Journal of Natural Resources, 2017, 32(8): 1445-1456.]
- [31] 杜腾飞, 齐伟, 朱西存, 等. 基于生态安全格局的山地丘陵区自然资源空间精准识别与管制方法. 自然资源学报, 2020, 35(5): 1190-1200. [DU T F, QI W, ZHU X C, et al. Precise identification and control method of natural resources space based on ecological security pattern in mountainous hilly area. Journal of Natural Resources, 2020, 35(5): 1190-1200.]
- [32] 陈阳, 岳文泽, 张亮, 等. 国土空间规划视角下生态空间管制分区的理论思考. 中国土地科学, 2020, 34(8): 1-9. [CHEN Y, QIU W Z, ZHANG L, et al. Theoretical thinking on ecological space zoning from the perspective of territorial space planning. China Land Science, 2020, 34(8): 1-9.]
- [33] 李杰, 付晶, 郭鑫, 等. 中国与周边国家边境保护地跨境合作潜力分析. 自然资源学报, 2021, 36(10): 2710-2722. [LI J, FU J, GUO X, et al. The potential of cross-border cooperation in border protected areas between China and neighboring countries. Journal of Natural Resources, 2021, 36(10): 2710-2722.]
- [34] 西藏农牧学院考察队. 雅鲁藏布大峡谷国家级自然保护区综合科学考察报告. 北京: 中国林业出版社, 2019. [Investigation Team of Xizang Agricultural and Animal Husbandry College. Comprehensive Scientific Investigation Report of Yarlung Zangbo Gr-and Canyon National Nature Reserve. Beijing: China Forestry Publishing House, 2019.]
- [35] 王夏晖. 我国国家公园建设的总体战略与推进路线图设计. 环境保护, 2015, 43(14): 30-33. [WANG X H. The design of the strategy and route of China's national park construction. Environmental Protection, 2015, 43(14): 30-33.]
- [36] 胡官正, 曾维华, 马冰然. 保护地区经济建设与生态保护协同发展路线图: 以三江源地区为例. 生物多样性, 2022, 30(2): 169-179. [HU G Z, ZENG W H, MA B R. Roadmap for coordinated development of economic construction and ecological protection in protected areas: Take Sanjiangyuan area as an example. Biodiversity Science, 2022, 30(2): 169-179.]
- [37] FANG S B, XIAO D N, AN S Q. Regional ecosecuirty pattern in urban area based on land use analysis: A case study in Lanzhou. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(12): 2284-2290.
- [38] 彭保发, 郑俞, 刘宇. 耦合生态服务的区域生态安全格局研究框架. 地理科学, 2018, 38(3): 361-367. [PENG B F, ZHENG Y, LIU Y. Coupling ecosystem services and regional ecological security pattern. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(3): 361-367.]
- [39] 黎晓亚, 马克明, 傅伯杰, 等. 区域生态安全格局:设计原则与方法. 生态学报, 2004, 24(5): 1055-1062. [LI X Y, MA K M, FU B J, et al. The regional pattern for ecological security (RPES): Designing principles and method. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(5): 1055-1062.]
- [40] ARNAIZSCHMITZ C, SCHMITZ M F, HERREROJÁUREGUI C, et al. Identifying socio-ecological networks in rural-urban gradients: Diagnosis of a changing cultural landscape. Science of the Total Environment, 2018, 612: 625-635.
- [41] 方莹, 王静, 黄隆杨, 等. 基于生态安全格局的国土空间生态保护修复关键区域诊断与识别: 以烟台市为例. 自然资源学报, 2020, 35(1): 190-203. [FANG Y, WANG J, HUANG L Y, et al. Determining and identifying key areas of ecosystem preservation and restoration for territorial spatial planning based on ecological security patterns: A case study of Yantai city. Journal of Natural Resources, 2020, 35(1): 190-203.]
- [42] ZHANG L, PENG J, LIU Y, et al. Coupling ecosystem services supply and human ecological demand to identify landscape ecological security pattern: A case study in Beijing-Tianjin-Hebei Region, China. Urban Ecosystems, 2017, 20(3): 1-14.
- [43] KONG F H, YIN H W, NAKAGOSHI N, et al. Urban green space network development for biodiversity conservation: Identification based on graph theory and gravity modeling. Landscape and Urban Planning, 2010, 95(1/2): 16-27.
- [44] 张小飞, 李正国, 王如松, 等. 基于功能网络评价的城市生态安全格局研究: 以常州市为例. 北京大学学报: 自然科学版, 2009, 45(4): 728-736. [ZHANG X F, LI Z G, WANG R S, et al. Study on network analysis for urban ecological security pattern in Changzhou city. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2009, 45(4): 728-736.]
- [45] 墨脱县人民政府. 墨脱县第七次全国人口普查主要数据公报, 墨脱县统计局, 2021-07-01. [Motuo County People's Government. Main data bulletin of the seventh national census of Motuo county. Motuo County Bureau of Statistics,

2021-07-01.]

- [46] 工布达江县人民政府. 工布达江县第七次人口普查数据公报. 工布达江县统计局, 2021-12-29. [Gongbudajiang County People's Government. Data bulletin of the seventh census of Gongbudajiang county. Statistics Bureau of Gongbudajiang County, 2021-12-29.]

Demarcation of national park boundary based on ecological security pattern:

A case study of Yarlung Zangbo Grand Canyon National Park

WANG Qi^{1,2}, WANG Hui¹, YU Hu²

(1. School of Geographic Science, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China; 2. Key Laboratory of Regional Sustainable Development modeling, Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: The national park boundary is essential for balancing ecological and socio-economic values. As the prerequisite for comprehensive planning and scientific management of national parks, the national park boundary demarcation concerns the coordinated development of ecological environment and social economy within the national park region. Using theoretical analysis of ecological security and overall coordination, this paper proposed a theoretical framework for the demarcation of national park boundaries, established a model methodology for the demarcation of national park boundaries based on ecological security and overall coordination patterns, and applied them to the proposed Yarlung Zangbo Grand Canyon National Park as a case study for verification. And the results can be detailed as follows: (1) Under the research paradigm of "plaque-resistance surface-corridor", the foundation of the original protected region and typical landscape were incorporated into the ecological security assessment system, and a methodological model based on ecological security and overall coordination was established to make up for the weak protection of core values and the single orientation of the previous nature reserve boundary delineation. (2) 10 ecological patches, 5 key corridors and 11 auxiliary corridors in Nyingchi city were identified, followed by analysis of the original protected foundation and typical landscape, and determination of the basic boundaries based on ecological security together with water bodies, mountains and administrative boundaries, the demarcation area was 11200 km². (3) The above results were taken together, through the superposition of spatial data such as population, urbanization, scenic spots and boundary control, the boundary schemes based on coordinated development and territorial sovereignty orientation were determined and the demarcation areas were 16300 km² and 37300 km², respectively. This study aims to fill the gaps in the current research on national park boundary demarcation, explore the method and provide theoretical and practical reference for future national park construction.

Keywords: national park; boundary delineation; ecological security pattern; overall coordination; Yarlung Zangbo Grand Canyon