

DOI: 10.20103/j.stxb.202407181688

石飞宏, 魏思荟, 蒋璐韩, 郑伯铭, 祁新华, 程煜. 国家公园社区共管核心利益主体博弈均衡研究——以武夷山国家公园为例. 生态学报, 2025, 45(8): 3862-3873.

Shi F H, Wei S H, Jiang L H, Zheng B M, Qi X H, Cheng Y. Equilibrium of core stakeholders' game in the co-management of National Park communities: a case study of Wuyi Mountain National Park. Acta Ecologica Sinica, 2025, 45(8): 3862-3873.

国家公园社区共管核心利益主体博弈均衡研究 ——以武夷山国家公园为例

石飞宏^{1,2}, 魏思荟^{1,2}, 蒋璐韩^{1,2}, 郑伯铭^{1,2}, 祁新华^{1,2,3}, 程煜^{1,2,3,*}

1 福建师范大学地理研究所, 福州 350007

2 福建师范大学地理科学学院, 福州 350007

3 福建师范大学湿润亚热带生态地理过程教育部重点实验室, 福州 350007

摘要: 核心利益主体的利益均衡是国家公园社区共管的重要的前提与基础。然而, 迄今研究成果缺少对国家公园社区共管利益主体间博弈均衡的实证检验和效果评估。以武夷山国家公园为例, 采用专家评分法、米切尔三要素法和演化博弈模型法, 识别国家公园社区共管利益主体的类型并构建演化博弈模型, 分析国家公园社区共管核心利益主体的类别及博弈均衡条件。结果表明: 武夷山国家公园社区共管核心利益主体包括国家公园管理机构、原住民、当地政府和村委会; 原住民与国家公园管理机构的演化博弈存在四种理论稳定策略, 而其中能长久稳定的策略为(不参与, 不帮助)与(参与, 帮助); 仅当国家公园管理机构为参与到社区共管中原住民提供的额外福利收益大于 1.62 万元, 且国家公园管理机构不帮助原住民进行社区共管时损失的生态效益大于 206.86 万元时, 社区共管博弈系统的博弈双方能够稳定于最优策略。在此基础上, 提出强化顶层设计及完善参与奖励机制等对策, 希望能够厘清各利益主体的利益诉求, 为武夷山及其他国家公园缓解各利益主体间的利益冲突、推进国家公园社区共管工作提供有益借鉴。

关键词: 核心利益主体; 演化博弈; 博弈均衡; 社区共管; 武夷山国家公园

Equilibrium of core stakeholders' game in the co-management of National Park communities: a case study of Wuyi Mountain National Park

SHI Feihong^{1,2}, WEI Sihui^{1,2}, JIANG Luhan^{1,2}, ZHENG Boming^{1,2}, QI Xinhua^{1,2,3}, CHENG Yu^{1,2,3,*}

1 Institute of Geography, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China

2 School of Geographical Science, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China

3 Key Laboratory for Humid Subtropical Eco-geographical Processes of the Ministry of Education, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China

Abstract: Achieving a balance of interests among key stakeholders is essential for the effective co-management of national park communities. Nevertheless, current research is deficient in empirical assessments and efficacy evaluations regarding the stakeholder equilibrium within national park community co-management frameworks. Using Wuyi Mountain National Park as a case study, this paper utilizes expert scoring, Mitchell's three-factor approach, and an evolutionary game model to define and categorize stakeholders involved in the co-management of national park communities, analyze the interest demands and conflicts among different core stakeholders, and develop an evolutionary game model to examine the categories of stakeholders in national park community co-management and the conditions under which core stakeholders can achieve a game equilibrium. The analysis focuses on the categories of stakeholders and equilibrium conditions in the co-management of

基金项目: 福建省属公益类科研院所基本科研专项(2023R1040); 国家自然科学基金面上项目(42271297)

收稿日期: 2024-07-18; **网络出版日期:** 2025-01-23

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: Chengyu76@163.com

national park communities. The findings indicate that the stakeholders involved in the co-management of the Wuyi Mountain National Park community can be categorized into core stakeholders, dormant stakeholders, and peripheral stakeholders, the principal stakeholders in Wuyi Mountain National Park encompass the park administration, local inhabitants, regional authorities, and village assemblies, dormant stakeholder groups include cooperatives, family farms, or family forest holdings. Environmental NGOs or volunteers, travel agencies or other enterprises, the general public, research institutions or technology studios, mass media, and tourists are categorized as peripheral stakeholders. The evolutionary game dynamics between local inhabitants and park administrators uncover four theoretically stable strategies, including (engagement, support), (engagement, no support), (non-participation, support), (non-participation, no support), with the most viable options being (non-participation, no support) and (engagement, support). The optimal strategy can only be achieved when the additional welfare benefits provided by the park management authority to the indigenous residents participating in co-management exceed 16.2 thousand yuan. This ensures that residents perceive tangible advantages from their involvement. Furthermore, the ecological benefits lost by the park management authority when not assisting the indigenous residents must exceed 2.0686 million yuan, highlighting the significant environmental and economic costs of non-assistance. Thus, supporting indigenous residents is crucial for achieving both ecological preservation and socioeconomic benefits. Consequently, the paper suggests clearly and accurately identifying the interests and demands of each core stakeholder, enhancing the top-level design and refining participation incentive mechanisms, with the goal of delineating stakeholder interests, identifying the conflicts of interest among various stakeholders, enhancing the coordination and interaction among these stakeholders, increasing their enthusiasm for participating in the co-management of the national park community, and offering valuable perspectives for mitigating disputes among stakeholders and fostering the co-management of Wuyi Mountain National Park and similar conservation areas.

Key Words: core stakeholders; evolutionary game; game equilibrium; community co-management; Wuyi Mountain National Park

近年来,中国国家公园建设取得了显著成效,旗舰物种数量持续增长,生态系统多样性、稳定性、持续性稳步提升,当地社区的民生持续改善^[1]。然而,在取得巨大成效的同时,由于长期多部门分散管理导致的边界不清、权责不明等问题,国家公园建设与社区发展之间的矛盾仍未得到全面解决^[2],包括限制访问冲突、农业和土地利用冲突等问题依然存在^[3-4]。而以协同保护与发展为导向的社区共管模式在有效缓解自然保护地与社区冲突的同时,亦有利于推进自然资源保护与社区社会经济和谐发展^[5]。部分国家公园开始尝试实行的社区共管模式引发学术界的兴趣^[4]。高燕等提出从土地权属保障制度、社区参与制度和特许经营制度3个方面改善公园与社区居民之间关系^[6];高媛等则建议整合社区参与、社区共管、生态补偿、社区经营等方式,并形成引导、组织、保障、评估等四大社区协调发展机制^[7]。

然而,国家公园社区共管研究仍然有不少具有重要理论与应用意义、值得继续探究的重要议题,如社区居民的利益诉求与国家公园的保护目标之间的矛盾^[8],社区居民的参与程度与能力之间的差距^[9],社区居民与国家公园管理机构之间的信任缺失^[10],社区居民与其他利益主体之间的沟通协作障碍^[11]等。显然,国家公园社区共管涉及管理机构、当地政府、社区和原住民等诸多利益主体,各利益主体的利益诉求迥异,对社区共管工作的作用也各不相同^[12],故协调好利益主体之间权力关系与利益诉求等,对实现社区与保护地的协同发展有着重要的作用^[13-14]。而如何精准识别社区共管的利益主体,缓解各利益主体间的利益冲突是社区共管顺利进行的前提与基础。

通过梳理国内外相关研究成果发现,国外学者主要采用属性评分法与分类法等方法对利益相关者进行识别,国内学者如万建华则细分出内部利益相关者、外部利益相关者等诸多种类型的利益相关者^[15];陈宏辉从重要性、主动性和紧迫性三个方面对利益相关者进行分类^[16]。值得注意的是,国内外学者通常采用博弈论来

平衡不同利益主体,即在尊重各方利益的基础上,寻求各方利益的最大公约数,实现各方利益的平衡和谐^[17]。如祁新华等对生态脆弱区不同利益主体的博弈分析^[18]、李琼等对于制造业与物流业联动方的演化博弈分析^[19]、李艳梅等对可再生能源投资的政企的演化博弈研究^[20]等,其中关于国家公园的研究成果涵盖国家公园构建^[21]、发展^[22]与旅游^[23],以及人与野生动物冲突^[24]等方面,对国家公园社区共管的核心利益主体博弈均衡等的研究成果主要侧重于理论推导和模拟分析,鲜有对博弈均衡的影响因素和条件的实证验证的探讨,忽略了博弈均衡的实证检验和效果评估,导致博弈均衡的假设化和缺乏说服力。

综上,本文以武夷山国家公园为典型研究区,在对国家公园社区共管核心利益主体的界定与识别的基础之上,采用演化博弈论方法,分析国家公园社区共管的核心利益主体的博弈均衡问题,探讨其博弈均衡条件和策略,期望能够厘清武夷山国家公园社区共管核心利益主体的利益诉求以及博弈均衡的条件,为缓解武夷山国家公园社区共管核心利益主体间的利益冲突提供实证依据,并为其他国家公园社区共管提供有益借鉴。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

武夷山国家公园总面积为 1280km²,位于 27°31'—28°2'N,117°24'—117°59'E 之间,跨越福建省的武夷山市、建阳区、光泽县和邵武市四地以及江西省的铅山县。该地区拥有 210.7km²未受人为破坏的原生性森林植被,保存了世界同纬度带最完整、最典型、面积最大的中亚热带原生性森林生态系统^[25]。武夷山国家公园范围内社区数量多达 29 个,居住人口 3352 人,自然保护区与社区关系紧密,迄今已形成联合保护、协议发展和社区自治等多种社区参与模式,是国家公园社区共管模式最早的试行区之一。武夷山国家公园建设涉及利益主体种类较多,包括当地政府、企业、原住民、国家公园管理局和经营者等,他们在生态与人文资源保护、生产与经营、人居环境建设等方面表现出不同的利益诉求。由于利益主体多元且各利益主体的利益诉求差异大,极易形成利益冲突。例如,武夷山国家公园部分原住民依赖种植毛竹、茶树等维持生计,然而当地政府职能部门对于保留在国家公园范围内的茶园进行严格管控,禁止扩大种植面积,虽然给予一定的补偿,但随着近期茶产品价格的上涨,居民私下扩大茶树种植面积以获取高额回报的行为仍然存在。同时,当地企业经营者以获取经济效益为先的经营理念与国家公园管理机构以保护生态效益为先的管理理念存在一定的冲突。显然,武夷山国家公园可作为研究国家公园社区共管利益主体博弈的典型地。

1.2 数据来源

本文数据经济社会数据主要来源于各地政府职能部门公开发布的统计年鉴、年度统计公报^[26—27]、武夷山国家公园官方数据资料和相关政策文件与网络资料。其他数据来源于对武夷山国家公园社区的问卷调查。在前期调研与预研究的基础上设计了调查问卷,内容包括野生动物肇事、社区共管和基本信息三部分,其中社区共管部分主要涉及被访者对于国家公园社区共管的认知状况、执行意愿和参与态度等方面。2024 年 1 月,课题组在武夷山市、建阳区、光泽县、邵武市四地中随机选择 26 个村,由经过培训的调查员在样本村随机发放问卷 640 份,剔除漏选率超过 20% 的问卷后,共回收有效问卷 618 份,有效率 96.6%。

针对“国家公园社区共管利益相关者”主题,在说明各指标的定义与评分标准的基础之上,在 2024 年 1 月 25 日请来自高等院校、科研机构或国家公园管理机构的 12 位专家进行首轮次的打分,将各专家评分结果进行整理、统计后反馈给专家;在 3 月 15 日请专家参考首轮评分的结果进行第二轮次的打分,收回专家第二轮评分结果并进行整理与统计,得到最终的专家评分结果。

1.3 研究方法

1.3.1 国家公园社区共管利益主体的界定与识别方法

本文采用专家评分法、分类法和米切尔(Mitchell)三要素评分法界定与识别国家公园社区共管核心利益主体。借鉴 Sirgy 对于企业利益相关方的分类体系^[28],结合课题组在武夷山国家公园的实地调查与预研究,认为内部利益相关方、外部利益相关方和远端利益相关方可以很好体现国家公园社区共管的利益关系。内部

利益主体是直接参与组织运营和管理的人员或部门;外部利益主体是与组织有直接交互或交易的人员或团体;远端利益主体是对组织有间接或潜在影响的人员或团体。

参考米切尔的三要素评分法^[29],利益相关方需具备以下三个属性:合法性即基于法律和道义之上,某类利益主体的行为被认为适当的程度;权利性即某类利益主体自身的意愿得到执行的能力;紧急性即某类利益主体的意愿或主张被采纳或实现的紧迫程度。结合课题组前期调研结果,以上三个属性维度可作为武夷山国家公园利益主体的评分系统。在界定利益主体的基础上,请专家采用李克特 5 级量表,从合法性、权利性与紧急性三个维度进行评分,最高分为 5 分,最低分为 1 分。两个以上要素得分位于 4—5 区间的利益主体为核心利益主体,与国家公园社区共管有着紧密的联系;两个以上要素得分位于 3—4 区间的利益主体为蛰伏型利益主体,与国家公园社区共管有着较为紧密的联系;两个以上要素得分位于 1—3 区间的利益主体为边缘型利益主体,与国家公园社区共管互有影响,但联系较不紧密。

1.3.2 国家公园社区共管核心利益主体的演化博弈模型

基于演化博弈理论,本文构建核心利益主体双方演化博弈模型,并根据 Friedman^[30]提出的使用雅可比(Jacobi)矩阵对局部均衡点的稳定性进行分析。

(1) 基本假设

针对国家公园管理机构和原住民演化博弈模型提出以下基本假设:

①该演化博弈模型仅有两个博弈参与主体,分别为国家公园管理机构与国家公园社区原住民。在博弈模型中,国家公园管理机构的行为策略分为两种,即帮助原住民和不帮助原住民(以下简称帮助和不帮助);原住民的行为策略也分为两种,即参与国家公园社区共管和不参与国家公园社区共管(以下简称参与和不参与)。

②国家公园社区共管中国国家公园管理机构和原住民都是“有限理性”的,双方在博弈中的行为策略都更加贴近“有限理性”而非“完全理性”,双方需要通过在博弈中不断学习与修改错误,才能找到最好的策略,而非一开始就能达到最好的均衡点,博弈双方会通过不断地博弈最后达到某种趋于稳定的策略。

(2) 成本效益指标

国家公园为国家公园管理机构带来的基本收益为 M_0 ; M_1 为原住民参与到社区共管中为国家公园管理机构提供的额外生态效益; W_1 为国家公园管理机构选择帮助策略时原住民获得的生态收益; L_0 为原住民选择参与社区共管时的工资性收益; S_0 为原住民不参与社区共管的基本收益; B_1 为国家公园管理机构选择帮助策略时付出的直接成本; B_2 为国家公园管理机构采取不帮助策略时的受损成本; C_0 为原住民选择参与时的机会成本; F_0 为原住民选择参与社区共管时获得的额外福利收益。

(3) 博弈模型构建

根据上文提出的基本假设①可以得出,在此演化博弈模型中,博弈主体分别为原住民与国家公园管理机构,原住民的策略为参与和不参与;国家公园管理机构的策略为帮助和不帮助。假设在有限理性的前提下,原住民参与的概率为 x ($0 \leq x \leq 1$),则原住民不参与的概率为 $(1-x)$;国家公园管理机构帮助的概率为 y ($0 \leq y \leq 1$),则国家公园管理机构不帮助的概率为 $(1-y)$ 。在演化博弈论中,博弈主体采取任一策略的概率都是随时间而不断变化的,所以无论原住民选择参与的概率 x 还是国家公园管理机构选择保护的概率 y 都是独立随时间在不停地变化的。同时结合上文提出的博弈双方的成本效益指标可以获得原住民与国家公园管理机构的博弈收益矩阵(表 1)。

表 1 原住民与国家公园管理机构博弈收益矩阵

Table 1 Payoff matrix of the game between indigenous people and national park management agency

博弈主体与策略 Game subjects and strategies		国家公园管理机构 National park administration	
		帮助 y	不帮助 $1-y$
原住民 Local inhabitants	参与 x Engagement	$M_0 + M_1 - W_0 - B_1, L_0 - C_0 + W_0 + F_0$	$M_0 + M_1 - B_2, L_0 - C_0 + F_0$
	不参与 $1-x$ Non-participation	$M_0 - B_1 - W_0, S_0 + W_0$	$M_0 - B_2, S_0$

(4) 复制动态方程

假设有限理性的前提下,设原住民参与到社区共管的期望收益为 U_{11} ;设原住民不参与到社区共管的期望收益为 U_{12} 。则:

$$\begin{aligned} U_{11} &= y(L_0 - C_0 + W_0 + F_0) + (1-y)(L_0 - C_0 + F_0) \\ &= yW_0 + L_0 - C_0 + F_0 \\ U_{12} &= y(S_0 + W_0) + (1-y)S_0 \\ &= yW_0 + S_0 \end{aligned}$$

同样,设国家公园管理机构选择帮助和不帮助原住民的期望收益为 U_{21} 和 U_{22} ,则:

$$\begin{aligned} U_{21} &= x(M_0 + M_1 - W_0 - B_1) + (1-x)(M_0 - B_1 + W_0) \\ &= xM_1 + M_0 - B_1 - W_0 \\ U_{22} &= x(M_0 - M_1 - B_2) + (1-x)(M_0 - B_2) \\ &= xM_1 + M_0 - B_2 \end{aligned}$$

由此可得原住民是否参与社区共管的复制动态方程为:

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(1-x)(U_{11} - U_{12}) = x(1-x)(L_0 - S_0 - C_0 + F_0)$$

国家公园管理机构是否帮助原住民参与到社区共管的复制动态方程为:

$$F(y) = \frac{dy}{dt} = y(1-y)(B_2 - B_1 - W_0)$$

(5) 演化博弈模型局部均衡点的分析与讨论

为分析上述模型的平衡状态,本文采用雅可比(Jacobi)矩阵的局部稳定性进行检验与判断,即通过分析雅可比矩阵的行列式 $\det J$ 和迹 $\text{tr} J$ 来判断评估点的稳定性,仅当 $\det J > 0$ 且 $\text{tr} J < 0$ 时,该评估点才具有局部渐进稳定性。通过计算可得上述模型的雅可比矩阵及其行列式 $\det J$ 和迹 $\text{tr} J$ 分别为:

$$\begin{aligned} J &= \begin{bmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} (1-2x)(L_0 - S_0 - C_0 + F_0) & 0 \\ 0 & (1-2y)(B_2 - B_1 - W_0) \end{bmatrix} \\ \det J &= \frac{\partial F(x)}{\partial x} \times \frac{\partial F(y)}{\partial y} - \frac{\partial F(x)}{\partial y} \times \frac{\partial F(y)}{\partial x} \\ \text{tr} J &= \frac{\partial F(x)}{\partial x} + \frac{\partial F(y)}{\partial y} \end{aligned}$$

2 结果与分析

2.1 国家公园社区共管利益主体的界定与识别

2.1.1 国家公园社区共管利益主体的界定

由上述提到的初步界定方法,基于在武夷山国家公园的实地调研与相关文本分析,并结合陈宏辉^[16]、米切尔利益相关者理论^[29]及国家林草地总局的《国家公园管理暂行办法》^[31],以及2024年10月1日起施行的《福建省武夷山国家公园条例》,本文对武夷山国家公园社区共管利益主体进行了初步界定。

国家公园社区共管的内部利益主体涉及国家公园管理机构、合作社或家庭农场或家庭林场、当地政府、村委会;国家公园社区共管的外部利益主体涉及原住民、环保公益组织或志愿者、旅游公司或其他企业、科研机构或科技工作者、旅游者;国家公园社区共管的远端利益主体涉及社会公众与大众媒体。

2.1.2 国家公园社区共管利益主体的识别

(1) 国家公园社区共管利益主体的筛选

本文根据上述的专家评分法对武夷山国家公园社区共管的利益主体进行筛选,国家公园社区共管的利益主体包括:国家公园管理机构、原住民、合作社或家庭农场或家庭林场、当地政府、村委会、环保公益组织或志愿者、旅游公司或其他企业、科研机构或科技工作室、旅游者、社会公众和大众媒体。

(2) 国家公园社区共管利益主体的评分

对上述十一类国家公园社区共管的利益主体,参照米切尔三要素评分法,请专家从合法性、权利性与紧急性三个维度分别进行评分,结果如表 2 所示。

表 2 利益主体三维度评分统计结果

Table 2 Statistical results of three dimensions scoring for stakeholders

利益主体 Stakeholders	合法性 Legitimacy			权利性 Power			紧急性 Urgency		
	最高分	最低分	平均值	最高分	最低分	平均值	最高分	最低分	平均值
国家公园管理机构 National park administration	5	2	4.67	5	4	4.88	5	3	4.59
原住民 Local inhabitants	5	2	4.54	5	2	4.17	5	2	4.88
合作社或家庭农场或家庭林场 Cooperatives or family farms or family tree farms	5	2	4.05	5	1	3.46	5	2	3.92
当地政府 Regional authorities	5	3	4.63	5	3	4.67	5	3	4.42
村委会 Village assemblies	5	3	4.67	5	2	4.42	5	3	4.55
环保公益组织或志愿者 Environmental non-profit organizations or volunteers	5	1	2.92	5	1	2.80	5	1	2.96
旅游公司或其他企业 Travel companies or other businesses	4	1	2.79	3	1	2.88	5	1	2.71
科研机构或科技工作者 Scientific research institutions or scientific and technological workers	5	1	3.05	5	1	2.63	5	1	2.96
社会公众 The general public	5	1	2.75	4	1	2.29	4	1	2.42
大众媒体 Mass media	5	1	2.29	4	1	2.46	5	1	2.83
旅游者 Tourist	5	1	2.71	4	1	2.29	5	1	2.50

由表 2 可知,各利益主体的合法性有一定的差距。评分在 4 分以上的有国家公园管理机构、原住民、合作社或家庭农场或家庭林场、当地政府和村委会,表明该五类利益主体的行为具有较高的法律和道义认可度。不同利益主体的权利性差异较大,其中国家公园管理机构、原住民、当地政府和村委会的评分在 4 分以上,表明此四类利益主体执行自己意愿的能力较强。不同利益主体的紧急性也有所不同,紧急性 4 分以上的利益主体包括国家公园管理机构、原住民、当地政府和村委会,表明该四类利益主体的意愿或主张被采纳或实现的紧迫程度较高。

2.1.3 国家公园社区共管利益主体的类型划分

将表 2 各类利益主体的三个要素维度评分按照 4—5、3—4、1—3 三个区间进行类型划分:国家公园管理机构、原住民、当地政府和村委会的得分均在 4—5 区间,可以确定为国家公园社区共管的核心利益主体,与社区共管的联系最为密切;合作社或家庭农场或家庭林场得分在 3—4 区间,可以确定为蛰伏型利益主体;环保公益组织或志愿者、旅游公司或其他企业、社会公众、科研机构或科技工作室、大众媒体与旅游者得分在 1—3 区间,可以确定为边缘型利益主体(图 1)。

2.1.4 国家公园社区共管核心利益主体的诉求分析

在国家公园社区共管的工作之中,不同的核心利益主体具有不同的利益诉求且会主动寻求自身利益诉求

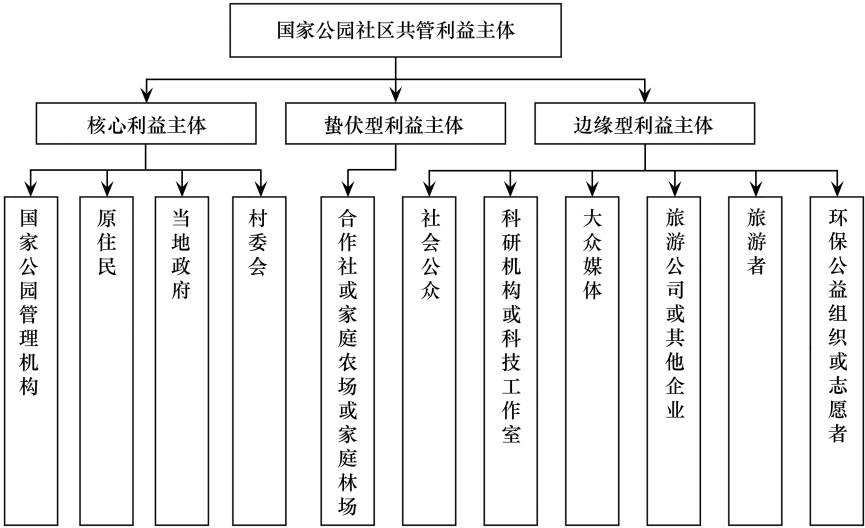


图 1 国家公园社区利益主体

Fig.1 Stakeholders in community co-management of national parks

的最大化。通过相关文本资料的分析及实地调研和访谈,得到了国家公园社区共管核心利益主体各自的主要诉求。

国家公园管理机构的诉求首先体现在确保国家公园的自然资源和生态系统得到有效保护,维持生物多样性。其次,通过与当地社区的合作,为原住民提供就业机会并保护其生计安全。第三,因地制宜地进行国家公园管理,推进生态旅游以及科学研究。

当地政府是地方利益的代表者,其主要期望是当地经济社会的发展,以及提高当地居民的生活质量,包括改善基础设施、提供就业机会与促进社会福利等。同时,期望通过生态旅游和其他可持续活动促进地方经济增长,确保在促进经济发展的同时,当地生态环境状况可以得到改善。

原住民参与到社区共管的利益诉求首先是通过各类生产与工作参与获取一定的经济利益以维持自身生计,在此基础上接受有关环境保护、协同自然资源和社区关系的教育和培训,获得一定的经验以提升自身的能力。其次,原住民希望能够参与到国家公园的保护和管理之中,以保护他们世代生存的自然环境,使得他们的文化与生计得以存续。第三,原住民期望在国家公园的建设和管理决策过程中可以拥有发言权和投票权,确保他们的需求和意见被充分地听取和考虑。

村委会作为地方社区利益的代表者,其首先要确保社区居民的生活状况得到改善,同时期望在国家公园建设管理决策过程中可以拥有一席之地,得以确保当地社区居民的声音和利益的到充分考虑。其次,期望通过参与社区共管,使得当地的传统文化得以存续,尤其是那些依赖于国家公园自然资源的文化。第三,村委会期望可以参与国家公园的环境保护工作,确保生态环境的健康和可持续性。

2.2 国家公园社区共管核心利益主体的演化博弈均衡分析

调研组的实地调查发现,武夷山国家公园内原住民与国家公园土地和资源有着深厚的文化和历史联系,国家公园管理机构是国家公园建设与发展的总指挥,二者通常对于重大事件的响应和公园管理的优先事项有直接影响甚至决定权,他们的意见和需求直接影响到国家公园的长期利益,在国家公园可持续发展方面扮演核心的角色,且国家公园管理机构与原住民的三要素评分均较高。故本文优先选取“国家公园管理机构-原住民”这对核心利益主体进行演化博弈分析,厘清这二者之间的成本效益及博弈关系,有助于更好地解决国家公园社区共管过程中相关利益主体的综合均衡问题。

由上述国家公园管理机构、原住民的复制动态方程、雅可比矩阵及行列式 $\det.J$ 和迹 $\text{tr}.J$ 公式可知,该博

弈模型共有 4 个纯策略均衡点 $(0,0)$ 、 $(0,1)$ 、 $(1,0)$ 、 $(1,1)$ 。故国家公园管理机构与原住民的动态演化博弈局部均衡点为 $A(0,0)$ 、 $B(0,1)$ 、 $C(1,0)$ 、 $D(1,1)$, 相对地得到策略 A(不参与,不帮助)、B(不参与,帮助)、C(参与,不帮助)、D(参与,帮助)。结合前文复制动态方程、雅可比矩阵及行列式 $\det.J$ 和迹 $\text{tr}.J$ 公式可得各局部均衡点的 $\det.J$ 值和 $\text{tr}.J$ 值(表 3):

表 3 系统雅可比矩阵

Table 3 The jacobian matrix of system

局部均衡点 Equilibrium point	矩阵的行列式和迹 The determinants and traces of the matrix		局部均衡点 Equilibrium point	矩阵的行列式和迹 The determinants and traces of the matrix	
$A(0,0)$	$\det.J$	$(L_0 - S_0 - C_0 + F_0)(B_2 - B_1 - W_0)$	$C(1,0)$	$\det.J$	$(-L_0 + S_0 + C_0 - F_0)(B_2 - B_1 - W_0)$
	$\text{tr}.J$	$L_0 - S_0 - C_0 + F_0 + B_2 - B_1 - W_0$		$\text{tr}.J$	$-L_0 + S_0 + C_0 - F_0 + B_2 - B_1 - W_0$
$B(0,1)$	$\det.J$	$(L_0 - S_0 - C_0 + F_0)(-B_2 + B_1 + W_0)$	$D(1,1)$	$\det.J$	$(-L_0 + S_0 + C_0 - F_0)(-B_2 + B_1 + W_0)$
	$\text{tr}.J$	$L_0 - S_0 - C_0 + F_0 - B_2 + B_1 + W_0$		$\text{tr}.J$	$-L_0 + S_0 + C_0 - F_0 - B_2 + B_1 + W_0$

(1) 当 $L_0 + F_0 < S_0 + C_0$, 且 $B_2 < B_1 + W_0$ 时, 此时均衡点的局部稳定性分析如表 4 所示。该博弈系统最终将收敛于策略 A。此情境下, 原住民参与国家公园社区共管时的工资性收益与额外福利收益之和小于其不参与社区共管的收益, 故将选择不参与策略; 而国家公园管理机构选择帮助原住民的成本之和大于其不帮助的成本, 故将选择不帮助策略。因此, 在有限理性的前提下, 该博弈系统最终将收敛于策略 A。类似的策略在谭盼所构建的人与野生动物冲突受害农户与地方政府的博弈模型中也有所体现, 博弈双方选择最优策略的收益均小于选择非最优策略的收益, 故模型将稳定收敛于双方的非最优策略^[24]。

(2) 当 $L_0 + F_0 < S_0 + C_0$, 且 $B_2 > B_1 + W_0$ 时, 此时均衡点的局部稳定性分析如表 4 所示。该博弈模型最终将收敛于策略 A。在此情况之下, 选择参与社区共管的工资性收益与额外福利收益之和小于不参与社区共管的收益, 原住民会倾向于不参与策略; 同时, 国家公园管理机构在短期内相较于不帮助社区共管, 选择帮助社区共管的成本较低, 则会倾向于选择帮助的策略, 此时博弈系统会收敛于策略 B。但长此以往, 在原住民参与社区共管意愿低下的情况下, 国家公园管理机构的成本与收益会发生变化, 对帮助原住民实行社区共管的意愿也会随时变化, 其策略选择也会从帮助慢慢转变为不帮助, 故该情况下, 博弈模型最终将收敛于策略 A。

表 4 均衡点 I、II、III、IV 的局部稳定性分析

Table 4 The partial stability analysis of equilibrium point I II III IV

局部均衡点 I Equilibrium point I	$\det.J$	$\text{tr}.J$	结果 Results	局部均衡点 II Equilibrium point II	$\det.J$	$\text{tr}.J$	结果 Results
$A(0,0)$	+	-	稳定	$A(0,0)$	-	+-	不稳定
$B(0,1)$	-	+-	不稳定	$B(0,1)$	+	+	稳定
$C(1,0)$	-	+-	不稳定	$C(1,0)$	-	+	不稳定
$D(1,1)$	+	+	不稳定	$D(1,1)$	-	+-	不稳定
局部均衡点 III Equilibrium point III	$\det.J$	$\text{tr}.J$	结果	局部均衡点 IV Equilibrium point IV	$\det.J$	$\text{tr}.J$	结果
$A(0,0)$	-	+-	不稳定	$A(0,0)$	+	+	不稳定
$B(0,1)$	+	-	不稳定	$B(0,1)$	-	+-	不稳定
$C(1,0)$	+	-	稳定	$C(1,0)$	-	+-	不稳定
$D(1,1)$	-	+-	不稳定	$D(1,1)$	+	-	稳定

(3) 当 $L_0 + F_0 > S_0 + C_0$, 且 $B_2 < B_1 + W_0$ 时, 此时均衡点的局部稳定性分析如表 4 所示。该模型最终收敛于策略 A。此情况下, 该博弈模型初始收敛于策略 C。与情况(2)类似, 由于国家公园管理机构的帮助热情较低, 原住民的策略也将会随时间由参与转变为不参与, 最终导致模型收敛于策略 A。因此, 为使演化模型向策略 D 转变, 则需要保证原住民参与社区共管的收益与成本的前提下, 降低国家公园管理机构选择帮助策略时

的成本或引入外部影响。此种情形在曹辉构建的国家公园企业-社区居民的博弈模型中亦有体现,由于一方未选择最优策略,使得选择最优策略的另一方慢慢转向于选择非最优策略^[17]。

(4) 当 $L_0 + F_0 > S_0 + C_0$, 且 $B_2 > B_1 + W_0$ 时, 此时均衡点的局部稳定性分析如表 4 所示。该博弈模型最终收敛于策略 D。在此情况下, 原住民选择参与策略的总收益大于其选择不参与策略的收益; 国家公园管理机构选择帮助策略的成本小于选择不帮助策略的成本, 故二者均选择对自身更有利的策略, 该博弈模型将收敛于策略 D。此结果与谭盼所构建的人与野生动物冲突受害农户与地方政府的博弈模型结果相似, 博弈双方在选择最优策略时各自的收益均高于选择非最优策略时的收益, 博弈模型稳定于最优策略^[24]。

2.3 国家公园社区共管核心利益主体博弈均衡实证分析

通过对核心利益主体的实际成本与效益进行测算, 有助于分析国家公园社区共管中原住民-国家公园管理机构演化博弈模型。以武夷山国家公园原住民和国家公园管理机构的成本与效益来探讨该博弈模型实现均衡的具体条件。

考虑到国家公园管理机构在人事权与财权 2 方面均在很大程度上承担着地方各级政府的职能, 因此以原住民和国家公园管理机构作为博弈双方重新构建博弈模型。在人事权方面, 2024 年 10 月 1 日起施行的《福建省武夷山国家公园条例》明确规定“建立以武夷山国家公园管理机构为主体, 国家公园所在地设区的市、县(市、区)、乡(镇)人民政府、街道办事处协同管理”, 国家公园内世界文化和自然遗产的保护、管理职责与各级政府的治理工作融合程度较高; 国家公园内设机构下设的管理站站长由所在地的乡镇长兼任^[32]。在财权方面, 省政府委托国家公园管理机构统筹中央、省及地方资源投入全力保障国家公园建设, 国家公园下设机构计财规划部则负责专项资金的使用、管理和监督; 另外条例亦明确规定县级以上各级财政按照财政事权和支出责任做好资金保障。

通过上述博弈均衡分析可知, 若想使博弈模型收敛于策略 D, 则原住民参与到社区共管中的工资性收益(L_0)与额外福利收益(F_0)之和需大于原住民选择不参与策略的收益(S_0)与原住民选择参与策略所损失的机会成本(C_0)之和, 故本文拟定以 2023 年各地区当地农村居民人均工资性收入(D_0)的均值表示原住民选择参与策略所损失的机会成本(C_0), 以各地区农村居民人均可支配收入(E_0)的均值表示原住民选择不参与策略的收益(S_0), 各地区的农村居民人均工资性收入(D_0)及人均可支配收入(E_0)如表 5 所示:

表 5 武夷山公园各地区农村居民人均工资性收入和人均可支配收入统计(2023 年)

Table 5 Statistics on per capita wage income and per capita disposable income of rural residents in various regions of wuyi mountain park (2023)

地区 Regions	工资性收入/元 Wage income	可支配收入/元 Disposable income	地区 Regions	工资性收入/元 Wage income	可支配收入/元 Disposable income
武夷山市	9283	23758	邵武市	9819	25282
建阳区	8642	22116	平均值 Average	8749.5	22430.5
光泽县	7254	18566			

自 2016 年武夷山国家公园试点建设以来, 生态环境质量日益提升, 对野生动物的保护力度不断加大, 导致其种群数量增多^[33]。同时, 由于食物短缺与活动空间受限等原因, 原住民频繁遭遇过野生动物肇事, 预防野生动物肇事与保护野生动物是社区共管的重要工作之一^[34]。因此, 本文以原住民因野生动物肇事所获得的补偿总额(G_0)表示国家公园管理机构选择帮助策略时原住民获得的生态收益(W_0), 经计算可得补偿总额(G_0)为 6.86 万元。国家公园管理机构选择帮助策略时所付出的直接成本(B_1)为武夷山国家公园组织实施社区协调等支出的预算金额共计 200 万元。国家公园管理机构选择不帮助策略时, 其受损成本(B_2)即为损失的生态效益。根据国家林草局发布的国家公园社区居民参与社区共管工作的收入情况^[1], 当地居民参与社区共管获得的工资性收益(L_0)平均约为 1.5 万元。

通过上文对博弈模型的分析, 要想使原住民-国家公园管理机构博弈模型稳定于均衡点 D, 则需要满足当

$L_0 + F_0 > S_0 + C_0$, 且 $B_2 > B_1 + W_0$, 即 $F_0 > D_0 + E_0 - L_0$, 且 $B_2 > B_1 + G_0$ 。代入上文的数据, 可得:

$$\begin{cases} F_0 > D_0 + E_0 - L_0 = 1.62 \\ B_2 > B_1 + G_0 = 206.86 \end{cases}$$

由公式可得, 在国家公园管理机构的干预下, 要想实现该博弈系统博弈双方达到策略 D 的稳定状态, 则每年国家公园管理机构为每个参与到社区共管中原住民提供的额外福利收益必须大于 1.62 万元, 且国家公园管理机构不帮助原住民进行社区共管时损失的生态效益必须大于 206.86 万元。

3 讨论与政策启示

(1) 清晰准确地探清各核心利益主体的利益诉求, 有利于避免或解决各核心利益主体间的不当冲突, 更好地发挥主动性和积极性, 以保障国家公园社区共管工作更为有序且高效地进行。然而国家公园社区共管核心利益主体并非一成不变的, 而是动态变化着的。一方面, 随着对社区共管制度认识的加深, 许多被忽视的利益主体被意识到其对国家公园社区共管的重要影响^[35], 自 1978 年世界上首个国家公园社区共管协议由澳大利亚公园局与卡卡杜国家公园(Kakadu National Park)社区签订以来^[36], 社区共管的法律法规逐步完善, 相关机构逐步成熟, 包括中央政府、National Park Authority(NPA)、农民集体、公众等在内的越来越多的核心利益主体得到认可^[35]; 故而核心利益主体会随着社区共管工作的进行产生动态的变化。另一方面, 社区共管模式的变化也会引起核心利益主体的变化, 国家公园社区共管模式会出现阶段性的演变^[37], 不同社区共管模式因其共管主体、共管保障等条件的不同, 其核心利益主体也会有所不同, 如社区共管委员会式的共管主体为政府、社区、学术机构和 NGOs, 而社区项目共管式的共管主体则为政府、社区、企业和游客^[38]。

(2) 不同核心利益主体的内部诉求也有差异。如茶农等“靠山吃山”的原住民, 他们希望在保护武夷山生态环境的同时能够创造生态茶叶等绿色产业, 并期望能够对受损利益进行补偿; 经营者则期望可以通过获得税务减免、特许经营等; 当地老人则希望可以得到更好的医疗、养老等公共福利。

(3) 随着社区共管政策的施行, 不同核心利益主体的诉求也会有所变化。一般而言, 国家公园社区共管大致经历三个阶段, 即由排斥而引发利益冲突; 由谈判而达成共管机制; 由发展而演变相融共生^[38]。不同阶段的核心利益主体的诉求也会有所不同, 如在利益冲突阶段, 原住民的诉求仅仅是获得生计资本, 而在相容共生阶段, 原住民的诉求则会转变为获得更优的生活环境。

(4) 国家公园社区共管涉及众多利益主体, 本文在系统地界定识别利益相关者的基础之上选取原住民-国家公园管理机构这一对博弈主体进行演化博弈分析, 结合武夷山国家公园社区共管的实际情况进行探讨, 细化并解释了二者博弈的过程和机理, 得到了博弈均衡的实际条件。相关研究思路和方法将来可以推广至其他国家公园社区共管中。当然, 实际情况中各利益主体间均存在利益博弈的情况, 本文仅分析了原住民-国家公园管理机构这一对博弈主体。同时, 中国国家公园社区共管的实行模式和进展程度有所不同, 本文针对武夷山国家公园社区共管进行分析, 由于武夷山国家公园作为“世界双遗产地”, 其利益主体可能更加复杂, 同时其利益主体的利益诉求也可能更加多元, 因此, 本研究结论是否适用其他国家公园仍然需要更多实证佐证。

基于上述结论, 对武夷山国家公园社区共管提出如下建议:

(1) 建立动态社区共管利益共享机制。确保各利益相关者的合理诉求在社区共管中能够得到充分尊重, 减少利益矛盾和冲突。不断完善兼顾生态保护和社区发展目标的法律法规, 确保政策的持续性和稳定性, 同时要收集各利益方反馈, 及时调整和优化政策, 确保其有效性和可操作性; 确保信息公开透明, 增强社区共管决策的公正性和可接受性。定期召开多方会议、设立联络小组等方式, 确保各利益相关者之间的信息畅通, 及时了解 and 回应各方诉求。

(2) 完善参与奖励机制。本文构建的演化博弈模型中, 原住民是否选择参与社区共管主要取决于国家公园管理机构提供的额外福利奖励, 因此应着力构建更为完善的参与奖励机制, 为参与到社区共管中的原住民

提供更高的福利,提高原住民参与社区共管的积极性。

(3) 建立利益主体协同机制。本文构建的演化博弈模型中,国家公园管理机构是否选择帮助原住民主要取决于成本,因此可以通过构建利益主体协同机制,协同其他利益主体以降低国家公园管理机构的成本。例如,针对居民参与共同管理的知识与能力较弱的情况,国家公园管理机构要协同当地政府与环保公益组织或志愿者,培训当地居民,增强该利益主体与社区共管和其他利益主体之间的联系,引导原住民积极参与到社区共管工作之中,为国家公园管理机构节省成本,使其更倾向于选择帮助策略。

4 结论

(1) 国家公园社区共管利益主体可以分为核心型、蛰伏型和边缘型三类,国家公园管理机构、原住民、当地政府和村委会属于核心利益主体;合作社或家庭农场或家庭林场属于蛰伏型利益主体;环保公益组织或志愿者、科研机构或科技工作者、旅游公司或其他企业、社会公众、大众媒体和旅游者属于边缘型利益主体。其中核心利益主体与国家公园社区共管联系最为密切,对社区共管的影响最大。国家公园管理机构的首要诉求是保护好国家公园的自然资源、生态系统与文化传统;原住民的首要诉求是可以获得经济收入以维持生计;当地政府的首要诉求是当地经济得到发展;村委会的首要诉求是当地社区居民的生活状况可以得到改善与提升。

(2) 博弈双方的策略选择会随着成本与效益的变化而动态变化,且达到均衡点后仍可能继续发生变化。假定原住民的理论最优选择是参与,国家公园管理机构的理论最优选择是帮助,那么若双方都不是理论最优选择,即局部稳定点为 A(不参与,不帮助),那么通过改变双方的成本与收益来使得局部均衡点转向 D(参与,帮助)是较为困难的。若双方有一方为非最优选择,另一方为最优选择,即局部均衡点为 B(不参与,帮助)或 C(参与,不帮助),最终也会因为成本和效益的冲突与矛盾导致局部均衡点趋向稳定于点 A(不参与,不帮助)。

(3) 原住民的策略选择主要受到收益的影响,国家公园管理机构的策略则主要受到成本的影响,若想使武夷山国家公园社区共管博弈系统的博弈双方达到策略 D(参与,帮助)的稳定状态,国家公园管理机构每年为每个参与到社区共管中原住民提供的额外福利收益必须大于 1.62 万元,且国家公园管理机构不帮助原住民进行社区共管时损失的生态效益必须大于 206.86 万元。

参考文献(References):

- [1] 国家林草局. 以国家公园为主体的自然保护地体系建设成效显著. 人民网. (2024).
- [2] 张玉钧,张海霞,李燕琴,安黎哲,唐小平,王忠君,张婧雅. 中国国家公园建设发展报告(2022). 北京: 社会科学文献出版社,2022.
- [3] 张丽荣,孟锐,潘哲,郑姚闽,曾维华. 生态保护地空间重叠与发展冲突问题研究. 生态学报,2019,39(4): 1351-1360.
- [4] 王应临,张玉钧. 基于文献调研的中国自然保护地社区保护冲突类型及热点研究. 风景园林,2019(11): 75-79.
- [5] 段占梓. 黑河湿地自然保护区社区共管体系构建研究[D]. 兰州: 兰州大学,2018.
- [6] 高燕,邓毅,张浩,王建英,梁滨. 境外国家公园社区管理冲突: 表现、溯源及启示. 旅游学刊,2017,32(1): 111-122.
- [7] 高媛,彭蓉,赵明,张宜佳,赵依丹,孙道千. 国家公园社区协调发展机制研究——以拟设立的内蒙古呼伦贝尔国家公园为例. 北京林业大学学报: 社会科学版,2021,20(2): 20-27.
- [8] 何思源,魏钰,苏杨,闵庆文. 保障国家公园体制试点区社区居民利益分享的公平与可持续性——基于社会-生态系统意义认知的研究. 生态学报,2020,40(7): 2450-2462.
- [9] 李惠梅,王诗涵,李荣杰,任明迅. 国家公园建设的社区参与现状——以三江源国家公园为例. 热带生物学报,2022,13(2): 185-194.
- [10] 黄宝荣,王毅,苏利阳,张丛林,程多威,孙晶,何思源. 我国国家公园体制试点的进展、问题与对策建议. 中国科学院院刊,2018,33(1): 76-85.
- [11] 陶俊生,袁志雄. 我国国家公园建设实践及理论思考. 中国环境管理干部学院学报,2016,26(6): 35-37,42.
- [12] 弗里曼,R.E. 战略管理:一种利益相关者的方法. 王彦华,梁豪,译. 上海: 上海译文出版社. ISBN7532740978. 2006.
- [13] 杨金娜,尚琴琴,张玉钧. 我国国家公园建设的社区参与机制研究. 世界林业研究,2018,31(4): 76-80.
- [14] 张引,庄优波,杨锐. 世界自然保护地社区共管典型模式研究. 风景园林,2020,27(3): 18-23.

- [15] 万建华. 利益相关者管理. 深圳: 海天出版社, 1998.
- [16] 陈宏辉, 贾生华. 企业利益相关者三维分类的实证分析. 经济研究, 2004, 39(4): 80-90.
- [17] 曹辉, 曹爱红, 吴慧珍, 张静娴, 闫淑君. 多元、均衡与奖惩: 武夷山国家公园利益相关者的演化博弈分析. 生态经济, 2023, 39(3): 129-139.
- [18] 祁新华, 叶士琳, 程煜, 林荣平. 生态脆弱区贫困与生态环境的博弈分析. 生态学报, 2013, 33(19): 6411-6417.
- [19] 李琼, 王磊. 制造业与物流业联动各方在信息协同中的演化博弈分析. 系统工程, 2024, 42(5): 52-64.
- [20] 李艳梅, 杨冲, 任恒君, 牛丹丹. 可再生能源投资的政企随机演化博弈研究——基于动态碳价视角. 中国环境科学, 2024, 44(1): 567-580.
- [21] 徐宁蔚, 李玉臻. 国家公园构建过程中的演化博弈分析——基于公共价值视角. 林业经济, 2018, 40(4): 10-16+32.
- [22] 杨光明, 杨航, 时岩钧, 张皞. 基于演化博弈的三峡国家公园发展路径研究. 林业经济, 2019, 41(6): 40-46.
- [23] 张文杰. 生态脆弱区旅游核心利益相关者利益博弈及协调机制研究——以肃南马蹄藏族乡为例[D]. 兰州: 西北师范大学, 2022.
- [24] 谭盼. 基于成本效益分析的人与野生动物冲突相关方综合均衡及其实现策略研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2020.
- [25] 蒋璐韩, 程煜, 魏思荟, 石飞宏, 祁新华. 武夷山国家公园野生动物价值的公众感知及协同机制. 福建师范大学学报: 自然科学版, 2024, 40(4): 128-139.
- [26] 南平市统计局. 2023 年南平市国民经济和社会发展统计公报. (2024-03-25).
- [27] 南平统计年鉴编辑委员会. 南平统计年鉴——2023. 南平: 南平统计年鉴编辑委员会.
- [28] Sirgy M. Measuring corporate performance by building on the stakeholders model of business ethics. Journal of Business Ethics, 2002, 35: 143-162.
- [29] Mitchell R K, Agle B R, Wood D J. Toward a theory of stakeholder identification and salience: defining the principle of who and what really counts. Academy of Management Review, 1997, 22(4): 853-886.
- [30] Friedman D. Evolutionary games in economics. Econometrica, 1991, 59(3): 637.
- [31] 国家林业和草原局. 国家公园管理暂行办法. (2022-06-01) [2024-05-05].
- [32] 国家发展和改革委员会. 国家公园体制试点进展情况之六——武夷山国家公园. (2021-04-23) [2024-10-16].
- [33] 林希捷, 郑伯铭, 祁新华. 生态文明视角下野生动物肇事补偿机制研究——基于 NVivo 的质性文本分析. 福建师范大学学报: 自然科学版, 2023, 39(4): 29-37, 88.
- [34] 陈哲璐, 程煜, 周美玲, 徐玲琳, 祁新华. 国家公园原住民对野生动物肇事的认知、意愿及其影响因素——以武夷山国家公园为例. 生态学报, 2022, 42(7): 2698-2707.
- [35] 张引, 杨锐. 中国国家公园社区共管机制构建框架研究. 中国园林, 2021, 37(11): 98-103.
- [36] Shibish L A, The Evolution of Joint Management in Western Australia Parks and the Indigenous Tourism Nexus. Perth: Cowan University, 2015, 55.
- [37] Sen S, Raakjaer Nielsen J. Fisheries co-management: a comparative analysis. Marine Policy, 1996, 20(5): 405-418.
- [38] 李锋. 国家公园社区共管的体系建构与模式选择——基于多维价值之考量. 海南师范大学学报: 社会科学版, 2022, 35(1): 102-111.