

DOI: 10.5846/stxb202011102892

罗红,陈磊,姜运力,李从瑞,周凤娇,吴建普.自然保护地整合优化的景观格局变化分析——以贵州省思南县为例.生态学报,2021,41(20): 8076-8086.

Luo H, Chen L, Jiang Y L, Li C R, Zhou F J, Wu J P. Landscape pattern changes and analysis for the integration and optimization of natural protected areas: A case study on Sinan County of Guizhou Province. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(20): 8076-8086.

自然保护地整合优化的景观格局变化分析 ——以贵州省思南县为例

罗 红¹, 陈 磊², 姜运力¹, 李从瑞¹, 周凤娇¹, 吴建普^{1,*}

¹ 贵州省林业科学研究院, 贵阳 550005

² 思南县林业局, 铜仁 565100

摘要:自然保护地整合优化是我国重构自然保护地体系、衔接三条控制线划定、完善国土空间规划的重要举措。利用自然保护地整合优化成果、国土三调数据,综合运用 GIS 空间分析、景观格局指数和保护地边界分析法,对贵州思南县自然保护地整合优化各阶段景观格局的变化特征及其合理性进行了分析。结果表明:(1)整合优化后土地利用/覆盖组成变化显著,耕地、建设用地显著减少,优势景观林地面积增加。(2)整合优化后,思南县自然保护地景观异质性降低、优势度增强、破碎度增加。(3)各斑块类型的复杂性和异质性降低,林地优势度增强,但耕地、园地的破碎度增加,整合优化未造成优势景观的破碎化。(4)整合优化后,自然保护地边界复杂度显著提高,自然保护区、地质公园变化最明显,将给自然保护地勘界定桩增加难度。(5)耕地、建设用地、林地变化是思南县自然保护地景观格局变化的主要因素,耕地、建设用地主要作为矛盾调出自然保护地,而林地则主要作为破碎化斑块伴随矛盾一并调出。本研究自然保护地整合优化方案围绕矛盾和问题开展调整,所反映的景观格局变化,与整合优化调整规则限定的内容相适应,整合优化方案总体可行、合理。由于存在的破碎化、边界复杂化、区域分离等问题,在整合优化过程中应进一步优化调整规则,统一数据精度,尽量避免此类问题的产生。景观格局指数变化所反馈的信息可为自然保护地整合优化的科学开展及其成果的合理性评价提供一定参考,引入成果评估机制对自然保护地整合优化工作具有重要意义。

关键词:自然保护地;整合优化;景观格局;破碎化;异质性;复杂性

Landscape pattern changes and analysis for the integration and optimization of natural protected areas: A case study on Sinan County of Guizhou Province

LUO Hong¹, CHEN Lei², JIANG Yunli¹, LI Congrui¹, ZHOU Fengjiao¹, WU Jianpu^{1,*}

¹ Guizhou Academy of Forestry, Guiyang 550005, China

² Sinan County Forestry Bureau, Tongren 565100, China

Abstract: The integration and optimization of natural protected areas (IONPA) is a significant way to reconstruct the system of natural protected areas, connect the delimitation of three control lines, and improve the project of land spatial plans in China. In this paper, while using the result of IONPA and the data of the third national land survey, we analyzed the pattern of variations and rationalities of the landscape in each stage following the practice of IONPA in Sinan County, Guizhou Province, with the methods of GIS spatial distribution, landscape pattern index, and boundary analysis. The results showed that after IONPA, (1) the composition of land use/cover varied significantly, the area of cultivated land and construction land decreased dramatically, and the area of forest land from the dominant landscape increased relatively. (2) The landscape heterogeneity decreased, but both the dominance and the fragmentation increased in the natural protected

基金项目:思南县自然保护地整合优化项目

收稿日期:2020-11-10; 采用日期:2021-08-05

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: 289449697@qq.com

areas in Sinan County. (3) The complexity and heterogeneity of each patch type decreased, but the dominance of forest land increased, while the fragmentation for the cultivated land and garden land increased. The IONPA did not fragment the dominant landscape. (4) The boundary complexity of the natural protected areas increased significantly, where the nature reserve and geopark varied the most, which would increase the difficulties of delimiting and staking the boundaries. (5) The changes of the cultivated land, construction land and forest land were the main factors attributed to the variations of landscape pattern in Sinan County. The cultivated land and construction land were suggested to move out from the natural protected areas mainly due to conservation conflicts, while the forest land was also suggested to move out mainly as fragmented patches along with conflicts. In this study, the scheme of IONPA was adjusted focused on resolving the contradictions and problems, therefore, the changes of landscape pattern reflected from the practice in this study were consistent with the specific contents of the adjustment rules of IONPA. In general, the scheme of IONPA in this study was feasible and reasonable. However, there are still some problems like fragmentation, boundary complexity and regional separation, which remind us to avoid the above-mentioned problems, and meanwhile, to further optimize the adjustment rules of IONPA and to unify the accuracies of all data in the future. The information coming from the changes of landscape pattern indexes can provide a certain reference to conduct IONPA scientifically and to assess the result rationally. Additionally, introduction of the achievement evaluation mechanism to IONPA was significantly important.

Key Words: natural protected areas; integration and optimization; landscape pattern; fragmentation; heterogeneity; complexity

自然保护地整合优化是我国建立科学合理的自然保护地体系的重要举措之一,主要通过整合、归并、优化、转化、补缺等任务解决自然保护地交叉重叠、多头管理、生态系统破碎、区划不合理等问题^[1]。我国自然保护地包括国家公园、自然保护区、自然公园 3 大类^[2-3],总面积约占陆地国土面积的 18%,其中国家级自然保护地近 3000 处^[4]。由于类型、数量多,管理部门及制度、标准、规范等不同,造成了管理措施混杂、“过度保护”和“过度利用”并存的现象^[5],保护地范围交叉重叠、自然生态区域被人为割裂,保护不足或保护过度、保护与发展不协调等多种矛盾并存^[6]。建立全国层面的自然保护地体系,建立精简、高效、统一的管理体制并保护区域生态系统的完整性,是解决自然保护地系列问题的方向^[4]。基于自然保护地现存的问题,迫切需要对自然保护区范围及功能分区进行优化调整,同时对各类自然保护地进行整合优化。2019 年,中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》^[7],标志着我国自然保护地进入全了面深化改革的新阶段,中国正在快速推进自然保护地体系重构^[1]。而《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》^[8]的印发,则进一步推动了自然保护地内永久基本农田、城镇开发区及其边界的调整。2020 年 2 月,自然资源部国家林业和草原局下发了《关于做好自然保护区范围及功能分区优化调整前期有关工作的函》,由此全国各地自然保护地整合优化工作陆续启动。

自然保护地是景观格局研究的重要研究对象^[9],通过研究其景观结构、景观格局变化及原因,可有效分析自然保护地的保护成效^[10]、人为干扰影响^[11],指导其科学管理和保护^[12],并借助景观指数来反映研究区景观格局现状及变化情况^[13-14],对景观格局进行定量分析^[15-16]。庐山风景名胜区曾通过景观指数分析发现景区景观多样性下降、景观生态安全格局面临危机^[17]。张家界森林公园也曾通过景观格局变化分析发现在 1990—2000 年间景区景观格局结构基本稳定,景区执行了一系列生态恢复政策^[18]。黎聪等研究中衡水湖国家级自然保护区随着保护力度加大,湿地逐步恢复,景观破碎化程度降低^[19]。若尔盖湿地国家级自然保护区的保护管理则减缓了边界范围内景观破碎化趋势^[10]。张宏静等研究指出随着保护区成立,管理和保护力度加大,黑龙江老爷岭东北虎国家级自然保护区内的林地得到了一定程度恢复,景观破碎化程度得到了有效改善^[20]。整合优化改变了自然保护地的范围和土地组成,使自然保护地范围内的景观格局发生了变化,这种调整不应应对自然保护地破碎化程度、景观结构、景观异质性、保护区管理等方面起负作用,整合优化成果在景观

格局方面如何变化仍有待有研究。运用景观生态学景观指数分析自然保护地整合优化所产生的景观格局变化,是试图对自然保护地整合优化成果、调整规则进行评价的一种探索,探索整合优化对自然保护地完整性、连通性的影响,对科学评估、及时调整“整合优化”规则、确保建立切实有效的自然保护地体系具有一定指导意义和参考价值。

1 研究区域概况

思南县位于贵州省东北部,地处武陵山腹地,乌江流域的中心地带,地理坐标为 $107^{\circ}52'—108^{\circ}28'E$, $27^{\circ}32'—28^{\circ}10'N$,属中亚热带季风湿润气候,年平均温度 $17.3^{\circ}C$,全县呈东南和西北边缘高、中部乌江河谷低的“V”字型基本轮廓,最高海拔 1481 m,最低海拔 388 m,境内峰丛山地、缓丘谷地、河谷、石林等多种地貌形态,全县总面积 2230.50 km^2 ,辖 6 个不同类型的自然保护地 6 个,其中国家级 3 个、省级 3 个,自然保护地批复总面积 408.88 km^2 ,由于多个自然保护地之间存在交叉重叠(图 1),实际自然保护地总面积 338.61 km^2 。思南县 6 个自然保护地分别为:贵州思南乌江喀斯特国家地质公园(地质公园);思南县龙底江河流黄颡鱼、大口鲶国家级水产种质资源保护区(水产保护区);贵州思南白鹭湖国家湿地公园(湿地公园);思南县四野屯省级自然保护区(自然保护区);思南万圣山省级森林公园(森林公园),思南乌江白鹭洲省级风景名胜区(风景名胜区)。

思南县自然保护地整合优化先后经历 3 个阶段:(1)整合归并,解决保护地之间的交叉重叠、区划不合理问题,风景名胜区整合归并到其他自然保护地中,各保护地边界根据交叉重叠情况重新划定;(2)优化调整,解决自然保护地的错误区划和矛盾问题,将符合调整规则的矛盾区域调出自然保护地范围;(3)新增补划,增加具备保护价值而未纳入自然保护地范围的地块,以保障县域自然保护地面积不减少。

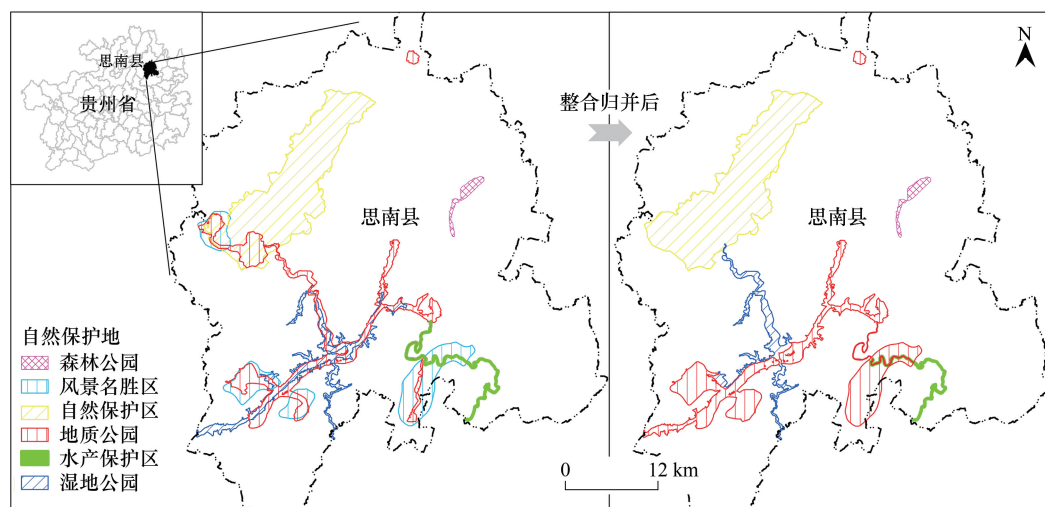


图 1 研究区地理位置

Fig.1 Location of the study area

2 研究方法

2.1 数据来源与处理

自然保护地数据来源于贵州省思南县自然保护地整合优化工作初步成果,包括各自然保护地原始范围、整合归并后范围、优化调整后范围、新增补划后范围数据,土地利用/覆盖数据来源于思南县第三次全国土地调查(国土三调)初步成果数据,均以 Personal Database 形式存储。利用 ArcGIS10.5 提取自然保护地范围内不同工作阶段的国土三调数据,根据国土三调的土地利用/覆盖分类体系《土地利用现状分类 GB/T21010-

2017》^[21] 和实际利用情况将思南县自然保护地内的土地覆盖类型划分为 7 个一级景观类型:耕地、园地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地,和 15 个二级景观类型。所提取的土地利用/覆盖数据在 ArcGIS10.5 中转为 4m 分辨率的栅格文件格式,并在 Fragstats4.2.1 软件中进行景观指数计算。

2.2 景观格局指数

为了衡量自然保护地整合优化带来的景观格局变化,分别按照思南县自然保护地中的自然保护区、地质公园、森林公园、湿地公园、水产保护区范围,分不同阶段在景观、类型水平选取以下景观指数:斑块类型面积、斑块数量、斑块密度、平均斑块面积、边缘密度指数、景观形状指数、连接度指数、聚合度指数和 Shannon 多样性指数(Shannon's Diversity Index, SHDI),分析自然保护地景观优势度、破碎化、异质性等变化,所有指数单位与 Fragstats 软件一致。

2.3 自然保护地边界变化指数

为了衡量整合优化带来的自然保护地边界变化情况,将整个思南县自然保护地及各自然保护地分别视为独立系统或单一类型斑块,如自然保护区按一个斑块类型进行景观指数计算,参照景观指数的计算方法,计算以下几个指数:独立区域数量、边界周长、边界密度指数、保护地形状指数、平均孤岛面积,指数单位与 Fragstats 软件中对应指数单位一致。

3 结果与分析

3.1 整合优化后自然保护地土地利用/覆盖变化

由图 2 和表 1 可知,思南县原自然保护地范围内优势景观类型为林地,其次为耕地、水域。整合优化后,思南县自然保护地内土地利用/覆盖发生了显著变化,除林地面积增加 14.36 km²(增幅 7.8%)外,其他土地利用类型面积均减少,建设用地、未利用地、耕地、园地减幅较大。其中:建设用地减幅最大(-57.0%),减少 9.25 km²;耕地面积减少最多(-35.36 km²),减幅 39.9%;园地面积减少 4.82 km²,减少 42.4%;未利用地面积减少 0.11 km²,减少 55.0%;草地面积减少 0.07 km²,减少 24.1%;水域减少幅度最小,减少 0.52 km²,减幅 1.7%。

从图 2 和表 1 中可知,整合优化后,受干扰程度较少的林地、水域所占比例提高,受干扰程度较高、矛盾和问题集中的建设用地、耕地、园地占比降低,优化调整阶段导致土地利用覆盖面积减少,新增补划使优势景观林地面积增加,且面积占比不断提高。表明整合优化以调出矛盾和问题集中地类为主,并增强了优势景观的占比,与自然保护地整合优化目的“强化保护,解决矛盾和历史问题”相符合。

表 1 思南县自然保护地整合优化各阶段景观组成/km²

Table 1 The landscape composition for the integration and optimization of Sinan County's natural protected areas in each period

时期 Period	耕地 Cultivated land	园地 Orchard land	林地 Forest land	草地 Grassland	建设用地 Construction land	水域 Water body	未利用地 Unutilized land
原始状况 Original situation	88.61	11.36	184.19	0.29	16.24	33.67	0.20
优化调整后 After optimization	53.25	6.54	165.81	0.22	6.98	33.10	0.09
新增补划后 After addition	53.25	6.54	198.55	0.22	6.99	33.15	0.09

整合归并在县级角度与原始状况无差别,故表中未列

3.2 整合优化后自然保护地景观水平景观指数的变化

斑块密度(PD)、景观平均斑块面积(MPS)可综合反映景观总体破碎化程度,PD 越高、MPS 越小,破碎化程度越高。景观形状指数(LSI)、边缘密度指数(ED)可反映景观形状、边界的复杂程度,LSI、ED 越高,景观形状、边界越复杂。连接度指数(CONNECT)可反映景观、斑块之间的连接程度,值越高,连接程度越高。聚合度指数(AI)可反映景观要素空间配置特征,AI 越小,景观要素分布越离散。Shannon 多样性指数(SHDI)可反映

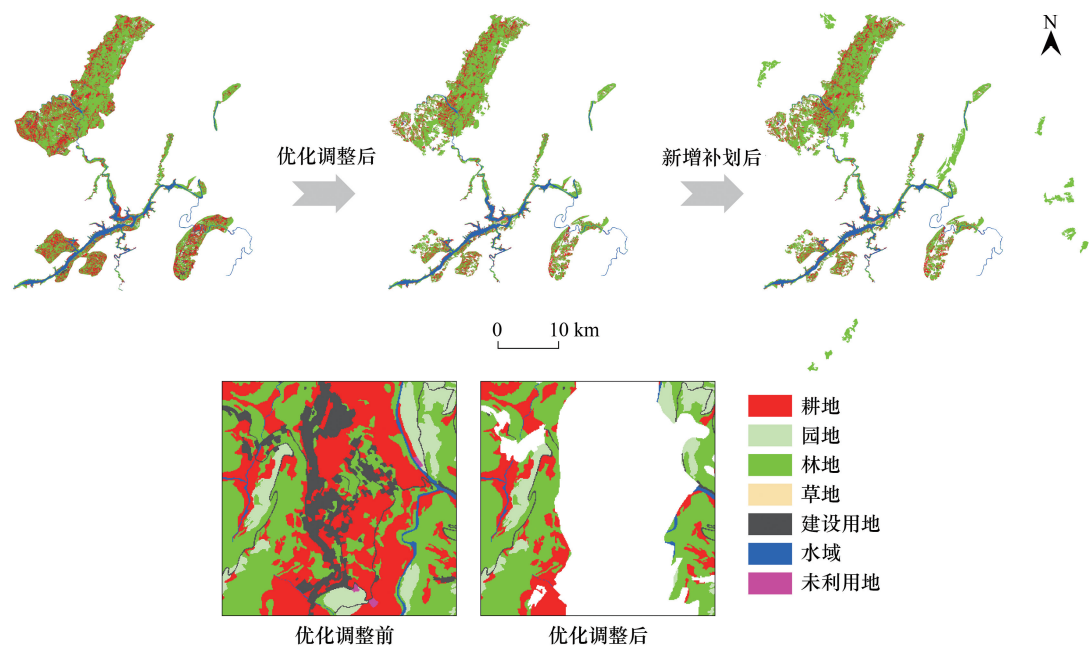


图 2 思南县自然保护地整合优化的土地利用/覆盖变化

Fig.2 The land use/cover change for the integration and optimization of Sinan County's natural protected areas

景观异质性和类型丰富度,SHDI 越小,景观异质性越小,景观类型越简单。

表 2 显示:思南县自然保护地在经过优化调整后斑块数量 (NP) 减少 6.4%,PD 增加 17.7%,MPS 缩小 15.0%,表明优化调整措施将部分斑块调出自然保护地后,留下更多细碎斑块,使景观水平上破碎化程度增加。而新增补划后 PD 降低 9.6%、MPS 升高 10.8%,表明新增纳入自然保护地的斑块平均面积大、破碎化程度低。经过优化调整、新增补划两阶段,LSI、ED 持续降低,表明景观形状复杂程度不断降低。CONNECT 在优化调整后稍有降低,表明优化调整削弱了景观连通性。SHDI 持续降低,AI 呈持续升高,表明两阶段工作使景观异质性不断降低、优势度不断增强,景观类型丰富度降低。综合来看:整合优化后景观水平上自然保护地破碎化程度增加,自然保护地经营管理难度将增大;但景观形状复杂度、景观异质性降低、优势度增强,表明景观主体优势增强、并未弱化和复杂化。

表 2 思南县自然保护地整合优化各阶段景观水平的景观指数

Table 2 The landscape-levels' index of each period for the integration and optimization of Sinan County's protected areas								
时期 Period	NP	PD	MPS	ED	LSI	CONNECT	AI	SHDI
原始状况 Original situation	25521	76.28	1.31	268.38	131.74	0.0139	94.48	1.18
优化调整后 After optimization	23876	89.76	1.11	221.22	118.04	0.0122	94.98	1.07
新增补划后 After addition	24242	81.13	1.23	197.65	116.62	0.0121	95.37	1.00

NP:斑块数量 Number of patches;PD:斑块密度 Patch density;MPS:平均斑块面积 Mean patch size;ED:边缘密度 Edge density;LSI:景观形状指数 Landscape shape index;CONNECT:连接度指数 Connectance index;AI:聚合度指数 Aggregation index;SHDI:Shannon 多样性指数 Shannon's diversity index

3.3 类型水平景观指数的变化

优化调整后:从图 3 可知,思南县自然保护地斑块类型水平上耕地和园地的 NP、PD 大幅增加,MPS 大幅降低,表明耕地、园地在优化调整后破碎化程度大幅增加,是前述 3.2 中景观破碎化的主要景观类型,其具体调整方式或规则上还有待改进。林地和水域 MPS 增加,其他地类均降低,表明林地、水域调出图斑以破碎化小斑块为主,调整合理,使林地、水域在景观中优势度增强,符合自然保护地保护生态的原则。各斑块类型

ED、LSI 均降低,表明优化调整并未造成各景观类型形状复杂化,而是使各景观类型异质性降低,保障了各景观类型的功能发挥。林地、水域在调整后 CONNECT 提高,而耕地的大幅降低,表明优化调整增强了自然景观(林地、水域)的连接性,其连通性未削弱,结合前述 3.2 景观水平连接度降低分析,景观水平连接度降低主要由耕地景观调出引起,与其在自然保护地内分布广、调出面积大、调出数量多有关,优化调整符合“保持自然生态系统完整性和生态廊道连通性”的原则。未利用地 CONNECT 变幅最大,与该景观类型斑块数量少、面积小、剩余斑块相对集中有关。

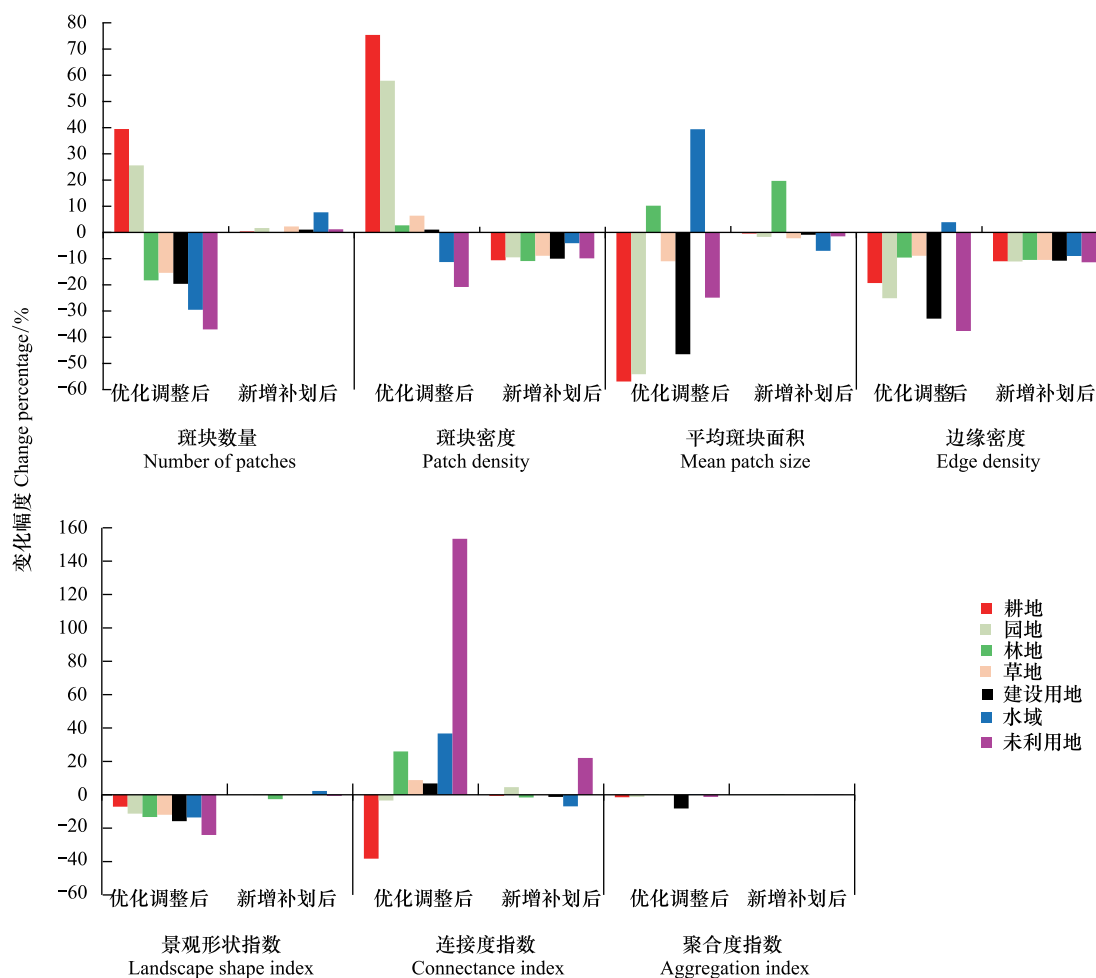


图3 思南县自然保护地整合优化各阶段类型水平景观指数变幅

Fig.3 The class-levels' index of each period for the integration and optimization of Sinan County's natural protected areas

NP:斑块数量 Number of patches;PD:斑块密度 Patch density;MPS:平均斑块面积 Mean patch size;ED:边缘密度 Edge density;LSI:景观形状指数 Landscape shape index;CONNECT:连接度指数 Connectance index;AI:聚合度指数 Aggregation index

新增补划后:图3中,各景观类型PD均降低,仅林地MPS大幅升高,表明新增补划未造成各景观类型的破碎化,新纳入自然保护地的林地平均斑块面积大,与整合优化“应划尽划、应保尽保”的基本原则一致。各斑块类型ED均降低,LSI变幅小,仅林地LSI小幅降低、斑块形状趋于简化,表明新增补划未造成优势景观形状复杂化,有助于增强林地景观优势度、降低其异质性,新增林地斑块景观分析上合适。综合来看:新增补划未造成景观破碎度增加,并降低了优势景观异质性和复杂性、增加了主体景观优势度,表明新增补划工作可行合理。

3.4 自然保护地边界变化

据表3,优化调整后,思南县自然保护地由3个独立区域变为91个,多个独立区域形成,平均孤岛面积显

著减小;保护地边界周长、边界密度、形状指数优化调整后分别增加 182%、259%、212%,且新增补划后变幅小,表明优化调整后保护地形状、边界变得非常复杂,优化调整是边界变复杂的主要原因,该阶段调整措施还有待优化。

森林公园不涉及整合归并、风景名胜区完全整合到其他自然保护地中,其他自然保护地整合归并后:保护地形状指数]均降低,保护地边界总体形状趋于简单,表明整合归并未造成边界复杂化,且有所优化,整合归并方式可行。

优化调整后:水产保护区边界密度]和形状指数]基本无变化,地质公园、湿地公园、森林公园、自然保护区边界密度]分别升高 248.5%、28.2%、123.4%、653.3%,形状指数分别升高189.8%、18.9%、109.6%、558.4%,自然保护区边界变化最显著、最复杂,其次是地质公园、森林公园,湿地公园相对变化小。优化调整对水产保护区、湿地公园边界影响不大,对自然保护区和地质公园边界影响显著,表明优化调整主要集中在自然保护区和地质公园并造成其边界复杂化。

新增补划(只涉及森林公园)后,森林公园边界密度]和形状指数分别增加 42.9%、358.5%,表明森林公园新增补划后边界趋于复杂,其新增区域为多个大而形状更不规则的独立区域。

表 3 自然保护地边界变化
Table 3 The changement of natural protected areas' edge

保护地 Natural protected area	时期 Period	I_NP	B_TE	R_ED	R_LSI	I_MPS
思南县自然保护地 Natural protected areas of Sinan County	原始状况	3	515768	15.2	8.9	11287.0
	优化调整后	91	1454586	54.7	27.9	292.3
	新增补划后	132	2045949	64.0	35.7	242.0
自然保护区 Natural reserve	原始状况	1	94743	5.5	2.3	17390.2
	整合归并后	1	91270	5.1	2.2	17993.8
	优化调整后	24	558658	38.2	14.3	609.2
地质公园 Geo-park	原始状况	2	283238	29.2	9.1	4849.6
	整合归并后	3	271938	21.9	7.8	4131.2
	优化调整后	67	681735	76.5	22.6	133.1
湿地公园 Wetland park	原始状况	1	229568	53.9	11.2	4256.0
	整合归并后	1	156197	59.1	9.6	2644.8
	优化调整后	1	173420	75.7	11.5	2289.9
水产保护区 Aquatic reserve	原始状况	1	78578	275.3	14.6	285.4
	整合归并后	1	54161	275.8	12.2	196.4
	优化调整后	1	54194	276.5	12.2	196.0
森林公园 Forest park	原始状况	1	21373	33.8	2.7	632.7
	优化调整后	6	43507	75.5	5.6	96.1
	新增补划后	46	637943	107.7	25.7	128.8

I_NP:独立区域数量 Isolate patch number;B_TE:边界周长 Boundary total edge;B_ED:边界密度指数 Boundary total edge;R_LSI:保护地形状指数 Reserve landscape shape index;I_MPS:平均孤岛面积 Isolate mean patch size

3.5 自然保护地景观格局变化的规则因素

自然保护地优化调整规则中一般控制区可调出自然保护地的内容包括城市建成区、镇村、基本农田、矿业权、集体人工商品林、自然保护地设立前存在的合法经济开发区、碎斑等内容。从表 4 可知,优化调整导致面积变化量最大的景观类型为耕地、林地、建设用地,变幅最大的景观类型为耕地、建设用地和未利用地上,而基本农田调整可导致耕地景观变化,城市建成区、镇村等调整可导致建设用地变化,集体人工商品林调整可导致林地变化。由于新增补划区域应具备保护价值,此类区域多为生态、自然景观,因而图 2 可看出,新增补划以林地为主导,林地作为新增补划区占明显优势,导致景观格局变化。

表4 整合优化各阶段变化最大的景观类型

Table 4 The maximal changing classes in each period for the integration and optimization

时期 Period		思南县 Sinan County	地质公园 Geo-park	自然保护区 Natural reserve	湿地公园 Wetland park	森林公园 Forest park	水产保护区 Aquatic reserve
优化调整后	面积变量最大的两类型	-A,-B	-A,-B	-A,-B	-A,-B	-A,-C	-B,-C
After optimization	面积变幅最大的两类型	-C,-D	-C,-A	-C,-D	-C,-D	-A,-C	-C,-B
新增补划后	面积变量最大的两类型	+B,+E	/	/	/	+B,+E	/
After addition	面积变幅最大的两类型	+B	/	/	/	+B	/

A:耕地 Cultivated land;B:林地 Forest land;C:建设用地 Construction land;D:未利用地 Unutilized Land;E:水域 Water body;“+、-”代表变化方向增加或减少,字母先后顺序代表绝对值高低排序,“/”代表不涉及变化

表5调出区域平均斑块面积小,景观水平指数与表2原始状况景观水平指数比较,PD、ED显著高于表2,MPS明显小于表2,表明调出区域破碎化、异质性程度高,景观格局中人为活动密集、干扰强烈区域的破碎化程度高,属于矛盾、问题集中区,符合解决“现实矛盾冲突和历史遗留问题”的目的。据表5,优化调整区域景观组成主要为耕地、林地、建设用地,斑块数量较多的二级景观类型分别为乔木林地、城镇住宅用地、水田、灌木林地、公路用地,其斑块密度、边缘密度、景观形状指数高于表中其他二级景观类型,表明主要调出的二级景观属于破碎化程度更高、形状更复杂的斑块,调出区域的景观格局与优化调整规则目标相适应。表6思南县上报的调整理由中,自然保护地矛盾主要集中在基本农田、村寨、道路和公用设施、人工集体商品林、拟建项目等方面,且以基本农田、村寨的面积、图斑数量最多,可对应表5中耕地、建设用地。由于表6人工集体商品林面积显著小于表5中林地、园地面积,可知林地、园地调出的原因除少量源于人工集体商品林外,“碎斑和调出后剩余图斑”应是表5中林地、园地调出的主要原因。表5中林地景观主体乔木林地和灌木林地的调出斑

表5 思南县自然保护地优化调整区域景观指数

Table 5 The landscape index for the integration and adjustment area of Sinan County's natural protected areas

一级类 Primary class	二级类 Second class	CA	NP	PD	TE	ED	LSI	MPS
耕地 Cultivated land	水田	3537.36	3834	55.90	2067844	301.49	113.15	0.923
	果园	481.94	565	8.24	281814	41.09	41.05	0.853
林地 Forest land	乔木林地	905.85	4738	69.08	966162	140.86	103.85	0.191
	竹林地	52.98	505	7.36	99346	14.48	37.87	0.105
	灌木林地	872.71	2722	39.69	775006	112.99	83.41	0.321
	其他林地	5.59	24	0.35	5356	0.78	6.87	0.233
草地 Grassland	其他草地	7.29	28	0.41	9606	1.40	9.89	0.261
建设用地 Construction land	物流仓储用地	1.50	16	0.23	2312	0.34	5.11	0.094
	工业用地	11.42	57	0.83	11350	1.65	10.78	0.203
	城镇住宅用地	577.96	4113	59.97	771268	112.45	93.79	0.141
	公用设施用地	35.80	144	2.10	30214	4.41	14.43	0.249
	特殊用地	6.30	5	0.07	4156	0.61	5.54	1.260
	公路用地	293.12	1534	22.37	1260288	183.75	196.30	0.191
水域 Water body	河流水面	56.26	936	13.65	162422	23.68	63.88	0.060
未利用地 Unutilized Land	空闲地	12.75	95	1.39	16312	2.38	13.15	0.134
调出区 Adjusted out of natural protected area		6858.85	19316	281.62	3231728	471.18	141.88	0.355

CA:斑块类型面积 Class area

表 6 思南县自然保护地调整理由
Table 6 The adjustment reasons for Sinan County's natural protected areas

调整理由 Adjustment reason	面积/hm ² Area	面积比例/% Area percentage	图斑数/n Patch number	图斑比例/% Patch number percentage	对应景观类型 Corresponding landscape class
基本农田 Prime farmland	4209.9	61.37	397	21.36	耕地
一般耕地 Common farmland	70.3	1.02	186	10.01	耕地
人工集体商品林 Artificial-collective-commercial forests	181.0	2.64	55	2.96	林地
村寨 Village	1348.9	19.66	335	18.02	建设用地
加工厂 Processing plant	0.3	0.00	1	0.05	建设用地
已建道路、公用设施等 Built roads, public facilities, etc.	140.6	2.05	90	4.84	建设用地
矿业权 Mineral right	176.0	2.57	16	0.86	—
拟建输电线路 Proposed transmission line	0.3	0.00	10	0.54	—
拟建水库 Proposed reservoir	30.6	0.45	3	0.16	—
拟建道路 Proposed road	31.3	0.46	2	0.11	—
碎斑和调出后剩余图斑 Fragmentized patches and residual patches after adjustment	670.5	9.77	764	41.10	—

“—”表示调整图斑对应多种景观类型,无法直接确认景观类型

块数量多、平均面积小、斑块密度大、边缘密度高、斑块形状指数高,表明调出斑块破碎化和异质性较高,与表 6 中大量细碎和调整后碎斑数量占比高、面积占比小的情况一致,除集体人工商品林以外的林地、园地调出,总体以碎斑形式调出,而非大斑块。综合表明:整合优化调整规则控制了景观格局变化,主要是耕地中水田、建设用地中城镇住宅用地及公路用地等斑块类型,均属于人类干扰活动强烈的斑块类型,伴随着这些矛盾的调整其周边大量的破碎化林地景观一并调出。

4 研究结论和讨论

4.1 研究结论

基于贵州思南县自然保护地整合优化工作,利用国土三调成果和整合优化成果数据库,采用 ArcGIS 软件和 Fragstats 软件对自然保护地土地利用覆盖、景观格局、景观指数、边界的变化进行分析,结论如下:

- (1) 思南县自然保护地整合优化后土地利用/覆盖组成显著变化,优化调整阶段耕地、建设用地面积显著减少,减幅大,新增补划阶段增加区域主要为优势景观林地。
- (2) 思南县自然保护地整合优化后景观异质性降低、优势度增强、破碎度增加,优化调整阶段、新增补划阶段表征异质性、优势度的边缘密度、景观形状指数、Shannon 多样性指数持续降低,聚合度指数持续升高,整合优化成果的破碎度增加主要源于优化调整阶段。
- (3) 优化调整阶段,耕地、园地的斑块密度和平均斑块面积均分别大幅增加和减小,导致破碎度增加;各斑块类型边缘密度、景观形状指数均降低,斑块异质性降低;林地和水域连接度指数升高,连接性增强,生态功能受影响较小。新增补划阶段,各斑块类型斑块密度、边缘密度均降低,林地平均斑块面积显著增加,林地优势度增加,各斑块类型的异质性和复杂性降低。优化调整、新增补划两阶段未造成优势景观林地的破碎化。
- (4) 整合优化后思南县自然保护地独立区域数量、边界周长、边界密度、形状指数均大幅增加,保护地边界形状复杂化,优化调整是造成自然保护地边界复杂、区域分离的主要阶段,并集中在地质公园和自然保护区,优化调整将大大增加自然保护地勘界定桩难度。
- (5) 思南县自然保护地整合优化过程中耕地、林地、建设用地面积变化大,由思南县自然保护地整合优化规则主导,分别占调出面积的 51.57%、26.78%、13.50%,景观格局的变化具体源于耕地中水田、建设用地中城

镇住宅用地及公路用地等斑块类型的变化,伴随此类矛盾调整其周边大量破碎化林地一并调出。

4.2 讨论

4.2.1 基于景观格局的整合优化合理性

自然保护地整合优化以解决“现实矛盾冲突和历史遗留问题”为目的,以“应划尽划、应保尽保”为原则,以保持生态系统完整性、连通性为前提,而自然保护地设立的目的则是保护生态环境。矛盾和问题一般集中在人为活动频繁的景观类型上,人类主导的活动对景观格局具有重大影响^[11, 22],张敏等研究中指出人口和社会经济发展是影响白洋淀景观格局变化的主要因素^[23],其驱动因素均来自于人类活动主导,如要将矛盾调出自然保护地范围,则变化的景观类型应以人为活动多的景观类型为主导;如要保持生态系统的完整性、连通性,则优势景观优势度、连通性不应明显下降;如要补充保护区域,则变化的景观类型应以生态景观类型(林地、草地、水域等)为主导。郭少壮^[24]等研究中曾指出人为活动的干扰表现为耕地和建设用地的增加,同时使优势景观林地的减少,表明矛盾增加、优势景观削弱,相反则矛盾减少、优势景观增强。本研究景观格局变化上,优化调整阶段减少的景观类型以耕地和建设用地为主,符合解决“现实矛盾冲突和历史遗留问题”的目的,同时优势景观林地的主体优势增强、连通性增强和异质性降低,表明在保持生态系统的完整性和连通性上优化调整措施可行;新增补划阶段,新增的景观类型为优势景观林地,属于生态景观,符合“应保尽保”、保护生态环境的原则和要求。综合来看,自然保护地整合优化方案总体可行、合理。

4.2.2 整合优化后的破碎化、异质性和复杂度

一般情况下,景观破碎化程度与空间异质性和复杂性的变化趋势一致^[25-26],如付刚等研究中北京市景观破碎化程度的增加、空间异质性增大表现为斑块数量增加、平均斑块面积减少、景观形状指数增加^[27]。本研究中景观水平破碎度增加的同时,景观异质性和复杂性降低,与固定区域时空关联的景观格局研究不同,本研究属范围变化的景观格局研究。从表5、图2可知调出区域集中在耕地和建设用地,景观格局上调出区域集中在破碎化、异质性高的人为活动密集区是合理的。但调整时边界的机械分割造成边缘斑块破碎,尤其是异质性较高、数量多、面积大的斑块类型耕地,进行了局部调出后(调整规则限定了耕地中只有基本农田可调整),剩余非基本农田则成为了边缘破碎化的主要来源,也是造成景观水平破碎化的主因,可见调整的具体规则还可进一步优化。由于部分调整依据如基本农田数据库、人工集体商品林数据库的调查精度和时效均较国土三调低,导致整合优化成果破碎化程度增加。调整规则可进一步优化,首先应完善统一基础数据库,如基本农田数据、人工集体商品林数据库均应统一到国土三调数据库中,完善国土资源“一张图”;如暂时不能实现,调整时则应根据所涉斑块情况整体调出或不调出,而非机械分割,例如有些耕地斑块中基本农田面积占比高时,则所属耕地斑块整体调出,可避免一定的边缘破碎化。

4.2.3 自然保护地边界复杂度的衡量

自然保护地整合优化后,形成了新边界,即将开展勘界定标^[28]。从思南县保护地边界变化情况来看,其边界周长、自然保护地形状、边界密度的复杂度显著增加,尤以自然保护区、地质公园、森林公园边界变化显著,这将给下一步自然保护地的勘界定标增加难度。这种情况源于调整规则所限定的调出景观如耕地、建设用地等本身属于破碎化、异质性高、边界复杂的斑块有关,则相反剩下区域所形成新的自然保护地边界也同样复杂。在自然保护地整合优化中多位学者对保护地边界的划定提出了宏观或政策上的意见^[29-30],但实际工作中仍缺乏定量的评价指标,尚无学者对自然保护地边界复杂度展开衡量。本研究尝试参考景观指数构建用以评价自然保护地边界变化的指数,其指数所反映的边界复杂化可由形成原因解释,并可量化衡量,可为自然保护地整合优化后边界变化的合理性评价提供一定参考。

4.2.4 优化调整的规则合理性

思南县自然保护地调整理由集中在基本农田、村寨、道路和公用设施等方面,均属于人为活动频繁区,属于人类活动与自然保护地之间的矛盾,景观格局上耕地、建设用地为主要减少的景观类型,表明调整规则符合解决“现实矛盾冲突和历史遗留问题”的目的。思南县优化调整区域属于人口稠密、耕地密集农村居民生

活区。村寨、农田、道路均为农村基本生活场所,具有一定人类生活史,早于自然保护区建立,但受到各自然保护区管理条例等的限制,该区人们生产生活受到影响,形成了矛盾集中区,故调整规则也围绕亟需解决的问题产生,限定可开展基本农田、镇村、人工集体商品林调整等,表明调整规则的设定是合理的。由于景观水平上破碎化增加、自然保护区边界复杂化,管理和勘界定标难度增加,调整的具体规则还可进一步优化。

参考文献(References):

- [1] 唐芳林,吕雪蕾,蔡芳,孙鸿雁,罗伟雄.自然保护区整合优化方案思考.风景园林,2020,27(3):8-13.
- [2] 唐小平,蒋亚芳,刘增力,陈君帆,梁兵宽,蔺琛.中国自然保护区体系的顶层设计.林业资源管理,2019,(3):1-7.
- [3] 吕忠梅.以国家公园为主体的自然保护区体系立法思考.生物多样性,2019,27(2):128-136.
- [4] 钟林生,邓羽,陈田,田长栋.新地域空间——国家公园体制构建方案讨论.中国科学院院刊,2016,31(1):126-133.
- [5] 朱春全.关于建立国家公园体制的思考.生物多样性,2014,22(4):418-420.
- [6] 蒋明康,王智,朱广庆,陶思明,周海丽.基于IUCN保护区分类系统的中国自然保护区分类标准研究.农村生态环境,2004,20(2):1-6,11-11.
- [7] 新华社.中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于建立以国家公园为主体的自然保护区体系的指导意见》.(2019-06-26).http://www.gov.cn/zhengce/2019-06/26/content_5403497.htm.
- [8] 新华社.中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》.(2019-11-01).http://www.gov.cn/zhengce/2019-11/01/content_5447654.htm.
- [9] 刘颂,郭菲菲,李倩.我国景观格局研究进展及发展趋势.东北农业大学学报,2010,41(6):144-152.
- [10] 左丹丹,罗鹏,杨浩,牟成香,李月蛟,莫利,李婷,罗川,李红林,吴素娟.保护地空间邻近效应和保护成效评估——以若尔盖湿地国家级自然保护区为例.应用与环境生物学报,2019,25(4):854-861.
- [11] 王耕,常畅,韩冬雪,白天骄.老铁山自然保护区景观格局与生境质量时空变化.生态学报,2020,40(6):1910-1922.
- [12] 杨国靖,肖笃宁.森林景观格局分析及破碎化评价——以祁连山水西自然保护区为例.生态学报,2003,22(5):56-61.
- [13] 胡欣欣.龙栖山国家级自然保护区森林景观格局分析及其生态评价[D].福州:福建农林大学,2009.
- [14] Dadashpoor H, Azizi P, Moghadasi M. Land use change, urbanization, and change in landscape pattern in a metropolitan area. Science of the Total Environment, 2019, 655:707-719.
- [15] 廖芳均,赵东升.南岭国家级自然保护区森林景观格局变化与动态模拟.地理科学,2014,34(9):1099-1107.
- [16] Kupfer J A. Landscape ecology and biogeography: Rethinking landscape metrics in a post-FRAGSTATS landscape. Progress in Physical Geography, 2012, 36(3):400-420.
- [17] 胡海胜,魏美才,唐继刚,张福庆,郑艳萍.庐山风景名胜景区景观格局动态及其模拟.生态学报,2007,27(11):4696-4706.
- [18] 阳柏苏,郑华,尹刚强,赵同谦,何平,欧阳志云.张家界森林公园景观格局变化分析.林业科学,2006,42(7):11-15.
- [19] 黎聪,李晓文,郑钰,宋晓龙,曾桢.衡水湖国家级自然保护区湿地景观格局演变分析.资源科学,2008,30(10):1571-1578.
- [20] 张宏静,靳勇超,窦红亮,陈旭升,李义,朱洪强.黑龙江老爷岭东北虎国家级自然保护区土地利用与景观格局变化研究.野生动物学报,2021,42(2):479-486.
- [21] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T 21010—2017 土地利用现状分类.北京:中国标准出版社,2017.
- [22] 赵丽红.南昌市景观格局时空变化及其驱动力研究[D].南昌:江西农业大学,2016.
- [23] 张敏,宫兆宁,赵文吉,阿多.近30年来白洋淀湿地景观格局变化及其驱动机制.生态学报,2016,36(15):4780-4791.
- [24] 郭少壮,白红英,孟清,赵婷,黄晓月,齐贵增.秦岭地区林地与草地景观格局变化及其驱动因素.生态学报,2020,40(1):130-140.
- [25] Jaeger J A G. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. Landscape Ecology, 2000, 15(2):115-130.
- [26] 廖芳均,赵东升.南岭国家级自然保护区森林景观格局变化与动态模拟.地理科学,2014,34(9):1099—1107.
- [27] 付刚,肖能文,乔梦萍,齐月,闫冰,刘高慧,高晓奇,李俊生.北京市近二十年景观破碎化格局的时空变化.生态学报,2017,37(8):2551-2562.
- [28] 国家林业和草原局.自然保护区等自然保护区勘界立标工作规范.北京:国家林业和草原局办公室,2019.
- [29] 刘增力,孙乔响,曹赫,涂翔宇.基于自然保护区整合优化的国家公园边界探讨——以拟建青海湖国家公园为例.风景园林,2020,27(3):29-34.
- [30] 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.