

# 浏阳市自然保护地整合优化前后土地利用及景观格局变化分析

韦志飞<sup>1</sup>, 曹慧<sup>2</sup> (1.湖南省国土资源规划院, 湖南长沙 410007; 2.湖南地科院规划设计有限公司, 湖南长沙 410007)

**摘要** 以浏阳市自然保护地整合优化成果和国土三调成果数据为基础, 采用景观格局指数分析法, 分析研究区自然保护地整合优化前后土地利用及景观格局变化特征。结果表明, 整合优化后自然保护地内土地利用类型组成变化显著, 林地面积增幅最大, 其他土地利用类型面积均减少, 其中耕地和建设用地面积减幅较大。景观尺度水平下景观的破碎化程度、形状及边界复杂度、异质性和类型丰富度均降低, 其聚集度、优势度及连通性增强。斑块类型水平下林地、水域、草地及园地的破碎化程度减轻; 除林地的景观形状更加复杂外, 其他景观的形状、边界复杂程度均降低; 林地、水域、草地和建设用地的聚集度和连通性增强, 耕地的优势度和连通性降低, 园地的连通性增强、聚集度下降。

**关键词** 自然保护地; 整合优化; 土地利用; 景观格局; 浏阳市

**中图分类号** F301.2; P901 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2022)23-0051-03

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.23.015



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Analysis of Land Use and Landscape Pattern Changes before and after Integration and Optimization of Nature Protected Areas in Liuyang City

WEI Zhi-fei<sup>1</sup>, CAO Hui<sup>2</sup> (1. Hunan Planning Institute of Land and Resources, Changsha, Hunan 410007; 2. Hunan Academy of Geosciences Planning and Design Co., Ltd., Changsha, Hunan 410007)

**Abstract** Based on the results of the integration and optimization of natural protected areas and the data of the third national land survey in Liuyang City, the landscape pattern index analysis method was used to analyze the changes of land use and landscape pattern before and after the integration and optimization of natural protected areas in the study area. The results showed that after the integration and optimization, the composition of the land use type in the nature protected areas changed significantly. The forest land area increased the most, and the area of other land use types decreased, among which the area of cultivated land and construction land decreased greatly. At the landscape scale level, the fragmentation degree, shape, boundary complexity, heterogeneity and type richness of the landscape reduced. The aggregation, dominance and connectivity of the landscape enhanced. At the patch class level, the fragmentation degree of woodland, water area, grassland and garden land reduced. Except for the more complex landscape shape of forest land, the complexity of other landscape shapes and boundaries reduced. The aggregation and connectivity of woodland, water area, grassland and construction land enhanced. The dominance degree and connectivity of cultivated land decreased. The connectivity of garden land increased, and the aggregation degree decreased.

**Key words** Nature protected areas; Integration and optimization; Land use; Landscape pattern; Liuyang City

我国自然保护地经过 60 多年的发展, 产生了自然保护地边界范围交叉重叠、自然生态区域被人为割裂等问题, 导致保护不足或保护过度、保护与发展不协调等矛盾<sup>[1-2]</sup>。《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》下发后, 自然保护地整合优化工作陆续启动。景观格局是指景观组成单元的类型、数量及空间分布与配置等空间结构特征<sup>[3]</sup>, 反映景观空间异质性, 在维持区域生态功能方面具有重要作用<sup>[4]</sup>。自然生态系统是许多景观生态学者感兴趣的研究对象, 其中自然保护地是景观格局重要的研究对象<sup>[3]</sup>。尤其国家公园体制的建立, 强调对自然生态系统原真性、完整性的保护, 连通性在形成多类型保护地统筹和网络化管理中被频繁提及, 其中景观连通性又可以通过分析景观格局来衡量<sup>[5]</sup>。自然保护地整合优化改变了原有自然保护地边界范围, 土地利用类型组成和空间结构也随之发生变化, 进而影响地表各种景观过程<sup>[6-7]</sup>。通过对自然保护地整合优化前后景观格局进行定量研究, 能够及时发现景观破碎度、聚集度、异质性、连通性等变化<sup>[8-9]</sup>, 为自然保护地整合优化成果评估以及整合优化后自然保护地的科学管理提供科学依据<sup>[10]</sup>。

## 1 资料与方法

**1.1 研究区概况** 浏阳市位于湖南省东部的湘赣交界地带, 地处幕阜—罗霄山系北段, 地理坐标为 113°10'~114°15'E、27°51'~28°34'N, 土地总面积 4 998.74 km<sup>2</sup>。属中亚热带季风湿润气候, 年平均气温 17.4 °C, 平均降水量 1 680.0 mm, 海拔 37.5~1 607.9 m。整合优化前共 19 处自然保护地, 其中 8 处独立的县级自然保护区未落图, 2 处县级自然保护区完全重叠于大围山省级自然保护区, 1 处县级自然保护区完全重叠于浏阳河国家湿地公园和狮子山省级森林公园。整合优化后调整为 7 处自然保护地, 包含 1 处自然保护区和 6 处自然公园。整合优化前后自然保护地见图 1(不含未落图和完全重叠的 11 处县级自然保护区)、图 2。

**1.2 数据来源及预处理** 自然保护地数据来源于浏阳市自然保护地整合优化成果, 土地利用数据来源于浏阳市第三次全国土地调查(国土三调)成果数据。利用 ArcGIS 10.2 提取整合优化前后自然保护地范围内的国土三调数据, 根据《土地利用现状分类》(GB/T 21010—2017)分别将整合优化前后自然保护地范围内的土地利用类型划分为耕地、园地、林地、草地、水域、建设用地和其他土地共 7 个土地利用类型。在 ArcGIS 10.2 中将整合优化前后自然保护地范围内土地利用矢量数据分别转为 5、10、30、60、90、120、150、180、210、240、270、300 m 分辨率的栅格数据, 分析确定最佳研究粒度<sup>[11]</sup>, 并在 Fragstats 4.2 中选择 8 邻规则计算各景观指数。

**作者简介** 韦志飞(1989—), 男, 江苏南通人, 工程师, 从事土地资源管理、国土空间规划研究。

**收稿日期** 2022-01-21

**1.3 景观格局指数选取** 从景观尺度水平和斑块类型水平2个层面选取下述景观格局指数,其计算公式及生态学意义参见文献[12]:①景观破碎化程度,斑块数量(number of patches, NP)、斑块密度(patch density, PD)、平均斑块面积(mean patch area, MPA);②景观形状、边界复杂程度,景观形状指数(landscape shape index, LSI)、边缘密度(edge density, ED);③景观连通程度,连接度指数(connectance index, CONNECT);④景观要素空间配置特征,聚合度指数(aggregation index, AI);⑤景观异质性和类型丰富度,Shannon's多样性指数(Shannon's diversity index, SHDI),仅适用于景观尺度水平。

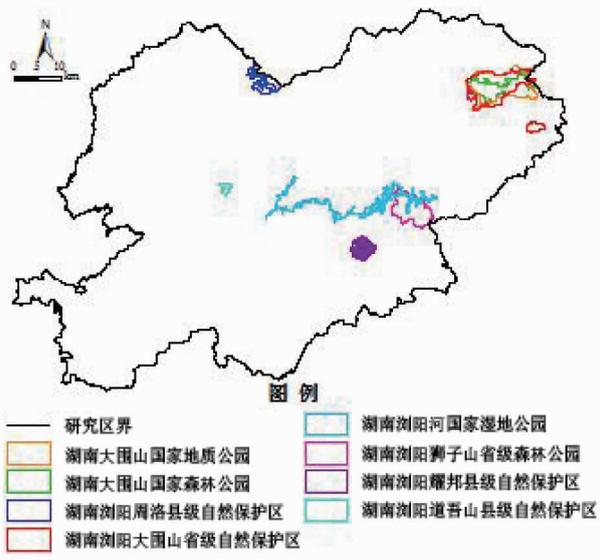


图1 整合优化前已落图自然保护地

Fig.1 Natural protected areas that have been mapped before integration and optimization

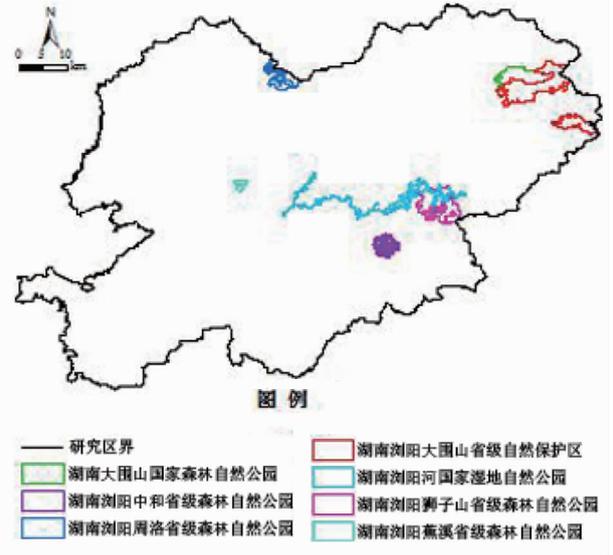


图2 整合优化后自然保护地

Fig.2 Natural protected areas after integration and optimization

## 2 结果与分析

**2.1 土地利用类型组成变化** 由表1可知,整合优化前自然保护地范围内优势土地利用类型为林地,其次为水域、草地、耕地和建设用地,最后为园地和其他土地。整合优化后土地利用类型组成发生了显著变化,除林地面积增加 $994.566\ 4\ \text{hm}^2$  (增幅2.418%)外,其他土地利用类型面积均减少,耕地和建设用地的减幅较大,其中,耕地减幅最大(-1.386%),减少 $230.943\ 7\ \text{hm}^2$ ;建设用地减少 $66.549\ 6\ \text{hm}^2$ ,减幅0.428%;水域减少 $6.787\ 4\ \text{hm}^2$ ,减幅0.377%;园地减少 $22.982\ 8\ \text{hm}^2$ ,减幅0.148%;草地减少 $1.206\ 1\ \text{hm}^2$ ,减幅0.076%;其他土地减少幅度最小,减少 $0.436\ 7\ \text{hm}^2$ ,减幅0.003%。

表1 整合优化前后土地利用类型组成及变化

Table 1 Composition and changes of land use types before and after integration and optimization

土地利用类型 Land use type	整合优化前占比 Proportion before integration and optimization//%	整合优化后占比 Proportion after integration and optimization//%	整合优化前后 景观面积变化 Landscape area change before and after integration optimization $\text{hm}^2$	整合优化前后景观面积占比变化率 Change rate of landscape area ratio before and after integration and optimization//%
草地 Grassland	1.819	1.743	-1.206 1	-0.076
耕地 Cultivated land	1.740	0.354	-230.943 7	-1.386
建设用地 Construction land	1.231	0.803	-66.549 6	-0.428
林地 Woodland	85.871	88.289	994.566 4	2.418
其他土地 Other land	0.009	0.006	-0.436 7	-0.003
水域 Water	8.900	8.523	-6.787 4	-0.377
园地 Garden land	0.430	0.282	-22.982 8	-0.148

整合优化后具有较高生态保护价值的林地面积占比提高,各种矛盾冲突问题较多的耕地、建设用地和园地面积占比降低。部分草地和水域穿插分布于耕地和建设用地周边,为了避免整合优化后自然保护地景观出现“孤岛”导致过度破碎化,这部分草地和水域随耕地和建设用地调出自然保护地范围。总体上,整合优化以调出矛盾和问题集中的土地利用类型为主,并增强了具有较高保护价值的林地优势景观占

比,与“解决矛盾冲突,科学界定自然保护区范围”相符合。

**2.2 景观格局最佳研究粒度** 通过对“1.2”中所提及的不同粒度下自然保护地整合优化前后栅格数据与矢量数据面积绝对差进行对比分析,结果显示(图3),粒度小于120 m的面积绝对差较为稳定,当粒度大于120 m面积绝对差波动剧烈。在面积绝对差较为稳定的各个粒度水平下,120 m粒度下的景观格局指数计算速度最快。因此,研究区景观格局分

析最佳粒度为 120 m。

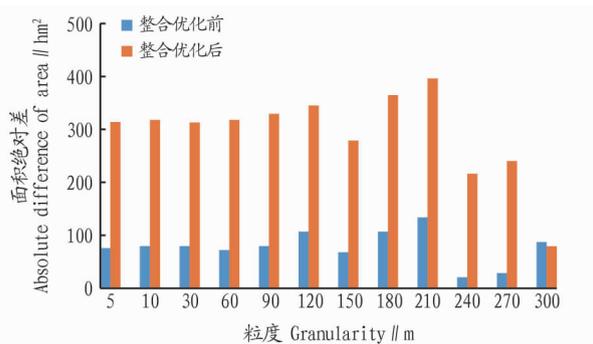


图3 整合优化前后不同粒度下栅格数据与矢量数据面积绝对差

Fig.3 Absolute difference of area between raster data and vector data at different granularities before and after integration optimization

表2 景观尺度水平下景观指数变化

Table 2 Change of landscape index at landscape scale level

变化情况 Changes	NP 个	PD 个/km <sup>2</sup>	MPA hm <sup>2</sup>	LSI	ED m/hm <sup>2</sup>	CONNECT %	AI %	SHDI
整合优化前 Before integration and optimization	450	2.691 2	37.158 4	14.141 2	15.967 7	4.125 0	83.118 8	0.566 1
整合优化后 After integration and optimization	339	1.976 8	50.586 9	13.968 0	11.573 9	4.610 7	84.712 2	0.465 6
变化率 Change rate // %	-24.67	-26.55	36.14	-1.22	-27.52	11.77	1.92	-17.75

**2.4 斑块类型水平下景观指数变化** 由图4可知,在斑块类型水平下,整合优化后草地、耕地、建设用地、林地、水域、园地6类景观的NP和PD均降低,且耕地、园地、建设用地的NP和PD降幅较大;耕地和建设用地的MPA均降低,园地MPA增长幅度较小,这是由于耕地、建设用地和园地为主要调出矛盾景观类型,部分不可避免的矛盾小斑块导致其MPA降低或小幅增长;林地和水域的MPA增长较大,草地和园地的MPA有所增长。表明整合优化后林地、水域、草地及园地的破碎化程度均减轻。

除林地景观外,其他5类景观的LSI和ED均降低,其中耕地、建设用地及园地的LSI和ED降幅较大,这是由于其为主要矛盾景观类型;林地的LSI增长了1.30%、ED降低达23.61%。这表明整合优化后除林地景观形状稍加复杂外,其他5类景观形状、边界复杂程度均降低。林地、水域及草地的CONNECT和AI有所增长;耕地CONNECT和AI降幅分别达38.02%和71.20%,这是由于耕地为自然保护地现实主要矛盾冲突,其调出范围广、数量多。这表明整合优化后林地、水域及草地等自然景观的聚集度和连通性增强,耕地优势度和连通性降低。建设用地的CONNECT和AI分别增长了1.54%和8.49%,表明其聚集度和连通性有所增强,这是由于建设用地为自然保护地现实主要矛盾冲突,多数细碎且分散的斑块如建筑物所在斑块等被调出自然保护地,保留的建设用地多为道路等不可避免的矛盾斑块。园地的CONNECT增长了8.79%,AI降低了2.61%,表明其连通性增强,聚集度有所下降。

**2.3 景观尺度水平下景观指数变化** 由表2可知,在景观尺度水平下,整合优化后斑块数量(NP)减少24.67%,斑块密度(PD)降低26.55%,平均斑块面积(MPA)增加36.14%,表明整合优化后自然保护地景观的破碎化程度减轻,有利于自然保护地精细化管理。景观形状指数(LSI)和边缘密度(ED)分别降低了1.22%和27.52%,表明整合优化后自然保护地景观的形状、边界复杂程度降低。连接度指数(CONNECT)增加了11.77%,表明整合优化后自然保护地景观的连通性增强。聚合度指数(AI)增加了1.92%,Shannon's多样性指数(SHDI)降低了17.75%,表明整合优化后自然保护地景观的聚集度和优势度增强,优势景观增强且更加集中,景观的异质性和类型丰富度降低,验证了整合优化工作严格遵循了“保持自然生态系统完整性和生态廊道连通性”原则。

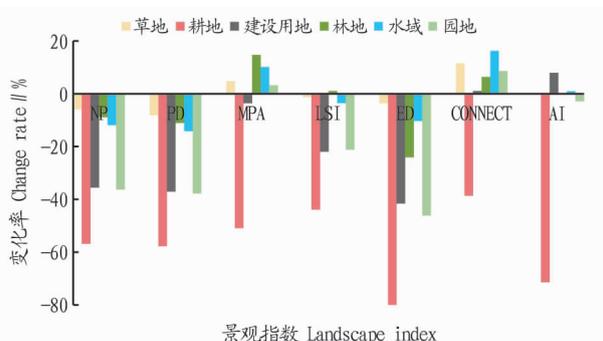


图4 斑块类型水平下景观指数变化

Fig.4 Landscape index changes at the patch type level

### 3 结论与讨论

**3.1 结论** 通过对研究区整合优化前后自然保护地范围内土地利用类型组成、景观尺度水平和斑块类型水平下景观指数的变化分析,得出结论如下:

(1)整合优化后土地利用类型组成发生了显著变化,优势景观林地面积增幅最大,草地、耕地、建设用地、水域、园地及其他土地面积均减少,其中耕地和建设用地面积减幅较大。

(2)整合优化后景观尺度水平下景观的破碎化程度均减轻,景观的形状、边界复杂度、异质性及类型丰富度降低,景观的聚集度、优势度及连通性增强。

(3)整合优化后斑块类型水平下林地、水域、草地及园地的破碎化程度均减轻;林地的景观形状更加复杂,草地、耕

域,通过东部和南部增加生态源地的数量和质量来提高生态安全水平,遏制向北挺进的沙漠化侵蚀、土壤沙化,为阿克苏市的生产生活空间提供保障。

## 参考文献

- [1] 张萌,刘吉平,赵丹丹.吉林省西部生态安全格局构建[J].干旱区地理,2021,44(6):1676-1685.
- [2] 樊杰.我国国土空间开发保护格局优化配置理论创新与“十三五”规划的应对策略[J].中国科学院院刊,2016,31(1):1-12.
- [3] 郭嵘,高野,武彤.基于三线划定的哈尔滨生态安全格局构建研究[J].低温建筑技术,2021,43(2):10-13.
- [4] 马克明,傅伯杰,黎晓亚,等.区域生态安全格局:概念与理论基础[J].生态学报,2004,24(4):761-768.
- [5] 蒙古军,朱利凯,杨倩,等.鄂尔多斯市土地利用生态安全格局构建[J].生态学报,2012,32(21):6755-6766.
- [6] 张洪,曹京,董世杰.基于 GIS 的低丘缓坡土地利用建设适宜性评价:以大理市为例[J].安徽农业科学,2017,45(6):212-217.
- [7] 田雅楠,张梦玲,许荡飞,等.基于“源-汇”理论的生态型市域景观生态安全格局构建[J].生态学报,2019,39(7):2311-2321.
- [8] 马年圣,支晓娟,宋雨婷.基于 PSR 和 GM(1,1)模型的西藏耕地生态安全评价与预测[J].干旱区资源与环境,2018,32(11):81-86.
- [9] 吕广斌,廖铁军,姚秋昇,等.基于 DPSIR-EES-TOPSIS 模型的重庆市土地生态安全评价及其时空分异[J].水土保持研究,2019,26(6):249-258,266.
- [10] 陈蓓.基于生态足迹模型的川西南高原地区生态安全评价:以甘孜藏族自治州为例[J].中国农业资源与区划,2019,40(6):185-190.
- [11] 胡秋红,从楠,殷国栋.典型生态屏障区生态安全格局构建:以承德市为例[J].生态学报,2021,40(9):2914-2926.
- [12] 叶鑫,邹长新,刘国华,等.生态安全格局研究的主要内容与进展[J].

(上接第 53 页)

地、建设用地、水域及园地的形状、边界复杂程度均降低,其中耕地、建设用地及园地的降幅较明显;林地、水域、草地及建设用地的聚集度和连通性增强,耕地的优势度和连通性降低,园地的连通性增强、聚集度下降。

**3.2 讨论** 从自然保护地整合优化的目的和原则出发,可从景观格局角度评价自然保护地整合优化成果的科学合理性。研究区自然保护地整合优化减少的主要土地利用类型为耕地和建设用地,同时优势景观林地增幅最大,景观的破碎化程度减轻,景观的形状、边界复杂度降低,景观的聚集度、优势度及连通性增强,与“解决矛盾冲突,保持自然生态系统完整性和生态廊道连通性”等目的原则相符。因此,景观格局角度下的浏阳市自然保护地整合优化方案总体上科学合理。

整合优化后建设用地的聚集度和连通性增强,园地的连通性增强,建议针对未调出自然保护地的建设用地和园地斑块深入调研,论证其是否可以进一步调出自然保护地,从而在保障生态系统完整性和连通性的前提下最大限度减少人为活动较多的土地利用类型。

(上接第 60 页)

- [22] 周炼,安达,王月,等.武烈河流域水质污染特征及污染源解析[J].环境工程技术学报,2016,6(6):579-584.
- [23] 赵亚茹,周俊菊,雷莉,等.基于 InVEST 模型的石羊河上游产水量驱动因素识别[J].生态学报,2019,38(12):3789-3799.
- [24] 周文佐,刘高焕,潘剑君.土壤有效含水量的经验估算研究:以东北黑土为例[J].干旱区资源与环境,2003,17(4):88-95.
- [25] 郝晓东,张怀,周伟,等.承德市滦河流域主要水土流失策源地地面污

染分析[J].海河水利,2009(3):29-31.

- [13] 刘洋,蒙古军,朱利凯.区域生态安全格局研究进展[J].生态学报,2010,30(24):6980-6989.
- [14] 蒙古军,王雅,王晓东,等.基于最小累积阻力模型的贵阳市景观生态安全格局构建[J].长江流域资源与环境,2016,25(7):1052-1061.
- [15] 杨天荣,匡文慧,刘卫东,等.基于生态安全格局的关中城市群生态空间结构优化布局[J].地理研究,2017,36(3):441-452.
- [16] 杨姗姗,邹长新,沈渭寿,等.基于生态红线划分的生态安全格局构建:以江西省为例[J].生态学杂志,2016,35(1):250-258.
- [17] 潘竟虎,刘晓.基于空间主成分和最小累积阻力模型的内陆河景观生态安全评价与格局优化:以张掖市甘州区为例[J].应用生态学报,2015,26(10):3126-3136.
- [18] 付梦娣,罗建武,田瑜,等.基于最小累积阻力模型的自然保护区网络构建与优化:以秦岭地区为例[J].生态学报,2018,37(4):1135-1143.
- [19] 李晶,蒙古军,毛熙彦.基于最小累积阻力模型的农牧交错带土地利用生态安全格局构建:以鄂尔多斯市准格尔旗为例[J].北京大学学报(自然科学版),2013,49(4):707-715.
- [20] 李青圃,张正栋,万露文,等.基于景观生态风险评价的宁江流域景观格局优化[J].地理学报,2019,74(7):1420-1437.
- [21] 于成龙,刘丹,冯锐,等.基于最小累积阻力模型的东北地区生态安全格局构建[J].生态学报,2021,41(1):290-301.
- [22] 康浩铭,刘雨,朱晓伟,等.胶东半岛生态安全格局识别与优化布局[J].生态与农村环境学报,2020,36(8):1015-1025.
- [23] 谭华清,张金亭,周希胜.基于最小累积阻力模型的南京市生态安全格局构建[J].水土保持通报,2020,40(3):282-288.
- [24] 李航鹤,马腾辉,王坤,等.基于最小累积阻力模型(MCR)和空间主成分分析法(SPCA)的沛县北部生态安全格局构建研究[J].生态与农村环境学报,2020,36(8):1036-1045.

## 参考文献

- [1] 钟林生,邓羽,陈田,等.新地域空间——国家公园体制构建方案讨论[J].中国科学院院刊,2016,31(1):126-133.
- [2] 罗红,陈磊,姜运力,等.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[J].生态学报,2021,41(20):8076-8086.
- [3] 刘颂,郭菲菲,李倩.我国景观格局研究进展及发展趋势[J].东北农业大学学报,2010,41(6):144-152.
- [4] 梁友嘉,刘丽珺.森林-农业景观格局变化的社会-生态系统模拟模型方法进展[J].生态学报,2020,40(24):9252-9259.
- [5] 何思源,苏杨.原真性、完整性、连通性、协调性概念在中国国家公园建设中的体现[J].环境保护,2019,47(21):28-34.
- [6] 陈佑启,杨鹏.国际上土地利用/土地覆盖变化研究的新进展[J].经济地理,2001,21(1):95-100.
- [7] 崔晓伟,张磊,朱亮,等.三峡库区开县蓄水前后景观格局变化特征[J].农业工程学报,2012,28(4):227-234.
- [8] 黄晓园,区智,彭建松,等.普者黑省级自然保护区土地利用及景观格局变化研究[J].西部林业科学,2019,48(4):27-32,38.
- [9] 王耕,常畅,韩冬雪,等.老铁山自然保护区景观格局与生境质量时空变化[J].生态学报,2020,40(6):1910-1922.
- [10] 杨国靖,肖笃宁.森林景观格局分析及破碎化评价:以祁连山西水自然保护区为例[J].生态学报,2003,22(5):56-61.
- [11] 李鹏山,吕雅慧,张超,等.基于核密度估计的京津冀地区耕地破碎化分析[J].农业机械学报,2016,47(5):281-287.
- [12] 郑新奇,付梅臣.景观格局空间分析技术及其应用[M].北京:科学出版社,2010.
- [26] 门宝辉,牛晓赞,刘灿均,等.滦河承德段水环境容量计算及初始分配[J].水资源保护,2022,38(2):168-175,189.
- [27] 胡庆芳,杨大文,王银堂,等.Hargreaves 公式的全局校正及适用性评价[J].水科学进展,2011,22(2):160-167.
- [28] 王亚慧,戴尔卓,马良,等.横断山区产水量时空分布格局及影响因素研究[J].自然资源学报,2020,35(2):371-386.
- [29] 窦攀峰,左舒翟,任引,等.气候和土地利用/覆被变化对宁波地区生态系统产水服务的影响[J].环境科学学报,2019,39(7):2398-2409.