

云南省森林乡村空间分布及其影响因素分析

马忠彬

南华大学松霖建筑与设计学院, 湖南 衡阳

收稿日期: 2023年11月8日; 录用日期: 2024年2月22日; 发布日期: 2024年2月28日

摘要

[目的]探讨基于乡村振兴视角下国家级和省级森林乡村的时空间格局及其影响机制, 助力中国森林乡村体系建设和乡村振兴的落实。[方法]以云南省235个国家森林乡村和3181第三批省级森林乡村为研究对象, 综合运用GIS空间分析、地理探测器等方法, 探讨从乡村振兴视角下森林乡村时空格局及形成的影响机制。[结果]云南省森林乡村以县域为单位, 国家和省级森林乡村在呈现集聚趋势且空间相关性加强。但国家级和省级森林乡村发展方向不同, 造成了重心错位。国家级森林乡村和省级森林乡村都与乡村振兴具有强相关性, 但乡村振兴对国家级森林乡村的影响力大于省级森林乡村, 且对省级森林乡村的影响力呈现持续减弱的趋势。[结论]云南省森林乡村实现了“点状-线状-网状”的分布。与省级森林乡村相比, 国家级森林乡村对于乡村振兴的落实性更好。

关键词

森林乡村, 空间分布, 云南, GIS

Analysis of Spatial Distribution of Forest Villages and Their Influencing Factors in Yunnan Province

Zhongbin Ma

Solux College of Architecture and Design, University of South China, Hengyang Hunan

Received: Nov. 8th, 2023; accepted: Feb. 22nd, 2024; published: Feb. 28th, 2024

Abstract

[Purpose] This paper aims to explore the temporal and spatial patterns of national and provincial forest villages and their influence mechanisms based on the perspective of rural revitalization,

and help the construction of China's forest village system and the implementation of rural revitalization. [Method] Taking 235 national forest villages and 3181 three batches of provincial forest villages in Yunnan Province as research objects, we comprehensively use GIS spatial analysis, geo-detectors and other methods to explore the spatio-temporal pattern of forest villages and the influence mechanism of formation from the perspective of rural revitalization. [Result] In Yunnan Province, forest villages are organized in counties, and national and provincial forest villages are showing a trend of clustering and strengthening spatial correlation. However, national and provincial forest villages are developing in different directions, resulting in a misplaced center of gravity. Both national and provincial forest villages have strong correlation with rural revitalization, but the influence of rural revitalization on national forest villages is greater than that on provincial forest villages, and the influence on provincial forest villages shows a continuous weakening trend. [Conclusion] Forest villages in Yunnan Province have realized the distribution of "point-like, line-like and network-like". Compared with provincial forest villages, national forest villages are more effective in rural revitalization.

Keywords

Forest Countryside, Spatial Distribution, Yunnan, GIS

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

改革开放以来,中国经济建设方面取得举世瞩目的成就。然而化石能源的过度使用凸显了破坏生态环境的经济发展模式的内部矛盾,促使我国从一味追求经济发展到“既要青山绿水,又要金山银山”到“绿水青山就是金山银山”的生态环境政策转变。森林作为人类赖以生存的重要自然资源,是应对气候变暖、生物多样性丧失和生态平衡破坏等诸多环境问题,保护良好生态环境的关键和基础。同时,森林的生态效益具有显著的外部性,提高森林生态建设者与维护者的积极性、协调“绿水青山”拥有者乡村与“金山银山”受益者城市间的利益关系具有重要的现实意义。

森林栖息地面积的减少和森林产业化不足是国际面临的一个棘手问题。基于此,欧盟委员会在2021年7月16日通过了《欧盟新森林战略2030》[1],战略中提出了保持森林健康和可持续发展直接关系到农村地区的社会经济发展。旨在通过系列行动保护、恢复和扩大欧盟森林面积,克服政策落实不到位的问题,以达到欧盟减排目标和应对气候变暖的目的。同样中国的森林大多处于人口较少,基础设施较差,经济条件不好的乡村地区。因此,在借鉴国外成功经验的同时,必须立足中国国情、乡村实际,走出一条具有中国特色、时代特点发展之路[2][3][4][5]。中国森林乡村的提出正体现了“中国智慧”,是解决当前中国生态和经济,乡村和城市发展不平衡不充分矛盾的重要突破口。森林乡村作为国内提出的概念,国外没有相关的研究,究其原因森林资源在中国是国家所有,由国务院代表国家使用权力,而国外森林资源归个人所有,故其研究重点主要落在森林所有者参与管理活动的行为上。但森林乡村概念可以追溯到早期国外的绿色乡(Green Village)和生态乡(Ecological Village),相关研究对其概念内涵、路径选择和发展模式等进行了分析探讨,研究的核心目的在于追求人和自然的协调统一,促进乡村可持续发展。从概念内涵上而言,森林乡村隶属于乡村振兴的范畴,是通过乡村自然景观和森林资源禀赋,以达到“共建森林乡村,共享美丽家园”的目的。我国乡村研究也从新农村建设到美丽乡村、精准扶贫和乡村振兴等

方面逐步转型、乡村兼具生产、生活、生态与文化等多重功能的地域综合体属性在学界形成共识[6] [7]。基于此, 国家《乡村振兴战略规划》明确提出, 应按照国家兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效与生活富裕五维目标, 统筹推进乡村全面振兴。森林乡村作为乡村振兴一部分, 其发展过程中目标必须与乡村振兴战略高度一致。但以往的研究中, 研究者研究森林乡村影响因素时考虑地理环境、森林植被、生态环境等生态指标, 发现其影响因素与森林乡村空间分布的相关关系并不理想, 较少能通过 1% 的检验。鉴于此, 本文尝试从乡村振兴视角探讨森林乡村的时空分布特征及其影响因素。

2019 年 12 月, 国家林业和草原局公布了第一批, 第二批国家森林乡村, 随后各省陆续开展认定省级森林乡村, 构建森林乡村体系。为此, 众多学者尝试在国家级、省级等多尺度开展国家级森林乡村相关的研究, 且普遍更关注国家级森林乡村空间分布及其影响因素, 对省级森林乡村关注不足。同时, 现有研究森林乡村大多单一时间节点来考虑森林乡村的空间分布, 而忽视了随着森林乡村认定批次的增加, 各个影响因素相关性和贡献度的变化情况。较少从乡村振兴视角研究国家级森林乡村、省级森林乡村与的关系。本文在借鉴前人对全国、湖南、湖北、浙江[8] [9] [10] [11]等地的国家森林乡村空间分布和影响因素研究的基础上, 对云南省国家级和省级森林乡村开展研究。本文基于乡村振兴视角, 利用 ArcGIS 地理空间分析工具, 对云南省国家级和省级森林乡村的时空分布规律展开探讨[12], 从乡村振兴视角分析其影响因素, 将有助于云南省国家级和省级森林乡村的评价认定, 更有利于乡村振兴政策的落实和推动中国森林乡村体系化建设研究。

2. 研究区域、数据来源与研究方法

2.1. 研究方法

2.1.1. 最近邻指数

最近邻指数用于反映对象在地理空间中的相互邻近程度。能够表示森林乡村在云南省的空间分布类型, 最近邻指数的计算公式[1]为:

$$R = \frac{\bar{D}_1}{D_2} = 2\sqrt{A}$$

式中, R 为最近邻指数, D 为实测森林乡村单位点与邻近森林乡村距离的平均值; D_2 为森林乡村随机分布的平均距离; A 为森林乡村在云南省的点密度, 当 $R > 1$ 时, 森林乡村呈均匀分布; 当 $R = 1$ 时, 森林乡村可视为完全随机分布; 当 $R < 1$ 时, 森林乡村呈集聚分布。

2.1.2. 不均衡指数

不均衡指数用于判断云南省森林乡村在云南省各市(州)的分布均衡程度, 计算公式为:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n P_i - 50(n+1)}{100 \times n - 50(n+1)}$$

式中, E 为不均衡指数; n 为云南省森林乡村数量; P_i 为第 i 个市(州)森林乡村数量的累计占比; E 取值范围为[0, 1], 值越小, 表明森林乡村的分布不均衡程度越弱; 反之, 值越大, 说明分布不均衡程度越高。当 $E = 0$ 时, 森林乡村在云南省平均分布; 当 $E = 1$ 时, 森林乡村集中于某云南省一个市(州)。

2.1.3. 核密度分析

核密度分析用于识别森林乡村在云南省内的分布密集程度。核密度值越高, 森林乡村在云南省分布越密集, 核密度值越低, 森林乡村在云南省分布越分散计算公式为:

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$$

式中, $f(x)$ 表示森林乡村的核密度估计值; n 为森林乡村样本点个数; h ($h > 0$)为带宽, k 为核函数; $(x, -x_i)$ 为森林乡村估值点 x 到 x_i 样本点处的距离。

2.1.4. 地理集中指数

地理集中指数(G)可表示研究对象分布的集中程度, 用来探究森林乡村分布的集中程度:

$$G = 100 \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{T}\right)^2}$$

式中: x , 表示云南省第 i 个市(州)所拥有的森林乡村数量; T 为云南省拥有的国家级和省级森林乡村的总数; n 表示云南省市(州)个数。 G 值越大, 则表示集中程度越高, 假设国家级或省级森林乡村平均分布时 $G = G_0$; 若 $G > G_0$, 表示传统村落集中分布, 反之较为分散。

2.1.5. 重心 - 标准差椭圆

其能较好地描画森林乡村在空间方面的方向。描绘标准差椭圆需确定圆心并且计算长轴和短轴, 其中长轴方向指代云南省森林乡村在分布上最多的那个方向, 短轴则相反。椭圆位置的变动则更加直接地表现出了重心的空间变动。其表达式为:

$$\tan \theta = \frac{\left(\sum_{i=1}^n w_i^2 x_i'^2 - \sum_{i=1}^n w_i^2 y_i'^2\right) + \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n w_i^2 x_i'^2 - \sum_{i=1}^n w_i^2 y_i'^2\right)^2 + 4\left(\sum_{i=1}^n w_i^2 x_i' y_i'\right)^2}}{2\sum_{i=1}^n w_i^2 x_i' y_i'}$$

$$\delta_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (w_i x_i' \cos \theta - w_i y_i' \sin \theta)^2}{\sum_{i=1}^n w_i^2}} \quad \delta_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (w_i x_i' \sin \theta + w_i y_i' \cos \theta)^2}{\sum_{i=1}^n w_i^2}}$$

在式中: x_i' 和 y_i' 为各个点位距离该地所在重心的相对性的坐标位置; δ_x 和 δ_y 分别代表沿着 x 轴以及 y 轴的标准性方差, 由 $x_i' = x_i - x_{smc}$ 、 $y_i' = y_i - y_{smc}$ 所得到。

2.1.6. 空间权重矩阵构建空间权重矩阵的构建

单变量空间自相关全局空间自相关用于揭示某要素属性值在区域内整体关联程度及显著性。通常用全局 Moran's I 表示, 计算公式如下:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}}$$

2.1.7. 地理探测器

地理探测器可以探测森林乡村的空间分异性及驱动力, 解释驱动因子的影响程度。计算公式为:

$$q = 1 - \frac{1}{N\sigma^2} \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2$$

式中, q 为驱动力因子探测力值; L 为影响因子的分类个数; N 和 σ^2 分别为森林乡村数量和方差; N_h 和 σ_h^2 分别第 h 影响因素的森林乡村量和方差; q 取值范围为[0, 1]。 q 值越大, 说明影响因子对森林乡村空间分

布的驱动作用越大，反之则越小。

2.2. 研究区概况

云南省地处中国西南部，位于 $97^{\circ}31' \sim 106^{\circ}11'E$ ， $21^{\circ}8' \sim 29^{\circ}15'N$ 之间(见图 1)，金沙江以南，与西藏省、四川省、贵州省、广西省等省市毗邻，与缅甸接壤，老挝、越南相邻。总占地面积为 39.41 km^2 。云南省有着丰富的森林资源，据《云南省生态文明建设排头兵规划(2021—2025 年)》显示：2021 年云南全省林地面积达到 4.24 亿亩，森林覆盖率达到 65.04%，位居全国第六位。云南省有着丰富的乡村环境，云南省民族文化多元，边地文化、茶马文化影响久远，社会经济发展相对落后，形成并保留了大量类型丰富、有极强地方文化特色的传统村落，其中 708 个国家级传统村落，位居全国第二位，仅比贵州省少 0.2%，这就为森林乡村的选取提供了更多的可能。此外，云南省在实行美丽乡村计划和乡村生态修复计划，在乡村振兴和农村人居环境整治中工作取得进展。综上所述，云南省具有良好的乡村环境，丰富森林资源，足够政策支持，在全国省份中具有良好的典型性和代表性，为全国其他省区森林乡村建设综合评估提供经验借鉴。

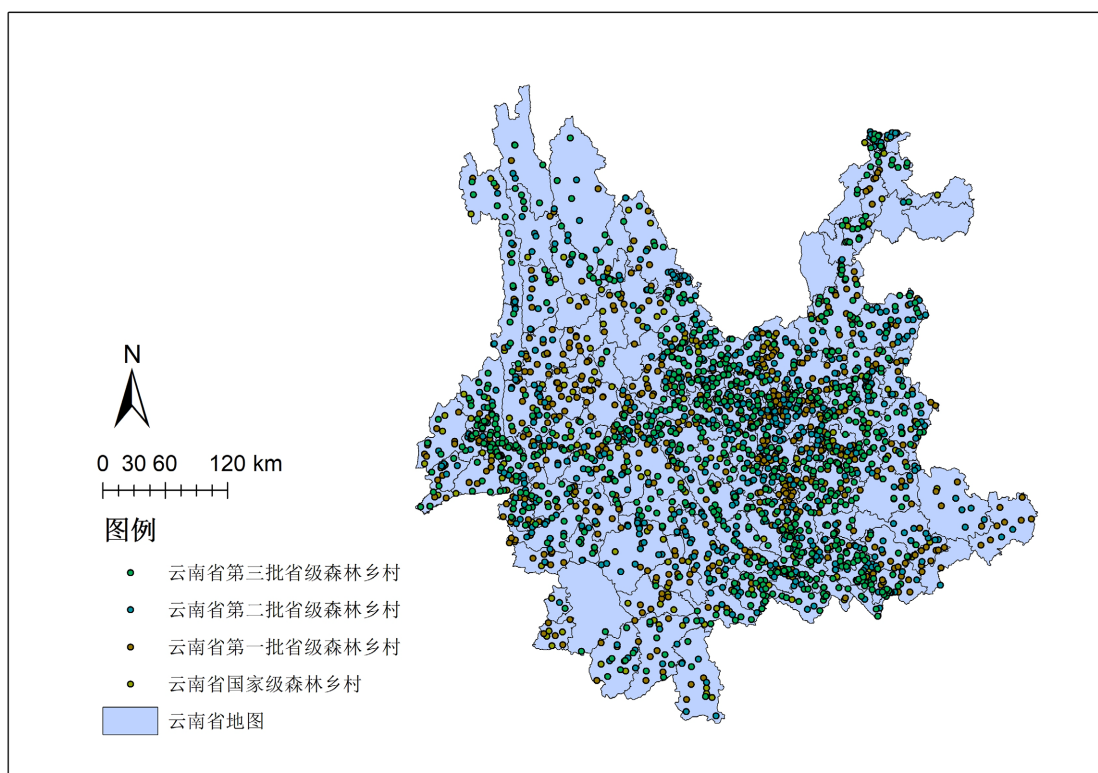


Figure 1. Standard deviation ellipse of national and provincial level forest villages in Yunnan Province

图 1. 云南省国家级和省级森林乡村分布

2.3. 数据来源

2019 年，国家林业和原局等相关部门连续认定了第 1 批 3974 个、第 2 批 3693 个，合计 7667 个国家森林乡村。其中，云南省第 1 批有 118 个、第 2 批有 117 个，合计 235 个国家森林乡村。云南省林业和草原局分别在 2020，2021，2022 年认定第三批省级森林乡村，分别为第一批 1081 个，第二批 1015 个，第三批 1094 个。研究借助 Google Earth 和百度地图 API 地名搜索获取传统村落地理坐标信息，取质点坐

标进行标定。森林乡村影响因子数据主要来源于《中国农村统计年鉴》《中国城乡建设统计年鉴》《中国教育统计年鉴》《中国人口和就业统计年鉴》《中国城乡统计年鉴》《中国社会统计年鉴》《中国民政统计年鉴》《中国农产品加工业年鉴》《中国第三产业统计年鉴》，以及各省份统计年鉴、中国经济社会大数据研究平台。

3. 森林乡村时空分布特征

3.1. 云南省森林乡村空间均衡性特征

运用 ArcGIS10.5 计算云南省国家级森林乡村最近邻指数，其结果为：最邻近指数 R 为 0.78， Z 值为 -6.59，显著性检验 p 值为 0.001，地理集中指数为 12.04，表明国家级森林乡村集中分布状态。说明云南省国家级森林乡村空间分布不均衡。采用最邻近指数分析云南省省级森林乡村的空间分布类型，计算结果显示，2020，2021，2022 年省级森林乡村最邻近指数 R 分别为 0.63、0.47、0.42， Z 值为 -23.09，-46.70，-63.14，通过显著性检验可知云南省省级森林乡村在空间上集聚分布，且集聚程度逐渐增强。利用不均衡指数进一步对云南省森林乡村的分布均衡性进行计算，2020，2021，2022 年云南省省级乡村的不均衡指数为 0.44，0.43，0.44，云南省省级森林乡村呈现不均衡状态。地理集中度方面，以县域为单位计算云南省省级森林乡村地理集中指数，分别为 31.46，31.03，31.29，均大于 G_0 ，县域尺度传统村落呈集中分布且集中度较高。综上所述，云南省国家级和省级森林乡村在空间分布不均衡，但与国家级森林乡村相比省级聚集程度较低。

3.2. 云南省森林乡村标准差椭圆特征

利用 ArcGIS10.5 软件空间统计工具，选择一级标准差，计算年云南省国家级森林乡村和云南省 2020，2021，2022 年省级森林乡村的标准差椭圆主要参数(见表 1、图 2)。从重心经纬度来看，云南省三批森林乡村的标准差椭圆重心呈现“v”字型状态，其中重心在双柏市和绿丰市移动。从长短半轴来看，云南省省级森林乡村总体呈现先收缩再扩散的趋势，长轴趋于波动状态，标准差椭圆短半轴逐渐变大，表明云南省省级森林乡村离散趋势减弱。从方位角变化来看，国家级和省级森林乡村具有明显的差别，国家级呈现东北—西南的趋势，而省级森林乡村方位角呈现西北—东南的方向趋势，其主要原因是普洱市在国家级和省级森林乡村的数量排名不同，普洱市在各地市拥有国家级森林乡村排名第一，而在 2020 年云南省省级森林乡村排名第八。从椭圆扁率来看，云南省省级森林乡村呈现椭圆扁率逐渐减小的趋势，可见云南省省级森林乡村的集聚方向趋势越来越不显著，其扁率数值与云南省国家级森林乡村越来越接近。分析每批次省级森林乡村增加数量能得到同样结论，第一批省级森林乡村大多聚集在昆明市，在第二批省级森林乡村昭通市，楚雄州，红河州，曲靖市增速较快，昆明市增速位于全省倒数第一，第三批省级森林乡村增速较快的是红河州，昭通市，楚雄州，而昆明市增速位于全省倒数第二，表明省级森林乡村聚集方向不显著。综上所述，云南省省级森林乡村的空间分布不仅在地域上有着显著的差异。在时间进程上也展现出动态的变化，这为我们理解和分析国家级和省级森林乡村在时间和空间分布提供重要参考。

Table 1. Ellipse of standard deviation for national and provincial forest villages in Yunnan Province

表 1. 云南省国家级和省级森林乡村标准差椭圆

年份	重心经度	重心纬度	长轴轴长度/km	短轴轴长度/km	方位角/°	扁率
国家级森林乡村	101°18'25"E	24°49'8.87"N	285.88	245.49	87.71	0.14
2020 年省级森林乡村	101°49'43"E	24°50'47"N	293.27	201.13	94.14	0.31
2021 年省级森林乡村	101°53'32"E	24°51'14"N	283.60	211.87	93.47	0.25
2022 年省级森林乡村	101°50'22"E	24°49'43"N	286.18	217.016	94.12	0.24

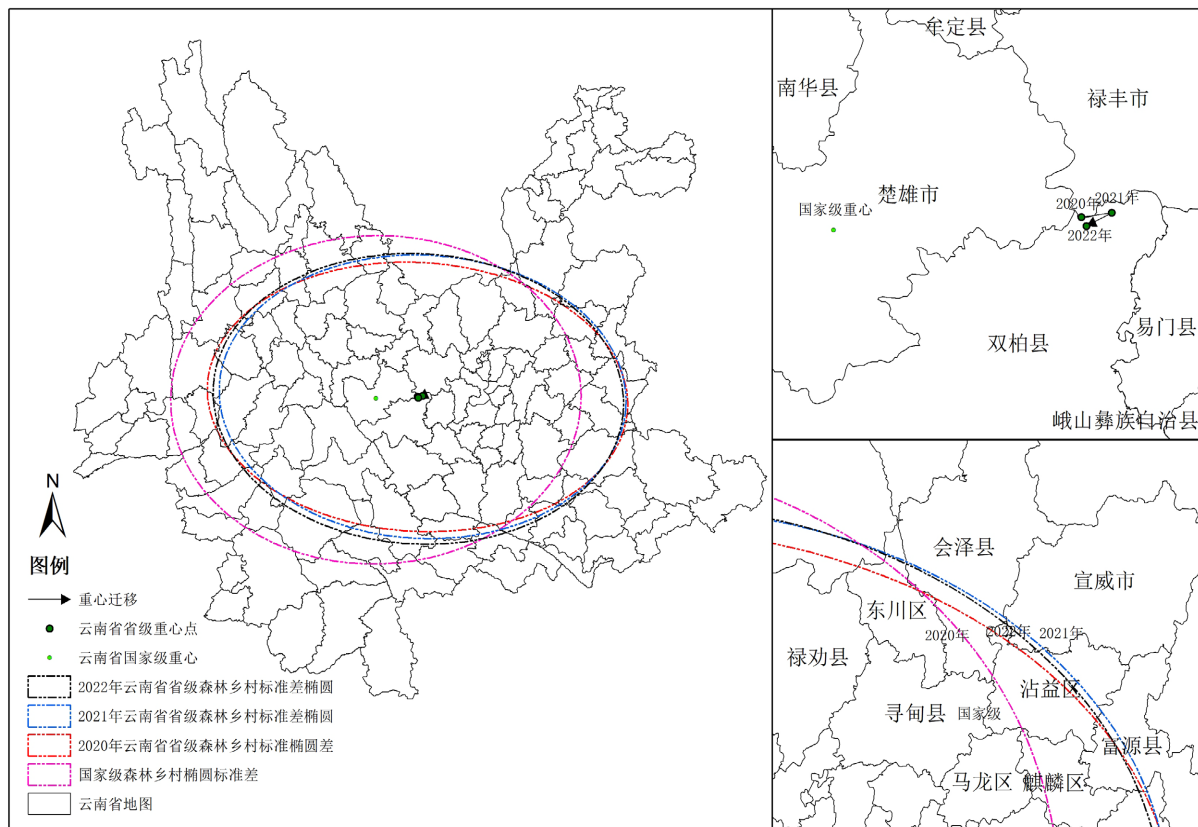
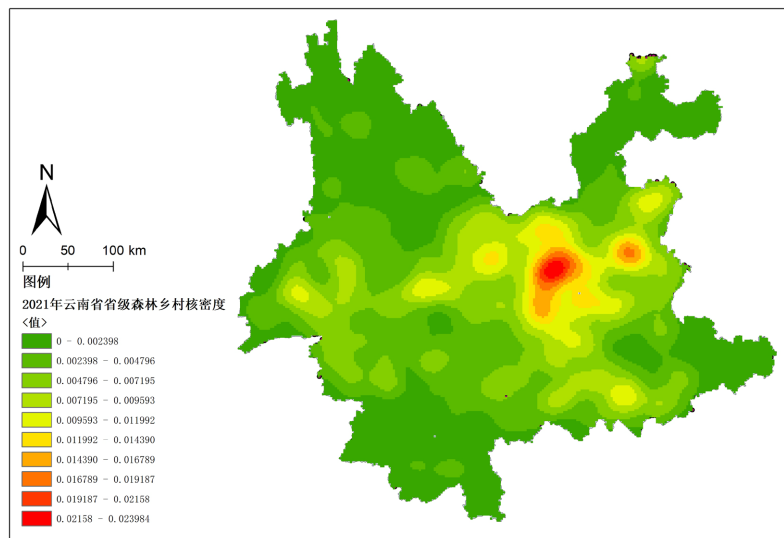
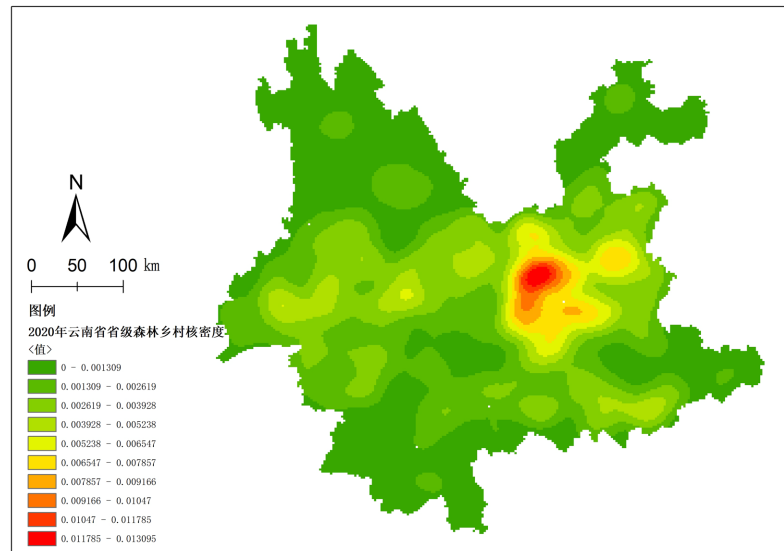
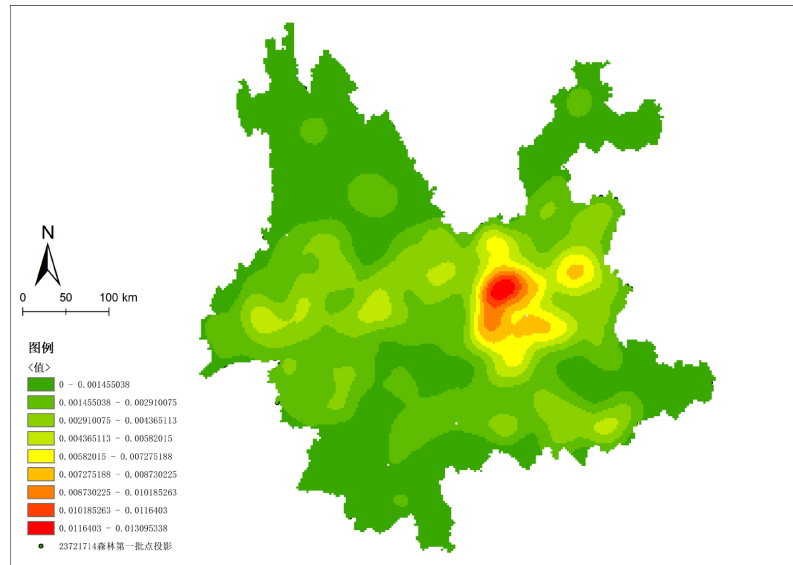


Figure 2. Standard deviation ellipse and center of gravity distribution of national and provincial forest villages in Yunnan Province

图 2. 云南省国家级和省级森林乡村标准差椭圆和重心分布

3.3. 云南省森林乡村空间核密度特征

利用 ArcGIS10.5 软件对云南省省级森林乡村核密度估计法分别制作云南省省级森林乡村国家级和省级森林乡村核密度分布图(见图 3)。国家级森林乡村空间分布格局来看,大致形成东北-西南走向的两个高密度带绵延区和四个高密度集聚中心。东西走向的高密度带大致与云南向西开放的沿边轴线重合,向西森林覆盖率逐渐提高;东北-西南走向的高密度带与昆河铁路吻合,是社会经济与自然协调可持续发展的示范带;四个高密度中心不断向南、向西延伸。云南省省级森林乡村空间分布差异显著,集聚范围不断增加,形成多个集聚区,集聚现象明显,总体空间分布格局呈现“点状-线状”分布的演变趋势。从时间变化来看,分布特征稳中有变。2020 年云南省省级森林乡村的分布格局形成昆明-曲靖核心区,且云南东部的密度明显高于云南其他地区。2021 年省级森林乡村年强化了昆明-曲靖的核密度。2020 年省级森林乡村在云南南部形成了红河州和德宏州交界密度集聚区。核密度值增加显著,范围从中心高密度值逐渐向边缘扩散。西部地区 and 南部地区增加明显,形成“大集中、小分散”的空间分布格局,由局部“点状”向全局“带状”,向“网状”的演变趋势。与第一批云南省森林乡村相比,第三批省级森林乡村集聚区面积也在不断扩大,总体演变趋势由东部地区逐渐向西部和南部慢慢扩散。对比 2020 年,2021 年,2022 年省级森林乡村的核密度图可以发现云南省省级森林乡村空间分布在 2020 已确定了基本雏形,后续批次是对 2020 格局的强化和补充。通过对比国家级和省级森林乡村我们可以发现国家级森林乡村空间分布格局已经建立,互为补充,实现森林乡村从“点状-线状-面状”的实现。



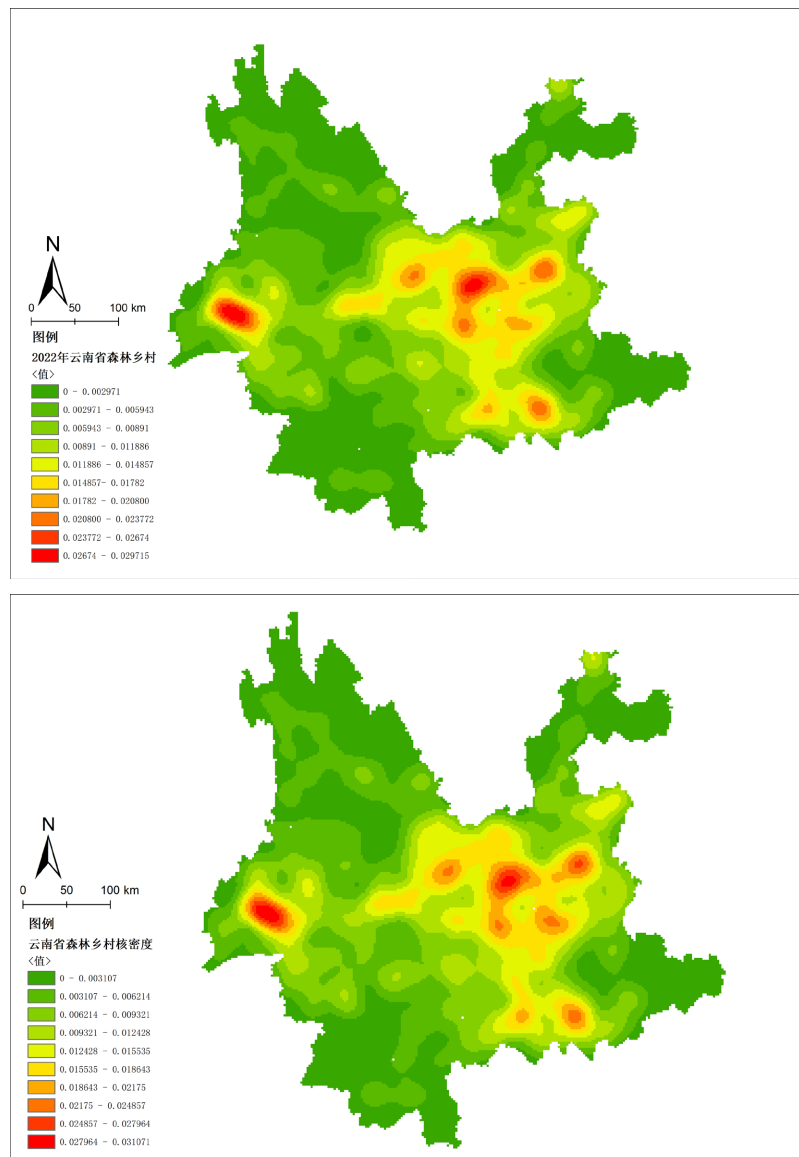


Figure 3. Analysis of national and provincial forest countryside and density in Yunnan Province

图 3. 云南省国家级和省级森林乡村和密度分析

3.4. 云南省森林乡村空间关联性特征

以云南省县域为地理空间单元,利用 ArcGIS10.5 的空间自相关工具测度了三批云南省国家级和省级森林乡村层面空间相关性,结果见表 2。云南省国家级和省级森林乡村的 Moran 指数均大于 0.33,且通过了 1% 的显著性检验,表明云南省国家级和省级森林乡村存在显著的正全局空间自相关,云南省森林乡村在空间分布上并不是随机的,而是呈现出一定的集聚效应,说明云南省县级尺度的国家级或省级森林乡村具有极为显著的空间正自相关性,即云南省县域国家级或省级森林乡村在空间上呈现显著的集聚现象,森林乡村数量较高(或较低)的县域相互邻近。同时表明一个县(市)省级森林乡村数量不但会受到自身环境的影响,也会受到周围其他县(市)的辐射带动作用。结合国家级和省级森林乡村的变化趋势来看,省级森林乡村呈现集聚变化,且集聚趋势加强,但集聚效果比国家级森林乡村差。

Table 2. Global autocorrelation index of national and provincial forest and rural areas in Yunnan Province
表 2. 云南省国家级和省级森林乡村全局自相关指数

	全局 Moran'I	Z(I)	P(I)
国家级森林乡村	0.61	6.85	0.0001
2020 年云南省省级森林乡村	0.34	6.48	0.0001
2021 年云南省省级森林乡村	0.33	6.44	0.0001
2022 年云南省省级森林乡村	0.36	6.85	0.0001

4. 云南省森林乡村空间分异因素探测

4.1. 乡村振兴推动森林乡村机理分析

森林乡村是乡村振兴落实的重要手段，乡村振兴是森林乡村的方向指引。乡村振兴战略五维目标是一个相互联系的有机整体，其振兴效益并非相互独立，理清乡村振兴“五维目标”即“生态宜居，乡风文明，产业兴旺，治理有效，生活富裕”与森林乡村之间的关系，是乡村振兴对森林乡村综合评价，规划引导的重要前提。

生态宜居是森林乡村首要条件，为乡村振兴提供优美环境。生态宜居目标从生产和生活两方面着手，营造优良的空间环境，为森林乡村提供活动载体和绿色理念。产业兴旺是动力引擎，为森林乡村打造坚实基础。产业现代化以及构建森林乡村产业体系可以为森林乡村提供发展所需的经济支持及物质供给，而后者的发展同时反过来拉动产业发展。乡风文明是动力源泉，为森林乡村提供精神支撑和持续提供高素质人才和精神动力：对外文化是乡村、宗族繁衍生息的精神内核、为乡村振兴的实现提供文化架构和人文内核。治理有效是制度保障、维护乡村地域系统高效运转。为森林乡村的实现提供稳定良好的外在环境。同时为森林乡村提供政治保障，推动乡村建设走向纵深。生活富裕是乡村振兴的根本目标，是森林乡村目标不断发展的综合表现，从全局和战略的高度处理农村与城市之间关系，解决城乡和乡村内部发展不平衡的矛盾，成为森林乡村乃至乡村振兴的必要路径。

4.2. 影响因素选取

基于此，本研究参考国家林业部公布的《国家森林乡村评价认定办法(试行)》和云南省林业厅《云南省省级森林乡村评价认定办法(试行)》的前提下，根据《乡村振兴战略规划(2018-2022 年)》中提出宜居性、民族文化遗产和生态保护协同发展的目标。从乡村振兴的视角下，评价森林乡村的建设情况。因此，在数据可获取性和科学性的前提下，结合前人研究，考虑国家级政策和省级政策之间的关系，从经济、政治、文化、社会、生态等层面，提出从产业兴旺，生态宜居，乡风文明，生活富裕，设施完备，政策落实等六个维度选取 31 个影响因子作为自变量(见表 3)，以云南省国家级森林乡村，云南省国家级森林乡村和第三批省级森林乡村作为因变量进行探测，其中受篇幅限制，乡村振兴指数具体计算步骤参考徐雪[13]的文章，其中地理探测结果对影响因子结果均通过显著性检验($P < 0.001$)。

4.3. 影响因子探测

将云南省森林乡村数量作为被解释因变量，以影响因素的 32 个二级指标作为解释自变量。利用地理探测器软件进行探测。计算一级指标对应二级指标 q 的平均值，作为一级指标的综合 q 值，得到测算结果(见表 4)基于地理探测器进一步探究森林乡村的各类指标对不同等级，不同批次森林乡村空间分异的影响。结果显示：

Table 3. Selection of spatial impact factors in forest rural areas

表 3. 森林乡村时空间影响因子选取

一级指标	二级指标	指标属性
产业兴旺	人均农业机械总动力(千瓦)	正向
	粮食综合生产能力(万吨)	正向
	农业劳动生产率(元/人)	正向
	规模以上农产品加工企业主营业务收入(亿元)	正向
生态宜居	农药、化肥施用量(万吨)	负向
	畜禽粪污综合利用率(%)	正向
	对生活垃圾进行处理的行政村占比(%)	正向
	卫生厕所普及率(%)	正向
	对生活污水进行处理的行政村占比(%)	正向
乡风文明	农村绿化率(%)	正向
	农村居民教育文化娱乐支出占比(%)	正向
	农村义务教育学校专任教师本科以上学历比例(%)	正向
	农村居民平均受教育年限(年)	正向
	有线电视覆盖率(%)	正向
乡村振兴水平	开通互联网宽带业务的行政村比重(%)	正向
	乡村文化站数量(个)	正向
治理有效	村主任、书记“一肩挑”比例(%)	负向
	已编制村庄规划的行政村占比(%)	正向
	已开展村庄整治的行政村占比(%)	正向
生活富裕	农民人均纯收入(元)	正向
	农民人均收入增长率(%)	正向
	城乡居民收入比(%)	正向
	农村贫困发生率(%)	负向
	农村居民恩格尔系数(%)	负向
	每百户汽车拥有量(辆)	正向
	农村居民人均住房面积(平方米)	正向
	安全饮用水普及率(%)	正向
	村庄道路硬化率(%)	正向
	人均道路面积(平方米)	正向
农村每千人拥有卫生技术人员数(人)	正向	
政策落实	乡村振兴指数	正向
	国家级森林乡村(个)	正向

Table 4. Detection of spatiotemporal distribution influencing factors of national and provincial forest and rural areas in Yunnan Province**表 4.** 云南省国家级和省级森林乡村时空分布影响因子探测

		国家级森 林乡村	第一批省级 森林乡村	第二批省级 森林乡村	第三批省级 森林乡村
产业兴旺	人均农业机械总动力(千瓦)	0.51	0.26	0.12	0.35
	粮食综合生产能力(万吨)	0.79	0.35	0.20	0.57
	农业劳动生产率(元 / 人)	0.58	0.34	0.20	0.26
	规模以上农产品加工企业主营业务收入 (亿元)	0.72	0.31	0.27	0.57
生态宜居	农药、化肥施用量(万吨)	0.55	0.43	0.43	0.28
	畜禽粪污综合利用率(%)	0.60	0.40	0.26	0.28
	对生活垃圾进行处理的行政村占比(%)	0.68	0.35	0.58	0.21
	卫生厕所普及率(%)	0.52	0.30	0.19	0.69
	对生活污水进行处理的行政村占比(%)	0.57	0.35	0.22	0.15
	农村绿化率(%)	0.47	0.19	0.07	0.36
乡风文明	农村居民教育文化娱乐支出占比(%)	0.66	0.25	0.24	0.33
	农村义务教育学校专任教师本科以上学历 比例(%)	0.64	0.25	0.33	0.06
	农村居民平均受教育年限(年)	0.70	0.26	0.07	0.20
	有线电视覆盖率(%)	0.57	0.47	0.13	0.46
	开通互联网宽带业务的行政村比重(%)	0.46	0.22	0.15	0.23
	乡村文化站数量(个)	0.39	0.45	0.24	0.82
治理有效	村主任、书记“一肩挑”比例(%)	0.62	0.18	0.15	0.79
	已编制村庄规划的行政村占比(%)	0.72	0.55	0.05	0.35
	已开展村庄整治的行政村占比(%)	0.81	0.28	0.12	0.24
生活富裕	农民人均纯收入(元)	0.71	0.28	0.27	0.31
	农民人均收入增长率(%)	0.22	0.46	0.08	0.19
	城乡居民收入比(%)	0.71	0.40	0.28	0.31
	农村贫困发生率(%)	0.60	0.44	0.32	0.23
	农村居民恩格尔系数(%)	0.60	0.26	0.47	0.31
	每百户汽车拥有量(辆)	0.55	0.35	0.22	0.41
	农村居民人均住房面积(平方米)	0.65	0.26	0.13	0.57
	安全饮用水普及率(%)	0.44	0.56	0.35	0.10
	村庄道路硬化率(%)	0.66	0.18	0.21	0.20
	人均道路面积(平方米)	0.64	0.28	0.28	0.35
	农村每千人拥有卫生技术人员数(人)	0.46	0.38	0.15	0.24
乡村振兴 指数	乡村振兴指数	0.71	0.28	0.28	0.15
	国家级森林乡村	/	0.68	0.50	0.45

4.4. 影响结果分析

由表 4 可以看出, 国家级森林乡村影响因子 $q > 0.4$, 有 24 个指标符合要求, 第一批省级森林乡村有 8 个, 第二批省级森林乡村有 4 个, 第三批省级森林乡村有 9 个。表明国家森林乡村开展认定时, 不是仅仅由于某一方面条件状况良好而设立森林乡村, 而是更加考虑建设地的综合客观情况, 而从省级森林乡村方面, 建设时候更加需要充分挖掘条件优秀的乡村, 更好发挥在森林乡村评价体系承上启下的作用。比较不同批次森林乡村影响因子前十名, 生活富裕、生态宜居是影响森林乡村空间分异的主导因素, 设施完善对森林乡村均影响较弱。产业兴旺对国家级和省级森林乡村影响力出现了不同, 产业单一, 农业劳动率减少会导致农村人口流失, 对森林乡村的可持续发展起到了破坏作用。国家级森林乡村对省级森林乡村的影响力从第一名降到第十三名, 表明国家级森林乡村对省级乡村影响能力持续减弱。在我国 2019 年连续设立第一、二批国家级森林乡村之后, 没有再设立国家级森林乡村, 上层政策持续性的减弱, 导致下级政策与上级政策紧密型减弱。从不同批次省级森林乡村内部来看, 省级森林乡村 q 值呈现波动上升的趋势, 第二批省级森林乡村考虑乡村振兴因素比其他两个年份显著降低, 其原因可能是 2019 年新冠疫情的爆发背景下, 疫情的反复导致森林乡村开展认定的困难。

5. 结论与讨论

研究森林乡村时空变化对于乡村振兴和农村人居环境有着重要的作用。不同等级森林乡村时空分布情况将直接影响到森林乡村的政策落实和实践效果。云南省国家级森林乡村在县域上呈现聚集的趋势, 与陈刚指出国家级森林乡村具有以“胡焕庸线”为指向的“东密西疏”分布格局的格局相一致, 本研究也证实这个观点。基于此, 本文用标准差椭圆和全局自相关云南省森林乡村时空变化进一步分析, 同时也对国家级和省级森林乡村在云南省时空分布不同进行对比分析。本文发现国家级森林乡村的重心与省级森林乡村重心有所差异, 表明国家级和省级森林乡村是空间错位状态, 主要原因是标准差椭圆方位角的不同, 云南省国家森林乡村呈现东北 - 西南的发展趋势, 而省级森林乡村呈现西北 - 东南的发展趋势, 其错位程度的存在导致政策合力减小, 使各级森林乡村的政策效果不能产生“ $1 + 1 > 2$ ”的效果。从空间形态演化特征分析, 云南省森林乡村实现了从“点状 - 线状 - 面状”的建设, 但是也发现云南省国家级和省级森林乡村的核密度值高点空间错位, 也再次证明云南省国家级和省级森林乡村发展重心不同。省级内部比较来看, 云南省第一批森林乡村的面状结构已经雏形, 之后两批省级森林乡村是对第一批的完善。进一步分析云南省森林乡村空间关联性发现, 国家级和省级森林乡村在县域上呈现增加的趋势, 这表明云南省森林乡村相互作用不断得到强化、相互促进的良性发展格局已经形成。省级森林乡村相互作用不断得到强化, 但其系统内部协调程度和关联性比国家级森林乡村差, 表明省级森林乡村协调发展还需进一步提高与加强。

通过地理探测器的使用, 探寻国家级和省级森林乡村时空分布的影响因素。研究表明, 各个地市的数据与森林乡村 p 值均小于 0.01, 地级市的数据可成为在省级和国家森林乡村看展认定时的宏观参考数据。在影响因子影响大小方面, 生态条件和经济条件是国家级和省级森林乡村影响因子的首要因素, 这与杨燕, 孔雪松研究结果相一致。但通过国家级森林乡村和省级森林乡村 q 值对比, 除了生态宜居方面 q 值接近, 云南省省级森林影响因素的 q 值远小于国家级森林乡村。表明省级森林乡村确定时, 除了生态宜居方面, 其他几个指标考虑较少, 这将影响到森林乡村可持续发展。在政策方面, 云南省省级森林乡村与乡村振兴指数呈现 q 值越来越小的趋势, 这也印证了森林乡村只关注生态宜居是不能够完成乡村振兴的要求。在森林乡村体系方面, 国家森林乡村体系的建设对省级森林乡村 q 值的持续减少, 表明国家级森林乡村对省级森林乡村的影响力持续减弱。其原因是自 2019 年第一、二批森林乡村设立后, 没有

建立第三批国家级森林乡村，这不利于国家森林乡村对省级森林乡村的引导作用和中国森林乡村的体系建设。省级森林乡村内部比较，乡村振兴指数的 q 值呈下降趋势。森林乡村是新时代背景下进行乡村振兴的创新之举，是生态文明与地域文化的结合体，承载乡村振兴的价值追求。所以在“后疫情时代”，森林乡村建设时不仅要考虑每一个乡村是否符合森林乡村的要求，也要以省域为研究范围森林乡村，研究其是否符合乡村振兴要求。

基于此，林业部和云南省林业厅可以采取一系列森林乡村。首先，林业部适时推出第三批国家级森林乡村，这样不仅有助于保证森林乡村政策的持续性和稳定性，更有利于国家级森林乡村在发挥“国家级-省级-市级”中的体系中带头作用。对于省级森林乡村，面对产业方面不足的问题，应积极落实森林乡村在评定过程中“森林功能效益显著，涉林产业发展良好”的要求。并且对于森林乡村集中分布度较高的县应进一步发挥其“排头兵”和“桥头堡”的作用。对于相关学者，应注意到国家级森林乡村和省级森林乡村的不同性，在研究影响因素的时候，需要考虑到国家级森林乡村和省级森林乡村在设立的时候的异同性，关注到森林乡村空间变化的同时，也要考虑其时间性，这样更有助于提出科学合理的建议。

参考文献

- [1] 许憬秋, 吴泽群. 对《欧盟新森林战略 2030》的解析与思考[J]. 环境保护, 2022, 50(7): 68-73.
- [2] 朱彩霞, 孙海清. 生态文明视角云南省森林生态经济耦合系统协调发展研究[J]. 林业经济问题, 2019, 39(5): 482-489.
- [3] 安然, 陈钦, 黄秀娟. 中国森林资源旅游利用效率研究——以 30 个省份的森林公园为例[J]. 林业经济, 2023, 45(6): 45-61.
- [4] 唐明贵, 胡静, 汤慧, 等. 中国森林乡村空间分布特征及其影响因素分析[J]. 农业工程学报, 2022, 38(10): 258-266.
- [5] 高丹丹. 中国森林资源建设与保护时空演变与障碍因子诊断[J]. 森林工程, 2023, 39(2): 82-90.
- [6] 子志月, 高欣言. 我国乡村振兴战略研究的回顾与展望[J]. 云南行政学院学报, 2020, 22(2): 144-149.
- [7] 王秀伟, 李晓军. 中国乡村旅游重点村的空间特征与影响因素[J]. 地理学报, 2022, 77(4): 900-917.
- [8] 杨燕, 胡静, 李亚娟, 等. 基于 GIS 的中国森林乡村空间结构及影响因素研究[J]. 干旱区资源与环境, 2021, 35(6): 182-191.
- [9] 陈刚, 吴清, 杨俭波, 等. 中国国家森林乡村的空间分布特征与影响因素[J]. 经济地理, 2021, 41(6): 196-204.
- [10] 李孜沫. 江西省国家森林乡村的空间格局及其影响机制[J]. 浙江农林大学学报, 2023, 40(6): 1292-1299.
- [11] 王吉姝, 陈国磊, 张纪莎, 等. 长江经济带森林乡村空间分布格局及影响因素研究[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2023, 41(6): 51-61.
- [12] 朱晓雯, 石云, 李建华, 等. 宁夏不同地理分区乡村聚落时空演变对比研究[J]. 地域研究与开发, 2023, 42(4): 155-161.
- [13] 徐雪, 王永瑜. 中国乡村振兴水平测度、区域差异分解及动态演进[J]. 数量经济技术经济研究, 2022, 39(5): 64-83.