

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2023.06.040.

陈大蓉, 周旭, 胡锋, 等. 近30年贵阳市土地利用冲突时空变化分析[J]. 水土保持研究, 2023, 30(6): 337-344, 356.

Chen Darong, Zhou Xu, Hu Feng, et al. Analysis of Spatial and Temporal Changes in Land Use Conflicts in Guiyang City in the Last 30 Years[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2023, 30(6): 337-344, 356.

## 近30年贵阳市土地利用冲突时空变化分析

陈大蓉<sup>1</sup>, 周旭<sup>1</sup>, 胡锋<sup>2</sup>, 裴宇<sup>1</sup>, 胡玉雪<sup>1</sup>, 罗为维<sup>1</sup>

(1. 贵州师范大学 地理与环境科学学院, 贵阳 550025; 2. 贵州省生态气象和卫星遥感中心, 贵阳 550002)

**摘要:** [目的] 科学识别和掌握土地利用冲突的时空演变特征是区域寻求可持续发展的基础。[方法] 基于相对生态风险评价概念模型和景观生态学理论构建土地利用空间冲突测度模型, 定量分析了贵阳市1990—2020年的空间冲突水平及时空演变特征。[结果] 1990—2020年贵阳市土地利用冲突整体处于可控级别且变化明显, 稳定可控占比由24.76%上升到61.10%, 严重失控占比由2.24%波动上升到2.43%, 有增长趋势。贵阳市土地利用冲突呈“南高北低”的空间格局, 稳定可控和基本可控向息烽县、开阳县、乌当区等山地丘陵聚集; 基本失控和严重失控趋于向城市市区及其周边区域集中。贵阳市土地利用冲突具有明显的空间聚集效应, 整体呈“南高北低”相对分布特征; 热点区由清镇市、修文县、花溪区向城市中心迁移, 冷点区主要聚集在乌当区、开阳县。[结论] 贵阳市近30年土地利用冲突时空变化显著, 基本可控向稳定可控转变, 失控地区向城市中心聚集, 未来要重视城市中心生态建设, 协调生态与经济的平衡发展。

**关键词:** 土地利用冲突; 冲突测度; 时空变化; 贵阳市

**中图分类号:** X37; TP79

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2023)06-0337-08

## Analysis of Spatial and Temporal Changes in Land Use Conflicts in Guiyang City in the Last 30 Years

Chen Darong<sup>1</sup>, Zhou Xu<sup>1</sup>, Hu Feng<sup>2</sup>, Pei Yu<sup>1</sup>, Hu Yuxue<sup>1</sup>, Luo Weiwei<sup>1</sup>

(1. School of Geography and Environmental Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550025, China;

2. Ecological Meteorology and Satellite Remote Sensing Center of Guizhou Province, Guiyang 550002, China)

**Abstract:** [Objective] The scientific identification and mastery of the spatial and temporal evolutionary characteristics of land use conflicts are the basis for the region to seek sustainable development. [Methods] Based on the concept model of relative ecological risk assessment and the theory of landscape ecology, a measurement model of land use spatial conflict was constructed to quantitatively analyze the spatial conflict level and spatiotemporal evolution characteristics of Guiyang City from 1990 to 2020. [Results] From 1990 to 2020, the overall land use conflict in Guiyang City was at a controllable level and changed significantly. The proportion of stable and controllable rose from 24.76% to 61.10%, and the proportion of seriously out of control rose from 2.24% to 2.43%, showing a growth trend. The land use conflict in Guiyang City presented a spatial pattern of high level in the south and low level in the north, which was stable, controllable and basically controllable and converges in Xifeng County, Kaiyang County, Wudang District, and other mountains hill. Basically out of control and seriously out of control tended to concentrate in urban areas and their surrounding areas. The land use conflict in Guiyang City had obvious spatial aggregation effect, which was characterized by a relatively ‘south-north’ distribution. The hot spots moved from Qingzhen City, Xiuwen County,

收稿日期: 2022-09-12

修回日期: 2022-10-12

资助项目: 国家自然科学基金委员会—贵州省人民政府喀斯特科学研究中心项目(U1812401); 贵州省科学技术项目([2017]113; 贵州省科技支撑项目([2017]2855)

第一作者: 陈大蓉(1996—), 女(布依族), 贵州贵阳人, 硕士研究生, 研究方向为地理信息与遥感应用。E-mail: 1403565563@qq.com

通信作者: 周旭(1981—), 男, 四川古蔺人, 博士, 副教授, 研究方向为遥感水文与流域管理。E-mail: zxy8178@163.com

<http://stbcyj.paperonce.org>

and Huaxi District to the city center. The cold spots mainly concentrated in Wudang District and Kaiyang County. [Conclusion] The spatiotemporal changes of land use conflicts were significant in Guiyang City over the past 30 years, basically controllable area changed to stable and controllable area, and the out-of-control areas gathered in urban center. Guiyang City should attach importance to the ecological construction of the city center and reconcile the balanced development of ecology and economy in the future.

**Keywords:** land use conflict; conflict measurement; spatiotemporal characteristics; Guiyang City

土地是人类活动的基本场所,是社会经济发展和自然生态环境的重要资源<sup>[1]</sup>。土地资源的多宜性和土地供给的有限性往往使其在社会经济和生态环境之间存在博弈,衍生出许多土地利用之间的矛盾和冲突<sup>[2]</sup>。随着城市化和工业化进程加快,土地资源的多样化需求日益增加,不同利益相关者基于目标需求不同,造成土地利用冲突,使人与地之间的关系紧张,对区域稳定性和可持续发展构成了严重威胁。土地利用冲突的实质是不同利益相关者在利用土地资源的过程中因需求存在差异,在如何利用土地、所需土地数量等方面不一致、不和谐,以及不同土地利用方式与环境之间存在的矛盾状态<sup>[2]</sup>。因此,科学识别土地利用冲突类型,揭示冲突发生的原因和内在机制,探讨土地资源可持续管理方式是解决土地利用冲突问题的关键,是实现人与自然和谐共生的必要条件。

20世纪70年代以来,土地利用冲突成为全球土地利用及相关学科研究关注的热点问题之一<sup>[3]</sup>。2001年“自然资源管理和利用中的冲突管理办法”会议的召开,让土地利用冲突问题逐渐受到国内学者的关注。至今,土地利用冲突经历了从社会学、经济学、管理学到地理学的发展历程<sup>[4-5]</sup>,其研究也由冲突的概念、识别方法向时空演变、驱动因素和优化调控逐步扩展<sup>[5-7]</sup>。定性和定量识别土地利用冲突的方法很多,主要包括参与式方法<sup>[8]</sup>、博弈论<sup>[9]</sup>、压力—状态—响应概念模型<sup>[10]</sup>、多目标评价<sup>[11]</sup>、空间叠加法<sup>[12]</sup>和景观生态风险评价<sup>[13]</sup>等。不同的研究方法所适应的研究场景不同,参与式方法能深入了解冲突产生的原因,但易受被调查者主观影响,且耗时耗力。博弈论能探索土地利用冲突的内在机理,但不能识别冲突类型和空间分布。随着遥感技术的引入,实现了土地利用冲突的快速精准监测<sup>[14]</sup>。景观生态风险评价基于遥感监测的土地利用数据,借鉴生态风险评价概念模型和景观格局指数构建土地利用冲突模型。这种方法可以准确识别土地利用冲突的位置,揭示土地利用冲突的空间异质性,追踪区域时空变化特征。目前,从景观生态风险评价开展土地利用冲突的研究多从快速城市化出发,包括中国<sup>[15]</sup>、京津冀地区<sup>[16]</sup>、长株

潭城市群<sup>[17-18]</sup>、黑河中游等<sup>[13,19]</sup>中宏观尺度,以及江苏省里下河<sup>[20]</sup>、重庆市江津区<sup>[21]</sup>等局地区域,对特殊地貌的山地城市关注较少。

山地城市土地资源有限,人口密度增加和社会经济的不发达,造成土地资源的不可持续发展,导致生态失衡,景观连通性下降,土地利用冲突问题频频发生,影响区域生态安全。如何实现社会经济和生态环境和谐共存,筑牢生态安全屏障,是现阶段山地城市面临问题与挑战。经济和人口的快速增长加快了贵阳市的城市化步伐,土地利用空间冲突显著,亟需研究冲突的原因和空间分异特征。因此,本文以贵阳市为研究对象,采用景观生态学中的生态风险评价模型识别快速城市化和生态建设双重背景下的土地利用冲突及其时空变化特征,旨在协调山地城市的生产发展、生活宜居和生态安全格局,为山地城市绿色可持续发展提供科学依据。

## 1 研究区概况

贵阳市地处云贵高原黔中山原丘陵中部,地理坐标为东经 $106^{\circ}07'$ — $107^{\circ}17'$ ,北纬 $26^{\circ}11'$ — $26^{\circ}55'$ ,是贵州省政治、经济、文化、科教、交通中心(图1)。贵阳市国土总面积约为 $8\,043\text{ km}^2$ ,下辖六区(云岩区、南明区、观山湖区、花溪区、白云区、乌当区)三县(修文县、息烽县、开阳县)和一个县级市(清镇市)。贵阳市位于长江流域和珠江流域的分水岭,属亚热带季风性湿润气候,气候温和,降水丰沛,雨热同季,年平均气温约 $15.3^{\circ}\text{C}$ ,多年平均降水量约 $1\,096\text{ mm}$ 。地形以山地、丘陵为主,山多坡陡、景观异质性强,山地面积占 $52.30\%$ <sup>[22-23]</sup>。区内喀斯特面积占 $85.02\%$ ,生态环境脆弱,破坏后难以恢复<sup>[24]</sup>。近30年来贵阳市发展迅速,据《贵阳市统计年鉴》和《贵州省统计年鉴》统计,1990—2020年,人口由285.15万人增加到598.98万人,GDP由60.22亿元增长至4 311.65亿元,翻了近70倍;城市化率由 $43.91\%$ 增加到 $80.07\%$ ,增长率达 $82.35\%$ 。随着城市空间发展需要,建成区面积也由 $80.85\text{ km}^2$ 扩张到 $369\text{ km}^2$ 。同时,贵阳生态环境持续改善,森林覆盖率由 $14.5\%$ 增长到 $55\%$ 。

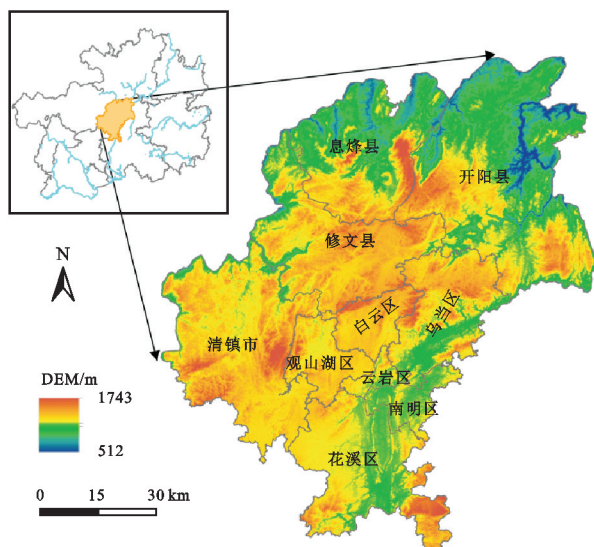


图 1 研究区示意图 (审图号:GS(2019)1822 号)

Fig. 1 Sketch map of the research area

## 2 研究数据与方法

### 2.1 数据获取与处理

研究使用 1990 年、2000 年、2010 年、2020 年四期土地利用数据是基于 Landsat 卫星在 GEE 平台衍生的中国年度土地覆盖产品 CLUDs(<https://doi.org/10.5281/zenodo.4417810>)<sup>[25]</sup>。以 Google Earth 遥感影像为底图,对其目视修正,经检验 Kappa 系数均在 80% 以上。依据 CLUDs 分类体系、《土地利用现状分类》(GB/T2010-2017)将土地利用类型分为林地、草地、耕地、水域、建设用地和未利用地 6 类。其中,采用 ArcGIS 将上述数据重采样为 30 m×30 m 的栅格单元;投影坐标系均为 WGS\_1984\_UTM\_Zone\_48 N。

### 2.2 土地利用冲突指数构建

基于生态安全视角,土地利用空间冲突指数可借鉴“风险源—风险受体—风险效应”的相对生态风险评价概念模型和景观生态学理论进行测度<sup>[13]</sup>。风险源是指可能对区域生态系统造成不利作用的风险来源<sup>[26]</sup>,选用土地利用强度相关的外部压力因子作为指标;风险受体指生态系统中受到风险源不利作用的载体<sup>[27]</sup>,选用空间脆弱性作为指标;风险效应指不同风险源作用于不同风险受体后的反应<sup>[27]</sup>,选用空间稳定性指数作为指标。空间单元的外部压力越大,风险暴露程度越高,内部稳定性越低,生态风险的可能性越大,也就意味着生态系统会遭受更大的干扰,加深各类土地利用间的矛盾,土地利用冲突问题亦更加突出。同理,空间格局变化对区域生态系统功能的影响越小,带来的空间生态风险越小,则土地利用冲突程度越低<sup>[28]</sup>。参考以往研究<sup>[18]</sup>,土地利用冲突指数 LUCI(Land Use Conflict Index)可以表示为:

$$LUCI = PI + VI - SI \quad (1)$$

式中:LUCI 为土地利用冲突指数;PI 为外部压力指数;VI 为脆弱性指数;SI 为稳定性指数。

(1) 空间外部压力指数(PI)。城市化不断加快及人类活动的过度干预使得区域内的土地利用变得更加复杂和破碎,降低土地利用效率的同时加剧了土地利用冲突。面积加权平均斑块分维数(AWMPFD)基于周长—面积的关系来度量景观斑块的复杂性,即表示邻域景观对当前土地利用的干扰影响程度<sup>[29]</sup>。因此,借鉴 AWMPFD 度量空间外部压力指数,分维数越大则表示景观斑块的形状越复杂,不易受人类活动影响;反之,分维数越小则容易受人类活动影响<sup>[18]</sup>。其计算公式为:

$$AWMPFD = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[ \frac{2 \ln(0.25 P_{ij})}{\ln(a_{ij})} \left( \frac{a_{ij}}{A} \right) \right] \quad (2)$$

式中: $P_{ij}$  为斑块周长; $a_{ij}$  为斑块面积; $A$  为景观总面积; $m$  为空间单元总数; $n$  为土地利用类型。

(2) 空间脆弱性指数(VI)。空间脆弱性指数是用来表征不同风险受体(不同土地利用类型)抵抗外界干扰能力的大小,其值越高,生态风险越大<sup>[29]</sup>。不同土地利用类型对外部压力的抗干扰能力不同,借鉴景观脆弱性指数(FI)来度量空间脆弱性,参考已有文献<sup>[30]</sup>,确定建设用地、其他用地、水域、耕地、草地、林地的脆弱度指数分别为 5,4,3,2,1,1。其计算公式为:

$$VI = \sum_{i=1}^n F_i \times \frac{a_i}{S} \quad (3)$$

式中: $F_i$  为景观  $i$  的脆弱性指数; $a_i$  为单元内景观  $i$  的面积; $S$  为空间单元总面积。

(3) 空间稳定性指数(SI)。景观破碎化是区域空间形态中土地利用冲突的主要后果之一,景观斑块越破碎,稳定性越差、空间冲突越强烈,同时越容易诱发生物多样性丧失,导致生态系统失衡<sup>[31]</sup>。因此,借鉴景观生态学中的斑块密度(PD)从负面衡量区域景观的稳定性<sup>[7]</sup>。

$$SI = 1 - PD = 1 - \frac{n_i}{A} \quad (4)$$

式中: $n_i$  为单元内景观  $i$  的斑块数目; $A$  为空间单元面积。

### 2.3 土地利用冲突分析尺度

景观格局指数对景观尺度具有明显的依赖性<sup>[13]</sup>,贵阳市南北最大纵距和东西最大横距分别为 130 km,115 km,参考彭佳捷等<sup>[18]</sup>选择空间单元尺度的方法,文中选择 2 400 m 格网尺度为评价单元。其中,研究区边界没有覆盖整个单元面积的斑块按一个完整单元进行计算。为方便计算,将公式(2)—(4)的外部压力指数、脆弱性指数和稳定性指数分别标准



化处理至(0,1),代入公式(1)中计算各空间单元的土地利用冲突指数并标准化至(0,1)。通过测算4个时期各空间单元网格的土地利用冲突强度,参考吴蒙等<sup>[28]</sup>提出的空间冲突分级方法将其划分为4个等级,其中[0,0.5]为稳定可控、(0.5,0.7]为基本可控、(0.7,0.8]为基本失控、(0.8,1]为严重失控。

### 3 结果与分析

#### 3.1 土地利用冲突的时间演变特征

从土地利用冲突指数结果(表1)可以看出:贵阳市1990年、2000年、2010年、2020年土地利用冲突的平均值分别为0.573,0.567,0.479,0.485,即贵阳市在研究期间以稳定可控和基本可控为主,土地利用冲突呈现出“先降低后增加”的变化趋势。其中,稳定可控的空间单元数量占比在1990—2000年稳定在

24%,到2010年和2020年空间单元数量占比增加了近1.5倍,占贵阳市空间单元数量的3/5左右;基本可控级别空间单元数量所占比例在研究期间内呈先增后减趋势,在2000年达到最大值,但增加的比例远远小于减少的比例,对调控空间冲突生态风险及预防区域生态安全问题发生发挥积极作用。与之相反,基本失控和严重失控的空间单元数量所占比例呈先减少后增加趋势。1990—2010年基本失控的空间单元占比大幅度减少,由11.07%降到2.11%,2020年又上升至3.71%,基本失控是土地利用冲突的初始表现,对区域生态安全存在潜在威胁,调控不当容易加剧冲突;严重失控空间单元数量占比变化趋势与基本失控一致,2010—2020年从0.77%增加到2.43,增幅1.66%,有逐渐加重的发展趋势,是今后要重点调控土地利用方式的空间单元,以降低生态安全风险。

表1 贵阳市1990—2020年空间冲突测算统计结果

Table 1 The statistical results of spatial conflict measurement in Guiyang City from 1990 to 2020

冲突级别	冲突值	空间单元个数/个				空间单元百分比/%			
		1990年	2000年	2010年	2020年	1990年	2000年	2010年	2020年
稳定可控	0.0~0.50	387	374	919	955	24.76	23.93	58.80	61.10
基本可控	0.51~0.70	940	1021	599	512	60.14	65.32	38.32	32.76
基本失控	0.71~0.80	173	133	33	58	11.07	8.51	2.11	3.71
严重失控	0.81~1.0	63	35	12	38	4.03	2.24	0.77	2.43
总计		1563	1563	1563	1563	100	100	100	100
冲突平均值		0.573	0.567	0.479	0.485				

#### 3.2 土地利用冲突的空间演变特征

从贵阳市1990—2020年30年间土地利用冲突空间分布(图2)可以看出:空间上具有显著的南北差异,即“南高北低”。土地利用冲突的高值区主要分布于城市中心及周边区域,这些区域地势相对较低,人口和资本相对集中,城市建成区不断向外延伸,侵占周边的林地、耕地等,造成土地利用冲突水平提高;土地利用冲突低值区主要分布于息烽县、开阳县、乌当区、修文县东部和花溪区中部等山地丘陵地区,这些区域林地资源丰富且连片、植被覆盖度高,受人类活动扰动小,因此土地利用冲突水平较低。

结合土地利用冲突空间变化趋势和面积转移特征(图3)来看,1990—2000年贵阳市土地利用冲突失控级别区域主要集中在农村,各冲突级别转移情况较少,以维持自身冲突状态为主。此时人口快速增加,且聚集于农村,人们为满足生活需要盲目开荒毁林,耕地大面积扩张的同时加剧土地的破碎化,导致土地冲突水平较高。

2000—2010年贵阳市土地利用冲突问题得到明显的控制,处于研究期间的最低水平,失控级别区域主要集中在中心城区及周边区域。各冲突级别变化

显著,基本可控转向稳定可控的面积有3 150.72 km<sup>2</sup>,占基本可控单元的53.57%,转向基本失控和严重失控的较少,分别占0.78%和0.39%;基本失控分别转向稳定可控和基本可控57.6 km<sup>2</sup>,639.36 km<sup>2</sup>,二者占比达到90.98%。贵阳市作为西部重要的经济发展区,在西部大开发战略的实施中,对土地利用需求日益增多,建成区向白云区、观山湖区和花溪区方向蔓延,但土地利用冲突并未呈现增加态势,这主要归功于贵阳市在发展经济的时候注重生态文明建设,同步实施了石漠化治理、退耕还林等生态工程,有目标的提升区域生态环境质量和生态韧性。

2010—2020年贵阳市土地利用冲突开始出现“反弹”,中心城区土地利用冲突问题上升,与其他各县冲突问题对比显著。失控级别变化比较明显,严重失控有5.76 km<sup>2</sup>的面积转向基本失控,但远不及基本失控向严重失控转移面积97.92 km<sup>2</sup>,且可控级别也有少量空间单元转为失控级别。2010年以后,一系列生态工程虽有效缓解土地利用冲突,但贵阳市城市化水平仍不断提升,建设用地持续扩张,侵占周边土地,以及大量农村自建房占用耕地,进一步加剧人地矛盾,进而加重土地利用冲突。

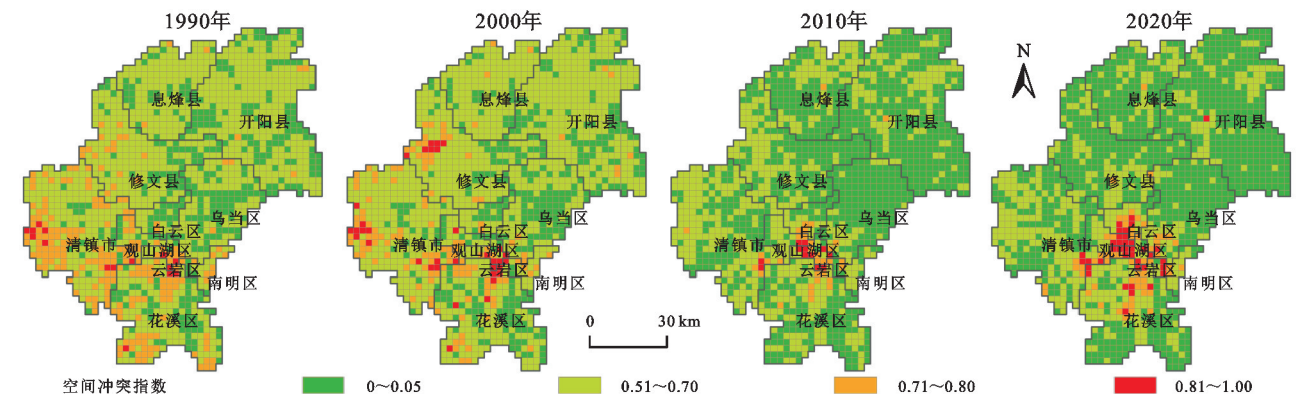


图 2 贵阳市 1990—2020 年空间冲突指数变化图

Fig. 2 The spatial conflict index changes in Guiyang City from 1990 to 2020

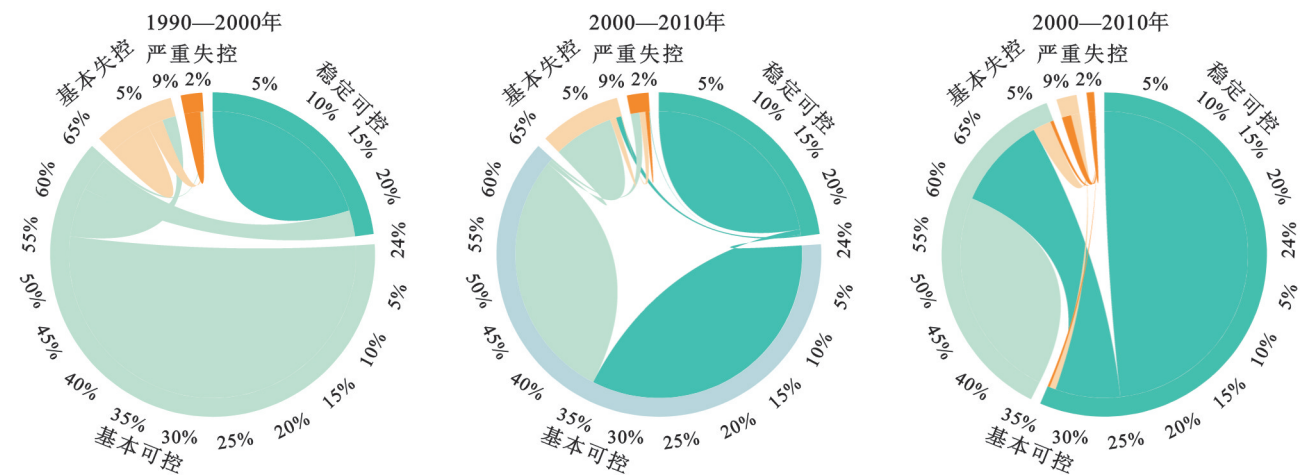


图 3 贵阳市 1990—2020 年不同空间冲突面积转移弦图

Fig. 3 The area transfer chord diagram of different spatial conflicts in Guiyang City from 1990 to 2020

3.3 空间自相关分析

采用 ArcGIS 10.2 中空间统计的 Moran's  $I$  对贵阳市 1990—2020 年土地利用冲突综合指数进行全局空间自相关分析,结果显示:各期的全局自相关 Moran's  $I$  指数分别为 0.516 1, 0.493 6, 0.560 4, 0.652 4,均为正值, $Z$  值分别为 28.31, 27.08, 30.75, 35.79,  $p$  值均小于 0.001,分析表明贵阳市不同空间单元的空间冲突水平在空间格局呈正相关,存在明显的聚集趋势,并非随机分布。随着时间的推移,Moran's  $I$  指数先降后升, $Z$  值亦是如此,呈现“V”型变化趋势,在 2000 年达到最低值,表明 2000 年空间冲突聚集性下降。2000 年以后宏观政策对土地利用变化起导向作用,使冲突的空间分布具有明显的聚集趋势。

为进一步探究不同冲突级别的集聚和离散规律,采用 Anselin Local Moran's  $I$  工具得到 1990—2020 年局部空间自相关 LISA 聚集图(图 4)。高一高类型在 1990—2020 年呈现零散逐渐集中的变化趋势,1990 年高一高类型聚集状态较分散,主要分布在清镇市东部和西部、花溪区南部和北部,云岩区、南明区和修文县零星分布;2000 年高一高类型小幅度减少,主要分布

在清镇市西部,花溪区南部由高一高类型转为不显示类型;2010 年的高一高类型在中部出现明显的聚集现象,且清镇市西部分布范围再次减少,修文县亦减少;2020 年高一高类型在中部范围向花溪区、白云区、观山湖区延伸,小部分零星分布,说明贵阳市生态保护政策对土地利用冲突的正向影响显著。低—低类型主要分布在贵阳市西北方向,即乌当区和开阳县,30 年变化不大。这些区域受交通条件和地形影响,城市扩张受到限制,同时离城市中心较远,土地利用冲突发生可能性较低。

3.4 冲突冷热点分析

采用 ArcGIS 10.2 中空间统计的关联指数 Getis-Ord  $G_i^*$ ,选取置信度分别为 90%, 95% 和 99% 的冷热点来分析贵阳市近 30 年空间冲突的冷热点空间分布可知(图 5):贵阳市空间冲突冷热点空间分布与局部空间自相关 LISA 聚集分布特征较为一致,冷热点沿西北—东南轴相对分布,轴线以上为冷点分布区,反之为热点分布区。1990—2020 年 30 年的热点区域差异明显,呈现由四周零散分布向中心城区集中分布的变化趋势,冷点区域变化不明显。具体而言,1990 年贵阳市热点主要分



布于中部和西部清镇市、西北部修文县、南部花溪区边缘地区零星分布;2000年与1990年较为接近,差异之处在于修文县西部出现明显热点区;2010年清镇县和修文县热点区明显减少,中部显著增加,除息烽县外,各区县零星分布;2020年热点区集中分布于

中部平缓地,该区域根据地形特征将建成区布局沿中曹司盆地南北向拓展,以及设立观山湖新区以解决人口增长对住宅和城市设施的需求。冷点区域主要分布于乌当区、开阳县东部和息烽县、开阳县交界处,且逐渐向乌当区和开阳县方向偏移。

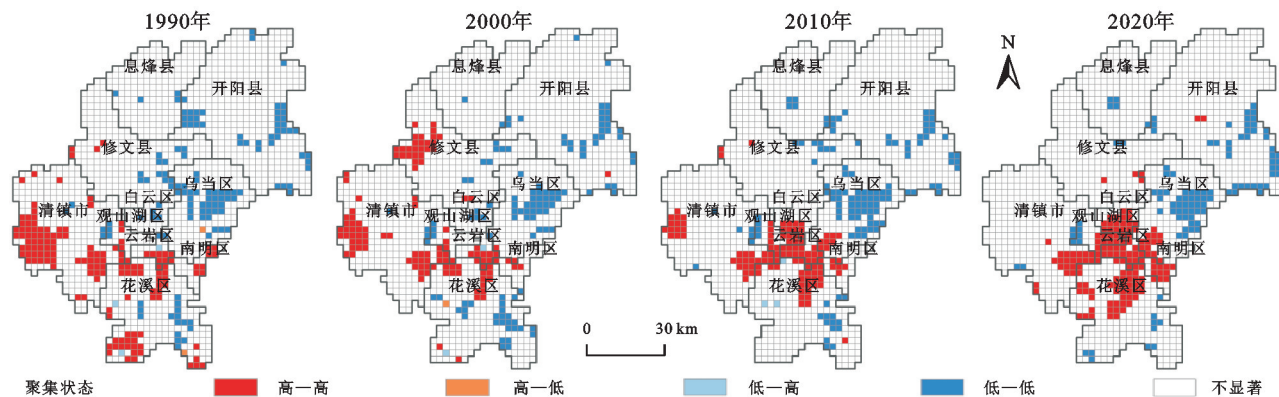


图4 贵阳市1990—2020年空间冲突局部自相关LISA聚集图

Fig. 4 The spatial conflict local autocorrelation LISA aggregation map from in Guiyang City 1990 to 2020

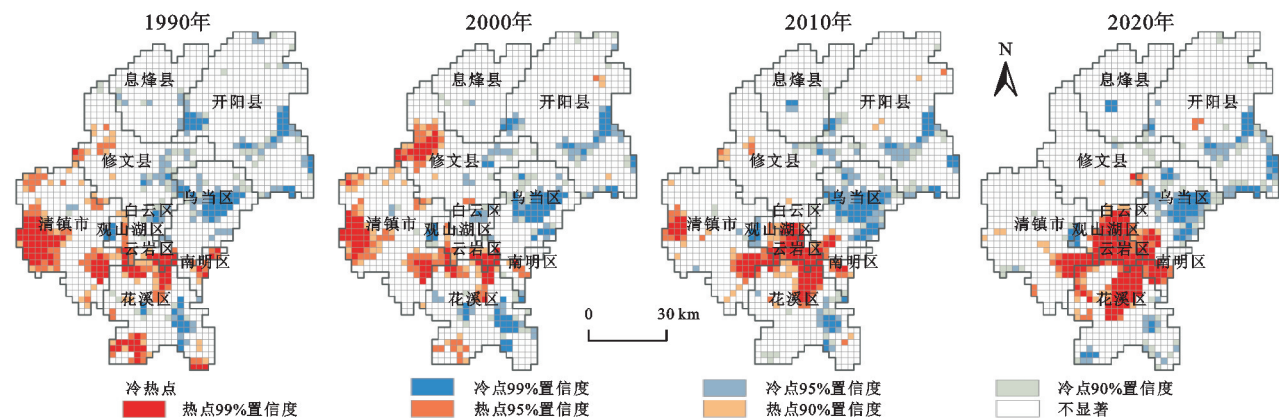


图5 贵阳市1990—2020年空间冲突冷热点分布

Fig. 5 The distribution of spatial conflict cold hotspots in Guiyang City from 1990 to 2020

## 4 讨论与结论

### 4.1 讨论

本文分析了贵阳市土地利用冲突的时空演变特征,研究表明,贵阳市基本失控和严重失控区域向基本可控和稳定可控转变,冲突区域高度集中在中心城区及周边区域,土地利用冲突先减弱后增加,有逐渐恶化趋势。土地利用冲突变化情况与曾昉<sup>[32]</sup>、李雪冬<sup>[33]</sup>等研究的生态冲突及生态安全变化情况基本一致。

随着喀斯特山地城市经济的快速发展,生产生活空间持续扩张,加剧生态空间的“破碎化”,人地矛盾日益突出,严重影响城市的生态安全。从2001年“环境立市”发展战略的确立,到2014年提出建设全国生态文明示范城市,贵阳市一直奋力走出一条绿色发展道路,以实现经济发展与生态保护的有利局面。在这些目标的驱动下,退耕还林、环城林带、石漠

化治理和天然林林业生态建设,采石场、矿山等环境治理和复垦,城市绿化工程等多项措施的实施增加森林总量,森林覆盖率由1990年的14.5%提升至2020年的55%,建成区绿地率由29.4%增长至39.6%,生态环境进一步优化,土地利用冲突逐渐减弱,城市生态承载力增强。但2020年中心城区及周边区域,基本失控和严重失控区域空间单元占比增加,空间分布特征与贵阳市“东扩、西连、南延、北拓”的城市扩展路径一致,土地利用冲突开始有恶化趋势。因此,未来的城市发展要秉承“两山”理论的发展理念推进城市生态文明建设,集约化工业用地和住宅以提高土地利用效率,坚持以不牺牲环境为代价发展经济,对已开发区域开展生态修复工程,改善土地利用冲突问题,提高区域的生态系统服务效益和生态环境承载力,筑牢城市生态安全。

本文借鉴生态风险评价概念模型和景观生态学

理论揭示研究区土地利用冲突的时空变化规律。然而,不同利益相关者开发利用土地资源的原因并不唯一,还涉及了社会、经济、生态等各方面。本文从土地利用类型角度进行空间冲突的测度,结果获取快速、直观、省时省力,但没有考虑社会、经济等因素,一定程度上限制了其适用性,其计算指标需进一步改进。

## 4.2 结论

(1) 1990—2020年贵阳市土地利用空间冲突均值由0.573波动下降到0.485,冲突整体处于可控水平且变化明显。稳定可控2010年的占比是2000年的1.5倍;严重失控空间单元由1990年的63个下降到2010年的12个,又上升到2020年的38个,冲突有加剧趋势。

(2) 1990—2020年贵阳市土地利用冲突空间差异显著,呈“南高北低”的空间格局,稳定可控和基本可控向息烽县、开阳县、乌当区等山地丘陵聚集特征;基本失控和严重失控集中于城市市区及其向外蔓延区域。

(3) 1990—2020年贵阳市土地利用冲突的全局Moran's  $I$  指数均大于0,表明空间冲突具有显著的空间正相关性和聚集效应;不同阶段其空间聚集分布特征不同,但整体上与空间冲突“南高北低”相对的空间分布特征一致;热点区由清镇市、修文县、花溪区向城市中心迁移,冷点区主要聚集在乌当区、开阳县,且逐渐向城市边缘偏移。

## 参考文献:

- [1] 刘纪远.中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M].北京:中国科学技术出版社,1996.  
Liu J Y. Study on resources & environment survey and dynamic using remote sensing in China[M]. Beijing: China Science and Technology Press, 1996.
- [2] 于伯华,吕昌河.土地利用冲突分析:概念与方法[J].地理科学进展,2006,25(3):106-115.  
Yu B H, Lu C H. The progress and prospect of land use conflicts[J]. Progress in Geography, 2006,25(3):106-115.
- [3] 杨永芳,朱连奇.土地利用冲突的理论诊断方法[J].资源科学,2012,34(6):1134-1141.  
Yang Y F, Zhu L Q. The theory and diagnostic methods of land use conflicts[J]. Resources Science, 2012,34(6):1134-1141.
- [4] Adams W M, Brockington D T, Dyson J, et al. Managing tragedies: Understanding conflict over common pool resources[J]. Science, 2003,302:1915-1916.
- [5] 邹利林,刘彦随,王永生.中国土地利用冲突研究进展[J].地理科学进展,2020,39(2):298-309.  
Zou L L, Liu Y S, Wang Y S. Research progress and prospect of land-use conflicts in China[J]. Progress in Geography, 2020,39(2):298-309.
- [6] 江颂,蒙古军.土地利用冲突研究进展:内容与方法[J].干旱区地理,2021,44(3):877-887.  
Jiang S, Meng J J. Process of land use conflict research: Contents and methods[J]. Arid Land Geography, 2021,44(3):877-887.
- [7] 周德,徐建春,王莉.近15年来中国土地利用冲突研究进展与展望[J].中国土地科学,2015,29(2):21-29.  
Zhou D, Xu J C, Wang L. Process of land use conflict research in China during the past fifteen years[J]. China Land Science, 2015,29(2):21-29.
- [8] Orr A, Mwale B. Adapting to Adjustment: Smallholder livelihood strategies in Southern Malawi[J]. World Development, 2001,29(8):1325-1343.
- [9] 刘文强,孙永广,顾树华,等.水资源分配冲突的博弈分析[J].系统工程理论与实践,2002,22(1):16-25.  
Liu W Q, Sun Y G, Gu S H, et al. Game analysis for conflicts in water resource allocation[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2002,22(1):16-25.
- [10] 杨永芳,安乾,朱连奇.基于PSR模型的农区土地利用冲突强度的诊断[J].地理科学进展,2012,31(11):1552-1560.  
Yang Y F, An Q, Zhu L Q. Diagnosis based on the PSR model of rural land-use conflicts intensity[J]. Progress in Geography, 2012,31(11):1552-1560.
- [11] Lu C H, Van Ittersum M K, Rabbinge R. A scenario exploration of strategic land use options for the Loess Plateau in Northern China[J]. Agricultural Systems, 2004,79:145-170.
- [12] 杨远琴,任平,洪步庭.基于生态安全的三峡库区重庆段土地利用冲突识别[J].长江流域资源与环境,2019,28(2):322-332.  
Yang Y Q, Ren P, Hong B T. The study of land use conflict based on ecological security of the Chongqing Section of Three Gores Reservoir area[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2019,28(2):322-332.
- [13] 蒙古军,江颂,拉巴卓玛,等.基于景观格局的黑河中游土地利用冲突时空分析[J].地理科学,2020,40(9):1553-1562.  
Meng J J, Jiang S, Laba Z M, et al. The spatial and temporal analysis of land use conflict in the middle reaches of the Hei River based on landscape pattern[J]. Scientia Geographica Sinica, 2020,40(9):1553-1562.
- [14] 周晓艳,宋亚男.1982—2015年国际土地利用冲突研究文献计量分析[J].城市发展研究,2017,24(1):100-108.  
Zhou X Y, Song Y N. Bibliometric analysis of land use

- conflict research during 1982—2015[J]. *Urban Development Studies*, 2017, 24(1):100-108.
- [15] Jiang S, Meng J, Zhu L, et al. Spatial-temporal pattern of land use conflict in china and its multilevel driving mechanisms[J]. *Science of the Total Environment*, 2021, 801:149697.
- [16] Bao W, Yang Y, Zou L. How to reconcile land use conflicts in mega urban agglomeration? a scenario-based study in the Beijing-Tianjin-Hebei region, China[J]. *J Environ Manage*, 2021, 15:296:113168.
- [17] 周国华, 彭佳捷. 空间冲突的演变特征及影响效应: 以长株潭城市群为例[J]. *地理科学进展*, 2012, 31(6): 717-723.
- Zhou G H, Peng J J. The evolution characteristics and influence effect of spatial conflict: A case study of Changsha-Zhuzhou-Xiangtan urban agglomeration[J]. *Progress in Geography*, 2012, 31(6): 717-723.
- [18] 彭佳捷, 周国华, 唐承丽, 等. 基于生态安全的快速城市化地区空间冲突测度: 以长株潭城市群为例[J]. *自然资源学报*, 2012, 27(9): 1507-1519.
- Peng J J, Zhou G H, Tang C L, et al. The analysis of spatial conflict measurement in fast urbanization region bases on ecological security: A case study of Changsha-Zhuzhou-Xiangtan urban agglomeration[J]. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(9): 1507-1519.
- [19] 韦江伟, 赵锐锋, 李玲慧, 等. 干旱区三生用地时空演变特征及空间冲突研究: 以黑河中游地区为例[J]. *水土保持研究*, 2021, 28(4): 284-292, 419.
- Wei J W, Zhao R F, Li L H, et al. Study on the spatial and temporal evolution characteristics and spatial conflicts of the land for production-living-ecological in arid area: A case study of the middle reaches of the Hei River[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2021, 28(4): 284-292, 419.
- [20] Sun Y, Ge X, Liu J, et al. Mitigating spatial conflict of land use for sustainable wetlands landscape in Li-Xia-River region of central Jiangsu, China[J]. *Sustainability* 2021, 13, 111889.
- [21] 戴智勇, 杨朝现, 信桂新, 等. 丘陵山区土地利用冲突评价及调控优化[J]. *西南大学学报: 自然科学版*, 2019, 41(11): 82-91.
- Dai Z Y, Yang C X, Xin G X, et al. Evaluation of land use conflicts in hilly and mountainous areas and optimization of their control[J]. *Journal of Southwest University: Natural Science Edition*, 2019, 41(11): 82-91.
- [22] 姚岚, 吴次芳, 陆张维. 喀斯特地区城镇化质量与土地利用系统健康协同演化关系研究[J]. *长江流域资源与*
- 环境*, 2018, 27(4): 768-778.
- Yao L, Wu C F, Lu Z W. Co-evolution relationship between the quality of urbanization and the health of land use system in karst regions[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2018, 27(4): 768-778.
- [23] 王志杰, 代磊, 周学霞, 等. 典型喀斯特山地城市镶嵌山体斑块格局时空变化特征[J]. *水土保持研究*, 2022, 29(3): 197-204.
- Wang Z J, Dai Lei, Zhou X X, et al. Spatiotemporal characteristics of patch pattern of mosaic mountain in typical karst mountainous cities[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2022, 29(3): 197-204.
- [24] 王秋红, 王勇, 李维杰, 等. 喀斯特山地城市生态系统服务变化及关系研究: 以贵阳市为例[J]. *西南大学学报: 自然科学版*, 2022, 44(5): 158-168.
- Wang Q H, Wang Y, Li W J, et al. Change and relationship of ecosystem services in karst mountainous cities: Take Guiyang as example[J]. *Journal of Southwest University: Natural Science Edition*, 2022, 44(5): 1-11, 158-168.
- [25] Jie Y, Huang X. The 30 m annual land cover dataset and its dynamics in China from 1990 to 2019[J]. *Earth System Science Data*, 2021(8): 3907-3925.
- [26] 王慧芳, 饶恩明, 肖懿, 等. 基于多风险源胁迫的西南地区生态风险评价[J]. *生态学报*, 2018, 38(24): 8992-9000.
- Wang H F, Rao E M, Xiao Y, et al. Ecological risk assessment in Southwest China based on multiple risk sources[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38(24): 8992-9000.
- [27] 卢宏伟, 曾光明, 谢更新, 等. 洞庭湖流域区域生态风险评价[J]. *生态学报*, 2003, 23(12): 2520-2530.
- Lu H W, Zeng G M, Xie G X, et al. The regional ecological risk assessment of the Dongting Lake watershed[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(12): 2520-2530.
- [28] 吴蒙, 周冯琦, 程进. 基于生态系统服务的快速城市化地区空间冲突测度及时空演变特征[J]. *中国人口·资源与环境*, 2021, 31(5): 12-20.
- Wu M, Zhou F Q, Cheng J. Spatial conflict measurement in rapid urbanization areas from the perspective of ecosystem services[J]. *China Population · Resources and Environment*, 2021, 31(5): 12-20.
- [29] 周德, 徐建春, 王莉. 环杭州湾城市群土地利用的空间冲突与复杂性[J]. *地理研究*, 2015, 34(9): 1630-1642.
- Zhou D, Xu J C, Wang L. Land use spatial conflicts and complexity: A case study of the Urban Agglomeration around Hang Zhou Bay, China[J]. *Geographical Research*, 2015, 34(9): 1630-1642.



- 量的空间关系[J].生态学报,2021,41(15):6134-6145.
- Zhou T, Chen W X, Li J F, et al. Spatial relationship between human activities and habitat quality in Shennongjia Forest Region from 1995 to 2015 [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2021,41(15):6134-6145.
- [17] 王军,严有龙,王金满,等.闽江流域生境质量时空演变特征与预测研究[J].生态学报,2021,41(14):5837-5848.
- Wang J, Yan Y L, Wang J M, et al. Temporal-spatial variation characteristics and prediction of habitat quality in min River Basin[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2021, 41(14):5837-5848.
- [18] 黄木易,岳文泽,冯少茹,等.基于 InVEST 模型的皖西大别山区生境质量时刻演化及景观格局分析[J].生态学报,2020,40(9):2895-2906.
- Huang M Y, Yue W Z, Feng S R, et al. Spatial-temporal evolution of habitat quality and analysis of landscape patterns in Dabie Mountain area of west Anhui province based on InVEST model[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2020,40(9):2895-2906.
- [19] 王耕,王佳雯.丹东沿海地区土地利用变化对生境质量的影响研究[J].生态环境学报,2021,30(3):621-630.
- Wang G, Wang J W. Study on the impact of land use change on habitat quality in Dandong coastal area[J]. *Ecology and Environmental Sciences*, 2021, 30(3): 621-630.
- [20] 邬建国.景观生态学:格局、过程、尺度与等级[M].2版.北京:高等教育出版社,2007.
- Wu J G. *Landscape Ecology: Pattern, Process, Scale and Hierarchy*[M]. 2nd edition. Beijing: Higher Education Press, 2007.
- [21] 邓元杰,姚顺波,侯孟阳,等.退耕还林还草工程对生态系统碳储存服务的影响:以黄土高原丘陵沟壑区子长县为例[J].自然资源学报,2020,35(4):826-844.
- Deng Y J, Yao S B, Hou M Y, et al. Assessing the effects of the Green for Grain Program on ecosystem carbon storage service by linking the InVEST and FLUS models: A case study of Zichang County in hilly and gully region of Loess Plateau[J]. *Journal of Natural Resources*, 2020,35(4):826-844.
- [22] 李胜鹏,柳建玲,林津,等.基于 1980—2018 年土地利用变化的福建省生境质量时空演变[J].应用生态学报,2020,31(12):4080-4090.
- Li S P, Liu J L, Lin J, et al. Spatial and temporal evolution of habitat quality in Fujian Province, China based on the land use change from 1980 to 2018[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2020, 31(12): 4080-4090.
- [23] 江伟康,吴隽宇.基于地区 GDP 和人口空间分布的粤港澳大湾区生境质量时空演变研究[J].生态学报,2021,41(5):1747-1757.
- Jiang W K, Wu J Y. Spatio-temporal evolution of habitat quality in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area based on regional GDP and population spatial distribution[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2021,41(5): 1747-1757.
- [24] 胡其玉,陈松林.厦漳泉地区生态系统服务价值时空分布格局演变[J].水土保持研究,2019,26(5):334-339,345.
- Hu Q Y, Chen S L. Spatiotemporal pattern evolution of ecosystem service value in Xiamen-Zhangzhou-Quanzhou Region[J]. *Research of Soil Water Conservation*, 2019,26(5):334-339,345.
- [25] Getis A, Ord J K. The analysis of spatial association by use of distance statistics[J]. *Geographical Analysis*, 1992,24(3):189-206.

(上接第 344 页)

- [30] 邱国强,牛潜,吴振华,等.苏锡常城市群土地利用冲突空间测度及异质性分析[J].水土保持研究,2022,29(4):400-406,414.
- Qiu G Q, Niu Q, Wu Z H, et al. Spatial evaluate and heterogebeity analysis of land use conflict in Su-Xi-Chang Urban Agglomeration[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2022,29(4):400-406,414.
- [31] 陈竹安,冯祥瑞,洪志强,等.南昌市土地利用的空间冲突风险评估及分区优化研究:基于“三生空间”视角[J].世界地理研究,2021,30(3):533-545.
- Chen Z A, Feng X R, Hong Z Q, et al. Research on spatial conflict calculation and zoning optimization of land use in Nanchang City from the perspective of “three living spaces” [J]. *World Regional Studies*, 2021,30(3):533-545.
- [32] 曾昉,魏媛.城市土地利用生态冲突诊断及影响因素研究:以贵阳市为例[J].改革与战略,2016,32(9):107-113.
- Zeng F, Wei Y. Study on the influencing factors of ecological conflict of urban land use in China: Take Guiyang as example[J]. *Reformation & Strategy*, 2016,32(9):107-113.
- [33] 李雪冬,杨广斌,周越,等.基于 3S 技术的岩溶地区城市景观生态安全评价:以贵阳市为例[J].中国岩溶,2016,35(3):340-348.
- Li X D, Yang G B, Zhou Y, et al. Evaluation of urban landscape ecological security in karst areas based on 3S technologies: An example of Guiyang City[J]. *Carso-logica Sinica*, 2016,35(3):340-348.