

乌鲁木齐市“三生”空间土地利用冲突演变研究

方佳怡

西南民族大学公共管理学院, 四川 成都

收稿日期: 2026年2月19日; 录用日期: 2026年3月12日; 发布日期: 2026年3月23日

摘要

乌鲁木齐市作为天山北坡城市群核心与西部干旱区绿洲城市典型代表, 其“三生”空间演化过程深刻反映了快速城镇化与脆弱生态系统之间的尖锐矛盾。本研究基于2013年和2023年两期土地利用数据, 运用转移矩阵与景观指数构建冲突测度模型, 系统揭示乌鲁木齐市“三生”空间类型演变与冲突时空分异规律。研究表明: 2013~2023年间, 生产空间净减少176 km², 生态空间基本平衡但内部流动剧烈, 生活空间低速扩张, 三类用地呈现“生产退、生活进、生态稳”的总体格局; 冲突空间分布呈中部高、南北低的地形分异特征, 重度冲突范围显著收缩, 稳定可控区域明显增加, 人地关系由紧张对峙向协调共生转变, 但中度冲突的大范围蔓延提示空间重组仍是长期挑战。研究可为干旱区绿洲城市国土空间优化与冲突管控提供科学依据。

关键词

“三生”空间, 土地利用冲突, 时空演变, 乌鲁木齐市, 干旱区绿洲城市

Research on the Evolution of Land Use Conflicts in “Production-Living-Ecological” Spaces of Urumqi City

Jiayi Fang

School of Public Administration, Southwest Minzu University, Chengdu Sichuan

Received: February 19, 2026; accepted: March 12, 2026; published: March 23, 2026

Abstract

As a typical representative of oasis cities in the arid region of western China and a core city in the

urban agglomeration on the northern slopes of the Tianshan Mountains, Urumqi's evolution of "Production-Living-Ecological" Spaces profoundly reflects the sharp contradiction between rapid urbanization and fragile ecosystems. Based on land use data from 2013 and 2023, this study employed a transition matrix and landscape metrics to construct a conflict measurement model, systematically revealing the evolution of "Production-Living-Ecological" Spaces types and the spatiotemporal differentiation patterns of land use conflicts in Urumqi. The results indicate that: Between 2013 and 2023, production space decreased by 176 km²; ecological space remained largely balanced but experienced significant internal transformations; and living space expanded at a low rate. The three land use types exhibited an overall pattern of "production space retreating, living space expanding, and ecological space stabilizing". The spatial distribution of conflicts was characterized by topographical differentiation, with high intensity in the central region and low intensity in the north and south. The area of severe conflicts contracted significantly, while the area of stable and controllable zones notably increased, suggesting a shift in human-land relationship from intense confrontation towards coordinated symbiosis. However, the widespread expansion of moderate conflicts indicates that spatial reorganization remains a long-term challenge. This study can provide a scientific basis for territorial spatial optimization and conflict management in oasis cities in arid regions.

Keywords

"Production-Living-Ecological" Spaces, Land Use Conflict, Temporal-Spatial Evolution, Urumqi City, Oasis Cities in Arid Regions

Copyright © 2026 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. 引言

天山北坡城市群作为新疆经济高质量发展的核心引擎，承载着维护国家边疆安全、促进民族团结进步与保障丝绸之路经济带枢纽功能的多重使命。近四十年来，在西部大开发战略持续推进与新型城镇化快速扩张的双重驱动下，乌鲁木齐市建成区面积由1984年的68平方公里扩展至2023年的近600平方公里，年均扩张速率超过5%，远高于全国平均水平。这一剧烈的土地利用转型过程，使得原本脆弱的干旱区绿洲生态系统承受着前所未有的压力：耕地与建设用地争地矛盾日益尖锐，城市热岛效应与大气污染相互交织，水源涵养功能区与产业发展空间重叠冲突频发，已成为制约天山北坡城市群可持续发展的关键瓶颈。因此，系统揭示乌鲁木齐市“三生”空间土地利用冲突的动态演变规律，不仅有助于丰富绿洲城市空间冲突理论的研究范式，更能为同处于干旱区的兰州、西宁、银川等城市提供可资借鉴的空间治理经验，对筑牢西北生态安全屏障、推动新疆经济社会高质量发展具有深远的战略意义。

土地利用冲突的本质是不同土地利用主体在资源分配、功能需求及利益诉求上的矛盾对立[1]。此外，田俊峰等人系统梳理了冲突研究的逻辑主线，指出其核心在于协调人地关系与空间权益分配[2]。董光龙和柯钦华等人基于粤港澳大湾区的研究，引入了生态系统服务权衡的概念，进一步丰富了土地利用冲突的内涵与研究框架[3]。针对生态脆弱性地区，研究框架需强化自然与人文要素的交互作用。如廖超明等人对喀斯特地区的研究表明，地形、植被覆盖等自然要素与人口密度、土地政策的耦合是冲突的核心驱动[4]。针对乌鲁木齐这类干旱区城市，王娟娟等人特别强调水资源约束下的土地利用冲突特殊性，拓展了传统框架的适用边界[5]。

基于此，本研究以乌鲁木齐市为研究对象，基于景观指数构建适用的“三生”空间冲突测度指标体

系, 利用地理信息系统(geo-graphic information system, GIS)的空间分析对冲突测度结果进行可视化表示, 揭示其时空分异规律。研究目的旨在为西北部干旱城市的“三生”空间冲突管控、国土空间优化提供科学依据。

2. 研究区概况

乌鲁木齐市(86°37'E~88°58'E, 43°19'N~45°00'N)地处新疆维吾尔自治区中部、天山山脉北麓、准噶尔盆地南缘, 是丝绸之路经济带核心区的节点城市, 也是我国西部干旱区绿洲城市的典型代表。全市行政辖区总面积约 1.38 万 km², 下辖 7 区 1 县, 东邻阜康市, 西接昌吉市, 南依天山与和静县、托克逊县毗连, 北至古尔班通古特沙漠南缘。作为连接南北疆的交通枢纽, 其独特的南北狭、东西长的带状盆地地貌, 使得城市空间格局呈现出典型的原生绿洲、次生绿洲、荒漠环状分异特征。乌鲁木齐市属中温带干旱气候, 降水稀少、蒸发强烈, 水资源依赖天山冰川融水, 呈山地多、平原少、荒漠广的格局, 生态系统脆弱。

3. 数据来源及处理

本文采用的 2013 年和 2023 年两期土地利用数据, 来源于中国科学院资源环境科学与数据中心(<http://www.resdc.cn/>), 分辨率为 30m。利用 ArcGIS 10.3 重分类工具将土地利用类型分为生活空间、生态空间以及生产空间(如表 1)。研究区矢量边界数据来源于全国地理信息资源目录服务系统网站(<http://www.webmap.cn/>)。DEM 数据来自地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>), 空间分辨率为 30 m。此外, 为了保证研究结果的科学性与实用性, 本文对 1 km × 1 km、2 km × 2 km、4 km × 4 km 窗口单元进行比较, 发现 1 km × 1 km 窗口单元易引发破碎化分割, 导致部分单元格内容单一化, 而 4 km × 4 km 窗口单元因与行政边界错位, 加剧空间匹配误差, 且样本量不足可能影响后续回归分析的可靠性, 相比之下, 2 km × 2 km 窗口单元能更好地对土地利用空间数据进行表示。因此, 本文将研究区域划分为 2 km × 2 km 窗口单元, 共计 3728 个窗口单元。

Table 1. “Production-Living-Ecological” space classification

表 1. “三生”空间分类

一级空间分类	二级空间分类	土地利用系统二级地类
生产空间	农业生产空间	水田、旱地
	工业生产空间	工矿用地、交通建设用地
生活空间	城镇生活空间	城镇用地
	农村生活空间	农村居民用地
生态空间	林地生态空间	林地、疏林地、灌木地及其他林地
	草地生态空间	高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地
	水域生态空间	湖泊、河渠、水库坑塘、永久性冰川雪地、滩涂、滩地
	其他生态空间	沙地、戈壁、盐碱地、沼泽地、裸木地、裸岩石质地及其他未利用地

4. 研究方法

4.1. “三生”空间转移矩阵

仅仅依赖“三生”空间面积变化来表征其结构及动态的转变缺少对空间因素的考虑[6]。因此, 本文

引入考虑空间变化的马尔科夫土地利用转移矩阵来分析“三生”空间结构类型之间的转移情况。其计算公式为

$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1b} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2b} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{a1} & P_{a2} & \cdots & P_{ab} \end{pmatrix} \quad (1)$$

式中： \mathbf{T} 为土地利用转移矩阵； P_{ab} 是在给定时间间隔内从第 a 类土地利用类型转移到第 b 类土地利用类型的面积。

4.2. “三生”空间冲突测度模型构建

本研究借鉴区域生态风险评价方法构建土地利用冲突强度测算方法。依据风险源 - 风险受体 - 风险效应的生态风险评价概念模型构建评价指标[7] [10]。土地资源利用矛盾的潜在驱动因素主要体现为区域内部或外部环境产生的干扰压力，通过复杂性指数表示。在生态安全层面，受影响对象作为风险承载主体，其脆弱性特征通过脆弱性指数进行综合反映。当风险要素与承载主体相互作用时，系统会呈现差异化的响应特征，这种作用结果可通过稳定性指数表示。故构建土地利用冲突模型，表示为：

$$LULC = AWMPFD + FI - SI \quad (2)$$

式中， $LULC$ 代表土地利用冲突强度； $AWMPFD$ 代表外部压力； FI 代表景观脆弱性； SI 代表景观稳定性指数。

(1) 复杂性指数($AWMPFD$)

本研究选取面积加权平均斑块分形指数作为衡量复杂性的核心指标。参考现有研究[11]，该指数值越高，意味着景观斑块的轮廓越不规则，其所经受的干扰程度越深，承受的外界压力越大，从而可作为土地风险潜在风险源的显性标识。其计算方式如下：

$$AWMPFD = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\frac{2 \ln(0.25 P_{ij})}{\ln(a_{ij})} \left(\frac{a_{ij}}{A} \right) \right] \quad (3)$$

式中， P_{ij} 为斑块周长， a_{ij} 为斑块面积， A 为空间单元总面积， m 为评价单元总数， n 为景观类型数。

(2) 脆弱性指数(FI)

借鉴有关研究[12] [13]，当空间斑块承受外部胁迫时，其受损的程度通过空间脆弱性指数表征。脆弱性数值越高，表明斑块越易受外部因素影响，在邻域压力下生态效益损耗越大，抗压能力越弱，维持生态稳定性的水平越低，越容易引发更高冲突风险。不同时段斑块抵抗干扰的效能存在差异，其脆弱性特征相应变化。其公式如下：

$$FI = \sum_{i=1}^n F_i \times \frac{a_i}{A} \quad (4)$$

式中， F_i 为各类景观的脆弱性指数，参照既有文献并融合研究区多年土地利用演变规律，对六类用地脆弱度进行赋值：未利用地赋值为 5，草地为 2，耕地为 3，水域为 4，林地为 1，建设用为 6。 a_i 为评价单元内各类景观面积。

(3) 稳定性指数(SI)

当空间单元内土地利用覆被类型趋于单一化或其几何形态趋于复杂化时，该单元的稳定性相应减弱，

其空间冲突指数则随之升高[14]。鉴于此,本研究借鉴景观生态学中的稳定性指标,将其作为表征空间稳定性的核心指数。公式如下:

$$SI = 1 - PD = 1 - \frac{n_i}{A} \quad (5)$$

式中 PD 为斑块密度, n_i 为评价单元内第 i 类斑块数目, A 为空间单元面积。

5. 结果与分析

5.1. 乌鲁木齐市“三生”空间类型演变分析

由表 2 可知,2013~2023 年间生产空间以面积转出为主,转出 747 km²,转入 571 km²,净减少 176 km²。其中生产空间主要转向生态空间 520 km²,转向生活空间 227 km²,转出量远大于转入量,表明该时段生产功能持续弱化,大量生产用地通过生态修复或城市扩张发生类型转换。生态空间转出 6780 km²,转入 6688 km²,净减少 92 km²。转出主要流向生产空间 489 km²、生活空间 129 km²,但接收转入规模同样巨大,说明生态空间内部流动性极强,处于高频重组状态。尽管转出量居三类用地之首,但净变化已接近平衡,反映生态保护与开发利用的博弈趋于僵持。生活空间转出 617 km²,转入 709 km²,净增长 92 km²。转入来源以生产空间 227 km²、生态空间 129 km² 为主,表明城镇扩张仍以侵占生产用地和生态用地为代价,但净增长规模有限,增速明显放缓。

从转移强度看,生态空间流动量达 13,468 km²,远高于生产空间与生活空间,生态空间是“三生”空间演变的核心活跃区。生产空间净流出 176 km²,生活空间净流入 92 km²,生态空间基本平衡但微降 92 km²,三类用地呈现生产退、生活进、生态稳的总体格局。

综上,2013~2023 年乌鲁木齐市“三生”空间类型变化整体表现为生态空间内部剧烈重组、生产空间持续外流、生活空间低速扩张的特征,转移矩阵显示生态-生产空间的双向互动成为主导过程,人地关系正由扩张型向平衡型转变。

Table 2. Changes in land use transfer area of “Production-Living-Ecological” spaces in Urumqi

表 2. 乌鲁木齐市“三生”空间用地转移面积变化

年份	用地类型	生产空间	生活空间	生态空间	转出	转入	净变化
2013~2023	生产空间	5039	227	520	747	571	-176
	生活空间	82	580	37	617	709	92
	生态空间	489	129	6651	6780	6688	-92

5.2. 乌鲁木齐市“三生”空间冲突时空演变特征分析

基于评价单元利用模型公式对研究区不同年限“三生”空间进行综合冲突指数计算,在 GIS 软件中进行数据空间可视化,得到 2013 年与 2023 年冲突分布图(如图 1),利用自然断点法将冲突程度分为 4 级,分别为稳定可控、一般冲突、中度冲突、重度冲突。由图可知,乌鲁木齐市冲突等级最为明显的区域位于中部及南部区域,整体冲突程度呈中部高、南北两端低的空间分异格局。

从空间分布上分析,2013 年重度冲突主要集中于米东区中部、水磨沟区南部及天山区核心地带,这些区域处于城镇建成区与生态空间的交错地带,受北扩战略及工业化快速推进影响,建设用地大规模侵占耕地和生态用地,导致“三生”空间矛盾尖锐。中度冲突环绕重度冲突呈带状分布,主要位于新市区北部、头屯河区东部及沙依巴克区边缘,这些区域正处于城乡过渡带,城镇扩展引发耕地非农化与生态功能退化,冲突等级较高。一般冲突广泛分布于达坂城区、乌鲁木齐县北部及米东区北部,该区域以农

牧业生产空间为主，受人类活动干扰相对有限。稳定可控区域主要分布在研究区最北端的北郊及最南部的南山生态屏障区，用地类型以生态生产空间为主，空间连续性良好，人为干扰强度低。

2023年，重度冲突范围显著收缩，主要向中度冲突转化，空间上集中于天山区、沙依巴克区连片区域及米东区工业集中区，表明城市开发边界管控与三线一单生态环境分区管控政策初见成效。中度冲突范围明显扩张，呈现大分散、小集中格局，在新市区、头屯河区及米东区形成多个中度冲突聚集中心，反映出城镇空间由单中心向多中心组团式演进过程中，新区开发与生态保护的矛盾日益凸显。一般冲突区域向南北两侧推移，在达坂城区及乌鲁木齐县占比提升。值得关注的是，稳定可控区域在北部米东区及南部乌鲁木齐县显著增加，南山国家公园体制试点及北部沙漠边缘锁边林建设工程有效提升了生态空间的稳定性。

从地形梯度看，冲突程度与海拔高程、地形位指数呈显著负相关。中部冲积平原区为冲突高发带，南部山区及北部荒漠区冲突强度较低，呈现“中间高、两翼低”的地形分异规律。从开发强度看，距市中心10~25公里环带为冲突极化区，既承受中心城区功能外溢压力，又面临生态管控约束，是“三生”空间博弈的核心战场。

综上，乌鲁木齐市“三生”空间冲突演变呈现极端冲突缓解、中等冲突泛化、生态空间优化的总体特征。空间分布上保持中部高、南北低的地形主导格局，但高冲突区的空间集聚度下降；面积变化显示重度冲突持续消减，稳定可控区域显著扩张，人地关系由紧张对峙向协调共生转变。然而，中度冲突的大范围蔓延提示城镇化中后期“三生”功能的空间重组与利益协调仍是长期挑战，需在国土空间规划体系中强化“三生”空间的刚性约束与弹性调节相结合，构建山地-绿洲-荒漠过渡带的冲突预警与协同治理机制。

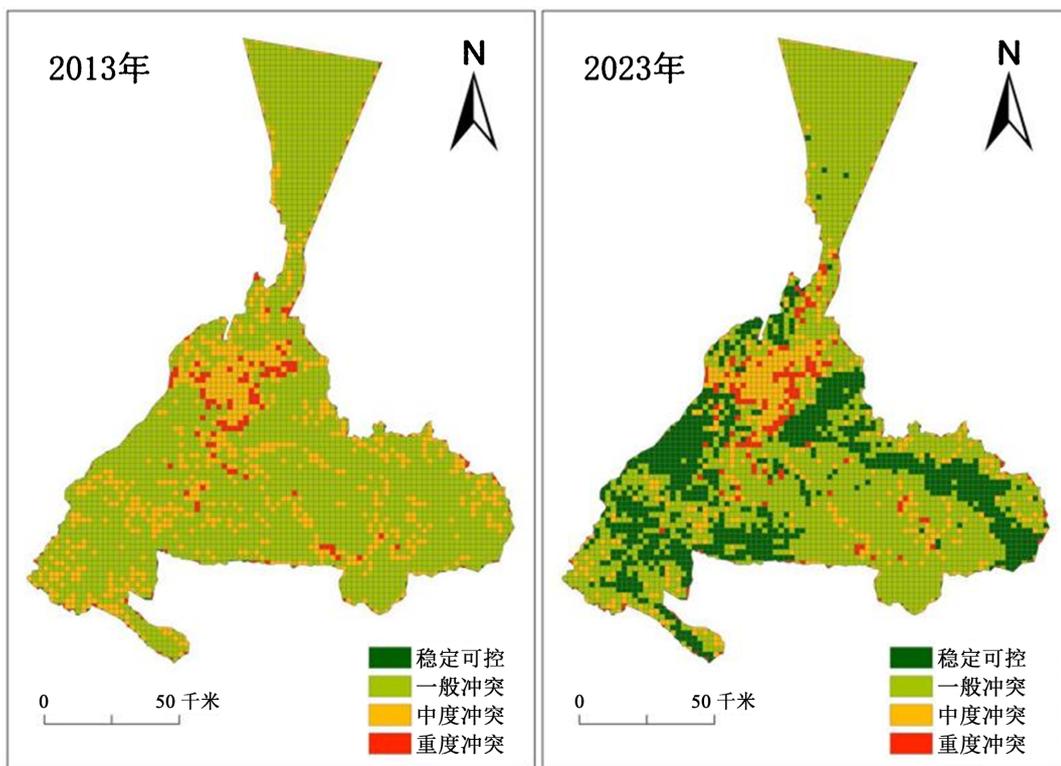


Figure 1. The conflicts of “Production-Living-Ecological” space in in Urumqi
 图 1. 乌鲁木齐市“三生”空间冲突

6. 政策建议

6.1. 针对中度冲突蔓延区的精准管控措施

针对距市中心 10~25 公里环带这一冲突极化区,实施三级用地准入。核心区(距市中心 10~15 km),强制推行“15%生态用地配建底线”,任何工业项目必须配套同等面积的生态缓冲带,可以参考乌鲁木齐市 2023 年已启用的“三区三线”划定成果,将此类区域划为城镇开发边界内的特别用途区,而非简单归入集中建设区。过渡带(距市中心 15~20 km),实施弹性管理,允许工业用地与科研用地、仓储物流用地混合,但禁止纯居住用地与重污染工业用地相邻布局,建立用地兼容性矩阵。外围带(距市中心 20~25 km):设定开发限制,容积率上限 0.8,建筑密度不超过 35%,确保与外围生态空间的形态过渡。

6.2. 针对重度冲突收缩区的刚性约束

针对重度冲突向中度冲突转化趋势,可以通过对已建成的冲突密集区推行功能置换,将高耗水、高排放工业列为强制外迁类,置换为文旅服务、商贸物流等低冲突功能。工业集中区则建立污染地块名录和开发负面清单,对历史遗留工矿用地实施土壤修复责任前置,未完成修复验收的地块禁止变更用途,与本地推进历史遗留废弃工矿土地整治政策相互衔接。

6.3. 针对生态空间剧烈重组区的过程管控

达坂城区作为农牧业生产空间向生态空间转换的活跃区,可以通过建立村级生态用途转用听证制度,任何大规模的草地转耕地、林地转草地等内部流动,须经村民代表大会多数以上同意,并报区自然资源局备案来进行限制。乌鲁木齐县北部因承担水源涵养功能而限制开发的区域,因此可以参考天山北坡城市群大气污染联防联控机制中的区域协同模式,对生态收益区收取一定的生态补偿金,作为改善生态的资金支持。在乌鲁木齐县等生态空间重组区,可以强制保留宽度不低于 200 米的生态廊道,确保南山生态屏障区的景观连通性指数不降低。

6.4. 针对稳定可控区的韧性提升

针对北部沙漠边缘锁边林区可以推行碳汇造林、光伏治沙复合模式,允许在灌木覆盖度低于 30%的裸地建设林光互补项目,光伏板下种植耐旱灌木,光伏板间距保留原生植被带,实现生态效益与能源生产的空间叠合。推荐南山国家公园建立生态管护公益岗位制度,优先聘用当地牧民担任生态巡护员,将人地关系协调共生从空间管控延伸至社会治理层面。

7. 结束语

乌鲁木齐市作为干旱区绿洲城市的典型代表,其“三生”空间冲突演变既是自然本底脆弱性与人类活动高强度交互的产物,也是政策干预与市场机制博弈的缩影。

本研究通过定量测度与空间可视化,揭示了乌鲁木齐市冲突由城镇建成区向新区扩散、由单一矛盾向复合博弈演变的趋势。尽管乌鲁木齐市开发边界管控与生态红线政策已初见成效,但中度冲突的大范围蔓延表明,城镇化中后期“三生”功能的空间重组仍面临利益协调难题。未来治理需可以从以下几点入手。第一,强化国土空间规划的空间-时间-强度三维管控;第二,构建生态产品价值实现-生产空间集约利用-生活空间品质提升的协同机制,例如通过水资源税改革倒逼高耗水农业退出;第三,借鉴南山国家公园体制试点经验,探索生态-生产-生活功能融合的绿洲城市更新模式。

基金项目

本研究获得 2024 年西南民族大学研究生创新型科研项目支持(项目编号 YCYB2024170)。

参考文献

- [1] 刘家莉, 朱喜钢, 吴雅. 区域发展下城市群土地利用空间冲突演化及预警研究——以成渝城市群为例[J]. 水土保持研究, 2025, 32(4): 353-364.
- [2] 田俊峰, 王彬燕, 王士君. 土地利用冲突研究的逻辑主线与内容框架[J]. 资源科学, 2023, 45(3): 465-479.
- [3] 董光龙, 周俏薇, 孙传淳, 王珏, 柯钦华. 基于“多宜性-稀缺性-多样性”的粤港澳大湾区土地利用冲突识别[J]. 农业工程学报, 2023, 39(17): 245-255.
- [4] 廖超明, 韦媛媛, 唐丹, 云子恒, 李宥儒. 喀斯特地区土地利用冲突识别与影响机制[J]. 水土保持研究, 2025, 32(1): 358-367.
- [5] 王娟娟, 毋兆鹏, 王珊珊, 尹慧慧. 干旱区河谷绿洲土地利用冲突格局分析[J]. 自然资源遥感, 2021, 33(4): 243-251.
- [6] 刘沁萍, 李欢, 田洪阵, 等. 中国大陆海岸带土地利用/覆盖变化及其可持续发展[J]. 地理科学, 2024, 44(10): 1695-1705.
- [7] 郑岚, 张志斌, 笪晓军, 马亚兄. 嘉峪关市土地生态安全动态评价及影响因素分析[J]. 干旱区地理, 2021, 44(1): 289-298.
- [8] 潘方杰, 万庆, 曾菊新, 等. 城镇化进程中湖北省“生产-生活-生态”空间冲突演化及其影响因素[J]. 经济地理, 2023, 43(2): 80-92.
- [9] 宋复蓉, 曾向阳, 陈勇. 矿粮复合区三生空间冲突诊断及演化特征分析: 以大冶市陈贵镇为例[J]. 水土保持研究, 2024, 31(2): 401-412.
- [10] 董建红, 陈冉, 刘奔腾, 等. 河谷城市三生空间冲突演化与分异机制: 以兰州市为例[J]. 中国国土资源经济, 2024(2): 36-46.
- [11] 李志英, 李文星, 杨柳, 等. 昆明市土地利用冲突测度分析[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2025, 45(1): 156-165.
- [12] 王晓兰, 谢保鹏, 裴婷婷, 等. 基于 MOP-PLUS 模型的兰西城市群“三生”空间冲突测度及多情景模拟[J]. 水土保持研究, 2025, 32(3): 363-372.
- [13] 钮小坤, 商玉娇, 荣燕妮, 等. 济南市“三生”空间时空演变与冲突测度研究[J]. 绿色科技, 2023, 25(17): 72-76.
- [14] 陈乐平, 陈竹安. 基于景观格局的环鄱阳湖城市群空间冲突测度及模拟优化研究[J]. 上海国土资源, 2023, 44(1): 28-35.