

引用格式:周泽,全斌,张海波. 土地利用冲突特征识别及驱动力分析——以滇中城市群为例[J]. 山地学报, 2024, 42(2): 210-224.

ZHOU Ze, QUAN Bin, ZHANG Haibo. Identification of land-use conflict characteristics and analysis of driving forces: Taking the central Yunnan urban agglomeration as an example [J]. Mountain Research, 2024, 42(2): 210-224.

土地利用冲突特征识别及驱动力分析 ——以滇中城市群为例

周泽¹, 全斌^{1,2*}, 张海波^{1,2}

(1. 衡阳师范学院 地理与旅游学院, 湖南 衡阳 421002; 2. 联合国教科文组织国际自然与
文化遗产空间技术中心衡阳分中心, 湖南 衡阳 421002)

摘要: 识别土地利用冲突演变特征及驱动机制, 是确定区域国土资源配置可持续发展路径的基础。单一的土地利用分析方法, 对地类内部间转化的更多潜在信息挖掘不足, 致使冲突演变过程中的地类变化状态特征不够明确。本研究以滇中城市群为研究对象, 构建土地利用转换图谱直观表达土地利用的转换模式; 从景观斑块的角度构建土地利用冲突测算模型识别滇中城市群 1990—2020 年土地利用冲突; 将变化成分方法和强度分析方法相结合, 探讨不同冲突演变下各地类的增加和减少强度特征; 基于斑块生成模型 (PLUS), 揭示土地利用冲突驱动机制。研究结论: (1) 土地利用强度指数由 0.11% 增长到 0.79%, 以交换变化为主, 耕地和建设用地的数量变化显著, 且耕地趋向性转变为建设用地。土地利用平均冲突指数增长了 0.07, 在空间上呈现西强东弱的分布特征, 集中表现在东部地势平坦的耕地、林地和草地被建设用地侵占。耕地数量的减少主要受人口密度的影响, 建设用地的扩张则受人口密度和 GDP 的影响较大。土地利用冲突与地类之间剧烈的转换密不可分, 在冲突增强的区域, 建设用地的增加强度和耕地的减少强度较大, 且耕地和草地减少、建设用地的增加强度活跃。(2) 兼顾自然禀赋大的生态用地和脆弱耕地的可持续利用是城市发展的必然选择。山地城市群土地利用冲突的缓解需重点保护地势平坦的生态用地。山地城市的开发建设需规避耕地、基本农田碎片化的风险。缓解高原山地城市群土地利用冲突的关键在于严格控制人口高度聚集和客观追求经济发展。本研究可为滇中城市群的国土空间动态监测和山地城市群的城市规划和土地可持续发展提供依据和参考。

关键词: 土地利用冲突; 景观格局; 强度分析; 驱动力; 滇中城市群

中图分类号: F301.2

文献标志码: A

土地利用冲突是各土地利用主体及利益相关者之间, 以同一空间区位上的土地为核心资源要素的时空竞争和博弈过程^[1-2]。自 20 世纪 50 年代以来, 城市化和工业化不断推进, 全球的城市经历了城市重建、城市复兴、城市更新、城市再开发和城市振兴 5 个转变^[3]。空间资源的高强度开发利用导致

城乡空间结构发生显著的变化, 由此衍生出一系列“冲突”问题^[4-6], 譬如生态生活用地结构的失衡、建设用地无序扩张等。土地利用冲突严重威胁粮食安全、生态安全, 制约区域的可持续发展^[7]。有效识别区域土地利用冲突程度及其驱动因素, 对促进区域的可持续发展具有重要意义。

收稿日期 (Received date): 2023-11-21; **改回日期** (Accepted date): 2024-04-15

基金项目 (Foundation item): 湖南省教育厅重点项目 (17A067)。[Major Project of the Key Project of Hunan Provincial Department of Education (17A067)]

作者简介 (Biography): 周泽 (1997-), 男, 云南曲靖人, 硕士研究生, 主要研究方向: 土地利用变化。[ZHOU Ze (1997-), male, born in Qujing, Yunnan province, M. Sc. candidate, research on land use change] E-mail: 1622015744@qq.com

* **通讯作者** (Corresponding author): 全斌 (1968-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: GIS 与土地利用变化。[QUAN Bin (1968-), male, Ph.D., professor, research on GIS and land use change] E-mail: quanbin308@aliyun.com

“冲突”一词最先出现在社会学领域,指两个或多个社会主体为争夺同一目标而产生的心理或行为上的矛盾^[8-9],基于不同的专业背景,后期引申出“土地冲突”“土地利用冲突”“空间冲突”等概念^[10,13]。近年来,为了推进区域协调发展,学者们从生态安全^[14]、耕地保护^[15]、经济发展^[16]、区域一体化^[17]等视角,系统地研究了土地利用冲突的来源、演变、特征识别以及治理等^[18-19]。这类研究在研究方法上往往依靠传统的单一动态度和综合动态度^[22],仅从地类数量变化的角度探讨过去或现在的冲突特征^[23],对区域土地利用结构与地类转换的潜在关系和地类在冲突演变过程中的变化状态缺乏解释。

不同时代背景下的土地利用冲突具有多样性和差异性,以定性分析和简单定量化为为主的识别方法无法揭示冲突背后的空间差异性和相关性^[20-21]。因此,了解土地利用冲突不仅要测算冲突的程度,还应分析冲突产生的动态过程、演化趋势以及驱动机制。相较于单一的土地利用分析方法,将变化成分方法和强度分析方法相结合,能挖掘更多的类别变化差异,从多层次由上而下地剖析地类的变化过程及变化状态^[24-25]。这类综合方法已在土地利用变化^[26]、城镇扩张^[27]、草原沙漠化^[28]及区域比较^[29]等方面取得了丰硕的成果。

滇中城市群位于西南岩溶地带,作为山地城市群的代表,是中国重要的生态资源承载区和面向南

亚、东南亚的核心区。受地形、气候、城镇化和“一带一路”建设的影响,滇中城市群的优质耕地资源缩减严重、生态质量下降,成为典型的生态脆弱区^[30-31]。一些学者探究了滇中城市群的国土空间演化特征^[32]、国土空间格局优化^[33]、生态用地演变特征识别^[34],但在国土开发建设过程中暴露的区域冲突问题尚不明确。因此,探明滇中城市群过去30年间土地利用冲突演变的强度特征和冲突演变的驱动机制是优化国土空间布局急需解决的现实问题。

本研究以滇中城市群为研究对象,从斑块角度计算土地利用冲突,同时借助强度分析和变化成分分析,运用 PLUS 模型探究冲突发生的驱动力,深入阐释滇中城市群近30年的土地利用冲突演变的时空特征及冲突变化过程中地类变化的机制,以期对滇中城市群的国土空间治理和构建和谐的人地关系提供参考。

1 研究区概况和数据来源

1.1 研究区概况

滇中城市群地处云南省中东部(24°58′~25°09′N, 100°43′~104°49′E),以昆明市为核心,辐射曲靖市、玉溪市、楚雄彝族自治州和红河哈尼族彝族自治州北部7个县市(图1)。滇中城市群是中国面向南亚东南亚的核心区,整体地势西北高、东南低,国土

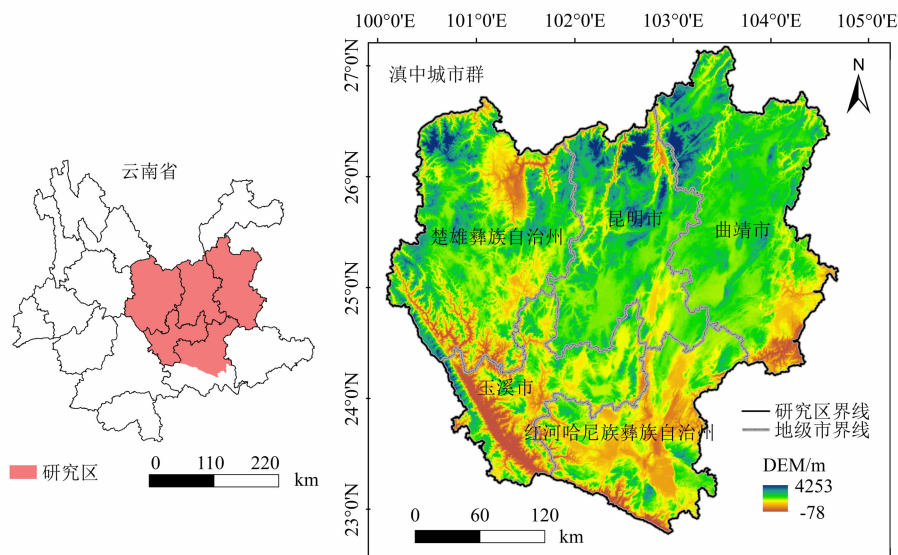


图1 研究区概况图

Fig. 1 Location of study area

面积约为 11.1 万 km², 占全省的 29%, 区域内以低纬度高原山地季风气候为主, 气候温和湿润。2018 年末, 滇中城市群常住人口为 2127 万人, 地区总产值占全省的 61.6%, 是云南省经济发展核心。由于其位于高原边缘, 生态环境较脆弱, 近 30 年来该区域土地利用方式转换频繁, 对区域生态环境造成一定破坏。

1.2 数据来源与处理

本研究选用中国科学院环境科学数据中心 (<http://www.resdc.cn>) 提供的云南省土地利用现状遥感监测数据 (1990 年、2000 年、2010 年和 2020 年) 作为基础数据, 解译精度均达到 85% 以上^[35-36], 裁剪出滇中城市群空间分辨率为 30 m 的土地利用利用数据。按照一级分类体系, 通过 ArcGIS 重分类为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地。从自然环境条件、社会经济因素和区位因素选取了 12 个驱动因子, 通过裁剪、拼接、统一坐标和分辨率 (30 m), 将其用于衡量滇中城市群未来的土地利用变化, 具体数据来源和数据格式如表 1 所示。

2 研究方法

2.1 变化成分分析

变化成分分析用于揭示地类内部的变化情况和方式, 该方法从比重的角度, 考虑类别总变化、数量变化、交换变化和移位变化^[36-37]。其中数量变化计算地类的净增加和净减少, 交换变化计算两个地类

彼此在空间位置上的变化与总体的差异, 移位变化考虑了非成对存在且面积相等的地类在空间位置上的变化差异。计算公式为:

$$d_{ij} = [\sum_{i=1}^J (C_{tij} + C_{tji})] - 2C_{tjj} \quad (1)$$

$$q_{ij} = \sum_{i=1}^J (C_{tij} - C_{tji}) \quad (2)$$

$$e_{ij} = 2 \{ [\sum_{j=1}^J \text{MINIMUM}(C_{tij}, C_{tji})] - C_{tjj} \} \quad (3)$$

$$m_{ij} = d_{ij} - q_{ij} - e_{ij} \quad (4)$$

式中, d_{ij} 、 q_{ij} 、 e_{ij} 、 m_{ij} 分别为地类 j 在时间点 t 上的总体变化、数量变化、交换变化和移位变化; i 和 j 为地类 i 和地类 j ; J 为 6 种地类; C_{tij} 为 t 时间点地类 i 转变为地类 j 的面积; C_{tji} 为 t 时间点地类 j 转变为地类 i 的面积; C_{tjj} 为 t 时间点地类 j 不变的面积。

2.2 强度分析

土地利用强度分析方法是一种自上而下描述土地利用变化的定量方法, 由间隔层、类别层和转换层构成^[29]。间隔层定义了各个时间段的土地利用变化快慢特征; 类别层刻画了各个地类的增加和减少的状态; 转换层定义各地类转换为某一特定地类的强度和意愿大小^[38-39]。

间隔层衡量单个时间段内的土地利用变化强度 S_t 与整个时间段的均衡变化强度 U 之间的差异, 计算公式为式 (5) 和式 (6)。若 $S_t > U$, 说明该时间间隔的变化是快速的, 反之则是缓慢的。

$$S_t = \frac{\{ \sum_{j=1}^J [(\sum_{i=1}^J C_{tij}) - C_{tjj}] \} / T}{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^J C_{tij}} \times 100\% \quad (5)$$

表 1 驱动因子数据的格式与来源

Tab. 1 Format and source of driver data

数据类型	数据名称	数据格式	数据来源
自然环境条件	DEM	栅格 (30 m)	https://www.resdc.cn/
	坡度		
	土壤类型	栅格 (1 km)	https://www.resdc.cn/
	年平均气温		
社会经济因素	年平均降水	栅格 (1 km)	https://www.resdc.cn/
	人口密度		
	GDP		
区位因素	距国道的距离	矢量	Open Street Map
	距省道的距离		
	距一级道路的距离		
	距高速公路的距离		
	距铁路的距离		

$$U = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} \{ \sum_{i=1}^J [(\sum_{j=1}^J C_{tij}) - C_{ij}] \} \times 100\%}{[\sum_{i=1}^J (\sum_{j=1}^J C_{tij})] (Y_T - Y_1)} \quad (6)$$

类别层计算了各个地类在不同时间间隔内的年均增加强度 G_{ij} 和年均减少强度 L_{ii} , 计算公式为式(7)和式(8)。在此基础上, 与 S_t 相比较来判断各个地类的变化是活跃的还是沉寂的。若 $G_{ij} > S_t$ 或 $L_{ii} > S_t$, 则表示地类 j 的增加或地类 i 的减少是活跃的; 反之则是沉寂的。

$$G_{ij} = \frac{[(\sum_{i=1}^J C_{tij}) - C_{ij}] / (Y_{t+1} - Y_t)}{\sum_{i=1}^J C_{tij}} \times 100\% \quad (7)$$

$$L_{ii} = \frac{[(\sum_{j=1}^J C_{tij}) - C_{ii}] / (Y_{t+1} - Y_t)}{\sum_{j=1}^J C_{tij}} \times 100\% \quad (8)$$

转换层计算了其他地类转换到某一特定地类 n 的强度 T_{in} 和整体的均衡转换强度 W_{in} , $T_{in} > W_{in}$, 表示趋向性转变; $T_{in} < W_{in}$, 表示避免性转变。计算公式如下:

$$T_{in} = \frac{C_{in} / (Y_{t+1} - Y_t)}{\sum_{j=1}^J C_{tij}} \times 100\% \quad (9)$$

$$W_{in} = \frac{[(\sum_{i=1}^J C_{tin}) - C_{inn}] / (Y_{t+1} - Y_t)}{\sum_{i=1}^J [(\sum_{j=1}^J C_{tij}) - C_{inj}]} \times 100\% \quad (10)$$

式(5)~(8)中, J 为 6 种地类; C_{tij} 为 $[Y_t, Y_{t+1}]$ 时期地类 i 转换为地类 j 的面积; C_{ij} 、 C_{ii} 和 C_{nn} 分别为 $[Y_t, Y_{t+1}]$ 时期地类 j 、地类 i 和特定地类 n 不变的面积; T 为时间点; C_{in} 为 $[Y_t, Y_{t+1}]$ 时期地类 i 转换为特定地类 n 的面积; C_{inj} 为 $[Y_t, Y_{t+1}]$ 时期特定地类 n 转换地类 j 的面积。

2.3 土地利用转换图谱

当研究区的土地利用变化信息较为复杂时, 往往涉及多个时间节点和土地利用类型, 决策者难以从复杂的变化类型中直观识别出关键时空变化模式。因此, 对转移矩阵的变化模式深度解析, 根据初期的地类 i 与末期的地类 j 之间相互转换情况, 构建土地利用变化转换图谱来展示地类间转换的特征, 进而为土地管理者提供直观的决策信息。

2.4 土地利用冲突测算模型

景观格局作为土地利用冲突在空间结构上的表现形式, 可以反映土地利用空间结构与生态环境的矛盾^[22]。基于景观格局指数, 从土地利用景观的 3 个维度(复杂性-脆弱性-稳定性)构建土地利用冲突测算模型, 既能从斑块级别精细地刻画土地利用冲突, 又能揭示区域生态风险。土地利用冲突测算公式如下:

$$SCCI = CI + FI - SI \quad (11)$$

式中, $SCCI$ 为综合冲突指数; CI 、 FI 、 SI 分别为景观斑块复杂性指数、脆弱性指数和稳定性指数。

(1) 复杂性指数

土地景观的复杂性指数衡量了斑块单元受邻域单元其他斑块的干扰程度, 由此选用面积加权平均分维数($AWMPFD$)来测算。其值越大, 说明景观斑块边界越复杂, 受邻域干扰的机会就越大, 景观斑块就越复杂^[22]。计算公式如下:

$$CI = AWMPFD = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\frac{(2 \ln(0.25 P_{ij}))}{\ln(a_{ij})} \right] \left(\frac{a_{ij}}{A} \right) \quad (12)$$

式中, P_{ij} 、 a_{ij} 分别为第 i 个斑块中 j 地类斑块的周长和面积; A 为某个地类的总面积; m 为 4706 个空间单元数; n 为斑块单元中的地类。

(2) 脆弱性指数

在外界压力的作用下, 土地系统在空间和时间上发生变化, 景观越脆弱越容易受到外界因素的干扰。因此, 测算空间单元内景观的脆弱度来表征脆弱性指数。计算公式如下:

$$FI = \sum_{i=1}^n F_i \times \frac{a_i}{S} \quad (13)$$

式中, F_i 为单个格网内各类景观的脆弱度指数; a_i 为空间单元中第 i 个地类的总面积; S 为移动窗口的总面积, 窗口边长为 5 km。

(3) 稳定性指数

一般来讲空间单元越破碎, 其斑块的稳定性越差^[22]。选用斑块密度指数来刻画区域内景观的破碎程度, 斑块密度越大的区域, 景观斑块越破碎。由此斑块密度指数的负向指标能够表征稳定性指数。计算公式如下:

$$SI = 1 - PD = 1 - \frac{n_i}{A} \quad (14)$$

式中, PD 为斑块密度指数; n_i 为各空间单元地类 i

的斑块数目; A 为单个空间单元的面积。

2.5 PLUS 模型

PLUS 模型是一个以元胞自动机为基础构建的新模型,其中的用地扩张分析策略模块通过提取初期向末期扩张的土地利用部分,采用随机森林算法测算出各地类与驱动因子的非线性关系,进而得到驱动因子对各地类扩张的贡献大小^[40-41]。计算公式如下:

$$P_{i,k(x)}^d = \frac{\sum_{n=1}^M I[h_n(x)]}{M} = d \quad (15)$$

式中, $P_{i,k(x)}^d$ 为驱动因子对地类 i 转换为地类 k 的贡献度; x 为各种驱动因子组成的变量; $h_n(x)$ 为决策树 n 预测的地类; I 为决策树的指示函数; d 为二值变量,取值为 0 和 1; M 为决策树的总数。

3 结果与分析

3.1 土地利用变化强度特征分析

(1) 土地利用的变化成分特征分析

图 2 显示了研究区过去 30 年时间间隔层土地利用变化的分析结果,图 2a 中的红色虚线表示

1990—2020 年间滇中城市群土地利用变化的整体均衡强度 U 。图 2a 表明过去 30 年间滇中城市群土地利用变化强度显著增强,其中 1990—2000 年变化缓慢;2000—2010 年和 2010—2020 年变化迅速。由图 2b 可知,1990—2020 年间,滇中城市群土地利用快速变化的原因主要是地类之间发生的数量变化和交换变化,其中交换变化最为频繁,而移位变化则保持相对稳定。

不同时期各个地类变化成分的大小与强度结果见图 3。不同时期不同地类表现出不同的变化,1990—2000 年、2000—2010 年、2010—2020 年的总体数量变化强度分别为 47%、20%、22%,其总体交换变化强度分别为 40%、74%、73%。1990—2000 年间(图 3a),耕地和未利用地为净减少,且以数量变化为主;林地、草地、水域、建设用地为净增加,且林地、草地和水域以交换变化为主,建设用地以数量变化为主。2000—2010 年间(图 3b),耕地、林地和草地表现为净减少,且以交换变化为主,水域、建设用地和未利用地则为净增加,建设用地依旧以数量变化为主。2010—2020 年间(图 3c),耕地、林地、草地、水域、建设用地延续上一时期的变化特征,未

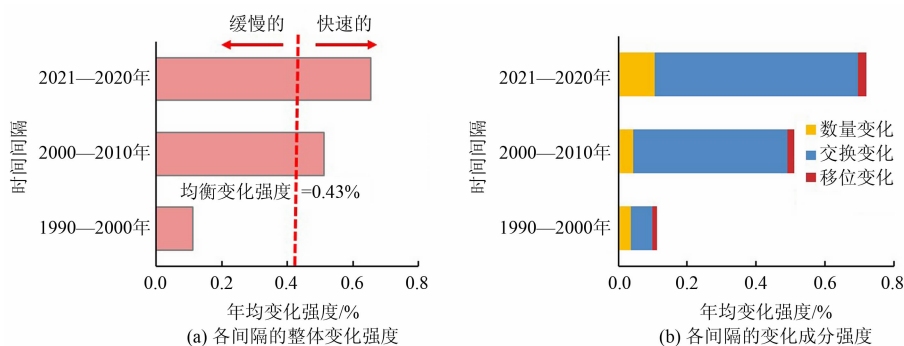
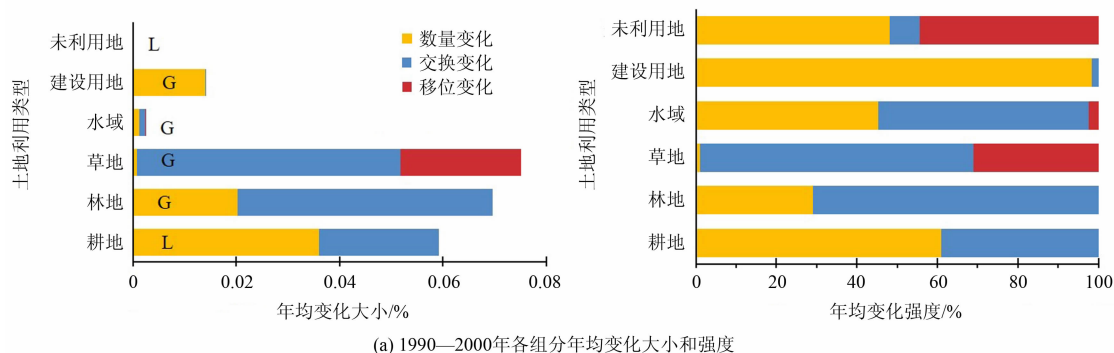


图 2 1990—2020 年滇中城市群时间间隔层次年均变化强度

Fig. 2 Annual change intensity of the time interval level in the CYUA area from 1990 to 2020



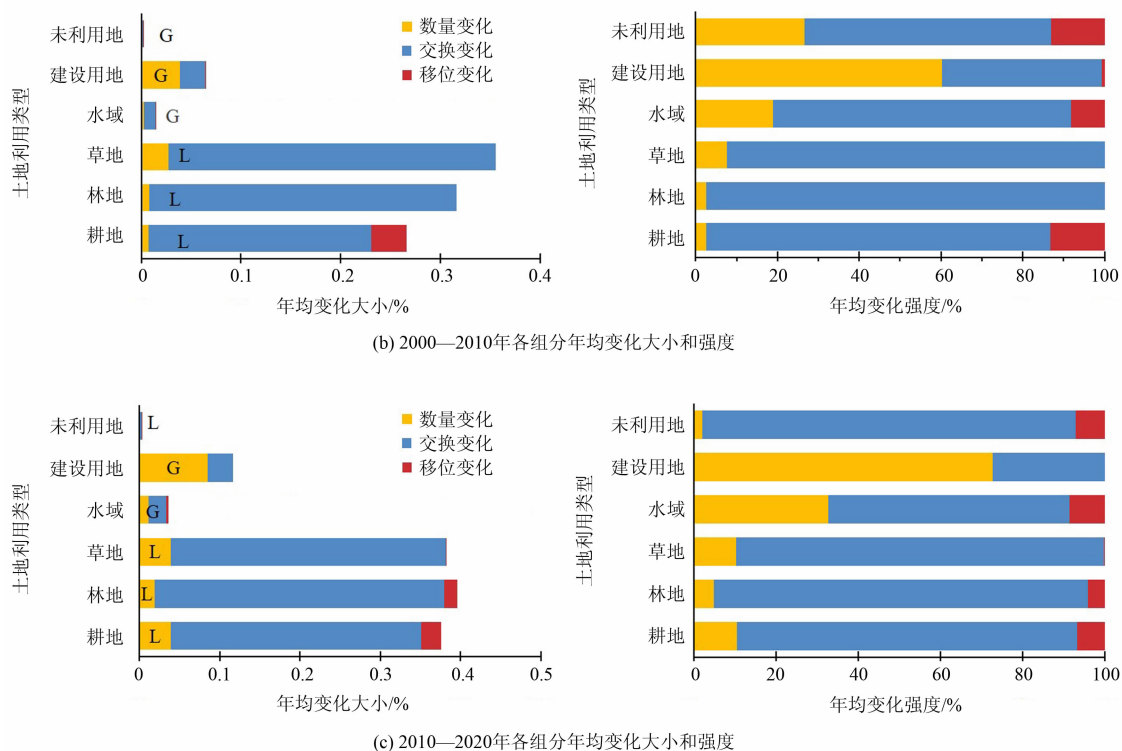


图3 滇中城市群不同时期各地类的变化成分

Fig. 3 Change component of the various category at different periods in the CYUA area

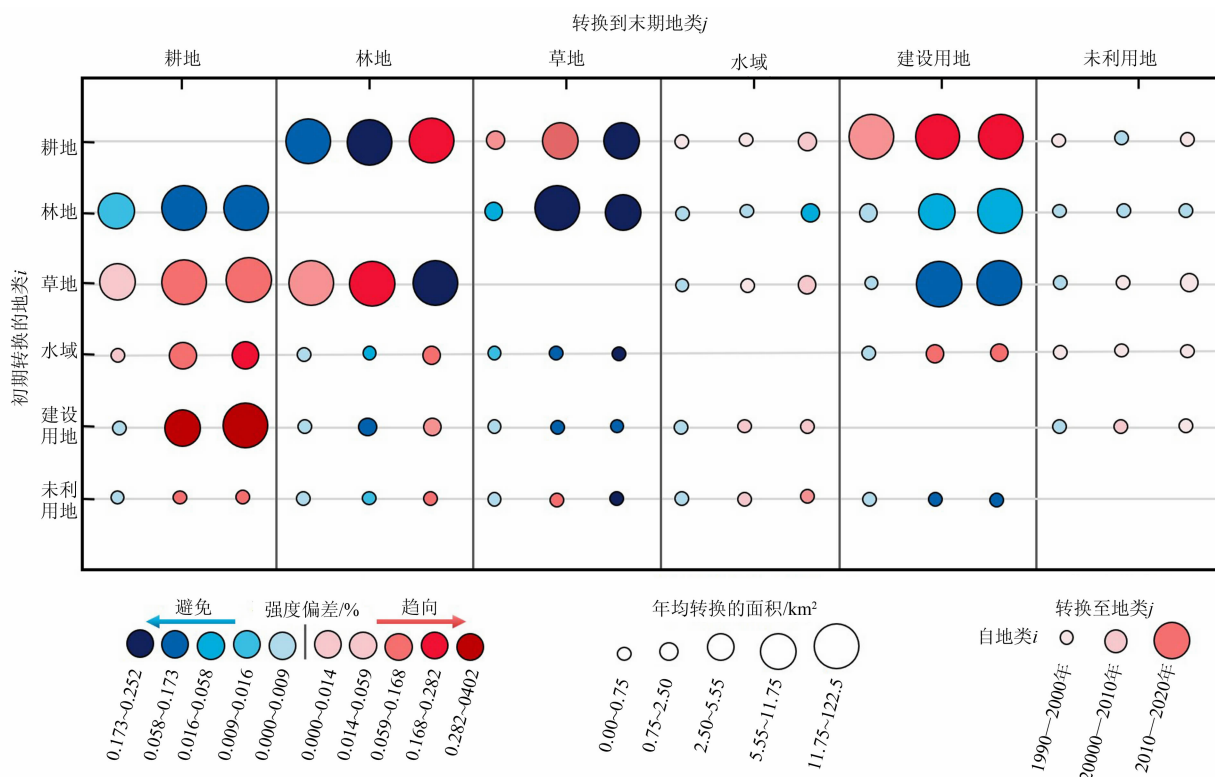


图4 1990—2020年研究区土地利用转换图谱

Fig. 4 Land use transformation map of the area from 1990 to 2020

利用地在该时期表现为净减少,且以数量变化为主。

(2) 土地利用转换特征分析

从图 4 可见,耕地在 1990—2000 年和 2000—2010 年间均表现为避免转换为林地且转换面积均衡,而在 2010—2020 年间则转向为趋向性转变;1990—2010 年,耕地趋向性转换为草地且转换意愿增强,2010—2020 年则避免性转变。林地在 1990—2020 年间一直保持避免性转变为耕地和建设用地,且转换的意愿最强;林地转换为草地表现出避免性,但转换面积先增后减。草地在 1990—2020 年一直表现出趋向性转换为耕地,避免性转换为建设用地的特征。1990—2000 年,建设用地避免性向耕地转换,2000—2020 年则转为稳定地的趋向性转变;建设用地则一直保持趋向性转变为草地;在 2010—2020 年间则表现出趋向性转换为林地,且转换面积有所增加。综上可以看出,耕地与建设用地的转变表现为稳定性的特征,且建设用地侵占了一部分耕地;林地和草地等生态用地转换为建设用地的面积逐渐增加。

3.2 土地利用冲突结构和时空格局

(1) 土地利用冲突的结构变化

土地利用冲突指数在空间分布上具有一定的差异性,参考相关文献^[2]和结合滇中城市群冲突的实际情况,对土地利用综合冲突指数(SCCI)进行标准化处理,处理范围为 0~1,将土地利用冲突程度划分为 5 个等级,如表 2 所示。1990—2020 年滇中城市群的土地利用冲突整体上呈上升趋势,2020 年的平均冲突最大,达到了 0.623。1990—2020 期间,稳定可控和基本可控的空间单元呈下降趋势,其中 2010—2020 年间下降最快;轻度冲突的空间单元个

数先增加后减少,在 2000 年达到最多,所占比例为 55.38%;中度冲突的空间单元先减少后增加,其中 1990—2000 年减少,所占比例减少了 2.06%,2020 年中度冲突的空间单元数最多;重度冲突在 2010 年最多,2020 年最少。

(2) 土地利用冲突空间演变格局

图 5 显示了滇中城市群不同时期的土地利用冲突的空间分布格局。从县域角度来看,1990—2010 年间稳定可控和基本可控的面积逐渐减少,主要聚集分布在罗平县、会泽县、弥勒市和开远市。结合滇中城市群的实际状况、各个时期的土地利用数据、DEM 影像等,发现造成土地利用冲突水平较弱的主要原因是这些区域相对海拔较高,林地和草地为主要的土地利用方式,生态系统结构完整,受到人类活动的干扰较弱。整体来看,县城外围主要以轻度冲突为主,城市中心则主要以中度冲突为主,两种冲突的面积占比在研究区为主要的表现形式。重度冲突主要分布在马龙区、易门县、晋宁区、华宁县等区域,且集中表现在县城的交界区域。结合研究区的交通规划线路和地类的空间分布位置,发现在县城交界区域修建的铁路和高速公路侵占了大量的耕地、林地和草地,引发了冲突升级为重度冲突。2020 年滇中城市群整体上以中度冲突为主,稳定可控和基本可控的区域转变为轻度冲突或中度冲突,这主要是由于城镇化进程的加速,致使城乡建设用地“摊大饼”式向外蔓延,周边地区空间溢出现象加剧,导致中度冲突的转变。此外,重度冲突区域交通线路的生态修复得到了改善,缓解了冲突,使之逐渐演变为中度冲突。

表 2 1900—2020 年滇中城市群各等级土地利用冲突统计

Tab.2 Statistics of land use conflicts at different levels in the area from 1900 to 2020

冲突等级	空间单元数/个				空间单元占比/%			
	1990 年	2000 年	2010 年	2020 年	1990 年	2000 年	2010 年	2020 年
稳定可控[0,0.2)	52	49	41	2	1.10	1.04	0.87	0.04
基本可控[0.2,0.4)	453	439	384	1	9.63	9.33	8.16	0.02
轻度冲突[0.4,0.6)	2495	2606	2517	1447	53.02	55.38	53.48	30.75
中度冲突[0.6,0.8)	1691	1594	1742	3258	35.93	33.87	37.02	69.23
重度冲突[0.8,1]	20	23	27	2	0.42	0.49	0.57	0.04
总计	4706	4706	4706	4706	—	—	—	—
平均冲突	0.55	0.55	0.56	0.62	—	—	—	—

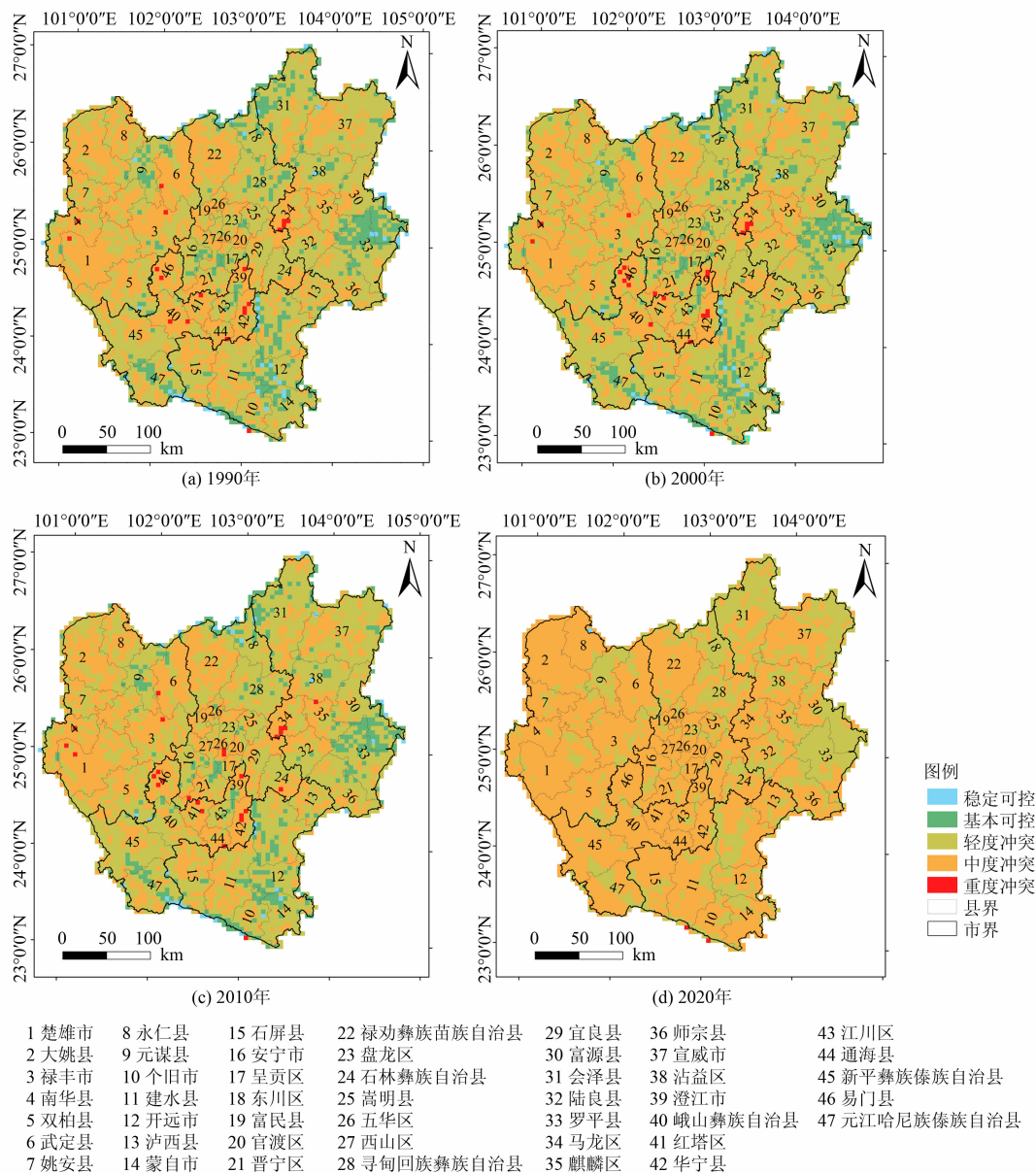


图5 滇中城市群不同时期土地利用冲突的空间格局

Fig. 5 Spatial pattern of land use conflicts in the area at different times

3.3 土地利用冲突和土地利用变化

土地利用变化与土地利用冲突之间存在密切关系,为了进一步了解冲突演变程度下地类变化状态,本研究借助强度分析的类别层次探究了1990—2020年研究区不同冲突变化下各地类的增加和减少的强度(图6)。无论冲突如何演变,建设用地的增加和耕地的减少状态均为活跃。在冲突减弱程度大的状态下(图6a),耕地、水域的减少和草地、建设用地的增加表现出活跃的状态;在冲突增强程度大的状态下(图6d和6e),耕地、草地的减少强度和林地、水域、建设用地、未利用地的增加强度为活跃状

态;在冲突变化相对较缓的情况下(图6b和6c),林地表现为沉寂状态,建设用地则表现为活跃状态。综上,结合滇中城市群土地利用冲突的空间分布,发现在重度冲突区域应严格控制耕地、水域的缩减和草地、建设用地的增加;在稳定可控、基本可控的区域应重点关注耕地、草地的减少,控制林地、水域、建设用地和未利用地的扩张;在轻度冲突的区域应重点控制建设用地和水域扩张侵占耕地和草地。

3.4 驱动力分析

将滇中城市群2010年、2020年的土地利用数

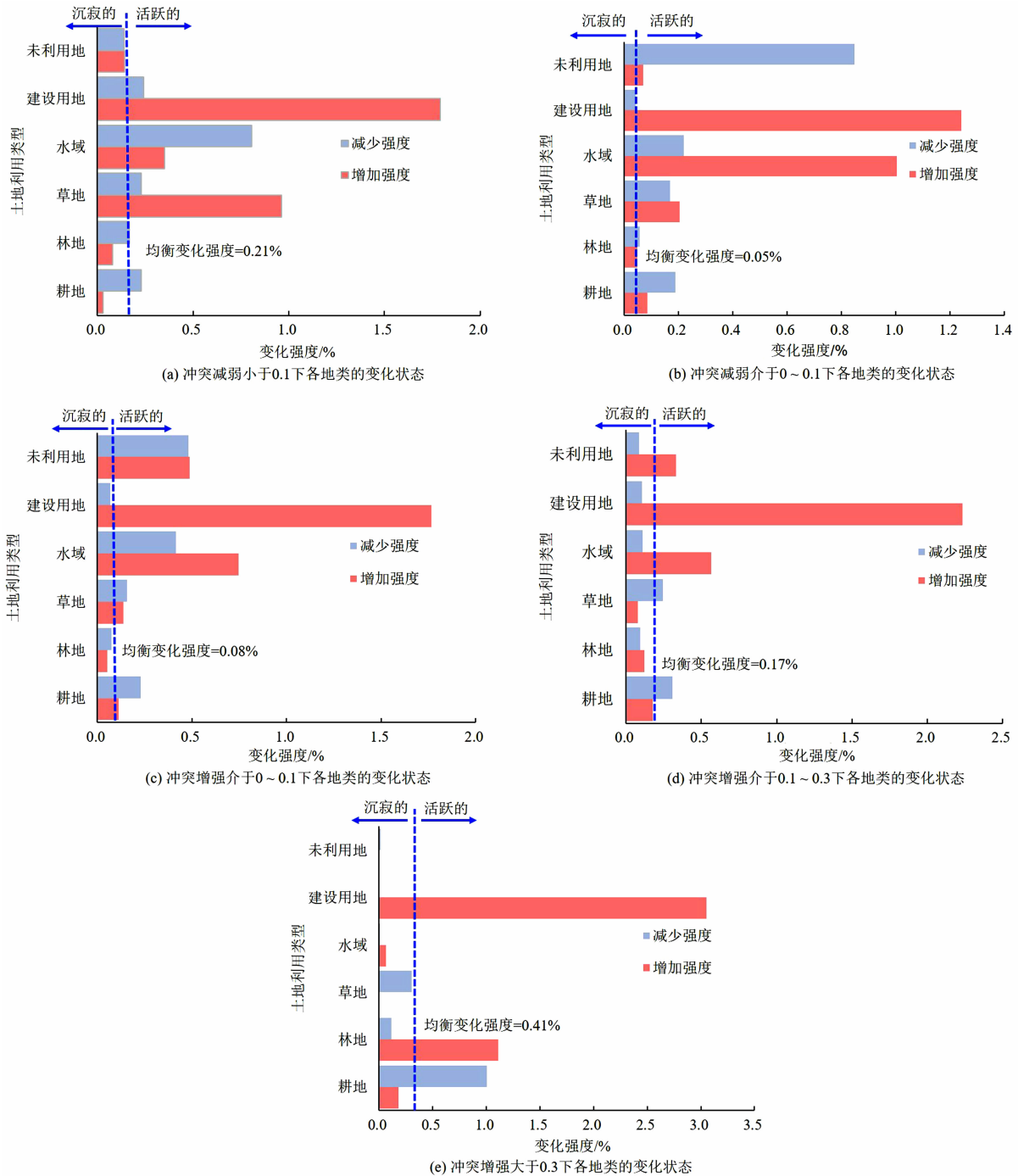


图 6 1990—2020 年不同冲突变化下的各地类变化强度

Fig. 6 Intensity of land use change under different conflict changes from 1990 to 2020

据和 12 个驱动因子输入到 PLUS 模型的 LEAS 模块中,得到各个驱动因子对各个地类变化的贡献程度(图 7),以此表征驱动因子对土地利用冲突的影响。耕地和草地变化主要受人口密度、年平均气温、高程和 GDP 影响,其中人口密度对耕地的贡献度最大,贡献度为 0.15,年平均气温对草地的贡献度最大,达到 0.14;林地和建设用地变化的影响因素主要是

人口密度、DEM 和年平均降水量,且 GDP 和坡度因素对建设用地的开发影响较大;影响水域变化的主要因素是年平均气温、土壤类型、DEM 和人口密度;DEM 对未利用地开发贡献度最大,贡献度为 0.37。综上,从整体来看,自然环境因素对其变化影响较大,但经济社会的发展也加剧了地类间的相互转换。因此,在兼顾经济发展的同时,要限制建设用地侵占

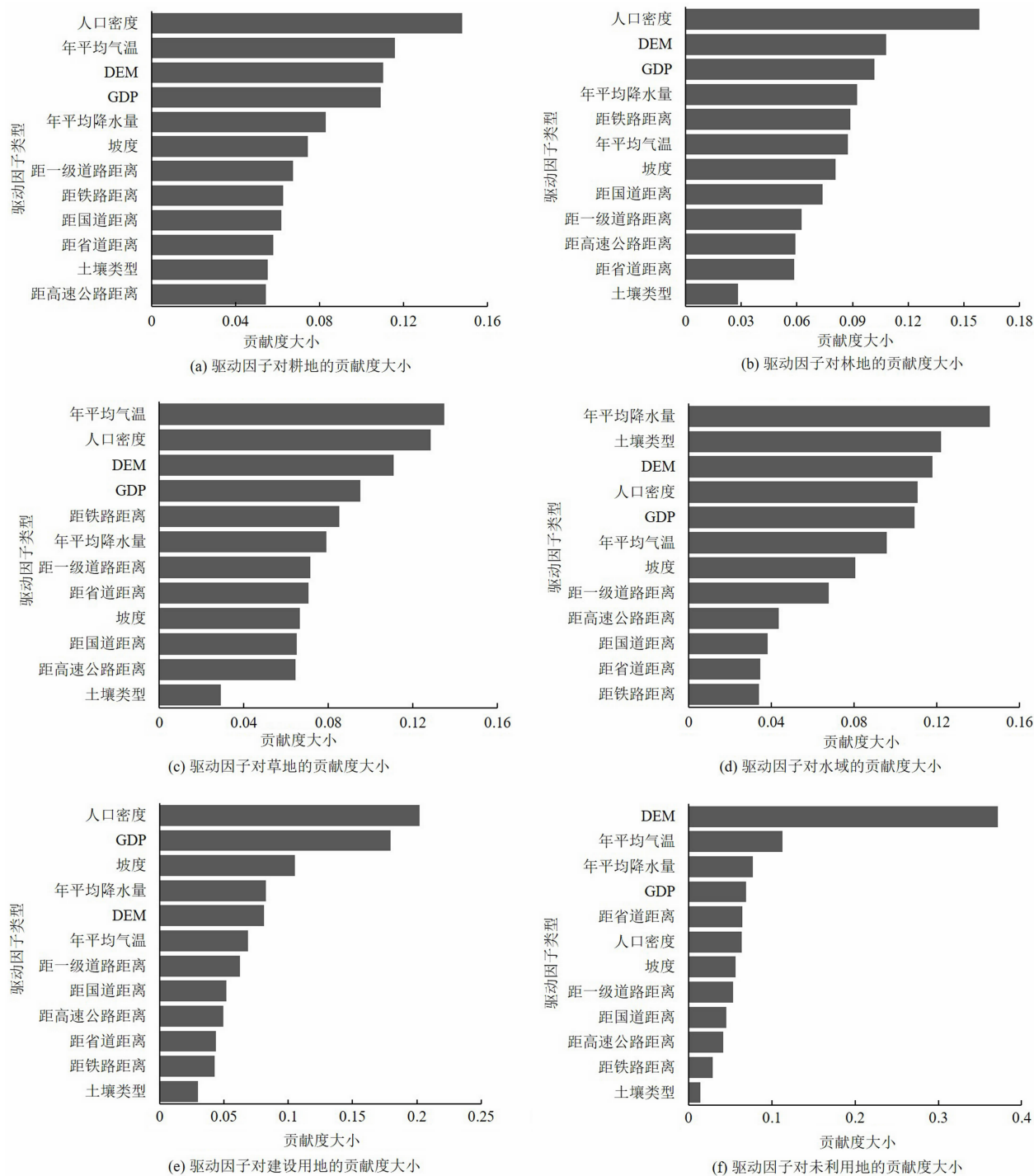


图7 1990—2020年各地类变化的驱动因子贡献度

Fig. 7 Contribution of driving factors of various categories change from 1990 to 2020

平坦的生态用地,避免人口高度聚集。

4 讨论

4.1 土地利用冲突与土地利用变化的强度特征

(1) 研究表明,土地利用冲突变化大的区

域土地利用的变化强度也较大,土地利用冲突的高值区集中在建设用地区域,耕地则是冲突升级的客观存在,这一研究结果与其他地区研究一致^[22]。由于土地作为一种多重效益的稀缺性资源,相关主体间的利益追求会引发利益冲突以及生态保护与经济发展间的冲突^[42-43],因此测度不同地类变化的核心

驱动因子对缓解冲突具有重要意义。驱动因子的贡献大小表明自然条件中的 DEM 和经济条件中的人口密度、GDP 对各个地类的变化影响较大,且人口密度均是耕地和建设用地的核心驱动因子。这说明人对冲突的发生起主导作用,人口空间分布和流动对区域土地利用冲突的演化至关重要,人口的高度集聚加剧了利益主体间的竞争和人与自然用地间不和谐现象的发生,从而造成土地利用冲突的升级。

(2)在以往的研究中只考虑地类间数量的转化规模,忽略了地类空间转换信息^[44],本研究结合变化成分分析方法和强度分析方法,挖掘地类内部的更多潜在变化信息,该方法的应用不仅能规避在分类时带来的误差,还能通过计算地类之间的交换和数量变化的比重,以此刻画更多的地类空间转移信息。区域土地利用冲突引发的恶劣环境效应的主要特征通常由地类之间转换的强度信号表征^[36],由此将类别层用于探讨冲突演变下地类的变化状况,有助于管理者更加精细地协调土地利用冲突。研究发现,冲突增强幅度大的情况下,耕地、草地的减少和建设用地增加状态是活跃的,由此应该重点关注建设用地侵占耕地和草地的现象。

4.2 土地利用冲突的缓解对策与建议

根据《云南省土地利用总体规划(2006—2020年)》^[45],滇中城市群在规划期间应严格保护耕地、打造高质量标准农田、严格控制建设用地等。然而,研究发现 2010—2020 年的耕地表现出更大的缩减,建设用地仍不断扩张,且近 30 年土地利用冲突呈恶化发展趋势,城乡边缘地带冲突等级较高。因此,滇中城市群在未来应以新一轮国土空间规划为契机,优化土地利用结构,分区平衡城乡间的利益诉求,协调城乡边缘发展和冲突管控。首先,应通过统筹规划和政策引导,控制滇中城市群人口的空间集聚,限制建设用地侵占地势平坦的生态生产用地;其次,要依托“耕地占补平衡政策”严格保护东部和东南部坝区粮食主产区、西部山坝粮食主产区以及北部山地农业发展区,改变耕地的碎片化现状;最后要严格落实云南省国土空间规划确定的“三线”划分,重视曲靖市、红河哈尼彝族自治州和楚雄彝族自治州生态带的建设。

5 结论

本研究通过变化成分和强度分析方法剖析了滇

中城市群近 30 年的土地利用变化特征,并基于景观格局指数构建土地利用冲突的测算模型,结合 PLUS 模型识别了滇中城市群土地利用冲突的演变特征及驱动机制,主要得到以下结论。

(1)滇中城市群的土地利用变化强度在过去 30 年呈增强趋势,2000—2020 年土地利用变化迅速。土地利用变化主要以数量变化和交换变化为主,其中耕地和建设用地之间的数量变化最为明显,且耕地趋向性转变为建设用地。说明快速的城镇化和城市“摊大饼”式的蔓延侵占了大量耕地,加剧了人地矛盾。

(2)滇中城市群土地利用的剧烈变化与土地利用冲突的恶化之间具有一定的相关性;在冲突减弱程度大的区域,耕地、水域的减少和建设用地、草地的增加是活跃的;在冲突增强的区域,耕地、草地的减少和建设用地、林地、水域的增加是活跃的;在冲突变化相对较缓的区域,林地保持稳定的休眠状态。

(3)建设用地无序侵占耕地和生态用地是冲突升级的客观表现。人口密度和 GDP 是影响耕地和建设用地的的重要因素。因此,未来滇中城市群应严格控制人口在空间上的集聚,优化土地利用格局,重视城乡建设用地对生态景观的影响。

参考文献(References)

- [1] 田柳兰, 吕思雨, 毋兆鹏, 等. 乌鲁木齐市土地利用变化及其空间冲突测度[J]. 自然资源遥感, 2023, 35(4): 282 - 291. [TIAN Liulan, LYU Siyu, WU Zhaopeng, et al. Measurement of land use change and spatial conflict in Urumqi [J]. Remote Sensing for Natural Resources, 2023, 35(4): 282 - 291] DOI: 10.6046/zrzyyg.2022341
- [2] 廖李红, 戴文远, 陈娟, 等. 平潭岛快速城市化进程中三生空间冲突分析[J]. 资源科学, 2017, 39(10): 1823 - 1833. [LIAO Lihong, DAI Wenyuan, CHEN Juan, et al. Spatial conflict between ecological-production-living spaces on Pingtan Island during rapid urbanization [J]. Resources Science, 2017, 39(10): 1823 - 1833] DOI: 10.18402/resci.2017.10.03
- [3] WANG Meimei, JIANG Zizhen, LI Tengbiao, et al. Analysis on absolute conflict and relative conflict of land use in Xining metropolitan area under different scenarios in 2030 by PLUS and PFCI [J]. Cities, 2023, 137: 104314. DOI: 10.1016/j.cities.2023.104314
- [4] BROWN G, RAYMOND C M. Methods for identifying land use conflict potential using participatory mapping [J]. Landscape and Urban Planning, 2014, 122(1): 196 - 208. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2013.11.007

- [5] 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 Guohua, PENG Jiajie. 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] DOI: 10.13708/j.cnki.cn11-2640.2015.02.003
- [6] CHITONGE H, MFUNE O. The urban land question in Africa: The case of urban land conflicts in the city of Lusaka, 100 years after its founding [J]. Habitat International, 2015, **48**: 209 – 218. DOI: 10.1016/j.habitatint.2015.03.012
- [7] 王健, 刘欣雨. 基于“风险—效应”的土地利用空间冲突识别与测度[J]. 农业工程学报, 2022, **38**(12): 291 – 300. [WANG Jian, LIU Xinyu. Recognizing and measuring spatial conflict of land use via “risk-effect” [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2022, **38**(12): 291 – 300] DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2022.12.033
- [8] 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. [TIAN Junfeng, WANG Binyan, WANG Shijun. The paradigms and main content of land use conflict research [J]. Resources Science, 2023, **45**(3): 465 – 479] DOI: 10.18402/resci.2023.03.01
- [9] 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 Bohua, LYU Changhe. The progress and prospect of land use conflicts [J]. Progress in Geography, 2006, **25**(3): 106 – 115] DOI: 10.11820/dlkxjz.2006.03.013
- [10] 王越, 李佩泽, 李炫颖, 等. 基于演化博弈的土地利用冲突缓解机制研究——以沈抚新区为例[J]. 中国土地科学, 2021, **35**(12): 87 – 97. [WANG Yue, LI Peize, LI Wenying, et al. Mitigation mechanism of land use conflicts based on evolutionary game: A case study of Shenfu new area [J]. China Land Science, 2021, **35**(12): 87 – 97] DOI: 10.11994/zgtdkx.20211126.090825
- [11] 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 De, XU Jianchun, WANG Li. Land use spatial conflicts and complexity: A case study of the urban agglomeration around Hangzhou Bay, China [J]. Geographical Research, 2015, **34**(9): 1630 – 1642] DOI: 10.11821/dlyj201509003
- [12] 韩博, 金晓斌, 孙瑞, 等. 基于冲突—适配视角的土地利用可持续性评价[J]. 地理学报, 2021, **76**(7): 1763 – 1777. [HAN Bo, JIN Xiaobin, SUN Rui, et al. Land use sustainability evaluation based on conflict-adaptation perspective [J]. Acta Geographica Sinica, 2021, **76**(7): 1763 – 1777] DOI: 10.11821/dlxb202107014
- [13] 肖练练, 刘青青, 虞虎, 等. 基于土地利用冲突识别的国家公园社区调控研究——以钱江源国家公园为例[J]. 生态学报, 2020, **40**(20): 7277 – 7286. [XIAO Lianlian, LIU Qingqing, YU Hu, et al. Community regulation park based on land use conflict identification: A case study on Qianjiangyuan National Park [J]. Acta Ecologica Sinica, 2020, **40**(20): 7277 – 7286] DOI: 10.5846/stxb202005231314
- [14] 蔡天雨, 徐磊, 陈亚恒, 等. 基于生态安全的青龙满族自治县土地利用冲突识别[J]. 水土保持研究, 2020, **27**(5): 273 – 280. [CAI Tianyu, XU Lei, CHEN Yaheng, et al. Identification of land use conflicts in Qinglong Manchu Autonomous County based on ecological security [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2020, **27**(5): 273 – 280] DOI: 10.13869/j.cnki.rswc.2020.05.036
- [15] 钱凤魁, 王贺兴, 项子璇. 基于潜在土地利用冲突识别的主城区周边耕地保护[J]. 农业工程学报, 2021, **37**(19): 267 – 275. [QIAN Fengkui, WANG Hexing, XIANG Zixuan. Cultivated land protection in the periphery of the main urban areas based on potential land use conflict identification [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2021, **37**(19): 267 – 275] DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2021.19.031
- [16] 唐凯, 周国华. 基于经济学视角的空间冲突形成原因及其风险测度——以长株潭城市群为例[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2013, **36**(3): 90 – 94. [TANG Kai, ZHOU Guohua. Analysis of spatial conflict measurement based on the perspective of economics: A case study of Changzhutan areas [J]. Journal of Natural Science of Hunan Normal University, 2013, **36**(3): 90 – 94]
- [17] MA Wenqiu, JIANG Guanghui, CHEN Yunhao, et al. How feasible is regional integration for reconciling land use conflicts across the urban-rural interface? Evidence from Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan region in China [J]. Land Use Policy, 2020, **92**: 104433. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.104433
- [18] 王奥枫, 陈世恒, 韦彦章, 等. 基于F-H方法的漓江流域土地利用冲突识别[J]. 山地学报, 2021, **39**(4): 506 – 514. [WANG Aofeng, CHEN Shiheng, WEI Yangzhang, et al. Land use conflict based on F-H method in the Lijiang River Basin, China [J]. Mountain Research, 2021, **39**(4): 506 – 514] DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000615
- [19] 李晨欣, 陈松林, 李晶, 等. 基于“三生”空间的土地利用冲突时空演变特征研究——以厦门、漳州和泉州城市群为例[J]. 水土保持通报, 2022, **42**(3): 247 – 254. [LI Chenxin, CHEN Songlin, LI Jing, et al. Evolution of spatio-temporal characteristics of land use conflict based on productional-living-ecological space [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2022, **42**(3): 247 – 254] DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2022.03.032
- [20] 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 De, XU Jianchun, WANG Li. Process of land use conflict research in China during the past fifteen years [J]. China Land Sciences, 2015, **29**(2): 21 – 29] DOI: 10.13708/j.cnki.cn11-2640.

- 2015.02.003
- [21] 宋振江, 李争, 杨俊. 矿粮复合区土地利用冲突强度测算研究——以江西省德兴铜矿和永平铜矿污染区域为例[J]. 中国农业资源与区划, 2018, **39**(3): 78–85. [SONG Zhenjiang, LI Zheng, YANG Jun. Research on conflict intensity of land use conflicts in mine-grain mixed zone—take the contamination zone of Dexing copper mine and Yongping copper mine in Jiangxi province as an instance [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2018, **39**(3): 78–85] DOI: 10.7621/cjarrp.1005–9121.20180311
- [22] 张潇, 谷人旭. 土地利用冲突的时空格局刻画与多情景模拟研究——以长江三角洲城市群为例[J]. 地理研究, 2022, **41**(5): 1311–1326. [ZHANG Xiao, GU Renxu. Spatio-temporal pattern and multi-scenario simulation of land use conflict: A case study of the Yangtze River Delta urban agglomeration [J]. Geographical Research, 2022, **41**(5): 1311–1326] DOI: 10.11821/dlyj020210375
- [23] ZOU Lilin, LIU Yansui, WANG Jianying, et al. An analysis of land use conflict potentials based on ecological-production-living function in the southeast coastal area of China [J]. Ecological Indicators, 2021, **122**: 107297. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.107297
- [24] DENG Zhiwei, QUAN Bin. Intensity analysis to communicate detailed detection of land use and land cover change in Chang-Zhu-Tan metropolitan region, China [J]. Forests, 2023, **14**(5): 939. DOI: 10.3390/f14050939
- [25] 李帅呈, 龚健, 杨建新, 等. 兰西城市群土地利用/覆被变化模式特征: 基于强度分析框架[J]. 资源科学, 2023, **45**(3): 480–493. [LI Shuaicheng, GONG Jian, YANG Jianxin, et al. Characteristics of LUCC patterns of the Lanzhou-Xining urban agglomeration: Based on an intensity analysis framework [J]. Resources Science, 2023, **45**(3): 480–493] DOI: 10.18402/resci.2023.03.02
- [26] 牛乐乐, 张必成, 贾天忠, 等. 青海省海西州土地利用变化强度分析与稳定性研究[J]. 水土保持学报, 2021, **35**(2): 152–159. [NIU Lele, ZHANG Bicheng, JIA Tianzhong, et al. Analysis on intensity and stability of land use change in Haixi Mongolian and Tibetan autonomous prefecture of Qinghai province [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2021, **35**(2): 152–159] DOI: 10.13870/j.cnki.stbxb.2021.02.021
- [27] NYAMEKYE C, KWOFIE S, GHANSAH B, et al. Assessing urban growth in Ghana using machine learning and intensity analysis: A case study of the New Juaben Municipality [J]. Land Use Policy, 2020, **99**: 105057. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.105057
- [28] MENG Xiaoyu, GAO Xin, LI Sen, et al. Monitoring desertification in Mongolia based on Landsat images and Google Earth Engine from 1990 to 2020 [J]. Ecological Indicators, 2021, **129**: 107908. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.107908
- [29] QUAN Bin, PONTIUS JR R G, SONG Hui. Intensity analysis to communicate land change during three time intervals in two regions of Quanzhou city, China [J]. GIScience and Remote Sensing, 2020, **57**(1): 21–36. DOI: 10.1080/15481603.2019.1658420
- [30] 李琛, 吴映梅, 高彬. 滇中城市群城镇化与资源环境承载力耦合协调研究[J]. 水土保持研究, 2022, **29**(2): 389–397. [LI Chen, WU Yingmei, GAO Binpin. Research on coupling and coordination of urbanization and resources and environmental carrying capacity in city agglomeration of central Yunnan [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2022, **29**(2): 389–397] DOI: 10.13869/j.cnki.rswc.20210930.004
- [31] 王永红, 鲁恒. 2001—2018 年云南省植被变化及驱动力[J]. 山地学报, 2022, **40**(4): 531–541. [WANG Yonghong, LU Heng. Driving force of vegetation cover change in Yunnan province of China from 2001 to 2018 [J]. Mountain Research, 2022, **40**(4): 531–541] DOI: 10.16089/j.cnki.1008–786.000691
- [32] 林伊琳, 赵俊三, 张萌, 等. 滇中城市群国土空间格局识别与时空演化特征分析[J]. 农业机械学报, 2019, **50**(8): 176–191. [LIN Yilin, ZHAO Junsan, ZHANG Meng, et al. Identification of territory space pattern and spatio-temporal evolution analysis of urban agglomeration in central Yunnan [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2019, **50**(8): 176–191] DOI: 10.6041/j.issn.1000–1298.2019.08.020
- [33] 林伊琳, 赵俊三, 陈国平, 等. 基于 MCR-FLUS-Markov 模型的区域国土空间格局优化[J]. 农业机械学报, 2021, **52**(4): 159–170. [LIN Yilin, ZHAO Junsan, CHEN Guoping, et al. Optimization of regional territory space pattern based on MCR-FLUS-Markov model [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2021, **52**(4): 159–170] DOI: 10.6041/j.issn.1000–1298.2021.04.017
- [34] 朱加应, 彭双云. 近 30 年来滇中城市群生态用地变化轨迹时空演变特征及其驱动机制[J]. 水土保持学报, 2024, **38**(1): 1–11. [ZHU Jiaying, PENG Shuangyun. Spatial-temporal characteristics and driving mechanism of ecological land change trajectories in central Yunnan urban agglomeration in recent 30 years [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2024, **38**(1): 1–11] DOI: 10.13870/j.cnki.stbxb.2024.01.017
- [35] 刘纪远, 宁佳, 匡文慧, 等. 2010—2015 年中国土地利用变化的时空格局与新特征[J]. 地理学报, 2018, **73**(5): 789–802. [LIU Jiyan, NING Jia, KUANG Wenhui, et al. Spatio-temporal patterns and characteristics of land use change in China during 2010–2015 [J]. Acta Geographica Sinica, 2018, **73**(5): 789–802] DOI: 10.11821/dlxb201805001
- [36] 邓志位, 全斌, 祁剑青, 等. “三生”用地格局演变的强度分析及其驱动力——以衡阳市为例[J]. 土壤通报, 2023, **54**(4): 768–780. [DENG Zhiwei, QUAN Bin, QI Jianqing, et al. Intensity analysis and driving forces of pattern evolution in productive-living-ecological land: A case study of Hengyang city

- [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2023, **54**(4): 768–780] DOI: 10.19336/j.cnki.trtb.2022061405
- [37] QUAN Bin, REN Hongge, PONTIUS JR R G, et al. Quantifying spatiotemporal patterns concerning land change in Changsha, China [J]. Landscape and Ecological Engineering, 2018, **14**(2): 257–267. DOI: 10.1007/s11355-018-0349-y
- [38] 王颖慧, 丁建丽, 李晓航, 等. 伊犁河流域土地利用/覆被变化对生态系统服务价值的影响——基于强度分析模型[J]. 生态学报, 2022, **42**(8): 3106–3118. [WANG Yinghui, DING Jianli, LI Xiaohang, et al. Impact of LUCC on ecosystem services values in the Yili River Basin based on an intensity analysis model [J]. Acta Ecologica Sinica, 2022, **42**(8): 3106–3118] DOI: 10.5846/stxb202011202980
- [39] 杨建新, 龚健, 高静, 等. 国家中心城市土地利用变化稳定性和系统性特征——以武汉市为例[J]. 资源科学, 2019, **41**(4): 701–716. [YANG Jianxin, GONG Jian, GAO Jing, et al. Stationary and systematic characteristics of land use and land cover change in the national central cities of China using intensity analysis: A case study of Wuhan city [J]. Resources Science, 2019, **41**(4): 701–716] DOI: 10.18402/resci.2019.04.08
- [40] 林素丽, 王枫. 基于 PLUS 模型并顾及交通规划的广州市土地利用情景模拟与分析[J]. 农业资源与环境学报, 2023, **40**(3): 557–569. [LIN Suli, WANG Feng. Simulation and analysis of land use scenarios in Guangzhou based on the PLUS model and traffic planning scenario [J]. Journal of Agricultural Resources and Environment, 2023, **40**(3): 557–569] DOI: 10.13254/j.jare.2022.0352
- [41] 杨激威, 赵娟, 朱家田, 等. 基于 PLUS 和 InVEST 模型的西安市生态系统碳储量时空变化与预测[J]. 自然资源遥感, 2022, **34**(4): 175–182. [YANG Lianwei, ZHAO Juan, ZHU Jitian, et al. Spatial-temporal change and prediction of carbon stock in the ecosystem of Xi'an based on PLUS and InVEST models [J]. Remote Sensing for Natural Resources, 2022, **34**(4): 175–182] DOI: 10.6046/zrzyyg.2021348
- [42] 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 Lilin, LIU Yansui, WANG Yongsheng. Research progress and prospect of land-use conflicts in China [J]. Progress in Geography, 2020, **39**(2): 298–309] DOI: 10.18306/dlkxjz.2020.02.011
- [43] 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 Jijun, JIANG Song, LABA Zhuoma, et al. The spatial and temporal analysis of land use conflict in the middle reaches of the Heihe River based on landscape pattern [J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, **40**(9): 1553–1562] DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2020.09.017
- [44] TURNER K G, ODGAARD M V, BØCHER P K, et al. Bundling ecosystem services in Denmark: Trade-offs and synergies in a cultural landscape [J]. Landscape and Urban Planning, 2014, **125**(1): 89–104. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.02.007
- [45] 云南省自然资源厅. 云南省土地利用总体规划(2006—2020年)[EB/OL]. (2022-12-10) [2023-11-12]. <http://dnr.yn.gov.cn/>. [Department of Natural Resources of Yunnan Province. Overall plan for land use in Yunnan province (2006–2020) [EB/OL]. (2022-12-10) [2023-11-12]. <http://dnr.yn.gov.cn/>]

Identification of Land-Use Conflict Characteristics and Analysis of Driving Forces: Taking the Central Yunnan Urban Agglomeration as an Example

ZHOU Ze¹, QUAN Bin^{1,2*}, ZHANG Haibo^{1,2}

(1. College of Geography and Tourism, Hengyang Normal University, Hengyang 421002, Hunan, China;

2. Hengyang Base of International Centre on Space Technologies for Natural and Cultural Heritage under the Auspices of UNESCO, Hengyang 421002, Hunan, China)

Abstract: Identifying the evolution characteristics and driving mechanisms of land-use conflicts is a prerequisite for constructing a sustainable development path of regional land resource allocation. Any methodology of single land-use analysis was not enough to mine more potential information about the transformation between land types, which leads to the lack of clarity on the characteristics of land types in the process of conflict evolution.

In this study, by the urban agglomeration in central Yunnan province of China, it exemplified a proper construction of land use conversion map to visually present a land-use conversion pattern; it introduced a land use

conflict measurement model based on landscape patches to identify land-use conflicts in the urban agglomeration from 1990 to 2020; it combined composition change method with intensity analysis method to explore the intensity of increasing or decreasing in each land-use type under different land-use conflict circumstances; then driving mechanism of land-use conflicts was determined by PLUS model (based on patch generation).

(1) From 1990 to 2020, the land-use intensity index increased from 0.11% to 0.79%, dominated by land exchange, with significant changes in the quantity of cultivated land and construction land, and the cultivated land tended to be transformed into construction land. The average land use conflict index increased by 0.07 from 1990 to 2020, which showed a spatial distribution of strong in the west and weak in the east, demonstrated by the encroachment of flat cultivated land, forest land, and grassland in the east. The decrease in the amount of arable land was mainly influenced by population density, while the expansion of construction land was more affected by population density and GDP. Land use conflicts were inseparable linked to the drastic conversion of land-use types. In areas where conflicts had intensified, the intensity of the increasing in construction land and the decreasing in cultivated were relatively large, and with the decreasing in cultivated and grassland, the increasing in construction land was active.

(2) It is our points that it is an inevitable choice for urban development to take into account the sustainable use of ecological land with large natural endowments and fragile cultivated land. The mitigation of land use conflicts in mountainous urban agglomerations needs to address the protection of ecological land with a flat terrain. The layout and construction of mountainous cities need to avoid the risk of fragmentation of cultivated and basic farmland. Harmonizing the high regional concentration of population and the objective pursuit of economic development is the key to alleviate the deterioration of conflict in plateau and mountain urban agglomerations.

This study can provide a basis and reference for the monitoring of land space dynamics in the central Yunnan urban agglomeration and for urban planning and sustainable land development in mountainous urban agglomerations.

Key words: land-use conflict; landscape pattern; intensity analysis; driving force; the central Yunnan urban agglomeration

(责任编辑 李嵘)