

# 西北干旱区绿洲县域3类空间冲突分析与模拟

张云霞<sup>1,2</sup>, 高敏华<sup>1,2</sup>, 孜比布拉·司马义<sup>1,3</sup>

(1.新疆大学 资源与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830046; 2.新疆大学 绿洲生态教育部重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830046; 3.智慧城市与环境建模普通高校重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830046)

**摘要:** [目的] 对西北干旱区绿洲县域3类空间冲突进行分析与模拟, 为该区国土空间合理布局、区域可持续发展提供科学参考。[方法] 以西北干旱区绿洲县域——新疆麦盖提县为研究区, 基于土地利用主导功能构建空间分类体系, 将国土空间划分为城镇、农业与生态空间; 根据景观格局指数构建空间冲突测度模型探讨2009—2019年空间冲突水平演变特征; 通过CA-Markov模型预测2024年空间布局并分析冲突强度变化特征。[结果] ①3类空间呈现“两增一减”的变化动态, 城镇空间面积呈逐年递增趋势, 由1 537.74 hm<sup>2</sup>增加至4 582.24 hm<sup>2</sup>; 农业空间由84 670.06 hm<sup>2</sup>增加至107 447.66 hm<sup>2</sup>; 生态空间面积减少25 822.69 hm<sup>2</sup>。②2009—2019年空间冲突强度显著增强, 中等空间冲突、较高空间冲突与高空间冲突评价单元所占比例分别增加了50.41%, 13.45%, 0.53%。③2024年城镇空间、农业空间将分别增加2 981.19和4 285.96 hm<sup>2</sup>, 生态空间将减少7 267.16 hm<sup>2</sup>; 冲突水平以所占比例为60.24%的中等空间冲突为主。[结论] 2009—2019年城镇空间、农业空间逐年增加、生态空间逐年递减, 各类空间的无序变化导致空间冲突强度整体增强, 通过预测2024年3类空间变化趋势与2009—2019年保持一致, 并以中等空间冲突为主。

**关键词:** 3类空间; 景观生态指数; 空间冲突; CA-Makov模型; 西北干旱区绿洲

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1000-288X(2021)04-0207-07

**中图分类号:** F301.23

**文献参数:** 张云霞, 高敏华, 孜比布拉·司马义. 西北干旱区绿洲县域3类空间冲突分析与模拟[J]. 水土保持通报, 2021, 41(4): 207-213. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2021.04.029; Zhang Yunxia, Gao Minhua, Cuminbibra Ismayil. Analysis and simulation of conflicts of three space types in oasis counties of northwest arid zone [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2021, 41(4): 207-213.

## Analysis and Simulation of Conflicts of Three Space Types in Oasis Counties of Northwest Arid Zone

Zhang Yunxia<sup>1,2</sup>, Gao Minhua<sup>1,2</sup>, Cuminbibra Ismayil<sup>1,3</sup>

(1. Institute of Resource and Environment Science, Xinjiang University, Urumqi,

Xinjiang 830046, China; 2. Key Laboratory of Oasis Ecology, Urumqi, Xinjiang 830046, China;

3. Key Laboratory of Intelligent City and Environment Modeling, Urumqi, Xinjiang 830046, China)

**Abstract:** [Objective] The conflicts of three space types in oasis counties in the northwest arid zone were analyzed and simulated, in order to provide scientific reference for the rational layout of land space and sustainable development of the region. [Methods] Taking the oasis county of northwest arid zone—Mageri County, Xinjiang Wei Autonomous Region as the study area, a spatial classification system was constructed based on the dominant land use function to divide the national land space into urban, agricultural and ecological space. A spatial conflict measurement model was constructed based on the landscape pattern index to explore the evolution characteristics of spatial conflict levels from 2009 to 2019. The CA-Markov model was used to predict the spatial layout in 2024 and analyze the characteristics of conflict intensity changes. [Results] The area of urban space increased from 1 537.74 hm<sup>2</sup> to 4 582.24 hm<sup>2</sup>, and the area of agricultural space increased from 84 670.06 hm<sup>2</sup> to 107 447.66 hm<sup>2</sup>, while the area of ecological space decreased by 25 822.69 hm<sup>2</sup>. ② The

收稿日期: 2021-04-12

修回日期: 2021-05-13

资助项目: 国家自然科学基金项目(41661036)

第一作者: 张云霞(1994—), 女(汉族), 甘肃省定西市人, 硕士研究生, 研究方向为国土空间规划与土地利用。Email: 15199024970@163.com。

通讯作者: 高敏华(1963—), 男(汉族), 广东省广州市人, 学士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事遥感与土地利用等方面的研究。Email: mhgao@163.com。

intensity of spatial conflict increased significantly from 2009 to 2019, and the proportion of medium spatial conflict, relative high spatial conflict and high spatial conflict evaluation units increased by 50.41%, 13.45% and 0.53%, respectively. ③ In 2024, urban space and agricultural space would increase 2 981.19 and 4 285.96 hm<sup>2</sup>, respectively, and ecological space decrease 7 267.16 hm<sup>2</sup>. The conflict level would be dominated by medium spatial conflict, which account for 60.24%. [Conclusion] From 2009—2019, urban space and agricultural space increased year by year, while ecological space decreased, and the disordered change of all kinds of space led to the overall increase of spatial conflict intensity. Through the prediction, the change trend of the 3 types of space in 2024 would consistent with that in 2009—2019, and the medium spatial conflict was the main one.

**Keywords:** three types of space; landscape ecological index; space conflict; CA-Markov model; northwest arid zone oasis

1978 年至今,国民经济增长推动中国城镇化与工业化发展,促使土地利用效率大大提升,但引发一系列国土空间冲突问题,影响到人地关系、生态安全与土地资源优化配置<sup>[1]</sup>,因而优化国土空间开发格局、建立科学的空间规划体系、统筹兼顾城镇、农业、生态 3 类空间可持续发展成为国土空间亟待攻克的难题<sup>[2]</sup>。党的十八大报告指出“要优化国土空间开发格局,生产空间集约高效,生活空间宜居适宜,生态空间山清水秀”,使得“三生空间”成为国土空间规划的新方向<sup>[3]</sup>;2015 年,以完善健全市县空间规划体系为目标,国家发展改革委和国家测绘地信局提出 3 类空间理论,相较于“三生空间”,3 类空间易于划定与实施管理。2017 年国务院印发《全国国土规划纲要(2016—2030 年)》,为规范国土空间开发格局明确城镇、农业、生态 3 类空间开发管制体系<sup>[4]</sup>。

目前,针对国土空间规划的大量研究聚焦于“三生空间”,而对 3 类空间分类、格局异质性及演变特征研究较少且处于初步阶段。赵筱青等<sup>[2]</sup>从土地功能空间分类入手研究抚仙湖流域 3 类空间的分类体系,并为国土空间优化提供科学对策。闰记影<sup>[5]</sup>以“多规合一”为指导借助理空间信息对垫江县 3 类空间划定展开研究。郑明波等<sup>[6]</sup>结合数理统计与定性、定量方法对来宾市港产城新区 3 类空间进行划定,为国土空间规划提供参考。3 类空间的分类体系通过功能空间分类与量化识别 2 种方法建立,后者以土地利用现状数据为基础根据土地利用功能进行分类,前者通过建立指标体系完成城镇、生态、农业空间的量化识别,但由于区域差异性不适用所有地区<sup>[7]</sup>。随着城镇化发展,人类对空间资源占据主导性,多种社会需求在空间资源利用产生的利益冲突是导致空间冲突形成的根本<sup>[8]</sup>。赵旭<sup>[9]</sup>以昌黎县为研究区,将国土空间划分为生产生活空间、生产生态空间、生态生产空间与生态空间 4 种类型,通过构建冲突测度模型对研究

区进行冲突强度分析。周德等<sup>[10]</sup>以环杭州湾城市群为研究对象通过计算空间冲突综合指数将土地利用空间冲突等级划分为一般冲突、轻度冲突、中度冲突及重度冲突并分析空间冲突格局演变特征。近年来有多种模型应用于土地利用动态模拟,包括 CA 模型<sup>[11]</sup>、Markov 模型<sup>[12]</sup>、CLUE-S 模型与 FLUS 模型<sup>[13]</sup>,其中 CA 模型利于模拟土地利用空间位置变化状态,Markov 模型应用于长时间序列研究,结合二者优势的 CA-Markov 模型用途更为广泛<sup>[14]</sup>。目前有关研究多以中国中、东部区域为主,对西北干旱区,绿洲县域关注度较低。因此,本文选取新疆麦盖提县为研究对象,基于土地利用数据探讨 3 类空间格局变化特征,通过景观格局指数构建空间冲突模型分析 2009—2019 年不同级别冲突强度布局特征,运用 CA-Markov 模型预测 2024 年 3 类空间格局并分析空间布局与冲突水平变化,为西北干旱区国土空间合理布局、区域可持续发展提供科学参考。

## 1 研究区概况

麦盖提县位于新疆维吾尔自治区南部,地处塔克拉玛干沙漠西南边缘、喀喇昆仑山北麓、叶尔羌河中游,降水量为 43.1 mm,是塔克拉玛干沙漠西部的一片绿洲。位于叶尔羌河流域 5 个县的中心,是毗邻叶尔羌河中游的一颗明珠,有“小金三角”之称。麦盖提县是离沙漠最近的一个县,直面土地沙漠化的威胁,沙地面积占土地总面积的 80.48%,下辖 10 个乡镇及恰斯农场、县园艺场、县五一林场,县域内土层深厚,以沙壤土为主,是自治区棉花种植比重最大的县,典型的干旱大陆性气候,全年热量丰富,日照充足,气温年变幅和昼夜温差大。根据社会发展统计公报,2009 年和 2019 年麦盖提县国内生产总值分别为 15.08 和 58.28 亿元,2009 年全县总人口 20.77 万人,少数民族占 88%,城镇化率 20%;2019 年总人口为 23.70 万人,少数民族占 92.7%,城镇化率 30%。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源与处理

基础数据由 2009,2014 和 2019 年麦盖提县土地利用变更数据库构成,数据来源于麦盖提县自然资源局;社会经济数据来源于《新疆维吾尔自治区统计年鉴》;2009—2019 年统计公报来源于麦盖提县统计局;麦盖提县土地利用总体规划(2010—2020 年)来源于麦盖提县自然资源局。

分析 3 类空间时空分异特征需要将基础数据空间可视化,对相关数据统一投影为坐标系统 CGCS2000,采样为相同分辨率 30 m×30 m,数据完全重合使得数据行、列数相同。通过 ArcGIS 10.3 将 2009,2014 和 2019 年土地数据根据空间分类体系可视化,利用转换工具将矢量数据转换为 30 m×30 m 的栅格数据。

### 2.2 研究方法

2.2.1 3 类空间分类 3 类空间的研究处于探索阶段,其分类体系未形成统一标准。本文结合麦盖提县土地利用实际情况,借鉴赵筱青等<sup>[2]</sup>、魏伟等<sup>[15]</sup>、巴里坤县 3 类空间格局划分成果基于土地利用主导功能将国土空间划分为城镇空间、农业空间与生态空间。城镇空间以城镇建设与城镇经济发展为主要功能;农业空间以农产品生产与农村生活为主要功能;生态空间主要以提供生态系统服务、保护生态环境、维护物种多样性为主要功能,是城镇、农业空间发展的基础。分类结果如表 1 所示。

2.2.2 构建空间冲突测度模型 对土地利用空间冲突的研究方法有博弈论、PSR 模型与景观生态学等,其中景观生态学方法基于景观指数构建冲突评估模型直观表达空间冲突变化特征与景观环境的变化从而得到广泛应用。基于空间系统的复杂性、脆弱性及稳定性本文使用景观生态指数构建冲突评价模型,根据研究范围、数据类型等特点选择 750 m×750 m 格网划分冲突评价的空间单元,将研究区划分为 3 033 个评价单元,把位于研究范围边界区域的未饱和单元按照完整单元面积计算。空间冲突综合水平数学公式<sup>[9]</sup>可表达为:

SCCI=SCI+SFI+SSI

(1)

式中:SCCI 为空间冲突综合水平指数;SCI 为复杂性指数;SFI 为脆弱性指数;SSI 为稳定性指数。

(1) 3 类空间复杂性指数(SCI)。城镇化进程中人类的土地开发与扩张活动加大对地理空间的干扰程度从而使景观斑块形状趋于复杂与破碎化引发空间利用冲突。借鉴景观生态指数中的面积加权平均

拼块分形指数(AWMPFD)用于评测空间景观斑块复杂程度,表征邻域景观斑块对评价景观斑块的影响程度。数学表达式<sup>[9]</sup>如下:

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

(2)

式中: $P_{ij}$ 表示*i*类空间类型第*j*个斑块的周长; $a_{ij}$ 表示*i*类空间类型第*j*个斑块的面积;*i*表示斑块的空间类型;*j*表示斑块数量;*A*表示单元面积;*m*表示研究区域划分的评价单元数量;*n*表示空间类型的种类。

表 1 麦盖提县土地利用类型主导功能识别

地 类	土地利用功能 (主/次)	主导 功能	空间划分
水 田	农业/生态	农业	农业生产空间
水浇地	农业/生态	农业	农业生产空间
果 园	农业/生态	农业	农业生产空间
其他园地	农业/生态	农业	农业生产空间
乔木林地	生态/农业	生态	绿色生态空间
灌木林地	生态/农业	生态	绿色生态空间
其他林地	生态/农业	生态	绿色生态空间
灌丛沼泽	生态/农业	生态	绿色生态空间
其他草地	生态/农业	生态	绿色生态空间
其他商服用地	城镇	城镇	城镇空间
工业用地	城镇	城镇	城镇空间
采矿用地	城镇	城镇	城镇空间
仓储用地	城镇	城镇	城镇空间
城镇住宅用地	城镇	城镇	城镇空间
农村宅基地	农业	农业	农村生活空间
公园与绿地	城镇	城镇	城镇空间
公用设施用地	城镇	城镇	城镇空间
科教文卫用地	城镇	城镇	城镇空间
机关团体新闻出版用地	城镇	城镇	城镇空间
风景名胜及特殊用地	城镇	城镇	城镇空间
公路用地	城镇	城镇	城镇空间
城镇村道路用地	城镇	城镇	城镇空间
交通服务场站用地	城镇	城镇	城镇空间
管道运输用地	城镇	城镇	城镇空间
农村道路	农业	农业	农村生活空间
河流水面	生态/农业	生态	绿色生态空间
内陆滩涂	生态/农业	生态	绿色生态空间
水库水面	生态/农业	生态	绿色生态空间
沟 渠	农业/生态	农业	农业生产空间
水工建筑用地	城镇/农业	城镇	城镇空间
坑塘水面	生态/农业	生态	绿色生态空间
裸土地	生态/农业	生态	其他生态空间
沙 地	生态/农业	生态	其他生态空间
盐碱地	生态/农业	生态	其他生态空间
设施农用地	农业	农业	农业生产空间
空闲地	城镇	城镇	城镇空间
田 坎	农业	农业	农业生产空间

(2) 3 类空间脆弱性指数(SFI)。地理空间系统脆弱性由空间景观斑块抵抗外界干扰能力决定,不同空间类型对外界的干扰力度随时间而变化。参考张龙等的研究<sup>[16]</sup>,对各空间类型赋予脆弱度指数:城镇空间 1,农村生活空间 1,农业生产空间 2,绿色生态空间 3,其他生活空间 4。数学表达式如下:

$$SFI=\sum_{i=1}^nF_i\times\frac{a_i}{A}$$

(3)

式中: $F_i$  表示  $i$  类空间类型的脆弱度指数; $a_i$  表示单元内各类空间面积; $A$  表示单元面积; $n$  表示空间类型数量, $n=5$ 。

(3) 3 类空间稳定性指数(SSI)。土地空间单元稳定性借鉴景观破碎度指数来测算,研究区域内空间单元越破碎则空间稳定性越弱从而加剧空间冲突强度导致生态系统不平衡。数学表达式如下:

$$SSI=\frac{PD-PD_{min}}{PD_{max}-PD_{min}}\quad(PD=\frac{n}{A})$$

(4)

式中: $A$  表示空间单元面积; $n$  表示空间单元内斑块数量; $PD$  景观破碎度指数, $PD$  值越大空间景观破碎度越高而稳定性越差; $PD_{max}$ , $PD_{min}$  表示景观破碎度指数最小值、最大值。

通过计算各空间单元内相关指数得出空间冲突综合指数,在测算过程中将各指数进行标准化处理 0~1。根据已有研究冲突强度抛物线发展规律的倒“U”型曲线模型,将冲突强度通过等间距法划分为  $[0.0,0.2]$ , $(0.2,0.4]$ , $(0.4,0.6]$ , $(0.6,0.8]$ , $(0.8,1.0]$  5 个区间,以此作为空间冲突强度的低空间冲突、较低空间冲突、中等空间冲突、较高空间冲突、高空间冲突 5 个强度级别。

2.2.3 CA-Markov 模型

(1) CA 模型。CA 模型是一种在离散状态下以时间、空间为维度模拟复杂空间系统时空演变动力

学模型,数学表达式如下<sup>[19]</sup>:

$$S_{t+1}=f(S_t,n)$$

(5)

式中: $S$  表示元胞有限、离散的状态集合; $n$  表示元胞的领域; $t,t+1$  表示不同时间; $f$  表示局部转换规则。

(2) Markov 模型。通过数学模型的概率论方法分析不同时间尺度的矩阵变化并根据演变的特征规律估算未来的发展状态。在模拟预测过程中以当前时期空间状态与空间结构变化为基础计算各类空间面积的转移概率生成状态转移矩阵进而模拟特定时间内各类空间分布与变化情况,数学表达式<sup>[12]</sup>为:

$$A_n=A_{n-1}P_{ij}$$

(6)

式中: $A_n$ , $A_{n-1}$  分别表示始末期各类空间状态; $P_{ij}$  表示状态转移概率矩阵。状态转移概率矩阵数学表达式为:

$$P_{ij}=\begin{bmatrix}P_{11}&P_{12}&P_{13}&\cdots&P_{1n}\\P_{21}&P_{22}&P_{23}&\cdots&P_{2n}\\\vdots&\vdots&\vdots&\vdots&\vdots\\P_{n1}&P_{n2}&P_{n3}&\cdots&P_{nm}\end{bmatrix}$$

(7)

CA 模型具备的复杂空间运算功能使得空间模拟效果更为直观,通过高效分析各类空间的位置变化状态从而模拟整个空间系统;Markov 模型在时间尺度方面模拟各类空间的变化有明显优势;结合两者模型的时空尺度优势模拟 2019 年 3 类空间分布图,通过精度检验便可预测 2024 年国土空间格局。

3 结果与分析

3.1 3 类空间时空演变分析

基于空间分类体系,依托 ArcGIS 空间统计、重分类功能将各类空间进行可视化操作得到表 2 和图 1。

表 2 研究区 2009—2019 年 3 类空间面积变化						hm <sup>2</sup>
空间类型	2009 年		2014 年		2019 年	
	面积/hm <sup>2</sup>	比例/%	面积/hm <sup>2</sup>	比例/%	面积/hm <sup>2</sup>	比例/%
城镇空间	1 537.74	0.99	2 387.87	1.54	4 582.24	2.95
农业生产空间	78 597.72	50.66	79 028.13	50.93	99 579.11	64.18
农村生活空间	6 072.34	3.91	7 086.35	4.57	7 868.55	5.07
绿色生态空间	60 851.53	39.22	58 651.81	37.8	36 089.58	23.26
其他生态空间	8 103.46	5.22	8 008.64	5.16	7 043.3	4.54

由表 2 可知,2009 年农业空间 84 670.06 hm<sup>2</sup> 占总面积 54.58%,生态空间次之所占比例 44.43%,其中农业生产空间所占比例 50.66%,绿色生态空间所占比例 39.22%。2014 年城镇空间所占比例较 2009 年

增加 0.55%,农业空间所占比例 55.5%,生态空间所占比例减少至 42.96%,其中农业生产空间与农村生活空间面积均小幅增加、绿色生态空间与其他生态空间面积减少。2019 年城镇空间快速扩张,所占比



例增加至 2.95%，农业空间面积占总面积 69.25%，生态空间面积所占比例减少至 27.8%，其中绿色生态空间减幅最大。由图 1 可见，2009—2019 年以农业空间为主且面积逐年递增，主要集中在央塔克乡、吐曼塔勒乡、尕孜库勒乡、克孜勒阿瓦提乡，空间规模大、范围广泛呈连片状分布；随着富民安居工程的

大力实施农村生活空间逐年扩张；生态空间集中分布在叶尔羌河沿岸生态保护区和塔克拉玛干沙漠防护林，呈现东南—西北递减的趋势且减幅大；城镇空间面积所占比例小但增速最快，以麦盖提镇为中心、沿着重点乡镇面积逐年扩大，分布格局由分散变为紧凑集聚。

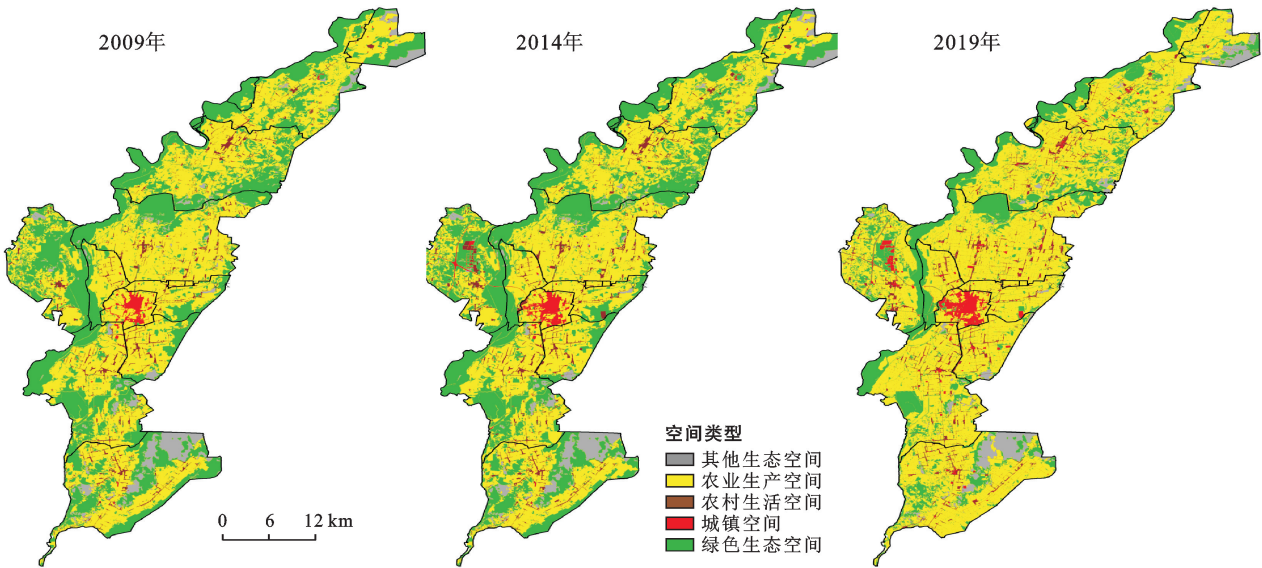


图 1 麦盖提县各类空间分布

3.2 空间冲突时空演变特征分析

根据公式计算空间冲突综合指数，通过 ArcGIS 将空间冲突强度可视化从而分析其时空演变规律(图 2，表 3)。

分析结果表明，2009 年空间冲突强度以低空间冲突为主，空间冲突评价单元占总数的 55.19%，主要分布在边界区域、叶尔羌河沿岸生态保护区、塔克拉

玛干沙漠防护林、恰斯水库等，呈块状连片集中布局、聚集度高；2014 年空间冲突水平呈不同程度提高，以较低空间冲突为主，空间冲突评价单元占总数的 42.43%，分布于各个乡镇；2019 年空间冲突强度明显增加，以中等空间冲突为主，评价单元占总数的 56.71%，主要分布在中部和西南部平原区、西北部丘陵区以及东部生态空间区域。

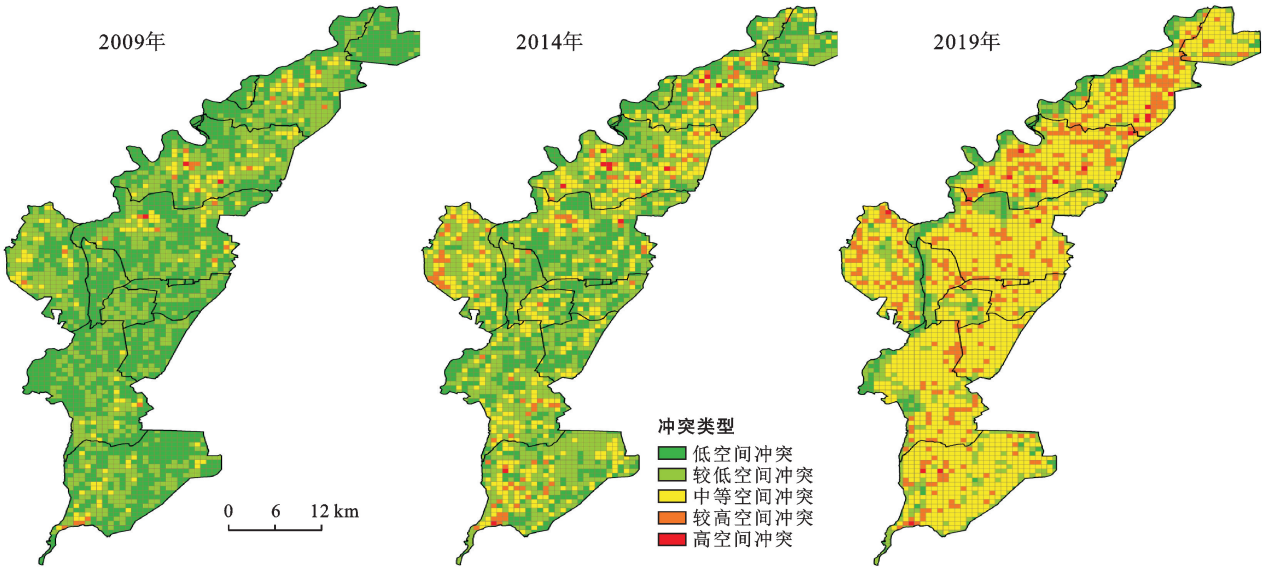


图 2 麦盖提县空间冲突水平布局

表 3 麦盖提县 3 类空间冲突综合指数

冲突类型	冲突区间	冲突单元个数			冲突单元比例/%		
		2009 年	2014 年	2019 年	2009 年	2014 年	2019 年
低空间冲突	[0.0~0.2]	1 674	960	325	55.19	31.65	10.72
较低空间冲突	(0.2~0.4]	1 139	1 287	535	37.55	42.43	17.64
中等空间冲突	(0.4~0.6]	191	655	1 720	6.30	21.60	56.71
较高空间冲突	(0.6~0.8]	26	118	434	0.86	3.89	14.31
高空间冲突	(0.8~1.0]	3	13	19	0.10	0.43	0.63
评价单元总数		3 033	3 033	3 033	100	100	100

3.3 麦盖提县 2024 年空间格局模拟预测分析

3.3.1 模型模拟与精度检验 以 2014 年 3 类空间布局数据为基期数据,输入 2009—2014 年转移概率矩阵、时间迭代间隔设置为 5 并选择 5×5 滤波器运行

CA-Markov 模块,最终得到 2019 年空间分布模拟预测图。以 2019 年空间分布数据为基期数据,输入 2014—2019 年转移概率矩阵并设置参数最终得到 2024 年空间分布模拟图(图 3)。

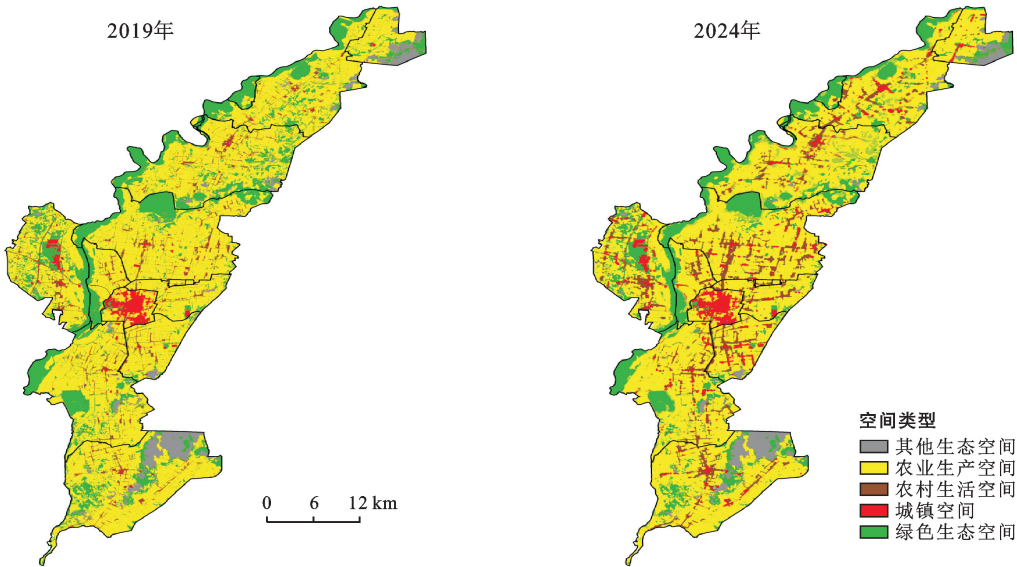


图 3 研究区 2019 和 2024 年麦盖提县 3 类空间模拟

检验模型对空间分布模拟是否达到精度要求,采用表征图像之间一致性程度的 kappa 系数进行精度验证。根据 kappa 系数划分区间,kappa<0.4 表示图像之间一致性程度较低;0.4≤kappa<0.75 表示图像之间一致性程度一般;kappa≥0.75 表示实际图与模拟图一致性较高。通过 IDRISI 软件 CROSSTAB 工具导入 2019 年空间分类实际图与模拟图,得到 kappa 系数为 0.795 8,依据其划分区间表明模拟效果较好可用于未来各类空间分布模拟。

由图 3 可知,2024 年空间模拟图相较于 2019 年变化显著,其中城镇空间与农村生活空间呈扩张趋势,城镇空间以麦盖提镇为中心向四周延伸,农村生活空间围绕各个乡农村居民点、农村道路扩展,其他 3 种空间类型以不同幅度减少。由表 4 可知,2024 年各类空间面积所占比例排序为:农业生产空间>绿色生态空间>农村生活空间>城镇空间>其他生态空间,其中农业生产空间占总面积的 63.08%,其他生

态空间所占比例最少仅有 3.61%。与 2019 年相比,2024 年城镇空间与农村生活空间分别增加了 2 981.20 和 5 994.18 hm<sup>2</sup>,绿色生态空间面积下降幅度最大、减量为 5 819.91 hm<sup>2</sup>。

3.3.2 2024 年空间冲突水平特征分析 根据公式计算 2024 年空间冲突综合指数并将其可视化,其中低空间冲突单元个数为 280 个,所所占比例例 9.23%;较低空间冲突单元个数为 440 个,所所占比例例 14.51%;中等空间冲突单元个数为 1 827 个,所所占比例例 60.24%;较高空间冲突单元个数为 451 个,所所占比例例 14.87%;高空间冲突单元个数为 35 个,所所占比例例 1.15%。由此得出 2024 年以中等空间冲突、较高空间冲突为主。图 4 显示研究区北部的乡村分布较高空间冲突单元,南部的乡村以中等空间冲突为主,由于高质量耕地主要分布在央塔克乡、吐曼塔勒乡、尕孜库勒乡、克孜勒阿瓦提乡、库尔玛乡等区域,随着人类活动对耕地的开发利用加剧了与生态空间的矛盾。

表 4 研究区 2019—2024 年空间类型面积变化 hm<sup>2</sup>

空间类型	2019 年		2024 年		2019—2024 年
	面积/hm <sup>2</sup>	比例/%	面积/hm <sup>2</sup>	比例/%	面积变化率/%
城镇空间	4 582.24	2.95	7 563.43	4.87	1.92
农业生产空间	99 579.11	64.18	97 870.89	63.08	−1.1
农村生活空间	7 868.55	5.07	13 862.73	8.93	3.86
绿色生态空间	36 089.58	23.26	30 269.67	19.51	−3.75
其他生态空间	7 043.3	4.54	5 596.05	3.61	−0.93

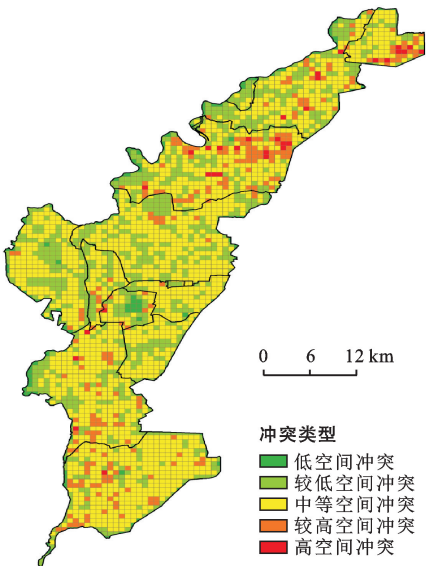


图 4 麦盖提县 2024 年空间冲突水平布局

4 结论

(1) 2009—2019 年 3 类空间呈现“两增一减”的变化动态,城镇空间与农业空间面积呈逐年递增趋势,城镇空间 2009—2014 年增长缓慢 2014—2019 年增幅较大;农业空间呈稳定逐年增长趋势,其中农业生产空间面积增加最快;生态空间面积减少最多,由 68 954.98 hm<sup>2</sup> 减少至 43 132.89 hm<sup>2</sup>。

(2) 2009—2019 年空间冲突强度由低向高趋势发展,中等空间冲突、较高空间冲突与高空间冲突评价单元逐年增加,低空间冲突与较低空间冲突评价单元逐年递减。其中变化最大的中等空间冲突评价单元所占比例增加 50.41%;其次是低空间冲突评价单元所占比例减少 44.48%。工业园区、叶尔羌水利枢纽工程和饮水安全工程的建设加剧农业空间与生态空间的土地利用冲突矛盾,导致空间趋于复杂、破碎度提高从而冲突程度增强。

(3) 2024 年各类空间布局变化趋势与 2009—2014 年、2014—2019 年一致,城镇空间与农村生活空间面积增加,其他 3 种空间面积减少。空间冲突综合指数表明 2024 年麦盖提县冲突强度整体增强,第一

产业、第三产业的动态变化间接推动了各类空间的相应变化,对空间冲突水平产生一定影响。

随着城镇化发展与人口数量增加对国土空间结构和布局优化提出挑战,空间类型的转换对当地与周围区域的经济、生态环境产生重要影响,因此要对国土空间进行统筹规划,既要保障研究区中心城区、工业园区、城东新区和北部新城建设的用地需求又要守住基本农田保护区也要严格保护自然生态空间。本文基于前人研究并结合了研究区实际特征,影响土地空间类型变化的因素是多种多样,从宏观与微观两方面选取影响因素进行分析是今后需要充实的内容;预测模型是通过 IDRISI 软件实现,在操作过程中矢量转栅格、栅格转 ASCII 格式频繁,在分析处理过程中易增加误差率,克服软件缺点是未来软件应用需要改进的内容。

[ 参 考 文 献 ]

[1] 朱媛媛,余斌,曾菊新.国家限制开发区“生产—生活—生态”空间的优化:以湖北省五峰县为例[J].经济地理, 2015,35(4):26-32.

[2] 赵筱青,李思楠,谭琨,等.基于功能空间分类的抚仙湖流域“3 类空间”时空格局变化[J].水土保持研究,2019,26 (4):300-313.

[3] 扈万泰,王力国,舒沐晖.城乡规划编制中的“三生空间”划定思考[J].城市规划,2016,40(5):21-26.

[4] 王颖,刘学良,魏旭红,等.空间规划的方法和实践初探:从“三生空间”到“三区三线”[J].城市规划学刊,2018,00 (4):65-74.

[5] 闰记影,金贤锋,李静,等.基于 GIS 的垫江县 3 类空间划分[J].地理空间信息,2019(7):69-77.

[6] 郑明波,代振,周俊宇.基于“多规合一”的 3 类空间和城镇、农业、生态等边界划定方法探索[J].智能城市,2017 (8):164.

[7] 李广东,方创琳.城市生态—生产—生活空间功能定量识别与分析[J].地理学报,2016,71(1):49-65.

[8] 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.



版),2020,59(6):70-79.

[13] 谢红霞,刘旭星,隋兵,等. TRMM 降雨数据在湖南省长株潭地区的适用性[J].水土保持通报,2017,37(3): 295-301.

[14] 彭玉芝,范建容,于江,等.金沙江流域降雨侵蚀力时空分布特征[J].水土保持通报,2018,38(2):8-13.

[15] 范雪梅,罗贤,季漩,等.基于 MOD16 产品的怒江流域中上游蒸散发分布特征研究[J].水土保持通报,2019, 39(2):199-205,2.

[16] 李琼,魏加华,安娟,等.基于地形因子的 TRMM 3B43 降水数据在黄河源区的融合校正研究[J].应用基础与工程科学学报,2018,26(6):1147-1163.

[17] 熊俊楠,李伟,刘志奇,等.基于 GWR 模型的青藏高原地区 TRMM 数据降尺度研究[J].国土资源遥感, 2019,31(4):88-95.

[18] 曾业隆,谭伟,王超,等.基于 GWR 模型的贵州喀斯特山区 TRMM 3B43 降水资料降尺度分析[J].干旱气象,2018,36(3):405-414.

[19] 金彩平. TRMM 卫星降雨数据空间降尺度校准及应用研究[D].广西 南宁:广西大学,2018.

[20] Zhang Yueyuan, Li Yungang, Ji Xuan, et al. Fine-resolution precipitation mapping in a mountainous watershed: Geostatistical downscaling of TRMM products based on environmental variables [J]. Remote Sensing,2018,10(1):119.

[21] 王绍武,沈润平,陈萍萍,等.基于马尔可夫链模型的华中地区土壤质地空间分布模拟研究[J].河南农业大学学报,2019,53(2):282-288.

[22] 叶宏,邱艺.华中地区旅游产业集群辨识及发展策略分析[J].福建质量管理,2020(2):47.

[23] Brunsdon C, Fotheringham A S, Charlton M E. Geographically weighted regression: A method for exploring spatial nonstationarity [J]. Journal of the Royal Statistical Society, 2017,47(3):431-443.

[24] Brunsdon C, Fotheringham S, Charlton M. Geographically weighted local statistics applied to binary data [C]// International Conference on Geographic Information Science. Berlin, Heidelberg: Springer, 2002: 38-50.

[25] 柯丹,管兆勇.华中地区夏季区域性极端日降水事件变化特征及环流异常[J].气象学报,2014,72(3):478-493.

[26] 杜方洲,石玉立,盛夏.基于深度学习的 TRMM 降水产品降尺度研究:以中国东北地区为例[J].国土资源遥感,2020,32(4):145-153.

[27] 金辉明,徐鹏,何康,等.基于地理加权回归模型的省级 TRMM 降水数据降尺度研究[J].浙江水利水电学院学报,2017,29(3):29-36,83.

[28] 张寒博,徐勇,窦世卿,等.基于 GWR 模型的长江流域 TRMM 数据降尺度研究[J].水土保持研究,2021,28 (3):149-155,162.

(上接第 213 页)

[9] 赵旭.基于空间冲突分析的昌黎县“三生”空间优化研究 [D].河北 保定:河北农业大学,2019.

[10] 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.

[11] 杨俊,解鹏,席建超.基于元胞自动机模型的土地利用变化模拟:以大连经济技术开发区为例[J].地理学报, 2015,70(3):461-475.

[12] 袁先强,卫亚星.基于马尔科夫模型的盖州市土地利用动态变化研究[J].国土与自然资源研究,2017,166(1): 19-22.

[13] 张子明,刘平辉,朱寿红.基于 FLUS 模型的城镇用地增长边界划定研究:以临川区为例[J].江西农业学报, 2018,30(5):117-123.

[14] 王耕,王泽.基于 CA-Markov 模型的大连市旅顺区土地利用变化及预测研究[J].国土与自然资源研究, 2016,164(5):10-15.

[15] 魏伟,缪江波,夏俊楠,等.湖北省长江经济带沿岸地区“三区空间”演化特征及机制分析(2010-2017)[J].经济地理,2020,40(2):133-141.

[16] 张龙,宋戈,孟飞,等.宁安市土地生态脆弱性时空变化分析[J].水土保持研究,2014,21(2):134-143.