

引用格式:王奥枫,陈世恒,韦彦章,唐湘玲,代俊峰. 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 Yanzhang, TANG Xiangling, DAI Junfeng. Land use conflict based on F-H method in the Lijiang River Basin, China [J]. Mountain Research, 2021, 39(4):506-514.

基于F-H方法的漓江流域土地利用冲突识别

王奥枫^a, 陈世恒^a, 韦彦章^a, 唐湘玲^{a*}, 代俊峰^b

(桂林理工大学 a. 地球科学学院; b. 环境科学学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 城镇化引发的土地利用冲突问题成为影响区域可持续发展亟待解决的难题。目前尚未建立定量、客观评价土地利用冲突强度的指标体系,也缺乏对区域土地利用冲突研究的深入探讨。以漓江流域为研究区,从“生产-生活-生态”可持续发展的视角出发,基于1995—2020年6期Landsat数据,利用Fraser-Hipel冲突分析方法(F-H方法)构建了土地利用冲突判别的策略模型(LUCIS),通过Markov模型模拟预测了研究区2030年土地利用方式下的冲突强度。结果表明:(1)1995—2020年间,流域城镇建设用地增加636.68 km²,耕地减少245.82 km²,生态保护用地减少407.76 km²;(2)漓江流域城镇建设用地与耕地的冲突呈上升状态,到2030年土地利用冲突识别为十分冲突;(3)城镇建设用地与生态保护用地的冲突变化呈现出波动变化趋势,在2010—2015年为不冲突,到2030年二者为较冲突;(4)1995—2030年间,耕地与生态保护用地由十分冲突变化为较冲突,应根据空间分布、表现形式和冲突程度采取不同的治理策略。本文构建的模型和指标能够在一定程度上反映区域土地利用的冲突情况,为国土空间科学规划和管理提供参考。

关键词: F-H方法;生产-生活-生态;土地利用冲突;漓江流域

中图分类号: P942

文献标志码: A

从1978年到2018年,中国城镇化率从17.9%增加到59.6%,年均增长1%,而工业总产值年平均增长10.6%^[1]。城镇化给土地利用带来了巨大的压力和挑战,引起了土地利用结构的不平衡,导致各土地类型之间的竞争变得日趋激烈^[2]。由此引发的土地利用冲突问题成为影响区域可持续发展亟待解决的难题^[3]。

近年来,土地利用冲突的概念辨析^[4]、产生机制^[5]、分类^[6]、诊断^[7]与管理^[8]已经成为土地科学乃至地理学的热点内容之一。国内学者从利益相关者^[9]、“生产-生活-生态”适宜性^[10]、景观格

局^[11]、空间演化^[12]与生态安全^[13]等不同视角探索研究了土地利用冲突。同时采用PSR模型^[14]、行动者网络分析^[15]、多目标评价^[16]与参与式调查^[17]等多种研究方法辨识土地冲突。Fraser-Hipel^[18]冲突分析方法(简称为F-H方法)是在元对策理论基础,基于规范博弈构建的冲突数学模型,对参与者自身能力、偏好和目标进行优先排序,从而得出均衡最优解。目前,该方法在区域水资源配置冲突中得到广泛应用^[19]。已有研究^[20]结合F-H方法与二步Nash均衡,探究了当地政府、开发商与村民三方为了自身利益产生了无法避免的土地利用冲

收稿日期 (Received date): 2020-11-19; **改回日期** (Accepted date): 2021-05-08

基金项目 (Foundation item): 国家级大学生创新创业项目 (202010596005); 广西自然科学基金 (2018GXNSFAA050009); 国家自然科学基金 (51979046)。[National College Students' Innovation and Entrepreneurship Project (202010596005); Guangxi Natural Fund (2018GXNSFAA050009); National Natural Science Foundation of China (51979046)]

作者简介 (Biography): 王奥枫 (1999-), 男, 湖北黄石人, 本科, 主要研究方向: 土地利用变化与农作物灾害。[WANG Aofeng (1999-), male, born in Huangshi, Hubei province, B.S. candidate, research on land use change and crop disaster] E-mail: waafeng@foxmail.com

*** 通讯作者** (Corresponding author): 唐湘玲 (1976-), 女, 博士, 副教授, 主要研究方向: 土地覆被变化及气候变化。[TANG Xiangling (1976-), female, Ph.D., associate professor, research on land cover change and climate change] E-mail: txl_tea@126.com

突,这为土地利用冲突的识别与诊断提供了切实可行、有效的方法。然而,目前仍未建立定量、客观评价土地利用冲突强度的指标体系,也缺乏对区域土地利用冲突研究的深入探讨。因此,以 F-H 方法为基础,引入定量的评价指标,构建区域土地利用冲突强度诊断模型对国土空间规划具有重要的理论指导意义。

广西漓江流域属于典型喀斯特区域。近年来,随着旅游活动和城市化的快速发展,流域内土地利用变化显著,局部地区水土流失加剧,旱、涝灾害频发。生境破坏、水质污染、土地退化等诸多生态问题,加剧了土地利用冲突,制约了区域经济发展^[21]。因此,本研究选取生态热点区——漓江流域为靶区,基于“生产-生活-生态”视角,关注建设、耕作、生态保护三种方式对土地需求的利用冲突,引入定量的评价指标,以 F-H 方法构建潜在土地利用冲突判别策略模型,并结合 Markov 模型对 2030 年漓江流域三种土地利用方式下的冲突强度进行了预测,为研究区山水林田湖草生态功能区划、修复与保护等提供参考,研究成果也可为国土空间规划提供依据,并为以后漓江流域的生态保护和提供重要支撑。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

漓江流域(24°38'10"~25°53'59"N, 110°07'39"~110°42'57"E)位于广西壮族自治区东北部,流域面积约为 5993.2 km²(图 1)。研究区属亚热带季风气候,气候温暖,日照充足,年平均温度 18.8℃,年平均蒸发量为 1482.5 mm。流域内降雨量自西北向东南逐步递减,其中上游为高值暴雨地区。

1.2 数据来源

Landsat5 卫星影像数据年份为 1995 年、2000 年、2004 年与 2010 年,分辨率为 30 m × 30 m;2015 年与 2020 年为 Landsat8 卫星影像数据,分辨率为 15 m × 15 m。遥感数据均来源于地理空间数据云网站(www.gscloud.cn)。

依据现行的土地利用现状分类标准(GB/T 21010-2017),基于 Envi 5.3 软件,运用支持向量机(SVM)将漓江流域土地利用类型划分为城镇建设用地、耕地、生态保护用地和其他类型用地。其

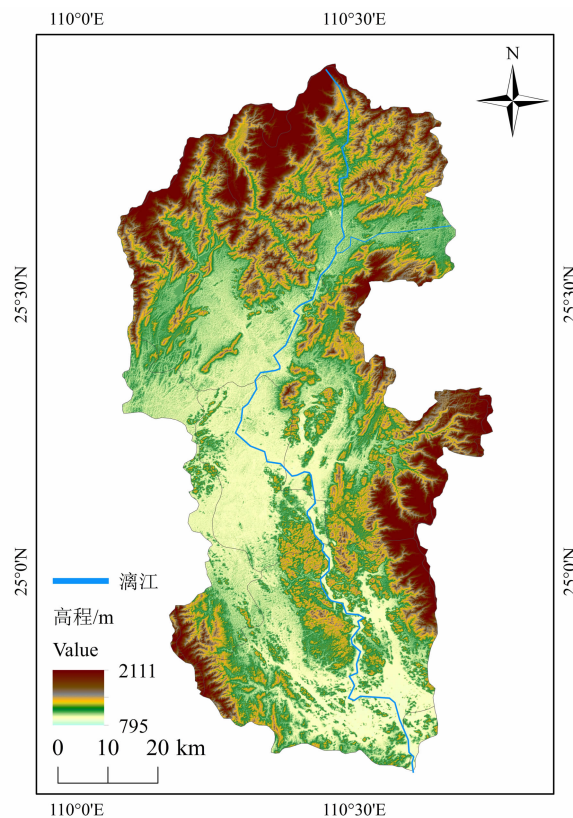


图 1 漓江流域区位示意图

Fig. 1 Location map of the Lijiang River Basin, China

中,城镇建设用地包括住宅用地、独立工矿用地和商业服用地等;耕地包括水田、水浇地与旱地等;生态保护用地主要包含林地、草地和水域等;其他类型用地则是除城镇建设用地、耕地与生态保护用地以外的土地类型。

对分类结果验证时,使用 Google Earth 提取桂林市卫星地形图,通过目视判读方法选取城镇建设用地、耕地、生态保护用地与其他类型用地中地类明显的样本点各 25 个,进行混淆矩阵精度评价。评价结果总体精度大于 90%,Kappa 系数大于 0.76。

2 研究方法

2.1 LUCIS&F-H 模型构建

本文研究方法参考 F-H 方法概念,定义客观主体土地利用类型为局中人,结合土地利用变化特征、土地利用冲突指数等客观要素,构建土地利用冲突识别模型,即 Land Use Conflict Identification Strategy & F-H Model(简称 LUCIS&F-H 模型)。

LUCIS&F-H 模型中,城镇建设用地、耕地、生

态保护用地与其他类型用地为局中人,记为 N_1 、 N_2 、 N_3 与 N_4 。局势由局中人实施策略 x 后产生,记为 $q, q(Q = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\})$, Q 为局势 q 的可行集合。 N_1 、 N_2 、 N_3 与 N_4 的可达局势为其可转化达到的土地利用类型,即城镇建设用地、耕地、生态保护用地与其他类型用地,分别记为 q_1 、 q_2 、 q_3 与 q_4 。土地利用变化特征和土地利用冲突指数在一定程度上均反映了土地利用冲突程度,是影响模型中局中人达成可行局势的重要策略,在本研究中 x 选取土地单元比值策略 x_{LU} 、城镇建设用地开发强度指数策略 x_{DI} 、生态与耕地被占用指数策略 x_{EO} 。偏好则是局中人对某一局势的偏爱程度,记为 $P, P = \{P_i(q) (i \in N, q \in Q)\}$ 。 $P_i(q_1) > P_i(q_2)$ 为 i 对 q_1 的偏好高于 q_2 , LUCIS&F-H 模型中定义为:

$$P_i(q) = P_z \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

式中, P_z 表示上一年转变为当年地类的土地利用转移概率。

对于某一局中人 i , 可行局势集 $S_i(k)$ 为可达局势 R_i 的一步局势集合。

定义 R_i 为:

$$R_i(k, q) = \begin{cases} 1 & i \text{ 一步由 } k \text{ 移至 } q \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (2)$$

式中, $k \neq q$, 当二者相等时, R_i 为 0。

定义 $S_i(k)$ 为:

$$S_i(k) = \{q \in Q \mid R_i(k, q) = 1\} \quad (3)$$

定义 R_i^+ 为移动后对局中人策应增加的局势集合, $S_i^+(k)$ 为有利可行局势集合, 记为:

$$R_i^+(k, q) = \begin{cases} 1 & R_i(k, q) = 1 \text{ 且 } P_i(q) > P_i(k) \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (4)$$

$$S_i^+(k) = \{q \in S_i(k) \mid R_i^+(k, q) = 1\} \quad (5)$$

模型的解数学定义见表 1^[22]。

2.2 LUCIS&F-H 模型策略 x

2.2.1 土地单元比值策略 x_{LU}

由于土地规划与利用的不合理性, 许多较小的土地单元影响土地利用冲突^[23]。土地单元比值策略基于空间分析法, 运用 ArcGIS 10.5 筛选出每一土地类型面积数小于 1000 m² 的土地单元, 计算其占当年总土地单元的比值。

2.2.2 土地利用冲突指数策略 x_{DI} 与 x_{EO}

城镇建设用地开发强度指数 DI 、生态与耕地被占用指数 EO 在一定程度上可以表征土地利用冲突^[24]。

DI 值越大则表示城镇建设用地占用的比例大, 其公式如下:

$$DI = \frac{S_c/S}{I} \quad (6)$$

式中, S_c 、 S 、 I 分别表示研究区城镇建设用地面积 (km²)、土地利用总面积和开发强度阈值; I 取值则根据漓江流域范围和有关研究成果确定为 0.25^[25]。

EO 值越大则表示生态保护用地和耕地的土地面积在一段时间内被城镇建设用地占用越多, 其公式如下:

$$EO = S_{ce}/S_e \quad (7)$$

式中, S_{ce} 为研究时段内被城镇建设用地占用的生态保护用地与耕地面积 (km²); S_e 为研究时段初生态保护用地与耕地面积。

2.3 马尔科夫模型预测

马尔科夫模型用于研究时可以免除复杂建模和难预测性, 可以较好地预测土地利用变化趋势^[26]。已有研究讨论了以 1 年、3 年、5 年时间步长时, 预测结果的相对误差由大到小依次为 1 年、3 年、5 年, 其中以 5 年为一歩长的各地类相对误差均小于 3%^[27]。考虑到模型预测的准确性, 本研究选择以 10 年为一歩长对 2030 年漓江流域土地利用进行预测。

表 1 LUCIS&F-H 模型定义解

Tab. 1 Definition solution of LUCIS&F-H model

模型解	数学定义	记为
不冲突	$S_i^+(q) = \emptyset, \forall q \in S_i^+(q), \exists (q_1, q_2) \in S_{N-1}^+(q), P_i(q) > P_i(q_1, q_2)$	-
较冲突	$\forall q \in S_i^+(q), \exists (q_1, q_2, q_3) \in S_{N-1}^+(q), P_i(q) > P_i(q_1, q_2, q_3)$	+
十分冲突	$\forall q \in S_i^+(q), \exists (q_1, q_2, q_3, q_4) \in S_{N-1}^+(q), P_i(q) > P_i(q_1, q_2, q_3, q_4)$	++

3 结果与分析

3.1 1995—2030 年漓江流域土地利用变化

Envi 5.3 遥感影像解译结果表明:1995—2020 年漓江流域城镇建设用地总体增长,累计增加 636.68 km²;耕地累计减少 245.82 km²;生态保护用地累计减少 407.76 km²(表 2、图 2)。土地利用预测结果表明:到 2030 年,漓江流域城镇建设用地增长至 1301.69 km²;耕地减少至 722.04 km²;生态保护用地减少至 3865.92 km²;其他类型用地则减少至 103.54 km²(表 3)。这充分说明近年来漓江流域生态环境逐渐恶化,生态保护用地在人类活动过程

中趋于破碎。

表 2 1995—2020 年土地利用面积变化

Tab.2 Changes in land use area from 1995 to 2020

年份	单位:km ²			
	城镇建设用地	耕地	生态保护用地	其他类型用地
1995	187.42	991.61	4711.75	102.47
2000	181.53	1116.46	4208.39	486.81
2004	187.14	1049.65	4179.04	577.35
2010	210.02	705.75	4788.84	288.58
2015	466.72	702.07	4614.99	209.41
2020	824.10	745.79	4303.99	119.31

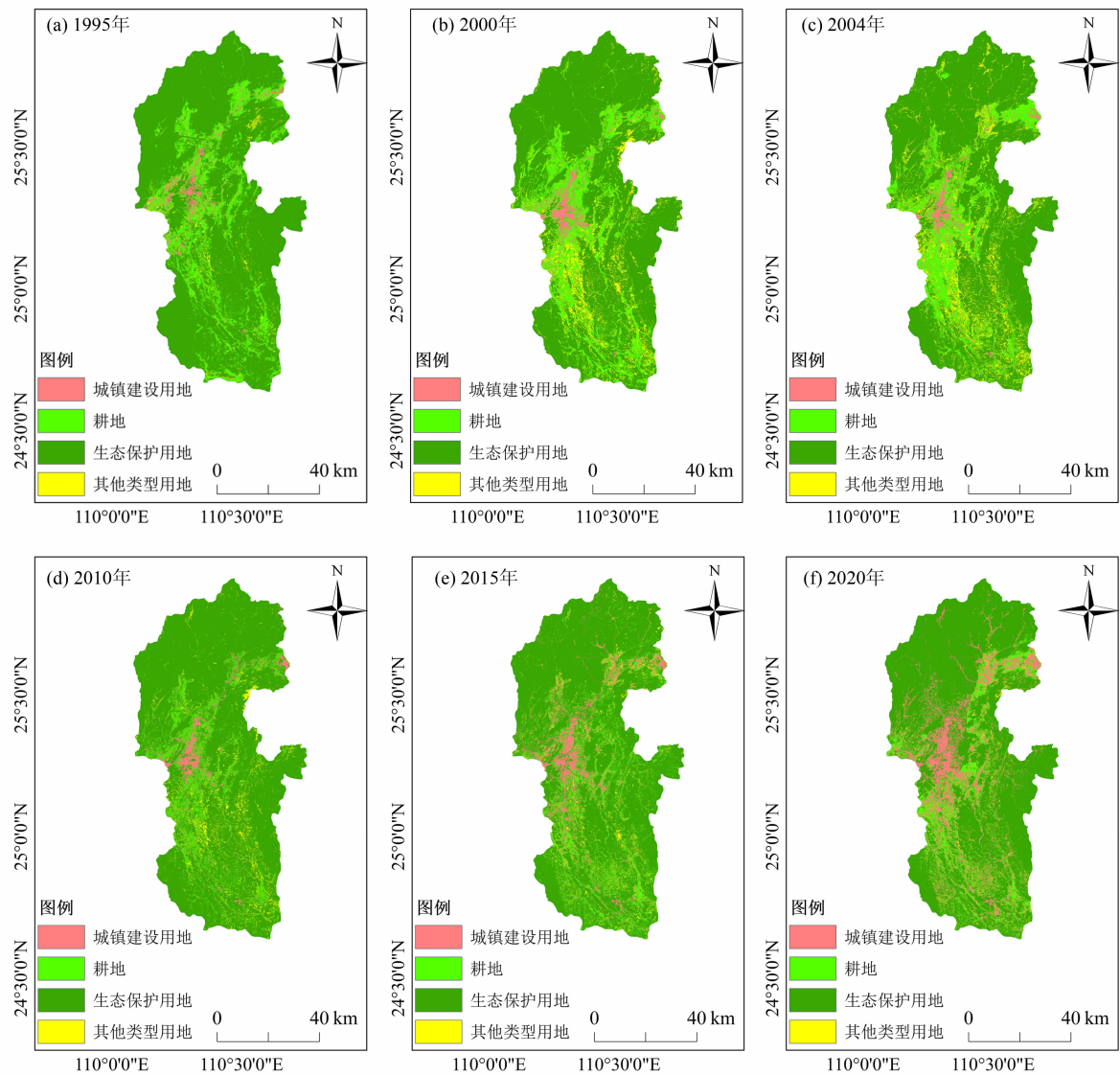


图 2 1995—2020 年漓江流域土地利用图

Fig.2 Land use layout of the Lijiang River basin from 1995 to 2020

表 3 土地利用类型预测结果
Tab.3 Prediction results of land use types

年份	城镇建设用地		耕地		生态保护用地		其他类型用地	
	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%
2010	210.02	3.50	705.75	11.78	4788.84	79.90	288.58	4.82
2020	824.10	13.75	745.79	12.44	4303.99	71.81	119.31	1.99
2030	1301.69	21.72	722.04	12.05	3865.92	64.51	103.54	1.73

3.2 模型策略 x 计算结果

1995—2020 年,漓江流域城镇建设用地变化主要在中游与上游,耕地在中游部分变化显著,而生态保护用地则在整个研究区均有变动。由于马尔科夫模型的空间局限性,无法统计 2030 年漓江流域的土地单元,因此使用 1995—2020 年统计的土地单元均值来代替计算;每一时段 EO 值代表此时段末的 x_{EO} 值,1995 年的 x_{EO} 值则取 2000 年与 2004 年的均值(表 4)。

表 4 模型策略值计算
Tab.4 Calculation of model strategy value

年份	x_{LU}	x_{DI}	x_{EO}
1995	(0.258,0.345,0.131,0.266)	0.125	0.019
2000	(0.149,0.270,0.133,0.448)	0.121	0.027
2004	(0.160,0.435,0.203,0.202)	0.125	0.012
2010	(0.129,0.343,0.118,0.410)	0.140	0.014
2015	(0.130,0.607,0.080,0.183)	0.312	0.052
2020	(0.259,0.474,0.099,0.168)	0.550	0.073
2030	(0.183,0.468,0.109,0.240)	0.869	0.116

注: x_{LU} 策略值按照城镇建设用地土地单元比值、耕地土地单元比值、生态保护用地土地单元比值与其他类型用地土地单元比值的顺序记为集合。

1995—2020 年间,漓江流域建设用地开发强度指数分别为 0.125、0.121、0.125、0.140、0.312 与 0.550, DI 值总体增大,土地利用冲突的可能性趋于增大。到 2030 年,研究区建设用地开发强度指数达到 0.869。 DI 指数的不断增长表明城镇建设用地的开发强度不断增强,土地利用冲突不断加剧。

25 年来,漓江流域 EO 指数分别为 0.027、0.012、0.014、0.052 与 0.073,总体呈上升态势。到 2030 年, EO 值为 0.116。 EO 指数呈现出“勾型”变化,表明漓江流域生产空间与生态空间被生活空间

的挤占程度先减少后不断增多,从侧面体现出三生角度下研究区土地利用冲突波动变化,且总体上呈增强趋势。

3.3 漓江流域土地利用冲突识别

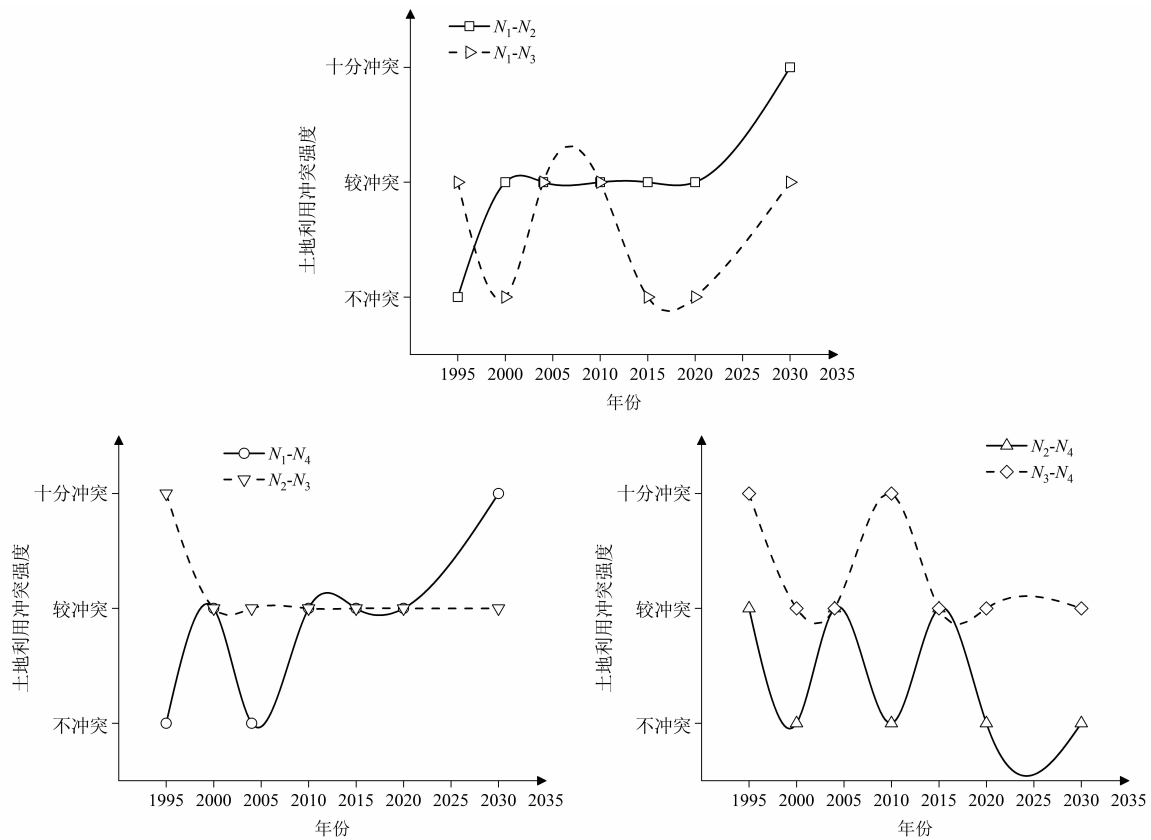
依据模型构建的定义与已经求得的模型要素,计算得到的有利可行局势集合可以表明定义的四种局中人(城镇建设用地 N_1 、耕地 N_2 、生态保护用地 N_3 与其他类型用地 N_4)相互之间均存在稳定冲突的平衡点。2020—2030 年土地转移概率由于马尔科夫模型的空间局限性,无法直接计算,因此使用 2010—2020 年的土地利用转移概率代替,由定义得出 LUCIS&F-H 模型的解的集合(表 5)与 1995—2030 年的漓江流域土地利用冲突演变趋势(图 3)。结果表明:1995—2030 年间,漓江流域城镇建设用地与耕地的冲突呈上升状态,到 2030 年,模型冲突识别解为十分冲突,其原因是漓江流域人口与经济不断增长导致城镇建设用地扩张与耕地需求的冲突不断增强;城镇建设用地与生态保护用地的冲突变化较为波动,2010—2015 年间模型识别解为不冲突,到 2030 年,模型识别解为较冲突;耕地与生态保护用地的冲突变化整体上呈下降趋势,1995—2000 年二者冲突由十分冲突下降为较冲突,表明此期间漓江流域生态保护用地被占用量有所降低,到 2030 年耕地与生态保护用地仍为较冲突状态;其他类型用地与城镇建设用地、耕地、生态保护用地的冲突变化趋势分别为整体上升、整体波动、波动下降。

4 讨论

本文基于 F-H 方法构建的土地利用冲突识别模型(LUCIS&F-H 模型),以城镇建设用地、耕地、生态保护用地与其他类型用地为局中人,关注漓江流域建设、耕作、生态保护三种方式下的土地利用冲

表 5 1995—2030 年模型解集合
Tab.5 Model solution set from 1995 to 2030

	城镇建设用地 N_1	耕地 N_2	生态保护用地 N_3	其他类型用地 N_4
城镇建设用地 N_1	(-, -, -, -, -, -, -)	(-, +, +, +, +, +, +)	(+, -, +, +, -, -, +)	(-, +, -, +, +, +, +)
耕地 N_2	(-, +, +, +, +, +, +)	(-, -, -, -, -, -, -)	(+, +, +, +, +, +, +)	(+, -, +, -, +, -, -)
生态保护用地 N_3	(+, -, +, +, -, -, +)	(+, +, +, +, +, +, +)	(-, -, -, -, -, -, -)	(+, +, +, +, +, +, +)
其他类型用地 N_4	(-, +, -, +, +, +, +)	(+, -, +, -, +, -, -)	(+, +, +, +, +, +, +)	(-, -, -, -, -, -, -)



注: $N_1 - N_2$ 、 $N_1 - N_3$ 、 $N_1 - N_4$ 、 $N_2 - N_3$ 、 $N_2 - N_4$ 、 $N_3 - N_4$ 分别表示城镇建设用地与耕地、城镇建设用地与生态保护用地、城镇建设用地与其他类型用地、耕地与生态保护用地、耕地与其他类型用地、生态保护用地与其他类型用地二者之间的冲突关系。

图 3 1995—2030 年土地利用冲突演变趋势
Fig.3 Evolution trend of land use conflict from 1995 to 2030

突。结果表明,进行土地利用冲突的研究可以识别与诊断不同地类的冲突强度,从而为土地结构调整与开发提供依据。随着城市化的快速发展,土地利用冲突不断加剧,影响土地资源的优化配置,阻碍土地资源的可持续利用。因此,科学系统识别土地利用冲突是优化用地功能格局、降低土地利用冲突的重要前提,定期分析土地利用冲突、科学规划土地分配是缓解土地利用冲突的关键。同时,除了识别土地利用冲突强度,还应定量分析土地利用变化与土

地利用冲突之间的联系,尤其是应结合永久基本农田保护红线、城镇开发边界和生态保护红线“三线”的划分,从统筹协调区域“生产-生活-生态”空间的划分,从统筹协调区域“生产-生活-生态”空间、高效配置土地资源的目标出发,加强土地利用冲突研究为国土空间规划的服务。

其次,仅有研究基于 F-H 方法,讨论了开发商、村民与当地政府三方土地利用冲突中的均衡解^[20]:开发商以按照既定程序进行征地,村民以非理性行动对抗,而地方政府则以经济发展为主。虽

然以 F-H 方法为基础的三方局中人为了自身利益产生局势导致爆发的严重冲突,从稳定均衡角度得出的均衡解与实际情况相吻合,但没有深入讨论三方土地利用冲突的量化强度、演变趋势。鉴于此,本文引入土地单元比值、城镇建设用地开发强度、生态与耕地被占用指数从三生视角来构建土地利用冲突模型(LUCIS&F-H 模型),旨在建立起定量的评价体系,对区域土地利用冲突的强度进行诊断。构建的模型识别了 1995—2030 年漓江流域建设、耕作、生态保护对土地需求的利用冲突,阐明了这三种方式下的冲突强度。但在空间尺度上,未能结合漓江流域空间格局评价指标做细致的分析;在土地利用分类方面,只讨论了漓江流域建设、耕作、生态保护三种利用方式。今后的研究可以关注更精细的地类,引入更多的客观策略因子,完善模型解,依据社会发展状况调整评价指标等都是未来识别研究土地利用冲突的重要方向。

5 结论

(1)漓江流域城镇建设用地与耕地土地利用冲突呈持续激化态势,1995—2000 年间二者由不冲突演变为较冲突。2000—2020 年间二者维持着较冲突状态,表明城镇开发在一定程度上侵占周围耕地,引发剧烈冲突。预测到 2030 年,城镇建设用地与耕地的土地利用冲突强度为十分冲突。

(2)城镇建设用地与生态保护用地在漓江流域呈现出互相联系、互相影响的复杂矛盾态势。漓江流域以旅游业为支撑,同时日益强烈的生态文明建设政策与意识致使二者的冲突变化较为波动。2010—2015 年间,城镇建设用地与生态保护用地为不冲突状态,预测到 2030 年,二者为较冲突状态。

(3)漓江流域耕作需求与生态需求的转变,导致了 1995—2030 年间,耕地与生态保护用地的冲突变化整体上呈下降趋势。1995—2000 年间二者冲突由十分冲突下降为较冲突,但预测到 2030 年,漓江流域耕地与生态保护用地仍为较冲突状态。

参考文献 (References)

[1] 中国国家统计局.《中国统计年鉴》[M]. 北京:中国统计出版社,2019. [National Bureau of Statistics of China. China statistical yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 2019]

[2] RAO Yongheng, ZHANG Jianjun, WANG Ke, et al. Understanding land use volatility and agglomeration in northern Southeast Asia [J]. Journal of Environmental Management, 2021, 278:111536. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.111536

[3] 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

[4] 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]

[5] 阮松涛,吴克宁. 城镇化进程中土地利用冲突及其缓解机制研究——基于非合作博弈的视角[J]. 中国人口·资源与环境, 2013,23(11):388-392. [RUAN Songtao, WU Kening. Research of the land use conflict and mitigation mechanism during the urbanization in China [J]. China Population, Resources and Environment, 2013, 23(11):388-392]

[6] 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

[7] 王越,吕冰,邵祥东,等. 基于“三生”功能的沈阳经济区土地利用冲突诊断及其影响因素[J]. 水土保持研究,2021,28(3): 249-255. [WANG Yue, LYU Bing, SHAO Xiangdong, et al. Identification of land use conflict based on the function of 'Production - Living - Ecological' in Shenyang economic zone [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2021, 28(3):249-255] DOI: 10.13869/j.cnki.rswc.20210203.003

[8] 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 in national 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

[9] 徐宗明. 基于利益相关者理论的土地利用冲突管理研究[D]. 杭州:浙江大学,2011:23-29. [XU Zongming. Research on land use conflict management based on stakeholder theory [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2011:23-29]

[10] 王建英,邹利林,李梅淦. 基于“三生”适宜性的旅游度假区潜在土地利用冲突识别与治理[J]. 农业工程学报,2019,35(24):279-288+328. [WANG Jianying, ZOU Lilin, LI Meigan. Identification and governance of potential land use conflicts in tourism resort based on ecological-production-living suitability [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2019, 35(24):279-288+328] DOI: 10.11975/

- j. issn. 1002-6819. 2019. 24. 033
- [11] 蒙吉军, 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
- [12] 官冬杰, 陈婷, 和秀娟, 等. 三峡库区(重庆段)土地利用空间冲突类型识别及驱动机制研究[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2019, **38**(2): 65-71. [GUAN Dongjie, CHEN Ting, HE Xiujuan, et al. Spatial conflict type identification and its driving mechanism of land use in the Three Gorges Reservoir area (Chongqing section) [J]. Journal of Chongqing Jiaotong University (Natural Science), 2019, **38**(2): 65-71] DOI: 10.3969/j.issn.1674-0696.2019.02.10
- [13] 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
- [14] 钟少华, 时鹏, 杨文刚, 等. 基于 PSR 模型的土地利用系统健康评价及障碍因子诊断——以延长县为例[J]. 水土保持研究, 2019, **26**(2): 283-289. [ZHONG Shaohua, SHI Peng, YANG Wengang, et al. Health evaluation and obstacle factors diagnosis of land use system based on PSR model: A case study of Yanchang county [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2019, **26**(2): 283-289] DOI: 10.13869/j.cnki.rswc.2019.02.040
- [15] 王爱民, 马学广, 闫小培. 基于行动者网络的土地利用冲突及其治理机制研究——以广州市海珠区果林保护区为例[J]. 地理科学, 2010, **30**(1): 80-85. [WANG Aimin, MA Xueguang, YAN Xiaopei. Land use conflicts and their governance mechanics on actors network theory: A case of fruit tree protection zone of Haizhu district, Guangzhou city [J]. Scientia Geographica Sinica, 2010, **30**(1): 80-85] DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2010.01.020
- [16] 王秋兵, 郑刘平, 边振兴, 等. 沈北新区潜在土地利用冲突识别及其应用[J]. 农业工程学报, 2012, **28**(15): 185-192. [WANG Qiubing, ZHENG Liuping, BIAN Zhenxing, et al. Potential land use conflict identification and its application in Shenbei New District [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, **28**(15): 185-192] DOI: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.15.030
- [17] 杨永芳, 朱连奇. 土地利用冲突的理论及诊断方法[J]. 资源科学, 2012, **34**(6): 1134-1141. [YANG Yongfang, ZHU Lianqi. The theory and diagnostic methods of land use conflicts [J]. Resources Science, 2012, **34**(6): 1134-1141]
- [18] HAMOUDA L, KILGOUR D M, HIPEL K W. Strength of preference in graph models for multiple-decision-maker conflicts [J]. Applied Mathematics and Computation, 2006, **179**: 314-327. DOI: 10.1016/j.amc.2005.11.109
- [19] 陈军飞, 蔡苗, 孙冬营, 等. 基于改进 F-H 方法的区域水量配置冲突研究[J]. 软科学, 2018, **32**(9): 84-89. [CHEN Junfei, CAI Miao, SUN Dongying, et al. Study on the conflict of regional water allocation based on modified F-H method [J]. Soft Science, 2018, **32**(9): 84-89] DOI: 10.13956/j.ss.1001-8409.2018.09.19
- [20] 李坤. 基于 F-H 模型的土地冲突研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2007: 6-36. [LI Kun. A Study on the land conflict based on F-H Model [D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2007: 6-36]
- [21] 林增学. 1985-2014 年漓江流域景观格局动态变化研究[J]. 中国岩溶, 2019, **38**(3): 466-471. [LIN Zengxue. Study on dynamic changes of land use and landscape pattern in Lijiang river basin from 1985 to 2014 [J]. Carsologica Sinica, 2019, **38**(3): 466-471] DOI: 10.11932/karst20190315
- [22] 赵微, 刘灿. 基于 F-H 方法的冲突局势稳定性分析方法及其应用[J]. 长江流域资源与环境, 2010, **19**(9): 1058-1062. [ZHAO Wei, LIU Can. Stability analysis for conflict states based on F-H method [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2010, **19**(9): 1058-1062]
- [23] 沈悦, 严金明, 陈昊. 基于“三生”空间优化的城乡交错区土地整治功能单元划定[J]. 农业工程学报, 2018, **34**(11): 243-252. [SHEN Yue, YAN Jinming, CHEN Hao. Land consolidation function unit demarcation based on optimization of production, living and ecology space in peri-urban areas [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2018, **34**(11): 243-252] DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2018.11.031
- [24] 闵婕, 汪洋, 刘睿. 三峡库区(重庆段)生态屏障带土地利用冲突演变特征分析[J]. 山地学报, 2018, **36**(2): 334-344. [MIN Jie, WANG Yang, LIU Rui. Analysis on the evolutionary characteristics of land use conflicts in the ecological barrier zone of the Three Gorges Reservoir area (Chongqing section) [J]. Mountain Research, 2018, **36**(2): 334-344] DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000329
- [25] 陈逸, 黄贤金, 陈志刚, 等. 中国各省域建设用地开发空间均衡度评价研究[J]. 地理科学, 2012, **32**(12): 1424-1429. [CHEN Yi, HUANG Xianjin, CHEN Zhigang, et al. The spatial balance degree evaluation of construction land in China [J]. Scientia Geographica Sinica, 2012, **32**(12): 1424-1429] DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2012.12.002
- [26] 岳东霞, 杨超, 江宝骅, 等. 基于 CA-Markov 模型的石羊河流域生态承载力时空格局预测[J]. 生态学报, 2019, **39**(6): 1993-2003. [YUE Dongxia, YANG Chao, JIANG Baohua, et al. Spatio-temporal pattern prediction of the biocapacity in the Shiyang River Basin on the basis of the CA-Markov model [J].

- Acta Ecologica Sinica, 2019, **39**(6): 1993 – 2003] DOI: 10.5846/stxb201711302153
- [27] 何宝忠,高敏华,赵军安. 基于马尔科夫模型的吐鲁番市土地覆被动态变化研究[J]. 水土保持研究,2014,**21**(5):41 – 48.
- [HE Baozhong, GAO Minhua, ZHAO Jun'an. Dynamic changes of land cover based on Markov model in Turpan city [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2014, **21**(5):41 – 48] DOI: 10.13869/j. cnki. rswc. 2014. 05. 008

Land Use Conflict Based on F – H Method in the Lijiang River Basin, China

WANG Aofeng^a, CHEN Shiheng^a, WEI Yanzhang^a, TANG Xiangling^{a*}, DAI Junfeng^b

(Guilin university of technology a. Institute of Earth Science; b. Institute of Environmental Science, Guilin 541004, Guangxi, China)

Abstract: Urbanization often comes into conflict with land use, and this conflict has become a serious issue in China hindering regional sustainable development and needs to be solved urgently. There is no index system so far for quantitative and objective evaluation of the intensity of land-use conflict, and also there is no in-depth discussion on land-use conflict on a regional scale. The Lijiang River basin in Guangxi is a typical karst region with serious land-use conflict due to rapid growth in tourism and relevant urbanization. In this study, the Lijiang River basin was treated as a case study for evaluation of the intensity of land-use conflict from a distinct perspective on sustainable development, i. e. , the suitability of production, living and ecology in a basin. Landsat data of six periods from 1995 to 2020 were collected for analysis and Land Use Conflict Identification Strategy model (LUCIS) was constructed by Fraser – Hipel Conflict Analysis Method (F – H method) for an optimized solution to land-use conflicts. The intensity of land-use conflicts under land utilization patterns in 2030 was simulated and predicted by Markov model. The results show that: (1) From 1995 to 2020, the land for urban construction in the basin increased by 636.68 km², accompanying by the decrease both in cultivated land at 245.82 km² and in ecological protection land at 407.76 km². (2) The intensity of land-use conflict between urban construction land and tillage land in the Lijiang River basin has been on the rise. By 2030, it is supposed to be arriving at a certain extent of intense conflict. (3) The intensity of land-use conflict between urban construction land and ecological protection land showed a fluctuating trend, with little conflict in 2010 – 2015 but relatively high conflicts in 2030 according to aforesaid simulation. (4) From 1995 to 2030, the intensity of land-use conflict between cultivated land and ecological protection land would change in the extent from extensive conflict to relatively high one. Therefore, it is recommended to launch different governance strategies for conflict control according to the spatial distribution, behaviors, and extent of the conflict. The model and index system proposed in this study can properly interpret the situation of land-use conflict on a regional scale and provide reference for scientific planning and management of land space.

Key words: F – H method; production-living-ecology; conflict of land uses; the Lijiang River basin