

# 基于双重自组织模型的土地整治项目区 时空配置研究

任艳敏<sup>1,2</sup> 徐亚辉<sup>2,3</sup> 刘玉<sup>2,†</sup> 唐秀美<sup>2</sup> 王学东<sup>3</sup>

1. 河南大学环境与规划学院, 开封 475001; 2. 北京农业信息技术研究中心, 北京 100097;  
3. 首都师范大学资源环境与旅游学院, 北京 100048; †通信作者, E-mail: liuyu@nercita.org.cn

**摘要** 以海南省屯昌县为例, 构建兼顾地理空间和属性空间的双重自组织模型, 对土地整治项目区进行时空配置。地理空间采用行政村几何中心点的  $x, y$  坐标表示, 属性空间采用土地整治潜力、土地整治迫切性和土地整治可行性表示。结果表明, 屯昌县各行政村土地整治潜力、土地整治迫切性和土地整治可行性空间差异显著, “南高北低”和“东高西低”特征明显, 亟需开展土地整治项目的有坡心镇、南坤镇、西昌镇和屯城镇等。采用双重自组织模型, 将 161 个行政村划分为 6 个土地整治项目区。基于综合评价得分, 将屯昌县划分为优先整治区(近期)、重点整治区(中期)和适度整治区(远期), 面积比例分别为 25.14%, 41.83% 和 33.03%, 并提出不同土地整治分区的目标导向和整治建议。研究结果可为屯昌县土地整治项目规划与实施提供科学依据, 同时对提高区域土地整治规划水平、促进土地整治事业可持续发展具有积极作用。

**关键词** 双重自组织模型; 土地整治; 土地评价; 时空配置; 屯昌县  
**中图分类号** F301

## Study on Spatial-Temporal Collocation of Land Reclamation Based on Dual Self-organizing Model

REN Yanmin<sup>1,2</sup>, XU Yahui<sup>2,3</sup>, LIU Yu<sup>2,†</sup>, TANG Xiumei<sup>2</sup>, WANG Xuedong<sup>3</sup>

1. College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475001; 2. Beijing Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097; 3. College of Resource Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing 100048; † Corresponding author, E-mail: liuyu@nercita.org.cn

**Abstract** Taking Tunchang County in Hainan Province as a case study, dual self-organizing model accounting for geographical space as well as attribute space, was proposed. The geographic space information included the longitude and the latitude of the administrative villages. These indices such as the potential, the urgency and the feasibility were combined to construct the attribute space. The results demonstrated that the potential, the urgency and the feasibility of land reclamation were quite different among the villages. The model scores for the villages were significantly higher in the southern region than that in the northern region, and they were higher in the eastern region than that in the western region. The most desired land reclamation projects would be carried out in Poxin Town, Nankun Town, Xichang Town, Tuncheng Town. The 161 villages were divided into 6 project regions through dual self-organizing model. Based on the comprehensive score, the 6 project regions were classified into three types: priority remediation area (near-term), key remediation area (medium-term) and moderate remediation area (long-term). The area percent of three types were 25.14%, 41.83% and 33.03%, respectively. The developing orientations and suggestions for the land reclamation projects were given according to the characteristics of different influence factors. The results provide the scientific foundation in planning and implementing the project of land reclamation in Tunchang County, and is helpful in improving the level of land consolidation planning as

well as promoting the land reclamation progress and the sustainable development.

**Key words** dual self-organizing model; land reclamation; land evaluation; spatial-temporal collocation; Tun-chang County

土地整治是对土地资源及其利用方式的再组织和再优化过程,是一项复杂的系统工程<sup>[1-2]</sup>,在坚守耕地“红线”、改善生产生活条件和促进生态友好化等方面发挥着不可替代的作用<sup>[3]</sup>,是优化土地资源配置、提高土地利用效率和满足土地利用需求的重要手段<sup>[4]</sup>。土地整治具有多目标性和多功能性,不同功能组合可以实现不同的目标需求,形成差异化的土地利用格局<sup>[5]</sup>。土地整治项目区时空配置是在一定区域内,为达到社会进步、经济发展和生态环境改善的目标,对影响区域土地整治项目的地貌、气候、土壤、水文等自然条件,以及农田基础设施、经济发展水平、区位条件等因素进行分析和评价,根据评价因素状况确定区域土地整治的时间安排,进行土地整治项目空间组织与配置<sup>[6]</sup>。这不但可为土地整治工程布局、实施时间和整治模式确定等提供科学依据,而且对编制区域农村土地整治专项规划和合理选取整治项目具有重要意义<sup>[7]</sup>。

目前,学者们围绕土地整治项目区时空配置开展了大量研究,有效地指导了土地整治项目时序安排和空间布局。杨庆媛等<sup>[8]</sup>系统分析重庆市土地整理项目实施概况及其空间分异,并探讨经济发展与土地整治项目的耦合关系。王军等<sup>[9]</sup>基于GIS技术定量研究生态型土地整治评价及其空间配置。王瑗玲等<sup>[10]</sup>提出区域土地整治时空配置评价指标体系、模型与方法。危小建等<sup>[6]</sup>从建设规模、投资规模、新增耕地等角度分析湖北省土地整治项目时空分异格局。曲衍波等<sup>[7]</sup>从整治迫切性和适宜性两方面出发,构建多目标导向的农村居民点整治项目时空配置模型。

已有的研究主要是针对大区域内土地整治目标和方向的宏观、定性分析,或是面向土地整治单一目标的空间配置和时机分析,土地整治项目区时空配置的定量研究相对滞后。这些研究通常采用加权重和法进行项目区时空配置评价,评价结果的客观性和合理性经常受到质疑,一些划定的土地整治项目区存在空间分布散、实施性差等问题,同时具备时间和空间双重维度特征的土地整治项目区时空配置研究方法尚未形成。本研究从土地整治潜力、土地整治迫切性和土地整治可行性3个维度出发,兼

顾整治项目的地理空间属性,构建基于双重自组织模型的土地整治项目区时空配置方法,并在海南省屯昌县进行实证分析,以期能为土地整治项目整治时机和空间布局确定提供方法参考。

## 1 研究区域与数据来源

### 1.1 研究区概况

屯昌县地处海南省北部沿海与中部山区的过渡地带,共有8个乡镇、161个行政村,全县土地总面积1231.5 km<sup>2</sup>。屯昌县属热带海洋性季风气候,雨量充沛,干湿分明。全县地势南高北低,地貌类型多样,以丘陵、台地为主。土壤以砖壤土为主,沙化问题严重,加之特殊的气候及地貌,该区域存在一定的水土流失问题。随着海口经济圈的联合发展,屯昌县社会经济将进入快速发展时期,耕地保护、经济发展与生态保护的矛盾日益突出,迫切需要开展土地整治来提高土地利用效率和满足未来土地利用需求。2006年以来,屯昌县已实施的土地整治项目总规模达到3000 hm<sup>2</sup>,但整治项目类型单一,以土地开发为主,且空间分布零散,主要集中在屯城镇、南吕镇、新兴镇和南坤镇等。以屯昌县为例进行研究,具有较强的典型性和代表性。

### 1.2 数据来源

研究使用的图件资料取自屯昌县2011年土地利用现状图、2012年农用地质量分等数据库和1:1万DEM等,获取屯昌县道路、河流等基础地理要素,县、乡、村级行政界线,土地利用现状数据,农用地质量数据,地形坡度,等等。在ArcGIS10.1工作平台下,经过数据格式转换和几何校正后,统一各专题图件的空间投影系统,并进行专题图件配准与叠加。

社会经济数据采用屯昌县2012年统计年鉴和各乡镇社会经济统计数据,获取屯昌县人口、经济、农业生产等信息。

文字资料采用屯昌县土地利用总体规划(2006—2020年)、土地整治规划(2011—2015年)、土地整治项目汇总表(2011年)以及典型土地整治项目规划设计方案等,获取屯昌县土地整治项目的实施情况。

对无法直接从以上资料中获取的指标数据,采取实地调查、问卷调研、部门座谈等形式搜集(如采用问卷调查,了解群众的土地整治意愿),作为补充调查数据。

## 2 模型与方法

土地整治项目区时空配置具有时间和空间上的双重维度特征,既要考虑土地整治的迫切性和可行性等因素,又要保持空间上的连通性和行政边界的相对完整性<sup>[11]</sup>。结合已有研究成果<sup>[12-13]</sup>,本研究以行政村为基本评价单元,首先构建同时考虑地理空间和属性空间的双重自组织模型;然后,构建属性空间的评价指标体系,包括土地整治潜力、土地整治迫切性和土地整治可行性三方面;在标准化评价指标和确定权重的基础上,利用双重自组织模型对土地整治项目类型进行分区,并参考综合评价分值,确定项目区整治时序。

### 2.1 双重自组织模型

作为一种新的非监督聚类方法,双重自组织模型由输入层和输出层组成,两层之间互相连接,采用竞争学习机制实现对输入模式的自组织分类,特征相似的点在分类空间中相邻<sup>[14-15]</sup>。充分考虑地理空间和属性空间影响,采用自组织特征映射网络以及混合距离进行分区,并在检测空间异常值、修正分区边界的基础上,确定最后分区结果。

具体步骤:1)构造双重自组织网络,设定各个参数,并对数据集坐标和属性指标进行无量纲化处理;2)构造混合距离;3)随机选取第  $n$  点的属性向量作为输入向量,并以混合距离衡量最佳匹配点;4)根据领域函数和学习率函数,对神经元进行权值修正。

在实现自组织分区时,由于空间距离和属性距离均可用于度量聚类对象在空间域和属性域上的邻近关系,所以采用混合距离  $D_{ij}$  来衡量评价单元之间的相似性<sup>[16]</sup>。含有双重属性的点集  $X_N$  定义如下:

$$X_N = \{g_N^1, g_N^2, \dots, g_N^L, a_N^1, a_N^2, \dots, a_N^D\},$$

$$D_{ij} = \omega_s \times D_{ij}^s + \omega_a \times \sqrt{\sum_{d=1}^D \omega_d (a_i^d - a_j^d)^2},$$

式中,  $\{g_N^1, g_N^2, \dots, g_N^L\}$  表示地理空间( $L$  一般取 1, 2, 3),  $\{a_N^1, a_N^2, \dots, a_N^D\}$  表示属性空间( $D$  为属性个数),  $D_{ij}^s$  为两点之间的地理空间距离(欧氏距离),  $\omega_d$  表示

属性  $d$  的权值,  $\sum \omega_d = 1$ ,  $a_i^d$  和  $a_j^d$  表示点  $i$  和  $j$  属性  $d$  的取值,  $\omega_s$  和  $\omega_a$  分别表示地理空间权值和属性空间权值,  $\omega_s + \omega_a = 1$ 。

### 2.2 评价指标体系构建

土地整治项目区时空配置评价指标包括地理空间和属性空间两方面。地理空间采用评价单元几何中心点的  $x, y$  坐标表示。属性空间通过土地整治潜力、土地整治迫切性和土地整治可行性体现。

#### 2.2.1 土地整治潜力

土地整治潜力指在一定时期、一定生产力水平及某种既定用途下,在行政、经济、法律和技术等方面采取一系列措施,使土地资源在提高利用率与产出率的基础上,增加可利用土地面积、改善生态环境的能力。土地整治潜力具有针对性、相对性以及影响因素复杂性等特征,可通过耕地数量增加潜力、质量提升潜力和生态改善潜力三方面体现。

1)耕地数量增加潜力受自然条件、用地现状等制约,潜力大小及其实现的难易程度影响着土地整治模式的选择。本文通过新增耕地系数<sup>[17]</sup>来反映耕地数量增加潜力,用待整治耕地图斑的耕地系数与耕地标准系数的差值表示。

2)耕地质量提升潜力表现为整治前后耕地质量等别差。本文借鉴屯昌县农用地质量分等成果,选取田面坡度、灌溉保证率、排水条件 3 个可提升因子<sup>[18-19]</sup>,分析可提高的耕地等别情况,计算评价单元内耕地质量原有利用等别与提高后利用等别的差距,即为耕地质量提升潜力。

3)生态改善潜力主要指整治前后项目区内各类土地景观生态价值可提高的程度。本文采用生态服务价值增加值进行表征。将屯昌县土地利用类型分为 8 类(表 1),参考谢高地等<sup>[20]</sup>制定的单位面积生态系统服务价值当量表,得到屯昌县单位面积生态系统服务价值当量表(表 2)。通过测算整治前后各评价单元单位面积的生态服务价值增加值,定量表征生态改善潜力,公式如下。

$$V_i = \sum_{j=1}^m (A_{ij后} - A_{ij前}) \times E_j / S_i,$$

式中,  $V_i$  为第  $i$  个行政村单位面积生态服务价值增加值(元),  $A_{ij前}$  和  $A_{ij后}$  分别为整治前、后第  $i$  个行政村第  $j$  个生态系统类型的面积( $\text{hm}^2$ ),  $E_j$  为第  $j$  个生态系统类型单位面积的生态系统服务价值(元/ $\text{hm}^2$ ),  $S_i$  为第  $i$  个行政村的土地总面积( $\text{hm}^2$ ),  $m$  为生态系

表 1 屯昌县生态系统种类  
Table 1 Types of ecosystems in Tunchang County

生态系统	土地类型
森林	有林地、灌木林地、其他林地、风景名胜及特殊用地
草地	天然牧草地、人工牧草地、其他草地
农田	水田、水浇地、旱地、设施农用地
沼泽地	沼泽地
河流/湖泊	河流水面、水库水面、坑塘水面、水工建筑用地、内陆滩涂
裸地	裸地
园地	茶园、果园、其他园地
建设用地	村庄、建制镇、其他采矿用地、公路用地、其他建筑用地

统类型个数。

### 2.2.2 土地整治迫切性

土地整治迫切性是区域社会经济发展对土地整治的拉动力。由于区域二、三产业的发展、城镇化水平的提高,导致建设用地需求量加大,耕地数量快速减少,人均耕地面积减小,所以迫切需要通过土地整治增加耕地。另外,特定区域内生态环境脆弱性也直接影响土地整治的迫切程度。本研究选择6个指标定量反映土地整治迫切性。

1) 人均耕地面积:指各行政村耕地总面积与总人口的比值。人均耕地面积越少,越迫切需要通过土地整治增加耕地。

2) 传统种植业从业人员比重:指各行政村传统种植业从业人数与从业总人数的比值。在一定区域内,该指标越大,表明该地区的非农产业越不发达,对农业生产的依赖性越强,土地整治迫切性越高。

3) 森林覆盖率:指各行政村林地面积(包括有林地、灌木林地和其他林地)与土地总面积的比值。森林覆盖率越低,生态环境相对脆弱,越亟需开展土地整治改善当地生态环境。

4) 地形坡度:与机械化水平、土地耕作、水土保持及土壤肥力等密切相关。坡度越大,发生水、土、肥流失的概率越大,进行土地整治的迫切性越大,反之土地整治迫切性越小。

5) 耕地破碎度:指耕地景观类型在给定时间和给定性质上的破碎化程度,用耕地斑块总数/耕地总面积表示。耕地破碎度指数越高,土地整治需求越迫切。

6) 土地利用系数:指当地作物实际产量与土地生产潜力(即土地的光温水土生产力)之比,受社会经济条件和生产集约化水平影响,可以间接反映区域现实经济条件下能发掘的农用地生产水平。土地利用系数越高,农户投入生产的意愿越大,土地整治迫切性越高。

### 2.2.3 土地整治可行性

土地整治可行性指地方政府、农户等不同利益主体开展区域土地整治的能力和意愿。这里的“能力”主要指用于保证土地整治项目区实施的经济能力,通过地方人均工农业总产值、农村居民人均纯收入反映;“意愿”主要指群众对整治项目区实施的支持程度,本研究选取以下3个指标定量表征土地整治可行性。

1) 人均工农业总产值指评价单元内工农业总产值与总人口的比值。一个地区的人均工农业总产值越高,表明该地区土地整治实施得到较多保障的可

表 2 屯昌县生态服务价值当量表  
Table 2 Equivalence of ecosystem service value in Tunchang County

生态服务	森林	草地	农田	沼泽地	河流/湖泊	裸地	园地
食物生产	148.20	193.11	449.10	161.68	238.02	8.98	657.03
原材料生产	1338.32	161.68	175.15	107.78	157.19	17.96	1664.81
气体调节	1940.11	673.65	323.35	1082.33	229.04	26.95	2489.81
气候调节	1827.84	100.60	435.63	6085.31	925.15	58.38	2489.81
水文调节	1836.82	682.63	345.81	6035.90	8429.61	31.44	2400.89
废物处理	772.45	592.81	624.25	6467.04	6669.14	116.77	1536.37
保持土壤	1805.38	1005.98	660.18	893.71	184.13	76.35	2712.11
生物多样性	2025.44	839.82	458.08	1657.18	1540.41	179.64	2731.88
娱乐文化	934.13	390.72	76.35	2106.28	1994.00	107.78	1111.52
合计	12628.69	4641.00	3547.90	24597.21	20366.69	624.25	17794.23

能性越大, 土地整治可行性较强。

2) 农村居民人均纯收入指农村居民家庭全年总收入中, 扣除从事生产和非生产经营费用支出、缴纳税款和上交承包集体任务金额后剩余的, 可直接用于生产性、非生产性建设投资、生活消费和积蓄的收入。该指标越大, 说明当地的经济水平越高, 土地整治可行性越强。

3) 群众意愿是以研究区 100 户群众作为访谈对象, 包括男性和女性, 年龄为 20~80 岁, 受教育经历包括高中、初中、小学和未上学。访谈内容包括农户家庭情况、土地资源的使用及权属、土地整治意愿等。基于访谈结果对群众意愿进行分级, 等级越高, 表明土地整治可行性越强。

### 2.3 指标量化与权重确定

鉴于各指标性质不同, 本文采用[0, 100]闭合区间, 实现指标属性分值与土地整治项目区时空配置综合评价分值之间的转换。对阈值型指标采用赋值表达(如群众整治意愿)。数值型指标根据指标类型采用下式进行标准化, 并采用层次分析法确定指标权重(表 3)。利用加权求和法计算各评价单元各准则层的评价分值:

$$x'_i = \frac{x_i - x_{i\min}}{x_{i\max} - x_{i\min}} \text{ (正指标)}, \quad x'_i = \frac{x_{i\max} - x_i}{x_{i\max} - x_{i\min}} \text{ (逆指标)},$$

式中,  $x'_i$  表示第  $i$  项评价指标的标准化值,  $x_i, x_{i\max}$

和  $x_{i\min}$  分别为第  $i$  项评价指标的实际值、最大值和最小值。

## 3 结果与分析

### 3.1 评价结果

基于确定的评价指标标准化值及其权重, 采用加权求和法, 测算属性空间准则层的评价分值以及综合评价分值, 利用 ArcGIS 的 Manual 功能将其分级(图 1)。

1) 屯昌县土地整治潜力呈现“东西高、中间低”的分布特点(图 1(a))。得分较高的行政村主要分布在坡心镇、南坤镇和西昌镇等, 该区域耕地数量增加潜力和耕地质量提升潜力大, 且易于实施生态改善工程。新兴镇、枫木镇和屯城镇等受地形和土地利用类型限制影响, 耕地数量增加和质量提升潜力不大, 生态系统服务价值增加值较小, 土地整治潜力较小。

2) 土地整治迫切性呈现明显的“东高西低”的分布特点(图 1(b))。特别是东南部的坡心镇、南吕镇和屯城镇等地区, 人均耕地面积小, 且农业从业人员比重高, 加上地形坡度大, 易发生水土流失, 耕地破碎化严重, 迫切需要开展土地整治项目增加耕地面积、保护耕地质量。西昌镇、枫木镇和乌坡镇等以平原台地为主, 人均耕地资源占有量较高, 生态环境较为稳定, 土地整治迫切性较低。

3) 土地整治可行性得分较高的行政村主要集

表 3 属性空间评价指标体系与指标权重  
Table 3 Evaluation index system and relevant weights of attribute space

准则层	权重	指标层	指标类型及取向	组合权重
土地整治潜力	0.44	新增耕地系数	正指标/数值型	0.154
		耕地质量提升潜力	正指标/数值型	0.176
		生态服务价值增加值	正指标/数值型	0.110
土地整治迫切性	0.30	人均耕地面积	逆指标/数值型	0.054
		传统种植业从业人员比重	正指标/数值型	0.048
		森林覆盖率	逆指标/数值型	0.051
		地形坡度	正指标/数值型	0.063
		耕地破碎度指数	正指标/数值型	0.054
		农用地利用系数	正指标/数值型	0.030
		人均工农业总产值	正指标/数值型	0.078
土地整治可行性	0.26	农村居民人均纯收入	正指标/数值型	0.091
		群众整治意愿	正指标/阈值型	0.091

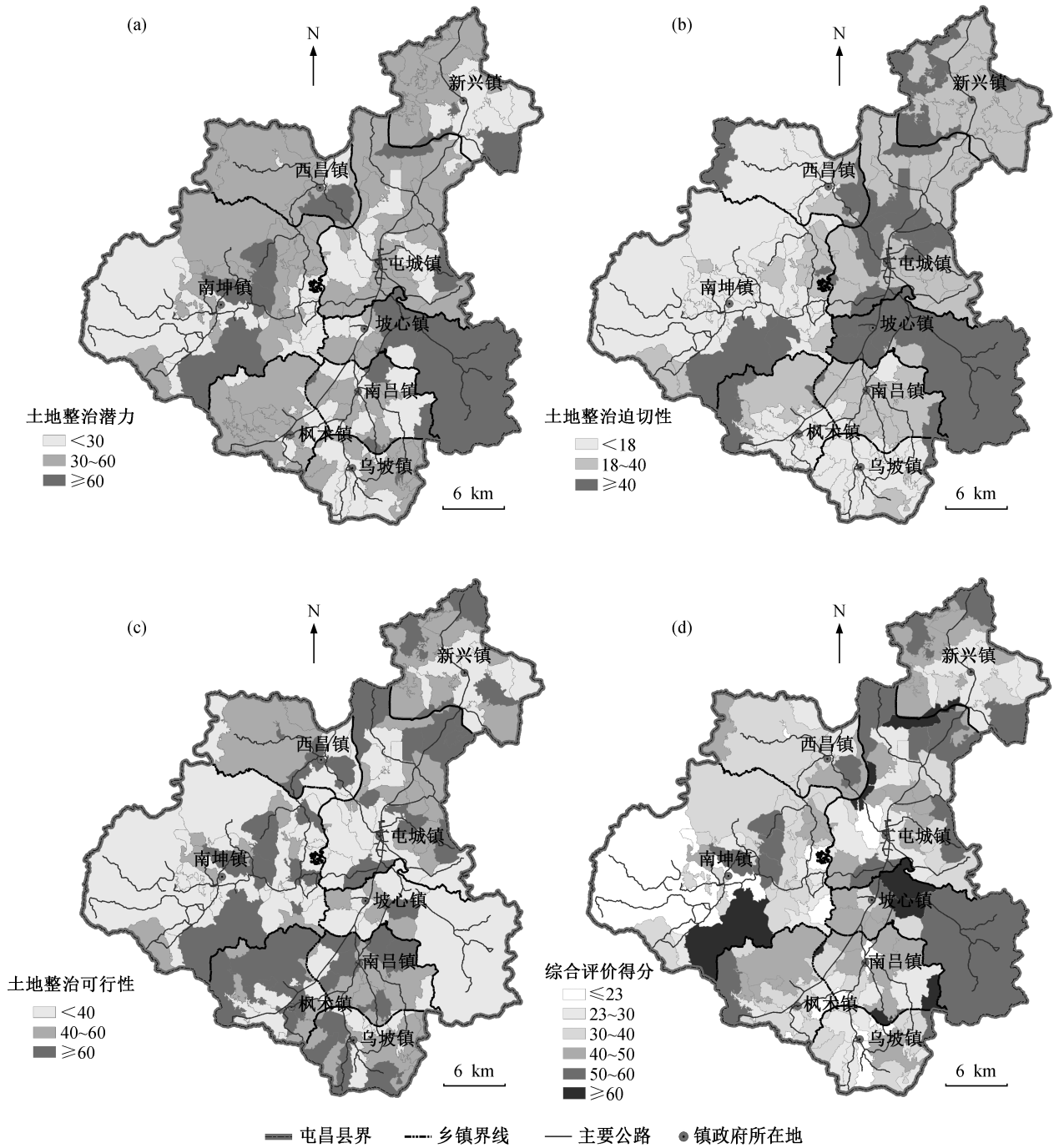


图 1 屯昌县土地整治项目区时空配置评价结果

Fig. 1 Results of spatial-temporal collocation of land reclamation in Tunchang County

中分布在西南部和东北部的枫木镇、南吕镇、屯城镇和新兴镇等。该区域经济发展水平较高，群众整治意愿强烈，易开展土地整治项目。南坤镇和坡心镇等则受地形因素影响，农业发展较为落后，群众参与土地整治热情不高，土地整治可行性较低(图 1(c))。

4) 屯昌县土地整治综合评价得分大体呈现“东高西低”的分布特点(图 1(d))。其中以东南部以及中北部的平原区得分较高，较适宜优先开展土地整治项目。西部的山地丘陵区综合得分较低，开展土地整治项目难度较大。这也是采用传统加权求和法的空间聚类分区结果。从图 1(d)可知，该方法划定的

土地整治项目区空间分布分散,不利于土地整治项目的实施与“全域推进土地整治”进程。

### 3.2 时空配置结果

基于 MATLAB 软件神经网络工具箱中提供的初始化权值、学习和训练、竞争激活等函数构建双重自组织模型。将每个行政村空间单元几何中心点的  $x, y$  坐标作为计算变差函数的输入地理空间变量,将土地整治潜力、土地整治迫切性和土地整治可行性 3 个评价分值作为输入的属性空间变量,进行算法编码,实现双重自组织分区。设计的网络参数为:初始权值为 $[0, 1]$ 的随机数;基本学习速率为 0.1,最大循环次数为 1000 次;地理空间权值( $\omega_s$ )和属性空间权值( $\omega_a$ )通过专家打分法确定,分别为 0.4 和 0.6;属性空间 3 个变量的权重可采用 0.6 乘以表 3 中对应准则层的权重计算得出。

比较双重自组织模型不同聚类数目的结果发现:当聚类数目为 6 时,分区较完整,且区间空间异质性较大;聚类数目达到 7 及以上时,其分类结果较破碎。因此,本研究最终将屯昌县 161 个行政

村分为 6 个土地整治项目区。基于分区结果,综合分析各区土地整治潜力、土地整治迫切性和土地整治可行性的综合评价分值,根据区域共轭性原则、综合性原则和主导因素原则,并考虑分区边界相对完整性,最终形成综合目标导向下的屯昌县土地整治项目区时空配置格局(图 2 和表 4)。

#### 3.2.1 优先整治区(近期)

共涉及 33 个行政村,占全县行政村总数的 20.50%;面积为 30767.76  $\text{hm}^2$ ,占全县总面积的 24.98%;包括项目区 I 和项目区 III。

1) 项目区 I 主要分布在平原台地区的屯城镇,地势平坦,交通便利,群众整治意愿较高,并且经济状况良好,土地整治潜力较大;西昌镇局部区域土地整治迫切性较强,是全县优先开展土地整治项目的区域。

2) 项目区 III 主要分布在坡心镇东南部,涉及区域土地整治潜力较大,群众整治意愿较强,地方人均工农业总产值和人均纯收入较高,但耕地破碎度较大,人均耕地少,坡等地的水土流失严重,迫切

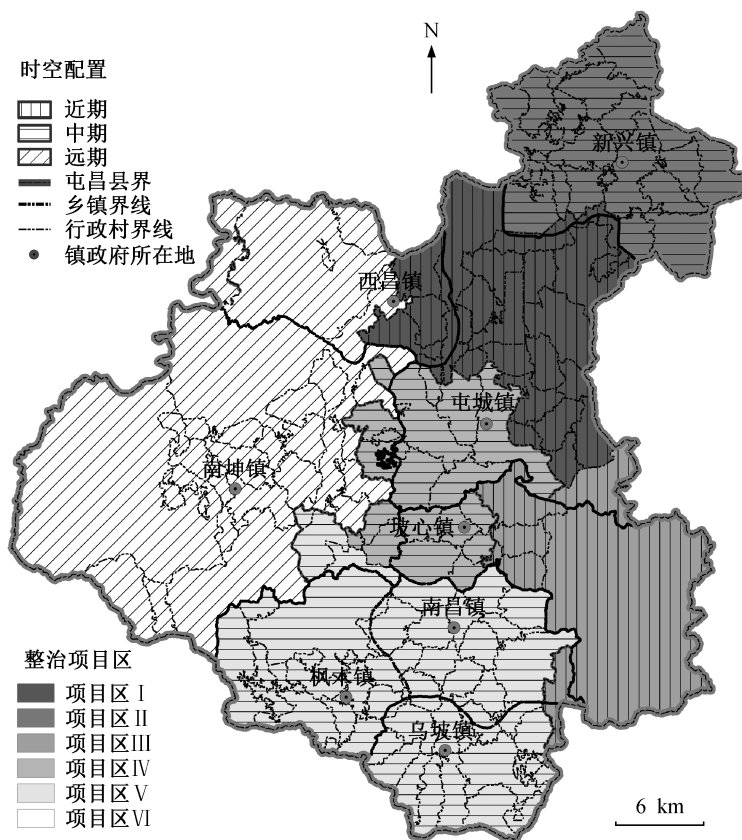


图 2 基于双重自组织模型的屯昌县土地整治项目区时空配置格局  
Fig. 2 Spatial-temporal collocation pattern of land reclamation in Tunchang County

表 4 屯昌县土地整治项目区时空配置类型  
Table 4 Spatial-temporal collocation type of land reclamation in Tunchang County

类型分区	行政村数量/个	比重/%	行政村面积/hm <sup>2</sup>	比重/%	整治项目区
优先整治区(近期)	33	20.50	30767.76	24.98	I 和 III
重点整治区(中期)	97	60.25	51554.72	41.87	II, IV 和 V
适度整治区(远期)	31	19.25	40827.52	33.15	VI
合计	161	100.00	123150.00	100.00	

需要通过土地整治项目开展土地平整、灌溉排水等工程措施提高耕地质量,增加耕地产能,保障粮食增收。

### 3.2.2 重点整治区(中期)

共涉及 97 个行政村,占全县行政村总数的 60.25%;面积为 51554.72 hm<sup>2</sup>,占全县总面积的 41.87%;包括项目区 II、项目区 IV 和项目区 V。

1) 项目区 II 主要位于东北部的新兴镇。该区主要地貌类型为台地,海拔较低、中央坡度平缓,耕地质量较好,新增耕地系数较大,土地整治潜力比项目区 I 低,但明显高于项目区 IV 和项目区 VI。台地本身四周较陡,加上区域森林覆盖率较低,发生水土流失的几率较大,耕地破碎化严重,土地整治迫切性较大。该区域农业从业人员比重,经济来源以耕作为主,地方人均工农业总产值和农村居民人均纯收入处于全县中等水平,中期可开展土地整治项目,重点预防水土流失。

2) 项目区 IV 主要分布在屯昌县中部地区,地貌类型多样,距离县政府较近,交通便利,土地整治潜力较大。涉及行政村农业从业人员比重较小,但居民人均纯收入较高,该区主要需求开展土地整治项目,配套灌溉、排水、田间道路等基础设施,发展高效农业。

3) 项目区 V 主要分布在屯昌县南部的乌坡镇、枫木镇和南吕镇,地形以平原和台地为主,土地整治潜力较大。与项目区 II 相同,区域耕地破碎度严重,森林覆盖率低,地形坡度大,易发生水土流失。当地群众对土地整治的意愿强烈,亟需中期通过实施土地整治工程,防止水土流失,保障粮食安全,进而利用地方优势大力发展特色农业,促进当地农业生产,提高群众收入水平。

### 3.2.3 适度整治区(远期)

共涉及 31 个行政村,占全县行政村总数的 19.25%;面积为 40827.52 hm<sup>2</sup>,占全县总面积的 33.15%。主要包括项目区 VI,集中分布在西部的南

坤镇和西昌镇。该区以山地和丘陵为主,耕地整治潜力较小,且水土流失等地质灾害严重,农业生产条件有限,农田基本建设不到位,经济水平较低,交通条件不够便利,群众整治意愿不强。但是,该区景观生态环境较优,森林覆盖率较高,因此要根据当地实际情况,适度而慎重地开展土地整治。

## 4 结论与讨论

本文以土地整治项目区的空间布局和时序安排为切入点,把增加耕地面积、保护生态环境和提升耕地生产能力作为土地整治的主要目标,将影响不同目标实现的因素归类为土地整治潜力、土地整治迫切性和土地整治可行性 3 个方面。基于评价结果,考虑地理空间分布,构建双重自组织模型进行整治项目类型分区,形成土地整治项目区的时序安排及相应的空间组织方案,为土地整治专项规划编制与实施提供科学依据。

本研究构建的双重自组织模型兼顾了地理空间和属性空间。地理空间采用行政村几何中心点的  $x, y$  坐标表示,属性空间采用土地整治潜力、土地整治迫切性和土地整治可行性表示。在海南省屯昌县的示范应用结果表明,各行政村土地整治潜力、土地整治迫切性和土地整治可行性空间差异显著,“南高北低”、“东高西低”特征明显,亟需开展土地整治项目的为坡心镇、南坤镇、西昌镇和屯城镇等。采用双重自组织模型将全县 161 个行政村划分为 6 个项目区,并根据属性空间指标的综合评价分值将屯昌县划分为优先整治区(近期)、重点整治区(中期)和适度整治区(远期),面积分别为 30767.76、51554.72 和 40827.52 hm<sup>2</sup>,分别占全县土地总面积的 24.98%、41.87%和 33.15%,并提出不同土地整治分区的目标导向和整治建议。

通过对比分析传统加权求和法的空间聚类方法(图 1(d)),本文基于双重自组织模型划定的土地整治项目区在空间聚集分布方面具有较大的优势,提

高了土地整治项目的空间连片性和实施可能性;采用竞争学习机制实现对输入模式的自组织分类,在一定程度上克服了项目分区的主观性;划定的整治项目区同时具备时间和空间双重维度特征,在“全域推进土地整治”的进程中更具指导意义。

本研究丰富了土地整治项目区时空配置的理论与方法。但是,以行政村为基本评价单元,在一定程度上限制了研究成果在指导具体土地整治项目安排的实用性。同时,由于搜集的资料有限,对能够真实反映土地整治时间维度的相关指标考虑不足,随着研究的深入和技术方法的进步,构建更为全面系统的时空配置评价指标体系是下一步研究的重点。

### 参考文献

- [1] 龙花楼. 论土地整治与乡村空间重构. 地理学报, 2013, 68(8): 1019-1028
- [2] 罗文斌, 吴次芳, 吴一洲. 国内外土地整理项目评价研究进展. 中国土地科学, 2011, 25(4): 90-96
- [3] 王珊, 张安录, 张叶生. 湖北省农用地整理综合效益评价: 基于灰色关联方法. 资源科学, 2013, 35(4): 749-757
- [4] 罗文斌, 吴次芳. 中国农村土地整理绩效区域差异及其影响机理分析. 中国土地科学, 2012, 26(6): 35-41
- [5] 杨绪红, 金晓斌, 管栩, 等. 2006—2012 年中国土地整治项目空间特征分析. 资源科学, 2013, 35(8): 1535-1541
- [6] 危小建, 刘耀林, 王娜. 湖北省土地整治项目空间分异格局. 农业工程学报, 2014, 30(4): 195-203
- [7] 曲衍波, 贾莎, 商冉, 等. 基于迫切-适宜度的农村居民点整治时空配置研究. 北京大学学报: 自然科学版, 2014, 50(5): 925-934
- [8] 杨庆媛, 冯应斌, 杨华均, 等. 土地整理项目空间分异及其与经济耦合关系. 农业工程学报, 2010, 26(3): 323-331
- [9] 王军, 严慎纯, 白中科, 等. 土地整理的景观格局与生态效应研究综述. 中国土地科学, 2012, 26(9): 87-94
- [10] 王瑗玲, 赵庚星. 区域农地整理质量评价及其时空配置研究: 以山东省青州市为例. 自然资源学报, 2006, 21(3): 369-372
- [11] 孔雪松, 刘艳芳, 常旭. 武汉城市圈典型城镇耕地资源时空演变特征. 世界地理研究, 2012, 21(1): 66-71
- [12] Cay T, Iscan F. Fuzzy expert system for land reallocation in land consolidation. Expert Systems with Applications, 2011, 38(9): 11055-11071
- [13] Martinez R, Solla M, Arias P, et al. Semi-automatic land consolidation software based on geographic information systems. Computers and Electronics in Agriculture, 2013, 97(8): 1-5
- [14] 叶敏婷, 王仰麟, 彭建, 等. 基于 SOFM 网络的云南省土地利用程度类型划分研究. 地理科学进展, 2007, 26(2): 97-105
- [15] Jiao L M, Liu Y L, Zou B. Self-organizing dual clustering considering spatial analysis and hybrid distance measures. Science China Earth Sciences, 2011, 54(8): 1268-1278
- [16] 马程, 李双成, 刘金龙, 等. 基于 SOFM 网络的京津冀地区生态系统服务分区. 地理科学进展, 2013, 32(9): 1383-1393
- [17] 管栩, 金晓斌, 潘倩, 等. 基于县域尺度的中国土地整治新增耕地空间差异分析. 农业工程学报, 2013, 29(20): 226-233
- [18] GBT28407-2012, 农用地质量分等规程[S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会, 2012
- [19] 王珊, 张安录, 张叶生. 湖北省农用地整理综合效益评价: 基于灰色关联方法. 资源科学, 2013, 35(4): 749-757
- [20] 谢高地, 张钰铨, 鲁春霞, 等. 中国自然草地生态系统服务价值. 自然资源学报, 2001, 16(1): 47-53