

基于景观格局视角的土地整治对农地细碎化影响评价研究¹

李洪义, 李爽, 吕添贵, 刘春英

(江西财经大学旅游与城市管理学院土地资源管理系, 江西南昌 330013)

【摘要】以江西省宜丰县土地整治项目区为例, 选择斑块类型、景观类型、廊道特征 3 类景观格局指数, 从景观格局视角 定量评价土地整治对农地细碎化的影响。研究表明: (1) 水田的斑块密度由 8.916 1 个/hm²下降至 8.423 4 个/hm², 平均斑块面积由 0.0751hm²提升至 0.076 9hm², 边缘密度由 1 203.431 8 降低至 1 127.134 7, 面积加权的平均形状因子由 1.238 6 下降至 1.216 3, 最大斑块指数由 0.17%上升至 0.18%, 景观格局指数均得到不同程度改善; 但旱地除面积加权的平均形状因子以 外, 其他指标均表明旱地趋于细碎化。(2) 土地整治导致项目区破碎化程度加剧, 斑块数量由 3 530 个提升至 4 175 个, 平均 斑块面积由 0.070 6 hm²增加至 0.059 7 hm², 面积加权平均形状因子由 1.672 3 增加至 1.816 0, 最大斑块指数由 2.06%。降低至 2.01%。(3) 土地整治优化了农村道理由和沟渠布局, 廊道特征指数均有不同程度改善。但农村道路和沟渠的修建割裂了斑 块, 是导致项目区破碎化程度加剧的主要原因。因此, 在土地整治规划设计中需要注重旱地、农村道路、沟渠的景观格局 设计, 达到有效治理农地细碎化和提高土地整治景观生态效益的目的。

【关键词】土地整治; 农地细碎化; 景观格局

【中图分类号】

【文献标志码】A

【文章编号】1004-8227(2017)01-0067-07

【DOI】10.118707/cjlyzyyhj201701008

农地细碎化是由于自然或人为的因素, 农地被割裂成零碎的、分散的、大小不一的地块, 而呈现出分散无序的、与土地规模化经营相悖的土地利用格局[1], 已成为影响发展中国家农业生产的主要问题之一[2]。农地细碎化不仅增加农业生产成本, 降低生产效率, 造成土地资源浪费, 也阻碍着农业产出和技术效率的提高[3]。农地流转和土地整治被视为解决农地细碎化问题的重要途径[4]。但是, 现有研究主要集中于农地流转对减轻细碎化程度的探讨, 而关于土地整治如何影响农地细碎化的研究较为缺乏[5]。据国土资源公报统计, 2015 年中央累计下达高标准农田建设和土地整治重大工程等资金 212.8 亿元, 新增耕地 15.68

¹收稿日期: 20 16 — 05 — 16 ;

修回日期: 2016 — 07 — 14

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41561049) 【 National science Foundation ofChina (41561049) 】; 江西省教育厅科技项目 (GJJ150481) 【 Scienceand Technology Project Founded by the Jiangxi Provincial Education Department (GJJ1504s1) 】; 江西省社会科学“十三五”, 规划项目 (16GL31) 【 Planning of 13th “ Five — Year , ’ Project FoundedbyJiangxiAcademyofSocialScience (16GL31) 1

作者简介: 李洪义 (1981 —), 男, 教授, 主要从事土地利用与空间规划、土地资源评价方面研究. E — mail : hhongyi1981@zju.edu.cn

万 hm^2 。因此,开展土地整治对农地细碎化影响的评价研究,对于指导土地整治规划设计,促进土地规模化经营和高效利用具有重要意义。

在研究农地细碎化时,假如撇开土地产权问题,农地细碎化与景观破碎化的研究目标、内容基本是一致的[6]。因此,可利用景观格局的方法对土地整治项目区前后的破碎度进行分析,以此考量土地整治对农地细碎化所带来的影响。目前,基于景观格局的农地细碎化研究,主要集中于3个方面:一是根据斑块密度、平均斑块面积、边缘密度等景观格局指数衡量区域农地细碎化程度[7,8];二是运用景观格局原理测算区域农地细碎化程度,再采用计量经济模型分析细碎化对农地利用效率的影响[9,10];三是在景观指数测算区域农地细碎度的基础上,进行细碎化与社会经济水平的空间相关性分析[11,12]。现有研究均属于静态分析,而土地整治是一个动态过程,有必要从时空变化的角度评析土地整治对农地细碎化的影响。为体现数据的时效性及空间分辨率,本研究利用低空航测技术快速获取土地整治前后研究区航片,运用景观格局指数对土地整治项目实施前后的农地细碎化和景观格局进行评价研究,为今后土地整治项目的规划设计提供借鉴。

1 研究区概况

以江西省宜丰县新庄镇土地整治项目为例,项目区总面积为 249.30hm^2 。宜丰县位于赣西北九岭山脉中段之南麓,隶属于江西省宜春市,总面积 1935km^2 ,介于东经 $114^{\circ}30' \sim 115^{\circ}08'$ 北纬 $28^{\circ}17' \sim 28^{\circ}40'$ 之间。属中亚热带温暖湿润气候区,年平均气温 17.1°C 。近年来,随着宜丰县社会经济的快速发展,对土地资源利用的要求也越来越高。宜丰县作为丘陵地区,受地形地貌限制农地细碎化程度较高。通过土地整治补充耕地以及优化土地利用结构,是宜丰县解决农地细碎化问题的重要途径。

2 数据与方法

2.1 数据获取与预处理

本研究利用动力三角翼飞机配备德国禄 AICmodularP45 型中幅面专业数码航摄相机分别于 2011 年 5 月和 2013 年 4 月获取整治前后项目区影像,设计地面分辨率为 10cm ,飞行高度为 735m 。经地面控制点核查,中误差满足土地整治对土地利用现状图 1:2000 比例尺的精度要求。在此基础上,制作数字正射影像图(DOM)和数字线划图(DLM),并在 ArcGIS9.3 中进行矢量化。最后,根据《第二次全国土地调查土地分类表》中的二级地类,通过人工目视解译方法将项目区的景观类型划分为水田、旱地、果园、有林地、设施农用地、农村道路、坑塘水面、沟渠、村庄和其他草地共 10 个地类,最后获得项目区整治前后的土地利用现状图和局部对比图(图 1)。由于果园在项目区内所占面积极小,本研究将其与有林地归为生态用地。

2.2 景观格局指数

在景观生态学中,格局代表着一种空间模式,包括了斑块类型、斑块数量、斑块空间分布情况。而景观格局指数是能够浓缩景观格局信息、反映景观格局结构和景观格局空间配置的定量指标。通过景观格局指数描述景观格局,可使数据获得一定的统计性质,在看似是无序的斑块镶嵌的景观上,发现有潜在意义的规律性。由于景观破碎化主要表现为斑块数量增加而面积缩小,斑块形状趋于复杂,廊道被截断以及斑块彼此隔离。根据景观破碎化的特点并结合项目区具体情况,选取了相关景观格局指数来反映农地细碎度和整治项目区破碎度的变化情况,斑块类型水平上,景观格局指数选取斑块密度(PD)、平均斑块面积(MPS)、边缘密度(ED)、面积加权的平均形状因子(AWMSI)、最大斑块指数(LPI);景观类型水平上,选取斑块数量(NP)、平均斑块面积(MPS)、面积加权的平均形状因子(AWMSI)、最大斑块指数(LPI)。廊道是景观生态学中的概念,是线性的景观单元,不仅影响着斑块间的连通性,而且也影响着斑块间物种、营养物质、能量的交流基因的交换,改变着景观的结构与功能[14,15]。廊道的建设势必会对农田生态系统以及区域景观格局造成影响。对于廊道的评价选取廊道密度(D)、廊道线点率(β)、廊道网络的连通度(γ)、廊道网络的环通度(α)共四项指标。各指标的含义及计算方法参考相关文献[16,17]。

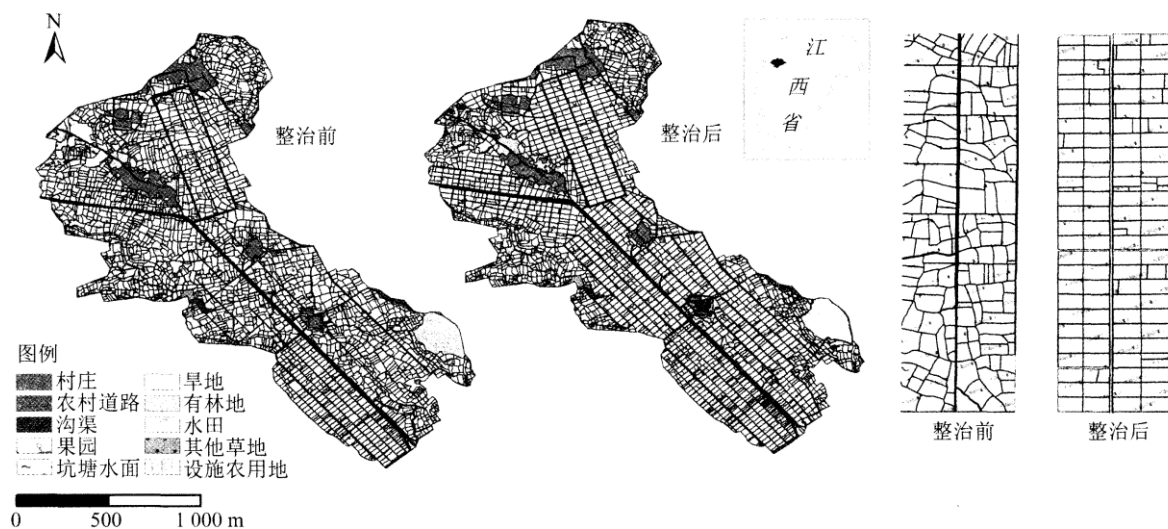


图 1 研究区全局和局部土地利用现状对比图

Fig.1 Global and Local Land Use Actuality of Study Area before and after Land Consolidation

3 结果分析

3.1 整治区景观类型及结构变化

研究区土地利用景观类型及其比例构成如表 1 所示。从表可知：（1）主要景观为水田，土地整治后水田占项目区总面积提高 0.68%，旱地占总面积的比重下降了 0.28%；部分零星分布的坑塘水面被整治为水田，耕地总面积增加 1.01 公顷，达到土地整治增加耕地的目的。（2）村庄为项目区第二大景观类型，零星分布的村庄得到整治，村庄占项目区总面积的比重下降了 0.25%。

（3）土地整治后沟渠占总面积比例下降 0.68%，部分旧沟渠废除，根据规划重新建设了沟渠，灌排设施得到改善和优化。农村道路等基础设施得到改善，占项目区总面积从 1.88% 提高到 2.45%。（4）生态用地，主要是有林地，项目施工后占项目区总面积增加了 0.19%。其他草地占项目区总面积的 1.70%，经整治其他草地减少 0.05%。（5）设施农用地面积占总面积的比例增加 0.07%。从总体上看，由于其他草地的减少，项目区土地利用率相应提高 0.05%。

3.2 斑块类型水平格局指数变化分析

3.2.1 斑块密度

土地整治后，除水田、生态用地、其他草地、坑塘水面等景观地类的斑块密度均有不同程度的减少外，其他地类均有增加。如表 2 所示：水田由于标准格田的建设，斑块密度由整治前 8.9161 个/hm² 降至整治后 8.4234 个/hm²，破碎化程度降低；旱地的斑块密度由整治前 0.3976 个/hm² 增加至 0.9072 个/hm²，说明整治项目中并未重视旱地的治理。农村道路和沟渠斑块密度的增加一方面有利于农业生产和农民生活，但另一方面又加剧了景观破碎化程度，如割裂了村庄景观，使得其斑块密度增加。

3.2.2 平均斑块面积

如表 2 所示，水田的平均斑块面积增大而旱地明显减小。坑塘水面、设施农用地和生态用地经过整治后，平均斑块面积都有不同程度的提升。由于新的农村道路和灌排设施的修建，使得村庄、农村道路和沟渠的平均斑块面积变小。一部分细碎的其他草地转化为耕地，使得其他草地的平均斑块面积变大。

3.2.3 边缘密度

如表 2 所示，水田和坑塘水面的边缘密度减少，破碎化程度降低，说明经过土地整治的实施，斑块的扩展和转换使异质斑块之间的边界缩短。但是由于道路和灌排设施的修建，其他景观类型的边缘密度均有不同程度的增加，使得景观更为破碎。

3.2.4 面积加权平均形状因子

如表 2 所示，水田、旱地、村庄和沟渠的面积加权平均形状因子指数减少，其中水田的指数最小为 1.2163，形状趋于简单化。从图 1 土地利用现状局部图可知，土地整治后不规则的田块变成了标准格田。而其他景观类型的面积加权平均形状因子均有不同程度增加，表明形状趋于不规则。

3.2.5 最大斑块指数

如表 2 所示，水田的最大斑块指数由 0.17%增加至 0.18%，而旱地却由 11.63%大幅度降低至 2.57%，说明水田的优势性有所增强，而旱地的优势性减弱，最大斑块面积降低。坑塘水面、农村道路、其他草地的最大斑块指数有不同程度地增加，设施农用地、生态用地、村庄和沟渠的最大斑块指数有所下降。

表 1 土地整治前后研究区土地利用景观类型结构(hm², %)

Tab.1 Land Use Structure of Study Area before and after Land Consolidation

地类	总面积	水田	旱地	其他草地	生态用地	农村道路	村庄	坑塘水面	沟渠	设施农用地
整治前	面积	249.3	197.56	10.52	4.25	9.81	4.69	10.75	1.76	9.94
	比例	100	79.25	4.22	1.70	3.94	1.88	4.31	0.70	3.99
整治后	面积	249.3	199.26	9.83	4.11	10.30	6.10	10.13	1.13	8.24
	比例	100	79.93	3.94	1.65	4.13	2.45	4.06	0.45	3.31

表 2 整治前、后的斑块类型水平指数对比表

Tab.2 Comparison of the Patch Type Level Indices before and after Land Consolidation

景观类型	斑块密度(个/hm ²)		平均斑块面积(hm ²)		边缘密度		面积加权的平均形状因子		最大斑块指数(%)	
	整治前	整治后	整治前	整治后	整治前	整治后	整治前	整治后	整治前	整治后
水田	8.916 1	8.423 4	0.075 1	0.076 9	1 203.431 8	1 127.134 7	1.238 6	1.216 3	0.17	0.18
旱地	0.397 6	0.907 2	0.089 9	0.051 8	65.171 1	123.111 2	1.765 9	1.687 6	11.63	2.57
坑塘水面	0.142 7	0.084 9	0.041 9	0.045 3	13.795 2	8.529 0	1.290 6	1.294 0	9.11	14.78
设施农用地	0.017 0	0.040 7	0.002 9	0.016 9	0.297 9	4.233 6	1.090 5	2.696 5	90.50	42.41
生态用地	0.241 3	0.210 7	0.138 2	0.166 1	39.697 7	40.232 4	1.473 1	1.608 6	52.28	48.72
农村道路	0.920 8	1.535 8	0.089 9	0.015 4	205.143 2	266.853 5	1.765 9	8.772 4	4.62	11.70
村庄	0.139 3	0.431 5	0.262 4	0.079 8	32.829 2	40.158 5	1.744 9	1.709 8	24.72	19.80
其他草地	0.411 1	0.343 2	0.035 2	0.040 7	47.637 9	62.144 8	2.060 0	2.484 7	9.39	9.53
沟渠	0.808 7	2.208 6	0.042 4	0.018 5	325.840 9	529.433 1	7.791 0	7.502 3	5.72	4.41

3.3 景观类型水平格局指数变化分析

如表 3 所示，整个项目区的斑块数量由 3530 增长至 4175，平均斑块面积由 0.0706hm²下降至 0.0597hm²，面积加权平均形状因子由 1.6723 增加至 1.8160，最大斑块指数由 2.06%降低至 2.01%，说明整个景观系统的斑块数量增加，斑块的平均面积减少，

斑块形状趋于不规则，最大斑块面积减少，整个景观格局体系趋于破碎化。这表示现行土地整治主要关注新增耕地和耕地的集中连片，而忽视了其他景观的破碎化程度，并未追求景观的整体效应。

3.4 廊道特征指数变化分析

如表 4 所示，整治后农村道路互不连接数减少，数量、节点、节点密度、线点率、连通度、环通度等均有不同程度增加，这表明土地整治通过对农村道路的新建与改造，提高了道路的通达能力，优化了道路布局。如表 5 所示，沟渠经过土地整治后，互不连接数目、连接数目、节点数目、廊道密度、节点密度共 5 项指标均大幅度下降，但线点率、连通度和环通度提升较大，说明土地整治优化了农田灌溉系统，沟渠布局更加合理。

农村道路和沟渠作为典型的线状人工廊道，其功效是双重的：一方面，廊道可以促进景观间的物质能量交换，使生态系统更加开放，起着通道作用，最明显的表现就是它的运输功能，有利于农业生产生活；另一方面，四通八达的廊道网将均质的景观单元分割成众多的斑块，在一定程度上影响景观的连通性，阻碍生态系统间物质和能量的交换，导致景观破碎化加剧。虽然土地整治项目有效地改善了农村道路与沟渠，但农村道路廊道密度的提升以及农村道路和沟渠自身破碎化程度加剧，造成了项目区斑块分割和破碎化程度加剧。

表 3 整治前、后的景观类型水平指数对比表

Tab.3 Comparison of the Landscape Type Level Indices before and after Land Consolidation

	斑块数量	平均斑块面积ha	面积加权平均形状因子	最大斑块指数%
整治前	3 530	0.070 6	1.672 3	2.06
整治后	4 175	0.059 7	1.816 0	2.01

表 4 整治前、后农村道路廊道特征指数对比表

Tab.4 Comparison of Characteristic Indices of Rural Road Corridor before and after Land Consolidation

廊道指标	互不连接数目	连接数目	节点	廊道密度m/km ²	廊道节点密度	线点率	连通度	环通度
整治前	18	73	43	5 110.32	17.25	1.70	0.59	0.38
整治后	14	156	83	8 707.01	33.30	1.88	0.64	0.46

表 5 整治前、后沟渠廊道特征指数对比表

Tab.5 Comparison of Characteristic Indices of Ditch Corridor before and after Land Consolidation

廊道指标	互不连接数目	连接数目	节点	廊道密度m/km ²	廊道节点密度	线点率	连通度	环通度
整治前	34	258	197	15 079.60	79.03	1.31	0.44	0.15
整治后	30	158	98	10 943.14	39.32	1.61	0.55	0.32

4 讨论

从本案例来看，宜丰县土地整治项目对农地细碎化改良效果明显，但在景观格局方面存在两个问题：（1）水田治理为土地整治的核心任务，旱地的整治未得到重视，细碎化程度加剧；（2）廊道的不合理设置加剧了整个项目区的破碎化程度。

本研究从景观格局角度对未来土地整治的规划设计提出相应建议：（1）在土地整治规划设计中，应该提高对旱地的重视程度。与水田的治理方式相同，应该从斑块密度、平均斑块面积、边缘密度、面积加权的平均形状因子、最大斑块指数等方面提升旱地的景观格局。在工程中合并相邻田块，规整形状，从而扩大旱地斑块的面积，降低 5 结论

本研究基于景观格局视角对宜丰县土地整治项目景观格局的变化情况进行分析，揭示了土地整治对农地细碎化以及项目区景观格局的影响，克服了农地细碎化研究主要关注静态时间点的不足，并且量化了土地整治对农地细碎化的影响程度。研究结论如下：

通过土地整治的实施,水田的斑块密度由 8.9161 个/hm²下降至 84234 个/hm²,斑块平均面积由 0.0751hm²提升至 0.0769hm²,边缘密度由 1203.4318 降低至 1127.1347、面积加权的平均形状因子由 1.2386 下降至 1.2163,最大斑块指数由 0.17%上升至 0.18%,水田由零散分布变得集中连片,形状由复杂变得规则,细碎化程度明显降低。同时修建了配套的田间道路和沟渠等基础设施,使路渠成网、排灌畅通,耕作条件得到改善,有利于提高农业生产效率和降低农业生产成本,为土地的适度规模经营夯实了基础。项目实施后,该项目区水田的质量可提升一个等级,亩均产量提高 100kg,达到农业增效、农民增收的目的。虽然水田的整治效果明显,但旱地除了面积加权的平均形状因子改善外,其他指数均表明旱地相较于整治前细碎化程度加剧。此外,研究区内的坑塘水面、设施农用地、生态用地、农村道路、村庄、其他草地、沟渠相较于整治前破碎化程度加剧。

(2)在景观类型水平上存在趋于破碎化的负面影响,斑块数量由 3530 个提升至 4175 个,平均斑块面积由 0.0706hm²增加至 0.0597hm²,面积加权平均形状因子由 1.6723 增加至 1.8160,最大斑块指数由 2.06%降低至 2.01%。

(3)通过土地整治的实施,农村道路和沟渠布局得到优化,廊道特征指数均有不同程度改善。但是由于农村道路和沟渠的修建并未考虑廊道对景观格局所产生的负面影响,造成了景观斑块的割裂和项目区的破碎化程度加剧。

本研究以宜丰县土地整治项目为例,考虑到区域的差异性,今后的土地整治项目必须遵循可持续发展的基本原理,在摸清现有农地数量、规模、生态环境等情况的基础上,务必注重旱地、农村道路和沟渠的景观格局设计,制定科学的、适宜的规划,达到有效治理农地细碎化与提升土地整治景观生态效益的目的。

参考文献:

- [1] 李鑫,欧名豪,肖长江,等. 基于景观指数的细碎化对耕地生产效率影响研究 [J]. 长江流域资源与环境, 20 12 , 21 (6) : 707 — 7 1 3 .
- [2] 孙雁,刘友兆. 基于细碎化的土地资源可持续利用评价—以江西分宜县为例 [J]. 自然资源学报, 20 10 , 25 (5) : 802 — 8 1 0 .
- [3] 陈培勇,陈风波. 土地细碎化的起因及其影响的研究综述 [J]. 中国土地科学, 20 11 , 25 (9) : 90 — 96 .
- [4] 田孟,贺雪峰. 中国的农地细碎化及其治理之道 [J]. 江西财经大学学报, 20 15 (2) : 88 — 96 .
- [5] 吕晓,黄贤金,钟太洋,等. 中国农地细碎化问题研究进展 [JJ]. 自然资源学报, 20 11 , 26 (3) : 530 — 540 .
- [6] 孙雁,赵小敏. 分宜县土地细碎化的中观尺度研究 [J]. 中国土地科学, 2010 , 24 (4) : 25 — 31 .
- [7] 王道骏,陈英,贾首杰,等. 基于景观格局指数的耕地细碎化研究—以甘肃省临夏北源地区为例! 月. 中国农学通报, 2014 , 30 (32) : 1 84 — 1 88 .
- [8] SU SL , HU YN , LUO FH , et al . Farmland fragmentation due to anthropogenic activity in rapidly developing region [J] . Agricultural Systems , 20 14 , 1 31 : 87 — 93 .
- [9] 李鑫,欧名豪,马贤磊. 基于景观指数的细碎化对耕地利用效率影响研究—以扬州市里下河区域为例阴. 自然资源学报, 2011 , 26 (10) : 1758 — 1767 .

-
- [10] 白志远, 陈英, 谢保鹏, 等. ARCGIS 支持下的景观细碎化与耕地利用效率关系研究—以甘肃省康乐县为例 [J] . 干旱区资源与环境, 2014 , 28 (4) : 42 - 7 .
- [11] 陈红宇, 朱道林, 郦文聚, 等. 嘉兴市耕地细碎化和空间集聚格局分析 [J] . 农业工程学报, 2012 , 28 (4) : 235 - 242 .
- [12] 黄思琴, 陈英, 张仁陆, 等. 基于景观指数的耕地细碎化与农业经济水平的空间相关性分析 [J] . 干旱地区农业研究, 2015 , 33 (3) : 238 - 244 .
- [13] FU B J , LIANG D , LU N . Landscape ecology : coupling of pattern , process , and scale [J] . Chinese Geographical Science , 2011 , 21 (4) : 385 - 391 .
- [14] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用 [M] . 北京: 科学出版社, 2001 .
- [15] LI S C , ZHOU Q F . WANG L . Road construction and landscape fragmentation in China [J] . Journal of Geographical Sciences , 2005 , 15 (1) : 123 - 128 .
- [16] 乌卜建国. 景观生态学—格局、过程、尺度与等级 [M] . 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2007 .
- [17] 游巍斌, 何东进, 巫丽芸, 等. 武夷山双景名胜区风景廊道时空分异特征及其生态影响 [J] . 应用与环境土壤学报. 2011 , 17 (6) : 782 - 790 .
- [18] Muehler , Peter . Change in the landscape due to land consolidations [J] . Ecologia , 2010 . 29 . 2 : 140 - 157 .
- [19] ZHANG Q Q , LUO H B , YAN J M . Integrating biodiversity conservation into land consolidation in hilly areas — a case study in Southwest China [J] . Acta Ecologica Sinica . 2012 , 32 (32) : 274 - 278 .
- [20] ZHANG Z F , ZHAO W , GUO X K . Changes resulting from a land consolidation project (LCP) and its resource — environment effects : a case study in Tianmen City of Hubei Province , China [J] . Land Use Policy , 2014 , 40 : 74 - 82 ,
- [21] TORTORA A , STATUTO D . P. Rural landscape planning through spatial modelling and image processing of historical maps [J] . Land Use Policy , 2015 , 42 : 71 - 82 .
- [22] MOSSMAN H L , PAN D E R C J . OOLMAN P M . Modelling biodiversity distribution in agricultural landscapes to support ecological network planning [J] . Landscape and Urban Planning , 2015 , 141 : 59 - 67 .
- [23] PIERIK M E , DELL'ACQUA I . CONFALONIERI R , et al . Designing ecological corridors in a fragmented landscape : a fuzzy approach to circuit connectivity , it » anal 515 [J] . Ecological Indicators , 2016 , 67 : 807 - 820 .

[24] VALENCIA — SANDOVAL C . FLANDERS DN , KOZAK R A . Participatory landscape planning and sustainable community development : methodological observations from a case study in rural Mexico [J] . Landscape and Urban Planning . 2010 , 94 (1) : 63 — 70 .