

李梦娜,刘琳,张永芳,等. 区域土地整理项目时空配置[J]. 江苏农业科学,2018,46(12):218-222.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.12.053

# 区域土地整理项目时空配置

李梦娜<sup>1</sup>, 刘琳<sup>2</sup>, 张永芳<sup>3</sup>, 刘蕾<sup>3</sup>, 武彦斌<sup>1</sup>

(1. 河北经贸大学管理科学与工程学院, 河北石家庄 050061; 2. 河北工程技术学校, 河北石家庄 050061;

3. 河北经贸大学公共管理学院, 河北石家庄 050061)

**摘要:**为确定区域土地整理项目的时空配置模式,以河北省武强县为研究区域,基于景观格局视角,应用系统动力学原理,分析土地整理工程对景观格局及生态学过程的影响,构建结构与功能、时间与空间耦合的区域土地整理项目时空配置模型。该模型包括社会、经济与景观生态 3 个子系统,按照变量性质的不同,确定状态变量、速率变量、辅助变量和常量等系统变量,进而采用系统动力学语言分析各个子系统内部的主、次反馈环,并构建各个反馈环的状态方程、速率方程和辅助方程,借助 Vensim 平台得到系统模型。采用 2002—2007 年的研究区数据作为样本数据,以 2007 年作为模拟基年,2008—2015 年数据作为检验数据,结果发现,模拟数据的相对误差大多在 2% 以内,说明模型预测的系统行为与实际情况一致,验证了模型的适用性与准确性。

**关键词:**景观格局;土地整理项目;系统动力学;时空配置

**中图分类号:** F323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)12-0218-05

土地整理是以耕地占补平衡为主要目标,旨在解决我国经济发展过程中出现的人地矛盾,确保耕地生产力、粮食安全以及景观生态建设的重要工程措施,相关研究受到土地研究工作者的极大关注。长期以来,我国土地整理项目的目标偏

重增加耕地数量,完成占补平衡和总量平衡,且项目的立项依据多以完成新增耕地指标为主,其具体的工程生物措施往往忽视与研究区生态系统结构和功能的协调度,高标准基本农田的建设标准轻视物质循环与共生,缺乏关于土地整理工程对景观格局及生态学过程影响的分析。

德国、法国等西欧国家关于土地整理的研究主要集中在工程措施、规划方案、相关制度、权属调整、效益评价等方面<sup>[1-2]</sup>。从发展阶段上看,先后经历了如何运用土地整理来改善农业生产条件的阶段和 21 世纪后以景观设计和生态环境保护为代表的绿色基调占据主导地位的阶段<sup>[3-4]</sup>。国内学

收稿日期:2017-10-28

基金项目:河北省社会科学基金(编号:HB14GL052)。

作者简介:李梦娜(1991—),女,河北涿鹿人,硕士,主要从事项目评价研究。E-mail:18731139120@163.com。

通信作者:武彦斌,博士,教授,主要从事土地利用、项目管理研究。E-mail:wuyanbin080@126.com。

[34] Rosero E, Yang Z L, Gulden L E, et al. Evaluating enhanced hydrological representations in Noah LSM over transition zones: implications for model development [J]. Journal of Hydrometeorology, 2009, 10(3): 600-622.

[35] Yang K, Watanabe T, Koike T, et al. Auto-calibration system developed to assimilate AMSR-E data into a land surface model for estimating soil moisture and the surface energy budget[J]. Journal of the Meteorological Society of Japan, 2007, 85A(2): 229-242.

[36] Yang K, Zhu L, Chen Y Y, et al. Land surface model calibration through microwave data assimilation for improving soil moisture simulations[J]. Journal of Hydrology, 2016, 533: 266-276.

[37] 贾炳浩, 谢正辉, 田向军, 等. 基于微波亮温及集合 Kalman 滤波的土壤湿度同化方案[J]. 中国科学(地球科学), 2010, 40(2): 239-251.

[38] Liu Y Q, Gupta H V. Uncertainty in hydrologic modeling: toward an integrated data assimilation framework [J]. Water Resources Research, 2007, 43(7): 126.

[39] Kumar S V, Reichle R H, Harrison K W, et al. A comparison of methods for a priori bias correction in soil moisture data assimilation [J]. Water Resources Research, 2012, 48(3): 1346-1346.

[40] Whitaker J S, Hamill T M. Ensemble data assimilation without

perturbed observations [J]. Monthly Weather Review, 2002, 130(7): 1913-1924.

[41] Eberhart R C, Shi Y H. Particle swarm optimization: development, applications and resources [C]// Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation, South Korea: Seoul, 2001.

[42] Zhang S W, Liu Y H, Zhang W D. Ensemble square root filter assimilation of near-surface soil moisture and reference-level observations into a coupled land surface-boundary layer model[J]. Acta Meteorologica Sinica, 2013, 27(4): 541-555.

[43] Chen F, Duhia J. Coupling and advanced land surface hydrology model with the Penn State-NCAR MM5 modeling system part I: model implementation and sensitivity [J]. Monthly Weather Review, 2001, 129(4): 569-585.

[44] Schaake J C, Koren V I, Duan Q Y, et al. Simple water balance model for estimating runoff at different spatial and temporal scales [J]. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 1996, 101(D3): 7461-7475.

[45] Janjić Z I. The step-mountain eta coordinate model: Further developments of the convection, viscous sublayer, and turbulence closure schemes [J]. Monthly Weather Review, 1994, 122(5): 927-945.

者的研究内容主要集中在基础理论、工程方法、效益评价、法律法规、政策制定、项目运行模式、资金管理等方面。近年来,关于土地整理项目对景观生态影响的研究受到了学者们的广泛关注<sup>[5-9]</sup>,而研究方向多集中在单一土地整理项目的具体工程措施、整理模式对景观格局的影响方面<sup>[10-11]</sup>;但研究者已逐渐认识到,建设具有高生态景观价值的土地利用空间格局是土地整理未来的发展方向<sup>[12]</sup>。学者们对区域尺度上土地整理项目的研究多为定性分析,本研究采用系统动力学方法,建立结构与功能、时间与空间耦合的区域土地整理项目时空配置系统模型,旨在科学确定区域土地整理项目目标及其时空分布,为城乡一体化发展提供决策依据。

## 1 数据来源与研究区概况

### 1.1 数据来源

基础数据主要来源于 2002—2015 年的土地利用现状数据、《武强县统计年鉴》、《河北经济年鉴》、现场调查数据、《武强县土地利用总体规划》、武强县“十五”“十一五”“十二五”经济发展规划等。状态变量的初始值是参考研究区前述基础数据、现场问卷调查以及历史数据推算得到的。常量是指在研究期内发生微小变化或者相对不发生变化的量。通过分析《河北经济年鉴》和 2002—2015 年的建设投资与农业投资相关数据,确定本研究涉及的常量人口增长率为 0.65,建设投资系数为 0.12,农业投资系数为 0.15。

### 1.2 研究区概况

武强县隶属河北省衡水市,是历史悠久的“木版年画之乡”。北邻京津、南近济南、西靠石家庄、东连黄骅港,地处渤海湾开发前沿,位置优越,自然资源丰富。属温带季风气候,年均降水量 554 mm 左右。武强县共管辖 2 镇 4 乡 238 个行政村,人口总数 21 万人,土地面积 445 km<sup>2</sup>,其中耕地面积 3 万 hm<sup>2</sup>,是典型的平原农业县。武强县土地肥沃,盛产小麦、玉米、棉花、大豆、辣椒等农作物,是国家现代农业示范区,在京津冀协同发展的大背景下,区位优势日趋明显。

## 2 建模过程

### 2.1 研究方法

系统动力学(system dynamics,简称 SD)是基于系统论、控制论和信息论,借助计算机建模与仿真,通过对系统内部因素之间的相互作用关系进行定量分析来研究复杂系统结构、功能与动态行为之间关系的学科。系统动力学认为,系统的行为模式既受到内部结构的制约,同时又受到外界环境的影响,外在行为模式主要受制于系统内部的主导反馈回路。合理配置区域土地整理项目是一项复杂的系统工程,采用系统动力学方法将时空配置模型分解为社会、经济与景观生态三大系统。采用研究区 2002—2007 年的数据作为样本数据,并以 2007 年作为模拟基年,2008—2015 年数据作为检验数据,借助 Vensim 平台,构建区域土地整理项目时空配置模型。该模型从系统优化的角度出发,结合景观格局变化,对区域土地整理时空配置进行分析,以期寻求长时间序列的景观生态型土地整理模式。

### 2.2 系统建模

#### 2.2.1 确定系统边界

2.2.1.1 经济子系统边界 城镇化的快速扩张和人口数量

的急剧增加加大了对非农用地的需求,尤其是建设用地的需求,因此加大土地整理开发的投资力度,合理开发未利用土地,实现占补平衡,提高耕地的开发利用效率至关重要。本研究中的经济子系统引入的内生变量主要为国内生产总值(gross domestic product,简称 GDP)、人口数量、耕地数量、建设用地数量、建设投资等。

2.2.1.2 社会子系统边界 主要围绕农民这一主要受益主体开展土地整理的社会子系统研究。土地整理是一项外部效益明显的公共投资活动,不但能够促进农民增收,改善农业生产生活条件等,而且对促进社会公平、提高公众满意度等也发挥着积极作用。本研究中的社会子系统主要涉及农民收入、公众满意度、生产生活条件以及就业人数等因素。

2.2.1.3 景观生态子系统边界 土地整理景观生态系统从景观子系统和生态子系统 2 个部分来刻画,其中景观特征主要以景观多样性和景观破碎度来体现,生态特征主要是从耕地质量、植被覆盖率、水土流失面积、生态多样性等方面来分析。

2.2.2 因果关系分析 因果关系包含正反馈关系和负反馈关系。正反馈关系表示 2 个变量之间是同向变化关系,负反馈关系表示 2 个变量之间是反向变化关系。拥有偶数个负反馈关系的回路是正反馈回路,拥有奇数个负反馈关系的回路是负反馈回路。正反馈回路具有无限加强的特性,负反馈回路具有纠偏特性。

2.2.2.1 经济子系统 经济子系统涉及的主要反馈回路为:耕地面积→粮食产量→粮食产值→GDP→建设投资→建设用地→未利用地开发面积→耕地面积;耕地面积→粮食产量→粮食产值→GDP→人口数量→人均耕地面积→未利用地开发面积→耕地面积;人均耕地面积→未利用地开发面积→耕地面积→人均耕地面积。

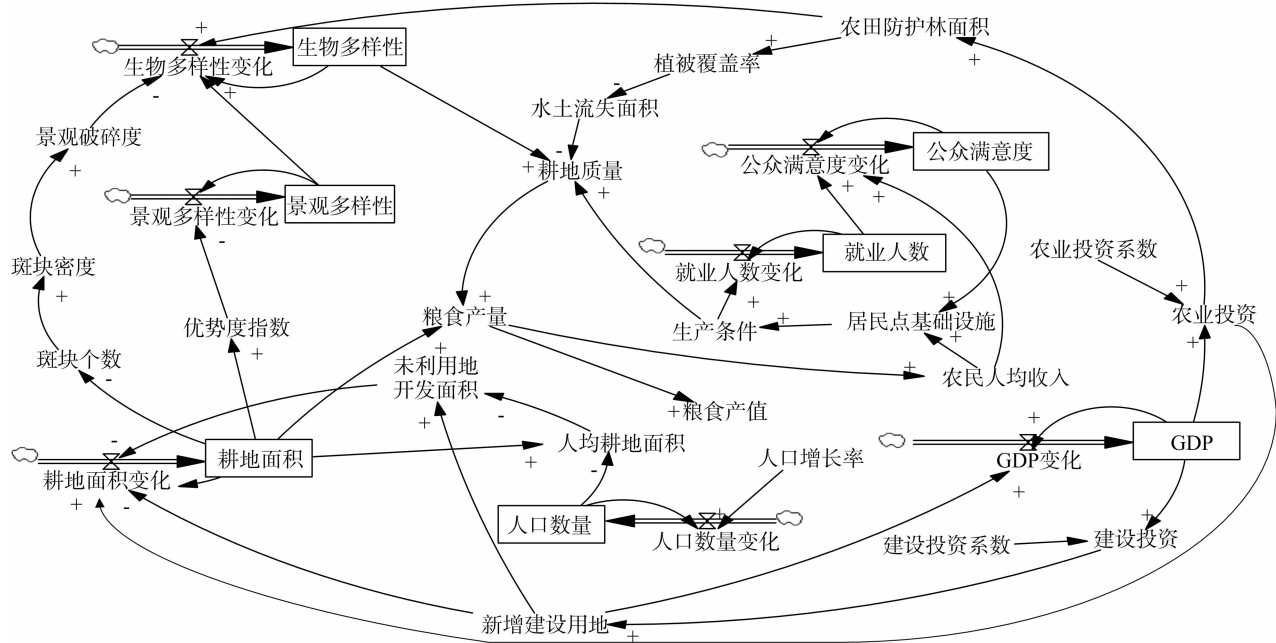
2.2.2.2 社会子系统 社会子系统涉及到的主要反馈回路为:耕地质量→粮食产量→粮食产值→农民收入→公众满意度→农业基础设施→农业生产条件→耕地质量;就业人数→公众满意度→农业基础设施→农业生产条件→就业人数;农民收入→农业基础设施→农业生产条件→耕地质量→粮食产量→粮食产值→农民收入。

2.2.2.3 景观生态子系统 景观生态子系统包含的主要反馈回路为:耕地质量→粮食产量→粮食产值→GDP→农业投资→耕地面积→斑块个数→斑块密度→景观破碎度→生物多样性→耕地质量;耕地质量→粮食产量→粮食产值→GDP→农业投资→农田防护→耕地质量;生物多样性→耕地质量→粮食产量→GDP→农业投资→农田防护→生物多样性;耕地面积→优势度指数→景观多样性→生物多样性→耕地质量→粮食产量→粮食产值→GDP→农业投资→耕地面积。

### 2.3 系统流程图

系统内部的变量根据变量性质分为积分变量、速率变量、辅助变量和常量,通过物质流和信息流等特殊符号将不同性质的变量连接起来,可以更加直观形象地描述系统的结构。此外,通过构建不同变量之间的数学关系式可以实现系统从定性分析到定量分析的过渡。

本研究应用 Vensim PLE 软件构建区域土地整理时空配置系统流程图,具体如图 1 所示。



“+” “-” 分别代表正反馈、负反馈关系

图1 区域土地整理项目时空配置流图

## 2.4 构建系统动力学方程

模型的定性分析是基于因果关系进行的,定量分析所需的方程可以借助基础数据或者经验公式进行拟合,无法用函数拟合的变量关系可以借助表函数来表达,常用的积分函数(INTEG)、最值函数(MAX、MIN)、指数函数(EXP)、对数函数(LN)等借助 Vensim 软件平台实现,模型的仿真初始时间是 2013 年,仿真末年为 2023 年。主要方程列示如下。

$$\text{耕地面积} = \text{INTEG}(\text{耕地面积变化}, 31\ 174); \quad (1)$$

$$\text{耕地面积变化} = \text{MAX}(\text{未利用地开发面积} - 0.044 \times \text{新增建设用地}, 0.0019 \times \text{耕地面积}); \quad (2)$$

$$\text{GDP 变化量} = \text{MIN}(0.107 \times \text{粮食产值} + 8.45 \times \text{新增建设用地}, \text{GDP}); \quad (3)$$

$$\text{FINAL TIME} = 2\ 023; \quad (4)$$

$$\text{人口数量变化量} = \text{人口增长率} \times \text{人口数量}; \quad (5)$$

$$\text{人均耕地面积} = \text{耕地面积} / \text{人口数量}; \quad (6)$$

$$\text{建设投资} = \text{GDP} \times \text{建设投资系数}; \quad (7)$$

$$\text{未利用地开发面积} = 0.063 \times \text{新增建设用地} - 3\ 741.71 \times \text{人均耕地面积} + 763.42; \quad (8)$$

$$\text{INITIAL TIME} = 2\ 013; \quad (9)$$

$$\text{公众满意度变化量} = \text{MAX}(-0.048 + 1.708 \times 10^{-7} \times \text{农民人均收入} + 3.25 \times 10^{-6} \times \text{就业人数}, 0.205 \times \text{公众满意度}); \quad (10)$$

$$\text{生产条件} = -2.31 \times 10^{-10} \times \text{居民点基础设施}^2 + 1.824 \times 10^{-6} \times \text{居民点基础设施} + 0.554; \quad (11)$$

$$\text{优势度指数} = 0.011 \times \exp(7.703 \times 10^{-5} \times \text{耕地面积}); \quad (12)$$

$$\text{农业投资} = \text{GDP} \times \text{农业投资系数}; \quad (13)$$

$$\text{农田防护林面积} = 0.0143 + 0.0206 \times \ln(\text{农业投资}); \quad (14)$$

$$\text{斑块个数} = 3551.9 - (236.62 \times \ln \text{耕地面积}); \quad (15)$$

$$\text{景观多样性} = \text{INTEG}(\text{景观多样性变化}, 1.133); \quad (16)$$

$$\text{景观多样性变化} = \text{MAX}(-0.0271 + 0.0712 \times \text{优势度指数}^3 - 0.1008 \times \text{优势度指数}^2, -0.154 \times \text{景观多样性}); \quad (17)$$

$$\text{景观破碎度} = 0.052 + 5.094 \times 10^{-7} \times \text{斑块密度}^2 - (2.18 \times 10^{-9}) \times \text{斑块密度}; \quad (18)$$

$$\text{生物多样性变化} = \text{MIN}(-0.87 + 0.103 \times \text{景观破碎度} - 0.107 \times \text{景观多样性} - 0.0189 \times \text{农田防护林面积}, -0.1101 \times \text{生物多样性}); \quad (19)$$

$$\text{粮食产量} = 10\ 396.5 \times \text{耕地质量} + 2.883 \times \text{耕地面积} - 1.016 \times 10^6. \quad (20)$$

## 3 模型检验

### 3.1 历史检验

系统动力学遵循结构决定功能的分析原则,变量的发展变化趋势是系统行为特征的标志,因此通过模拟曲线和历史数据的趋势吻合程度可以检验模型能否很好地拟合现实。由表 1 可以看出,所有变量的相对误差大多在 2% 以内,说明模型预测的系统行为与实际情况一致,可达到参数有效性的要求,可以用来模拟真实的系统行为。

### 3.2 稳定性检验

有效的系统行为模式应当对大部分参数的变化是不敏感的,这主要是因为系统的行为模式是由模型内部主导反馈回路决定的,非主导反馈回路上的参数变化不会对系统的行为产生太大影响。本研究选取耕地面积作为测试变量,将时间步长分别设置为 1 年、6 个月、3 个月,以此观测参数在不同的时间步长下的变化趋势。

从图 2 可以看出,在不同时间步长条件下,耕地面积的变化趋势几乎一致,并没有因为参数值的改变而发生明显变化,也即参数值的变化并没有引起模型行为发生根本性变化,说明模型具有一定的稳定性,对参数变化不敏感,能够很好地反映现实系统。

表 1 参数有效性检验

年份	GDP			耕地面积			公众更满意度		
	历史值(万元)	仿真值(万元)	相对误差(%)	历史值(hm <sup>2</sup> )	仿真值(hm <sup>2</sup> )	相对误差(%)	历史值	仿真值	相对误差(%)
2008	404 633	404 510	0.030	48 942	48 711	0.472	3.704	3.669	0.945
2009	421 256	432 419	2.650	31 552	31 892	1.078	3.861	3.791	1.813
2010	436 720	437 597	0.201	31 494	32 021	1.673	3.924	3.892	0.815
2011	449 943	455 021	1.129	31 374	31 569	0.622	3.977	3.912	1.634
2012	468 809	466 922	0.402	31 282	31 550	0.857	4.081	4.132	1.250
2013	475 471	476 912	0.303	31 173	31 529	1.142	4.152	4.209	1.373
2014	480 572	482 342	0.368	31 128	31 676	1.760	4.220	4.301	1.919
2015	490 021	484 603	1.106	31 089	31 247	0.508	4.356	4.405	1.125

年份	生物多样性			人口数量			景观多样性		
	历史值	仿真值	相对误差(%)	历史值(人)	仿真值(人)	相对误差(%)	历史值	仿真值	相对误差(%)
2008	0.742	0.754	1.617	186 637	187 905	0.679	2.117	2.088	1.370
2009	0.687	0.693	0.873	197 592	198 922	0.673	2.073	2.107	1.640
2010	0.631	0.638	1.109	200 815	198 871	0.968	1.857	1.832	1.346
2011	0.584	0.592	1.370	202 744	205 578	1.398	1.982	1.997	0.757
2012	0.569	0.571	0.351	218 962	218 465	0.227	2.055	2.095	1.946
2013	0.578	0.567	1.903	221 310	221 952	0.290	2.147	2.123	1.118
2014	0.582	0.588	1.031	231 410	231 098	0.135	2.232	2.269	1.658
2015	0.599	0.603	0.668	242 965	243 306	0.140	2.285	2.322	1.619

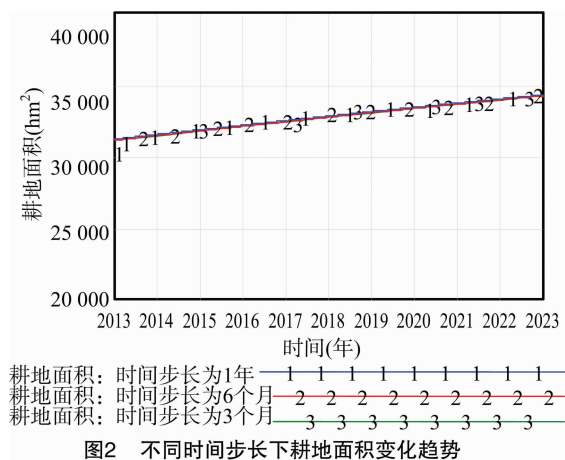


图2 不同时间步长下耕地面积变化趋势

## 4 情景设置

根据研究区不同时期的发展目标,设定 3 种仿真方案,各方案的目标存在差异,其中方案一设置的建设投资系数、农业投资系数分别为 0.15、0.18;方案二设置的建设投资系数、农业投资系数分别为 0.10、0.15;方案三设置的建设投资系数、农业投资系数分别为 0.09、0.10。

方案一:规划期为 2017—2020 年,以增加耕地数量、提高耕地质量为主要目标。该规划期伴随着京津冀协调一体化发展的大趋势,由于产业结构调整,研究区经济发展处于稳步提升阶段。城乡一体化进程的加快,进一步导致建设用地的增加,这意味着有更多的耕地转化为非农用地,从而进一步加剧人地矛盾。通过开展土地整理活动,进一步开发内陆滩涂、草地等未利用地以及复垦工矿废弃地等措施来弥补建设用地占用耕地导致的耕地损失,从而实现占补平衡;与此同时,通过增设农田水利基础设施和增施有机肥等措施来提高耕地质量,从而增加粮食产量。

方案二:规划期为 2021—2025 年,以改善生态环境为主

要目标。在不同区域尺度上建立不同的整理目标。在县域尺度上,构造绿色生态网络;在乡(镇)尺度上,注重自然与半自然生境的比例,以及生境质量和功能的连接性;在村级尺度上,重点提升景观多样性和景观美观度,增强空间异质性,提升景观生态功能。

方案三:规划期为 2026—2030 年,以区域协调发展为主要目标。土地整理工作是一项具有较强外部性的公共事业投资项目,具有明显的社会效益,在优化国土格局、统筹城乡发展、优化资源配置方面具有重要的推动作用。对土地利用系统进行协同管理的最终目标是建立协调、循环、可持续的土地利用态势,确保区域在大力发展经济的同时,能够最大程度地实现人类的福祉并确保区域的土地生态安全<sup>[13-14]</sup>。

## 5 仿真分析

利用收集到的历史数据计算 GDP、人口数量、耕地数量以及新增建设用地数量、建设投资、农民人均收入、公众满意度、生产条件、就业人数、景观多样性、景观破碎度、植被覆盖度、生物多样性等系统变量。

利用 ArcGIS 软件制作单一因子数字地图,建立地理信息系统(geographic information system,简称 GIS)空间数据库。根据区域土地整时空配置目标,将土地整理项目在时间和空间上划分为 3 个阶段。2017—2020 年以增加耕地面积,提高耕地质量为主要目标;2021—2025 年以改善生态环境为主要目标;2026—2030 年以区域协调可持续发展为主要目标。在 ArcGIS 空间分析函数的支持下,将 SD 模型设置的 3 种情景方案导入 ArcGIS 软件平台中,并搜索、检索、合并评价单元,获取区域空间整合目标的时空配置。结合 GIS 技术,模拟研究区土地整理项目时空配置在动态场景中的协调发展模式(图 3)。具体整理方案如下:

(1)2017—2020 年,采用方案一进行时空配置,既要满足经济发展对建设用地的扩张需求,也要保证耕地数量的平衡,

同时提高耕地质量。从图 3 可以看出,整理区与不整理区、各期土地整理区分布集中。整理区主要位于街关镇、周窝镇、北代乡、武强镇等 4 个乡(镇)临近石黄高速、307 国道的区域, 占可整理面积的 30.97%, 新增耕地目标的实现主要依靠修建道路、规整地块、完善田间交通系统和提高地块规整水平来实现。同时,该区域内灌溉设施不完善,可通过修建、修整农田水利设施来提高灌溉保证率。

(2)2021—2025 年,采用方案二进行时空配置,随着土地整理的发展,改善生态环境将逐步受到重视。整理区主要位于孙庄乡、北代乡北部及武强镇东北部,该区域水资源较丰富,植被、土壤、灌溉条件较好,通过完善农田水利设施、加强林网建设,可进一步改善生态环境。以构建大集中、小分散的异质性斑块为目标,既要提高景观聚集度,降低景观破碎化程度,又要为物种的迁移、繁衍和生存创造条件,交叉布置多种作物种植斑块,使农业景观生态系统在整体上展示群体美,局部各斑块展示个体美,构建井然有序、脉络清晰的景观生态格局,提升景观的美学效益<sup>[15-16]</sup>。

(3)2026—2030 年,采用方案三进行时空配置,耦合协调发展的实质是不以牺牲生态价值、破坏环境为代价来满足经济发展和社会需求,而要追求经济发展、社会需求与生态保护和谐共生<sup>[17]</sup>。当各子系统处于良性匹配状态时,物质交换、能量流动及信息传递表现出相互促进、共同发展的态势,这样才能使生态环境良好、经济增长和社会进步并存。

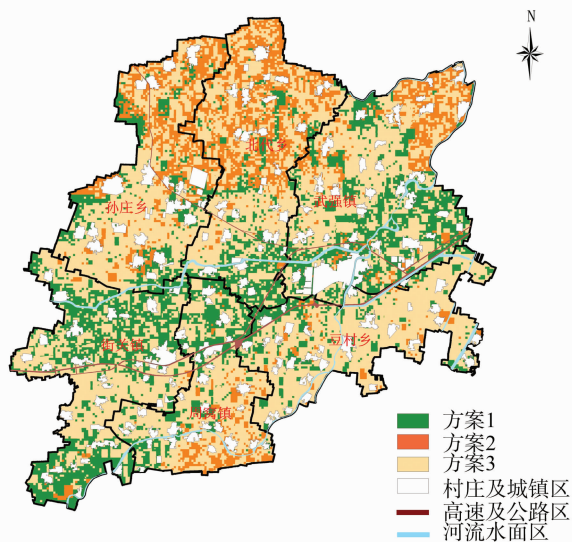


图3 研究区土地整理项目时空动态配置仿真结果(1:200 000)

## 6 结论

选取河北省衡水市武强县具有代表性的整理案例作为研究对象,结合项目区多年的历史数据,在 Vensim 软件平台中构建区域土地整理项目时空配置模型。通过仿真分析得出以下结论。

通过分析土地整理工程对景观格局及生态学过程的影响,借助 Vensim 软件平台构建区域土地整理项目时空配置模型,可实现空间与时间以及结构与功能的耦合。经检验,模型在行为上和结构上一致,通过了有效性和稳定性检验,说明能够对研究区的真实情况进行模拟预测。

本研究构建的土地整理项目时空配置模型以期建立长期的景观生态型整理模式,即在保持耕地数量动态平衡的基础上,以维护和提升研究区景观生态功能为目标进行土地整理工作。该模型所取得的时空配置结果有益于指导研究区的土地整理实践工作,制定相应的土地整理专项规划,确定不同时期的土地整理方向和重点区域。

## 参考文献:

- [1]Thapa G B,Niroula G S. Alternative options of land consolidation in the mountains of Nepal:an analysis based on stakeholders' opinions [J]. Land Use Policy,2008,25(3):338-350.
- [2]Pašakarnis G, Morley D, Malienė V. Rural development and challenges establishing sustainable land use in Eastern European countries[J]. Land Use Policy,2013,30(1):703-710.
- [3]Sklenicka P. Applying evaluation criteria for the land consolidation effect to three contrasting study areas in the Czech Republic [J]. Land Use Policy,2006,23(4):502-510.
- [4]Minor E S,Urban D L. A graph-theory framework for evaluating landscape connectivity and conservation planning [J]. Conservation Biology,2008,22(2):297-307.
- [5]王 军,李 正,白中科,等. 喀斯特地区土地整理景观生态规划与设计——以贵州荔波土地整理项目为例[J]. 地理科学进展,2011,30(7):906-911.
- [6]吴次芳,费罗成,叶艳妹. 土地整治发展的理论视野、理性范式和战略路径[J]. 经济地理,2011,31(10):1718-1722.
- [7]傅伯杰,吕一河,陈利顶,等. 国际景观生态学研究新进展[J]. 生态学报,2008,28(2):798-804.
- [8]郎文聚,宇振荣. 中国农村土地整治生态景观建设策略[J]. 农业工程学报,2011,27(4):1-6.
- [9]乔彦强,程文仕,程东林,等. 基于 DPSIR 模型的土地整治规划环境影响评价[J]. 水土保持通报,2017,32(2):308-312.
- [10]顿耀龙,王 军,白中科,等. 松嫩平原西部土地整理区景观格局指数的粒度效应研究[J]. 水土保持研究,2014,21(5):66-71.
- [11]艾建超,赵 力,程龙飞,等. 土地整理进程中镇赉项目区景观格局变化及生态风险[J]. 东北师大学报(自然科学版),2013,45(2):146-152.
- [12]刘峻岭,李 申,孟伟庆. 基于景观格局与生态过程的土地整理生态效应评价——以天津市七里海镇为例[J]. 中国农业资源与区划,2014,35(1):95-101.
- [13]Wang J,Yan S C,Yu L,et al. Evaluation of ecosystem service value and strategies for ecological design in land consolidation;a case of land consolidation project in Da'an City,Jilin Province,China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2014,25(4):1093-1099.
- [14]Pašakarnis G,Maliene V. Towards sustainable rural development in Central and Eastern Europe:applying land consolidation[J]. Land Use Policy,2010,27(2):545-549.
- [15]刘世梁,安南南,王 军. 土地整理对生态系统服务影响的评价研究进展[J]. 中国生态农业学报,2014,22(9):1010-1019.
- [16]裴 欢,魏 勇,王晓妍,等. 耕地景观生态安全评价方法及其应用[J]. 农业工程学报,2014,30(9):212-219.
- [17]宁秀红,赵 敏. 土地整治驱动下土地利用和景观格局变化研究——以上海市合庆镇为例[J]. 长江流域资源与环境,2016,25(1):79-87.