

基于耦合协调度模型的高标准农田建设项目区优选研究

张合兵<sup>1</sup> 赵素霞<sup>1</sup> 陈宁丽<sup>1</sup> 张秋霞<sup>2</sup>

(1. 河南理工大学测绘与国土信息工程学院, 焦作 454000; 2. 华北水利水电大学法学与公共管理学院, 郑州 450046)

**摘要:** 以河南省新郑市为研究区, 在对高标准农田建设适宜性和空间稳定性评价的基础上, 通过构建耦合协调度模型, 结合热点分析理论, 优选高标准农田建设项目区。研究表明, 高标准农田建设难易程度中基本具备级别所占面积最大, 耕地面积为 33 731. 84 hm<sup>2</sup>, 占耕地总面积的 62. 27%。根据农田建设难易程度, 选取了 5 个高标准农田建设项目区, 涉及新村镇、城关乡、观音寺镇、梨河镇、八千乡和辛店镇等 6 个乡镇, 可建成高标准农田面积 3 455. 87 hm<sup>2</sup>。研究方法可为高标准农田建设项目选址提供科学依据。

**关键词:** 高标准农田; 空间稳定性; 耦合协调度; 热点分析; 项目区优选

**中图分类号:** F301. 21      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-1298(2018)08-0161-08

Project Optimization for Well-facilitied Farmland Construction  
Based on Coupling Coordination Degree

ZHANG Hebing<sup>1</sup> ZHAO Suxia<sup>1</sup> CHEN Ningli<sup>1</sup> ZHANG Qiuxia<sup>2</sup>

(1. College of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China

2. College of Law and Public Management, North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou 450046, China)

**Abstract:** The well-facilitied farmland construction is important initiative to strengthen farmland protection and ensure food security. Along with growing prominence of contradiction between land and population and farmland protection, it is imminent to research well-facilitied farmland construction. The construction project area location is not scientific, and research on the construction project area location of well-facilitied farmland can resolve it. It can provide support of theory for well-facilitied farmland construction and information management. Taking Xinzheng City in Henan Province as an example, the suitability and spatial stability of the well-facilitied farmland construction were researched based on evaluation model of suitability and spatial stability of the well-facilitied farmland construction to improve scientificity of construction project area location of well-facilitied farmland. Then optimum model of construction project area was established based on coupling coordination degree to confirm difficulty of well-facilitied farmland construction. The agglomeration of difficulty level was explicitly by Hot-Spot analysis, and the construction project area was selected. The result showed that basically possesses of construction difficulty was the largest, the area of farmland was 33 731. 84 hm<sup>2</sup>, the proportion was 62. 27%. According to the difficulty of farmland construction, the well-facilitied farmland construction project area was selected, which contained five construction project areas. The Xincun Town, Chengguan Township, Guanyinsi Town, Lihe Town, Baqian Township and Xindian Town were involved. The well-facilitied farmland can be built with area of 3 455. 87 hm<sup>2</sup>. It provided scientific basis for project location selection of well-facilitied farmland construction.

**Key words:** well-facilitied farmland; spatial stability; coupling coordination degree; hot-spot analysis; project area optimization

收稿日期: 2017-12-25    修回日期: 2018-04-13

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(41641057)、国土资源部公益性行业科研专项(201411022)和河南省高校科技创新团队支持计划项目(18IRTSTHN008)

**作者简介:** 张合兵(1975—), 男, 教授, 主要从事土地整治和土地规划研究, E-mail: jzitzhb@hpu.edu.cn

0 引言

随着我国工业化、城镇化的快速发展,耕地数量尤其是优质耕地数量急剧减少,开展高标准农田建设和整治,对提升我国粮食安全保障水平、促进新型农业现代化乃至全面建成小康社会至关重要。2008年以来,我国出台的《十三五规划纲要》、《国土资源“十三五”规划纲要》等相关文件对建设高标准农田做出了一系列部署。十三五期间要对基本农田实行特殊保护,全面划定永久基本农田,大规模推进农田水利、土地整治、中低产田的改造和高标准农田建设,以项目为载体建设 2 666.67 万  $\text{hm}^2$  高标准农田;十三五期末确保建成高标准农田 5 333.33 万  $\text{hm}^2$ ,力争 6 666.67 万  $\text{hm}^2$ ,这些都说明加快推进高标准农田建设迫在眉睫。但目前高标准农田建设还存在建设标准、建设区域不明确,建设规划、布局、时序不明确,项目选址不科学等问题,亟需进一步深化研究。

目前,国内研究主要集中在通过构建评价指标体系、评价模型,对高标准农田建设的可行性<sup>[1]</sup>、建设时序<sup>[2-5]</sup>、建设模式<sup>[6-8]</sup>、区域划定<sup>[9-11]</sup>、耕地综合质量与建设难度<sup>[12]</sup>和建设后效应<sup>[13]</sup>进行研究,主要通过四象限法<sup>[14-15]</sup>、限制因素组合法<sup>[16]</sup>及应用可变模糊集理论<sup>[17]</sup>开展建设区域研究。但对高标准农田项目区的选址方面的研究还不够深入。鉴于此,本文以新郑市为研究区域,开展基于耦合协调度的高标准农田建设项目区优选研究,解决高标准农田整治中区域不明晰、项目区选址不合理等问题,提高项目区选址科学性,以期为高标准农田建设项目规划实施提供参考。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

新郑市地处郑州市东南部,位于东经 113°30′~113°54′、北纬 34°16′~34°39′之间。地势西部、中部稍高,东部、南北较低。地貌类型主要有山地、丘陵、岗地和平原等。新郑市土壤类型多样,具有褐土、潮土和风砂土 3 个类型,新郑市 2015 年土地总面积 88 459.15  $\text{hm}^2$ ,其中耕地面积 54 166.98  $\text{hm}^2$ (包含田坎、沟渠和农村道路),2015 年全市总人口 84.02 万人,其中城镇人口 40.72 万人。

1.2 数据来源

本研究数据来源于新郑市土地利用变更数据库(2015 年)、《新郑市土地利用总体规划(2009—2020)》及其数据库、《新郑市城乡总体规划(2009—2030 年)》、《新郑市土地整治规划(2011—2020 年)》及其数据库、新郑市农用地分等成果、新郑市

第二次土壤普查、空间分辨率为 2.5 m 的 Spot 遥感影像、土壤污染调查数据、基础地理数据、地球化学调查数据、土壤图、地形图、DEM 数据和气象资料,人口数据来自 2016 年《新郑市统计年鉴》。

2 研究方法与模型构建

2.1 研究思路

通过分别建立高标准农田建设适宜性和空间稳定性评价指标体系及评价模型,对区域耕地单元的建设适宜性和空间稳定性进行评价,在此基础上,建立高标准农田建设适宜性与空间稳定性的耦合协调度评价模型,进行高标准农田建设区域评价和遴选,最终形成建设项目区,为高标准农田建设项目决策提供决策依据。

2.2 评价单元划分

评价单元的划分是进行高标准农田建设评价的基础,评价单元既要反映地貌类型、土壤类型及土地利用现状等一致或相对一致的特征,又反映内部属性特征的一致性。按照高标准农田建设要求,其各项建设需落实到具体的地块,本研究确定以地块即耕地图斑为评价单元,同时地块也是数据库管理的单元,对指导每个地块的建设方向更加明确、易于操作。以 2015 年土地利用变更数据为依据,利用 ArcGIS 软件提取耕地图斑,以耕地图斑为评价单元,并将碎小图斑合并到周围耕地图斑中,最终形成 17 960 个评价单元。

2.3 高标准农田建设适宜性和空间稳定性评价指标体系构建

2.3.1 评价指标体系构建

高标准农田建设受自然条件、基础设施条件、行政决策、规划控制、生态状况等因素的制约,必须全方位、多角度对高标准农田建设难易程度状况进行分析。依据《高标准农田建设通则》(GB/T 30600—2014)相关要求,本文从自然禀赋、基础设施条件、耕地形态等 3 个方面,区位条件、耕地性状、规划控制与生态状况等 4 个方面建立高标准农田建设适宜性、空间稳定性评价指标体系(表 1)。

2.3.2 评价指标标准化

在进行评价时,由于评价指标的来源、单位不同,需要对评价指标进行标准化处理,使指标间可进行直接比较。本文依据评价指标属性和内在特点,采用极差标准化法、阈值型赋值法<sup>[1]</sup>及经验法对评价指标进行标准化,各指标标准化方法见表 2。

2.3.3 评价指标权重确定

对于高标准农田建设适宜性和稳定性评价,选取的评价指标都会对评价结果产生不同程度的影

表 1 高标准农田建设适宜性与建设空间稳定性  
评价指标体系

Tab.1 Suitability and spatial stability evaluation index  
system of well-facilitied farmland construction

| 目标层          | 准则层    | 指标层       | 权重      |
|--------------|--------|-----------|---------|
| 高标准农田建设适宜性   | 自然禀赋   | 坡度        | 0.133 6 |
|              |        | 土壤有机质含量   | 0.267 5 |
|              |        | 有效土层厚度    | 0.207 1 |
|              |        | 土壤质地      | 0.213 5 |
|              |        | 土壤酸碱度     | 0.178 3 |
|              | 基础设施条件 | 灌溉保证率     | 0.288 7 |
|              |        | 排水条件      | 0.204 9 |
|              |        | 林网化比例     | 0.288 9 |
|              |        | 田间道路通达度   | 0.217 5 |
|              | 耕地形态   | 耕地连片度     | 0.568 2 |
| 田块规模         |        | 0.431 8   |         |
| 高标准农田建设空间稳定性 | 区位条件   | 与城市间距离    | 0.270 1 |
|              |        | 与乡镇间距离    | 0.228 3 |
|              |        | 与高速、铁路间距离 | 0.183 6 |
|              |        | 与公路间距离    | 0.215 8 |
|              |        | 与河流的距离    | 0.102 2 |
|              | 耕地性状   | 耕地自然等别    | 0.385 7 |
|              |        | 耕地性质      | 0.325 9 |
|              |        | 耕地类别      | 0.288 4 |
|              | 规划控制   | 土地规划      | 0.658 3 |
|              |        | 城市规划      | 0.341 7 |
| 生态状况         | 综合污染指数 | 1         |         |

响,因此,确定各评价指标权重至关重要。目前,主观赋权法完全依据决策者的专业知识和经验,具有较强主观性,易造成逻辑混乱、评价态度单一等问题。客观赋权方法通过客观计算形成权重,避免了人为因素干扰,但实测数据有时会出现一定误差,不能充分反映指标间的差异程度及重要程度。因此,本研究采用主观赋权法(熵权法)与客观赋权法(层次分析法)相结合的组合赋权法确定评价指标的权重,各权重见表 1。

2.4 高标准农田建设适宜性和空间稳定性评价模型确定及其分级

高标准农田建设适宜性和稳定性评价是多目标决策的过程,本文采用综合指数法模型<sup>[19]</sup>进行适宜性评价,采用逼近理想点法模型<sup>[20]</sup>进行空间稳定性评价;在评价基础上,采用自然断裂点方法按照高度适宜、中度适宜、低度适宜及不适宜,高度稳定、中度稳定、低度稳定与不稳定 4 个等级对适宜性和稳定性进行分级。

2.5 基于耦合协调度的高标准农田建设项目区优选模型构建

耦合是通过系统关系的研究,揭示要素或系统间相互作用及联合的现象,是子系统间或系统内要素之间相互胁迫、相互影响的关联关系<sup>[21]</sup>。耦合

表 2 评价指标分值  
Tab.2 Values of evaluation index

| 标准化方法       | 指标名称      | 标准化模型   |                     |                     |                     |                  |           |
|-------------|-----------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|-----------|
|             | 分值        | 1       | 0.8                 | 0.6                 | 0.4                 | 0.2              | 0         |
| 阈值型         | 坡度/(°)    | ≤2      | 2~6                 | 6~15                | 15~25               | >25              |           |
|             | 有效土层厚度/cm | ≥150    | 100~150             | 60~100              | 40~60               | <40              |           |
|             | 土壤质地      | 壤土      | 粘土                  | 砂土                  |                     | 砾质土              |           |
|             | 土壤酸碱度     | 6.0~7.9 | 5.5~6.0/<br>7.9~8.5 | 5.0~5.5/<br>8.5~9.0 | 4.5~5.0/<br>8.5~9.0 | <4.5/<br>9.0~9.5 |           |
|             | 灌溉保证率     | 充分满足    | 基本满足                | 一般满足                |                     | 无灌溉条件            |           |
|             | 排水条件      | 排水系统健全  | 基本健全                | 排水一般                |                     | 无排水系统            |           |
|             | 田间道路通达度/m | ≤10     | 10~100              | 100~500             | 500~1 000           | >1 000           |           |
|             | 耕地自然等别    | 5       | 6                   | 7                   | 8                   | 9                |           |
|             | 耕地性质      | 基本农田    | 一般耕地                |                     |                     |                  |           |
|             | 耕地类别      | 水田      | 水浇地                 | 旱地                  |                     |                  |           |
|             | 土地规划      | 限制建设区   |                     | 有条件建设区              |                     |                  | 允许建设区、禁建区 |
|             | 城市规划      | 禁建区     | 限制建设区               | 建设控制区               |                     | 发展备用区            | 城市建设区     |
| 正向极差标<br>准化 | 土壤有机质含量   |         |                     |                     |                     |                  |           |
|             | 林网化比例     |         |                     |                     |                     |                  |           |
|             | 与城市间的距离   |         |                     |                     |                     |                  |           |
|             | 与乡镇间距离    |         |                     |                     |                     |                  |           |
|             | 与高速、铁路间距离 |         |                     |                     |                     |                  |           |
| 负向极差标<br>准化 | 耕地连片度田块规模 |         |                     |                     |                     |                  |           |
|             | 与公路间的距离   |         |                     |                     |                     |                  |           |
|             | 与河流的距离    |         |                     |                     |                     |                  |           |
|             | 土壤综合污染指数  |         |                     |                     |                     |                  |           |

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)}$$

$$y_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)}$$

注:  $y_{ij}$  为标准化值,  $x_{ij}$  为评价因子的实际值,  $\max(x_j)$ 、 $\min(x_j)$  为第  $j$  项评价因子的最大值与最小值。

协调度是衡量系统耦合协调发展状况的依据<sup>[22]</sup>。

高标准农田建设项目区优选是解决高标准农田的选址问题,本文利用耦合协调度数学计算方法,构建基于耦合协调度的高标准农田建设项目区优选模型,通过计算评价单元的耦合协调度指数,反映区域高标准农田建设适宜性与稳定性状况的协调程度,判断不同区域高标准农田建设的难易程度,以此为基准遴选确定高标准农田建设项目区,并进行排序,为项目决策和实施提供依据。具体计算步骤如下:

计算高标准农田建设适宜性和空间稳定性耦合度指数

$$C = \left[ \frac{N(x)M(y)}{\left( \frac{N(x) + M(y)}{2} \right)^2} \right]^k \quad (k \geq 2) \quad (1)$$

式中  $C$ ——高标准农田建设适宜性和空间稳定性耦合度指数

$N(x)$ ——建设适宜性评价综合指数

$M(y)$ ——建设空间稳定性评价综合指数

$k$ ——调节系数,取  $k = 2$

计算建设适宜性与空间稳定性综合协调指数

$$T = \alpha N(x) + \beta M(y) \quad (2)$$

式中  $T$ ——高标准农田建设适宜性和空间稳定性综合协调指数

$\alpha, \beta$ ——待定权数,分别取 0.5

计算建设适宜性与空间稳定性耦合协调度指数

$$D = \sqrt{CT} \quad (3)$$

式中  $D$ ——高标准农田建设适宜性和空间稳定性耦合协调度指数

耦合协调度指数越高,建设适宜性与建设空间稳定性的总体协调发展水平越高,表明两者的耦合关系越协调。

2.6 高标准农田建设区域适宜性和稳定性耦合协调度分级及项目遴选

在计算耦合协调度基础上,按照优质、良好、中  
级、勉强协调发展类对高标准农田建设适宜性与空  
间稳定性耦合协调度进行分级(表 3),等级差异反  
映了二者的组合方式,也代表了高标准农田建设区  
域的难易程度。

表 3 高标准农田建设区域适宜性和稳定性耦合协调度分级

Tab.3 Coupling coordination degree classification of suitability and stability of well-facilitated farmland

| 耦合协调发展类型 | 耦合协调度指数             | 建设适宜性与建设空间稳定性组合                               | 高标准农田建设<br>难易程度 |
|----------|---------------------|-----------------------------------------------|-----------------|
| 优质协调发展类  | [0.8,1]             | 高稳定高适宜、高稳定中适宜、中稳定高适宜、中稳定中适宜                   | 基本具备            |
| 良好协调发展类  | [0.7,0.8)、[0.8,1]   | 高稳定低适宜、中稳定低适宜                                 | 稍加改造            |
| 中级协调发展类  | [0.7,0.8)、[0.6,0.7) | 高稳定不适宜、中稳定不适宜、低稳定高适宜、低稳定中适宜、                  | 全面整治            |
| 勉强协调发展类  | [0.6,0.7)、[0,0.6)   | 低稳定低适宜、低稳定不适宜、不稳定高适宜、不稳定中适宜、<br>不稳定低适宜、不稳定不适宜 | 不适宜建设           |

在分析高标准农田建设难易程度基础上,以上  
级下达区域高标准农田建设规模目标为前提,根据  
不同区域高标准农田建设难易程度的差异、空间分  
布及其积聚程度,遴选高标准农田建设重点区域,确  
定建设项目区,并进行排序。

3 结果分析

3.1 适宜性分析

经分析,研究区高标准农田建设适宜程度整体  
较高,如图 1 所示。高度适宜建设区面积最大,为  
30 361.26 hm<sup>2</sup>,占耕地总面积的 56.05%,主要分布  
于市域南部和西北部,集中观音寺镇、城关乡、梨河  
镇、辛店镇、龙湖镇等乡镇;中度适宜建设区面积  
为 19 618.97 hm<sup>2</sup>,所占比例为 36.22%,集中分布于郭  
店镇南部、新村镇西部、薛店镇、八千乡、龙王乡、孟  
庄镇等区域;低度适宜建设区面积为 4 123.32 hm<sup>2</sup>,  
所占比例为 7.61%,主要位于市域东部,呈现破碎  
化趋势,分布在和庄镇京广铁路沿线、薛店镇东部等

区域。不适宜建设区面积为 63.43 hm<sup>2</sup>,所占比例  
为 0.12%,分布较零散,集中连片性差,薛店镇较多,  
其余各乡镇均有零星分布。

3.2 空间稳定性分析

研究区高标准农田建设空间稳定性较高区域主  
要分布于市域南部和北部,见图 2。其中,高度稳定  
等级面积最大,为 20 815.38 hm<sup>2</sup>,占耕地总面积的  
38.43%,集中分布在辛店镇、观音寺镇、梨河镇东南  
部、八千乡南部、孟庄镇西部、龙湖镇西部等区域;  
中度稳定等级面积为 14 550.51 hm<sup>2</sup>,所占比例为  
26.86%,包括观音寺镇中部、梨河镇中部、新村镇西  
南部、城关乡北部、辛店镇东北等区域,其余乡镇有  
零星分布;低度稳定等级面积为 10 208.39 hm<sup>2</sup>,所  
占比例为 18.85%,集中分布在中心城区北部,包括  
八千乡北部、和庄镇北部、新村镇东部及中北部、郭  
店镇中南部、薛店镇东南部、龙王乡中部等区域;不  
稳定等级面积为 8 592.70 hm<sup>2</sup>,所占比例为 15.86%,主  
要位于市域中东部和北部,其余区域零星分布。

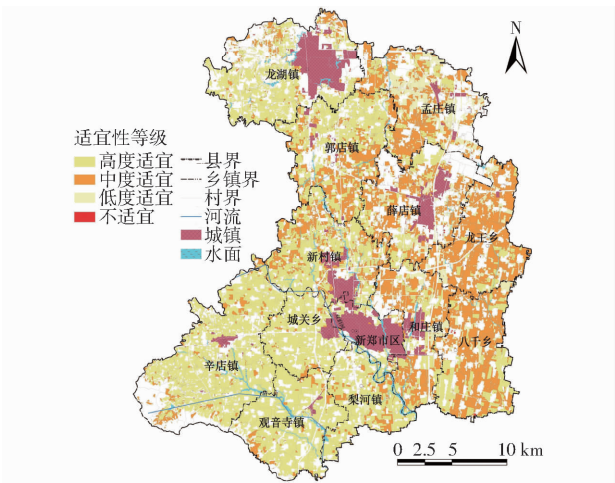


图 1 高标准农田建设适宜性空间分布图  
Fig.1 Grade map of construction suitability

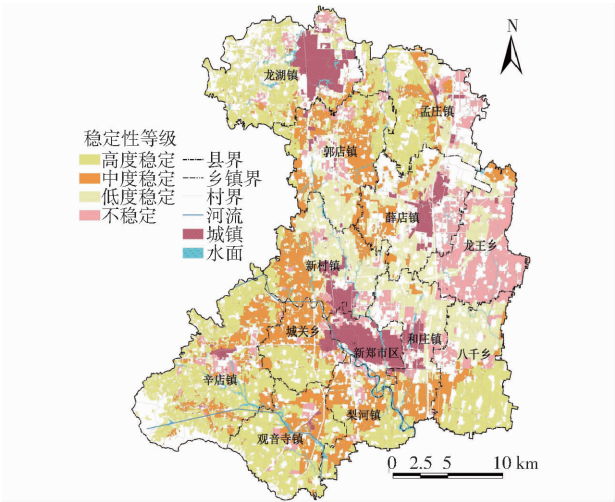


图 2 高标准农田建设空间稳定性空间分布图  
Fig.2 Grade map of construction spatial stability

3.3 适宜性和空间稳定性耦合协调度分析

3.3.1 耦合协调度计算

适宜性和空间稳定性耦合度指数  $C$  为

$$C = \left[ \frac{N(x)M(y)}{\left( \frac{N(x) + M(y)}{2} \right)^2} \right]^2 = \left( \frac{A}{B} \right)^2 =$$
$$\left( \frac{\begin{bmatrix} 0.389\ 5 \\ 0.361\ 3 \\ \vdots \\ 0.164\ 1 \\ 0.150\ 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.651\ 1 \\ 0.629\ 8 \\ \vdots \\ 0.263\ 7 \\ 0.235\ 4 \end{bmatrix}^{-1}}{\begin{bmatrix} 0.389\ 5 \\ 0.361\ 3 \\ \vdots \\ 0.164\ 1 \\ 0.150\ 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.651\ 1 \\ 0.629\ 8 \\ \vdots \\ 0.263\ 7 \\ 0.235\ 4 \end{bmatrix}} \right)^2 = \begin{bmatrix} 0.996\ 4 \\ 0.995\ 7 \\ \vdots \\ 0.699\ 5 \\ 0.619\ 2 \end{bmatrix}$$

其中  $A = N(x)M(y) =$

$$\begin{bmatrix} 0.598\ 2 \\ 0.573\ 7 \\ \vdots \\ 0.622\ 1 \\ 0.639\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.651\ 1 \\ 0.629\ 8 \\ \vdots \\ 0.263\ 7 \\ 0.235\ 4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.389\ 5 \\ 0.361\ 3 \\ \vdots \\ 0.164\ 1 \\ 0.150\ 5 \end{bmatrix}$$

$$B = \left( \frac{N(x) + M(y)}{2} \right)^2 =$$
$$0.5 \begin{bmatrix} 0.598\ 2 \\ 0.573\ 7 \\ \vdots \\ 0.622\ 1 \\ 0.639\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.651\ 1 \\ 0.629\ 8 \\ \vdots \\ 0.263\ 7 \\ 0.235\ 4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.390\ 2 \\ 0.362\ 1 \\ \vdots \\ 0.196\ 2 \\ 0.191\ 2 \end{bmatrix}$$

高标准农田建设适宜性和空间稳定性综合协调指数  $T$  为

$$T = \alpha N(x) + \beta M(y) =$$
$$0.5 \begin{bmatrix} 0.598\ 2 \\ 0.573\ 7 \\ \vdots \\ 0.622\ 1 \\ 0.639\ 1 \end{bmatrix} + 0.5 \begin{bmatrix} 0.651\ 1 \\ 0.629\ 8 \\ \vdots \\ 0.263\ 7 \\ 0.235\ 4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.624\ 6 \\ 0.601\ 8 \\ \vdots \\ 0.442\ 9 \\ 0.437\ 3 \end{bmatrix}$$

高标准农田建设适宜性和空间稳定性耦合协调度指数  $D$  为

$$D = \sqrt{CT} =$$
$$\left( \begin{bmatrix} 0.996\ 4 \\ 0.995\ 7 \\ \vdots \\ 0.699\ 5 \\ 0.619\ 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.624\ 6 \\ 0.601\ 8 \\ \vdots \\ 0.442\ 9 \\ 0.437\ 3 \end{bmatrix} \right)^{\frac{1}{2}} = \begin{bmatrix} 0.788\ 9 \\ 0.774\ 0 \\ \vdots \\ 0.556\ 6 \\ 0.520\ 4 \end{bmatrix}$$

3.3.2 耦合协调度分级及空间特征

经分析,全市高标准农田建设适宜性和空间稳定性耦合协调度等级为优质协调发展类(建设难易程度为基本具备)所占面积最大,为 33 731.84 hm<sup>2</sup>,占耕地总面积的 62.28%,包括 10 080 个评价单元,主要集中于全市南部和北部,包括辛店镇、观音寺镇、城关乡、梨河镇、八千乡南部、龙湖镇中西部、郭店镇东部、孟庄镇西部等,该区域建设适宜性与建设空间稳定性均较高。

耦合协调度等级为良好协调发展类(建设难易程度为稍加改造)面积为 1 616.45 hm<sup>2</sup>,所占比例为 2.98%,包含 893 个评价单元,该等级所占面积较小,分布较分散,建设适宜性和空间稳定性稍差。

耦合协调度等级为中级协调发展类(建设难易程度为全面整治)面积较小,为 8 997.74 hm<sup>2</sup>,所占比例为 16.61%,包含 3 084 个评价单元,集中分布于研究区中部,主要分布在郭店镇中南部、新农村镇中东部、和庄镇、八千乡北部、薛店镇南部等区域,该区域建设空间稳定性较低,建设适宜性稍高,自然基础较差。

耦合协调度等级为勉强协调发展类(不适宜建设)面积为 9 820.95 hm<sup>2</sup>,所占比例为 18.13%,包括 3 903 个评价单元,主要分布于中心城区和产业集聚

区周边,集中在龙王乡、孟庄镇东部等区域,其余乡镇有零星分布,该区域受城市、土地规划约束,建设

空间稳定性较低,不适宜建设高标准农田。具体统计和分布见表 4 和图 3。

表 4 高标准农田建设适宜性和空间稳定性耦合协调度分级统计

Tab. 4 Statistics of coupling coordination degree of suitability and stability of well-facilitied farmland

| 行政单位    | 优质协调发展类<br>(基本具备) |                        |            | 良好协调发展类<br>(稍加改造) |                        |            | 中级协调发展类<br>(全面整治) |                        |            | 勉强协调发展类<br>(不适宜建设) |                        |            |
|---------|-------------------|------------------------|------------|-------------------|------------------------|------------|-------------------|------------------------|------------|--------------------|------------------------|------------|
|         | 单元数/<br>个         | 面积/<br>hm <sup>2</sup> | 面积<br>比例/% | 单元数/<br>个         | 面积/<br>hm <sup>2</sup> | 面积<br>比例/% | 单元数/<br>个         | 面积/<br>hm <sup>2</sup> | 面积<br>比例/% | 单元数/<br>个          | 面积/<br>hm <sup>2</sup> | 面积<br>比例/% |
|         |                   |                        |            |                   |                        |            |                   |                        |            |                    |                        |            |
| 新建街道办事处 | 7                 | 24.74                  | 0.07       | 1                 | 0.78                   | 0.05       | 0                 | 0                      | 0          | 3                  | 3.50                   | 0.04       |
| 新华街道办事处 | 56                | 154.11                 | 0.46       | 0                 | 0                      | 0          | 12                | 14.88                  | 0.17       | 97                 | 181.75                 | 1.85       |
| 新烟街道办事处 | 0                 | 0                      | 0          | 0                 | 0                      | 0          | 19                | 35.07                  | 0.39       | 32                 | 42.70                  | 0.43       |
| 龙湖镇     | 1 554             | 3 316.92               | 9.83       | 196               | 108.68                 | 6.72       | 49                | 82.77                  | 0.92       | 264                | 432.10                 | 4.40       |
| 孟庄镇     | 998               | 2 547.85               | 7.55       | 474               | 974.68                 | 60.30      | 149               | 318.32                 | 3.54       | 523                | 933.00                 | 9.50       |
| 郭店镇     | 1 200             | 3 652.20               | 10.83      | 15                | 24.39                  | 1.51       | 375               | 1 204.44               | 13.39      | 209                | 492.94                 | 5.02       |
| 薛店镇     | 346               | 1 097.71               | 3.25       | 36                | 70.31                  | 4.35       | 533               | 1 299.12               | 14.44      | 597                | 1 108.70               | 11.29      |
| 新村镇     | 644               | 2 159.51               | 6.40       | 12                | 10.83                  | 0.67       | 874               | 2 096.53               | 23.30      | 190                | 427.71                 | 4.36       |
| 和庄镇     | 289               | 998.70                 | 2.96       | 30                | 54.36                  | 3.36       | 429               | 1 363.23               | 15.15      | 581                | 1 077.05               | 10.97      |
| 辛店镇     | 2 049             | 6 985.21               | 20.71      | 40                | 66.20                  | 4.10       | 20                | 39.22                  | 0.44       | 148                | 403.01                 | 4.10       |
| 观音寺镇    | 963               | 4 402.88               | 13.05      | 21                | 59.58                  | 3.69       | 10                | 9.01                   | 0.10       | 52                 | 232.54                 | 2.37       |
| 梨河镇     | 653               | 2 696.50               | 7.99       | 10                | 66.30                  | 4.10       | 35                | 85.27                  | 0.95       | 70                 | 196.92                 | 2.01       |
| 城关乡     | 626               | 2 652.11               | 7.86       | 10                | 2.67                   | 0.17       | 15                | 45.75                  | 0.51       | 42                 | 146.19                 | 1.49       |
| 八千乡     | 656               | 2 862.67               | 8.49       | 32                | 106.45                 | 6.57       | 295               | 1 474.99               | 16.37      | 202                | 697.44                 | 7.10       |
| 龙王乡     | 39                | 180.73                 | 0.55       | 16                | 71.22                  | 4.41       | 269               | 929.14                 | 10.33      | 893                | 3 445.40               | 35.07      |
| 合计      | 10 080            | 33 731.84              | 100        | 893               | 1 616.45               | 100        | 3 084             | 8 997.74               | 100        | 3 903              | 9 820.95               | 100        |

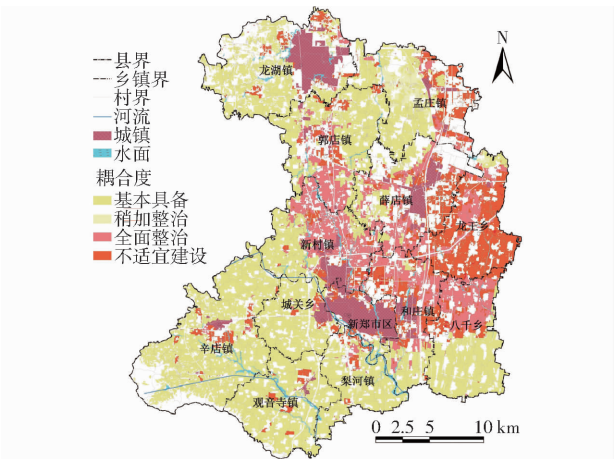


图 3 高标准农田建设耦合协调度等级空间分布图

Fig. 3 Coupling coordination degree distribution map of well-facilitated farmland construction

3.3.3 新郑市高标准农田建设项目区遴选

按照国土资源部《高标准基本农田建设标准》(TD/T 1033—2012)、《高标准农田建设通则》(GB/T 30600—2014)、《高标准农田建设评价规范》(GB/T 33130—2016)对高标准农田建设区域的要求,以集中连片、高产稳产、生态良好、设施配套等为原则,综合考虑上级下达新郑市高标准农田建设规模任务、耦合协调度分级、空间积聚特征、自然条件及区位条件,确定了 5 个高标准农田建设项目,高标准农田建设项目共涉及新村镇、城关乡、观音寺镇、

梨河镇、八千乡及辛店镇等 6 个乡镇,项目建设总规模 3 591.18 hm<sup>2</sup>,项目实施后可建成高标准农田面积 3 455.87 hm<sup>2</sup>(图 4、表 5)。

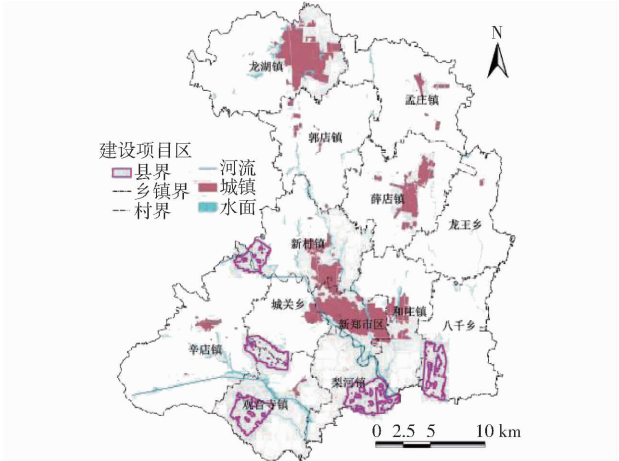


图 4 高标准农田建设项目区规划图

Fig. 4 Project plan map of well-facilitated farmland construction

4 结论

(1)在对新郑市高标准农田建设适宜性和稳定性评价基础上,通过对适宜性与空间稳定性耦合协调度分析及其分级,明确了区域高标准农田建设适宜性与空间稳定性耦合协调度空间分布特征,理清了建设难易程度,分析了建设难易程度的空间集聚

表 5 新郑市高标准农田建设项目规划

Tab.5 Plan of well-facilitied farmland construction of Xinzheng City

| 项目名称及实施期限                         | 涉及乡镇         | 项目建设规模/<br>hm <sup>2</sup> | 建成高标准农田<br>面积/hm <sup>2</sup> | 新增耕地面积/<br>hm <sup>2</sup> | 投资金额/<br>万元 |
|-----------------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------|
| 新郑市新村镇等 2 个乡镇高标准农田建设项目(2016—2017) | 新村镇、辛店镇      | 513. 84                    | 478. 61                       | 1. 10                      | 924. 91     |
| 新郑市城关乡等 3 个乡镇高标准农田建设项目(2017—2018) | 城关乡、辛店镇、观音寺镇 | 671. 39                    | 663. 95                       | 0. 25                      | 1 208. 50   |
| 新郑市观音寺镇高标准农田建设项目(2018—2019)       | 观音寺镇         | 733. 49                    | 708. 24                       | 0. 00                      | 1 320. 27   |
| 新郑市梨河镇高标准农田建设项目(2019—2020)        | 梨河镇          | 922. 21                    | 888. 15                       | 9. 90                      | 1 659. 98   |
| 新郑市八千乡等高标准农田建设项目(2017—2018)       | 八千乡          | 750. 25                    | 716. 92                       | 1. 59                      | 1 350. 46   |
| 合计                                |              | 3 591. 18                  | 3 455. 87                     | 12. 84                     | 6 464. 13   |

特征,确定了高标准农田建设项目区,为项目选址提供了科学决策依据。

(2)高标准农田建设项目区选取遴选受多种因素影响,除受自然禀赋条件因素限制外,更受区位条件、区域社会经济因素的影响,土地、城镇规划建设因素对建设空间稳定性影响最大。

参 考 文 献

1 赵素霞,牛海鹏,张捍卫,等. 基于生态位模型的高标准基本农田建设适宜性评价[J]. 农业工程学报, 2016, 32(12): 220 – 228.

ZHAO Suxia, NIU Haipeng, ZHANG Hanwei, et al. Suitability evaluation on high quality capital farmland consolidation based on niche-fitness model[J]. Transactions of the CSAE, 2016, 32(12): 220 – 228. (in Chinese)

2 陈英,王东,王顺然. 黄土高原丘陵沟壑区高标准农田建设时序研究——以天水市麦积区为例[J]. 浙江农业学报, 2017, 29(4): 660 – 667.

CHEN Ying, WANG Dong, WANG Shunran. Time arrangement of excellent-criterion farmland construction in loess hill and gully region: a case study of Maiji District, Tianshui City[J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 2017, 29(4): 660 – 667. (in Chinese)

3 李发志,孙华,江廷美,等. 高标准基本农田建设区域时序划分[J]. 农业工程学报, 2016, 32(22): 251 – 258.

LI Fazhi, SUN Hua, JIANG Tingmei, et al. Time sequence division of high-standard prime farmland construction area[J]. Transactions of the CSAE, 2016, 32(22): 251 – 258. (in Chinese)

4 贾丽,吴冰冰,高泽崇,等. 高标准基本农田建设时序安排研究——以河北省涿州市为例[J]. 中国生态农业学报, 2016, 24(9):1265 – 1274.

JIA Li, WU Bingbing, GAO Zechong, et al. Time sequence of high-standard prime farmland construction—a case study of Zhuozhou City, Hebei Province[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2016, 24(9): 1265 – 1274. (in Chinese)

5 宋文,吴克宁,张敏,等. 基于村域耕地质量均匀度的高标农田建设时分序区[J]. 农业工程学报, 2017, 33(9): 250 – 259.

SONG Wen, WU Kening, ZHANG Min, et al. High standard farmland construction time sequence division based on cultivated land quality uniformity in administrative village scale[J]. Transactions of the CSAE, 2017, 33(9): 250 – 259. (in Chinese)

6 韩帅,李颖,李双异,等. 辽北旱作区高标准基本农田建设选址与建设模式研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(5):439 – 442.

HAN Shuai,LI Ying, LI Shuangyi, et al. Siting and construction mode of high-standard basic farmland for the dry land in North Liaoning[J]. China Population Resources and Environment, 2015, 25(5): 439 – 442. (in Chinese)

7 邢贺群,孟凡奎,苏里,等. 东北低山丘陵区高标准农田区域划定及建设模式研究——以黑龙江省依兰县为例[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(3): 231 – 237.

XING Hequn, MENG Fankui, SU Li, et al. Research and model construction on zonation of high standard farmland in low hilly land of Northeast China-using Yilan County of Heilongjiang Province as an example[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2015, 33(3): 231 – 237. (in Chinese)

8 孙博,李淑杰,刘亚男,等. 高标准基本农田建设潜力及区域分布研究——以延边州为例[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(12):2228 – 2233.

SUN Bo, LI Shujie, LIU Ya’nan, et al. Study on the potentiality and regional distribution of high standard basic farmland—a king Yanbian as an example[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2017, 56(12):2228 – 2233. (in Chinese)

9 赵冬玲,何珊珊,林尚纬,等. 基于 TOPSIS 和热点分析的高标准农田建设优先区选择[J/OL]. 农业机械学报, 2017,

- 48(7): 153 – 158. [http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view\\_abstract.aspx?flag=1&file\\_no=20170719&journal\\_id=jcsam](http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=20170719&journal_id=jcsam). DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2017.07.019.
- ZHAO Dongling, HE Shanshan, LIN Shangwei, et al. Selection of high-standard farmland construction priority area based on TOPSIS and hotspot analysis[J/OL]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2017, 48(7): 153 – 158. (in Chinese)
- 10 杨建宇, 赵龙, 徐凡, 等. 基于耕地连片度的高标准基本农田建设划区[J/OL]. 农业机械学报, 2017, 48(4): 142 – 148. [http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view\\_abstract.aspx?flag=1&file\\_no=20170418&journal\\_id=jcsam](http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=20170418&journal_id=jcsam). DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2017.04.018
- YANG Jianyu, ZHAO Long, XU Fan, et al. Zoning of high standard prime farmland construction based on arable lands connectivity[J/OL]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2017, 48(4): 142 – 148. (in Chinese)
- 11 邱丽娟, 林爱文, 李海江, 等. 鄂西北高标准基本农田建设区域的划定[J]. 湖北农业科学, 2016(5): 1151 – 1155.
- QIU Lijuan, LIN Aiwen, LI Haijiang, et al. High-standard primary farmland construction area zoning in northwest of Hubei province[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2016(5): 1151 – 1155. (in Chinese)
- 12 杨建宇, 杜贞容, 杜振博, 等. 基于耕地质量评价和局部空间自相关的高标准农田划定[J/OL]. 农业机械学报, 2017, 48(6): 109 – 115. [http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view\\_abstract.aspx?flag=1&file\\_no=20170614&journal\\_id=jcsam](http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=20170614&journal_id=jcsam). DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2017.06.014.
- YANG Jianyu, DU Zhenrong, DU Zhenbo, et al. Well facilitated capital farmland assignment based on land quality evaluation and LISA[J/OL]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2017, 48(6): 109 – 115. (in Chinese)
- 13 信桂新, 杨朝现, 杨庆媛, 等. 用熵权法和改进 TOPSIS 模型评价高标准基本农田建设后效应[J]. 农业工程学报, 2017, 33(1): 238 – 249.
- XIN Guixin, YANG Chaolian, YANG Qingyuan, et al. Post-evaluation of well-facilitated capital farmland construction based on entropy weight method and improved TOPSIS model[J]. Transactions of the CSAE, 2017, 33(1): 238 – 249. (in Chinese)
- 14 唐秀美, 潘瑜春, 刘玉, 等. 基于四象限法的县域高标准基本农田建设布局与模式[J]. 农业工程学报, 2014, 30(13): 238 – 246.
- TANG Xiumei, PAN Yuchun, LIU Yu, et al. Layout and mode partition of high-standard basic farmland construction at county level based on four-quadrant method[J]. Transactions of the CSAE, 2014, 30(13): 238 – 246. (in Chinese)
- 15 贾旭飞, 孟超, 刘晨. 河北省宁晋县高标准基本农田建设布局研究[J]. 水土保持研究, 2017, 24(4): 145 – 151.
- JIA Xufei, MENG Chao, LIU Chen. Study on layout of high-standard basic farmland construction at county level in Ningjin county, Hebei province[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2017, 24(4): 145 – 151. (in Chinese)
- 16 未红红, 张慧, 张毅功. 高标准基本农田建设时序与分区研究[J]. 土壤通报, 2015, 46(3): 526 – 532.
- WEI Honghong, ZHANG Hui, ZHANG Yigong. Study on time sequence and partition of high-standard prime farmland construction[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2015, 46(3): 526 – 532. (in Chinese)
- 17 郭贝贝, 金晓斌, 杨绪红, 等. 基于农业自然风险综合评价的高标准基本农田建设区划定方法研究[J]. 土壤通报, 2014, 29(3): 377 – 386.
- GUO Beibei, JIN Xiaobin, YANG Xuhong, et al. Study on zoning approach for well-facilitated capital farmland: based on a comprehensive assessment of agricultural natural disaster risk[J]. Journal of Natural Resources, 2014, 29(3): 377 – 386. (in Chinese)
- 18 陈宁丽, 张合兵, 王朝霞. 基于 GIS 的耕地整治适宜性评价——以平顶山市为例[J]. 河南农业科学, 2015, 44(7): 78 – 82.
- CHEN Ningli, ZHANG Heping, SI Zhaoxia. Suitable evaluation of cultivated land renovation based on GIS—a case study of Pingdingshan city[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2015, 44(7): 78 – 82. (in Chinese)
- 19 鲁春阳, 文枫, 杨庆媛, 等. 基于改进 TOPSIS 法的城市土地利用绩效评价及障碍因子诊断——以重庆市为例[J]. 资源科学, 2011, 33(3): 535 – 541.
- LU Chunyang, WEN Feng, YANG Qingyuan, et al. An evaluation of urban land use performance based on the improved TOPSIS method and diagnosis of its obstacle indicators: a case study of Chongqing[J]. Resources Science, 2011, 33(3): 535 – 541. (in Chinese)
- 20 朱珠, 张琳, 叶晓雯, 等. 基于 TOPSIS 方法的土地利用综合效益评价[J]. 经济地理, 2012, 32(10): 139 – 144.
- ZHU Lin, ZHANG Lin, YE Xiaowen, et al. Evaluation of comprehensive land use efficiency based on TOPSIS[J]. Economic Geography, 2012, 32(10): 139 – 144. (in Chinese)
- 21 张小娟, 高敏华, 郭兴芬. 库尔勒市土地利用效益耦合关系研究[J]. 安徽农学通报, 2012, 18(11): 25 – 28.
- ZHANG Xiaojuan, GAO Minhua, GUO Xingfen. Analysis on coupling relationship of land use benefits in Korla City[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2012, 18(11): 25 – 28. (in Chinese)
- 22 仇娟东, 赵景峰, 吴建树. 基于耦合关系的中国区域土地利用效益水平测度[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(1): 103 – 110.
- CHOU Juandong, ZHAO Jingfeng, WU Jianshu. Measurement on the benefits of regional land use in China based on coupling relationship[J]. China Population Resources and Environment, 2012, 22(1): 103 – 110. (in Chinese)