

基于 TOPSIS 和局部空间自相关的永久基本农田划定方法

杨建宇^{1,2} 张欣¹ 徐凡¹ 马瑞明¹ 朱德海^{1,2}

(1. 中国农业大学信息与电气工程学院, 北京 100083; 2. 国土资源部农用地质量与监控重点实验室, 北京 100035)

摘要: 永久基本农田划定是保护优质耕地、控制建设用地占用优质耕地的有效手段,也是高标准农田建设的基础。本文提出了一种基于优劣解距离法(Technique for order preference by similarity to an ideal solution, TOPSIS)和局部空间自相关的永久基本农田划定方法,从耕地的自然禀赋、区位条件、建设水平和生态景观条件4个角度出发,构建较全面的综合质量评价体系,借助 TOPSIS 法对耕地综合质量进行评价;引入空间聚类的思想对耕地综合质量进行局部空间自相关分析;最后,依据各区域的耕地综合质量及空间聚类特征,将符合要求的耕地划入永久基本农田。以河北省高碑店市为研究区开展实证研究,结果表明,该方法划定的永久基本农田较合理,划定永久基本农田面积为 339.61 km²,占高碑店市耕地总面积的 81.75%,划定比例达到国家相关规程要求。本文在耕地质量评价中加入生态景观因素,并结合最佳距离阈值和改进的反距离空间权重矩阵的空间聚类方法,为永久基本农田划定提供了新思路。

关键词: 耕地综合质量; TOPSIS 法; 局部空间自相关; 永久基本农田划定

中图分类号: S321.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2018)04-0172-09

Designation Method of Permanent Basic Farmland Based on TOPSIS and Local Spatial Autocorrelation

YANG Jianyu^{1,2} ZHANG Xin¹ XU Fan¹ MA Ruiming¹ ZHU Dehai^{1,2}

(1. College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China

2. Key Laboratory for Agricultural Land Quality Monitoring and Control, Ministry of Land and Resources, Beijing 100035, China)

Abstract: Protecting cultivated land is to protect the foundation of development and ensure the food safety in China. Permanent basic farmland is an effective method to prevent the high-quality cultivated land from occupying by construction land, but also the basis for the construction of high standard farmland. At present, it is urgent to implement the strictest protection for cultivated land resources in China. A method for the determination of permanent basic farmland was proposed, which was based on TOPSIS and local spatial autocorrelation. Firstly, four aspects of cultivated land were considered to structure the all-round comprehensive quality evaluation system. Secondly, TOPSIS was chosen to evaluate the comprehensive quality of cultivated land. On this basis, the spatial clustering was joined, and the comprehensive quality of cultivated land was analyzed. According to the characteristics of local spatial autocorrelation type, the zoning rules were formulated. Finally, according to the comprehensive quality of cultivated land and the spatial clustering characteristics, the satisfactory cultivated land were classified into permanent basic farmland, and suggestions for protecting permanent basic farmland were provided. The new method was illustrated by using Gaobeidian country, Hebei province as a case study. According to the results, TOPSIS and local spatial autocorrelation were used, combined with the comprehensive quality of cultivated land and their spatial clustering characteristics, the former three types of cultivated land were classified as permanent basic farmland, the area of the permanent basic farmland in Gaobeidian was 339.61 km², the area ratio was 81.75%, which achieved the relevant state regulations. Finally, three aspects of management suggestions to permanent basic farmland were proposed, which were “make laws, strict supervision”, “careful selection, expand investment” and “strengthen education, give encouragement”. The ecological landscape factors were added into the quality evaluation of cultivated

land, and combined the spatial clustering method which was based on the optimal distance threshold and the improved distance spatial weight matrixes, and it provided a new way for the permanent basic farmland.

Key words: cultivated land comprehensive quality; TOPSIS; local spatial autocorrelation; permanent basic farmland designation

0 引言

针对我国耕地资源及粮食安全面临的严峻形势,党中央和国务院颁布了一系列有关耕地保护的法规政策^[1-2],强调严格执行永久基本农田^[3-4]划定和保护。永久基本农田划定是保护优质耕地、严格控制建设用地占用优质耕地的重要手段,也是高标准农田建设的基础^[5-7]。

我国基本农田保护理论的研究起步较早^[8-9],国家也十分重视耕地保护^[10-12];近年来,国务院和国土资源部等各级主管部门对基本农田保护政策进行了完善,陆续颁布了相关法律法规,已经构成了有中国特色配套的法律保障体系^[13-14]。随着“3S”技术的不断发展,永久基本农田的保护及划定的理论研究不断地得到丰富和深化。我国永久基本农田划定方法的相关研究开始较晚,现有研究主要从土地评价^[15-16]、农用地分等^[17-20]、空间聚类^[21-23]及地形地貌类型^[19-20]等角度进行考量,较少融入如生态景观价值等耕地功能价值方面的评价,且空间聚类分析对永久基本农田的划定不够深入,这有可能造成优质农田快速流失、空间布局散乱等问题。因此,我国对于永久基本农田划定的相关研究急需进一步加强,以此将所有符合划定要求的耕地划入永久基本农田,为永久基本农田保护提供基础。

本文提出一种基于 TOPSIS 法和局部空间自相关的永久基本农田划定方法,围绕永久基本农田的特征,在自然禀赋、区位条件、建设水平基础上加入生态景观条件作为评价指标,借助 TOPSIS 法对耕地综合质量进行评价;引入空间聚类的思想,依据各区域的耕地综合质量及空间聚类特征,将符合要求的耕地划入永久基本农田。

1 研究区域概况与数据来源

1.1 研究区域概况

高碑店市隶属河北省保定市,位于河北省中部,地理坐标为东经 115°47'24"~116°12'40",北纬 39°5'53"~39°23'17"。地势自西北向东南徐缓倾斜,平均坡降比为 0.06%,海拔高度 11.4~39.4 m,构成地势平坦的平原地貌。高碑店市地处北京、天津、保定三角腹地,东与永清县、霸州市相连,北与涿

州市、固安县接壤,西与涞水县、定兴县毗邻,南接雄县、容城县,地理位置重要。下辖 4 个街道办事处,7 个镇,3 个乡。全年四季分明,年平均气温 17.4℃,年平均降水量 600 mm。全市面积 672 km²,耕地面积 415.43 km²,林地面积 86.67 km²,森林覆盖率为 13%。

1.2 数据来源及评价单元确定

以 2013 年高碑店市农用地分等数据库为研究数据基础,主要采用高碑店市 2013 年农用地分等成果、高碑店市 1:10 000 行政区划图、地形图等成果文件以及相关农业统计资料。

本文将评价单元选取耕地图斑^[19,24]、耕地格网^[25-26]、行政村^[23,27]等的永久基本农田划定结果进行对比,为反映耕地真实情况,并期望划定结果能与实际耕地图斑对应,最终选择以耕地图斑为永久基本农田的评价单元。经过融合、几何修复等数据预处理,确定高碑店市耕地评价单元 7 599 个,耕地总面积 415.43 km²。

2 研究方法

本文系统地开展永久基本农田划定方法的研究:①通过对相关理论知识和资料的系统学习,明确永久基本农田的内涵与其划定政策要求,构建涵盖自然禀赋、区位条件、建设水平和生态景观条件等多方面的耕地综合质量评价指标体系。②通过对比分析法,选取合适的评价方法得到耕地综合质量评价结果。③引入空间聚类的思想对耕地综合质量进行局部空间自相关分析,制定耕地分区规则,划定永久基本农田,为永久基本农田划定提供科学、合理的路径。具体方法流程见图 1。

2.1 耕地综合质量评价体系的构建及权重确定

依据 TD/T 1032—2011《基本农田划定技术流程》、《土地管理法》、农用地分等规程及相关规定,并参照土地利用总体规划及相关文献,最终从耕地自然禀赋、区位条件、建设水平和生态景观条件 4 个方面构建针对县域耕地综合质量的评价体系(表 1)。县域内光温、气候等其他对耕地质量产生必然影响的自然因素在县域评价中指标参数唯一,未作为必要评价指标列入评价体系。

常用确定指标权重的方法包括:层次分析

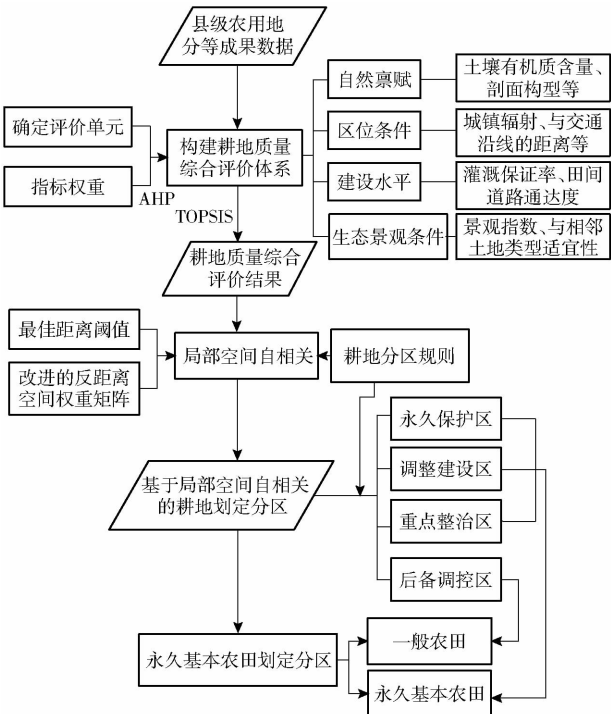


图 1 永久基本农田划定技术流程图

Fig.1 Technology roadmap of permanent basic farmland designation

表 1 耕地综合质量评价指标体系

Tab.1 Index system of cultivated land comprehensive quality evaluation

目标层 A	准则层 B	决策因子 C	相关性	指标含义	备注
永久基本农田 A	自然禀赋 B ₁	土壤有机质含量 C ₁	正	土壤有机质含量是指单位体积土壤中含碳有机质的数量	一般将耕地有机质含量分为 6 个等级*
		剖面构型 C ₂	正	剖面构型是指土壤剖面中不同质地的土层的排列次序。剖面构型能体现土壤的透水、通气、保水保肥能力,反映耕地质量	一般将剖面构型分为 7 个等级*
		表层土壤质地 C ₃	正	表层土壤质地一般指耕层土壤的质地	表层土壤质地分为壤土、粘土、砂土和砾质土 4 个等级
		坡度 C ₄	负	坡度反映的是地表单元陡缓程度,当坡度大于等于 25° 时,通常认定为不适宜耕种	一般将坡度分为 6 个等级*
	区位条件 B ₂	与交通沿线的距离 C ₅	负	$G = \begin{cases} 0.1 & (x > 3\,000\text{ m}) \\ 1 - 0.9(x - 500)/2\,500 & (500\text{ m} \leq x \leq 3\,000\text{ m}) \\ 1 & (x < 500\text{ m}) \end{cases}$	G 为耕地与交通沿线距离的指标值;x 为耕地与交通沿线之间的最短距离
		城镇辐射 C ₆	负	耕地城镇辐射即耕地所处中心城镇的辐射缓冲区	一般根据区域的实际范围设置缓冲区半径
		与农村居民点的距离 C ₇	负	耕地与农村居民点的距离影响耕作的便利度和耕作条件	一般根据区域实际情况设置缓冲区半径
	建设水平 B ₃	灌溉保证率 C ₈	正	耕地的灌溉有多重作用,如提高作物产量、改善环境等	一般将灌溉保证率分为 4 个等级
		田间道路通达度 C ₉	正	田间道路通达度用来反映耕作作业中,成片耕地周边及其内部田块之间的道路通达情况以及农机耕作便利程度	一般以村为单元,认为同村耕地的田间道路通达度一致
	生态景观条件 B ₄	景观指数 C ₁₀	正	$M = \frac{4\sqrt{S}}{L}$ S 为田块面积,L 为田块周长	景观指数反映其结构组成和空间配置某些方面特征的定量指标
		与相邻土地类型适宜性 C ₁₁	正	$K_i = \frac{X_i}{E_i}$ X _i 为第 i 个研究单元与周边相邻单元的公共边长,E _i 为第 i 个研究单元的周长	土地适宜性是指一定地段的土地对特定、持续的用途的适宜程度

注: * 依据 GB/T 28407—2012《农用地质量分等规程》和相关文献资料进行分级。

法^[28-29]、德尔菲法^[30-31]、熵权法^[32-33]等。耕地综合质量评价是一个复杂的问题,对比发现层次分析法通过将复杂问题分解成目标、准则等多个层次,并结合问题的本质、影响因子及其内在关系等,可以为耕地综合质量评价这一复杂的决策问题提供简便的决策方法,最终本文选取层次分析法确定指标权重。

2.2 耕地综合质量评价方法

目前学者们对于多对象、多目标的综合评价提出了许多综合评价方法^[20,34-35],TOPSIS 法能充分利用原始数据,客观真实地反映实际情况,具有普遍适用性等优点,本研究的评价方法选取逼近理想点排序的 TOPSIS 法。

TOPSIS 法根据有限个评价对象与理想化目标的接近程度进行排序。其基本原理是通过计算评价对象与最优解、最劣解的相对贴切度实现排序。评价对象与最优(劣)解的距离为

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_j^n [W_j(k_{ij} - k_j^{\max})]^2} \quad (i = 1, 2, \cdots, m)$$

(1)

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n [W_j(k_{ij} - k_j^{\min})]^2} \quad (i = 1, 2, \cdots, m)$$

(2)

式中 D_i^+ ——第 i 个评价单元与最优解的距离
 D_i^- ——第 i 个评价单元与最劣解的距离
 W_j ——第 j 个决策指标的组权重
 k_{ij} ——第 i 个评价单元的第 j 个评价指标分值
 $k_j^{\max}$ ——第 j 个决策指标最大分值
 $k_j^{\min}$ ——第 j 个决策指标最小分值
评价单元对理想单元的相对贴切度 C_i 为

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (i = 1, 2, \cdots, m)$$

(3)

C_i 越大表明该评价单元与理想解越接近,即 C_i 越大的耕地图斑综合质量越高。

2.3 局部空间自相关

空间自相关分析作为研究空间自相关与空间异质的重要方法,主要包括全局空间自相关和局部空间自相关^[23,27,36-37]。ANSELIN^[38]对全局空间自相关进行了改进,提出空间关联的局部指标 LISA (Local indicators of spatial association),本文通过局部自相关 Moran's I 的方法^[26,39],探究耕地质量在空间上的聚集、异质或随机的分布特征。计算公式为

$$I_i = \frac{n(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^n w_{ij}(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

(4)

式中 w_{ij} ——空间权重矩阵中的元素
空间权重矩阵则用来表达研究对象之间的空间位置关系,可反映一个空间单元对邻近空间单元的贡献程度。

本文结合空间单元的面积建立改进的反距离权重矩阵,首先对面积数据进行标准化处理,即

$$Q_{ij} = \begin{cases} \frac{Q_i - Q_{j\min}}{Q_{j\max} - Q_{j\min}} & (Q_{j\max} \neq Q_{j\min}) \\ 1 & (Q_{j\max} = Q_{j\min}) \end{cases}$$

(5)

式中 Q_{ij} ——面积矩阵 Q 的元素
 Q_i ——研究单元 i 的面积
构建改进的反距离空间权重矩阵,矩阵元素为

$$W_{ij} = w_{ij} \exp(Q_{ij})$$

(6)

局部空间自相关分析将数据分为 5 类表示,分别为:HH、HL、LH、LL 和非显著型。HH 是高值与高值关联的聚焦点,表示该研究单元及周围单元的属性值都较高;LL 是低值与低值关联的聚焦点,表示该研究单元及周围单元的属性值都较低;LH 和 HL 是异常值关联区,表示该研究单元与周围单元的属性

性值有较强异质性;非显著型是空间呈随机分布的区域,表示没有通过局部的 Moran's I 显著性检验,空间集聚性不强。

为了准确得到研究对象的局部空间自相关结果,进行局部空间自相关分析除了构建空间权重矩阵,还需要确定最优距离阈值。

3 结果与分析

3.1 高碑店市指标体系及权重确定

高碑店市是地势平坦的平原地貌,平均坡降比为 0.06%,参考耕地综合质量评价指标体系(表 1)剔除坡度这一决策因子,本文最终选取 10 个决策因子构成高碑店市耕地质量评价体系。高碑店市耕地综合质量的评价指标分级标准是在耕地综合质量评价指标体系(表 1)的一般分级标准基础上,结合《中国耕地质量等级调查与评定》(河北卷)确定高碑店市耕地综合质量指标的分级标准(表 2)。

权重确定选用层次分析法^[40-42],对划定指标体系分层分别两两比较得出相应判断矩阵,对层次分析结果进行一致性检验,通过计算判断矩阵的特征向量,最大特征根为 $\lambda_{\max} = 4.031$,检验系数为 $C_R = 0.0357 < 0.1$,因此判断矩阵具有满意的一致性。耕地综合质量评价指标权重见表 2。

3.2 基于 TOPSIS 的高碑店市耕地综合质量评价

运用 TOPSIS 法进行耕地综合质量评价。根据式(1)、(2)计算高碑店市各耕地评价单元的最优解 $(k_1^{\max}, k_2^{\max}, k_3^{\max}, k_4^{\max}, k_5^{\max}, k_6^{\max}, k_7^{\max}, k_8^{\max}, k_9^{\max}, k_{10}^{\max}) = (70, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100)$,最劣解 $(k_1^{\min}, k_2^{\min}, k_3^{\min}, k_4^{\min}, k_5^{\min}, k_6^{\min}, k_7^{\min}, k_8^{\min}, k_9^{\min}, k_{10}^{\min}) = (60, 40, 70, 40, 20, 30, 50, 40, 40, 20)$ 。根据式(3)计算高碑店市各耕地评价单元与理想点的相对贴切度 C_i , C_i 在 0.20~1 之间,依据自然断点法将 C 值划分为 4 类。其中 C 值由高到低所对应的耕地面积占比也呈高到低排列。

高碑店市耕地相对贴切度 C 空间分布如图 2 所示。 C 的高值(>0.61)主要聚集分布于高碑店市西北部,在东部及南部部分城镇中心周围呈小范围聚集分布; C 的低值(≤ 0.61)主要聚集分布于高碑店市的东北部及东部。整体呈西高东低的分布特征。

3.3 基于局部空间自相关的高碑店市耕地综合质量分析

局部空间自相关方法通过将每个研究单元与“相邻”单元进行比较分析,不仅能够得到具有统计显著性的热点、冷点,还能发现一些空间异常值点,

表 2 高碑店市耕地综合质量评价指标分级标准及权重

Tab.2 Classification standard and weights of cultivated land comprehensive quality evaluation in Gaobeidian City									
目标层 A	准则层 B	决策因子 C			指标分级标准				指标权重 W
永久基本 农田 A	自然禀赋 B_1	土壤有机质含量 $C_1/(\text{g}\cdot\text{kg}^{-1})$	≥ 40	40 ~ 30	30 ~ 20	20 ~ 10	10 ~ 6	< 6	0.145 7
		分值	100	90	80	70	60	50	
		剖面构型 C_2	通体壤、壤/砂/壤、壤/粘/壤、壤/粘/砂/粘、壤/粘/粘	壤/砂/壤、壤/粘/粘、粘/砂/粘	砂/粘/砂	粘/砂/粘	壤/砂/砂	通体砂、通体砾	0.228 0
		分值	100	90	80	70	60	50	
		表层土壤质地 C_3	壤土	粘土	砂土	砾质土			0.093 1
		分值	100	90	70	40			
	区位条件 B_2	与交通沿线的距离 C_4	> 0.89	$0.69 \sim 0.89$	$0.42 \sim 0.69$	≤ 0.42			0.107 0
		分值	100	80	60	40			
		城镇辐射 C_5/km	≤ 2	2 ~ 4	4 ~ 6	6 ~ 8	> 8		0.107 0
		分值	100	80	60	40	20		
		与农村居民点的距离 C_6/m	≤ 500	500 ~ 800	800 ~ 1 000	$> 1\,000$			0.063 6
		分值	100	70	50	30			
	建设水平 B_3	灌溉保证率 C_7	充分满足	基本满足	一般满足	无灌溉条件			0.120 2
		分值	100	90	70	50			
		田间道路通达度 C_8	> 0.91	$0.78 \sim 0.91$	$0.60 \sim 0.78$	≤ 0.60			0.040 1
		分值	100	90	70	40			
	生态景观 条件 B_4	景观指数 C_9	> 0.75	$0.50 \sim 0.75$	$0.25 \sim 0.50$	< 0.25			0.063 5
		分值	100	80	60	40			
		与相邻土地类型适宜性 C_{10}	1.00	0.75 ~ 1.00	0.50 ~ 0.75	0.25 ~ 0.50	< 0.25		0.031 8
		分值	100	80	60	40	20		

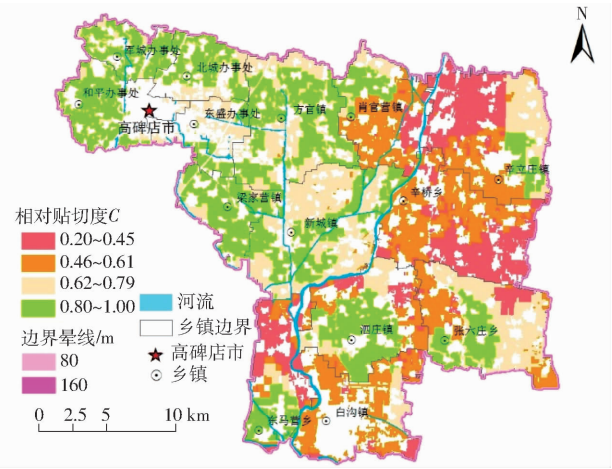


图 2 高碑店市耕地相对贴切度 C 空间分布图
Fig.2 Spatial distribution map of appropriate relative degree C of cultivated land in Gaobeidian City

为耕地划定分区提供更加科学、合理的依据。

(1) 确定最佳距离阈值

研究运用 ArcGIS 软件平台近邻点距离计算工具对高碑店市耕地图斑进行计算,得到最小距离为 591.02 m,该距离保证每个要素至少有一个要素与之相邻即增量自相关的起始距离。相关研究表明,实验数据已呈聚集分布时,局部空间自相关分析的空间权重矩阵的最优阈值确定,依据 Moran's I 指数判定。研究通过步长的变化观察 Moran's I 指数的变化趋势,最终确定以 591.02 m 作为反距离空间

权重矩阵的最佳距离阈值距离。
(2) 构建改进的反距离权重矩阵
以高碑店市耕地图斑的相对贴切度 C 为统计量,以 591.02 m 为阈值距离、结合研究单元面积建立改进反距离权重矩阵,通过改进的反距离权重矩阵进行局部空间自相关分析。
局部空间自相关结果(图 3)表明,HH、LL 耕地空间上都呈显著的聚集分布,HH 型耕地主要分布于高碑店市西北部及各乡镇中心附近;LL 主要分布于高碑店市的东北部及东部;HL、LH 耕地呈零星分

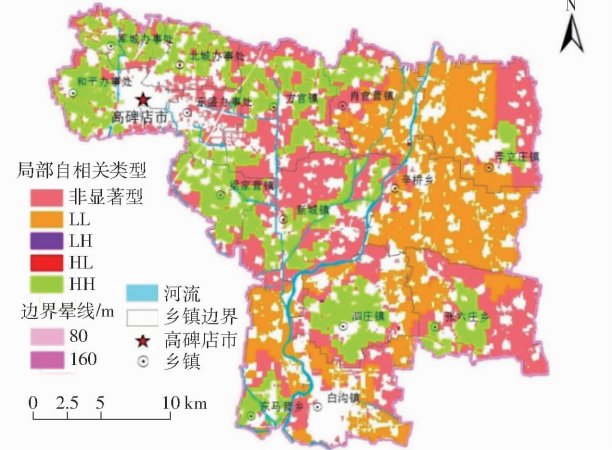


图 3 高碑店市局部空间自相关类型空间分布图
Fig.3 Spatial distribution map of local spatial autocorrelation in Gaobeidian City

布,HL 耕地在肖官营镇、泗庄镇各有一块,LH 耕地在新城镇、泗庄镇各有一块。非显著型主要分布于高碑店市中部、东部。

3.4 高碑店市永久基本农田划定分区

3.4.1 高碑店市耕地划定分区规则

查阅相关规程及文献资料,结合局部空间自相关的含义,本文将耕地划分为 4 个区,由优到劣分别为:永久保护区、调整建设区、重点整治区和后备调控区。详细分区规则见表 3。

表 3 基于局部空间自相关的耕地划定分区规则

Tab.3 Zoning rules of cultivated land delimitation based on local spatial autocorrelation		
划定分区	局部自相关类型	备注
永久保护区	HH	综合质量优越,且呈聚集分布
调整建设区	LH、非显著型(高)	综合质量较好,可调整建设提高连片性
重点整治区	HL、非显著型(中)、LL(中)	综合质量较差,经过综合整治可划入永久基本农田
后备调控区	LL(低)、非显著型(低)	综合质量最差,是非农建设的理想区域

依据局部空间自相关结果,HH 耕地依据其高值聚集分布特征,划入永久保护区。统计表明,非显著型耕地既有与 HH 接近的高值、也有在 LL 范围内的低值,因此对该类型耕地不能一概而论,本文通过自然断点法对非显著型进一步划分为 3 类(高、中、低),该类型耕地虽有高值耕地,但是由于空间上呈随机分布,因此将高值划入调整建设区,并依次将中值、低值划入重点整治区、后备调控区。同理,LL 耕

地中存在中等值,也存在低值,该类型耕地虽然是低值,但是空间上呈聚集分布,易于重点统一整治,因此对 LL 耕地进一步划分为两类(中、低),并依次将中值、低值划入重点整治区、后备调控区。针对 LH 和 HL 耕地,依据其本身耕地质量及周边耕地质量分布情况,分别划入调整建设区和重点整治区。

3.4.2 高碑店市耕地划定分区结果

依据上述划定分区规则,将高碑店市耕地进行划定分区,分区结果如图 4、表 4 所示。

(1)永久保护区

永久保护区内的耕地的自然禀赋、区位条件、建设水平、生态景观条件均最接近理想目标,与最差目标距离最远,综合评价最优,且高值连片聚集分布,因此该区域内的耕地优先划入永久基本农田。高碑店市该类型耕地面积占比为 28.89%,永久保护区

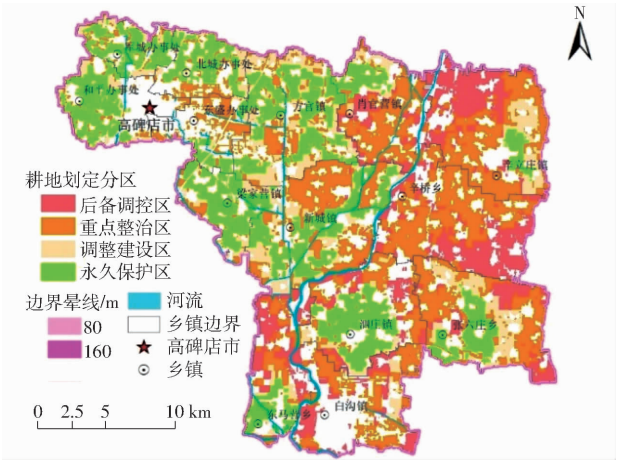


图 4 高碑店市耕地划定分区结果

Fig.4 Zoning results of cultivated land in Gaobeidian City

表 4 高碑店市各乡镇耕地分区情况

Tab.4 Cultivated land partition case in towns of Gaobeidian City

乡镇名称	永久保护区		调整建设区		重点整治区		后备调控区		合计	
	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%
和平办事处	12.59	10.49	2.56	4.24	1.76	1.10	0	0	16.91	4.07
军城办事处	8.99	7.49	2.38	3.94	1.90	1.20	0	0	13.28	3.20
东盛办事处	2.82	2.35	0.78	1.30	5.42	3.41	0	0	9.03	2.17
北城办事处	8.93	7.44	2.49	4.12	3.17	1.99	0	0	14.58	3.51
梁家营镇	13.02	10.85	3.79	6.28	2.14	1.34	0	0	18.95	4.56
新城镇	16.69	13.91	8.73	14.45	22.56	14.17	0.58	0.76	48.55	11.69
白沟镇	0	0	2.26	3.74	13.15	8.26	8.74	11.53	24.15	5.81
东马营乡	4.85	4.04	1.95	3.23	6.04	3.79	9.82	12.95	22.65	5.45
泗庄镇	15.07	12.55	3.74	6.19	9.90	6.22	6.14	8.09	34.84	8.39
张六庄乡	9.04	7.53	9.26	15.34	18.76	11.79	7.82	10.31	44.88	10.80
辛立庄镇	3.13	2.61	6.58	10.90	22.02	13.83	16.91	22.30	48.64	11.71
辛桥乡	0	0	0.06	0.10	26.89	16.89	19.50	25.72	46.45	11.18
肖官营镇	4.48	3.73	2.79	4.62	16.00	10.05	6.05	7.98	29.33	7.06
方官镇	20.41	17.01	13.02	21.56	9.49	5.96	0.28	0.37	43.19	10.40
高碑店市	120.03	28.89	60.38	14.54	159.20	38.32	75.82	18.25	415.43	100

耕地均分布于高碑店市各乡镇中心附近,靠近城镇周边且与交通沿线距离近,与永久基本农田划定政策相符。主要分布于方官镇,以及市中心附近的和平办事处、军城办事处、北城办事处,西部的梁家营镇、新城镇,南部的酒庄镇、张六庄乡、东马营乡。

(2) 调整建设区

调整建设区的耕地较永久保护区相比,综合评价相对较低,但各项指标值较理想,只需要通过适当的调整建设,就能划入永久基本农田。因此调整建设区耕地适宜入选为永久基本农田。高碑店市耕地的调整建设区的面积为 60.38 km²,面积占比为 14.54%,该部分耕地位于永久保护区耕地附近,建设水平较为优越,集中连片分布。其中存在耕地图斑本身质量较低,但周围其他耕地质量较高的情况,本文将这一类耕地划入该区域,以期通过差别化的土地整治,在空间极化效应的影响下,被同化成高值耕地,进而使耕地从 HL 演化成 HH。该类型耕地主要分布于新城镇、张六庄乡、方官镇及辛立庄镇。

(3) 重点整治区

重点整治区耕地主要分布于城镇附近,耕地质量相较于前两种区域较差,但分布较为集中,因此通过对限制因素的甄选实现差别化土地整治,可以显著提升耕地质量,整治后可划入永久基本农田。高碑店市耕地属于重点整治区的面积占比为 38.32%,超过高碑店市耕地总面积的 1/3,因此这一区域是高碑店市永久基本农田的重要组成部分。其中存在耕地图斑本身质量较高,但周围其他耕地质量较低的情况,本文将这一类耕地划入该区域以期通过适当的调整建设,防止其发生扩散效应,被同化成低值耕地。主要分布于中部的新城镇,东部的张六庄乡、辛立庄镇、辛桥乡,及北部的肖官营镇。

(4) 后备调控区

后备调控区的耕地综合质量评价水平较其他 3 类区域耕地质量更低,各评价指标值较差,该区域耕地面积占比为 18.25%。主要分布远离城镇中心、河道及县域边境附近,区位条件较差,基础设施难以配备,耕作难度大,耕地的投入产出比低。该区域耕地不适宜划入永久基本农田,是非农建设的首选区域。主要分布于南部的白沟镇、东马营乡,东部的辛立庄镇、辛桥乡。

3.4.3 高碑店市永久基本农田划定结果

依据永久基本农田的概念及内涵,本文最终将永久保护区、调整建设区及重点整治区的耕地划为永久基本农田(图 5)。

以河北省高碑店市开展的实证研究结果表明,

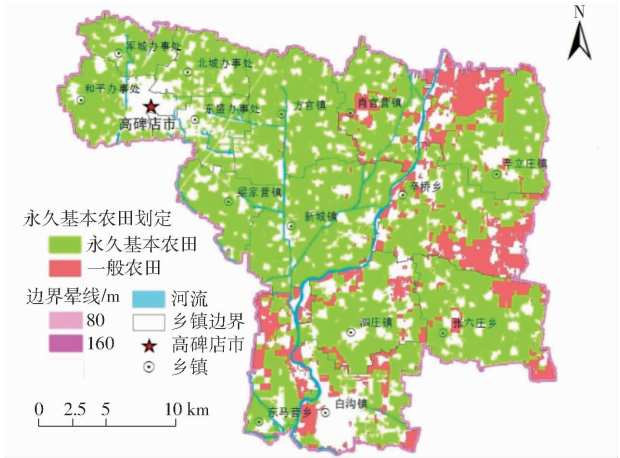


图 5 高碑店市永久基本农田分布图
Fig. 5 Permanent basic farmland distribution map
in Gaobeidian City

该方法划定的永久基本农田较合理,划定的高碑店市永久基本农田面积为 339.61 km²,占全市耕地面积的 81.75%,符合该县发展实际情况,划定比例达到国家相关规程要求。划入的耕地自然禀赋较优越,大多位于城镇中心周围及交通沿线附近,区位条件较好,集中连片性强,易于投入资金统一完善基础设施。高碑店市划入永久基本农田划分结果中超过半数的耕地经过调控建设或重点整治可达到永久基本农田的要求。

4 结 论

(1)在农用地分等成果的基础上,融入耕地生态景观价值,借助 TOPSIS 法评价耕地综合质量。耕地综合质量评价体系的构建在考虑耕地的基础评价指标自然禀赋、区位条件、建设水平的基础上,加入生态景观条件等因素的影响,融入了耕地的功能价值,使耕地综合质量评价结果更贴切于数量、质量、生态“三位一体”保护的目标,并借助 TOPSIS 评价方法客观、全面地评价耕地质量,为永久基本农田的划定提供了新思路。

(2)通过确定最佳距离阈值等参数,结合局部空间自相关分析划定永久基本农田。在耕地综合质量评价结果的基础上,结合空间聚类的思想,深入研究并确定了最佳距离阈值及改进的反距离空间权重矩阵,最终依据耕地的综合质量及局部空间自相关分析结果,将集中连片且满足基本农田划定要求的耕地划入永久基本农田,能更好地解决优质农田流失、空间布局散乱等问题。

(3)对于我国不同区域的永久基本农田划定需要切合当地实际情况,可在本文基础上构建有当地特色、科学的耕地综合质量评价指标体系。

参 考 文 献

- 1 姜长云. 2012 年中央一号文件凸显六大亮点[J]. 中国农村科技, 2012(6): 20-23.
- 2 国土资源部. 国土资源“十三五”规划纲要[N]. 中国国土资源报, 2016-04-15(5).
- 3 董秀茹, 尤明英, 王秋兵. 基于土地评价的基本农田划定方法[J]. 农业工程学报, 2011, 27(4): 336-339.
DONG Xiuru, YOU Mingying, WANG Qiubing. Demarcating method of prime farmland based on land evaluation[J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(4): 336-339. (in Chinese)
- 4 曹端海, 杜新波, 王兴, 等. 基本农田应纳入禁止开发区域[J]. 中国土地, 2009(5): 32-33.
- 5 孔祥斌, 张凤荣, 姜广辉, 等. 国外农用地保护对北京市耕地保护的启示[J]. 中国土地科学, 2005, 19(5): 50-54.
- 6 聂庆华, 包浩生. 国外农田资源保护经验与启示[J]. 经济地理, 1999, 19(2): 93-97.
- 7 薛剑. 高标准农田标准与建设路径研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2014.
XUE Jian. Study on the criteria and construction approach for well-facilitated farmland: a case study in Fujin City, Heilongjiang Province[D]. Beijing: China Agricultural University, 2014. (in Chinese)
- 8 臧俊梅, 王万茂, 李边疆. 我国基本农田保护政策演变的制度经济学分析[J]. 经济体制改革, 2006(6): 84-88.
- 9 RAUP P M. What is Prime land[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1976, 31(5): 180-181.
- 10 陈利顶. 我国近年来耕地资源动态变化的区域特征及对策分析[J]. 自然资源, 1996(5): 1-8.
CHEN Lixiang. Analysis of the regional characteristics of dynamic changes in China cultivated land resources and countermeasures[J]. Natural Resource, 1996(5): 1-8. (in Chinese)
- 11 钱凤魁, 王秋兵, 边振兴, 等. 永久基本农田划定和保护理论探讨[J]. 中国农业资源与区划, 2013, 34(3): 22-27.
QIAN Fengkui, WANG Qiubing, BIAN Zhenxing, et al. Discussion about the permanent basic farmland planning and protection[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2013, 34(3): 22-27. (in Chinese)
- 12 贾绍凤, 张豪禧, 孟向京. 我国耕地变化趋势与对策再探讨[J]. 地理科学进展, 1997, 16(1): 22-30.
JIA Shaofeng, ZHANG Haoxi, MENG Xiangjing. Forecast and countermeasures of the change of the cultivated area of China[J]. Progress in Geography, 1997, 16(1): 22-30. (in Chinese)
- 13 中华人民共和国法律法规出版社编委. 中华人民共和国农业法[M]. 北京: 法律出版社, 2002: 23-28.
- 14 国土资发[2005]196号. 关于进一步做好基本农田保护有关工作的意见[J]. 国土资源通讯, 2005(20): 6-7, 10.
- 15 何有富. 基于耕地质量评价成果更新的永久基本农田划定研究——以九台市为例[D]. 长春: 吉林大学, 2015.
HE Youfu. Study on the delimitation of permanent basic farmland based on the updating of agricultural lands evaluation—a case of Jiutai City[D]. Changchun: Jilin University, 2015. (in Chinese)
- 16 钱凤魁, 王秋兵. 基于农用地分等与 LESA 方法的基本农田划定[J]. 水土保持研究, 2011, 18(3): 251-255.
QIAN Fengkui, WANG Qiubing. Planning method of the prime farmland based on farmland classification and LESA method[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2011, 18(3): 251-255. (in Chinese)
- 17 孔祥斌, 靳京, 刘怡, 等. 基于农用地利用等别的基本农田保护区划定[J]. 农业工程学报, 2008, 24(10): 46-51.
KONG Xiangbin, JIN Jing, LIU Yi, et al. Planning method of the prime farmland protection zone based on farmland utilization grade[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(10): 46-51. (in Chinese)
- 18 赵宏志. 基于农用地分等成果的永久基本农田划定研究[D]. 西安: 长安大学, 2014.
ZHAO Hongzhi. Study on the planting permanent basic farmland based on agricultural land classification—a case of Chenggu County of Hanzhong City [D]. Xi'an: Chang'an University, 2014. (in Chinese)
- 19 康雅丽. 基于农用地分等成果的永久性基本农田划定研究[D]. 南昌: 东华理工大学, 2015.
KANG Yali. Permanent basic farmland demarcated evaluation based on the results of farmland classification of Linchuan[D]. Nanchang: East China Institute of Technology, 2015. (in Chinese)
- 20 冯莎. 基于空间聚类的基本农田保护规划[D]. 武汉: 湖北大学, 2012.
MA Sha. A protection planning of prime farmland based on spatial clustering[D]. Wuhan: Hubei University, 2012. (in Chinese)
- 21 姜广辉, 张瑞娟, 张翠玉, 等. 基于空间集聚格局和边界修正的基本农田保护区划定方法[J]. 农业工程学报, 2015, 31(23): 222-229.
JIANG Guanghui, ZHANG Ruijuan, ZHANG Cuiyu, et al. Approach of land use zone for capital farmland protection based on spatial agglomeration pattern and boundaries modification[J]. Transactions of the CSAE, 2015, 31(23): 222-229. (in Chinese)
- 22 韦仕川, 熊昌盛, 栾乔林, 等. 基于耕地质量指数局部空间自相关的耕地保护分区[J]. 农业工程学报, 2014, 30(18): 249-256.
WEI Shichuan, XIONG Changsheng, LUAN Qiaolin, et al. Protection zoning of arable land quality index based on local spatial autocorrelation[J]. Transactions of the CSAE, 2014, 30(18): 249-256. (in Chinese)
- 23 关小东, 何建华. 基于贝叶斯网络的基本农田划定方法[J]. 自然资源学报, 2016, 31(6): 1061-1072.
GUAN Xiaodong, HE Jianhua. Prime farmland protection zoning based on Bayesian network[J]. Journal of Natural Resources, 2016, 31(6): 1061-1072. (in Chinese)
- 24 李晓燕, 李惠颖. 基于格网 GIS 的伊通县县域耕地地力评价[J]. 中国农学通报, 2015(3): 155-159.
LI Xiaoyan, LI Huiying. Fertility evaluation of cultivated land in Yitong County based on grid GIS[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2015(3): 155-159. (in Chinese)
- 25 张超, 张海锋, 杨建宇, 等. 网格环境下县域基本农田建设空间布局方法研究[J/OL]. 农业机械学报, 2016, 47(11): 245-251. http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=20161134&journal_id=jcsam.

- DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2016.11.034.
- ZHANG Chao, ZHANG Haifeng, YANG Jianyu, et al. Spatial layout of basic farmland construction at county scale in gird environment[J/OL]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2016, 47(11): 245–251. (in Chinese)
- 26 杨建宇, 徐凡, 赵龙, 等. 基于综合质量空间自相关性分析的耕地保护分区方法[J/OL]. 农业机械学报, 2017, 48(3): 156–163. http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=20170320&journal_id=jcsam. DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2017.03.020.
- YANG Jianyu, XU Fan, ZHAO Long, et al. Protection zoning of cultivated land comprehensive quality based on spatial autocorrelation[J/OL]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2017, 48(3): 156–163. (in Chinese)
- 27 孙祥龙, 涂建军, 黄九松, 等. 基于 ArcGIS 空间分析技术和农用地分等成果划定基本农田——以重庆市秀山县为例[J]. 西南大学学报:自然科学版, 2014, 36(8): 130–135.
- SUN Xianglong, TU Jianjun, HUANG Jiusong, et al. Planning of basic farmland based on ArcGIS spatial analysis and farmland grading—a case study of Xiushan County, Chongqing[J]. Journal of Southwest University: Natural Science Edition, 2014, 36(8): 130–135. (in Chinese)
- 28 李学平. 用层次分析法求指标权重的标度方法的探讨[J]. 北京邮电大学学报:社会科学版, 2001, 3(1): 25–27.
- LI Xueping. A study of scaling method to obtain index weight by analytic hierarchy process[J]. Journal of BUPT: Social Sciences Edition, 2001, 3(1): 25–27. (in Chinese)
- 29 肖北生. 基于自主高分遥感的耕地质量监测评价技术研究[D]. 广州:华南农业大学, 2016.
- XIAO Beisheng. The cultivated land quality monitoring and evaluation technology based on independent high resolution of remote sensing research[D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2016. (in Chinese)
- 30 邢士鹏. 农用地整理前后耕地质量评价研究[D]. 武汉:华中师范大学, 2016.
- XING Shipeng. Study on arable land quality evaluation before and after land consolidation[D]. Wuhan: Central China Normal University, 2016. (in Chinese)
- 31 荣联伟, 师学义. 基于 AHP 和熵权法的县域耕地整理潜力评价[J]. 江西农业大学学报, 2014, 36(2): 454–462.
- RONG Lianwei, SHI Xueyi. Potential evaluation of cultivated land consolidation in county based on the weighted AHP and entropy method[J]. Acta Agricultural University Jiangxiensis, 2014, 36(2): 454–462. (in Chinese)
- 32 王倩, 刘学录. 基于熵权法的兰州市耕地整理潜力综合评价[J]. 甘肃农业大学学报, 2009, 44(6): 123–127.
- WANG Qian, LIU Xuelu. Integrated evaluation on the cultivated land consolidation potential of Lanzhou by entropy weight method[J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2009, 44(6): 123–127. (in Chinese)
- 33 吕振宇, 牛灵安, 郝晋珉, 等. 基于层次分析法的耕地细碎化程度多指标综合评价研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(26): 200–206.
- LÜ Zhenyu, NIU Ling'an, HAO Jinmin, et al. Study on the multi-index comprehensive evaluation of cultivated land fragmentation's degree based on the analytical hierarchy process[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2014, 30(26): 200–206. (in Chinese)
- 34 杨建宇, 徐凡, 刘光成, 等. 基于 TOPSIS 算法的永久基本农田划定方法[J/OL]. 农业机械学报, 2017, 48(8): 133–139. http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=20170814&journal_id=jcsam. DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2017.08.014.
- YANG Jianyu, XU Fan, LIU Guangcheng, et al. Demarcation method of permanent prime cultivated land based on TOPSIS[J/OL]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2017, 48(8): 133–139. (in Chinese)
- 35 陈云坪, 王秀, 马伟, 等. 小麦多年产量空间变异与空间关联分析[J]. 农业机械学报, 2010, 41(10): 180–184.
- CHEN Yunping, WANG Xiu, MA Wei, et al. Spatial autocorrelation analysis of wheat yield over five years[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(10): 180–184. (in Chinese)
- 36 熊昌盛, 韦仕川, 栾乔林, 等. 基于 Moran's I 分析方法的耕地质量空间差异研究——以广东省广宁县为例[J]. 资源科学, 2014, 36(10): 2066–2074.
- XIONG Changsheng, WEI Shichuan, LUAN Qiaolin, et al. Spatial pattern disparity and cultivated land quality based on Moran's I analysis[J]. Resources Science, 2014, 36(10): 2066–2074. (in Chinese)
- 37 杨建波, 王国强, 王莉, 等. 农用地分等成果在土地利用总体规划中的应用[J]. 地域研究与开发, 2006, 25(6): 126–129.
- YANG Jianbo, WANG Guoqiang, WANG Li, et al. The application of farmland classification productions in overall planning of farmland[J]. Areal Research and Development, 2006, 25(6): 126–129. (in Chinese)
- 38 ANSELIN L. Local indicators of spatial association-LISA[J]. Geographical Analysis, 1995, 27(2): 93–115.
- 39 梁洪运, 周其龙, 孙亚林. 空间权重矩阵对空间自相关影响分析[J]. 科技资讯, 2013(9): 141–143, 181.
- 40 危向峰, 段建南, 胡振琪, 等. 层次分析法在耕地地力评价因子权重确定中的应用[J]. 湖南农业科学, 2006(2): 39–42.
- WEI Xiangfeng, DUAN Jiannan, HU Zhenqi, et al. Applying analytic hierarchy process to determining farmland productivity evaluation factors' weight[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2006(2): 39–42. (in Chinese)
- 41 张海涛, 周勇, 汪善勤, 等. 利用 GIS 和 RS 资料及层次分析法综合评价江汉平原后湖地区耕地自然地力[J]. 农业工程学报, 2003, 19(2): 219–223.
- ZHANG Haitao, ZHOU Yong, WANG Shanqin, et al. Natural productivity evaluation of cultivated land based on GIS and RS data in Houhu Farm of Jiangnan Plain[J]. Transactions of the CSAE, 2003, 19(2): 219–223. (in Chinese)
- 42 韩岑好. 基于空间布局优化的城市工业用地调整研究[D]. 杭州:浙江大学, 2013.
- HAN Cenyu. Adjustment of urban industrial land for the optimization of spatial layout: a case study of Yiwu City[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2013. (in Chinese)