



基于国土空间三线融合的城市周边耕地分区保护研究

钱凤魁, 项子璇, 王贺兴, 孙福军

引用本文:

钱凤魁, 项子璇, 王贺兴, 孙福军. 基于国土空间三线融合的城市周边耕地分区保护研究[J]. *农业资源与环境学报*, 2022, 39(6): 1164–1173.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13254/j.jare.2021.0606>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

基于数量、质量、生态三位一体的永久基本农田快速优化布局研究

梁晓玲, 王璐, 黎诚, 蔡宜泳, 任少宝, 柯春鹏

农业资源与环境学报. 2021, 38(6): 946–956 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2021.0518>

华南地区县域耕地质量和产能评价研究——以广东吴川为例

戴文举, 王东杰, 卢瑛, 缙武龙, 文泰斌, 王璐, 陈飞香

农业资源与环境学报. 2019, 36(4): 419–430 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0221>

基于资源环境承载力的国土空间管制分区研究

梁宇哲, 谢晓瑜, 郭泰圣, 吴茗华, 王璐

农业资源与环境学报. 2019, 36(4): 412–418 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0220>

基于时空角度的广东省耕地占补平衡绩效评价

李敬, 张燊, 胡月明, 吴克宁

农业资源与环境学报. 2021, 38(6): 1064–1073 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2021.0542>

新时代广州市耕地多功能评价及时空演变分析

唐春云, 臧俊梅

农业资源与环境学报. 2021, 38(2): 332–343 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2020.0648>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

钱凤魁, 项子璇, 王贺兴, 等. 基于国土空间三线融合的城市周边耕地分区保护研究[J]. 农业资源与环境学报, 2022, 39(6): 1164–1173.

QIAN F K, XIANG Z X, WANG H X, et al. Research on protection of cultivated land zones around main urban areas based on the spatial three-line demarcation[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2022, 39(6): 1164–1173.



开放科学 OSID

基于国土空间三线融合的城市周边耕地分区保护研究

钱凤魁, 项子璇, 王贺兴, 孙福军*

(1. 沈阳农业大学土地与环境学院, 沈阳 110161; 2. 耕地立体保护与监测重点实验室, 沈阳 110161; 3. 土肥资源高效利用国家工程研究中心, 沈阳 110161)

摘要:城市周边耕地保护是国土空间规划的重要议题,对保障城市生态安全和粮食安全以及促进城市可持续发展具有重大意义。本研究通过协同量化耕地自然质量特征以及周边立地条件的关系,融合永久基本农田红线、生态红线、城镇开发边界三线划定要求,在土地评价与立地条件分析(LESA)理论上构建基于自然质量与立地条件特征的综合评价系统,建立鞍山市主城区周边耕地利用与保护分区,提出耕地保护分区管控措施。结果表明:鞍山市域主城区耕地可分为4类区域:永久基本农田区占80.70%,永久基本农田储备区占10.15%,城镇开发边界弹性用地区占3.98%,生态保育区占5.17%。评价结果综合反映城市主城区周边耕地质量的差异性、立地环境的稳定性,同时融合国土空间中三线划定的政策要求,对城市主城区周边耕地布局进行有效探索,划定了永久基本农田保护区,又在一定程度上满足了城镇开发边界弹性发展空间用地需求和生态红线管控要求。

关键词:耕地;LESA体系;适宜性评价;三线划定;城市主城区;鞍山市

中图分类号:F323.211

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2022)06-1164-10

doi: 10.13254/j.jare.2021.0606

Research on protection of cultivated land zones around main urban areas based on the spatial three-line demarcation

QIAN Fengkui, XIANG Zixuan, WANG Hexing, SUN Fujun*

(1. College of Land and Environment, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 2. Key Laboratory of Trinity Protection and Monitoring of Cultivated Land, Shenyang 110161, China; 3. National Engineering Laboratory for Efficient Utilization of Soil and Fertilizer Resources, Shenyang 110161, China)

Abstract: Protection of cultivated land around cities has been an important topic in the territorial spatial planning, which is of great significance in guaranteeing ecological and food security and contributing to the sustainable development of cities. In this study, we quantified the synergistic relationship between natural quality characteristics and surrounding site conditions of cultivated land, by integrating the three-line demarcation requirements of permanent basic cultivated land red line, ecological red line, and urban development boundary. On the basis of Land Evaluation and Site Assessment (LESA) theory, this study establishes a cultivated land suitability evaluation system based on the comprehensive evaluation system of natural quality and site conditions, establishes cultivated land use and protection zones around the main urban area of Anshan City, and puts forward the control measures of cultivated land protection zones. The results showed that the cultivated land in the main urban area of Anshan could be divided into four types: permanent basic cultivated land area accounting for 80.7%, permanent basic cultivated land reserve area accounting for 10.15%, urban development boundary flexible use area accounting for 3.98%, and ecological restoration area accounting for 5.17%. The evaluation results reflected the differences in the cultivated land quality and site environment stability and integrated the policy requirements of the three-line

收稿日期:2021-09-09 录用日期:2021-10-08

作者简介:钱凤魁(1978—),男,河北正定人,博士,教授,博士生导师,从事土地资源利用与评价研究。E-mail:fkqian@163.com

*通信作者:孙福军 E-mail:fjjsun@syau.edu.cn

基金项目:国家自然科学基金项目(42077149,41671329)

Project supported: The National Nature Science Foundation of China(42077149,41671329)

demarcation. The layout of cultivated land around the main urban area was effectively explored, and the permanent basic farmland protection zone was delineated, which met the requirements of flexible development of urban boundaries and control of ecological red line for effective land use.

Keywords: cultivated land; LESA system; suitability evaluation; three control lines demarcation; main urban area; Anshan City

耕地作为最基础的生产资料,是民生之本。为保障粮食安全,切实保护高质量耕地资源,政府制定了以永久基本农田保护、划定等为主导的耕地保护制度及政策体系^[1-2]。伴随着工业化、城市化的快速推进,社会高速发展造成的城市无序扩张、高强度投入利用、生态治理困难等问题层出不穷,耕地面临着被大量占用、损毁,转变用途等危机。以国土空间规划确定的永久基本农田保护红线、城乡规划主导的城市开发边界及环境功能区划的生态保护红线成为合理布局空间、高效配置资源、集约利用土地的重要政策措施和技术手段^[3]。永久基本农田是最优质、最精华的耕地,是为保障国家粮食安全和重要农产品供给而实行特殊保护的区域;生态保护红线是在生态空间范围内按照土地特殊重要生态功能划定的必须强制性严格保护的区域^[4-5]。城镇开发边界是以城镇开发建设现状为基础,在考虑资源承载能力等综合因素基础上而划定的城镇开发建设区域^[6-8]。永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线(三线)是处理好生态、生产、生活的空间格局,实现生态空间山明水秀、生产空间集约高效、生活空间宜居宜业的管控手段^[9-11]。尤其城市周边耕地资源的利用与保护对优化城市格局、稳定城市“菜篮子”“米袋子”意义重大,因此需要采取“长锋利牙齿”的硬措施进行永久保护。然而城市周边部分耕地不可避免地面临着城市开发建设的用地需求,以及生态红线内零散耕地需要纳入生态保护用地管理的需要。因此科学开展耕地自然质量与立地条件的综合评价,可为耕地资源合理布局 and 有效保护提供方法借鉴,尤其对城市周边永久基本农田、城镇开发边界和生态保护红线的划定与协同耕地保护具有一定的理论和实践指导意义。

目前学术界关于耕地保护的研究重点关注理论、方法体系及模型等方面的研究工作,其中耕地质量评价是耕地保护研究的核心问题,目前有关耕地质量的评价指标体系广泛,主要包括耕地自然质量、空间布局、生态安全、利用条件及农户行为等方面^[12-18]。耕地质量评价模型主要依托遥感(RS)和地理信息系统(GIS)等技术,构建多角度的数理统计模型,如LESA模型^[19-22]、自组织神经网络模型^[23]、PSR模型^[24]、空间

聚类模型及生态风险评价模型^[25]等。19世纪80年代美国农业部土壤保持局建立了土地评价与立地条件分析(Land Evaluation and Site Assessment, LESA)体系,该体系分为土地评价(Land evaluation, LE)与立地分析(Site assessment, SA)两部分,LE反映耕地自然条件优劣,SA则反映耕地对社会经济条件的适宜性。LESA系统的一个最大特点就是灵活性,LESA为不同的管理目标服务时可适当调整LE与SA的权重比例,评价体系注重耕地保护的长期稳定性和可持续生产能力^[26-28]。LESA模型既可以通过耕地自然质量条件评价分析,满足划入永久基本农田耕地高产稳产,又可以通过立地环境条件评价分析,满足城镇开发边界弹性用地区用地需求,综合耕地质量与立地条件评价结果优势特征,有利于促进耕地保护与国土空间三线划定有效融合以及协同保护。因此,本研究基于LESA思想体系,以鞍山市域主城区耕地为研究对象,构建耕地自然质量与立地环境条件综合评价系统,在LESA体系评价结果基础上,构建基于城市周边三线划定与耕地保护协同的利用分区,以期在城市周边耕地资源合理布局与永久保护提供参考借鉴。

1 材料与方 法

1.1 研究区及数据源

鞍山市是辽宁省地级市,位于辽东半岛中部、环渤海经济区腹地,属于温带季风性气候区。全市下辖4个区、1个县和1个自治县,代管1个县级市,4个区分别为铁东区、铁西区、立山区、千山区,总面积9 252.35 km²。地势东南高西北低,自东南向西北倾斜。东南为千山山脉延伸部分的山区,海拔300~600 m,面积约5 271.44 km²,占全市总面积的56.97%。中部为千山山脉向西部冲积平原过渡地带,属低山坡岗丘陵区,海拔100~200 m,面积1 232.56 km²,占全市总面积的13.32%。平原面积2 748.43 km²,占全市总面积的29.71%。鞍山市耕地244 729.66 hm²,集中在西部沿河和中部平原地区。常住人口359.8万,城镇人口259.99万。2018年城镇化率为53.51%。2019年全市年生产总值1 745.3亿元,人均GDP为48 957元。主城区周边高城镇化率必然会对耕地造成较大的压

力,而且经济的快速发展进一步增加对耕地的需求。在此过程中,耕地布局和分区保护如何与国土空间三线协调发展成为研究的关注点,因此本研究选择鞍山市域主城区耕地作为研究对象,开展基于三线划定的耕地保护研究(图1)。本研究以土地利用现状的耕地图斑为评价单元,共划分2 521个评价单元。

本研究数据来源:①2017年鞍山市土地利用现状数据,利用ArcGIS软件提取耕地、生态用地、农村居民点、河流、农村道路以及城市用地等各类基础地物信息;②2017年鞍山市各区农用地分等成果数据,以提取研究区耕地资源分等指标数据包括土壤有机质含量、土壤质地、剖面构型、灌溉保证率、土壤酸碱度、地形坡度等;③利用ArcGIS软件近邻分析计算距离数据,通过建立缓冲区采用叠加分析计算耕地连片度数据,以耕地线状数据为基础采用融合工具计算兼容性指标数据,构建立地环境条件指标。

1.2 研究思路与指标构建

1.2.1 总体思路

本研究基于LESA评价体系思想,构建基于自然条件和立地条件综合评价体系的耕地保护适宜性评价系统,以LE体系、SA体系和LESA体系3部分评价分值为依据,划分耕地综合利用适宜性等级,最终结

合国土空间规划三线划定需求划分鞍山市域主城区周边耕地保护分区,并提出耕地保护分区管理建议。研究技术路线如图2所示。

1.2.2 评价指标体系构建

本研究参考《农用地质量分等规程》(GB/T 28407—2012)选取有机质含量、表层土壤质地、土壤pH值、灌溉保证率、盐渍化程度、障碍层距地表深度、排水条件、灌溉水源、地形坡度、有效土层厚度、剖面构型等11个评价指标构建自然质量条件评价指标体系,确定各评价指标分级赋值标准。根据影响程度采用0~100分的标准封闭区间对自然质量条件指标进行分级赋值,并运用特尔斐法确定自然质量条件指标权重(表1)。

本研究选取耕地距农村居民点距离、距农村道路距离、距城市距离、农地兼容性、生态兼容性、耕地连片程度作为立地环境条件的评价指标。距离数据体现耕地资源的区位条件,以Near工具测算耕地与目标斑块间的距离。用Feature to Line工具将耕地资源转换为线状数据,以Dissolve工具分析周边地类与耕地斑块总边长的比例进而测算兼容性指标。连片面积反映耕地资源的分布状况及连片度,以单个耕地资源斑块扩展10 m缓冲区范围内相互重叠的耕地资源

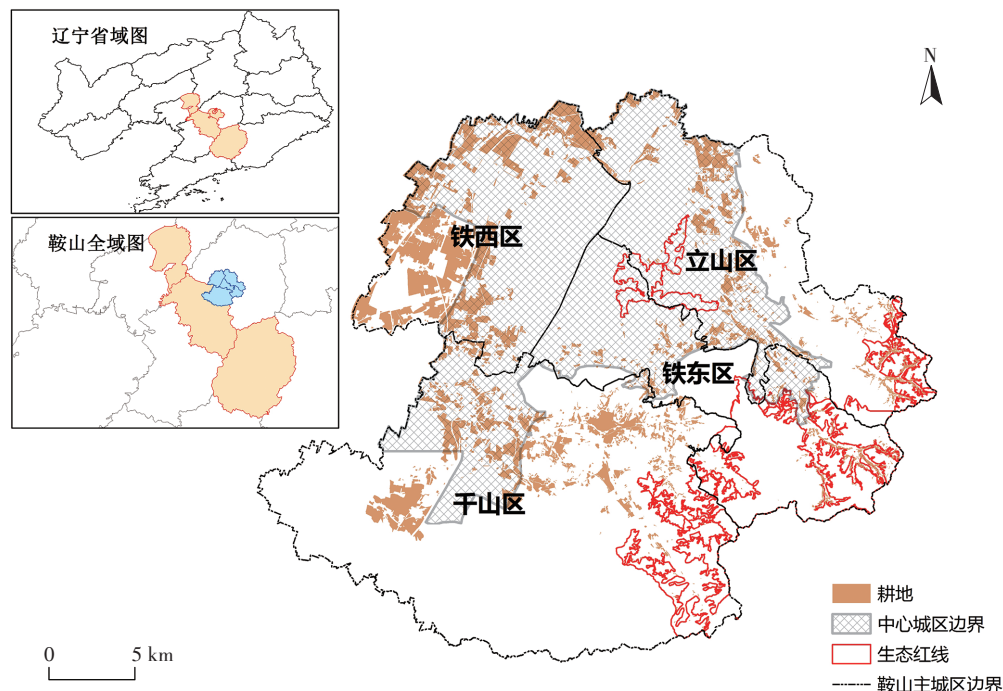


图1 研究区地理位置示意图

Figure 1 Geographical location of the study area

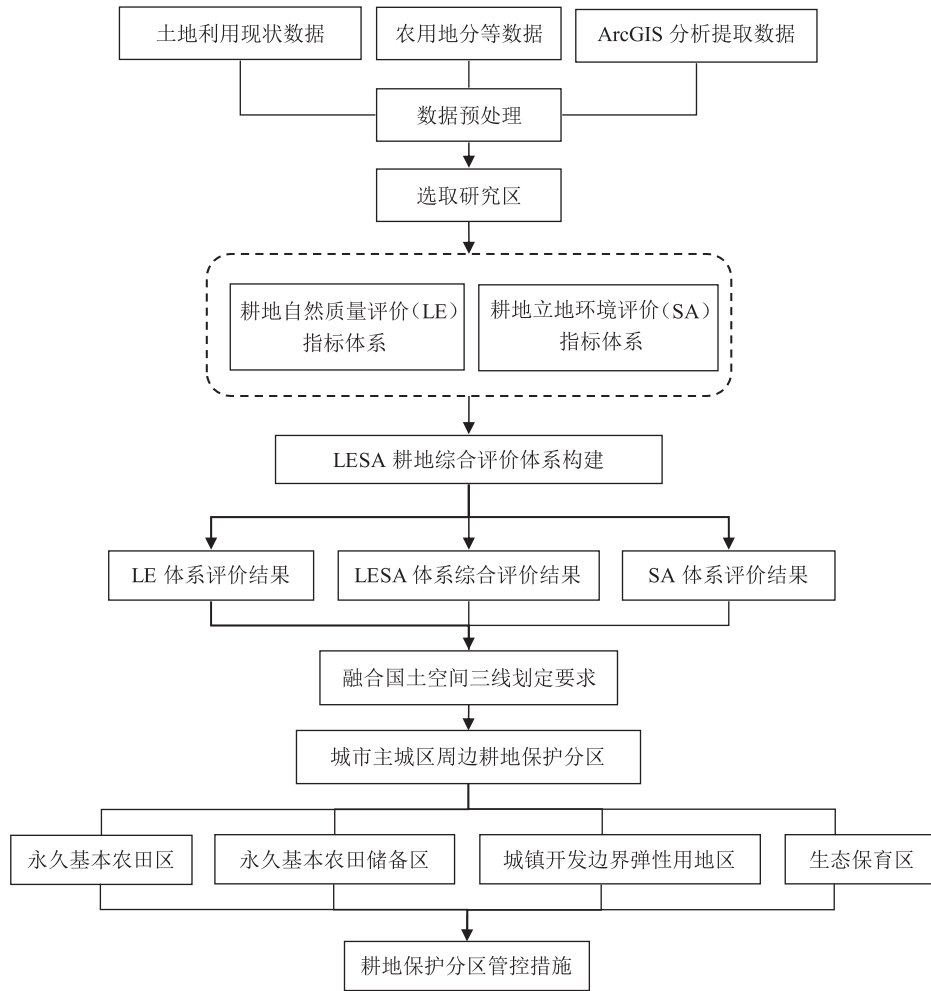


图2 技术路线图

Figure 2 Diagram of technical route

表1 耕地自然质量条件评价指标分级赋值标准及权重

Table 1 Evaluation index grading standard and weight of cultivated land natural quality

指标 Index	指标分级赋值标准 Index grading standard									权重 Weight
	100	90	80	70	60	50	40	30	10	
表层土壤质地	壤土		黏土		砂土		砾质土			0.08
有机质含量	1级	2级	3级	4级	5级	6级				0.06
土壤pH值	1级	2级	3级		4级			5级	6级	0.06
灌溉保证率	充分满足	基本满足		一般满足		无灌溉条件				0.13
盐渍化程度	无	轻度		中度			重度			0.11
障碍层距地表深度/cm	60~90		30~60		<30					0.04
排水条件	1级	2级		3级				4级		0.15
灌溉水源	1级	2级	3级							0.04
地形坡度/(°)	<2		2~5		5~8		8~15		>15	0.13
有效土层厚度/cm	>150	100~150		60~100			30~60		<30	0.14
剖面构型	通体壤、壤/砂/壤	壤/黏/壤		砂/黏/砂、壤/黏/黏、壤/砂/砂	砂/黏/黏	黏/砂/黏、通体黏、黏/砂/砂	通体沙、通体砾			0.06

斑块总面积表示。运用等间距法对距离指标、兼容性指标进行分级赋值,采用自然断点法对耕地连片面积

指标分级赋值,确定立地环境条件评价指标分级赋值标准。本研究基于SPSS软件采用主成分分析法对耕

地立地环境条件指标进行因子分析,根据得到的成分矩阵及特征根计算各个指标的贡献率,并将所有指标进行归一化处理,确定耕地立地条件评价指标分级赋值标准及权重(表2)。

1.3 研究方法

1.3.1 耕地自然质量条件评价模型

根据各评价单元的耕地条件属性数据,运用加权指数模型并依据分级赋值原则确定各评价单元的耕地自然质量条件分值,计算公式如下:

$$LE_i = \sum_{j=1}^n (f_{ij} \times w_{ij}) \quad (1)$$

式中: LE_i 为第*i*个评价单元自然质量分值; f_{ij} 为第*i*个评价单元第*j*个因素评价分值; w_{ij} 为第*i*个评价单元第*j*个因素评价权重。

1.3.2 耕地立地环境条件评价模型

耕地立地环境条件评价系统以耕地周边环境来判别其长期稳定发展程度,包含耕地资源区位因素及生态条件特性,基于耕地立地环境条件评价模型计算各个评价单元的耕地立地环境条件分值,计算公式如下:

$$SA_i = \sum_{j=1}^n (g_{ij} \times w_{ij}) \quad (2)$$

式中: SA_i 为第*i*个评价单元立地环境条件分值; g_{ij} 为第*i*个评价单元第*j*个因素评价分值; w_{ij} 为第*i*个评价单元第*j*个因素评价权重。

1.3.3 LESA 综合评价模型

LESA体系的构建是基于LE与SA两个子系统评价结果的综合分析,既可以科学评价耕地自然质量条件,又能够评价耕地立地条件稳定性特征,还可以根据不同评价目的,灵活赋予两个评价体系不同的权重。本研究基于LESA体系对耕地自然条件和立地条件进行综合评价,根据综合评价分值判断评价单元作为耕地用途的适宜性,计算方法如下:

$$LESA_i = \alpha \times LE_i + \beta \times SA_i \quad (3)$$

式中: $LESA_i$ 为评价单元综合评价分值; LE_i 为第*i*个评价单元自然质量分值; SA_i 为第*i*个评价单元立地环境条件分值; α 和 β 为权重。为了确定耕地自然质量与立地条件评价之间的最优比例关系,利用SPSS软件计算 α 、 β ,以0.1为间隔逐一取两者的相关系数,可知最优比例为 $LESA=0.6LE+0.4SA$ 。

2 结果与讨论

2.1 耕地自然质量条件分析(LE体系)

耕地自然质量评价结果充分体现耕地的本底特征,为永久基本农田红线划定提供依据。依据公式(1)计算得到耕地自然质量条件评价结果,耕地自然质量评价分值范围为51~98.2,采用频率直方图法将评价结果划分为高度宜耕区、中度宜耕区以及低度宜耕区3个等级区(图3)。其中高度宜耕区面积8 296.52 hm²,占比83.42%。该区域耕地自然质量条件优越,集中分布在鞍山市域主城区西北部,地势平坦,土壤基础条件良好,灌溉设施完善且水源充足,耕作优势显著,同时该区域区位条件优越且连片程度高,具备机械化耕作的条件,有利于现代化农业发展,是粮食高产稳产的有力保障。中度宜耕区面积1 270.98 hm²,占比12.78%,该区域耕地自然质量条件良好,具备一定的集中连片程度,土壤限制因素包括有效土层厚度、有机质含量、障碍层距地表深度等,可结合区位优势、自然特性、生态影响度等有针对性地开展土地整治工作,以提高耕地质量。低度宜耕区面积377.97 hm²,占比3.8%,主要位于鞍山市域主城区东南部,总体呈现零散分布特征。该区域耕地自然质量条件整体较差,主要受地形坡度及有效土层厚度等指标制约,耕地质量提升潜力较小。

2.2 耕地立地环境条件分析(SA体系)

耕地立地环境条件体现了耕地与周边立地条件的协同关系,依据该评价结果既可以降低耕地保护的

表2 耕地立地环境条件评价指标分级赋值标准及权重

Table 2 Evaluation index grading standard and weight of cultivated land site condition

指标 Index	指标分级赋值标准 Index grading standard						权重 Weight
	100	80	60	40	20	10	
距农村居民点距离/km	<0.3	0.3~0.6	0.6~0.9	0.9~1.2	>1.2		0.13
距农村道路距离/km	<3	3~6	6~9	9~12	>12		0.34
距城市距离/km	<1	1~2	2~3	3~4	>4		0.23
耕地连片面积/hm ²	>244.87	134.74~244.87	77.23~134.74	37.22~77.23	12.16~37.22	<12.16	0.05
生态兼容性	>0.8	0.6~0.8	0.4~0.6	0.2~0.4	<0.2		0.20
农地兼容性	>0.8	0.6~0.8	0.4~0.6	0.2~0.4	<0.2		0.05

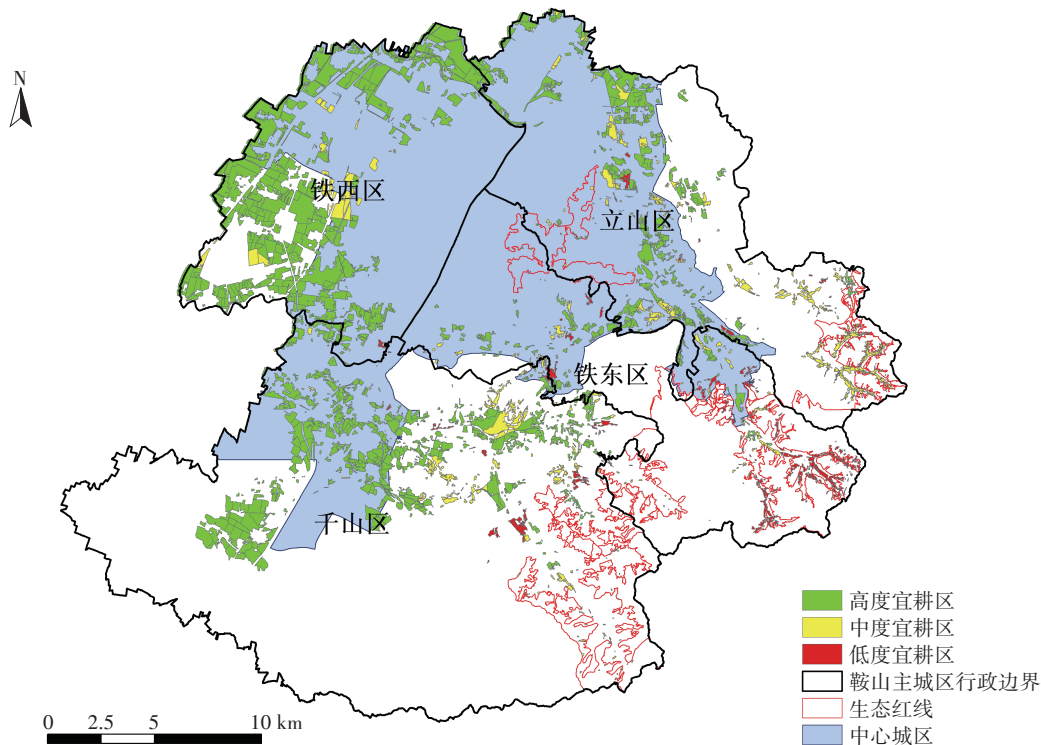


图3 耕地自然质量条件适宜性评价结果

Figure 3 Evaluation results of suitability of cultivated land natural quality

不稳定性风险,又可以为城镇发展提供弹性用地需求,还能对生态红线范围内零散耕地实施生态管控。依据公式(2)得到耕地立地环境条件评价结果,耕地立地环境条件评价分值在31.3~100之间,通过频率描述统计将评价结果划分为高度协同区、中度协同区以及低度协同区3个等级区(图4)。其中高度协同区面积5 251.23 hm²,占比52.80%,集中分布在鞍山市域西北部中心城区周边,该区域与鞍山市城市空间拓展方向趋于一致,耕地立地条件优越且稳定性较高,交通条件便利。对比耕地自然质量评价结果,该区域与高度宜耕区高度耦合,同时具备耕作与立地优势特征,既适用于永久基本农田划定又满足城市发展的需求,但是两者在空间上具有一定的冲突性,需要从优先保障粮食安全角度探讨该区域耕地协同保护问题,即优先划定永久基本农田区域,同时考虑城镇用地弹性发展区用地需求。中度协同区面积3 884.67 hm²,占比39.06%,该区域立地优势相对一般,但集中连片程度较高,农地兼容性及生态兼容性相对稳定,结合耕地自然质量条件评价结果,该区域具有较大面积的中度宜耕区,应作为土地整治项目提升耕地质量的优选区域,同时可以满足国土空间规划中城镇开发边界建设用地的需求。低度协同

区面积809.57 hm²,占比8.14%,多零散分布于生态红线区域,该区域耕地立地环境条件稳定性和耕作适宜性均较差,既不适宜城市开发建设也不适宜永久基本农田划定,实施提质改造的难度大,从生态保护角度考虑可纳入生态红线进行管控,发挥其特有的生态保育功能价值。

2.3 耕地LESA体系的综合评价分析及分区划定

通过对耕地自然质量与耕地立地环境条件进行评价,耕地适宜性等级分值区间及面积分布如表3所示,在此基础上开展LESA体系的综合评价分析。根据公式(3)计算得到耕地综合条件评价结果,耕地综合评价分值在49.6~97.7之间。结合LESA体系综合评价结果,考虑耕地自然质量条件(LE体系)及立地环境条件(SA体系)的优势特征及其与国土空间三线划定的协同关系,本研究将鞍山市域主城区耕地划分为4个保护分区,分别为永久基本农田区($LESA \geq 80, LE \geq 80, SA \geq 80$),永久基本农田储备区($LESA: 70 \sim 80, LE: 70 \sim 80, SA: 70 \sim 80$),城镇开发边界弹性用地区($LESA: 60 \sim 80, LE \leq 70, SA \geq 60$),耕地生态保育区($LESA \leq 60, LE \leq 60, SA \leq 60$),如表4和图5所示。其中永久基本农田区面积为8 026.01 hm²,占比80.70%,主要分布在鞍山市域主城区西北部。该区域自然生

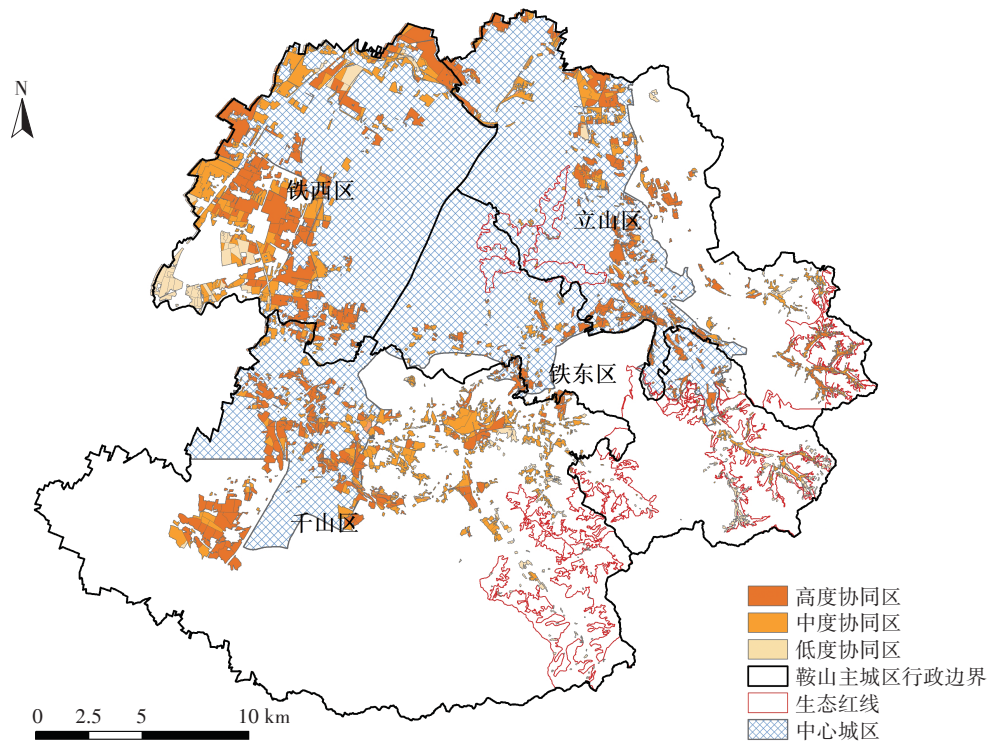


图4 耕地立地环境条件适宜性评价结果

Figure 4 Evaluation results of suitability of cultivated land site condition

表3 耕地自然质量与立地环境条件评价适宜性等级分值区间及面积占比

Table 3 Score range and area proportion of cultivated land natural quality and site condition suitability

项目 Item	自然质量条件 Natural quality			立地环境条件 Site condition		
	低度宜耕区	中度宜耕区	高度宜耕区	低度协同区	中度协同区	高度协同区
分值区间	≤80	80~90	≥90	≤70	70~85	≥85
面积/hm ²	377.97	1 270.98	8 296.52	809.57	3 884.67	5 251.23
占比/%	3.80	12.78	83.42	8.14	39.06	52.80

表4 耕地利用分区划分标准统计

Table 4 Division standard statistics of cultivated land utilization zone

耕地综合评价分值 Comprehensive evaluation score	耕地自然质量评价分值 Natural quality evaluation score	耕地立地条件评价分值 Site condition evaluation score	划定利用分区 Division of utilization zone	耕地面积 Area/hm ²	占比 Proportion/%
≥80	≥80	≥80	永久基本农田区	8 026.01	80.70
70~80	70~80	70~80	永久基本农田储备区	1 009.47	10.15
60~80	≤70	≥60	城镇开发边界弹性用地区	395.48	3.98
≤60	≤60	≤60	生态保育区	514.51	5.17

产潜力及立地稳定性优越,灌溉水源充足,土壤基础条件良好。同时该区域耕地主要分布于中心城区周边,区位条件优势显著。因此从保障城市粮食安全和保护优质耕地的角度考虑,该区域作为永久基本农田红线划定区域,可以进一步优化城市发展格局。永久基本农田储备区面积为 1 009.47 hm²,占比 10.15%,

主要分布在西北部,该区域耕地自然质量较优,但耕地立地环境一般,两者之间差异较大,耕地利用存在一定的限制因素,因此需要有针对性开展土地整治,以提高耕地综合质量,满足永久基本农田补划需求。城镇开发边界弹性用地区面积为 395.48 hm²,占比 3.98%,主要分布在中心城区边界周边。该区域耕地

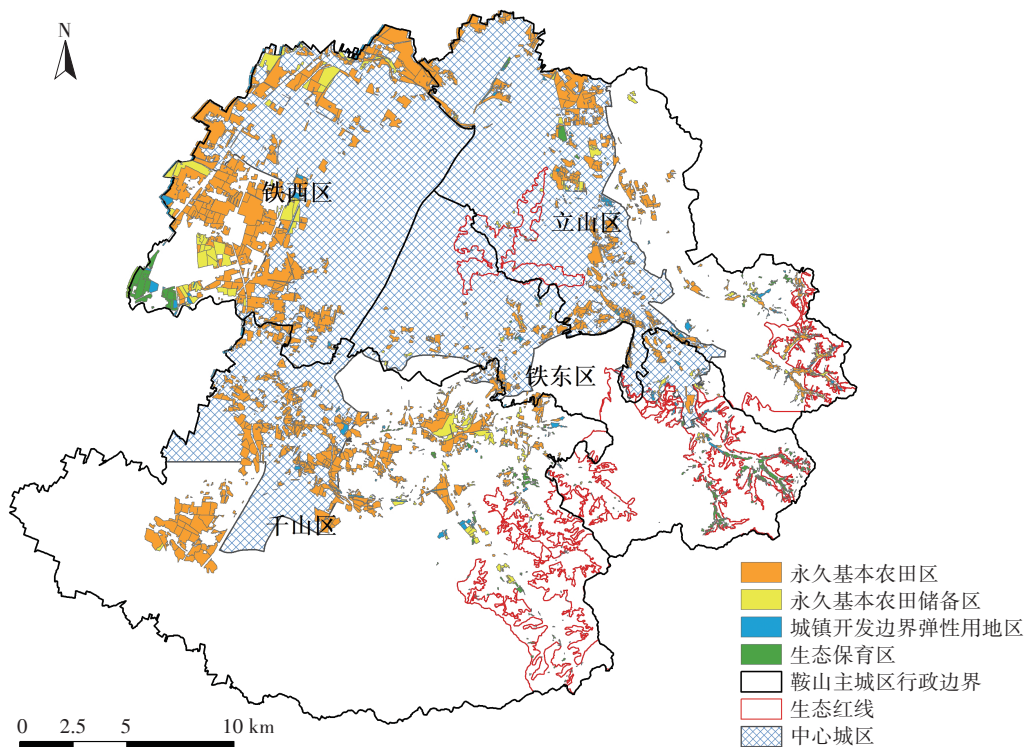


图5 城市主城区周边耕地保护分区

Figure 5 Protection zone of cultivated land around main urban area

自然质量条件较差,连片度低,但具有一定的区位立地条件优势,在符合城市发展规划布局基础上可作为弹性发展用地区域,在一定程度上满足城市空间发展对耕地占用的需求。生态保育区面积为514.51 hm²,占比5.17%,该区域耕地破碎度较高,零散分布于鞍山市生态红线划定区及周边。耕地自然限制因素较多,土地整治难度大,几乎无耕地质量提升潜力,同时耕地区位等立地条件较差,既不适宜农业耕作也不适宜建设开发。因此建议对该区域耕地稳步实施生态退耕,融入生态红线管控区,建立耕地生态保育区。

2.4 耕地保护分区管控措施

城市周边耕地保护分区主要考虑农业、生态和城镇三大功能分区的协同保护,实施差别化管控措施。建议将优质耕地划入永久基本农田区,确保永久基本农田集中连片且具备一定规模,保障城市充分的粮食供给。要严格管控非农建设占用永久基本农田,开展全域土地综合整治。在农业功能分区内除永久基本农田红线划定区外,识别并划定具备一定耕作优势的耕地作为永久基本农田储备区,作为永久基本农田补划区域,保障城市周边永久基本农田保护的数量不减、质量不降低且布局稳定。针对具备生态功能的耕

地生态退还区域,严格按照生态红线管制要求有序开展生态退还,提升耕地生态功能价值。对适宜城市弹性发展空间的一般耕地,在做好表土剥离和耕地占补平衡方案的基础上,优先满足基础设施建设项目、产业项目、民生项目等用地需求。

3 结论

(1)本研究在土地评价与立地条件分析(LESA)理论上构建了基于自然质量与立地条件综合评价体系的耕地保护适宜性评价系统。由土地评价(LE)体系评价结果可知,耕地自然质量评价分值集中分布在51~98.2区间,可划分为高度宜耕区、中度宜耕区和低度宜耕区。由立地分析(SA)体系评价结果可知,耕地立地环境条件分值集中分布在31.3~100区间,可划分为立地条件的高度协同区、中度协同区和低度协同区。

(2)由LESA体系综合评价结果可知,耕地综合评价分值集中分布在49.6~97.7区间,可将鞍山主城区周边耕地划分为4种类型区进行管控:一是永久基本农田区,占比80.70%,可作为永久基本农田红线管控区,保障城市粮食安全和优化城市发展格局;二是

永久基本农田储备区,占比10.15%,有序开展土地整治以提高耕地综合质量,同时满足永久基本农田补划需求;三是城镇开发边界弹性用地区,占比3.98%,作为城镇弹性发展空间的备选区域,优先保障基础设施建设项目需求;四是耕地生态保育区,占比5.17%,稳步推行生态退耕实现生态保育,纳入鞍山市生态红线管控区。

(3)通过耕地自然质量与立地条件协同关系特征分析,可以科学有效地与国土空间规划中三线划定进行融合,根据耕地自然质量特征合理界定和划分永久基本农田保护区,保障耕地资源保护的底线。根据耕地立地环境特征划定城镇开发边界弹性用地空间,保障基础设施等项目用地需求,同时对生态红线范围耕地进行严格管控,逐渐退还生态用地。

参考文献:

- [1] 钱凤魁, 王卫雯, 张靖野, 等. 近30 a基本农田领域研究态势的可视化分析[J]. 自然资源学报, 2017, 32(12): 2160-2170. QIAN F K, WANG W W, ZHANG J Y, et al. Visual analysis of research situation in the basic farmland field from 1986 to 2015[J]. *Journal of Natural Resources*, 2017, 32(12): 2160-2170.
- [2] 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 F K, WANG Q B, BIAN Z X, 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.
- [3] 冉娜, 金晓斌, 范业婷, 等. 基于土地利用冲突识别与协调的“三线”划定方法研究——以常州市金坛区为例[J]. 资源科学, 2018, 40(2): 284-298. RAN N, JIN X B, FAN Y T, et al. “Three Lines” delineation based on land use conflict identification and coordination in Jintan District, Changzhou[J]. *Resource Science*, 2018, 40(2): 284-298.
- [4] 莫张勤. 生态保护红线在环境法律制度中的融合与创新[J]. 环境科学学报, 2018, 27(3): 588-594. MO Z Q. Integration and innovation of ecological protection red line in environmental legal system[J]. *Ecology and Environmental Sciences*, 2018, 27(3): 588-594.
- [5] 杨楠, 刘治国, 由宗兴. “多规合一”下的沈阳市中心城区生态保护红线划定[J]. 规划师, 2017, 33(7): 91-97. YANG N, LIU Z G, YOU Z X. Ecological redline specification based on multi-plan integration, Shenyang central district[J]. *Planners*, 2017, 33(7): 91-97.
- [6] 高晓路, 吴丹贤, 周侃, 等. 国土空间规划中城镇空间和城镇开发边界的划定[J]. 地理研究, 2019, 38(10): 2458-2472. GAO X L, WU D X, ZHOU K, et al. The urban space and urban development boundary under the framework of territory spatial planning[J]. *Geographical Research*, 2019, 38(10): 2458-2472.
- [7] 杨绪红, 金晓斌, 贾培宏, 等. 多规合一视角下县域永久基本农田划定方法与实证研究[J]. 农业工程学报, 2019, 35(2): 250-259. YANG X H, JIN X B, JIA P H, et al. Designation method and demonstration of permanent basic farmland in county level on view of multi-
- [8] planning integration[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2019, 35(2): 250-259.
- [9] 祁帆, 谢海霞, 王冠珠. 国土空间规划中三条控制线的划定与管理[J]. 中国土地, 2019(2): 26-29. QI F, XIE H X, WANG G Z. Designation and management of three control lines under the framework of territory spatial planning[J]. *China Land*, 2019(2): 26-29.
- [10] 王颖, 刘学良, 魏旭红, 等. 区域空间规划的方法和实践初探——从“三生空间”到“三区三线”[J]. 城市规划学刊, 2018(4): 65-74. WANG Y, LIU X L, WEI X H, et al. The method and practice of regional spatial planning from ‘Three Basic Spaces’ to ‘Three-zones and Three-lines’[J]. *Urban Planning Forum*, 2018(4): 65-74.
- [11] 刘冬荣, 麻战洪. “三区三线”关系及其空间管控[J]. 中国土地, 2019(7): 22-24. LIU D R, MA Z H. Relationship and space control of ‘Three-zones and Three-lines’[J]. *China Land*, 2019(7): 22-24.
- [12] 贺丹, 曹裕涛. 国土空间规划“三线”划定实践与优化分析[J]. 国土资源科技管理, 2020, 37(5): 38-47. HE D, CAO Y T. Practice and optimization analysis of ‘Three Lines’ in territorial space planning[J]. *Scientific and Technological Management of Land and Resources*, 2020, 37(5): 38-47.
- [13] 奉婷, 张凤荣, 李灿, 等. 基于耕地质量综合评价的县域基本农田空间布局[J]. 农业工程学报, 2014, 30(1): 200-210, 293. FENG T, ZHANG F R, LI C, et al. Spatial distribution of prime farmland based on cultivated land quality comprehensive evaluation at county scale[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2014, 30(1): 200-210, 293.
- [14] 吕慧敏, 吴克宁, 周勇, 等. 基于农用地分等的耕地质量主导限制型研究[J]. 中国农业资源与区划, 2015, 36(7): 11-18. LÜ H M, WU K N, ZHOU Y, et al. Dominant limiting types of the quality of cultivated land based on agricultural land gradation[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2015, 36(7): 11-18.
- [15] 钱凤魁, 张琳琳, 贾璐, 等. 基本农田划定中的耕地立地条件评价研究[J]. 自然资源学报, 2016, 31(3): 447-456. QIAN F K, ZHANG L L, JIA L, et al. Site condition assessment during prime farmland demarcating[J]. *Journal of Natural Resources*, 2016, 31(3): 447-456.
- [16] 赵小娟, 叶云, 周晋皓, 等. 珠三角丘陵区耕地质量综合评价及指标权重敏感性分析[J]. 农业工程学报, 2017, 33(8): 226-235. ZHAO X J, YE Y, ZHOU J H, et al. Comprehensive evaluation of cultivated land quality and sensitivity analysis of index weight in hilly region of Pearl River Delta[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2017, 33(8): 226-235.
- [17] 刘洪彬, 王冰, 王秋兵, 等. 基于农户微观视角下的耕地土壤有机质时空演变规律研究[J]. 土壤通报, 2015, 46(2): 319-326. LIU H B, WANG B, WANG Q B, et al. Study on the spatial and temporal evolution of the soil organic matter of the cultivated land based on the microscopic perspective of the household[J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 2015, 46(2): 319-326.
- [18] 赵彦锋, 程道全, 陈杰, 等. 耕地地力评价指标体系构建中的问题与分析逻辑[J]. 土壤学报, 2015, 52(6): 1197-1208. ZHAO Y F, CHENG D Q, CHEN J, et al. Problems and analytical logic in build-

- ing cultivated land productivity evaluation index system[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2015, 52(6):1197-1208.
- [18] 邝佛缘,陈美球,鲁燕飞,等.生计资本对农户耕地保护意愿的影响分析——以江西省587份问卷为例[J]. *中国土地科学*, 2017, 31(2):58-66. KUANG F Y, CHEN M Q, LU Y F, et al. The impact of farmers' livelihood capital on the willingness of cultivated land protection: Based on the investigation data from 587 farmers in Jiangxi Province[J]. *China Land Science*, 2017, 31(2):58-66.
- [19] 么欣欣,韩春兰,刘洪彬,等.基于RS与GIS的沈阳市土地利用及景观格局变化[J]. *水土保持研究*, 2014, 21(2):158-161, 166. MO X X, HAN C L, LIU H B, et al. Changes of land use and landscape pattern in Shenyang City based on RS and GIS[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2014, 21(2):158-161, 166.
- [20] 钱凤魁,张琳琳,边振兴,等.高标准基本农田建设中的耕地质量与立地条件评价研究[J]. *土壤通报*, 2015, 46(5):1049-1055. QIAN F K, ZHANG L L, BIAN Z X, et al. Farmland natural quality evaluation and site assessment in the high-standard basic farmland construction[J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 2015, 46(5):1049-1055.
- [21] 钱凤魁,王秋兵,李娜.基于耕地质量与立地条件综合评价的高标准基本农田划定[J]. *农业工程学报*, 2015, 31(18):225-232. QIAN F K, WANG Q B, LI N. High-standard prime farmland planning based on evaluation of farmland quality and site conditions[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2015, 31(18):225-232.
- [22] 钱凤魁,王秋兵,边振兴,等.凌源市耕地质量评价与立地条件分析[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(11):325-329. QIAN F K, WANG Q B, BIAN Z X, et al. Farmland quality evaluation and site assessment in Lingyuan City[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2011, 27(11):325-329.
- [23] 鄢瑞卿,关侠,鄢旭久,等.基于自组织神经网络的耕地自然质量评价方法及其应用[J]. *农业工程学报*, 2014, 30(23):298-305. QIE R Q, GUAN X, YAN X J, et al. Method and its application of natural quality evaluation of arable land based on self-organizing feature map neural network[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2014, 30(23):298-305.
- [24] 张锐,郑华伟,刘友兆.基于PSR模型的耕地生态安全物元分析评价[J]. *生态学报*, 2013, 33(16):5090-5100. ZHANG R, ZHENG H W, LIU Y Y. Evaluation on cultivated land ecological security based on the PSR model and matter element analysis[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(16):5090-5100.
- [25] 熊昌盛,谭荣,岳文泽.基于局部空间自相关的高标准基本农田建设分区[J]. *农业工程学报*, 2015, 31(22):276-284. XIONG C S, TAN R, YUE W Z. Zoning of high standard farmland construction based on local indicators of spatial association[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2015, 31(22):276-284.
- [26] DUNFORD R W, ROE R D, STEINER F R, et al. Implementing LE-SA in Whitman County, Washington[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1983, 38(2):82-86.
- [27] 钱凤魁,张靖野,王秋兵,等.基于聚类图谱的基本农田领域文献分析及进展[J]. *中国土地科学*, 2017, 31(4):80-87. QIAN F K, ZHANG J Y, WANG Q B, et al. Literature review on the research progress of basic farmland field based on the cluster map[J]. *China Land Science*, 2017, 31(4):80-87.
- [28] 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 X R, YOU M Y, WANG Q B. Demarcating method of prime farmland based on land evaluation[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2011, 27(4):336-339.