

# 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

钱凤魁<sup>1,2</sup>, 王秋兵<sup>1\*</sup>, 李娜<sup>1</sup>

(1.沈阳农业大学土地与环境学院, 沈阳 110161; 2.中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:** 保障高标准基本农田建设的永久稳定是在土地整治战略背景下持续提升粮食产能的重要举措。该文以沈阳市沈北新区为例, 以美国重要农地保护的 LESA (land evaluation and site assessment) 体系思想为指导, 构建耕地质量与立地条件综合分析体系, 采取多因素综合对比分析法, 开展高标准基本农田建设的适宜性评价和非适宜性评价, 该研究区划定高标准基本农田优先建设区的面积为 11 212.42 hm<sup>2</sup>, 该建设区基本农田质量较优, 经济社会发展压力较小; 划定有条件建设区的面积为 18 714.36 hm<sup>2</sup>, 该建设区有良好的基本农田质量条件, 但需要对高标准基本农田建设的影响因素和限制条件采取一定的整治技术和措施; 划定限制建设区的面积为 7 491.30 hm<sup>2</sup>, 该建设区耕地质量及立地条件差异显著, 城区周边受立地环境条件影响较大, 远离城区基本农田质量条件较差。

**关键词:** 土地利用; 分区; 划定; 耕地质量与立地条件; 高标准基本农田

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.18.031

中图分类号: F301.21

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2015)-18-0225-08

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. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.18.031 http://www.tcsae.org

Qian Fengkui, Wang Qiubing, Li Na. High-standard prime farmland planning based on evaluation of farmland quality and site conditions[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(18): 225—232. (in Chinese with English abstract) doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.18.031 http://www.tcsae.org

## 0 引言

高标准基本农田是一定时期内,通过土地整治建设形成的集中连片、设施配套、高产稳产、生态良好、抗灾能力强,与现代农业生产和经营方式相适应的基本农田<sup>[1]</sup>。2010 年的第 3 轮全国土地利用总体规划的修编以及 2012 年《全国土地整治规划(2011—2015 年)》和《高标准基本农田建设标准》的颁布实施,进一步推动了到 2015 年建成 4 亿亩高标准基本农田,到 2020 年力争建成 8 亿亩高标准基本农田规划目标的逐步实现。可见建设高标准基本农田是土地整治中的一项重要内容和重点建设任务,也是实施基本农田永久保护的一项重要战略措施<sup>[2]</sup>。它对保证耕地数量,提升耕地质量,保障国家粮食安全,发展农业现代化经营,促进城乡统筹具有重要意义。

目前国内学者对高标准基本农田划定的相关研究集中在基本农田的划定和建设等方面,主要以农用地分等成果为基础开展基本农田的质量评价,评价方法

可分为多因素综合评价法和逐级修正法<sup>[3-5]</sup>、主层次分析法<sup>[6]</sup>、LESA 方法<sup>[7-8]</sup>、理想点逼近法和限制因素组合等方法<sup>[9-11]</sup>,主要技术手段为 GIS 和数学模型等<sup>[12-16]</sup>,研究成果主要包括基本农田整治区域划定、基本农田建设模式划分和时空配置等内容<sup>[17-23]</sup>。高标准基本农田划定指标体系与方法与基本农田划定是有差异的,基本农田的划定侧重于耕地质量条件,农作物的产量水平,指标体系构建以耕地自然条件因素为主导,而高标准基本农田优先在基本农田范围内建设,不仅考虑耕地质量条件,还要考虑耕地的生态环境条件以及基础设施等立地环境条件。因此更侧重高标准基本农田建设后的永久稳定性和可持续的粮食生产能力。19 世纪 80 年代,美国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)2 部分,LE 反映了耕地的自然条件优劣;SA 则反映了耕地对社会经济条件适宜性。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,可以根据自己的价值取向适当调整 LE 与 SA 的权重比例,评价体系注重农地保护的长期稳定性和可持续生产能力<sup>[24-26]</sup>。本文以沈阳市沈北新区为例,以美国重要农地保护的 LESA 体系思想为指导,构建耕地质量与立地条件综合分析体系,从耕地质量和耕地立地环境条件 2 个层面综合探讨高标准基本农田划定的理论条件与技术方法,以期为保障高标准基本农田建成后的永久稳定与高产稳产提供参考。

收稿日期: 2015-06-30 修订日期: 2015-09-08

基金项目: 辽宁省高等学校优秀人才支持计划资助项目(LJQ2015102);教育部高等学校博士学科点专项科研基金(20122103120012);国家自然科学基金(41340011)

作者简介: 钱凤魁,男,河北正定人,副教授,博士,主要从事土地资源利用与评价研究。沈阳 沈阳农业大学土地与环境学院,110161。

Email: ftkqian@163.com

\*通信作者: 王秋兵,男,河北邢台人,教授,博士,博士生导师,主要从事土壤地理和土地资源管理研究。沈阳 沈阳农业大学土地与环境学院,110161。Email: qiubingwansy@163.com

## 1 研究区域概况与数据来源

### 1.1 研究区域概况

沈北新区地处沈阳市区北郊, 位于  $123^{\circ}16' \sim 48^{\circ}E$ ,  $41^{\circ}54' \sim 42^{\circ}11'N$  之间, 全境东西长 45 km, 南北宽 32.5 km, 辖区总面积 892.60 km<sup>2</sup>。沈北新区现辖 12 个街道乡镇, 总人口约 40 万。沈北新区土地总面积 8.93 万 hm<sup>2</sup>, 农用地面积 3.75 万 hm<sup>2</sup>, 耕地面积 3.65 万 hm<sup>2</sup>, 占农用地面积的 97.32%。沈北新区地势平坦开阔, 平均海拔 58 m, 地势自东向西倾斜, 东部为低山丘陵, 根据第二次土壤普查资料, 沈北新区主要分布棕壤土、草甸土、水稻土、风沙土和沼泽土 5 个土类。沈北新区地处中北纬度地带, 属半湿润大陆性季风气候区, 四季比较分明, 夏季炎热多雨, 冬季寒冷干燥, 全年降水量的 80%集中在 6~9 月份。沈北新区有着丰富的自然资源, 是名副其实的“鱼米之乡”。根据沈北新区土地利用总体规划(2006—2020 年), 到 2020 年沈北新区基本农田面积不得少于 3.65 万 hm<sup>2</sup>, 划定的基本农田利用等别主要分布在 12~18 等。

### 1.2 数据来源与处理

数据源包括: 1) 2011 年 1:10 000 沈北新区土地变更调查数据库; 2) 1:10000 沈北新区影像图; 3) 沈北新区水文地质图; 4) 1:50000 沈北新区土壤图; 5) 1:50 000 沈北新区数字高程图 (DEM); 6) 沈北新区农用地分等定级数据库资料; 7) 沈北新区统计年鉴 (2011 年); 8) 沈阳市农村调查年鉴 (2011 年)。

有效土层厚度、表层土壤质地、剖面构型、有机质含量、灌溉保证率、排水条件、等指标提取自沈北新区农用地分等定级数据库, 坡度和高程数据利用 DEM 得到, 耕作距离、道路通达度、距河湖距离等指标值以土地变更数据库为基础, 使用 ArcGIS 中 Near 工具计算, 地下水位等指标取自水文地质图等资料, 经营效益、城镇化率等统计指标通过 2011 年统计年鉴数据计算获得。

## 2 研究思路和方法

### 2.1 高标准基本农田建设区域划定总体思路

本文以 LESA 体系思想为理论指导, 构建高标准基本农田建设的质量评价体系和立地条件评价体系, 其中立地条件体系包括适宜高标准基本农田建设的正向型立地条件体系和负向型立地条件体系, 以高标准基本农田建设的质量评价体系和正向型立地条件评价体系为基础开展高标准基本农田建设的适宜性评价, 以负向型立地条件体系为基础开展高标准基本农田建设相冲突的非适宜性评价。在此基础上, 构建高标准基本农田划定评价模型, 将适宜性评价结果与相冲突的非适宜性评价结果进行叠加分析, 进而确定高标注农田建设适宜区域。具体路线图见图 1。

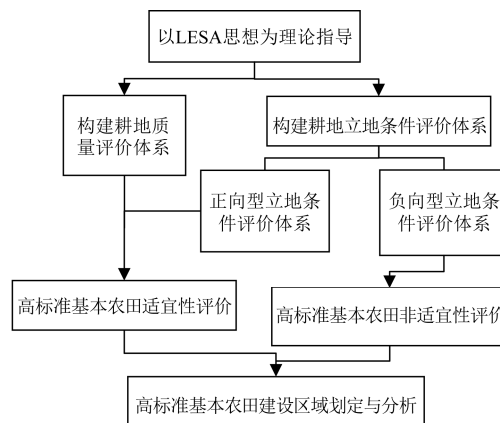


图 1 研究技术路线图

Fig.1 Sketch of research procedure

### 2.2 高标准基本农田划定评价方法

#### 2.2.1 评价单元

评价单元是评价对象的最小单元, 单元内部的地形地貌、土壤和气候等自然特征和社会经济特征应相对均一<sup>[11]</sup>。本文评价单元是以沈北新区土地利用变更数据为基础, 提取沈北新区土地利用总体规划(2006—2020 年)内所划定的基本农田图斑为基本评价单元, 最终划定 6 279 个评价单元。

#### 2.2.2 评价指标体系构建

依据《高标准基本农田建设标准 (TD/T1033—2012)》, 高标准基本农田设计原则之一就是要坚持数量、质量、生态并重, 促进基本农田数量稳定, 质量提高, 景观优化, 生态良好。因此, 高标准基本农田建设区域一方面要考虑良好的耕地质量条件, 这是高标准基本农田建设的内在因素, 另一方面还要考虑影响其永久稳定的立地环境条件, 这是高标准基本农田建设的外在因素。

高标准基本农田建设评价中内在因素指标主要考虑的是耕地自然条件特征, 目前在耕地质量评价以及农用地分等定级等相关研究方面已形成完善的指标体系, 主要包括坡度、有效土层厚度、表层土壤质地、剖面构型、有机质含量和 pH 值等。而外在因素主要是耕地的立地环境特征, 立地环境对高标准基本农田建设既有正向型影响因素, 又有负向型影响因素, 根据研究区基本农田建设和保护特点, 正向型因素由灌溉保证率、排水条件、耕作距离、经营效益、道路通达度等构成, 对高标准基本农田建设具有促进和保障作用, 负向型因素由高程、人均 GDP、路网密度、城镇化率、对外交通便利度和中心城镇影响度等构成。评价指标选择遵循了全面性、主导性、独立性、差异性和可获取性等原则, 最终从基本农田的自然质量条件和立地环境条件 2 个层面, 构建高标准基本农田建设指标体系 (见表 1)。

表 1 高标准基本农田建设评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of high-standard prime farmland construction

LESA 体系	指标构成	评价指标体系	指标权重	评价因子	因子权重
LESA system	Index constitutes	Evaluation system	Index weight	Evaluation factors	Factors weight
LE 部分 LE parts	质量适宜性指标	高标准基本农田建设适宜性评价指标体系 LE 部分	0.47	坡度/(°)	0.08
				有效土层厚度	0.12
				表层土壤质地	0.08
				剖面构型	0.05
				有机质含量	0.08
				pH 值	0.06
	立地条件适宜性指标 (正向型)	高标准基本农田建设适宜性评价指标体系 SA <sub>1</sub> 部分	0.23	灌溉保证率	0.05
				排水条件	0.03
				耕作距离	0.05
				经营效益	0.05
				道路通达度	0.05
SA 部分 SA parts	立地条件压力性指标 (负向型)	高标准基本农田建设非适宜性评价指标体系 (SA <sub>2</sub> 部分)	0.3	高程	0.03
				路网密度	0.05
				城镇化率	0.06
				人均 GDP	0.05
				对外交通便利度	0.05
				中心城镇影响度	0.06

2.2.3 评价模型的建立

现有基本农田评价多运用多因素综合评价法和逐级修正法、主层次分析法、LESA 方法、理想点逼近法和限制因素组合等方法，将评价指标同时输入评价模型进行评价，具有简单易行、直观等优点<sup>[5]</sup>。本文在高标准基本农田划定评价中涉及耕地质量评价条件和立地环境条件

2 类影响因子，其对高标准基本农田划定既有促进和保障作用的正向影响，又存在冲突作用的负向影响，因此，本文采用多因素综合评价方法，构建高标准基本农田评价模型。其中，高标准基本农田质量评价采用多因素综合评价法，而立地条件评价采用正负型相结合的方式 进行多因素综合评价法。高标准基本农田划定综合评价模型见公式（1）：

$$LESA=a \cdot LE+b \cdot SA_1-c \cdot SA_2 \tag{1}$$

式中：LE 为耕地质量评价分值，SA<sub>1</sub> 为耕地正向型立地条件评价分值，SA<sub>2</sub> 为耕地负向型立地条件评价分值，均

采用多因素综合评价，公式可表达为 $\sum_{j=1}^n w_{ij} \cdot f_{ij}$ ， $w_{ij}$  为第  $i$  个评价单元第  $j$  个评价因素的权重， $f_{ij}$  为第  $i$  个评价单元第  $j$  个评价因素的作用分值； $a \cdot LE+b \cdot SA_1$  为高标准基本农田建设适宜性评价公式； $a$ 、 $b$ 、 $c$  为权重值，之和为 1。

根据各评价因子的属性不同，分别采用等级赋分法、扩散赋分法、数据标准化法进行单因子评价和作用分赋值。如针对表层土壤质地、灌溉保证率等定性描述因子和有机质含量、地下水埋深等定量表示因子，采用等级赋分法，首先根据结合实际情况和数据分布情况划分不同级别，然后根据其影响程度对各级别赋予相应的作用分；对于道路通达度、中心城镇影响等扩散性因子，采用扩散赋分法，通过线性或指数衰减模型计算单元因子作用分（式（2）～（3））；对人均 GDP、经营效益等作用突变不明显且无显著作用区间的评价因子，采用数据标准化法进行单因子评价和作用分赋值（式（4））。具体评价指标分级及作用分值详见表 2，评价结果按照等间距法进行划分。

表 2 部分因子的作用分值

Table 2 Effecting values for partial evaluation factors

评价因子 Evaluation factors	各评价因子的作用分值 Effecting values for evaluation factors												
	100 分	85 分	80 分	75 分	70 分	65 分	60 分	55 分	45 分	40 分	30 分	20 分	0
坡度/(°)	<2	—	≥2~5	—	—	≥5~8	—	—	≥8~15	—	—	—	≥15
有效土层厚度	≥150	—	≥100~150	—	—	≥60~100	—	—	—	≥30~60	—	—	<30
表层土壤质地	壤土	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	黏土
剖面构型	通体壤	—	壤/黏/壤	—	—	—	—	—	—	壤/黏/黏	—	—	黏/砂/黏、通体黏
有机质质量分数/%	≥4.0	—	≥2.0~4.0	—	—	≥1.0~2.0	—	—	≥0.6~1.0	—	—	<0.6	—
pH 值	≥6.0~7.9	≥5.5~6.0 或 ≥7.9~8.5	—	—	≥5.0~5.5 或 ≥8.5~9.0	—	—	—	≥4.5~5.0 或 ≥9.0~9.5	—	—	<4.5 或 ≥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	体系健全	—	基本健全	—	—	—	条件一般	—	—	—	—	—	无排水条件
高程/m	>175	—	≥119~175	—	—	—	≥83~119	—	—	≥57~83	—	<57	—
路网密度/(km <sup>2</sup> ·m <sup>-1</sup> )	>7.5	≥3.8~7.5	—	≥1.4~3.8	—	≥0.7~1.4	—	<0.7	—	—	—	—	—
城镇化率	>0.45	≥0.35~0.45	—	—	—	—	≥0.2~0.35	—	—	≥0.2~0.1	—	—	<0.1

耕作距离、道路通达度及对外交通便利度的作用分值采用以下公式计算：

$$f_i=M \cdot (1-r), \quad r=D_i/D \tag{2}$$

式中： $f_i$  为因素  $i$  的作用分值； $M$  为扩散源的功能分； $r$  为因素影响相对距离； $D_i$  为因素影响距离； $D$  为因素影响半径。

中心城镇影响度的作用分值采用以下公式计算：

$$f_i=M^{(1-r)} \tag{3}$$

经营效益及人均 GDP 的作用分值采用以下公式计算：

$$f_i=100\times(X_i-X_{\min})/(X_{\max}-X_{\min}) \tag{4}$$

式中： $X_i$  为实际耕作距离； $X_{\min}$  为最小耕作距离； $X_{\max}$  为最大耕作距离。

3 结果与分析

3.1 高标准基本农田适宜性等级评价

依据上述 LESA 体系的基本原理，通过对基本农田质量条件和正向型立地条件综合进行的高标准基本农田适宜性评价，作用分值越高，适宜级别越高。采用 Natural Breaks 将沈北新区高标准基本农田适宜性评价结果划分 5 个等级，结果见表 3 和图 2a。

表 3 研究区高标准基本农田适宜和非适宜等级评价结果  
Table 3 Results of suitability and unsuitable evaluation result of high-standard prime farmland construction in research zone

等级 Grading	适宜等级面积 Areas for suitability level/hm <sup>2</sup>	非适宜等级面积 Area for unsuitability level/hm <sup>2</sup>
一级 First level	6777.38	2432.30
二级 Second level	7713.68	9338.97
三级 Third level	14895.34	11983.42
四级 Fourth level	6839.31	11484.41
五级 Fifth level	1192.27	2179.00

沈北新区高标准基本农田建设的一级适宜区域面积 6 777.38 hm<sup>2</sup>，占全区基本农田总量的 18.11%，集中分布在兴隆台锡伯族镇、石佛寺朝鲜族锡伯族乡和尹家乡。该区域自然条件较优，地势平坦，土地利用方式为水田，耕地利用等别以 18 等为主，有效土层厚度大于 150 cm，土壤类型为壤土，有机质质量分数为 2%~3%，灌溉充分，机械化耕作水平高，交通便捷，适宜农作物产品运输。

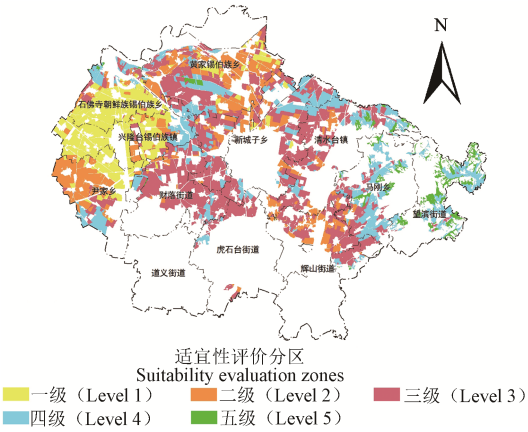
二级适宜区域面积 7 713.68 hm<sup>2</sup>，占 20.61%，集中分布在黄家锡伯族乡、尹家乡和新城市子。相对一级适宜建设区，该区域土地类型为水田和旱地，耕地利用等别以 17 等为主，有效土层厚度主要为 100~150 cm，有机质质量分数为 2%~3%和 1%~2%，灌排设施一般，需要修整和完善，具有良好的耕作条件和农产品运输条件。

三级适宜区域面积 14 895.34 hm<sup>2</sup>，占 39.81%，集中分布在新城市子乡、黄家锡伯族乡、清水台镇和辉山街道。相对一、二级适宜建设区，该区域土地类型为旱地，耕地利用等别以 16 等为主，有效土层厚度主要为 60~100 和 100~150 cm，有机质质量分数为 1%~2%，灌排设施不健全，无法完全满足灌溉需求，耕作距离较短，道路通达度低，对机械化耕作和产品运输有一定的限制。

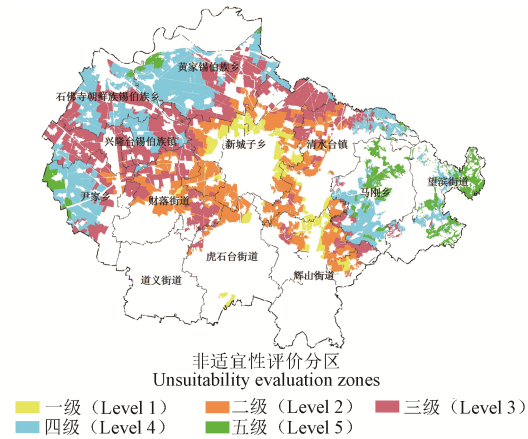
四级适宜区域面积 6 839.31 hm<sup>2</sup>，占 18.28%，集中分布在马刚乡、望滨街道、清水台镇、新城子乡和黄家锡伯族乡。相对一、二、三级适宜建设区，该区域土地类型为旱地，耕地利用等别以 16 等为主，地形坡度为 5°~8°，有效土层厚度主要为 30~60 cm 和 60~100 cm，有机质质量分数为 1%~2%，灌排设施不健全，无法满足

灌溉需求，道路等基础条件较差，不利于机械化作业。

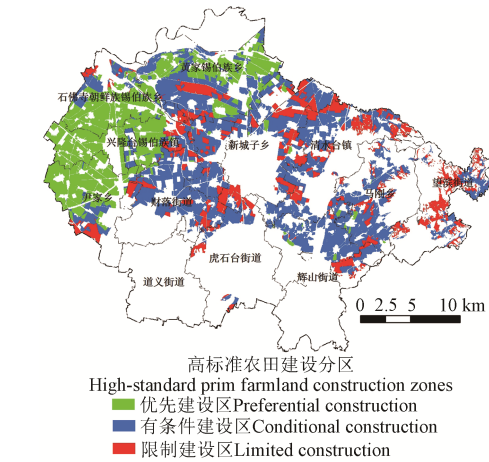
五级适宜区域面积 1 192.27 hm<sup>2</sup>，占 3.19%，集中分布在望滨街道。相对一、二、三、四级适宜建设区，该区域土地类型为旱地，耕地利用等别以 12 等为主，地形坡度大于 15°，有效土层厚度小于 60 cm，有机质质量分数为 1%~2%，无灌排设施，基础条件较差，地块分布零散破碎，无机械化作业条件，耕地利用效益较低。



a. 高标准基本农田适宜性评价分区  
a. Suitability evaluation zones of high-standard prime farmland



b. 高标准基本农田非适宜性评价分区  
b. Unsuitability evaluation zones of high-standard prime farmland



c. 高标准基本农田建设分区  
c. Construction zones of high-standard prime farmland

图 2 研究区高标准基本农田适宜性、非适宜性评价及建设分区  
Fig.2 Suitability and unsuitable evaluation and construction zones of high-standard prime farmland in research zone

3.2 高标准基本农田非适宜性等级评价

通过对基本农田负向型立地条件（SA<sub>2</sub>）进行的高标准基本农田非适宜性评价，作用分值越高，非适宜级别越高。采用 Natural Breaks 将沈北新区高标准基本农田非适宜性评价结果划分 5 个等级，结果见表 3 和图 2b。沈北新区高标准基本农田建设的一级非适宜区域面积 2 432.30 hm<sup>2</sup>，占全区基本农田总量的 6.50%，集中分布在新城子乡。该区域具有明显优势的负向型立地条件，地势平坦，平均高程 67 m，对外交通条件优越，城镇化率约 53%，地下水位埋深较浅，水源条件便利。尽管基本农田处于拥有良好自然条件的区域，但受到交通以及城镇化发展等经济社会压力的影响较大，被占用和调整的风险较高，高标准基本农田建设永久性和稳定性较差，应禁止高标准基本农田建设，可作一般耕地区进行保护利用。

二级非适宜区域面积 9 338.97 hm<sup>2</sup>，占 24.96%，集中分布在新城子乡、财落街道和清水台镇。该区域基本农田具有一定优势的负向型立地条件，处于中心城镇边界的外围区域，地势相对平坦，平均高程 68 m，城镇化率约 45%，交通便捷程度较高，水源条件充足，受到的经济社会发展压力较小，高标准基本农田适宜的立地条件优于自然质量条件，该区域应限制和有条件性的建设高标准基本农田，可通过土地规划严格将该区域纳入永久基本农田保护区，限制城市发展边界，降低高标准基本农田被占用和破坏的风险。

三级非适宜区域面积 11 983.42 hm<sup>2</sup>，占 32.03%，集中分布在兴隆台锡伯族镇和黄家锡伯族乡。该区域基本农田负向型立地条件优势不明显，平均高程 50 m，田间道路通达，但对外交通条件一般，城镇化率约 30%，灌溉水源充足。该区域高标准基本农田适宜的自然质量条件优越，受经济社会发展压力较小，被占用和调整风险较低，有利于农田的永久稳定和高产，该区域应优先建设高标准基本农田。

四级非适宜区域面积 11 484.41 hm<sup>2</sup>，占 30.69%，集中分布在黄家锡伯族乡、尹家乡和石佛寺朝鲜族锡伯族乡。该区域基本农田负向型立地条件优势较差，平均高程 65 m，对外交通条件较差，城镇化率约 16%，但该区域自然质量条件较优，灌溉水源充足，农业产业发达，该区域应优先建设高标准基本农田。

五级非适宜区域面积 2 179.00 hm<sup>2</sup>，占 30.69%，集中分布在望滨街道和马刚乡。该区域基本农田立地条件较差，坡度大，处于低山丘陵地带，平均高程 100 m，对外交通条件较差，城镇化率约 19%，同时该区域自然质量条件较差，无灌溉水源，农业基础设施条件较差，投资成本较高，对高标准基本农田建设无任何优势的自然条件和立地条件，该区域应限制建设高标准基本农田，可作一般耕地区或生态保护区。

3.3 高标准基本农田建设区域划定

在高标准基本农田适宜性评价和非适宜性评价基础上，依据 LESA 体系基本原理（公式 1），运用 AcrGIS

中 Classification 功能的 Natural Breaks 命令，将沈北新区高标准基本农田建设区域可划分为优先建设区、有条件建设区和限制建设区，结果如表 4 和图 2c 所示。

表 4 研究区高标准基本农田建设区域面积分布  
Table 4 Areas of high-standard prime farmland construction zones in different towns in research zone

乡镇 Towns	优先建设区 Preferential construction zone/hm <sup>2</sup>	有条件建设区 Conditional construction zone/hm <sup>2</sup>	限制建设区 Limited construction zone/hm <sup>2</sup>
辉山街道	59.56	1880.08	355.65
财落街道	63.73	2580.80	574.55
虎石台街道	0.00	476.52	306.74
望滨街道	0.00	689.19	1112.91
兴隆台锡伯族镇	2966.71	551.00	303.16
清水台镇	31.03	2693.58	1269.95
新城子乡	171.23	3614.33	1958.72
黄家锡伯族乡	2699.37	2953.68	605.60
石佛寺朝鲜族 锡伯族乡	2504.10	625.46	159.70
尹家乡	2653.11	610.71	377.75
马刚乡	63.58	2039.01	466.57
合计	11212.42	18714.36	7491.30

高标准基本农田优先建设区面积 11 212.42 hm<sup>2</sup>，占全区基本农田总量的 29.97%，集中分布在兴隆台锡伯族镇、黄家锡伯族乡、石佛寺朝鲜族锡伯族乡以及尹家乡区域。该区域基本农田质量条件较优，基础设施条件完善，主要处于高标准基本农田一级和二级适宜性评价区域，处于高标准基本农田四级非适宜性评价区域，受经济社会发展压力较小，基本农田质量条件和立地条件有利于高标准基本农田建设和保护。

有条件建设区面积 18 714.36 hm<sup>2</sup>，占 50.01%，集中分布在辉山街道、财落街道、清水台镇、新城子乡、黄家锡伯族乡以及马刚乡区域。该区域基本农田质量条件受土层厚度及基础设施条件影响差别较大，主要处于高标准基本农田二、三、四级适宜性评价区域，处于高标准基本农田二、三、四级非适宜性评价区域，经济社会发展条件影响基本农田稳定性，但优越的地理位置优势和交通便捷条件又有利于高标准基本农田规模收益的提高，因此该区域高标准基本农田建设应针对影响和限制条件因素采取一定的整治技术和措施。

限制建设区面积 7 491.30 hm<sup>2</sup>，占 20.02%，集中分布在清水台镇、新城子乡以及望滨街道区域。该区域基本农田自然质量条件及立地条件差异显著，如望滨街道区域基本农田自然质量条件和立地条件较差，高标准基本农田的建设难度较大，而清水台镇和新城子乡等近邻城区，尽管基本农田自然质量较优，但负向型立地条件优势显著，受经济社会发展压力较大，被占用破坏风险较高。因此，该区域应对高标准基本农田进行有条件的限制建设。

4 结论与讨论

本文以美国重要农地保护的 LESA 体系思想为指导，构建了高标准基本农田建设的评价指标体系，并以沈北



新区为例进行了实证研究。得出如下主要结论:

1) 本文选取了以土壤条件因素为主的基本农田质量评价指标, 构建高标准基本农田划定中的耕地质量评价体系 (LE 部分), 并选取了以促进和影响高标准基本农田建设为特征的经济社会发展因素作为立地环境指标, 构建耕地立地条件评价体系 (SA 部分), 在此基础上开展了高标准基本农田建设的适宜性评价和非适宜性评价, 采用多因素综合分析法对两项评价结果进行综合比较分析, 进而确定高标准基本农田的优先建设区域、有条件建设区域和限制建设区域, 对高标准基本农田建设项目选址及限制因素条件的整治提供指导。

2) 依据 LESA 体系理论和方法, 将沈北新区高标准基本农田建设区域划分为优先建设区、有条件建设区和限制建设区。优先建设区面积 11 212.42 hm<sup>2</sup>, 耕地质量条件较优 (LE 部分), 基础设施条件完善, 正向型立地条件优势明显 (SA<sub>1</sub> 部分), 所受经济社会环境发展压力较小, 适宜于高标准基本农田建设选址建设。有条件建设区面积 18 714.36 hm<sup>2</sup>, 耕地质量条件存在一定限制因素, 主要受土层厚度及基础设施等条件限制, 高标准农田建设中需要有针对性的改良措施。尽管该区域受一定负向型立地环境 (SA<sub>2</sub> 部分) 影响, 尤其是道路因素影响较大, 高标准基本农田建设中需要趋利避害, 科学划定建设区域。限制建设区面积 7491.30 hm<sup>2</sup>, 耕地质量条件较差区域 (LE 部分), 无任何正向型立地条件优势 (SA<sub>1</sub> 部分), 而耕地质量较优区地块分布较为零碎, 受负向型立地条件 (SA<sub>2</sub> 部分) 中的城镇化因素影响较大, 高标准基本农田建设存在较大风险。

3) 高标准基本农田建设重点区域应在沈北新区的兴隆台锡伯族镇、黄家锡伯族乡、尹家乡及石佛寺朝鲜族锡伯族乡区域, 高标准基本农田建设中还要协调和控制好如城镇化等负向型立地环境条件带来的负面影响, 提升优先建设区域的基本农田生态服务功能价值, 体现沈北新区“鱼米之乡”的农业经济地位。

本文尽管考虑了高标准基本农田建设中的良好的基础质量条件和影响其稳定的立地环境条件, 但是限制高标准基本农田建设的立地环境条件具有多样性, 在选择具体立地条件因素时, 应该因地制宜, 既要考虑不同地区的土地利用总体规划、主体功能区规划以及土地整治规划的影响, 还要考虑农户的意愿和利用行为, 宏观与微观相结合选取和建立高标准基本农田建设评价体系, 这同样符合服务于不同地区和利用目的时 LESA 体系的灵活性特征。另外, 高标准基本农田项目设计和施工要因地制宜, 充分利用对耕地自然因素条件评价成果, 协调好耕地的水肥气热条件, 避免盲目设计和投资, 而对高标准基本农田建设区域选址要合理安排, 优先建设区域要重点保护, 科学规划农业产业布局, 有条件建设和限制建设区域要针对限制因素条件采取一定整治措施。高标准基本农田建设还要与农业产业化和规模化经营相结合, 在项目选址建设中应重点考虑农业合作社、种田大户及家庭农场等种植区域的基本农田质量和基础设施条件, 提高农地规模经营效益。

## [参 考 文 献]

- [1] TD/T 1003-2012, 高标准基本农田建设标准[S].
- [2] 吴海洋. 高要求与硬任务迸发新动力: 谈如何推进农村土地整治和建设 4 亿亩高标准基本农田[J]. 中国土地, 2011(10): 16—18.  
Wu Haiyang. High demand and hard task spark new power: how to promote rural land consolidation and construct 400 million mu well-facilitated capital farmland[J]. China Land, 2011(10): 16—18. (in Chinese with English abstract)
- [3] 李赓, 吴次芳, 曹顺爱. 划定基本农田指标体系的研究[J]. 农机化研究, 2006(8): 46—48.  
Li Geng, Wu Cifang, Cao Shun'ai. Study on indicators system of selecting cultivated land into prime farmland[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2006(8): 46—48. (in Chinese with English abstract)
- [4] 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 Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2014, 30(13): 238—246. (in Chinese with English abstract)
- [5] 王新盼, 姜广辉, 张瑞娟, 等. 高标准基本农田建设区域划定方法[J]. 农业工程学报, 2013, 29(10): 241—250.  
Wang Xinpan, Jiang Guanghui, Zhang Ruijuan, et al. Zoning approach of suitable areas for high quality capital farmland Construction[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2013, 29(10): 241—250. (in Chinese with English abstract)
- [6] 朱传民, 郝晋珉, 陈丽, 等. 基于耕地综合质量的高标准基本农田建设[J]. 农业工程学报, 2015, 31(8): 233—242.  
Zhu Chuanmin, Hao Jinmin, Chen Li, et al. Well-facilitated capital farmland construction based on cultivated land comprehensive quality[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(8): 233—242. (in Chinese with English abstract)
- [7] 钱凤魁, 王秋兵. 基于农用地分等和 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 with English abstract)
- [8] 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 Fengkui, Wang Qiubing, Bian Zhenxing, et al. Farmland quality evaluation and site assessment in Lingyuan city[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2011, 27(11): 325—329. (in Chinese with English abstract)
- [9] 石英, 朱德举, 程锋, 等. 属性层次模型在乡级基本农田保护区布局优化中的应用[J]. 农业工程学报, 2006, 22(3): 27—31.

- Shi Ying, Zhu Deju, Cheng Feng, et al. Attribute hierarchical model and its application to the optimal allocation of prime farmland protection areas at local level[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2006, 22(3): 27—31. (in Chinese with English abstract)
- [10] 曾吉彬, 邵景安, 魏朝富, 等. 西南山地丘陵区永久性基本农田的多目标决策划定方法[J]. 农业工程学报, 2014, 30(16): 263—274.
- Zeng Jibin, Shao Jing'an, Wei Chaofu, et al. Delimitation of permanent basic farmland in mountain and hill areas in southwest China based on multiple-objective decision model[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2014, 30(16): 263—274. (in Chinese with English abstract)
- [11] 冯锐, 吴克宁, 王倩. 四川省中江县高标准基本农田建设时序与模式分区[J]. 农业工程学报, 2012, 28(22): 243—251.
- Feng Rui, Wu Kening, Wang Qian. Time sequence and mode partition of high-standard prime farmland construction in Zhongjiang county, Sichuan province[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(22): 243—251. (in Chinese with English abstract)
- [12] 张英, 潘瑜春, 曾志炫, 等. 基于农用地分等定级的耕地入选基本农田评价比较分析[J]. 中国土地科学, 2012, 26(3): 29—33, 97.
- Zhang Ying, Pan Yuchun, Zeng Zhixuan, et al. Comparative assessment on primary farmland zoning based on the farmland gradation programme[J]. China Land Sciences, 2012, 26(3): 29—33, 97. (in Chinese with English abstract)
- [13] 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 Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2008, 24(10): 46—51. (in Chinese with English abstract)
- [14] 靳取货, 吴克宁, 王金满. 农用地分等在基本农田建设中的应用研究[J]. 资源开发与市场, 2010, 26(7): 617—620.
- Jin Quhuo, Wu Kening, Wang Jinman. Application of agricultural land classification in basic farmland construction[J]. Resource Development and Market, 2010, 26(7): 617—620. (in Chinese with English abstract)
- [15] 周尚意, 朱阿兴, 邱维理, 等. 基于 GIS 的农用地连片性分析及其在基本农田保护规划中的应用[J]. 农业工程学报, 2008, 24(7): 72—77, 313.
- Zhou Shangyi, Zhu Axing, Qiu Weili, et al. GIS based connectivity analysis and its application in prime farmland protection planning[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2008, 24(7): 72—77, 313. (in Chinese with English abstract)
- [16] 涂建军, 卢德彬. 基于 GIS 与耕地质量组合评价模型划定基本农田整备区[J]. 农业工程学报, 2012, 28(2): 234—238.
- Tu Jianjun, Lu Debin. Consolidation area delimitation for supplemental prime farmland based on GIS and combined quality assessment model[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(2): 234—238. (in Chinese with English abstract)
- [17] 薛剑, 韩娟, 张凤荣, 等. 高标准基本农田建设评价模型的构建及建设时序的确定[J]. 农业工程学报, 2014, 30(5): 193—203.
- Xue Jian, Han Juan, Zhang Fengrong, et al. Development of evaluation model and determination of its construction sequence for well-facilitated capital farmland[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2014, 30(5): 193—203. (in Chinese with English abstract)
- [18] 胡业翠, 郑新奇, 徐劲原, 等. 中国土地整治新增耕地面积的区域差异[J]. 农业工程学报, 2012, 28(2): 1—6.
- Hu Yecui, Zheng Xinqi, Xu Jingyuan, et al. Regional difference for newly increased cultivated land area through land consolidation in China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(2): 1—6. (in Chinese with English abstract)
- [19] 金志丰. 基于 GIS 空间分析的基本农田配置研究[J]. 水土保持通报, 2010, 30(5): 134—164.
- Jin Zhifeng. Analysis of spatial allocation of basic farmland based on GIS[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2010, 30(5): 134—164. (in Chinese with English abstract)
- [20] 李建春, 张军连, 李宪文, 等. 银川市基本农田保护区空间布局合理性评价[J]. 农业工程学报, 2013, 29(3): 242—249.
- Li Jianchun, Zhang Junlian, Li Xianwen, et al. Evaluation of spatial distribution of basic farmland conservation area in Yinchuan[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2013, 29(3): 242—249. (in Chinese with English abstract)
- [21] Rodriguez-Gallego L, Achkar M, Conde D. Land suitability assessment in the catchment area of four Southwestern Atlantic coastal lagoons: Multicriteria and optimization modeling[J]. Environmental Management, 2012, 50(1): 140—152.
- [22] 董涛, 孔祥斌, 谭敏, 等. 大都市边缘区基本农田功能特点及划定方法[J]. 中国土地科学, 2010, 24(12): 32—37.
- Dong Tao, Kong Xiangbin, Tan Min, et al. Functional features and identification methods of prime farmland in metropolitan suburbs[J]. China Land Science, 2010, 24(12): 32—37. (in Chinese with English abstract)
- [23] 李灿, 张凤荣, 朱泰峰, 等. 基本农田保护区规划调控下的土地利用空间重构分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(16): 217—224.
- Li Can, Zhang Fengrong, Zhu Taifeng, et al. Spatial restructuring analysis of land use under planning and control of prime farmland protection area[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(16): 217—224. (in Chinese with English abstract)
- [24] Richard W Dunford, R Dennis Roe. Implementing LESA in Whitman county, Washington[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1983, 38(2): 87—89.

- [25] 刘瑞平, 王洪波, 全芳悦. 自然因素与社会经济因素对耕地质量贡献率研究[J]. 土壤通报, 2005, 36(3): 289—294. Liu Ruiping, Wang Hongbo, Quan Fangyue. The contributing ratio of natural and social-economic factors to the quality of cultivated land[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2005, 36(3): 289—294. (in Chinese with English abstract)
- [26] 李团胜, 赵丹, 石玉琼. 基于土地评价与立地评估的泾阳县耕地定级[J]. 农业工程学报, 2010, 26(5): 324—328. Li Tuansheng, Zhao Dan, Shi Yuqiong. Farmland grading based on land evaluation and site assessment method in Jingyang County[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2010, 26(5): 324—328. (in Chinese with English abstract)

## High-standard prime farmland planning based on evaluation of farmland quality and site conditions

Qian Fengkui<sup>1,2</sup>, Wang Qiubing<sup>1\*</sup>, Li Na<sup>1</sup>

(1. College of Land and Environment, Shenyang Agriculture University, Shenyang 110161, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

**Abstract:** The high-standard prime farmland construction is an important measure to promote food production capacity on the background of land reclamation. Taking the new district of the north of Shenyang as study area, this paper constructed the synthesis system of farmland quality evaluation and site environment assessment under the guidance of LESA (Land Evaluation and Site Assessment) system idea for important farmland protection in America. The LESA system is composed of the LE system and SA system, which reflects the farmland quality by the result of LE evaluation and the suitability for social economy by the result of SA evaluation, and the site conditions include good and bad impact conditions. The land evaluation indices include natural indices such as slope, soil characteristics, and the site evaluation indices include social and economic indices such as urbanization, management efficiency and GDP (gross domestic product). In the evaluation process, suitability and unsuitability evaluation were separately carried out for high-standard prime farmland construction using the method of comprehensive contrastive analysis of several factors. Five suitable and unsuitable grades were classified by the natural breakpoint method with GIS (geographic information system) software. For the first 2 levels of suitability zone, the obvious characteristic was that the natural quality of farmland was superior to another 3 levels, which had better soil fertility including thicker soil layer, higher soil organic matter, better irrigation and drainage system. The LE result showed that these zones of good quality farmland were the most suitable for high-standard prime farmland construction, but when we considered the site conditions, some zones in the district were maybe not suitable, because some site conditions had negative impacts on the stability of high-standard prime farmland, which indicated that the evaluation of the site condition assessment was also needed. The unsuitability evaluation results showed that the farmland in the first 2 levels of unsuitable zone had the highest risk of being occupied, and the site conditions included the pressure of urbanization, GDP and other social developing factors. Finally, 3 kinds of zones were planned including preferential construction area, conditional construction area and limited construction area. The results showed that there was 11 212.42 hm<sup>2</sup> for preferential construction area, where the prime farmland had better quality and less pressure from social economy, and was distributed in the first and second grade of quality evaluation and the fourth grade of site environment assessment; there was 18 714.36 hm<sup>2</sup> for conditional construction area, where the prime farmland had good quality and been influenced by site conditions, which was distributed in the second, third and fourth grade of quality evaluation and also the second, third and fourth grade of site environment assessment; there was 7 491.30 hm<sup>2</sup> for limited construction area, where the prime farmland had different qualities and site conditions, which were that the prime farmland in the town surrounding was more influenced by site environment and had the risk for protection and using, while that far from the town surrounding had difficult conditions for using and improvement. The LESA system had a lot of advantages, which considered not only the good quality of farmland, but also the risk occupied by economic development demand, and the evaluation index was selected flexibly and could be adjusted according to different conditions, so the LESA system could be used in planning basic farmland, land planning, land reclamation and requisition-compensation of arable land and so on. In each place, when we used the LESA system, the selected evaluation indices must be suitable for the actual conditions, and we could refer to different advisories of different people or departments including agricultural experts, economic experts and other social managers. In this paper, it was also pointed out that the high-standard prime farmland construction should mainly consider the demand of large farming household, agricultural cooperative and family farm, combined with agriculture scale and industrialization business.

**Key words:** land use; zoning; planning; farmland quality and site conditions; high-standard prime farmland