DOI: 10.13930/j.cnki.cjea.171003

张雅芹, 闫弘文, 赵贤锋, 孙世清. 半岛丘陵区城市周边永久基本农田划定研究——以山东省海阳市为例[J]. 中国生态农业学报, 2018, 26(7): 1080−1088
ZHANG Y Q, YAN H W, ZHAO X F, SUN S Q. Permanent prime farmland demarcation in city periphery in peninsula hill areas: A case of Haiyang City in Shandong Province[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2018, 26(7): 1080−1088

半岛丘陵区城市周边永久基本农田划定研究*

——以山东省海阳市为例

张雅芹[1], 闫弘文[1**], 赵贤锋[2], 孙世清[3]

(1. 山东师范大学地理与环境学院 济南 250300; 2. 烟台市国土资源局 烟台 264003; 3. 海阳市国土资源局 海阳 265100)

摘 要: 基本农田红线是土地利用总体规划“三线”划定的重中之重, 城市周边永久基本农田的划定是基本农田红线划定工作中的难点。本研究以半岛丘陵区山东省海阳市为例, 以“三线”协同划定的思想为切入点, 采用生态优先、建设用地严格举证、优质耕地尽量划入永久基本农田和市场配置资源的思路, 将生态安全网络构建、建设用地适宜性评价、耕地质量综合评价等多种方法有机结合, 并对土地评价和立地分析(LESA)方法进行改进, 通过 Arcgis 空间分析功能, 综合划定海阳市城市周边永久基本农田。结果表明: 1)生态安全网络中耕地面积为 12.11 hm^2, 优先建设区与重点建设区中已举证的耕地面积为 154.99 hm^2, 此部分耕地均不适宜划入永久基本农田。2)根据耕地综合质量分值将耕地划分为 4 个等级, 其中, 优先划入型和适宜划入型耕地, 自然质量和立地条件均比较优越, 可划定为永久基本农田, 重点调控型和后备资源型耕地则不宜划入; 其中优先划入型耕地面积为 458.05 hm^2, 将其中 427.82 hm^2 划入永久基本农田, 适宜划入型耕地面积为 771.83 hm^2, 将其中 500.67 hm^2 划入永久基本农田。3)划定后城市周边永久基本农田面积 1 305.22 hm^2, 新划入永久基本农田的耕地面积为 928.49 hm^2, 占城市周边耕地总面积的 60.26%, 永久基本农田保护率提高了 42.66%, 永久基本农田中耕地的国家利用等平均值(9.04)高于全市耕地平均利用等别(9.56), 且坡度均低于 15°。4)城市周边生态安全用地、永久基本农田、建设用地空间布局更加优化, 有利于城市的有序发展和土地的可持续利用。本研究采用基于改进的 LESA 评价方法, 并综合考虑生态安全用地、永久基本农田和建设用地的空间布局, 丰富了永久基本农田划定方法, 达到了海阳市城市周边永久基本农田划定目标; 同时研究结果具有较强的实用性, 为海阳市永久基本农田的保护和土地利用总体规划“三线”划定工作提供了科学依据。

关键词: 半岛丘陵区; 城市周边; 永久基本农田; 生态安全网络; 建设用地适宜性; 耕地自然质量; LESA 体系; “三线”协同

中图分类号: F301.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-3990(2018)07-1080-09

Permanent prime farmland demarcation in city periphery in peninsula hill areas: A case of Haiyang City in Shandong Province*

ZHANG Yaqin[1], YAN Hongwen[1**], ZHAO Xianfeng[2], SUN Shiqing[3]

(1. College of Geography and Environment, Shandong Normal University, Jinan 250300, China; 2. Yantai Municipal Bureau of Land and Resources, Yantai 264003, China; 3. Haiyang Municipal Bureau of Land and Resources, Haiyang 265100, China)

* 山东省海阳市政府采购项目(HYHAYT2016-486)资助

** 通信作者: 闫弘文, 研究方向为土地评估规划与开发整理。E-mail: preyan@163.com
张雅芹, 研究方向为土地评估规划与开发整理。E-mail: 2366479731@qq.com

收稿日期: 2017-11-04 接受日期: 2018-02-05

* This study was funded by the Procurement Project of the Haiyang Municipal Government, Shandong Province, China (HYHAYT2016-486).

** Corresponding author, E-mail: preyan@163.com

Received Nov. 4, 2017; accepted Feb. 5, 2018

Abstract: The red lines of prime farmlands constitute the top priority of the "Tri-Line" demarcation of general land use planning. The demarcation of permanent prime farmlands in city periphery has been of great significance for controlling city unlimited sprawl, stabilizing farmland area and ensuring food security of the country. Using Haiyang City in Shandong Province as a case study, this study developed a land planning strategy for the study area based on the "Tri-Line"-coordinating demarcation process. The study adopted procedures of ecological priority, strict construction land evidence, positive demarcation of high-quality cultivated land and market resources allocation to integrate ecological safety network, suitable evaluation of construction land and comprehensive evaluation of cultivated land to demarcate the permanent prime farmland in the study area. To comprehensively evaluate the cultivated land quality, the land evaluation and site assessment (LESA) method was improved, and ArcGIS was used to analyze spatial distribution of cultivated land patch. The results showed that the area of cultivated lands in ecological safety network was 12.11 hm^2, and those in the priority construction region and important construction region was 154.99 hm^2, both were not suitable for permanent prime farmland. The cultivated land in the city periphery was divided into 4 grades based on comprehensive quality scores. The priority area and suitable area were designated as permanent prime farmland, where the natural quality and site condition were superior. Then the controlled area and reserved area were not included in this division. About 458.05 hm^2 land was in the priority region, of which 427.82 hm^2 of the cultivated land was classified as permanent prime farmland. About 771.83 hm^2 land was classified as suitable area, of which 500.67 hm^2 was permanent prime farmland. After demarcation, the area of permanent prime farmland around Haiyang City was 1 305.22 hm^2, of which newly cultivated land formed 928.49 hm^2, accounting for 60.26% of the total cultivated land around the city. Overall, permanent prime farmland protection rate increased by 42.66%. The average use index of cultivated land in permanent prime farmland (9.04) was higher than that of cultivated land in the whole city (9.56), and the slope of the permanent prime farmland was less than 15°. 4) The layout of ecological security land, permanent prime farmland and construction land around the city was more optimized in favor of the orderly development of the city and the sustainable use of the land. In summary, based on the improved LESA evaluation method and comprehensive consideration of layout space of ecological security land, permanent prime farmland and construction land, the study enriched the demarcation method of permanent prime farmlands and achieved permanent prime farmland demarcation in Haiyang City. At the same time, the results of the study were practicable and provided the scientific basis for the protection of permanent prime farmlands and the application of "Tri-Line" demarcation in general land use planning.

Keywords: Peninsula hill area; City periphery; Permanent prime farmland; Ecological safety network; Construction land suitability; Cultivated land natural quality; LESA system; "Tri-Line" coordination

基本农田是按照一定时期人口和社会经济发展对农产品的需求, 依据土地利用总体规划确定的不得占用的耕地[1]。永久基本农田可以理解为优质连片、永久、稳定的耕地[2]。科学合理地划定永久基本农田尤其是城市周边永久基本农田, 对于控制城市无序扩张、最大限度保证耕地的稳定、保障国家的粮食安全具有重要的现实意义。2014 年国土资源部、农业部提出划定永久基本农田工作, 在继北京、沈阳、厦门等 106 个重点城市率先开展城市周边永久基本农田划定工作后, 各省、市陆续展开了其他县(市、区)的城市周边永久基本农田划定工作, 其主要采用核实举证的划定方法。该方法尽管统筹考虑基本农田数量和质量, 但是主观性较强。《生态文明体制改革总体方案》、《全国国土规划纲要(2016—2030 年)》和《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》提出划定"城市开发边界"、"永久基本农田保护红线"和"生态保护红线"(简称"三线"), "三线"协同划定已经成为规划调整完善工作的重点之一。目前, 在我国基本农田划定实践中, 主要以国家层面提出的《基本农田保护条例》、《基本农田划定技术规程》为技术指导, 划定方法更注重耕地自然质量, 没有充分考虑城市周边范围耕地受人类活动和城市化的影响, 并且划定工作多凭经验操作。

近年来, 国内学者对于基本农田划定的研究较多。在划定方法方面, 主要是基于农用地质量分等成果的划定方法[3-7]。其中, 大部分学者直接采用耕地自然等和利用等为依据进行研究, 也有学者基于农用地质量分等成果进行耕地产能核算来划定基本农田[8], 还有学者探讨了以耕地经济等别为依据的方法[9]; 也有学者采用模型法, 如 XGS 决策模型[10]、CLUE-S 模型[11]、LESA 模型[12-14]等; 随着"3S"技术的发展, 基于 GIS 平台的多元综合划定方法得到广泛研究和应用[15-16]。在空间布局方面, 有学者采用空间聚类的方法, 有学者结合模拟建设用地扩张结果进行基本农田空间布局, 采用较多的是 TOPSIS 算法[17-18]。在研究范围上, 国内的研究主要集中在以行政区为研究区域, 对新时期提出的城市周边范围永久基本农田划定的研究较少, 且主要集中在以政策为导向的定性的方法研究[19-21]。目前国内研究较少考虑到城市周边永久基本农田在优化城市空间格局和防止城市的无序扩张等方面的作用。

海阳市地貌属于山东半岛丘陵区, 为著名的水果之乡, 地形复杂、坡度变化较大, 特殊的地理环境决定了海阳市复杂的农业生产结构。近年来, 海阳市农业结构调整较为频繁, 城市不断扩张, 为了保护优质耕地不受破坏, 将优质耕地划入永久基本农田进行永久保护势在必行。鉴于此, 本研究根据海阳市实际情况, 针对目前研究和实践中存在的问题, 构建了基于自然质量和立地条件的耕地综合评价体系, 运用改进的土地评价和立地分析(LESA)评价方法对耕地进行综合评价, 并采用 ArcGIS 空间分析功能, 综合分析生态安全用地、建设用地和永久基本农田的空间布局关系, 综合划定了海阳市城市周边永久基本农田。

1 研究区域概况和数据来源

1.1 研究区域概况

海阳市城市周边范围界线是由山东省国土资源厅统一下发的, 运用 ArcGIS 将该界线与 2014 年土地变更调查成果进行叠加得到研究区域, 涉及方圆街道、东村街道、凤城街道、龙山街道、二十里店镇 5 个镇(街道), 总面积 7 219.90 hm^2, 其中农用地 3 420.33 hm^2, 建设用地 3 536.21 hm^2, 未利用地 263.36 hm^2。根据《农用地质量分等规程》本文研究区属于山东半岛丘陵指标区。

《山东省加快推进永久基本农田划定落实五项任务技术规范》规定新划入的永久基本农田必须为耕地。海阳市城市周边未划入基本农田的耕地 1 790.04 hm^2。其中, 旱地面积占耕地总面积的 56.36%, 水浇地占 43.64%; 坡度主要集中在 2°~15°, 占 98.99%, 坡度在 15°~25°的耕地占 1.01%。

研究区现基本农田保护面积为 378.13 hm^2, 基本农田保护率为 17.60%, 其中耕地 358.11 hm^2, 园地 13.58 hm^2, 林地 6.01 hm^2, 其他农用地 0.43 hm^2。

1.2 数据来源

本文的研究数据主要包括海阳市 2014 年土地调查变更数据库和乡级土地利用总体规划数据库(2006—2020 年)、2014 年海阳市耕地质量等别更新成果、2014 年海阳市遥感影像图和山东省国土资源厅下发城市周边范围界线。

数学基础: 平面坐标系统采用“1980 西安坐标系”; 高程系统采用“1985 国家高程基准”; 投影方式采用高斯-克吕格投影; 比例尺 1∶10 000。

2 研究方法及数据处理

2.1 永久基本农田划定要求

按照国土资源部和农业部对城市周边永久基本农田划定的规模和空间布局两方面的要求, 结合海阳市实际情况, 确定海阳市新划入城市周边永久基本农田指标不小于 922.77 hm^2; 划定后城市周边的永久基本农田要集中连片、稳定优质, 能够发挥优化城市空间格局、促进土地节约集约利用、控制城市扩张蔓延的作用。因此, 本研究在进行永久基本农田划定时既要注重数量和质量, 又要达到空间布局优化的目标。

2.2 永久基本农田划定方法

2.2.1 生态安全网络布局方法

本研究以景观生态学理论为指导, 结合“绿色基础设施”的设计理念和构成要素, 采用基于斑块和廊道的生态安全网络布局方法, 以海阳市生态红线规划成果为基础, 运用 ArcGIS 空间分析功能, 将海阳市城市周边 3 km 缓冲区范围内的生态用地划入城市周边生态安全网络斑块, 并结合水源保护规划、自然保护区规划和湿地公园规划等相关规划, 将该范围内的林地等自然形态也作为重要生态斑块, 划入生态安全网络, 通过水系、道路等建立廊道, 构建具有重要生态意义的斑块和廊道构成的生态安全网络。

2.2.2 建设用地适宜性评价方法

根据《国土资源环境承载力评价技术要求(土地部分)》中建设用地开发适宜性评价的要求, 建立海阳市建设用地开发适宜性评价指标体系(表 1), 分为强限制性因子和较强限制性因子。采用 ArcGIS 空间分析功能计算研究区建设用地开发适宜性指数, 并采用聚类分析方法将建设开发适宜性划分为: 优先开发型、重点开发型、扩展开发型、限制开发型和禁止开发型。

2.2.3 耕地质量综合评价方法

为增强评价的客观性, 借鉴国内学者构建的基本农田划定指标体系, 引入美国重要农地划定中的 LESA 体系[22]。LESA 由耕地质量(LE)和立地条件(SA)两部分组成, 将耕地质量和立地条件纳入永久基本农田划定中, 构建基于 LESA 的城市周边永久基本农田划定指标体系。

本研究 LE 体系依据《农用地质量分等规程》和海阳市耕地质量等别更新成果, 根据半岛丘陵地区的特点选取反映土壤主体特征的 6 个指标构成 LE 指标体系, 评价结果由公式(1)表示。

$$\mathrm{LE}=\sum_{j=1}^{n} W_{ij}\times U_j \tag{1}$$

式中: LE 为耕地自然质量评价分值, W_{ij} 为第 i 个评价单元第 j 个评价因素的权重, U_j 为耕地质量评价中第 i 个评价单元第 j 个评价因素的分值。

表 1　海阳市建设用地适宜性评价指标体系
Table 1　Index system of construction land suitability evaluation in Haiyang City

因子类型 Factor type	因子 Factor	类型 Type	适宜性分值 Suitability score	权重 Weight
强限制性因子 Strong restrictive factors	现状基本农田 Current prime farmland	是 Yes	0	—
		否 No	1	
	生态红线 Ecological red line	是 Yes	0	
		否 No	1	
	行洪通道 Flood discharge channel	是 Yes	0	
		否 No	1	
	采空塌陷 Goaf collapse	严重区 Serious area	0	
		非严重区 Non-serious area	1	
较强限制性因子 Secondary strong restrictive factors	一般农用地 General agriculture land	高于平均等 Above average	60	0.32
		低于平均等 Below average	80	
		园地、林地、人工草地 Garden, woodland, artificial grassland	90	
		其他 Others	100	
	坡度 Slope (°)	>15	40	0.30
		8~15	60	
		2~8	80	
		<2	100	
	突发地质灾害 Emergency geological hazard	高 High	40	0.20
		中 Medium	60	
		低 Low	80	
		无 None	100	
	土地利用综合分区 Land use comprehensive zoning	一般乡镇 General township	50	0.18
		重点乡镇 Important township	70	
		城区 City	90	

本研究 SA 体系结合《农用地定级规程》, 并依据海阳市社会经济条件选取耕地到交通主干道距离、到中心城镇距离、到农村居民点的距离、耕地连片性、农业结构调整可能性、耕地斑块形状指数、生态安全程度和地质灾害易发程度为评价指标, SA 评价结果由公式(2)表示。

$$\mathrm{SA}=\sum_{j=1}^{n} W_{ij} \times F_j \tag{2}$$

式中: SA 为耕地立地条件评价分值, W_{ij} 为第 i 个评价单元第 j 个评价因素的权重, F_j 为耕地立地条件评价中第 i 个评价单元第 j 个评价因素的分值。

LESA 体系中, LE 体系和 SA 体系之间权重比例关系可根据不同的管理目标和价值取向确定。美国 1983 年版的 LESA 手册规定, LESA 用于耕地保护目的时, LE 与 SA 分值按照 1∶2 的权重比例确定 LESA 分值, 更注重耕地的稳定性。LESA 体系由公式(3)和(4)表示。

$$\mathrm{LESA}=a\mathrm{LE}+b\mathrm{SA} \tag{3}$$

$$a+b=1 \tag{4}$$

式中: LESA 为耕地综合质量分值, a、b 为两者的权重值。

LESA 评价选取的指标都是定量指标, 对于 LE 体系的指标量化标准主要参考《农用地质量分等规程》采用直接赋分的方法确定其作用分。对于 SA 体系的指标参考《农用地定级规程》中的点状和线状因素功能分的赋分方法确定, 要素影响半径的计算:

对于点状指标采用公式(5)计算:

$$d=\sqrt{s/n\pi} \tag{5}$$

对于线状指标采用公式(6)计算:

$$d=s/2L \tag{6}$$

式中: d 为点状、线状要素的影响半径, s 为区域土地总面积, n 为点状要素个数, L 为线状要素总长度。

海阳市城市周边范围共有农村居民点 45 个, 影响半径为 0.73 km; 城市周边范围城镇 5 个, 影响半径为 2.2 km; 城市周边范围主要交通干线的总长度为 115.40 km, 影响半径为 0.33 km。

耕地连片性阈值的确定。本研究主要依据《第二次土地调查技术规程》规定, 宽度小于 20 m 的图斑列为线状地物调查, 线状地物归并在相邻面状地

块。因此本文对所有耕地图斑以 10 m 为半径进行缓冲分析。

农业结构调整的可能性分析。根据海阳实际情况，耕地的相邻地块是园地和林地数目越多，耕地进行农业结构调整的可能性越大。因此，通过 ArcGIS 空间连接分析得到耕地地块的相邻地块类型，并通过 EXCEL 统计耕地图斑相邻的园地或林地图斑个数，对农业结构调整的可能性进行分级赋分。

由于半岛丘陵区优质耕地相对较少，且城市周边耕地较易受到人类活动和城市发展建设的干扰，因此，对于永久基本农田划定而言，耕地的自然质量对于评价结果的贡献度应高于美国标准。本研究通过专家咨询确定 a 为 0.4, b 为 0.6，即 a∶b=2∶3，最终 LESA 综合评价公式为:

$$\mathrm{LESA}=0.4\mathrm{LE}+0.6\mathrm{SA} \quad (7)$$

为了使研究更加科学合理，本研究采用熵权法和德尔菲专家打分法综合确定各评价指标的权重。评价指标体系及计算方法详见表 2、表 3。

表 2 海阳市耕地自然质量评价指标体系

Table 2 Index system of cultivated land natural quality evaluation in Haiyang City

目标层 Aim layer	准则层 Criteria layer	计算方法 Calculation method	因素作用分 Factor action score	权重 Weight
自然条件 Natural conditions	有效土层厚度 Effective soil thickness (cm)	农用地质量分等规程 Regulation for gradation on agriculture land quality	分级赋分 Grading assignment	0.30
	表层土壤质地 Topsoil texture	农用地质量分等规程 Regulation for gradation on agriculture land quality	分级赋分 Grading assignment	0.10
	障碍层次 Barrier level (cm)	农用地质量分等规程 Regulation for gradation on agriculture land quality	分级赋分 Grading assignment	0.10
	土壤有机质含量 Soil organic matter content ($g\cdot kg^{-1}$)	农用地质量分等规程 Regulation for gradation on agriculture land quality	分级赋分 Grading assignment	0.06
	地形坡度 Terrain slope (°)	农用地质量分等规程 Regulation for gradation on agriculture land quality	分级赋分 Grading assignment	0.21
	灌溉保证率 Irrigation guarantee rate (%)	农用地质量分等规程 Regulation for gradation on agriculture land quality	分级赋分 Grading assignment	0.23

表 3 海阳市耕地立地条件评价指标体系

Table 3 Index system of cultivated land site condition assessment in Haiyang City

目标层 Aim layer	准则层 Criteria layer	指标层 Index layer	计算方法 Calculation method	因素作用分 Factor action score	权重 Weight
立地条件 Site conditions	区位条件 Location conditions	耕地到交通主干道距离 Distance of arable land to main road	GIS 缓冲分析 GIS buffering analysis	$F_i=100^{1-r}$ $(r=d_i/d)$	0.13
		耕地到中心城镇距离 Distance of arable land to central town	GIS 缓冲分析 GIS buffering analysis	$F_i=100^{1-r}$ $(r=d_i/d)$	0.14
		耕地到农村居民点的距离 Distance of arable land to village	GIS 缓冲分析 GIS buffering analysis	$F_i=100^{1-r}$ $(r=d_i/d)$	0.12
	耕作条件 Tillage conditions	耕地连片性 Extent of arable land connectivity	GIS 缓冲分析 GIS buffering analysis	$F_i=100[(E_i-E_{\min})/(E_{\max}-E_{\min})]$	0.18
		农业结构调整可能性 Possibility of agricultural restructure	GIS 叠加分析 GIS overlay analysis	分级赋分 Grading assignment	0.11
		耕地斑块形状指数 Index of arable land shape	$E_{si}=4S^{1/2}/L$	$F_i=100[(E_{si}-E_{si\min})/(E_{si\max}-E_{si\min})]$	0.15
	生态条件 Ecological conditions	生态安全程度 Extent of ecological security	GIS 叠加分析 GIS overlay analysis	分级赋分 Grading assignment	0.09
		地质灾害易发程度 Geological hazard susceptibility	GIS 叠加分析 GIS overlay analysis	分级赋分 Grading assignment	0.08

F_i 为因子 i 的作用分值，r 为相对距离，d_i 为单元距扩散源的实际距离，d 为扩散源的影响半径，E_i 为缓冲后耕地图斑面积，E_{si} 为耕地斑块形状指数，S 为评价单元耕地图斑面积，L 为评价单元耕地图斑周长；$E_{si\min}$ 和 $E_{si\max}$ 为耕地斑块形状指数的最小值和最大值。F_i is the effect score of factor i; r is the relative distance; d_i is the actual distance of the unit from the diffusion source; d is the impact radius of the diffusion source; E_i is the area of cultivated land after buffering; E_{si} is the morphological index of cultivated land; S is the cultivated land area of the evaluation unit; L is the cultivated land perimeter of the evaluation unit; $E_{si\min}$ and $E_{si\max}$ are the minimum and maximum values of the morphological index of cultivated land.

2.2.4 重叠区耕地处理方法

1)与生态安全网络相协调，位于城市周边范围内生态安全网络的耕地，基于生态优先的原则，不划入永久基本农田。

2)与建设用地适宜性评价相协调，利用 ArcGIS 空间分析功能，将优先建设区、适宜建设区与耕地 LESA 综合评价结果中的优先划入型和适宜划入型耕地分别进行叠加分析，然后对重叠耕地图斑进行严格的核实举证，将已批土地、已征土地和批而未用土地的矢量文件与重叠耕地套合。对于优先划入型耕地，未举证耕地都划入永久基本农田；对于适宜划入型耕地，对于未举证耕地，以市场配置资源的决定性作用为原则，结合海阳市城镇土地定级估价成果，城镇土地级别较低的

优先划入永久基本农田, 确保划定面积不得低于上级下达指标。

3　结果与分析

3.1　海阳市城市周边生态安全网络布局

海阳市城市周边范围内生态安全用地面积为 586.24 hm^2, 新划入耕地面积为 12.11 hm^2, 与城市周边 3 km 范围外生态安全用地形成了一体化的城市生态保护屏障, 其总体格局主要为“两带三片块”: 1)北部带主要是五头山林地和才苑水库水源保护区与城市周边外生态安全用地共同形成了北部城市生态保护屏障, 其中耕地面积 10.21 hm^2; 2)南部带为小孩口国家湿地公园与城市周边外生态安全用地共同形成了南部城市生态保护屏障, 其中耕地面积 1.90 hm^2; 3)中部三大片块主要为旋顶山、棉花顶和凤凰山等生态公益林地, 各生态斑块由河流、道路等生态廊道连接共同构成海阳市城市生态安全网络(图 1)。

图 1　海阳市城市周边生态安全网络布局
Fig. 1　Ecological security network layout of city periphery in Haiyang City

3.2　海阳市城市周边建设用地适宜性分区

根据建设用地适宜性评价分值对海阳市城市周边范围土地进行建设用地适宜性分区, 由建设用地类型分区统计(表 4)和建设用地适宜性统计分区图(图 2)可以看出: 1)禁止建设区主要分布于北部和南部生态与水源保护区, 以及西南部龙山街道内现状永久基本农田保护区; 2)优先建设区和重点建设区主要集中在中心城区地势平坦地区; 3)扩展建设区主要分布在优先建设区和重点建设区周边区域; 4)限制建设区主要位于地形坡度较高的区域。

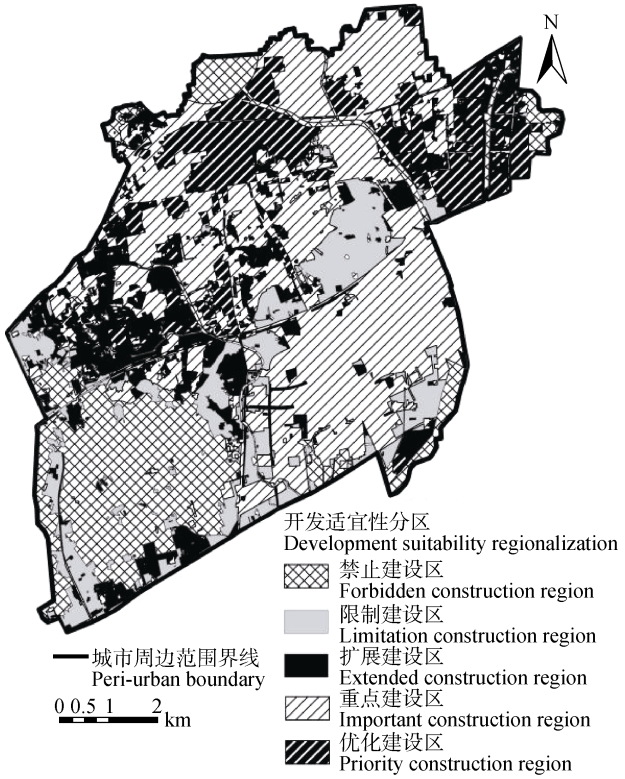

图 2　海阳市城市周边建设用地适宜性评价分区
Fig. 2　Zoning map of construction land suitability evaluation in city periphery of Haiyang City

3.3　海阳市城市周边耕地自然质量和立地条件分析

通过计算得到研究区耕地自然质量分值为 59.30~97.60, 由耕地自然质量分值图(图 3a)可以看出优质耕地分布较分散, 因此以耕地自然质量评价为依据划定永久基本农田不够科学合理。耕地立地条件分值为 43.43~96.30(图 3b), 区位条件较好的耕地集中连片分布, 距城镇较近, 且交通便利。

通过计算综合评价分值, 得到海阳市城市周边范围耕地 LESA 分值范围为 55.63~93.63, 采用自然断点法来实现耕地质量聚类分析与标准化分级, 结合海阳市永久基本农田划定目标将其划分为 4 种耕地类型(表 5、图 3c)。可以看出, 优先划入型和适宜划入型的耕地面积共占区域总面积的 68.71%, 在空间形态上表现出较强的集中连片性且区位条件较好,

主要分布在中心城区的青威高速、海翔路、国道 202 两侧及中心城区中部棉花顶附近，其耕地质量总体较好。重点调控型与后备资源型耕地空间分布上明显呈现出相对分散的特征。

表 4 海阳市城市周边建设用地适宜性评价分区统计

Table 4 Zoning statistics of construction land suitability evaluation in city periphery of Haiyang City

建设用地类型 Construction land type	地块面积 Land area (hm^2)	面积比例 Area ratio (%)
禁止建设区 Forbidden construction region	1 414.65	19.59
限制建设区 Limited construction region	803.66	11.13
扩展建设区 Extended construction region	920.99	12.76
重点建设区 Important construction region	3 047.95	42.22
优先建设区 Priority construction region	1 032.65	14.30
合计 Total	7 219.90	100.00

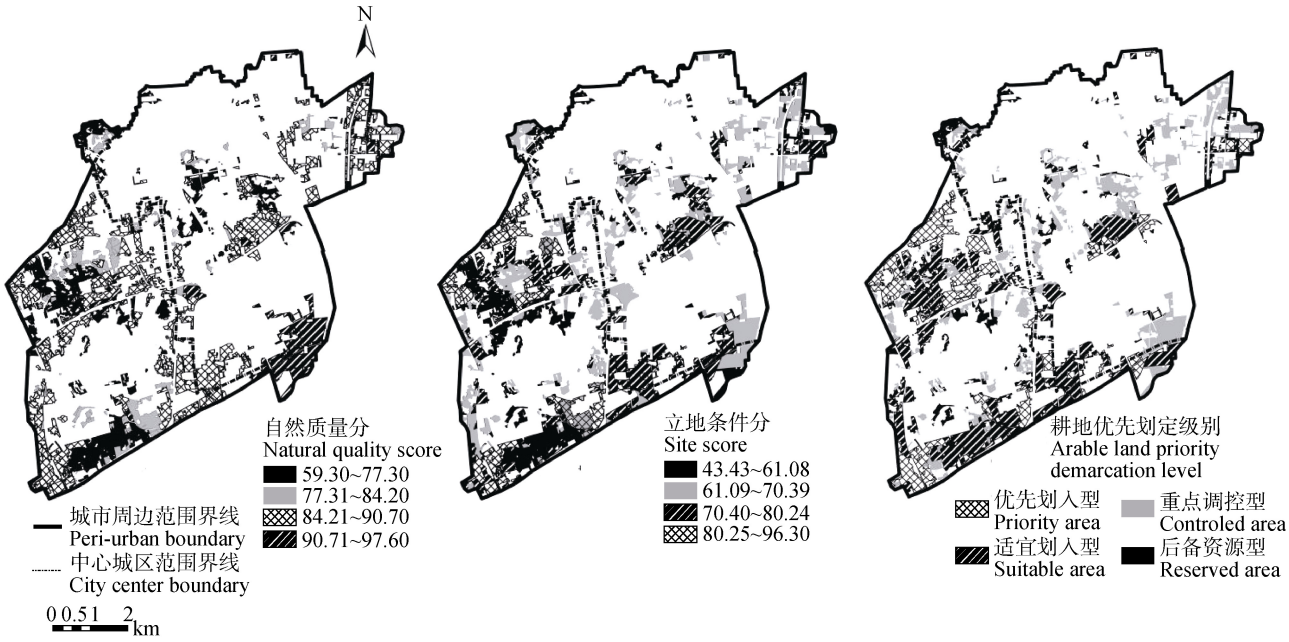

图 3 海阳市城市周边耕地自然质量**(a)**、立地条件**(b)**、土地评价和立地分析**(LESA) (c)**分值图

Fig. 3 Score graphs of natural quality (a), site conditions (b), land evaluation and site assessment (LESA) (c) of cultivated land in city periphery of Haiyang City

表 5 海阳市耕地土地评价和立地分析**(LESA)**综合评价结果及类型划分

Table 5 Comprehensive evaluation results and type classification of land evaluation and site assessment (LESA) in city periphery of Haiyang City

耕地类型 Cultivated land type	LESA	地块面积 Land area (hm^2)	面积比例 Area ratio (%)
优先划入型 Priority area	81.96~93.63	458.05	25.59
适宜划入型 Suitable area	75.38~81.95	771.83	43.12
重点调控型 Controlled area	68.94~75.37	464.44	25.94
后备资源型 Reserved area	55.63~68.93	95.73	5.35
总计 Total		1 790.04	100.00

3.4 海阳市城市周边永久基本农田划定方案

位于城市周边范围内生态安全网络内的耕地面积为 12.11 hm^2，此部分耕地不适合划入永久基本农田。优先建设区和适宜建设区与优先划入型耕地重叠面积为 76.30 hm^2，其中已举证图斑面积为 30.23 hm^2，将未举证耕地 427.82 hm^2 全部划入永久基本农田；与适宜划入型耕地重叠面积为 232.92 hm^2，其中已举证 124.76 hm^2，未举证但城镇土地级别较高的耕地面积为 80.21 hm^2，这两部分耕地不适宜划入永久基本农田，未举证但城镇土地级别较低的耕地面积为 27.95 hm^2，划入永久基

本农田。此外, 因规划高铁线路调整占用基本农田, 海阳市城市周边现状基本农田需调出 1.40 hm^2。

在城市周边生态安全网络的约束下, 充分发挥城市周边永久基本农田作为基础性生态用地的生产、生态、景观和间隔的综合功能, 将城市周边范围内 928.49 hm^2 耕地划入永久基本农田。城市周边永久基本农田划定后总体布局(图 4)为: 东部以东村河、生态公益林及方圆街道东部的永久基本农田为主, 形成限制城市无序扩张的生态屏障; 西部以大片永久基本农田及部分林地一起形成了城市发展的绿色隔离; 北部以才苑水库、五头山等生态安全用地为主, 对城市周边范围进行了有效的隔离; 南部以东村河以及小孩儿口湿地公园为主, 形成城市发展的天然刚性边界; 中部以棉花顶山体及新划入永久基本农田为主。

图 4　海阳市城市周边永久基本农田空间布局
Fig. 4　Permanent prime farmland layout of city periphery of Haiyang City

4　讨论与结论

以往的相关研究主要选取耕地的自然因素来建立综合评价指标体系, 较少考虑生态因素和社会经济发展因素对耕地综合评价的影响。另外, 部分研究在划定永久基本农田时尽管考虑了耕地的综合评价结果, 但忽略了永久基本农田、生态安全用地和建设用地三者的关系, 这都容易导致城市周边用地布局不协调, 造成破坏生态安全和阻碍城市经济发展的不良后果。城市周边范围是受城市化影响最大的区域, 因此对其耕地进行综合评价应考虑耕地的立地条件, 本研究采取改进的 LESA 评价模型能很好地兼顾耕地的自然和立地条件因素, 比传统的评价更全面。山东半岛丘陵区地形变化较大, 用地结构较为复杂, 在用地布局时应充分考虑到基本农田、建设用地和生态安全用地的适宜性, 本研究以“三线”协同为切入点, 综合考虑生态用地、建设用地和永久基本农田三者的适宜性和优先顺序, 在贯彻生态文明建设思想和严格的耕地保护制度的同时, 兼顾了市场配置资源的决定性作用, 为城市的发展预留了合理的空间, 以生态优先、严格举证和市场配置资源为原则, 科学合理、依法依规地进行永久基本农田划定。

研究结果显示: 海阳市划定后城市周边范围永久基本农田面积为 1 305.22 hm^2, 占城市周边耕地总面积的 60.26%, 其中保留原有永久基本农田 376.73 hm^2, 新划入永久基本农田 928.49 hm^2, 达到海阳市城市周边永久基本农田划定的数量指标; 划定后城市周边永久基本农田的质量较高, 耕地坡度均低于 15°, 国家利用等平均值(9.04)高于全市耕地(9.56); 在空间布局方面, 连片性程度较高, 主要集中在城市周边范围的西南部, 与城市周边生态安全网络共同形成了天然的生态保护屏障, 固化了城市开发边界, 有效地控制了城市的无序扩张, 并且沿主要交通干线西安路、青威高速、海翔路、北京路和省道 202 分布, 与交通干线共同构成生态安全廊道, 同时中心城区内部的永久基本农田与天然山体形成了城市的“绿心”, 划定后永久基本农田与生态安全用地、建设用地协调布局, 使生态建设、耕地保护与城市发展有机统一, 优化了城市发展的空间格局, 实现了生态、生产和生活“三生”空间的优化布局, 为土地利用总体规划“三线”划定奠定了基础, 说明本研究的方法科学可行, 研究结果具有较强的应用价值。但该方法对于城市周边范围外的永久基本农田划定是否适用有待进一步研究。

参考文献 References

[1] 中华人民共和国国务院. 基本农田保护条例[R]. 北京: 中华人民共和国国土资源部, 1998
State Council of the People's Republic of China. The Protection Regulations of Basic Farmland[R]. Beijing: Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China, 1998

[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 farmaland planning and protection[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2013, 34(3): 22–27

[3] 郑新奇, 杨树佳, 象伟宁, 等. 基于农用地分等的基本农田保护空间规划方法研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(1): 66–71
ZHENG X Q, YANG S J, XIANG W N, et al. Spatial planning method for the basic farmland protection based on the farmland classification[J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(1): 66–71

[4] 闫宁, 郑宏刚, 余建新, 等. 农用地分等在基本农田划分中的应用研究[J]. 国土与自然资源研究, 2009, (3): 28–30
YAN N, ZHENG H G, YU J X, et al. Research on applications of agricultural land classification in division of prime farmland[J]. Territory & Natural Resources Study, 2009, (3): 28–30

[5] 宇向东, 郝晋珉, 鲍文东. 基于耕地分等的基本农田空间配置的方法[J]. 农业工程学报, 2008, 24(S1): 185–189
YU X D, HAO J M, BAO W D. Methods of spatial allocation of basic farmland based on classification of arable land[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(S1): 185–189

[6] 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
ZHANG Y, PAN Y C, ZENG Z X, et al. Comparative assessment on primary farmland zoning based on the farmland gradation programme[J]. China Land Sciences, 2012, 26(3): 29–33

[7] 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 X B, JIN J, LIU Y, 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

[8] 聂艳, 吴学敏, 何颖, 等. 基于产能核算和空间聚类的县级基本农田划定研究[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(6): 809–815
NIE Y, WU X M, HE Y, et al. Demarcation method of prime farmland based on productivity and spatial clustering[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2014, 23(6): 809–815

[9] 张英, 潘瑜春, 王依贺, 等. 基于农用地经济等别的耕地入选基本农田研究[J]. 农机化研究, 2012, 34(3): 37–40
ZHANG Y, PAN Y C, WANG Y H, et al. Research of selecting basic farmland based on farmland economic grade[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2012, 34(3): 37–40

[10] 王欣星, 张安明. XGS 决策模型在基本农田划定中的应用研究——以重庆市黔江区石会镇为例[J]. 农机化研究, 2013, 35(7): 217–220
WANG X X, ZHANG A M. Application of XGS decision-making models in primary farmland zoning: A case of Shihui Town of Qiangjiang District in Chongqing[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2013, 35(7): 217–220

[11] 林超, 马智民. 基于 CLUE-S 模型的临潼区基本农田划定研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2014, 37(1): 25–29
LIN C, MA Z M. The research on basic farmland demarcated basedon the CLUE-S model in Lintong District[J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2014, 37(1): 25–29

[12] 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(2): 251–255
QIAN F K, WANG Q B. Planning method of the prime farmland based on farmland classification and LESA method[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2011, 18(2): 251–255

[13] 边振兴, 刘琳琳, 王秋兵, 等. 基于 LESA 的城市边缘区永久基本农田划定研究[J]. 资源科学, 2015, 37(11): 2172–2178
BIAN Z X, LIU L L, WANG Q B, et al. Permanent prime farmland demarcation in urban fringes based on the LESA system[J]. Resources Science, 2015, 37(11): 2172–2178

[14] 陈茜, 谢德体, 王三. 重庆市城市周边地区划定永久基本农田方法研究[J]. 土壤, 2016, 48(6): 1237–1245
CHEN Q, XIE D T, WANG S. Study on demarcating method of permanent prime farmland in periphery of Beibei District of Chongqing City[J]. Soils, 2016, 48(6): 1237–1245

[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
ZHOU S Y, ZHU A X, QIU W L, et al. GIS based connectivity analysis and its application in prime farmland protection planning[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(7): 72–77

[16] 汪永丰, 田永中, 徐旭晨, 等. 基于栅格数据的基本农田布局研究——以涪陵龙潭镇为例[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2011, 33(6): 151–155
WANG Y F, TIAN Y Z, XU X C, et al. Distribution of basic farmland based on the grid data — A case study of Longtan Town, Fuling[J]. Journal of Southwest University: Natural Science Edition, 2011, 33(6): 151–155

[17] 叶胜, 金贤锋, 何宗, 等. 基于 TOPSIS 算法的基本农田划定关键技术[J]. 地理空间信息, 2015, 13(6): 108–110
YE S, JIN X F, HE Z, et al. Key technologies of the delineation of basic farmland based on TOPSIS algorithm[J]. Geospatial Information, 2015, 13(6): 108–110

[18] 薄瑞, 张剑, 姜广辉, 等. 基于 TOPSIS 的永久基本农田划定研究——以东营市东营区为例[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2017, 48(2): 259–263
BO R, ZHANG J, JIANG G H, et al. Study on the designation of permanent basic farmland — A case study of Dongying District in Dongying City[J]. Journal of Shandong Agricultural University: Natural Science Edition, 2017, 48(2): 259–263

[19] 姚敏, 吴洪涛, 范延平. GIS 支持下的城市周边永久基本农田划定潜力分析[J]. 国土资源信息化, 2016, (3): 3–6
YAO M, WU H T, FAN Y P. Analysis of the potential demarcation of permanent capital farmland in the urban surrounding space supported by GIS[J]. Land and Resources Informatization, 2016, (3): 3–6

[20] 李自力, 余丹丹, 辜超. 城市周边永久基本农田划定的实施及研究[J]. 科技广场, 2015, (9): 224–227
LI Z L, YU D D, GU C. Implementation and research of the permanent basic farmland around the city[J]. Science Mosaic, 2015, (9): 224–227

[21] 彭艳丽, 杨静. 城市周边永久基本农田划定方法探析——以武汉市为例[J]. 中国土地, 2015, (9): 40–42
PENG Y L, YANG J. Probing into the methods of demarcating permanently basic farmland around city — A case study of Wuhan[J]. China Land, 2015, (9): 40–42

[22] DUNFORD R W, DENNIS ROE R, STEINER F R. Implementing LESA in Whitman County, Washington[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1983, 38(2): 87–89