

基于 TOPSIS 的永久基本农田划定研究

——以东营市东营区为例

薄瑞^{1,3},张剑²,姜广辉^{1*},李乐⁴

1. 北京师范大学 资源学院, 北京 100875
2. 东营市公共资源交易中心, 山东 东营 257055
3. 东营市国土资源局东营分局, 山东 东营 257100
4. 东营市国土资源局, 山东 东营 257091

摘要: 针对永久基本农田的特点,从耕地的自然质量条件、基础设施条件等角度,建立东营市东营区永久基本农田评价指标体系,利用层次分析法确定指标权重,运用 ArcGIS 分析获得相关数据,通过 TOPSIS 法对耕地的综合质量进行排序,最终使用制图输出功能实现永久基本农田划定可视化,将结果与基本农田划定成果对比。结果表明:永久基本农田划定在空间格局上大致呈现出“西南部、北部密集,其他地区稀疏”的态势,和基本农田划定成果存在一定差异;质量上永久基本农田划定更好地反映出耕地农业配套设施完善、耕地连片性好、区位优势有利的特性。通过相关资料查阅以及实地踏勘表明,该评价方法具有更好的科学性和可操作性,评价结果可以快速划定永久基本农田的建设范围。同时,本次研究成果也为东营区的永久基本农田划定提供了科学依据。

关键词: 永久基本农田; GIS 技术; 层次分析法; TOPSIS 法

中图分类号: S28

文献标识码: A

文章编号: 1000-2324(2017)02-0259-05

Study on the Designation of Permanent Basic Farmland

——A case study of Dongying district in Dongying City

BO Rui^{1,3}, ZHANG Jian², JIANG Guang-hui^{1*}, Li Le⁴

1. College of Resources Science and Technology/Beijing Normal University, Beijing 100875, China
2. Dongying Public Resources Trading Center, Dongying 257055, China
3. Dongying Branch Bureau of Land and Resources in Dongying City, Dongying 257100, China
4. Dongying Bureau of Land and Resources, Dongying 257191, China

Abstract: According to the characteristic of permanent basic farmland, this paper constructed the evaluation index system of permanent basic farmland demarcation of Dongying district from the quality of cultivated land, infrastructure conditions and so on. The AHP was adopted to determine the index weight and the ArcGIS analysis was used to obtain the relevant data. Finally, the mapping of permanent basic farmland was realized by using the mapping output function. The results showed that permanent basic farmland delineated in the spatial pattern of roughly showing the southwest, north dense, sparse in other areas, there are some differences in the results of basic farmland delimitation. Permanent basic farmland which delineated in the spatial pattern was some differences in the results of basic farmland delimitation. It was roughly assembled in the southwest and north, scattered in the other area are spars from the quantity aspect. The layout of permanent basic farmland reflected the characteristics of high-quality farmland better. The relevant information and field survey showed that this evaluation methodology was more scientific and applicable. The evaluation results could delineate the scope of permanent farmland construction quickly. Besides, this research also provided scientific evidence for the designation of basic farmland based on district scale.

Keywords: Permanent basic farmland; GIS technique; analytic hierarchy process; TOPSIS

党的十八届三中全会通过的《关于推进农村改革发展若干重大问题的决定》提出了“划定永久基本农田”这一战略思想,对基本农田的保护总量、用途、质量三个重要方面做了全面的要求^[1]。永久基本农田是指在基本农田范围内划定出农业配套设施完善、自然质量好和抗灾能力强的一部分耕地^[2],一经划定长期不变,并实行农田用途管制^[3]。永久基本农田建立在基本农田基础之上^[4-6],对建设内容有了更高的要求 and 扩展^[7],功用上永久基本农田更加突出保障国家粮食安全,政策上着重强调耕地保护的严格性和长期时效性^[8],质量上更注重稳产高产和旱涝保收的耕地质量。所以科学合

收稿日期: 2017-03-14

修回日期: 2017-03-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671519, 41271535);北京市科技计划课题(Z161100001116016)

作者简介: 薄瑞(1988-),女,硕士研究生,主要从事土地规划工作. E-mail:borui1111@163.com

***通讯作者:** Author for correspondence. E-mail:macrophage@126.com

理的划定永久基本农田,将会对稳定全国的粮食生产、确保粮食安全、促进耕地区域性保护起到十分重要的作用。

目前,国内的永久基本农田划定研究通常利用数字信息化手段^[9],使用土地评价叠加法^[10]、农用地等别类聚法^[11]等划定方法,研究方向集中在农田划定、保护理论及体系建立等方面^[12]。相关研究取得了相当的成果,但是基本农田划定编制实用性不高、量化标准不科学等问题一直存在。比如入选基本农田科学量化标准模糊^[13]、规划缺少基本农田的整体布局分析^[14]、布局偏重满足经济建设的需要等问题^[15],造成基本农田划定“重数量、轻质量”的现象^[16]。虽然从整体看面积稳定,但实际生产能力下降,优质耕地逐渐流失,背离基本农田保护初衷。

为更加科学合理的划定,本文使用层次分析法来建立耕地入选永久基本农田指标体系^[17];运用 GIS 技术实现评价因子数据的获取和永久基本农田的空间定位及成果图输出^[18];同时,依照东营区实际,选取耕地坡度等能够直接反映耕地质量和区位条件优劣的影响因素;利用 TOPSIS 排序的方法直接筛选优质耕地^[19]。最后,通过与基本农田划定成果对比,探讨快速有效而合理的划定永久基本农田的方法。

1 研究区概况与数据处理

1.1 研究区概况

东营区位于山东省东北部,黄河三角洲腹地,是东营市中心城区的所在地。东西最大横距 67.5 km,南北最大纵距 26.5 km,总面积 1178.18 km²,共辖 6 个街道和 4 个镇。地属黄河冲积平原的滨海地带,黄河三角洲尾间部分。地势西高东低,总体地形平缓,比降为 1/10000。全区共有河流 9 条。全区大致以六户镇北辛村为界,分为中西部的潮土区和东部的盐土区。

1.2 基础数据来源及预处理

(1) 东营区第二次土地调查及 2015 年度土地变更调查数据,用于获取全部耕地及可调整地类图斑及最终制图。(2) 东营区土地利用总体规划图(2006~2020)用于确定基本农田的范围。(3) 东营区耕地质量等级成果(2013 年)用于获取耕地坡度、排水健全度影响因子指标数据。(4) 东营区土地利用现状图用于获取耕地连片性、灌溉保证率、至主干线距离、至城镇距离影响因子指标数据。(5) 东营区农用地分等定级成果数据,用于获取农用地利用等影响因子指标数据。

以上基础图形图像数据收集齐全后,以东营区第二次土地调查数据库中的全部耕地及可调整土地的耕地图斑作为评价对象,每一个耕地图斑作为一个评价单元。将上述耕地图斑添加编号并在图中标记,确保评价单元的唯一性。

2 研究方法

首先建立耕地入选永久基本农田的指标体系,采用层次分析法确定各个指标的权重^[20]。再对各个指标评价价值进行计算及标准化处理,利用 TOPSIS 算法对其进行排序。最后,按照从高分到低分的原则确定基本农田的保护图斑,借助 GIS 工具获取东营区永久基本农田不同质量级别的空间分布格局,与基本农田划定成果对比。

2.1 评价指标体系的选择与权重

表 1 耕地质量评价指标体系

Table 1 Assessment index system for farmland quality

评价因素 Decision indexes	评价指标 Decision indexes	指标权重 Index weight
自然环境条件	耕地坡度	0.1
	耕地连片性	0.2
	灌溉保证率	0.18
水利设施条件	排水健全度	0.12
	耕地至主干线距离	0.15
交通区位条件	耕地至城镇距离	0.15
	农用地自然质量	0.1
	农用地利用等	0.1

除耕地的自然质量指标外,东营区耕地主要由水利设施条件和交通区位条件决定耕地质量。遵

循可获得性、科学代表性等原则, 结合东营区实际, 选取耕地坡度等 7 个影响因素, 并用层次分析法确定指标权重。

2.2 各指标分值确定及标准化处理

在耕地图斑质量评价中, 为了使各指标原始数据具有可比性, 采用分级给分法, 根据相关数据结果并参考农用地分等定级成果制定分级标准化参数 (表 2), 对原始数据进行标准化处理。

表 2 评价指标数据标准化处理表达式及参数含义

Table 2 Expression and index implication of evaluation data of farmland quality

序号 No.	评价指标 Decision indexes	数据标准化计算公式 Data standardization formula	参数定义 Parameter definition
1	耕地坡度 (L_1)	$L_1 = \begin{cases} 1 - \frac{1}{x} & x \leq 6^\circ \\ \frac{25}{0} & 6^\circ < x \leq 25^\circ \\ 0 & x > 25^\circ \end{cases}$	L_1 -耕地图斑坡度指标得分值; x -耕地图斑坡度值
2	耕地连片性 (L_2)	$L_2 = \begin{cases} 1 - \frac{1}{25} & x > 30 \text{ hm}^2 \\ \frac{0.9(30-x)}{25} & 5 \text{ hm}^2 \leq x \leq 30 \text{ hm}^2 \\ 0.1 & x < 5 \text{ hm}^2 \end{cases}$	L_2 -耕地图斑连片性指标得分值; x -耕地图斑地类面积
3	灌溉保证率 (L_3)	$L_3 = \begin{cases} 1 - \frac{1}{3} & x < 1 \text{ km} \\ \frac{0.9(x-1)}{3} & 1 \text{ km} \leq x \leq 3 \text{ km} \\ 0.1 & x > 3 \text{ km} \end{cases}$	L_3 -耕地图斑灌溉保证指标得分值; x -耕地图斑距河流或干流距离
4	排水健全度 (L_4)	$L_4 = \begin{cases} 1 - \frac{1}{22.5} & x > 25^\circ \\ \frac{1-0.9(25-x)}{22.5} & 2.5^\circ < x \leq 25^\circ \\ 0.1 & x \leq 2.5^\circ \end{cases}$	L_4 -耕地图斑排水健全度指标得分值; x -耕地图斑坡度值
5	耕地至主干线距离 (L_5)	$L_5 = \begin{cases} 1 - \frac{1}{4} & x < 1 \text{ km} \\ \frac{0.9(x-1)}{4} & 1 \text{ km} \leq x \leq 5 \text{ km} \\ 0.1 & x > 5 \text{ km} \end{cases}$	L_5 -耕地图斑至主干线距离指标得分值; x -耕地图斑距交通主干线距离
6	耕地至城镇距离 (L_6)	$L_6 = \begin{cases} 1 - \frac{1}{5} & x < 5 \text{ km} \\ \frac{0.9(x-5)}{5} & 5 \text{ km} \leq x \leq 10 \text{ km} \\ 0.1 & x > 10 \text{ km} \end{cases}$	L_6 -耕地图斑至城镇距离指标得分值; x -耕地图斑至城镇距离
7	农用地利用等 (L_7)	$L_7 = \begin{cases} 1 - \frac{1}{5} & x = 1 \\ \frac{0.9(x-1)}{5} & 1 < x < 6 \\ 0.1 & x = 6 \end{cases}$	L_7 -耕地图斑农用地利用等指标得分值; x -耕地图斑农用地利用等

2.3 基于 TOPSIS 的永久基本农田筛选

通过使用 TOPSIS 法根据有限个评价对象与理想化目标的接近程度排序, 进行相对优劣的比较^[21]。最终得到一个接近理想的永久基本农田布局方案。使用如下公式进行计算。

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n [w_j (k_{ij} - k_j^{max})]^2}$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n [w_j (k_{ij} - k_j^{min})]^2}$$

($i=1, 2, 3, \dots, m$)

式中: d_i^+ -第 i 个评价单元距最优单元的距离; d_i^- -第 i 个评价单元距最差单元的距离; w_j -第 j 个衡量指标的权重; k_j^{max} -第 j 个衡量指标最大标准化后分值; k_j^{min} -第 j 个衡量指标最小标准化后分值。

决策点对理想点的相对贴切度可用 c_i 表示, 即: $c_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$

c_i 值越大越优先入选永久基本农田^[22,23]。按照贴切度 c_i 将永久基本农田划分为 5 个级别 (表 3)

表 3 东营区永久基本农田级别划分

Table 3 Permanent basic farmland classification table of Dongying District

区间 Interval	[0.8, 1]	[0.6, 0.8)	[0.4, 0.6)	[0.2, 0.4)	[0.2, 0]
级别 Level	最优耕地	较优耕地	一般耕地	较差耕地	最差耕地

通过 TOPSIS 法对东营市东营区基本农田按照评价单元相对优劣程度进行排序后, 依据东营区

的实际情况，确定永久基本农田的保护率为基本农田的 90%。并根据表 3 划分为最优耕地、较优耕地等 5 个级别，绘制成图（图 1）。并统计各个街道、乡镇不同级别的面积（表 4）。

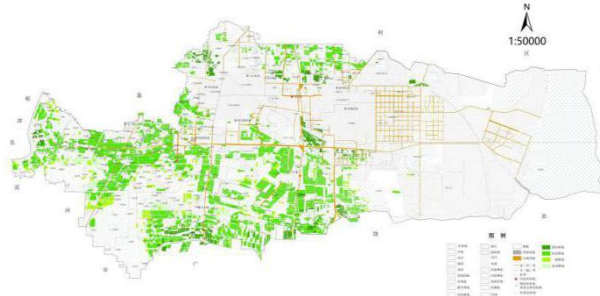


图 1 东营区永久基本农田划定结果分布图

Fig.1 Distribution map of permanent basic farmland in Dongying District

表 4 东营区各个街道、乡镇的永久基本农田统计

Table 4 Statistics of permanent basic farmland in Dongying District

地区 Sites	最优耕地 (hm ²) Best	较优耕地 (hm ²) Better	一般耕地 (hm ²) General	较差耕地 (hm ²) Poor	最差耕地 (hm ²) Worst
辛店街道	230.65	762.37	1.14	2.78	0
黄河路街道	0	650.04	12.33	30.41	0
胜利街道	442.15	794.33	0	17.64	0
东城街道	186.48	146.26	9.98	0	0
胜园街道	0	528.44	14.76	6.94	0
文汇街道	11.68	84.55	0	0	0
六户镇	398.33	3321.66	332.95	179.09	0
史口镇	16.43	2323.01	242.92	65.01	0
龙居镇	69.10	1337.24	424.53	95.76	0
牛庄镇	444.88	2589.04	356.66	119.25	0
合计	1799.70	12536.95	1395.27	516.89	0
比重 (%)	11.08	77.15	8.59	3.18	0

3 结果与分析

3.1 东营区永久基本农田各质量级别构成

此次划定的东营区永久基本农田总面积 16236.83 hm²。较优耕地最多，面积达 12536.95 hm²，占划定总面积的 77.15%；最优耕地次之，为 1799.70 hm²，占 11.08%；一般耕地和较差耕地相对较少，分别为 1395.27 hm² 和 516.89 hm²，仅占 8.59% 和 3.18%，而在划定的永久基本农田中未有最差耕地。东营区基本农田总面积为 18040.92 hm²，两者的重合面积为 13405.13 hm²，占永久基本农田总面积的 82.56%。其差异主要为永久基本农田在胜利街道（1254.12 hm²）、胜园街道（550.14 hm²）、文汇街道（96.23 hm²）、东城街道（344.32 hm²）存在分布，而基本农田在这四个地区没有分布。另外，黄河路街道、东城街道、牛庄镇、六户镇及史口镇各镇临近居民点的永久基本农田未在基本农田范围内。

3.2 东营区永久基本农田各质量级别空间分布格局

从图 1 可看出，东营区永久基本农田的空间分布格局特征显著。东营区北部及西南部的永久基本农田在空间形态上呈现出较强的集中连片性，最优耕地（牛庄镇：444.88 hm²、胜利街道：442.15 hm²）、较优耕地（六户镇：3321.66 hm²、牛庄镇：2589.04 hm²）、一般耕地（龙居镇：424.53 hm²、牛庄镇：356.66 hm²）均主要分布于这两个地区；东部鲜有永久基本农田分布；其他地区在空间上则呈零星、散乱的态势，并且主要以一般耕地为主。整体在空间格局上大致呈现出“西南部、北部密集，其他地区稀疏”的态势。这和基本农田划定成果存在一定差异：基本农田除了在西部（黄河路街道、辛店街道）有零星分布外，全部集中于西南部。其他地区没有任何分布。

4 结论与讨论

(1) 针对基本农田划定过程中实用性不高、量化标准不科学的不足，本文使用层次分析法来建立耕地入选指标体系，大大减少了专家确定权重时人为因素的影响；运用 GIS 技术实现评价因子数

据的获取和永久基本农田划定的数字化和智能化,减少人为误差,提高整体处理的准确性和科学性;使用基于 TOPSIS 排序方法的耕地综合质量评价模型,较好的解决评价结果模糊、难以量化的问题。无论从数量还是分布的结果来看,永久基本农田在建设内容和要求上有了更进一步的提升和扩展。评价结果定量直观,能够直接反映耕地质量和区位条件的优劣,可切实评价基本农田的分布潜力。

(2) 基于 TOPSIS 方法对东营区永久基本农田的划定结果表明:永久基本农田在空间格局上大致呈现出“西南部、北部密集,其他地区稀疏”的态势;东营区北部及西南部的永久基本农田在空间形态上呈现出较强的集中连片性,最优耕地、较优耕地、一般耕地均主要分布于这两个地区;东部鲜有永久基本农田分布;其他地区在空间上则呈零星、散乱态势,且主要以一般耕地为主。评价结果充分反映出东营区耕地质量和区位条件特征:北部和西南部地区地势平坦、交通网发达,水源充沛,耕地质量优越;西北部和西部水利设施完善、连片性好,但耕地自然质量略差;其他地区耕地质量差、盐碱化程度高、配套水利设施不完备、排水能力弱,受到区域的限制性障碍因素影响突出。

(3) 评价数据的获取来源于现有的耕地研究成果,如第二次土地调查结果等,有助于提高评价结果的科学性和实用性。利用 GIS 技术这种实现空间属性一体化分析方法,能够让政府部门充分地掌握耕地的质量水平及分布状况,大大提高了保护规划的科学性和准确性。基于 GIS 技术的永久基本农田划定成果,为东营区农田保护规划编制提供科学合理的决策依据,具有一定的现实意义。

(4) 对评价单元的划分中尽量满足具有最大同质性的特性:即单元划分后可以区分一定精度要求下的最小差别。但从结果对比来看,连片性指标的获取和评价方法可以在方法上进一步优化。因为对每一块图斑的连片性数据的评价并没有完全反映出整体连片性的质量,连片性综合评价结果的准确性很大程度上取决于评价单元的划分,而这个划分并不是越小越好。

参考文献

- [1] 中国共产党第十七届中央委员会第三次全体会议中共中央关于推进农村改革发展若干重大问题的决定[N].光明日报,2008-10-20(01)
- [2] 林依标.划定永久基本农田路径思考[J].中国国土资源经济,2009(3):4-6
- [3] 黄建平,柳建军.彰显保护的刚性-划定与保护永久性基本农田的思考[J].中国土地,2009(3):54-56
- [4] 王 兴,杜新波,曹端海.永久基本农田应服务于未来[J].中国土地,2009(7):51-53
- [5] 国土资源部.基本农田保护条例[M].北京:法律出版社,2003:10-11
- [6] 许巨平.基于 GIS 的永久基本农田划定数据库建设——以宿松县为例[J].测绘通报,2013(7):74-76
- [7] 唐小龙,田永中,黄九松等.丘陵山地地区永久性基本农田划定研究[J].西南大学学报:自然科学版,2014,36(5):144-150
- [8] 王晓燕,田永中,高 凡,等.基于 GIS 的永久性基本农田划定技术方法探讨——以重庆市涪陵区清溪镇为例[J].西南大学学报:自然科学版,2013,38(3):127-133
- [9] 郑淑丽.“数字山东”建设信息化技术及应用研讨会圆满结束[J].山东科技大学学报:自然科学版,2005,24(4):122
- [10] 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
- [11] 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
- [12] 钱凤奎,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
- [13] 唐景新,范雪蓉.当前基本农田保护区规划中若干问题之浅见[J].国土经济,1999(1):45-46
- [14] 唐 建.基本农田保护——问题与对策[J].中国土地,2004(7):24-28
- [15] 王 兴,杜新波,曹端海.永久基本农田应服务于未来[J].中国土地,2009(7):51-53
- [16] 唐 建,卢艳霞.我国耕地保护制度研究——理论与实证[M].北京:中国大地出版社,2006:113-118
- [17] 尚天成,高彬彬.基于层次分析法和熵权法德城市土地集约利用评价[J].电子科技大学学报:社科版,2009(6):6-9
- [18] 程 峰.基于 GIS 与决策模型整合的基本农田保护规划系统[D].北京:中国农业大学,2003
- [19] 程 峰,石 英,朱德举.耕地入选基本农田决策模型研究[J].地理与地理信息科学,2003,19(3):50-53
- [20] 杨彦伶,雷小华,李 玲,等.层次分析法在紫薇优良无性系选择的应用研究[J].西南农业大学学报:自然科学版,2005,27(4):518-521
- [21] 刘树林,邱苑华.多属性决策基础理论研究[J].系统工程理论与实践,1998(1):38-43
- [22] 李轶平.基于 GIS 技术的济南历城区基本农田的确定与空间定位[D].济南:山东师范大学,2008
- [23] 杨树佳,郑新奇,杜 军,等.基于土地适宜性评价的基本农田布局方法研究[J].山东师范大学学报:自然科学版,2007,22(1):99-102
- [24] 卢德彬,涂建军.耕地入选基本农田整备区评价与决策[J].农机化研究,2012,34(3):1-4