

任艳敏,孙九林,潘瑜春. 基于限制因素分析的高标准农田建设分区[J]. 江苏农业科学,2018,46(11):212-216.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.11.054

基于限制因素分析的高标准农田建设分区

任艳敏², 孙九林^{2,3}, 潘瑜春¹

(1. 北京农业信息技术研究中心, 北京 100097; 2. 河南大学环境与规划学院, 河南开封 475001;

3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要:科学确定高标准农田建设分区对稳定农业生产、确保国家粮食安全、增加农民收入等具有重要作用。通过分析高标准农田概念、内涵及建设要求,提出一种基于限制因素分析的高标准农田建设分区方法,并在河北省定州市进行实证研究。结果表明,限制因素选取自然禀赋条件、基础设施条件、社会经济条件和区位条件4方面14个指标,并根据定量评价得分将其限制强度划分为高、中、低3级;基于分级结果,构建了78种限制因素组合类型,统计“高”限制因素个数进行类型分区;结合高标准农田建设主导限制因素以及整治工程类型,最终确定了耕地质量提升型、基础设施配套型、区位条件改善型3种高标准农田建设主导分区。该研究结果可为未来河北省定州市的高标准农田建设提供科学依据。

关键词:高标准农田;建设分区;限制因素;县域;河北省定州市

中图分类号: F301.24 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)11-0212-05

高标准农田建设已成为国家战略^[1]。尤其是2008年以来,党中央、国务院多次强调要坚持最严格的耕地保护制度,大规模建设高标准农田。高标准农田建设分区是落实高标准农田建设任务与目标的重要手段,也是实现稳产高产、旱涝保收、节水高效农田建设的决定性研究内容^[2]。系统研究和探讨高标准农田组成要素表现形式与组合,科学确定建设分区,对项目合理布局、工程建设等具有重要意义,有助于稳定农业生产、确保国家粮食安全、增加农民收入等。

近年来,高标准农田建设日益受到国家及各级政府的高度重视。但目前高标准农田建设尚处于起步阶段,尚未形成统一的定量评价标准。GB/T 30600—2014《高标准农田建设通则》^[3]首次构建并统一了高标准农田建设工程体系,但仅提出高标准农田建设的一般性规定,缺乏对不同区域建设的差异化管理和指导。目前,已有学者通过分析耕地自然禀赋^[4-6]、利用水平^[7-8]、经济效益^[9-10]及灾害防护^[11]等因素,利用综合评价模型^[12-19]进行高标准农田建设适宜性评价分级,进而确定建设模式或优先次序。已有研究可为高标准农田建设分区提供方法借鉴与参考^[20],但是不同区域的高标准农田建设受哪些因素限制?限制程度怎么样?不同分区高标准农田的建设重点是什么?这些问题尚未得到清晰、准确的解答。

基于此,本研究试图通过分析高标准农田的概念、内涵及建设要求,提出一种基于限制因素分析的高标准农田建设分区确定方法,即从自然禀赋条件、基础设施条件、社会经济条件和区位条件构建定量评价模型,分别评价4个方面因素对高标准农田建设的限制作用;利用限制强度分级结果进行4

个方面因素的全要素组合;综合分析不同组合类型及主导限制因素,结合土地整治主要工程,确定高标准农田建设分区,进而指导区域未来高标准农田建设工程布局。

1 研究方法

1.1 评价单元确定

评价单元是指能反映一致或相对一致的各类现状条件并具有内部属性一致特点的对象。开展高标准农田评价、规划、建设均须要确定评价对象,即评价单元。为从微观角度体现出各耕地地块之间限制因素及限制程度的差异,为高标准农田建设实践提供指导,本研究以第2次土地利用调查变更数数据库为基础,提取耕地图斑,作为评价单元。

1.2 限制因素分析与评价指标选取

GB/T 30600—2014《高标准农田建设通则》和 NY/T 2148—2012《高标准农田建设标准》要求高标准农田必须土地平整、土壤肥沃、集中连片、设施完善、路林等配套、生态良好、抗灾能力强,并满足高产栽培、节能节水、机械化作业等现代化生产要求,是按照规定划定为基本农田的农田。概括来说,高标准农田具有自然禀赋条件良好、基础设施完善、区域社会经济发展水平高及区位条件优越四大特征。因此,自然禀赋条件、基础设施条件、社会经济条件和区位条件可作为影响高标准农田建设的4个方面因素(表1)。(1)自然禀赋条件主要反映粮食生产的本底条件,不仅包括地块本身的地形坡度、表层土壤质地、有机质含量和田块形状规整度等属性,还包括反映地块间的空间相连特征。地形坡度、表层土壤质地、土壤有机质含量、田块规整度和连片度等指标可以表征自然禀赋条件优劣^[21]。其中,表层土壤质地随着壤土-黏土-沙土,对高标准农田建设的限制性逐渐增强;地形坡度越大、土壤有机质含量越少、田块越不规整、连片度越低,则限制作用越大。(2)基础设施条件可以选取田间道路密度、灌溉保证率、排水条件和田间防护林密度等指标表征。其中,田间道

收稿日期:2016-12-20

基金项目:国家自然科学基金(编号:41401193)。

作者简介:任艳敏(1985—),女,河南周口人,博士,主要从事GIS技术应用与土地评价研究。E-mail:renym@nrcita.org.cn。

通信作者:孙九林,研究员,主要从事地理信息系统与遥感应用、虚拟地理环境、信息化农业研究。E-mail:sunj@igsnrr.ac.cn。

路密度越小、灌溉保证率越低、排水条件越差、田间防护林密度越低,则对高标准农田建设的限制作用越大。(3)社会经济条件在一定程度上决定着区域高标准农田建设的落实程度及建后的长期稳定。因此,该条件不好的地区将不安排高标准农田整治工程。可以选取人均 GDP、农业人口比重、新增耕地潜力、基本农田比例等指标表征社会经济状况,其指标值越低,对高标准农田建设的限制作用越大。(4)区位条件反映了耕地资源利用的便利程度及区域资源对高标准农田建设的约束程度,可以选用对外交通通达度(距离主要道路)、乡镇影响度(距离镇政府)和耕作便利度(距离农村居民点)等指标表征。距离越远,说明该区域耕地对外交通越不便利,受到镇政府的辐射作用越小,耕作越不便利,因此对高标准农田建设的限制作用越大。

1.3 限制因素定量评价

在进行限制因素定量评价之前,须要将评价指标进行标

准化处理,并采用层次分析法确定限制因素的指标权重。然后,采用加权指数和法^[22-23]计算高标准农田建设各限制因素的评价得分。评价模型为

$$F_j = \sum_{i=1}^n (A_{ij} \times W_i)。$$

(1)

式中: F_j 为第 j 个限制因素的评价得分; A_{ij} 为第 j 个限制因素第 i 个评价指标的标准化值; W_i 为第 i 个评价指标的权重; n 为第 j 个限制因素评价指标总数。利用公式(1)计算各评价单元的自然禀赋条件、基础设施条件、社会经济条件和区位条件 4 个方面限制因素的评价得分。基于评价得分,分别判定其限制程度与级别。本研究定义限制因素得分在 60 分以下时,该因素就会对作物生长起限制作用,因此将得分低于 60 分的限制级别定为“高”;将得分在 60~80 分之间的限制级别定为“中”;将得分在 80~100 分之间的限制级别定为“低”,即限制因素共划分为“高中低”3 个级别。

表 1 高标准农田限制因素备选指标涵义及获取方法

准则层	评价指标	指标涵义	获取方法
自然禀赋条件	地形坡度(°)	指地表单元陡缓的程度,影响机械化水平、土地耕作便利度、水土保持及土壤肥力等	DEM 影像提取
	表层土壤质地	指不同大小的矿物颗粒在土壤中的组合状况	农用地分等成果
	土壤有机质含量	指单位体积土壤中含有的各种有机物质的数量	农用地分等成果
	田块规整度	反映田块形状的规则程度,采用与正方形的偏离程度表征	GIS 空间分析计算
	连片度(hm ²)	指耕地图斑空间相连程度,是实现农业现代化的基础	基于数学形态学方法的耕地图斑连片度计算 ^[21]
基础设施条件	田间道路密度(m/hm ²)	反映农田耕作的便利程度,采用评价单元内(机耕路长度+生产路长度×0.6)/图斑面积表示	GIS 空间分析计算
	灌溉保证率	指农业灌溉用水能得到长期保证的概率	农用地分等成果
	排水条件	指耕地对雨水的排出能力,体现耕地的抗涝性	农用地分等成果
	田间防护林密度(m/hm ²)	反映农田防护林对自然灾害的防护能力,采用评价单元内田间防护林总长度/评价单元面积	GIS 空间分析计算
社会经济条件	人均 GDP(万元)	反映一定时期内人均收入状况,采用行政区内的国民生产总值/常住人口表征	统计年鉴
	农业人口比重(%)	指行政区内从事农业生产人口占总人口的比值,同一行政区内的评价单元赋值相同	统计年鉴
	新增耕地潜力(hm ²)	评价单元内沟、路、渠、田坎等新增有效耕地面积潜力	GIS 空间分析计算
	基本农田比例(%)	行政区内的基本农田面积/耕地总面积,反映当前基本农田条件及建设潜力,比例越大,高标准农田建设潜力越大	GIS 分析统计
区位条件	对外交通通达度(km)	耕地图斑距主要道路距离,采用距离衰减法计算	GIS 空间分析计算
	乡镇影响度(km)	耕地图斑距镇政府所在地距离,采用距离衰减法计算	GIS 空间分析计算
	耕作便利度(km)	耕地图斑距行政区内面积最大的农村居民点质心的距离,采用距离衰减法计算	GIS 空间分析计算

1.4 限制因素组合类型与建设分区研究

基于上述得到的限制因素级别判定结果,进行评价单元的限制因素组合类型设计。首先,把参与评价的 4 个方面限制因素的分级合并到一起,作为评价单元全因素组合类型标志,如某评价单元全因素组合类型标志为“低高中高”,说明该单元自然禀赋条件较好,基础设施条件较差,社会经济条件一般,区位条件较差。据此,理论上可形成 4 个因素不同水平组合成的 81 种(3×3×3×3)全因素组合类型。其次,以高限制因素为主导限制因素,统计限制级别为“高”的主导因素个数,值域为{0,1,2,3,4},其中,“0”表示不包含“高”限制因素,“1”表示含有 1 个高限制因素,以此类推;然后,分别统计不同“高”限制因素个数的耕地图斑面积,并按照限制因素

类型,结合土地整治类型判定标准,最终确定高标准农田建设分区。

2 研究区概况与数据来源

2.1 研究区概况

河北省定州市地处 114°48′~115°15′E,38°14′~38°40′N 之间,是京津冀经济区的重要节点城市。全市地势由西北向东南微微倾斜,平均海拔高程 43.6 m;属暖温带半干旱半湿润大陆性季风气候,四季分明,水文地质条件良好;2012 年全市土地面积 128 370.74 hm²,其中耕地面积 89 432.12 hm²,占土地总面积的 69.67%,土地肥沃,以沙壤土和轻壤土为主;2012 年总人口为 123 万,其中农业人口占总人口的

56.9%。另外,全市自然灾害较少发生,灌排等基础设施较为完善,是全国主要的粮食主产区,且是全国高标准农田建设示范县之一。因此,选择定州市作为案例区,具有一定的典型性和代表性。

2.2 数据来源及处理

本研究主要数据来源为(1)2012 年土地变更调查数据库,获取耕地、田间道路、主要公路、镇政府、居民点等矢量数据;(2)土地利用总体规划数据库(2010—2020),获取土地利用空间管制范围、基本农田矢量数据;(3)2013 年定州市耕地质量等别年度更新数据库,获取表层土壤质地、剖面构型、土壤有机质含量、灌溉保证率等指标数据;(4)2013 年定州市统计年鉴,获取分村农业人口、粮食单产等数据。在评价分析前,对收集的基础数据进行预处理:核实数据的可靠性,确保计量单位统一、规范,所有图件资料统一数据格式、坐标系及高程基准等。

定州市属于太行山山前平原区,地势平坦无起伏,且不存在排水障碍,故舍去地形坡度和排水条件这 2 个指标,这也与农用地分等成果相一致。采用专家打分法进行评价指标分级与量化处理。鉴于各指标性质不同,最终将其标准化为[0,100]闭合区间。其中,“0”表示限制作用最大,“100”表示没有限制作用;指标权重采用层次分析法确定(表 2)。受篇幅限制,这里不再详细叙述指标量化分级标准及权重确定过程。

表 2 定州市限制因素评价指标权重

准则层	评价指标	指标权重
自然禀赋条件	表层土壤质地	0.25
	土壤有机质含量	0.24
	田块规整度	0.24
	连片度	0.27
基础设施条件	田间道路密度	0.35
	灌溉保证率	0.34
	田间防护林密度	0.31
社会经济条件	人均 GDP	0.23
	农业人口比重	0.24
	新增耕地潜力	0.26
	基本农田比例	0.27
区位条件	对外交通通达度	0.35
	乡镇影响度	0.32
	耕作便利度	0.33

3 结果与分析

3.1 高标准农田限制因素评价结果

利用公式(1)计算得出高标准农田建设 4 个方面限制因素的评价得分。由图 1-A 可知,自然禀赋条件“高”限制区面积不大,主要位于城区周边,东南部的西城乡也有少量分布;“中”限制区面积最大,各乡镇均有分布;而“低”限制区主要位于叮咛店镇、号头庄乡和留早镇等,耕地连片度高,质量较好。由图 1-B 可知,基础设施条件的耕地以“中”限制区为主,遍布所有乡镇;“高”限制区主要分布于城区东部和南部乡镇;而“低”限制区耕地零散分布在各个地区。由图 1-C 可知,社会经济条件的“高”限制区主要分布在城区北部、东部及西南地区的息冢镇;“中”限制区分布较为分散,以西部分布为主;与之相反,“低”限制区集中在东部地区。由图 1-

D 可知,区位条件以“低”限制区为主;“中”、“高”限制区主要集中分布在东南部地区,西北部的砖路镇有少量“高”限制图斑分布。

3.2 高标准农田限制因素组合类型分区

将上述得到的高标准农田限制因素评价分级结果合并在一起,共组成 78 种组合类型,并按照限制级别为“高”的主导因素个数统计各类型的耕地图斑,结果见表 3。

河北省定州市耕地图斑以有 0 个或 1 个“高”限制因素为主。其中,含有 0 个“高”限制因素的耕地各方面质量均较好,较少受到自然、人文等各方面因素制约;主要分布在清风店镇、周村镇、叮咛店镇等。含有 1 个“高”限制因素的耕地面积为 53 774.14 hm²,是所有类型中面积最大的类别,主要受基础设施条件限制,其次是自然禀赋条件。含有 2 个“高”限制因素的组合类型个数较多,主要同时受自然禀赋和基础设施或者同时受基础设施和区位条件的限制影响。河北省定州市含有 3 个和 4 个“高”限制因素的耕地图斑面积较小,主要分布在紧邻城区周边的西城区和赵村乡。

综上,不含“高”限制因素的 14 495.96 hm² 耕地自然质量良好、基础配套基本完善,且具有较好的社会经济条件和区位条件,满足高标准农田建设要求。因此,本研究首先将其选入“优先划入区”,不再进行建设分区分析;而含有 1 个和 2 个“高”限制因素的组合类型面积较大,个数较多,下面重点对这 2 种类型进行建设分区分析。

3.3 高标准农田建设分区确定

本研究根据定州市耕地实际情况,分析除“优先划入区”外的 74 936.16 hm² 耕地图斑(占耕地总面积的 83.79%)的高标准农田建设工程内容,确定可通过整治工程改造的限制因素,并结合土地整治类型,最终确定适宜的建设分区。由于限制定州市高标准农田建设的“高”限制因素主要是基础设施条件、自然禀赋条件、区位条件,结合耕地图斑主导限制因素及高标准农田建设工程类型,最终将定州市建设分区确定为耕地质量提升型、基础设施配套型、区位条件改善型 3 种主导分区(表 4、图 2)。

3.3.1 耕地质量提升型 该类耕地面积为 11 570.52 hm²,占耕地总面积的 12.94%,主要集中分布在城区周边及东部河滩地区的西城乡、定州西北角的砖路镇等。该类耕地主要受自然禀赋条件限制,耕地质量较差。除此之外,该地区有大面积基本农田分布,且紧邻城区,经济发展水平高,群众基础较好,加上地势平坦、基础设施完善、交通便利等地理优势,适宜尽快实施土壤培肥等改良措施提升耕地质量,将其纳入基本农田保护范畴,严控城市扩张占用耕地,进行高标准农田建设。

3.3.2 基础设施配套型 该类耕地面积为 58 778.07 hm²,占耕地总面积的 65.72%,平均斑块面积较大,图斑个数仅占总个数的 37.23%。该区域耕地质量良好,分布较为集中,主要集中分布在城区东部和南部地区,交通便利;但经济发展水平一般,特别是田间道路和灌排设施配套不足,限制了区域农业生产。亟须通过增建田间道路、补充灌溉机井、合理布设农田防护林等农田基础设施,以满足农村农业发展的要求,进而普及农业机械化,提高农业生产效率。

3.3.3 区位条件改善型 该类耕地面积较小(4 587.57 hm²),占耕地总面积的 5.13%,零散分布在各乡镇。目前该类耕地

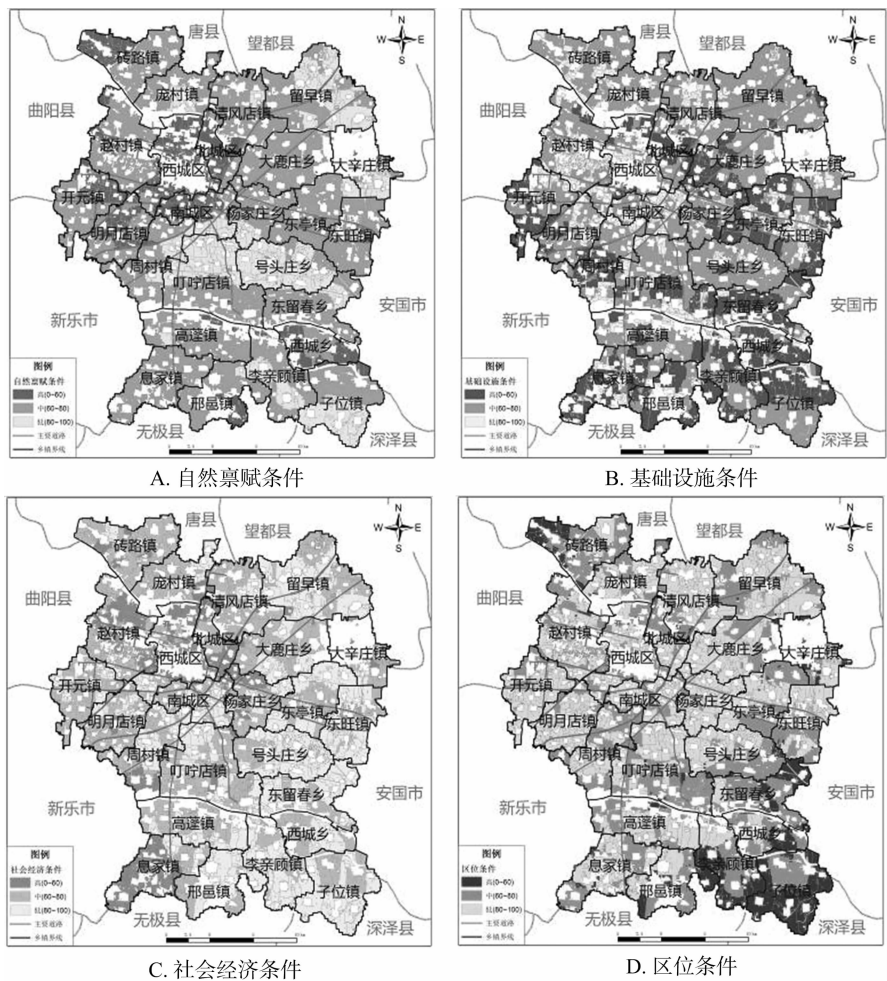


图1 河北省定州市高标准农田限制因素评价结果

表3 河北省定州市高标准农田限制因素分区统计

“高”限制因素个数	面积 (hm^2)	百分比 (%)	组合类型个数	主要组合类型
0	14 495.96	16.21	16	$>1\,000\text{ hm}^2$: 中中中低、中低中中、中中低低、中低中低、中低低中、中低低低
1	53 774.14	60.13	29	$>2\,700\text{ hm}^2$: 中高中低、中高低低、中高中中、中高低中、低高中低、低高低中
2	17 819.5	19.92	24	$>1\,000\text{ hm}^2$: 高高中中、高高中低、中高高低、中高低高、中高中高、低高低高
3	3 309.51	3.70	8	$>700\text{ hm}^2$: 高高中中、高高中低、高高中高
4	33.01	0.04	1	高高高高
合计	89 432.12	100.00	78	

表4 高标准农田主导建设分区统计

主导建设分区	面积 (hm^2)	面积占比 (%)	图斑数 (个)	图斑数占比 (%)	主要分布乡镇
耕地质量提升型	11 570.52	12.94	529	21.27	南城区、北城区、西城区、砖路镇、明月店镇、开元镇
基础设施配套型	58 778.07	65.72	926	37.23	留早镇、东留春乡、号头庄乡、李亲顾镇、子位镇、大鹿庄乡
区位条件改善型	4 587.57	5.13	359	14.44	赵村镇、周村镇、砖路镇、息冢镇、大辛庄镇、杨家庄乡、李亲顾镇
合计	74 936.16	83.79	1 814	72.94	

主要受距离主要公路、镇政府和居民点较远等限制,且空间分布分散不集中,不利于机械化生产和发展现代农业,提高生产效率 and 产出收益。因此,需要在高标准农田建设过程中,合理规划对外交通,增加田间生产道路,科学布局高标准农田建设项目,充分发挥作物多样化生产,以稳定提高粮食综合生产能力。

4 结论与讨论

本研究根据高标准农田概念、内涵与建设要求,提出了一种基于限制因素分析的高标准农田建设分区确定方法。以河北省定州市为例进行实证研究,主要得出以下4条结论:(1)从自然禀赋条件、基础设施条件、社会经济条件和区位条件4

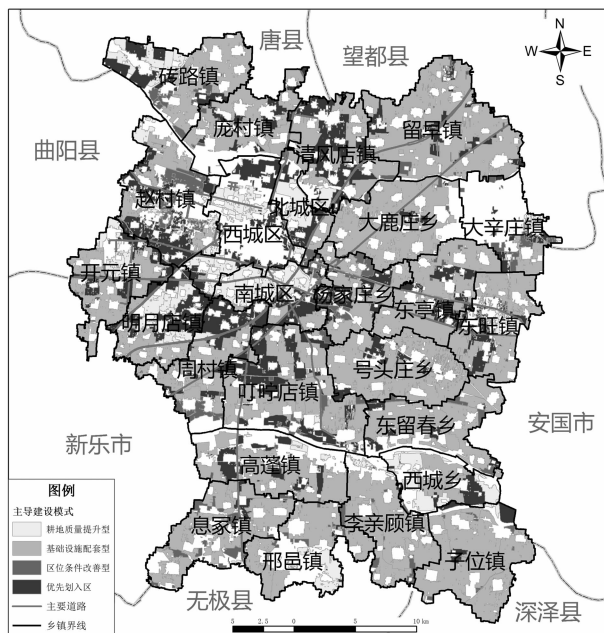


图2 高标准农田主导建设分区分布

个方面选取指标构建高标准农田建设限制因素指标体系,分别定量评价分析各因素对高标准农田建设的限制作用与限制强度,将限制强度分为高、中、低3级。(2)基于4个方面限制因素分级结果,构建了78种组合类型,并以“高”限制因素为主导因素进行组合类型分区。其中,含有0个“高”限制因素的耕地(14 495.96 hm^2)较少受到自然、人文等因素制约;含有1个“高”限制因素的耕地面积最大(53 774.14 hm^2),主要受自然禀赋条件或基础设施条件限制;含有2个“高”限制因素的耕地(17 819.5 hm^2)同时受自然禀赋和基础设施或者同时受基础设施和区位条件的限制影响;含有3个和4个“高”限制因素的耕地图斑面积较小,主要分布在城区周边。(3)结合高标准农田建设主导限制因素及整治工程类型,确定了3种高标准农田建设主导分区。其中,耕地质量提升型耕地(11 570.52 hm^2)需要进一步推进测土配方施肥工程,合理调整作物布局,增加有机肥投入等;基础设施配套型耕地(58 778.07 hm^2)需要通过完善田间道路、补充灌溉机井、合理布设农田防护林等农田基础设施,以满足农村农业发展的要求;区位条件改善型耕地(4 587.57 hm^2)需在高标准农田建设过程中,合理规划对外交通,增加田间生产道路,提高粮食综合生产能力。(4)本研究考虑高标准农田建设限制因素制定的分区方案,虽可为未来定州市高标准农田建设提供参考方法,但本研究是在目前静态社会经济和技术手段条件下进行评价指标选取,限制因素分析的基础上制定的高标准农田建设分区方案。随着社会经济发展和技术手段的进步,研究限制因素具体指标的快速获取技术,探索动态、连续性的高标准农田建设分区方案将是下一步研究的重点。

参考文献:

- [1] 维振军. 县域高标准农田建设工程分区及选址研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2014.
- [2] 曾福生. 高标准农田建设的理论框架与模式选择[J]. 湖湘论坛, 2014, 28(4): 61-68.

- [3] 中国国家标准化管理委员会. 高标准农田建设通则: GB/T 30600—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [4] 孙宇, 高明, 莫建兵, 等. 西南丘陵区高标准基本农田建设区域划定研究——以重庆市铜梁区为例[J]. 中国土地科学, 2016, 30(3): 20-28, 87.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 杨绪红, 金晓斌, 郭贝贝, 等. 基于最小费用距离模型的高标准基本农田建设区划定方法[J]. 南京大学学报(自然科学版), 2014, 50(2): 202-210.
- [8] 王晓燕. 基于GIS的丘陵山区高标准基本农田建设选址与规划设计研究——以重庆市南川区为例[D]. 重庆: 西南大学, 2013.
- [9] 陈卓, 王燕辉, 苏雄志, 等. 卢龙县高标准农田划定及建设时序[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(5): 1311-1316.
- [10] 李婷, 林爱文, 高云, 等. 高标准基本农田建设分区研究——以湖北省赤壁市为例[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(2): 396-399.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 邢贺群, 孟凡奎, 苏里, 等. 东北低山丘陵区高标准农田区域划定及建设模式研究——以黑龙江省依兰县为例[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(3): 231-237.
- [14] 李晓萌. 县域高标准基本农田保护与建设布局模式研究[D]. 石家庄: 河北师范大学, 2014.
- [15] 舒琳. 都市区高标准基本农田建设评价研究与应用[D]. 南昌: 江西农业大学, 2013.
- [16] 贾丽娟. 重庆市高标准农田建设标准及模式研究[D]. 重庆: 西南大学, 2011.
- [17] 芦艳艳. 我国高标准基本农田的五大整治模式探讨[J]. 资源导刊, 2016(2): 22-23.
- [18] 郭凤玉, 马立军. 高标准基本农田建设时序与模式研究——以河北省卢龙县为例[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(6): 310-313.
- [19] 杨伟, 谢德体, 廖和平, 等. 基于高标准基本农田建设模式的农用地整治潜力分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(7): 219-229.
- [20] 董莉莉, 吴克宁, 魏洪斌, 等. 我国中部粮食主产区耕地质量等别限制因素及提升对策[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(12): 419-424.
- [21] Ren Y M, Yang Y X, Pan Y C, et al. Study on cultivated land concentrated areas delineation based on GIS and mathematical morphology: a case of Miyun County and Pinggu District in Beijing [M]//Li D L, Chen Y Y. Computer and computing technologies in agriculture VI. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2013: 376-383.
- [22] 蔡朕, 刁承泰, 王锐, 等. 基于集对分析的高标准基本农田建设项目选址合理性评价——以重庆市梁平县为例[J]. 中国生态农业学报, 2014, 22(7): 828-836.
- [23] 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.