

县域永久基本农田划定方法研究

任艳敏^{1,2} 孙九林³ 刘玉² 潘瑜春²

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

3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 基于永久基本农田概念、内涵和划定要求, 提出了县域永久基本农田的定量评价模型与划定方法, 并以河北省定州市为例进行示范验证。定量评价模型包括自然禀赋条件、基础设施条件、社会经济条件和区位条件4方面12个指标, 并在改进连片度和田间道路密度计算方法的基础上进行综合评价。根据综合评价结果, 将定州市耕地划分为优先保护型(≥ 76.00)、重点保护型(68.91 ~ 76.00)、适宜调控型(60.00 ~ 68.91)和后备整治型(0 ~ 60.00)4种类型, 其中: 优先保护型(28 389.22 hm^2)集中分布在城区及镇政府周边, 是定州市重要的粮食生产基地; 重点保护型(39 084.13 hm^2)主要分布在庞村镇、大鹿庄乡、杨家庄乡等, 是永久基本农田的重点建设区域; 适宜调控型(16 831.95 hm^2)分布较为分散, 主要分布在砖路镇、赵村镇、西城区等, 未来通过差别化土地整治再适当调为永久基本农田; 后备整治型(5 126.82 hm^2)零散分布在西城区、北城区、息冢镇等, 目前不适宜划作永久基本农田。研究结果可为定州市永久基本农田划定与相关规划提供依据。

关键词: 永久基本农田; 县域; 划定; 评价; 定州市

中图分类号: F301.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2017)04-0135-07

Delineation Method of Permanent Basic Farmland on County Scale

REN Yanmin^{1,2} SUN Jiulin³ LIU Yu² PAN Yuchun²

(1. College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475001, China

2. Beijing Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China

3. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: It is meaningful to research the delineation method of permanent basic farmland on the county scale. The comprehensive model was presented to evaluate the farmland and delineate the border of permanent basic farmland. The hierarchy of the model was firstly introduced accounting for these factors such as natural resources, infrastructure development, social-economic condition and location condition. Then, as a case study, the model was used in Dingzhou City of Hebei Province and the comprehensive scores for the patches were produced. The farmland patches in Dingzhou City might be divided into four regions: priority protection region (PPR), key protection region (KPR), suitable control region (SCR) and further regulation region (FRR). The area of PPR was 28 389.22 hm^2 with scores higher than 76.00. Besides, PPR was distributed mainly in surrounding area of the city and major towns and it was the important grain production base. The area of KPR was 39 084.13 hm^2 with scores between 68.91 and 76.00. Besides, KPR was mainly distributed in Pangcun Town, Daluzhuang Town and Yangjiazhuang Town and it was the important construction area of permanent basic farmland. The area of SCR was 16 831.95 hm^2 with scores between 60.00 and 68.91. Besides, SCR was distributed separately and the diversified land consolidation projects were needed to be implemented. The area of FRR was 5 126.82 hm^2 with scores lower than 60.00. FRR was mainly distributed in west district, north district and Xizong Town and it was not suitable for delineating permanent basic farmland. These results would provide the scientific basis for delineation of permanent basic farmland and the relative basic farmland plans in Dingzhou City.

Key words: permanent basic farmland; county; delineation; evaluation; Dingzhou City

收稿日期: 2016-08-25 修回日期: 2016-09-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(41401193)

作者简介: 任艳敏(1985—), 女, 博士生, 北京农业信息技术研究中心工程师, 主要从事 GIS 技术应用等研究, E-mail: renym@nercita.org.cn

通信作者: 刘玉(1982—), 男, 副研究员, 主要从事土地利用、区域农业与农村发展研究, E-mail: liuyu@nercita.org.cn

引言

科学合理划定永久基本农田,对确保国家粮食安全、促进种植业健康发展等具有重要作用^[1]。县级是实施、管理土地整治活动的基础层级,科学划定县域永久基本农田是缓解县域经济建设与耕地保护之间矛盾的有效手段,有助于保障一定区域内人口对农产品的需求和国家对商品粮供应的要求^[2]。

近年来,我国各地区国土部门都在着手划定永久基本农田。然而,由于永久基本农田划定尚处于起步阶段,未形成统一的定量划定方法,在实际划定时受主观化和人为化影响较大。一些学者围绕基本农田和高标准农田划定的指标选择、综合评价模型构建等开展了深入研究,从耕地自然禀赋^[3-6]、利用水平^[5,7]、经济效益^[8-9]、布局稳定^[10]、灾害防护^[11]等方面构建综合评价指标体系,采用综合评价法^[12]、四象限法^[13]、最小费用距离法^[14]、模糊优选模型^[15]、局部空间自相关法^[16-17]、理想解逼近法^[18-19]、贝叶斯网络法^[20]等方法进行空间布局,这些研究成果可为永久基本农田划定提供方法借鉴。但是,结合永久基本农田的概念和内涵,尤其是社会经济发展对永久基本农田划定提出的新要求,寻求更为科学合理的划定方法显得十分必要。此外,在现有评价指标值获取方面,存在一些指标表征不准确或者获取方法不符合实际情况的问题,例如:反映图斑空间相连程度的“连片度”,目前多采用生成一定距离的缓冲区^[13,19],认为落在同一缓冲区内的耕地图斑是相连的,该方法计算简单但阈值设置受人影响较大,加之不同区域的阈值设置差异较大,采用统一的阈值进行计算不符合实际情况;“田间道路密度”多采用单位图斑面积内的田间道路长度表征^[19],未考虑田间道路等级对道路密度指数的影响,需要进一步结合实际情况研究其指标获取方法。

本文以高标准农田建设示范县——河北省定州市为例,在改进连片度和田间道路密度指标获取方法的基础上,根据永久基本农田的概念、内涵与划定要求,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方面选取评价指标,对耕地入选永久基本农田进行定量评价,并结合划定规模确定定州市永久基本农田空间布局。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

定州市地势平坦,平均海拔高度为43.6 m;属暖温带半干旱半湿润大陆性季风气候,光热资源丰富,四季分明;全市水文地质条件良好,且土壤肥沃,

以沙壤土和轻壤土为主。2012年全市土地总面积128 370.74 hm²,其中耕地面积89 432.12 hm²,占土地总面积的69.67%;全市总人口123万,其中农业人口占总人口的56.9%;2012年全市地区生产总值239.59亿元。另外,全市自然灾害较少发生,灌排等基础设施较完善,是全国粮食主产区以及高标准农田建设示范县。因此,选择定州市作为案例区,具有一定的典型性和代表性。

1.2 数据来源及处理

本研究主要数据来源为:①2012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。③2013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。④2013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:检查数据来源,与相关部门核实数据的可靠性,确保计量单位统一、规范,进行资料梳理;所有图件资料通过数据格式转换、地图投影及坐标校正,统一为ArcGIS格式,坐标系采用1980西安平面坐标系和1985国家高程基准,图件数据涵盖整个研究区域。

2 研究方法

2.1 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^[21]。永久基本农田划定、规划与建设均需要确定评价对象,即评价单元。为使评价结果能从微观尺度体现各耕地图斑之间的质量差异,有效指导永久基本农田划定工作,以土地变更调查数据库为基础,提取耕地图斑作为基础评价单元。分村数据采用ArcGIS空间相交工具赋值给相应的耕地图斑。

2.2 评价指标体系构建

永久基本农田是在基本农田划定的基础上,依据地质条件较好、土壤肥沃、集中连片、生态良好、抗灾害能力强、农业基础设施完善等原则进行科学选取与划定的农田^[4]。概括起来,永久基本农田具有自然禀赋条件良好、基础设施完善、社会经济条件良好以及区位条件优越的特征,因此,本研究从这4方面构建评价指标体系。由于定州市较少发生农业自然灾害且发生自然灾害的类型及程度基本相似,因此在构建指标体系时未考虑自然灾害指标。

(1) 自然禀赋条件

自然禀赋条件反映耕地生产能力的自然本底状况,既包括土壤本身的理化特性,又包括图斑大小、形状、连片度等外部特征。由于定州市属于华北平原区,地势平坦,除表层土壤质地、剖面构型、土壤有机质含量外,其他土壤属性指标空间变异很小;而连片度反映耕地图斑的空间相连程度,影响农业生产的机械化水平、便捷化程度、规模化潜力和生产效率^[22]。因此,本研究选取表层土壤质地、剖面构型、土壤有机质含量和连片度来表征耕地的自然禀赋条件,前3个指标可从定州市耕地质量等别年度更新成果获取。连片度计算如图1所示,采用以下步骤:基于矢量数据剔除低等别和细碎图斑后,将剩余耕地图斑进行栅格转换;然后基于数学形态学的栅格膨胀腐蚀运算自动求取连片距离阈值,并进行连片耕地图斑判定与连片度分级。与以往连片度计算方法相比,该方法充分利用了栅格、矢量数据各自的优势,不但显著提高了计算效率,而且避免了连片阈值的人为设定。图斑连片度越大,越适宜划作永久基本农田。

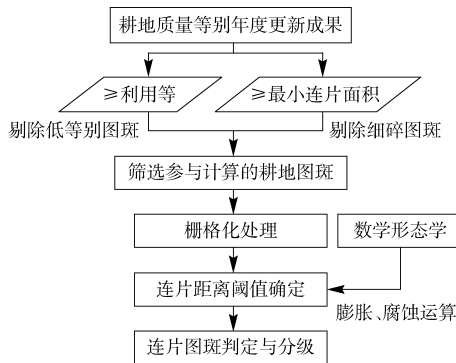


图1 连片度测算技术路线图

Fig. 1 Technology roadmap of connection degree measurement

(2) 基础设施条件

农田基础设施主要包括田间道路、灌溉排水设施、田间防护林等,综合参考永久基本农田划定的相关标准规范,结合定州市实际情况,选取田间道路密度和灌溉保证率2个指标来反映基础设施条件。其中,灌溉保证率从定州市耕地质量等别年度更新成果中获取;田间道路密度反映农田耕作的便利程度,一般采用田间道路(道路宽度0~6 m)总长度与图斑面积比值表征,未考虑道路等级对指标值的影响。但是实际中,宽度小于6 m的田间道路又细分为用于大型机械双向通行的机耕路和用于生产人员、人畜力车辆及小微型农业机械通行的生产路。参考永久基本农田建设标准,从XZDW图层中提取宽度0~6 m的道路作为田间道路,进一步将宽度0~3 m的道路定义为生产路,宽度在3~6 m之间的道路定

义为机耕路,通过与耕地图斑图层作叠加分析,统计各评价单元的机耕路和生产路总长度,并计算各评价单元的田间道路密度。其值越大,说明图斑耕作越便利,越应优先划作永久基本农田。田间道路密度计算公式为

$$D = (l_1 + l_2 w) / S \quad (1)$$

式中 l_1 ——评价单元内的机耕路总长度

l_2 ——评价单元内的生产路总长度

w ——生产路权重,取值范围为 $[0, 1]$,可根据区域实际情况适当调整:宽度接近3 m的生产路长度越大, w 值越大(根据定州市实际情况,取 $w = 0.6$)

S ——评价单元面积

(3) 社会经济条件

社会经济条件在一定程度上决定着永久基本农田划定的落实程度以及划定后的长期稳定状况,选取基本农田比例、农业人口比重和粮食单产3个指标表征。其中,基本农田比例指行政区内的基本农田面积占耕地总面积的百分比,反映当前基本农田条件及建设潜力,比例越大,越应优先划作永久基本农田;农业人口比重指行政区内从事农业生产人口占总人口的百分比,比重越大,对农业生产的依赖越大,越优先划作永久基本农田;粮食单产反映评价单元的粮食生产能力,也是耕地质量的最直接体现,单产越高,越应划作永久基本农田进行保护。这3个指标均是以村为单元进行统计的,具体计算时利用ArcGIS空间相交工具赋值给耕地图斑,即同一村的各评价单元具有相同的社会经济条件指标值。

(4) 区位条件

区位条件一方面反映了区域耕地资源利用的便利性,另一方面反映了资源特征对永久基本农田划定的约束程度。本研究选取对外交通通达度(与主要公路距离)、乡镇影响度(与镇政府所在地距离)和耕作便利度(与居民点距离)3个指标表征区位条件优劣。距离主要公路、镇政府 and 居民点越近,则耕作越便利,也越容易被建设占用,因此越优先划作永久基本农田进行保护。采用文献[23]中的方法进行具体指标值获取。对于受多个镇政府或主要公路影响的耕地图斑,其影响距离取其与图斑的最短距离。

2.3 指标标准化与权重确定

鉴于各指标性质不同,本研究将指标标准化为 $[0, 100]$ 闭合区间。其中,表层土壤质地、剖面构型、土壤有机质含量、灌溉保证率等指标的标准化分值参考GB/T 28407—2012《农用地质量分等规程》确定,其他指标采用专家打分法进行分级和量化处理。

采用层次分析法^[6,24]确定指标权重:①将永久基本农田综合评价作为目标层(G层),自然禀赋条件、基础设施条件、社会经济条件和区位条件作为准则层(C层),把影响准则层的各元素作为指标层(A层)。②构建判断矩阵 A 、 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 。③求取层次单排序、层次总排序并进行一致性检验:利用yaahp软件计算得到4个准则层的最大特征值、一致性指标(Consistency index, CI)和一致性比率(Consistency ratio, CR),并进行层次总排序,直到检验结果具有满意的一致性。④采用和积法计算A层对G层的组合权重(表1)。

2.4 综合评价模型与时空布局

采用加权指数和法^[7,25]计算永久基本农田评价的综合得分。评价模型为:

准则层评价模型

$$F_{ki} = \sum_{j=1}^n (A_{kij} W_{ij}) \quad (2)$$

综合评价模型

$$F_k = \sum_{i=1}^4 (F_{ki} W_i) \quad (3)$$

式中 F_k ——第 k 个评价单元的综合评价得分
 F_{ki} ——第 k 个评价单元第 i 个准则层的评价得分
 A_{kij} ——第 k 个评价单元第 i 个准则层下第 j 个评价指标的标准化值
 W_{ij} ——第 i 个准则层下第 j 个评价指标权重
 W_i ——第 i 个准则层的权重
 n ——第 i 个准则层的评价指标总数

表1 永久基本农田评价指标体系及量化标准

Tab.1 Evaluation indexes and quantitative standard of permanent basic farmland

准则层	指标层	指标权重	指标分级标准									
			100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
自然禀赋条件(0.30)	表层土壤质地	0.24	壤土	粘土	砂土							
	剖面构型	0.23	通体壤、壤/粘/壤		粘/砂/粘、通体粘	砂/粘/砂	壤/砂/砂					
	土壤有机质质量分数/%	0.24			≥2.0	1.5~2.0	1.0~1.5	0.6~1.0		<0.6		
	连片度/hm ²	0.29	≥10 000		4 500~10 000		1 500~4 500		<1 500			
基础设施条件(0.15)	田间道路密度/(m·hm ⁻²)	0.45	≥2.0		1.3~2.0			0.8~1.3		<0.8		
	灌溉保证率	0.55	充分满足	基本满足	一般满足					不满足		
社会经济条件(0.27)	基本农田比例/%	0.38	100	90~100		80~90		60~80		30~60		<30
	农业人口比重/%	0.32	≥75		65~75		60~65		50~60			<50
	粮食单产/(kg·hm ⁻²)	0.30	≥7 000		6 000~7 000			<6 000				
区位条件(0.28)	对外交通通达度/km	0.35	<1		1~4			4~10		≥10		
	乡镇影响度/km	0.32	<1.5		1.5~3.0			3.0~4.5		≥4.5		
	耕作便利度/km	0.33	<0.2	0.2~0.3					0.3~0.8		≥0.8	

3 结果与分析

3.1 准则层评价结果

利用式(2)计算各准则层评价得分可知,定州市耕地自然禀赋条件得分在[48,88]区间内(图2a),60分以上的耕地呈现较好地集中连片分布,且表层土壤质地以壤土和粘土为主,有机质含量较高,适宜作物生长;而60分以下的耕地零散分布在城区周边和定州南面的河滩地区,土壤不够肥沃。基础设施条件得分在[25,95]区间内(图2b),70分以上耕地零散分布在各个乡镇,且图斑总面积较小,主要是单位面积内的田间道路较长,且灌溉条件较好,而其他耕地图斑受田间道路密度和灌溉条件限制,得分较低。社会经济条件得分在[29,100]区间内(图2c),但是60分以下的耕地面积小,分布在城

区周边和定州西南角;而其他区域由于基本农田比例较高、农业人口比重较大和单位面积粮食产量较高,得分普遍较高,这与定州市是华北地区粮食主产区的实际情况相符。区位条件得分在[23,100]区间内(图2d),80分以上耕地主要围绕着城区呈现集中连片分布,距离镇政府和居民点较近,对外交通通达性较好且耕作便利,只有西北和东南部的小部分耕地受交通等因素限制区位条件得分较低。

3.2 永久基本农田划定结果

利用式(3)计算各耕地图斑的综合评价得分,并在ArcGIS 10.3的支持下,将耕地图斑综合评价分值由高到低进行排序;结合河北省下发的定州市永久基本农田划定规模(66 335 hm²),从高分值向低分值的耕地面积逐渐累加,将累加面积大于或等于66 335 hm²的分值(68.91)作为拐点,并利用

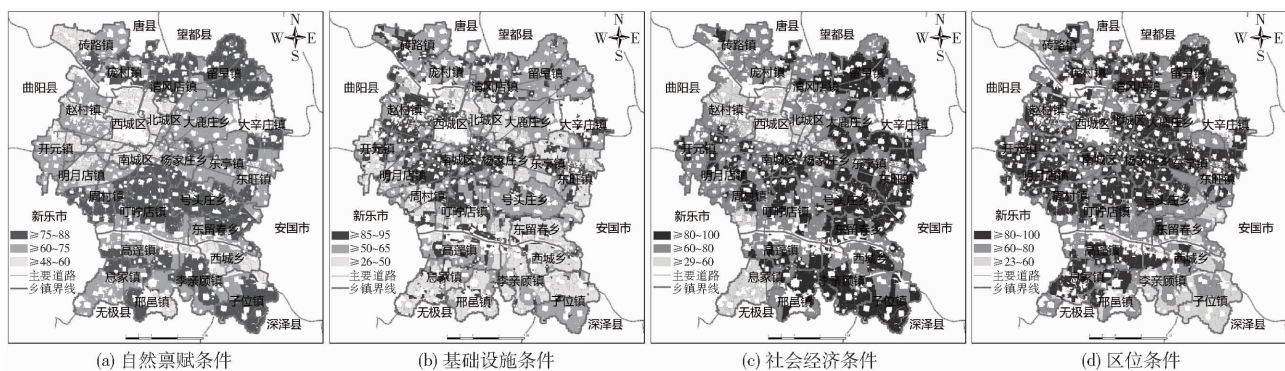


图2 定州市永久基本农田准则层评价结果

Fig. 2 Criteria level score of permanent basic farmland in Dingzhou City

Manual Breaks 工具,按照 ≥ 76.00 、 $68.91 \sim 76.00$ 、 $60.00 \sim 68.91$ 、 $0 \sim 60.00$ 将定州市耕地入选永久基

本农田评价结果划分为优先保护型、重点保护型、适宜调控型、后备整治型4种类型(表2、图3)。

表2 定州市永久基本农田划定结果

Tab. 2 Delineation results of permanent basic farmland in Dingzhou City

划分类型	面积/hm ²	面积百分比/ %	图斑数/ 个	图斑数百 分比/%	平均斑块 面积/hm ²	主要分布乡镇
优先保护型	28 389.22	31.75	484	19.46	58.66	留早镇、号头庄乡、叮咛店镇、东旺镇、清风店镇、大鹿庄乡、高蓬镇
重点保护型	39 084.13	43.70	902	36.27	43.33	庞村镇、大鹿庄乡、杨家庄乡、开元镇、东亭镇、李亲顾镇、周村镇
适宜调控型	16 831.95	18.82	811	32.61	20.75	赵村镇、西城区、南城区、北城区、砖路镇、子位镇、西乡镇、息冢镇
后备整治型	5 126.82	5.73	290	11.66	17.68	砖路镇、西城区、北城区、赵村镇、息冢镇、西城乡
总计	89 432.12	100	2 487	100	35.96	

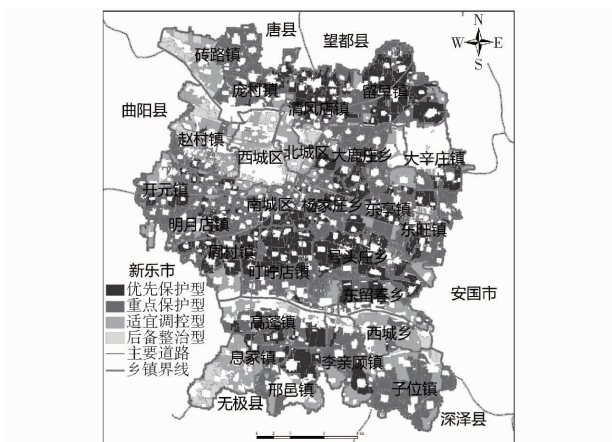


图3 定州市永久基本农田划定结果分布图

Fig. 3 Delineation distribution result of permanent basic farmland in Dingzhou City

(1) 优先保护型

该类耕地面积为 28 389.22 hm², 占定州市耕地总面积的 31.75%, 但耕地图斑数仅占图斑总数的 19.46%, 平均斑块面积较大(为 58.66 hm²), 远高于全市平均图斑面积(35.96 hm²)。从空间分布看, 该类耕地主要分布在紧邻定州城区周边的镇政府周边。其中, 留早镇分布最多, 其次是号头庄乡和叮咛

店镇。该区域耕地不仅图斑面积大、集中连片程度较好, 而且紧邻城区或镇政府, 社会经济发展水平较高, 加之耕作便利、基础设施完善、基本农田比例大等优势, 应优先划作永久基本农田进行保护, 发展高产、高效作物。该区域是定州市重要的粮食生产基地。

(2) 重点保护型

该类耕地面积为 39 084.13 hm², 是面积最大的类型, 占定州市耕地总面积的 43.70%; 平均斑块面积为 43.33 hm², 仅次于优先保护型耕地。主要分布在庞村镇、大鹿庄乡、杨家庄乡等。该类耕地一般靠近主要公路, 交通便利, 基础设施较为完善; 耕地自然质量较好, 且多呈集中连片分布, 是永久基本农田的重点建设区域。另外, 该类耕地紧邻城区、镇政府和主要公路, 容易被建设占用, 亟需将其划入永久基本农田进行保护。同时, 该类耕地紧邻优先保护型耕地图斑, 有利于进行区域性永久基本农田建设与保护。

(3) 适宜调控型

该类耕地面积为 16 831.95 hm², 图斑数较多(811个), 平均斑块面积仅为 20.75 hm², 远小于优

先保护型和重点保护型耕地,而且远小于定州市平均图斑面积(35.96 hm²)。从空间分布看,该类耕地分布较为分散,多临近后备整治型耕地,交通多为不便,自然禀赋较差,基础设施配套较不完善,主要分布在砖路镇、赵村镇、西城区、北城区、西乡镇、息冢镇等乡镇。然而,该区域基本农田比重和农业人口比重较大,随着社会发展,适宜通过差别化土地整治,改善其自然质量、配套基础设施、归并零散斑块、提升农田经营管理水平,调控提升耕地的优选级别,进而将其划为永久基本农田。

(4) 后备整治型

该类耕地面积为 5 126.82 hm²,仅占定州市耕地总面积的 5.73%,平均图斑面积最小,主要分布在西城区、北城区、息冢镇、西城乡、子位镇等乡镇。图斑多零散破碎,导致较难布设排灌、田间道路等基础设施,也不适宜机械化作业和现代农业发展;加上自然禀赋条件较差,交通不便、远离城区和镇政府等,故目前不适宜划作永久基本农田保护范畴。随着经济发展和城市化进程及人口对粮食的需求,可作为永久基本农田后备整治型耕地。

4 结论

(1)在评价指标值获取方面,改进了连片度和田间道路密度的计算方法,其中:基于矢量数据剔除低等别和细碎图斑后进行栅格化、利用数学形态学方法自动获取连片阈值的连片度计算方法,充分利用了栅格数据与矢量数据各自的优势,在显著提高计算效率的同时避免了连片阈值的人为化设置;考虑道路等级的田间道路密度计算方法,结果更符合实际情况。

(2)本研究综合考虑综合评价结果与永久基本农田划定任务,将定州市耕地图斑划分为4种类型,其中优先保护型和重点保护型的耕地总面积达到了定州市永久基本农田划定规模(66 335 hm²),耕地自然质量良好,配套设施完善,社会经济条件和区位条件均较好,是定州市重要的粮食生产基地;适宜调控型耕地(16 831.95 hm²)可作为永久基本农田的调控备选区域,未来通过差别化土地整治再适当调为永久基本农田;后备整治型耕地(5 126.82 hm²)不适宜入选永久基本农田保护范畴。

参 考 文 献

- 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 Fengkui, WANG Qiubing, BIAN Zhenxing, 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. (in Chinese)
- 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.
YANG Wei, XIE Deti, LIAO Heping, et al. Analysis of consolidation potential of agricultural land based on construction mode of high-standard basic farmland[J]. Transactions of the CSAE, 2013, 29(7): 219-229. (in Chinese)
- 谭泉.县域高标准基本农田指标体系的建立与评价——以四川省绵竹市为例[D].北京:北京林业大学,2014.
TAN Xiao. Study on establishment and evaluation of county well-facilitated capital farmland indicator: a case study of Mianzhu County[D]. Beijing: Beijing Forest University, 2014. (in Chinese)
- 崔勇,刘志伟.基于GIS的北京市怀柔区高标准基本农田建设适宜性评价研究[J].中国土地科学,2014,28(9):76-81.
CUI Yong, LIU Zhiwei. A GIS-based approach for suitability evaluation of high standard primary farmland consolidation: a case from Huairou in Beijing[J]. China Land Science, 2014, 28(9): 76-81. (in Chinese)
- 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 Zhenxing, LIU Linlin, WANG Qiubing, et al. Permanent prime farmland demarcation in urban fringes based on the LESAs system[J]. Resource Science, 2015, 37(11): 2172-2178. (in Chinese)
- 王丹月.基于耕地分等的高标准基本农田建设规划[D].西安:长安大学,2013.
WANG Danyue. Planning of high standard prime farmland construction based on arable land classification[D]. Xi'an: Chang'an University, 2013. (in Chinese)
- 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 CSAE, 2014, 30(5): 193-203. (in Chinese)
- 刘建生,鄢文聚,赵小敏,等.基于差距度与投资度的高标准基本农田建设研究与应用[J].中国人口·资源与环境,2014,24(3):47-53.
LIU Jiansheng, YUN Wenju, ZHAO Xiaomin, et al. Theory and application of well-facilitated capital farmland construction: an analysis based on the gap degree and investment intensity[J]. China Population Resources and Environment, 2014, 24(3): 47-53. (in Chinese)
- 杨绪红,金晓斌,郭贝贝,等.基本农田调整划定方案合理性评价研究——以广东省龙门县为例[J].自然资源学报,2014,29(2):265-274.
YANG Xuhong, JIN Xiaobin, GUO Beibei, et al. Study on the rationality of basic farmland adjustment scheme: a case study of Longmen County in Guangdong Province[J]. Journal of Natural Resources, 2014, 29(2): 265-274. (in Chinese)
- 孙茜,牛海鹏,雷国平,等.高标准农田建设区域划定与项目区选址研究[J/OL].农业机械学报,2016,47(12):337-346.

- http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view_abstract.aspx?file_no=20161242&flag=1. DOI: 10.6041/j.issn.1000-1298.2016.12.042.
- SUN Qian, NIU Haipeng, LEI Guoping, et al. Well-facilitated farmland construction zoning and project site selection[J/OL]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2016, 47(12):337-346. (in Chinese)
- 11 郭贝贝, 金晓斌, 杨绪红, 等. 基于农业自然风险综合评价的高标准基本农田建设区划定方法研究[J]. 自然资源学报, 2014, 29(3): 377-386.
- GUO Beibei, JIN Xiaobin, YANG Xuhong, et al. Study on zoning approach for well-facilitated capital farmland: based on a comprehensive assessment of agricultural natural disaster risk[J]. Journal of Natural Resources, 2014, 29(3): 377-386. (in Chinese)
- 12 李涛, 廖和平, 杨伟, 等. 大都市边缘区高标准基本农田潜力评价及建设模式研究——以重庆市渝北区为例[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2013, 38(5): 109-114.
- LI Tao, LIAO Heping, YANG Wei, et al. On potentiality evaluation and construction mode of high standard basic farmland in metropolitan fringe area—taking Yubei district of Chongqing as an example[J]. Journal of Southwest China Normal University: Natural Science Edition, 2013, 38(5):109-114. (in Chinese)
- 13 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 CSAE, 2014, 30(13): 238-246. (in Chinese)
- 14 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.
- YANG Xuhong, JIN Xiaobin, GUO Beibei, et al. Zoning method of high standard primary farmland based on the least-cost distance model[J]. Journal of Nanjing University: Natural Sciences, 2014, 50(2): 202-210. (in Chinese)
- 15 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]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2013, 38(3): 127-133.
- WANG Xiaoyan, TIAN Yongzhong, GAO Fan, et al. On designation of the permanent basic farmland based on GIS—with Qingxi Town of Fuling County, Chongqing, as an example[J]. Journal of Southwest China Normal University: Natural Science Edition, 2013, 38(3):127-133. (in Chinese)
- 16 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 Changsheng, TAN Rong, YUE Wenze. Zoning of high standard farmland construction based on local indicators of spatial association[J]. Transactions of the CSAE, 2015, 31(22): 276-284. (in Chinese)
- 17 张超, 张海锋, 杨建宇, 等. 网格环境下县域基本农田建设空间布局方法研究[J/OL]. 农业机械学报, 2016, 47(11): 245-251. http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view_abstract.aspx?file_no=20161134&flag=1. DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2016.11.034.
- ZHANG Chao, ZHANG Haifeng, YANG Jianyu, et al. Spatial layout of basic farmland construction at county scale in grid environment[J/OL]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2016, 47(11): 245-251. (in Chinese)
- 18 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.
- SUN Yu, GAO Ming, MO Jianbing, et al. Construction area division of high-standard primary farmland in the Southwest Hilly Area: a case study in Tongliang, Chongqing[J]. China Land Science, 2016, 30(3): 20-28, 87. (in Chinese)
- 19 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.
- CHEN Zhuo, WANG Yanhui, SU Xiongzi, et al. The delineation and construction sequence of Lulong County high-standard farmland[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2016, 55(5): 1311-1316. (in Chinese)
- 20 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.
- GUAN Xiaodong, HE Jianhua. Prime farmland protection zoning based on bayesian network[J]. Journal of Natural Resources, 2016, 31(6): 1061-1072. (in Chinese)
- 21 马仁会, 李强, 李小波, 等. 县级农用地分等评价单元划分方法评析[J]. 地理学与国土研究, 2002, 18(2): 93-95.
- MA Renhui, LI Qiang, LI Xiaobo, et al. Comparison plotting methods of appraising subregion in farmland grading of county[J]. Geography and Territorial Research, 2002, 18(2): 93-95. (in Chinese)
- 22 杜国明, 刘彦随, 于凤荣, 等. 耕地质量观的演变与再认识[J]. 农业工程学报, 2016, 32(14): 243-249.
- DU Guoming, LIU Yansui, YU Fengrong, et al. Evolution of concepts of cultivated land quality and recognition[J]. Transactions of the CSAE, 2016, 32(14): 243-249. (in Chinese)
- 23 GB/T 28405—2012 农用地定级规程[S]. 2012.
- 24 王欣蕊, 李双异, 苏里, 等. 东北黑土区漫岗台地高标准农田质量建设标准研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(增刊1): 551-554.
- WANG Xinrui, LI Shuangyi, SU Li, et al. Quality construction standards of high-standard farmland in the hilly terrace of black soil regions of northeast China[J]. China Population, Resources and Environment, 2015, 25 (Supp. 1): 551-554. (in Chinese)
- 25 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.
- CAI Zhen, DIAO Chengtai, WANG Rui, et al. Evaluation of the reasonability of site selection for high quality capital farmland construction project based on set pair analysis[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2014, 22(7): 828-836. (in Chinese)