

引用格式:谭少军,邵景安,张琳,等.西南丘陵区高标准基本农田建设适宜性评价与选址——以重庆市垫江县为例[J].资源科学,2018,40(2):310-325. [Tan S J, Shao J A, Zhang L, et al. Suitability assessment and sites of high standard basic farmland in the southwest hilly area of China[J]. *Resources Science*, 2018, 40(2): 310-325.] DOI :10.18402/resci.2018.02.08

西南丘陵区高标准基本农田建设 适宜性评价与选址 ——以重庆市垫江县为例

谭少军¹,邵景安^{1,2},张琳¹,李春梅¹,蒋佳佳¹

(1. 重庆师范大学地理与旅游学院, 重庆 400047;

2. 三峡库区地表过程与环境遥感重庆市重点实验室, 重庆 400047)

摘要:建设高标准基本农田是保证中国粮食安全的重要举措,具有重要现实意义。选取重庆市垫江县为研究区,结合农用地质量分等、土地利用变更等多元数据,利用生态位(Niche)、局部莫兰指数(Local Moran's I)、多元约束(Multi-constraints)方法进行高标准基本农田建设适宜性评价与区位选址,以期垫江县及类似丘陵地区土地整治工作提供可参考的科学依据。研究表明:①评价指标空间离散性不一,地块连片度、田间道路通达度和地块到居民点距离变异性最强,成为高标准基本农田建设需要适当考虑的关键因子;②区位要素与综合适宜度空间分异明显,自然禀赋、基础设施和社会条件的适宜性表现为西部平坝、北部丘陵和中部河谷地带较高,而南部及“三山”(明月山、南华山和黄草山)地带较低,生态环境的适宜性空间格局反之,高标准基本农田综合适宜性格局亦表现为西部、北部和中部较强而南部较低的态势;③建设选址结果占基本农田的28.76%,同政府实际划定结果相比多出14.48%,说明垫江县高标准基本农田建设条件较好。上述研究表明,基于生态位、空间自相关和多元约束方法,能够较好地指导高标准基本农田建设与选址工作。

关键词:高标准基本农田;农田适宜性评价;选址;西南丘陵区;重庆市垫江县

DOI :10.18402/resci.2018.02.08

1 引言

土地整治历史由来已久,土地整治已经成为中国乡村空间重构的重要举措之一^[1,2]。长期以来,中国主要依靠“耕地占补平衡”来保障粮食安全。但是,随着城镇化步伐加快,更多耕地转化为城镇用地,同时由于生态建设致使一些原有坡耕地转化为林地和草地,粮食生产面临“城镇用地”和“生态用地”的双重刚性约束。因此,坚守18亿亩耕地红线,建设一大批稳产高产的高标准基本农田成为解决当前粮食安全问题的关键突破口之一。如何充分考虑区域高标准基本农田的建设适宜性并进行科

学合理的选址,成为当前高标准基本农田建设需要讨论的重要课题之一。

不同于传统意义上的基本农田,高标准基本农田是指在一定时期内,通过土地整治形成集中连片、设施配套、高产稳产、生态良好、抗灾能力强,以及与现代农业经营方式相适应的基本农田^[3]。《全国土地整治规划(2016—2020年)》^[4]明确指出“‘十二五’期间中国已经建成4亿亩高标准基本农田”。目前关于高标准基本农田建设适宜性与选址划定相关的研究较多,主要体现选哪里的问题^[5,10]以及建设效益^[11,15]的问题。而对于前者,相关学者进行了较

收稿日期:2017-07-19;修订日期:2017-10-17

基金项目:重庆市国土资源和房屋管理局科技计划项目(KJ-2016003)。

作者简介:谭少军,男,四川巴中人,硕士生,主要研究领域为土地资源可持续利用与生态过程。E-mail: tsj2015@126.com

通讯作者:邵景安, E-mail: shao_ja2003@sohu.com

2018年2月

为深入的讨论,但尚存在不足之处:①从侧重点来看,很多高标准基本农田建设适宜性评价与选址侧重于耕地质量优越性与建设的经济要素^[16,17],而对建设区群众意愿等社会要素与生态要素考虑较少,抑制了最大程度上发挥其社会效益和生态效益;②从研究区域来看,主要聚焦于北方地区或者大城市边缘^[18,19],而对广大南方地区,又特别是丘陵及山区的关注度相对不够;③从结果分析来看,以往的高标准基本建设适宜性评价与建设选址主要立足于耕地立地条件,没有综合考虑区域划定,从而使得划定的农田零散分布、不闭合、留天窗以及建设区边界不明确,而针对这些缺陷目前仍没有相对完备的研究思路。如何在进行高标准基本农田建设的同时更加侧重考虑社会与生态环境状况,让高标准基本农田建设更好地服务于构建山水林田湖生命共同体,已经成为当下诸多学者需要研究的重要课题。本文主要探讨如何科学合理地进行高标准基本农田建设区位评价和科学选址问题。

基于此,本文以重庆市垫江县为研究区,以农用地质量分等数据为基准,结合土地利用变更、SPOT5遥感影像以及实地调研等多途径获取数据,借助生态位模型进行建设适宜性评价,并利用局部

空间自相关和多元约束思想进行建设区选址,力图为垫江县及类似丘陵地区相关土地整治工作提供可参考意见。

2 研究区概况、数据来源与研究方法

2.1 研究区概况

垫江县(图1)位于107°13'E—107°40'E和29°38'N—30°31'N之间,东西高岭耸峙,中部平坦,槽谷与平坝镶嵌其中,以浅丘带坝地貌为主,明月山、精华山和黄草山呈北东-南西分别展布于东西和东南,呈“三山夹两槽”格局;亚热带季风性湿润气候特征明显,降水充沛且四季分明,年均温17℃,年降水量1199mm;高滩河与大沙河贯穿南北和东西,同时也为区内农业发展提供了丰富的水源。根据垫江县国土与房屋管理局(http://www.djgtfg.gov.cn/Index_12.html)数据显示:2015年垫江县耕地面积为79442.69hm²(表1),占全县面积58.12%。截止2015年底垫江县共建成146个高标准基本农田项目,共计59422.71hm²^[20],垫江县已经成为重庆市的“粮袋子”和“菜篮子”,如何建设一大批高标准基本农田已经成为当下需要解决的重要课题。

2.2 数据来源与预处理

(1)通过重庆市垫江县国土与房屋管理局获取

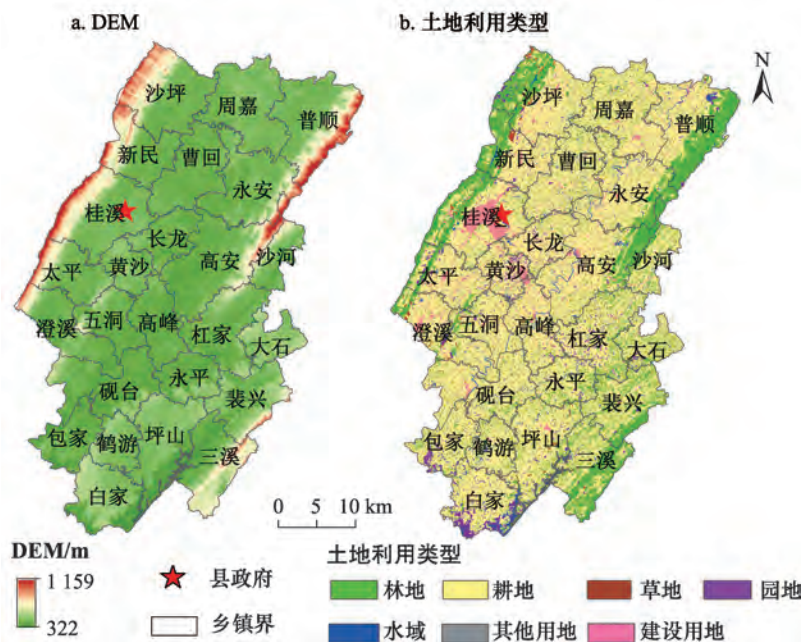


图1 2015年垫江县DEM及土地利用类型

Figure 1 The DEM and land use types in Dianjiang County in 2015

表1 2015年垫江县各种土地利用类型的面积与比重

Table 1 Area and percentage of each land use type in Dianjiang County in 2015

统计量	耕地	林地	草地	园地	水体	建设用地	其他用地
面积/hm ²	79 442.69	34 134.41	4.42	3 281.71	4 902.58	14 846.03	85.92
比重/%	58.12	24.97	0.01	2.40	3.59	10.86	0.06

2014年农用地等级质量数据、土地变更数据、永久性基本农田和城市总体规划发展主体功能区划图件数据,重庆市垫江县林业局获取自然保护区和退耕还林图斑数据。在ArcGIS10.2上对农用地质量分等数据和土地利用变更数据,统一为西安1980坐标系。通过农用地质量分等数据提取有效土层厚度、土壤有机质含量、土壤质地和灌排保证率数据,同时计算耕地连片度、田块到居民点、城镇的距离以及生态用地覆盖率数据。

(2)通过重庆市垫江县林业局获取2.5m全色分辨率SPOT-5遥感影像。在ENVI5.0上以农用地质量分等数据为基准进行校正,基于遥感解译标志矢量化垫江县国道、省道、田间道与生产路,提取田间道路通达度以及田块到交通干线距离数据。

(3)通过国家地球系统科学数据共享平台(<http://www.geodata.cn/>)下载得到30m分辨率DEM数据,在ArcGIS10.2上利用Clip命令进行DEM数据裁剪,以便提取田块平均坡度。

(4)通过中国科学院南京土壤研究所(<http://vdb3.soil.csdb.cn/>)获取全国1:100万土壤分类数据库,以便计算土壤侵蚀性 k 值。

(5)课题组20人于2014年12月17日—2015年1月9日,分3组采取集中访谈与分散调研的方式在行政村抽样调查群众和村集体对高标准基本农田建设的意愿度情况,获取农户对于在本村社开展高标准基本农田建设的意愿、存在的阻碍因素,并充分征求村民对于高标准基本农田建设的意见。

2.3 研究方法

2.3.1 研究思路

本文的研究思路为:

(1)以农用地分等地块为单元,通过构建高标准基本农田建设适宜性评价体系,利用生态位模型进行高标准基本农田建设适宜性评价。与此同时,借助平均数、标准差以及变异系数分析高标准基本

农田建设适宜性指标的水平及变异程度;

(2)以建设适宜性评价指数为基准,借助局部莫兰指数(Local Moran's I)分析县域内基本农田建设适宜性的空间集聚特征,并从中筛选出高一高集聚与高一低集聚类型作为高标准基本农田的重点建设区;

(3)利用已经筛选出的重点建设区,并借助多元约束方法(Multiple Constraint)进行高标准基本农田选址划定。

2.3.2 建设适宜性评价

(1)生态位模型。生态位的思想起源于1917年^[21],Hutchinson将其拓展为“超体积生态位”^[22]。近年来,生态位思想被广泛应用于土地科学的理论与规划实践之中^[23,24]。按照生态学思想认为生态位是生物生存单元的综合体,其生存条件可以用N维空间进行表征^[25]。其实质在于反映研究对象的现实资源与需求资源的贴进度,现实资源与需求资源的贴进度越高,其生态位适宜性越强。本文借鉴该思想和相关文献[26,27],把地块视作独立生物体,通过构建建设适宜度评价体系,探求地块是否适合高标准基本农田建设,以及多大程度上适合建设的问题。而生态位模型能够较好地回答是否适合建设以及多大程度上适合建设的问题,具体建模过程如下:

第1步:确定指标类型。依据指标对高标准基本农田建设适宜性影响的作用方向进行分类,其中,耕地连片度、土壤有机质、有效土层厚度、土壤质地、田间道路通达度、灌溉保证率和生态用地覆盖率设定为正向性指标;地块平均坡度和土壤侵蚀性 k 值、田块到居民点、交通干线和城镇距离作设定为负向性指标。

第2步:确定指标适宜等级。将指标划分为完全适宜、基本适宜、临界适宜、基本不适宜和完全不适宜5个等级。

第3步:确定因子权重。目前进行赋权的方法

2018年2月

有：有专家打分、层次分析、熵权法、变异系数赋权法等，结合上述方法的优缺点，本文采用一种综合主客观的综合赋权法，其优点在于方便计算，且可操作性较强。具体计算公式如下：

$$W_i = W_i^1 W_i^2 / \sum_{i=1}^n W_i^1 W_i^2 \quad (1)$$

式中 W_i 为指标综合权重； W_i^1 为 AHP 权重； W_i^2 为熵权。

第4步：确定综合适宜度。借助谢菲尔德限制性原理^[28]，确定高标准基本农田建设适宜度，具体计算公式如下：

$$N = \left(\prod_{i=1}^n W_i N_i \right)^{1/n} \quad (2)$$

式中 N 为综合适宜度。

(2) 评价体系。为尽可能地对高标准基本农田建设条件进行精细化评估，本文把地块作为基本评价单元。以垫江县农用地质量分等数据中的地块作为基本评价单元，共计 75 129 块。依据高标准基本农田定义、杜能农业区位论^[29]、级差地租 I 和 II^[30] 以及生态服务价值^[31] 等理论，从自然禀赋、基础设施、社会条件和生态环境 4 个角度构建高标准基本农田建设适宜度评价体系（见表 2）。其中，自然禀赋反映高标准基本农田建设的基本立地条件与土壤条件，用平均坡度、连片度、土壤有机质、有效土层厚度和土壤质地进行表征。平均坡度通过 DEM

计算的坡度数据提取，进行重采样再利用分区统计获得，连片度通过 5m 缓冲区与数据融合 (Dissovle) 提取，土壤有机质、有效土层厚度与土壤质地直接从农用地质量分等数据库中提取；基础设施反映高标准基本农田建设的基础设施配套情况，用田间道路通达度和灌排保证率加以刻画。田间道路通达度通过缓冲区分析与叠合 (Intersect) 分析获取，灌排保证率通过农用地质量分等数据获取；社会条件反映农田接近市场的程度，用田块到居民点、交通干线和城镇距离加以刻画。其中农田到居民点、城镇距离用邻近分析 (Near 分析) 获取，农田到交通干线距离利用缓冲区分析与叠合分析获取；生态环境反映高标准基本农田建设的生态可持续性问题，用生态用地覆盖率和土壤可蚀性 k 值进行表征。其中，生态用地是指生产性用地和承载力用地以外，以提供生态产品、环境调节和生物保育等生态服务功能为主要用途，对维持区域生态平衡和可持续发展具有重要作用的土地利用类型^[32]，主要包括林地、草地、水域与其他用地，主要考虑林地、草地与水域。在土地利用变更数据中提取 3 种土地利用类型图斑，将其与垫江县的乡镇图斑进行叠合，统计 25 个乡镇的生态用地面积，进而计算各乡镇生态用地覆盖率，最后进行叠合分析。土壤可蚀性 k 值是衡量土壤抗侵蚀能力的重要指标，值越大越容易受到侵

表 2 2015 年垫江县高标准基本农田建设适宜性评价体系

Table 2 The construction suitability assessment system of high standard basic farmland in Dianjiang County in 2015

一级指标(权重)	二级指标(权重)	选取依据	量化方法	效应
自然禀赋(0.403)	C1 平均坡度/°(0.087)	田块平整度	坡度分析-分区统计	-
	C2 耕地连片度/m ² (0.083)	可耕作潜力	缓冲区分析-融合分析	+
	C3 土壤有机质/(mg/kg)(0.076)	土壤肥力	—	+
	C4 有效土层厚度/cm(0.082)	耕作难易度	—	+
	C5 土壤质地(无量纲)(0.075)	土壤透水性能	—	+
基础设施(0.160)	C6 田间道路通达度/m(0.094)	田块通达度	缓冲区分析—叠合分析	-
	C7 灌排保证率(无量纲)(0.068)	抗旱涝能力	—	+
社会条件(0.260)	C8 到居民点距离/m(0.089)	管理便捷度	Near 分析	-
	C9 到交通干线距离/m(0.089)	耕作便捷度	缓冲区分析	-
	C10 到城镇距离/m(0.082)	受城市扰动度	Near 分析	-
生态环境(0.177)	C11 生态用地覆盖率/%(0.107)	生态调适能力	叠加分析-统计分析	+
	C12 土壤可蚀性 k 值/(t·hm ² ·h/(hm ² ·MJ·mm))(0.070)	水土保持能力	EPIC 模型	-

说明：指标效应是指指标增减对高标准基本农田建设适宜性综合水平的贡献，分为正向(+)和负向(-)，正向是指指标的增加有利于提高高标准基本农田建设的适宜性水平，负向则是指指标数值增加则会降低高标准基本农田建设的适宜性水平。

蚀,通过在全国1:100万土壤类型数据上提取垫江县土壤类型数据,借助EPIC模型计算土壤类型的土壤可蚀性 k 值。

为了科学合理地确定指标权重,利用AHP层次分析与熵权法进行综合赋权确定(表2)。其中,AHP层次分析是一种将复杂问题简单化与层次化的方法^[33]。其原理在于通过建立指标间比较矩阵进行指标重要程度标度,进而计算指标权重。目前该方法已被应用于水环境污染^[34]、物种分布^[35]与农业工程布置^[36]等领域;熵权法是一种基于物理信息熵的方法,因为该方法计算简便且能够准确客观地反映指标重要程度,目前该方法被用于区域发展^[37]、产业布局^[38]以及生态系统健康度^[39]等领域。

高标准基本农田指标适宜区间划定是进行适宜性评价的重要步骤。依据《第二次全国土地调查技术规程》^[40]将田块坡度划分为5个适宜等级;依据《农用地质量分等规程》^[41],耕地连片度划分为5个适宜等级;依据张忠^[8]等的研究成果将土壤有机质、土壤质地、田间道路通达度、灌排保证率、田块到居民点距离、到交通干线距离和到城镇距离划分为5个适宜等级;依据实地调研经验,将生态用地覆盖率划分为5个适宜等级;利用自然断点法(Jenks)将土壤可蚀性 k 值划分为5个适宜等级。为统一指标量纲,采用分等赋分方法进行赋值,其中,完全不

宜=20分,基本不适宜=40分,临界适宜=60分,基本适宜=80分,完全适宜=100分(表3)。

(3)变异系数。高标准基本农田建设必须要充分明晰各指标的离散程度,只有如此方能从综合的角度把握区域建设条件的优势与障碍性因子。作为一种衡量地理事物离散偏离的统计量,变异系数(Coefficient of Variation)被应用于气候^[42]、土壤^[43]、植被^[44]等领域。其计算步骤如下:

第1步:计算归一化值。本文主要利用极大值方法对适宜性指标进行归一化处理,同时考虑到适宜性评价指标的作用方向,将计算方法划分为2种。具体计算公式如下:

$$N'_{ij} = \frac{N_{ij} - N_{j\min}}{N_{j\max} - N_{j\min}} \quad (\text{正向型})$$

$$N'_{ij} = \frac{N_{j\max} - N_{ij}}{N_{j\max} - N_{j\min}} \quad (\text{负向型}) \quad (3)$$

式中 N'_{ij} 是指第 i 行第 j 列适宜度指标归一化值; N_{ij} 是指适宜度指标原始值; $N_{j\max}$ 是指指标最大值; $N_{j\min}$ 是指指标最小值。

第2步:计算变异系数。利用公式(4)计算适宜度指标的变异系数,公式如下:

$$C_j = \frac{S_j}{N_j} \times 100\% \quad (4)$$

式中 C_j 是指指标 j 的变异系数; S_j 是指指标 j 的标准

表3 2015年垫江县高标准基本农田建设指标适宜度分等

Table 3 The grades of high standard level basic farmland construction suitability condition in Dianjiang County in 2015

指标	划分方法	分等定级标准				
		不适宜	基本不适宜	临界适宜	基本适宜	完全适宜
C1 平均坡度/°	参照参考文献[40]	(25, 90]	(15, 25]	(6, 15]	(2, 6]	[0, 2]
C2 连片度/m ²	参照参考文献[41]	[0, 66 700)	[66 700, 100 050)	[100 050, 133 400)	[133 400, 200 100)	[200 100, +∞)
C3 土壤有机质/(mg/kg)	参照参考文献[8]	[0, 0.6)	[0.6, 1.0)	[1.0, 1.5)	[1.5, 2.0)	[2.0, +∞)
C4 有效土层厚度/cm	参照参考文献[8]	[0, 25]	(25, 45]	(45, 60]	(60, 75]	(75, +∞)
C5 土壤质地	参照参考文献[8]	砾质土	砂土	黏土	中壤土	重壤土
C6 田块通达度/m	参照参考文献[8]	[1 000, +∞)	[300, 1 000)	[150, 300)	[50, 150)	[0, 50)
C7 灌排条件	参照参考文献[8]	完全无条件	基本无条件	一般满足	基本满足	充分满足
C8 到居民点距离/m	参照参考文献[8]	[2 000, +∞)	[1 500, 2 000)	[1 000, 1 500)	[500, 1 000)	[0, 500)
C9 到交通干线距离/m	参照参考文献[8]	[3 000, +∞)	[2 000, 3 000)	[1 500, 2 000)	[1 000, 1 500)	[0, 1 000)
C10 到城镇距离/m	参照参考文献[8]	[5 000, +∞)	[3 000, 5 000)	[1 500, 3 000)	[750, 1 500)	[0, 750)
C11 生态用地覆盖率/%	调研经验法	[0, 20)	[20, 30)	[30, 40)	[40, 55)	[55, +∞)
C12 土壤可蚀性 k 值/ (t·hm ² ·h/(hm ² ·MJ·mm))	自然断点法	[0.018, +∞)	[0.017, 0.018)	[0.016, 0.017)	[0.007, 0.016)	[0, 0.007)

2018年2月

差; \bar{N}_j 是指指标 j 归一化平均值。

2.3.3 建设选址方法

(1) 局部空间自相关。作为探索性空间分析 (ESDA) 的方法之一, 局部空间自相关能够表征空间单元的空间异质性及其与周围空间单元的空间集聚关系。局部莫兰指数 (Local Moran's I) 能够很好的揭示空间单元的关联性^[45,46], 其计算公式为:

$$I_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S^2} \sum_j w_{ij} (N_j - \bar{N}) \quad (5)$$

其中:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_i (N_i - \bar{N})^2 \quad (6)$$

式中 N_i 代表高标准基本农田建设区位适宜度指数; S^2 代表适宜度指数方差; w_{ij} 代表地块 i 和 j 的空间权重矩阵; 本文采用 Rook 方式建立权重文件。而 Local Moran's I 的期望值 $E(I_i)$ 计算公式为:

$$E(I_i) = - \sum_{j=1}^n w_{ij} / (n-1) \quad (7)$$

当 $I_i \geq E(I_i)$ 时, 表示空间集聚现象, 存在高值被高值包围 (HH) 或低值被低值包围 (LL); 当 $I_i < E(I_i)$ 时, 表示空间分散现象, 存在高值被低值包围 (HL) 或低值被高值包围 (LH)。本文借助 OpenGeoDa 软件进行高标准基本农田建设区位空间集聚分析, 因为 HH 集聚区代表田块及周围区域建设适宜性都高, 而高-低则表示田块本身较周围建设条件好, 具有一定的可拓展性, 这种建设条件“空洞”完全可以通过后期整治弥补, 故从中筛选高-高集聚和高-低集聚作为高标准基本农田重点建设区。

(2) 边界修正。局部莫兰指数划定的高标准基本农田建设区, 仍然存在边界模糊, 不易识别等诸多缺陷。需要在此基础上厘定高标准基本农田建设区边界, 以便进行集中建设与管理。同时, 从实

地调研中发现: 高标准基本农田建设选址亦受到多要素约束。结合姜广辉^[47]等的研究成果, 从“地物-政策-意愿”三维约束思想出发, 参考《垫江县城城乡总体规划-县域主体功能分区 (2006—2020)》^[48] 和垫江县基本农田划定成果, 结合前期在各行政村实地调研中获取的建设满意度数据, 并借鉴多元约束思想, 筛选高标准基本农田建设选址识别要素, 采取缓冲区分析、空间叠合分析和 SQL 字段筛选等手段进行边界划定 (表 4)。处理流程为: ①道路与田块之间需要设置一定的缓冲带, 以降低道路对农田生态系统的“边缘效应”。借助前期遥感解译成果提取高速公路与乡村道路分布信息, 以高速公路和乡村道路为基准进行 50 m 缓冲区分析, 剔除在缓冲区范围内的田块, 同时从垫江县国土以及环保局获取垫江土壤污染、自然保护区和退耕还林以及河流湖泊及其保护范围, 使之同农用地斑块数据叠加, 提取符合条件的图斑; ②将垫江县基本农田数据裁剪符合条件的图斑数据, 得到基本农田建设范围内的地块数据; ③将《垫江县城城乡总体规划-县域主体功能分区 (2006—2020)》^[48] 中重点区、优先区、限制区和禁止区分别按照 4、3、2、1 对行政村单元进行赋分, 并将行政村得分数据同现有地块进行 Intersect 叠加处理, 筛选 4 分、3 分和 2 分的地块。同时, 依据调研所做的村级和农户意愿度数据, 分别计算满意度平均值, 同样利用 Intersect 叠加处理分别提取意愿度大于等于 60% 的地块。同时将划定结果同政府部门划定的高标准基本农田项目进行空间叠加。

3 结果及分析

3.1 评价指标离散性与适宜度分析

3.1.1 指标离散性分析

长期以来, 土地整治很难系统宏观地兼顾项目区的自然禀赋与社会经济条件。而建设高标准基

表 4 2015 年垫江县高标准基本农田建设选址约束性要素

Table 4 The identify factors of high standard basic farmland of Dianjiang County in 2015

系统	要素	逻辑判定		系统	要素	逻辑判定	
		真	假			真	假
地物约束	高速公路和乡村道路	否	是	政策约束	基本农田建设区	是	否
	土壤污染严重区	否	是		城乡规划	重点区、优先区和限制区	禁止区
	自然保护区核心区、退耕还林区	否	是	意愿约束	居民意愿度	≥ 60%	< 60%
	河流、湖泊区及其保护范围	否	是		村集体意愿度	≥ 60%	< 60%

本农田是一个复杂的工程,需要对布局要素重要程度进行甄别与筛选。需要综合甄别高标准基本农田建设中的优势与障碍性指标,并确定其变异特征。本文采用归一化处理后的平均值、标准差和变异系数来表征指标的离散性特征(表5)。总体来看,高标准基本农田建设指标离散性差距较大。

(1)在自然禀赋要素(C1-C5)中,平均值介于0.314~0.672之间,标准差介于0.147~0.395之间,变异系数位于38.422~125.741之间。这表明该县的高标准基本农田建设水平在自然禀赋维度内位于中等水平,除连片度变异程度强烈以外,其他指标变异程度稍弱。其中,连片度平均值为0.314,标准差为0.395,变异系数为125.741,可见整个县域内耕地连片度并不高,且地域差异较为明显。而平均坡度平均值为0.672,标准差为0.147,变异系数为21.922,说明区域内田块坡度整体偏低,适宜于高标准基本农田建设布局。

(2)在基础设施要素(C6-C7)中,平均值介于0.357~0.518之间,标准差介于0.424~0.576之间,变异系数介于111.172~118.704之间,这表明该县的基础设施处于中等偏上水平,且区域差异较为明显。一方面因为县域内地形差异较大,平坝丘陵以及河谷地带较山地地区更加有利于进行基础设施建设,另一方面也是因为地形平缓地区的社会经济条件较山地地区好,级差地租Ⅰ和Ⅱ都较好。

(3)在区位条件要素(C8-C10)中,平均值0.372~0.654之间,标准差介于0.005~0.439之间,变异系数介于7.819~108.272之间,整体处于中等水平,且指标变异程度不一样。其中到居民点距离变异程度最大,这主要是受居民点的具体区位条件所制约。

(4)在生态环境要素中(C11-C12)中,平均值介于0.214~0.461,标准差介于0.077~0.279之间,变异系数介于16.764~116.613之间,整体处于偏低水平,但变异程度不一致。其中,土壤可蚀性 k 值平均值为0.214,但是变异系数为116.613,这说明区域内土壤抗侵蚀能力整体较强,主要由于区域内紫色土、水稻土分布较为广泛,而这些土壤类型具有一定的抗侵蚀能力。

3.1.2 指标适宜度分析

借助表3划分标准,以地块为单元划分高标准基本农田建设指标适宜度等级,并进行可视化(图2)。可以发现,高标准基本农田建设指标适宜度等级呈现出较为不同的空间差异特征。其中,地块平均坡度整体适宜等级较高,除北部丘陵河谷、南部鹤大台地与大沙河过渡带适宜等级最低外,其他地区适宜等级相对较高,这说明地块坡度在空间分异程度相对较小;地块连片度适宜等级呈带状镶嵌分布格局,完全适宜与基本适宜等级在全县皆有分布且呈现出连片状,其他等级分布较为零散;土壤有机质适宜等级呈现出中间高而周围山区较低格局;有效土层厚度适宜等级格局呈现出斜“H”型格局,“三山”及其与鹤大台地过渡地带相对较低;土壤质地适宜等级中部较高;田间道路通达度适宜等级北部丘陵、西部平坝、中部河谷与鹤大台地边缘地带较高;灌溉保证率西部与中部平坝河谷地区适宜等级相对较高;到居民点距离整体适宜等级较高,较低适宜等级地块分布零散;到交通干线距离适宜等级呈明显“梯级”分布格局,中部与西部适宜等级较高;到城镇距离适宜等级呈明显“环岛”分布格局;生态用地覆盖率表现为靠近“三山”与高滩河地区

表5 2015年垫江县高标准基本农田建设适宜性指标离散统计

Table 5 The discrete-time statistical analysis of high standard basic farmland construction suitability in Dianjiang County in 2015

指标	归一化结果			指标	归一化结果		
	平均值	标准差	变异系数		平均值	标准差	变异系数
C1 平均坡度/°	0.672	0.147	21.922	C7 灌排保证度/(无量纲)	0.357	0.424	118.704
C2 连片度/m ²	0.314	0.395	125.741	C8 到居民点距离/m	0.406	0.439	108.272
C3 土壤有机质/(mg/kg)	0.463	0.244	52.693	C9 到交通干线距离/m	0.654	0.005	7.819
C4 有效土层厚度/cm	0.409	0.157	38.422	C10 到城镇距离/m	0.372	0.098	26.315
C5 土壤质地/(无量纲)	0.577	0.325	56.399	C11 生态用地覆盖率/%	0.461	0.077	16.764
C6 田间道路通达度/m	0.518	0.576	111.172	C12 土壤可蚀性 k 值/ ($t \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h}/(\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm})$)	0.214	0.249	116.613

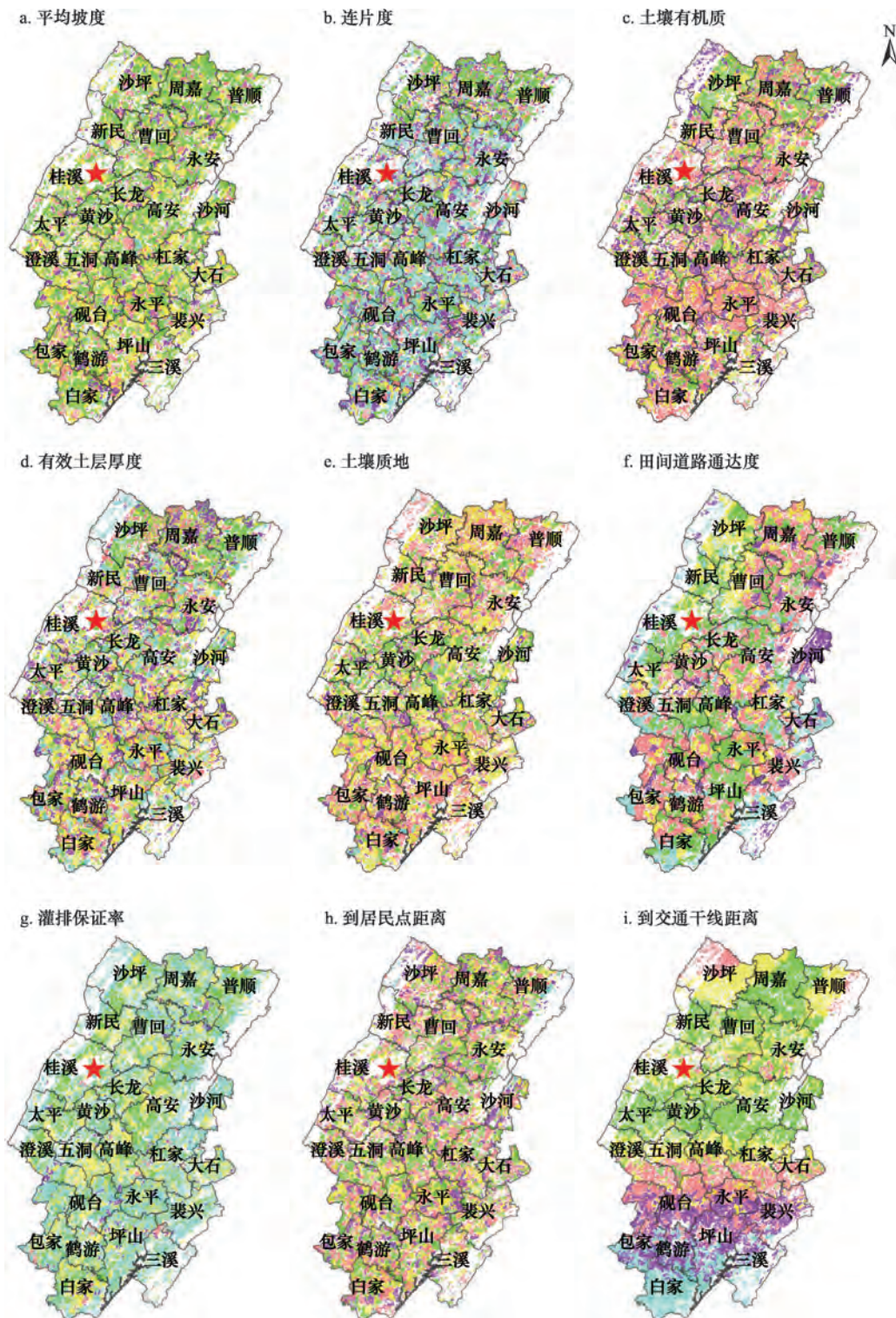
2018年2月

适宜等级较高;土壤可蚀性 k 值适宜等级地带性特征明显,其中丘陵、平坝及河谷地区适宜等级较高,而山区与台地适宜等级较低。

3.2 评价要素与综合适宜度分析

3.2.1 要素适宜度分析

利用公式(1)和公式(2)测算自然禀赋、基础设



(转下页)

(接上页)

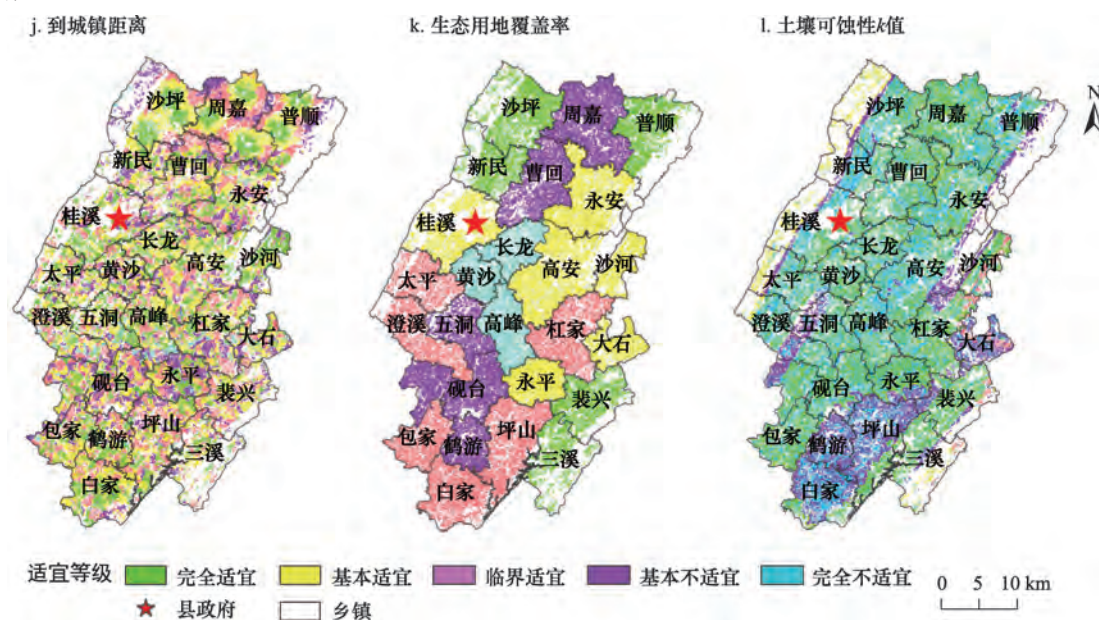


图2 2015年垫江县高标准基本农田指标适宜等级空间格局

Figure 2 The indexes suitability grade space pattern of High standard basic farmland in Dianjiang County in 2015

施、社会条件和生态环境4个单项要素的建设适宜度(图3a-图3d)。可以发现,4个建设要素适宜度的空间特征迥异。其中,自然禀赋要素适宜度呈现出西部带坝地区、北部丘陵区以及中部宽谷地带普遍较高的特征,而南部鹤大台地及附近区域和明月山地区普遍偏低,主要因为北部丘陵与中部宽谷地区由于地形较为平坦,具备较好的土壤发育条件,所以地块自然禀赋条件较好;基础设施要素适宜度呈现出以垫江县城为核心向四周衰减的特征,同时在垫江东北部丘陵地带适宜度亦较高;社会条件适宜度主要表现多个城镇形成辐射中心,以渝-巫、渝-万线一以贯穿的“点-轴”空间格局;生态环境适宜度空间格局较为零散,但高滩河、大沙河的河谷地带以及鹤大台地适宜度较其他地区高。

3.2.2 综合适宜度分析

基于上述测算4个要素高标准基本农田建设适宜度,计算高标准基本农田建设的综合适宜度,根据模糊聚类方法将其划分为不适宜、基本不适宜、临界适宜、基本适宜和完全适宜5个等级(图3),同时,对各个等级面积进行统计(表6),可以发现:

(1)完全适宜区。适宜度[81.76~96.15]之间,面积为31 889.32hm²,占总面积40.68%,主要分布在西

部平坝地区以及中部的高滩河宽谷地带,集中于沙坪、新民以及黄沙和高安等镇,呈连片集中分布格局。该区地形平坦,空间延展度高,地块连片度明显高于其他地区,其土层厚度亦高于其他地区;受益于县城区位辐射,田间道路以及沟渠的配置程度都是其他地区无法比拟的;由于该区位于垫江县城附近,同时渝巫和渝万高速公路亦皆由此经过,加之附近的乡镇与居民点集聚明显,其社会区位优势明显;但是,其生态环境优势不明显,其土地利用景观多样性与生物多样性较单一。

(2)基本适宜区。适宜度在[76.35~81.76]之间,面积28 869.15hm²,占总面积的36.83%,在北部丘陵、中部河谷以及南部鹤大台地边缘附近,集中于北部的周嘉、普顺,中部的长龙、高安以及南部包家、白家诸镇。该等级田块分布于完全适宜等级田块周围,并为之呈镶嵌分布格局,其空间集聚程度更差。同完全适宜等级相比,适宜性条件稍逊,但优势仍然明显。

(3)临界适宜区。适宜度在[72.24~76.35]之间,面积6277.69hm²,占总面积的8.01%,范围广而零散,主要集中在北部丘陵、大沙河和鹤大台地附近,分布在北部的普顺、永安,中部的杠家、永平以及南部的

2018年2月

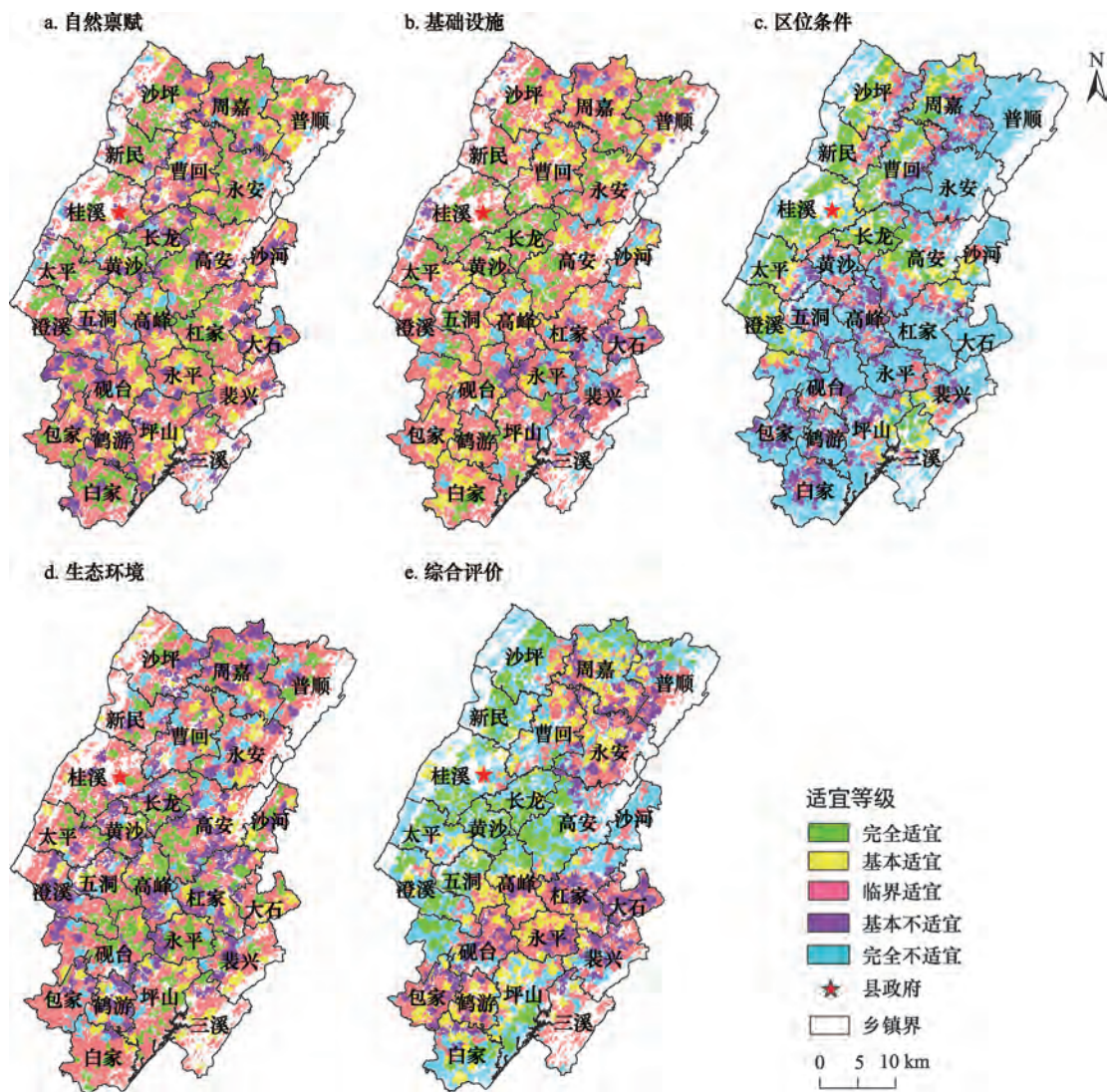


图3 2015年垫江县高标准基本农田要素与综合适宜等级

Figure 3 The elements and comprehensive suitability grades of high standard basic farmland in Dianjiang County in 2015

表6 2015年垫江县高标准基本农田适宜等级面积与空间分布特征

Table 6 The suitability garde area and spatial distribution features of high standard basic farmland suitability in Dianjiang County in 2015

适宜等级	面积/hm ²	比重/%	适宜值	分布区域	集中乡镇
完全适宜	31 889.32	40.68	[81.76~96.15]	西部平坝地区和高滩河宽谷地带	沙坪、新民、黄沙和高安等镇
基本适宜	28 869.15	36.83	[76.35~81.76]	北部丘陵、中部河谷和南部鹤大台地边缘附近	周嘉、普顺、长龙、高安、包家和白家等镇
临界适宜	6 277.69	8.01	[72.24~76.35]	北部丘陵、大沙河和鹤大台地	普顺、永安、杠家、永平、坪山、鹤游、白家等镇
基本不适宜	6 679.42	7.24	[68.71~72.24]	三山地区、中部河谷与鹤大台地	普顺、永安、大石和裴兴等镇
不适宜	6 679.36	7.24	[65.48~68.71]	三山地区	普顺、裴兴、大石和坪山等镇

坪山、鹤游及白家诸镇。该适宜等级田块呈现出集中与零散镶嵌的分布格局。其适宜条件介于适宜和不适宜等级之间,属于过渡区间。同适宜等级相比,其适宜条件稍逊。分布范围较广,该等级田块主要集中在距离田块较远的地区,社会条件较差。

(4)基本不适宜区。适宜度在[68.71~72.24]之间,面积6679.42hm²,占总面积的7.24%,分布格局比较零散,多位于适宜和临界适宜等级的外围边缘地区,主要分布在明月山、南华山和黄草山山地及附近边缘、中部河谷边缘以及鹤大台地。集中于普

顺、永安、大石和裴兴等镇。该区域由于地形起伏较大,耕地连片性较差、土层厚度较薄,等级适宜条件较差;同时分布地区较为偏远,受城镇和交通干线辐射影响较小。但是虽然其生态环境较为脆弱,由于地处山区,其地形起伏引发的气候立体性成为本区独特的优势。

(5)完全不适宜区。适宜值在[65.48~68.71]之间,面积6679.36hm²,占总面积的7.24%,与基本不适宜等级分布范围大体一致,其范围更小,主要集中在“三山”地区,集中于沙坪、普顺、裴兴、大石、坪山等镇。该等级适宜性最差,同样具有立体气候独特优势。

3.3 高标准基本农田选址

3.3.1 重点建设区划定

高标准基本农田建设追求“集中连片”以及方便管理的目标,所以在进行建设选址时应该在优质耕地的基础上,考虑地块适宜度的空间集聚特征。只有空间上集聚的地块,才更方便进行高标准基本农田建设。借助OpenGeoDa软件对垫江县高标准基本农田建设区位进行空间集聚特征分析,并从中剔除低-高(LH)集聚区和低-低(LL)集聚区,剩下

部分作为高标准基本农田重点建设区(图4a),并且对4种集聚类型的面积与百分比进行统计(表7)。可以发现,划定高标准基本农田重点建设区面积为61 148.05hm²,其中高-高集聚面积为32 925.87hm²,占42.31%,高-低集聚面积为28 222.18hm²,占36.25%,主要集中在垫江西部的渝-巫线附近的太平、桂溪以及沙坪等镇的明月山山前平坝地区,北部靠近梁平县周家、普顺等镇的丘陵地带以及垫江中部的长龙、五洞等镇的中部河谷平坝地区,同时在南部白家、鹤游等镇的鹤大台地亦有零星分布。

3.3.2 边界修正

高标准基本农田建设选址是一个考虑多要素的复杂系统。一般来讲,高标准基本农田建设是一个“硬性”和“软性”双约束结合体,进行高标准基本农田必须对这些要素仔细甄别和考察。而如何将这些约束条件应用到高标准基本农田的划定之中,需要科学与实际很好地进行耦合。客观的讲,高标准基本农田需要考虑耕地建设适宜度、政策导向和居民意愿等诸多要素。同时,在高标准基本农田建设选址时,主要是结合区域具体条件进行判定和决策,力争实现建设选址的“多规合一”。依据2.3.3章节提出的“地物-政

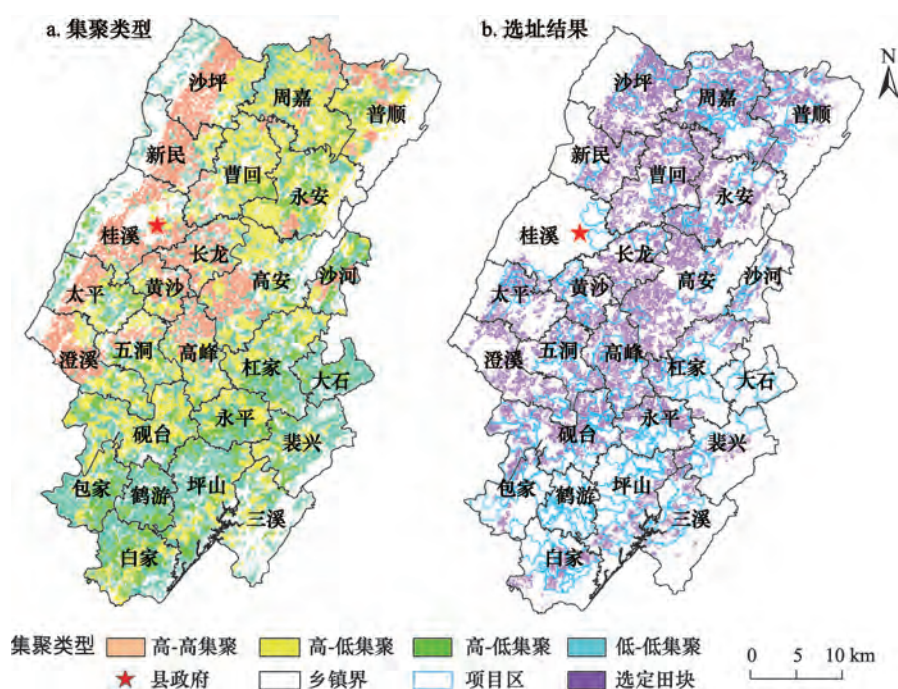


图4 2015年垫江县高标准基本农田选址过程与结果

Figure 4 The processing and results of high standard basic farmland site in Dianjiang County in 2015

2018年2月

表7 2015年垫江县高标准基本农田空间集聚类型面积

Table 7 The spatial cluster type area of high standard basic farmland in Dianjiang County in 2015

(hm², %)

地形区	高-高集聚		高-低集聚		低-高集聚		低-低集聚	
	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例
平坝区	22 850.56	69.40	17 638.86	62.50	1 045.47	16.67	1 688.00	15.38
河谷区	8 109.04	24.63	7 055.54	25.00	1 045.47	16.67	7 598.19	69.23
丘陵区	1 718.73	5.22	2 647.24	9.38	2 090.32	33.33	844.00	7.69
台地区	246.94	0.75	897.47	3.18	2 090.32	33.33	844.00	7.69
合计	32 925.87	100.00	28 222.18	100.00	6 271.60	100.00	10 975.29	100.00

表8 2015年垫江县高标准基本农田选址结果与政府划定结果对比

Table 8 The high standard basic farmland comparison of site selection and administration's division result of Dianjiang County in 2015

选址结果			政府划定		
面积/hm ²	占基本农田比重/%	集中乡镇	面积/hm ²	占基本农田比重/%	集中乡镇
16 642.55	28.76	周嘉、沙坪、普顺、长龙、黄沙和坪山诸镇	14 537.29	25.11	周嘉、普顺、长龙、黄沙、杠家和包家诸镇

策-意愿”三维约束体系(表4)对高标准基本农田重点建设区逐步进行边界修正(图4b和表8)。可以发现,基于多元约束思想划定的高标准基本农田主要分布在北部周嘉、新民、普顺和沙坪等镇,中部太平、长龙和五洞等镇,以及鹤大台地南部边缘的白家、包家等镇,划定高标准基本农田面积为16 642.55hm²,约占基本农田面积的28.76%。而政府实际划定高标准基本农田面积为14 537.29hm²,约占基本农田面的25.11%。本文划定结果比政府划定结果多出2105.26hm²,印证了基于多元约束思想在高标准基本农田选址厘定工作中的理论指导的科学性和实际可操作性,同时也说明了在政府划定的高标准基本农田建设项目基础上尚有14.48%的基本农田可作为高标准基本农田建设的后备土地资源。因此,接下来高标准基本农田建设应该坚持立足于现有土地资源保证和稳定粮食供应,坚持需求引导供应的原则逐步进行近期、中期和远期高标准基本农田建设。

通过划定前后对比发现,划定前斑块平均面积为1.72hm²,而划定后的斑块平均面积为2.12hm²,符合集中连片的高标准基本农田建设选址原则。高标准基本农田建设的目的在于实现集中化、机械化、生态化和科技化的现代经营方式,而从高标准基本农田建设的适宜性评价体系的约束性要素看,亦

遵循了“设施配套”、“高产稳产”、“抗灾能力强”和“与现代农业经营方式相适应”的建设原则。

4 结论与讨论

4.1 结论

高标准基本农田不仅考虑农田本身的优质性,同时还应当保证其连片性和集中性,以往高标准基本农田选址区划定仅仅立足于耕地质量本身,导致划定田块分布零散,不利于后期建设管理。通过上述研究可以得出如下结论:

(1)基于变异系数测算的高标准基本农田建设应适当考虑空间变异性较强的建设因子。其中,耕地连片度、田间道路通达度、田块到居民点距离应成为需要考虑的主要因素,而其他要素也应该兼顾。只有高标准基本农田建设充分把握项目区的优势性要素与障碍性要素,才能有针对性的弥补本身存在的“短板”。

(2)县域内高标准基本农田建设要素适宜性水平差异较为明显。垫江西部平坝、北部丘陵与中部河谷地区自然禀赋、基础设施与社会条件更加具有优势,而生态环境要素则南部鹤大台地与“三山”地区更具优势。

(3)基于生态位理论评价的高标准基本农田建设适宜条件呈现出明显的空间分异性。西部平坝地区以及中部的高滩河宽谷地带适宜性最强,北部

丘陵、中部河谷以及南部鹤大台地边缘附近次之,而“三山”山地地区建设适宜性最差;

(4)基于多元约束思想选定的高标准基本农田范围比政府划定结果多3.63%,这说明后期垫江县高标准基本农田建设尚具备较为一定的耕地资源。

4.2 讨论

同时,本文亦存在以下亟待讨论之处:

(1)理论指导问题 本文立足于生态位思想,力求从多角度进行高标准基本农田建设区位适宜性评价,具有一定的可行性。同时借助多元约束思想,进行“多规合一”的高标准基本农田划定。但是从相关研究发现也有从其他角度进行高标准基本农田区位评价的,例如景观生态学思想、风水学等。如何实现多种思想融合探索高标准基本农田区位适宜性评价成为接下来研究中需要探索的问题。

(2)尺度应用问题 本文采用“自下而上”的思想从地块尺度进行高标准基本农田选址,但是如何将选址划定地块同项目区建设相结合,是接下来亟待解决的问题。

(3)后续建设与实践落脚问题 本文主要探讨生综合型高标准基本农田建设适宜性评价和选址的问题,相当于回答了“在哪里建”的问题,但是接下来还需要解决“如何建”以及如何将高标准基本农田建设与当地土地整治工作相结合,在实现土地资源市场化基础上构建山水林田湖生命共同体。

参考文献(References):

- [1] 龙花楼. 论土地整治与乡村空间重构[J]. 地理学报, 2013, 68(8): 1019-1028.[Long H L. Land consolidation and rural spatial restructuring[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(8): 1019-1028.]
- [2] 蔡运龙. 中国农村转型与耕地保护机制[J]. 地理科学, 2001, 21(1): 1-6.[Cai Y L. The mechanisms of cropland conservation Chinese rural transformation [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2001, 21(1): 1-6.]
- [3] 中华人民共和国国土资源部.TD/T1033-2012 高标准基本农田建设标准[M].北京: 中国标准出版社, 2012.[Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. TD/T1033-2012 High Standard Basic Farmland Construction Standards[M]. Beijing: China Standard Press, 2012.]
- [4] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院关于全国土地整治规划(2016—2020年)的批复[EB/OL].[2016-12-29]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/29/content_5153999.htm. [The Central People's Government of the People's Republic of China. The approval of the State Council on the national land renovation plan (2016 - 2020)[EB/OL]. [2016-12-29]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/29/content_5153999.htm.]
- [5] 郭贝贝, 金晓斌, 王绪红, 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方法研究[J]. 自然资源学报, 2014, 29(3): 377-386.[Guo B B, Jin X B, Wang X H, 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.]
- [6] 李涛, 廖和平, 杨伟, 等. 大都市边缘区高标准基本农田建设潜力评价及建设模式—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(15): 109-114. [Li T, Liao H P, Yang W, 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(15): 109-114.]
- [7] 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 X P, Jiang G H, Zhang R J, et al. Zoning approach of suitable areas for high quality capital farmland construction[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2013, 29(10): 241-250.]
- [8] 张忠, 雷国平, 张慧, 等. 黑龙江八三五农场高标准基本农田建设时序分析[J]. 经济地理, 2014, 34(6):155-161.[Zhang Z, Lei G P, Zhang H, et al. Time sequence analysis of high-standard basic farmland construction 853 farm of Heilongjiang Province[J]. *Economic Geography*, 2014, 34(6): 155-161.]
- [9] 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): 243-250. [Feng R, Wu K N, Wang Q. 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*, 2012, 28(22): 243-250.]
- [10] 薛剑, 韩娟, 张凤荣, 等. 高标准基本农田建设评价模型构建及其建设时序确定[J]. 农业工程学报, 2014, 30(5): 193-203.[Xue J, Han J, Zhang F R, 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*, 2014, 30(5): 193-203.]
- [11] 唐秀美, 潘瑜春, 程晋南, 等. 高标准基本农田建设对耕地生态系统服务价值影响[J]. 生态学报, 2015, 35(24): 8009-8015. [Tang X M, Pan Y C, Cheng J N, et al. Impact of high-standard prime farmland construction on ecosystem service value in Beijing [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(24): 8009-8015.]
- [12] 姜雨辰, 孙鹏举, 刘学录, 等. 张掖市高标准基本农田建设生态效益评价[J]. 甘肃农业大学学报, 2015, 50(6): 26-31.[Jiang Y C, Sun P J, Liu X L, et al. Ecological benefit evaluation on high

2018年2月

- standards for construction of basic farmland in Zhangye[J]. *Journal of Gansu Agricultural University*, 2015, 50(6): 26-31.]
- [13] 杨俊, 王占岐, 金贵. 基于 AHP 与模糊综合评价的土地整治项目实施后效益评价[J]. 长江流域资源与环境, 2013, 22(8): 1036-1042.[Yang J, Wang Z Q, Jin G. Post-benefit evaluation of land consolidation project implementation based on AHP and fuzzy comprehensive evaluation[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2013, 22(8): 1036-1042.]
- [14] 王瑗玲, 刘文鹏, 纪广韦. 山东低山丘陵土地整治区耕地生态价值评价[J]. 农业工程学报, 2013, 29(S1): 244-249.[Wang Y L, Liu W P, Ji G W. Evaluation on ecological value of arable land in hilly land consolidation region of Shandong Province[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2013, 29(S1): 244-249.]
- [15] 谷晓坤, 刘娟. 都市观光农业型土地整治项目的社会效应评价—以上海市合庆镇项目为例[J]. 资源科学, 2013, 35(8): 1549-1554.[Gu X K, Liu J. Evaluation of the social effects of urban sightseeing agricultural land remediation projects[J]. *Resources Science*, 2013, 35(8): 1549-1554.]
- [16] 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.[Qian F K, Wang Q B, Li N. High-standard prime farmland planning based on evaluation of farmland quality and site conditions [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2015, 31(18): 225-232.]
- [17] 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 C M, Hao J M, Chen L, et al. Well-facilitated capital farmland construction based on cultivated land comprehensive quality[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2015, 31(8): 233-242.]
- [18] 刘霏珈, 吴克宁, 赵华甫. 河南省温县吨粮田高标准基本农田选址研究[J]. 中国农业资源与区划, 2015, 36(3): 10-17.[Liu P J, Wu K N, Zhao H P. Research in high-standard prime farmland location selection of tonnage farmland in Wen County, Henan[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2015, 36(3): 10-17.]
- [19] 王晓燕. 基于 GIS 的丘陵山地区高标准基本农田建设选址与规划设计研究[D]. 重庆: 西南大学, 2012.[Wang X Y. GIS-Based Study on Location Selection and Designation of High Standard Basic Farmland in Hilly and Mountainous Area—a Case Study of Nanchuan District, Chongqing Specialty: Geographic Information System[D]. Chongqing: Southwest University, 2012.]
- [20] 垫江县人民政府. 垫江县土地利用总体规划(2006-2020年)修改方案公告[EB/OL]. [2016-6-12]. <http://www.djxrlsbj.gov.cn/zfxx/zfwj/xf/2016-6/130824.html>. [The people's Government of Dianjiang County. Dianjiang county land use overall plan (2006-2020 years) amendment plan announcement[EB/OL]. [2016-6-12]. <http://www.djxrlsbj.gov.cn/zfxx/zfwj/xf/2016-6/130824.html>.]
- [21] Grinell J. The niche relationship of the California thrasher [J]. *Auk*, 1917, 34: 364-382.
- [22] Ouyang Z, Weisman J, Wang R. Ecological niche suitability model with an application in Taojiang land use planning[J]. *Journal of Environment Science*, 1994, 6(4): 449-456.
- [23] 付清, 赵小敏, 乐丽红, 等. 基于 GIS 和生态位适宜度模型的耕地多适宜性评价[J]. 农业工程学报, 2009, 25(2): 208-213.[Fu Q, Zhao X M, Yue L H, et al. Evaluation on multi-suitability of cultivated land based on GIS and niche-fitness model[J]. *Transactions of the CSAE*, 2009, 25(2): 208-213.]
- [24] 牛海鹏, 赵同谦, 张安录, 等. 基于生态位适宜度的耕地可持续利用评价[J]. 生态学报, 2009, 29(10): 5535-5543.[Niu H P, Zhao T Q, Zhang A L, et al. Cultivated land sustainable use evaluation based on niche-fitness[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(10): 5535-5543.]
- [25] 念沛豪, 蔡玉梅, 谢秀珍, 等. 基于生态位理论的湖南省国土空间综合功能分区[J]. 资源科学, 2014, 36(9): 1958-1968.[Nian P H, Cai Y M, Xie X Z, et al. Geographical space comprehensive function zoning Hunan Province based on Niche theory[J]. *Resources Science*, 2014, 36(9): 1958-1968.]
- [26] Li Z Z, Lin H. The niche-fitness model of crop population and its application [J]. *Ecological Modelling*, 1997, 104(2-3): 199-203.
- [27] 赵素霞, 牛海鹏, 张捍卫, 等. 基于生态位模型的高标准基本农田建设适宜性评价[J]. 农业工程学报, 2016, 36(12): 220-228.[Zhao S X, Niu H P, Zhang H W, et al. Suitability evaluation on high quality capital farmland consolidation based on niche-fitness model[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2016, 36(12): 220-228.]
- [28] Mukhtar Elaalem, Alexis Comber, Peter Fisher. A comparison of fuzzy AHP and ideal point methods for evaluating land suitability [J]. *Transactions in GIS*, 2011, 15(3): 329-346.
- [29] 陈志凡, 赵烨, 谷蕾. 基于农业区位论的北京市土壤-小麦系统中重金属 Pb 积累特征及其健康风险[J]. 地理科学, 2012, 32(9): 1142-1147.[Chen Z F, Zhao Y, Gu X. Pb accumulation and its health risk in soil-wheat system of Beijing City based on agricultural location theory[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2012, 32(9): 1142-1147.]
- [30] 刘飞, 陈江龙, 朱红云, 等. 基于级差地租理论的岸线资源开发价值评价—以镇江市为例[J]. 资源科学, 2010, 32(12): 2364-2370.[Liu F, Chen J L, Zhu H Y, et al. Evaluation of waterfront resources exploitation based on the differential rent theory: a case study of Zhenjiang City[J]. *Resources Science*, 2010, 32(12): 2364-2370.]
- [31] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 等. 生态系统服务的供给、消费和价值化 [J]. 资源科学, 2008, 30(1): 93-99.[Xie G D, Zhen L, Lu C X, et al. Supply, consumption and valuation of ecosystem services in China[J]. *Resources Science*, 2008, 30(1): 93-99.]
- [32] 喻锋, 李晓波, 张丽君, 等. 中国生态用地研究: 内涵、分类与时

- 空格局[J].生态学报, 2015, 35(14): 4931–4943.[Yu F, Li X B, Zhang L J, *et al.* Study of ecological land in China: Conception, classification, and spatial-temporal pattern[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(14): 4931–4943.]
- [33] 刘姝驿, 杨庆媛, 何春燕, 等. 基于层次分析法(AHP)和模糊综合评价法的土地整治效益评价—重庆市3个区县26个村农村土地整治的实证[J]. 中国农学通报, 2013, 29(26): 54–60.[Liu S Y, Yang Q Y, He C Y, *et al.* The benefit assessment of land consolidation based on Analytical Hierarchy Process (AHP) and fuzzy synthetic evaluation—case of 26 villages in Chongqing[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2013, 29(26): 54–60.]
- [34] 徐兵兵, 张妙仙, 王肖肖. 改进的模糊层次分析法在南苕溪临安段水质评价中的应用[J]. 环境科学学报, 2011, 31(9): 2066–2072.[Xu B B, Zhang M X, Wang X X. Application of an improved fuzzy analytic hierarchy process in water quality evaluation of the South Tiaoxi River, Lin'an Section[J]. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2011, 31(9): 2066–2072.]
- [35] 高蓓, 卫海燕, 郭彦龙, 等. 基于层次分析法和GIS的秦岭地区魔芋潜在分布研究[J]. 生态学报, 2015, 35(21): 7108–7116.[Gao B, Wei H Y, Guo Y L, *et al.* Potential distribution of *Amorphophallus rivieri* in the Qinling Mountains based on analytic hierarchy process and geographic information system[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(21): 7108–7116.]
- [36] 向欣, 罗煜, 程红胜, 等. 基于层次分析法和模糊综合评价的沼气工程技术筛选[J]. 农业工程学报, 2014, 30(18): 205–212.[Xiang X, Luo Y, Cheng H S, *et al.* Biogas engineering technology screening based on analytic hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2014, 30(18): 205–212.]
- [37] 程钰, 任建兰, 崔昊, 等. 基于熵权TOPSIS法和三维结构下的区域发展模式—以山东省为例[J]. 经济地理, 2012, 32(6): 27–31.[Cheng Y, Ren J L, Cui H, Tang G M, *et al.* A research using entropy-topsis method on regional development modes in perspective of the three-dimensional framework—a case study of Shandong Province[J]. *Economic Geography*, 2012, 32(6): 27–31.]
- [38] 曹贤忠, 曾刚. 基于熵权TOPSIS法的经济技术开发区产业转型升级模式选择研究—以芜湖市为例[J]. 经济地理, 2014, 34(4): 13–18.[Cao X Z, Zeng G. The mode of transformation and upgrading based on the methods of entropy weight and TOPSIS in case of Wuhu economic and technological development zone[J]. *Economic Geography*, 2014, 34(4): 13–18.]
- [39] 高彩玲, 田采霞, 麻冰涓. 基于熵权法的焦作市城市生态系统健康动态评价[J]. 水土保持通报, 2015, 35(3): 197–202.[Gao C L, Tian C X, Ma B J. Assessment of urban ecosystem health of Jiaozuo city based on entropy-weight method[J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2015, 35(3): 197–202.]
- [40] 中华人民共和国国土资源部. TD/T 1014—2007. 第二次全国土地调查技术规程[S]. 北京: 中国标准出版社 2007.[Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. TD/T 1014—2007. Technical regulations of the second national land survey[S]. Beijing: China Standard Press. 2007.]
- [41] 中华人民共和国国土资源部. GB/T 28407—2012 农用地质量分等规程[S]. 北京: 中国标准出版社 2012. [Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. TD/T 1014—2007. Quality classification regulations for agricultural land[S]. Beijing: China Standard Press. 2012.]
- [42] 董旭光, 顾伟宗, 孟祥新, 等. 山东省近50年来降水事件变化特征[J]. 地理学报, 2014, 69(5): 661–671.[Dong X G, Gu W Z, Meng X X, *et al.* Change features of precipitation events in Shandong Province from 1961 to 2010[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(5): 661–671.]
- [43] 赵明松, 张甘霖, 李德成, 等. 苏中平原南部土壤有机质空间变异特征研究[J]. 地理科学, 2013, 33(1): 83–89.[Zhao M S, Zhang G L, Li D C, *et al.* Spatial variability of soil organic matter and factor analysis the south of Middle Jiangsu Plain[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(1): 83–89.]
- [44] 李传华, 赵军, 师银芳, 等. 基于变异系数的植被NPP人为影响定量研究—以石羊河流域为例[J]. 生态学报, 2016, 36(13): 4034–4044. [Li C H, Zhao J, Shi Y F, *et al.* The impact of human activities on net primary productivity based on the coefficient of variation: a case study of the Shiyang River Basin[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2016, 36(13): 4034–4044.]
- [45] 郑文升, 刘浩, 马琳, 等. 近30年湖北省16城市综合发展水平的时空演化[J]. 地理科学, 2015, 35(6): 756–764.[Zheng W S, Liu H, Ma L, *et al.* The spatial-temporal evolution of comprehensive development level of 16 Cities of Hubei Province in last 30 years[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(6): 756–764.]
- [46] 丁建福, 王绍光, 萧今. 中国县际经济差异的时空演变趋势: 1997–2010[J]. 经济地理, 2015, 35(11): 15–20.[Ding J F, Wang S G, Xiao J. Spatial-temporal inequality in economic development across counties in China, 1997–2010[J]. *Economical Geography*, 2015, 35(11): 15–20.]
- [47] 姜广辉, 张瑞娟, 张翠玉, 等. 基于空间集聚格局和边界修正的基本农田保护区划定方法[J]. 农业工程学报, 2015, 31(23): 222–229. [Jiang G H, Zhang R J, Zhang C Y *et al.* Approach of land use zone for capital farmland protection based on spatial agglomeration pattern and boundaries modification[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2015, 31(23): 222–229.]
- [48] 垫江县城乡规划局. 垫江县城乡总体规划[EB/OL]. [2013–5–13]. <http://jgh.cqsdj.gov.cn/Html/19/ghfc/2013-5/77664.html>. [Dianjiang County urban and Rural Planning Bureau[EB/OL]. [2013–5–13]. <http://jgh.cqsdj.gov.cn/Html/19/ghfc/2013-5/77664.html>.]

Suitability assessment and sites of high standard basic farmland in the southwest hilly area of China

TAN Shaojun¹, SHAO Jing'an^{1,2}, ZHANG Lin¹, LI Chunmei¹, JIANG Jiajia¹

(1. Department of Geography and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China;

2. Key Laboratory of Surface Process and Environment Remote Sensing in the Three Gorges Reservoir Area, Chongqing 400047, China)

Abstract: For national grain safety it is necessary to construct high standard basic farmland. Here we chose Dianjiang County in Chongqing as the study area and used farmland quality grade data and land use change data to evaluate construction suitability and construction area using Niche modeling, Local Moran's I and multiple constraints methods. We found that the discreteness of the location index is diverse, and among them, variation in the contiguous degree of land, accessibility of field road and distance between land and settlements are the most obvious and primary factors in high standard basic farmland. Pattern factors and the comprehensive location are diverse in space. The suitability in west Pingba area, north hilly area and river valley areas are higher, and lower in the southern area and three mountains area. However, the suitability pattern of the ecological environment is contrary. The comprehensive suitability of high quality standard farmland also indicates the pattern, which is stronger in the west, north and middle area. The constructing results field site occupies 28.76%, 14.48% more than government results have indicated. This tells us that the construction of high standard basic farmland in Dianjiang is better than others. To sum up, the method based on Niche, spatial autocorrelation and multi-constraints can support the work of high standard basic farmland.

Key words: high standard basic farmland; suitability assessment of farmland construction; site; southwest hilly area of China; Dianjiang County, Chongqing City