

基于耕地质量和空间集聚格局的县域 基本农田划定

曹丽萍^{1,2}, 罗志军^{1,2}, 冉凤维^{1,2}, 骈奇星³, 蔡正妹^{1,2}, 赵越^{1,2}, 赵杰^{1,2}

(1. 江西农业大学 国土资源与环境学院, 南昌 330045;

2. 江西省鄱阳湖流域农业资源与生态重点实验室, 南昌 330045; 3. 南昌市国土资源局经济技术开发区分局, 南昌 330045)

摘要:为实现新时期划定基本农田数量达标、优质稳定、集中连片、生态并重的具体要求,以余江县为例,从自然条件、区位条件、耕地稳定性和生态安全 4 个方面构建了耕地质量综合评价指标体系,结合多因素综合评价与逐级修正模型测算了耕地质量综合分值,采用改进的局部空间自相关方法分析了耕地质量的空间集聚特征,从而探索了县域基本农田划定方法。研究表明:(1) 余江县的耕地综合质量平均分值为 54.74,综合质量总体较高,主要集中在中部河谷平原地区。(2) 耕地综合质量在空间上呈现一定的集聚规律:HH 型和 HL 型与高分值耕地空间分布保持一致;LH 型和 LL 型与低分值耕地空间分布保持一致;而无显著型无明显集中区域,面积较小,且零星分布。最终选择 HH、HL 和 LH 型入选基本农田。(3) 通过耕地质量综合评价得到的基本农田划定结果对此种方法进行验证,并基于景观格局指数对两种方法进行对比分析,这种方法得到的基本农田划定方案在空间连片度、斑块破碎度等方面得到优化,更加符合划定基本农田的稳定、优质、集中的目标。

关键词:基本农田; 耕地质量; 空间集聚格局; 景观格局指数; 余江县

中图分类号:F301.24; F321.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2018)04-0349-07

Distribution of Prime Farmland Based on Cultivated Land Quality and Spatial Agglomeration Pattern at County Scale

CAO Liping^{1,2}, LUO Zhijun^{1,2}, RAN Fengwei^{1,2}, PIAN Qixing³,

CAI Zhengmei^{1,2}, ZHAO Yue^{1,2}, ZHAO Jie^{1,2}

(1. College of Land Resources and Environment, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China;

2. Jiangxi Provincial Key Laboratory of Poyang Lake Basin Agricultural Resources and Ecology, Nanchang 330045,

China; 3. Land and Resources Bureau of Nanchang City in Jiangxi Province, Nanchang 330045, China)

Abstract: In order to realize the specific requirements of setting basic farmland quantity, quality stabilization, centralized series and ecological balance in the new period, we took Yujiang County as an example to describe the quality of cultivated land, and constructed indexes for each land unit by four elements such as the spatial difference of cultivated land natural quality, location conditions, the stability of cultivated land and ecological security. The comprehensive score of cultivated land quality was calculated by combining multi-factor comprehensive evaluation with the progressive correction model. The quality of cultivated land was analyzed by using improved local spatial autocorrelation method in spatial agglomeration characteristics, so as to explore the county basic farmland delineation method. The result shows that: (1) the average value of comprehensive cultivated land in Yujiang County was 54.74, reaching up to moderate and upper levels generally; the high-quality cultivated land was located in the central valley plain area; (2) the comprehensive quality of cultivated land had a certain concentration in space, the spatial distribution of HH and HL was consistent with high value cultivated land. The patterns of LH and LL types were consistent with the distribution of low-value cultivated land; there is no significant concentration area, small area, and sporadic distribution;

收稿日期:2017-08-24

修回日期:2017-09-04

资助项目:江西省科技重大专项(20114ABG01100);江西省教育厅科技项目(GJJ150421)

第一作者:曹丽萍(1992—),女,江西九江人,硕士研究生,研究方向为土地资源和土地评估研究。E-mail:caolp21@163.com

通信作者:罗志军(1976—),男,江西新余人,副教授,博士,主要从事土地管理和 3S 应用方面研究。E-mail:luzj10@163.com

HH, HL and LH types were selected as the prime farmland; (3) through verifying this method by using the result of basic farmland demarcating based on comprehensive evaluation of farmland quality, landscape pattern index was introduced to compare two methods, the proposed method was not only optimized in the aspects of spatial contiguity and patch fragmentation, but also could more better achieve the goals of stability, high quality, concentration of basic farmland demarcation.

Keywords: prime farmland; quality of cultivated land; spatial agglomeration pattern; landscape pattern index; Yujiang County

耕地是人类赖以生存的基本资源条件,是国家粮食安全、生态安全和社会可持续发展的重要保障。随着城镇化、工业化的快速发展,耕地资源日趋减少,而基本农田是粮食生产的主要载体,保护基本农田是耕地保护工作的重中之重。在以往的基本农田划定工作中,由于缺乏科学合理的划定方法,出现偏主观、随意性较大,导致基本农田总体质量偏低,忽略生态要求,空间布局不合理,且缺乏稳定性^[1]。因此,深入探索基本农田划定方法是非常必要的。以基本农田的内涵为基础,在划定过程中,首先考虑划入优质耕地以保障粮食综合产能,其次,为了体现基本农田的严肃性,避免频繁调整与补划,也应提高划入耕地的稳定性,以保障城市开发边界和生态红线的划定,还应将生态安全纳入到基本农田划定的要求中,实现基本农田数量、质量和生态“三位一体”的特殊保护任务。目前,众多专家学者围绕基本农田划定展开了大量的研究,基本农田划定研究经历了 3 个阶段:一是基本农田划定数量的需求,如钟太洋等^[2]提出根据区域人均基本农田面积需求模型估算基本农田数量,陈文波等^[3]采用因素分析法和半定量分析法探讨基本农田数量的确定和指标分解的方法。二是注重基本农田划定综合质量,如罗明等^[4]指出基本农田划定应以科学的耕地质量综合等别为依据,有的学者将农用地分等成果作为应用于基本农田划定研究^[5-8],也有学者将生态质量^[9]、耕地生产力^[10]纳入到耕地质量等别的考虑中以科学地划定基本农田。三是在划定数量和质量的基础上,融合空间分布特征。如将耕地连片度^[11-13]纳入评价体系,实现基本农田集中连片的要求,如结合空间聚类方法在耕地质量评价的基础上实现基本农田空间布局优化^[14]。然而这些研究很少涉及到耕地稳定性,或者说没有全面将耕地质量、稳定性和生态条件全部纳入到耕地质量评价中,并分析其空间集聚特征进行基本农田划定的研究。

为深入探索基本农田划定空间布局研究,本文在耕地质量综合评价的基础上,构建基于耕地质量和空间集聚格局的基本农田划定方法。从自然质量、区位条件、耕地稳定性和生态安全 4 个方面构建耕地质量

综合评价指标体系来研究耕地质量的空间差异,以耕地质量综合分值为空间变量,结合耕地面积和距离修正空间权重距离矩阵的局部空间自相关方法分析耕地质量的空间集聚特征,得到这种方法的基本农田划定结果,并与耕地质量综合评价划定的基本农田结果来验证本研究的科学性,以期以优质集中耕地入选基本农田提供更可靠的科学依据,也为基本农田保护划定及高标准基本农田建设提供参考。

1 研究区域与基础数据

1.1 研究区概况

余江县位于江西省东北部,信江、白塔河中下游河畔,地处东经 116°41′—117°09′,北纬 28°04′—28°37′,东连月湖、贵溪,西接东乡,南临金溪,北界万年、余干,县内浙赣、皖赣铁路,320,206 国道,梨温、景鹰等高速公路纵横交错。该县属亚热带湿润季风气候区,四季分明,气候温和,雨量丰富,日照充足等气候条件均有利于农作物的生长。境内以低山岗地为主,主要分布在南部和北部,中部河谷平原地势平坦。县辖 11 个乡镇,7 个农垦场,至 2014 年底,城镇化率达 45.7%,实现地区生产总值 91 亿元,土地总面积 93 106.39 hm²,其中耕地面积 36 096.89 hm²,占该县土地总面积的 38.77%,是全国粮食大县。

1.2 数据来源及预处理

本研究收集的数据主要包括:(1)数据库成果资料:余江县 2014 年 1:1 万土地利用变更调查数据库、余江县耕地质量等级更新数据库、余江县土地利用总体规划数据库(2006—2020 年)。(2)相关图件资料:2014 年余江县土地利用现状变更图、最新地形图、土壤图等相关图件资料;(3)文件成果资料:余江县统计年鉴、交通水利规划、城乡规划、新农村规划、村镇规划等相关规划的文件成果和资料。其中所有图件和数据库成果资料均通过 ArcGIS 10.2 投影转换、校正至统一坐标体系中,即 1980 年西安平面坐标系及 1985 年国家高程基准。因同一评价单元要反映的地形、坡度、土壤质量和土地利用现状数据需保持一致,即内部属性的相似性^[15]。本研究采用 2014 年

余江县土地利用变更数据库中的耕地图斑作为评价单元。

2 基本农田划定方法

2.1 基本农田综合质量评价

2.1.1 评价指标体系的构建 从基本农田内涵的出发,耕地自然质量和区位条件综合最优的地块应优先划定基本农田。近些年,城市化进程的不断加快,城市空间不断向外扩张,非农建设不可避免占用优质耕地,而优质高产稳定是基本农田的内在属性要求,因此耕地稳定性也是入选基本农田指标体系的一个重要因素。耕地是一个集自然、社会、经济和生态的复合系统,耕地的生态安全反映着耕地生产对周边生态系统的影响度。综合考虑以上因素,以实现基本农田数量、质量、稳定和生态保护为目的,从耕地自然质量、区位条件、稳定性和生态安全4个方面选取14个因素的评价指标体系,并邀请国土、规划、土壤、生态等相关学科10位专家,采用特尔菲法给评价指标赋予权重,构建基本农田综合评价指标体系(表1)。

耕地自然质量反映土地生产力水平;选取有机质含量、表层土壤质地、剖面构形、土壤pH值指标区分耕地土壤质量的差异,并结合耕地的立地条件,即坡度、排水条件和灌溉保证率指标,可基本反映耕地自然质量的差异。区位条件是指耕地地块的耕作便利度与运输条件的区别,选取与农村居民点、城镇和主干道的距离来表征^[16]。稳定性考虑到建设用地占用的可能性,耕地相邻土地利用类型的差异可能会限制耕地的可持续性^[17],且零星耕地地块和田块的不规整不仅会影响农业机械化运作还会增加农转非农的可能性,选取耕地适宜性、集中连片度和田块规整度作为反映稳定性的指标。另外,生态安全以所处生态安全格局的位置确定^[18]。

2.1.2 评价指标标准化处理 考虑到不同评价指标之间的差异性,采用赋值法对指标数据进行标准化处理,分值高低代表指标对耕地质量不同影响程度。为实现定量描述各指标对耕地质量影响程度的差异,选择不同量化标准完成从属性分值至耕地质量评价分值的转换。

(1) 自然质量。自然质量评价指标均为离散型因子,根据耕地质量等级更新及耕地地力评价工作基本原理分别建立对应的隶属度分级标准(表1)。

(2) 区位条件。耕地至农村居民点、主干道和最近城镇的距离均属于扩散型指标。从土地利用变更数据库中,获取公路线状地物和建制镇、农村居民点等面状地物,利用衰减模型得到影响耕地质量程度。其中,城镇采用指数衰减模型赋值(公式1);农村居

民点、交通主干线采用线性衰减模型赋值(公式2)。首先,给区位条件定义5个等别;设定农村居民点的最大影响半径为1500 m、规模指数为100,城镇的最大影响半径为12000 m、规模指数为100,主干道的最大影响半径为8500 m、规模指数为100,推算出3个指标的空间影响度(表1)。

$$f_i = M_i^{-r} \quad (1)$$

$$f_i = M_i(1-r) \quad (2)$$

式中: f_i 为第*i*个指标作用分值; M_i 为规模指数; r 为相对距离。

(3) 耕地稳定性。① 田块规整度:规则的耕地田块形状有利于农业机械化运作,使耕地生产经营效益得到提高。田块规整度借鉴景观生态学中的分维数FRAC表达(公式3)。分维数是描述田块边缘复杂性的表达^[19],指数越小代表形状越规则,反之则田块形状越复杂。② 耕地连片度:从景观生态学角度来说,田间道路、农田防护林、沟渠、支线公路、水塘等非农地块共同组成“可跨越性”阻隔;以干线公路、江河水系、村镇、大面积坑塘、湖泊等组成的“不可跨越性”阻隔分割了耕地景观,它们直接决定了耕地景观的连片度^[20]。因此,科学合理地选择耕地连片阈值至关重要。耕地景观的连片阈值应大于线状廊道的最大宽度值、小于“不可跨越性”阻隔廊道的最小值。田间道路为最宽线状廊道,按照高标准农田建设标准宜为3~6 m^[21],干线公路——一级公路作为“不可跨越性”阻隔廊道中的最小宽度,依据公路工程技术标准,一般为32 m^[22]。因此,耕地的连片度阈值应在6~32 m,结合余江县的耕地破碎度,本研究连片度的阈值为20 m。采用级差法(公式4)对连片度进行数据量化。③ 耕地适宜性:有些耕地即使自然质量和区位条件差点,但是周围都是耕地质量优,这种耕地适宜划入基本农田^[23],但有些耕地质量优但四周均为建设用地,这类耕地有较大被占用的可能性,不适宜划入基本农田。鉴于此,采用相邻耕地的公共边长Y与地块周长C的比值T(公式5)作为量化的标准,公共边长值越大,适宜性分值越高(表1)。

$$\text{FRAC} = \frac{2\ln(p/4)}{\ln a} \quad (3)$$

$$x_{i\text{标}} = (x_i - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (4)$$

$$T = Y/C \quad (5)$$

式中:FRAC为田块规整度; p 为地块周长; a 为地块面积; $x_{i\text{标}}$ 为第*i*项指标的标准化数值; x_i 为第*i*项指标的实际值; x_{\max} 为第*i*项指标的最大值; x_{\min} 为第*i*项指标的最小值; Y 为与相邻耕地的公共边长; C 为耕地的周长。

(4) 生态安全。参考已有研究成果^[24-26],利用景

观格局指数的指标,构建以余江县乡镇为单位的景观生态安全评价。生态安全将耕地所处的生态安全格局位置按非生态用地、生态用地过渡区、生态用地辅助区和生态核心区 4 级对应赋值(表 1)。

表 1 余江县耕地质量综合评价指标体系

因素层		因子层	指标标准化					权重	
自然质量	土壤条件	有机质含量	分值	100	80	60	40	20	0.16
			赋值标准	≥4.0%	[3,4)	[2,3)	[1,2)	<1	
		土壤 pH 值	分值	100	80	60	40	20	0.12
			赋值标准	[6.0,7.6)	[5.5,6.0)	[5.0,5.5)	[4.5,5.0)	<4.5	
	表层土壤质地	分值	100	80	60	40	20	0.16	
		赋值标准	壤土	黏土	砂土	砂质土	—		
	剖面构形	分值	100	80	60	40	20	0.15	
		赋值标准	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级		
	坡度	分值	100	80	60	40	20	0.12	
		赋值标准	≤2	2~6	6~15	15~25	>25		
	立地条件	排水条件	分值	100	80	60	40	20	0.09
			赋值标准	1 级	2 级	3 级	4 级	—	
		灌溉保证率	分值	100	80	60	40	20	0.2
			赋值标准	充分满足	基本满足	一般满足	无灌溉条件	—	
区位条件	至农村居民点的距离	分值	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.35	
		赋值标准	<300	[300,600)	[600,900)	[900,1200)	≥1200		
	至主干道的距离	分值	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.35	
		赋值标准	<1700	[1700,3400)	[3400,5200)	[5200,6900)	≥6900		
	至最近城镇距离	分值	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0.3	
		赋值标准	<580	[580,1332)	[1332,2387)	[2387,4194)	≥4194		
耕地稳定性	田块规整度	分值	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.3	
		赋值标准	<1.03	[1.03,1.08)	[1.08,1.13)	[1.13,1.18)	≥1.18		
	连片度	分值	1	0.8	0.6	0.4	—	0.4	
		赋值标准	一级	二级	三级	四级	—		
	耕地适宜性	分值	1	0.9	0.8	0.7	—	0.3	
		赋值标准	<0.242	[0.242,0.535)	[0.535,0.807)	≥0.807	—		
生态安全	综合生态安全格局	分值	1	0.9	0.8	0.7	—	1	
		赋值标准	一级	二级	三级	四级	—		

2.1.3 评价模型 采用多因素综合评价与逐级修正模型评价耕地综合质量^[27],具体模型如下:

$$M(Iq)_i=\sum_{j=1}^nM(I_j)_i\cdot W(I_j)_i\cdot f(Lc)_i\cdot f(Up)_i\cdot f(Es)_i$$

(6)

式中: $M(Iq)_i$ 为耕地地块*i*的综合作用分值; $M(I_j)_i$ 为耕地地块*i*的第*j*个自然质量指标评价分值; $W(I_j)_i$ 为耕地地块*i*的第*j*个自然质量指标权重; $f(Lc)_i$ 为耕地地块*i*的区位条件修正系数,为区位条件各指标标准化分值与该指标权重乘积之和;其中 $f(Up)_i$ 为耕地地块*i*的耕地稳定性修正系数,为耕地稳定性各指标标准化分值与该指标权重乘积之和; $f(Es)_i$ 为耕地地块*i*的生态安全性修正系数,为生态安全各指标标准化分值与该指标权重乘积之和。

2.2 局部空间自相关

局部空间自相关分析可测度耕地地块质量与其

邻近地块质量指数的空间异质性,识别耕地质量空间集聚和离散特征,其局域空间关联度指标(LISA)计算公式如下:

$$LISA_i=\frac{(x_i-\bar{x})}{S^2}\sum_{j=1}^nw_{ij}(x_i-\bar{x})\quad(i\neq j)$$

(7)

$$S^2=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n(x_i-\bar{x})^2,\quad\bar{x}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^nx_i$$

(8)

式中: w_{ij} 为空间权重矩阵的元素; x_i,x_j 为经过标准化后的耕地地块质量分值; \bar{x} 为均值; S^2 为方差。

局部 Moran's $I(I_i)$ 值在 $[-1,1]$, I_i 值可正可负,得到的 4 种空间属性值,分别为 HH(高高)、HL(高低)、LL(低低)、LH(低高)。采用 Z_i 检验^[28]对区域的局部空间自相关关系进行显著性检验。在 95% 置信区间水平下,当 $Z_i>1.96$ 时,表示高属性与高属性(HH)或低属性与低属性(LL)发生了空间集聚;当 $Z_i<-1.96$ 时,表示观测值之间存在显著负相关,则

发生空间单元为高属性的被低属性值的所包围(HL)或者空间单元为低属性的被高属性值的所包围(LH);当 $|Z_i| < 1.96$ 时,表示要素在区域内集聚不明显,呈现随机分布状态。生成空间权重矩阵有 2 种不同的方式,分别为基于邻接关系、距离关系。本文是以土地利用变更数据库中的耕地图斑为单位,基于距离方式生成空间权重矩阵。目前,在构建反距离权重矩阵时,衡量标准均为耕地单元之间的质心距离,而未考虑耕地单元之间面积差异带来的影响,同时基于反距离权重矩阵阈值的设定具有一定的主观性,将会影响空间自相关分析结果的合理性。因此,结合耕地单元面积改进反距离权重矩阵,同时采用 ArcGIS 10.2 增量空间自相关工具,以得出科学合理的距离阈值以进行空间自相关分析。

首先对耕地单元的面积进行标准化处理(公式 4),消除耕地面积差异过大带来的影响。在不同的距离阈值下,相邻单元有所不同,如果某耕地单元只有一个相邻单元或相邻单元面积均相等,即这耕地单元标准化数值为 1。标准化面积后,在反距离权重矩阵的基础上,构建改建的空间权重矩阵,公式如下:

$$W_{ij} = w_{ij} / \exp(x_{i\text{标}}) \tag{9}$$

式中: W_{ij} 为改进后 j 单元对 i 单元的空间影响权重; w_{ij} 为改进前 j 单元对 i 单元的空间影响权重; $x_{i\text{标}}$ 为标准化后的面积。

聚类即为同类间差别最小,不同类之间差别最大,采用 ArcGIS 10.2 增量空间自相关确定距离阈值为 4 250 m 时,空间聚类程度最为明显。

3 结果与分析

3.1 基于耕地综合质量的基本农田划定结果

余江县的耕地综合质量分值处于[19.82,92.00],加权平均综合分值为 54.74,平均分值以上的耕地面积占总耕地面积的 53.32%,平均分值以下的耕地面积占耕地总面积的 46.68%,表明县域耕地综合质量总体较高,但是局部空间差异较大。采用 Jenks(自然裂点法),使类内差异最小,类间差异最大,将耕地综合质量评价结

果划分为 4 个等级(图 1A):I 级分值区间(67.62,92.00]、II 级分值区间(54.57,67.62]、III 级分值区间(40.72,54.57]、IV 级分值区间[19.82,40.72]。

从总体上看,余江县有大部分耕地综合质量位于平均水平以上,耕地生产潜能较高。从空间分布来看,I 级耕地面积 5 206.5 hm^2 ,占总耕地面积的 14.42%,这类耕地自然质量、区位条件、耕地稳定性及生态安全方面综合最优,基本无约束条件显著,主要集中在中部河谷地区,从行政区尺度来看,主要分布在潢溪镇、锦江镇、平定乡和马荃镇的中心区域,处于土壤肥沃、交通水利设施齐全、且生态安全不受限制、耕地集中连片不易被占用,且 99.73% 的面积为水田;II 级耕地分布最为广泛,面积为 14 137.16 hm^2 ,占总耕地面积的 39.16%,分布于多个乡镇,主要集中在锦江镇、春涛乡、中童镇、平定乡和潢溪镇,大多分布于 I 级区域的外围区域,锦江镇位于余江县中部偏北区域,平定乡地处余江县中部偏南,这几个乡镇土壤肥沃,较 I 级区域交通水利基础设施、集中连片性、耕作便利度差一点,耕地综合质量较好;III 级耕地面积为 11 043.57 hm^2 ,占总耕地面积的 30.59%,仅次于 II 级耕地面积,空间分布较均匀,各乡镇均有分布,所占面积较大的有春涛乡、洪湖乡、马荃镇、锦江镇和中童镇,基本位于乡镇的边缘地带,自然质量差异较大,分布相对较零散,离主干道有一定的距离,耕地综合质量一般;IV 级耕地面积为 5 709.67 hm^2 ,占总耕地面积的 15.82%,集中分别于余江县南北丘陵地带,分布较偏远,且生态安全格局水平低,耕地综合质量差。将耕地综合质量分值从高到低纳入基本农田初选范围,直到达到满足鹰潭市下达的余江县基本农田保护面积不少于 28 253.34 hm^2 的指标为止。

3.2 基于耕地质量和空间集聚格局的基本农田划定结果

以耕地质量综合分值为变量,通过改进的局部空间自相关方法分析,得到余江县耕地综合质量的 LISA 集聚结果(图 1B),分析其空间集聚格局,得到以下 5 种集聚类型进行面积和数量统计(表 2)。

表 2 余江县各耕地综合质量级别 4 种空间集聚类型统计

级别	HH 型		HL 型		LH 型		LL 型		非显著型		合计/ hm^2
	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%	
I 级	5171.86	99.88	6.01	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5177.87
II 级	13292.07	93.83	810.39	5.72	63.33	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	14165.79
III 级	1269.97	11.50	636.12	5.76	5845.71	52.93	3286.03	29.76	5.73	0.05	11043.57
IV 级	0.53	0.01	2.23	0.04	1219.54	21.36	4466.41	78.23	20.95	0.37	5709.67
合计	19734.43	54.67	1454.75	4.03	7128.59	19.75	7752.44	21.48	26.68	0.07	36096.89

(1) HH 型耕地面积为 19 734.43 hm^2 ,涵盖了几乎全部综合质量为 I 级的耕地、93.83% 综合质量为 II 级的耕

地及 11.5%综合质量为Ⅲ级的耕地,主要分布在中部河谷平原,覆盖范围较为广泛,且该地块一般都具有土壤肥沃,排灌基础设施齐全,交通条件便利,耕地适宜性较好,且空间集聚程度高,且不受生态安全格局影响,应优先划入基本农田,同时该型也是高标准基本农田最佳选择对象,是该县传统农业转型为机械化、规模化和市场化的现代农业的平台和示范地区。

(2) HL 型耕地多和 HH 型保持空间相连,又被周围综合分值较低的地块所包围,这类耕地面积为 1 454.75 hm²,Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ级耕地地块覆盖了几近全部 HL 型耕地,自身保持着较高的自然质量,离综合质量较高的地块比较远,多数地块集中分布在黄庄乡、杨溪乡和马荃镇,其余少量地块分布较为零散。由于耕地综合质量较优,耕地生产潜力较高,可将该类型耕地剔除少量零散地块,择优划入基本农田,以保证基本农田为优质、集中连片的耕地。

(3) LH 型耕地多穿插于 HH 型耕地或 HL 型耕地地块之间,面积为 7 128.59 hm²,其中 82%是综合质量为Ⅱ级的耕地,主要分布在锦江镇、春涛乡、马

荃镇和中童镇等耕地分布较多的乡镇。该类耕地耕地综合质量中等,连片程度一般,多数地块与 HH 型和 HL 型耕地地块及其线公路、江河水系、村镇、大面积坑塘、湖泊等“不可跨越性”阻隔形成连片程度较大的耕地景观,少数呈零星分散状态。考虑到该区大部分以农业为主,少数非农地块穿插于其中,从集中连片性和耕地适宜性出发,该区域剔除少量零散地块后,可划入基本农田。

(4) LL 型和非显著型耕地均是综合质量为Ⅲ,Ⅳ级的耕地,其中Ⅳ级耕地所占比重更大,面积为 7 779.12 hm²。该类耕地空间集聚性强,综合质量低,多分布在离主干道和农村居民点较远的地区,且周边耕地适宜性不高,有被非农建设用地占用的风险,多分布在南部丘陵地带,坡度相对较大,不利于农业机械化发展,这两类耕地不应划入基本农田。

在空间集聚格局分析的基础上,将 HH,HL,LH 型由小至大剔除零星地块,直到满足基本农田保护面积 28 253.87 hm²,本研究划定 28 253.91 hm²,其最小地块面积为 0.3 hm²(图 1C)。

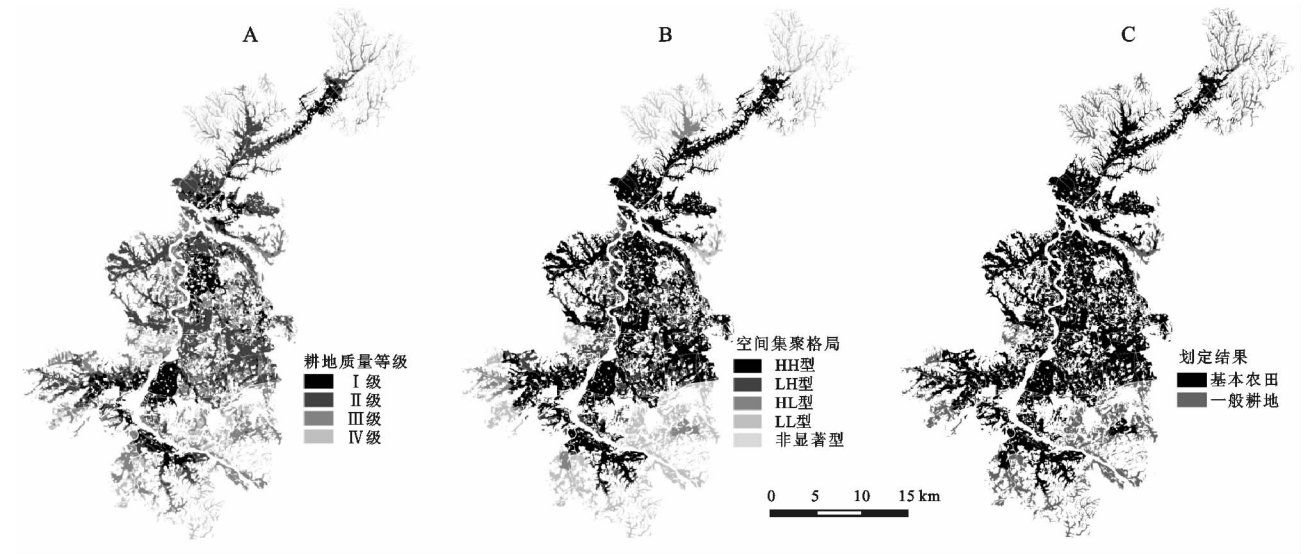


图 1 基于耕地质量和空间集聚格局的基本农田划定关键结果

3.3 结果对比分析

以耕地综合质量分值由高到低排序,直到达到上级下达的基本农田保护的指标,确定余江县入选基本农田的面积为 28 253.87 hm²,基本农田平均综合质量为 59.7,而耕地平均综合质量为 54.74。在耕地综合质量基础上,分析其空间集聚特征,并剔除零星图斑,划定的基本农田总面积为 28 253.91 hm²,平均综合质量为 59.07(表 3)。两种划定方法划定的平均基本农田质量均大于耕地平均综合质量,且质量综合差异小,说明基于耕地质量和空间集聚格局划定基本农田方法是可行的。另外,从反映基本农田形状、规模和破碎化程度的景观指数角度以分析两者的划定效应,借助

景观格局软件 Fragstats 4.2 进行分析。

表 3 两种方法划定的基本农田景观格局特征对比

划定方法	耕地综合质量		划定面积/平均斑块		斑块密度/平均斑块		平均斑块
	质量	hm ²	面积/hm ²	(m·hm ⁻²)	形状指数	分维数	
综合质量	59.70	28253.87	523.97	115.84	1.53	1.06	
空间集聚格局	59.02	28253.91	562.13	113.66	1.48	1.05	

如表 3 所示,综合质量和空间集聚格局划定的基本农田比综合质量划定的基本农田平均斑块面积增加 38.16 hm²,斑块密度、平均斑块形状指数和分维数和分别降低至 113.66,1.48,1.05,表明空间聚类格局划定的基本农田连片程度较高、地块空间形状较规则,相比耕地综合质量划定结果,空间聚类格局划定的基本农

田更有利于机械化作业,也更方便生产和管理。基于耕地质量综合评价划定基本农田方法太过于片面追求基本农田的质量,而忽略“集中连片”的具体要求,这样会导致基本农田划定后难集中管理,加大了基本农田被建设用地占用的风险。而基于耕地质量和空间集聚格局的基本农田划定既符合耕地质量优,又剔除了容易被非农占用的零星分散图斑,较好地保证了基本农田划定的稳定、优质和集中的特性。

4 讨论与结论

4.1 讨论

本文在构建耕地质量综合评价体系时,由于城镇扩张等难以量化等原因没有考虑到社会经济的发展、城镇化的扩张等会对基本农田分布产生影响。而社会经济的快速发展,城镇化的扩张容易占用耕地,使基本农田频繁的调整与补划,使得基本农田划定不严谨。如何去量化城镇发展对划定基本农田的影响还需进一步探索。

4.2 结论

(1) 从自然条件、区位条件、耕地稳定性和生态安全4个方面选取基本农田综合质量评价指标体系,结合多因素综合评价与逐级修正模型,得出耕地综合质量分值,余江县耕地综合质量分值处于19.82~92.00,局部差异大,耕地平均分值为54.74,总体质量较高,呈圈层分布,由中部河谷平原向南、北丘陵质量递减,中部河谷平原自然质量较优,区位条件、发展稳定性都比较高,且无生态安全方面限制,而南北部丘陵地带区位条件差、分布较分散且生态敏感性较高。在耕地综合质量基础上进行空间集聚分析,HH型几乎覆盖了所有的Ⅰ,Ⅱ级耕地,HL主要为Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ级耕地,LH和LL主要为Ⅲ,Ⅳ级耕地,表明空间集聚结果与耕地质量结果保持较好的一致性。

(2) 在耕地综合质量分值的基础上,根据改进的空间自相关方法分析耕地质量空间集聚分析,并将耕地划分为HH,HL,LH,LL和非显著型。其中HH型为优质和高集聚类型耕地,可作为高标准基本农田的优先选择对象;而LH型是被HH型所包围的“凹地”,在空间极化(回波)的影响下,容易被HH型耕地同化,剔除零星分散的地块后应划定为基本农田;HL型耕地主要是被LL型耕地所包围,但是LH型大多是集中连片的耕地,剔除小部分零星分散的地块后可划定为基本农田;LL和无显著型的耕地较零散分布,且LL型均为低值区,无显著型的耕地综合质量随机分布增加被转为非农用地的风险,因此不适宜划入基本农田。把HH,HL,LH型耕地并由小及大剔除零星分散地块

后,划入基本农田,其最小地块面积为0.3 hm²,且由“不可跨越性”阻隔廊道形成了边界清晰的耕地景观格局,有利于机械化作业和生产管理。

(3) 通过对比耕地质量综合评价得到的基本农田划定结果与本文提出方法的划定结果,基于景观格局指数对这两种划定结果进行验证,本文构建的基本农田划定方法在空间集聚度、斑块破碎度、空间形状方面得到优化。划定后,在空间布局上,基本农田多分布于中部河谷平原,少量位于低山岗地,且多位于交通主干道两侧,且离农居点相对较近,满足耕作的需求,并较好地满足了“集中连片”的要求,保证了基本农田优质、集中、稳定的划定要求。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 钟太洋,黄贤金,马其芳,等.区域人均基本农田需求面积测算模型及应用:以江苏省为例[J].自然资源学报,2006,21(5):717-726.
- [3] 陈文波,赵丽红,叶明珠,等.省级基本农田数量确定与指标分解方法初探[J].中国土地科学,2006,20(6):45-51.
- [4] 罗明,鞠正山,张清春.发达国家农地保护政策比较研究[J].农业工程学报,2001,17(6):165-168.
- [5] 沈明,陈飞香,苏少青,等.省级高标准基本农田建设重点区域划定力法研究:基于广东省的实证分析[J].中国土地科学,2012,26(7):28-33.
- [6] 张蕾娜,刘晓燕.农用地分等定级成果在基本农田保护中的应用研究[J].经济地理,2006,26(S1):87-88.
- [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.
- [8] 钱凤魁,土秋兵.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(3):251-255.
- [9] 任艳敏,唐秀美,刘玉,等.考虑耕地生态质量的基本农田划定方法[J].农业工程学报,2014,30(24):298-307.
- [10] 唐宽金,郑新奇,姚金明,等.基于粮食生产能力的基本农田保护区规划方法研究[J].地域研究与开发,2008,27(6):105-109.
- [11] 郭姿含,杨永侠.基于GIS的耕地连片性分析方法与系统实现[J].地理与地理信息科学,2010,26(3):59-62.
- [12] 鲁学军,武鹏达,郭旭东.二值形态闭运算在优质耕地集中连片划定中的应用[J].中国图象图形学报,2016,21(2):199-206.
- [13] 杨建宇,赵龙,徐凡,等.基于耕地连片度的高标准基本农田建设划区[J].农业机械学报,2017,48(4):142-148.
- [14] 周明,王占岐.基于耕地质量和空间聚类的县域基本农田划定:以湖北省团风县为例[J].水土保持研究,2016,23(5):316-321.

- 文时间序列未来的趋势特征[J]. 水资源与水工程学报, 2008, 19(3): 41-44.
- [17] Haslett J, Raftery A E. Space-time modelling with long-memory dependence: Assessing Ireland's wind power resource[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1989, 38(1): 1-50.
- [18] Karpouzou D K, Kavalieratou S, Babajimopoulos C. Trend analysis of precipitation data in Pieria region (Greece) [J]. Journal of South American Earth Sciences, 2013, 29(2): 464-482.
- [19] Thornthwaite C W. An approach toward a rational classification of climate[J]. Geographical Review, 1948, 38(1): 55-94.
- [20] 刘林德, 高玉葆. 论中国北方农牧交错带的生态环境建设与系统功能整合[J]. 地球科学进展, 2002, 17(2): 174-181.
- [21] 朱震达, 刘恕. 中国北方地区沙漠化过程及其治理区划[M]. 北京: 农业出版社, 1981.
- [22] 傅伯杰, 刘国华, 欧阳志云. 中国生态区划研究[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [23] 王静爱, 徐霞, 刘培芳. 中国北方农牧交错带土地利用与人口负荷研究[J]. 资源科学, 1999, 21(5): 19-24.
- [24] 李栋梁, 吕兰芝. 中国农牧交错带的气候特征与演变[J]. 中国沙漠, 2002, 22(5): 483-488.
- [25] Yue S, Pilon P, Cavadias G. Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series[J]. Journal of Hydrology, 2002, 259(1/4): 254-271.
- [26] Thornthwaite C W. An approach toward a rational classification of climate[J]. Geographical Review, 1948, 38(1): 55-94.
- [27] Melichov D. On estimation of the Hurst index of solutions of stochastic differential equations[J]. Calcified Tissue Research, 2011, 9(4): 325-330.
- [28] 所甜甜, 常军, 邱文君, 等. 中国平均最高气温突变分析[J]. 山东师范大学学报: 自然科学版, 2013, 28(2): 88-92.
- [29] 郭志梅, 缪启龙, 李雄. 中国北方地区近 50 年来气温变化特征及其突变性[J]. 干旱区地理: 汉文版, 2005, 28(2): 176-182.
- [30] 许武成, 马劲松, 王文. 关于 ENSO 事件及其对中国气候影响研究的综述[J]. 气象科学, 2005, 25(2): 212-220.



(上接第 355 页)

- [15] 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.
- [16] 涂建军, 卢德彬. 基于 GIS 与耕地质量组介评价模型划定基本农田整备区[J]. 农业工程学报, 2012, 28(2): 234-238.
- [17] 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.
- [18] 奉婷, 张凤荣, 李灿, 等. 基于耕地质量综合评价的县域基本农田空间布局[J]. 农业工程学报, 2014, 30(1): 200-210.
- [19] 蔡海生, 林建平, 朱德海. 基于耕地质量评价的鄱阳湖区耕地整理规划[J]. 农业工程学报, 2007, 23(5): 75-80.
- [20] 鲁学军, 武鹏达, 郭旭东. 二值形态闭运算在优质耕地集中连片划定中的应用[J]. 中国图象图形学报, 2016, 21(2): 199-206.
- [21] 国土资源部. 高标准基本农田建设标准 TD/T1033—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [22] 交通运输部公路局. 公路工程技术标准 JTG B01—2014[S]. 北京: 人民交通出版社, 2014.
- [23] 土思远, 刘纪远, 张增祥, 等. 中国土地利用时空特征分析[J]. 地理学报, 2001, 56(6): 631-639.
- [24] 裴欢, 魏勇, 王晓妍, 等. 耕地景观生态安全评价方法及其应用[J]. 农业工程学报, 2014, 30(9): 212-219.
- [25] 韩振华, 李建东, 殷红, 等. 基于景观格局的辽河三角洲湿地生态安全分析[J]. 生态环境学报, 2010, 19(3): 701-705.
- [26] Yu G M, Zhang S, Yu Q W, et al. Assessing ecological security at the watershed scale based on RS/GIS: A case study from the Hanjiang River Basin[J]. Assessment, Stochastic Environmental Research & Risk, 2014, 28(2): 307-318.
- [27] 土新盼, 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.
- [28] 杨慧. 空间分析与建模[M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.