

doi: 10.3969/j.issn.0490-6756.2018.03.035

基于 ArcGIS 和熵值法的四川省各市州 耕地利用集约度时空差异研究

赵曦, 陈静

(武汉大学资源与环境科学学院, 武汉 430079)

摘要: 本文基于熵值法和四川省复杂多样的地形, 构建了包括“投入强度”、“利用强度”、“产出强度”和“可持续状况”这四个准则层, 共 12 个指标的评价体系, 以五年为一个跨度, 计算出四川省各市州 2006~2016 年这十年的耕地利用集约度. 运用标准差椭圆法, 基于 ArcGIS10.2 软件, 直观地展示了这三个时间截面上耕地利用集约度的空间分布差异和变化状况. 研究结果显示: (1) 四川省耕地利用集约度较高的市州位于中部偏东, 其范围与成都平原基本吻合, 中心位于资阳市的西北部并逐渐向东南移动, 最大偏移距离为 48 km; (2) 2006~2011 年, 东北—西南轴上的市州耕地利用集约度普遍高于东南—西北方向上的市州, 但逐渐放缓; 2016 年的标准差椭圆在各方向的差异进一步缩小. (3) 四川省各市州的耕地利用集约度在三个时间截面的标准差分别为 3.286, 2.474 和 1.961, 区域之间的集约利用程度趋于平衡.

关键词: 耕地利用集约度; 熵值法; 标准差椭圆; 四川省各市州

中图分类号: Q141

文献标识码: A

文章编号: 0490-6756(2018)03-0625-07

The research of the cities' temp-spatial disparity of arable land use intensity in Sichuan province based on entropy and ArcGIS

ZHAO Xi, CHEN Jing

(School of Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, 430079)

Abstract: Based on the Entropy method and the complicated landform in Sichuan Province, an evaluation system containing four criteria layers and nine indexes was established in this paper, the four criteria layers are input intensity, utilization intensity, output intensity and sustainability intensity. The arable land use intensities in the year 2006-2016 has been calculated every five years. The SDE was utilized to reveal the spatial disparities among cities and their changes with ArcGIS10.2. The research suggested that: (1) The arable land use intensities are higher in those cities located in the middle and east of Sichuan Province, mainly on the Chengdu Plain, and the centers of the three SDEs are all in the north-western Ziyang City, and moved 48 km to southeast for most. (2) Between the year 2006 and 2011, the values of intensity in northeast-southwestern cities had been higher than those in the other directions, and the disparities had decreased slightly all the way to 2016. (3) The standard deviations in 2006, 2011 and 2016 are 3.286, 2.474 and 1.961 respectively, which suggested a more balanced intensive arable land use between regions in Sichuan Province.

收稿日期: 2017-04-28

基金项目: 国家自然科学基金(41501444)

作者简介: 赵曦(1966-), 女, 湖北京山人, 副教授, 主要从事经济地理学与区域规划等的研究. E-mail: mixi51@163.com.

通讯作者: 陈静. E-mail: JaneChen025@163.com.

Keywords: Arable land use intensity; The entropy method; Standard deviational ellipse; Cities in Sichuan province

1 引言

耕地作为重要的自然资源,是有限且不可再生的。随着城市化不断发展,耕地越来越少,人地矛盾日趋尖锐。马克思的级差地租理论启示我们,为了保证粮食安全,在保证耕地数量的同时,还可以进一步挖掘耕地潜力,实现耕地集约利用^[1]。近年来,耕地集约利用日益受到关注,相关研究也较多,但主要着眼于耕地集约利用的现状评价^[2-4],对耕地集约利用的时空分析^[5-6],耕地集约利用的驱动机制^[7-9]和影响因素^[10-11],以及城市化对耕地集约利用的影响^[12-13]等方面,针对耕地利用集约度差异变化状况的较少。目前针对耕地集约利用的研究多采用模糊综合评价法,主成分分析法,层次分析法(AHP)和德尔菲法等传统方法,且在得出各研究单元的土地利用集约度之后直接对数字进行分析和阐述,显得不够直观。

四川省地处长江上游,其水土保持状况对长江的生态平衡和长江中下游人民的生命财产安全都有着至关重要的作用。近年来,为了响应国家保持长江上游生态平衡的号召,四川省开始大力实施“退耕还林”政策;同时,城市化的不断发展也大量占用耕地,使得省内耕地数量越来越少。因此,在全省范围内加强耕地的集约利用,提高耕地利用效益,对保证四川乃至全国人民的粮食安全,维护社会的稳定,具有重要作用。

本文以四川省各地级市为研究单元,选取了2006,2011,2016这三个年份的统计数据,运用熵值法和ArcGIS,探究并直观地揭示了四川省各市州近十年来的土地集约利用程度的差异变化及其中心的偏移,以期为当地政府的耕地利用和保护政策提供决策参考。

2 材料与方法

2.1 材料

2.1.1 研究区概况 四川省位于中国西南部(97°21'E—108°31'E,26°03'N—34°19'N),东接重庆,北邻陕甘,西连西藏,南毗云贵。省内地形多样,高原和山地占总面积的81.64%,丘陵12.87%,而平原仅占总面积的5.29%。截至2016年底,其总面积为48.14万km²,其中耕地面积为5.95万km²;

总人口为9159.1万人,从事种植业的人口占总人口的71%,是我国重要的农业大省。

2.1.2 指标体系的建立和数据来源 本文旨在探究四川省各地级市的耕地集约利用的空间差异及其动态变化情况,因此选用的指标必须要能够完整地表征各地级市的耕地集约利用程度,且指标之间有机联系,避免任意性和孤立性,即指标的选择必须满足可获得性,系统性和科学性的原则(表1)^[14-15]。本次研究的数据主要来源于2007年,2012年,2017年的《四川统计年鉴》,《中国农垦年鉴》,《四川农村年鉴》,《中国发展报告》等统计资料和其中一些市州的政府及相关部门的网站。

2.2 方法

2.2.1 熵值法 熵由德国物理学家克劳修斯提出,最初主要用来测量动力学方面不能做功的能量总量,同时也可以用来计算一个系统的混乱程度,熵值越大,该系统的混乱程度越大,其可靠性越小,权重也就越小^[16],熵值越小则权重越大。因此,在进行耕地利用集约度评价时,可以根据各指标的差异程度^[17],通过熵值法计算出各指标的权重,进而计算出各市州耕地的相对集约程度,其计算步骤如下。

(1)模型的建立。假设需对m个对象进行评价,每个对象包含n个指标,则可建立模型如下:

$$U = (x_{ij})_{m \times n} \quad (1)$$

式(1)中的 x_{ij} 为第*i*个研究对象的第*j*项指标值。

(2)指标的标准化处理。要使不同单位的数据具有可比性,必须对其进行标准化处理,本文选取的评价指标(表1)与耕地利用集约度均呈正相关关系,因此可直接选用总和标准化法,其计算公式为:

$$X_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

标准化后的结果如表2~表4所示。

(3)熵值的计算。在上一步的基础上,可进一步计算出第*j*项指标的熵值为:

$$e_j = -K \cdot \sum_{i=1}^m X_{ij} \ln X_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

式中 $K > 0, e_j \geq 0$ 。

因为本次研究中的数据是无序的,所以

$$K = \frac{1}{\ln m} \tag{4}$$

然后计算第 j 项指标的偏离程度系数为:

$$g_j = 1 - e_j \tag{5}$$

(4)权重的计算. 第 j 项指标的权重系数为:

$$W_j = g_j / \sum_{j=1}^n g_j \tag{6}$$

(5)集约度的计算. 在得出标准化后的值 X_{ij} 和每项评价指标的权重 W_j 之后, 将其相乘, 便可得到第 i 个对象第 j 项评价指标的效益值:

$$f_{ij} = W_j \cdot X_{ij} \tag{7}$$

则第 i 个样本即本文中的第 i 个市区的耕地利用的集约程度为:

$$F_{ij} = \sum_{j=1}^n f_{ij} (j = 1, 2, \dots, n) \tag{8}$$

由于本文采取的是总和标准化法, 因此有:

$$\sum_{i=1}^m F_{ij} = 1 \tag{9}$$

2.2.2 标准差椭圆分析法 标准差椭圆法(SDE)的核心是确定一个方向, 使所有的离散点到这个方向的标准差距离最小, 并以此方向为轴, 确定一个能够反映各离散点分布信息的椭圆. SDE 共包含四个要素: ①圆心(用来反映研究对象在空间上分

布的相对中心), 本文中的圆心是将各市州的几何中心作为相应要素的空间位置来计算的, 其公式为:

$$SDE_x = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - X)2/n}$$

$$SDE_y = \sqrt{\sum_{i=1}^m (y_i - Y)2/n} \tag{10}$$

式中, SDE_x 和 SDE_y 分别表示椭圆圆心的横、纵坐标; x_i 和 y_i 为各要素所在的空间位置, 本文选择的是各市州的几何中心, \bar{X} 和 \bar{Y} 代表各要素的算术平均中心.

②方位角(用来反映研究对象在空间分布的主要延伸方向, 也即是上文提到的目标方向), ③长半轴与④短半轴(分别表示研究对象在主次两个方向上的离散程度)^[1, 18-19].

3 结果与分析

3.1 基于熵值法的结果分析

根据熵值法, 可得四川省各市州 2006 年, 2011 年, 2016 年这三个年份的耕地利用指标权重如表 1 所示, 各年份的指标标准化结果如表 2~4 所示, 集约度如表 5 和图 1 所示.

表 1 指标体系及权重值

Tab. 1 The system of indicators and their weights

准则层	指标层	计算方法	权重值		
			2006	2011	2016
投入强度	单位面积劳力投入(x_1)	种植业就业人口总数/耕地总面积	0.0191	0.0221	0.0216
	单位面积动力投入(x_2)	农业机械动力投入总量/耕地总面积	0.0730	0.0802	0.0745
	单位面积化肥投入(x_3)	化肥投入总量/耕地总面积	0.0853	0.1056	0.1165
利用强度	复种指数(x_4)	农作物播种面积/耕地总面积	0.0005	0.0431	0.0342
	机收指数(x_5)	机收面积/耕地总面积	0.5432	0.4576	0.3907
	灌溉指数(x_6)	有效灌溉面积/耕地总面积	0.0409	0.0484	0.1051
产出强度	地均产值(x_7)	种植业总产值/耕地总面积	0.0513	0.0514	0.0496
	劳均产值(x_8)	种植业总产值/种植业人口总数	0.0439	0.0458	0.0413
	粮食安全系数(x_9)	人均粮食占有量/400kg	0.0301	0.0174	0.0342
可持续状况	平衡指数(x_{10})	年末耕地总量/年初耕地总量	0.0000	0.0002	0.0001
	人均耕地(x_{11})	耕地总面积/人口总数	0.0381	0.0363	0.0393
	非农指数(x_{12})	非农业人口数/人口总数	0.0751	0.0919	0.0930

表 2 2006 年各指标标准化后的值

Tab. 2 The standard values of different cities in 2006

市区名称	投入强度			利用强度			利用效益			持续状况		
	劳力投入指数	动力投入指数	单位化肥投入	复种指数	机收指数	灌溉指数	地均产值	劳均产值	粮食安全系数	平衡指数	人均耕地	非农指数
成都	0.043	0.047	0.045	0.048	0.221	0.074	0.081	0.089	0.032	0.047	0.031	0.109
自贡	0.050	0.036	0.051	0.047	0.002	0.044	0.055	0.052	0.051	0.048	0.040	0.062
攀枝花	0.045	0.106	0.075	0.048	0.020	0.062	0.065	0.069	0.027	0.047	0.029	0.113
泸州	0.054	0.035	0.036	0.047	0.003	0.040	0.042	0.037	0.052	0.048	0.043	0.036
德阳	0.044	0.046	0.073	0.047	0.251	0.061	0.065	0.070	0.065	0.048	0.049	0.045
绵阳	0.040	0.037	0.054	0.048	0.049	0.057	0.051	0.060	0.052	0.048	0.052	0.051
广元	0.043	0.049	0.051	0.048	0.055	0.040	0.041	0.045	0.057	0.048	0.052	0.042
遂宁	0.056	0.039	0.067	0.048	0.039	0.061	0.056	0.047	0.050	0.048	0.040	0.041
内江	0.059	0.042	0.053	0.047	0.000	0.051	0.046	0.037	0.044	0.048	0.038	0.040
乐山	0.049	0.058	0.039	0.048	0.027	0.049	0.041	0.039	0.038	0.047	0.043	0.053
南充	0.056	0.037	0.059	0.047	0.016	0.053	0.041	0.035	0.051	0.048	0.040	0.042
眉山	0.042	0.052	0.058	0.048	0.079	0.076	0.043	0.048	0.063	0.048	0.050	0.050
宜宾	0.050	0.038	0.038	0.047	0.001	0.035	0.041	0.039	0.055	0.048	0.046	0.037
广安	0.065	0.037	0.048	0.048	0.043	0.042	0.049	0.035	0.047	0.048	0.037	0.031
达州	0.055	0.033	0.054	0.048	0.031	0.043	0.055	0.047	0.053	0.048	0.042	0.036
雅安	0.058	0.112	0.066	0.048	0.026	0.057	0.079	0.065	0.048	0.047	0.038	0.046
巴中	0.058	0.045	0.066	0.047	0.034	0.036	0.043	0.035	0.055	0.048	0.040	0.033
资阳	0.043	0.031	0.024	0.047	0.036	0.044	0.036	0.039	0.057	0.048	0.056	0.028
阿坝州	0.034	0.062	0.012	0.048	0.006	0.023	0.019	0.026	0.023	0.047	0.065	0.044
甘孜州	0.024	0.034	0.002	0.048	0.026	0.022	0.013	0.025	0.023	0.048	0.097	0.035
凉山州	0.033	0.024	0.028	0.047	0.035	0.029	0.041	0.059	0.057	0.048	0.073	0.026

表 3 2011 年各指标标准化后的值

Tab. 3 The standard values of different cities in 2011

市区名称	投入强度			利用强度			利用效益			持续状况		
	劳力投入指数	动力投入指数	单位化肥投入	复种指数	机收指数	灌溉指数	地均产值	劳均产值	粮食安全系数	平衡指数	人均耕地	非农指数
成都	0.041	0.047	0.040	0.024	0.155	0.074	0.075	0.087	0.035	0.043	0.028	0.113
自贡	0.047	0.032	0.048	0.047	0.005	0.045	0.051	0.051	0.049	0.048	0.042	0.062
攀枝花	0.037	0.073	0.052	0.024	0.015	0.053	0.048	0.062	0.041	0.049	0.037	0.100
泸州	0.056	0.037	0.037	0.052	0.021	0.044	0.043	0.036	0.046	0.048	0.042	0.035
德阳	0.044	0.045	0.081	0.036	0.176	0.060	0.065	0.070	0.063	0.048	0.048	0.051
绵阳	0.040	0.043	0.057	0.035	0.094	0.056	0.049	0.058	0.058	0.048	0.053	0.052
广元	0.041	0.066	0.052	0.052	0.061	0.040	0.036	0.041	0.059	0.048	0.055	0.042
遂宁	0.055	0.033	0.070	0.044	0.057	0.059	0.055	0.047	0.044	0.048	0.041	0.043
内江	0.058	0.037	0.055	0.046	0.001	0.054	0.059	0.048	0.039	0.048	0.039	0.041
乐山	0.047	0.059	0.047	0.040	0.028	0.051	0.050	0.050	0.042	0.048	0.043	0.059
南充	0.056	0.033	0.059	0.047	0.016	0.053	0.052	0.043	0.046	0.048	0.041	0.042
眉山	0.043	0.057	0.066	0.029	0.100	0.079	0.046	0.051	0.057	0.048	0.049	0.050
宜宾	0.052	0.037	0.032	0.054	0.003	0.040	0.043	0.039	0.051	0.048	0.045	0.036
广安	0.064	0.043	0.047	0.062	0.073	0.042	0.051	0.038	0.042	0.048	0.038	0.034
达州	0.053	0.030	0.051	0.059	0.043	0.041	0.051	0.045	0.047	0.048	0.044	0.036
雅安	0.061	0.121	0.067	0.048	0.020	0.058	0.072	0.056	0.031	0.049	0.036	0.046
巴中	0.060	0.043	0.068	0.072	0.037	0.038	0.041	0.032	0.044	0.048	0.040	0.033
资阳	0.045	0.029	0.025	0.074	0.015	0.035	0.042	0.045	0.048	0.047	0.054	0.031
阿坝州	0.034	0.059	0.013	0.049	0.013	0.024	0.018	0.025	0.042	0.047	0.066	0.042
甘孜州	0.030	0.044	0.003	0.044	0.031	0.023	0.015	0.024	0.051	0.047	0.084	0.028
凉山州	0.035	0.034	0.030	0.062	0.035	0.029	0.039	0.053	0.065	0.048	0.073	0.023

表4 2016年各市州数据标准化后的值

Tab.4 The standard values of different cities in 2016

市区名称	投入强度			利用强度			利用效益			持续状况		
	劳力投入指数	动力投入指数	单位化肥投入	复种指数	机收指数	灌溉指数	地均产值	劳均产值	粮食安全系数	平衡指数	人均耕地	非农指数
成都	0.042	0.047	0.036	0.044	0.120	0.073	0.072	0.081	0.036	0.047	0.027	0.109
自贡	0.046	0.033	0.050	0.045	0.007	0.048	0.048	0.049	0.043	0.048	0.043	0.060
攀枝花	0.037	0.067	0.052	0.034	0.021	0.060	0.050	0.064	0.025	0.048	0.038	0.092
泸州	0.048	0.039	0.041	0.045	0.029	0.046	0.046	0.044	0.050	0.049	0.044	0.053
德阳	0.044	0.043	0.077	0.050	0.163	0.058	0.053	0.058	0.044	0.047	0.048	0.053
绵阳	0.040	0.047	0.064	0.047	0.095	0.056	0.055	0.061	0.038	0.048	0.052	0.052
广元	0.041	0.063	0.053	0.050	0.051	0.037	0.035	0.040	0.064	0.048	0.056	0.041
遂宁	0.054	0.031	0.069	0.054	0.060	0.072	0.049	0.043	0.044	0.048	0.041	0.045
内江	0.059	0.038	0.056	0.055	0.006	0.055	0.060	0.048	0.038	0.048	0.039	0.040
乐山	0.047	0.060	0.048	0.048	0.033	0.063	0.048	0.048	0.050	0.047	0.043	0.059
南充	0.057	0.034	0.054	0.060	0.017	0.005	0.053	0.044	0.067	0.048	0.041	0.041
眉山	0.044	0.057	0.065	0.051	0.097	0.071	0.047	0.051	0.042	0.048	0.049	0.050
宜宾	0.055	0.039	0.028	0.045	0.008	0.051	0.046	0.040	0.042	0.047	0.045	0.034
广安	0.065	0.048	0.047	0.057	0.076	0.041	0.054	0.041	0.043	0.047	0.037	0.035
达州	0.052	0.031	0.053	0.054	0.040	0.036	0.056	0.050	0.071	0.048	0.046	0.036
雅安	0.061	0.117	0.068	0.064	0.032	0.068	0.072	0.056	0.038	0.047	0.036	0.048
巴中	0.058	0.043	0.067	0.058	0.044	0.041	0.031	0.025	0.056	0.048	0.041	0.036
资阳	0.046	0.034	0.025	0.055	0.015	0.048	0.041	0.043	0.065	0.047	0.054	0.031
阿坝州	0.035	0.050	0.016	0.027	0.012	0.021	0.020	0.027	0.054	0.048	0.067	0.039
甘孜州	0.031	0.043	0.003	0.019	0.040	0.017	0.020	0.030	0.048	0.048	0.082	0.025
凉山州	0.037	0.036	0.028	0.039	0.034	0.033	0.043	0.055	0.042	0.048	0.072	0.021

分析可知:(1)2006年耕地利用集约度的最高值是0.163,最低值0.019,差值为0.144,最大值为最小值的8.58倍,且集约度的标准差为3.286,说明2006年各市州的耕地集约度的差异明显,分布极不均衡,这与当时四川省的经济发展不均衡状况有着密切的关系。2011年,耕地利用集约度的最大值为0.112,最小值为0.023,差值为0.089,差了4.87倍,柱状图中各市州的值高低差异较大,各市州的集约度方差下降为2.474,说明各市州的集约度差异虽有所下降,但依然明显,即各市州的耕地利用集约度的平衡性比2006年有所增加;2016年耕地利用集约度的最大值为0.099,最小值为0.025,差值为0.074,比前两个年限都有了明显的下降,且各市州集约度的标准差进一步下降到1.961,柱状图中的差异也进一步缩小,即2016年四川省各市州的耕地利用集约度的差异进一步缩小,表明近十年来,四川省各市州的耕地利用集约度进一步趋于平衡。这与近十年四川省内多条铁路和高

速公路的投入使用及经济的不断均衡发展有着密不可分的关系。

(2)总体来看,2006-2016年集约度较高的市州为:德阳市、成都市、绵阳市、遂宁市、雅安市、眉山市等,而较低的为自贡市、宜宾市、甘孜藏族自治州、阿坝藏族自治州等市州。究其原因,一方面,成都、德阳等市位于成都平原及周边,地形平坦,土壤肥沃,便于农业机器的运用和推广,且良好的经济基础和农业基础有利于耕地农作物的旱涝保收;雅安市降雨充沛,灌溉条件好,人均耕地较少,人地矛盾突出,刺激农民增加农业机械动力和化肥等的投入,进而提高了耕地利用的集约度。另一方面,甘孜、阿坝等市州位于川西的山区,地势起伏,交通不便,不宜农业机械的使用,化肥的成本也比其他市州高;同时这些市州内有很多耕地位于海拔较高的地区,土壤和气候条件相对恶劣,农作物的产量低,加之国家生态保护政策的推行,导致很多农民弃耕转牧,这些因素都阻碍了耕地利用集约

度的提高。自贡、泸州等市则由于人均耕地多,使得农民对耕地的投入较少,集约度较低。

表 5 四川省各市州三个年限的耕地利用集约度

Tab. 5 The cities' arable land use intensities of three years in Sichuan

市州名称	2006 年集约度 ($\sigma = 3.286$)	2011 年集约度 ($\sigma = 2.474$)	2016 年集约度 ($\sigma = 1.961$)
成都	0.150	0.104	0.084
自贡	0.024	0.028	0.032
攀枝花	0.045	0.039	0.044
泸州	0.020	0.032	0.038
德阳	0.163	0.112	0.099
绵阳	0.050	0.071	0.069
广元	0.051	0.054	0.049
遂宁	0.044	0.053	0.056
内江	0.021	0.026	0.032
乐山	0.036	0.040	0.046
南充	0.030	0.033	0.031
眉山	0.068	0.076	0.072
宜宾	0.019	0.023	0.028
广安	0.042	0.058	0.055
达州	0.037	0.043	0.043
雅安	0.045	0.044	0.053
巴中	0.039	0.043	0.046
资阳	0.036	0.028	0.030
阿坝州	0.019	0.025	0.025
甘孜州	0.027	0.030	0.032
凉山州	0.036	0.037	0.035

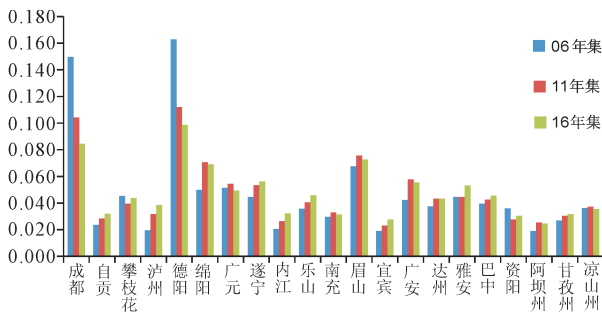


图 1 四川省各市州三个年限的耕地利用集约度柱状图
Fig. 1 The histogram of cities' arable land use intensities from three different years in Sichuan

3.2 基于标准差椭圆的结果分析

本文研究所选的三个年限的标准差椭圆结果如图 2 所示,可以发现,(1)2006 年和 2011 年的标准差椭圆其长半轴都向东北——西南方向延伸且椭圆的中心都在中部偏东,表明这一时间段内东北——西南方向上的市州的耕地利用集约度比东

南——西北方向上的市州的耕地利用集约度更高且都向中东部相对集中.出现这种情况的原因主要是该时段内,东北——西南方向上的市州的经济和农业基础较好或者人地矛盾更紧张,农民对耕地的投入更多.(2)从 2006 年到 2016 年,椭圆的短轴与长轴之比越来越接近于 1,其形状越来越接近圆,尤其是 2011 至 2016 年变化十分明显.这说明,自 2006 年以来,四川省各市州的耕地利用集约度越来越平衡,到 2016 年平衡度显著提高,尤其是东南——西北方向上的市州耕地利用的集约程度大大提高.



图 2 基于标准差椭圆的各年限耕地利用集约度平衡状况图
Fig. 2 The figure of arable land use intensity disparities in different years based on SDE

导致地区间耕地利用集约度越来越平衡的主要原因如下:①四川省经济近年来不断纵深发展,各市州都根据自身优势大力发展本市地方经济,在这一过程中,各市州特别是边远山区的交通状况得到很大改善,电网日益发达,农业机械也逐渐普及.②“土地整理”项目的施行,很大程度上改善了农村的交通状况和灌溉设施,还改善了耕地的耕作状况.③一些地级市如宜宾,泸州等,近几年来由于城市化进程不断加快,耕地迅速减少,人地矛盾加剧,促使农民增加了对耕地的投入,由此提高了耕地利用的集约度.④自 2015 年起,精准扶贫政策开始实施.在这一政策下,大量的化肥、农具及农机等被赠送给农民,一方面增加了对耕地的投入,另一方面也大大提高了农民的生产积极性,使得一些边远市州的耕地利用集约度得到提高,而自 2006 年以来集约度就较高的市州经济基础较好,受精准扶贫政策的影响较小,这导致了各市州的耕地利用集约度的差距大幅度减小,是 2016 年耕地利用集约度的分布平衡情况发生巨大变化的主要原因.

4 结 论

本文通过对四川省各市州 2006, 2011, 2016 这三个年限的耕地利用集约度进行计算分析, 得到如下结论:

(1) 总体来说, 四川省耕地利用集约度较高的市州主要集中在中部偏东, 与成都平原的范围大致吻合, 其集约度的中心位于资阳市的西北部且逐渐向东南方向移动, 表明东南部的市州耕地利用集约度提高的速度比其他方向的市州更快。

(2) 2006 年-2011 年, 东北——西南轴上的市州的耕地利用集约度普遍高于东南——西北方向上的市州, 这种差异在该时间段内有放缓的趋势, 但变化不显著。

(3) 到 2016 年, 各市州的耕地利用集约度差异已不明显, 各市州的集约度的标准差由 2006 年的 3.826 和 2011 年的 2.474 下降到了 1.961, 分别下降了 48.75% 和 20.74%, 表明区域之间的集约利用程度趋于平衡。

参考文献:

- [1] 熊小青, 廖和平. 基于熵值法的耕地集约利用评价[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2009, 34: 236.
- [2] 魏永东, 温学飞, 马锋茂, 等. 宁夏盐池县基于熵值法的耕地集约利用评价[J]. 中国农学通报, 2011, 27: 21.
- [3] 罗华艳. “生态集约型”耕地利用评价研究——以钦州和合浦县为例[J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37: 15.
- [4] Shriar A J. Agricultural intensity and its measurement in frontier regions[J]. *Agroforestry Systems*, 2000, 49: 301.
- [5] 徐亚辉, 潘瑜春, 刘玉, 等. 海南省耕地集约利用水平的时空分异研究[J]. 首都师范大学学报: 自然科学版, 2016, 37: 78.
- [6] 刘玉, 郝星耀, 潘瑜春, 等. 河南省耕地集约利用

- 时空分析及分区研究[J]. 地理科学, 2014, 34: 1219.
- [7] Wang G G, Liu Y S, Li Y R, *et al.* Dynamic trends and driving forces of land use intensification of cultivated land in China[J]. *J Geog Sci*, 2015, 25: 45.
- [8] 刘颖, 周宝同, 于晓凤, 等. 21 世纪以来四川省耕地变化驱动因素及耕地利用效率定量研究[J]. 四川农业大学学报, 2015, 33: 237.
- [9] 祝小迁, 程久苗, 费罗成. 安徽省耕地集约利用及其驱动力分析[J]. 中国土地科学, 2009, 23: 11.
- [10] 吴郁玲, 顾湘, 周勇. 农户视角下湖北省耕地集约利用影响因素分析[J]. 中国土地科学, 2012, 26: 50.
- [11] 李兆亮, 杨子生, 邹金浪. 我国耕地利用集约度空间差异及影响因素研究[J]. 农业现代化研究, 2014, 35: 88.
- [12] 柯新利, 马才学. 城镇化对耕地集约利用影响的典型相关分析及其政策启示[J]. 中国土地科学, 2013, 27: 4.
- [13] 邹金浪, 杨子生. 不同城市化水平下中国粮食主产区耕地集约利用差异及其政策启示——以江西省和江苏省为例[J]. 资源科学, 2013, 35: 37.
- [14] 张玉, 王正勇, 滕奇志, 袁晓. 自适应分数阶微分的图像增强及应用[J]. 四川大学学报: 自然科学版, 2015, 52: 93.
- [15] 郑华伟. 基于改进熵值法的耕地利用集约度评价[J]. 新疆农垦经济, 2010, 4: 3.
- [16] Wang B, Shi W, Miao Z. Confidence analysis of standard deviational ellipse and its extension into higher dimensional euclidean space[J]. *PLOS One*, 2015, 10: 1.
- [17] 陈安, 赵曦. 中部六省市域经济发展时空差异演变研究[J]. 华中师范大学学报: 自然科学版, 2015, 49: 778.
- [18] 张军, 李晓东. 新疆建设兵团耕地集约利用评价研究[J]. 新疆农业科学, 2009, 46: 375.
- [19] 荆延德, 张全景, 吕晓, 等. 山东省西部经济隆起带耕地集约利用评价与空间分异研究[J]. 水土保持通报, 2015, 6: 260.