

## 贵港市耕地压力时空差异及影响因素研究

禰首华, 周兴\* (广西师范学院国土资源与测绘学院, 广西南宁 530001)

**摘要** 通过引入耕地压力指数模型及最小人均耕地面积, 构建指标体系, 测算贵港市 2007—2016 年的耕地压力状况, 分析影响贵港市耕地压力的社会经济因素。得到如下结论: 贵港市耕地压力呈波浪式上升趋势, 说明为保证粮食安全耕地正面临着越来越大的压力; 贵港市港南区、港北区、覃塘区、桂平市、平南县 5 县区耕地压力区域差异明显, 耕地压力最高为港北区, 达到高压等级, 耕地压力最低为港南区; 通过相关性和主成分分析发现, 影响耕地压力的社会经济因素主要包括农林牧渔业总产值、第一产业产值等。基于贵港市耕地压力时空差异特点, 提出相关建议。

**关键词** 耕地压力; 时空差异; 贵港市

**中图分类号** F301.2 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2019)08-0069-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.08.018



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Study on Temporal and Spatial Difference of Cultivated Land Pressure and Its Influencing Factors in Guigang City

XUAN Shou-hua, ZHOU Xing (College of Land Resources and Surveying and Mapping, Guangxi Normal University, Nanning, Guangxi 530001)

**Abstract** By introducing the cultivated land pressure index model and the minimum per capita cultivated land area, we constructed an index system to measure the cultivated land pressure in Guigang City from 2007 to 2016, and analyzed the socio-economic factors influencing the cultivated land pressure in Guigang City. The following conclusions were drawn: the cultivated land pressure of Guigang City showed a wave upward trend, indicating that the cultivated land was facing more and more pressure to ensure food security; there were obvious regional differences in cultivated land pressure between Gangnan District, Gangbei District, Qintang District, Guiping City, Pingnan County and other 5 counties of Guigang City. The highest cultivated land pressure was Gangbei District, reaching high pressure level, and the lowest cultivated land pressure was Gangnan District. Through correlation and principal component analysis, it was found that the socio-economic factors that influence the pressure of cultivated land mainly included the gross output value of agriculture, forestry, animal husbandry, fishery, primary industry and so on. Based on the temporal and spatial differences of cultivated land pressure in guigang city, some suggestions were put forward.

**Key words** Cultivated land pressure; Temporal and spatial differences; Guigang City

耕地资源是农业的命脉, 是保障国家粮食安全的基础, 粮食的生产与安全深受耕地资源变化的影响。我国人口众多, 耕地资源十分匮乏, 随着我国城市外延式发展的增快, 城市规模的不断扩张, 大量城市周边的优质耕地转换为建设用地, 耕地资源的稀缺性日益凸显, 耕地资源压力越来越大。因此, 深入探讨耕地资源压力的时空差异成为土地资源研究领域的热点之一。许多学者对此进行了研究, 国内学者在研究测算耕地压力的同时, 也深入挖掘了耕地压力产生的原因及驱动力, 并对未来一段时间的发展趋势进行预测。胡聪等<sup>[1]</sup>通过收集 1984—2013 年湖南省人口总量、耕地面积等相关数据, 基于最小人均耕地面积和耕地压力指数模型及分析预测, 研究了湖南省耕地资源的变化和粮食生产特征及趋势。班立国等<sup>[2]</sup>在测算耕地压力的同时, 运用灰色 GM(1, 1) 模型预测了吉林省 2017—2027 年的耕地压力指数趋势。现有研究中, 以省域作为研究尺度占绝大多数, 以市域及县域作为研究尺度研究其耕地压力动态变化及其影响因素则相对较少。笔者从市域的角度出发, 基于贵港市 2007—2016 年的数据, 引入最小人均耕地面积及耕地压力指数模型, 并运用 ArcGIS 10.2 软件, 分析贵港市 10 年间人口、耕地面积、耕地压力指数的时空变化规律, 探究其影响因素, 为贵港市耕地保护措施提供理论参考。

## 1 研究区概况

贵港市位于广西东南部, 地处西江流域中游, 浔江平原中部。下辖港北区、港南区、覃塘区等 5 个县区, 共 74 个乡镇级行政单位, 国土面积 106.06 km<sup>2</sup>。北回归线横贯贵港中部, 属亚热带季风气候区, 年均气温 21.5 °C, 年均降雨 166 d, 年均降雨量 1 600 mm, 无霜期 353 d。2016 年末总人口 554.90 万, 人口密度较大。贵港市地势平坦, 物产丰富, 是广西壮族自治区重要的粮食生产基地, 石硌龙眼、荔枝、莲藕、瘦肉型猪等农产品在国内外都享有盛名。

## 2 数据来源及研究方法

**2.1 数据来源** 数据主要来源于 2008—2017 年《广西统计年鉴》、2008—2017 年《贵港统计年鉴》、2008—2017 年《贵港年鉴》及 2008—2017 年政府工作报告, 地图数据来源于 1:20 000 国家基础地理数据。

### 2.2 研究方法

**2.2.1 耕地压力指数。** 耕地压力指数是指最小人均耕地面积与实际人均耕地面积的比值(用  $K$  表示), 该指数主要通过人均占有耕地(人均占有耕地)与粮食生产(耕地需求)两方面之间的关系来判断, 其可反映一个区域内耕地资源的紧张程度<sup>[3]</sup>, 是目前该研究方向较为通用的算法。耕地压力指数计算公式如下<sup>[4]</sup>:

$$K = S_{\min} / S \quad (1)$$

式中,  $S_{\min}$  为保证粮食安全前提下耕地的最小需求量 (hm<sup>2</sup>/人), 即最小人均耕地面积;  $S$  为实际人均耕地面积 (hm<sup>2</sup>/人)。耕地压力  $K$  值可反映一个地区耕地资源的紧张

**作者简介** 禰首华 (1993—), 男, 广西防城港人, 硕士研究生, 研究方向: 土地利用规划。\* 通信作者, 教授, 硕士生导师, 从事土地规划研究。

**收稿日期** 2018-12-06

程度,  $K$  值越大证明该地区耕地资源压力越严重, 粮食安全问题的越显著。当  $K > 1$  时, 人均耕地实际值小于最小人均耕地面积, 耕地压力明显, 不能保证粮食安全, 应立即采取紧急措施, 高度重视以及加大耕地保护力度;  $K = 1$  时, 两者相同, 应加紧保护耕地, 保证人们正常的粮食需求;  $K < 1$  时, 耕地无明显压力, 耕地保护得当, 能够满足人们日常的粮食需求。同时, 某一特定点的  $K$  值与 1 的偏离程度越大, 安全或压力的程度越强, 即最小人均耕地与实际人均耕地相差值越大<sup>[3]</sup>。

**2.2.2 最小人均耕地面积。** 最小人均耕地面积是指在一定范围内、一定食物自给水平及耕地综合生产能力条件下, 为了满足每个人正常生活的粮食需求所需要的耕地面积。它是食物自给率、食物消费水平、食物综合生产能力等因子的函数<sup>[6]</sup>, 可用如下公式计算<sup>[7]</sup>:

$$S_{\min} = \beta \frac{Gr}{P \times q \times k} \quad (2)$$

式中,  $S_{\min}$  为最小人均耕地面积 ( $\text{hm}^2/\text{人}$ );  $\beta$  为食物自给率 (%);  $G_r$  为人均食物需求量 ( $\text{kg}/\text{人}$ );  $P$  为粮食单产 ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ );  $q$  为粮食播种面积占总播种面积之比 (%);  $k$  为复种指数 (%)。

### 3 结果与分析

**3.1 最小人均耕地面积变化及实际人均耕地面积变化分析** 针对贵港的地形地貌特点, 并分析过往几年的统计数据, 综合考虑后粮食自给率取值 90%, 人均食物需求量定位初步小康型粮食消费水平取每年每人消耗粮食 400  $\text{kg}$ <sup>[8]</sup>, 根据公式(2)和《贵港统计年鉴》中各年份数据, 计算得贵港市 2007—2016 年的最小人均耕地面积及实际人均耕地面积(表 1)。

从表 1 可以看出, 2007—2010 年间贵港市最小人均耕地面积总体呈上升趋势, 在 2011 年后开始逐步下降, 2014—2016 年在 0.083 0  $\text{hm}^2$  左右徘徊。通过对比粮食单产跟最小人均耕地面积之间的数值关系不难看出, 最小人均耕地面积与粮食单产展现出明显的负相关, 由此可以看出由于自然因素或人为因素所导致的粮食单产、粮食播种面积及耕地面积的变化会影响到贵港市最小人均耕地面积变化。以 2008 年为例, 2008 年我国南方发生了大面积的洪涝灾害, 贵港市也深受洪涝的影响, 导致当年粮食单产大幅度的减少, 最小人均耕地面积也因此当年达 0.095 2  $\text{hm}^2$ , 为 2007—2016 年这 10 年的峰值。2011 年后随着贵港市粮食单产的徘徊上升, 最小人均耕地面积也随着缓慢下降。从实际人均耕地面积来看, 随着城市发展进程的加快, 城市的建设占用了城市周边大量的耕地资源, 导致全市的耕地面积持续降低, 与此同时城市总人口在稳步提升。因此直接导致了实际人均耕地面积持续降低, 从 2007 年的 0.065 8  $\text{hm}^2$  一直降到 2016 年的 0.057 9  $\text{hm}^2$ 。通过对比 10 年间贵港市最小人均耕地面积及实际人均耕地面积可以发现, 各年份的最小人均耕地面积均大于当年的实际人均耕地面积。根据公式(1)可以算出, 贵港市 10 年间各年份的耕地压力指数均大于 1, 耕地压力显著。

表 1 2007—2016 贵港市最小人均耕地面积及实际人均耕地面积

Table 1 Minimum area of per capita and actual cultivated area per capita of Guigang City from 2007 to 2016

年份 Year	粮食单产 Grain yield per hectare $\text{kg}/\text{hm}^2$	最小人均耕地面积 Minimum area of per capita $\text{hm}^2$	实际人均耕地面积 Actual cultivated area per capita $\text{hm}^2$
2007	5 368.470 6	0.087 3	0.065 8
2008	5 288.339 0	0.095 2	0.064 5
2009	5 373.417 7	0.090 1	0.063 5
2010	5 206.071 9	0.092 1	0.061 8
2011	5 181.938 3	0.091 7	0.061 2
2012	5 424.101 1	0.086 5	0.060 9
2013	5 648.644 0	0.081 0	0.060 0
2014	5 567.942 5	0.083 3	0.059 4
2015	5 519.706 4	0.083 8	0.058 6
2016	5 639.786 7	0.083 0	0.057 9

**3.2 耕地压力时序变化分析** 根据贵港市 3 区 1 市 1 县土地利用变更数据及社会经济数据, 按照式(1)耕地压力指数测算公式, 测算得 2007—2016 年贵港市耕地压力指数(图 1)。2007—2016 年贵港全市耕地压力指数均大于 1, 说明贵港市实际的人均耕地面积要小于最小人均耕地面积, 耕地为保障粮食安全承受的压力十分明显, 需加大耕地保护力度。从变化趋势来看, 3 区 1 市 1 县的耕地压力指数时序变化趋势与贵港市全市总体保持一致。2008 年由于洪水的原因耕地压力相较于 2007 年有了明显的提升, 经过 2009 年短暂下降后耕地压力在 2010 年达到了 10 年内的最高值。主要是由于 2010 年我国西南 5 省(区)发生了特大旱灾, 贵港市也受到了旱灾的影响导致粮食产量骤减, 耕地压力显著升高。2011—2013 年耕地压力总体呈下降趋势, 贵港全市耕地压力指数由 2011 年的 1.349 0 下降至 2013 年的 1.215 0, 耕地压力明显降低。2014 年后贵港市耕地压力指数趋于稳定, 2014—2016 年全市耕地压力指数均在 1.260 0~1.290 0, 3 区 1 市 1 县耕地压力指数也在这 3 年内保持稳定, 与贵港市耕地压力指数趋势一致。从整体上来看, 贵港市耕地压力指数呈波浪型变化, 全市耕地压力先增后减再回升, 在 2014 年后耕地压力逐渐趋于稳定。

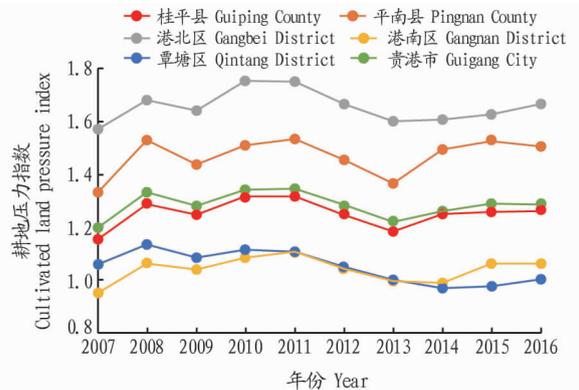


图 1 2007—2016 年贵港市耕地压力指数变化趋势

Fig. 1 Change trend of cultivated land pressure index in Guigang City from 2007 to 2016

**3.3 耕地压力空间变化分析** 通过测算贵港市 3 区 1 市 1 县 2007—2016 年耕地压力指数(表 2),发现 5 县区耕地压力水平存在很大的差别。为便于分析,将耕地压力分为 5 个等级:无压力等级( $K < 1.0$ ),警戒压力等级(1.0~1.2),低压力等级(1.2~1.3),中压力等级(1.4~1.6),高压力等级( $K > 1.6$ )。选取代表性较强的 2007、2011 及 2016 年为例,运用 ArcGIS 10.2 软件绘制贵港市耕地压力等级分布图(图 2)。

由图 2a 可知,2007 年贵港市 5 县区除了港南区耕地压力指数略小于 1(数值为 0.952 3)外,其他 4 县区耕地压力指数均大于 1,5 县区仅有港南区属于无压力等级。覃塘区及桂平县都属于警戒压力等级,耕地压力不太明显。耕地压力最高的区域为港北区,2007 年港北区耕地压力等级达到了中压力等级(数值为 1.563 8),比排名次之的平南县高一个压力等级,数值高出 0.230 9,可见港北区相较于其他县区耕地压力更为严峻。

由图 2b 可知,2011 年各县区耕地压力指数明显增大。除覃塘区外其他 4 县区耕地压力等级均提高了一个级别,覃塘区耕地压力指数从 2007 年的 1.059 8 增大至 2011 年的 1.108 0,耕地压力等级未提高,继续为警戒压力级别。各县区之间耕地压力指数对比关系跟 2007 年保持一致,港北区为耕地压力最大的县区,等级突破至高压力等级(数值为 1.744 6)。平南县耕地压力级别提高至中压力等级,比排名

第 3 的桂平县耕地压力指数高出 0.215 3,桂平县的耕地压力级别则从 2007 年的警戒压力级别提高至低压力级别,耕地压力级别突破警戒等级,耕地压力更为突出。对比分析图 2b 及图 2c,发现各县区 2011 年的耕地压力等级与 2016 年的一致,耕地压力虽整体下降,但下降幅度均不是很大,耕地压力等级没有发生变化。

通过上述分析可知,贵港市耕地压力区域差异较大,耕地压力水平从低到高依次为港南、覃塘、桂平、平南、港北。港北区是贵港市的经济政治中心,城镇化率高,经济发展良好。但港北的耕地资源相较于其他县区则要少很多,从而导致耕地压力十分严峻,耕地压力级别后期达到了高压力等级,为 5 县区中唯一的 1 个高压力等级区。平南县人口众多,总人口仅比排名第 1 的桂平市少了 30 万,但耕地面积却仅为桂平市的 1/2(桂平市耕地面积 117 691  $\text{hm}^2$ ,平南县耕地面积 61 137  $\text{hm}^2$ )。从而实际人均耕地面积远不及桂平市,导致耕地压力级别比桂平市高出一个等级。覃塘区人口最少,但耕地资源丰富,实际人均耕地面积始终位于 5 县区之首,耕地压力较为平稳,压力等级 10 年内均超过警戒压力等级,部分年份处于无压力等级,耕地压力不太明显。港南区农业产值高,盛产水稻、甘蔗、香葱等农产品,享有“甘蔗之乡”等美誉,是贵港市的产粮大户,耕地压力在 5 县区里排在末位。

表 2 贵港市 3 区 1 市 1 县 2007—2016 年耕地压力指数

Table 2 Cultivated land pressure index of three districts, one city and one county in Guigang City, 2007–2016

县区 County and district	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
桂平县 GuiPing County	1.156 6	1.288 9	1.247 0	1.318 6	1.316 8	1.247 8	1.188 0	1.256 6	1.260 0	1.260 0
平南县 Pingnan County	1.332 9	1.527 7	1.439 3	1.511 4	1.533 9	1.453 6	1.366 8	1.495 5	1.526 3	1.503 2
港北区 Gangbei District	1.563 8	1.675 3	1.638 0	1.750 8	1.744 6	1.665 0	1.594 4	1.604 7	1.623 8	1.663 3
港南区 Gangnan District	0.952 3	1.068 7	1.039 6	1.085 1	1.096 9	1.044 2	0.996 5	0.987 4	1.063 5	1.058 6
覃塘区 Qintang District	1.059 8	1.133 0	1.079 6	1.101 3	1.108 0	1.046 4	0.999 2	0.976 9	0.976 6	1.002 5

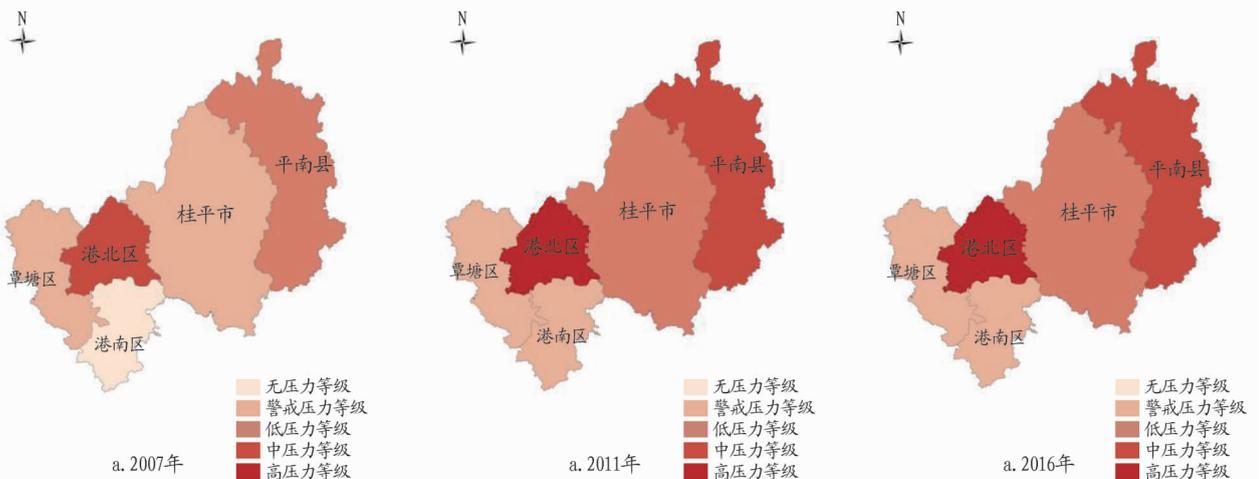


图 2 2007(a)、2011(b)、2016(c)年贵港市耕地压力等级分布

Fig.2 2007(a), 2011(b), 2016(c) distribution map of cultivated land pressure grade in Guigang City

#### 4 贵港市耕地压力影响因素分析

根据对土地利用变化的影响程度社会经济因素可以划分为 2 类,分别是直接因素和间接因素。间接因素的内容包

括人口变化、经济增长、技术发展、富裕程度、实时政策及价值取向 6 个方面,间接因素对土地利用的影响需要直接因素作为媒介即它们利用对土地的投入、土地利用集约化程度、

土地产品的需求、城市化程度、土地利用政策等直接因素作为中介间接对土地利用起作用。土地利用类型中的耕地在保障区域粮食安全方面具有特殊重要性,其质量和数量的变化随着经济社会的发展变化不断变化,深受社会经济因素的影响<sup>[9]</sup>。在分析社会经济因素对耕地和耕地压力的影响时,应当首先运用相关分析法确定与耕地面积变化具有强相关性的社会经济因素,然后对贵港市耕地变化的驱动因子运用主成分分析方法进行研究<sup>[10]</sup>。主成分分析的核心是降维,即“多变量转化为几个综合变量(主成分)”,这几个综合变量之间互不相关,本质都是原始变量的线性组合,且所含的

信息互不重叠。采用这种方法可以将土地利用变化的复杂因素归结为几个主成分,使得复杂问题得以简化,同时得到更为科学、准确的土地利用变化驱动因素<sup>[11]</sup>。

**4.1 耕地面积与社会经济影响因子的相关性分析** 选取 35 个社会经济影响因子,运用 SPSS 19.0 软件中的相关分析法将 35 个驱动因子与耕地面积变化进行相关分析,分析结果如表 3 所示。与耕地面积呈正相关的影响因子主要有总人口数、经济作物播种面积、粮食作物总播种面积、第二产业比例、基本建设投资等;与耕地面积呈负相关的主要有房地产投资完成额、水田面积、旱地面积、渔业产值、牧业产值等。

表 3 贵港市耕地面积与社会经济因素指标相关系数

Table 3 Correlation coefficient between cultivated land area and social and economic factors in Guigang City

编号 Serial number	指标 Index	相关系数 Correlation coefficient	编号 Serial number	指标 Index	相关系数 Correlation coefficient
1	总人口数	0.097	19	粮食作物总播种面积	-0.030
2	农业人口	-0.167	20	粮食总产量	-0.060
3	人口密度	0.105	21	水田面积	-0.712
4	国内生产总值	-0.156	22	旱地面积	-0.436
5	第一产业产值	-3.010	23	人均耕地面积	0.276
6	第二产业产值	-1.100	24	耕牛头数	0.111
7	第三产业产值	-0.168	25	生猪头数	-0.450
8	工业总产值	-0.123	26	每百人拥有汽车数	-0.120
9	第一产业比例	-0.212	27	客运量	-0.122
10	第二产业比例	0.250	28	固定资产投资额	0.130
11	第三产业比例	-0.033	29	城镇居民可支配收入	-0.180
12	农村居民年人均纯收入	-0.173	30	基本建设投资	0.398
13	农林牧渔业总产值	-0.332	31	房地产开发投资完成额	-0.368
14	农业产值	-0.263	32	水产品产量	0.098
15	林业产值	0.071	33	职工年平均工资	-0.210
16	牧业产值	-0.371	34	经济作物播种面积	0.355
17	渔业产值	-0.385	35	其他作物播种面积	0.235
18	主要农作物播种面积	0.051			

**4.2 与耕地面积相关的社会经济影响因子主成分分析** 将对耕地面积相关性较强的 15 个社会经济影响因子进行主成分分析,发现前 2 个主成分累计贡献率达 86.88%,达到分析要求。将第一主成分的强载荷因子进行排序,通过主成分分析可以看出影响贵港市耕地面积的社会经济影响因子中,第一产业产值、渔业产值、农林牧渔业总产值驱动力最强(影响因子载荷 $>0.90$ ),其次是第二产业比例和基本建设投资(影响因子载荷 $>0.80$ )。第二主成分的强载荷因子为经济作物播种面积(影响因子载荷 $>0.70$ )。

## 5 结语

通过对贵港市耕地压力的分析可以发现,贵港市耕地仍然存在较大的压力,2007—2016 年耕地压力呈波浪式上升的趋势,2016 年耕地压力相较于 2007 年有小幅提升。从县层面来看,贵港市耕地压力区域差异明显,港北区为耕地压力最大的区域,达到高压等级,耕地压力十分严峻。应当加大耕地保护的力度,完善耕地保护的制度,大力推进“旱地改水田”耕地提质改造项目的实施,提升耕地的质量和产出,从而保证粮食单产水平的稳定和提高,满足人们日常

生活的需求。

## 参考文献

- [1] 胡聪,邓正苗,谢永宏,等.1984 年以来湖南省耕地压力与粮食安全初步研究[J].农业现代化研究,2015,36(2):259-264.
- [2] 班立国,孙丽娜.吉林省耕地压力指数时空异质特征及其预测研究[J].中国农学通报,2017,33(36):124-130.
- [3] 黄曦.福建省耕地压力时空差异分析[J].吉林师范大学学报(自然科学版),2012,33(1):68-72.
- [4] 荣颖,路婕,段贝贝,等.基于耕地压力指数的河南省城市化发展与耕地保护研究[J].河南农业大学学报,2014,48(2):219-223,248.
- [5] 张素娟,赵先贵,任桂镇,等.江西省耕地压力时空差异分析及预测[J].土壤,2009,41(1):142-146.
- [6] 赵亚峰,贾科利,文琦.宁夏耕地压力动态变化规律分析[J].干旱区资源与环境,2014,28(1):62-65.
- [7] 曹俊文,史丙仑,刘官站.鄱阳湖生态经济区耕地压力变化及其驱动因素[J].江苏农业科学,2012,40(5):406-409.
- [8] 杨青.云南省耕地压力测算及其时空差异和影响因素分析[D].昆明:云南财经大学,2017.
- [9] 赵永敢,李玉义,逢焕成,等.四川省耕地压力时空变化特征分析[J].中国农业资源与区划,2012,33(3):28-32,38.
- [10] 杨春来,夏斌.1999—2011 年梅州市耕地压力与影响因素分析[J].广东农业科学,2013,40(21):233-236.
- [11] 詹长根,蔡春美,杨如军.广西耕地压力时空差异分析及驱动力探究[J].南方农业学报,2016,47(11):1979-1985.