

江西省耕地压力时空差异分析及预测^①

张素娟, 赵先贵, 任桂镇, 董林林, 耿海波

(陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062)

摘要: 根据最小人均耕地和耕地压力指数模型, 结合 GIS 软件, 分析了 1981 年以来江西省耕地压力时空变化规律, 并运用平滑预测理论, 对 2007—2015 年人均耕地面积、最小人均耕地面积以及耕地压力指数进行了预测。结果显示: 1981—2006 年江西省耕地压力指数呈波动式上升趋势, 耕地压力地区差异明显; 未来 9 年内, 人均耕地面积继续减少, 耕地压力指数随之进一步增加, 到 2015 年人均耕地面积将减少到 0.0306 hm²/人, 耕地压力指数随之达到 1.61, 耕地压力更加明显, 粮食安全受到威胁。限制非农占用耕地、优化用地结构、增加复种指数、提高耕地效益, 是降低耕地压力、减缓人地矛盾的有效对策。

关键词: 最小人均耕地面积; 耕地压力指数; 时空变化; 江西

中图分类号: F323.211

随着人口的不断增加, 以及工业化、城市化的推进, 江西省耕地面积、人均耕地面积逐年锐减, 人地矛盾日益突出, 引起了政府和社会的广泛关注。近年来, 学术界对此也做了大量研究。李江华等^[1]提出了江西省耕地面积变化的主要社会经济驱动力是人口增长、交通增展及城市化建设。叶长盛等^[2]揭示了江西省产业升级的不同阶段耕地减少的区域差异。余勇军等^[3]研究了 1992—2001 年江西省耕地减少的构成及区域差异, 并指出了耕地减少率与人均 GDP 呈负相关。黄国勤^[4]分析了 1949—1999 年江西耕地资源的演变, 指出了耕地不断减少、人地矛盾日益突出的现状。但耕地总量和人均耕地面积的减少难以明确地反映出耕地资源所承载的压力, 鉴于此, 本文引用耕地压力指数模型对江西省耕地资源所承载的压力, 从时间和空间上进行实证分析, 并建立预测模型, 对 2007—2015 年的耕地压力进行了预测, 为土地管理部门提供决策依据, 以便及时制定相应的改善措施, 缓和人地矛盾, 实现人口-粮食-耕地的协调发展。

1 研究区概况

江西省地处北纬 24°29′ ~ 30°04′, 东经 113°34′ ~ 118°28′ 之间, 位于我国中部, 长江中下游地区, 全境以山地、丘陵为主, 总土地面积 1.67×10⁵ km², 是一个农业大省。全省年平均气温 18℃左右, 降水量为 1642 mm, 耕地主要以水田为主, 占耕地面积的 80% 左右, 旱地较少。另外, 江西地处亚热带红壤带, 土壤有机质含量少, 淋溶作用强, 水土流失严重, 耕地质量总体上较差。同时, 农村、城市建设占用大批优

良耕地, 也加剧了该省耕地面积的减少。2006 年末, 全省耕地面积 2.13×10⁶ hm², 其中有效灌溉面积 1.84×10⁶ hm², 占总耕地面积的 86.4%; 人均耕地面积 0.0492 hm²/人, 低于联合国粮农组织所规定的人均耕地警戒线 0.053 hm²/人, 形势非常严峻。

2 数据来源及研究方法

2.1 数据来源

研究区各年份人口、耕地面积、农作物播种面积、粮食播种面积、粮食单产等数据主要来自历年江西统计年鉴、中国统计年鉴、中国农业年鉴。

2.2 研究方法

本文采用蔡运龙等^[5]提出的“最小人均耕地面积”及“耕地压力指数模型”, 结合 GIS 软件, 分析了 1981 年以来江西省人口、耕地面积、耕地压力指数的时空变化规律, 并运用 SPSS 统计软件进行回归分析, 建立预测模型, 预测了江西省 2007—2015 年耕地压力的变化趋势。

^①基金项目: 国家自然科学基金项目(3937055, 39670586)资助。

作者简介: 张素娟(1981—), 女, 山东郓城人, 硕士研究生, 主要从事生态修复与治理

2.2.1 最小人均耕地面积 最小人均耕地面积是指在一定区域范围内、一定食物自给水平和耕地综合生产能力条件下, 为了满足每个人正常生活的食物消费所需的耕地面积。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, 可用如下模型计算:

①基金项目：国家自然科学基金项目（3937055，39670586）资助。

作者简介：张素娟（1981—），女，山东鄄城人，硕士研究生，主要从事生态修复与治理研究。E-mail: zhangsujuan0506@stu.snnu.edu.cn

$$S_{\min} = \beta \frac{G_r}{P \times q \times k}$$

式中， S_{\min} 为最小人均耕地面积 ($\text{hm}^2/\text{人}$)；

β 为粮食自给率 (%)；

G_r 为人均粮食食物需求量 ($\text{kg}/\text{人}$)；

P 为粮食单产 (kg/hm^2)；

q 为粮食播种面积占总播种面积百分比 (%)；

k 为复种指数 (%)。

2.2.2 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之比，其计算模型如下：

$$K = \frac{S_{\min}}{S_a}$$

S_a

式中， K 为耕地压力指数，无量纲；

S_a 为实际人均耕地面积 ($\text{hm}^2/\text{人}$)。

耕地压力指数可以衡量一个地区耕地资源的稀缺和冲突程度，给出了耕地保护的阈值，可作为耕地保护的调控指标^[6]。当 $K \ll 1$ 时，人均耕地实际值大于最小人均耕地面积值，耕地无明显压力； $K=1$ 时，两者相同，需加紧保护耕地，以保证人们正常生活需求； $K \gg 1$ 时，耕地压力明显，粮食的生产不能保证正常需求，从而导致食物危机，应立即采取紧急措施。同时，某一特定点的 K 值与 1 的偏离程度代表最小人均耕地和实际人均耕地的离合程度，偏离越大，安全或压力的程度越强^[7]。

3 江西省耕地压力时空变化分析

3.1 时间序列上耕地压力动态变化

3.1.1 总耕地资源的动态变化 自 1981 年以来，随着产业结构的调整，工业化、城市化进程的加快，江西省耕地面积总体呈持续减少的趋势，1981 年耕地面积为 $2.5310 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ，2006 年减少到 $2.1267 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ，平均每年减少 15549 hm^2 ，共减少 $4.0427 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ，降幅高达 15.97%。

如图 1 所示，近 26 年来耕地面积变化具有明显的阶段性：

(1) 缓慢减少阶段：1981—1992 年由于人口增长过快，出现“农民建房热”，同时乡镇企业快速发展，耕地持续稳定减少，平均每年减少 16170 hm^2 。

(2) 快速减少阶段：1993—2000 年随着全国各地出现了“开发区热”、“修公路热”、“建铁路热”等，加之 1998 年特大的洪涝灾害，使得江西省耕地减少的速度加快。

(3) 急剧减少阶段：2001—2004 年耕地面积锐减，年均减少 41669.5 hm^2 ，其主要原因是退耕还林（草）、退耕还塘等农业产业结构的调整以及铁路、公路、城镇等非农建设的大量占用。

(4) 缓慢增长阶段：2004 年以来，由于政府实施免收农业税等政策大力发展三农，农民积极性提高，耕地资源稍有增加。

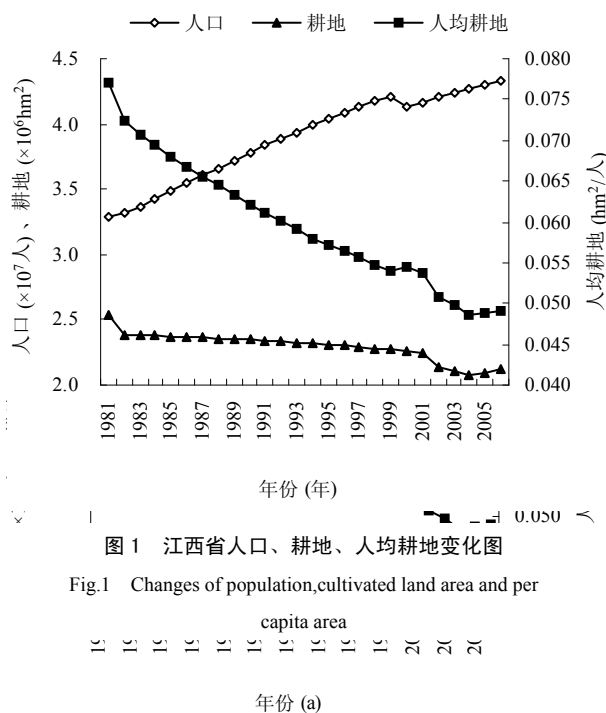
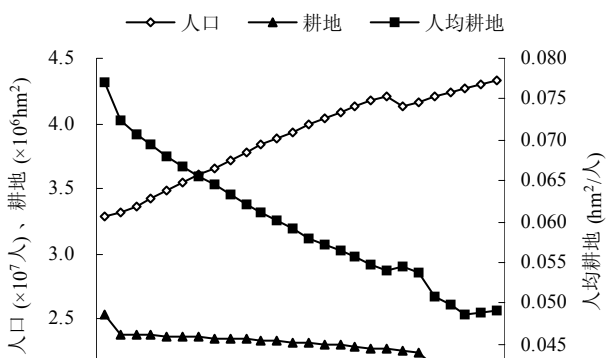


图 1 江西省人口、耕地、人均耕地变化图

Fig.1 Changes of population,cultivated land area and per capita area

看 图 1 江西省人口、耕地、人均耕地变化图 增加成
为 Fig.1 Changes of population,cultivated land area and per 省人口
呈 capita area of cultivated land in Jiangxi Province 7-人到
2006 年增长到 4.5252×10^7 人，净增人口 1.0381×10^7 人，
增长了 31.58%。人均耕地面积随之由 1981 年的
 $0.0770 \text{ hm}^2/\text{人}$ 减少至 2006 年的 $0.0492 \text{ hm}^2/\text{人}$ ，降幅
高达 36.14%。



压力指数除了九江市为 1.2331，高于 1.1，属于耕地压力明显区外，萍乡市和九江市略高于 1 外，其余各市都小于或略高于 1 (萍乡市为 1.0528)，耕地压力不太明显。

分析图 3b 可知，2006 年，各地区压力指数明显增大，都在 0.6 以上，根据其偏离 1 的程度，可将其分为 3 类：①耕地压力明显区，包括萍乡市、九江市、

赣州市和景德镇市，其 K 值都高于 1.1，萍乡市甚至高达 1.5394，耕地处于不安全状态；②耕地压力预警区，主要有南昌市、上饶市、鹰潭市和新余市，其 K 值接近于 1，实际人均耕地面积值接近或略高于最小人均耕地面积值；③耕地压力不明显区，有宜春市、抚州市和吉安市，K 值分别为 0.5123、0.5266、0.6177，都远低于 1，耕地无明显压力。

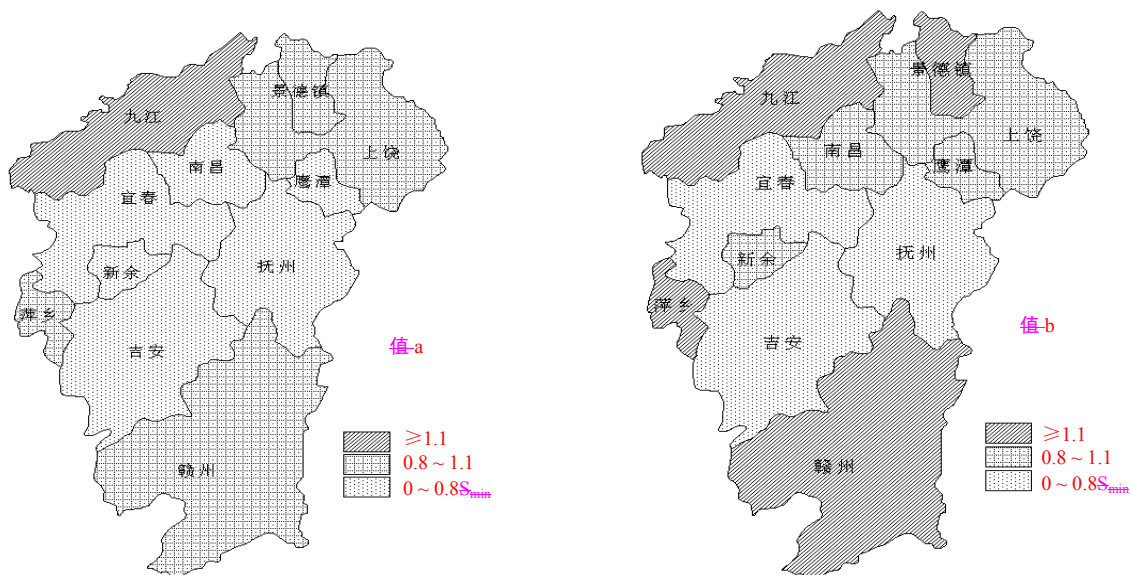


图 3 1996 年 (a)、2006 年 (b) 江西省耕地压力等级图

Fig. 3 The pressure grading figure of cultivated land in Jiangxi Province in 1996 (a), 2006 (b)

可将长区增幅上饶耕地增幅鹰潭量占步，减缓 1996 耕地

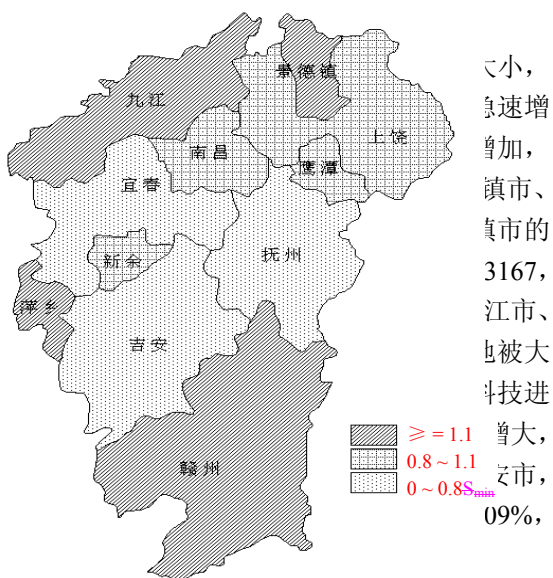


图 4 1996-2006 年江西省耕地压力等级图

Fig. 4 The pressure grading figure of cultivated land in Jiangxi Province in 2006

大，地貌及赣严重，

力外力 J 饮及御阳砌区的生态环境，退耕还塘

小，急速增加，镇市、真市的 3167，江市、也被大斗技术进 增大， 09%，

较形北失

的力度较大，也加快了耕地面积的减少；而赣中河谷阶地与丘陵区由于存在大量的荒地可供垦殖，耕地压力不明显。从经济发展水平上来看，耕地压力明显区以及快速增长区大都分布在城市化、工业化进程较快，经济相对较发达的地区，比如萍乡煤钢工业、景德镇陶瓷业发达，南昌城市化水平较高，非农建设占用了大量的耕地，致使耕地压力较大；而城市化、工业化水平较低，经济不太发达、以农业为主的地区，耕地压力不太明显且增长相对缓慢。

4 江西省耕地压力预测结果与分析

4.1 人均耕地面积预测模型

以年份为横坐标 (自变量 x)、1981—2006 年江西省人均耕地面积值为纵坐标 (因变量 y) 做散点图，再根据散点图进行数学拟合，得到人均耕地面积的预测模型如下：

$$\hat{y} = -0.000002x^3 + 0.0001x^2 - 0.0024x + 0.0778$$

$$r = 0.9964$$

式其中， y 代表实际人均耕地面积， x 表示预测年份序

号(令 1981 年为初始年, x 取值为 1)。

4.2 最小人均耕地预测模型

由于最小人均耕地面积的原始数据频繁随机起伏, 所以选用平滑预测法对最小人均耕地面积的变化趋势进行预测, 根据预测值与原始数据的误差程度显示, 滑动平均法的计算结果优于移动平均法, 其中, 三点滑动平均法的计算结果与原始数据的误差又小于五点滑动平均法, 所以本文采用三点滑动平均法, 预测模型如下:

$$\hat{y}_t = \frac{1}{2l+1} (y_{t-l} + y_{t-(l-1)} + \dots + y_{t-1} + y_t + y_{t+1} + \dots + y_{t+l})$$

式中, y_t 为 t 点的滑动平均值; l 为单侧平滑时距(点数)。当 $l=1$ 时, 上式称为三点滑动平均, 其计算公式为:

$$\hat{y}_t = (y_{t-1} + y_t + y_{t+1})/3$$

4.3 耕地压力指数预测

根据上述两个预测模型以及耕地压力指数 K 的计算模型, 可以得出未来 9 年江西省人均耕地面积、最小人均耕地面积和耕地压力指数的预测结果: 2007—2015 年, 江西省人均耕地面积和最小人均耕地面积均呈递减趋势, 但由于实际人均耕地面积减少的速度更快, 耕地压力指数持续增加, 2010 年实际人均耕地面积为 $0.0418 \text{ hm}^2/\text{人}$, 2015 年下降到 $0.0306 \text{ hm}^2/\text{人}$, 降幅高达 26.9%; 同时, 耕地压力指数由 1.21 增长到 1.61, 耕地压力日益增大, 人地矛盾更加突出, 粮食安全受到严重威胁。

4.4 对策分析

为缓解耕地减少的严峻形势, 针对江西省耕地资源现状, 提出以下建议:

(1) 严格控制人口数量, 减缓人均耕地的减少。人口数量的增加在很大程度上加剧了人均耕地面积的减少, 因此, 必须坚定不移地坚持计划生育的基本国策, 严格控制人口增长, 以减缓人口增长对耕地需求的压力, 实现人口-粮食-耕地关系的协调发展。

(2) 大力限制非农占用耕地, 并积极开发后备耕地资源, 控制耕地减少速度。由于工业化、城市化进程的加快, 城市不断向外扩张, 非农建设用地成为耕地减少的主要形式。因此, 从政策上要大幅度地提

高耕地非农占用的价格与征税标准, 用经济手段来制止各地靠卖土地赚钱, 任意占用耕地的现象^[8]。同时, 积极开展土地复垦、土地整理, 开发后备资源, 增加耕地数量。

(3) 改善农田条件, 减少自然灾害对耕地的破坏。江西省近 1/2 的耕地位于河流沿岸和山谷地带, 地势低平, 耕地近 1/3 位于大于 10° 的坡地上, 这种耕地的分布状况, 使得耕地在多雨水的季节易发生水灾, 在少雨水的季节又容易发生旱灾。因此, 应大力改造坡耕地, 恢复植被, 提高森林覆盖率; 加快兴修水利, 合理开发荒山, 有效控制水土流失^[3]。

(4) 优化用地结构, 增加复种指数, 提高粮食单产。优化作物布局、复种方式、间混套作及轮作换茬, 可以减少病虫害、增加作物产量、提高农田经济效益, 从而有效降低最小人均耕地面积, 减小耕地压力。

5 结论

通过上述分析, 得出如下结论:

(1) 时间序列上, 近 26 年来江西省人口持续增加, 耕地面积逐年递减, 耕地压力指数波动式上升, 2003 年高达 1.20, 即使最低的年份 1985 年也在 0.8 以上。

(2) 空间尺度上, 江西省耕地压力地区差异明显, 耕地压力明显区以及快速增长区主要分布在水土流失严重的赣西北及赣南中低山、丘陵区。

(3) 预测模型显示 2007—2015 年耕地压力将继续持续增加, 2015 年压力指数将达到 1.61, 耕地压力更加明显, 亟待采取有效的对策以缓解和降低耕地压力。

参考文献:

- [1] 李江华, 赵景柱, 陈文波, 陈富国, 赵小敏. 江西省 50 年耕地变化与社会经济驱动力研究. 江西农业大学学报, 2006, 28(3): 467-471
- [2] 叶长盛, 刘平辉. 江西省产业升级中耕地数量变化的区域差异. 江西农业学报, 2006, 18(2): 148-151
- [3] 余勇军, 陆玉麒. 江西省耕地变化及保护策略. 长江流域资源与环境, 2004, 13(3): 234-239
- [4] 黄国勤. 江西省耕地资源及其可持续利用. 国土与自然资源研究, 2000(2): 30-33
- [5] 蔡运龙, 傅泽强, 戴尔阜. 区域最小人均耕地面积与耕地资源调控. 地理学报, 2002, 57(2): 127-134
- [6] 许月卿, 李秀彬. 河北省耕地数量动态变化及驱动因子分析. 资源科学, 2001, 23(5): 28-32

- [7] 朱红波, 张安录. 中国耕地压力指数时空规律分析. 资源科学, 2007, 29(2): 104-108
- [8] 董元华, 杨林章. 长江三角洲耕地资源态势与保护对策. 长江流域资源与环境, 1998, 7(2):148-154

Analysis and Prediction of Temporal and Spatial Pressure Index of Cultivated Land in Jiangxi Province

ZHANG Su-juan⁺, ZHAO Xian-gui, REN Gui-zhen, DONG lin-lin, GENG Hai-bo
(College of Tourism and Environmental Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: Based on the model of the per capita minimal area of cultivated land and the pressure index of cultivated land, this paper analyzed the temporal and spatial distribution characteristics of pressure index of cultivated land in Jiangxi Province using GIS software since 1981, and predicted per capita area of cultivated land, per capita minimal area of cultivated land and pressure index of cultivated land between 2007 and 2015 based on the sliding prognostic theory. The result showed that the pressure index of cultivated land was on the rise and different obviously among different prefectures between 1981 and 2006; in the coming 9 years, the pressure index of cultivated land will further increase with the decrease of per capita area of cultivated land, and it will be up to 1.61 in 2015. At the same time, the pressure index of cultivated land will decrease to 0.0306 hm² per capita and the grain issue will be quite severe. Therefore, the most effective countermeasures for decreasing the pressure of cultivated land and relaxing the contradiction between man and land are preventing non-agricultural activities from occupying cultivated land, adjusting the structure of land utilization, increasing the re-cultivated index and raising the efficiency of cultivated land.

Key words: Per capita minimal area of cultivated land, Pressure index of cultivated land, Temporal and spatial distribution characteristics, Jiangxi Province