

贵州省粮食安全时空格局与预测

杨忍, 任志远*

(陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 以大量的数据分析了贵州省 1989~2005 年的耕地、人口和粮食变化情况; 利用粮食平衡系数进行测算分析, 分析了 1989~2005 年贵州省 9 个地市的粮食盈缺情况和粮食安全空间格局。在此基础上结合人口预测模型和时间序列平滑预测方法, 预测贵州省各地市未来 10 a 的粮食安全状况。

关键词: 人均粮食占有量; 粮食平衡系数; 粮食安全; 预测; 贵州省

中图分类号: F326.11

文献标识码: A

1974~11 联合国粮农组织 (FAO) 召开世界粮食大会, 通过《世界粮食安全国际约定》首次提出粮食安全的概念, 粮食问题受到各国政要和学术界的关注。1983 年联合国粮农组织 (FAO) 指出, 粮食安全的目标为“确保所有的人在任何时候既能买得到又能买得起所需要的食品”^[1-3]。区域粮食安全的关键是要确保粮食的生产和供应足够的粮食满足区域内所有人口的粮食需求^[4]。当前中国正处在工业化、城市化进程较快时期, 耕地资源日益受到工业和城市用地的经济竞争, 部分耕地非农化利用趋势不可逆转, 耕地数量每年净减少数 $10 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 严重影响到我国的粮食安全, 引起了国内外的共同关注^[5]。然而 30 多年过去了, 尽管世界产量增加了近 $10 \times 10^8 \text{ t}$ 但世界人口平均 10 a 增加 10 亿, 到 2000 年世界的人口达到了 60.5 亿。据联合国秘书长安南在 2004 年世界粮食安全日讲话宣称, 全球仍有 8 亿多人经常性的处于营养不良中^[6]。可见, 粮食安全问题将仍是一个严峻的问题。

贵州省喀斯特山地面积占总土地面积的 61.92%^[7], 经济发展滞后, 人均 GDP 一直处于全国

倒数后几位, 人口增长率位居全国前列, 人口增长与粮食产出之间矛盾尖锐, 生态环境脆弱, 在喀斯特地区具有典型代表性。本文以贵州省以及所辖的各地区作为研究对象, 分析近 16 a 来的贵州省区域粮食安全时空格局, 同时对未来 10 a 的粮食自给与安全作一个预测, 为有关部门制定贵州农业的发展方针政策提供科学依据。

1 研究区概况

贵州省位于我国的西南部, 地处 $24^\circ 37' \sim 29^\circ 13' \text{N}$, $103^\circ 36' \sim 109^\circ 35' \text{E}$ 间, 东接湖南, 北接四川和重庆, 西毗云南, 南邻广西, 土地总面积 $17.6 \times 10^4 \text{ km}^2$, 地形以山地为主, 高原、山地占全省土地面积的 87%, 丘陵占 10%, 盆地、河流阶地占 3%, 是全国唯一没有平原的省份; 气候类型属亚热带高原季风湿润气候, 大部分地区降水量在 1 100 mm 以上, 耕地面积少, 耕地质量差; 土地开发利用比例大, 投入少, 用地效率低^[7], 可开垦的土地后备资源严重不足, 未利用地以难开发利用的石漠化土地为主, 占

收稿日期 (Received date): 2007-11-20; 改回日期 (Accepted): 2008-03-01.

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金项目 (项目编号: 40771019); 陕西师范大学研究生培养创新基金项目。[National Natural Science Foundation of China No. 40771019; Innovation Foundation of Shaanxi Normal University]

作者简介 (Biography): 杨忍, (1984-), 男, 贵州毕节人, 硕士研究生。研究方向: 国土资源评价与 GIS [Yang Ren (1984-), male, born in Bijie City of Guizhou Province, Master major in Land Resource Evaluation and GIS.] Email: yangren0514@163.com

* 通讯作者 (Corresponding Author): 任志远, (1953-), 男, 陕西兴平人, 教授, 博士生导师, 主要从国土资源开发与生态环境评价研究。[Ren Zhi-yuan (1953-), male, born in Xingping City of Shaanxi Province, professor, Doctoral tutor]

全省土地总面积的 7.9%, 经济发展落后, 是我国最落后的地区之一。

2 研究方法

本文采用粮食平衡系数以及距平系数模型^[8-10], 以贵州统计年鉴 (1989~2006 年)^[11]和中国统计年鉴 (1989~2006)^[12]数据为基础, 利用时间序列分析中的平滑预测法^[13], 对 20 世纪 90 年代以来贵州省区域粮食安全时空格局进行分析并预测, 在此基础上分析预测了贵州省各地区在未来 10 a 的粮食产量和粮食安全形势。数学模型如下。

1. 粮食平衡系数

$$R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \quad (1)$$

$$R_i = \frac{C_i}{C_0} \quad (2)$$

式中 R 为研究区粮食平衡系数, n 为研究年数, R_i 为研究区某年的平衡系数。其中 C_i 为研究区当年的粮食产量的人均占有量, C_0 为当年参照区粮食产量的人均占有量, 粮食平衡系数表征了研究区相对于参照区的粮食安全状况。根据研究区与参照区的粮食人均占有量对比情况, 可以分为以下 3 种情况:

(1) $R_i > 1$ 富余状态, 研究区人均粮食占有量大于参照区人均粮食占有量。

(2) $R_i = 1$ 临界状态, 研究区人均粮食占有量等于参照区人均粮食占有量。

(3) $R_i < 1$ 超载状态, 研究区人均粮食占有量小于参照区人均粮食占有量。

2. 回归分析

主要研究要素之间具体的数量关系, 进而建立反映地理要素之间具体数量关系的数学模型。其中, 时间序列分析是通过分析地理要素 (变量) 随时间变化的历史过程, 揭示其发展变化规律, 并对其未来状态进行预测。

3 粮食安全时空格局演变分析

3.1 耕地-人口-粮食动态变化

粮食问题是一个关系到国计民生的重要战略问题, 影响到地区的经济的发展, 人民生活质量的提高和社会的稳定, 而耕地总量又是粮食生产的决定性因素, 耕地的变化引起普遍的关注。贵州省 1989~2006 年的耕地、人口和粮食变化情况如图 1、图 2 所示, 据此对贵州省 1989~2006 年的耕地、粮食和人口动态变化及平衡状况进行分析。

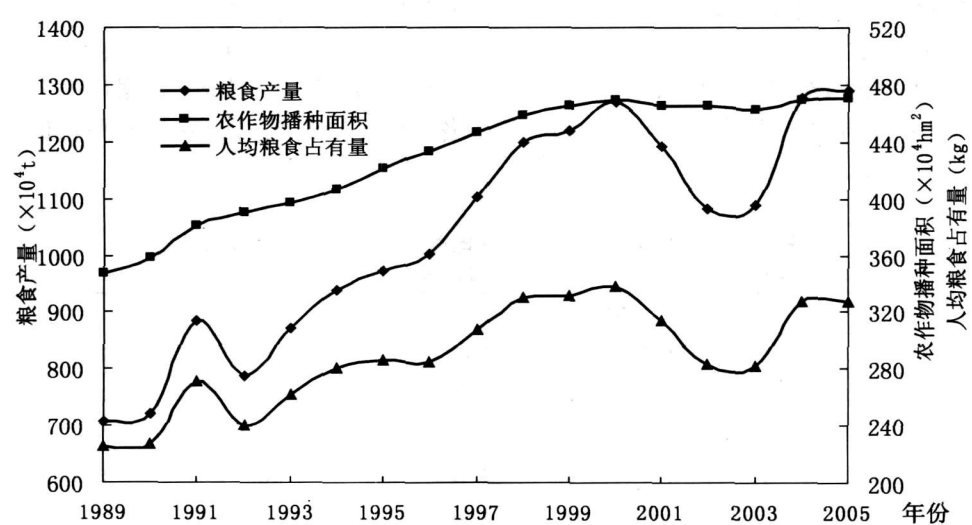


图 1 贵州省 1989~2005 年粮食产量、粮食播种面积、人均粮食变化图

Fig. 1 The change of grain area of sown and per capita grain in 1989~2005 in Guizhou Province

从图 1 可以看出, 粮食产量、人均粮食、粮食播种面积从 1989~2005 年表现出一致的变趋势, 大致分为四个阶段。第一阶段: 1989~1991 年, 粮食产量、人均粮食、粮食播种面积呈快速增加的趋势, 粮

食产量从 1989 年的 670.95×10^4 t 增加至 1991 年的 848.17×10^4 t; 年均增长率达 13.21%; 人均粮食从 210.72 kg 增加到 259.27 kg 伴随着粮食播种面积的增加, 粮食产量有显著的提高。第二阶段: 1992

~ 2000年, 经过 1992年的小波动之后, 粮食产量、人均粮食、粮食播种面积呈持续增加的趋势, 到 2000年贵州省粮食总产量达 $1\,269.2 \times 10^4$ t 为 1989年的 2倍, 人均粮食达 337.94 kg 在此期间, 粮食播种面积稳定的增加。第三阶段: 2000~ 2003

年, 粮食产量、人均粮食、粮食播种面积呈明显的下降, 2002年人均粮食占有粮仅为 282.39 kg 这与此期间的粮食播种面积的减少、粮食价格、气候条件的有密切的关系。第四阶段: 2003年以后粮食产量、人均粮食呈稳定的增加。

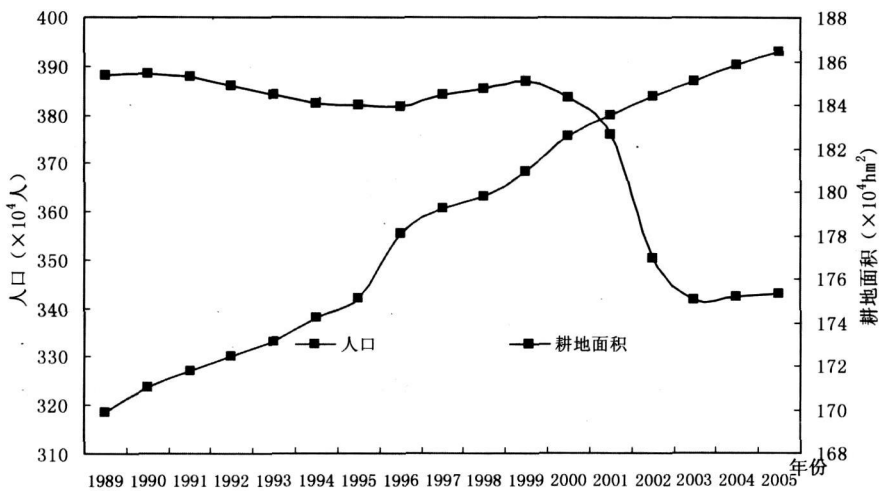


图 2 贵州省 1989~ 2005年人口、耕地变化图

Fig. 2 The change of population and cultivated land in 1989~ 2005 in Guizhou Province

从图 2可以看出, 1989~ 2005年, 贵州的人口呈直线的上升, 16 a间人口净增长了 747.07万, 从 1989年的 $3\,184.05 \times 10^4$ 人增加至 2005年 $3\,931.12 \times 10^4$ 人, 年均增长率达 1.56%。耕地面积则呈持续的减少, 从 1989年的 185.38×10^4 hm², 减少至 2005年的 175.35×10^4 hm²。就同期贵州人均粮食占有量与全国水平比较, 远低于全国的水平, 粮食处

于长期的不安全的严峻形势。

3.2 粮食安全的区域空间格局

3.2.1 与全国对比

选用贵州省所辖的 9个地市为研究区域, 以全国作为参照区, 根据统计数据计算出 1989~ 2005年各个地区平衡系数的变化和平均值及粮食距平系数, 见表 1

表 1 以全国为参照区贵州省 9地市 1989~ 2005年平衡系数

Table 1 The balance coefficient of nine districts in Guizhou Province during 1990 to 2005 referred to the whole nation

地 区	年 份									R
	1989	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	
贵州省	0.58	0.69	0.66	0.74	0.76	0.82	0.89	0.84	0.89	0.76
贵阳市	0.20	0.20	0.22	0.21	0.22	0.24	0.25	0.42	0.45	0.66
六盘水市	0.48	0.50	0.45	0.51	0.49	0.60	0.70	0.73	0.69	0.58
遵义市	0.79	0.87	0.85	0.99	1.03	1.11	1.11	1.24	1.17	1.00
铜仁地区	0.49	0.88	0.80	0.88	0.91	0.95	0.97	1.07	0.93	0.89
黔西南州	0.59	0.66	0.65	0.70	0.73	0.80	0.94	0.98	0.90	0.76
毕节地区	0.55	0.56	0.57	0.65	0.71	0.81	0.88	0.86	0.92	0.72
安顺市	0.52	0.65	0.67	0.69	0.71	0.73	0.86	0.85	0.79	0.69
黔东南州	0.63	0.74	0.63	0.72	0.75	0.76	0.89	0.88	0.82	0.75
黔南州	0.62	0.77	0.75	0.78	0.78	0.70	0.87	0.90	0.88	0.77

从表 1 发现, 贵州省从 1989~ 2005 年粮食平衡系数一直小于 1, 说明人均粮食占有量长期低于全国的平均水平, 这与贵州长期处于粮食调入的省份的事实相符合。下属的 9 个地区中仅有遵义地区的多年平均的系数为 1, 其他的各个地区都小于 1。贵州广大地区粮食不能自给, 都需要靠调入补充, 粮食处于不安全的状态, 特别是贵阳市, 80% 的粮食要靠

调入。从粮食距平系数来看, 仅有遵义地区的粮食能自给。

3. 2. 2 与全省平均水平对比

同样选用贵州省所属的 9 个地市为研究区域, 以全省作为参照区, 根据统计数据计算出 1989~ 2005 年各个地区平衡系数的变化和平均值及粮食距平系数, 如表 2。

表 2 以贵州省为参照区 9 地市 1989~ 2005 年平衡系数
Table 2 The balance coefficient of nine districts during 1989 to 2005 referred to Guizhou Province

地 区	年 份									R
	1989	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	
贵阳市	0.34	0.32	0.33	0.34	0.59	0.57	0.55	0.52	0.53	0.46
六盘水市	0.82	0.72	0.68	0.70	0.64	0.73	0.79	0.79	0.79	0.75
遵义市	1.35	1.26	1.28	1.34	1.35	1.36	1.25	1.34	1.32	1.31
铜仁地区	0.84	1.28	1.21	1.20	1.19	1.17	1.09	1.15	1.05	1.17
黔西南州	1.01	0.96	0.98	0.96	0.96	0.98	1.06	1.06	1.02	0.99
毕节地区	0.94	0.81	0.86	0.88	0.93	0.99	0.99	0.93	1.04	0.94
安顺市	0.89	0.95	1.01	0.93	0.92	0.89	0.97	0.92	0.89	0.91
黔东南州	1.08	1.07	0.95	0.98	0.98	0.93	1.00	0.95	0.93	0.99
黔南州	1.07	1.12	1.13	1.05	1.03	0.86	0.98	0.99	0.99	1.02

人均粮食占有量超过省平均水平的地区有 3 个: 遵义市、黔南州和铜仁地区, 与其持平的仅有黔西南州。以全省的平均水平作为参照, 可以把贵州省的 9 个地区划的粮食安全形势为 3 个类型:

- 1. $R > 1$ 粮食自给盈余区。
- 2. $- 0.85 < R < 0$ 粮食少量短缺区。
- 3. $R < - 0.85$ 粮食严重短缺区。

粮食盈余区能满足本地区的粮食的需求的同时, 可以支援本省的其他区域的粮食短缺, 各地区市相对全省的平均水平作为参照, 只有遵义和铜仁地区处于盈余区, 而以全国平均水平作为参照时, 仅有遵义地区处于自给的状态, 其他各地区都需大量的向外调入粮食, 由此可见贵州的粮食安全问题严峻。粮食短缺的区域则为大量需要大量调入粮食的地区, 也是粮食安全应重点关注的地区。

从图 3 图 4 图 5 中可以明显看出, 贵州各个地区之间的粮食安全具有很大的差异性, 贵阳市和六盘水市从 1989 年以来都处于粮食严重短缺的水平, 六盘水市是一座以开发能源和原材料为主的新兴工业城市, 农业的发展相对滞后, 粮食的自给率较低。遵义市一直处于本省区的粮食盈余区, 该区相对于其他各区的耕地的粮食综合生产力较高, 1989 年达

4 280 kg/hm², 这与该区域的农机现代化程度, 和农业科技投入有关。其他各区粮食生产也有很大的提高, 如毕节地区和铜仁地区, 毕节地区的产业构成中, 农业占有相当大的比例, 毕节地区作为国家西部生态扶贫试验区, 政府对该区域的农业生产的投入加大, 耕地的粮食综合生产能力有了较大的提高, 从 1989 年的 2 913 kg/hm² 增加至 2005 年的 6 768 kg/hm², 人口的增长率减慢, 粮食的总产量不断的提高, 人均粮食占有量得以提高, 区域粮食自给率提高, 粮食平衡系数从 1989 年的 0.55 增加至 2005 年的 0.92。铜仁地区, 大部分地区位于乌江的中下游区, 海拔较相对贵州西部地区低, 水热资源配置较优, 伴随农业生产的科技投入, 粮食的增产速度快, 粮食总产量从 1989 年的 570 930 t 增加至 2005 年的 1 356 700 t, 16 a 间净增长了 2.38 倍, 人均粮食占有量从 1989 年的 176.4 kg 增加至 2005 年的 345.4 kg。黔南州和黔东南州 1989~ 2005 年间粮食平衡系数有所减小, 其主要原因为该区为典型的喀斯特地貌发育地区, 面临严重的石漠化问题, 耕地的减少和质量的下降制约了粮食的大幅增产。随着各个地区粮食生产能力的提高, 贵州省省内的粮食安全空间格局处于一种动态变化之中。

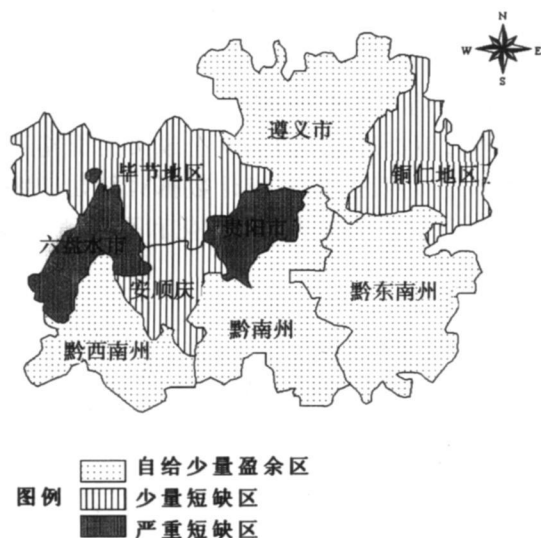


图 3 1989年以全省为参照的各地市粮食盈缺状况

Fig. 3 The surplus and lack situation of grain in different districts referred to the whole province in 1989

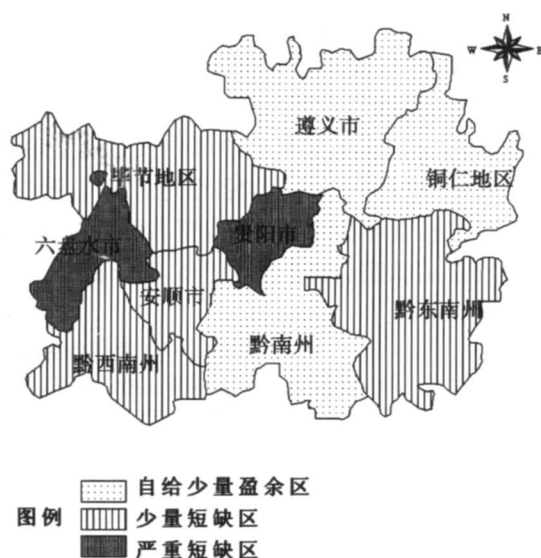


图 4 1997年以全省为参照的各地市粮食盈缺状况

Fig. 4 The surplus and lack situation of grain in different districts referred to the whole province in 1997

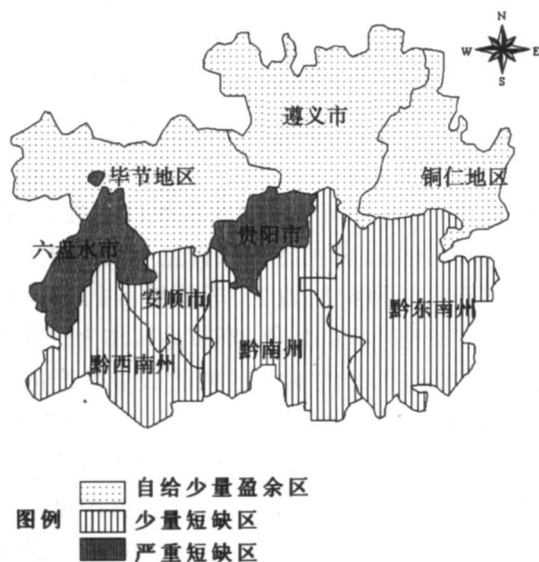


图 5 2005年以全省为参照的各地市粮食盈缺状况

Fig. 5 The surplus and lack situation of grain in different districts referred to the whole province in 2005

4 粮食安全趋势预测

1. 用平滑预测法对耕地面积与粮食总产量变化的趋势进行预测, 经计算所得的变化的趋势与原始数据的误差显示, 滑动平均法的结果优于移动平均法^[12], 三点滑动平均法的的误差最小, 三点滑动平均法预测模型如下式

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

2. 以时间为横坐标 (自变量 X), 以 1989~2005 年年末总人口为纵坐标 (因变量 Y) 做散点图。再根据散点图进行数学拟合, 建立年末总人口预测模型。最后依据所建立的数学模型进行未来年末总人口、耕地面积变化趋势的预测如图 6 表 3。

从预测的结果来看, 在未来的 10 a, 贵州的人口将持续的增长, 耕地面积继续减少, 人均粮食占有量保持 300 kg 以上, 但有下降的趋势。分析主要原因, 虽然粮食的总产量在增加, 人口基数和增长速度过快, 致使人均粮食占有量减少, 贵州省在不断深化提高粮食单产的同时, 还要强力的限制人口的直线型增长, 保护耕地, 控制其减少, 来解决粮食安全问题。

5 结论

综上述综合分析得出以下结论:

1. 贵州粮食安全问题严峻, 1989~2005 年, 贵州省耕地面积持续减少, 人口增长过快, 农业综合生产力有明显的提高, 粮食产量有了较大幅度的增长, 粮食动态低水平基本满足需求, 人口增长过快, 人均粮食占有量少, 区域差异较大。

2. 以全国平均水平作为衡量标准, 贵州的粮食人均占有量长期以来处于低于全国平均水平, 大部分地区的粮食平衡系数长期 < 1。

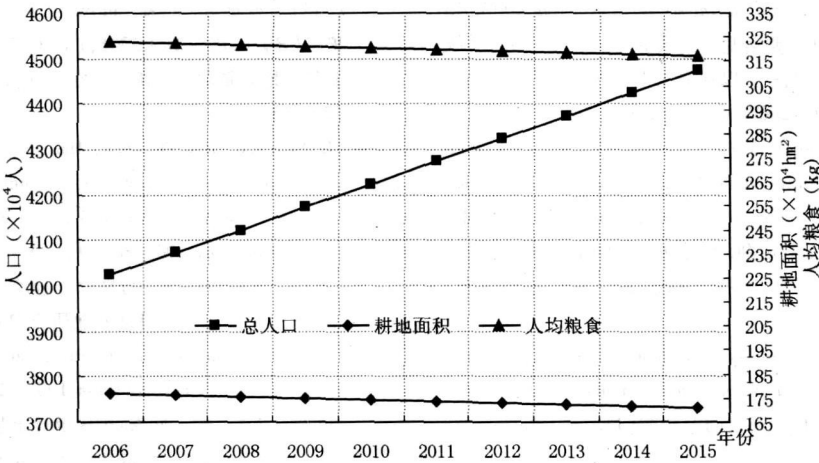


图 6 贵州省 2006~ 2015 年耕地面积、年末人口和人均粮食预测

Fig 6 Prediction reslt of crop land, populaion and pre grain in Guizhou Province from 2006 to 2015

表 3 贵州省 2015 年人均粮食占有量预测结果

Table 3 The prediction result of pre grain in Guizhou province in 2015

地 区	人口预测模型	人口预测值 (× 10 ⁴ 人)	粮食产量预测值 (t)	人均粮食预测值 (kg)
贵州省	$y = 50.269x - 96817, R^2 = 0.9872$	4 475.352 0	14 203 000	317.360 5
贵阳市	$y = 4.1123x - 7889.2, R^2 = 0.9793$	397.113 4	1 068 100	268.966 0
六盘水市	$y = 4.1733x - 8061.6, R^2 = 0.9842$	347.656 5	982 600	282.635 3
遵义市	$y = 9.2443x - 17780, R^2 = 0.9741$	847.208 2	3 310 500	390.754 0
铜仁地区	$y = 4.7612x - 9150.3, R^2 = 0.9845$	443.469 4	1 690 840	381.275 5
黔西南州	$y = 4.2252x - 8156.5, R^2 = 0.9876$	357.266 6	148 300	349.402 9
毕节地区	$y = 9.1675x - 17651, R^2 = 0.9869$	821.628 2	3 372 200	410.428 9
安顺市	$y = 2.0316x - 3809.2, R^2 = 0.9406$	284.544 7	970 000	340.895 4
黔东南州	$y = 5.3024x - 10185, R^2 = 0.9856$	498.882 2	1 706 128	341.990 2
黔南州	$y = 4.9864x - 9596.6, R^2 = 0.9848$	450.919 4	1 671 000	370.576 2

3. 自 1989 年以来, 贵州省粮食区域不平衡问题日渐突出, 余粮区主要分布在遵义、铜仁等地区, 而缺粮区主要分布在六盘水、贵阳市; 毕节地区的粮食生产粮增加较快。

4. 依据预测的结果贵州在未来的 10 a 里, 贵州的人口将持续的增长, 耕地面积继续减少, 人均粮食占有量保持 300 kg 以上, 以温饱线作为标准, 其粮食基本可以保证温饱的自给, 若要达到小康水平, 则需要调入大量的粮食, 贵州长期处于粮食调入省份的身份还是没有改变。下属的各地区, 遵义、铜仁、毕节地区接近于小康水平, 其他个地区的要达到小康水平, 粮食短缺量还很大。

参考文献 (References)

[1] Yu Zhenguo Hu X iaoping Research on the relation of food security and cultivated land's quantity and quality in China[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2003 (5): 45~ 49[余振国, 胡小平. 我国粮食安全与耕地的数量和质量关系研究[J]. 地理与地理信息科学, 2003 (5): 45~ 49]

[2] Xiong Ying Wang Ke-lin Guo Xian. A study on trend and driving forces of cultivated land use change in Hunan province past 50 years [J]. *Economic Geography*, 2004 24 (5) : 653~ 656[熊鹰, 王克林, 郭娴. 近 50 年湖南省耕地数量动态变化研究[J]. 经济地理, 2004, 24 (5) : 653~ 656]

[3] Brown L R. Who Will Feed China? Wake Up! Call for a Small Planet [M]. World Watch Institute New York . W. W. Norton and Company, 1995.

[4] Li Yu-ping Cai Yun-long. Analysis of dynamics of the regional cropland-population-grain system and prediction of the pressure on cropland: the case study on Xingtai Prefecture of Hebei province

- [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis* 2007, 43 (2): 230~ 234[李玉平, 蔡运龙. 区域耕地-人口-粮食系统动态分析与耕地压力预测——以河北省邢台市为例 [J]. 北京大学学报 (自然科学版), 2007, 43(2): 230~ 234]
- [5] Feng Zhiming, Liu Bao-qin, Yang Yan-zhao. A study of the changing trend of Chinese cultivated land amount and data reconstructing 1949~ 2003[J]. *Journal of Natural Resources* 2005, 20 (1): 35~ 43[封志明, 刘宝勤, 杨艳昭. 中国耕地资源数量变化的趋势分析与数据重建: 1949~ 2003[J]. 自然资源学报, 2005, 20 (1): 35~ 43]
- [6] Cheng zong-long. A study the issue of food security of Yunnan Province[J]. *Yunnan Agricultural Science and Technology* 2005 (3): 3~ 6[陈宗龙. 云南省粮食安全问题研究 [J]. 云南农业科技, 2005, (3): 3~ 6]
- [8] Zhao Cui-Wei, Pu Li-Jie. Relationship between the arable land change and the grain production in Guizhou Province during the past 50 years[J]. *Journal of Nanjing University (Natural Sciences)*, 2005, 41(1): 105~ 112 [赵翠薇, 濮励杰. 贵州省 50 年来耕地资源数量变化特征及其与粮食 [J]. 南京大学学报 (自然科学版), 2005, 41(1): 105~ 112]
- [9] Kong Xue-song, Chang Xu. The time-space differences on dynamic equilibrium of the total Cultivated land in Hubei Province[J]. *World Regional Studies* 2004, 1 (2): 73~ 75[孔雪松, 常旭. 湖北省耕地总量动态平衡的时空差异 [J]. 世界地理研究, 2004, 1 (2): 73~ 75]
- [10] Li X iao yan, Ren Zh i-yuan, Hao Hu i-mei. Calculation of regional grain security and dynamic equilibrium of cultivated land quantity——a case study of Shaanxi Province [J]. *Agricultural Research in the Arid Areas* 2005, 23(5): 213~ 216. [李小燕, 任志远, 郝惠梅. 区域粮食安全与耕地总量动态平衡测算研究——以陕西省为例 [J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(5): 213~ 216]
- [11] Gui Zhou Statistics Bureau. Statistical Yearbook of Guizhou[M], Beijing: China Statistics Press 1989~ 2006 [贵州统计局编. 贵州统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 1989~ 2006.]
- [12] National Bureau of Statistics. China Statistical Yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press 1989~ 2006 [国家统计局编. 中国统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 1989~ 2006.]
- [13] Xu Jian-hua. Mathematical Methods in Contemporary Geography [M]. Beijing: Higher Education Press 2002: 37~ 69[徐建华. 现代地理学中的数学方法 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 37~ 69]

The Spatiotemporal Patterns of Grain Security and Prediction of Guizhou Province

YANG Ren, REN Zhiyuan

(College of Tourism & Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract The state of cultivated land in Province is complicated and various, and the contradiction of people and land, which has aggravated with the rapid economy growing since 1980's, has already been an important problem in regional sustainable development. In this article, through a large amount of data, the variation condition of cultivated land, population and grain from 1989 to 2005 in Guizhou Province is analyzed, and the balance coefficient is calculated. It is utilized to analyze the grain situation of nine districts in Province. Furthermore, the population forecast model and Time Series smoothing forecast method is used to predict the balance situation of grain and patterns of grain security in different districts in next ten years.

Key words per capita share of grain; the balance coefficient; grain security prediction; Guizhou Province