

# 波动、效率

BODONG XIAOLI YU QU YU SHI WU AN QUAN

# 与区域食物安全

◎ 吕爱清 著

中国社会科学出版社

7-426.82  
97

# 波动、效率

BODONG XIAOLÜ YU QÜYU SHIWU ANQUAN

# 与区域食物安全

◎ 吕爱清 著

中国社会科学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

波动、效率与区域食品安全 / 吕爱清著. —北京: 中国社会科学出版社, 2013. 10  
ISBN 978 - 7 - 5161 - 3693 - 5

I. ①波… II. ①吕… III. ①食品工业 - 经济波动 - 研究 - 中国②食品工业 - 生产效率 - 研究 - 中国③食品安全 - 研究 - 中国 IV. ①F426. 82②TS201. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 285930 号

---

出 版 人 赵剑英  
责任编辑 任 明  
特约编辑 乔继堂  
责任校对 王兰馨  
责任印制 李 建

---

出 版 **中国社会科学出版社**  
社 址 北京鼓楼西大街甲 158 号 (邮编 100720)  
网 址 [http: //www. csspw. cn](http://www.csspw.cn)  
中文域名: 中国社科网 010 - 64070619  
发 行 部 010 - 84083685  
门 市 部 010 - 84029450  
经 销 新华书店及其他书店

---

印 刷 北京奥隆印刷厂  
装 订 北京市兴怀印刷厂  
版 次 2013 年 10 月第 1 版  
印 次 2013 年 10 月第 1 次印刷

---

开 本 710 × 1000 1/16  
印 张 9.25  
插 页 2  
字 数 143 千字  
定 价 38.00 元

---

凡购买中国社会科学出版社图书, 如有质量问题请与本社联系调换  
电话: 010 - 64009791  
版权所有 侵权必究

# 序

吕爱清是我指导的博士研究生。2003年9月入学，2006年9月完成博士学位论文答辩，顺利毕业。爱清入学已逾“不惑”，比我年轻十载，之间亦师亦友，相处很是融洽。毕业后他回原单位（宜春学院）继续从事教学、科研工作，我们仍保持经常联系。此书是他在博士论文基础上修改而成，行将出版之际，我很高兴受邀作序。

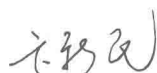
“民以食为天”，食物安全历来是世界各国政府非常关注的经济基石，农业政策的核心问题。爱清入学之时恰逢我国粮食生产连续数年大幅度减产，因此选择了食物安全作为博士研究生期间的主攻方向。我国人口众多、地域辽阔，区域资源和粮食生产能力差别很大，江西是我国粮食生产和输出的重要省份，选其开展区域食物安全研究颇具典型，甚是必要。

本书运用多种方法（模型）对江西食物生产历史、趋势和结构优化进行了定量研究。首先通过“能值”对各类食物产品统一量纲，突出体现了食物的最本质功能，提高了分析的科学性和可比性；而后运用“波动指数”和“变异系数”从宏观时空尺度上研究全省食物生产总量与结构的变化特点，用小波分析法进一步分析江西食物生产的周期性变化特征及主周期变化规律；继而运用灰色关联分析法研究了食物波动与主要生产要素波动的关系及特点，用数据包络分析方法（DEA）结合 Malmquist 生产率指数，对江西省各地级市以及周边省份食物生产全要素相对生产率进行了比较研究，对近 30 年江西食物生产全要素生产率变动特点进行了深入研究；最后运用层次分析法（AHP）对江西可持续食物安全性进行了评价，运用多目标达到法及 MatLab7.0 软件的多次交互迭代功能，对江西

食物生产进行了多目标规划，据此提出了相关的对策建议。

本书运用多种数学方法对江西省食品安全进行了如此全面系统的探索性研究，相信对推动江西省食物生产协调发展、保障区域食品安全具有十分有意义的借鉴作用。

愿爱清在今后的学术道路上继续攀登！



2013 年仲夏于南京

## 摘 要

粮食安全政策历来是世界各国农业政策的核心问题,各国政府都非常重视和关注食品安全。我国地域辽阔,区域资源差异大,食物生产能力差别也较大,所以进行区域食物安全研究显得非常必要。江西省粮食比例过重,食物生产结构、农业产业结构不尽合理,如长期按此格局发展,食物生产安全将很难保障。本研究将在保障食物生产能力安全的前提下,凸显食物生产效率,有利于优化农业产业结构、食物生产结构,进一步优化食物生产要素的合理配置。研究的意义是:(1)将主要食物折合成能量进行研究,以解决不同食物的量度差异,突破了以实物为度量的框架,更能体现食物的本质,有利于食物多样化及膳食营养平衡,有利于农业结构调整,可真正因地制宜地发展农业生产;(2)在食物安全研究过程中,以安全为基础,同时凸显食物生产效率,运用全要素生产率理论结合数据包络分析(DEA)方法进行食物生产全要素生产率(TFP)、全要素相对生产率(TFRP)的测度,有利于食物生产的内涵式发展,有利于提高食物生产的科技含量和管理水平;(3)综合考虑食物生产能力、食物供给能力、食物生产动力、食物生产阻力及与食物安全的关联性,构建食物可持续安全综合评价指标体系。

在研究过程中,表征食物波动的指标选用了反映短期波动的波动指数及长期趋势的变异系数,以分析食物时间波动、空间波动和食物种类波动的特征及波动规律。运用灰色关联分析法进一步研究食物波动与生产要素波动的关系。运用小波分析法,分析了江西食物生产变化的特征时间尺度与周期性特征及主周期变化。用DEA方法测度江西省食物生产全要素相对生产率。运用Malmquist生产率指数对江西食物生产全要素生产率进行了实证分析。选取化肥用量、成灾面积等食物生产要素,运用SPSS11.5进行食物生产驱动因子分析。选取了化肥用量、灌溉面积、食物总量等22个指标,运

用层次分析法 (AHP) 评价江西可持续食物安全。选用多目标达到法, 运用 MatLab7.0 软件通过多次交互迭代, 实现江西食物生产多目标规划。通过研究得出以下几点初步结论:

1. 1978—2003 年食物总量平均波动指数小于同期粮食平均波动指数, 表明食物总量相对稳定, 其主要原因是食物总量是各种食物的总和, 食物种类间具有一定的补偿作用, 这也是研究食物安全的意义。进一步分析表明, 粮食产量、油料产量、肉类产量等与食物总量具有显著关联性, 其灰色关联序为: 粮食产量 > 油料产量 > 肉类产量 > 蔬菜产量 > 糖料产量 > 禽蛋产量 > 水果产量 > 牛奶产量, 所以要保证食物总量安全, 必须首先保障粮食、油料、肉类等的生产。

2. 运用小波分析方法能较好地研究江西省食物生产周期性变化规律。小波分析表明, 单位耕地食物产量、粮食产量与食物总量变化呈高度正相关, 其波动周期具有较好的同步性。1949—2004 年江西食物总量变化存在 10 年、24 年和 34 年的主要周期, 以 34 年的周期性振荡最强, 大 (34 年)、中 (24 年)、小 (10 年) 特征时间尺度的小波系数从 2000 年均开始下降, 说明江西近年食物总量进入了减产期。面对大、中、小振荡周期同步下降时, 应特别引起注意, 要更加重视食物生产, 在制度安排上要充分调动社会的食物生产积极性, 保障食物生产投入, 增加技术储备, 加大技术推广力度, 适当增加储备, 提高食物调控能力。

3. 江西食物波动指数与全要素相对生产率 (TFRP) 之间关系较为密切, 且表现为生产要素配置合理, 全要素相对生产率 (TFRP) 较高时食物波动平稳或食物波动呈较大正波动; 但全要素相对生产率 (TFRP) 偏低时食物波动往往呈较大负波动。同时, 江西食物生产主要取决于生产要素保障度, 食物生产总量与食物生产要素保障度呈现高度正相关 ( $r = 0.922$ )。由此可以推断, 食物生产持续稳定增长的机制是: 食物生产要素保障度 → 食物生产效率 (TFRP) → 食物稳定性 → 食物总量 → 食物持续稳定增长。所以要保证食物的持续稳定增长, 必须增加生产要素投入, 以提高食物生产要素保障度, 然后在此基础上采用先进适用技术、合理配置生产要素, 努力提高食物生产效率。

4. 江西食物生产要素驱动因子分析表明, 化肥用量、灌溉面积、种植面积、资金投入、机械动力、森林覆盖率、农产品价格指数等可

视为食物生产正向强驱动因子；而恩格尔系数（因子载荷为  $-0.744$ ）应视为食物生产逆向强驱动因子，恩格尔系数越高，食物性支出所占比例就越大，导致食物生产供应压力大、食物生产投入欠保障。水土流失面积、成灾面积与灾情因子呈现高度正相关，而劳动力与灾情因子存在高度负相关，也就是说通过人们的努力，在一定程度上影响食物生产的自然灾害可以进行适当防控，通过防控将灾害损失减到最低程度。江西自然灾害因子分析表明，洪涝灾害面积  $z_1$ 、低温灾害面积  $z_4$ 、洪涝绝收面积  $z_5$  和低温绝收面积  $z_8$  是导致自然灾害的强驱动因子，干旱灾害面积  $z_2$ 、干旱绝收面积  $z_6$ 、风雹灾害面积  $z_3$  和风雹绝收面积  $z_7$  是导致自然灾害的次强驱动因子。

5. 可持续食物安全评价结果表明，1978—1997 年江西可持续食物安全度呈逐步提高态势，1998 年因遭受特大洪灾，致使该年食物安全度下降幅度较大，但仍属安全水平；1999 年可持续食物安全度迅速回升，但自 1999 年后可持续食物安全度一直下滑，2003 年跌至  $0.7972$ ，安全度下降为较安全水平，可持续食物安全出现了较大的隐患，应引起高度重视。江西食物保障因子和社会经济因子安全水平偏低，是可持续食物安全的薄弱环节；食物生产因子、资源禀赋因子和气候因子安全水平较高，对食物安全较有保障；可持续环境因子的安全水平正逐步加强，有利于提高可持续食物安全度。通过食物安全预测，按近期江西省食物种植面积比例（ $75.1\%$ ）、最高复种指数（ $262.7\%$ ）计算，2020 年江西食物生产可能处于不安全状态。要解决食物安全问题， $\lambda$ 、 $\rho$  组合在仅使用预测耕地的情况下以  $82\%/279.6\%$ 、 $83\%/276.2\%$  较为适宜；在开发  $5\%$  非耕地面积替代食物的情况下以  $79\%/275.7\%$ 、 $80\%/272.2\%$  较为适宜；在开发  $10\%$  非耕地面积替代食物的情况下以  $76\%/271.5\%$ 、 $77\%/268\%$  较为适宜。

通过研究基本摸清了江西食物时空波动特征、食物波动周期变化规律、食物波动与生产要素及全要素相对生产率之间的关系。并将食物生产效率与可持续食物安全评价相结合，有利于在凸显食物安全的基础上，强调食物生产效率、生产要素合理配置，有利于保障可持续食物安全。

**关键词：**食物波动；生产效率；可持续食物安全；生产要素保障度；小波分析；灰色关联分析



# ABSTRACT

Food security policy has been the key policy of agriculture in world-wide countries. Most of the governments pay more attention to food security now. Due to the discrepancy of regional resources and the difference of food productivity among vast land areas of China, it is very important to study regional food security in our country. In Jiangxi province, grain proportion, food production and agricultural structure are unreasonable to a large extent at present. If this pattern lasts for a long time, food production security would be impossible. The food productivity security is prerequisite in this study; this will be helpful to protrude the food production efficiency, also beneficial to regulate the agricultural structure, food production structure and to optimize the food production factors. The significance of this research is: (1) In order to eliminate the varieties among different kinds of foods, the output of all kinds of food is transformed into energy to study. It can overcome the old frame which measured by original materials of foods, also can represent the real essence of food well and truly. This will be beneficial to improve the food diversity and nutrition balance, and to adjust the agricultural structural reasonably. Then, the agricultural production can be arranged according to the conditions of local areas; (2) In this study, the food security is primary important. At the same time, we emphasized the importance of the food production efficiency. The total factors productivity (TFP) and total factors related to productivity (TFRP) were estimated by TFP theory and the data envelope analysis (DEA) method. This is helpful to develop the food production healthily and heighten the level of management, as well as to improve the technology of food production by the scientific way; (3) To set up a reasonable food sustainable security system, all the in-

dexes, such as the food productivity, food supply ability, food production power, food production resistance and their relation with food security were considered synthetically.

In this study, food fluctuant indexes which reflect short-term food fluctuation and variation coefficients which reflect long-term trend of food fluctuation were selected to analysis the variation of food species and the feature of food spatial-temporal scale fluctuation. The relationship of the fluctuation tendency between food and production factors was studied by grey relation analysis. The characteristics of time scales, periodic variance and main periodic variance of Jiangxi food production were analyzed with wavelet analysis. The food production TFRP of Jiangxi province was calculated with DEA. The food production TFP was studied by Malmquist productivity index. The consumption of chemical fertilizers, irrigation area and drought area etc. were selected to analysis by the drive factors related to food production with SPSS11.5. 22 indexes, such as the consumption of chemical fertilizers, irrigation area and total food etc. were selected to assess the degree of sustainable food security with the analytic hierarchy process (AHP) in Jiangxi. Multi-objective programming with multi-objective attain and MatLab7.0 by mutual multi-lap were used to optimize the layout of Jiangxi food production.

Based on the authors' studies, the results are as follows:

1. From 1978 to 2003, the average fluctuation index of the total food was smaller than the grain. This showed the fluctuation of total food is more stable. Because consisting of various foods, the total food has certain compensatory role among different foods. This is also an important reason to research food security. Further analysis showed that there were close correlation between the Grain yield, Oil yield, Meat yield and the total food. The order of grey relation was as follows: Grain yield > Oil yield > Meat yield > vegetable yield > Sugar yield > Eggs yield > Fruits yield > milk yield. Thus, effective production of Grain, Oil and Meat etc. were firstly required to guarantee total food security.

2. The wavelet method can be used to study the periodical variation of food production in Jiangxi province. The result of wavelet analysis

showed the food yielding and the grain yielding per unit of arable land were positively correlated with total food at significant level. The periodic fluctuations between them were synchronization. Among the year of 10, 24 and 34 during the period from 1949 to 2004, the periodic fluctuation of total food in the 34 years was more obvious. Whether at the bigger scales (34years), the medium scales (24years) or at the smaller scales (10years), the wavelet coefficients implied the total food of Jiangxi province had been declining from 2000. Effective measures should be used to increase the input of material and technology resources, as well as to improve the regulative ability of total food production.

3. It was showed that the tendency coincided well between food fluctuation index and the TFRP in Jiangxi from 1978 to 2003. The food fluctuation was steady or food expressed greater positive fluctuation when TFRP was higher. The production factors were arranged reasonable. However, the food expressed greater negative fluctuation when TFRP was lower. This indicated that between food fluctuation and food production efficiency relation were relative closely. At the same time, significantly positive correlation ( $r = 0.922$ ) was presented between total food and the guarantee degree of food production factors from 1978 to 2003 in Jiangxi. It indicated that Jiangxi total food was also affected by input of food productivity. The decrease of total food in Jingxi from 2000 to 2003 was mainly caused by a downward guarantee degree of food production factors. Food production is the key factor to food security. Food security also depends on ideal integration of food production factors. From this, the sustainable growth mechanism of food production should be concluded, which is the guarantee degree of food production factors  $\rightarrow$  food production efficiency (TFRP)  $\rightarrow$  food stability  $\rightarrow$  gross food  $\rightarrow$  sustained development of food. Therefore, to increase the input of food production factors would improve the guarantee degree of food production factors. Then, ideal technologies can be used to enhance the production efficiency.

4. The drive factor analysis showed that the consumption of chemical fertilizers ( $x_5$ ), irrigation area ( $x_9$ ), sown area ( $x_1$ ), input of funds, power of agriculture machinery ( $x_4$ ), rate of forest overlay ( $x_{14}$ ) and

price index of farm produce were the major positive strong drive factors for food production. In contrast, engel's coefficient ( $x_7$ ) (component matrix/  $-0.744$ ) should be a negative strong drive factor, because a high engel's coefficient value implies a high defrayal and lack supply of food. The lose area of soil and water ( $x_{10}$ ), the area of affected ( $x_8$ ) were the minor negative drive factor of food production. Significant positive correlation was presented between the areas of affected; lose area of soil and water and the nature disasters. However, significant negative correlation was presented between the labor force ( $x_2$ ) and the nature disasters. In other words, the nature disasters of affects food production was controlled by the labor force. To some extent, the losing caused by the nature disasters can be decreased to a minimum level by manpower. The analysis to the nature disasters in Jiangxi indicated that the area of flood ( $z_1$ ) and low temperature ( $z_4$ ), the no harvested area due to flood ( $z_5$ ) and low temperature ( $z_8$ ) were the major strong drive factors, and the disaster area of drought ( $z_2$ ) and wind-hail ( $z_3$ ), the no harvested area due to drought ( $z_6$ ) and wind-hail ( $z_7$ ) were minor strong drive factors.

5. Sustainable food security in Jiangxi increased gradually from 1978 to 1997 by the evaluating of sustainable food security. In 1998, though the security degree reduced greatly because of flood disaster, it was still secure. In 1999, sustainable food security degree increased rapidly. In 2003, security degree declined to 0.7972. It suggested food productivity was instable and should be concerned greatly. The food guarantee factors and socioeconomic factors security level are low, this is a hidden trouble of sustainable food security in Jiangxi. The food production factor, resource factor and climate factor are at high security levels, food security has been guaranteed. The security level of sustainable environmental factor is strengthening; this is helpful to rise sustainable food security degree in Jiangxi. In Jiangxi province, according to the present ratio of food production area (75.1%) and the highest cropping index (262.7%), the forecast shows the food production of 2020 will be in a state of insecurity. To solve the hidden trouble of food security, the " $\lambda$ " and " $\rho$ " index must maintain the proper ratios, if the area of cultivation land is un-

changed, the proper ratio the “ $\lambda$ ” and “ $\rho$ ” index should be 82% / 279.6% or 83% / 276.2% ; if the area increase 5 percent and 10 percent respectively than present, the proper ratio should be 79% / 275.7% or 80% / 272.2% and 76% / 271.5% or 77% / 268% respectively .

In this study, the fluctuant feature of food under spatial and temporal scale, periodic rules of food fluctuation, and the relation among food fluctuation, production factors and TFRE in Jiangxi province were elucidated. Food production efficiency combining with sustainable food security assessment will be helpful to emphasize food production efficiency and ideal integration of food production factors, also will be beneficial to sustainable food security.

**Key words:** Food Fluctuation; Production Efficiency; Sustainable Food Security; Guarantee Degree of Food Production Factors; Wavelet Analysis; Grey Relation Analysis

# 目 录

第一章 绪论 .....	(1)
第一节 问题提出 .....	(1)
第二节 研究意义 .....	(1)
第三节 研究综述 .....	(2)
一 食物安全概念与食物安全问题 .....	(5)
二 食物安全实证研究 .....	(9)
三 农业资源综合生产能力评价与食物需求预测 .....	(10)
四 区域食物安全研究 .....	(12)
五 资源安全与食物安全 .....	(13)
六 江西食物安全的研究状况 .....	(17)
第四节 研究体系 .....	(18)
一 研究理论基础 .....	(18)
二 可持续食物安全系统 .....	(19)
三 主要研究方法框架 .....	(19)
四 研究内容 .....	(19)
五 基本资料数据来源及处理 .....	(22)
第二章 江西食物生产结构与生产要素分析 .....	(24)
第一节 江西食物生产动态分析 .....	(24)
一 江西食物生产结构变化 .....	(24)
二 江西食物生产与消费比较分析 .....	(26)
三 江西食物占全国的比例 .....	(28)
第二节 江西食物生产要素变化分析 .....	(31)
一 江西食物生产要素占全国的比例 .....	(31)
二 江西主要生产要素食物生产率与全国的对比分析 .....	(32)
三 江西主要生产要素食物生产率与邻近省份的对比 .....	

分析 .....	(34)
小结 .....	(36)
<b>第三章 江西食物生产波动分析 .....</b>	<b>(38)</b>
第一节 研究方法 .....	(39)
第二节 食物总量及各类食物时间波动分析 .....	(41)
一 江西不同年份食物总量及各类食物波动分析 .....	(41)
二 江西不同时段食物总量及各类食物波动分析 .....	(43)
第三节 江西食物波动的空间差异分析 .....	(44)
第四节 江西食物总量结构因子相关的历史分析 .....	(45)
第五节 宏观政策对食物波动的影响 .....	(48)
小结 .....	(49)
<b>第四章 江西食物生产周期性变化规律研究 .....</b>	<b>(51)</b>
第一节 小波分析基本原理与方法 .....	(53)
第二节 江西食物生产与耕地面积变化的基本态势 .....	(55)
第三节 江西食物变化的小波分析 .....	(56)
一 江西食物总量变化的特征时间尺度与周期性特征 分析 .....	(58)
二 江西省食物变化的小波方差比较分析 .....	(60)
小结 .....	(63)
<b>第五章 食物生产效率分析及比较研究 .....</b>	<b>(65)</b>
第一节 研究方法 .....	(67)
第二节 数学模型 .....	(67)
一 全要素相对生产率数学模型 .....	(67)
二 全要素生产率数学模型 .....	(68)
第三节 食物生产全要素相对生产率测度与分析 .....	(72)
一 江西与邻近省(市)食物生产全要素相对生产率 纵向比较 .....	(72)
二 江西与邻近省(市)食物生产全要素相对生产率 横向比较 .....	(72)
三 江西省各市食物生产全要素相对生产率纵向比较 ..	(76)
四 江西省各市食物生产全要素相对生产率横向比较 ..	(78)
五 江西食物波动指数与食物生产全要素相对生产率	

(TFRP) 分析 .....	(79)
第四节 食物生产全要素生产率变动分析 .....	(80)
一 江西与全国食物生产全要素生产率变动比较分析 ...	(80)
二 江西食物生产全要素生产率变动分析 .....	(81)
小结 .....	(85)
第六章 江西食物安全主导因素影响分析 .....	(87)
第一节 研究方法 .....	(88)
第二节 数学模型 .....	(89)
一 因子分析的基本概念与数学模型 .....	(89)
二 C-D 生产函数 .....	(90)
第三节 结果与分析 .....	(90)
一 江西食物生产要素驱动因子分析 .....	(90)
二 江西食物生产要素保障度影响分析 .....	(94)
三 自然灾害对江西食物生产的影响分析 .....	(95)
小结 .....	(97)
第七章 江西食物安全可持续性评价 .....	(98)
第一节 研究方法 .....	(99)
第二节 指标选取原则及评价指标体系 .....	(99)
一 指标选取原则 .....	(99)
二 评价指标体系 .....	(100)
第三节 可持续食物安全的实证分析 .....	(101)
一 权重确定与可持续食物安全度测算 .....	(101)
二 评价因子的变化规律 .....	(104)
小结 .....	(106)
第八章 江西食物安全预测与对策 .....	(108)
第一节 江西食物未来状况分析 .....	(109)
第二节 多目标函数与约束条件 .....	(110)
第三节 2020 年多目标规划 .....	(112)
第四节 江西食物安全对策 .....	(114)
一 耕地保护与合理利用并重 .....	(114)
二 产业结构适度调整 .....	(115)
三 促进食物持续稳定增长 .....	(115)



---

四	提高劳动生产率 .....	(115)
五	防灾减灾 .....	(116)
六	注重科技创新 .....	(116)
小结	.....	(116)
第九章	讨论与结论 .....	(117)
第一节	相关讨论 .....	(117)
第二节	基本结论 .....	(118)
第三节	研究创新 .....	(120)
第四节	不足之处 .....	(120)
参考文献	.....	(121)
致谢	.....	(133)