

文章编号: 1000—8462(2000)05—0052—03

云南粮食产量对 ENSO 振动的响应^①

田 敏, 曹 杰, 郭世昌

(云南大学 地球科学系, 中国云南 昆明 650091)

摘 要: 利用 1952—1998 年南方涛动指数(SOI)、气温、降水及云南粮食单产量资料, 综合分析、研究后得出: ①云南粮食产量呈现微小波状起伏的准“S”型上升趋势。②云南粮食产量与 ENSO 振荡存在显著共振相关关系。受 ENSO 影响, 云南粮食产量出现 5.2 年和 4.33 年周期性变化, 且 ENSO 分别超前 0.412 年和 0.024 年振动。③ ENSO 主要通过引起气温变化造成粮食产量的高低波动。

关键词: ENSO; 粮食产量; 云南省; 振动

中图分类号: S162.5⁺3

文献标识码: A

气候变化对农业及粮食保障的影响已成为当今人类社会普遍关注的问题。ENSO 事件是目前已知的引起世界各地气候变化最强驱动源。以往对 ENSO 的研究多侧重于探讨 ENSO 产生机制及相应出现的全球大气环流、气候演变特征等, 较少深入地分析 ENSO 与农业和粮食生产的关系^{4 6 8 11 12 13}。

云南位于低纬高原, 处于印度季风与东亚季风共同影响的特殊气候区域, 是我国粮食生产脆弱性较强的区域之一, 气候变化对粮食生产有着突出作用。本文根据谱分析方法原理, 着重探讨云南粮食产量波动与 ENSO 振荡对应关系。初步揭示出: 粮食产量年际波动与 ENSO 振动在 5.2 年和 4.33 年变化周期存在显著共振关系, 且 ENSO 分别先期振动 0.412 年和 0.024 年。云南粮食产量丰欠变动对 ENSO 响应明显而复杂, 气温偏高的 ENSO 年往往有利于粮食增产, 这与世界其它地区明显不同, 体现出 ENSO 对云南气候及粮食生产影响的特殊性。本文的研究, 试图为全球 ENSO 影响农业及粮食生产的理论探索提供范例, 更能对有效地开展云南粮食产量预测和制定农业发展规划提供参考, 具有一定的理论和实践价值。

1 云南粮食产量波动趋势

粮食生产过程从本质上讲是人类在自然禀赋基础上有意识劳动过程, 粮食产量高低是多种自然、社会因素综合作用结果。比如, 作物的生物学特征(如品种、抗寒性等)、气候、土壤等自然因素, 以及政策、社会体制、生产要素投入、农技措施、种植制度等社会因素。就特定区域而言, 考察以年为周期的粮食产量变化时,

上述大多数因子具有稳定少变、持续效应较长的特点, 粮食产量年际波动主要与气候条件好坏有关, 对此不少学者已有专门论述^{1 2 10}。

为滤掉诸多因子对粮食产量的长效作用和产生的超量增长部分, 采用非线性 Gompertz 模型对原始产量资料进行处理¹³, 即:

$$Y(t) = \alpha e^{-e^{\beta - \gamma t}} \quad (1)$$

用

$$\Delta Y(t) = Y(t) - Y(t-1) \quad (2)$$

作为由外界因子年际变化而获得的产量。

式中: α 是与渐近线有关的参数, β 是与在 Y 轴上的“截距”有关的参数, γ 是与响应变量从“初始值”(由 β 大小所决定)改变到“终值”(由 α 大小所决定)的速度有关的参数。 $Y(t)$ 为实际粮食单产量, $Y(t)$ 为 Gompertz 模型的产量拟合值, $\Delta Y(t)$ 为粮食产量波动值。

考虑到建国前后社会经济形态的巨大差异及粮食生产的重大变化, 选择 1952—1998 年云南粮食单产量资料⁹ 为分析样本空间。应用非线性最小二乘法获得模型

$$Y(t) = 38497.5 e^{-e^{(1.201 - 0.00638t)}} \quad (3)$$

计算得到建国以来云南粮食产量变化趋势(图 1 所示)。相关系数 $R=0.9665$, 其显著性检验超过信度 α 为 0.001 水平。

由图 1 得知: ①云南粮食产量波动与 Gompertz 模型“S”型曲线拟合度极高, 呈现出有微小波动的准“S”型增长总趋势, 它是各种自然、社会因素作用结果, 反映出在粮食生产长期发展过程中社会经济、科技因素是

① 收稿日期: 2000—02—12; 修回日期: 2000—08—25

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(批准号: 49865001)

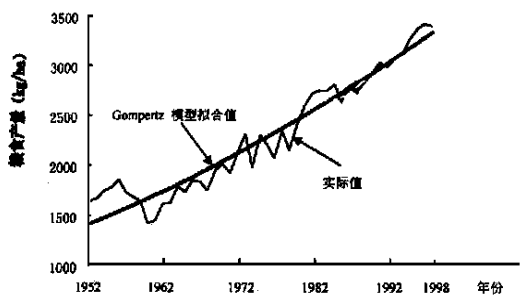


图 1 1952—1998 年云南省粮食产量波动趋势
Fig. 1 The tendency of variation of Yunnan's grain yield during 1952 to 1998

基本因素。②粮食产量年际变动较大, $\Delta Y(t)$ 在 +325.63—-263.41 之间变化。它与气候年际变化有极大关系。下面将对此作进一步探讨。

2 云南粮食产量对 ENSO 振动的响应

2.1 ENSO 与云南粮食产量波动的交叉谱分析

ENSO (El Niño and Southern Oscillation) 是厄尔尼诺 (El Niño) 和南方涛动 (Southern Oscillation) 的合称, 作为气候系统中最强的年际气候演变信号, ENSO 及所引起的气候变化将对粮食生产造成一定的影响。为定量描述 ENSO 现象发生时云南粮食产量出现的相应变化, 选取国际上 ENSO 监测业务中普遍使用的南方涛动指数 (SOI) 来反映 ENSO 强度变动, 利用以傅里叶分析为基础的交叉谱分析方法, 探讨 ENSO 与粮食产量在时间序列上波动的联系。

据黄嘉佑等的数学推导³, 作出凝聚谱估计:

$$R_{12}^2(l) = \frac{P_{12}^2(l) + Q_{12}^2(l)}{P_{11}(l) \cdot P_{22}(l)} \tag{4}$$

位相谱估计为: $\theta(l) = \text{tg}^{-1} \left[\frac{Q_{12}(l)}{P_{12}(l)} \right] \tag{5}$

(5) 通常使用中, 习惯上落后是用时间长度来表示。

落后时间长度谱估计为: $L(l) = \frac{m\theta(l)}{\pi l} \tag{6}$

其中, 取 m 为最大落后长度, $l = 0, 1, \dots, m$ 。

根据凝聚谱的显著性检验, 就可以确定两时间序列在某个周期振动上是否存在显著的共振相关关系。然后再根据位相谱和落后时间长度谱来进一步确定两序列振动的先后次序和超前落后时间长度。

将 SOI 数据值及经 (2)、(3) 式处理后的粮食产量数值代入 (4)、(5) 式, 分别计算出 ENSO 与云南粮食产量的凝聚谱和位相谱。结果由图 2、图 3 给出。

分析图 2、图 3 可知: ENSO 与云南粮食产量在 5.2 年和 4.33 年周期振动的凝聚谱达到显著峰值, 说明它们之间存在显著的共振相关关系 ($R^2(l)$ 临界值为 0.527)。根据位相谱及用 (6) 式计算的落后时间长度

谱, 在 5.2 年变化周期上, ENSO 超前 0.412 年先振荡, 粮食产量随后变动; 在 4.33 年变化周期上, ENSO 超前 0.024 年振荡。

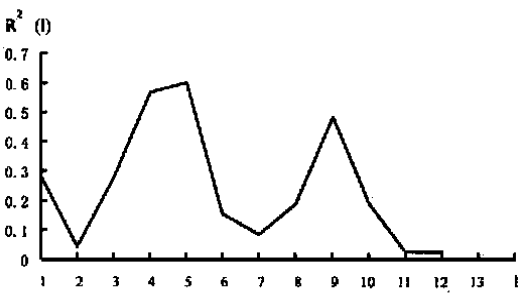


图 2 云南省粮食产量与 ENSO 凝聚谱图
Fig. 2 The coagulation spectrum pattern between Yunnan's grain yield and ENSO

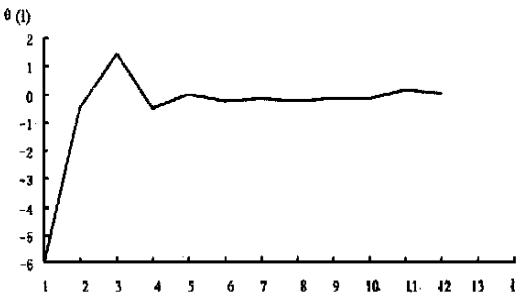


图 3 云南省粮食产量与 ENSO 位相谱图
Fig. 3 The phase spectrum pattern between Yunnan's grain yield and ENSO

2.2 ENSO 对云南粮食产量影响显著程度检验

参照我国 ENSO 监测小组制定的标准¹⁴ 和多数学者公认的年份^{4,5}, 确定自 1952—1998 年间共出现 6 次强 El Niño 事件即 1957 年, 1972 年, 1982 年, 1986 年, 1991 年, 1997 年; 和 4 次强 La Niño 事件即 1954 年, 1970 年, 1974 年, 1988 年。为进一步分析论证 ENSO 对云南粮食产量影响程度, 对 10 个强 ENSO 年粮食产量和 10 个非 ENSO 影响年 (即除 ENSO 年和 ENSO 事件延续年) 产量之间差异程度用下式进行显著性检验 (即 T 检验)。

$$T = |t| = \frac{|\bar{\Delta X}_i - \bar{\Delta Y}_i|}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (\Delta X_i - \bar{\Delta X}_i)^2 + (\Delta Y_i - \bar{\Delta Y}_i)^2} \cdot \sqrt{\frac{mn(m+n-2)}{m+n}}} \tag{7}$$

其中: $\bar{\Delta X}_i$ 和 $\bar{\Delta Y}_i$ 分别表示强 ENSO 年的粮食产量波动值及均值; ΔX_i 和 ΔY_i 分别表示非 ENSO 年的粮食产量波动值与均值。

T 的自由度为 $m+n-2$ 。本文取 $n=10, m=10$ 。当 T 达到 0.05 信度水平时, 就可以认为差异是显著的。

计算结果显示, $T=2.293$ 大于 $t_{0.05}=2.101$ 。表明强 ENSO 年与非 ENSO 年产量增减变动差异明显, 这再次证实 ENSO 振动对云南粮食产量波动的影响是显著

的。

2.3 云南粮食产量与 ENSO 对应关系

对强 ENSO 年与非 ENSO 年产量波动值统计发现, 10 个强 ENSO 年中有 5 年为负值, 年波动额均值 ΔX_i 为 +35.792, 产量以正增长为主; 10 个非 ENSO 年中有 7 年为负值, ΔX_i 为 -111.395, 产量以负增长为主。

已往观测资料显示, 1997 年出现本世纪最强的一次 El Niño 事件。当年云南年平均气温偏高, 冬季出现罕见暖冬, 降水偏少。这一年粮食增产, 实际产量超过

表 1 近期几次强 ENSO 年及前、后年粮食产量对比表

Tab. 1 Comparison of grain yield for strong ENSO years in recent period

年份	1985	1986 *	1987 *	1988 *	1989	1996	1997 *	1998
单产量/ kg/ ha	2 817. 1	2, 610. 5	2, 778. 3	2, 752. 3	2 830. 8	3, 370	3, 420	3, 395. 3
产量波动值/ kg/ ha	132. 81	-120. 64	-0. 19	-74. 05	-43. 91	142. 62	140. 2	62. 63

* 表示强 ENSO 年

将 1952—1998 年全省域年平均气温、年降水量距平值分别与粮食单产作相关分系, 发现: 气温与粮食单产之间有显著正相关关系(相关系数 $R=0.4287$, $R_{0.01}=0.3721$); 降水量与粮食单产基本不相关(相关系数未通过信度 0.10 水平检验)。

由上面的分析, 可以获得如下初步结论:

(1)云南粮食产量与气温变化关系密切, 两者呈正相关。无论是 El Niño 或 La Niño 事件造成的云南气温偏高, 对粮食生产通常是有利的, 粮食产量因此出现正值波动现象。这与其它地区有所不同^[6, 13]。体现了 ENSO 影响的特殊性。

(2)上述反例说明 ENSO 对云南气候和粮食单产影响是复杂的。ENSO 是影响云南气候、粮食产量年际变化的一个重要因素, 但不是唯一因素。因此, 它们之间的关系值得进一步深入研究。

3 结论

(1)在诸种自然—社会因素作用下, 云南粮食产量呈现出准“S”性上升趋势。粮食产量的年际波动主要同气候条件特别是气温因子变化紧密相关, 粮食产量的高、低变动趋势与气温年际波动趋势完全吻合。

(2)云南粮食产量波动与 ENSO 振动在 5.2 年和 4.33 年变化周期存在着显著共振相关关系。其中, 在 5.2 年变化周期上 ENSO 超前 0.412 年振动; 在 4.33 年变化周期上 ENSO 超前 0.024 年振动。因此, ENSO 对于粮食生产具有一定的预报意义。

(3)云南粮食产量对 ENSO 的响应明显且复杂。一般来说, 响应的特征同 ENSO 引起的气温升降关系极其密切, 在气温偏高的 ENSO 年, 除少数年份粮食产量偶尔出现负增长外, 其余多呈正增长。这正好体现了 ENSO 对云南气候及粮食生产影响的特殊性。关于这一

1996 年和 1998 年, 波动值超过 1998 年。其余几次强 El Niño 事件时气候与产量变化情况与之类似。反例出现在 1972 年和 1986/1987 年两次事件, 当时气温也偏暖, 降水偏少, 然而当年粮食减产。La Niño 事件发生时, 云南全年平均气温常常偏低, 降水偏多^[4, 11], 粮食产量以负增长为主, 例如 1988 年, 粮食单产实际值与波动值均低于 1985 年(见表 1)。四次强 La Niño 事件仅在 1954/1955 年粮食产量为正增长, 该年的年平均气温高于其它 3 个强 La Niño 年。

点, 还待积累更多资料作深入探讨。

参考文献:

[1] 蔡运龙, Bary Smit. 全球气候变化下中国农业的脆弱性与适应对策[J]. 地理学报, 1996, 51(3): 202—209.

[2] 郭建平. 气候变化对我国东部地区粮食产量的影响初探[J]. 地理研究, 1992, 11(1): 56—61.

[3] 黄嘉佑, 李黄. 气象中的谱分析[M]. 北京: 气象出版社, 1984. 108—111.

[4] 解明恩, 张万诚. ENSO 事件与云南冬季气温异常[J]. 应用气象学报, 2000, 11(1): 115—121.

[5] 李晓燕, 翟盘茂. ENSO 事件指数与指标研究[J]. 气象学报, 2000, 58(1): 102—109.

[6] 陆端军, 张先恭. 中国降水和温度对 ENSO 响应的特征[J]. 应用气象学报, 1995 6(1): 118—123.

[7] 王宇. 云南气候变化概论[M]. 北京: 气象出版社, 1996: 6—89.

[8] 徐建军. ENSO 及其年际异常对全球及亚洲季风降水影响的数值研究[J]. 气象学报, 1999, 57(3): 301—314.

[9] 云南省统计局. 云南统计年鉴(1988—1999)[M]. 北京: 中国统计出版社.

[10] 张镭, 周红. 世界及一些国家小麦波动规律的初步分析[J]. 应用气象学报, 1991, 2(3): 336.

[11] 周国莲, 龙卫红. 赤道东太平洋海温异常时云南 5 月气候场分布特征[J]. 云南气象, 1999(3): 35—37.

[12] 赵振国. 厄尔尼诺现象对北半球大气环流和中国降水的影响[J]. 大气科学, 1996, 20(4): 422—428.

[13] D. A. Ratkowsky (著), 洪再吉, 韦博成, 吴诚欧等译. 非线性回归模型统一的实用方法[M]. 南京: 南京大学出版社, 1986. 63—93.

[14] ENSO 监测小组. 埃尔尼诺事件的划分标准和指数[J]. 气象, 1989 15(3): 37—38.

[15] Liu Yongqiang and Ding Yihui. Influence of El Niño on wegher and climate in china. [J]. Acta Meteorologica Sinica, 1992, 6(1): 117—130.

[16] NCEP. Climate Diagnostics Bulletin[R]. 1998. 79.

虽然世博会直接推动了云南省硬件和软件环境的改善,但随着中国加入“世界贸易组织”的临近,云南必须加快软、硬环境与国际接轨的步伐,提高综合接待能力。因此,要加快旅游配套设施的建设,尽快争取开通昆明到日本、韩国、澳大利亚和欧美等客源市场的航线,增设昆明、西双版纳与东南亚的航线。大力开发富有民族特色、兼具有纪念性、艺术性、礼品性和实用性的旅游商品。针对海外游客散客比例迅速增加的趋势,在主要口岸、机场、火车站、重点旅游城市建立起方便散客的旅游信息咨询系统,提供必要的旅游信息资料。建立云南旅游管理信息系统,引进国际上先进的管理机制,加强对旅游行业的规范管理,抓紧对旅游部门人员的各种培训,提高其外语水平和服务水平,提高餐饮业服务水平,提高卫生意识,扩大导游人员的知识

面,提高服务质量,发挥游客回国后的口碑宣传效应,争取回头客。不断完善旅游软、硬环境,向国际标准靠拢,逐步与国际旅游市场接轨,才能抓住机遇,使云南省旅游业跃上一个新台阶。

参考文献:

[1] 罗明义. 昆明国外旅游客源市场分析和预测[J]. 经济问题探索 . 1995(2): 14— 16.
[2] 李嘉廷. 在全省世博会总结表彰电视电话会上的讲话[N]. 云南日报, 1999— 11— 10.
[3] 万绪才, 丁登山, 马永立, 等. 旅游客源市场结构分析——以南京市为例[J]. 人文地理, 1998(3): 70— 75.
[4] 骆培聪. 香港境外客源特征分析及旅游业展望[J]. 人文地理, 1997(2): 23— 27.
[5] 陶汉军, 林南枝主编. 旅游经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 1994. 271.

THE STRUCTURE OF THE OVERSEAS TOURIST MARKET AND THE STRATEGY OF EXPLOITING IN YUNNAN PROVINCE

WANG Shi—lian

(Geography Department, Chuxiong Teachers College, Chuxiong 675000, Yunnan, China)

Abstract: This paper analyses the changes of the overseas tourist number's time structure, the area distribution、tourist motive structure and tourist consuming structure in Yunnan province and put forward some countermeasure on exploiting the overseas tourist market in Yunnan province.

Key words: overseas tourist market; structure; strategy of exploiting; Yunnan province

作者简介: 王仕莲(1966—), 女, 云南人, 毕业于西南师范大学地理系, 现为楚雄师专地理系讲师, 主要从事地图学、旅游地理学的教学和研究工作, 已发表论文多篇。

(上接 54 页)

THE PRIMARY STUDY OF THE GRAIN YIELD OF YUNNAN PROVINCE RESPONDING TO ENSO

TIAN Min, CAO Jie, GUO Shi—chang

(Department of Earth Sciences, Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China)

Abstract: This paper points out that Yunnan's grain yield shows a 'S' type variation, and has a significant resonance oscillation with ENSO, by analysing the SOI, temperature, rainfall and Yunnan's grain yield from 1952 to 1998 years. Because of the influence of ENSO, Yunnan's grain yield shows both the cyclic variation of 5.2 years and 4.33 years. The variations of ENSO took place before Yunnan's grain yield by 0.412 year and 0.024 year respectively. ENSO affected Yunnan's grain yield through influencing the temperature change mainly.

Key words: ENSO; grain yield; Yunnan Province; variation

作者简介: 田敏(1963—), 女, 贵州人, 云南大学理学院地球科学系, 硕士, 主要从事气象气候、灾害学、区域地理学研究。