

## 福建省粮食产量气象灾害风险评估

陈家金,张春桂,王加义,林晶,李丽纯,杨凯  
(福建省气象科学研究所,福州 350001)

**摘要:**利用福建省1978—2004年66个县(区)的粮食单产资料,通过统计处理得到相对气象产量,并以相对气象产量的变化来表征福建粮食产量气象灾害风险程度。采用歉年平均减产率,歉年减产率变异系数,相对气象产量低于-5%的保证率3个风险指标作为综合风险评估指标,来评估福建粮食单产气象灾害风险。结果表明全省各县综合风险指数介于0.08~0.73之间,高风险区主要分布在平潭县、泉州和漳州的大部县市、龙岩和三明的西部县市、宁德市东北部和南平的部分县市,这些区域的台风、暴雨、干旱和寒害等灾害对粮食单产的影响较大;低风险区主要分布在福建中部沿海县市及内陆县市,气象灾害对粮食单产的影响相对小些。

**关键词:**粮食产量;气象灾害;风险评估

中图分类号:S166 文献标识码:A

### Risk Evaluation of Meteorological Disaster on Grain Yield in Fujian Province

Chen Jiajin, Zhang Chungui, Wang Jiayi, Lin Jing, Li Lichun, Yang Kai  
(Fujian Institute of Meteorological Science, Fuzhou 350001)

**Abstract:** Based on per unit grain yield derived from 66 counties during 1978—2004 in Fujian province, relative meteorological yield was analyzed with the help of statistic means, and the risk degree of meteorological disaster on grain yield was showed by the variety of relative meteorological yield in this area. We choose three comprehensive risk assessment indices: average rate of yield reduction and variation coefficient of reduction rate in the poor harvest year, accumulate probability of relative meteorological yield less than -5%. Through the above indices, the risk of meteorological disaster of per unit grain yield in Fujian Province was evaluated. The result indicated that the comprehensive risk index of each county in Fujian Province between 0.08 to 0.73, the high risk region mainly distributed Pingtan county, the mostly counties of Quanzhou and Zhangzhou, the west counties of Longyan and Sanming, the northeast region of Ninde and some counties of Nanping, the per unit grain yield of this area is mostly affected by some meteorological disasters, such as typhoon, rainstorm, drought, cold injury and so on. The low risk region mainly distributed in littoral counties of middle region and the interior region of Fujian province; the effect of meteorological disaster in this area is smaller than the high risk region.

**Key words:** grain yield, meteorological disaster, risk evaluation

福建人多耕地少,粮食供需矛盾逐年加大,粮食安全一直是受关注的问题<sup>[1]</sup>。福建粮食作物以水稻和甘薯为主,2007年稻谷产量占全省粮食产量的78.9%。福建又是农业气象灾害多发的省份,常见的灾害有暴雨洪涝、干旱、台风、寒害等,均对粮食生产构成不利影

响,是导致粮食单产下降的重要原因<sup>[2-3]</sup>。不同区域造成粮食产量下降的主要致灾因子有所不同,不同的致灾因子在不同粮食作物的不同生长发育阶段其影响程度也不同,因此不同区域的粮食产量的气象灾害风险水平高低也不同。风险评估是通过风险分析的手段,

基金项目:中国气象局气象新技术推广项目(CMATG2006M34);福建省气象局开放式气象科学研究基金项目(2005K01)。

第一作者简介:陈家金,男,1964年出生,福建闽清人,高级工程师,主要从事农业气象研究。通讯地址:350001福建省福州市乌山路108号,福建省气象科学研究所, Tel: 0591-83353815, E-mail: cjj8284@163.com。

收稿日期:2009-02-12,修回日期:2009-03-18。

给出某一风险事件发生的概率及其后果,国内开展过农业气象灾害风险评价的研究<sup>[4-12]</sup>。笔者针对福建省历年粮食单产的变化,对气象灾害对粮食单产的影响进行风险评估。

### 1 资料与处理方法

#### 1.1 资料

福建省粮食产量资料采用1978—2004年全省66个县(区)的粮食单产资料;资料来源于福建省农村社会经济调查队出版的《福建农村调查年鉴》。

#### 1.2 处理方法

影响粮食单产的因素主要有自然因素和非自然因素两大类。农业技术水平的提升等因素引起粮食单产的趋势增长,气象条件的变化引起粮食单产的年际波动。将粮食单产分解为式(1)的3部分。

$$y=y_t+y_w+\varepsilon \dots\dots\dots (1)$$

式(1)中, $y$ 为粮食实际单产, $y_t$ 为趋势产量; $y_w$ 为气象产量; $\varepsilon$ 为随机噪声,由于所占比例小,忽略不计。

利用正交多项式的方法模拟福建省各县历年粮食单产的趋势产量,并求出气象产量;同时为了消除地区间的农业生产水平差异,用气象产量除以趋势产量,得到相对气象产量,来表明粮食单产的波动,这样变量不受时间和空间影响,具有可比性。采用相对气象产量

( $y_r$ )的变化即实际粮食单产偏离趋势产量的波动幅度来表征福建粮食产量气象灾害的风险程度。

$$y_r=y_w/y_t \dots\dots\dots (2)$$

### 2 风险评估指标及评估结果

#### 2.1 减产率指标

减产率指标反映实际单产低于当年趋势产量的百分率。对于各县的粮食单产的相对气象产量( $y_r$ ),界定 $y_r < 0$ 为歉年, $y_r < -5\%$ 为灾年。歉年和灾年的平均减产率分别设定为 $dq$ 和 $dz$ 。

$$dq = \sum_{y_r < 0} |y_r| / m \dots\dots\dots (3)$$

$$dz = \sum_{y_r < -0.05} |y_r| / k \dots\dots\dots (4)$$

式(3)和(4)中, $m$ 为歉年样本数, $k$ 为灾年样本数。

计算全省66个县(区)的历年相对气象产量的歉年平均减产率,各县的平均减产率在1.55%~6.67%之间,全省的分布情况如图1所示。平均减产率>6%的有建阳县、华安县和漳州市辖区;介于4%~6%的县市分布在宁德市的东北部县市、沿海的海岛或半岛地区(平潭县、惠安县和东山县)以及内陆的德化县、清流县和三明市辖区;其余大部县市平均减产率<4%,占有县市的83%,其中歉年平均减产率<2%的只有4个县市,以闽侯县的1.55%为最低。

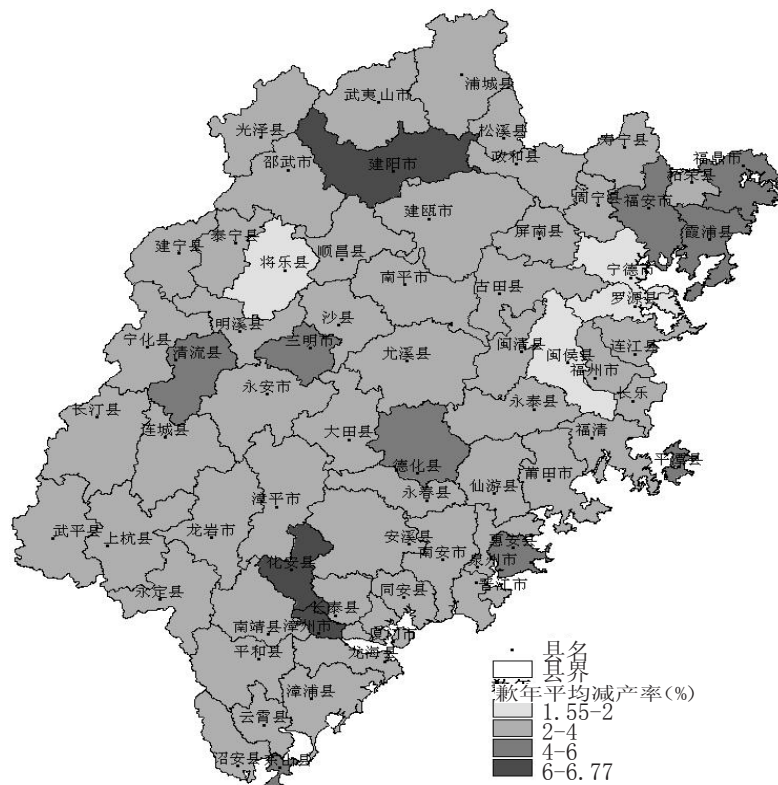


图1 福建省粮食单产歉年平均减产率

综合各县(区)歉年和灾年的平均减产率数据,分析各地级市的歉年和灾年的平均减产率(见表1),可以看出,各市歉年平均减产率在2.15%~3.89%之间,减产率在3%以上的地区分布在内陆的南平市,沿海的宁

德市、泉州市和漳州市,以漳州市最大;灾年平均减产率在6.57%~11.22%之间,减产率在8%以上的地区分布在内陆的龙岩市以及沿海地区,以莆田市最大,总体上看,沿海地区灾年的平均减产率大于内陆地区。

表1 各市粮食单产歉年和灾年的平均减产率

地区	南平市	三明市	宁德市	福州市	莆田市	龙岩市	泉州市	厦门市	漳州市
歉年平均减产率/%	3.42	2.93	3.5	2.93	2.66	2.98	3.77	2.15	3.89
灾年平均减产率/%	7.54	7.31	8.11	9.5	11.22	8.22	8.11	6.57	8.57

2.2 变异系数指标

变异系数(*cv*)指标反映歉年减产率的幅度偏离平均值的程度。

$$cv = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}}{\bar{x}} \dots\dots\dots (5)$$

计算全省66个县(区)的歉年相对气象产量序列的变异系数,变异系数介于0.57~1.51之间,全省的分布情况如图2所示。*cv*>0.9的县市主要分布在沿海县市、龙岩大部以及南平和三明的部分县市,以南安市的1.51为最高;*cv*<0.9的县市主要集中在内陆地区,以顺昌县的0.57为最低。

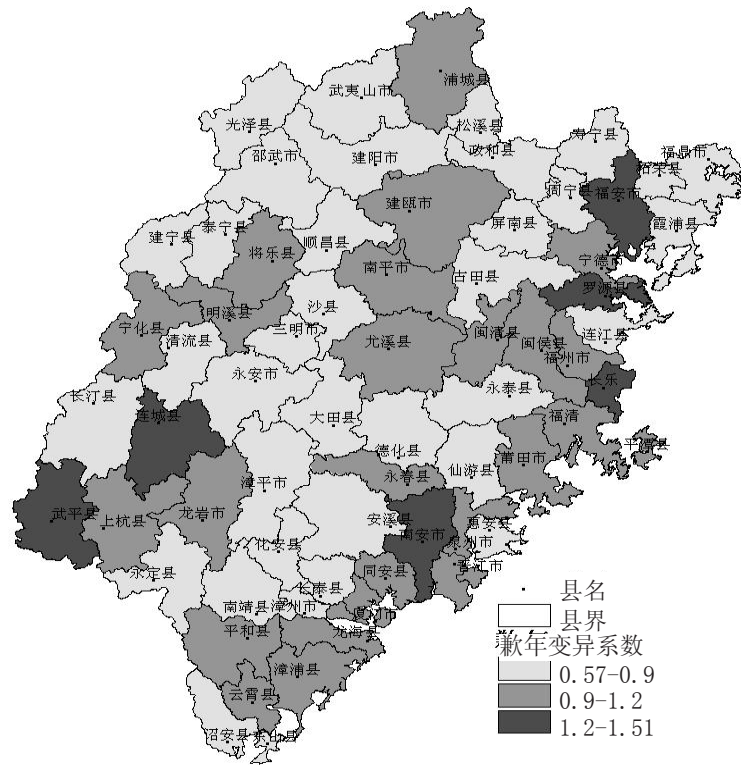


图2 福建省粮食单产歉年减产率变异系数

2.3 保证率指标

保证率指标反映相对气象产量小于某一界限值的累积概率情况。分析福建省粮食单产的历年变化,当相对气象产量小于-5%时,说明粮食作物已经遭受气象灾害而出现较大损失,用相对气象产量小于-5%的保证率可以一定程度反映气象灾害的发生程度。相对气象产量的样本序列符合正态分布,用歉年的样本平均值(*u*)和样本均方差(*σ*)建立分布函数。

分布函数为:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-u)^2} dx \dots\dots\dots (6)$$

相对气象产量小于某一界限值(*x*<sub>0</sub>)的保证率为:

$$p(x < x_0) = \Phi\left(\frac{x_0 - u}{\sigma}\right) \dots\dots\dots (7)$$

计算全省66个县(区)歉年当中相对气象产量小于-5%的保证率,保证率介于2.1%~64.4%之间,分布状况如图3所示。保证率>40%的地区分布在宁德市的沿海县市、沿海的海岛或半岛地区(平潭县、惠安县和



东山县)、部分内陆县(建阳市、建瓯市、德化县、清流县、华安县及漳州市辖区),以漳州市辖区的64.4%为最高;保证率介于20%~40%的地区主要分布在南部、

西部和北部县市;保证率<20%的地区主要分布在福建中部,以闽侯县的2.1%为最低。

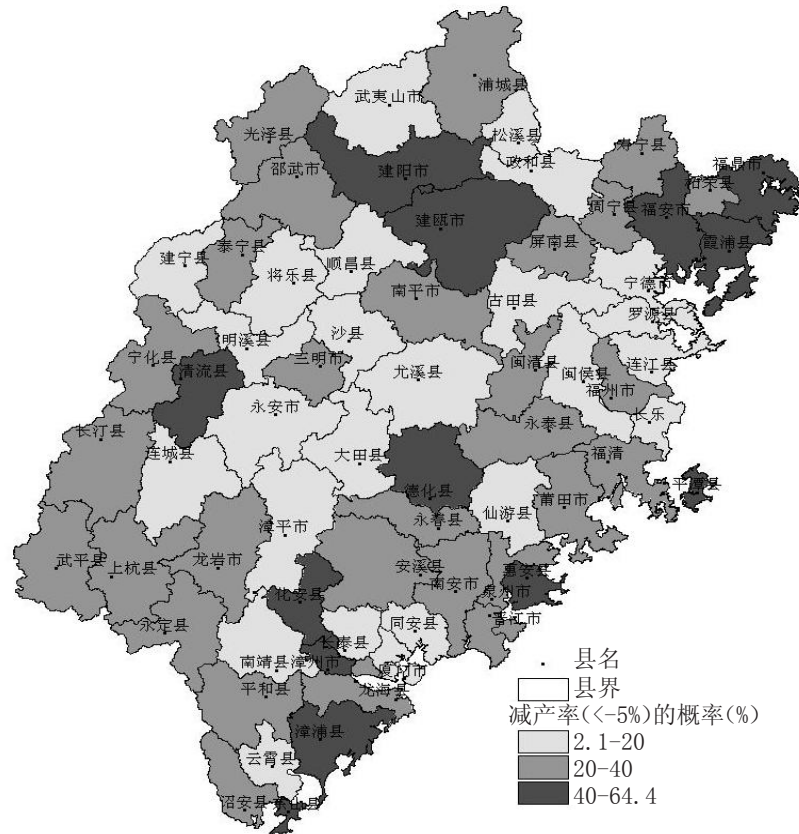


图3 福建省粮食单产相对气象产量小于-5%的保证率(%)

### 2.4 综合风险指数

综合风险指数是指包含几种粮食单产减产风险要素的综合指标。笔者选取歉年平均减产率( $dq$ ), 歉年减产率变异系数( $cv$ ), 相对气象产量小于-5%的保证率( $p$ )作为综合风险评估指标; 由于3个不同风险指标量纲不同, 因此对各指标序列进行归一化处理式(8), 分别得到各县3个指标的归一化指数  $dq'$ 、 $cv'$ 、 $p'$ , 将其进行加权平均, 式(9), 得出综合风险指数(I)。

$$x = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \dots\dots\dots (8)$$

$$I = (dq' + cv' + p') / 3 \dots\dots\dots (9)$$

根据全省66个县(区)的综合风险指数的计算结果, I值介于0.08~0.73之间, 分布状况如图4所示。综合风险指数>0.4的地区(高风险区)主要分布在泉州市和漳州市的大部县市、龙岩和三明的西部县市、宁德市东北部和南平市的部分县市, 其中高值区(>0.6)出现在福安市、平潭县、华安县、漳州市辖区和建阳市, 以平潭县0.73为最高; 综合风险指数<0.4的地区(低风险区)主要分布在福建中部沿海县市及内陆县市, 以仙游

县的0.08为最低。

根据粮食单产气象灾害的综合风险指数分布粗略地看, 除海岛平潭县风险最高以外, 影响粮食产量的气象灾害高风险区主要分布在福建的4个角, 即东南角、东北角、西北角和西南角, 结合福建省农业气象灾害的区域发生特点进行综合分析<sup>[2-3,13]</sup>, 南平市部分县市和福建西部风险较高的主要原因是粮食作物生长发育期间该区域常遭受雨季暴雨洪涝以及水稻“三寒”等灾害, 福建东南部沿海县市、宁德市东北部及海岛县风险较高的主要原因是粮食作物生长发育期间该区域常遭受台风、暴雨和干旱的威胁; 而以中部沿海县市及内陆县市为主的低风险区, 气象灾害对粮食产量的影响相对要小些。

### 3 结论

(1) 全省各县相对气象产量的歉年平均减产率在1.55%~6.67%之间, 83%的县市歉年平均减产率<4%。从地区分布来看, 歉年平均减产率表现为沿海的漳州市、泉州市、宁德市及内陆的南平市大于其他地区; 灾年平均减产率表现为沿海地区大于内陆地区。

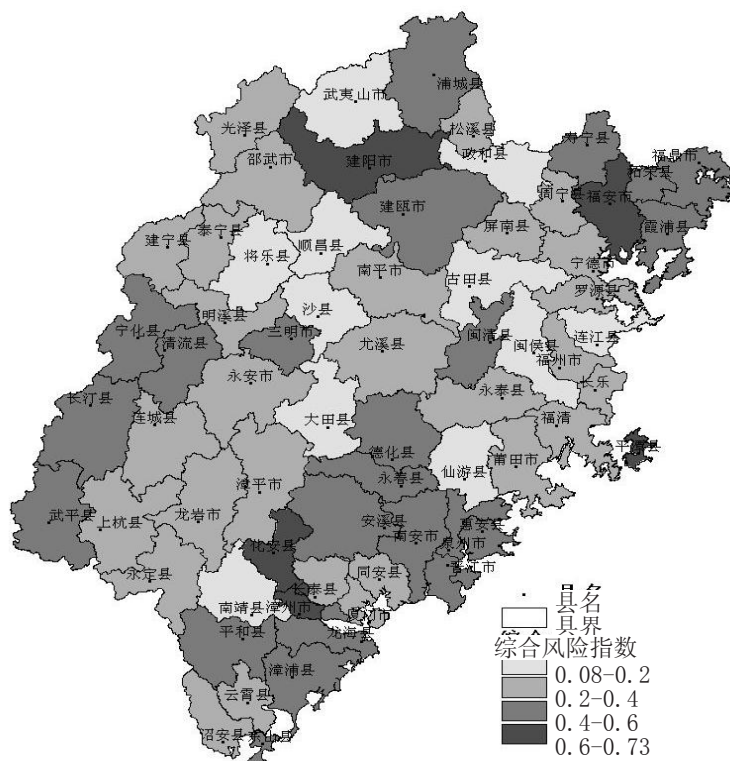


图4 福建省粮食单产综合风险指数

(2)全省各县的歉年相对气象产量变异系数介于0.57~1.51之间,高值区主要分布在沿海县市、龙岩大部以及南平和三明的部分县市,低值区主要集中在内陆地区。

(3)全省各县的歉年当中相对气象产量小于-5%的保证率介于2.1%~64.4%之间,高值区分布在宁德市的沿海县市、沿海的海岛或半岛地区、部分内陆县,低值区主要分布在福建中部。

(4)全省各县综合风险指数介于0.08~0.73之间,高风险区主要分布在平潭县、泉州市和漳州市的大部县市、龙岩和三明的西部县市、宁德市东北部和南平市的部分县市;低风险区主要分布在福建中部沿海县市及内陆县市。高风险区气象灾害发生较为频繁,对粮食产量威胁较大。

参考文献

[1] 陈明忠.福建省粮食安全问题之思考.福建农业科技,2006,(2):1-4.  
 [2] 陈家金,林晶,陈惠,等.近44年福建省暴雨的时空分布及对农业生产的影响.中国农学通报,2006,22(12):278-281.

[3] 陈家金,林晶,陈惠,等.福建省近44年干旱的时空分布特征及对农业生产的影响.自然灾害学报,15(6):265-269.  
 [4] 李世奎.中国粮食作物产量风险评估方法.北京:气象出版社,1999:122-221.  
 [5] 黄崇福.自然灾害风险评价理论与实践.北京:科学出版社,2006:3-21.  
 [6] 黄崇福,刘新立,周国贤,等.以历史灾情资料为依据的农业自然灾害风险评估方法.自然灾害学报,1998,7(2):2-8.  
 [7] 张远明.水稻生产气象灾害危险性分析.自然灾害学报,1993,2(3):54-61.  
 [8] 吴利红,毛裕定,苗长明,等.浙江省晚稻生产的农业气象灾害风险分布.中国农业气象,2007,28(2):217-220.  
 [9] 王石立,娄秀荣.华北地区冬小麦干旱风险评估的初步研究.自然灾害学报,1997,6(3):63-68.  
 [10] 谭宗琨.广西农业气象灾害风险评价及灾害风险区划.广西气象,1997,18(1):44-50.  
 [11] 陈香.福建省台风灾害风险评估与区划.生态学杂志,2007,26(6):961-966.  
 [12] 邓国,王昂生,李世奎,等.风险分析理论及方法在粮食生产中的应用初探.自然资源学报,2001,16(3):221-226.  
 [13] 陈香,陈静.不同登陆地点影响福建的台风灾害时空特征分析.亚热带资源与环境学报,2006,1(2):51-61.