

福建省森林火险天气等级预报系统^①

郑海青 陈敬平 张 星

(福建省气象科学研究所, 福州 350001)

提 要

应用福建省森林火险等级气象模式,分析了1986~1996年森林火灾与天气气候的关系,进而建立福建省森林火险等级预报专家系统。在1998~1999年实际应用中经济效益和社会效益显著。

关键词: 森林火险等级预报系统 专家系统 天气指数

福建省是我国南方重点林区省份之一,全省森林覆盖率达50.6%。但森林火灾一直是困扰林业生产的重要灾害,据统计,1951~1998年全省共发生火灾6.6万次左右,烧毁森林面积达 $156 \times 10^4 \text{hm}^2$,相当于福建省110个国有林场面积的5.6倍,直接经济损失达50亿元以上。年平均发生森林火灾1385次,烧毁森林面积 $3.26 \times 10^4 \text{hm}^2$,到90年代,森林火灾呈下降趋势,但每年平均发生森林火灾仍有371次。因此,迫切需要全省森林防火期间森林火险天气等级预报,为各级领导、群众提供中、短期预报服务,预防和减少森林火灾的发生^[1]。

1 森林火险天气等级预报系统

1.1 森林火险天气等级划分

李兆明^[2]等在1985年用1982~1984年福建省7个森林火灾重灾县的林火资料共547天及其相应的气象资料,分组计算温度日较差、日蒸发量、降水量等气象因子的着火危险度,并据吉林省林业气象工作者提出的着火危险度与当日的温度日较差(ΔT)、日蒸发量(M)呈幂函数($I = ax^b$)递增关系,而与相对湿度(A)、降水量因子(R)呈指数函数($I = ae^{-bx}$)递增关系^[3]。按上述关系式,对影响福建省森林火灾发生的诸项因子进行相关分析并做 F 检验^[4]。采用综合评判方法 $y = \sum I_i^{[5]}$,将上述影响森林火灾的着火危

险度四个气象因子的着火危险度总和,作为森林火险天气指数,其数学表达式为:

$$y = 17.4511e^{-6.3214A} + 4.2952e^{-0.1311R} + 0.1895M^{1.4106} + 0.1184(\Delta T)^{1.2179} \quad (1)$$

森林火险天气一般划分为5个等级,表1是按式(1)计算的天气指数将福建省森林火险天气划分的5个等级。

表1 森林火险天气等级表

火险等级	指数值	危险程度
1	<6	一般不发生森林火灾,野外用火可以进行
2	$6 \sim 8$	一般很少发生森林火灾,野外可用火,但要注意安全
3	$8 \sim 10$	较容易发生森林火灾,发布火险等级预报,做好森林防火工作
4	$10 \sim 12$	容易发生森林火灾,发布火险预报,停止一切野外用火
5	≥ 12	极易发生森林火灾,发布火险警报,严禁一切野外用火

1.2 发生森林火灾的主要天气类型

据1986~1996年森林防火期内逐日气象资料,用公式(1)计算各地逐日森林火险天气指数,按表1得出各地的森林火险等级。当有一半以上站的火险等级 ≥ 3 级时,查阅相应08时地面图和500hPa天气图,并绘出 ≥ 3 级火险天气过程的东亚天气简图。着重分析各地区森林火灾较频繁的时段与大气环流的关系,建立森林火险天气气候模型。

① 该课题受福建省科委科技项目(1997~1999)资助。

经归纳整理分析,福建省发生森林火灾的天气类型主要有5类,当出现此5类环流特征时,后1~3天福建省就有多处林火发生。表2列出各类型天气下林火发生的月份、火险等级、1986~1996年各类天气发生林火的次数占总林火数的百分比(表中简称林火发生几率,下同)。

表2 天气类型与森林火灾的几率

天气类型	林火发生的月份	火险等级	林火发生几率(%)
强副高控制型	9~10	3	3.2
东亚槽与台风活动型	9~10	3~4	5.0
东亚大槽	10~翌年4月	3~5	51.7
副高西伸南海型	12~翌年4月	4	26.4
印度高压维持型	2~3	4	5.4

上述5个类型的天气过程,概括了1986~1996年间92%的森林火灾。还有8%的森林火灾,均出现在上述天气过程之后和新的降雨过程之前。以下分述各天气过程的特征。

1.2.1 强副高控制型

9月份福建省处于夏季季风气候期,主要受副热带高压控制。10月份是夏季季风气候转为冬季季风气候的过渡期,因此10月份福建省也常常受到副热带高压控制。9、10月间,当福建省在副高控制下,天气稳定,连晴达8~10天以上,此时江南出现5920gpm的高压中心,定为强副高控制型(图略)。未来48小时内,福建省可出现3级的火险天气,可能引发局部林火。

1.2.2 东亚槽与台风活动型

9~10月间福建省受地面高压脊控制,海上有台风活动且为转向型路径时,500hPa图上中高纬有低槽东移与西太平洋上台风减弱后的低压相结合而形成东亚大槽,我们称之为东亚槽和台风活动型。东亚槽底线为584线,槽底可抵及20°N左右(见图1)。福建省处在东亚大槽后的西北气流控制下,日间相对湿度低、空气干燥,风大,若不注意控制火源,就容易发生森林火灾。

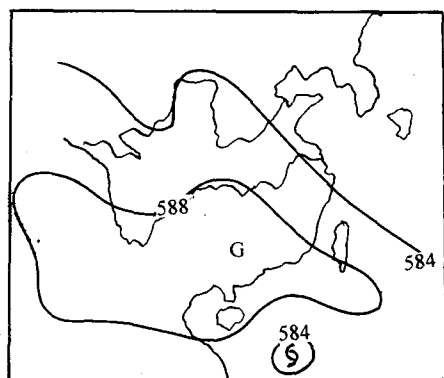


图1 东亚槽和台风活动型

1.2.3 东亚大槽型

10月份起,北方就有较强的冷空气活动,中高纬低槽东移加深形成东亚大槽。以大槽底线576线为准,10月份大槽底线可抵达30°N左右,11月份可抵达26°N左右。12月至翌年4月,东亚大槽的底线576线可抵及23~25°N(见图2)。该形势下,福建省出现晴冷、干燥天气,极易发生森林火灾。

表3 10月~翌年4月东亚大槽型下发生的森林火灾几率

月份	过程前无雨天数	林火几率(%)
10	≥5	1.3
11	≥4	6.4
12	≥3	6.0
1	>2	10.8
2	1~2	8.5
3	1~2	15.5
4	1	3.2
合计		51.7

从表3可以看出,11月~翌年3月各月东亚大槽型下发生的森林火灾均在6.0%以上,说明东亚大槽型天气是初冬~初春福建省森林火灾频发的主要天气气候条件。若累计10月~翌年4月东亚大槽下发生的森林火灾,几率达51.7%,即占森林火灾总数的一半以上。

表中过程前无雨天数在12月以前≥4天,而1月以后仅1~2天就可能发生森林火灾。从表中可看出,1至3月该天气类型林火几率在8.5%以上,说明1~3月是森林火灾

的多发期。应予以高度注意。

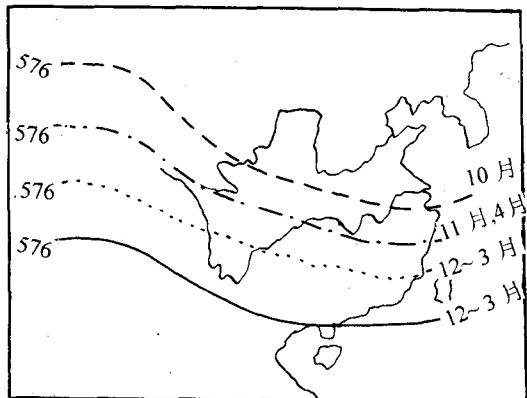


图2 东亚大槽型

1.2.4 副高西伸南海型

11月至翌年4月为初冬~春季,西太平洋副高一般退入太平洋,但有时也西伸至我国南海。福建省上空受强的西南气流控制(见图3)。此时地面图上,该型前期福建省受冷高压控制,转为变性冷高压或入海高压楔控制。天气稳定气温回升快,日蒸发量大,空气干燥,也容易发生森林火灾。

统计11月~翌年4月副热带高压西伸南海型下发生的森林火灾的几率见表4。

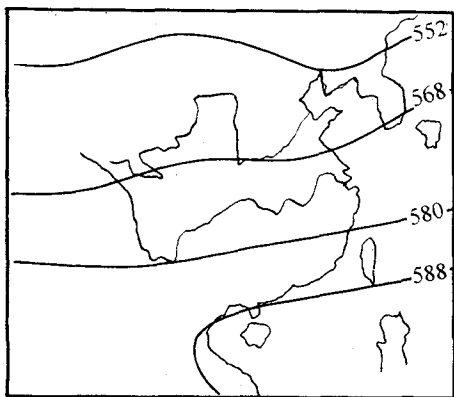


图3 冬、春季副热带高压西伸南海型

可以看出,该类型森林火灾主要集中在12月~4月。说明冬春季节,北方无冷空气南下时,福建省受副热带高压西伸南海的影响,也会引起林火。该类合计总林火的几率达26.4%,仅次于东亚大槽干冷天气引起的火

灾。

表4 11月~翌年4月副高西伸南海型林火发生的几率

月份	过程前无雨天数	林火几率(%)
11	5~10	1.5
12	≥4	5.0
1	≥10	1.0
2	≥5	6.3
3	≥4	9.0
4	≥2	3.6
合计		26.4

1.2.5 印度高压维持型

在2~3月份,偶有这样的天气系统,即地面图上福建省受变性高压控制,500hPa图上从印度至贝加尔湖维持一个明显的高压脊,印度高压稳定,高原前有明显的低压槽,使孟加拉湾水汽输送受到很大的影响,福建省高空受槽前西南气流控制,气温回升快,但空气干燥,极易发生森林火灾(见图4)。历史上1992年2月、1993年2月均发生过一次,全省各地区均有林火发生。据统计该类在2月份的林火几率为3.0%,3月份也发生一次,林火几率为2.4%。由于10年间仅发生三次这类过程,而林火几率却这么高,所以是一种重要的森林火灾易发性天气形势。在预报服务中应引起重视。

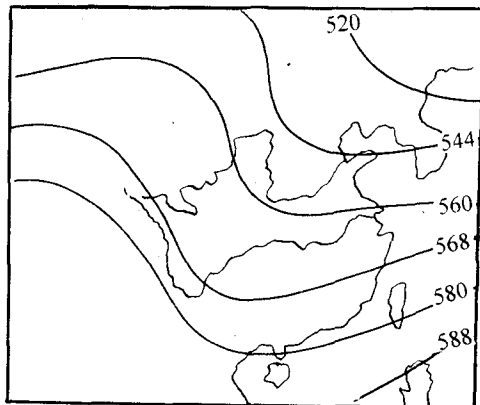


图4 印度高压维持型

2 森林火险等级预报专家系统

图5绘出该系统的工作流程。

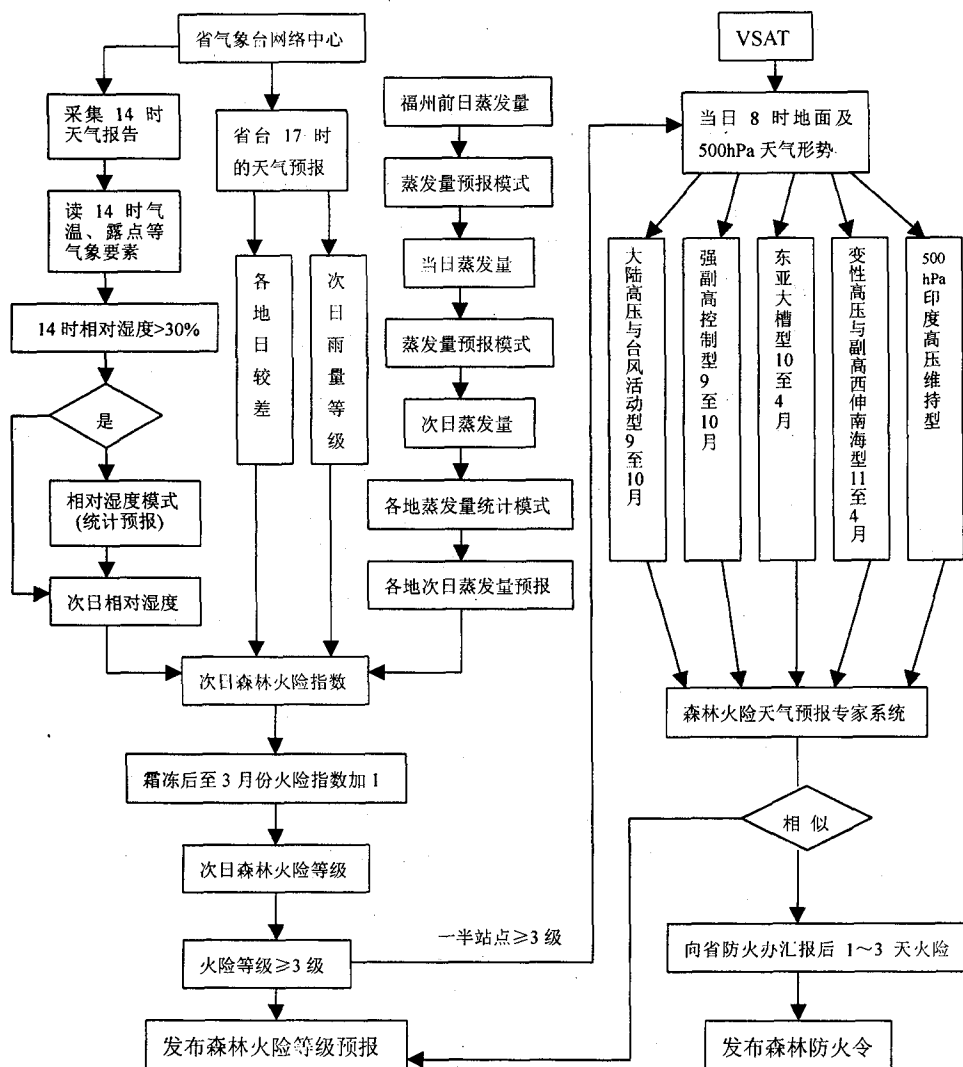


图5 福建省森林火险等级预报系统流程图

按照图5所示工作流程我们用VB5.0程序语言编制了福建省森林火险等级预报专家系统。计算机每天可自动从省气象台气象网络信息中采集均匀分布于福建省各地台站14时的天气报和次日天气预报,计算机软件系统自动读取各站14时的气温、露点、气压、风速等气象要素,然后按图5的流程用微机

制作未来24小时各地的森林火险等级预报,当某地区有2个站火险指数 ≥ 3 级,则发布次日该地区森林火险等级预报。

当次日森林火险等级预报系统中出现有半数的台站森林火险 ≥ 3 级,查阅当天08时的地面和500hPa天气形势图,若该形势特征与历史上高火险天气形势相似,则预报后

1~3天全省为高火险天气,应立即向省森林防火指挥办汇报,由主管森林防火的行政领导向各级发布森林防火的命令,达到以防为主的目的。

3 应用及其效益

1998年9~12月和1999年1~4月、9~12月间,应用森林火险等级预报系统,制作次日福建省各地森林火险等级,表5列出全省各级森林火险等级预报的天数和相应级别中发生林火的天数。栏中准确率(K)为:

$$K = \frac{M}{N} \times 100\% \quad (2)$$

在式中 M 表示次日发生林火的总次数, N 表示预报该等级的总天数。

表5 1998~1999年火险等级预报评价

预报火险 天气等级	过程 总天数	发生林火 的天数	准确率/%
1~2级	195	5	97.4
3级	113	19	16.8
4级	47	24	51
5级	9	9	100

从表5中看出预报次日火险等级1~2

级无林火发生,准确率97.4%,3级火险的准确率达16.8%,4~5级的准确率达50%以上。

在1998~1999年的森林火险等级预报服务中,出现强副高控制型天气和春季副高西伸南海型天气,都是仅个别县有林火发生,两种类型天气下发生林火次数分别占林火发生总次数的15%。而秋、冬季出现东亚大槽型天气,火险等级高,林火发生几率达60%左右,尤其1999年12月中、下旬出现二次东亚大槽型天气,这二次过程发生林火达100次以上。所以东亚大槽型是福建省最危险的火险天气,应引起重视。

为评价1998~1999年的森林火险等级预报服务中的经济效益,分析1991~1999年间气候因子与森林火灾发生次数的关系。表6列出冬春季(1~4月)、秋冬季(9~12月)的气候因子编码,编码值大,对当年森林火灾次数影响越大。

表6 春、秋冬季干旱标准

编 码	1~4月	9~12月
3	去年出现强寒潮,(极端气温 $<-5^{\circ}\text{C}$) 当年连续无雨天数 ≥ 15 天	福建省大部分地区出现日雨量 $\leq 2.0\text{mm}$ 的连续天数 ≥ 60 天
2	去年无强寒潮影响,当年连续无雨天数 ≥ 15 天	福建省大部分地区出现日雨量 $\leq 2.0\text{mm}$ 的连续天数35~60天
1	去年无强寒潮影响,当年连续无雨天数 < 15 天	福建省大部分地区出现日雨量 $\leq 2.0\text{mm}$ 的连续天数 < 35 天

以这两类气候因子的编码值累计值为自变量 x ,年内全省森林火灾发生次数为 y ,统计结果:

$$y = 87x + 22$$

$$(F = 35.88 > F_{(3,1)}^{0.01} = 34.1)$$

1998年森林防火期内气候编码累计值为2,代入方程得出拟合的森林火灾次数为196次,实际仅发生156次。1999年森林防火期内气候编码累计值为5,代入方程得出拟合的森林火灾次数为435次,而实际发生318次,比这类气候发生的森林火灾减少7%,森林受害面积减少12%,说明开展森

林火险天气等级预报后经济效益显著。

参考文献

- 1 高兆蔚. 灰色拓扑预测在森林火灾预警系统中的应用. 灰色系统研究新进展. 武汉:华中理工大学出版社, 1996.
- 2 李兆明, 高兆蔚. 福建省森林火险天气等级预报方法. 福建省林学院学报, 1989, 9(2).
- 3 杨美和等. 长白山森林火险预报方法研究. 吉林林业科技, 1983(1).
- 4 董文泉等. 数量化理论及其应用. 长春:吉林人民出版社, 1979.
- 5 冯德益等. 模糊数学方法与应用. 北京:地震出版社, 1985.

Study of the Forecast System of Forest Fire Weather Ranks in Fujian

Zheng Haiqing Chen Jingping Zhang Xing

(Fujian Meteorological Institute, Fuzhou 350001)

Abstract

Based on a mathematical model of forest fire meteorological ranks in Fujian, and the analysis of the relations between forest fire and weather situation, a forecast expert system of forest fire weather ranks in Fujian was established. The system's application in 1998—1999 gained some good results, and its economic benefit was evident.

Key Words: Forest fire weather ranks expert system economic benefit