

施望芝

(武汉中心气象台, 430074)

提 要

通过对1987年1月—1990年4月期间发生在湖北省的森林火灾过程进行分析,建立了一套较客观的火险天气环流形势预报指标,经过3年多的应用,预报效果良好。另外,还利用地面气象要素分析研究出通过计算燃料中水分的得失,从而得到预报火险等级的方法。经过1995年11月—1996年1月的检验,结果表明:这一预报方法具有一定的预报技巧,在林火天气预报中能起很好的参考作用。

关键词: 林火预报 易燃度 火险等级

引 言

由于森林火灾的发生发展,火险等级的高低以及火灾的蔓延都与气象条件有关,所以利用气象要素来预报林火的发生发展以及火灾的强度是很有必要的。本文利用气象要素分析出一套有利林火发生发展的环流形势预报指标以及火险天气等级预报指标,经过检验,结果令人满意。

1 火灾的天气环流形势及指标

本文对1987年1月—1990年4月期间,发生在湖北省内的42次火灾过程进行了历史天气图的普查工作,分析了有利林火发生发展的环流形势,重点分析了500hPa形势。

1.1 500hPa环流形势

通过42次过程358天资料普查,总结出500hPa的环流形势有4种,即西北气流型、平直环流型、长江流域辐合型、西南气流型,前两种环流形势是火灾发生发展的主要环流形势,占总天数的91%,而后两种形势只占总天数的9%,故本文只给出前两种环流型。

(1)西北气流型。这种类型表现为,在 30° — 55° N, 85° — 105° E范围内为暖高压脊控制,脊前在 25° — 40° N, 100° — 120° E范围内为西北气流控制,在 30° — 40° N, 100° — 115° E范围内至少有一站为西北风(270° — 360°),并有较明显的冷平流下沉区,这种类型有利中、低层及地面为高压控制,晴天少云,湿度小,无降水,有利林火的发生发展(图略)。

(2)平直环流型。这种类型表现为,在 25° — 45° N, 90° — 120° E范围内为平直的西北西气流控制或小槽波动,在 30° — 40° N, 100° — 115° E范围内至少有一站为西北风存在(270° — 360°),使得中低层及地面为高压脊控制,有利林火的发生发展(图略)。

这两种类型,在火灾发生的前4天左右就已建立,是林火发生发展的主要类型,同时相互转换,即在一次林火过程中,并不仅是一种类型控制,所以当出现上述前两种形势,且中低层为高压控制时,则有利林火的发生发展。

1.2 700hPa、850hPa环流形势

通过普查42次火灾过程,358天同期资料发现,700hPa和850hPa的天气环流形势类型同500hPa类似,分别也为4种环流形势,不论700hPa或850hPa,西北气流型是发生林火的主要环流形势(见表1)。另外,我们还普查了850hPa的高度场,要求 30° — 40° N, 100° — 110° E范围内高度场不能低于1480gpm,也就是说低层要有一定强度的高压控制。

表1 各层各类型天数

层次	西北 气流型	平直 环流型	长江流域 辐合型	西南 气流型
500hPa	141	185	6	26
700hPa	197	51	87	53
850hPa	253	7	26	67

1.3 林火环流形势指标

500hPa 30° — 40° N, 100° — 115° E范围内至少有一站西北风风速 $\geq 8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (270° — 360°); 700hPa 30° — 40° N, 105° — 115° E范围内至少有一站西北风风速 $\geq 8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (270° — 360°); 850hPa 30° — 40° N, 100° — 122° E范围内至少有一站西北风风速 $\geq 8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (270° — 360°); 850hPa 30° — 40° N, 100° — 110° E范围内至少有3站的高度 $\geq 1480\text{gpm}$ 。

上述各层要素同时满足,且 ≥ 3 天,则第4天开始有利湖北省林火的发生发展,若要素继续满足,则应继续报。

从1992年11月以来的防火期中,这一环流形

势预报指标的准确率为80%，然后根据各地代表站地面气象要素的变化，分别计算和预报火灾可能发生的地区与火灾的强度。

2 易燃度 (FFMC)

FFMC——易燃度指数，是森林废物或其它可燃物中水分含量的数值等级。它反映了精细燃料点燃及燃烧的相对难易程度。它对构成森林地表最上层的废物及未腐烂精细燃料的易燃性，提供了一个数值的等级描述。

2.1 水分含量 $M \cdot C$ 指标的经验公式

$$M \cdot C = \frac{138(101 - FFMC)}{(58 + FFMC)} \quad (1)$$

FFMC 取值范围为 0—100，其中，当 FFMC=100 时， $M \cdot C=0.8$ ；当 FFMC=60 时， $M \cdot C=47.95$ 。图 1 给出了 FFMC 与 $M \cdot C$ 的关系曲线，其中 $0 \leq M \cdot C \leq 50$ ；实际中当 $M \cdot C > 33$ 时，燃料就不能燃烧了，由图 1 可以看出 FFMC 与 $M \cdot C$ 是呈反比的。

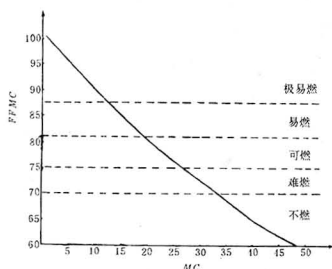


图 1 FFMC 与 $M \cdot C$ 关系曲线

在图 1 中依据 FFMC 的值，将其划为 5 个等级，分别对应易燃度的不燃、难燃、可燃、易燃、极易燃 5 个档次。

2.2 $M \cdot C$ 指数对应的易燃度等级

我们主要根据森林废物中的水分含量指数确定了易燃度的档次，用方程(1)计算出相应于易燃度档次的水分含量指数所对应 FFMC 的值，见表 2。

表 2 各等级的 $M \cdot C$ 和 FFMC 值

易燃度	$M \cdot C$	FFMC
不燃	≥ 33	≤ 70
难燃	28—32	71—75
可燃	19—27	76—81
易燃	12—18	82—88
极易燃	≤ 11	≥ 89

湖北省森林火险等级及森林易燃度等级的预报，可以采用上述易燃度分级系统方法。

燃料中水分含量指数高低，可以用降水量、相对湿度来计算。

2.3 由降水量计算燃料中水分含量

我们以当天 14 时观测资料为界，累计前 24 小

时降水量为前一天降水量，并认为最开始 $< 0.1\text{mm}$ 的降水对 FFMC 无影响，因此有效降水量为 r_f ； $r_f = r_0 - 0.1$ 。

前一天的降水量为 m_0 ； $m_0 = 138(101 - FFMC)/(58 + FFMC)$

燃料中水分含量指数 m_r 可用下式计算出，即

$$m_r = m_0 + 33 \times r_f \quad (2)$$

例如：若前一天的 FFMC=90(极高档)，而有效降水量仅为 0.8mm，则可计算得出降水后的水份含量指数： $m_0 = 138(101 - 90)/(58 + 90) = 10.26$ 。

降水后的水份含量为： $m_r = m_0 + 33 \times r_f = 10.26 + 33 \times 0.8 = 36.66$ 。

这时 m_r 对应的 FFMC=67.0，为不燃烧等级。

计算表明：当前一天 FFMC=90 时，仅 $\pm 0.3\text{mm}$ 的降水差别，能引起 FFMC ± 10 个单位的变化，而 $\geq 1\text{mm}$ 的降水足够使任何高档次的 FFMC 下降到低档次的 FFMC 以下。

同样可以设前一天的 FFMC 为 70, 75, 80 等来计算降水后植被的水份含量指数，然后根据植被水份含量指数的多少查图 1 所对应的 FFMC 值，即可看出第 2 天火险等级的高低。另外，当初值 FFMC 有 3 天连续不变时，则第 4 天开始应逐渐往上加 2 个单位，直到 FFMC 加到 90 为止。

当计算得出降水后的水份含量指数后，一定要结合第 2 天的天气预报来制作第 2 天的火险等级预报：如天气预报报第 2 天有 $\geq 1\text{mm}$ 以上的降雨(雪)时，即使前一天火险等级为最高，第 2 天的火险等级要下降到低档；若天气预报报第 2 天无降水，继续为晴好天气，则火险等级应维持或高于降水后的火险等级预报。

3 相对湿度对燃料中水分含量的影响

在火险等级预报中，我们也应注意相对湿度 RH 对火险等级 FFMC 的重要影响，因为在降水发生后，RH 是仅次于有效降水 r_f 对火险等级 FFMC 的重大影响因子，从某种意义上来说，RH 与火险是“同义词”，它同易燃度指数一样，可以反映林内精细燃料点燃及燃料的相对难易程度，提供了一个数值等级描述。

3.1 RH 的计算公式

$$RH = 138(113 - FFMC)/(56 + FFMC) \quad (3)$$

FFMC 取值范围为 0—95，其中当 FFMC=95 时， $RH=16.45$ ；当 FFMC=60 时， $RH=63.05$ 。图 2 给出了 FFMC 与 RH 的关系曲线，其中 $15 \leq RH \leq 64$ ；实际中当 $RH \geq 48$ 时，燃料就不能燃烧了，由图可以看出 FFMC 与 RH 呈反比。

在图 2 中依据 FFMC 的值，将 FFMC 划分为 5 个等级：不燃、难燃、可燃、易燃、极易燃 5 个档次。

3.2 RH 对应易燃度等级

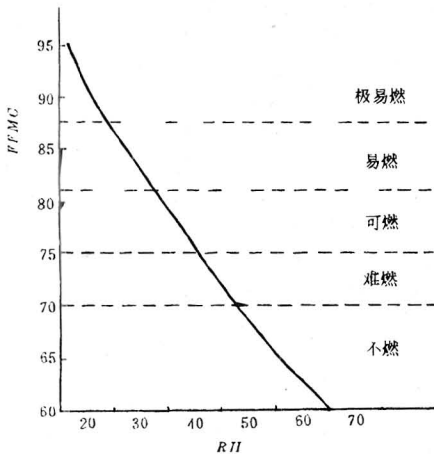


图2 FFMC与RH关系曲线

我们用方程(3)计算出相应于易燃度档次RH对应的FFMC的值,见表3。

表3 各等级的RH和FFMC值

易燃度	RH	FFMC
不燃	≥48	≤70
难燃	40—48	71—75
可燃	33—40	76—81
易燃	25—33	82—88
极易燃	≤25	≥89

上述的RH值也同样可以用来预报森林火险等级及森林易燃度等级。

3.3 由相对湿度计算燃料中水分的得失

我们以当天14时所观测得到的资料,来计算相对湿度所引起的FFMC的变化。

无降水时的经验公式为

$$RH = (RH_0 \times T_m - m_r) / 10 \quad (4)$$

有降水时的经验公式为

$$RH = (RH_0 \times T_m + m_r) / 10 \quad (5)$$

式中,RH₀为当天14时的相对湿度,T_m为当天14时的温度;m_r为降水后的水分含量;RH为第二天燃料中相对湿度预报值。

例如:若当天14时的RH₀=25,T_m=13,初值FFMC=90,则利用公式(4)计算得出第2天的RH,即RH=(25×13-10.26)/10=31.47,这时RH对应的FFMC=8,为易燃烧等级。

又例如:若当天14时的RH₀=25,T_m=13,初值FFMC=90,前24小时累计降水量为0.8mm,则利用公式(5)计算得出第2天的RH,即RH=(25×13+36.66)/10=36.16,这时RH对应的FFMC=78,为可燃燃烧等级。

环流形势预报法、降水量计算火险等级法以及相对湿度计算火险等级法,这3种方法在实际应用中,我们采取投票法,即3种方法有2种方法够某一等级就报某一等级,要说明的是,环流形势法反映的是满足不满足,即满足则可报3级以上,不满足则报2级以下。

上述方法在湖北省1995年11月—1996年1月的检验中,效果令人满意。

致谢:本文承蒙郑启松高工指导,特此致谢。

Analysis on Multi-Factor of Weather Prediction about Forest Fire and Forecasting Method

Shi Wangzhi

(Meteorological Observatory of Wuhan, 430074)

Abstract

By analysis of the forest fire occurred in Hubei province from Jan. 1987 to April 1990, a set of objective forecasting indexes of atmospheric circulation about fire weather are established. In addition, surface weather factor are used to calculate the index reflecting moisture content of fuels, and the level of forest fire danger can be forecasted. From Nov. 1995 to Jan. 1996, the experiment results showed that the forecasting method is a useful tool for forecasting forest fire weather.

Key Words: forest fire prediction flammability level of forest fire danger