

区域森林资源预警系统运行机制的实例论证^{*}

吴延熊

周国模 郭仁鉴

(云南省林业科学院重点实验室, 昆明 650204) (浙江林学院资源与环境系)

摘要 以森林火险预警为例, 将区域森林资源预警系统的运行机制从明确警义、寻找警源、分析警兆、预报警度和排除警患等方面作具体的逻辑展开。图 2 表 2 参 4

关键词 区域; 森林资源预警系统; 森林火险预报; 警素

中图分类号 S757.1; Q-0

森林火灾预警系统既是一类非常重要的灾害预警系统, 也是区域森林资源预警系统的一个极其重要的子系统; 既是区域林火管理系统的重要内容, 也是区域森林资源管理系统的组成部分。森林火灾预警系统主要有 2 个方面: 森林火险的预警即通常所称的森林火险的预测预报, 以及火灾发生和林火行为的监测预警^[1]。本文选择预警机制最典型, 应用最广泛的警素——森林火险警素作为预警运行机制阐述的对象, 对区域森林资源预警系统的运行机制进行具体、全面和深刻的归纳总结。

1 明确警义

在各种自然灾害中, 森林火灾以其突发性和经济损失的严重性受到世界各国的普遍重视。森林火险预警系统是区域森林综合防火体系的组成部分, 主要承担火险等级的计算和发布任务。森林火险预警系

收集日气象预报 选择适用模型方 提供一切有价值
和当地可燃物含 法计算日火险等 数据供决策者参
水状况数据 级并及时发布 考

图 1 森林火险预警过程的 3 个环节

Figure 1 Three links of early-warning procedure of forest fire danger

统的建立是实现“预防为主, 积极消灭”的森林防火方针的关键环节。火险预警工作做得好, 一方面可以为各部门适时安排工作起到有的放矢的作用, 在火灾发生前加强预防措施, 有效地控制林火的发生; 另一方面, 林火发生时, 火险等级也是进行林火蔓延模拟, 决定扑

收稿日期: 1998-10-20

^{*}浙江省自然科学基金资助项目(397206)和“九五”浙江省科技攻关资助项目(961102160)

吴延熊, 男, 1967 年生, 助理研究员, 博士

火路线、扑火工具和扑火人员等扑火辅助决策不可缺少的依据。

森林火险预警过程主要有如图 1 所示的 3 个环节。气象资料由区域的气象部门提供，当地可燃物含水率由各护林站提供，森林火险等级由防火指挥中心计算完成，并通过一定的信息渠道发布给用户和有关决策者。

2 寻找警源

2.1 火源

森林起火是受火源预热达到燃点的结果，没有火源，森林是不会自燃的。在有利于森林燃烧的条件下，火源是发生林火的主导因素，火源不同，引起的林火种类也不同。研究火源，掌握林区用火状况和规律，对控制森林火灾的发生有着十分重大的意义。要分析火源的种类和火源的走火途径。火源的种类很多，但可概括为人为火源和天然火源两大类。

2.1.1 人为火源 林火大多数是由人们用火不慎而引起的，但人为火源很复杂，按其性质又可以分为以下几种。①生产性火源：农、林、牧各业生产用火，如烧荒、烧垦、烧灰积肥、烧田埂、烧牧场、炼山、火烧清理林场、烧防火线等；林副业生产用火，如烧炭、烧砖瓦、烧石灰、狩猎、坑蘑菇等；工矿运输生产用火，如火车和汽车漏火、爆破开山、林区冶炼等。②非生产性火源：野外吸烟、烧火取暖、烧火做饭、烧干粮、熏蚊虫、烧纸、放鞭炮、小孩玩火等。③坏人纵火破坏。必须提高警惕，给予有力打击。此外，国境地区还要警惕外来火。

2.1.2 天然火源 天然火源是自然现象，主要有雷电火、泥炭自燃、火山爆发、陨石坠落、滚石火花、碎玻璃着火等。天然火源很少，一般占总火源的 1% 左右。根据四川省 1980 ~ 1984 年统计的数据，各种火源引起森林火灾的频度如表 1 所示。

表 1 不同火源引起森林火灾的频度统计表

Table 1 Frequency statistics of forest fire by different fire source

火源	频度/ %	火源	频度/ %
烧荒烧垦	16	野炊走火	0.6
烧牧场	23.8	吸烟走火	8.5
烧灰积肥	2.5	野外烧火	11.7
高压线冒火花和机车喷火	11.8	小孩玩火	5.8
爆破走火	0.3	迷信用火	8.9
副业生产用火	0.8	有意放火	2.6
招蜂、烧山逐兽	1.9	雷电起火	0.5
起火原因未查清	3.6	其他火源	0.5

2.2 气象状况

降水日数少，蒸发量大，相对湿度低，则森林火灾频繁。反之，则森林火灾频数小。降水量少，温度日较差大，森林火灾受害率大。反之，则森林受害率小。空气中水气含量多少即空气湿度直接影响森林火灾的发生。如果空气湿度小，林中可燃物质的含水量就小，发火点也低，就容易发生森林火灾。反之，如果空气湿度大，可燃物质含水量就大，发火点也高，发生火灾的危险性就变小。

降水或降雪可以减少森林火灾的危险性。它们除直接增大空气湿度外，而且能淋湿林木、地被物和土壤。正在燃烧的大火由于一场大雨往往可以熄灭。事实上，凡是雨季或降水较多的月份，森林火灾极少发生；相反，降水量较少的季节，火灾发生的可能性很大。

风对森林火灾的发生和蔓延影响相当大。风不但能减少林内湿润度，提高发生火灾的危险性，且有推动火焰及灼热空气向前移动，扩展火势的作用。

能见度较低从间接角度增加了森林火灾危险，由于迷漫的烟雾和山雾遮阻视线，使一般

观测手段发现火灾不起作用,即使火灾发生也很难迅速及时确定火源地点,以致造成重大的破坏。

2.3 森林特性

不同的森林植被类型其组成树种的枝叶含水量、氧化硅含量、燃烧热值、点着温度等抗火性能的指标有着明显的差别,地被物和林分内的干湿状况也不相同。森林火灾一般先从第一燃烧物即地被物开始燃烧。地被物由于种类和性质上的差别,可燃性程度也不相同。比如草本植物进入冬春,新草未出之前,都已枯萎变黄,极易着火;而苔藓喜生在土壤湿润的地方,火灾的危险性就小等。林木作为森林火灾的第二燃烧物,其危险性因树种不同而各异。比如马尾松、落叶松等针叶树含有较多的油脂,易于着火,它们的地被物可燃性也很强;木荷等常绿阔叶树却有较强的耐火能力。林木孕育火灾危险的程度,还与森林的树龄、林相和疏密度等有很大关系。

2.4 地貌地形

地貌地形作为一个基本环境因素,对各地气候和植物群落的形成具有重大影响,因此必定关系到森林火灾的发生发展。这就是所谓地貌地形宏观影响。局部地貌地形条件对林火危险性的影响同样客观存在。同一区域,地貌地形不同,可以形成不同的小气候,特别是不同的水湿、热条件,也给森林火灾的发生蔓延带来不同的影响。一般而言,地形坡度愈大,危险性也愈大,阳坡比阴坡更容易发生森林火灾,森林火灾随海拔高度上升而减少等。

2.5 社会因素

人为火源引发的森林火灾主要受社会因素的影响。比如区域人口的素质,特别是人们的防火意识。而防火意识又与防火宣传工作的力度密切相关。社会因素是极其复杂的,它涉及思想、组织、制度、管理和资金等方面,但也是人们易于改进的因素。

3 分析警兆

分析警兆是预警过程中的关键环节。警情产生于警源,警源只有经过一定的量变和质变过程,才能导致警情的爆发。在这一过程中包含着警情孕育、发展、扩大和爆发。警情在爆发前总会有一定的先兆即警兆出现。可见,警兆是一种先导现象,也可以称作先导指标。警兆与警情共生,警兆与警源既可以是直接关系,也可以是间接关系;既可以是明显关系,也可以是隐形或未知的黑色关系。因此预警不能停留在对警源的分析上,而应该对警兆作进一步的分析。警兆的确定既可以是定性的经验判断,也可以从警源分析入手。

从森林火源警源的探讨中,我们知道人为火源引发的森林火灾占绝大多数,也就是说社会因素对森林火灾的影响很大。比如区域火源管理的力度、区域对防火部门投资的强度、防火部门投入产出的效度、区域人口的素质特别是公民的防火意识、防火宣传的力度等都是森林火险的警兆指标。尽管森林火灾具有很大的偶然性,但是在偶然性的背后隐藏着必然性。如果这些森林火险的警兆指标处于下滑趋势,就应该引起人们的高度警觉。火源是可以管理的即属于可以控制的因素。社会因素特别是防火质量属于基本可控因素。森林防火的本质含义就是对这些可控因素的调节。但是要利用这些可控因素进行预警是非常困难的,主要是因为这些社会因素的复杂性和警兆指标的灰模性。不过,这应该是人们努力的方向。

森林特性属于弱可控因素,而气象状况和地形条件是不可控因素。但从因素的时序变化

起伏来看，气象因素又属于常变因素，社会因素和森林特性则为缓变因素，地形因素是不可变因素。因此，在各类预报方式中均未见涉及地形条件，而绝大多数是利用气象状况和森林特性。

现行的森林火险预警的警兆指标基本上是气象因子。寇文正等在收集近 20 a 的大样本历史火情、火灾和气象资料，并对近 3 000 起林火资料和 12 万个气象数据进行的分析对比和统计实验后筛选 12 个主要气象因子组成警兆指标体系^[4]。

4 预报警度

预报警度是预警的目的。一般有 2 种方法：一是建立关于警素的普通模型，先作出预测，然后根据警限转化为警度；一是关于警素的警度模型，直接由警兆的警级预测警素的警度，是一种等级回归技术。

预警系统具体操作的方式主要有 3 类，即指标预警法、模型预警法和统计预警法。指标预警法和模型预警法将在总体警素的预警分析中作具体的阐述和论证。统计预警法是对警兆与警素之间的相关关系进行统计处理，然后根据警兆的警级预测警素的警度。森林火险的预警方法属于统计预警法的范畴，绝大多数是利用气象条件和森林火险程度或森林火灾发生危险程度之间的相关统计分析，并以此作为预警模型建立的基础。其预警模型的建立主要有如图 2 所示的 3 种方法^[3]。

由此可见，森林火险的预警模型包含了下列作用程序，同时也符合森林燃烧环理论：实况相关气象因子→可燃物含水率→火险指标→火险级。

虽然各国使用的火险分级方法有 30 余种之多，但预报方法基本上可归为直接测定法和间接测定法两大类。直接测定火险级法在美国

和加拿大普遍使用，包括 1955 年美国中部山区森林放牧试验场发明的 8 型长形森林火险尺，同年美国 J. B. Melin 发明的计算尺式森林火险尺，以及在美国林区普遍使用的由东南森林试验场发明原 8-100-0 型森林火险尺。间接测定法在中国、俄罗斯、日本、瑞典和法国常常使用，包括中科院林业土壤研究所制定的着火指标与蔓延指标法，Hesterov 在欧洲平原森林中试制的综合指标法，日本山久尚设计的实效湿度法，法国 C. Bordreuil 等人提出的土壤湿度法和美国 C. W. Lindermuth 提出的干燥指标和蔓延指标法等。

目前，我国通行的火险预警模型主要有“国家标准法”和“综合指标法”。前者是林业部防火办 1990 年 10 月颁布的全国森林火险等级标准，后者是王正非在 Hesterov 综合指标法基础上改进的。

“国家标准法”全面考虑了森林火灾发生、发展、蔓延所必须的 3 个条件：①可燃物。考虑了乔木、灌木、枯枝落叶、采伐剩余物、草类及其他可燃物。一般而言，可燃物载量在 0.2 kg·m⁻²以上，皆有可能着火、蔓延。而可燃物的含水率大小更与可燃物燃烧的强弱，

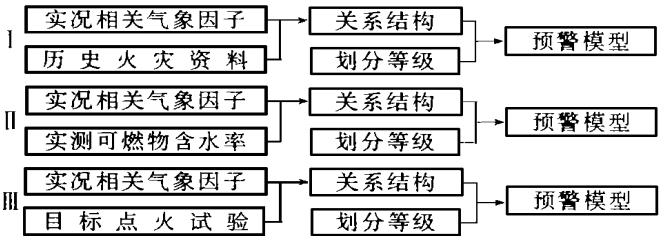


图 2 森林火险预警模型的建立方法

Figure 2 Method of developing early-waming model of forest fire danger

林火蔓延的快慢有着非常密切的关系。②与林火发生蔓延相关的气象条件。考虑了空气温度、相对湿度、降水量及其后的连旱天数、风速等气象因子对林火发生蔓延造成的直接或间接影响。③人为或天然火源。考虑到我国南北植被和气候的差异、东西时间的差异。标准法选择的预警指标是主要可燃物的易燃程度、最高空气温度、最小相对湿度、降水量及连旱天数和风速，

2

Table 2 Classification and predication of forest fire danger grades

等级	危险程度	综合指标	火险预警状态	
1	一般不着火	< 300	轻微级	不预报
2	难以着火	300~500	注意级	不预报
3	可以着火	500~1 000	警告级	预报
4	容易着火	1 000~4 000	危险级	预报
5	极易着火	> 4 000	极危险级	紧急预报

5 个级别(2)^[4]。

$$: I = \sum_1^n (td).$$

, I为森林火险综合指标, n为最后一次降水后的天数; t为前一天 13:00 的空气湿度, d为前一天 13:00 的空气湿度饱和和差。

5 排除警患

通过广播

- 1 . : [] . : , 1998
- 2 . : , 1993, 35~38
- 3 . , 1993, (3): 22~25
- 4 . : , 1993. 25~173

Wu Yanxiong (Key Laboratory of Yunnan Academy of Forest Sciences, Kunming 650204, PRC), Zhou Guomo, and Guo Renjian. A case study on running mechanism of regional forest resources early-warning system. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 1999, 16 (1): 50~54

Abstract: This paper considers early-warning of forest fire danger as a case study. From expounding warning meaning, finding warning sources, analyses of warning sign, predicating warning degree and removing warning objects, the running mechanism of regional forest resources early-waming system are discussed by logical detail.

Key words: regions; forest resources early-warning system; forest fire danger forecasting; warning affair