内蒙古森林草原火险气象等级短期预报方法及系统开发

李兴华　李云鹏　杨丽萍　吕迪波

（内蒙古农牧业气象中心，呼和浩特　010051）

提　要

在全面系统地总结已有的内蒙古森林、草原火灾时空分布、周期变化和影响因子的基础上，利用相关分析和判别分析的方法，建立内蒙古自治区东北部森林、草原火险气象等级预报系统。通过回代检验和实况监测，证明预报模式准确。同时系统操作简单易学，产品界面清晰美观，发布的产品直观易懂，具有较高的实用价值和推广价值。

关键词： 森林草原　火险气象等级　短期预报　方法研究　系统开发

引　言

森林、草原火灾是一种对林牧业生产及森林、草原生态环境有巨大破坏力的灾害，它是指在自然条件下由于自然的或人为的原因（在一定自然背景下）导致森林、草原燃烧的一种灾害[1]。

全球每年森林、草原火灾有几十万次，平均损失率在1%以上。我国每年发生森林、草原火灾有几千次，燃烧面积几十万公顷。内蒙古自治区拥有草原面积8666.7万公顷[2]，是全国最大的天然牧场；全区森林面积1406.6万公顷，位居全国第一位[2]。内蒙古自治区历来是森林、草原火灾的高发区之一，尤其每年的春秋两季，火灾发生更加频繁。统计资料（1981～2000年）表明，近20年来内蒙古自治区共发生森林、草原火灾4266次，平均每年发生火灾次数为213.3次。已有的研究表明森林、草原火灾的发生与气象因素之间存在着密切的联系。因此利用气象条件制作森林、草原火险预报不仅是可行的，而且是十分必要的。

森林、草原火险等级预报工作在国内和国外都有较广泛的研究，同时区内的许多专家学者在森林、草原火灾发生的时空分布，周期变化，影响因子上都做了大量的研究。内蒙古气象科研所在森林、草原火险预报研究中已经取得了重要成果，特别对火行为的研究更为突出。但由于预报资料的采集困难较大，因此一直未在业务中广泛应用。

综上所述，我们在全面系统地总结已有的森林、草原火灾的时空分布、周期变化、影响因子等研究的基础上，制作出了内蒙古自治区的火险等级预报系统，以便政府及防火部门对火灾及早、及时地采取相应的防范措施。

1　火险等级预报因子的选择

火险等级预报因子的选择是建立在相关关系的基础上。通过对多年的资料统计发现，降水量、相对湿度、最高气温、风速和晴雨日数与火灾的发生存在着密切的关系，以下将逐一论述。

1.1　降水（R）

某一时段降水量的多少与该时段森林、草原火灾的发生几率呈负相关。通常而言降

水量越大，地被物越潮湿，植物含水量越高，因此火险发生的可能性越小；降水量越少，地被物越干燥，植物为维持正常生长需消耗土壤中大量的水分，同时如果旱情严重可使草本植物提前干枯，因此火险发生的可能性就越大。统计研究表明，当日降水量大于10mm时，24小时内发生火灾数占样本数的0%，48小时内发生火灾数占样本数的2%；当日降水量大于5mm小于10mm时，当日很少有火灾发生，24小时内发生火灾数占样本数的2%，48小时内发生火灾数占样本数的6.6%；当降水量小于5mm，火灾发生的次数逐渐增多，其中24小时内发生火灾数占样本数的23%。另外，冬季有无积雪也与火灾的发生存在着密切的关系，当积雪深度大于3cm并持续存在时，基本无火险发生。

1.2 相对湿度(h)

已有的研究表明，当空气中的相对湿度大于71%时，基本无火灾发生，24小时内发生火灾数占样本数的2%；当相对湿度在66%～71%之间时，火灾发生的次数占样本数的0%；当相对湿度在42%～59%时，火灾发生的次数占样本数的36%；当相对湿度小于40%时，发生火灾的几率逐渐增多。因此，相对湿度与森林、草原火灾之间存在负相关关系，即湿度越大火灾发生次数越少；湿度越小火灾发生的次数越多。同时可以看出湿度在火险预报中所占的权重比较大。

1.3 最高气温(t)

统计表明，内蒙古自治区的日最高气温从3月份逐渐升高后急剧上升，8月份后气温又急剧下降。日最高气温在一定区间内与森林、草原火灾发生呈正相关；当日最高气温低于－12℃时，由于积雪和人类的活动减少，一般不会发生火灾；当日最高气温大于21℃时，由于草木生长旺盛，季节性降水相应的增多，因此也不易发生火灾；当最高温度在－10～18℃时是火灾发生的主要时期，尤其温度在－9.5～17.7℃之间时[3]，由于本时期为春种秋收的季节，草木含水量小，植被干枯，因此是火灾发生的高峰期。

1.4 风速(v)

风对森林、草原火灾的影响也是比较明显的。风可以加速地被物的水分蒸发，加快干化；风对火灾具有助燃作用，能把燃着物及余烬带到新的可燃物上，使火灾蔓延扩散。统计资料表明，在火灾发生的当日，最大风速大于7m·s^{-1}的几率为78.3%。因此森林草原火灾一旦发生，风速大小至关重要，风大使火蔓延加速，也由于风的因素使火场的氧气得到补充，加剧燃烧。

1.5 连晴日数(q)

在晴天的情况下，由于日照和风的作用，使地被物干燥程度加剧，因此晴天的多少对火灾的发生也是至关重要的。统计资料表明，在火灾发生前，连续晴天日数大于5日的几率为60.78%，连续晴天日数大于3日小于5日的几率为19.83%。因此连续晴天的日数越多火灾发生的可能性越大；连续晴天日数越少火灾发生的几率越少，尤其在刚降过水的天气里，火灾发生的可能性很小。

2 预报模式方程的建立

在选择好相关因子的基础上，建立预报方程，并通过回代检验，确立预报方程中各因子的权重系数。同时通过判别分析建立预报模式[4]，并依据火险等级指标划分火险等级。具体预报方法如下：

(1)当$R \geqslant 10$mm时，48小时内无火险。

(2)当$5 \leqslant R < 10$mm，24小时内无火险。

(3)当$2 \leqslant R < 5$时，预报方程$A = B + C + D + E - 4$

(4)当$0.5 \leqslant R < 2$时，预报方程$A = B + C + D + E - 2$

(5)当$R < 0.5$时，预报方程$A = B + C + D + E$

其中：R是日降水量；A是火险等级指

标；B 是相对湿度火险权重指数；C 是最高气温火险权重指数；D 是风速火险权重指数；E 是晴雨日数火险权重指数。具体各指标见表1。

表1 火险预报因子及权重指数

h/%	B 指数	最高气温 t	C 指数	风速 v	D 指数	连晴日数 q	E 指数
$h \geqslant 70$	0	$t \leqslant 0.0$	0	$v \leqslant 1.0$	0	$q = 0$	0
$60 \leqslant h < 70$	6	$0.0 < t \leqslant 2.5$	2	$1.0 < v \leqslant 2.0$	1	$q = 1$	1
$52 \leqslant h < 60$	12	$2.5 < t \leqslant 10$	4	$2.0 < v \leqslant 4.0$	2	$1 < q \leqslant 3$	2
$45 \leqslant h < 52$	18	$10 < t \leqslant 15$	6	$4.0 < v \leqslant 6.0$	3	$3 < q \leqslant 5$	3
$30 \leqslant h < 45$	24	$15 < t \leqslant 20$	8	$6.0 < v \leqslant 8$	4	$5 < q \leqslant 9$	4
$h < 30$	30	$t > 20$	10	$v > 8.0$	5	$q \geqslant 10$	5

表1中，根据回代拟合确定相对湿度的权重系数占总预报因子的60%；最高气温的权重系数占总预报因子20%；风速的权重系数占总预报因子10%和连晴日数的权重系数占总预报因子10%。为了方便计算，各指数取整数，因此将 B 指数确定为6的倍数；C 指数确定为2的倍数；D 指数和 E 指数确定为1的倍数。

模式方程通过数据抽样回代检验，在历史上发生重大火灾的46个样本中，只有1987年额尔古纳右旗的特大森林火灾与模式预报不相符合。从前期的气候条件看，此次火灾前连续3个月降水连续偏少，在火灾发生的前3日中，局地对流强烈，出现局地的小雷阵雨和干雷暴天气，造成原始森林雷击起火，在风的作用下加速蔓延。因此从总体上看，模式火灾落区拟合率达97.8%，与实况比较吻合。

表2 火险等级划分及预防措施一览表

A 指数	$A \leqslant 10$	$10 < A \leqslant 20$	$20 < A \leqslant 30$	$30 < A \leqslant 40$	$40 < A \leqslant 50$
火险等级	一级	二级	三级	四级	五级
火险程度	不燃	难燃	可燃	易燃	极易燃
危险程度	没危险	低度危险	中度危险	高度危险	极度危险
预防要求	一般预防	一般预防	加强预防	重点预防	特别预防

3 预报资料的采集

为了使预报系统自动化，本系统采用MICAPS系统下T106或T213中的预报数据作为数据来源。采集的数据主要有：24小时降水、48小时降水、72小时降水；42小时相对湿度、气温、风速；60小时相对湿度、气温、风速，96小时相对湿度、气温、风速以及通过降水资料判别计算连晴日数。另外由于预报数据有时缺少14时的预报，因此利用其他时段的预报资料进行模式订正，作为缺少资料的数据源。数据采集的形式为格点数据，使预报精度提高到1个经纬度，弥补了林区缺少观测站的不足。

4 预报系统结构(见图1)

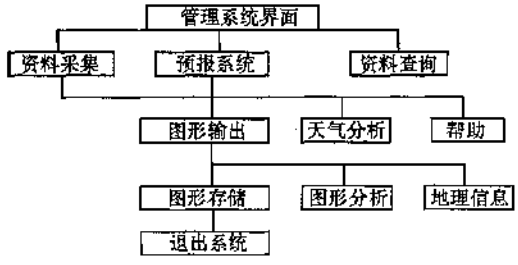


图1 预报系统结构

5 预报分析

由于预报所得火险气象等级数据有时比较集中，有时相对分散，因此为了方便用户，在预报系统以外加预报形势预报分析，通过对当天天气，以及未来天气分析，指出预报中的重点区，以便防火工作重点突出。

天气形势直接影响降水、温度、湿度等气

象要素，因此天气形势与森林、草原火灾必然具有相关性。例如内蒙古自治区2002年8月额尔古纳右旗发生的森林火灾，火灾发生时高空天气形势受强暖高压控制，造成本地区罕见的夏旱；同时又容易产生局地对流系统，由于空气干燥，常常产生干雷暴，因此在夏季发生罕见雷击火。

①当高压系统控制内蒙古自治区的森林、草原地区时，在高压脊的前部或中心附近由于晴天较多，气温偏高，空气干燥，容易发生火灾[4]。

②春秋季内蒙古自治区受蒙古气旋影响，容易产生大风和强降温天气，火灾危险性较大；气旋移动速度愈小，火灾危险性愈大。

③干燥的非降水性冷锋面也容易产生火灾。

④人类活动频繁也是火灾多发的一个重要原因，例如清明烧纸引起的火灾每年都有发生。因此火灾的预防管理应加强火源的管理。

总之，本预报方法和预报系统通过一年多的运行，落区预报准确率达90%以上，实践证明预报系统模式准确率高；系统运行稳定；操作简单易学；发布的产品直观易懂。本预报方法能够在出现火情的前3～5天做出准确的高火险预报，为防火工作提供了可靠的技术资料。同时利用本预报方法结合每旬的气象情报资料和气象中期预报，制作的火险等级中期预报产品准确率也很高，为政府防火部门提前布置防火工作提供了科学依据。另外本预报系统虽然准确率较高，但由于受常规气象预报准确率的影响，制作的产品不可避免的存在一些偏差，因此为提高预报的准确性，有时需要人为订正。

参考文献

1 周道伟.草地火生态学研究进展.长春：吉林科学技术出版社，1995.

2 内蒙古自治区测绘局.内蒙古自治区地图集，1997.

3 赵可新.呼盟森林草原火灾发生规律及其与气象因子的关系.内蒙古气象，1992，(2)：15～18.

4 张子凡等.惠州市森林火灾的气象分析和短期火险等级预报.广东气象，1998，(2).