

城市火灾的气象条件分析及火险预报

康嫦娥*

(石家庄地区气象局 050081)

提 要

在分析石家庄市近 20 年上千次火灾气象条件的基础上,得出了火灾的时间变化规律与气象要素的关系,建立了分月火险等预报方程。此方法已投入日常业务使用,收效显著。在分析火灾与“焚风”的关系上具有明显的地方特色,在采用“实效湿度”上有所创新。

关键词: 焚风效应 实效湿度 火险等级

引 言

石家庄市地处太行山东麓,冬、春、秋季由于焚风效应明显,每年发生火灾¹⁾近百起,不仅造成重大经济损失,更影响人们的正常工作和生活。

城市火灾的发生情况很复杂,搜集有关资料、分析火灾原因,以及火灾与气象条件的关系及火险预报方法,都具有较大难度。本文应用 1970—1989 年 20 年的火灾(包括重大、特大火灾)及相应时期的气象资料,对石家庄市火灾的年、季、月、日变化特点,火灾的天气形势,火灾与气象要素的关系等,做了深入细致的分析,建立了分月火险等级预报方程。

应用微机建立的火险预报已投入逐日业务预报使用,对气象专业有偿服务的开展起到了推动作用。对消防部门、企事业及防火重点单位做好防火、灭火工作,有较大的参考作用。

1 火灾的年、季、月、日变化特点

根据石家庄市消防支队火灾资料,1970—1989 年共发生火灾 1193 次,平均每年 59.6 次。从逐年平均的火灾次数和经济损失分析,虽然波动起伏较大(如 1980 年 1 月

12 日棉纺四厂发生火灾,仅此次火灾造成经济损失达 84 万元,因而 1980 年出现突升),但随着社会经济发展,城市人口增加,1984 年以后,火灾所造成的经济损失有逐年增加的趋势(图 1)。

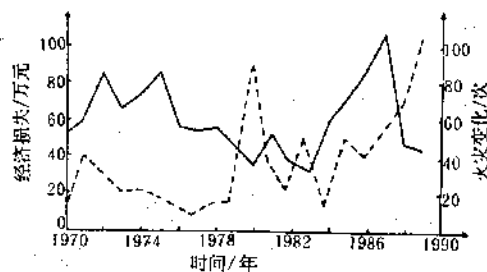


图 1 1970—1989 年平均火灾次数(实线)与经济损失(虚线)

根据资料统计,火灾主要发生在冬季,平均每年冬季(12—2 月)21 次,占全年火灾的 35%,其次是春(3—5 月)、秋(9—11 月)、夏季(6—8 月)(见表 1)。

* 本文研制人员还有:宋永芳、石志增、赵世林、栗秀芬、连志鸾、岳英树、李培胜

1) 火灾(包括重大、特大火灾)标准:我国 1984 年 5 月公布的《中华人民共和国消防条例》

表1 石家庄市各季平均火灾统计表

项目	冬季	春季	秋季	夏季
次数/次	21	15	13	11
百分比/%	35	25	22	18
损失/万元	15.9	10.4	7.6	4.5

由于冬季受冷高压控制,且多焚风天气,降水少,空气干燥;此外,冬季取暖,火源及用电明显增加;火灾发生后,由于天干物燥,极易蔓延。夏季,太平洋高气压北抬,我区盛行偏南气流,由于湿度大,降水多,对火灾发生发展不利。

普查了101次重大火灾发生的时间,其中冬、春、秋、夏季分别为30、30、25、16次。火灾发生在06—23时共82次,占重大火灾的81%。以冬季为例,并将各时出现的火灾每3小时作滑动平均后,18—23时火灾次数为明显的峰值(见图2)。这段时间居民集中用火用电,火源突然增加,如果白天吹西风,天干物燥,有明火时,极易燃烧。所以傍晚火灾出现的几率大。

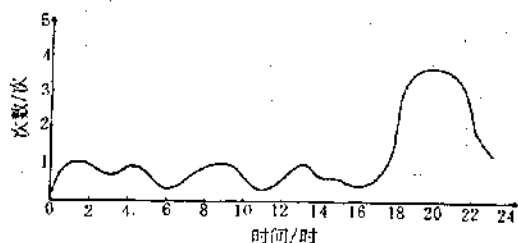


图2 1970—1989年冬季平均重大火灾逐时变化

2 火灾的天气形势

1193次火灾所对应的08时地面天气图共分4类(西风类、北风类、偏南风类和其它类)。其中偏西风类出现火灾的几率最大,20年共出现416次,占总火灾的35%。

西风类主要有3种天气型(关键区:35—45°N, 100—115°E),即,①高压型:关键区内有南北向高气压,石家庄至河套等压线呈南北向。华北地形槽不明显,冷空气路径为西

北,本市吹西北风,有焚风效应;②南高北低型:关键区内高压从河西走廊伸出,中心在兰州附近,太行山东侧地形槽明显。当小股冷空气东移时,高原出现加压,本市吹偏西风,温度上升,湿度速降,焚风效应特别明显;③蒙古气旋型:蒙古西部有气旋发展东移,河套南部为暖高压,形成南高北低气压场。南北气压梯度加大,吹西—西南风,焚风效应很明显。

3 火灾与气象要素的关系

火灾发生概率的大小与日降水量、降水日数、相对湿度多少和大小呈反相关,与焚风次数呈正相关。

3.1 火灾与相对湿度

根据消防队提供,干木材是最易燃烧物之一。为此,我们冬季每天定时观测木材在不同天气时的重量,得出木材含水率与干燥系数,干燥系数与相对湿度呈正相关。经计算,干燥系数与14时相对湿度,平均相对湿度,实效湿度均呈正相关,但与实效湿度相关最好,相关系数 $r=0.7422$,所以火险预报方程选用了这个因子。计算实效湿度采用富山久尚提出的计算公式:

$$R_m = (1 - \alpha) \sum_{n=0}^m \alpha^n h(n)$$

$$R_{m+1} = (1 - \alpha) \sum_{n=0}^{m+1} \alpha^n h(n)$$

$$= \{(1 - \alpha) \sum_{n=0}^m \alpha^n h(n)\}$$

$$+ (1 - \alpha) \alpha^{m+1} h(m+1)$$

$$= (1 - \alpha) \alpha^{m+1} h(m+1) + R_m$$

式中, R_m 为任意一天的实效湿度, R_{m+1} 为 R_m 之后第二天的实效湿度, h 为每天的平均相对湿度, α 为系数($\alpha < 1$)。

3.2 火灾与降水

火灾概率大小与日降水量、降水日数呈反相关。20年中,逐月平均降水日数(降水量 $\geq 0.1\text{mm}$)与月平均火灾次数呈反相关,即

$r = -0.77$ (图略)。再以春节前后火灾为例, 石家庄市 1985—1992 年春节 (腊月三十至正月初五), 由于点燃爆竹火源突然增多。1986—1989 年, 1991—1992 年, 春节期间又无降雪, 且前期晴, 空气异常干燥, 火灾次数明显增加。而 1985 年春节降雪 2.3mm, 没有发生火灾和火警。1990 年春节降雪 11.6mm, 最大积雪深度 8cm, 只报警 2 次。

3.3 火灾与焚风

石家庄地处太行山东麓, 焚风是本地气候的一个显著特征。当从高原东移的气流越过太行山后, 空气下沉增温, 风速增大, 湿度下降。温度、湿度、风速三者的同时变化, 恰恰是火灾发生的综合环境条件。如 1985 年 1 月 13 日早晨石家庄出现焚风天气, 14 日石家庄竟出现 4 起火灾。据统计, 10 年中石家庄共出现焚风 165 次, 焚风后 48 小时内出现火灾 84 次 ($84/165 = 51\%$), 即每两次焚风中就可能发生一次火灾。可见焚风与火灾的对应关系是明显的。根据消防部门提供的火灾资料, 与石家庄焚风天气做了统计 (表 2)。

表 2 1980—1989 年火灾与焚风关系

种 类	火灾	重大火灾	特大火灾
火灾次数	408	36	9
火灾前 48 小时内有焚风次数	84	14	6
几率/%	20.6	38.9	66.7

从中可以看出: 火灾与焚风的相关概率, 随着火灾严重程度的变化而呈上升趋势。

另外, 火灾发生概率大小与温度、湿度日较差呈正相关。

4 防火等级预报

城市火灾发生的可能性 (CPP) 可用火源情况, 可燃物状况, 天气情况 3 要素概率之和来表示。即:

$$CPP = P_H + P_K(f) + P_T(T, f, R, S, W)$$

式中, CPP: 城市火灾发生的概率; P_H : 火源的气候概率; P_K : 可燃物的状况; P_T : 天气情况与城市火灾的相关概率。

4.1 因子选取

本文选用以下相关较好的气象因子。

(1) 气温 (T): 当日最高气温。

(2) 实效湿度 (F): 用来做城市火险预报的重要因子。在实际应用中由下面公式代替:

$$F = (f_0 + \frac{1}{2}f_1 + \frac{1}{4}f_2 \dots) / (1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots) = \frac{1}{15}(8f_0 + 4f_1 + 2f_2 + f_3)$$

式中, f_0 : 当日平均相对湿度; f_1 : 前 1 天平均相对湿度; f_2 : 前 2 天平均相对湿度; f_3 : 前 3 天平均相对湿度; F : 当天的实效湿度。

(3) 风向 (W): 指风向为 WNW—WSW, 风速 $\geq 2.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 10 分钟升温 $\geq 3^\circ\text{C}$ 或 30 分钟升温 $\geq 5^\circ\text{C}$ 。

(4) 风速 (S): 24 小时最大风速。

(5) 降水量 (R): 24 小时降水量。

4.2 资料处理

将 1193 次火灾与气象因子相对应, 分成 12 个月, 再将气象因子进行分档。以 1 月份实效湿度为例 (如表 3)。其它因子做法相同 (略)。

表 3 1 月份实效湿度分档及分档概率对照表

档次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	合计
实效湿度范围	≥ 95	90 94	85 89	80 84	75 79	70 74	65 69	60 64	55 59	50 54	45 49	40 44	35 39	≤ 34	
天数	0	9	21	26	33	32	50	36	69	68	69	69	66	72	620
火灾次数	0	2	5	4	6	8	10	5	23	20	21	16	27	14	162
概率 H_P	0	0.22	0.23	0.15	0.18	0.25	0.2	0.17	0.33	0.29	0.3	0.23	0.4	0.19	

4.3 方程的建立

利用以上计算出的各档次火灾概率 H_i 与各档次编号点绘曲线(图略),找出各因子与火灾概率的拟合曲线。求出该曲线的最佳方程。实效湿度可利用逐步回归或多元回归的方程求得:

$$PF = 0.013NF + 0.148 \quad r = 0.646$$

由此可得出 1 月份石家庄城市火险方程为:

$$\begin{aligned} CPP_1 = & 0.013NF + 0.014NT \\ & + 0.09e^{0.33NS} + 0.14NW \\ & + 0.227e^{0.63NR} + 0.806 \end{aligned}$$

同理,可得出其它各月要素方程(略)。

4.4 方程的解释

第 1 项为实效湿度项(经过了反处理)。表示实效湿度越小,发生火灾的概率越大。由于实效湿度的实际意义表示这一段时间内空气湿度的连续变化,因此它与降水相结合能客观地反映出这一段时间内天气的连旱情况。另外它也能反映出可燃物含水量的变化。根据实际观测,实效湿度与木材的含水率呈正相关,与火灾概率大小呈反相关。含水率用 V 表示, F 为实效湿度。

$$V = 0.95F + 4.087 \quad r = 0.7422$$

第 2 项是气温。与火灾概率呈正相关。

第 3 项和第 4 项是风对火灾的影响。考虑到石家庄特殊的地形引起“焚风效应”,引入西风。它与火灾呈正相关。风速与火灾呈指数关系。

第 5 项为降水项(经过反处理)。它与实效湿度一起表示天气连旱情况。

第 6 项为参数项。其中包括气候火源情况,是一个相对常数。不同月份有不同的气候火源概率。考虑到春节期间(放鞭炮等),单独求其火源概率,统计 1985—1992 年共 8 年火灾次数为 15 次,得出火源概率为 0.3125。气候火源是一个相对常量。

4.5 火险等级的划定

通过变换方程将计算概率值结果限制在 0—100 个单位内,对 1970—1989 年 1 月份 620 天进行反查,并与火灾次数进行对应。将火险概率值(CPP_1)按 (0—10), (10—20) … (>90) 划分 10 个档次。统计各档次火灾发生概率、火灾次数、天数,将火灾发生次数较集中,概率值较接近的相邻档次进行合并,划分成 5 个等级(如表 4)。火险等级越高发生火灾的可能性越大。等级越小,发生火灾的可能性越小。

表 4 火险概率值与火险等级对照表

CPP_1	0—70	71—80	81—85	86—95	>95
火灾次数	4	98	21	22	17
天 数	50	391	79	61	39
概 率	0.08	0.25	0.27	0.36	0.44
火险等级	1	2	3	4	5

5 历史检验及业务使用

对 1989 年 1 月的火灾情况进行了试报,火险等级为 1、2、3 级不易发生火灾,4、5 级较易发生火灾(见表 5)。

表 5 1989 年 1 月份火险等级试报表

火险等级	1	2	3	4	5	合计
预报天数	9	20	0	2	0	31
正确天数	7	14	0	1	0	22
有火灾天数	2	6	0	1	0	9
准确率	78%	70%	/	50%	/	71%

1991 年至今,在警报系统中增加了“城市火险预报”,每天两次对外广播,1992 年对外发布“火险预报”730 次,其中高火险预报(4、5)级 19 次。防火重点单位收到高火险预报时,采取相应的预防措施。如棉纺厂等单位,1992 年没有发生火灾,避免了经济损失,取得了显著的经济效益和社会效益。

6 石家庄防火服务系统简介

《系统》在 AST-386 微机(或 IBM 兼容机)上运行,使用 GWBASIC 和中文 dBASE-

Ⅱ 语言,采用结构化、模块化的设计方法编制而成,具有很强的运用性、实用性和整体性。

本系统采用中文人机对话形式进行输入、操作简单,输入量小。输出时除可打印出

火险等级外,还可输出该等级的性质和特点、预防措施、应通知的防火重点单位、电话、负责人等信息。

参考文献(略)

Analysis of Meteorological Conditions of Urban Fire and its forecast

Kang Chang'er

(Shijiazhuang Meteorological Bureau, Hebei Province, 050081)

Abstract

Bsaed on the recent 20-years data of urban fires and meteorological elements in Shijiazhuang City, the variation of fires and its relationship with meteorological elements is obtained. This method is used in operational forecast, which provided scientific basis for fire forecast and good results have been achieved in economic and social benefit. The relationship between fire and fōhn is also discussed. A new idea in application of "effective moisture" is therefore brought forth.

Key Words: fōhn effect effective moisture fire grade forecast