

吴增福 田永飞 李正伟 沈兴建 王亚君 刘梅^①

(江苏省镇江市气象局, 212003)

提 要

利用镇江市7年中1443次火灾和气象资料,分析火灾与气象因子的关系,定量划分火险天气指数;运用T106格点场资料,建立预报火险天气指数的逐步回归方程,编制了具有一定特色的镇江市火险天气指数预报服务系统。两个月的实际应用表明,其准确率达83.6%。

关键词: 城市火险 天气型划分 T106产品 指数预报系统

引 言

火灾是各种灾害中极为频繁而危害严重的灾害之一,每年造成的经济损失和人员伤亡是相当惨重的。如1996年1月22日扬中市砂纸厂因设备故障引发特大火灾,直接财产损失105万元,一名女工被烧成重伤。火灾的起因错综复杂,既有人为的因素,也与特定的客观条件有关,并与气象条件有着密切的关系。本文根据有关火险和气象资料,研究分析火险与气象因子的关系,定量划分火险天气等级,研究火险天气指数的预报方程和业务系统,探讨各种火险天气指数的防御措施,开展镇江市火险天气指数的自动预报业务,对消除火灾隐患、防患于未然、减少火灾损失具有重要的意义。

1 火灾情况统计分析

火灾资料来源于镇江市公安消防支队,资料的统计年限为1992~1998年,分别按起火时间、火灾地址、起火原因、损失大小等项目进行统计分析。7年中全市共发生火灾1443起,造成的直接经济损失1673.42万元。

1.1 火灾频率

7年中镇江市发生火灾的平均频率是0.56次/天,发生频率最大的1997年是0.82次/天,1998年次之,是0.74次/天;1992年最小,是0.43次/天,1995年次之,是0.45次/天。1998年1月27日全市发生9次火灾,此时已连续10天无雨,空气异常干燥。1992年6月8日全市发生8次火灾,至一天发生4、5次火灾的情况是较多的。但是,少见的是1997年11月,全市未发生一次火灾,该月的天气特点是降水较多,是正常年份的1.5~2倍。

1.2 时空分布特征

表1为全市火灾逐月发生次数,由表1分析而知,全市火灾以2月最多,1月次之;7月最少。按季节分析:冬季最多,全市发生火灾456次,占全年的31.6%,春季次之,为355次,占全年的24.6%。夏季最少,为312次;秋季次之,为320次。按地域分析,全市以丹阳市火灾最多,占全市火灾总数的25.8%;市区与丹徒县为次多。扬中市最少,仅占全市火灾总数的14.5%。

^① 刘梅现为南京气象学院研究生

表1 全市火灾逐月发生次数

县市	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
丹徒	32	45	25	14	25	47	14	16	15	22	36	33	324
丹阳	54	50	32	21	47	28	19	25	32	19	26	19	372
市区	33	34	28	26	34	30	17	22	16	33	25	27	325
扬中	18	28	10	20	14	16	17	18	22	12	16	19	210
句容	28	22	23	16	20	18	11	14	19	16	11	14	212
全市	165	179	118	97	140	139	78	95	104	102	114	112	1443

1.3 起火原因分析

按月分别统计分析历年各次火灾的起火原因,归纳如表2所示。电气故障包括短路、过负荷、忘记断电、接触不良等,是引起火灾的第一位原因,而违章操作是第二位原因。总之,电气故障、违章操作、用火不慎、吸烟、小孩玩火等人为因素是引发火灾的主要原因,占火灾总数的84%。

表2 起火原因统计

原因	电器故障	用火不慎	吸烟	纵火	违章操作	玩火	雷击	其它
次数	461	230	107	69	254	91	8	223
百分比	31.9	15.9	7.4	4.8	17.6	6.3	0.6	15.5

2 火灾与气象因素的关系

根据1992~1998年镇江全市各县(市)、区发生的1443次火灾事件,用相应起火点的气象资料对气象因素在火灾中的作用进行分析,如最高气温、火灾当日与前日的最小相对湿度、连续无降水日数、14时的 $(T - T_d)$ 值等,发现这些气象因素与火灾发生存在着较为密切的关系。

2.1 连续无降水日数与火灾的关系

分析发现连续无降水日数的长短与火灾发生数成正比,连续无降水日数越长,发生火灾的次数越多。80%以上的城乡火灾均发生在连续无降水的天气里,连续无降水10日以上干旱少雨的时候,空气异常干燥,此时稍有一点火星,就会引发一场火灾。

2.2 湿度与火灾的关系

根据火灾资料分析,夏季火灾最少,这是由于夏季降水较多,空气湿度较大,使零星火源不易引发火灾。而冬季则相反,干旱少雨,空气干燥,一点火星就能引发一场火灾,使冬季的火灾次数为全年之最。

通过分析研究,我们选取14时的 $(T - T_d)$ 来表征当日空气的饱和程度,以当日和

前日最小相对湿度之和来表征天气在一段时间内的湿度状况。统计发现,85%的火灾发生在 $(T - T_d) > 4.0^{\circ}\text{C}$ 的日子里,72.5%的火灾发生在当日和前日最小相对湿度之和 $< 120\%$ 的日子。

2.3 最高气温与火灾

不同月份、不同的最高气温值对火灾的发生有相异的影响,统计发现,65%以上的火灾发生在日最高气温高于月平均最高气温的日子里。尤其在连续晴朗时期,天气异常干旱,若出现多日的气温异常增高,就易触发老化电线短路和易燃物品自燃,引发火灾。

3 火险天气指数划分

3.1 火险天气系数

以 F_{RE} 表示降水日及其后连续无降水日数的火险系数, F_{UE} 表示当日14时 $(T - T_d)$ 的火险系数, F_{QE} 表示当日和前日最小相对湿度之和的火险系数, F_{TE} 为日最高气温火险系数,分别如表3~表5所示。

表3 降水日及其后连续无降水日数的火险系数 F_{RE} 值

降水量/mm	F_{RE} 值							
	当日	1日	2日	3日	4日	5日	6日	...
0.6~5.0	5	10	15	20	25	30	35	...
5.1~15.0	0	5	10	15	20	25	30	...
15.1~30.0	0	0	5	10	15	20	25	...
30.1~50.0	0	0	0	5	10	15	20	...
≥ 50.1	0	0	0	0	5	10	15	...

注:日降水 $\leq 0.5\text{mm}$ 作为无降水处理,连续无降水6天以后,每增加一天, F_{RE} 值增加5, F_{RE} 值在70以上时,仍以70计算。

表4 $(T - T_d)$ 的火险系数 F_{UE} 值和最小相对湿度的火险系数 F_{QE} 值

$(T - T_d)$	$Q(\text{当日} + \text{前日})/\%$	F_{QU} 或 F_{QE}
≤ 1.5	≥ 140	2
1.6~4.0	139~120	6
4.1~6.5	119~100	10
6.6~9.0	99~80	14
≥ 9.1	≤ 79	18

表 5 最高气温对应的火险系数 F_{TE} 值

月	F_{TE}				
	2	6	10	14	18
1	≤2.5	2.6~5.5	5.6~8.5	8.6~11.5	≥11.6
2	≤3.5	3.6~6.5	6.6~9.5	9.6~12.5	≥12.6
3	≤8.0	8.1~11.0	11.1~14.0	14.1~17.0	≥17.1
4	≤15.0	15.1~18.0	18.1~21.0	21.1~24.0	≥24.1
5	≤20.0	20.1~23.0	23.1~26.0	26.1~29.0	≥29.1
6	≤24.0	24.1~27.0	27.1~30.0	30.1~33.0	≥33.1
7	≤27.0	27.1~30.0	30.1~33.0	33.1~36.0	≥36.1
8	≤27.0	27.1~30.0	30.1~33.0	33.1~36.0	≥36.1
9	≤24.0	24.1~27.0	27.1~30.0	30.1~33.0	≥33.1
10	≤18.0	18.1~21.0	21.1~24.0	24.1~27.0	≥27.1
11	≤11.0	11.1~14.0	14.1~17.0	17.1~20.0	≥20.1
12	≤5.0	5.1~8.0	8.1~11.0	11.1~14.0	≥14.1

3.2 火险天气指数划分

以 F_E 为火险天气指数, 则 $F_E = F_{RE} + F_{UE} + F_{QE} + F_{TE}$, 当 $F_E \leq 30$ 时火险天气指数为一级, 不易燃烧; 当 F_E 为 31~60 时为二级, 较易燃烧; 当 F_E 为 61~90 时为三级, 容易燃烧; 当 $F_E \geq 91$ 时为四级, 极易燃烧。

4 火险天气的形势特征

根据 7 年中发生的火灾与气象因素关系分析, 反查相应的历史天气图, 分析火灾发生前的高空形势和影响镇江市的天气系统, 归纳为以下 5 种: 高空西北气流或偏西气流影响, 高空槽或槽前西南气流影响, 副高控制或副高边缘影响, 大陆高压控制或高压脊影响, 热带风暴外围影响。

4.1 高空西北气流或偏西气流影响

500hPa 高空图(图略)上, 我国东部太平洋上为一大槽, 镇江地区处于槽后西北气流或槽底偏西气流的影响下。相应的地面图上, 我国东部为宽广的高压区, 镇江市处于高压的不同部位, 此种类型共有 862 次, 占火灾总数 59.7%。

4.2 高空槽或槽前西南气流影响

500hPa 图上(图略), 河套地区有一低槽缓慢东移。相应的地面图上, 镇江地区先处于低压区内, 随后受到由淮北向东南移动的冷锋影响, 带来降水天气, 7 年中共有 364 次, 占火灾总次数的 25.2%。

4.3 副高控制或副高边缘影响

此时, 太平洋副高势力较强, 我国东部均被其控制, 588 线达 40°N 以北、90°E 以西的地区。相应的地面图上, 我国东部为高压区, 镇江地区处于地面高压的不同部位, 是晴热的天气。当北方冷空气南下或副高自身的周

期活动使副高东退南移, 588 线北界位于 32°N 附近, 镇江地区处于副高边缘, 多雷阵雨天气。这种类型均出现在 6~9 月, 7 年中共有 158 次, 占火灾总次数的 11%。

4.4 其它类型

大陆高压控制或高压脊影响。此时, 副高势力较弱, 位置偏南、偏东, 华北、东北一带为闭合的高压, 镇江地区处于高压区内, 或受弱的高压脊影响。相应的地面图上, 受地面高压影响, 多为晴天。7 年中共有 51 次, 占火灾总次数的 3.5%。

另一类是热带风暴外围影响。多出现于 8~10 月期间, 有时伴有阵性降水。共有 8 次, 占火灾总次数的 0.6%。

5 火险天气指数的预报

火灾的发生由多方面因素决定, 有一些特定的客观条件, 也有很多人因素, 并与一些天气、气候条件有密切关系, 因此, 火险天气预报有很大的难度。我们利用 1995 年 10 月 1 日至 1997 年 8 月 31 日期间 T106 格点资料作为预报样本, 依据上述火险天气指数的计算方法, 以丹徒站气象资料作为全市代表站, 计算丹徒站同期逐日火险天气指数作为预报量。通过计算选取镇江市发生火灾的相关因子, 其相关系数均通过 0.01 信度检验, 共获得 9 个格点、24 个物理量的相关因子, 时次均是 T106 36 小时预报值。全年分春季、夏季和秋冬季三个时期分别建立预报镇江全市火险天气指数的逐步回归方程。

5.1 MOS 法

以春汛期(3 月~梅雨结束)预报方程为例:

$$y = 712.212 - 0.20397x_1 - 0.01401x_2 - 0.02044x_3 - 0.18880x_4 + 0.01811x_5 - 1.04842x_6 + 0.73202x_7$$

式中 x_1 为 32°N、121°E 500hPa 温度, x_2 为 32°N、119°E 700hPa 相对湿度, x_3 为 31°N、121°E 850hPa 相对湿度, x_4 为 33°N、120°E 700hPa 涡度, x_5 为 32°N、119°E 700hPa 垂直速度, x_6 为 31°N、121°E 700hPa 假相当位温, x_7 为 31°N、121°E 850hPa 假相当位温。方程的复相关系数为 0.64558, 各因子均是 T106 36 小时预报值。

5.2 地面气象要素法

为了解决 T106 格点资料出现短缺时的

火险天气预报问题,我们利用丹徒站的逐日气象资料,选取相关系数通过0.01信度检验的气象因子作为预报因子,全年分三个时段分别建立逐日火险天气指数的预报方程。下面给出春季(2~5月)预报方程:

$$y = 110.772609 - 0.882693x_1 - 0.591846x_2$$

式中 x_1 为丹徒站当日14时相对湿度, x_2 为当日14时总云量+低云量 $\times 1.2$ 。方程的复相关系数为0.706857。

6 业务应用

在 Windows 环境下开发建立用于业务的镇江市火险天气指数预报系统,预报流程如图1所示。

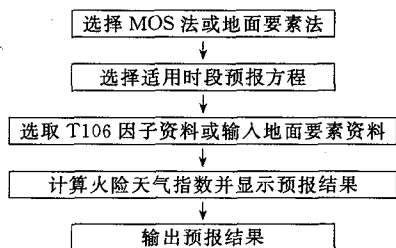


图1 预报流程图

用近两年的 T106 历史资料对方程进行回代,预报与实况同级及差一级的拟合率: MOS 法为 93.6%,地面要素法为 94.1%。2000年2月18日至4月30日进行试应用,预报与实况同级及差一级的试报准确率: MOS 法 85%,地面要素法为 94%。

从2000年4月1日起以 MOS 法为主,

每天下午16时以前发布镇江市火险天气指数预报,预报时效为当天20时至第二天20时。通过镇江市广播电台与每天的天气预报同时向全市广播,121电话也增加城市火险天气指数预报信箱,镇江市气象局专业气象服务台也增加火险天气指数预报的广播,为全社会和广大用户服务,取得较显著的社会和经济效益。4月1日至5月31日预报与实况同级及差一级的准确率为83.6%。

7 结语

①火灾的发生与最高气温、湿度、连续无降水日数等气象因素有较密切的关系。

②火险天气指数 $F_E = F_{RE} + F_{UE} + F_{QE} + F_{TE}$,分为四个级别。

③利用 T106 格点资料建立的预报镇江市火险天气指数的 MOS 方程,在两个月的实际业务使用中预报准确率为83.6%,达到预期的效果。

④防御火灾是全社会的系统工程,必须贯彻“预报为主、防消结合”的方针,加大消防知识宣传的力度,根除各种火灾隐患,安全使用火、电、气,确保人民生命、财产的安全。

致谢:本文得到江苏省气象台范淦清正研级高工的帮助,获得镇江市消防支队季俊贤支队长提供火险资料等帮助,深表感谢。

参考文献

- 1 张书余等. 气象与城市火灾及预报方法研究. 气象, 1999, 25(10): 48~52.

The Service System of Fire Weather Index Forecast at Zhenjiang City

Wu Zenfu Tian Yongfei Li Zhengwei Shen Xingjian Wang Yajun Liu Mei
(Zhenjiang Meteorological Office, Jiangsu 212003)

Abstract

The relationship of fire and weather factors was analysed by using of meteorological data and 1443 fire events at Zhenjiang city of Jiangsu province in seven years. Fire weather type was divided and fire weather index was given. Then, the stepwise regression equation of index forecast of fire weather at Zhenjiang was established by using of T106 products. The forecast accuracy of the operational experiment in two months is 83.6%. The service system of fire weather Index Forecast was developed.

Key Words: fire weather weather type division T106 products index forecast system