

国家标准 城市火险气象等级 的研制

陈正洪^{1,2}, 杨宏青¹, 张 强³

(1. 武汉区域气候中心, 湖北 武汉 430074 2 中国气象局武汉暴雨研究所,
湖北 武汉 430074 3 国家气候中心, 北京 100081)

摘要: 比较各地城市火险气象预报因子、方法和等级标准, 选取普遍采用的 5 个气象因子: 日最小相对湿度、连续无降水日数对城市火险的贡献最大, 指数范围分别为 0~40 和 0~30, 日最高温度、日最大风力 0~20, 日降水量 0~20, 综合指数范围一般为 0~100 进行等间隔划分, 得到从低到高 5 级城市火险气象等级标准。通过两项试验来优化等级划分效果: 1) 从北到南选取 5 个城市, 比较上述方法与各地方法计算的 2001 年 1、4、7、10 月逐日火险等级, 经过反复调试, 使两套方法计算的等级完全一致和相差一级合计在 85% 以上; 2) 统计全国 31 个中心城市 2000~2003 年逐日城市火险气象等级 5 级分布的概率, 使之基本符合正态分布。从而得到各气象因子的划分范围、对应城市火险气象指数值以及综合城市火险气象等级标准, 给出相应名称和指示意义。

关 键 词: 城市火险; 气象因子; 指数; 等级

中图分类号: P429 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2007)03-0440-05

随着中国社会经济的发展, 城市火灾损失愈来愈大。据统计, 中国火灾年平均损失, 20 世纪 70 年代不到 2.5 亿元, 80 年代不到 3 亿元, 90 年代则猛升到 14 亿元, 特大火灾时有发生, 给人民生命财产造成巨大损失, 城市火灾已成为发生频率高、破坏性强、影响大的城市灾害之一。

尽管城市火灾有自然灾害与人为灾害双重属性^[1], 其自然属性主要是因为城市火灾的发生、发展与气象条件关系密切。利用气象预报能力进行城市火险预报是可行的, 为此, 气象法规定各级气象主管机构所属的气象台站应当根据需要, 发布火险气象等级预报等专业气象预报。

为做好该工作, 必须先制定标准。1995 年, 出台国家行业标准 全国森林火险气象等级标准 (LY/T 1172-95), 有效地指导了全国各地森林火险的评价和预报工作, 为减轻森林火灾起到了重要作用。近年来, 全国各地气象、消防部门协作, 开展了城市火灾(火险)与气象条件的关系及其预报研究, 有的还提出了当地的火险气象等级标准, 但各地采用的计算方法、选择的因子、预报指标、等级划分都相差很大, 不便于比较, 但这些工作为我

们制订国家标准打下了很好的基础^[2~7]。建立一套简便、全国通用的城市火险气象等级标准, 使该项业务正规化、标准化很必要。

2002 年国家标准委员会和中国气象局下达了国家标准 城市火险气象等级 的研制任务。通过广泛收集文献和资料, 分析比较全国各地的现行标准和现有研究成果, 经过课题组反复调试, 先后制订了国家标准 城市火险气象等级标准 征求意见稿、审定稿, 通过了 20 多位专家的书面和会议审查, 已经正式出版和初步应用。

1 资料与方法

1.1 资料及初步分析

较完整地收集到了各地关于城市火灾(火险)气象研究的论文, 十几个省市开展了城市火险气象预报研究, 并制订了当地的火险气象等级标准, 有的已投入业务。其中武汉城市火险气象等级标准在武汉和湖北省各地准业务使用多年, 并推广到全国许多省市如昆明、浙江、广西、河南、宁夏等地, 北京、南京等地也借鉴和引用了该成果。

将各地方法所选气象因子(数)、火灾与气象

收稿日期: 2006-04-13 修订日期: 2006-08-14
基金项目: 国家标准化管理委员会和中国气象局共同项目(20020286-T-416)资助。
作者简介: 陈正洪(1964-), 男, 湖北大冶人, 研究员, 主要研究方向为火灾气象、应用气象、气候变化。E-mail: chenzh64@126.com

因子的关系(式)、等级划分方法或标准等进行整理分类。各地多采用三大类因子共 5 个气象因子:

1) 热力因子(温度); 2) 水分因子(相对湿度、降水量、连续无降水日数); 3) 动力因子(风力或风速), 这些因子的组合可以较好解释气象条件对火灾发生、发展的影响性质和程度。还有一些因子如水汽压、实效湿度、气温日较差、日照、天气状况等则只有少数地方采用, 本标准不拟采用。

1.2 方法

1) 选取全国各地普遍采用的日最高温度、日最小相对湿度、日最大风力(风速)、连续无降水日数、日降水量等 5 个物理意义明确、出现次数多、地域代表性广的气象因子来构成城市火险气象指数(等级)。

2) 根据不同气象因子与城市火灾的影响规律和统计结果, 给出单项气象因子不同大小范围对应的城市火险气象指数值, 指数范围一般 0~20 考虑到日最小相对湿度、连续无降水日数对城市火险贡献大, 故将其指数分别范围扩大至 0~40 和 0~30

3) 将单因子对应的城市火险气象指数值相加得到城市火险气象指数(范围为 0~110)。

4) 将综合城市火险气象指数在 0~100 范围内进行等间隔划分(以 20、40、60、80 为临界值), 便得到从低到高的 5 级城市火险气象等级标准, 并给出相应的名称和指示意义。

5) 从北到南选取呼和浩特、丹东、北京、武汉、南宁等 5 城市, 比较上述方法与各地方法计算 2001 年 1、4、7、10 月逐日火险等级, 经反复调试、

比较因子和指数值范围, 以求达到两个标准计算等级完全一致、相差一级率合计在 85% 以上, 从而得到各气象因子的划分范围、对应的城市火险气象指数值以及综合城市火险气象等级标准。还计算 31 个省(区、市)中心城市 2000~2003 年逐日综合指标及 5 级分布概率, 使火险等级概率分布基本符合准正态分布, 即两头小、中间大。

2 火灾气象分析与指标选取

2.1 日最高气温对应的城市火险气象指数分量 UFD_{IT}

温度对城市火灾或火险的作用较复杂, 并不能简单认为温度高火灾就多, 反之也不能认为温度低火灾就少, 如 1 年中冬半年温度低, 但火灾最多; 夏半年温度高火灾少; 但一旦气候异常偏高, 如若在冬天出现小阳春, 在夏天出现热浪, 就易滋生群发性火灾、尤其是重特大火灾。根据在武汉的研究和全国许多地方的经验, 分季划分温度指标可以较好解决这种矛盾。考虑到温度的南北地域或海拔差异很大, 对该因子划分出适用于不同地域的两套指标。根据中国的大陆性气候特点, 春季回温快, 各地气温夏半年相差不大, 但在冬半年相差很大, 故在 3~11 月两套温度指标只差 2, 但在 12~2 月两套温度指标则差 10 (表 1、2)。

2.2 日最小相对湿度对应的城市火险气象指数分量 UFD_{IIH}

相对湿度(空气的干燥程度)对城市火灾或火险的作用规律较单一, 即相对湿度低(空气干燥),

表 1 日最高气温对应的城市火险气象指数分量 UFD_{IT}(适用于 40°N 以南)
Table 1 Urban fire-danger weather index of daily maximum air temperature (for the area south of 40°N)

气象因子		火险指数分量					
		0	4	8	12	16	20
日最高气温 ()	3~ 5月	13. 0	13. 1~ 17. 0	17. 1~ 21. 0	21. 1~ 25. 0	25. 1~ 29. 0	> 29. 0
	6~ 8	23. 0	23. 1~ 27. 0	27. 1~ 31. 0	31. 1~ 35. 0	35. 1~ 39. 0	> 39. 0
	9~ 11月	16. 0	16. 1~ 20. 0	20. 1~ 24. 0	24. 1~ 28. 0	28. 1~ 32. 0	> 32. 0
	12~ 2月	2. 0	2. 1~ 6. 0	6. 1~ 10. 0	10. 1~ 14. 0	14. 1~ 18. 0	> 18. 0

表 2 日最高气温对应的城市火险气象指数分量 UFD_{IT}(适用于 40°N 以北)
Table 2 Urban fire-danger weather index of daily maximum air temperature (for the area north of 40°N)

气象因子		火险指数分量					
		0	4	8	12	16	20
日最高气温 ()	3~ 5月	11. 0	11. 1~ 15. 0	15. 1~ 19. 0	19. 1~ 23. 0	23. 1~ 27. 0	> 27. 0
	6~ 8	21. 0	21. 1~ 25. 0	25. 1~ 29. 0	29. 1~ 33. 0	33. 1~ 37. 0	> 37. 0
	9~ 11月	14. 0	14. 1~ 18. 0	18. 1~ 22. 0	22. 1~ 26. 0	26. 1~ 30. 0	> 30. 0
	12~ 2月	- 8. 0	- 7. 9~ - 4. 0	- 3. 9~ 0. 0	0. 1~ 4. 0	4. 1~ 8. 0	> 8. 0

火险就高,发生火灾或重特大的可能性大;反之相对湿度高(空气潮湿),火险就低,发生火灾或重特大的可能性小。而且空气极端干燥或极端潮湿有两个明显的临界值,日最小相对湿度在 20% (北方) ~ 30% (南方) 以下为极端干燥,日最小相对湿

度在 60% (北方) ~ 70% (南方) 为极端潮湿,相对湿度在临界值附件对应的火灾次数或火险指数曲线有明显的突变点。同样考虑相对湿度有一定的南北地域差异,对该因子也划分出适用于不同地域的两套指标 (表 3 4)。

表 3 日最小相对湿度对应的城市火险气象指数分量 UFDIH (适用于 40 N 以南)
Table 3 Urban fire-danger weather index of daily minimum relative humidity (for the area south of 40 N)

气象因子	火险指数分量					
	0	8	16	24	32	40
日最小相对湿度 (%)	> 70	61~ 70	51~ 60	41~ 50	31~ 40	30

表 4 日最小相对湿度对应的城市火险气象指数分量 UFDIH (适用于 40 N 以北)
Table 4 Urban fire-danger weather index of daily minimum relative humidity (for the area north of 40 N)

气象因子	火险指数分量					
	0	8	16	24	32	40
日最小相对湿度 (%)	> 60	51~ 60	41~ 50	31~ 40	21~ 30	20

2 3 最大风力 (风速) 对应的城市火险气象指数分量 UFDIW
风力 (风速) 对城市火灾或火险的作用具有正

负两面性, 即在起火初期, 大风有可能吹灭火源; 当火势较大时, 风无论大小都是起助燃和扩散火种的作用 (表 5)。

表 5 日最大风力 (风速) 对应的城市火险气象指数分量 UFDIW
Table 5 Urban fire-danger weather index of daily maximum wind force or velocity

气象因子	火险指数分量					
	0	4	8	12	16	20
风力 (级)	1	2	3	4	5	6
风速 (m /s)	1. 5	1. 6~ 3. 3	3. 4~ 5. 4	5. 5~ 7. 9	8. 0~ 10. 7	10. 8

2 4 连续无降水日数对应的城市火险指数 UFDINR 分量

国内外大量的森林或城市火灾研究中, 均把连续无降水日数作为火灾或火险预报的重要因子。对城市火灾, 通常下雨时、雨后 1~ 3 天较少有火灾发生, 雨后 7~ 10 天火灾开始增多, 雨后 15~ 20 天

就会有大量火灾发生 (表 6)。

2 5 日降水量对应的城市火险指数分量 UFDIR
对一般性可燃物, 当日降水量能起到减轻火灾或降低火险的作用, 因此对综合火险指数为负的贡献。在城市因有房屋阻挡, 多数情况下雨水并不是直接降落在可燃物上, 属于间接作用 (表 7)。

表 6 连续无降水日数对应的城市火险气象指数分量 UFDINR
Table 6 Urban fire-danger weather index of number of consecutive days without precipitation

气象因子	火险指数分量										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
连续无降水日数 (天)	2	3~ 4	5~ 6	7~ 8	9~ 10	11~ 12	13~ 14	15~ 16	17~ 18	19~ 20	> 20

表 7 日降水量对应的火险指数分量 UFDIR
Table 7 Urban fire-danger weather index of daily rainfall

气象因子	火险指数分量					
	- 20	0	- 4	- 8	- 12	- 16
日降水量 (mm)	0	0. 1~ 1. 0	1. 1~ 9. 9	10. 0~ 24. 9	25. 0~ 49. 9	50. 0

2 6 综合城市火险气象指数 UFDI 的计算

将所有单项气象因子对应的城市火险气象指数值相加 (其中当日降水量为负作用故为负) 得到综合城市火险气象指数, 范围为 0~ 110, 计算公式如下:

$$UFDI = UFDI_T + UFDI_H + UFDI_W + UFDI_{NR} + UFDI_R$$

表 8 城市火险气象等级的划分、命名

Table 8 Urban fire-danger weather rating and its naming

级别	名称	危险程度	易燃程度	蔓延扩散程度	指数范围	表征颜色	预防策略或预报服务用语 (供参考)
1级	最低火险	最低	难	难	20	灰	
2级	低火险	低度	较难	较难	[21, 40]	兰	
3级	中等火险	中度	中等	中等	[41, 60]	黄	注意防火, 防止大意, 避免发生家庭、公共场所、电器火灾
4级	高火险	高度	容易	容易	[61, 80]	橙	加强防火, 管好火源, 排除火灾隐患, 谨防生产性和非生产性火灾
5级	极高火险	极度	极易	极易	> 80	红	高度警惕, 严格控制火源, 排除一切火灾隐患, 严防群发性和重特大火灾

因为国内外多数森林或城市火险等级为从低到高的 5 级划分法, 所以本标准也采用从低到高的 5 级划分。至于命名规则, 特别注意低火险的命名方法是与森林火险的命名方法相区别, 即对森林火灾, 1 级火险 (一般为下雨当时) 或 2 级火险 (一般为雨后 1~ 3 天) 情况下, 可燃物含水量很高, 发生森林火灾的可能性极小, 因而火险极低, 故命名为 1 级没有危险, 2 级低度危险, 3 级中等火险, 4 级高火险, 5 级极高火险。但对城市火灾, 由于雨水一般不是直接降落在可燃物上, 下雨当时或雨后 1~ 3 天仍然有发生火灾的可能性, 只是一般不会发生群发性或重特大火灾, 因而命名为 1 级最低火险, 2 级低火险, 3 级中等危险, 4 级高度危险, 5 级极度危险。

2 7 城市火险气象等级标准的划分、命名

将综合城市火险气象指数在 0~ 100 范围内进行等间隔划分 (以 20、40、60、80 为临界值), 便得到从低到高的 5 级城市火险气象等级标准, 并给出相应的名称和指示意义。当气象因子取历史实况值, 所得到的为火险等级实况值; 当气象因子取未来预报值, 所得到的为火险等级预报值 (表 8)。

3 各地标准比较及各等级概率分布

中国地域广阔, 各地地理、气候、火源、可燃物差别很大, 为了检验该标准, 我们分区域选择了内蒙、丹东、北京、武汉以及南宁五城市, 将国家标准城市火险气象等级与 5 城市现有的标准进行了比较, 验证时间为 2002 年 1、4、7、10 月, 分别代表 4 个季节, 结果见下表, 结果表明, 在用于验证的 123 天里, 火险等级完全吻合的, 4 城市均在 50% 以上 (除北京外), 若以火险等级完全吻合或相差一级算为吻合, 那么以上 5 城市中 4 城市的火险等级吻合率均高达 97% 以上, 北京的吻合率也达 83%, 可见该标准是可行的 (表 9)。

表 9 城市火险气象等级国家标准与 5 城市城市火险气象等级的结果对比

Table 9 Comparison between urban fire-danger weather ratings and forest fire-danger weather ratings

城市	完全吻合		相差一级		完全吻合及相差一级		相差二级及以上	
	天数	占总天数的%	天数	占总天数的%	合计天数	占总天数的%	天数	占总天数的%
呼和浩特	67	54. 5	53	43. 1	120	97. 6	3	2. 4
丹东	69	56. 1	53	43. 1	122	99. 2	1	0. 8
北京	51	41. 5	51	41. 5	102	83. 0	21	17. 0
武汉	77	62. 6	45	36. 6	122	99. 2	1	0. 8
南宁	69	56. 1	53	43. 1	122	99. 2	1	0. 8

此外计算了全国 31 个中心城市 2000~ 2003 年逐日综合指标, 统计 5 级分布的概率, 可见火险

等级的概率分布基本符合准正态分布, 较为理想 (图 1)。

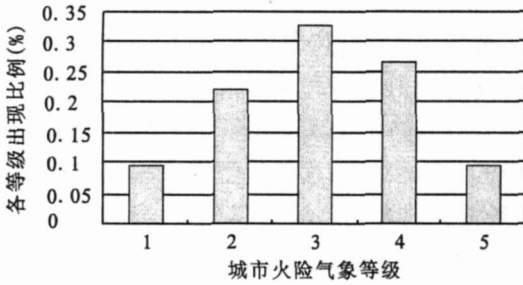


图 1 全国 31个城市平均的火险等级概率分布直方图

Fig 1 Distribution of the probability of urban fire-danger weather ratings

4 小结与讨论

该标准规定了全国城市火险气象等级的命名、划分标准以及城市火险气象指数的计算方法及使用等方法,适用于城市中与气象条件密切相关的一般性可燃物火险等级的气候评价和短期、中期预报以及短期气候预测。

本标准实施后,各地应统一使用城市火险气象等级国家标准。如已开展城市火险气象等级预报工作的,也可两个标准并行使用一段时间,可互相

比较和借鉴,如果当地地理、气候、火源、可燃物等情况特殊,可对国家标准的 UFDI划分范围作适当调整,但等级必须统一为 5 个级别。如某地尚没有开展城市火险气象等级预报工作的,如果当地地理、气候、火源、可燃物等情况特殊,也可在使用本标准一段时间后对城市火险气象等级国家标准的 UFDI划分范围作适当调整。

参考文献:

[1] 魏一鸣. 自然灾害复杂性研究 [J]. 地理科学, 1998, 18(1): 25~ 31

[2] 杨 城, 王作东, 刘洪彦. 丹东市城镇火灾分析及火险预报 [J]. 气象, 1989, 15(12): 45~ 48

[2] 唐 毅, 张世源. 呼和浩特城市火险预报方法 [J]. 内蒙古气象, 1993 (2): 15~ 18

[4] 康嫦娥. 城市火灾的气象条件分析及火险预报 [J]. 气象, 1993, 19(7): 47~ 51

[5] 毛贤敏, 刘桂芬, 刘素洁. 城乡火险预报模式探讨 [J]. 应用气象学报, 1996, 7(1): 76~ 81

[6] 陈正洪, 杨宏青. 武汉市火险天气等级标准 [J]. 应用气象学报, 1998, 9(3): 376~ 380

[7] 王晓云, 潘丽卿, 李 炬. 北京城市近郊区火险气象等级预报方法 [J]. 气象科技, 2001, 29(4): 51~ 54

Research on National Standard for Urban Fire-danger Weather Ratings

CHEN Zheng-Hong^{1, 2}, YANG Hong-Qing¹, ZHANG Qiang³

(1. Wuhan Regional Climate Center, Wuhan, Hubei 430074; 2. Wuhan Institute of Heavy Rain, CMA, Wuhan, Hubei 430074; 3. National Climate Center, CMA, Beijing 100081)

Abstract After the comparing of the weather factors, predicting method and ratings standard for urban fire research and operation all over the country, five weather factors are selected for the research: daily minimum relative humidity (index 0- 40), number of consecutive days without precipitation (index 0- 30), daily maximum air temperature (index 0- 20), daily maximum wind strength or velocity (index 0- 20) and daily rainfall (index 0- 20), and the complex index generally range from 0 to 100 and can be divided to five ratings from low to high. Two experiments are designed to optimize the effect of ratings division: 1) daily fire-danger ratings in four typical months of 2001 for 5 cities from north to south in China are calculated by using above method and local method and compared, and the index with factors are adjusted to make coincidence ratio of two daily rating sequence higher and the correct ratio of ratings 85% (supposed that the predicting value has only one or no rating error with actual rating); 2) the total number of every rating for thirteen central cities in China from 2000 to 2003 are calculated and made to fit with the normal distribution. Then, the dividing range of weather factors, corresponding urban fire-danger index and ratings are determined, and the ratings are named.

Key words urban fire-danger; weather factors; index; ratings