

# 皖南山区乡镇森林火险气象预报等级模型探讨

汪大林<sup>1</sup> 杨小兵<sup>1</sup> 罗秀明<sup>1</sup> 张华<sup>1</sup> 胡雅红<sup>2</sup> 朱雅红<sup>3</sup>

<sup>1</sup>宣城市气象局,安徽宣城 245300;

<sup>2</sup>绩溪县应急局,安徽绩溪 245300;

<sup>3</sup>绩溪县林业局,安徽绩溪 245300)

**摘要** 本文利用绩溪县 2010 年 1 月至 2020 年 4 月森林火情数据和 2010 年 1 月至 2021 年 4 月逐日气象数据,采用国家标准《森林火险气象等级》(GB/T 36743—2018)对绩溪县境内 4 个区域站 2019 年 10 月至 2021 年 4 月森林火险等级进行数据本地化建模分析,得到适用于皖南山区乡镇森林火险气象预报等级和森林火险天气指数,以期为皖南山区森林火险气象预报工作提供参考。

**关键词** 气象预报;森林火险;皖南山区

**中图分类号** S762 **文献标识码** A

**文章编号** 1007-5739(2022)10-0149-04

**DOI**:10.3969/j.issn.1007-5739.2022.10.041

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



绩溪县位于皖南山区,地处黄山山脉与西天目山山脉结合地带,地理坐标为北纬 29°57'~30°20',东经 118°20'~118°55',县境总面积 1 126 km<sup>2</sup>,属于亚热带季风气候,雨量充沛,干季湿季分明,森林资源丰富,森林覆盖率达 75.5%。

森林是“地球之肺”,是国家重要的生态资源<sup>[1]</sup>。森林火灾具有突发性强、破坏性大且短时间内能造成巨大损失的特点<sup>[2]</sup>。美国、加拿大和澳大利亚等国优化了森林火险分级方法,通过分析多种气象条件确定火灾风险,为当地森林火灾的预报工作提供理论依据<sup>[3]</sup>。在国内,计算机等信息技术开始逐步与森林防火技术相融合。很多学者已经开始从事森林防火平台的开发和研究:2005 年陕西汉中建成了“汉中市森林防火气象服务系统”,2010 年辽宁省研发完成了辽宁省森林防火气象信息服务系统,江西、云南等省根据当地林区的特点开始尝试研制各种基于计算机技术的辅助决策系统<sup>[4]</sup>,甄文芳等<sup>[5]</sup>开发了安徽省森林防火气象服务支持系统,还有国内其他学者也对森林防火进行了研究<sup>[6-13]</sup>。笔者利用绩溪县近

10 年火情和气象数据对本县乡镇森林火险气象预报等级模型进行探讨分析,以期为皖南山区森林火险气象预报工作提供一定的参考。

## 1 数据来源与研究方法

### 1.1 数据来源

森林火灾数据来源于绩溪县林业局提供的 2010 年 1 月至 2020 年 4 月绩溪县森林火情数据;气象数据来源于绩溪县气象局提供的 2010 年 1 月至 2021 年 4 月逐日有关气象数据。

### 1.2 研究方法

本文采用中华人民共和国国家标准《森林火险气象等级》(GB/T 36743—2018)<sup>[14]</sup>对绩溪县境内 4 个区域站(绩溪国家气象观测站和瀛洲龙川、伏岭大障和板桥头六要素站)2019 年 10 月至 2021 年 4 月森林火险等级进行数据本地化建模分析。

4 个六要素站观测的气象要素有气温、雨量、风速、风向、气压和相对湿度;全县还有 23 个四要素观测站,其观测的气象要素有气温、雨量和风向风速。考虑到森林火险气象预报等级中涉及的气象要素为日最高气温、降雨量、风速和最小相对湿度,且在一定的海拔高度范围内,海拔高度上升 100 m,气温下降 0.5 ℃,对绩溪县境内的六要素站和四要素站的日

**基金项目** 宣城市气象局科研项目(KY201908)。

**作者简介** 汪大林(1986—),男,安徽绩溪人,硕士,高级工程师,从事气象防灾减灾服务工作。

**收稿日期** 2021-08-28

最高气温进行海拔修订。每年的防火期(10月至翌年4月)绩溪县的降水多为大范围降雨,很少有局部短时强降水,加上绩溪县境内多丘陵地形,相对湿度的变化也较小,故降雨量和相对湿度的预报参考国家站的预报结论。

### 1.3 技术路线图

模型用于预测乡镇森林火险气象指数,运行时用户只需输入台站号。模型由6个指标组成,分别是气温、相对湿度、连续无降水日、风速、日降水量及综合因子(考虑农事用火频率、林地状态等因子),其中涉及的气象相关数据均由 CIMISS 获得,并可对数据进行人工质控后再进行计算。网页采用 php+html 语言开发,利用 php 调取 CIMISS 数据,获取气象数据并进行相关计算,调用 jgraph 图表库对运算结果绘图,最后利用 html 进行相关结果的前台展示(图 1)。

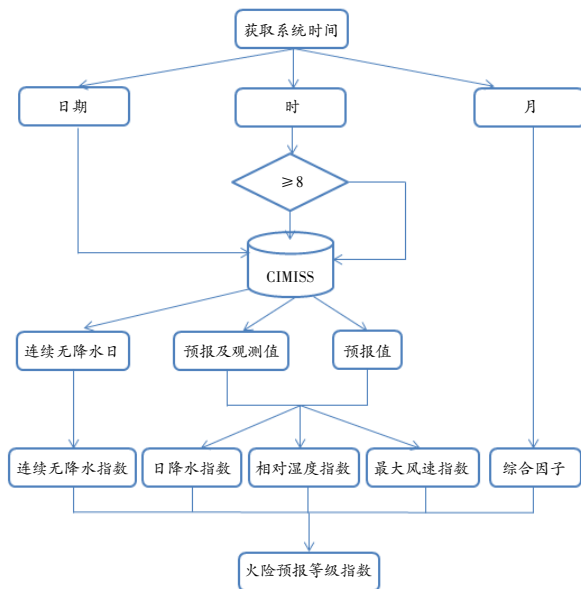


图 1 乡镇森林火险气象预报等级预测技术路线

## 2 结果与分析

通过 2019 年 10 月至 2021 年 4 月共 40 期的森林火险气象等级预报周报验证分析,以及县应急局、林业局等部门专家的验证,得到绩溪县乡镇森林火险等级指数和森林火险天气等级,完成了宣城市乡镇森林火险气象预报系统的构建。

### 2.1 日最高气温的森林火险天气指数 A 值

日最高气温的森林火险天气指数 A 值见表 1。气温是影响森林火险气象等级最重要的气象因子之一。在每年防火期内,尤其是 10—11 月和次年的

3—4 月,日最高气温会超过 25℃;而秋季连续日最高气温超过 25℃的干燥天气大大提高了森林火险的危险程度,更不利于森林防火的控制。

影响气温的因素有很多,对皖南山区而言,自动气象站的海拔高度和下垫面环境的影响最大。通过对 2019 年 10 月至 2021 年 4 月 4 个六要素站日最高气温的对比分析来看,海拔高度起着决定性作用。通过分析计算,海拔高度上升 100 m,气温下降 0.5℃,对绩溪县境内的六要素站和四要素站的日最高气温进行了海拔修订。在此基础上,对日最高气温的森林火险天气指数 A 值进行了重新划分,日最高气温越高,A 指数越大,且呈现出增大的趋势。

表 1 日最高气温的森林火险天气指数 A 值

日最高气温等级	日最高气温/℃	森林火险天气指数 A 值
一	≤5.0	0
二	5.1~10.0	2
三	10.1~15.0	4
四	15.1~20.0	7
五	20.1~25.0	11
六	≥25.1	15

### 2.2 日最小相对湿度的森林火险天气指数 B 值

日最小相对湿度的森林火险天气指数 B 值见表 2。相对湿度是影响森林火险气象等级最重要的气象因子之一,直接关系到森林防火中易燃程度的高低。相对湿度越小,更有利于树木、草木的燃烧。通过对 2019 年 10 月至 2021 年 4 月 4 个六要素站日最小相对湿度进行对比分析,在无雨日,每增加 1 d 无雨日,日最小相对湿度呈现明显的下降趋势(日最高气温>20℃,每增加 1 d 无雨日,日最小相对湿度下降 8%左右;日最高气温<20℃,每增加 1 d 无雨日,日最小相对湿度下降 4%~6%)。在雨日,每增加 1 d 雨日,日最小相对湿度呈现明显的上升趋势,基本上连续 3 d 降雨日(日降雨量>1.0 mm),日最小相对湿度将增加至 70.0%以上。在此基础上,对日最小相对湿度的森林火险天气指数 B 值进行了重新划分,日最小相对湿度越小,B 指数越大,且呈现出增大的趋势。

### 2.3 日最大风力的森林火险天气指数 C 值

日最大风力的森林火险天气指数 C 值见表 3。

表2 日最小相对湿度的森林火险天气指数 B 值

日最小相对湿度等级	日最小相对湿度/%	森林火险天气指数 B 值
一	≥70.0	0
二	60.0~69.9	2
三	50.0~59.9	4
四	40.0~49.9	7
五	30.0~39.9	11
六	<30.0	15

风力是影响森林火险气象等级重要的气象因子之一,直接关系到森林防火中蔓延程度的高低。一旦发生森林火灾,风力、风向的改变无疑增加了灭火工作的难度,直接威胁到灭火人员的人身安全。皖南山区是一个多山脉的地区,天目山脉和黄山山脉纵横交错,这种地形增加了对风力、风向的预测难度。风力是森林火险气象等级中比较难以预测的气象因子,目前的自动气象站的覆盖密度还达不到预测要求。在此基础上,对日最大风力的森林火险天气指数 C 值进行了重新划分,日最大风力越大,C 指数越大。

表3 日最大风力的森林火险天气指数 C 值

日最大风力等级	日最大风力/级	森林火险天气指数 C 值
一	0	0
二	1	5
三	2~3	10
四	4	15
五	5~6	20
六	≥7	25

## 2.4 降雨量和无雨日的森林火险天气指数 D 值

降雨量和无雨日的森林火险天气指数 D 值见表 4。降雨量是影响森林火险气象等级最重要的气象因子。通常日降雨量 ≥1.0 mm,植被都被润湿,易燃程度为不能燃烧;日降雨量 ≥10.0 mm,植被润湿程度更大,2 d 之内易燃程度仍为不能燃烧。对 2019 年 10 月至 2021 年 4 月 4 个六要素站日降雨量进行对比分析,经过连续 5 d 的无雨日后,森林火险天气指数 D 值呈现明显的增加趋势。

## 2.5 森林火险天气指数

森林火险天气指数(HTZ)的计算公式:

$$HTZ=K \times (A+B+C+D)$$

式中,A、B、C、D 根据当日森林火险气象因子分别从表 1~4 查得;K 为综合因子,返青前系数 K=1.0,

表4 森林火险天气指数 D 值

降雨后日数/d	森林火险天气指数 D 值		
	≥1.0 mm/d	≥10.0 mm/d	0 mm/d(无雨日)
0	0	0	3
1	3	0	6
2	6	3	9
3	9	6	12
4	12	9	16
5	16	12	20
6	20	16	24
7	24	20	29
8	29	24	34
9	34	29	39
10	39	34	45
11	45	39	45
12	45	45	45

返青后系数 K=0.8。

绩溪县森林火险天气等级和森林火险天气指数(HTZ)见表 5。

表5 绩溪县森林火险天气等级和森林火险天气指数(HTZ)

森林火险天气等级	危险程度	易燃程度	蔓延程度	森林火险天气指数(HTZ)
一	没有危险	不能燃烧	不能蔓延	≤35
二	低度危险	难以燃烧	难以蔓延	36~50
三	中度危险	较易燃烧	较易蔓延	51~70
四	高度危险	容易燃烧	容易蔓延	71~85
五	极度危险	极易燃烧	极易蔓延	≥86

## 3 结论与讨论

本文利用绩溪县近 10 年火情和气象数据建立了绩溪县乡镇森林火险气象预报等级模型,得到了适宜皖南山区乡镇森林火险天气等级和森林火险天气指数(HZT)。气象条件对森林火灾发生与发展的最为关键。本文各气象因子的等级是经过多次订正后得出的最优结论,相比于国家标准《森林火险气象等级》(GB/T 36743—2018)中各个气象因子等级指数和所占比例也更加合理。比如:无降水日数的天气指数分析,皖南山区多植被覆盖,无雨日一般超过 5 d 后,每多增加 1 d 无雨日,森林火险天气指数 D 值会逐渐增大,而不是呈现一种等数级别的无差异增加。

经过模型运算、预报员人工订正以及同应急、林业部门会商后,再联合当地应急、林业局发布森林火险气象等级预报(图 1)。该等级预报对皖南乡镇森林防火工作具有指导性意义。

### 绩溪县森林火险气象等级专报



三、森林火险气象等级的划分及含义：

一级（低火险）：危险程度低，难以燃烧，难以蔓延；

二级（蓝色预警）：较低危险，较难燃烧，较难蔓延；

三级（黄色预警）：较低危险，较易燃烧，较易蔓延，需加强野外火源管控；

四级（橙色预警）：高度危险，容易燃烧，容易蔓延，禁止在森林防火区野外用火；

五级（红色预警）：极度危险，极易燃烧，极易蔓延，严禁一切野外用火。

注：森林火险气象等级预报仅供参考，森林火灾发生的可能性与可燃物载量、致灾物、大多数森林火灾人为用火不慎引起，因此高火险天气切勿在森林防火区私自用火，有森林火险等级预报期间（2020年11月24日起及2021年4月30日止），严禁一切野外用火。

绩溪县森林火灾隐患排查办公室、气象台 2021年2月22日印发

图1 绩溪县森林火险气象等级预报示例

宣城市森林防火气象预报系统软件(图2)可直观反映宣城各县市区乡镇的24h至未来7d的精细化森林火险气象等级预报信息及火险预警信息,实现了实况数据监测与显示(图3),火险等级自动生成,火险预警发布全程网络化、自动化,提高了森林防火气象服务的针对性和有效性,为森林防火工作提供了坚实的信息保障服务。



图2 宣城市乡镇森林火险气象预报系统界面

### 4 参考文献

[1] 邓洪涛.森林防火体系建设探讨:以广州市黄埔区为例[J].林业与环境科学,2018,34(5):106-112.

[2] 李玉红,何立.广西林火监测模型设计[J].气象研究与应用,2013,34(1):44-47.

[3] 蒙遥.基于GIS的森林防火信息系统的研究[D].赣州:江西理工大学,2010.

[4] 刘慕溪.基于Web GIS的森林防火系统设计与实现[D].抚州:东华理工大学,2012:2-23.

[5] 甄文芳,刘安平,丁国午,等.安徽省森林防火气象服务

### 请核对气象因子信息(日数据20时-20时)

日期	最高气温	最小相对湿度	日最大风速	日降水量
05月31日	30.2	36.5	2.9	0
06月01日	33.2	67.8	4.1	0
06月02日	29.9	73.5	2.1	21.1
06月03日	29.1	76.6	1.2	8.9
06月04日	28.4	47.2	2	2.6
06月05日	28.6	48.1	2.3	0.3
06月06日	30.7	48.8	2.2	0

日期	30日	29日	28日	27日	26日	25日	24日	23日	22日	21日	20日	19日
日降水量	0	0	0	2.7	45.4	0	0.3	92.9	3.7	0	0	7.6

乡镇名	31日	01日	02日	03日	04日	05日	06日
华阳镇	二级	一级	一级	一级	一级	一级	一级
临溪镇	二级	一级	一级	一级	一级	一级	一级
伏岭镇	二级	一级	一级	一级	一级	一级	一级
板桥头乡	二级	一级	一级	一级	一级	一级	一级
上庄镇	二级	一级	一级	一级	一级	一级	一级
长安镇	二级	一级	一级	一级	一级	一级	一级
扬溪镇	二级	一级	一级	一级	一级	一级	一级
金沙镇	二级	一级	一级	一级	一级	一级	一级
家朋乡	二级	一级	一级	一级	一级	一级	一级
荆州	二级	一级	一级	一级	一级	一级	一级
临溪镇	二级	一级	一级	一级	一级	一级	一级

图3 绩溪县各乡镇未来一周森林火险气象指数示例

支持系统的设计与实现[J].林业与环境科学,2019,35(2):111-115.

[6] 徐爱俊,郑文达,方陆明,等.基于3D的县级森林防火系统关键技术研究[J].北京林业大学学报,2008,30(1):170-174.

[7] 杨望月,高安宁.广西森林火险等级气象预测预报业务系统[J].广西气象,1993,14(4):27-29.

[8] 张映堂,霍义强.滇中地区森林火险等级预报方法的研究[J].林业科学,1995(3):239-246.

[9] 易浩若,纪平,覃先林.全国森林火险预报系统的研究与运行[J].林业科学,2004,40(3):203-207.

[10] 王娟,赵江平,张俊,等.我国森林火灾预测及风险分析[J].中国安全生产科学技术,2008,4(4):41-45.

[11] 杨美和,高颖仪,孙文举.森林火灾与湿润系数关系的研究[J].吉林林学院学报,1997(1):12-16.

[12] 牛若芸,翟盘茂,孙明华.森林火险气象指数及其构建方法回顾[J].气象,2006,32(12):3-9.

[13] 熊文兵,罗永明,曾鹏,等.广西森林火险等级精细化监测与预报系统研究[J].气象研究与应用,2016,37(2):59-63.

[14] 国家市场监督管理总局.森林火险气象等级:GB/T 36743—2018[S].北京:中国标准出版社,2019.