

修正的布龙-戴维斯森林火险气象指数模型在中国的适用性

梁莉¹, 杨晓丹^{1*}, 王成鑫², 袁媛³, 张英男⁴, 张渝杰⁵

1. 中国气象局公共气象服务中心, 北京 100081

2. 中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室, 北京 100081

3. 四川省气象服务中心, 成都 610072

4. 中华人民共和国应急管理部森林防火预警监测信息中心, 北京 100054

5. 四川省遂宁市气象局, 遂宁 629000

摘要 利用国家气象信息中心提供的2005—2014年中国基本、基准、一般气象站的历史观测资料,建立了基于布龙-戴维斯方案的修正森林火险气象指数模型,制定森林火险气象等级划分标准,利用国家林业和草原局提供的对应全国林火、灌木火逐日次数统计进行验证,并结合实例进行效果检验。结果表明:修正后的森林火险气象指数在5大区域的春、秋季均为高值期,这与国家林业和草原局制定的重点防火服务季节大体一致,指示性较好;在中国三大森林防火气象服务重点区(东北、华南、西南林区),修正后的森林火险气象指数实际森林火灾次数相关度较高,2017年内蒙古林火实例分析说明适用性较高。

关键词 森林火险气象指数;布龙-戴维斯方案;森林火险气象等级

1987年5月6日,黑龙江大兴安岭地区发生森林大火,持续燃烧1个月,过火面积124.3万hm²,使104万hm²的森林资源遭受了严重破坏,是新中国成立以来影响最大、损失最严重的森林火灾;2016年3月2日,甘肃省迭部县腊子口林场和达拉林场

相继发生森林火灾,约3000人扑救,至3月15日才完全扑灭;2017年4月30日,内蒙古大兴安岭北部原始林区伊木河林场火灾,过火面积5000hm²。森林火灾不仅危害人民生命财产安全和国家林业资源,而且破坏自然生态环境。专业化的监测、预报、

收稿日期:2019-01-10;修回日期:2019-09-18

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFC1508102,2016YFC0402702);公益性行业(气象)科研专项(GYHY201406034);中国气象科学研究院基本科研业务费专项(2017Y010)

作者简介:梁莉,高级工程师,研究方向为热带气旋大风统计和数值模拟、专业气象预报方法,电子信箱:liangli@cma.cn;杨晓丹(通信作者),高级工程师,研究方向为专业气象预报方法,电子信箱:yangxd@cma.cn

引用格式:梁莉,杨晓丹,王成鑫,等.修正的布龙-戴维斯森林火险气象指数模型在中国的适用性[J].科技导报,2019,37(20):65-75;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2019.20.007

预防系统是降低林火发生、减少林火灾害的有效手段。

林火的发生、发展跟气象条件有密切的关系。首先,温度、湿度、风速对森林中可燃物的易燃特性产生很大影响。其次,风速、风向可以直接影响森林火灾的传播方向、蔓延速度和扑灭的难易程度^[1]。森林火险气象指数是根据森林火险与气象条件的关系,通过经验或数学方法得出的,用于判定某林区起火的可能性、火灾强度、火灾蔓延速度以及人类控制火情的难易程度^[2]。目前,国外已发展了大量的森林气象火险指数^[3-11],20世纪80年代,加拿大的森林火险气象指数(FWI系统)在中国黑龙江大兴安岭进行适用性研究^[12]。1980年代以后,国内各地相继研制出许多基于本地区的火险预报模型^[13-20]。

布龙-戴维斯火险标尺法是美国洛杉矶林业试验站布龙和戴维斯根据物理学的试验方法制定出来的。国家气象中心结合布龙-戴维斯方案,利用特大火灾历史数据库反复验证研制出了“修正的布龙-戴维斯方案”,将其与原始布龙-戴维斯方案加权平均,并经地表状况及降水量系数订正后形成森林火险气象指数 I_{NMC} ^[16]。该模型为国家级森林火险气象等级预报预警和森林火灾扑救气象保障服务业务提供客观依据,在日常森林火灾风险预警、重大防火关键期和森林火灾气象保障服务中发挥了重要作用,仍存在一些问题需要改进。首先, I_{NMC} 指数对于前期降水气候背景考虑不够(仅考虑近7天),不能充分反映前期天气气候条件的累积效应,而较高或高火险气象等级往往跟前期降水情

况有很大关系;其次,中国幅员辽阔,地表状况和可燃物湿度的数据获取难度大,仅对其进行简单的参数化,对预报效果贡献不大。本研究则针对以上几点,对 I_{NMC} 指数模型进行了修正,并选举实例进行适用性分析。

1 资料

气象资料为中国气象局国家气象信息中心提供的2005—2014年中国基本、基准、一般气象站(共2235站)的历史观测资料,要素包括14时气温(T)、14:00相对湿度(r_{RH})、14:00风速(V)、24小时降水量(R)、24小时积雪深度(H_s)。对应的森林火灾资料为国家林业和草原局提供的全国林火、灌木火逐日次数统计。

2 研究方法

2.1 森林火险气象指数计算方法

在原始的布龙-戴维斯方案中,将风速、气温、可燃物湿度及连续无降水日等因子作为森林火险气象指数的变量,火灾危险度指标是各变量贡献之和,森林火险气象指数是各变量(均用百分数表示)贡献之和,其表达式为 U_i ,即

$$U_i(V,T,F,M)=f_i(V)+f_i(T)+f_i(F)+f_i(M) \quad (1)$$

式中, V 为风速,m/s; T 为气温,℃; $F=r_{FM}+0.25r_{RH}$; r_{FM} 为可燃物湿度,%; r_{RH} 为相对湿度,%; M 为连续无降水日数,24小时降水量小于0.1 mm为一个无降水日,各变量对应参数变化如表1所示。

表1 原始布龙-戴维斯方案中各因子及其函数值
Table 1 Corresponding relation table of each factor and its function in the original Brown-Davis scheme

风速 $V/(m \cdot s^{-1})$	$f_i(V)/\%$	气温 $T/^\circ C$	$f_i(T)/\%$	相对湿度 $r_{RH}/\%$	$f_i(F)/\%$	连续无降水日数 M/d	$f_i(M)/\%$
0~0.9	5	15~19	0	>75	0	0	0
1.0~2.9	15	20~23	3	40~75	5	1	3
3.0~5.9	25	24~28	6	25~39	10	2	10
6.0~10.9	30	29~32	9	15~24	15	3~5	15
≥ 11	35	33~37	12	8~14	20	6~8	20
		>38	15	0~7	25	>8	25

国家气象中心结合布龙-戴维斯方案,利用特大火灾历史数据库反复验证研制出了 I_{NMC} 方案,修正后的表达式 U 为

$$U(V,T,F,M)=f(V)+f(T)+f(F)+f(M) \tag{2}$$

式(2)中, V 和 T 分别采用14时观测风速和气温, F 与 M 含义同式(1),其中 F 由于缺乏可燃物湿度资料直接代入了14时相对湿度,即 $f(F)=f(r_{\text{RH}})$, U 最终为

$$U(V,T,r_{\text{RH}},M)=f(V)+f(T)+f(r_{\text{RH}})+f(M) \tag{3}$$

各变量对应参数变化如表2所示。

对 U_1 和 U 进行加权平均,再经各项指数订正,得出森林火险气象指数 I_{NMC}

$$I_{\text{NMC}}=(AU_1+BU)\cdot C_r\cdot C_s \tag{4}$$

式(4)中, A 和 B 表示权重系数,分别取0.3和0.7; C_r 为降水量修正系数,当日有降水取值为0,当日无降水取值为1。 C_s 为地表状况修正系数,取值范围为0~1。

表2 I_{NMC} 方案中气象因子及其函数值
Table 2 Corresponding relation table of each factor and its function in the I_{NMC} scheme

风速 $V/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$f(V)/\%$	气温 $T/^\circ\text{C}$	$f(T)/\%$	相对湿度 $r_{\text{RH}}/\%$	$f(r_{\text{RH}})/\%$	连续无雨日 M/d	$f(M)/\%$
0 ~ 1.5	3.846	<5	0	>70	0	1	7.692
1.6 ~ 3.4	7.692	5 ~ 10	4.610	60~70	3.076	2	11.538
3.5 ~ 5.5	11.538	11 ~ 15	6.100	50~59	6.153	3	19.230
5.6 ~ 8.0	15.384	16 ~ 20	9.230	40~49	9.230	4	23.076
8.1 ~ 10.8	19.236	21 ~ 25	12.500	30~40	12.307	5	26.923
10.9 ~ 13.9	23.076	>25	15.384	<30	15.384	6	30.700
14.0 ~ 17.2	26.923					7	34.615
						>8	38.000
>17.2	30.900					当日降水	0

对 I_{NMC} 的修正方案中,首先删除了考虑可燃物湿度的表达式 U_1 ,仅保留表达式 U ;其次引进了气象干旱综合指数 $MCI^{[21]}$,在连续无降水日 M 的判定前先考虑干旱情况,且延长了连续无降水日数;另外, C_s 由地表状况修正系数改为积雪修正系数,最终森林火险气象指数改进为 I_{FFDI} :

$$I_{\text{FFDI}}=U\cdot C_r\cdot C_s \tag{5}$$

$$U=f(V)+f(T)+f(r_{\text{RH}})+f(M) \tag{6}$$

式中, U 为森林火险气象指数的函数表达式; C_r 为降水量修正系数,24小时降水 $R_t\geq 1\text{ mm}$ 时, $C_r=0$; $R_t< 1\text{ mm}$ 时, $C_r=1$; C_s 为积雪修正系数,24小时积雪深度 $H_s> 0\text{ cm}$ 时, $C_s=0$; $H_s=0\text{ cm}$ 时, $C_s=1$; V 为14时(北京时间或当地时间,下同)风速, m/s ; T 为14时气温, $^\circ\text{C}$; r_{RH} 为14时相对湿度, $\%$ 。

R_t 和 H_s 的取值可根据本地气候条件和地理地貌自行试验调整。所有变量的区间范围及其对应取值见表3~表6,其中变量的函数值基于表2中的

取值保留小数点后两位。表6中,当 $MCI> -0.5$ 为无旱, $MCI\leq -0.5$ 为轻旱及以上。

为了防止数值预报的不确定性影响森林火险气象指数的表征性,在计算历史森林火险气象指数时所有气象要素均取实况值,即 R_t 取24小时实况降水量。

表3 风速及其函数值
Table 3 Corresponding relation table of wind speed and its function

风速 $V/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$f(V)/\%$
≤ 1.5	4
(1.5, 3.5]	8
(3.5, 5.6]	12
(5.6, 8.1]	15
(8.1, 10.9]	19
(10.9, 14.0]	23
(14.0, 17.2]	27
>17.2	31

表4 温度及其函数值
Table 4 Corresponding relation table of temperature and its function

气温 $T/^{\circ}\text{C}$	$f(V)/\%$
≤ 5	0
(5, 10]	5
(10, 15]	6
(15, 20]	9
(20, 25]	13
>25	15

表5 相对湿度及其函数值
Table 5 Corresponding relation table of relative humidity and its function

相对湿度 $r_{\text{RH}}/\%$	$f(r_{\text{RH}})/\%$
≥ 70	0
[60, 70)	3
[50, 60)	6
[40, 50)	9
[30, 40)	12
<30	15

表6 连续无降水日及其函数值
Table 6 Corresponding relation table of the number of consecutive days without precipitation and its function

连续无降水日数 M/d		$f(M)/\%$
轻旱及以上	无旱	
0	0~3	0
1	4~6	8
2	7~9	12
3	10~12	19
4	13~14	23
5	15~16	27
6	17~18	31
7	19~20	35
≥ 8	>20	38

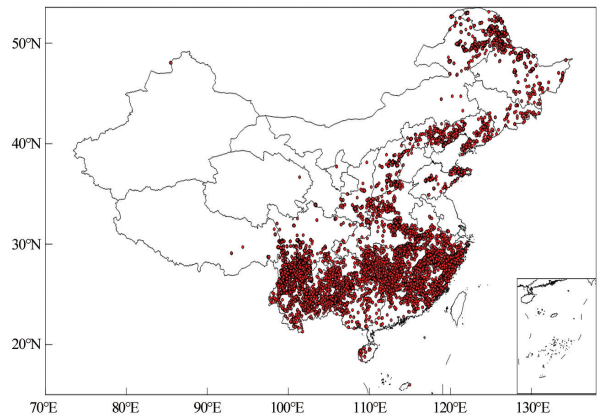
2.2 计算区域的划分

由于中国地域广阔,森林资源的分布具有明显的地域分布特征,以下基于中国地形地势、气候条件、森林植被分布、风险区划以及历史森林火灾分布等因素,对全国进行计算区域的划分。

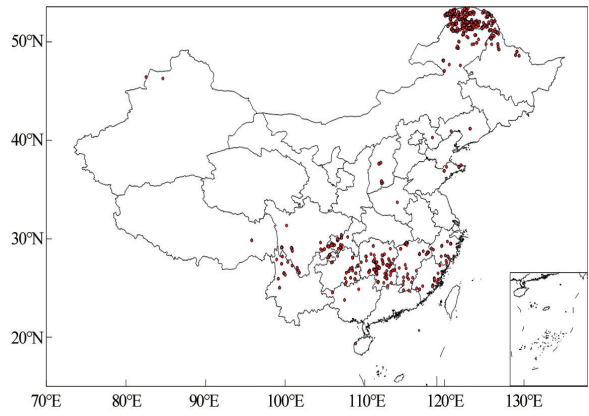
中国属于典型的季风气候国家,地势西高东低;降水南多北少(由东南沿海向西北内陆逐渐减

少),旱涝分明;降水地区分布不均、季节分布不均,年际差异大;冬季寒冷,夏季炎热,气温年较差大;夏季高温多雨、冬季寒冷少雨、雨热同季;气候类型复杂多样。从全国森林分布看,全国森林密度和种类分布较为集中在几个大的区域,在分布上与行政区域划有相似之处,如以山脊、沟渠、河流等为分界线,而在实际业务中,也基本以行政区域为单元开展预报服务。

从2005—2014年中国林火、灌木火灾分布(图1)可以看出,在春、夏、秋、冬四季,火灾发生的地区也具有较明显的区域特征;另外,从图2、图3可以看出,华东和华中、华北和西北地区逐月发生的森林火灾次数趋势是一致的(华东地区包含上海市、



(a) 春季



(b) 夏季

图1 2005—2014年各季节中国林火、灌木火灾分布
Fig. 1 Distribution of forest fire and shrub fire from 2005 to 2014 in China

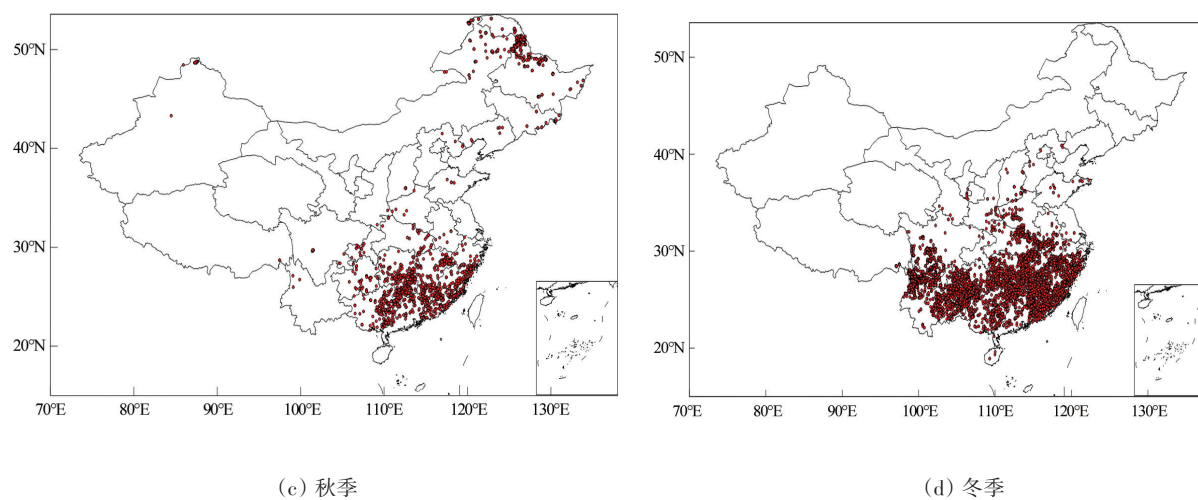


图1 2005—2014年各季节中国林火、灌木火灾分布(续)

Fig. 1 Distribution of forest fire and shrub fire from 2005 to 2014 in China

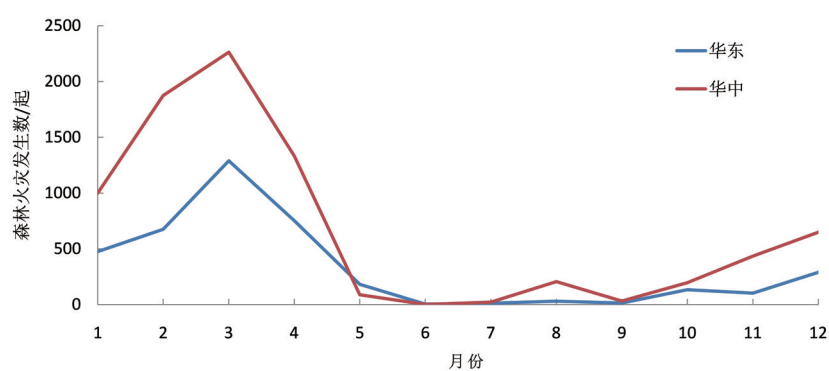


图2 华东和华中区2005—2014年逐月平均森林火灾发生次数变化趋势

Fig. 2 Monthly trend of forest fires in east and central China from 2005 to 2014

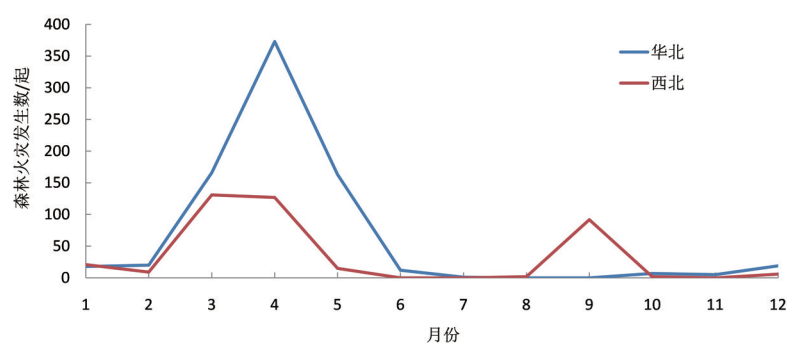


图3 华北和西北区2005—2014年逐月平均森林火灾发生次数变化趋势

Fig. 3 Monthly trend of forest fires in north and northwest China from 2005 to 2014

山东省、江苏省、安徽省、浙江省、福建省,华中地区包含河南省、江西省、湖南省、湖北省,华北地区包含北京市、天津市、河北省、山西省,西北地区包含宁夏回族自治区、青海省、陕西省、甘肃省、新疆维吾尔自治区)。

统筹考虑上述因素,结合全国业务开展情况,在计算森林火险气象指数时将全国分为5大区域(表7)。地理跨度和气候差异较大的省区可根据实际情况选择适用区域。

表7 森林火险气象指数计算区域划分
Table 7 Division of computation regions of forest fire danger weather index

计算区域	行政区域
A区(东北地区)	黑龙江省、吉林省、辽宁省、内蒙古自治区东部(120°E以东)
B区(华北、西北地区)	北京市、天津市、河北省、山西省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区、青海省、陕西省、甘肃省、内蒙古自治区中西部(120°E以西)
C区(西南地区)	云南省、贵州省、四川省、重庆市、西藏自治区
D区(华东、华中地区)	山东省、河南省、安徽省、江西省、湖南省、湖北省、江苏省、上海市、浙江省、福建省、台湾省
E区(华南地区)	广东省、广西壮族自治区、海南省、香港特别行政区、澳门特别行政区

2.3 森林火险气象等级的划分

由于在不同气候、地理条件下,森林火险气象指数会有较大差异,因此在确定森林火险气象等级

时,仍针对5大区域进行划分。首先将2005—2014年全国各站的森林火险气象指数由低至高排序,采用百分位法划分为5个等级(表8)。

表8 森林火险气象等级划分标准
Table 8 Standard of division of forest fire danger weather grades

森林火险气象等级	森林火险气象指数百分位数/%	森林火险气象指数/%				
		A区	B区	C区	D区	E区
一级	[0,60)	[4,38)	[4, 46)	[4, 38)	[4, 42)	[4, 35)
二级	[60,75)	[38, 47)	[46, 58)	[38, 43)	[42, 50)	[35, 38)
三级	[75,90)	[47, 66)	[58, 70)	[43, 65)	[50, 69)	[38, 62)
四级	[90,95)	[66, 73)	[70, 73)	[65, 73)	[69, 73)	[62, 73)
五级	[95,100]	[73, 100)	[73,100)	[73, 100)	[73, 100)	[73, 100)

3 结果与分析

3.1 森林火险气象指数与森林火灾多发季节对比

持续高温、低湿、多风的气象条件是森林火险等级升高的主要气象条件。从整体来看,图4中5大区域的森林火险气象指数在春、秋季均为高值期,这与国家林业局制定的重点防火服务季节大体一致。

具体看,图4(a)中,A区(东北地区)的森林火灾主要发生在春、夏、秋季,森林火险气象指数的逐月分布呈现M型,以3—5月和9—11月为两个高值

期,两者对应较好。图4(b)中B区(华北、西北地区)森林火灾主要发生在春季,森林火险气象指数在3—5月、11月至次年1月为高值期,在春季的指示性较好,而在冬季相对偏高。

图4(c)中C区为西南地区,该区的森林火灾明显呈现出干季多、雨季少的特征,主要集中在1—5月,而森林火险气象指数在1—5月也对应为高值期且呈现递减趋势,指示性较好。图4(d)中D区(华东、华中地区)森林火灾主要发生在1—4月、10—12月,森林火险气象指数在该高发期对应为高值期。图4(e)中E区(华南地区)森林火险气象

指数不仅在森林火灾频发的1—5月、9—12月指示为高值期,而且在火灾低发的6—8月指示为低值

期,指示性在5大区域中效果最好。

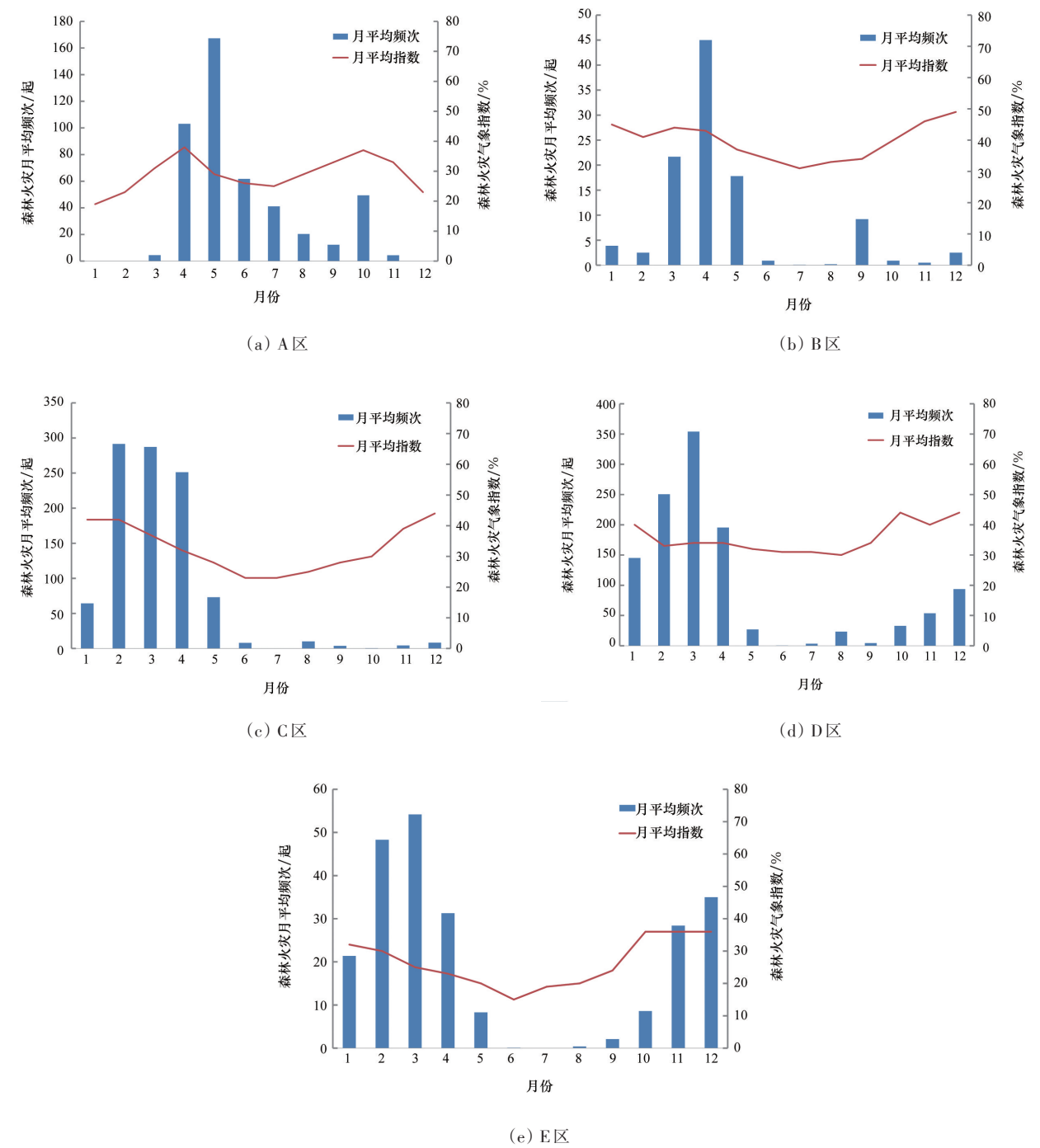


图4 2005—2014年每月平均森林火灾次数(直方)与森林火险气象指数月平均值(折线)

Fig. 4 Monthly average of forest fires (bar) and monthly mean value of forest fire danger weather index (line) from 2005 to 2014

由表9可见,5大区域的森林火险气象指数与火灾次数均呈现正相关,其中E区的相关程度最高,相关系数为0.48;其次为C区,相关系数为0.39;在A区相关系数达到0.34。因此可见,该指数

在中国三大森林防火气象服务重点区(东北、华南、西南林区)与实际森林火灾次数相关度较高,适用性较高。

表9 2005—2014年5大区域月平均火灾次数与森林火险气象指数月平均值的相关系数

Table 9 Correlation coefficient between monthly average of forest fires and monthly mean value of forest fire danger weather index of five regions from 2005 to 2014

区域	相关系数
A区	0.34 [*]
B区	0.21
C区	0.39 [#]
D区	0.29
E区	0.48 ⁺

注:*,#和+表示该相关系数通过 $\alpha = 0.15, 0.10, 0.05$ 的显著性检验。

3.2 应用分析

为了进一步考察森林火险气象指数在中国的

实际应用效果,选取2017年春季中国东北地区森林火灾频发的时段进行应用效果分析。

2017年进入春防期后,东北、华北地区林地气候异常,森林火灾表现出频发和高发态势,高温、干旱、少雨持续时间长为主要气象原因。2017年4月30日、5月2日,内蒙古大兴安岭北部原始林区乌玛林业局伊木河林场、毕拉河林业局北大河林场相继发生较大范围林火,其中内蒙古大兴安岭北大河林场火场面积达1万hm²;5月17日,内蒙古陈巴尔虎旗那吉林场发生森林火灾,过火面积约5000hm²。

图5为基于气象观测值计算的内蒙古各站森林火险气象等级实况,可以看出,在内蒙古大兴安岭北部林区的多个站点从4月29日至5月2日森林火险气象等级一直是3~5级,达到较高至极高级别。从基于气象观测实况计算出来的内蒙古北部

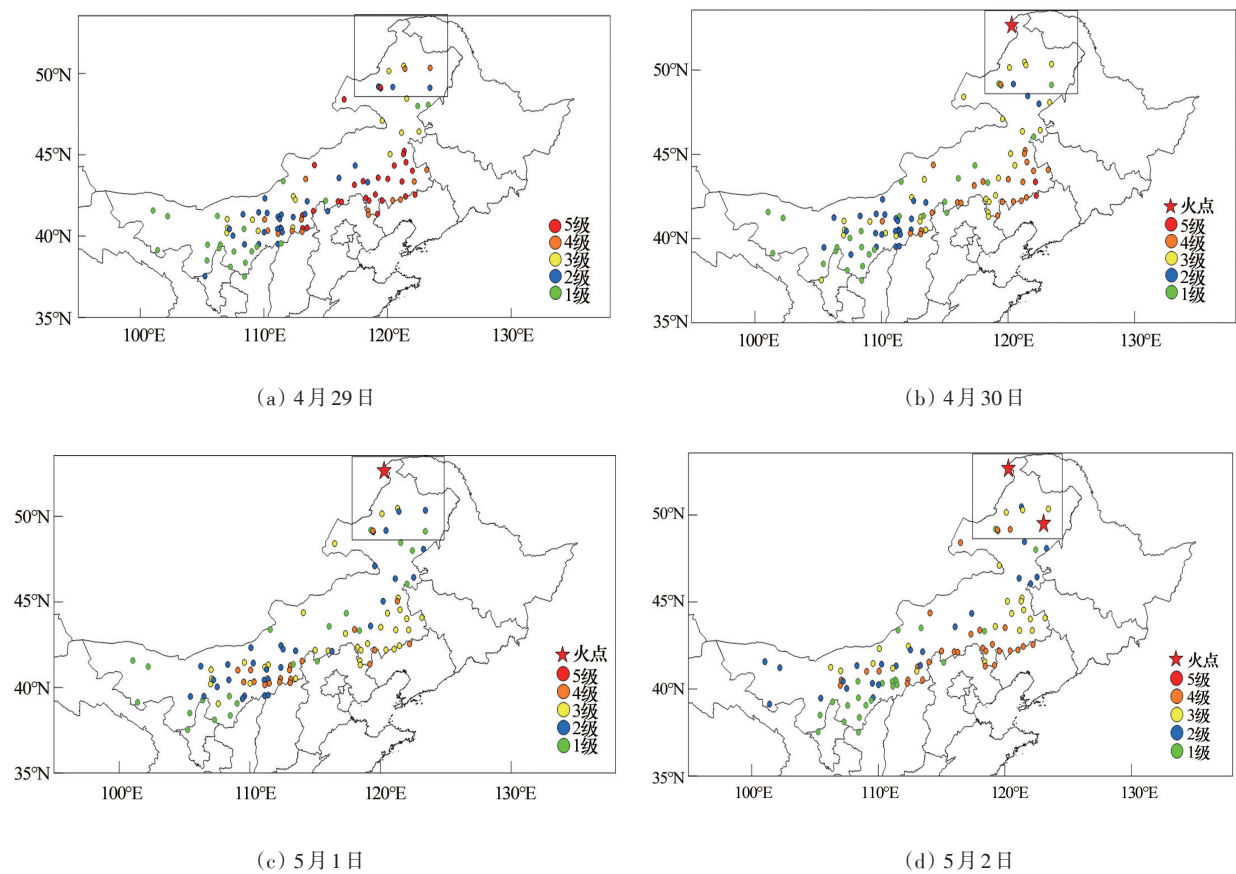
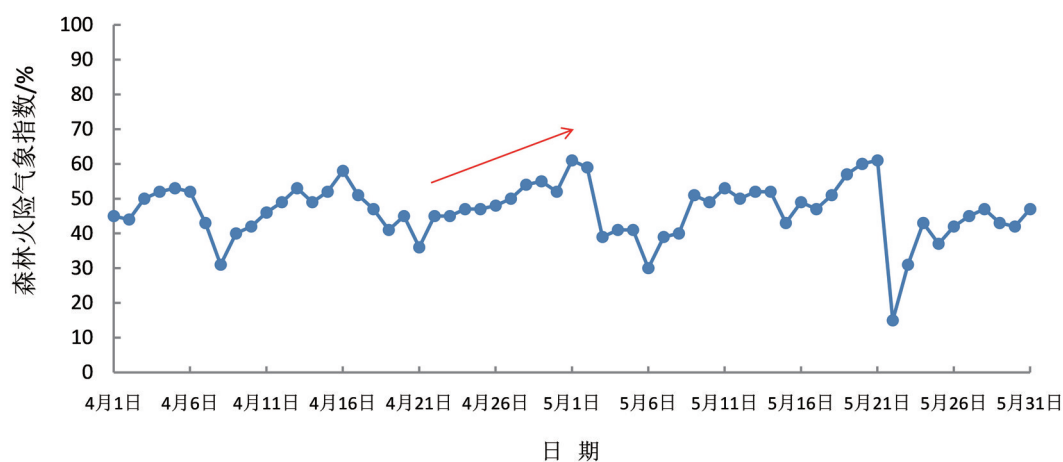


图5 2017年内蒙古地区森林火险气象等级实况图(矩形框表示北部站点范围)
Fig. 5 Forest fire weather grade of Inner Mongolia based on observations in 2017
(rectangular box represents the boundary of northern stations)

(图5中矩形框标注区)平均森林火险气象指数看(图6),从4月22日至5月2日森林火险气象指数

呈现明显上升趋势,且处于高值期,对于森林火险等级提升的时间点有良好的指示性。



红色箭头指示趋势

图6 2017年4月1日至5月31日内蒙古北部森林火险气象指数实况序列图

Fig. 6 Sequence of forest fire danger weather index in north of Inner Mongolia based on observations from April 1st to May 31st in 2017

4 结论

建立了基于布龙-戴维斯方案的修正森林火险气象指数模型,删除了考虑可燃物湿度的原始布龙-戴维斯方案;引进了干旱指数,在连续无降水日的判定前先考虑干旱情况,且延长了连续无降水日日数; C_s 由地表状况修正系数改为积雪修正系数。通过与森林火灾多发季节对比以及实例的适用性分析,得到如下结论。

1) 修正后的森林火险气象指数在5大区域的春、秋季均为高值期,这与国家林业和草原局局制定的重点防火服务季节大体一致,指示性较好。

2) 中国三大森林防火气象服务重点区(东北、华南、西南林区),森林火险气象指数与实际森林火灾次数相关度较高,2017年内蒙古林火的实例分析表明适用性较高。

3) 采用修正后的布龙-戴维斯方案计算森林火险气象指数,更便于操作、结果更可靠、更具实用及普适性,有利于全国范围推广。

从以上分析可以看出,虽然没有考虑植被类型、可燃物含水率、林内可燃物含量等林学因子对森林火灾发生危险性的贡献,基于气象因子的森林火险气象指数已经能较好指示出森林火灾高发期。未来则可以适度引入林学因子的影响,综合气象学和林学的森林火险预报对森林火灾发生危险性和可能性的表征度会更高。

参考文献(References)

- [1] 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.
Niu Ruoyun, Zhai Panmao, Sun Minghua. Review of forest fire danger weather indexes and their calculation methods[J]. Meteorological Monthly, 2006, 32(12): 3-9.
- [2] Deeming J E, Lancaster J W, Fosberg M A, et al. The national fire-danger rating system[R]. USA: Department of Agriculture, Forest Service, 1972: 165-176.
- [3] Sherstyukov B G. Index of forest fire, yearbook of weather, climate and ecology of Moscow[M]. Moscow: Moscow State University Publisher, 2002: 83-84.

- [4] McArthur A G. Fire behavior in Eucalypt forests[R]. Sidney, Australia: Commonwealth of Australia Forest and Timber Bureau, 1967.
- [5] Nobel I R, Bary G A V, Gill A M. McArthur's Fire-danger Meters Expressed as Equations[J]. Australian Journal of Ecology, 1980: 201-203.
- [6] Nesterov V G. Forest fire potential and methods of its determination[M]. Moscow: Goslesbumizdat Publisher House, 1949.
- [7] Vidal A, Pinglo F, Durand H, et al. Evaluation of a temporal fire risk index in mediterranean forest from NOAA thermal IR[J]. Remote Sensing of Environment, 1994, 49(3): 296-303.
- [8] Stocks B J, Lawson B D, Alexander M E, et al. The canadian forest fire sanger rating system: An overview[J]. The Forestry Chronicle, 1989, 65(4): 258-265.
- [9] Turner J A, Lawson B D. Weather in the Canadian forest fire danger rating system: A user guide to national standards and practive[M]. Ottawa: Canadian Forestry Service, 1978: 18-23.
- [10] Carlson J D, Burgan R E, Engle D M, et al. The Oklahoma Fire Danger Model: An operational tool for Meso-scale Fire Danger Rating in Oklahoma[J]. International Journal of Wildland Fire, 2002, 11(4): 183-191.
- [11] Roads J, Fujioka F, Chen S, et al. Seasonal fire danger forecasts for the USA[J]. International Journal of Wildland Fire, 2005, 14(1): 1-18.
- [12] 孙玉成, 马洪伟, 王秀国, 等. 加拿大火险天气指标(FWI)计算的初始化方法和解释[J]. 森林防火, 2003(4): 22-24.
- Sun Yucheng, Ma Hongwei, Wang Xiuguo, et al. Initialization method of calculation and interpretation of fire weather index (FWI) of Canada[J]. Forest Fire Prevention, 2003(4): 22-24.
- [13] 李兴华, 郝润全, 李云鹏. 内蒙古森林草原火险等级预报方法研究及系统开发[J]. 内蒙古气象, 2001(3): 32-35.
- Li Xinghua, Hao Runquan, Li Yunpeng. The method study of forest and steppe fire danger grade forecast in inner mongolia and its system development[J]. Meteorology Journal of Inner Mongolia, 2001(3): 32-35.
- [14] 张映堂, 霍义强. 滇中地区中地区森林火险等级预报方法的研究[J]. 林业科学, 1995, 31(3): 239-246.
- Zhang Yingtang, Huo Yiqiang. Forecast method of forest fire danger grade in the central area of yunnan[J]. Scientia Silvae Sinicae, 1995, 31(3): 239-246.
- [15] 易浩若, 纪平, 谭先林. 全国森林火险预报系统的研究与运行[J]. 林业科学, 2004(3): 203-207.
- Yi Haoruo, Ji Ping, Qin Xianlin. Study on forest fire danger forecast system and its operation in China[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2004(3): 203-207.
- [16] 牛若芸, 翟盘茂, 余万明. 森林火险气象指数的应用研究[J]. 应用气象学报, 2007, 18(4): 479-489.
- Niu Ruoyun, Zhai Panmao, She Wanming. Applied research on forest fire danger weather index[J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2007, 18(4): 479-489.
- [17] 郭海峰, 禹伟. 湖南省森林火险天气等级预测模型研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2016, 36(12): 44-47, 67.
- Guo Haifeng, Yu Wei. Study weather grade prediction model of forest-fire risk in hunan province[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2016, 36(12): 44-47, 67.
- [18] 杨晓丹, 赵鲁强, 宋建洋, 等. 耦合植被与T639模式的森林火险气象潜势预报[J]. 科技导报, 2018, 36(8): 87-92.
- Yang Xiaodan, Zhao Luqiang, Song Jianyang, et al. Forest fire weather forecasting with coupled vegetation and T639 model[J]. Science & Technology Review, 2018, 36(8): 87-92.
- [19] 王一凯, 黄诚, 段卫虎, 等. 基于地表温度与湿度场遥感数据的火险等级预报新技术[J]. 西部林业科学, 2014, 43(6): 97-103.
- Wang Yikai, Huang Cheng, Duan Weihu, et al. A new forecast method of forest fire risk rating based on remote sensing data of land surface temperature and humidity[J]. Journal of West China Forestry Science, 2014, 43(6): 97-103.
- [20] 于茜, 李静, 何龙, 等. 森林火险等级预报应用研究[J]. 科技创新与应用, 2018(27): 47-48.
- Yu Qian, Li Jing, He Long, et al. Applied research of forest fire risk grade forecast[J]. Technology Innovation and Application, 2018(27): 47-48.
- [21] 中国气象局. GB/T 20481-2017, 气象干旱等级[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- China Meteorological Administration. GB/T 20481-2017, Grades of meteorological drought[S]. Beijing: China Standards Press, 2017.

Applicability of forest fire danger weather index model based on modified Brown-Davis method

LIANG Li¹, YANG Xiaodan^{1*}, WANG Chengxin², YUAN Yuan³, ZHANG Yingnan⁴, ZHANG Yujie⁵

1. Public Weather Service Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China

2. State Key Laboratory of Severe Weather, Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China

3. Sichuan Meteorological Service Center, Chengdu 610072, China

4. Forest Fire Warning and Monitoring Information Center, Ministry of Emergency Management of the People's Republic of China, Beijing 100054, China

5. Suining Meteorological Bureau of Sichuan Province, Suining 629000, China

Abstract Based on the observations of the national principal stations, the basic stations and the ordinary stations from 2005 to 2014 provided by the National Meteorological Information Center, a forest fire danger weather index model is built with the modified Brown-Davis method and the forest fire danger weather grade is established. They are verified by the corresponding daily frequency statistics of the forest and shrub fires, provided by the National Forestry and Grassland Administration (NFGA), combined with the case study and it is shown that the modified forest fire danger weather index is indicative for its values of five regions are higher in spring and autumn, as is consistent with the major fire prevention season set by the NFGA. In the three key forest fire-prevention regions of the meteorological service, namely, the northeast, the south and the southwest forest regions, the modified forest fire weather index has a high correlation with the forest fire frequency. The applied analysis of the forest fire in Inner Mongolia province in 2017 shows a high applicability of the index model.

Keywords forest fire danger weather index; Brown-Davis method; forest fire danger weather grade ●



(责任编辑 傅雪)