

2006年红花尔基樟子松林重大火灾 发生的气象条件

赵慧颖 孟 军 宋卫士 王彦平

(内蒙古呼伦贝尔市气象局,海拉尔 021008)

提 要: 利用极轨卫星遥感资料、气象资料,结合地理信息系统,对2006年5月16日红花尔基樟子松林区重大火灾发生、蔓延的气象条件进行了综合分析,结果表明:(1)高温少雨型严重干旱、大风是林火发生和蔓延的重要背景。(2)计算的森林可燃性的综合指标为395、423,表明应是雷击起火,与实际情况相符。(3)风力4级、气温 $5.9\sim 6.5^{\circ}\text{C}$ 时,火场火势的蔓延速度为 $137.2\text{hm}^2\cdot\text{h}^{-1}$;风力5级、气温 $7.6\sim 8.4^{\circ}\text{C}$ 时,火场火势的蔓延速度为 $173.2\text{hm}^2\cdot\text{h}^{-1}$ 。(4)风力在4~5级之间变化、气温在 $5.9\sim 8.4^{\circ}\text{C}$ 之间变化时,火场火势的蔓延速度一般为 $137\sim 173\text{hm}^2\cdot\text{h}^{-1}$,可为以后的林火预报提供参考指标。

关键词: 森林火灾 蔓延速度 气象条件

Weather Conditions of the 16 May Great Fire Accident of Camphor Wood Forest in Honggolj in 2006

Zhao Huiying Meng Jun Song Weishi Wang Yanping

(The Hulun Buir Meteorological Office, Inner Mongolia, Hailar, 021008)

Abstract: A serious fire accident event occurred and spread in camphor wood forest in Honggolj, Hulun Buir, Inner Mongolia in May 16, 2006. The weather conditions of the event are analyzed synthetically based on the meteorological data, the meteorological satellite and GIS data. The result indicates that (1) the high temperature and less rainfall with serious droughty and gale are the important conditions for the event occurrence; (2) The calculated synthetic indexes of forest combustibility are 395 and 423, that build a fire for lightning stroke according with practical situation; (3) The spread speed in fire field was $137.2\text{hm}^2/\text{h}$ under force-four wind with the temperature in the range of $5.9\sim 6.5^{\circ}\text{C}$; and the speed was $173.2\text{hm}^2/\text{h}$ under force-five wind with

temperature 7.6~8.4℃. (4) That speed is usually 137~173 hm²/h under the varying range of force 4-5 wind and 5.9~8.4℃ temperature.

Key Words: fire accident of camphor wood forest spread speed weather condition

引 言

温度、湿度、风速、降雨量、树种和地形条件等是影响森林火灾发生发展的自然因素,林火的发生和蔓延往往是这些因素综合作用的结果。目前的研究表明^[1-5],常规的林火预测方法大多考虑的是火灾发生条件,对林火的发展和蔓延影响因素的研究较少。因此,本文以 2006 年 5 月 16 日红花尔基樟子松林区重大火灾为例,利用火灾期间的极轨卫星遥感资料,结合火灾区的气象资料,采用卫星遥感图像和地理信息系统^[6-8],从当地当时的天气状况入手,研究火灾发生、发展和蔓延的气象条件,为精细化林火气象预报提供可供参考的基础指标,为预防林火的发生和扑救提供科学的、准确的气象依据。

1 2006 年 5 月 16 日红花尔基樟子松林区重大火灾概述

红花尔基樟子松林区是国家级自然保护区,是我国天然樟子松的“基因库”和“能源库”,也是国家“三北”防护林批定的种子林基地。该区位于大兴安岭与呼伦贝尔草原之间的山地与高平原、森林与草原的过渡带上(48°02′~48°08′N、120°09′~120°32′E)总面积 20085hm²,现有林地面积 14020hm²,原始生态林占地面积 6167hm²。行政区域在鄂温克旗境内,距新左旗较近^[9]。樟子松为国家二级珍贵树种,具有防风固沙、涵养水分、耐干旱、耐严寒、耐土壤贫瘠等优良生物学特性,它的最大天敌是火灾,因樟子松的生物学特性决定了它的易燃性、速燃性和极易形成

树冠火,一旦发生火灾,极难扑救。2006 年 5 月 16 日 16 时利用极轨气象卫星 FY-1D 遥感监测到红花尔基樟子松林区发生森林火灾,火区位置为:48°03′N、120°16′E。起火于 2006 年 5 月 16 日 16 时,至 5 月 18 日凌晨 1 时被全部扑灭,火灾历时 33 个小时,过火总面积约 8300hm²,造成了重大损失,被确定为重大火灾。由于当地前期持续干旱,植被、树木含水率急剧下降,樟子松采取自我保护的状态,分泌了很多松脂防止水份蒸发,相当于在植被上浇了一层油,遇到火源呈现爆燃的态势,蔓延迅速,这是此次火灾在短时间内损失惨重的另一个原因。

2 重大森林火灾的气象条件分析

要发生森林火灾,尤其是重大森林火灾,必须具备 3 个条件,即一定数量并达到相当强度的火源;大量干燥的可燃物;有巨大的动力推动火场蔓延,并有足够的氧气补给。2006 年 5 月 16 日红花尔基樟子松林火灾当时均已具备这些条件,其中,既有自然原因,也有人为因素,这里只探讨其气象因子的变化。

2.1 有利于火灾发生的气象条件

前期干旱、气温偏高。2006 年 4 月 21 日至 5 月 16 日(4 月中旬至 5 月中旬),呼伦贝尔市大兴安岭以西地区降水持续偏少、空气干燥、气温偏高。从图 1、图 2 可以看到,火区附近的新左旗降水量极少,26 天中降水日数 5 天,累积降水量 8.7mm,较历年同期偏少 39%,平均相对湿度 34%,相对湿度呈下降趋势,进入 5 月相对湿度更小,大部时间

低于 30%；鄂温克旗的天气状况更差，26 天中降水日数 7 天，累积降水量 8.4mm，较历年同期偏少 46%，平均相对湿度 32%，变化趋势与新左旗一致。两地至 5 月 16 日火灾发生以前日降水量几乎没有 >3.0mm 的降水，而两地气温又较常年同期显著偏高 2℃ 以上，可定为高温少雨型严重干旱^[10]，这种天气条件为火灾提供了有利的气候背景。

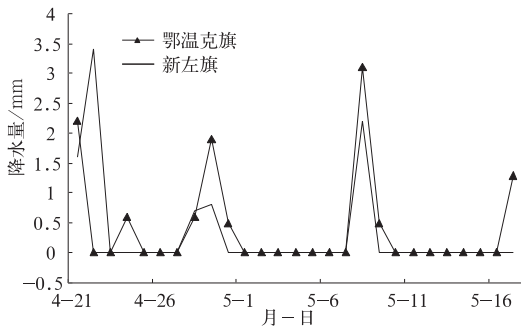


图 1 火灾前期逐日降水量

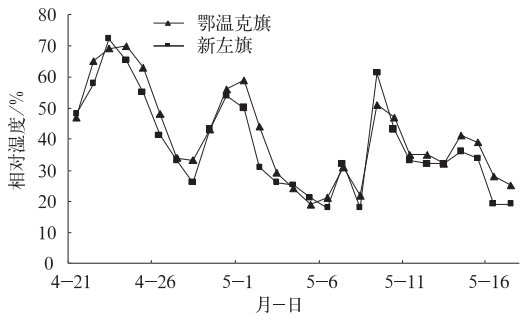


图 2 火灾前期逐日相对湿度

2.2 森林可燃性综合指标计算

前苏联的聂斯切洛夫就是根据火灾前段时间的温度、湿度及降水等因素来预报森林

的可燃性。这个方法是聂斯切洛夫在欧洲平原地区森林中进行试验而得出的，即在某一地区无雨期越长，温度越高，空气越干燥，地被物的湿度越小，则燃料的燃烧性越大，以公式表示为^[11]：

$$\Gamma = \sum_1^n (td)$$

式中， Γ 为森林可燃性的综合指标； n 为降水后的天数； t 为空气温度； d 为空气饱和差。

王正非根据聂斯切洛夫的计算方法，在我国伊春林区进行试验，并参照室内燃烧试验，制定了燃烧性和综合指标查定表(表 1)。确定从降水量超过 2.0mm 过时的第二日起，开始计算森林可燃性的综合指标。

这个指标和燃烧级的关系同前苏联原来的指标是不一致的，这是由于地理条件不同，气象要素对于植物含水率的不同影响之故。

位于火灾附近的鄂温克旗 5 月 8 日降水 2.9mm，新左旗 5 月 8 日降水 2.2mm，所以综合指标从 5 月 9 日开始积累到 5 月 16 日(见表 2、表 3)。

根据表 2、表 3 中计算的燃烧性综合指标从表 1 中查定，火灾当日燃烧级为 III 级，特性为可燃烧，即属于只有人为纵火或落雷就可以起火，实际情况也是因雷击引起的火灾。

2.3 有利于火灾蔓延的气象条件

从火灾期间风速的变化来看：5 月 16 日 16 时红花尔基樟子松林起火，从自动站的每小时风速看到，新左旗 5 月 16 日 15 时至 17 日 18 时风速 5.5~9.8 m·s⁻¹，相当于 4~5

表 1 燃烧性和综合指标查定表

| 燃烧级 | 干枯地被物含水率变化 | 燃烧特性 | 综合指标 | 火源及经常引火的地被物 |
|-----|------------|------------|----------|--------------|
| I | >25% | 不燃烧 | <150 | 没有燃烧性 |
| II | 24%~17% | 难燃烧 | 151~300 | 篝火、烧荒、火烧纸 |
| III | 16%~10% | 可燃烧较慢 | 301~500 | 吸烟、火枪打猎、落雷着火 |
| IV | 9%~5% | 引火快火势强 | 501~1000 | 火、机车喷火、落雷均着火 |
| V | <5% | 特别容易引火燃烧强烈 | >1000 | 林内枯木着火 |

表 2 火场中心附近鄂温克旗的燃烧性综合指标

| 日期 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|--------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $T/^\circ\text{C}$ | 4.6 | 5.0 | 7.2 | 9.3 | 10.2 | 15.1 | 18.1 | 18.1 |
| d/hPa | 5.1 | 3.8 | 3.2 | 3.8 | 5.0 | 5.8 | 4.8 | 4.9 |
| $\sum td$ | 23.5 | 42.5 | 65.5 | 100.8 | 160.0 | 247.6 | 334.5 | 423.2 |

表 3 火场中心附近新左旗的燃烧性综合指标

| 日期 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|--------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $T/^\circ\text{C}$ | 8.4 | 7.2 | 5.4 | 5.7 | 7.5 | 9.1 | 11.1 | 15.4 | 19.9 | 19.1 |
| d/hPa | 2.8 | 1.5 | 5.6 | 3.2 | 3.0 | 3.3 | 4.7 | 5.2 | 4.1 | 4.2 |
| $\sum td$ | 23.5 | 34.3 | 30.2 | 48.4 | 70.9 | 100.9 | 153.1 | 233.2 | 314.8 | 395.0 |

级的风力,同时最大风速为 $11.4 \sim 15.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,相当于 6~7 级的风力,使火区迅速扩大,助长了火势的蔓延。17 日 19 时至 24 时风速开始减小,为 $1.0 \sim 4.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。鄂温克旗的风速变化情况与新左旗的一致。可以看出,在着火的 33 个小时里,82%(26 个小时)的时间风力为 4~5 级大风,有利于火势的蔓延,不利于灭火,也说明此次火灾的迅速蔓延风速是主要因子。

3 利用极轨卫星遥感计算火灾蔓延速度

森林扑火最需要天气预报服务,指挥扑火决策需要降雨预报和火区火势的蔓延速度,可目前根据当时的气象条件预报火区火势的蔓延速度不仅没有成果借鉴,而且没有制作的技术方法。分析红花尔基火灾期间天气状况是一直无云,为极轨卫星遥感监测火场火势的变化提供了条件,本文结合地理信息系统,根据接收不同时次的极轨卫星遥感图 5 张,以当时的天气状况为前提条件,计算

每两张图的面积差和时间差,再求商值即为火势的蔓延速度,可将火区火势的蔓延速度作为一级指标,为扑火决策提供较准确的服务(见表 4)。从表 4 可以看出,火灾火势的蔓延速度为 $137 \sim 173 \text{ hm}^2 \cdot \text{h}^{-1}$,最大与最小相差 $36 \text{ hm}^2 \cdot \text{h}^{-1}$,分析可知蔓延速度最小值 $137.22 \text{ hm}^2 \cdot \text{h}^{-1}$ 出现的时间为 5 月 16 日 21 时 33 分至 5 月 17 日 08 时,为夜间(从夜间至白天),平均风速(11 小时平均)鄂温克旗为 $6.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (4 级)、新左旗 $6.6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (4 级),平均气温鄂温克旗为 5.9°C 、新左旗 6.5°C ,气温比白天偏低;蔓延速度最大值 $173.21 \text{ hm}^2 \cdot \text{h}^{-1}$ 出现的时间为 5 月 17 日 09 时 22 分至 5 月 17 日 20 时,为白天(12 小时平均),平均风速(12 小时平均)鄂温克旗为 $8.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (5 级)、新左旗 $8.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (5 级),平均气温鄂温克旗为 7.6°C 、新左旗 8.4°C ,气温比夜间偏高。这与一般情况下,白天风大、气温高,夜间风小、气温低一致,所以蔓延速度指标可以参考使用。

表 4 红花尔基火灾期间火场火势的蔓延速度

| 时间 | 时间差/h | 面积差/ hm^2 | 蔓延速度/ $\text{hm}^2 \cdot \text{h}^{-1}$ | 风力/级 | 气温/ $^\circ\text{C}$ | 卫星 |
|------------|-------|--------------------|---|------|----------------------|---------|
| 5.16.21:33 | | | | | | |
| 5.17.08:00 | 10.45 | 1433.9 | 137.22 | 4 | 5.9~6.5 | NOAA-17 |
| 5.17.09:22 | 1.37 | 208.7 | 151.31 | 4~5 | 7.2 | NOAA-14 |
| 5.17.20:00 | 9.63 | 1668.0 | 173.21 | 5 | 7.6~8.4 | FY-1D |
| 5.17.21:59 | 1.98 | 338.0 | 170.70 | 5~4 | 7.7 | NOAA-18 |

注:表中风力 4~5 级是指风速由 4 级逐渐加大到 5 级,5~4 级是指风速由 5 级逐渐减小到 4 级。

4 初步结论和讨论

综合上述分析,前期的干旱、少雨及气温的显著偏高是此次重大森林火灾发生的天气气候背景;根据聂斯切洛夫公式计算森林可燃性的综合指标为395、423,由王正非的起火综合指标确定为雷击起火,这与实际情况相符。在已有火源的情况下,利用卫星遥感资料和地理信息系统计算的火灾蔓延速度;风速在4~5级之间、气温在5.9~8.4℃之间变化,火场火势的蔓延速度一般为137~173hm²·h⁻¹,说明大风、高温是造成此次火灾重大损失的关键因素。由于火区所处大兴安岭西麓,较为寒冷,林内有机物分解缓慢,可燃物多也是火灾的物质基础。本文分析获得的各项指标,在提供火区气象预报时可以参考使用。另外,本文的研究结论是初步的,只从气象的角度进行了详细的分析,而诸如植被因子、可燃物含水率因子获得的较少,有待以后深入研究。

参考文献

[1] 许东蓓,梁芸,蒲肃,等. 迭部"4.15"森林大火的气象

条件及EOS遥感监测[J]. 气象,2006,32(1):107-112.

- [2] 王福州,郭魁英,王国斌,等. 基于AVHRR的地市级火情监测分析与应用[J]. 气象,2006,32(10):114-118.
- [3] 郑海青. 福建省森林火险中期预报方法[J]. 气象,2003,29(7):57-59.
- [4] 毛光伶. 林火与气象条件相互关系及其预报方法[J]. 气象,1988,14(9):52-54.
- [5] 舒立福. 我国大兴安岭呼中林区雷击火发生火环境研究[J]. 林业科学,2003,39(6):94-99.
- [6] 尹静秋,黄家柱,陆海英. 基于GIS和RS的城市土地利用对比研究[J]. 农机化研究,2005,1:119-120.
- [7] 张永红,林宗坚,张继贤,等. SAR影像几何校正[J]. 测绘学报,2002,31(2):134-138.
- [8] 范永弘. SAR图像的几何校正[J]. 武汉测绘科技大学学报,1997,31(1):41-43.
- [9] 王君. 红花尔基樟子松林区生态作用及保护发展对策[C]. 2003年内蒙古自治区自然科学学术年会优秀论文集. 赤峰:内蒙古科学技术出版社,2003:190-191.
- [10] 王希平,赵慧颖. 内蒙古呼伦贝尔市林牧农业气候资源与区划[M]. 北京:气象出版社,2006:39-69.
- [11] 王长根,尤莉,兰玉坤. 内蒙古气候热点及对策研究[M]. 北京:气象出版社,1997:101-123.