

丽水雷击森林火灾天气分析

邓霞君

(浙江省丽水市气象局, 丽水 323000)

摘要 丽水地处浙西南丘陵地带,属于南岭山脉的余脉,是华东地区唯一的全国生态示范区,森林覆盖率达 79 % 以上。该地森林火灾多发于冬春干燥季节,且人为因素居多,但近年来由于异常干旱,雷击引起相当比例的森林火灾。文章主要应用天气形势分析和物理量分析的方法,从地表状况和天气条件两方面分析了 2003 和 2004 年发生在丽水境内 4 次比较典型的引起森林火灾的雷击天气过程,从中归纳出一些有利于引发雷击森林火灾的地表条件和气象条件,为森林火险的预报和防灾救灾提供参考。

关键词 雷击 森林火灾 地表条件 天气形势

引言

气象部门开展森林火险等级的预报服务工作已经多年。对于雷电等自然因素引起的森林火灾,大兴安岭等大林区的研究和预防工作已做得比较充分而完善,形成了一套预报、防范、扑救等全面的防灾救灾系统,对雷电的监测也已经在日常业务工作中展开。但丽水地处江南,气候不同北方,雷电虽多,正常气候条件下因雷击而导致的森林火灾相对北方要少。2003 和 2004 年由于出现了罕见的夏秋冬春连旱天气,旱情直到 2004 年 8 月 12 日云娜台风带来大降水以后,才基本解除。在这两年中森林火灾频频,其中因雷击引起的森林火灾也比往年明显增多。本文从丽水林区的地表特点和江南出现导致雷击森林火灾的天气条件两个方面对 2003 年和 2004 年发生在丽水的几次比较典型的雷击森林火灾过程

作了一些分析,得出一些江南发生雷击森林火灾时的地表条件和气象条件,为防灾救灾提供参考。

1 2003 ~ 2004 年雷击森林火灾概况

雷击火灾主要是由“落地雷”引发的。“落地雷”是在一定的天气条件下发生在地面和云体之间强度很大的放电过程,发生在林区的“落地雷”极易造成森林火灾。2003 ~ 2004 年在丽水市境内出现了 4 个比较典型的雷击森林火灾天气过程,包括 7 次火灾记录(表 1)。表 1 中个例统计时,将连续几日内发生的火灾作为一个天气个例来分析。从时间看雷击火灾多发生于傍晚前后,火灾之前有连续多日的高温连晴天气(24 h 降水量小于 3 mm 的作为晴天处理)。连晴期间的日最高温度基本维持在 35 ℃ 以上。火灾当日降水情况对火灾持续时间的影响非常大。

表 1 2003 ~ 2004 年森林火灾个例及天气概况

	火灾地点	火灾起止时间	连晴日数	连晴期间最高温度/℃	连晴日中 37℃ 以上日数	当日降水/mm
个例 1	遂昌县妙高镇	2003 年 7 月 24 日 17:00 至 25 日 07:00	17	33.4 ~ 40.6	12	无
个例 1	松阳县象溪镇	2003 年 7 月 25 日 18:00 至 26 日 02:00	18	34.3 ~ 41.8	12	无
个例 2	莲都区老竹镇	2003 年 8 月 30 日 16:00 至 31 日 08:00	8	35.0 ~ 39.5	6	无
个例 3	莲都老竹高丰	2004 年 7 月 25 日 14:00 ~ 17:00	14	35.1 ~ 40.9	10	15.8
个例 3	莲都老竹麻铺	2004 年 7 月 25 日 14:00 ~ 17:00	14	35.1 ~ 40.9	10	15.8
个例 4	莲都高溪镇	2004 年 7 月 31 日 18:00 ~ 20:00	6	35.8 ~ 40.1	5	24.3
个例 4	莲都碧湖镇	2004 年 7 月 31 日 17:00 ~ 21:00	6	35.8 ~ 40.1	5	24.3

作者简介:邓霞君,女,1981 年生,学士,助理工程师,主要从事短期天气预报,E-mail: dxjl981 @126.com

收稿日期:2005 年 4 月 25 日;定稿日期:2005 年 9 月 20 日

2 地表条件

丽水地处浙江西南(28.27° N,119.55° E),属于亚热带气候,是南岭山脉的余脉,多丘陵,四季分明。在丽水,雷电一般从惊蛰直到秋末都很常见,但是雷击火灾却大多发生在7月下旬到8月间;3~6月虽然雷频频,甚至有雷击引起的人员伤亡,却少有雷击森林火灾发生。主要是因为林区地表发生火灾的必要条件此时不具备,因此即使出现落地雷,也不至于发生森林火灾。从现有的资料和本地林区特点分析,发生雷击森林火灾主要包括下面2个必要条件。

2.1 干燥的地表

森林火灾易发于干燥的地表。较长时间的高温连晴,使地表覆盖层干燥,产生充足的高可燃性物质。丽水地处中亚热带地区,正常年在开春以后到7月上旬前后,属于多雨季节,期间降水充沛。地表和森林覆盖层始终保持高湿,可燃性不大,即使有雷击并出现火点,也难于蔓延成灾。并且由于降水多为连阴雨,温度条件一般也难达到。7、8月则是丽水的高温干旱季节,期间气温高,降水少,多雷电,是一年中容易出现雷击森林火灾的时期。而2003年更是50年一遇的异常干旱年,整个汛期降水都明显偏少,夏季干旱更是严重,虽然8月全市范围进行了人工增雨,但日降水量都不大,小雨为主(24 h降水小于5 mm),并且多为午后阵雨,白天高温条件仍然存在。表2为丽水测站7月和8月的月降水量和月蒸发量,从7月情况看,月蒸发接近常年平均1.5倍,但月降水量却在历史平均的一半以下,8月的情况有所改观,但2003年有台风“凡高”正面登陆影响,几乎全部降水集中在这一过程中;2004年则有台风“云娜”,而本文所用个例没有2004年8月的。据统计,正常情况下,在丽水连晴7日可以认为干燥度条件达到,从表1的连晴天数结合表2的蒸发情况看,干燥条件是满足的。

表2 月蒸发量、月降水量与历史值的对比 mm

	月蒸发			月降水		
	2003年	2004年	历史值	2003年	2004年	历史值
7月	198.4	179.8	133.3	8.5	58.2	130
8月	145.7	142.6	124.0	168.5	281.8	135

2.2 适当的树龄和树种

中等树龄的林区更易于出现雷击火灾,这点不

同于北方。从7次火灾记录来看,其中有6次发生在地表覆盖层的厚度适中,郁闭度在0.4~0.6之间的中等树龄林区,只有1次发生在郁闭度0.3的幼林中,没有老林中的雷击火灾。可能老林由于覆盖层深厚,且郁闭度高,阳光不易到达地面,干燥所需时间较长,这样长的时间在江南很难达到,出现雷击火灾的可能性反而低。

多落叶树种的林区更可能出现雷击火灾,并有利于火势的蔓延。丽水地区多以落叶乔、灌木为主,尤其松、柏等针叶类树木分布广泛,地表也多为一年生草本植物,本文所分析的7次火灾记录都有松树的广泛分布,其次是杉、木荷、油茶等,也多是落叶树种。阔叶林相对较难成灾,如2004年8月3日,龙泉市凤阳山自然保护区小黄山附近雷击产生的高压电流击毁高大黄山松,但由于林下植被属不易燃烧的常绿阔叶树种,因此,没有引发森林火灾。

雷击火灾持续时间的长短与火灾过程中是否有降水密切相关。表1中个例3、4在雷击火灾出现后几个小时内都出现了大降水,灭火时间都是当日,自然降水灭火作用很大;个例1、2没有出现明显降水,火灾持续到次日早晨才熄灭。火灾发生以后,利用雷达、云图等确定未来几小时内降水的可能性,将有利于正确有效地组织扑救工作。

3 天气形势分析

副高是夏季影响和控制丽水的一个最主要的天气系统。汛期结束以后,副高北跳,丽水处于脊线附近或者在脊线略北处,西南风、下沉气流为主^[1],常常出现连续的晴热高温天气,高温干燥条件很容易满足。此时只要出现落地雷,在适当区域就很有可能引发雷击森林火灾。

火灾前数日一般稳定地处于副高中心附近控制下,高温晴热。形势变化的过程中容易出现雷雨。以上4个个例中,在发生火灾之前几天均受强盛的副高控制,在浙、赣常出现592 dagp m线(以下简称588线或592线),副高的脊线在浙江中部或略北,但丽水始终在副高中心圈内,天气晴热。明显处于脊南侧时,可有东风或南风分量,空气水汽含量较高,此时除了晴热外,还有利于局地热雷雨。

个例1是冷空气从低层渗入影响的典型过程。高层副高强盛而稳定,588线从7月11日越过丽水北上以后,17日受北方槽的影响略有南落到福建,

之后又迅速恢复并一直维持强盛。尤其是 7 月 23 ~ 27 日始终有 592 闭合中心在丽水。850 hPa 类似于高层,但海上的高压中心在渤海海域,位置更高,这使得丽水处其西南象限中,多偏南风影响,虽然多高温晴好天气,但水汽条件极好,当弱冷空气触发时,148 线摆动略东退,产生雷雨天气。24 日和 25 日,高低空都维持偏南风。低层的 148 线 23 ~ 25 日有一个摆动,表示低空有冷空气向南渗入诱发雷雨,

而高层的 588 线则是不断在加强,592 中心得到巩固,脊线越过丽水北上(图 1),高空槽由于副高强盛,维持在中纬度或以北,没有明显南下,但从脊线的位置来看,25 日比 23 日副高本身也有所南落。高低层一致而强盛的偏南风配合丽水的丘陵地形及良好的热力条件,稍有冷平流触发,便很容易出现雷雨天气。

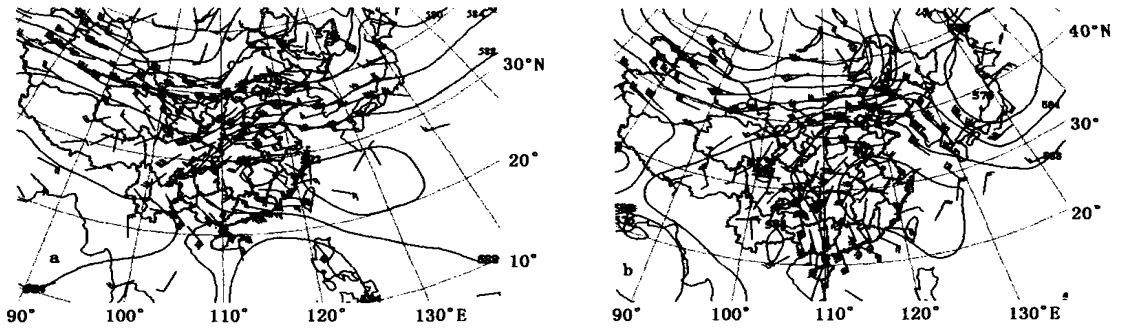


图 1 2003 年 7 月 23 日(a)和 25 日(b)的 500 hPa 高度场(dagpm)和风场

个例 2 3 和 4 的一个共同特点是:副高受到其他系统的冲击或挤压变得很不稳定,在短时间内迅速而剧烈地东退减弱,进而产生较大范围的雷雨天气过程。从日常的预报经验上看,雷雨多半出现于副高加强的过程中,但这里 4 个个例全发生在副高减弱的过程中,似乎和一般的雷雨过程有所区别,但是由于例子较少,该特征还有待进一步证实。

个例 2 中有北方低槽和热带系统共同影响,结果在 120° ~ 130°E 之间副高受到压缩减弱,丽水也处于 588 线北侧边缘(图略)。全市范围都出现了雷雨天气,但由于高低空都是一致的西南气流,空气经云贵

到浙闽已经相当干燥,水汽条件不如在东南风中来的好,火灾日莲都无降水,其他 8 个县站也是有雷无雨。个例 3 中从 7 月 23 日开始 500 hPa 副高就快速地减弱。23 日副高 588 线囊括了山东以南四川以东的全部区域,而 24 日只有河南、湖北有 588 线闭合高压中心,到了 25 日则完全退出了大陆(图 2)。低层的 148 线也在相应东退。在这两个过程中,北方有冷性系统活动,而南方同时有热带暖性系统活动,二者共同挤压副高,使其不稳定。丽水处于副高西北边缘地带,出现雷雨天气。个例 4 则完全是由于热带系统的北上切断了副高,从而出现的雷雨天气过程(图略)。

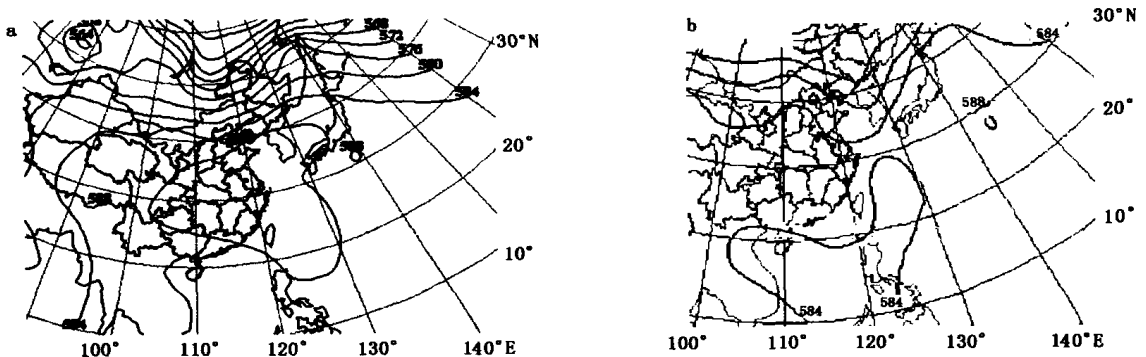


图 2 2004 年 7 月 23 日(a)和 25 日(b) 500 hPa 高度场 (dagpm)

4 物理量诊断分析

雷雨是一种局地天气,经常只能从少数几个站点的资料上反映出来,在大尺度的天气系统分析中经常会被平滑忽略,所以这里对雷雨当日的一些物理量进行诊断分析,共分析了相关的 13 个物理量。

4.1 动力条件

个例 1 和个例 2 是冷空气向南渗入的过程,中低层都有冷平流表现,但是个例 3 和个例 4 中却没有明显的冷平流,个例 4 在 850 hPa 有暖平流,但很弱。7~8 月雨水受副高控制,处于暖区中。冷平流入侵是非常有利的雷雨触发机制^[2],在日常的预报业务中也能抓住这一类的雷雨天气;暖平流雷雨预报则要难些;而局地对流发展的热雷雨预报则更差些。从 4 个个例看,涡度以负值为主,符合高压形势中的特征,这不利于雷雨天气,或者说对盛夏的雷雨指示性并不好。

垂直速度 ω (850 hPa) 多为负值,即以上升运动为主。散度场(D) 比较混乱,但多以负值即辐合为主,一般以 $D \leq -10^{-5} s^{-1}$ 为出现强对流天气的标志,这里只有个例 3 达到指标。

4.2 层结条件

分析了总温度(T_t) 和总温度平流及假相当位温(θ_{se})。一般以中低层 $T_t \geq 60^\circ C$,低层 850 hPa 上 $\theta_{se} \geq 68^\circ C$ 为可能出现强对流的高能区^[2],这几个个例的能量条件都达到强对流的标准(表 3),个例 2 的 θ_{se} 值甚至高达 $80^\circ C$ 。总温度平流的指示性不是很好,但以小负值为主,即意味着能量的缓慢疏散,说明这些雷电的能量源为本地空气团及其潜热释放而不是异地输入的。另两个指示稳定度的指标是 K 指数和 SI 指数^[3]。从表 3 来看,这两个量都指示有雷雨。

表 3 对雷雨监测有较好参考价值的 9 个物理量

	ω $10^{-3} hPa/s$	T_t $^\circ C$	θ_{se} $^\circ C$	K $^\circ C$	SI $^\circ C$	f %	q g/kg	V_q $g/(cm \cdot hPa \cdot s)$	V_{vq} *
个例 1	-1	69	78	30	-1	68	12	12	-8
个例 2	-5	72	75	35	-3	73	15	7	0
个例 4	-6	71	77	38	-2	73	12	4	-10
个例 3	-4	65	70	30	-2	53	10	5	-6

注: * V_{vq} 的单位为 $10^{-7} g/(cm^2 \cdot hPa \cdot s)$ 。

4.3 水汽条件

针对本地湿度情况主要考虑了相对湿度(f) 和比湿(q)。当 850 hPa $q \geq 10 g/kg$ 时可能出现强对流^[3],这里 4 个个例全都达到此条件;另外从 f 看也是较大的,850 hPa 的 f 值有 3 个都在 65 % 以上,只有个例 3 小于 60 %(表 3)。充分的水汽释放的潜热是雷雨能量的主要来源。考虑水汽的补给情况,分析水汽平流、850 hPa 水汽通量(V_q) 和 850 hPa 水汽通量散度(V_{vq}),结果显示水汽正平流始终很弱,个例 3 中 850 hPa 出现负值。水汽通量表示水汽水平输送的强度,该值超过 $20 g/(cm \cdot hPa \cdot s)$ 为强对流的标志,4 例中都为正值,即有水汽的补充,但都不大于 $12 g/(cm \cdot hPa \cdot s)$,可以认为水汽的补给是较差的;而水汽通量散度也没有出现正值,说明水汽处于弱补给状态。这和一般的雷雨过程有所不同,或许这是限制降水量引起火灾的要素之一。

5 结论

(1) 夏季雷击森林火灾的发生要具备几个必要条件:首先是较长时间的连晴高温天气,使地表干燥易燃,一般连晴 7 天以后可以考虑该条件满足。其次是适当树种和树龄,地表有适当厚度的覆盖层以及发生雷击时候无明显降水或降水滞后。

(2) 在天气形势上发生雷击火灾地区前几日处于副高脊线附近或略北的位置,创造高温条件。发生火灾当日,要有产生雷雨的天气条件,具体表现为副高的进退变化;或处于副高的西北边缘西南气流中并有触发机制,如冷平流等。

(3) 从物理量上,有热力或者动力条件,如本地的潜热释放;也可以是外力驱动,如弱平流。当地水汽条件要好,凝结过程中提供充分的潜热;尤其从层结条件看,内能的释放相当重要。有适当的水汽补充则更好,但不宜太大,以限制降水量。

参考文献

[1] 朱乾根. 天气学原理和方法[M]. 北京:气象出版社,2000:471-482.
[2] 刘芳,刘献耀,李玉芳. 2002 年 4 月 5 日江西强对流天气过程分析[J]. 江西气象科技,2003:26(2),14-17.
[3] 刘健文. 天气分析预报物理量计算基础[M]. 北京:气象出版社,2005.

Analysis of Weather Conditions for Lightning Caused Forest Fire in Southwestern Zhejiang Province

Deng Xiajun

(Lishui Weather Bureau , Zhejiang Province , Lishui 323000)

Abstract : The southwestern Zhejiang Province has a forest coverage of over 79 % . Lightning strikes caused forest fires more frequently in the last two years . Based on four representative examples , an analysis is made of the surface and weather conditions for lightning-caused forest fires . Some valuable results are obtained . It is found out that some of the surface and weather conditions for lightning-caused forest fires in the southwestern Zhejiang Province are different from those in North China . The findings may provide useful references for forest-fire fighting in South China .

Key words : lightning strike , forest fire , surface situation , weather condition