

文章编号:1004-4574(2010)01-0192-07

高森林火险天气形势及其前期气候特征与预报

刘星光^{1,2}, 张 健^{2,3}

(1. 兰州大学, 大气科学学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 黑龙江省人工影响天气中心, 黑龙江 哈尔滨 150030;
3. 黑龙江省气候中心, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要:利用1980-2006年27年间黑龙江省林区发生的37次特大森林火灾资料, 针对高空500hPa温压场的结构, 将着火前3天短期时段内的天气形势分为4类8型, 在此基础上对相对湿度与气温等因子的变化进行了分析, 并对高火险日数及前期气候与大气环流特征进行了预报。

关键词:森林火灾; 温压场; 气候; 环流

中图分类号:P457

文献标识码:A

Weather situation with high forest fire risk and its climatic characteristics and forecast

LIU Xing-guang^{1,2}, ZHANG Jian^{2,3}

(1. College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 2. Heilongjiang Provincial Weather Affect Center, Harbin 150030, China; 3. Heilongjiang Climate Center, Harbin 150030, China)

Abstract: Based on the data about 37 violent forest fire in Heilongjiang forest region during 1980-2006 and the temperature-pressure field structure of 500 hPa, this paper classifies the weather situation in three days before the fires into 4 classes, analyzes the change of factors such as relative humidity and air temperature and forecasts the days with high fire risk and the climatic and circulating characteristics in earlier stage.

Key words: forest fire; temperature-pressure field; climate; circulation

过去30a中, 虽然世界各国扑火能力不断得到提高, 但全球森林火灾面积一直在增加。全球气候变化是导致森林火灾增加的一个重要原因。国内的一些学者对这些问题也予以了关注, 从不同角度对我国森林火灾的变化进行了研究^[1-7]。近4a, 黑龙江省气象局与森林防火指挥部多次联合发布森林火灾预警信号, 对森林火灾的发生起到了良好的预警、预报作用。森林火灾预警信号的发布, 不同于普通的森林火险等级预报。不仅需要掌握前期的气候背景, 还需要及时抓住“吹风点火”的天气时机。所谓的天气时机就是说须有发生森林火灾的气象条件, 温度高, 湿度小, 风速大, 无雨等特点。而具有这些气象条件一定是与火灾前和当时盛行天气形势有关, 因此本文针对上述需求开展研究的。另外, 发生特大森林火灾大多发生在高火险多发时段内, 开展高火险多发时段火险次数多少诊断分析也是应该去做的工作。

1980-2006年黑龙江省林区共发生特大森林火灾37次(按过火林地面积>3330 hm²统计为33次, 其它4次过火林地面积不足3330 hm², 但过火面积超过10⁴ hm², 损失严重, 也作为分析个例, 并在本文中统称为特大森林火灾)。对一日内有多处发生火灾, 均按照发生在同一形势场控制下的原则计为1次, 这样共有28次。

从特大森林火灾发生的区域上看, 在N49°-51°, E124°-127°为特大森林火灾发生的关键区。

收稿日期:2008-11-21; 修订日期:2009-08-23

基金项目:黑龙江省科技攻关 G99C18-4 资助

作者简介:刘星光(1977-), 女, 工程师, 主要从事天气预报研究。E-mail: hljlxiug@163.com

1 资料来源

1980 - 1999 年资料采用 NCEP 逐日资料 2000 年以后采用 micaps 资料来自黑龙江省气象台;500 hPa 高空资料来自黑龙江省气候中心;森林火灾资料来自黑龙江省防火指挥部。

2 短时期 3 d 内高火险天气形势的分型分类

在林火关键区发生特大森林火灾的 500hPa 高空温压场特征可以分为 4 类 8 型,即大陆高压暖脊类、低涡类、西北气流控制类、阻塞高压控制类等。其中,以大陆高压暖脊类个例最多,约占个例总数的 46.4%。

2.1 大陆高压暖脊类

该类形势特点是位于欧亚大陆的槽脊基本为均匀分布,在贝加尔湖以东为较稳定的大陆高压暖脊控制,暖脊顶部一般超过 55°N ,有的可达到 70°N 。锋区多在 $50 - 60^{\circ}\text{N}$ 之间活动。

(1) 强暖脊控制型。该型特点是经蒙古到东北区均为暖空气所控制。从巴尔喀什湖到贝加尔湖为东北—西南向锋区。锋区位置偏北,在 50°N 以北。锋区上主槽位于巴尔喀什湖,此槽较深,贝湖东部为浅槽或弱脊控制。由于,巴尔喀什湖槽前暖空气北上,使贝加尔湖—东北地区的气压场提高,未来林火关键区将多日处于暖高压控制下,森林火险等级持续偏高。

(2) 贝湖低槽冷锋型。见图 1。此型的主要特点,一是贝湖低槽较深,槽前等温线密集,一般在 3 条以上(每 4°C 一条),东北至西南向锋区明显,槽后西北气流冷平流很清楚。二是槽前暖脊较强,暖锋区偏北,在 50°N 以北,冷锋过境时风大、雨小(或无雨),有的有雷暴,易引起雷击火。

2.2 低涡类

该类特点是东北或其以北地区为低涡控制。由于该型易在冷涡形成初期误认为是降水的天气过程。但实况发生后,午后大风及高温造成的负作用比稀疏降水带来的正作用明显得多,故而导致森林火险等级徒升。该类根据低涡位置,可分为东北低涡型和低涡后期控制型。

2.3 西北气流控制类

见图 2,该类特点是我省林火关键区为西北气流所控制。春秋季节,黑龙江省及上游地区水汽条件差,西北气流下的槽脊频繁移动,多发生大风、干雷暴天气,林火关键区易引发火灾。该类可分为贝湖冷高脊前西北气流型、贝湖暖高脊前西北气流型、槽脊移动型。

2.4 阻塞高压控制类

该型主要特点是贝加尔湖到黑龙江省广阔地区为一强大的阻塞高压控制,高压中心南侧有冷气团,贝加尔湖—蒙古高原区域长期为反“S”型暖高压脊(图略)。大兴安岭位于脊前偏北风暖平流中,气温偏高,空气干燥。锋区在 60°N 附近。当极地冷空气活跃时,锋区自北向南推动,我省林火关键区受干冷锋控制,大风少雨,易发生火灾。高空为偏北气流。地面在贝湖高压空之下。

着火前期,林火关键期极少是单一高空形势,绝大多数出现几种形势的调整或兼具。当一种高火险天气形势持续多日时,发生特大森林火灾的几率上升趋势。如 1984 年 5 月 22 日火灾。从 5 月 16 - 21 日,林火关键区一直处于贝湖低槽冷锋形势下,在暖高脊的影响下,林区气温高、植被干燥,一旦干冷锋扫过,就极易引发特大森林火灾。

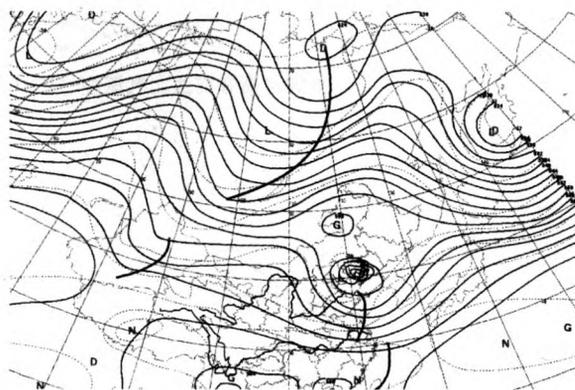
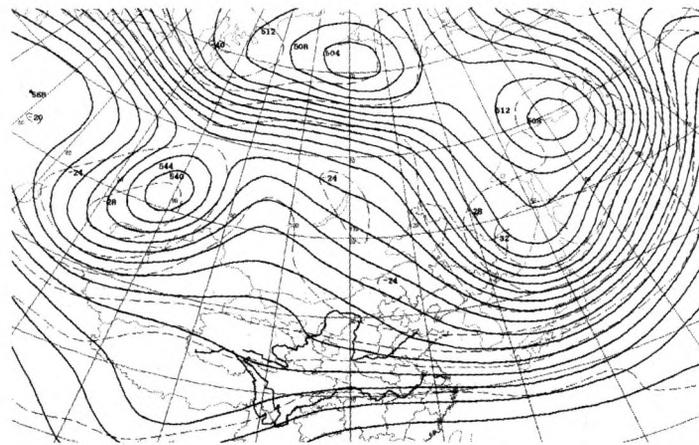
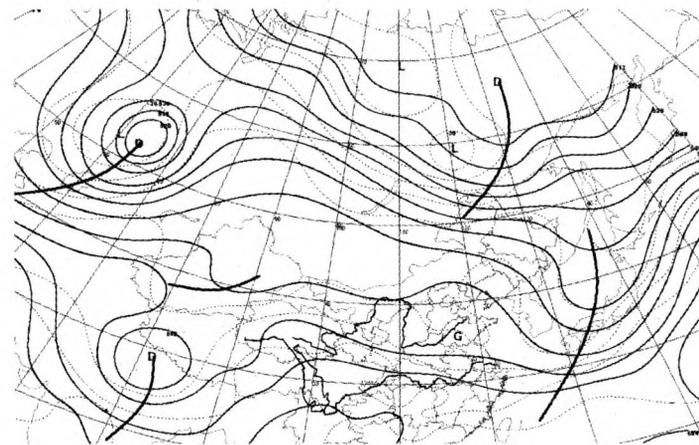


图 1 贝湖低槽冷锋型典型天气个例。2001 年 9 月 30 日 20 时 500hPa 高空温压场(实线为等高线,虚线为等温线)

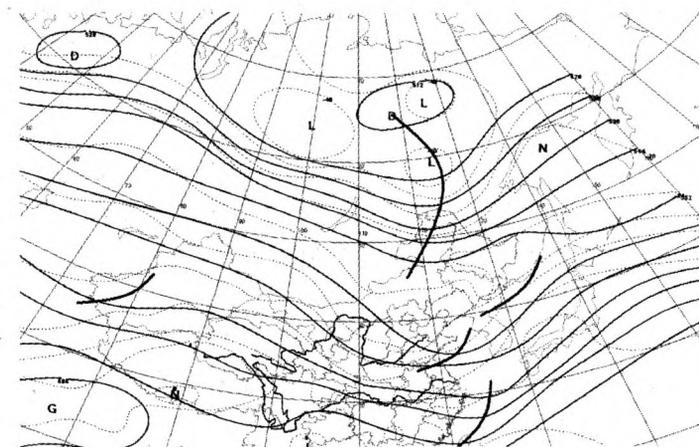
Fig. 1 A weather example of Lake Baikal low trough cold front. 500 hPa high temperature-pressure field at 2001 - 09 - 30 T20:00 (solid line: isohysle, broken: line isotherm)



(a) 贝湖暖高脊前西北气流型—1987年5月5日500hP高空温压场



(b) 贝湖冷高脊前西北气流型—2004年10月15日20时500hP高空温压场



(c) 槽脊移动型—2003年4月25日20时500hP高空温压场

图2 西北气流控制类典型天气个例(实线为等高线,虚线为等温线)

Fig. 2 A weather example of northwest air stream control pattern

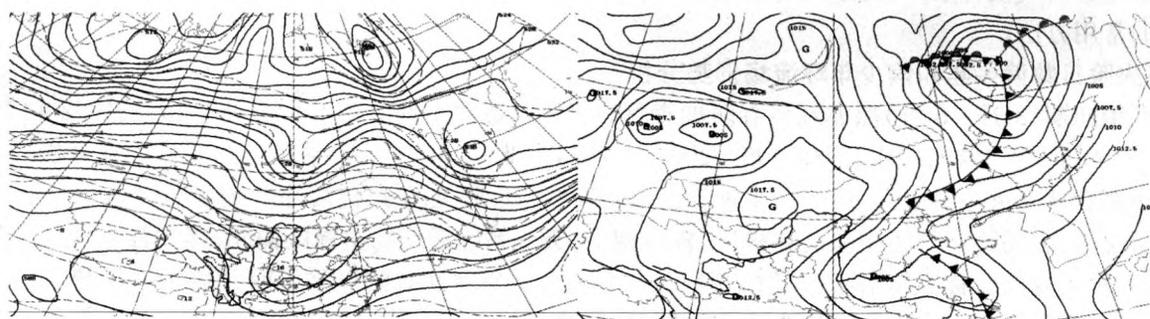
在一段时期内,有时可出现几种高火险天气形势的转变。如2003年5月17日、5月20日两次大火,就是发生在暖脊控制下、小槽移动过程中。暖脊使得气温高、植被干燥,中高纬度环流平直,槽移动中,少有降水,多风、雷电,易引发火灾。2006年5月21日大火发生前出现了持续六天的高温、干燥天气,着火前3d分别有一次冷涡和槽脊移动,干冷空气、大风以及风向突变导致大火发生并难以控制。

3 短时期 3 d 内高火险天气相对湿度与气温的变化特征

在林火关键区内选取了 7 个观测站,对照 1981 - 2000 年期间特大森林火灾发生时间表,对火灾发生前 3d 及着火当日的 14 时相对湿度和气温的变化进行了研究。通过研究发现,一般来说相对湿度变化与气温存在着反位相的变化特征,即,气温升高伴随着相对湿度的下降,或气温降低伴随着相对湿度的升高,但是,二者的变化幅度以及变化方式是不完全一致。有时表现为同步反位;有时某一天同位相,但从前 3d 的总体表现来看,仍为反位相的。从变化幅度上看,有时二者都有明显变化,有时一个要素变化不大,另一个要素却变化明显。通过比较还发现,大陆高压暖脊类、西北气流控制类和阻高控制类多配合着较好的相对湿度与气温的反位相变化关系。但也有例外,如 1985 年 5 月 11 日气温变化不大,而相对湿度却明显上升。在低涡类中,二者变化存在着不确定性。

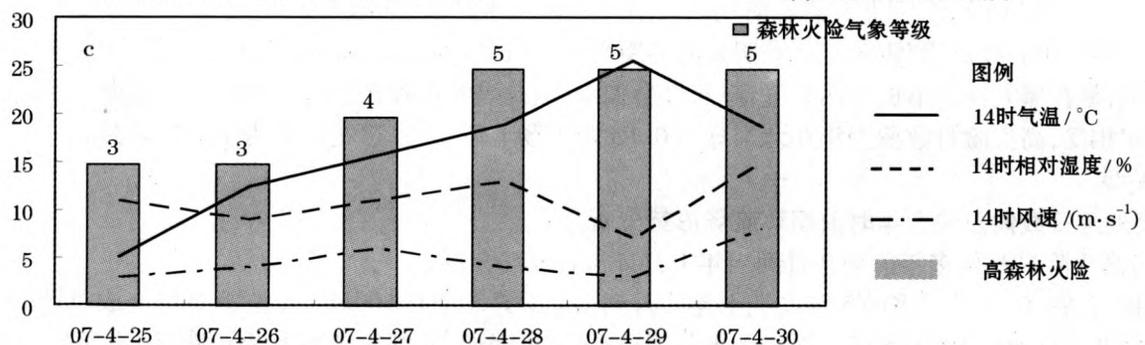
4 2007 年“4·30”特大森林火灾个案分析

2007 年 3、4 月份,大兴安岭林区降水持续偏少。4 月 27 日,500hPa 高空形势场调整后,与大陆高压暖脊控制类中的贝湖低槽冷锋型基本吻合,地面形势场表现为高压转为冷锋过境见图 3。同时,气象要素的变化与其一致。从 4 月 26 日起相对湿度维持偏低,气温从 5.1℃ 大幅度升高,致使高森林火险等级从 3 级升至 4 级(火险分级见文献[7]),防火形势已经进入“一触即发”的短期时段内。黑龙江省气象局和森林防火指挥部连续三天联合发布了橙色森林火险预警信号。29 日气温和相对湿度出现了明显的反位相变化,高森林火险等级升至 5 级。30 日高森林火险等级仍为 5 级,但由于冷锋于 14 时前过境,导致气温下降、相对湿度升高,风速增加到 7.5m/s,从而导致小火点扩大蔓延,并迅速发展为特大森林火灾。



(a) 2007年4月29日20时500hPa高空温压场

(b) 4月30日14时地面图



— 14时气温 — — 14时相对湿度 - - - 14时风速

(c) 逐日14时温度、湿度和风速变化图

图 3 高火险日数与前期、同期降水/气温的关系

Fig. 3 Relationship between days with high fire risk and precipitation/temperature in early and some stages

5 高火险日数与前期、同期降水和气温关系

由春季(3月15日至6月15日)高火险日数与前期的冬季(11-2月)降水相关系数看出(表略),二者有很好的负相关关系,也就是说冬季降水偏少,春季火险日易偏多,与冬季气温没有很好的对应关系。4-5月高火险日数与同期降水和气温关系非常密切,与降水相关系数通过0.001信度检验,与气温相关系数通过0.01信度检验,可见高温干旱的气候条件有利于森林火灾的发生。

6 典型年分析

2003年春季我省北部林区从3月至6月林火不断,共发生了232起,过火面积近 $8 \times 10^5 \text{ hm}^2$,损失巨大。其前期的冬季(11-2月)降水比常年同期明显偏少(表略),尤其是黑河偏少5成以上,气温接近常年。春季降水偏少,其中大兴安岭偏少尤其明显,比常年同期偏少了5成有余,黑河偏少3成多。从各月来看,3个地区3个月连续偏少,尤其是大兴安岭3月偏少近9成,5月偏少5成多。黑河3,5月偏少3成多。伊春3,4月偏少2~4成;在降水偏少的同时,气温异常偏高,黑河、伊春春季偏高 2.5°C 以上,从各月来看,3,4月这3个地区气温偏高 $2 \sim 5^\circ\text{C}$,5月大兴安岭气温偏低,黑河、伊春偏高幅度也不如前两个月那么明显。

由此可见2003年春季发生的严重的森林火灾是在冬、春季降水明显偏少,且春季气温异常偏高的背景下发生的。

7 春防期高火险日数偏多和偏少年环流场分析

前面分析结果表明:易发高火险日数偏多的年份,前期一定在降水明显偏少气温明显偏高的背景下。因此除了采用分析气候背景外,还采用北半球500hPa环流场异常演变特征作为诊断春防期高火险日数偏多和偏少年的常用方法。

7.1 高火险日数偏多年和偏少年环流场形势分析

分别用同期(3月~6月)黑龙江省春防期森林高火险日数典型偏多年1982,1987,1997,1998和2003年的5a和典型偏少年1983,1984,1988,1995,2005年的5a北半球500hPa距平场合成的方法来分析。在黑龙江省春防期森林高火险日数偏多年,北半球500hPa距平场合成见图4,自高纬度到黑龙江省以北为强大的负距平所覆盖,表明冷空气集中在高纬极区,较少南下,天气系统活动的主锋区偏北,黑龙江省大范围为正距平控制,这种黑龙江省称为“南高北低”的形势分布是易形成黑龙江省的春季偏南大风天气形势,降水偏少,温度偏高,有利于黑龙江省春防期高火险日数偏多,在北半球500hPa距平场上盛行黑龙江省为中心自高纬向低纬呈“-,+”距平型;黑龙江省春防期高火险日数偏少年时,北半球500hPa距平场合成见图5,在黑龙江省为负距平中心控制,鄂霍茨克海有明显的正距平中心,这样使冷空气沿偏西路径不断东移时,在阻塞高压作用下,易在黑龙江省形成冷涡天气,降水也会偏多,因此黑龙江省春防期高火险日数偏少年,和高火险日数偏多年相反,高火险日数偏少年在北半球500hPa距平场上位相,以黑龙江省为中心自高纬向低纬呈“+,-”距平型。

7.2 高火险日数偏多偏少年时前期环流场形势分析

(1) 高火险日数偏多年前期9月到当年1月环流合成场分析

分析的高火险日数偏多的5年前期上年9月到当年1月5个月500hPa环流距平场合成见图6,上一年秋初冬季北半球500hPa距平场上极区为大范围正距平,极涡偏弱,鄂霍茨克海为正距平,有阻塞高压存在,在黑龙江省东部为大范围的负距平,也就是说东亚大槽偏强,阿留申低压活跃。由此说明春季高火险日数偏多年时,前期上一年9月到当年1月北半球500hPa距平场合成中心线值一般大于28。持续性高温少水年前期上一年9月到当年1月北半球500hPa距平场合成中心线值明显偏大,如2003年。

(2) 高火险日数偏少年前期9月到当年1月环流合成场分析

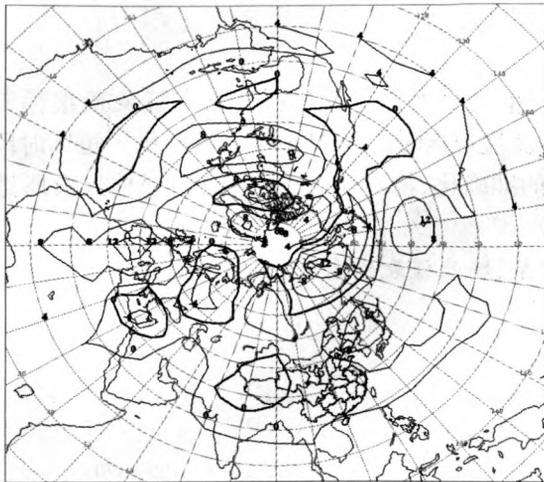


图 4 春防期高火险日数偏多年同期 500hPa 距平场合成
 Fig. 4 500 hPa anomaly field composition during spring's fire preventing period in the year with fire risk days on the frequent side

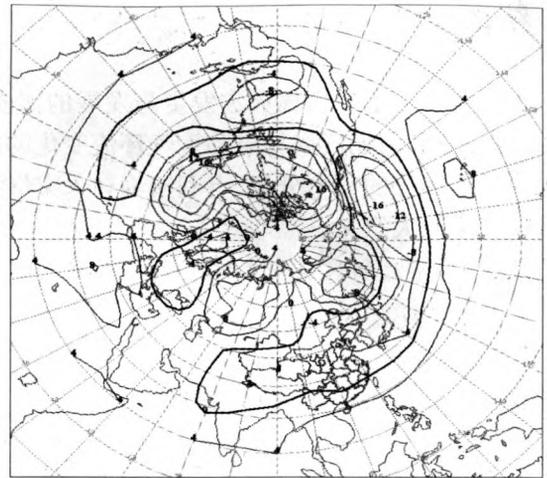


图 5 高火险日数偏少年同期 500hPa 距平场合成
 Fig. 5 500 hPa anomaly field composition during spring's fire preventing period in the year with fire risk days on the scarce side

分析的高火险日数偏少的 5a 前期上年 9 月到当年 1 月 5 个月 500hPa 环流距平场合成见图 7 表明,与春防期森林火险高火险日数偏多年前期北半球 500hPa 距平场相反,上一年前期 9 月到当年 1 月北半球 500hPa 距平场极区为大范围负距平,极涡偏强,鄂霍茨克海为负距平,没有明显的阻塞高压,东亚大槽偏弱,阿留申低压也不活跃。说明春防期森林火险高火险日数为偏少年时,上一年前期 9 月到当年 1 月北半球 500hPa 高度距平场合成图中心线值小于 -20。

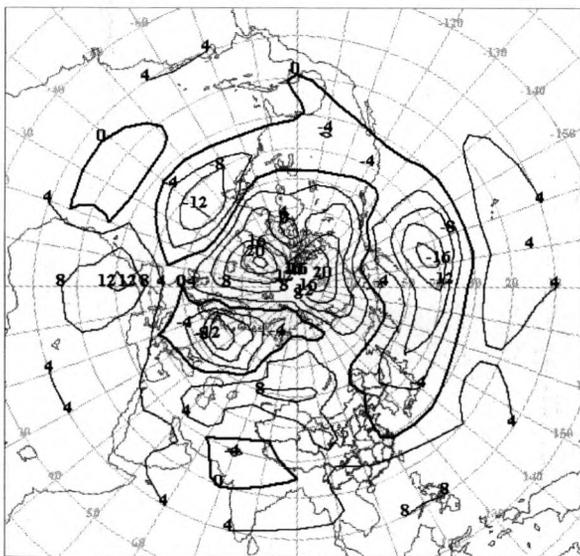


图 6 春防期高火险日数偏多年 500hPa 距平场前期合成
 Fig. 6 Earlier stage 500 hPa anomaly field composition during spring's fire preventing period in the year with fire risk days on the frequent side

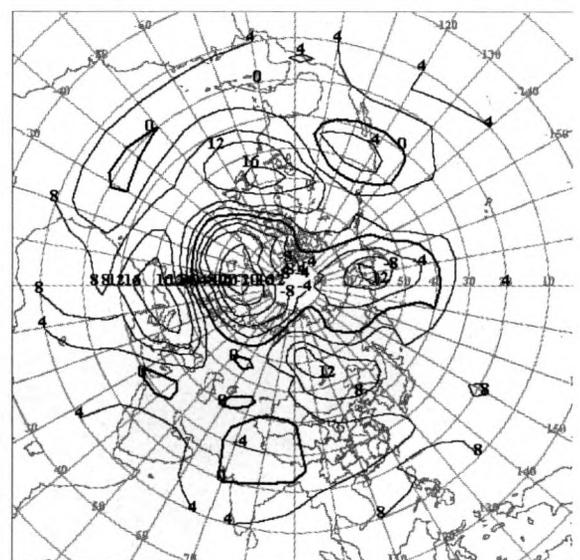


图 7 高火险日数偏少年 500hPa 距平场前期合成
 Fig. 7 Earlier stage 500 hPa anomaly field composition during spring's fire preventing period in the year with fire risk days on the scarce side

8 结语

气象条件是造成森林火灾发生与发展的诸多要素中的一个重要因素。做好森林火灾气象预报预警服务,需要在掌握前期气候特点和大气环流变化的前提下,特别关注短期时段内天气形势的变化。短期时段内高火险天气形势的分型分类,有利于森林火灾气象预警服务的准确化、精确化,为减少减轻森林火灾所造成经济损失有较大意义。

致谢:潘华盛研究员对本文进行了指导,并提出了宝贵意见,特此谨表感谢!

参考文献:

- [1] 舒立福,田晓瑞,寇晓军. 林火研究综述(I)—研究热点与进展[J]. 世界林业研究,2003,16(3):37-40.
- [2] 田晓瑞,舒立福,王明玉,赵凤君. 林火与气候变化研究进展[J]. 世界林业研究,2006,19(5):38-42.
- [3] 王明玉,舒立福,田晓瑞,史军. 林火在空间上的波动性及其对全球变化的响应(I)[J]. 火灾科学,2003,12(3):165-170.
- [4] 王明玉,舒立福,田晓瑞,史军. 林火在空间上的波动性及其对全球变化的响应(II)[J]. 火灾科学,2003,12(3):171-176.
- [5] 傅泽强,陈动,王玉彬. 大兴安岭森林火灾与气象条件的相互关系[J]. 东北林业大学学报,2001,29(1):12-15.
- [6] 傅泽强,戴尔阜. 大兴安岭森林火险季节动态特征及其气候条件分析[J]. 自然灾害学报,2001,10(4):113-116.
- [7] 国世友,高玉中,潘华盛. 黑龙江省春防期高森林火险气象等级年代际变化特征[J]. 气象科技,2009,37(1):57-63.