

浙江省北部地区一次飊线天气过程分析

王 雷 张伟红 林 伟 王志武

(浙江省舟山市气象局, 舟山 316004)

摘要 文章分析了 2002 年 7 月 16 日浙江省北部地区的一次飊线天气过程。分析表明:高空前倾槽是这次飊线发生的大尺度环流背景,飊线发生在副热带高压边缘的不稳定区域。浙江省北部地区低层暖湿平流和地面的持续强烈升温,一方面为其积蓄了大量不稳定能量;另一方面高空冷平流形成并大大促进了这一地区的不稳定层结,这一不稳定层结主要是通过高空、地面的温度差动平流来实现的。水汽分析表明:低层 850hPa 的水汽输送是通过暖湿西南气流来实现的,强对流发生的浙江省北部地区正好处于低层 850hPa 干湿区交界中的露点锋区,而高层 700hPa 和 500hPa 的水汽输送却主要是通过西北气流来实现的。

关键词 飊线 前倾槽 温度差动平流 水汽输送 露点锋

引言

2002 年 7 月 16 日下午,浙江省北部(以下简称“浙北”)地区出现了一次大范围的强雷暴天气过程。杭州、绍兴、宁波、舟山等地先后遭受强雷暴的袭击,并伴有飊线、冰雹、短时暴雨和雷雨大风等重大灾害性天气。尤其是舟山地区受强雷暴的影响,全市出现了突发性的猛烈西北大风,其中又以岱山影响最为严重,极大风速达 38 m/s,2h 雨量达 44.9 mm。有 3 人遭雷击死亡,3 人因船沉落海失踪,强雷暴还使大量电器设备遭雷击损坏。如此严重的强雷暴事件在浙江历史上也较为罕见,鉴于其严重的危害性,本文对这次强雷暴过程作一分析,试图为今后类似的天气预报提供一些参考依据。

1 天气要素特征

2002 年 7 月 16 日的强雷暴天气伴有强风暴,在风暴经过之地观测到的气象要素变化情况为:①瞬间风向突变,一般由西南风转为西北风;②风速急增,瞬间阵风达到 8~12 级;③气压急升;④气温急降,定海基准站 13~16 时 3h 下降 14.4℃;⑤水汽压剧降,定海基准站 14~17 时 3h 下降 13hPa,其他测站也有类似的要素变化。因此,这是一次飊线天

气过程。

2 天气形势分析

2.1 高空 500hPa 和 700hPa 形势

强对流发生前 500hPa 亚欧地区呈现两槽一脊型的环流形势。其中乌拉尔山附近有一大低压,从该低压伸展出一支南北向的大低槽,贝加尔湖附近为一强大的高压脊,我国的东北地区也是一个大低压,并有低槽与其相对应,这种两槽一脊型的环流形势 7 月 12~16 日一直稳定少变(图略)。在这种稳定的形势下,贝加尔湖高压脊前和我国的东北地区大低压后部的冷空气不断扩散南下,至 14 日 20 时长江中下游高空已处于西北气流的控制下。7 月 12~14 日 500hPa 浙北地区受到热带高压控制,长江中下游地区处于 0℃大范围的暖区中,14 日夜间起由于弱冷空气的影响,副热带高压 588 位势什米线南压,但 0℃暖区仍维持在浙北上空,由于高空暖盖的作用,强对流不易发展。16 日 08 时受到弱冷空气西北气流的影响,该暖区消失。此时,已经扩散至华东沿海的西北气流与 2002 年“夏浪”(0207 号)热带风暴南部的偏西气流在华东沿海形成了一低槽,引导槽后冷空气扩散至浙北地区,浙北地区处于副热带高压边缘的西北偏西气流里。700hPa 的形势

与500hPa相似。

2.2 低空850hPa和地面形势

由于低层冷空气势力明显偏弱,强对流发生前浙北地区850hPa和地面一直受到副热带高压边缘西南暖湿气流的影响,16日08时850hPa浙北地区处于24℃暖区南缘,35°N附近华东沿海为一横槽,槽后是冷空气偏北气流,槽前是西南暖湿气流。对应地面冷锋位置偏北(与850hPa横槽一致),长江中下游地区受西南气流的影响。这种高低空形势配置使500hPa低槽超前于地面冷锋和850hPa低槽(图1),有利于对流不稳定的发展。

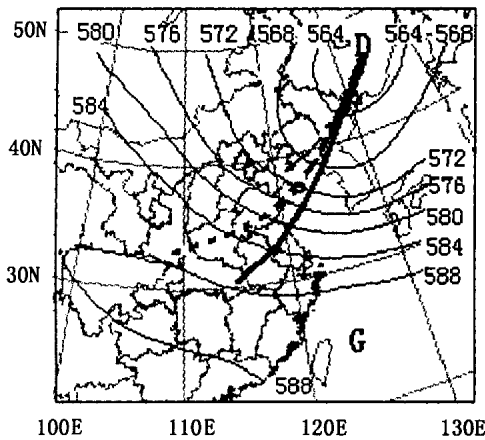


图1 7月16日08时500hPa形势图

(等值线数值单位为位势什米,虚线为850hPa槽线)

3 地面和高空温度差动平流

飊线发生前,由于受到高空副热带高压的控制和低层西南暖湿平流的作用,浙北地区地面气温持续升高,飊线发生当天,达到了当月的最高值。表1给出了飊线发生前定海基准站的逐日气温变化。从表中可以看出,定海站无论是日平均气温或日最高气温均在逐日回升中(16日日平均气温比15日略偏低是因为16日下午飊线过境时造成的气温剧降),7月16日08时至14时地面气温升高6.7℃(水汽压仅上升2.5hPa),达到36.4℃,而同期高空500hPa低槽超前于地面冷锋,浙北地区高空气温却在逐日下降,7月16日08时24h降温1℃,20时24h降温3℃。同时,500hPa较强的西北气流与地面弱的西南气流形成了较强的垂直切变。这种低层升温,高层降温的温度场结构和高低空风的垂直切变所造成的温度差动效应有利于强对流天气的出现。这是造成浙北地区大气不稳定的主要因素,飊

线正是发生在7月16日下午高低层温度平流的垂直变化达到最大的时候。当然,上下层之间的湿度差动平流也对不稳定层结起了一定的作用。

表1 2002年7月14~16日定海基准站逐日气温/℃

	14日	15日	16日
日平均气温	27.8	29.4	29.2
日最高气温	33.4	35.5	36.6

4 水汽条件

4.1 低空850hPa水汽输送

7月16日08时850hPa温度露点差($T - T_d$)分析表明:浙北地区处于北部干区和南部湿区的过渡区域中,30°N以南地区有一南北向的湿舌伸向浙北地区,在西南暖湿气流的作用下向浙北地区输送水汽(图2a),其水汽来源于孟加拉湾和南海。强对流发生的浙北地区正好处于低层850hPa干湿区交界中的露点锋区,这种露点锋区是强对流天气的一种触发机制^[1]。

4.2 中高空700hPa和500hPa水汽输送

分析700hPa和500hPa水汽输送发现:这次飊线天气过程高层水汽输送是通过西北气流来实现的。以500hPa为例:7月12日08时由于孟加拉湾低槽前偏南气流的水汽输送,使青藏高原及其以北地区有一 $T - T_d < 4^\circ\text{C}$ 的高湿度区(湿区范围80°~100°E,25°~45°N),受中纬度西北气流输送影响,该高湿区北端向东扩展,12日20时其东端到达110°E,13日08时到达115°E附近(35°~40°N之间)。由于干冷西北气流的混合作用,13日20时高湿区范围减小,其东端西退到105°E附近。13日20时至14日08时孟加拉湾低槽前的偏南气流和热带高压南部华南沿海的偏东气流分别向青藏高原输送水汽,使得高湿区范围明显增大(其北端在40°N附近,即热带高压西部偏南气流所达到的高度),14日20时高湿区范围再次减小(位于80°~105°E,35°~40°N之间),15日08时起由于孟加拉湾和华南沿海的水汽输送,高湿区范围再次增大,其东端在112°E附近(30°~36°N之间)。15日20时高湿区呈WNW-ESE走向(最南端30°N,最北端45°N,东端112°E附近)。以后在中纬度西北气流的输送下,湿区东端继续向东南方向扩展,16日08时已经到达浙北地区的西端和西北端(图2b),并继续向东南

方向扩展,使浙北地区上空湿层增厚,为强对流的发展创造了水汽条件。700hPa 的水汽输送与 500hPa 相似。

这次飊线天气过程高层水汽输送的首源地是孟加拉湾和华南沿海,由于大气环流形势(12~16日)的持续稳定少变,使青藏高原北部上空一直维持西北气流和一个高湿区,当孟加拉湾低槽前偏南气流和华南沿海偏东气流向其输送水汽时,高湿区范

围扩大;由于天气系统的变化,当孟加拉湾低槽消失和华南沿海偏东气流水汽输送暂时中断时,高湿区范围就减小。因此青藏高原上空的高湿区就成为浙江北部地区水汽供应的直接源地。这种由西北气流向强对流区输送水汽的模式同通常的由偏南或偏东气流向强对流区输送水汽是明显不同的^[2],这是本次强对流天气的特点。

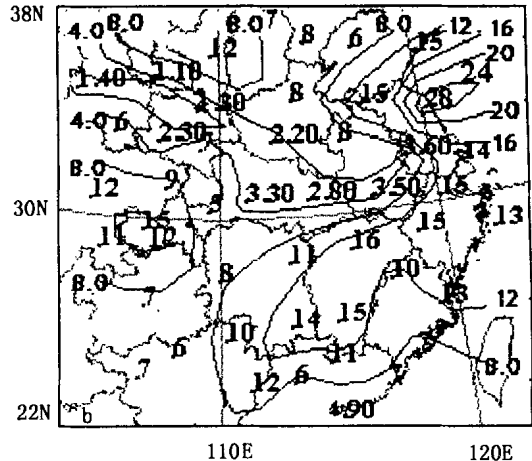
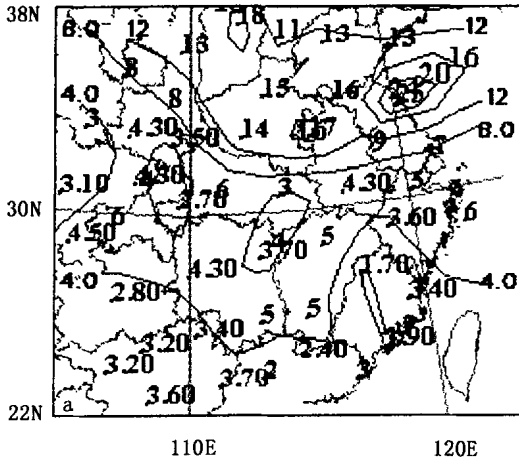


图 2 7月16日08时850hPa(a)和500hPa(b) T - Td

5 能量条件

不稳定能量反映了大气层结的不稳定状况和 不稳定能量的输送。16日08时 K 指数场上,有一个 K 指数高能舌伸向浙北地区,其西南方有大于 40℃ 高能中心。上海以北是 K 指数低值区。杭州站 K 指数达 34.0℃,上海站 K 指数为 29.0℃(图略)。 T - ln p 图是一种预报雷暴的重要工具。从16日08时杭州站的 T - ln p 图(图略)可以看到,该站的不稳定能量面积很大, E_k 为 1304.6,沙氏指数 S = - 4.8,说明江南地区上空积聚了大量的不稳定能量。根据历史资料分析^[3],当 - 6℃ < S < - 3℃, K ≥ 32℃时就有发生强雷暴的可能性。因此,浙北地区已经具备了发生强雷暴所需的大量不稳定能量,而高空扩散南下的冷空气又促发了不稳定能量的释放,导致了飊线的发生。

6 结论

(1) 高空前倾槽是这次飊线发生的大尺度环流背景,飊线发生在副热带高压边缘的不稳定区域。

(2) 浙北地区低层暖湿平流和地面的持续强烈升温,一方面为其积蓄了大量不稳定能量;另一方面,高空冷平流形成并大大促进了这一地区的不稳定层结,而这一不稳定性主要是通过高空、地面的温度差动平流来实现的。500hPa 的冷空气又促发了不稳定能量的释放,导致了飊线的发生。

(3) 低层 850hPa 的水汽输送是通过暖湿西南气流来实现的,其水汽来源于孟加拉湾和南海,强对流发生的浙北地区则处于低层 850hPa 干湿区交界中的露点锋区。高空 700hPa 和 500hPa 水汽输送主要是通过西北气流来实现的,其水汽来源的首发地是孟加拉湾和华南沿海,直接源地是青藏高原北部上空。

参考文献

- 1 吴正华,丁一汇. 甚短期天气预报. 北京:气象出版社,1992. 74
- 2 白人海,谢安. 东北冷涡过程中的飊线分析. 气象,1998,24(4): 37 - 40
- 3 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理和方法(修订本). 北京:气象出版社,1992. 623

ANALYSIS OF A SQUALL WEATHER PROCESS OVER NORTHERN ZHEJIANG PROVINCE

Wang Lei Zhang Weihong Lin Wei

(Zhoushan Meteorological Office, Zhoushan 316004, China)

Abstract: A squall weather process over the northern Zhejiang Province is analyzed. The results show that the squall took place under the condition of upper forward trough and in the instability area near the sub tropical high. The warm and moist temperature advection and the continuous rising surface temperature over northern Zhejiang province stored a great energy of instability, and the upper cold temperature advection greatly promoted the instability. The water vapour analysis revealed that the warm and moist southwest air current at 850hPa transported water vapour to the squall occurrence place where is just the interface of dry and moist air or the front zone of dew point, but the water vapour at 500hPa and 700hPa was transported by northwest air current. This is the squall weather process's feature.

Key words: squall, forward trough, front of dew point, water vapour transportation