

“98.5.14”闽北大暴雨成因分析

刘爱鸣 陈世阳

(福建省气象台,福州 350001)

提 要

利用天气图、卫星云图等资料,分析了1998年5月13~14日闽北大暴雨的形势背景、物理量场、卫星云图和地面中尺度系统的特征,探讨了此次大暴雨的成因,所得结果有利于业务预报。

关键词:大暴雨 物理量 对流云团 中尺度系统

引 言

1998年5月13~15日,福建省自北向南发生了1998年入汛以来首次大范围暴雨和大暴雨天气过程,过程雨量超过100mm的县市达14个。特别是南平地区,有6个站雨量超过100mm,突发性的大范围强降水导致山洪暴发,洪水猛涨,给南平地区造成严重灾害和人员伤亡。本文运用常规气象资料和卫星云图,对该次给闽北地区造成严重灾害的大暴雨过程进行了分析,为以后更准确的预报提供参考。

1 天气形势分析

本次暴雨发生前,北方有一次冷空气南下活动过程。12日14时地面冷锋压到华南

沿海,13日冷高压东移入海,华南低空西南暖湿气流加强,华西倒槽发展,地面静止锋迅速北抬(图1)。500hPa 588线北界从 24°N 抬到 27°N ,副高成带状控制了华南地区。850hPa切变线也迅速北抬,13日08时切变线转为暖式切变线并北抬到 30°N 以北(图略)。与其相对应,地面强降水带位于长江流域。随着南支槽的东移,导致850hPa波动发展,从而带来一次较明显的冷空气活动,当天夜里850hPa切变线和地面锋面再次迅速南压影响福建省,闽北“5.14”大暴雨就发生在切变和锋面再次南压的过程中。实际上此次暴雨过程的预报成败关键在于对切变线和锋面迅速南压的准确判断。

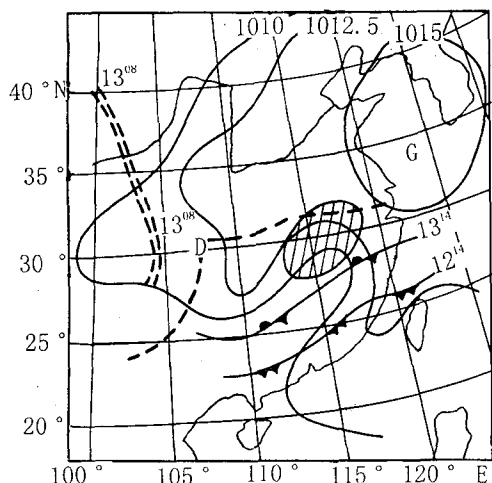


图1 1998年5月13日14时地面图

单虚线为850hPa切变,双虚线为500hPa槽线

2 切变和锋面南压成因

分析表明,切变、锋面南压过程与高空南支槽东移、低空波动发展和强锋区等因素有密切关系。

2.1 高空南支槽的作用

高空南支槽的东移加深,导致低层波动发展东移,为切变锋面的南压提供了冷平流条件。这支南支槽6日位于里海附近,以后逐渐向东移动,当移到高原时,由于受到地形影响,曾一度减弱,但冷槽仍存在,13日移到高原东侧时,由于在下坡过程中,绝对涡度增大,低槽得以加深, -8°C 的冷温槽超前于高度槽,已移到 105°E , 变温中心达 -7°C 。在高原冷平流作用下,地面高原上出现 Δp_{24} 为 $+4 \sim +5\text{hPa}$ 正变压,并东移入海高压后部。此时,虽然地面图上分析不出冷高压,但在预报中必须注意根据高空负变温和高原正变压的活动来判断锋面、切变能否南压。

2.2 波动的发展东移作用

分析13日08时850hPa流线图(图2),低涡位于重庆附近,冷切和暖切分别位于重庆~上海和重庆~昆明一带。切变前侧暖区内存在西南风急流,有强的暖平流及水汽输送。由于500hPa南支槽东移为波动发展提

供了冷平流并大大加强了锋区和斜压不稳定,宜昌与南昌间存在强锋区,温差达 -8°C 。同时,850hPa低涡正好位于高空南支槽前,南支槽的叠加,加强了波动区上空的辐合上升运动和积云对流的发展。在这些有利条件下,波动发展,并受500hPa南支槽前西南气流引导向东移动,波动发展东移后,在其后部偏北气流带下的冷平流和强锋区共同作用下,切变和锋面迅速南压。因此根据南支槽和冷、暖平流活动判断波动能否发展东移造成切变南压也是很重要的。

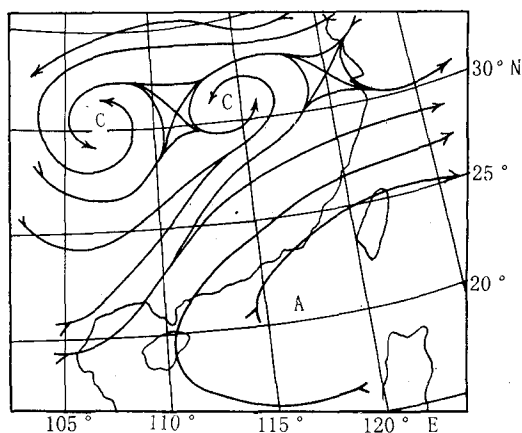


图2 1998年5月13日08时850hPa流线图

3 部分物理量的诊断分析

3.1 高温、高湿和位势不稳定能量

此次暴雨过程,由于暴雨发生前回暖明显,低空西南气流大大加强,它将切变北推的同时,将暖湿气流源源不断地输送到华南甚至整个长江以南地区。13日08时850hPa图上, 16°C 的暖脊控制了华南到闽北上空。这一带地区出现大片正变温区,南昌24小时增温达 8°C 。 θ_{se} 高能舌从西南伸向暴雨区。随着与南支槽相伴随的高空冷槽和负变温区东移,冷暖平流的叠加使位势不稳定明显增大,闽北处在 $\Delta\theta_{se(500\sim 850)} < -5^{\circ}\text{C}$ 的不稳定区内,且其下风方还存在 -10°C 的不稳定中心(图略)。一旦外界有足够的冲击力,不稳定能量将得到释放,触发中尺度对流云团的发生发

展。

3.2 强辐合上升运动

此次暴雨过程,天气尺度动力因素主要是锋面、切变南压所提供的抬升运动和气旋性辐合。物理量计算结果表明,随着切变南压,辐合上升运动中心从武汉移到闽北。暴雨区上空中低层存在强的辐合中心,850hPa最强达 $-7.43 \times 10^{-5} \cdot s^{-1}$ (图略)。上升运动在700hPa达到最强,为 $12.7 \times 10^3 \cdot hPa \cdot s^{-1}$ (图略)。强的辐合上升运动造成低层减压,13日夜到14日地面图上,闽北上空有中尺度低压生成、发展和维持,从而导致中尺度对流云

团的强烈发展。

4 中尺度系统分析

4.1 卫星云图分析

研究表明,暴雨的直接产生都是中尺度系统^[1]所致,暴雨、尤其是大范围暴雨的产生必须具备有利的天气尺度乃至行星尺度形势。然而暴雨的强度和出现时间、地点等至关重要的问题却决定于嵌入天气尺度系统中的中尺度系统的发生发展和移动。在日常暴雨的分析和预报业务中,卫星云图对中尺度系统的监测和短时预报又是一种十分有效的工具。

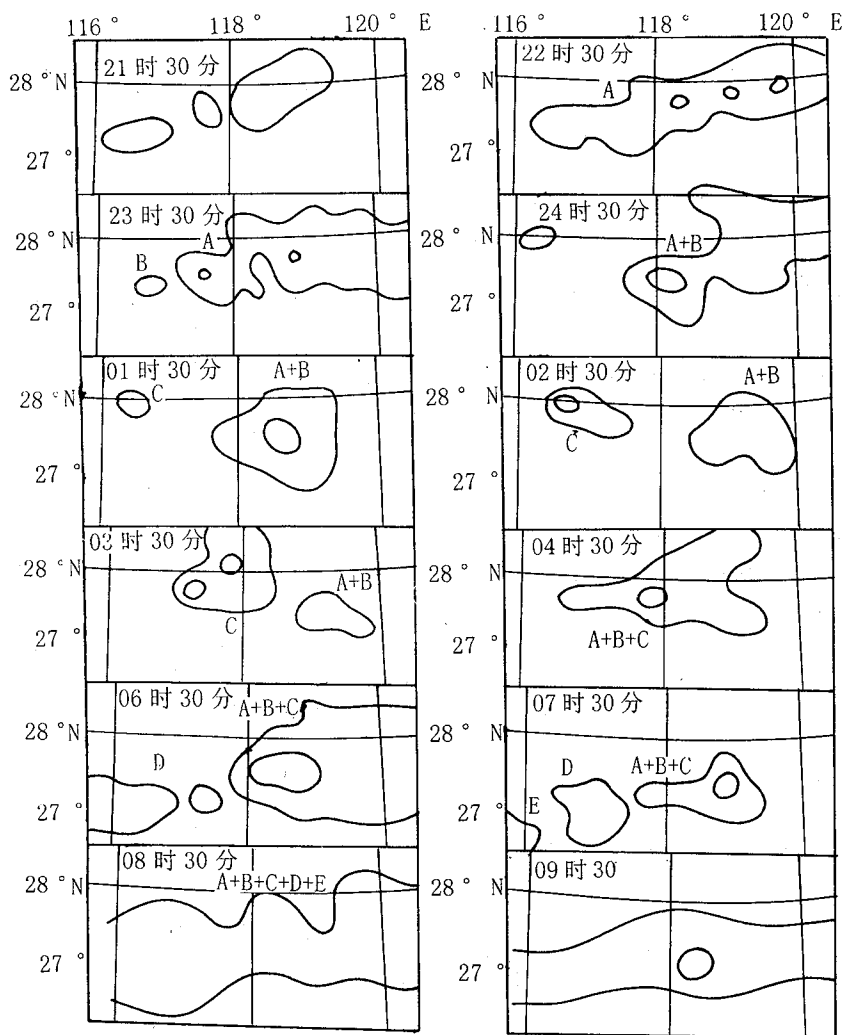


图3 1998年5月13日21时30分~14日09时30分(从左到右)TBB<-50C演变

卫星云图分析表明,当锋面移到武夷山脉时,锋面与切变之间不断有对流云团在闽赣交界处发生发展,并沿同一路径东移或合并,造成闽北持续十几个小时的强降水(图3)。13日21时30分,在武夷山北侧有3个云顶温度为 -50°C 的小对流单体。随着锋面逼近,单体发展,面积迅速扩大。23时30分,对流单体合并成一对流云带,A云带内光泽附近有一 -60°C 的对流云核发生发展,其后部有云团B与其合并,合并后东移到建阳时, -60°C 的面积扩大了约3倍,达0.24万平方公里。多普勒雷达资料分析表明^[2],此阶段速度场上闽北地区可分析出一直径为50km左右的中尺度气旋,对流云团在其西北部不断发展。14日01时30分A+B云团移到松溪上空,02时30分移到闽东上空,此时后部的C云团移到光泽西北侧,04时30分C云团与已减弱的A+B云团合并,合并后的云团范围扩大,强度增强。07时30分, -60°C 云核面积达0.5万平方公里,位于建阳、建瓯、松溪、政和等地上空,这一带地区3小时累积雨量均在30mm以上。政和6小时雨量达94mm。其后,先后又有D、E云团并入,09时30分形成一带状对流云带,稳定在 $27^{\circ}\sim 28^{\circ}\text{N}$ 之间, -65°C 的云核稳定在建瓯上空,建瓯站08~11时3小时雨量达78mm。14日10时观测到暴雨区东北方有一支中空急流,轴线在建阳~温州一线,风速达 $40\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,这支急流的存在加强了暴雨区上空的辐散和上升运动,有利对流云团的发展。

4.2 地面能量场

在中高空西南气流作用下,地面明显回暖。分析13日14时地面省内小图得到,闽西北地区14时气温高达 $28^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{C}$, ΔT_{24} 达 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$,变温中心的沙县高达 9°C ,明显的增温积聚了大量的能量。由图4可见,闽北处在地面湿静力能锋区南侧的高能中心内。研究表明,中尺度对流云团极易在高能舌顶部的内

侧形成和发展。

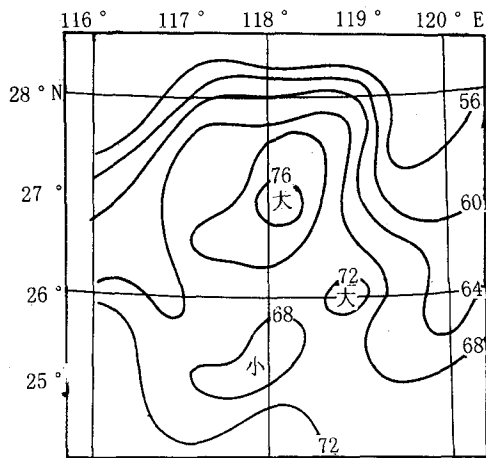


图4 1998年5月13日14时地面湿静力能图($^{\circ}\text{C}$)

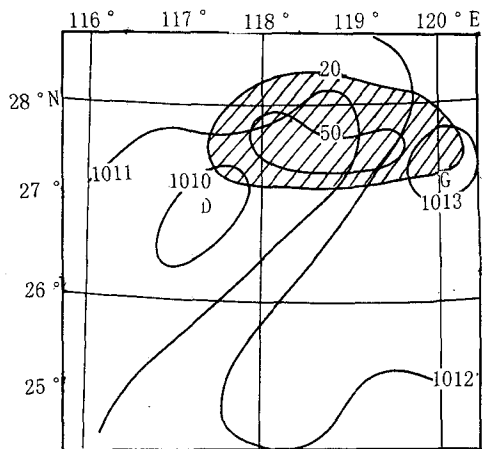


图5 1998年5月14日02时地面中尺度气场合分析
阴影区为02~08时雨量/mm

4.3 中尺度低压

从13日下午起,随着华南上空西南气流加强,暖湿平流降压使华西倒槽向东北方向发展。倒槽顶部减压明显,14时赣南、闽北24小时减变压达 $4\sim 5\text{hPa}$,闽北3小时变压中心达 -3.3hPa 。17时闽北地区分析出中尺度低压,中心位于邵武附近。此后低压中心有所

发展并缓慢向南偏东方向移动。与此同时,在低压东北侧闽东地区存在着一个小高压,是由东路南下的冷空气所致。中尺度低压的存在,加强了近地层的辐合上升运动和水汽的汇合,加上其东北侧冷平流的交汇,有利于中尺度对流云团的发生发展。图5是1998年5月14日02时地面中尺度气压场和6小时雨量图,由图5可见未来6小时 $\geq 20\text{mm}$ 的降水带位于低压北侧,大于50mm的暴雨中心位于高、低压之间气压梯度最大处。

5 结语

(1)本次大暴雨过程是在850hPa为切变低涡偏西型下,南支槽东移导致低涡发展东移,引发切变南压,冷锋过境,对流云团发展所致。

(2)本次大暴雨发生前,低空明显回暖,西南急流把暖湿气流不断输送到暴雨区上空,为暴雨提供了高温高湿的水汽和能量。同时,南支槽前高空冷平流在垂直方向上与暖

平流叠加在一起,为暴雨的发生提供了位势不稳定条件。

(3)本次大暴雨的大尺度上升运动是锋面和切变所致,它们与冷空气活动有关,这次过程冷空气是由南支槽引导南下,高原正变压和高空负变温对判断冷空气活动有很好帮助。

(4)在有利条件下,中尺度对流云团活动异常活跃。闽赣交界处有多个中尺度对流云团生成并沿同一路径东移,新、老云团的合并及云团西侧新单体的并入,使中尺度对流云团得以在闽北上空长时间维持,导致强降水的发生。

参考文献

- 1 丁一汇.暴雨和中尺度气象学问题.气象学报,1994,5.
- 2 廖建川等.暴雨过程中中小尺度系统作用的雷达回波分析探讨.大气探测、大气物理学术研讨会论文摘要,1998年.

An Analysis of Heavy Rain in Northern Fujian Province during 13—14 May, 1998

Liu Aiming Chen Shiyang

(Fujian Meteorological Observatory, Fuzhou 350001)

Abstract

By means of some synoptic charts and satellite images, a cloud-burst in northern Fujian province during 13—14 May, 1998 was analysed to find out the relative features such as the circuration background, physics field, satellite images and surface meso-scale system. The results about the cause of this cloud-burst will benefit the operational prediction.

Key Words: cloud-burst physics field convective cloud cluster meso-scale system