

“94.5.2”特大暴雨过程分析¹⁾

蒋宗孝

(福建省三明市气象局, 365000)

提 要

通过分析 1994 年 5 月 1—3 日闽西北特大暴雨的环流背景、物理量场、卫星云图和地面中尺度系统的特征及其演变,揭示了这场特大暴雨的物理机制和各要素场特征。

关键词: 特大暴雨 物理量 卫星云图 地面中尺度系统

1 天气特点

1994 年 5 月 1 日下午—3 日凌晨,我省西北部出现罕见的特大暴雨天气,暴雨中心在三明市,全省过程雨量 $>50\text{mm}$ 的有 42 个县(市)、 $>200\text{mm}$ 的有 6 个县(市),过程雨量以清流 391mm 为最大,宁化 377mm 次之,尤溪 1 日 16—19 时的降水量达 132.2mm ,三明、福州两市的过程雨量都超过了历史同期总雨量。1 日下午邵武、光泽和尤溪的部分乡镇还遭受冰雹大风袭击。这次特大暴雨过程集中在 3 个时段:1 日下午、1 日夜里—2 日凌晨、2 日 08 时—21 时,因其具有突发性强、持续时间长、降水量集中等特点,造成了三明市“百年一遇”的特大洪灾。

2 天气形势分析

2.1 500hPa 形势

暴雨期间西太平洋副热带高压脊线稳定在 15°N — 16°N ,500hPa 上,高原以东的高压脊 5 月 1 日 08 时东移并入副高,与华北—东北一带 $+110\text{gpm}$ 的 24 小时变高区叠加,在华东沿海形成高压脊,至 2 日 20 时前稳定少动,使得在 25°N — 35°N 从高原东部东移的小槽受阻,槽后不断有冷空气南侵。

2.2 主要影响系统

850hPa 上,1 日 08 时—2 日 20 时在邵武、福州一线维持一弱暖式切变线,在其西南

侧的赣州、桂林以南有一支较强的西南急流,赣州与邵武之间有较强的风速风向辐合,最大风速差出现在 2 日 08 时,达 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,赣州风速时空图(略)上:1 日 08 时起高层动量明显下传,2 日 08 时,925hPa 风速为 $16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,此后 925—700hPa 风速先后减小,可见 2 日 08 时西南气流达最强,850hPa 中心强度达 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。925hPa 流场(图略):1 日 08 时在福州附近有成片的东南气流与西南急流在闽西北汇合,1 日 20 时—2 日 08 时发展成弱环流中心。这两支暖湿气流给暴雨区带来大量的水汽,配合 500hPa 的冷平流,造成上干冷、下暖湿的强对流性不稳定,使得这次暴雨强度特强。850hPa 低涡 1 日 08 时位于贵阳,2 日 20 时东移至南昌、邵武之间,3 日 08 时低涡切变压至华南,该地大暴雨结束。

3 物理量场分析

物理量计算采用高斯加权滤波法,网格距约 100km ,计算范围: 18.3°N — 40.0°N , 95.6°E — 134.4°E 。

3.1 能量场特征

各层总温度场表明: 105°E — 116°E 之间在暴雨期间有一高能舌向北伸展至 30°N 附近,我区位于高能舌内;暴雨区上空 1 日 08 时高值区主要在 925hPa 和 500hPa,暴雨期间各层总温度均在 60°C — 65°C 附近(图略)。

1) 本文为“三明市大暴雨分析与预报”课题资助项目。陈毓萍、吕庆安等同志参加部分资料整理工作。

3.2 稳定度特征

500hPa 与 850hPa 的 θ_{se} 差值均表明,暴雨开始前我区位于负值区内, θ_{se} 差值为 -13.2°C ,暴雨期间均处于 0°C 线不稳定区附近。

3.3 涡度、散度和垂直速度特征

涡度场(图略),1日08时500hPa长沙附近有 $11.9 \times 10^{-6} \cdot \text{s}^{-1}$ 的正涡度中心,20时增强至 $22.8 \times 10^{-6} \cdot \text{s}^{-1}$,2日08时移到我区西侧。1日08时—2日20时暴雨区的中高层均为较大正涡度区。

散度场(图略),1日08时我区低层辐合、高层辐散均较小,暴雨开始时猛增,1日20时1000hPa 与 400hPa 分别为 $-5.3 \times 10^{-6} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $6.6 \times 10^{-6} \cdot \text{s}^{-1}$ 达最大。

沿暴雨中心垂直速度场(图1),1日08时我区上升速度很小,此后突增,1日20时垂直速度大值区在 116°E — 119°E 之间, 117°E 附近500hPa 上空达 $-12.2 \times 10^{-3} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,降水集中在三明、尤溪;2日08时强上升区

变窄,集中在 116°E — 117°E 间,其值为 $-11.4 \times 10^{-3} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,暴雨中心也主要在宁化、清流;2日20时上升速度减弱,且主要在500hPa 以下;3日08时转为下沉气流。

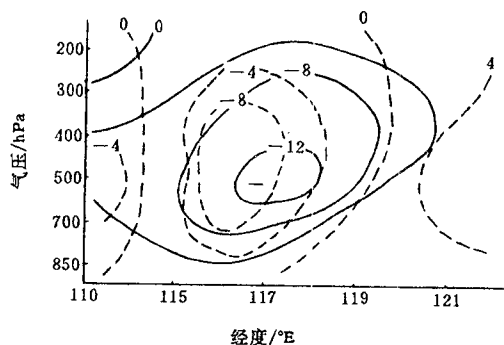


图1 1994年5月1日20时(实线)、2日08时(虚线)沿 26°N 垂直速度剖面图($10^{-3} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$)

4 卫星云图特征分析

根据云团的发生源地及其演变趋势,这次大暴雨过程大体上可分为三个阶段,分别对应3个降水集中时段(图2)。

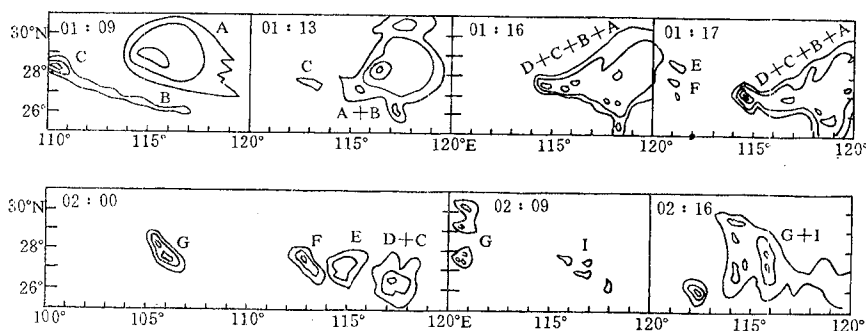


图2 1994年5月1—2日云图演变示意图

云团外圈为 -46°C (1日09时为 -25°C), 往内每圈递减 7°C

4.1 涡旋云系南侧积云线卷入,形成指状云核

5月1日凌晨, 28°N — 30°N 、 110°E — 118°E 之间生成一条由3个云团组成的东西向切变云系,东侧云团迅速发展成涡旋云团A,向东南移动,09—11时A云团的西南侧出现一积云

线B、C,12—13时云线东段B卷入涡旋云团A南部,形成指状云核向南伸至 26°N 、 117°E 附近,云顶温度达 -53°C ,造成了邵武、光泽等地的雷雨大风、冰雹天气。此后该云核继续发展,16时在三明、尤溪上空分别有两个 -67°C 的云核缓慢东移,尤溪16—19时雨量

超过 130mm, 16 时 4—13 分伴有冰雹, 该云团于 21 时减弱东移, 尤溪雨势明显减弱。

4.2 长沙附近云团东移, 进入武夷山后合并加强

1 日 14—15 时在长沙附近的积云线西段分裂成 2 个小云团 C、D 东移发展, 16 时在我区西北侧上空先后并入涡旋云团, 造成附近云团强烈发展, 云顶温度达 -67°C , 建宁 17—18 时雨量达 21.5mm, 当云团东南移时造成宁化、清流、三明一带 20—30mm 的强降水; 17 时在长沙附近又有 3 个小云团生成东移, 19 时演变成云团 E、F, 20—21 时在武夷山附近强烈发展, 云顶温度达 -67°C , 1 日 23 时—2 日 00 时逼近我区西侧上空, 引起原降水云团迅速发展, 宁化、清流出现 2 小时达 50—60mm 的雨峰, 2 日 01—02 时两云团先后在我区西北侧并入大云团、再度发展, 缓慢向东南方向移动, 02—07 时泰宁、建宁、将乐、明溪、三明、永安等先后出现 15—30mm 的降水。

500hPa 涡度场上: 1 日长沙有正涡度中心, 2 日 08 时移到赣州—邵武之间, 造成长沙一带不断有小云团生成, 随正涡度区东移, 越过武夷山进入垂直速度达 $-12.2 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 的强对流区, 与原降水云团合并强烈发展。

4.3 西南云团东移、发展

2 日 00 时在贵阳低涡附近生成的西南云团 G, 随低涡东移发展, 16—17 时跨过武夷山与减弱的残留云团 I 合并加强, 云顶温度达 -67°C , 此后稳定, 使 2 日白天的强降水持续到上半夜; 21—22 时减弱东南移, 三明市暴雨基本结束。

5 地面中尺度系统分析

5.1 中尺度雨团活动

本文规定每小时雨量 $\geq 10\text{mm}$ 者为一中尺度雨团。在这场大暴雨中, 中尺度雨团主要

有 3 种移动路径(方式): 5 月 1 日下午的雨团由三明市西北部的建宁、泰宁开始, 经将乐(明溪)、沙县(三明)后, 折向偏东至尤溪; 从宁化、清流移向永安、大田的从西向东偏南方向, 主要有 2 日 02—06 时和 2 日上半夜的雨团移动; 2 日下午—傍晚的雨团基本上在清流、宁化一带停滞少动。

5.2 中尺度辐合线分析

分析 5 月 1—2 日逐时地面流场发现: 1 日 08 时闽西北大多为静风, 中午前后起风速加大, 在暴雨中心的宁化、三明、尤溪一线附近出现一条东西向的中尺度辐合线, 东段在 15 时消失, 16—18 时重现(图 3), 18 时发展成闭合环流, 配合指状云核, 造成尤溪冰雹和大暴雨天气, 19 时后东段辐合线消失。西段出现在 1 日 11—23 时、2 日 01—05 时和 2 日 07—19 时的 3 个阶段, 1 日 16 时起略南压到宁化、永安一线南侧, 1 日夜里起分别于 1 日 21—22 时、2 日 01—04 时、2 日 07、10、14、16、19 时在宁化、清流、永安和连城之间出现气旋式闭合环流, 其余时次基本为倒“U”型环流。除 2 日 01—04 时的中雨团主要沿辐合线移向偏东外, 在闭合环流附近的宁化或清流的 1 小时雨量达 25—36mm, 倒“U”型环流对应应有 10—25mm。2 日 20 时辐合线移到连城、长汀南侧减弱消失, 较大降水区随之南移。结合卫星云图分析可见: 强降水主要出现在中尺度辐合线(中心)、且云团强烈发展区

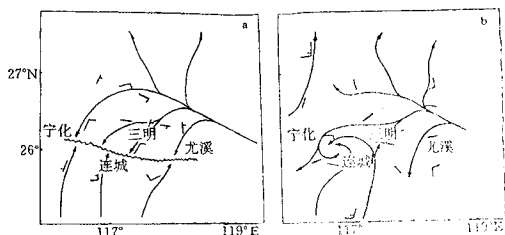


图3 闽西 1994 年 5 月 1 日 17 时(a)、2 日 14 时(b)地面流场示意图

附近,中雨团基本上沿辐合线随云团向偏东移动或在闭合中心(倒“U”型环流)停滞少动。

配合 925hPa 的流场,因受地形影响地面风场表现为:有一支偏东气流从闽江口往西北进入中上游后分支,其一进入建溪、金溪等河谷流向闽北,其二进入尤溪、沙溪等河谷折向西南;在闽西由玳瑁山(1000—1500km)和武夷山南段(500—1000km)之间构成的新

泉一连城山谷长廊,长廊北端东侧为安砂水库,西南气流主要沿这一山谷长廊进入水库附近,两支气流在三明中部汇合,形成中尺度辐合线;因长廊北端(清流附近)有 500m 左右的山峰衔接左右山脉,构成倒“U”型,所以在清流、永安间极易形成倒“U”型环流(中心),为暴雨或强对流天气提供动力条件。

参考文献(略)

Analysis of Exceedingly Heavy Rain “94. 5. 2”

Jiang Zongxiao

(Sanming Meteorological Bureau, Fujian Province 365000)

Abstract

Based on analysis of the feature and evolution of the circulation background, physical quantities, satellite images and surface meso-scale system of the exceedingly heavy rain over Northwest Fujian during 1—3 May 1994, the emergence of the heavy rain and elements feature are described.

Key Words: exceedingly heavy rain physical quantities satellite image surface meso-scale system