

Cause analysis of local heavy rain on June 3rd in Changle, Fuzhou

Xin Huang

Fuzhou Smart Meteorological Industry Technology Innovation Center, Fujian, Fuzhou, 350200, China

Abstract

In the early morning of June 3, 2025, Changle District, Fuzhou City suffered a strong convective weather process, and heavy rain occurred in some towns and villages. Based on the data of conventional automatic station and Fuzhou phased array radar, this paper makes a diagnosis and analysis of the short-term heavy precipitation, the environmental situation and physical quantity field, discusses the causes and coping strategies of this kind of weather, and emphasizes the need to strengthen the radar feature approaching warning in order to provide reference for improving the forecasting and early warning ability of severe convective weather.

Keywords

short-term heavy precipitation, inverted trough, low center of mass, train effect, water vapor transport, cold air

福州长乐“6·3”局部大暴雨成因分析

黄欣

福州市智慧气象行业技术创新中心, 中国·福建 福州 350200

摘 要

2025年6月3日凌晨, 福州市长乐区遭遇一次强对流天气过程, 局部乡镇出现大暴雨。本文从常规自动站资料、福州相控阵雷达资料对此次短时强降水落区和环境场形势、物理量场进行诊断分析, 探讨此类天气的成因与应对策略, 研究强调需加强雷达特征临近预警, 以期提升强对流天气预报预警能力提供参考。

关键词

短时强降水、倒槽、低质心、列车效应、水汽输送、冷空气

1 天气实况

6月3日凌晨起长乐区普降大雨, 局部乡镇出现大暴雨, 统计6月3日00时至08时累计雨量, 全区共有9个乡镇(街道)雨量超过50毫米, 4个乡镇(街道)超过100毫米, 其中以吴航街道132.6毫米为最大, 最大小时(01时至02时)雨强达75.2mm, 最大10分钟(01时20分01时30分)雨强达21.9mm。降水时段主要集中在01~04时, 降水特征表现为局地性明显, 强降水短急, 小时雨强大, 主要分布在长乐西北部, 伴随明显的动力抬升和能量释放过程。

2 天气形势分析

500hPa层: 6月2日20时, 福建省处于西风槽前, 受强盛西南气流控制, 为区域输送充足水汽和能量; 588线由西北向东南方向移退, 其南部偏东风与西部偏南风形成气流交汇, 为对流发展提供动力条件(图1)。

850hPa层: 低涡切变线于2日白天东移南压进入福建省, 长乐区受偏南气流影响, 切变线位于福建省中西部, 引导暖湿气流持续向东部沿海输送^[1]。

地面系统: 3日2时地面图显示, 冷空气南下并压制在长乐区上空, 与低层暖湿气流形成冷暖交汇, 形成强温度梯度, 触发强烈抬升运动(图1)。

2.1 中低层辐合与抬升机制

6月2日20时925hPa流场显示, 西南急流与偏东气流在长乐区上空形成显著风向辐合, 风速垂直切变达10m/s以上存在明显风切变, 输送的暖湿空气与冷空气相遇使其被迫抬升(图2);

高层(500hPa)辐散与低层(850hPa以下)辐合的环流配置, 形成“抽吸效应”, 进一步增强垂直上升运动, 为强降水提供持续动力。

3 物理量条件分析

强降水的形成依赖于充足的水汽、不稳定能量和动力抬升^[2], 本次过程的物理量特征如下:

【作者简介】黄欣(1988-), 女, 中国河北盐山人, 本科, 工程师, 从事综合气象业务研究。

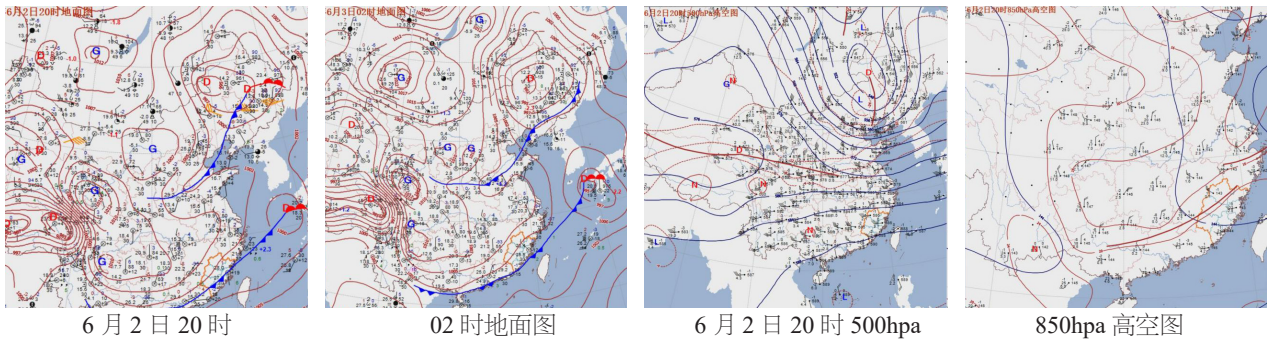


图 1

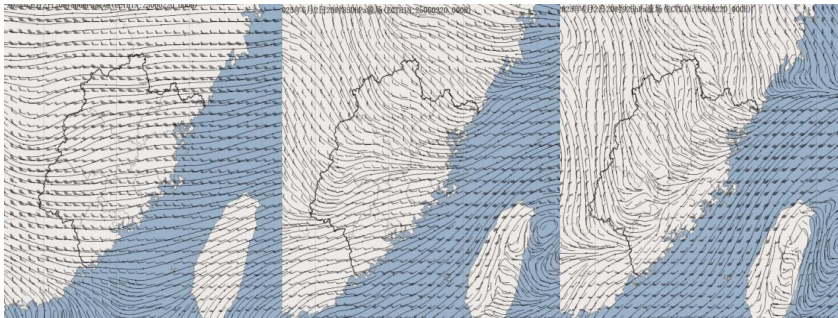


图 2 6 月 2 日 20 时流场 (500hpa、850hpa、925hpa)

3.1 水汽条件

整层水汽含量：6 月 2 日 20 时，长乐区整层可降水量达 70-75g/kg，东北部沿海至龙岩一带比湿达 16-18g/kg，Tcww 显示东部沿海为水汽高值区，表明大气中水汽储备极为充沛。

水汽输送与辐合：850hPa 偏南气流与 925hPa 西南急流共同作用，将南海及西太平洋的暖湿水汽持续输送至长乐区，同时低层辐合系统导致水汽在区域内堆积，形成强烈水汽辐合中心。

3.2 热力不稳定条件

不稳定能量：6 月 2 日 20 时福州站探空数据显示，地面 CAPE 值达 1545J/kg，FCST CAPE 达 2302J/kg，属于高能储备状态；K 指数为 40℃，远超强对流阈值，表明大气热力不稳定极强。

层结特征：层结曲线、状态曲线与露点曲线呈“狄长型”分布，低层（925hPa 以下）水汽接近饱和（相对湿度 > 90%），中高层（500hPa 以上）相对干燥，形成“上干下湿”的不稳定层结，利于对流垂直发展和强降水形成（图 3）。

3.3 动力抬升条件

垂直风切变：0-6km 垂直风切变达 15m/s，为对流系统的组织化和维持提供动力支持；

辐合辐散配置：850hPa 以下气流辐合与高层 200hPa 辐散形成“低空辐合-高空辐散”的耦合结构，垂直上升运动强烈，最大上升速度达 5m/s 以上；

冷空气触发：地面冷空气南下与低层暖湿气流交汇，形成冷暖锋式抬升，进一步增强对流不稳定能量释放。

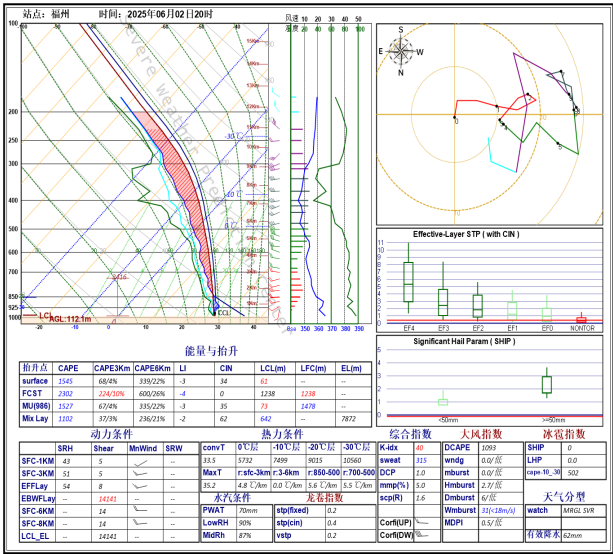


图 3 6 月 2 日 20 时福州探空

3.4 地形增幅作用

研究表明，在一定条件下地形对降水有两个动力作用，一是地形的强迫抬升，二是地形辐合。当盛行风朝着喇叭口地形灌入时，由于地形收缩，常常引起辐合上升运动的加强和降水量的增大。福州地形属于典型的河口盆地，盆地三面环山，一面开口朝海的盆地，此次夜间极端降水落区大部分位于喇叭口地形辐合区，潮湿空气向喇叭口灌入，喇叭口的急速收缩造成低层暖湿气流加剧汇聚^[1]，有利于地形辐合抬升加强，小时雨强迅速翻倍，对极端强降水起到了增幅作用，造成了此次大暴雨。

4 雷达特征分析

雷达监测显示,本次强降水过程与对流系统的发展、成熟密切相关,具体雷达特征如下:

4.1 反射率特征

强回波发展过程:6月3日00时30分左右,福建省西南方向对流单体向东北部沿海移动,长乐区西北面出现对流单体并持续加强;00时37分,回波带中部向东南凸起形成弓形回波,最大反射率达68dBZ(强回波核),表明对流系统处于强盛阶段;01时00分左右,仍维持60dBZ以上强回波,与实况最大小时雨强时段(01~02时)完全对应;04时后,回波带东移、变形并衰减,反射率降至30dBZ以下,降水趋于结束(图4)。

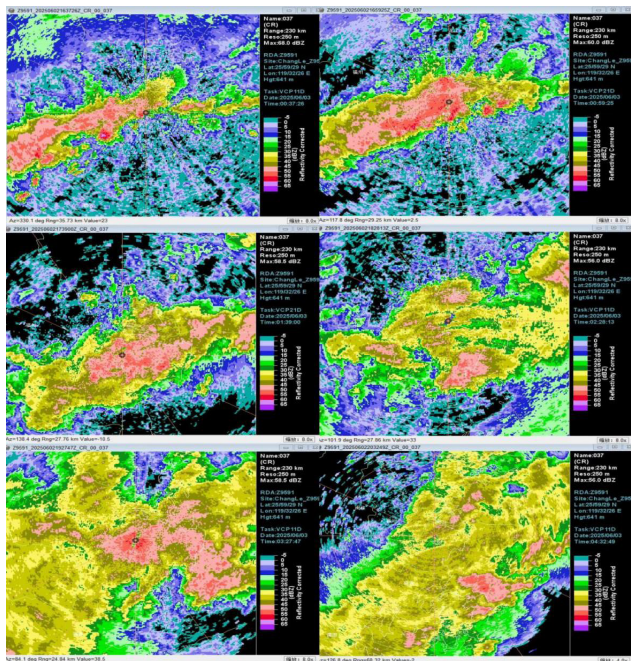


图4 相控阵雷达组合反射率

(6月3日00时37分、00时59分、1时39分、2时28分、3时27分、4时30分)

垂直结构:雷达剖面图显示,4~8km高度存在大片高反射率区(>50dBZ),形成垂直延伸的“强回波柱”,质心高度约5km,(图5)表明对流单体垂直发展旺盛,降水效率极高(水滴在垂直运动中充分碰撞增长)。

4.2 速度场特征

6月3日01时44分多普勒雷达速度图显示,长乐区上空存在流入流密集交织区,并出现紫色模糊区(风速≥25m/s),表明存在强对流系统的水平风切变(图6);

入流与出流交界区形成中尺度风场辐合带,为对流系

统的持续发展提供动力抬升,进一步增强降水强度。

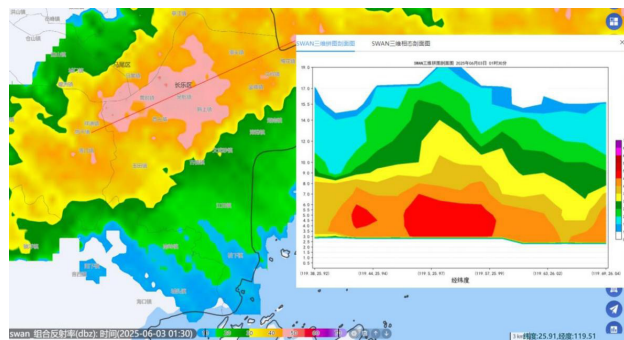


图5 长乐区域3日1时30分三维拼图剖面

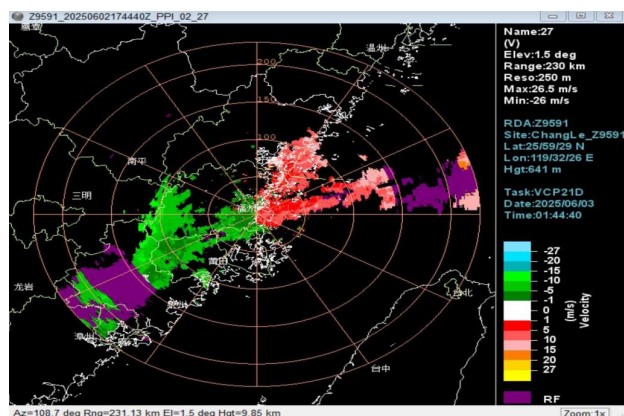


图6 福州站3日1时44分多普勒雷达径向速度图

4.3 “列车效应”贡献

强回波带在长乐区西北面持续生成并向东南方向移动形成“列车效应”,导致吴航街道、营前街道等区域累计雨量显著偏高,是本次大暴雨的重要成因之一。

5 总结

本次福州市长乐区6月3日凌晨大暴雨过程是“暖湿急流输送水汽+强不稳定能量+冷空气触发抬升+弓形回波及列车效应”共同作用的结果;高低空系统(500hPa槽前、850hPa切变、地面冷空气)形成协同配置,提供动力抬升;高物理量指数及不稳定层结,呈“上干下湿”不稳定状态,积累大量对流能量。

参考文献

- [1] 陈艳京 刘爱鸣 邓以勤等编著.2016年4月23日福建省暖区暴雨过程成因分析[J].福建气象,2016.3:1-6
- [2] 朱乾根等.《天气学原理和方法》[M].气象出版社,515-517.
- [3] 林武华,林丽莹,李汉菁.2021年“卢碧”台风异常降水原因分析—以福州地区为例[J].农业灾害研究,2022,57-59