

开化冬季最强对流天气过程分析

祝予涵 王同亮 何昱林

开化县气象局, 中国·浙江 衢州 324300

摘要: 目前在气象服务过程中对于冬季强对流天气的研究较少。论文针对浙西开化 2024 年冬季一次强对流天气产生的环境条件、物理量特征以及雷达回波特征等开展研究, 以期对浙西冬季强对流天气潜势预报以及短时预警提供一定参考。

关键词: 冬季; 强对流; 浙西

Analysis of the Strongest Convective Weather Process in Winter in Kaihua

Yuhan Zhu Tongliang Wang Yulin He

Kaihua County Meteorological Bureau, Quzhou, Zhejiang, 324300, China

Abstract: Currently, there is relatively little research on severe convective weather in winter during meteorological services. The paper focuses on the environmental conditions, physical characteristics, and radar echo features of a severe convective weather event in the winter of 2024 in Kaihua, western Zhejiang, in order to provide some reference for the potential forecasting and short-term warning of severe convective weather in winter in western Zhejiang.

Keywords: winter; strong convection; Zhejiang west

0 前言

中国强对流天气具有明显的季节变化特征, 一般出现在春、夏、秋三季。近年来, 许多气象工作者^[3-5]对不同季节强对流天气做了大量深入的研究, 得出很多有指导意义的结论。目前, 对于冬季强对流天气的研究较少。2024 年 2 月 21 日浙西开化出现了一次罕见的冬季强对流天气过程。据统计, 这也是开化近年来冬季出现最强对流性天气。论文参考前人对冬季强对流天气的分析思路, 陈淑琴等^[2]对浙东冬季和夏季两次强雷暴天气过程对比分析, 两季雷暴各种对流参数对比分析结果显示, 冬季雷暴比较好的预报指标是总指数和垂直风切变, 重点关注西南急流的强度、冷锋和 850~500hPa 的对流稳定性及动力抬升条件; 张坤等^[1]对 2020 年 1 月初怀化一次罕见强对流天气过程分析研究得出“上干下湿”特征、较强的下沉对流有效位能以及强的垂直风切变, 有利于产生雷暴大风、冰雹等强对流天气; 雷达分析表明, 怀化南部发展较高的强回波单体是造成局地短时强降水出现的主要原因, 超级单体导致出现冰雹, 低仰角速度大值区预示着雷达大风的产生, 风廓线中中层干侵入现象对强对流天气开始、结束有较好的指示意义。论文针对开化冬季强对流天气产生的环境条件、物理量特征以及雷达回波特征等开展研究, 以期对浙西冬季强对流天气潜势预报以及短时预警提供一定参考。

1 天气实况

受高空槽和冷空气共同影响, 开化迎来 2024 年冬季最强对流性天气过程, 21 日 08 时至 22 日 08 时全县出现强雷电、

暴雨和大风天气。全县面雨量 113.9 毫米, 有 68 个站点雨量超过 100 毫米, 最大池淮站 148.5 毫米, 城区 140.2 毫米。10 时开始风力增大, 大部分乡镇出现 5~7 级阵风, 有 8 个站点出现 7 级以上大风, 最大桐村镇徐家站 15.9 米/秒 (7 级), 城区 12.4 米/秒 (6 级)。

2 天气过程分析

从雷达回波看, 21 日 7 时 54 分开化西北部有回波移入, 在中北部出现短时强降水和弱雷电活动; 10 时 30 分又有一强度更强范围更大的强回波移入, 大部分乡镇开始出现局地 6 级以上阵风; 14 时之后反射率 50dBZ 以上强回波逐渐移出, 风力减小, 但列车效应影响降水持续; 20 时回波出现空隙, 降水和雷电有所减弱; 21 时 09 分西南部有强回波移入, 列车效应继续影响降水持续, 并再次出现较强雷电活动; 22 日 5~6 时, 强回波完全移出浙西, 出现降水空隙, 7~8 时均为反射率 40dBZ 以下回波影响, 降水强度以小雨为主。

21 日 08 时中高层位于槽前、低层切变以南, 三层西南急流, 风速辐合, 地面位于冷锋后部, 冷空气南下影响, 冷暖气流交汇, 中层露点温度差 $\leq 3^{\circ}\text{C}$, 湿度条件不错。从 Tlogp 图上看, 有一定上干下湿条件, 中层有不稳定层, 但无明显喇叭口结构, 925 百帕有逆温层且风顺转, 有暖平流, 提供暖湿水汽。对流指数中, 在春冬季来看 K 指数达 30 以上、SSI 达 281.1 较强, 降雨和风暴可能性较大, SI、LI、A 指数、CAPE 和 $\Delta T_{850-500}$ 不是很理想。2 月 18 日、2 月 19 日最高气温分别达 24、28 $^{\circ}\text{C}$, 20 日最高气温将近 20 $^{\circ}\text{C}$, 前期一直受西南暖湿气流影响, 温度偏高, 积攒一定能量和湿度条

件, 为白天的雷暴、短时强降水、局地风力增大提供有利条件。21 日 20 时空槽和低涡东移, 中高层仍有西南急流, 低层切变维持, 风速辐合程度减弱, 地面冷锋南压至广东一带, 冷空气完全渗透, 中高层露点温度差 $\leq 3^{\circ}\text{C}$, 湿度条件比白天好。从 Tlogp 图上看, 湿层深厚, 整层湿度条件非常好, 各层均有不稳定层, 925 百帕有逆温层。对流指数中, K 指数较 08 时减弱, SSI 达 296.5 较 08 时增强, SI、LI、A 指数、CAPE 和 $\Delta T_{850-500}$ 依旧不理想。综合来看, 强对流条件一般, 但西南急流带来的水汽充足, 有不稳定条件,

降水可持续时间较长。22 日 08 时低涡继续东移, 中高层仍有西南急流, 低层切变维持, 风速辐合, 地面冷高压影响, 冷空气持续影响, 中低层露点温度差 $\leq 3^{\circ}\text{C}$, 低层湿度条件转好。从 Tlogp 图上看, 高层湿区减弱, 中低层湿层维持, 各层均有不稳定层, 925~850 百帕有逆温层。对流指数中, K、SSI 指数较 21 日 20 时减弱, SI、LI、A 指数、CAPE 和 $\Delta T_{850-500}$ 依旧不理想。综合来看, 对流条件均有所减弱, 但中低层仍有一定湿度条件, 降水过程并未完全结束但强度一般, 风暴可能性较小 (见图 1)。

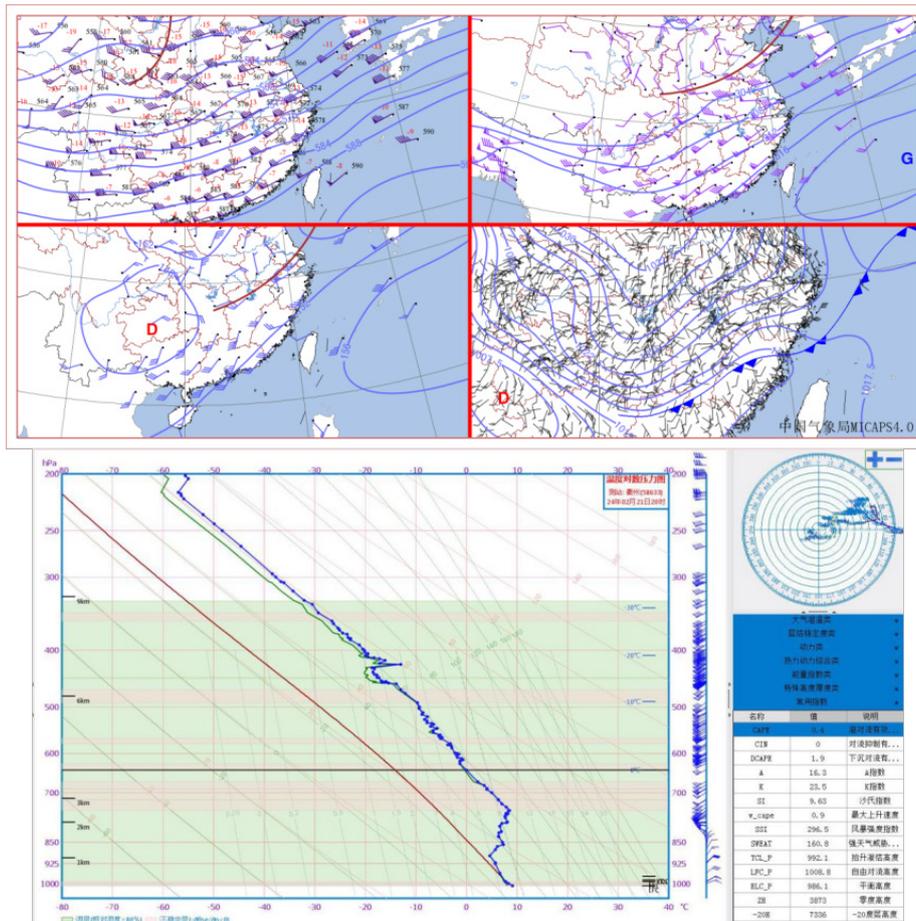


图 1 21 日 20 时空槽三层形势以及地面填图、衢州站 Tlogp 图

3 风廓线雷达分析

风廓线雷达能够直接探测到测站上空垂直速度随高度的变化情况。在有降水的情况下, 探测到的垂直速度 (未经下落订正) 代表了空气垂直运动和降水粒子下落运动的速度总和。由于空气的垂直运动量级小于降水粒子的量级, 所以风廓线雷达探测到的正垂直速度往往代表雨滴下降的速度。图 2 为风廓线资料的垂直速度随时间的变化, 定义垂直向下为正速度 (m/s)、向上为负速度 (后同)。由图 2 可知, 2 月 21 日 05:30 之前以弱的速度为主, 数值大多在 0 左右; 6 时开始, 整层以正速度为主, 低层 (1~3km) 垂直速度数值基本大于 4m/s; 11 时左右可以观测到低层有明显的风力

增大, 西偏南急流 ($\geq 20\text{m/s}$) 也为降水提供充沛的水汽条件; 13 时左右低层垂直速度有一定减小, 风力减弱, 但降水持续。风廓线雷达能获得测站上空全天候的风场垂直结构变化, 其中 0~4km 高度出现了一定时间段的资料缺失 (18:30~20:30), 导致绘图中出现了部分空白区域, 但仍然可以看出 19 时左右垂直速度有所减小, 对应降水和风力过程均减弱; 20:30 开始低层垂直速度又增大至 5m/s, 近地面偏东风, 低层西偏北, 高层 (3~6km) 西偏南, 风随高度逆转, 开化站上空受冷平流控制, 4km 以上西南急流发展增强, 湿层深厚, 随着北方南下冷空气的不断渗入, 不稳定能量急剧增加, 强对流活动再次发生发展。22 日 5 时左右, 整层垂直速度减弱至 3m/s 以内, 强天气过程趋于结束, 以小雨为主。

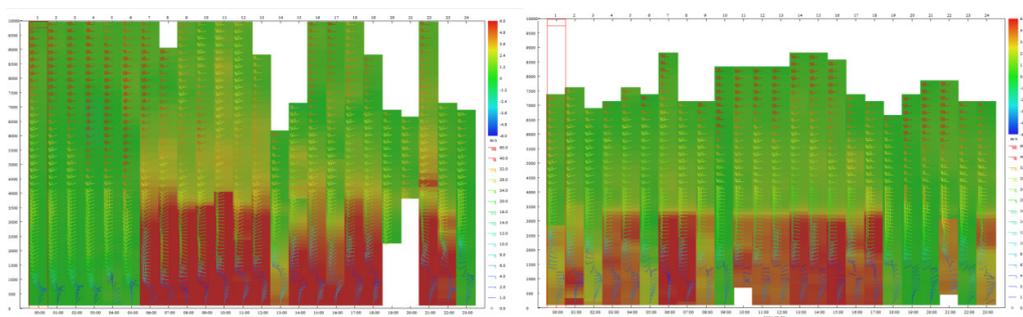


图 2 2024 年 2 月 21~22 日水平风和垂直速度分布图

4 结语

这次过程是浙西开化冬季最强对流性天气过程，出现强雷电、暴雨和大风天气。总体形势受高空槽、低涡切变和冷空气共同影响，西南急流、风速辐合，冷暖气流交汇都是有利的因素；对流指数中，在春冬季来看 K 指数达 30 以上、SSI 达 281.1 较强，降雨和风暴可能性较大，SI、LI、A 指数、CAPE 和 $\Delta T_{850-500}$ 不是很理想，不过前期一直受西南暖湿气流影响，2 月 18 日、2 月 19 日最高气温分别达 24℃、28℃，20 日最高气温将近 20℃，温度较高积攒了一定能量和湿度条件，为白天的雷暴、短时强降水、局地风力增大提供有利条件。此外，风廓线雷达显示的风场信息在短时临近预报中对降水起始、终止时间有很好的指导意义。风廓线垂直速度下落速度明显加强预示强降水开始，下落速度明显减小预示降水结束。开始降水前，垂直速度在接近零速度线左右徘徊后突然增大，且增大至超过 4m/s。

论文仅对一次冬季强对流天气过程进行了分析，个别有限且在 2 月，所分析的结果并不能完全适用于冬季强对流

天气分析，有望在以后的研究工作中积累更多案例，加强冬季强对流天气分析，从而为冬季强对流天气预报预警业务提供更合理、更科学、更准确的依据。

参考文献：

- [1] 张昆,彭艳青,王起唤,等.2020年1月初怀化一次罕见强对流天气过程分析[J].中低纬山地气象,2021,45(1):63-69.
- [2] 陈淑琴,周昊,张蔺廉,等.浙东冬季和夏季两次强雷暴天气过程对比分析[J].气象与环境科学,2018,41(2):60-68.
- [3] 宋刘明,田德宝,吴建青,等.浙北地区春季一次弓形回波造成的雷暴大风天气过程成因分析[J].科技通报,2023,39(8):7-13.
- [4] 林琴,俞旭枫,施金海,等.“7.26”德清冰雹大风强对流天气过程分析[J].科技通报,2021,37(4):10-14+22.
- [5] 吕劲文,姚日升,涂小萍,等.浙江省6~9月午后短时强降水空间分布特征分析[J].暴雨灾害,2019,38(4):320-328.

作者简介：祝予涵（1998-），女，中国江西景德镇人，本科，助理工程师，从事气象预报、气象服务等综合业务研究。