

湖南江永县大风时空分布特征分析

熊艺如¹, 丘艳², 陈玉宇¹

¹江永县气象局, 湖南 永州

²永州市气象局, 湖南 永州

收稿日期: 2026年6月18日; 录用日期: 2026年7月14日; 发布日期: 2026年7月28日

摘要

利用1991~2023年湖南省江永县气象自动站大风数据和ERA5再分析数据, 采用统计分析等方法, 分析江永县大风分布特征, 并以典型大风过程为例, 分析气象条件和地形作用对大风的影响, 并尝试凝练大风预报因子阈值, 所得结论如下: (1) 江永县大风事件在春夏季更明显, 全年均以偏北风为主, 江永站和花楼站风速更大, 出现大风的日期更早, 北部地区大风事件发生频率高于南部地区; (2) 分析江永县典型雷暴大风过程, 发现副热带高压和西风带槽脊波动, 配合地面低压倒槽为此次雷暴大风过程提供了持续的暖湿辐合与抬升条件, 较大的气压梯度叠加雷暴下沉气流, 形成极端大风, 加之气流受地形扰动, 进一步增加了雷暴大风的不确定性。动力条件方面, 低层暖湿急流与中层干冷空气交汇激发的强烈垂直上升运动和局地地形的强迫抬升作用加剧了对流层结不稳定性, 进一步促进了局地雷暴大风的发展。(3) 通过线性回归方程凝练大风预报因子阈值, 当江永县发生6级以上大风时, 200 hPa和850 hPa散度差小于 $1.4342 \times 10^{-5}/s$, 925 hPa全风速大于21.8221 m/s, 200 hPa和850 hPa全风速差大于-19.2331 m/s, 500 hPa位势高度低于599.4651 dagpm, 构成大风发生的有利条件。

关键词

江永县, 大风, 地形, 预报因子

Analysis of Spatial and Temporal Distribution Characteristics of Gale in Jiangyong County, Hunan

Yiru Xiong¹, Yan Qiu², Yuyu Chen¹

¹Jiangyong Meteorological Bureau, Yongzhou Hunan

²Yongzhou Meteorological Bureau, Yongzhou Hunan

Received: June 18, 2026; accepted: July 14, 2026; published: July 28, 2026

文章引用: 熊艺如, 丘艳, 陈玉宇. 湖南江永县大风时空分布特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2026, 15(4): 820-830.
DOI: 10.12677/ccrl.2026.154087

Abstract

Based on the strong wind data and ERA5 reanalysis data of Jiangyong meteorological automatic station in Hunan Province from 1991 to 2023, the distribution characteristics of strong wind in Jiangyong County were analyzed by statistical analysis and other methods. Taking the typical strong wind process as an example, the influence of meteorological conditions and topography on strong wind was analyzed, and the threshold of strong wind forecast factor was tried to be condensed. The conclusions are as follows: (1) The strong wind event in Jiangyong County is more obvious in spring and summer, and the northerly wind is the main wind throughout the year. The wind speed of Jiangyong Station and Hualou Station is larger, and the date of strong wind is earlier. The frequency of strong wind events in the northern region is higher than that in the southern region. (2) The typical thunderstorm gale process in Jiangyong County was analyzed. It was found that the subtropical high and the westerly trough and ridge fluctuations, combined with the ground low pressure inverted trough, provided continuous warm and wet convergence and lifting conditions for the thunderstorm gale process. The large pressure gradient superimposed the thunderstorm downdraft to form extreme gale. In addition, the airflow was disturbed by the terrain, which further increased the uncertainty of the thunderstorm gale. In terms of dynamic conditions, the strong vertical ascending motion excited by the intersection of low-level warm and humid jets and middle-level dry and cold air and the forced uplift of local terrain aggravate the instability of tropospheric stratification and further promote the development of local thunderstorms. (3) Through the linear regression equation, the threshold value of the wind forecast factor is condensed. When the strong wind above grade 6 occurs in Jiangyong County, the divergence difference between 200 hPa and 850 hPa is less than $1.4342 \times 10^{-5}/s$, the total wind speed at 925 hPa is greater than 21.8221 m/s, the total wind speed difference between 200 hPa and 850 hPa is greater than -19.2331 m/s, and the 500 hPa geopotential height is lower than 599.4651 dagpm, which constitutes the favorable conditions for the occurrence of strong wind.

Keywords

Jiangyong County, High Winds, Terrain, Predictors

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

大风是一种重要的灾害性天气现象，具有突发性强、破坏力大等特点，常对交通运输、农业生产、电力设施及人民生命财产安全造成严重威胁[1]。在全球气候变化背景下，极端天气气候事件频发，大风灾害的时空分布特征及其演变规律已成为气象学研究的重要课题[2]。

江永县位于湖南省南部边陲，县域属南岭山脉的山地丘陵区，都庞岭和萌渚岭环绕四周，中部为山间盆地，地势自中部向东北、西南倾斜，形成“七山半水二分半田”的喀斯特地貌格局[3]。受复杂地形影响，江永县气候具有显著的局地特征，属中亚热带季风湿润气候区。随着近年来气候变化加剧，江永县极端天气事件呈现增多趋势，区域气候不稳定性增强，大风等灾害性天气的潜在风险不容忽视。

目前，针对江永县气象灾害的研究主要集中在短时强降水领域，已有学者分析了1981~2020年江永县短时强降水的月变化、日变化特征及其影响因子，揭示了该区域降水具有显著的“夜雨”特征和汛期

集中性[4]。然而,关于江永县大风灾害的系统性研究仍较为缺乏,其时空分布规律、季节变化特征、年际变化趋势及影响机制尚不明确,难以为当地气象灾害防御和风险管理提供科学依据。

从研究方法来看,时空分布特征分析是大风灾害研究的基础手段。近年来,国内学者广泛采用统计学方法开展大风灾害研究。例如,有研究基于稠密自动站观测资料,采用经验正交函数(EOF)分析和 K-means 聚类方法,对中国雷暴大风的时空分布和典型环流型进行了客观分类[5][6];也有研究结合风云卫星云顶数据和闪电定位资料,分析了南海雷暴大风的时空分布及对流活动特征[7]。这些方法为区域尺度的大风灾害研究提供了重要技术参考。

鉴于此,本研究拟系统分析江永县大风的时空分布特征、季节和年际变化规律,并探讨其可能的影响因素,以为江永县大风灾害的监测预警、风险评估和防灾减灾提供科学参考,同时也为湘南山区类似地形条件下的大风研究提供案例借鉴。

2. 资料与方法

2.1. 所用资料

(1) 大风观测数据:由中国气象局“天擎”数据云平台提供,包含江永县 5 个气象站大风常规观测资料;依据中国气象局现行地面气象观测业务规范、《地面气象观测规范 风向和风速》(GB/T 35227-2017)¹及气象灾害监测业务标准,大风事件分为日常观测记录大风与灾害性监测大风业务定义:自动气象站观测的瞬时极大风速 $\geq 17.2 \text{ m/s}$ (8 级及以上),定义为一次灾害性大风事件,也是气候分析、大风统计研究通用标准。因此本研究统计江永县大风事件统一采用瞬时极大风速 $\geq 17.2 \text{ m/s}$ (8 级)作为大风事件判定阈值。为消除各站点建站时间不一、观测体系更迭带来的时间样本差异,全文所有大风统计、时空分布、趋势变化、均一性检验分析统一采用同一固定时段 1991~2023 年湖南省江永县气象自动站大风数据

(2) ERA5 再分析数据:由欧洲中期天气预报中心(ECMWF)提供,空间分辨率为 $0.25^\circ \times 0.25^\circ$,时间分辨率为 1 h。

2.2. 研究方法

本文用到的研究方法主要为线性回归方程在大风预报中的应用,利用和大风相关度较好的天气因子,建立两种风速的一元一次回归方程,结合订正后的 WRF 模式预报风速进行极大风速预报,效果较好。

线性回归方程描述自变量 X 与因变量 Y 之间的线性关系:

$$Y = a + bX$$

其中, Y 为因变量(被预测量,如风速、极大风速), X 为自变量(预测因子,如低层风速), a 为截距(常数项), b 为回归系数(斜率,表示 X 每变化 1 单位, Y 的变化量)。

3. 江永县风速分布特征

3.1. 时间分布特征

图 1 给出了近 30 年江永县本站风速和风向的月际变化特征。可以看到,风速变化上,最大风速和平均 2 分钟风速均表现为冬春季大于夏秋季,最大风速峰值出现在 3 月,为 15.7 m/s ,谷值出现在 12 月,为 10.0 m/s ,平均 2 分钟风速峰值出现在 1 月,为 2.6 m/s ,谷值出现在 7 月,为 1.3 m/s ;风向变化上,包含静风的月最多风向和不含静风的月最多风向差异主要集中在夏季,但整体差异较小,均以北风为主;从风向频率上来看,包含静风的月最多风向频率和不含静风的月最多风向频率同样表现为在夏季差异最大,不含静风的月最多风向频率谷值出现在夏季,最低值出现在 6 月,为 9,而含静风的月最多风向频率

¹https://www.cma.gov.cn/zfxgk/gknr/flfgbz/bz/202209/t20220921_5099085.html

峰值出现在夏季,最高值出现在7月,为35,可见,静风对月最多风向频率影响较为明显,可使月最多风向频率出现相反的变化趋势。

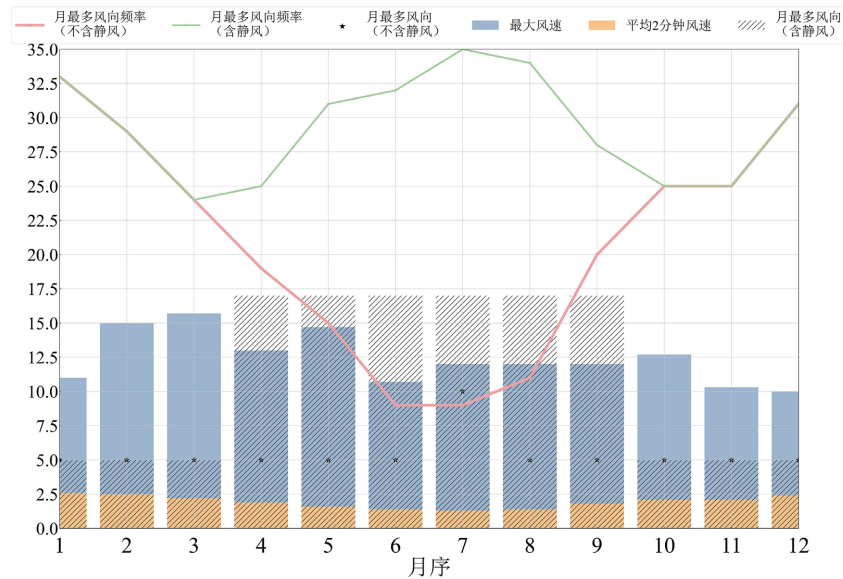


Figure 1. Monthly variation of wind speed and direction in Jiangyong County from 1991 to 2020
图 1. 1991~2020 年江永县本站风速和风向月变化

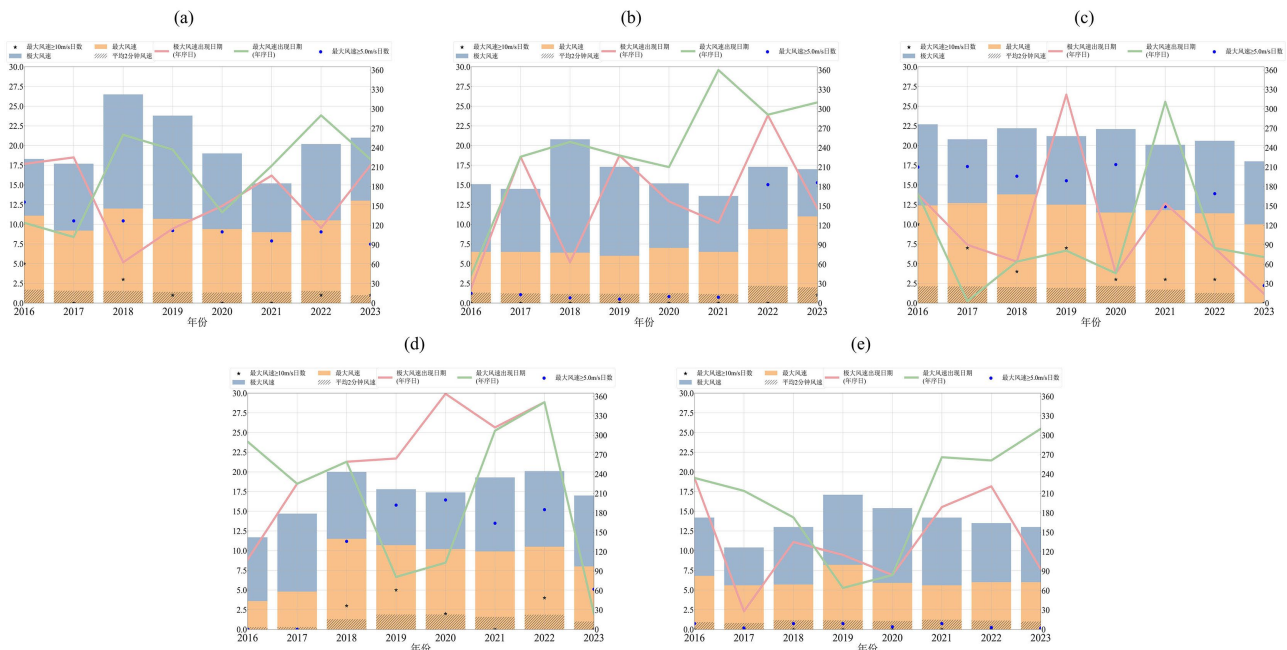


Figure 2. 2016~2023 Jiangyong County a) Jiangyong Station b) Huilongwei Station c) Hualou Station d) Panwang Square Station e) Yuankou Station
The annual average change of strong wind events at Yuankou Station in Jiangyong County from 2016 to 2023, where the maximum wind speed, the number of days with maximum wind speed ≥ 10 m/s, the maximum wind speed and the average wind speed of 2 minutes correspond to the left y-axis, and the date of maximum wind speed (annual sequence date), the date of maximum wind speed (annual sequence date) and the value of maximum wind speed ≥ 5 m/s correspond to the right y-axis

图 2. 2016~2023 年江永县 a) 江永站本站 b) 回龙圩站 c) 花楼站 d) 盘王广场站 e) 源口站大风事件年平均值变化, 其中, 最大风速、最大风速 ≥ 10 m/s 日数、极大风速和平均 2 分钟风速数值对应左侧 y 轴, 最大风速出现日期(年序日)、极大风速出现日期(年序日)和最大风速 ≥ 5 m/s 日数数值对应右侧 y 轴

进一步分析近 8 年江永县 5 个站点大风事件的逐年变化(图 2), 从江永县本站来看(图 2(a)), 最大风速和极大风速近年来趋势相似, 极大风速数值和变率均高于最大风速, 极大风速最大值出现在 2018 年, 达到 26.5 m/s, 最小值出现在 2021 年, 约 15.2 m/s, 最大风速最大值出现在 2023 年, 达到 13 m/s, 最小值同样出现在 2021 年, 约 9 m/s。平均 2 分钟风速与最大风速变化相似, 但总体差异不大, 最大值出现在 2016 年, 约为 1.7 m/s, 最小值出现在 2023 年, 约为 1 m/s。最大风速分别超过 5.0 m/s 和 10.0 m/s 的日数同样保持相似的年际变化趋势, 超过 5.0 m/s 的日数呈现波动中下降的趋势, 最大值出现在 2016 年, 为 156 天, 最小值出现在 2023 年, 为 91 天。超过 10.0 m/s 的日数总体较少, 最大值同样出现在 2016 年, 为 5 天, 2017、2020 和 2021 年没有出现最大风速超过 10.0 m/s 的事件。从大风事件出现日期来看, 极大风速和最大风速出现日期年际波动较大, 趋势差异显著, 极大风速出现日期最大值出现在 2017 年, 为 225 (8 月 13 日), 最小值出现在 2018 年, 为 63 (3 月 4 日), 最大风速出现日期最大值出现在 2022 年, 为 290 (10 月 17 日), 最小值出现在 2017 年, 为 102 (4 月 12 日)。回龙圩站(图 2(b))趋势与江永本站一致, 但数值整体偏小。花楼站(图 2(c))最大风速比江永本站偏大, 极大风速年际变率比江永本站小, 最大风速分别超过 5.0 m/s 和 10.0 m/s 的日数均大于江永本站, 极大风速和最大风速出现日期年际波动均更大, 出现时间更早。盘王广场站(图 2(d))和源口站(图 2(e))大风事件发生频率相对较低, 在源口站体现更明显。

3.2. 空间分布特征

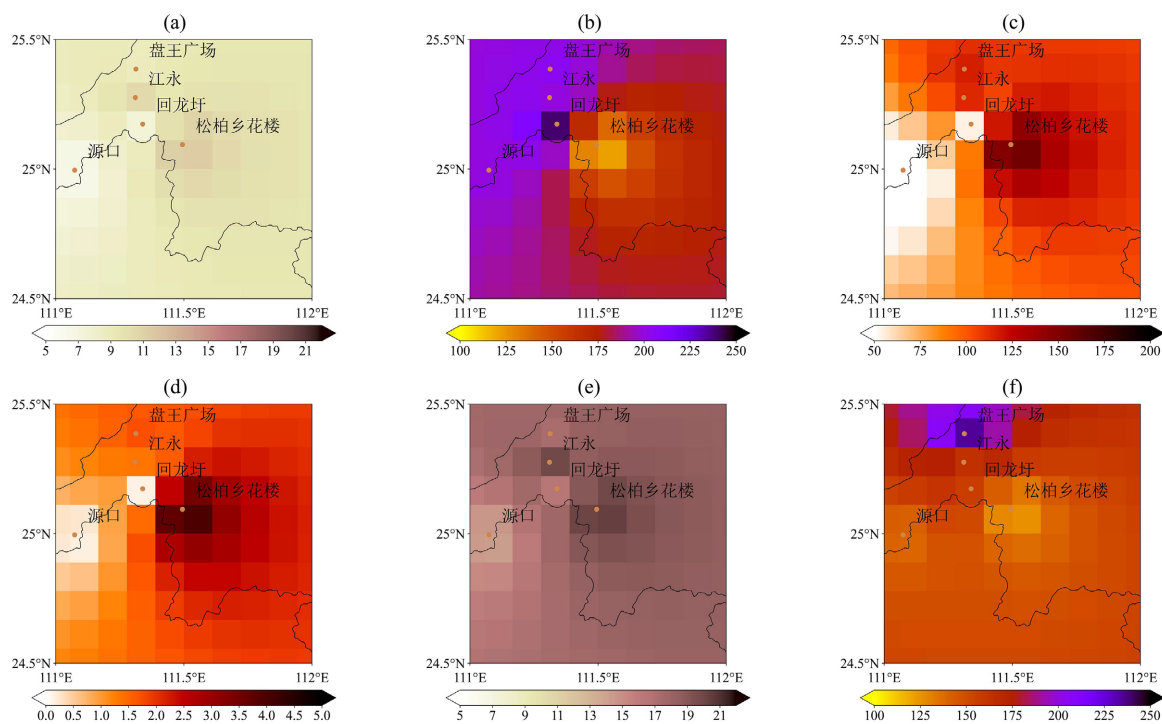


Figure 3. Jiangyong County from 2016 to 2023 a) maximum wind speed, b) date of maximum wind speed (year sequence day), c) number of days with maximum wind speed ≥ 5.0 m/s, d) number of days with maximum wind speed ≥ 10 m/s, e) maximum wind speed, f) date of maximum wind speed (year sequence day) and g) spatial distribution of average 2-minute wind speed

图 3. 2016~2023 年江永县 a) 最大风速、b) 最大风速出现日期(年序日)、c) 最大风速 ≥ 5.0 m/s 日数、d) 最大风速 ≥ 10 m/s 日数、e) 极大风速、f) 极大风速出现日期(年序日)和 g) 平均 2 分钟风速空间分布

从江永县大风事件的空间分布(图 3)上来看, 最大风速(图 3(a))整体呈现西南 - 东北递增的分布特征, 在花楼站附近形成高值区, 中心风速超过 12 m/s, 江永县本站附近形成次高值区, 中心风速超过 10 m/s。

最大风速出现日期(图 3(b))分布形势呈西北部偏晚,东南部偏早的分布趋势,花楼站最大风速日期出现最早,约为 103 (4 月 13 日附近),回龙圩站最晚,约为 240 (7 月 28 日附近)。最大风速 ≥ 5.0 m/s (图 3(c))和 ≥ 10 m/s 日数(图 3(d))分布形势类似,在源口站和回龙圩站附近形成低值区,在花楼站和江永本站附近形成高值区。极大风速(图 3(e))分布与最大风速分布有较高的一致性,极大风速出现日期(图 3(f))则表现为南低北高的分布格局,最低值出现在花楼站,为 117 (4 月 27 日附近),最高值出现在北部的盘龙广场站,为 238 (7 月 26 日附近)。

综上所述,江永县大风在春夏季更明显,全年均以偏北风为主,江永站和花楼站风速更大,出现大风的日期更早,北部地区大风事件发生频率高于南部地区。

4. 江地区一次强对流大风天气过程分析

4.1. 实况分析

2025 年 5 月 7 日至 8 日,在我国华中地区出现了一次较大范围的强对流天气过程(图 4),在湖南省北部沿长江流域形成东西向锋面雨带,在湖南省南部形成东北 - 西南向暖区对流雨带,雷暴大风沿双雨带呈条带状分布,以 8 级(17~25 m/s)风为主,在湖南省南部局地达 10 级(25~32 m/s),受南岭地形的影响,进一步加剧了气流的抬升和辐合,为雷暴大风的形成提供了充足的能量,且对流系统在湖南省南部移动速度减慢,维持时间较长,累积影响更为严重。

4.2. 环流形势

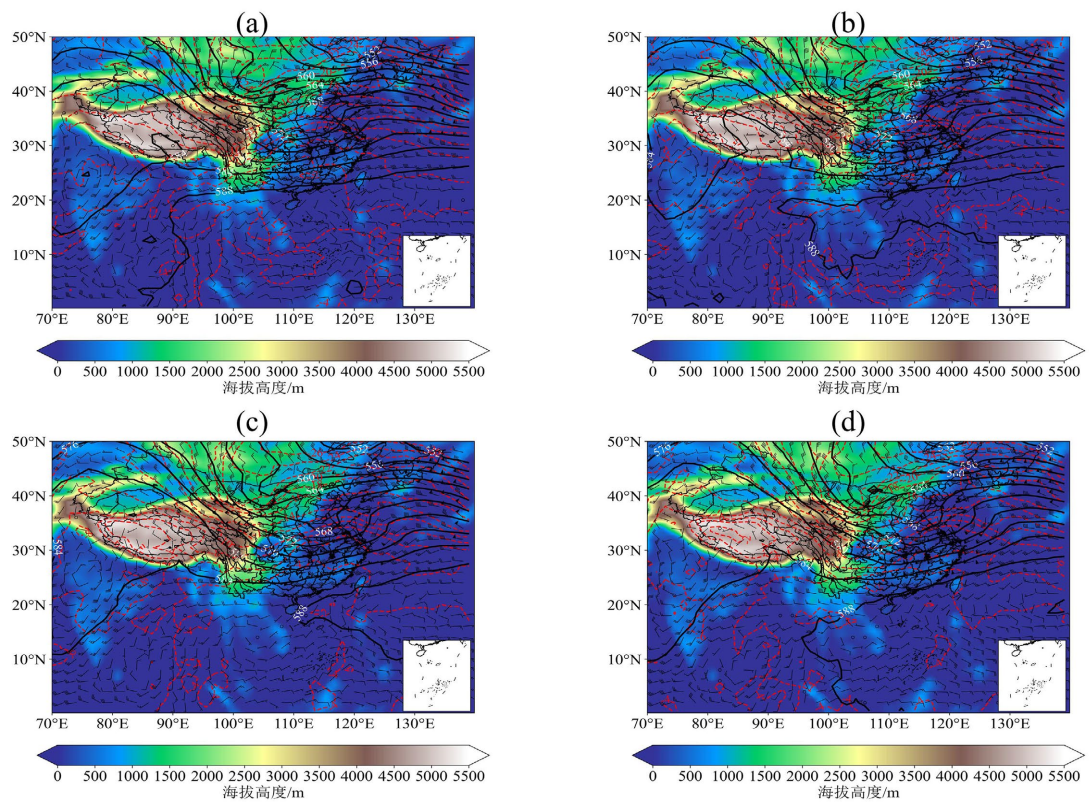


Figure 4. May 8, 2025 a) 11:00; b) 14:00; c) 17:00; d) 20:00 500 hPa geopotential height field (black solid line, unit: dagpm), temperature field (red broken line, unit: $^{\circ}\text{C}$) and wind field (wind plume, unit: m/s)
图 4. 2025 年 5 月 8 日 a) 11 时; b) 14 时; c) 17 时; d) 20 时 500 hPa 位势高度场(黑色实线, 单位: dagpm)、温度场(红色断线, 单位: $^{\circ}\text{C}$)及风场(风羽, 单位: m/s)

分析此次雷暴大风过程的环流特征。500 hPa 上, 8 日 11 时(图 4(a)), 中高纬度西风带受青藏高原地形强迫发生分支, 北支西风沿高原北缘东伸, 南支西风沿高原南缘绕过并在高原东侧汇合, 西太平洋副热带高压稳定西伸, 为华南地区提供较好的暖湿环境。青藏高原主体受高压脊控制, 东侧为低槽区, 江永县此时处于槽前, 受西南气流控制, 等高线、等温线较为密集, 梯度较大, 且温度槽落后于高度槽, 出现冷平流。至 8 日 14 时(图 4(b)), 中高纬槽加深、逼迫副高东退, 冷空气持续南下, 冷暖交汇带南压, 江永县从槽前逐步转为槽后, 槽后的西北气流与中低层暖湿气流形成不稳定层结, 是触发雷暴大风的重要机制。至 8 日 17 时(图 4(c)), 副高西伸北抬, 青藏高原东侧低槽持续东移, 暖湿气流北上显著, 冷暖交汇带北抬, 有利于雷暴大风天气的持续。至 8 日 20 时(图 4(d)), 槽脊、副高位置相对稳定, 冷暖平流配置维持, 强对流天气持续。综上所述, 本次雷暴大风天气过程发生在西风带槽脊波动配合副高西伸的高空环流背景下, 冷暖空气交汇, 500 hPa 西风急流与低层急流耦合, 增强对流发展, 为此次雷暴大风天气的形成提供了有利的动力及热力条件。

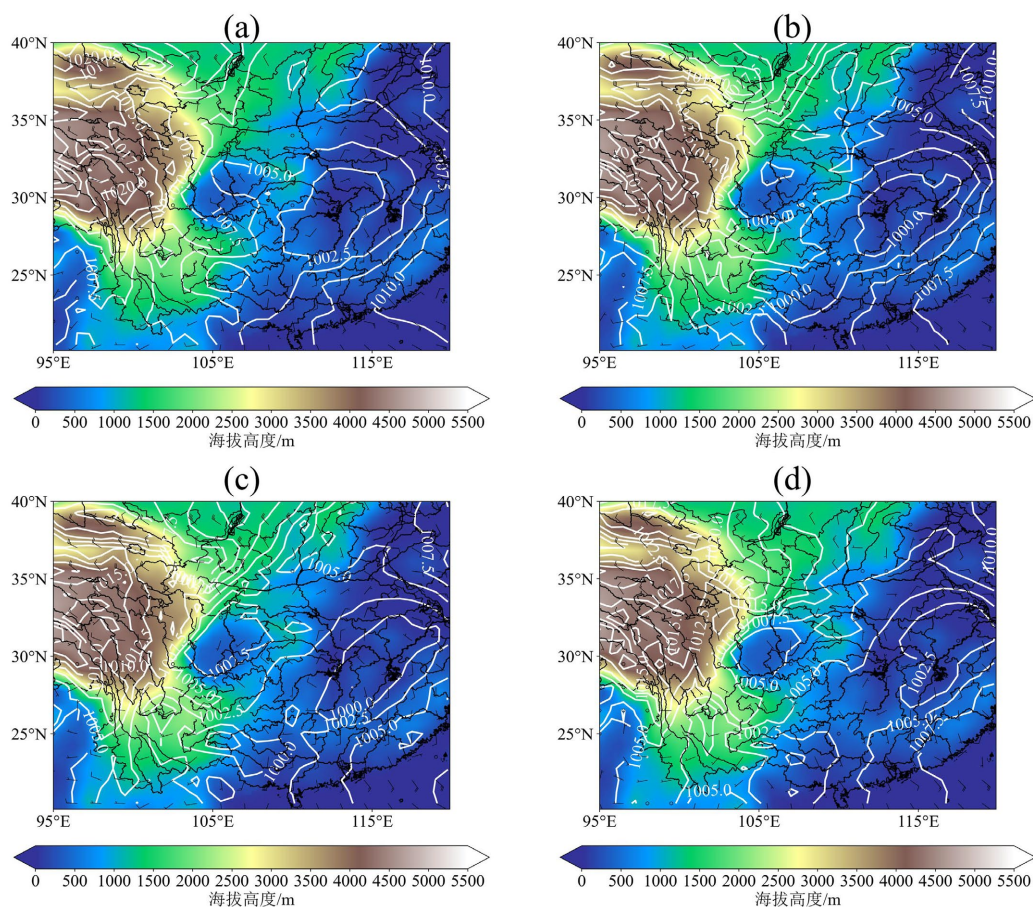


Figure 5. May 8, 2025 a) 11:00; b) 14:00; c) 17:00; d) Sea level pressure field at 20:00 (black solid line is surface pressure field, unit: hPa)

图 5. 2025 年 5 月 8 日 a) 11 时; b) 14 时; c) 17 时; d) 20 时海平面气压场(黑色实线为地面气压场, 单位: hPa)

地面形势上, 8 日 11 时(图 5(a)), 华中 - 华南地区为倒槽锋面系统, 低压中心位于湘赣交界, 湖南全省处于低压槽内, 湖南省北部气压梯度大, 南部梯度相对平缓, 为暖湿气流辐合区, 与低层西南急流耦合, 为雷暴大风天气提供持续的抬升条件。湖南省南部地处南岭山脉北麓, 西南暖湿气流在南岭北麓受地形强迫抬升, 形成强烈的上升运动, 同时冷空气南下与受地形遮挡的暖湿气流交汇, 形成强烈的垂直

风切变,为雷暴大风的形成提供了充足的能量。至8日14时(图5(b)),冷高压主体东移南压,冷空气进一步深入华中,地面低压中心东移至江西境内,湖南处于低压槽后部、冷高压前沿,气压梯度显著增强,在湖南省中部及北部地区气压梯度达最大,等值线密集,水平气压梯度力显著增大,对应地面梯度风加大(图4),冷空气下沉与雷暴下沉气流叠加,为雷暴大风提供了有利动力条件,由于湖南省南部部分地区呈典型的“喇叭口”地形,即开口向北,向南逐渐收窄,冷空气与强对流下沉气流进入时,气流在该区域辐合,风速进一步增大,加剧雷暴大风的致灾性。至8日17时(图5(c)),冷高压主体继续东移,冷空气全面控制湖南,地面低压中心进一步东移至福建、江西交界,湖南仍处于冷高压控制区,气压梯度自北向南减弱,湖南省北部气压梯度显著减小,南部仍维持一定梯度。至8日20时(图5(d)),冷高压主体全面控制华中、华南,地面低压系统完全东移出大陆,湖南省气压场趋于均匀,梯度显著减小,地面大风减弱,影响江永县的雷暴大风天气过程趋于结束。由以上分析可知,本次雷暴大风天气过程中,地面低压倒槽提供了持续的暖湿辐合与抬升条件,是对流发展的核心动力,冷高压南压带来的冷空气,增强了层结不稳定,是对流维持与增强的关键热力因子,二者的配置直接决定了本次过程强对流的时空分布,同时在湖南省中部及北部气压梯度较大,是雷暴大风的重要驱动因子,叠加雷暴下沉气流,形成极端大风,加之气流受地形扰动,进一步增加了雷暴大风的不确定性。

4.3. 动力条件

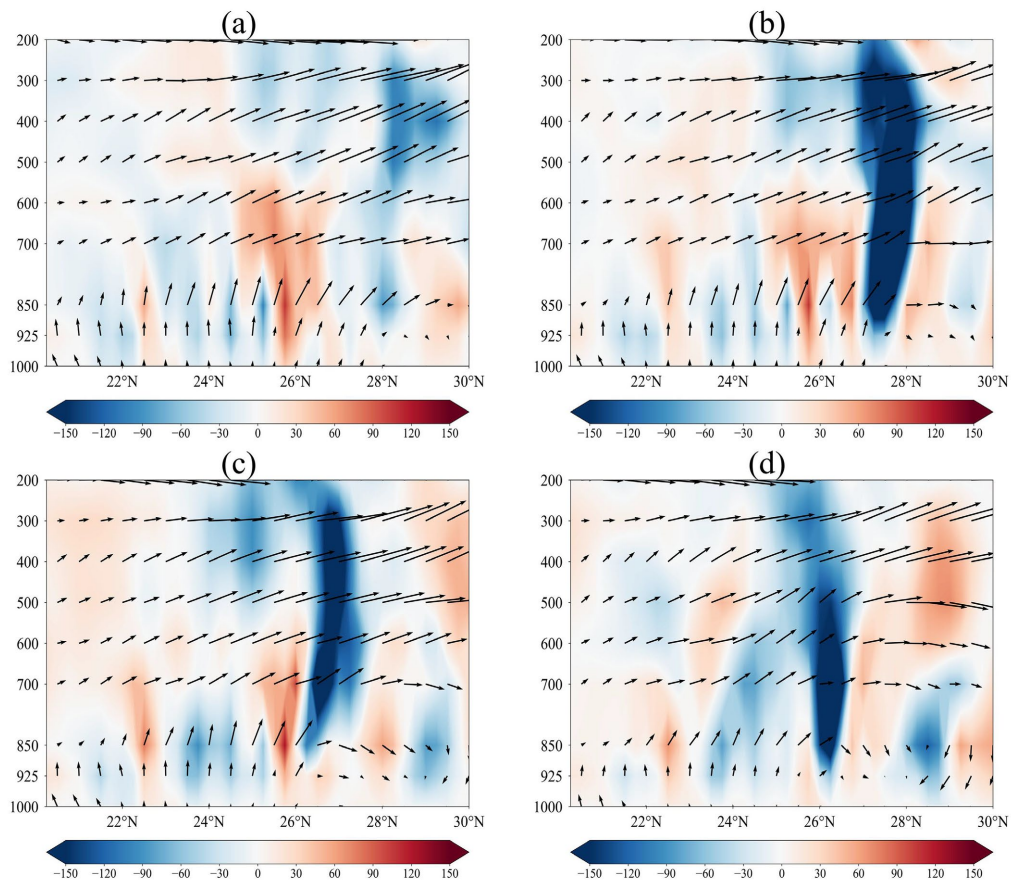


Figure 6. May 8, 2025 a) 11:00; b) 14:00; c) 17:00; d) vertical velocity field (Pa/s) and horizontal wind field (arrow, m/s) along 111.31°E altitude-longitude profile at 20:00

图6. 2025年5月8日 a) 11时; b) 14时; c) 17时; d) 20时垂直速度场(填色, 单位: Pa/s)及水平风场(箭头, 单位: m/s)沿 111.31°E 高度-经度剖面

进一步分析此次雷暴大风天气过程的动力条件, 8 日 11 时(图 6(a)), 江永县(25.25°N)附近, 700 至 850 hPa 上出现弱上升运动, 配合低层西南急流与中层偏西风的垂直切变, 预示强对流天气开始。至 8 日 14 时(图 6(b)), 江永县以北, 上升运动显著增强, 形成贯穿 1000 至 200 hPa 的深厚上升区, 中心强度超过 120 Pa/s , 受地形抬升影响, 上升运动加剧, 为雷暴大风天气的发生提供了核心动力抬升条件。至 8 日 17 时(图 6(c)), 上升运动中心区南压, 江永县上空维持强上升运动但强度有所减弱。至 8 日 20 时(图 6(d)), 在 925 至 500 hPa 上为上升运动核心区, 其范围进一步减小, 雷暴大风天气过程趋于结束。由此可知, 低层暖湿急流与中层干冷空气交汇激发的强烈垂直上升运动, 是江永县雷暴大风天气发生发展的主要原因, 且局地地形的强迫抬升作用加剧了对流层结不稳定性, 进一步促进了局地雷暴大风的发展。

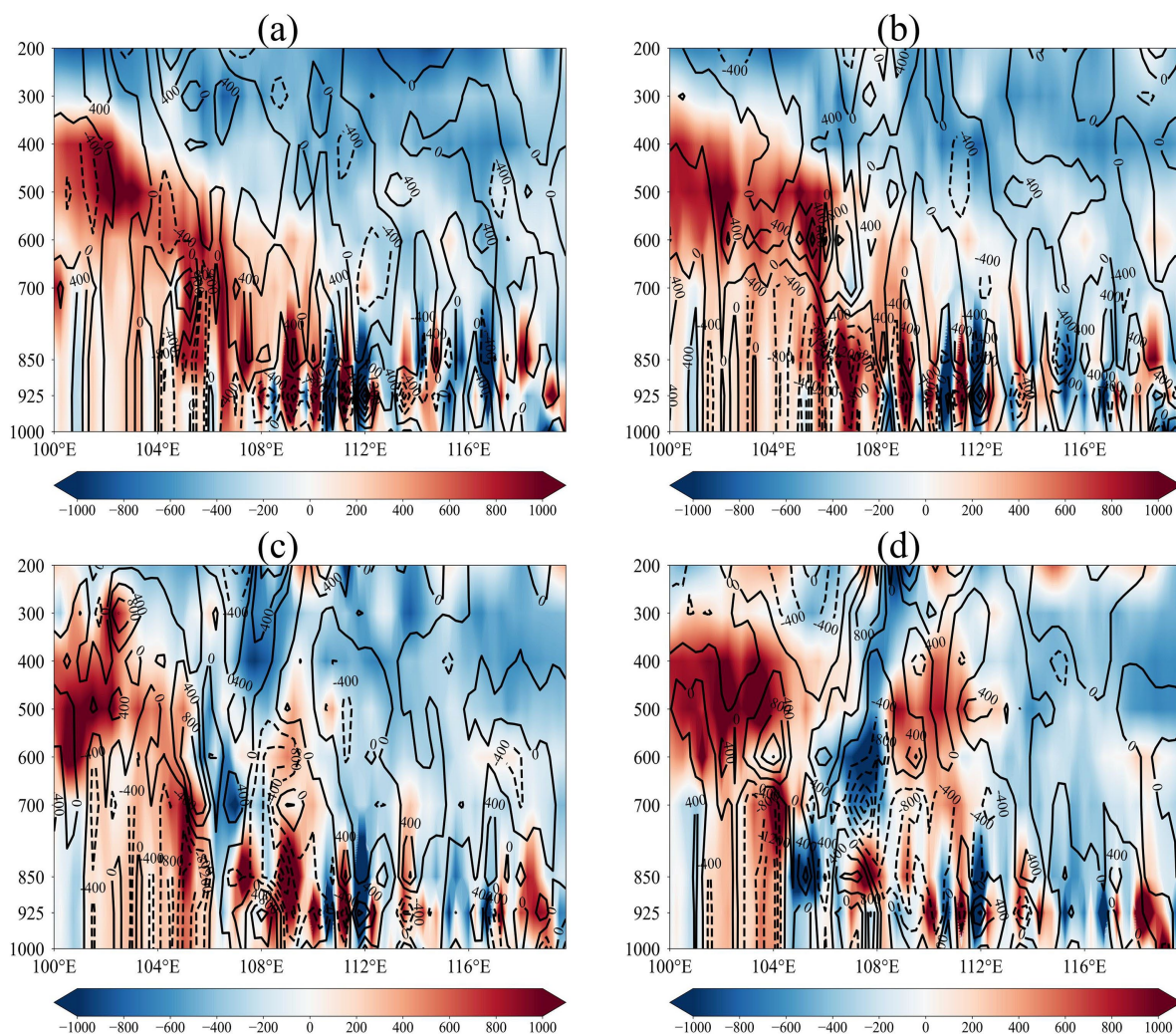


Figure 7. On May 8, 2025 a) 11:00; b) 14:00; c) 17:00; d) 20:00 vorticity field (fill color, unit: s^{-1}) and divergence field (isoline, unit: 10^{-5} s^{-1}) along 25.25°N height-latitude profile

图 7. 2025 年 5 月 8 日 a) 11 时; b) 14 时; c) 17 时; d) 20 时涡度场(填色, 单位: s^{-1})及散度场(等值线, 单位: 10^{-5} s^{-1})沿 25.25°N 高度 - 纬度剖面

进一步分析此次雷暴大风天气过程中涡度与散度的变化可知(图 7), 江永县在本次雷暴大风天气过程中呈现出典型的“辐合 - 辐散耦合”动力演变特征。8 日 11 时(图 7(a)), 江永县上空(111.31°E)呈低层强辐合, 中层弱辐散的垂直结构, 在低层 925~850 hPa 存在闭合的负散度区, 其中心值低于 $-600 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,

为雷暴大风提供初始的动力抬升条件。同时低层辐合区对应较为显著的正涡度带，中心值约为 $400 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ，且受局地地形与天气系统的共同作用，为对流发展积累能量。至 8 日 14 时(图 7(b))，在 925~700 hPa 形成低层强辐合区，其中心数值约 $-800 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ，高层 400~300 hPa 为强辐散区，其中心数值约 $600 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ，形成低层强辐合，高层强辐散的垂直配置。正涡度区较为深厚，从低层 1000~300 hPa 均为正涡度，其中心数值超过 $1000 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ，这一强力抽吸作用为江永县雷暴大风天气的持续发展提供了较为有利的动力条件。至 8 日 17 时(图 7(c))，低层辐合中心东移减弱，江永县上空高层辐散强度也显著减弱，且正涡度中心东移至 112°E 附近，意味着江永县上空对流上升运动的效率降低。至 8 日 20 时(图 7(d))，江永县上空大气转为下沉辐散，中心值约为 $200 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ，高层辐散消失，垂直方向上无显著动力抽吸作用，动力结构的崩塌意味着对流不稳定能量已被耗尽。江永县上空为弱负涡度区，表面气旋性旋转减弱，本次影响江永县的雷暴大风过程趋于结束。由此可知，低层强辐合与高层强辐散的垂直耦合是江永县雷暴大风天气爆发的决定性因子，而深厚正涡度柱的维持则增强了对流系统的稳定性与致灾性。

5. 江永县大风预报因子凝练

根据江永县大风事件特征，提取大风预报因子相关指标 4 项，分别为 200 和 850 hPa 散度差、925 hPa 全风速、200 和 850 hPa 全风速差和 500 hPa 位势高度，并根据线性回归方程得到发生大风事件时对应的预报因子阈值，如表 1 所示。从回归系数来看，200 和 850 hPa 散度差和 500 hPa 位势高度与江永县大风事件呈反向相关关系，925 hPa 全风速和 200 和 850 hPa 全风速差呈正向相关关系。当江永县发生 6 级以上大风时，200 和 850 hPa 散度差小于 $1.4342 \times 10^{-5}/\text{s}$ ，925 hPa 全风速大于 -21.8221 m/s ，200 和 850 hPa 全风速差大于 -19.2331 m/s ，500 hPa 位势高度低于 599.4651 dagpm，构成大风发生的有利条件。

Table 1. Gale forecast factors and thresholds in Jiangyong County

表 1. 江永县大风预报因子及阈值

	200 和 850 hPa 散度差	925 hPa 全风速	200 和 850 hPa 全风速差	500 hPa 位势高度
线性回归方程	$y = -0.0004x + 16.9007$	$y = 0.2117x + 15.4190$	$y = 0.1970x + 14.5887$	$y = -0.3241x + 205.0991$
阈值	1.4342×10^{-5}	21.8221	-19.2331	599.4651

6. 结论与讨论

本文利用江永县 1991~2023 年日降水站点资料、和 ERA5 再分析气象数据，统计分析江永县大风时空特征，通过个例揭示地形影响下的极端大风特征，并尝试凝练大风预报因子阈值，得出结论如下：

(1) 分析江永县大风的时空特征，发现大风在春夏季更明显，全年均以偏北风为主，江永站和花楼站风速更大，出现大风的日期更早，北部地区大风事件发生频率高于南部地区。

(2) 选取江永县典型雷暴大风过程，分析发现副热带高压和西风带槽脊波动，配合地面低压倒槽为此次雷暴大风过程提供了持续的暖湿辐合与抬升条件，较大的气压梯度叠加雷暴下沉气流，形成极端大风，加之气流受地形扰动，进一步增加了雷暴大风的不确定性。动力条件方面，低层暖湿急流与中层干冷空气交汇激发的强烈垂直上升运动和局地地形的强迫抬升作用加剧了对流层结不稳定性，进一步促进了局地雷暴大风的发展。

(3) 根据江永县大风事件特征，通过线性回归方程凝练大风预报因子阈值，当江永县发生 6 级以上大风时，200 和 850 hPa 散度差小于 $1.4342 \times 10^{-5}/\text{s}$ ，925 hPa 全风速大于 21.8221 m/s，200 和 850 hPa 全风速差大于 -19.2331 m/s ，500 hPa 位势高度低于 599.4651 dagpm，构成大风发生的有利条件。

基金项目

永州市气象局创新发展专项。

参考文献

- [1] 王一童, 王秀明. 春季强雷暴大风的雷达回波特征[J]. 海洋气象学报, 2026, 46(1): 117-127.
- [2] 王郭琪, 包家玲, 高铭祥, 等. 2012-2023 年岱山县低空环境风场的时空变化特征[J]. 气象水文海洋仪器, 2026, 43(1): 78-81.
- [3] 周明辉, 刘建洁. 光热水气候资源在江永县农业生产中的利用潜力分析[J]. 现代农业科技, 2010(17): 307-308+311.
- [4] 丘艳, 吕庆添, 周晨阳, 等. 江永县短时强降水气候特征及其影响因子分析[J]. 农业灾害研究, 2022, 12(3): 134-136.
- [5] 蔡骐超, 张春艳, 姚佳骏, 等. 绍兴南部山地雷暴大风特征与地形作用研究[J]. 暴雨灾害, 2026, 45(1): 103-110.
- [6] 陈晓欣. 中国大范围雷暴大风事件研究: 时空分布、环境背景和雷达回波特征[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国气象科学研究院, 2022.
- [7] 闫琳城, 张文娟, 张义军, 等. 南海雷暴大风时空分布及闪电和对流活动特征[J]. 应用气象学报, 2023, 34(4): 503-512.