暴雨灾害
Torrential Rain and Disasters
中国科技核心期刊
中国科技论文统计源期刊

2023年中国十大暴雨事件评选及过程简介

杨浩 吴翠红 彭涛 崔春光 王俊超 刘柯 胡泊

Selection of top ten heavy rainstorm events over China in 2023 and process introduction

YANG Hao，WU Cuihong，PENG Tao，CUI Chunguang，WANG Junchao，LIU Ke，Hu Po

在线阅读 View online: https://doi.org/10.12406/byzh.2024-089

您可能感兴趣的其他文章 Articles you may be interested in

2023年4月18日厦门暖区特大暴雨中尺度特征及低空急流的作用

Mesoscale characteristics and role of low-level jets in a warm-sector severe torrential rain event in Xiamen on 18 April 2023

暴雨灾害. 2024, 43(5): 521-531 https://doi.org/10.12406/byzh.2023-107

2021年4—10月我国主要暴雨天气过程简述

Major heavy rainfall events in China from April to October in 2021

暴雨灾害. 2024, 43(5): 617-626 https://doi.org/10.12406/byzh.2024-048

2020年4—10月我国主要暴雨天气过程简述

Major heavy rain events in China from April to October in 2020

暴雨灾害. 2021, 40(6): 675-686 https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-9045.2021.06.012

“23.7”河北罕见特大暴雨过程降水演变与中尺度特征分析

Analysis of precipitation evolution and mesoscale characteristics for a severe torrential rain event in Hebei from 29 July to 2 August 2023

暴雨灾害. 2024, 43(1): 1-12 https://doi.org/10.12406/byzh.2023-191

2019年4—10月我国主要暴雨天气过程简述

Major heavy rainfall events in China from April to October in 2019

暴雨灾害. 2020, 39(5): 539-548 https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-9045.2020.05.013

2021年中国降水异常气候特征及4次典型极端天气过程分析

Analysis of unusual climatic characteristics of precipitation and four typical extreme weather processes in China in 2021

暴雨灾害. 2022, 41(5): 489-500 https://doi.org/10.12406/byzh.2022-045

关注微信公众号，获得更多资讯信息

杨浩,吴翠红,彭涛,等.2025. 2023 年中国十大暴雨事件评选及过程简介[J].暴雨灾害,44(1):123−132. YANG Hao, WU Cuihong, PENG Tao, et al. 2025. Selection of top ten heavy rainstorm events over China in 2023 and process introduction [J]. Torrential Rain and Disasters,44(1):123−132 (in Chinese). doi:10.12406/byzh.2024−089

2023 年中国十大暴雨事件评选及过程简介

杨浩[1,2],吴翠红[1],彭涛[1,2],崔春光[1],王俊超[1],刘柯[1],胡泊[1]

(1. 中国气象局武汉暴雨研究所 中国气象局流域强降水重点开放实验室/暴雨监测预警湖北省重点实验室,武汉 430205; 2. 三峡国家气候观象台,宜昌 443099)

摘　要: 为提高公众对暴雨的关注,助力暴雨学科高质量发展,进一步补充中国在年度重大暴雨事件记录上的信息,从 2022 年开始,在中国气象学会支持下,中国气象局武汉暴雨研究所联合多家单位组织开展中国年度十大暴雨事件遴选活动。2023 年我国天气形势复杂,气候异常,暴雨洪涝和台风等极端事件频发,十大暴雨事件主要有以下特点: (1) 空间分布不均,华北、华南沿海和东北暴雨灾害性强,台风“杜苏芮”给京津冀、东南沿海和东北地区带来特大暴雨,海河、松花江等流域遭遇严峻汛情; (2) 过程连续降水量大、暴雨日数多,河北、吉林、广东、福建等地多个国家气象站的降水量和暴雨日数突破历史极值; (3) 2023 年的十大暴雨事件中,有 5 次过程受台风系统或减弱后的低压环流影响,其他暴雨事件的影响系统主要包括低空急流、低层切变线和高空槽。

关键词: 十大暴雨事件; 评选; 中国; 2023 年

中图法分类号: P426.6　　**文献标志码**: A　　**DOI:** 10.12406/byzh.2024−089

Selection of top ten heavy rainstorm events over China in 2023 and process introduction

YANG Hao[1,2], WU Cuihong[1], PENG Tao[1,2], CUI Chunguang[1], WANG Junchao[1], LIU Ke[1], Hu Po[1]

(1. *China Meteorological Administration Basin Heavy rainstormfall Key Laboratory/Hubei Key Laboratory for Heavy rainstorm Monitoring and Warning Research*, *Institute of Heavy rainstorm*, *China Meteorological Administration*, *Wuhan* 430205; 2. *Three Gorges National Climatological Observatory*, *Yichang* 443099)

Abstract: In order to raise the public's attention to rainstorm, show the leading role of the national meteorological research institute in the professional field, support the national rainstorm forecasting business service, help the high-quality development of rainstorm discipline, and fill the gap in China's annual major rainstorm event records, from 2022, with the support of the Chinese Meteorological Society, Wuhan Institute of Heavy rainstorm organized the selection of China's annual top ten heavy rainstorm events. In 2023, the weather situations and climate states over China are complex and abnormal, the extreme events such as rainstorm, flood and typhoon occur frequently. The main characteristics of the top ten heavy rainstorm events are as follows. (1) The spatial distributions are uneven. The rainstorm disasters in the coastal areas of North China, South China and Northeast China are serious, and the Haihe River and Songhua River basins suffer severe floods. (2) These rainstorm processes have large continuous precipitation and number of rainstorm days. Many national meteorological stations in Hebei, Jilin, Guangdong, Fujian broke the historical extreme value. (3) Typhoon, trough, vortex and low-level shear line are the main weather systems which lead to rainstorm events.

Key words: top ten heavy rainstorm events; evaluation indices; China; 2023

引　言

大暴雨及特大暴雨是最严重的天气灾害之一,可导致洪水、山体滑坡、基础设施破坏和人员伤亡(WMO, 2009)。中国是人口和经济大国,同时也是饱受暴雨洪涝灾害侵扰的国家之一(丁一汇, 2008; 胡晔等, 2021)。由于特殊的地理位置,中国气候主要受

收稿日期: 2024−05−10; **定稿日期**: 2024−09−29

资助项目: 国家重点研发计划项目 (2023YFC3007700); 国家自然科学基金项目 (42230612); 湖北省自然科学基金项目 (2022CFD011, 2023CFD120); 中国气象局流域强降水重点开放实验室基金项目 (2023BHR-Y02); 中国气象局武汉暴雨研究所基本科研业务费专项基金项目 (202405)

第一作者: 杨浩,主要从事极端天气气候研究。 E-mail: yanghao0202@126.com

通信作者: 吴翠红,主要从事灾害性天气预报技术研究。 E-mail: 475211219@qq.com

© Editorial Office of *Torrential Rain and Disasters*. OA under CC BY−NC−ND 4.0

东亚季风的影响, 天气气候复杂多变, 降水时空分布不均, 常常引发洪涝灾害; 自 1990 年起, 中国极端天气事件频率和强度都显著增加 (Li and Chen, 2020; Cao et al., 2021), 由此导致的洪水灾害更加频繁, 造成的损失也越来越严重 (Shi et al., 2023; 张井勇等, 2023)。2020 年汛期长江流域累计降水量仅次于 1954 年, 是一次典型的超强梅雨年, 在总降水量、持续时长及雨强等方面均具有明显的极端性特征 (Ding et al., 2021; Yang et al., 2024)。2021 年“21.7”河南极端暴雨、“8.22”湖北随州强降水和长江中上游超强“华西秋雨”均引起了社会广泛关注 (杨浩等, 2022; Wang et al., 2022)。2023 年京津冀和东北地区暴雨更是造成了重大生命财产损失 (杨晓亮等, 2024)。

全球气候变化是极端天气不稳定性加剧的根本原因 (Yang et al., 2022)。大量的科学研究和证据表明, 暴雨等极端气象灾害的严重程度和出现频率均在不断刷新纪录 (黄垭飞等, 2021; 张江涛等, 2023)。在当前全球气候变化背景下, 极端天气气候事件发生的环境条件均发生了不同程度的改变, 天气系统和极端天气事件的位置、强度也发生着变化 (Chen et al., 2015; Fu et al., 2016)。气象监测显示温室气体在大气中浓度不断升高, 表明人为活动排放的温室气体还在不断增加 (Georgescu et al., 2022), 由此引发的极端天气过程可能会更加频繁。2023 年全国平均气温 (10.71 ℃)和全球平均气温 (14.98 ℃) 均为有观测记录以来的历史第一高, 因此需要对 2023 年的极端强降水过程进行深入的研究探索。

在全民范围中推广、认识和理解气候异常成因, 对于防灾减灾具有重要意义。国家气候中心早在 2002 年开始总结介绍年度十大极端天气气候事件 (祝昌汉等, 2003)。中国气象局自 2008 年开始对外发布国内年度十大天气气候事件 (崔洁, 2008), 事件涵盖干旱、洪涝、高温热浪、极端强降水、台风等多种天气气候类型, 该评选活动已成为中国气象局加强气象防灾减灾科普宣传的一项活动。但针对典型暴雨事件的评估仍局限于某个区域 (郑国等, 2011), 并且仅存在于理论研究层面 (裘祝香, 2009), 还没有面向公众的、覆盖全国范围的、标准一致的典型暴雨事件评选推广活动。2022 年中国气象学会联合中国气象局武汉暴雨研究所、湖北省公众气象服务中心共同发起中国年度十大暴雨事件评选活动, 这也能从一个重要角度反映出当年我国的暴雨概况和人们对极端强降水事件关注的程度。Li 等 (2023) 评选总结了 2022 年中国十大暴雨事件, 本文利用国家级气象观测站点降水数据和 ERA5 的再分析资料对 2023 年十大暴雨事件的降水过程和环流背景形势进行分析, 简要介绍暴雨特征、环流背景及受灾情况, 为深入了解中国极端强降水事件提供科学参考。

1 典型暴雨事件评选

1.1 全国重大暴雨天气过程征集

以往对重大暴雨过程的选取主要考虑暴雨的区域范围、降水强度、人员伤亡、社会经济财产损失等因素 (牛叔超等, 2000)。为鼓励更多气象工作者、社会公众积极参与重大暴雨天气过程的评选, 此次评选活动对初选的条件进行简化。2023 年初通过中国气象局官网 (https://www.cma.gov.cn/2011zwxx/2011ztzgg/202304/t20230403_5417254.html) 发布征集条件: (1) 区域性暴雨天气过程; (2) 局地出现的极端暴雨天气过程; (3) 具有高影响力的暴雨过程。截止 2023 年底共收集到 71 份暴雨天气过程信息。由于征集到的暴雨过程存在重合等情况, 经过天气预报员筛选整理并参考国家气象中心制作的“2023 年全国大范围降雨过程纪要表”(国家气象中心, 2023), 初步整理出 35 次重大暴雨天气过程。

1.2 全国典型暴雨事件遴选流程

为达到实际工作中暴雨过程的评估目的, 在 2022 年中国典型暴雨事件评选中, Li 等 (2023) 建立了一套以气象观测数据为基础的评估流程 (图 1), 为遴选典型暴雨事件提供最初的参考依据, 评估指标

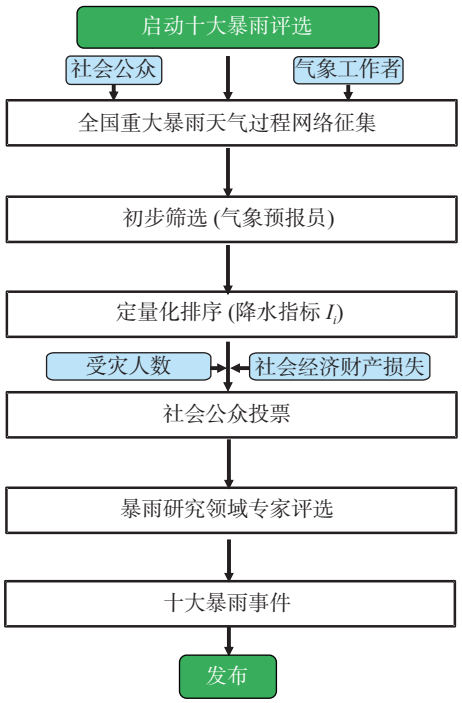


图 1 全国十大暴雨事件评选发布流程图 (Li et al., 2023)

Fig. 1 The flow chart of top ten heavy rainstorm events selection and release in China (Li et al., 2023)

包括暴雨过程中的暴雨平均降水量 (I_a)、区域最大日降水量 (I_b) 和暴雨发生范围 (I_c), 将这三个指标进行综合考虑, 确定总指标 (I)。

通过总指标 I 对 35 次重大暴雨过程进行排序 (I_i, i=1,2, 3,⋯, 35), 选取排名靠前的 20 次重大暴雨过程。从应急管理部收集到 20 次暴雨过程的人员伤亡和社会经济财产损失数据, 将上述信息对外发布, 通过“湖北气象”微信公众号开展投票。最后经过全国暴雨研究领域多位知名专家的评选, 确定年度十大暴雨事件 (按专家投票数进行降序排列) (表 1)。评选出的十大暴雨事件将作为中国《暴雨年鉴》编撰的参考内容之一。

表 1 2023 年中国十大暴雨事件概况

Table 1 The top ten heavy rainstorm events over China in 2022

序号	暴雨事件	时间/北京时	影响天气系统	暴雨中心及其过程降水量/mm	小时降水量/mm			
					1 h	3 h	6 h	24 h
1	“23.7”华北特大暴雨	7月29—8月1日	台风残余低压环流及低空急流	河北邢台临城县 1 003	73.5	135.3	177.3	587.8
2	江南暴雨	6月21—25日	低涡切变线和低空急流	广东清远等地 450 ~ 591	68.4	110.6	144.9	393.2
3	粤港澳暴雨	9月3—13日	台风“海葵”及残余环流	粤港澳等地 400 ~ 902	89.2	215.3	302.8	646
4	闽浙暴雨	7月26—29日	台风“杜苏芮”系统	福建莆田浙江温州等地 350 ~ 846	104.4	205.7	234.8	607
5	劳动节南方暴雨	5月2—7日	江淮气旋、切变线和西南急流	江西福建等地 300~460	76.1	94.3	145.1	342.3
6	南方梅雨期暴雨	6月16—20日	低空急流、低层切变线	苏、鄂、粤、桂等地 300 ~ 384	70.1	141.2	182.4	271.3
7	台风“三巴”暴雨	10月17—22日	台风“三巴”及残余环流	广西北海局地 842	101.5	182.5	267.8	494
8	东北残余台风暴雨	8月1—5日	台风“杜苏芮”残余低压环流	吉林舒兰局地 501	16.3	46.4	53.2	213.4
9	盛夏中东部暴雨	8月25—28日	高空槽、低涡切变线和江淮气旋	鄂、苏、湘、皖等地 200 ~ 327	104.8	151.9	174.6	230.1
10	3月南方暴雨	3月20—25日	高空短波槽、低涡切变线和西南急流	湘、赣、闽等地 260 ~ 297	44.2	61.7	82.7	177.7

注: 暴雨事件起止日期参考国家气象中心制作的“2023年全国大范围降雨过程纪要表”(国家气象中心, 2023); 暴雨中心过程降水量为中心站起止日08:00—08:00累积降水量。

2 2023 年十大暴雨事件概述

2.1 2023 年全国暴雨特征

2023 年全国暴雨 (日降水量≥50.0 mm) 站日和日降水量极端事件均较常年偏多。全国出现暴雨共 6 536 站日, 有 261 个站日降水量达到极端事件监测标准, 其中, 河北、山西、陕西、江苏、湖南、福建、广东等地 55 个站突破历史极值, 福建福州 (395.9 mm)、长乐 (385.1 mm)、广东番禺 (361.9 mm) 日降水量超过 350 mm。全国共 47 个站连续降水量突破历史极值, 主要分布在黑龙江、内蒙古、北京、河北、陕西、福建、新疆等地, 广西北海连续降水量达 769.7 mm。华北、吉林、广东和重庆等地的暴雨日数较常年偏多 1~3 d, 安徽、江西、福建等地偏少 1~3 d。全国日降水量极端事件站次比为 0.13, 较常年偏多 (竺夏英等, 2024)。

整体来看, 2023 年我国出现区域暴雨过程 37 次, 暴雨洪涝、台风灾害偏重, 汛期暴雨致灾性强。在六大区域中, 华北、东北和西北降水量偏多, 长江中下游、西南和华南降水量偏少; 在七大江河流域中, 除珠江流域、长江流域和辽河流域降水量偏少外, 其他流域降水量均偏多 (国家气候中心, 2024)。

2.2 2023 年十大暴雨事件简介

表 1 为 2023 年中国十大暴雨事件的过程降水量及影响系统等信息。7 月 29 日—8 月 1 日的京津冀

特大暴雨成为 2023 年全国十大暴雨事件之首，此次过程京津冀多个台站降水量打破历史记录，其中河北临城过程总降水量达 1 003 mm，相当于当地两年总降水量。此次事件也是造成人员伤亡和经济损失最大的过程 (表 2)。2023 年十次事件中，有 5 次过程受台风直接或间接影响，其他相关信息见表 1 和表 2。

表 2 2023 年中国十大暴雨事件受灾情况及相关新闻报道

Table 2 The disaster and related news reports of top ten heavy rainstorm events over China in 2023

序号	暴雨事件	受灾和伤亡、失踪人数	经济损失/亿元	相关新闻报道(报道链接)
1	“23.7”华北特大暴雨	268万人受灾、4人死亡	1 157	“杜苏芮”挺进太行山脉造成京津冀罕见暴雨 (https://www.cma.gov.cn/wmhd/2011wzbft/2011wftzb/202307/t20230729_5681137.html)
2	江南暴雨	76万人受灾	11	低空急流将“烟雨江南”变“暴雨江南” (https://www.chinanews.com.cn/sh/2023/06-25/10030920.shtml)
3	粤港澳暴雨	121万人受灾、7人死亡	69	台风“海葵”滞留，粤港澳“世纪暴雨” (https://new.qq.com/rainstorm/a/20230917A007S400)
4	闽浙暴雨	169万人受灾、4人死亡	92	强台风“杜苏芮”携风雨登陆闽浙 (http://www.chinanews.com.cn/sh/2023/07-28/10051348.shtml)
5	劳动节南方暴雨	123万人受灾	21	劳动节南方暴雨破5月历史记录 (https://news.ifeng.com/c/8Ph1XYrRm9D)
6	南方梅雨期暴雨	227万人受灾	34	梅雨季叠加“龙舟水”，多省遭遇暴力梅 (https://finance.eastmoney.com/a/202306192756186121.html)
7	台风“三巴”暴雨	74万人受灾	32	台风“三巴”致华南狂风暴雨 (https://www.toutiao.com/article/7285730429204775439/)
8	东北残余台风暴雨	117万人受灾、17人死亡、2人失踪	163	冷空气配合残余“杜苏芮”降水东北地区 (https://www.163.com/dy/article/IB9BQVLE0553RLU6.html)
9	盛夏中东部暴雨	97万人受灾、1人死亡、1人失踪	16	江淮气旋引发中东部暴雨 (https://baijiahao.baidu.com/s?id=1775115582974971879)
10	3月南方暴雨	2万人受灾	0.6	南方首场大范围暴雨缓解冬春旱情 (https://finance.sina.com.cn/jjxw/2023-03-24/doc-imymyuvw2981746.shtml)

说明：受灾人数、经济损失数据来自中国气象局气象灾害管理系统(10.1.64.146/disaster/index)。

3 2023 年十大暴雨事件

下面利用国家气象信息中心 (http://10.1.64.154/idata/web/weatherchart/index) 提供的国家级气象观测站点降水数据和 ERA5 再分析资料对十大暴雨事件的强降水和环流背景形势进行分析。

3.1 事件 1—“23.7”华北特大暴雨

7 月 29 日—8 月 1 日，受台风“杜苏芮”残余低压环流、低空急流影响 (图 2a)，北京西南部，河北中部和西南部等地累计降水量 350 ~ 600 mm，局地 700 ~ 800 mm，最大累计降水量达 1 003 mm (河北邢台临城县)；100 mm 以上降雨面积 17×10^4 km^2 (图 2b)。河北、北京 14 个国家级气象观测站点日降水量突破历史极值，26 个国家级气象观测站点 3 d 累计降水量突破历史极值，24 h 最大降水量发生在北京霞云岭，587.8 mm。过程强度超过了华北历史上三次极端暴雨过程 (1996 年“96.8”、2012 年“7.21”和 2016 年“7 月 18—20 日”) (张江涛等, 2023)。

3.2 事件 2—江南暴雨

6 月 21—25 日，受低涡切变线和低空急流影响 (图 3a)，湖南中南部、江西中北部、福建西北部和沿海地区、浙江中西部、上海、江苏东南部及云南西部和东南部、贵州南部、广西、广东北部等地部分地区累计降水量 100 ~ 200 mm，湖南永州和郴州，江西抚州和鹰潭，福建南平，浙江衢州，上海奉贤，云南德宏，广西桂林、河池和贵港，广东清远和韶关等局地 250 ~ 400 mm，广东清远局地 450 ~ 591 mm；100 mm 以上降雨覆盖面积为 48×10^4(图 3b)。广东、浙江、上海、江苏 8 个国家级气象观测站点日降水量突破 6 月极值，广东清远英德站日降水量 (393.2 mm) 突破历史极值。

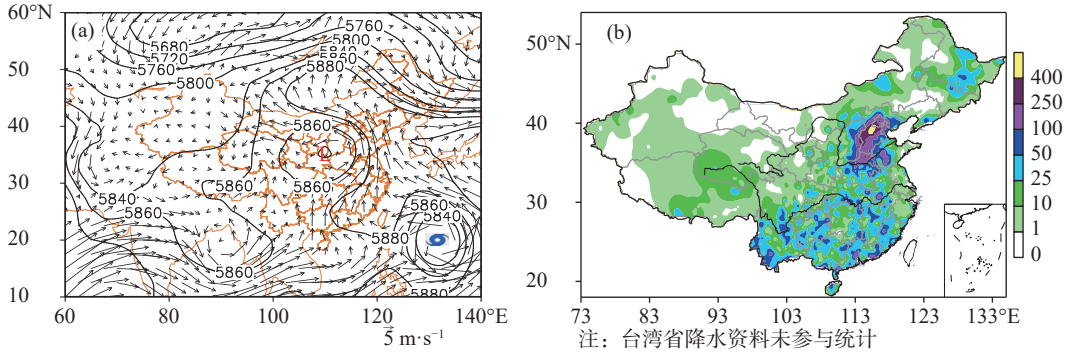


图 2 2023 年 7 月 30 日 500 hPa 位势高度 (等值线, 单位: gpm) 和 850 hPa 风场 (箭头) (a) 和 7 月 29 日—8 月 1 日累积降水量 (b, 单位: mm) (“L”表示低压中心, 表示台风, 下同)

Fig. 2 The distribution of (a) atmospheric circulation 500 hPa geopotential height (contours, unit: gpm) and 850 hPa winds (vectors, unit: m·s^{-1}) on 30 July and (b) total precipitation (unit: mm) over China from 29 July to 1 August in 2023 (The “L” indicate low pressure centers, indicates typhoon, the same below)

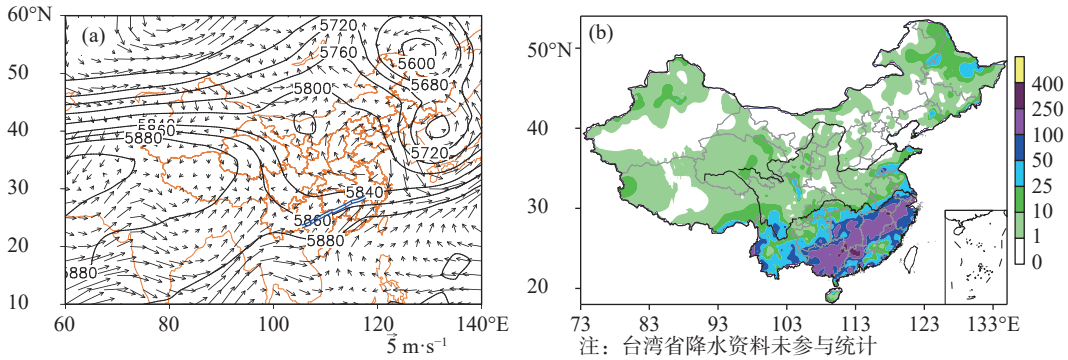


图 3 同图 2, 但为 2023 年 6 月 21—25 日暴雨过程 (蓝色双实线表示 850 hPa 切变线, 下同)

Fig. 3 Same as Fig. 2, but the time from 21 to 25 June 2023 (The blue double line indicates wind shear, the same below)

3.3 事件 3—粤港澳暴雨

9 月 3—13 日, 受台风“海葵”及残余环流影响 (图 4a), 福建东部、广东南部、广西东部和南部、海南、湖南南部、江西南部及澳门等地累计降水量 100 ~ 300 mm, 福建东部、广东中西部、广西南部、香港等地部分地区 400 ~ 902 mm (图 4b)。海葵 9 月 4 日先后登陆福建和广东, 随后在广东境内滞留。此次过程有三个远超预期: 第一是在福建的暴雨强度远超预期, 特别是福州的特大暴雨, 为有气象纪录以来最强; 第二是在广东陆地上的加强超预期。在制造福建特大暴雨后, 9 月 6 日白天“海葵”云系已经散乱, 但仅仅半天后, 9 月 6 日夜间起“海葵”在广东陆地加强, 9 月 7 日下午起, 珠三角遭遇历史罕见的特大暴雨, 其中深圳的特大暴雨打破了七项纪录, 最大 2 h 滑动降水量 (盐田区正坑 195.8 mm)、最大 3 h 滑动降水量 (盐田区正坑 246.8 mm)、最大 6 h 滑动降水量 (罗湖区东门 355.2 mm)、最大 12 h 滑动降水量 (罗湖区小梧桐 465.5 mm)、最大 24 h 滑动降水量 (罗

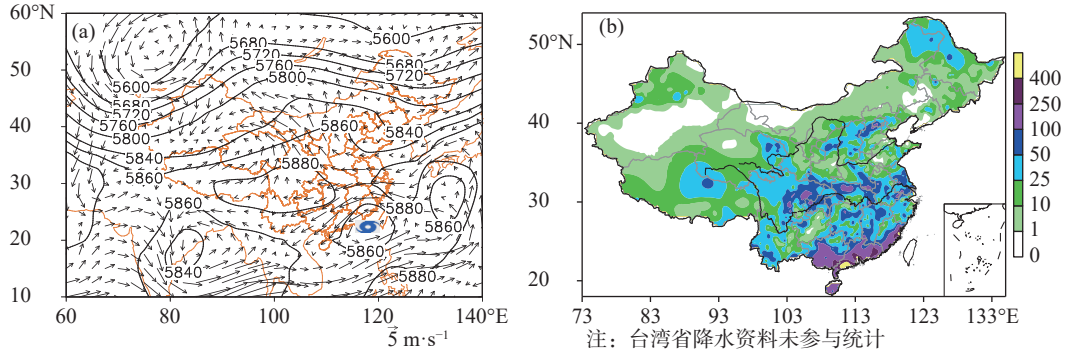


图 4 同图 2, 但为 2023 年 9 月 3—13 日暴雨过程

Fig. 4 Same as Fig. 2, but the time from 3 to 13 September 2023

湖区小梧桐 559.6 mm)、最大 48 h 滑动降水量 (罗湖区小梧桐 615.4 mm)、最大 72 h 滑动降水量 (罗湖区小梧桐 616.4 mm), 为 1952 年以来当地的最大暴雨, 堪称世纪暴雨; 第三是生命力之顽强远超预期。大多数台风都会在登陆后 2 d 内消散, 但“海葵”历经台湾中央山脉削弱, 经过福建广东丘陵的长久摩擦, 历经 8 d 以上仍未消散, 9 月 10 日再次组织起螺旋雨带, 导致粤西和珠三角再降大暴雨到特大暴雨。海葵的超长持续时间, 以及在珠三角的陆地加强, 是之前从未有过的。

3.4 事件 4——闽浙暴雨

7 月 26—29 日, 受强台风“杜苏芮”影响 (图 5a), 福建东部、浙江东部等地部分地区累计降水量达 100 ~ 250 mm, 福建莆田、福州、宁德, 浙江温州、丽水、台州、宁波等地累计降水量 350 ~ 846 mm (图 5b), 24 h 最大降水量发生在浙江莆田, 为 607.0 mm, 福建东部、浙江东部等地部分地区出现 8 ~ 10 级阵风, 局地 11 ~ 15 级。

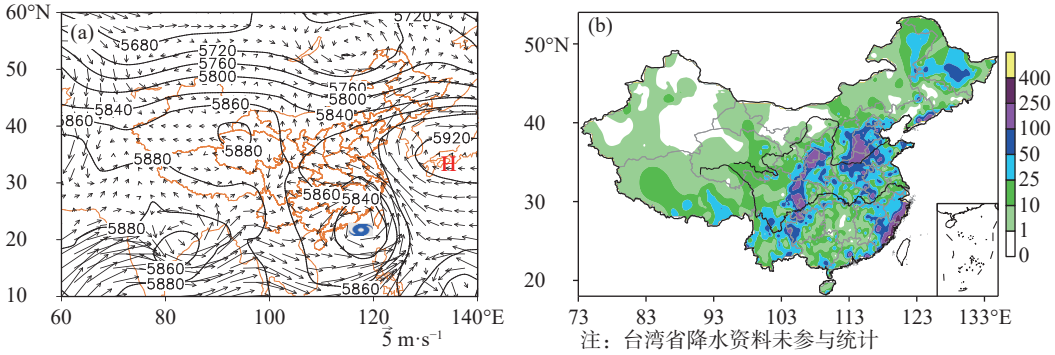


图 5 同图 2, 但为 2023 年 7 月 26—29 日暴雨过程 (图中“H”表示高压中心, 下同)

Fig. 5 Same as Fig. 2, but the time from 26 to 29 July 2023 (The “H” indicates high pressure centers, the same below)

3.5 事件 5—劳动节南方暴雨

5 月 2—7 日, 受江淮气旋、切变线和西南急流影响 (图 6a), 华中、华东地区出现强降雨及强对流天气过程, 河南中部、安徽北部、江苏中部、江西中部、湖南北部和东南部、重庆北部及福建北部和南部等地部分地区累计降水量达 100 ~ 150 mm, 江西中部、福建西部和南部累计降水量 200 ~ 280 mm, 江西抚州、吉安、宜春及福建南平、厦门达 300 ~ 460 mm (图 6b); 江西、福建、安徽、上海、江苏、河南等地共 20 个国家级气象观测站点日降水量突破 5 月历史极值。上述部分地区最大小时降水量 40 ~ 88 mm, 并伴有 8 ~ 10 级雷暴大风, 24 h 最大降水量发生在江西宜黄, 为 342.3 mm。

3.6 事件 6—南方梅雨期暴雨

6 月 16—20 日, 受低涡切变线和低空急流影响 (图 7a), 江苏南部、上海、浙江东北部、安徽中部、河南南部、湖北、江西北部、湖南北部、重庆中北部、四川东北部、贵州中部、云南东部及广西东部和南部、广东中南部、福建西北部和东南部等地部分地区累计降水量 100 ~ 250 mm, 江苏镇江、常州和苏州, 湖北黄冈, 贵州安顺, 广西防城港, 广东茂名、阳江和江门等局地 300 ~ 384 mm; 100 mm 以上降雨覆盖面积为 26×10^4 km^2 (图 7b), 24 h 最大降水量发生在江苏句容, 为 271.3 mm。

3.7 事件 7—台风“三巴”暴雨

10 月 17—22 日, 受台风“三巴”及减弱后的热带

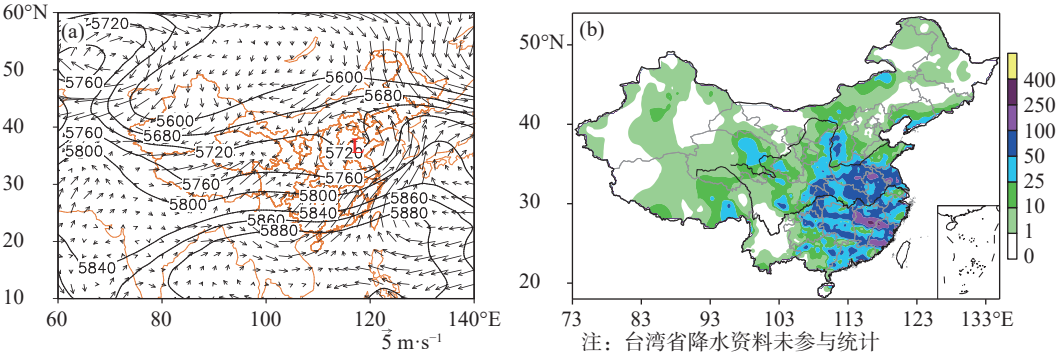


图 6 同图 2, 但为 2023 年 5 月 2—7 日暴雨过程

Fig. 6 Same as Fig. 2, but the time from 2 to 7 May 2023

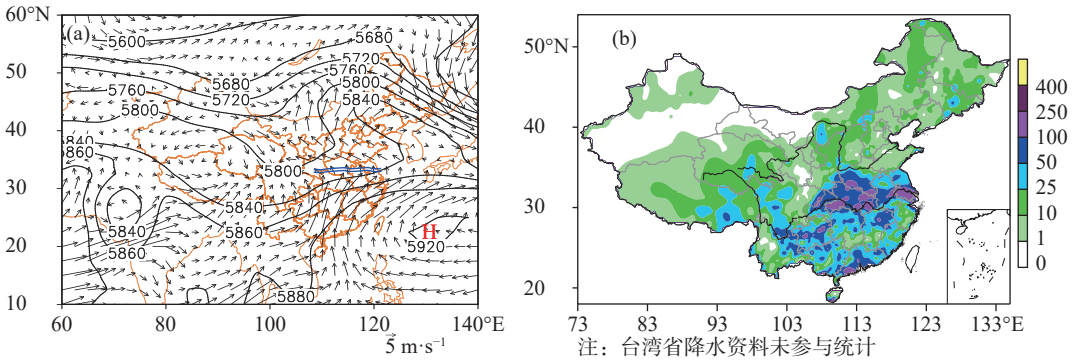


图 7 同图 2, 但为 2023 年 6 月 16—20 日暴雨过程

Fig. 7 Same as Fig. 2, but the time from 16 to 20 June 2023

低压及残余环流影响 (图 8a), 广东西部、广西东南部、海南岛中东部等地累计降水量 100 ~ 300 mm, 广东茂名、湛江、阳江、云浮和广西玉林、北海、钦州等地部分地区 350 ~ 677 mm, 广西北海局地达 842 mm (图 8b), 24 h 最大降水量发生在广西北海, 494.0 mm。台风“三巴”登陆强度较弱、结构松散, 但是进入北部湾后滞留时间长, 其北侧倒槽与南下的冷空气结合, 充沛的水汽条件叠加动力抬升, 以及冷暖空气交汇产生的对流能量, 使得广西东南部和广东雷州半岛等局地出现极端降水。

3.8 事件 8—东北残余台风暴雨

8 月 1—5 日, 受台风“杜苏芮”残余低压环流影响 (图 9a), 东北大部地区累计降水量超过 50 mm, 其中黑龙江齐齐哈尔、绥化、哈尔滨、牡丹江, 吉林松原、长春、四平、吉林, 辽宁抚顺、大连等地降水量 150 ~ 330 mm, 吉林舒兰局地 501 mm (图 9b), 24 h 最大降水量发生在黑龙江龙凤山, 为 213.4 mm。其中 2 日, 内蒙古 (呼伦贝尔鄂温克族自治旗 87.3 mm)、黑龙江 (牡丹江海林 106.1 mm)、吉林 (四平孤家子 144.9 mm) 共 3 个国家级气象观测站点日降水量突破历史极值。

3.9 事件 9—盛夏中东部暴雨

8 月 2—28 日, 受高空槽、低涡切变线和江淮气旋影响 (图 10a), 四川东北部、重庆北部和西部、陕西

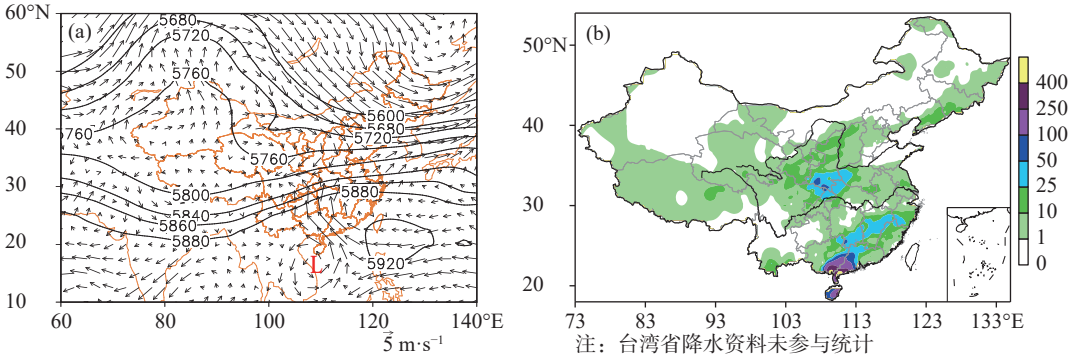


图 8 同图 2, 但为 2023 年 10 月 17—22 日暴雨过程

Fig. 8 Same as Fig. 2, but the time from 17 to 22 October 2023

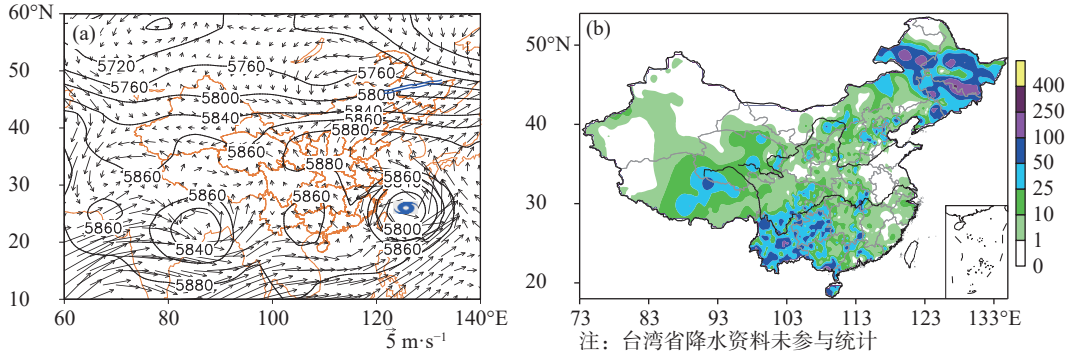


图 9 同图 2, 但为 2023 年 8 月 1—5 日暴雨过程

Fig. 9 Same as Fig. 2, but the time from 1 to 5 August 2023

东南部、湖北中西部、河南、山东南部、安徽北部和西部、江苏中北部、浙江东部、福建中南部、江西南部、湖南西北部、广东中东部、广西东部及辽宁东部、吉林东南部等地部分地区累计降水量有 100 ~ 180 mm, 湖北宜昌和神农架、安徽宿州和六安、江苏宿迁和盐城、浙江宁波、湖南张家界和常德等局地 200 ~ 327 mm (图 10b), 24 h 最大降水量发生在江苏泗洪, 为 230.1 mm。2023 年华西秋雨于 8 月 23 日开始, 较常年偏早 20 d, 此次过程正是华西秋雨天气系统进一步向东发展增强所致。受冷空气和西南暖湿气流的共同影响, 华西秋雨带开始建立, 东移的西风槽与西南暖湿气流相遇, 并在我国中东部地区形成一个温带气旋 (江淮气旋)。温带气旋是一种常见的天气系统, 它通常会引起大范围的降水和风力增强, 又被称为内陆“台风”, 常造成大范围而强烈的降水过程。

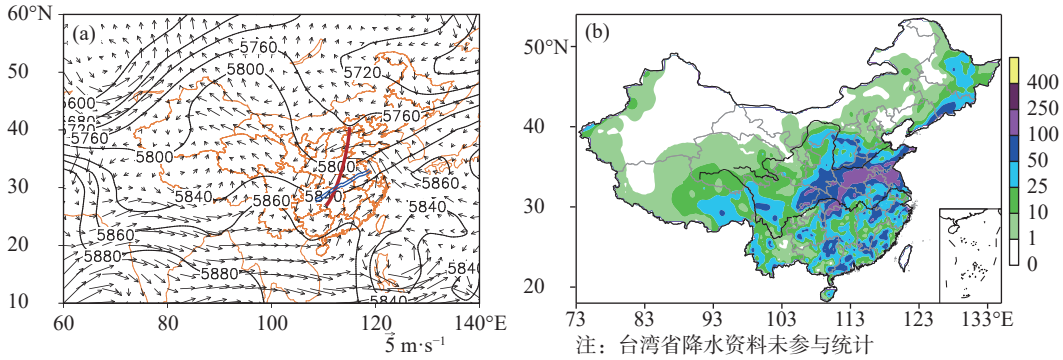


图 10 同图 2, 但为 2023 年 8 月 25—28 日暴雨过程 (棕色粗线表示 500 hPa 槽线)

Fig. 10 Same as Fig. 2, but the time from 25 to 28 August 2023(The brown thick line indicates 500 hPa trough)

3.10 事件 10—三月南方暴雨

3 月 20—25 日, 受东北冷涡、高空短波槽、低涡切变线和西南急流影响 (图 11a), 安徽南部、湖南、江西、浙江、福建、广东、广西东部等地累计降水量 50 ~ 150 mm, 湖南东南部、江西南部、福建西南部、广东北部等局地 160 ~ 250 mm, 湖南茶陵、江西会昌、福建上杭等局地 260 ~ 297 mm (图 11b), 上述地区最大小时降水量 40 ~ 72 mm, 24 h 最大降水量发生在广东韶关, 为 177.7 mm。在此次降雨之前, 广东、广西、福建三省有超过 80% 的土地处于中度以上干旱状态, 其中有大范围区域处于重度甚至特旱状态, 此次暴雨过程有效缓解了多省冬春持续性干旱问题。

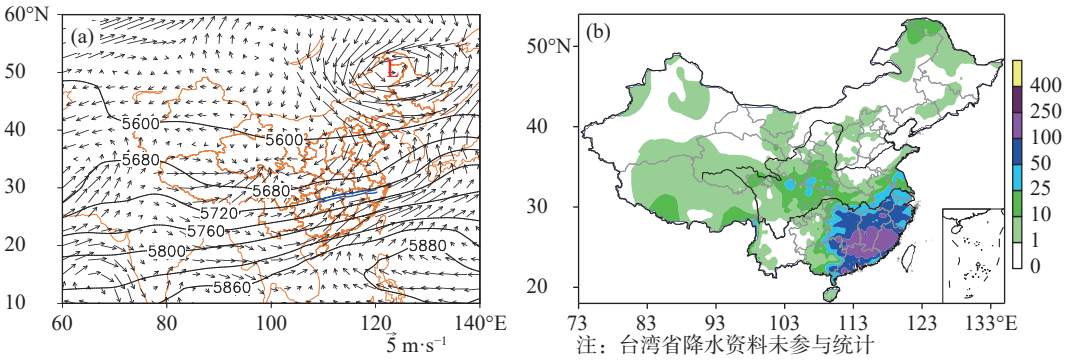


图 11 同图 2, 但为 2023 年 3 月 20—25 日暴雨过程

Fig. 11 Same as Fig. 2, but the time from 20 to 25 March 2023

4 结论和讨论

通过网络征集、定量评估和专家遴选等方式评选得到 2023 年全国十大暴雨事件, 本文利用国家级气象观测站降水数据和 ERA5 再分析资料简要分析了十大暴雨事件的降水和环流背景特征, 主要得到以下结论:

(1) 2023 年暴雨空间分布不均, 华北、华南沿海和东北暴雨灾害性强, 海河、松花江流域遭遇严峻汛情。过程连续降水量大、暴雨日数多, 河北、吉林、广东、福建等地多个国家气象站突破历史极值。

(2) 台风、高空槽、低涡、低空急流、切变线和东北冷涡等是导致暴雨事件的主要天气系统。生成和登陆台风频数虽然较常年同期偏少, 但是北上台风对京津冀、东北等地造成极其严重的雨涝灾害。此外, 温带气旋作为一种常见的天气系统, 引发的大范

围暴雨过程同样不容忽视。

(3) 台风对暴雨的影响不言而喻, 但从 2023 年几次暴雨事件中可知, 真正造成大范围持续性强降水的往往不在于台风有多强, 即使登陆强度较弱、结构松散, 如果滞留时间长, 或有南下的冷空气配合, 这类情况更加值得关注。

本文对十大暴雨过程的大尺度环流背景场做了简要介绍, 而中尺度天气系统的发生发展对强降水的产生同样发挥了重要作用, 本文虽未提及, 但是未来若要对这些过程开展深入细致的研究工作, 了解极端强降水的不同尺度天气系统的环流配置及相互作用至关重要 (Li et al., 2017; Zhou et al., 2021)。此外需指出的是, 典型暴雨事件评选不是最终目的, 目的是聚焦暴雨研究支撑, 未来需要进一步加强典型暴雨事件多源数据的搜集, 建立详细的暴雨数据库, 增强典型暴雨事件研究、评估、科普宣传力度。

参考文献 (References):

崔洁. 2008. 2007 年国内外十大天气气候事件[N]. 中国气象报. 2008-1-1. Cui J. 2008. The top ten weather and climate events in China and abroad in 2007 [N]. China Meteorological News,2008-1-1 (in Chinese)

丁一汇.2008.中国气象灾害大典 (综合卷)[M].北京:气象出版社:262. Ding Y H. 2008. China meteorological disaster dictionary (Comprehensive Volume) [M]. Beijing:China Meteorological Press:262 (in Chinese)

国家气候中心.2024. 2023 年中国气候公报[S].中国气象局. National Climate Center. 2024. 2023 China Climate Bulletin [S]. China Meteorological Administration (in Chinese)

国家气象中心.2023.中央气象台气象业务一体化平台 (Available at http://10.1.64.146/npt/). National Meteorological Centre.2023:Integrated meteorological business platform of National Meteorological Centre. Available online at http://10.1.64.146/npt/

胡畔,陈波,史培军.2021.中国暴雨洪涝灾情时空格局及影响因素[J]. 地理学报,76(5):1148-1162. Hu P, Chen B, Shi P J. 2021. Spatiotemporal patterns and influencing factors of rainstorm-induced flood disasters in China [J]. Acta Geographica Sinica,76(5):1148−1162 (in Chinese). doi:10.11821/dlxb202105008

黄垭飞,管兆勇,蔡倩,等.2021.近 41 年来江南地区暴雨洪涝灾害时空变化特征分析[J].气象学报,79(4):582−597. Huang Y F, Guan Z Y, Cai Q, et al. 2021. Spatiotemporal variation characteristics of rainstorms and related flood disasters in Jiangnan region in the recent 41 years [J]. Acta Meteorologica Sinica,79(4):582−597 (in Chinese). doi:10.11676/qxxb2021.044

牛叔超,朱桂林,刘月辉.2000.致洪大暴雨的风险评估及气象效益[J].气象科技,28(1):30−32. Niu S C, Zhu G L, Liu Y H. 2000. Risk assessment and meteorological benefits of flood causing rainstorm [J]. Meteorological Science and Technology,28(1):30−32 (in Chinese). doi:10.3969/j.issn.1671−6345.2000.01.006

汪小康,杨浩,崔春光,等.2022. 2021 年中国降水异常气候特征及 4 次典型极端天气过程分析[J].暴雨灾害,41(5):489−500. Wang X K, Yang H, Cui C G, et al. 2022. Analysis of unusual climatic characteristics of precipitation and four typical extreme weather processes in China in 2021 [J]. Torrential Rain and Disasters, 41(5):489−500 (in Chinese). doi:10.12406/byzh.2022−045

裘祝香,孙力,刘实,等.2009.东北地区重大暴雨过程评估方法研究[J].灾害学,24(2):61−64. Xi Z X, Sun L, Liu S, et al. 2009. Study on evaluating method of heavy rainfalls in Northeast China [J]. Journal of Catastrophology,24(2):61−64 (in Chinese). doi:10.3969/j.issn.1000−811X.2009.02.014

杨浩,周文,汪小康,等.2022. “21·7”河南特大暴雨降水特征及极端性分析[J].气象,48(5):571−579. Yang H, Zhou W, Wang X K, et al. 2022. Analysis on extremity and characteristics of the "21.7" severe torrential rain in Henan Province [J]. Meteorological Monthly,48(5): 571−579 (in Chinese). doi:10.7519/j.issn.1000−0526.2021.111201

杨晓亮,杨敏,金晓青,等.2024. “23.7”河北罕见特大暴雨过程降水演变与中尺度特征分析[J].暴雨灾害,43(1):1−12. Yang X L, Yang M, Jin X Q, et al. 2024. Analysis of precipitation evolution and mesoscale characteristics for a severe torrential rain event in Hebei from 29 July to 2 August 2023 [J]. Torrential rainstorm and Disasters,43(1):1−12 (in Chinese). doi:10.12406/byzh.2023−191

张井勇,何静,张丽霞,等.2023.面向碳中和的"一带一路"气候变化主要特征与灾害风险研究[J].中国科学院院刊,38(9):1371−1386. Zhang J Y, He J, Zhang L X, et al. 2023. Main climate change characteristics and disaster risks oriented towards carbon neutrality over the Belt and Road regions [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences,38(9):1371−1386 (in Chinese). doi:10.16418/j.issn.1000−3045.20230526005

张江涛,何丽华,李江波,等.2023.河北"23.7"极端暴雨过程特征及成因初探[J].大气科学学报,46(6):884−903. Zhang J T, He L H, Li J B, et al. 2023. Preliminary study on the characteristics and causes of the “23.7” extreme rainstorm in Hebei [J]. Transactions of Atmospheric Sciences,46(6):884−903 (in Chinese). doi:10.13878/j.cnki.dqkxxb.20230905001

郑国,薛建军,范广洲,等.2011.淮河上游暴雨事件评估模型[J].应用气象学报,22(6):753−759. Zheng G, Xue J J, Fan G Z, et al. 2011. Torrential rain events assessment model for the upstream of the Huaihe River Basin [J]. Journal of Applied Meteorological Science,22(6):753−759 (in Chinese). doi:10.11898/1001−7313.20110614

祝昌汉,张强,陈峪.2003. 2002 年我国十大极端气候事件[J].灾害学,18(2):74−78. Zhu C H, Zhang Q, Chen Y. 2003. The top ten weather and climate extreme events in China in 2002 [J]. Journal of Catastrophology,18(2):74−78 (in Chinese). doi:10.3969/j.issn.1000−811X.2003.02.015

竺夏英,孙林海,钟海玲,等.2024. 2023 年中国气候异常特征及主要天气气候事件[J].气象,50(2):246−256. Zhu X Y, Sun L H, Zhong H L, et al. 2024. Characteristics of climate anomalies and major meteorological events over China in 2023 [J]. Meteorological Monthly, 50(2):246−256 (in Chinese). doi:10.7519/j.issn.1000−0526.2024.010501

Cao F Q, Gao T, Dan L. 2021. Contributions of natural climate variability on the trends of seasonal precipitation extremes over China [J]. International Journal of Climatology,41(11):5226−5242. doi:10.1002/joc.7126

Chen H P, Sun J Q. 2015. Changes in climate extreme events in China

associated with warming [J]. International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society,35(10):2735−2751. doi:10.1002/joc.4168

Ding Y H, Liu Y Y, Hu Z Z. 2021. The record-breaking Meiyu in 2020 and associated atmospheric circulation and tropical SST anomalies [J]. Advances in Atmospheric Sciences,38(12):1980−1993. doi:10.1007/s00376−021−0361−2

Fu S M, Sun J H, Ling J, et al. 2016. Scale interactions in sustaining persistent torrential rainfall events during the Mei-yu season [J]. Journal of Geophysical Research Atmosphere,121(21):856−876. doi:10.1002/2016JD025446

Georgescu M, Broadbent A M, Balling R C. 2022. Effect of increased greenhouse gas concentration on mean, extreme, and timing of precipitation over Arizona (USA) [J]. International Journal of Climatology:A Journal of the Royal Meteorological Society,42(7): 3772−3796. doi:org/10.1002/joc.7444

Li A, Yang H, Cui C G, et al. 2023. The 10 most influential heavy rain events in China in 2022:Selection and evaluation [J]. Journal of Meteorological Research,37(6):908−918. doi:10.1007/s13351−023−3048−z

Li T, Wang B, Wu B, et al. 2017. Theories on formation of an anomalous anticyclone in western North Pacific during El Niño:A review [J]. Journal of Meteorological Research,31:987−1006. doi:10.1007/s13351−017−7147−6

Li W, Chen Y. 2020. Detectability of the trend in precipitation characteristics over China from 1961 to 2017 [J]. International Journal of Climatology,S1(41):1980−1991. doi:10.1002/joc.6826

Shi W, Wen S M, Zhang J, et al. 2023. Extreme weather as a window: Exploring the seek and supply of climate change information during meteorological disasters in China [J]. Advances in Climate Change Research,14(4):615−623. doi:10.1016/j.accre.2023.06.004

WMO. 2009. Guidelines on analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation [M]. Geneva:Climate Data and Monitoring WCDMP-No:72,52

Yang H, Deng Y, Cui C G, et al. 2022. Dynamic trigger and moisture source of two typical Meiyu front rainstorms associated with eastward-moving cloud clusters from the Tibetan Plateau [J]. Journal of Meteorological Research,36(3):478−499. doi:10.1007/s13351−022−1179−2

Yang H, Cui C G, Wu C H, et al. 2024. Analysis and comparison of water vapor transport features and circulation anomalies during the super-strong Meiyu period of 2020 and 1998 [J]. Weather and Climate Extremes,44:1−16. doi:org/10.1016/j.wace.2024.100654

Zhou Z Q, Xie S P, Zhang R. 2021. Historic Yangtze flooding of 2020 tied to extreme Indian Ocean conditions [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,11(12):1−7. doi:10.1073/pnas.2022255118

(责任编辑　唐国瑛)