

贾莉,董林,2025. 2025 年 9 月大气环流和天气分析——华西秋雨显著 华南沿海台风活动频繁[J]. 气象,51(12):1683-1692.
Jia L, Dong L, 2025. Analysis of the September 2025 atmospheric circulation and weather[J]. Meteor Mon, 51(12): 1683-1692
(in Chinese).

2025 年 9 月大气环流和天气分析 ——华西秋雨显著 华南沿海台风活动频繁^{*}

贾 莉 董 林

国家气象中心,北京 100081

提 要: 2025 年 9 月,北半球极涡呈单极型分布且偏向东半球,西太平洋副热带高压较常年明显偏西、偏北、偏强,控制我国南方大部分地区,导致江南等地持续性高温,其边缘暖湿气流与南下冷空气交汇,导致华西秋雨显著偏多。北方地区主要受平直西风环流影响,冷空气活动偏弱,华北、东北等地气温偏高、降水偏少。西北太平洋及南海有 6 个台风生成,较常年同期(5 个)偏多;3 个台风登陆我国,较常年同期(1.7 个)偏多。18 日,“米娜”“桦加沙”“浣熊”相继生成,三台共舞。“米娜”“桦加沙”“博罗依”接连西北行影响我国华南等地。超强台风“桦加沙”3 次登陆我国华南沿海,风力极端性强、影响时间长。受副热带高压外围持续水汽输送影响及台风共同作用,华南降水显著。9 月全国平均气温为 18.1°C,较常年同期(16.9°C)偏高 1.2°C,为 1961 年以来历史同期第四高。全国平均降水量为 87.6 mm,较常年同期(65.3 mm)偏多 34%,为 1961 年以来第三高。全国共出现 8 次大范围较强降水过程及 4 次强对流天气过程。

关键词: 强降水,台风,高温,大气环流,副热带高压

中图分类号: P448, P458

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2025.111701

Analysis of the September 2025 Atmospheric Circulation and Weather

JIA Li DONG Lin

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: The general atmospheric circulation in September 2025 was characterized by the following key features: the Northern Hemisphere polar vortex exhibited a single-core structure, and biased toward the Eastern Hemisphere. The western Pacific subtropical high (WPSH) was stronger than usual, with its ridge extending farther westward and northward. Under its persistent control, prolonged high temperature conditions occurred in southern China. The warm and humid airflow on the edge of the WPSH converged with cold air moving southward, leading to significantly increased autumn rain in West China. Most of northern China was influenced by relatively flat westerly flow, with limited incursions of cold air. The temperature in North China and Northeast China was relatively high and the precipitation was relatively low. A total of six tropical cyclones or typhoons formed in the month, three of which made landfall in China, and the both figures exceeded the climatological normal by 1 and 1.3, respectively. On 18 September, typhoons Mitag, Ragasa and Neoguri successively formed and coexisted. Mitag, Ragasa and Bualoi tracked northwestward, affecting South China, etc. Super Typhoon Ragasa made landfall three times

* 灾害天气科学与技术全国重点实验室 2025 年开放课题(2025KFA14)、灾害天气国家重点实验室开放课题(2024LASW-A03)、国家重点研发计划(2023YFC3107902)和国家气象中心青年基金(Q202505)共同资助

2025 年 10 月 21 日收稿; 2025 年 11 月 17 日收修定稿

第一作者:贾莉,主要从事台风监测及预报研究. E-mail:jl07070522@126. com

通讯作者:董林,主要从事台风监测及预报研究. E-mail:donglin@cma. gov. cn

along the southern coast, accompanied by strong winds and prolonged influence. Persistent moisture transport by the WPSH, combined with the effects of tropical cyclones, resulted in significant precipitation across South China. The monthly mean temperature across China was 18.1°C , 1.2°C above normal, ranking as the fourth highest since 1961. The national average monthly precipitation reached 87.6 mm , 34% above the normal, making it the third in September since 1961. In addition, eight major heavy precipitation processes and four severe convective weather processes were recorded during this month.

Key words: heavy precipitation, typhoon, high temperature, atmospheric circulation, subtropical high

1 资料说明

本文所用降水、气温、大风资料均来自国家气象信息中心的中国地面日值数据,该数据集包括中国范围 1951 年以来的国家级气象观测站(简称国家站)以及 2016 年以来的区域级气象观测站(简称区域站)每日气压、气温、相对湿度、降水量、风向、风速、地温、水汽压等多种要素数据。北半球 500 hPa 平均位势高度场和距平场,以及各旬平均环流分析数据来自 NCEP/NCAR 再分析资料,水平分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。降水过程分析所用的位势高度、比湿、风速等气象要素为 ERA5 再分析数据,垂直等压面共 37 层,时间分辨率为 1 h,水平分辨率为 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 。强降水、高温和强对流过程分析依据国家气象中心的灾害性天气统计表。台风路径和强度资料来源于国家气象中心,包括台风位置、强度(如中心附近最大风力、中心气压)、移动速度与方向等实况及预报信息。降水预报偏差分析使用了模式、客观方法和预报员的降水量预报数据。

文中所用时间均为北京时。

2 天气概况

2.1 降水

2025 年 9 月,全国平均降水量 87.6 mm ,较常年同期(65.3 mm)偏多 34% ,为 1961 年以来第三高(国家气候中心,2025)。西南地区大部、华南、华东大部及陕西大部、河南、湖北等地降水量在 100 mm 以上,其中华南南部及四川东部、重庆大部、陕西南部、河南大部、湖北北部、安徽北部、江苏局地降水量为 $200 \sim 400 \text{ mm}$,四川和重庆交界处超过 400 mm (图 1)。与常年同期相比,江淮、江汉、黄淮及陕西南部、四川东部、西藏西部和南部、云南东

部、广西大部、广东沿海、新疆北部、内蒙古东北部和中部、黑龙江西北部、辽宁东南部降水量较常年偏多 5 成至 2 倍,局地偏多 2 倍以上;全国其余大部地区降水量较常年同期偏少,华北中部、东北地区中部及新疆南部、西藏北部、青海、甘肃、西北部、湖南局地、江西东南部、福建西北部、海南西部偏少 5~8 成,局地偏少 8 成以上(图 2)。

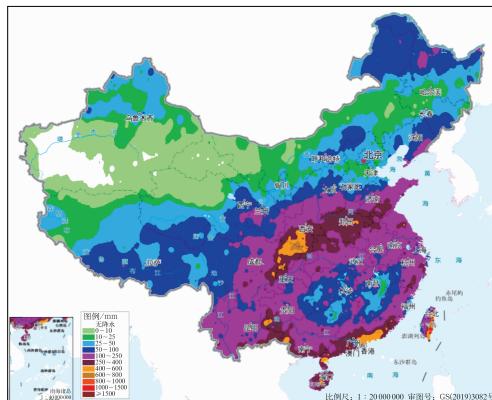


图 1 2025 年 9 月全国降水量分布
Fig. 1 Distribution of precipitation over China in September 2025

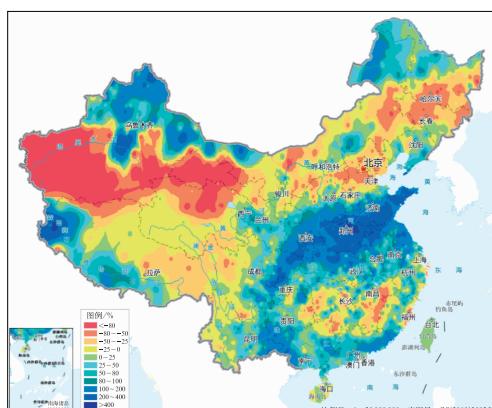


图 2 2025 年 9 月全国降水量距平百分率分布
Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in September 2025

2.2 气温

2025年9月,全国平均气温为18.1°C,较常年同期(16.9°C)偏高1.2°C,为1961年以来历史同期第四高(国家气候中心,2025)。除新疆北部和中南部、河南、湖北北部及陕西东南部气温略偏低外,全国其余大部地区气温较常年同期偏高0.5~2°C,东北地区大部、江南大部及重庆、贵州、四川南部等地偏高2~4°C,浙江局地偏高4~6°C(图3)。黑龙江、吉林、辽宁、福建、上海及浙江平均气温为历史同期最高,青海、江西、江苏为第二高。

3 环流特征与演变

3.1 环流特征

3.1.1 亚欧大陆为比较平直的纬向环流形势

2025年9月,北半球500 hPa极涡呈单极偏心分布,中心位置偏向东半球,中心强度为528 dagpm,较常年同期(1991—2020年)偏低10 dagpm,较常年偏强。但较强的冷空气主要集中于东半球高纬度地区,我国北方地区冷空气势力相对偏弱。北半球500 hPa中高纬度环流呈多波型分布,长波槽位于西西伯利亚、白令海峡、北美洲西部海岸、北大西洋西岸、格陵兰岛东部(图4a)。亚欧大陆为比较平直的纬向环流形势,使得9月我国冷空气活动偏弱;我国东部位势高度正距平中心达4 dagpm以上,造成气温较常年同期明显偏高。

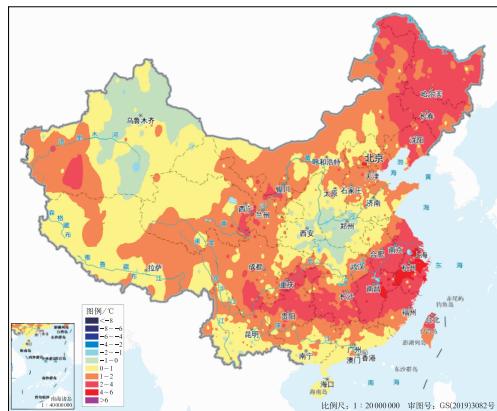


图3 2025年9月全国气温距平分布

Fig. 3 Distribution of temperature anomaly over China in September 2025

3.1.2 西太平洋副热带高压偏西、偏强

9月,西太平洋副热带高压(以下简称副高)平均西脊点位于28°N、93°E附近(图4a),较常年同期明显偏西(刘达和许映龙,2022;华雯丽和张芳华,2023;王泽毅和林建,2024)。副高先西进增强,后减弱东退,但整体强度偏强(图4b)。副高控制我国南方大部分区域,导致持续性高温天气;来自孟加拉湾的水汽沿副高边缘向东北方向输送,在我国西部地区与北支锋区扩散南下的弱冷空气形成冷暖空气交汇,因此在黄淮、江淮、江汉、西北地区东南部等地多降水天气;副高南侧稳定的东风气流为台风的发生发展提供了有利的大尺度环流条件。西北太平洋暖

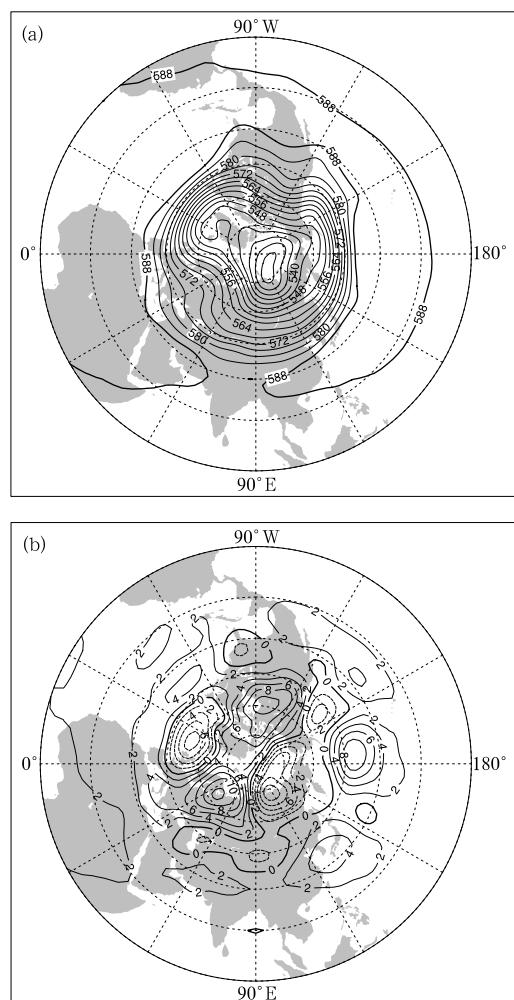


图4 2025年9月北半球500 hPa(a)平均位势高度和(b)距平(单位: dagpm)

Fig. 4 (a) Average geopotential height and (b) its anomaly (unit: dagpm) at 500 hPa in the Northern Hemisphere in September 2025

池海温明显偏高,季风槽位置较常年偏西,导致台风生成源地偏西。总体而言,副高偏西、偏强,使得9月台风路径以偏西行或西北行为主,导致登陆或影响华南的台风数量偏多。

3.2 环流演变与我国天气

图5给出了9月欧亚大陆上旬、中旬、下旬的500 hPa平均环流形势场。

上旬(图5a),欧亚大陆中高纬度地区呈现“两槽两脊”环流型。高压脊分别控制东欧平原和中西伯利亚高原,低压槽则分别位于巴尔喀什湖至贝加尔湖一带以及白令海峡附近。其中,东欧平原地区的槽脊较深,并于2—5日分裂短波槽东移,弱冷空气在副高北侧与孟加拉湾输送的水汽结合,西北地区东部、四川盆地及湖北、河南、山西等地出现强降水过程。588 dagpm线稳定控制我国江南、华南及西南地区大部,3—8日,江南等地出现高温天气,浙江大部局地最高气温达40℃以上,浙江常山站最高达到40.3℃;上海、云南、安徽、江苏、江西、浙江、湖北、湖南等地共有54个国家站最高气温超过月极值。

中旬(图5b),欧亚中高纬度环流形势调整为“两脊一槽”型。东欧平原持续受高压脊控制,但强度较上旬略有减弱;西伯利亚平原低槽不断分裂短波东移,造成降水过程。带状分布的副高稳定维持,其强度与上旬相当,但北界进一步北抬,致使9月全球副热带地区罕见地被588 dagpm线贯通。在副高持续控制下,12—17日,我国黄淮、江淮、江南、江汉、西南地区东部及华南大部再次出现大范围高温天气,湖南大部局地最高气温达40℃以上,上海、安徽、江苏、江西、河南、浙江、湖南等地共52个国家站日最高气温突破当地月极值。在低涡切变与副高外围水汽的共同作用下,9月中旬接连发生3次区域性强降水过程,强降水日数占中旬总日数的80%,15—17日,四川广元局地累计降水量达509 mm。

下旬(图5c),欧亚中高纬度转为平直环流,我国西北地区降水持续但强度减弱;副高主体略有东退,但588 dagpm线仍稳定控制我国南方大部地区,导致江南等地高温持续,但副高南界北缩,台风“米娜”与“桦加沙”先后生成,并沿副高边缘偏西北行,共同影响华南、华东及台湾等地,带来明显降水过程。旬内,全国强降水日数占比达90%。9月18—22日,受副高与低空切变线影响,华西地区至

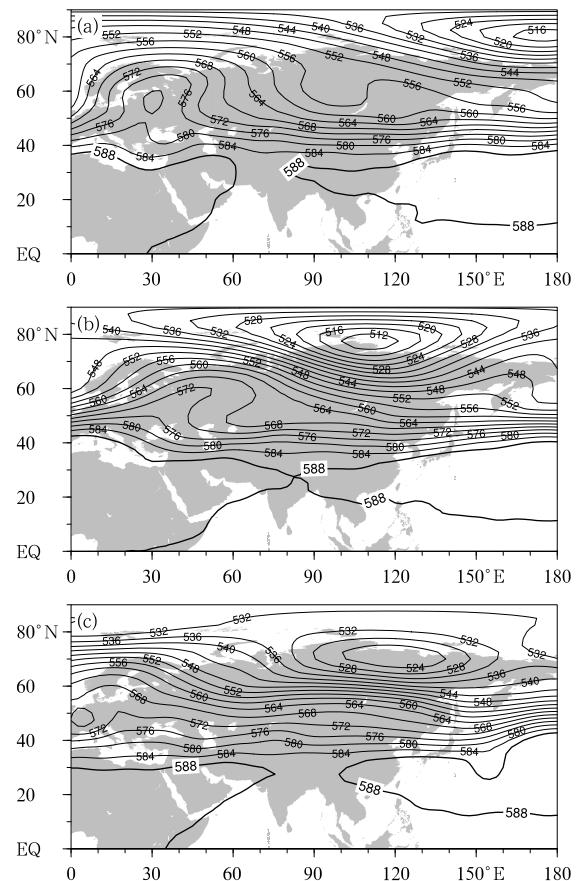


图5 2025年9月(a)上旬、(b)中旬、
(c)下旬500 hPa平均位势高度场
(等值线,单位: dagpm)

Fig. 5 Average geopotential height (contour, unit: dagpm) at 500 hPa over Eurasia for the (a) first, (b) second and (c) third dekads of September 2025

黄淮出现区域性暴雨,四川巴中、达州和陕西汉中累计降水量达250~288 mm;9月27—29日、30日至10月2日,四川至苏皖北部一带连续出现降水过程,湖北神农架局地累计降水量达380 mm。

4 热带气旋活动

4.1 概 况

2025年9月,西北太平洋和南海有6个台风生成(图6,表1),较常年同期(5个)偏多1个;4个台风影响华南地区,造成强风雨天气;“塔巴”“米娜”“桦加沙”先后登陆我国,较常年同期(1.7个)偏多1.3个。18日,“米娜”“桦加沙”“浣熊”相继生成,三

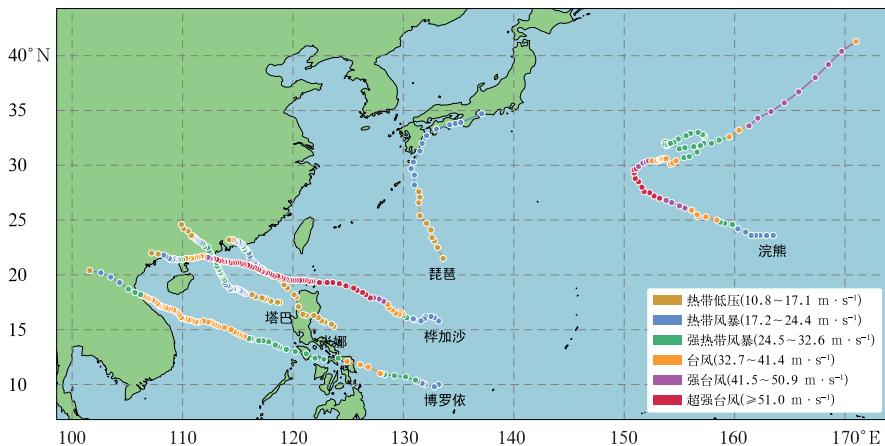


图6 2025年9月西北太平洋和南海热带气旋路径
Fig. 6 Tracks of tropical cyclones in Northwest Pacific and the South China Sea in September 2025

表1 2025年9月西北太平洋和南海热带气旋生成简表

Table 1 Summary of tropical cyclones generated in Northwest Pacific and the South China Sea in September 2025

编号	名称	生成时间(BT)	登陆我国的时间、地点、强度			强度极值	
			时间(BT)	地点	强度	气压/hPa	风速/(m·s⁻¹)
2515	琵琶(Peipah)	4日02:00	/	/	/	1002	18
2516	塔巴(Tapah)	6日20:00	8日08:50	广东台山	11级(30 m·s⁻¹)	978	30
2517	米娜(Mitag)	18日14:00	19日14:50 24日17:00	广东汕尾 广东阳江	10级(25 m·s⁻¹) 13级(40 m·s⁻¹)	985	25
2518	桦加沙(Ragasa)	18日20:00	25日06:30 25日12:00	广西北海 广西防城港	8级(20 m·s⁻¹) 8级(18 m·s⁻¹)	910	62
2519	浣熊(Neoguri)	18日20:00	/	/	/	935	52
2520	博罗依(Bualoi)	24日05:00	/	/	/	970	35

台共舞。“米娜”“桦加沙”“博罗依”接连西北行影响我国华南等地。超强台风“桦加沙”3次登陆我国华南沿海,风力极端性强、影响时间长。

4.2 台风“塔巴”

2025年第16号台风“塔巴”于9月6日晚在我国南海北部生成;7日傍晚加强为强热带风暴级,于8日08:50前后在广东台山沿海登陆,登陆时中心附近最大风力11级($30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,强热带风暴级),8日夜间在广西梧州境内减弱为热带低压,中央气象台于9日11:00停止对其编号。

“塔巴”具有生命史短、结构不对称、近海加强的特点。“塔巴”从生成到登陆时间较短,期间行进路径较为稳定,在近海加强为强热带风暴级,并以该强度登陆广东,24 h中心附近最大风速增强了 $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;其云系范围较为集中,但结构不对称,登陆前后强降水主要集中在台风中心南侧。

受“塔巴”及其残余环流影响,7—9日,华南及

云南、贵州等地出现强降水,珠三角风力较大。其中,广东、广西东部、云南南部等地部分地区出现暴雨或大暴雨,广东江门和珠海、海南海口局地出现特大暴雨($250 \sim 434 \text{ mm}$);上述地区最大时降水量在 $50 \sim 90 \text{ mm}$,海南海口局地达 124 mm (7日17:00—18:00)。广东珠三角地区、南海北部部分海域最大阵风在8~10级,广东珠三角局地达12~15级。

4.3 台风“米娜”

2025年第17号台风“米娜”于9月18日在南海东北部海面上生成,19日14:50前后在广东汕尾沿海登陆,登陆时中心附近最大风力10级($25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,强热带风暴级),当晚在广东境内减弱为热带低压。台风“米娜”具有近海生成、近海增强、路径稳定的特点。“米娜”生成前的热带低压在穿越菲律宾吕宋岛期间受到陆地摩擦作用,强度一度减弱,但其进入南海后重新增强并获得命名,最终在广东登陆。

9月18日,西北太平洋面上多台风共存,“米娜”起编后,台风“桦加沙”“浣熊”紧随其后获得编号,形成三台共舞局面。受“米娜”影响,19—20日,广东东南部、福建东部沿海、江西西南部局部等地累计降水量为25~100 mm,局地超过100 mm。“米娜”影响期间,广东、福建沿海地区阵风8~9级,局地10~11级。“米娜”停编后,其减弱后的残涡仍对广东、广西和福建产生强降水影响。

4.4 台风“桦加沙”

2025年第18号台风“桦加沙”于9月18日在西北太平洋洋面生成,21日上午加强为超强台风级;24日17:00前后在广东阳江海陵岛沿海登陆(13级,40 m·s⁻¹,台风级),之后向偏西方向移动,强度逐渐减弱,25日06:30前后在广西北海沿海再次登陆(8级,20 m·s⁻¹,热带风暴级),12:00前后在广西防城港沿海第三次登陆(8级,18 m·s⁻¹,热带风暴级);20:00在广西境内,中央气象台对其停止编号。

“桦加沙”有以下特点。(1)强度强、维持超强台风时间长。“桦加沙”生成后快速增强,在48 h内由热带风暴级加强为超强台风级,之后继续增强,极值强度达到62 m·s⁻¹(17级以上),且维持超强台风强度的时间超过3 d。(2)结构对称、个头大、登陆次数多。“桦加沙”结构对称完整,台风眼清晰可见;前期体积比较庞大,7级风圈半径接近500 km,靠近近海后体积减小,7级风圈半径约350 km,登陆前在近岸缩减到约250 km。“桦加沙”先后3次登陆我国华南沿海。(3)广东风力极端性强、影响时间长。“桦加沙”在广东和广西近岸移动时间长,造成长时间大风影响。23—25日,广东南部、广西东南部、海南岛北部、台湾岛北部等地出现10~12级阵风,广东中西部沿海地区13~16级,江门、阳江、深圳、珠海等地沿海个别岛礁风力达17级及以上,广东、广西等地有11个国家站最大阵风突破9月历史极值,广东有4个国家站突破历史极值;广东沿海局地10级以上阵风影响时间超过20 h。(4)华南、华东和台湾部分地区出现强降水过程。23—25日,广东南部、广西东南部、福建东部、浙江东南部、江苏中部、安徽中部及香港、澳门等地部分地区累计降水量为100~250 mm,广东深圳、茂名、阳江、揭阳及浙江温州和丽水、江苏盐城、香港局地达300~482 mm。22—25日,台湾东部和南部普遍出现100 mm以上

降水量,花莲、台东部分地区为600~800 mm,台东局地最大累计降水量达1117.5 mm。

受“桦加沙”影响,广东、广西、云南、福建、台湾等地灾害损失较大。台风引发的风暴潮叠加天文大潮,香港、澳门、广东珠海等地出现海水倒灌。台湾花莲马太鞍溪堰塞湖23日溢堤,大量洪水冲断马太鞍溪桥,光复乡灾情惨重。

5 主要降水过程

5.1 概 况

9月,受登陆台风及其残余环流以及低涡、冷空气等影响,我国降水过程频繁,降水强度大、持续时间长、影响范围广。全国共出现8次大范围强降水过程,全月几乎被连续的降水过程所覆盖,呈现出华西秋雨显著偏强、台风影响突出的显著特征(表2)。

5.2 台风“米娜”及其残涡降水过程分析

9月18—21日,受台风“米娜”及其残余环流影响,福建、广东等地先后出现强降水过程。

5.2.1 过程特点

台风“米娜”自东向西影响福建南部、广东中东部地区,9月18日14:00至22日08:00(图7),福建南部累计降水量超过250 mm,过程最大降水量出现在三明市尤溪县新连村394.9 mm,最大小时降水量108 mm(莆田城厢区,19日20:00);广东东部累计降水量超过400 mm,过程最大降水量496 mm(普宁湖寨村),最大小时降水量96.9 mm(惠州惠民管区)。

图8分别给出了福建和广东累计降水量最大的站点的小时降水量时间序列,由图可见,强降水主要发生在18日18:00至20日18:00。两个站的小时降水量呈现出不同的时间分布特征。新连村强降水主要集中在18日下午至夜间及20日上午,呈双峰分布:18日17:00起降水强度显著增大,18:00达到峰值(66.2 mm),随后迅速减弱;19日08:00起降水再次开始发展并逐渐增强,20日08:00出现过程最大小时降水量(74.3 mm),之后快速减弱。湖寨村的强降水则主要发生在19日凌晨至中午和20日凌晨及午后,呈三峰分布,20日14:00出现过程最大小时降水量(69.3 mm)。整体而言,新连村降水表现为短时强降水特征,而湖寨村则呈现多阶段持续降水

表 2 2025 年 9 月主要强降水过程

Table 2 Major heavy precipitation processes in September 2025

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
9月 2—5 日	副高、切变线	四川盆地、甘肃东部、陕西中南部、山西南部、河南、湖北中西部等地部分地区累计降水量 50~100 mm, 四川东北部, 陕西汉中、安康, 山西晋城, 河南新乡, 湖北宜昌、荆门等局地 150~250 mm, 四川广元、巴中、南充, 湖北宜昌局地 300~366 mm
9月 10—12 日	副高、低涡切变	四川盆地中南部、云南、贵州西部和东北部、湖北中南部、陕西南部、河南中南部、山东南部、苏皖北部等地部分地区累计降水量 50~180 mm, 湖北恩施, 河南许昌和商丘, 安徽亳州、淮北、宿州、淮南等局地 200~290 mm
9月 15—17 日	副高、低涡切变、低空急流	四川盆地、陕西中南部、甘肃南部、湖北西部、河南中西部、山东等地部分地区累计降水量 50~200 mm, 四川广元、巴中、达州、德阳、成都和湖北襄阳、山东临沂等局地 250~300 mm, 四川广元局地 509 mm
9月 18—21 日	台风“米娜”	广东中东部、福建东部等地累计降水量 50~200 mm, 广东潮州、汕头、揭阳、汕尾和福建漳州等地 250~400 mm, 广东揭阳普宁 496 mm; 最大时降水量 108 mm(福建莆田城厢区)
9月 18—22 日	副高、低空切变线	四川盆地、重庆、陕西中南部、甘肃东部、山西南部、河南、山东中南部等地部分地区累计降水量 50~200 mm, 四川巴中、达州和陕西汉中等地 250~288 mm
9月 23—25 日	台风“桦加沙”	广东中南部、广西中南部、福建东部、浙江东南部、江苏中部、安徽中部及香港、澳门、台湾岛东部和南部等地部分地区累计降水量 100~250 mm, 广东深圳、茂名、阳江、揭阳及浙江温州和丽水、江苏盐城、香港等地局地 300~500 mm, 台湾花莲、台东局地 614~879 mm
9月 27—29 日	副高、低涡切变	四川南部和东部、重庆西部和北部、陕西南部、湖北西北部、河南南部、山东南部等地累计降水量 50~100 mm, 四川巴中和南充、重庆城口和巫溪、陕西安康等地 150~250 mm, 四川南充局地 277 mm
9月 30 日至 10 月 2 日	副高、低涡切变、低空急流	四川东北部、重庆北部、陕西南部、湖北西部、河南中部、山东南部、苏皖北部等地累计降水量 50~120 mm, 四川巴中、重庆巫溪、湖北神农架、江苏连云港等地 150~280 mm, 湖北神农架局地 380 mm

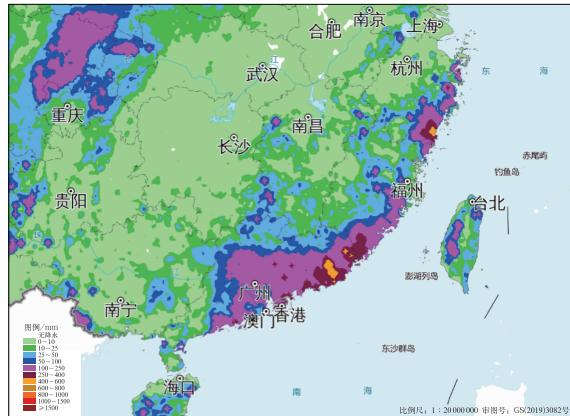


图 7 2025 年 9 月 18 日 14:00 至 22 日 08:00 区域站累计降水量分布

Fig. 7 Distribution of accumulated precipitation from 14:00 BT 18 to 08:00 BT
22 September 2025

特点。值得注意的是,台风“米娜”于 20 日 05:00 减弱为热带低压,两个站点最大时降水量均发生在“米娜”停编之后。

5.2.2 强降水成因初步分析

19—20 日,台风“米娜”位于南海东北部,受副高西南侧气流引导,向西北方向移动(图 9)。图 9b 显示,尽管台风“米娜”在 20 日 05:00 停止编号,但

在 08:00,其 850 hPa 与 500 hPa 的环流中心依然存在,在环流北侧仍维持一个强水汽输送通量区。至 20 日 14:00,受台风倒槽影响,这一水汽输送通量大值区依然维持(图略)。源源不断的水汽输送导致福建东南沿海、广东东部沿海的大气可降水量超过 60 mm,局地超过 65 mm。实况显示广东、福建交界处对流旺盛,20 日 06:00,广东深圳雷达站观测到的最强回波超过 50 dBz,回波顶高达 18 km(图略)。持续的水汽输送及良好的对流环境,共同为强降水的发生提供了有利条件。在动力抬升方面,台风本体及台风倒槽与低层东南急流风速辐合叠加并稳定少动(图 9),造成较强高低空耦合持续维持。此外,局地地形作用也使得强降水进一步增强。

5.2.3 强降水预报检验分析

19 日、20 日的主观预报 24 h 暴雨预报 TS 评分分别达到 0.49 和 0.39(图 10),优于大部分数值模式,体现了较强的主观预报订正能力。多模式自适应降水集成 V2(MAIT-V2)和三角帽降水客观预报系统(TCH)在 19 日暴雨量级降水预报中的 TS 评分均高于各家数值模式和主观预报(图 10a)。广东快速更新同化数值预报系统(CMA-GD)针对华南地区气候特点优化了物理过程方案,在此次过程中对大暴雨量级降水表现出较强的预报能力,两日 TS

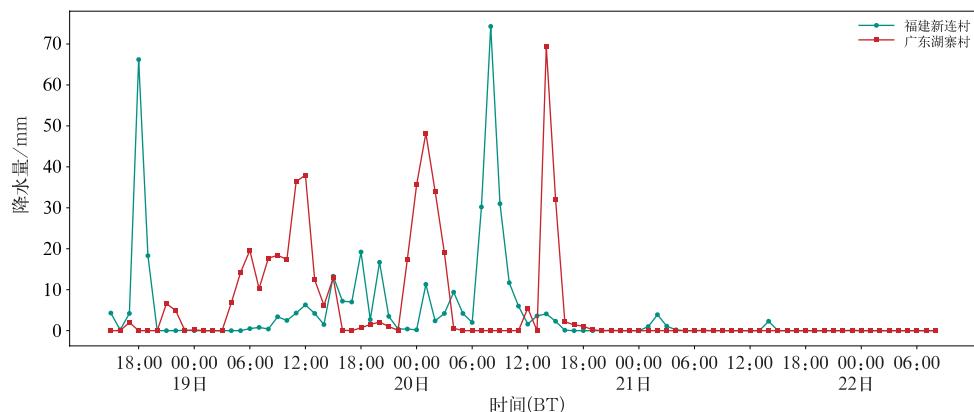


图 8 2025 年 9 月 18 日 14:00 至 22 日 08:00 福建、广东累计降水量最大站点的小时降水量时间序列

Fig. 8 Time-series of hourly precipitation from the stations with maximum accumulated precipitation in Fujian and Guangdong from 14:00 BT 18 to 08:00 BT 22 September 2025

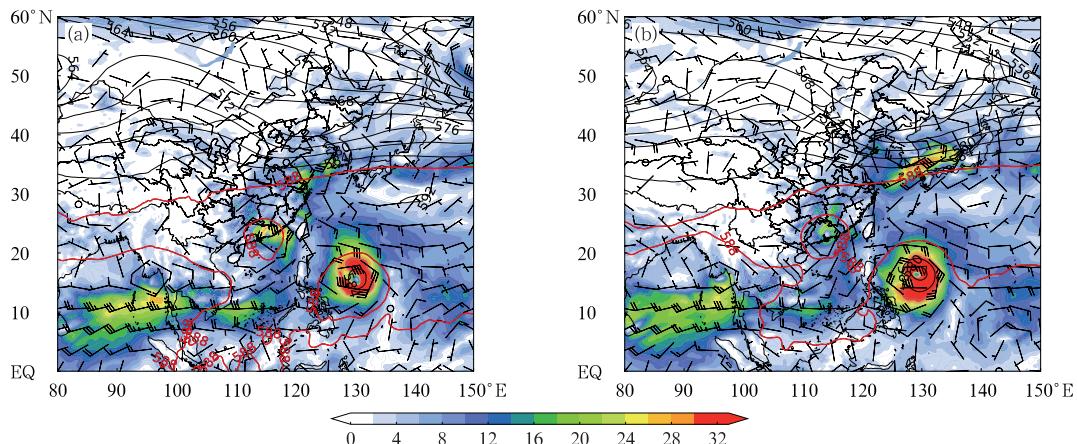


图 9 2025 年 9 月 (a) 19 日 20:00, (b) 20 日 08:00 500 hPa 位势高度场 (黑色等值线, 单位: dagpm), 588 dagpm 特征线 (红色等值线), 850 hPa 风场 (风羽) 和 925 hPa 水汽通量 (填色, 单位: $g \cdot cm^{-1} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$)

Fig. 9 The geopotential height (black contour, unit: dagpm), 588 dagpm line (red contour) at 500 hPa, wind field (barb) at 850 hPa and water vapor flux (colored, unit: $g \cdot cm^{-1} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$) at 925 hPa at (a) 20:00 BT 19 and (b) 08:00 BT 20 September 2025

评分均位列数值模式前三(图 10)。

从降水落区和强度预报空间分布来看(图 11), 主观预报对广东和福建的暴雨落区预报与实况较为吻合, 但仍存在一定偏差, 对福建南部和广东东北部区域的分散性强降水存在漏报或低估, 表明目前在弱台风螺旋雨带中强对流引发的分散性强降水、台风残涡导致的降水增幅, 以及内陆局地地形增幅引发的极端强降水方面的精细化预报能力仍有较大提升空间。

6 强对流天气

9 月, 全国共出现 4 次强对流天气过程。1—3 日, 江苏中南部、浙江中部等地出现 100 mm 以上的小时降水量, 最强达 133.2 mm; 12 日, 牡丹江局地出现龙卷, 北京等地出现冰雹; 16 日, 四川广元三堆镇小时降水量达 168 mm; 24 日, 受台风“桦加沙”影响, 广东江门局地出现 154.3 mm 的过程最

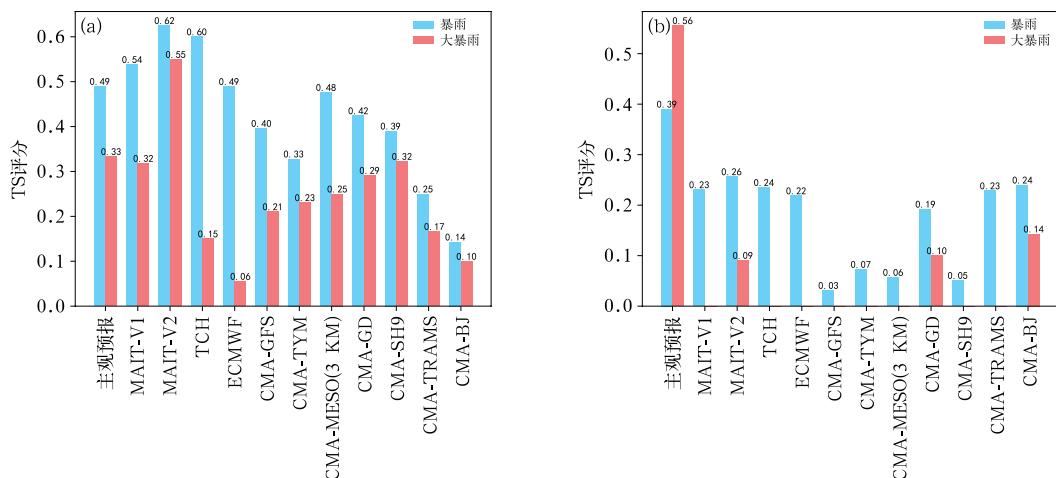


图 10 2025年9月(a)19日,(b)20日24 h降水预报TS评分

Fig. 10 24 h TS scores for precipitation forecasts on (a) 19 and (b) 20 September 2025

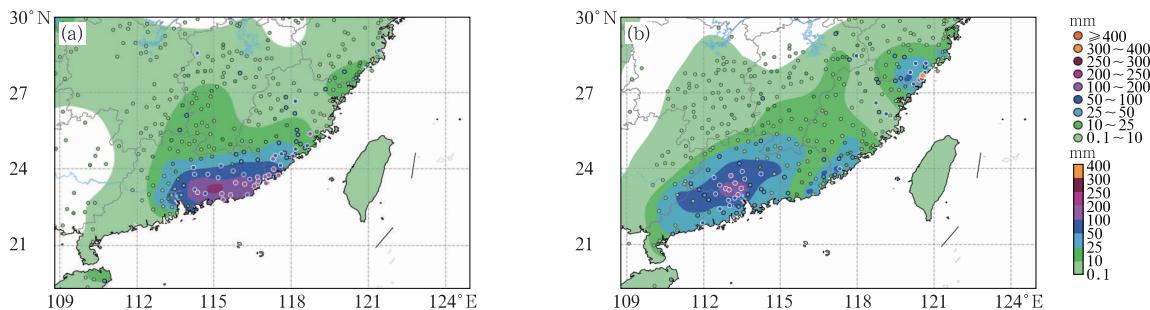


图 11 2025年9月(a)19日,(b)20日累计降水量实况(圆点)和24 h时效主观预报(填色)

Fig. 11 Accumulated precipitation observation (dot) and

subjective forecast (colored) with 24 h lead time

on (a) 19 and (b) 20 September 2025

表 3 2025年9月主要强对流天气过程

Table 3 Major severe convective weather processes in September 2025

时段	类型	主要影响系统	影响区域及强度
1—3日	强降水型	副高、低层切变线	江苏、浙江、上海、湖南、江西、福建大部、四川中东部等地出现短时强降水,小时降水量在50~80 mm,其中江苏中南部、浙江中部等地达100 mm,最强达133.2 mm。江苏中南部、浙江北部和东部、湖南北部和东部、福建东部等地出现8~10级、最大11~12级短时大风
13—14日	风雹降水混合型	高空槽、东北冷涡、副高	内蒙古中东部、黑龙江、吉林、辽宁、陕西北部、山西中北部、河北中北部、北京、天津等地等地出现8~10级雷暴大风,最大风力达11~12级;牡丹江局地出现龙卷;北京等地出现冰雹。内蒙古东部、黑龙江、辽宁、陕西北部、河北中北部、北京南部等地部分地区小时降水量达20~50 mm
15—16日	风雹降水混合型	高空槽、冷锋	四川东部、陕西、山西、河南南部、山东、安徽北部、江苏北部、河南、湖北西部等地出现短时强降水,小时降水量在20~50 mm,局地80 mm以上,四川广元三堆镇达168 mm。山东、河南东部、江苏北部、安徽北部等地出现8~9级、局地10~11级雷暴大风
24—25日	强降水型	台风	广西、广东等地部分地区出现对流性强降水,部分地区小时降水量超过50 mm,局地可达100~155 mm,广东江门局地154.3 mm。广东中南部部分地区伴有8~12级短时大风,局地短时风力达13~17级

大小时降水量,广东中南部部分地区伴有 8~12 级短时大风,局地短时风力达 13~17 级(国家气候中心,2025)。

7 结论与讨论

2025 年 9 月,副高较常年明显偏西、偏北、偏强,控制我国南方大部分地区,导致黄淮、江淮、江南、江汉、西南、华南等地出现持续性高温天气。北方地区主要受平直西风环流影响,冷空气活动偏弱,华北、东北等地气温偏高。西北太平洋及南海有 6 个台风生成,较常年同期(5 个)偏多 1 个;3 个台风登陆我国,较常年同期(1.7 个)偏多 1.3 个。18 日起,“米娜”“桦加沙”等台风相继生成并西北行,接连影响我国华南等地。其中,超强台风“桦加沙”3 次登陆华南沿海,以极端大风和超长持续时间带来严重影响。受副高持续水汽输送影响,在低涡切变作用下,华西秋雨显著;受台风影响,华南降水偏多。全国共出现 8 次大范围较强降水过程和 4 次强对流天气过程,12 日,牡丹江局地出现龙卷,北京等地出现冰雹。

基于登陆台风暴雨个例的预报诊断分析发现,现有预报技术对弱台风螺旋雨带内强对流生消机制的捕捉、对台风残涡造成降水突然增幅的定量评估,以及在复杂精细地形作用下强降水落区与强度的客观预报还比较有限(于玉斌等,2014;杨舒楠等,2019;向纯怡等,2024)。未来亟需通过发展公里级至次公里级的高分辨率数值模式,探索多源观测资料同化与人工智能等新兴技术,深入开展针对上述物理过程的机理研究,以系统性提升对台风极端强降水事件的预报预警能力(钟琦等,2022;Zhong et al,2022;张小玲等,2025)。

参考文献

国家气候中心,2025. 2025 年 9 月中国气候影响评价[R/OL]. http://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Centre, 2025. Impact assessment of September 2025 in China [R/OL]. http://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php (in

- Chinese).
- 华雯丽,张芳华,2023. 2023 年 9 月大气环流和天气分析[J]. 气象,49(12):1553-1560. Hua W L, Zhang F H, 2023. Analysis of the September 2023 atmospheric circulation and weather [J]. Meteor Mon, 49(12):1553-1560(in Chinese).
- 刘达,许映龙,2022. 2022 年 9 月大气环流和天气分析[J]. 气象,48(12):1629-1636. Liu D, Xu Y L, 2022. Analysis of the September 2022 atmospheric circulation and weather [J]. Meteor Mon, 48(12):1629-1636(in Chinese).
- 向纯怡,董林,刘达,等,2024. 2023 年台风杜苏芮登陆后残涡维持的热力和动力机制研究[J]. 气象,50(11):1289-1305. Xiang C Y, Dong L, Liu D, et al, 2024. Thermodynamic and dynamic mechanism of maintenance of Typhoon Doksuri remnant vortex after its landfall in 2023[J]. Meteor Mon, 50(11):1289-1305(in Chinese).
- 王泽毅,林建,2024. 2024 年 9 月大气环流和天气分析[J]. 气象,50(12):1551-1560. Wang Z Y, Lin J, 2024. Analysis of the September 2024 atmospheric circulation and weather [J]. Meteor Mon, 50(12):1551-1560(in Chinese).
- 杨舒楠,曹勇,陈涛,等,2019. 台风苏迪罗登陆次日分散性暴雨成因及预报着眼点[J]. 气象,45(1):38-49. Yang S N, Cao Y, Chen T, et al, 2019. Causes and focus points of forecasting the scattered rainstorm of Typhoon Soudelor on day 2 after landing [J]. Meteor Mon, 2019, 45(1):38-49(in Chinese).
- 于玉斌,陈联寿,赵大军,2014. 超强台风桑美(0608)在残涡卷入后突然增强的数值模拟[J]. 海洋学报(中文版),36(1):98-108. Yu Y B, Chen L S, Zhao D J, 2014. Numerical simulation of remnant entrainment on the rapid intensification of Super Typhoon Saomai (0608)[J]. Acta Oceanol Sin, 36(1):98-108(in Chinese).
- 张小玲,金荣花,代刊,等,2025. 中央气象台人工智能气象应用发展及思考[J]. 大气科学学报,48(3):353-365. Zhang X L, Jin R H, Dai K, et al, 2025. Advancing AI-based meteorological applications at the National Meteorological Centre[J]. Trans Atmos Sci, 48(3):353-365(in Chinese).
- 钟琦,孙卓,陈昊明,等,2022. 京津冀强降水日变化的多模式预报偏差及成因分析[J]. 中国科学: 地球科学, 52(9): 1831-1848. Zhong Q, Sun Z, Chen H M, et al, 2022. Multi model forecast biases of the diurnal variations of intense rainfall in the Beijing-Tianjin-Hebei Region[J]. Sci China Earth Sci, 52(9): 1831-1848 (in Chinese).
- Zhong Q, Sun Z, Chen H M, et al, 2022. Multi model forecast biases of the diurnal variations of intense rainfall in the Beijing-Tianjin-Hebei Region[J]. Sci China Earth Sci, 65(8): 1490-1509.

(本文责编:张芳)