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).

2024 年 9 月大气环流和天气分析*

王泽毅　林　建

国家气象中心，北京 100081

提　要： 2024 年 9 月，西太平洋副热带高压较常年明显偏西、偏强，控制我国南方大部分地区，川渝以及长江中游等地出现持续性高温少雨天气，导致气象干旱持续发展。北方地区主要受平直西风环流影响，冷空气不活跃。9 月，全国平均气温为 18.5℃，较常年同期偏高 1.6℃，江南、华南和西南地区东部等地出现高温天气；全国平均降水量为 78.7 mm，较常年同期偏多 20.5%。华西秋雨于 9 月 29 日开始，较常年(9 月 2 日)偏晚 27 d，为 1961 年以来最晚。降水偏多的地区主要受台风影响所致。西北太平洋和南海有 8 个台风生成，较常年同期(5 个)偏多 3 个，登陆台风 3 个，较常年同期(1.7 个)偏多 1.3 个。“摩羯”是 1949 年以来秋季登陆我国的最强台风，受其影响，海南、广西等地出现特大暴雨。16 日和 19 日，“贝碧嘉”“普拉桑”接连登陆上海，是上海台风登陆史上时间间隔最短一次，造成华东部分地区出现大到暴雨，局地大暴雨或特大暴雨。

关键词： 高温，台风，特大暴雨

中图分类号： P448，P458　　**文献标志码：** A　　**DOI：** 10.7519/j.issn.1000-0526.2024.110801

Analysis of the September 2024 Atmospheric Circulation and Weather

WANG Zeyi　LIN Jian

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: In September 2024, the western Pacific subtropical high was significantly more westward and stronger than usual, controlling most regions of southern of China. The persistent high temperature and less rainfall in Sichuan, Chongqing and the middle reaches of the Yangtze River regions led to the continuous worsening of meteorological drought. In northern of China, zonal westerly circulation played the main theme, so there was not much active cold air. In September, the national mean temperature was 18.5℃, 1.6℃ higher than that of the same period of normal years, with high temperature weather mainly experienced in the area south of Yangtze River, the South China and the eastern part of Southwest China. The national average precipitation was 78.7 mm, 20.5% more than the normal value. The autumn rain of West China began on 29 September, which was 27 days later than the usual onset date (2 September) and recorded the latest since 1961. Areas with excessive rainfall were mainly impacted by typhoons. There were eight typhoons generated in the Northwest Pacific and the South China Sea, three typhoons more than the five in the same period of normal years. Among them, three typhoons made landfall, 1.3 more than normal (1.7). The Super Typhoon Yagi was the strongest typhoon making landfall in China in autumn since 1949. Under Yagi's influence, severe torrential rain occurred in Hainan, Guangxi and other regions. On 16 and 19 September, the two typhoons Bebinca and Pulasan landed in Shanghai consecutively, and the time interval between them was the shortest in Shanghai as recorded. As a result, parts of East China

* 中国气象局水文气象重点开放实验室开放研究课题面上项目(23SWQXM043)资助

2024 年 10 月 25 日收稿；　2024 年 11 月 11 日收修定稿

第一作者：王泽毅，主要从事天气预报技术研发. E-mail：wangzeyi@cma.gov.cn

通讯作者：林建，主要从事天气预报研究. E-mail：linjian@cma.gov.cn

received heavy rain or torrential rain, and some localized regions even experienced torrential rain or severe torrential rain.

Key words: high temperature, typhoon, severe torrential rain

1 天气概况

1.1 降 水

2024 年 9 月，全国平均降水量为 78.7 mm，较常年同期(65.3 mm)偏多 20.5%。从空间分布来看(图 1)，内蒙古中部、西北地区东部、西南地区东部、黄淮中部、江淮东部、江南东部和南部以及华南地区等地累计降水量为 100～250 mm，其中四川中部、安徽和山东交界处、江苏南部、广东中部、广西南部等地达 250～400 mm，海南岛、雷州半岛等地超过 400 mm。与常年同期相比(图 2)，新疆东南部、西北地区大部、西藏西部、华北地区北部和东南部、内蒙古大部、江苏大部、安徽北部、四川中部、云南东南部、广西西南部、海南等地降水量偏多 5 成至 2 倍，局地偏多 2 倍以上。全国其余大部分地区降水量较常年同期偏少，黑龙江西部、新疆西南部、西藏东南部、西南地区西部、江汉、黄淮西部、江淮西部、湖南北部、江西北部和山东大部等地偏少 5 至 8 成。

1.2 气 温

9 月，全国平均气温为 18.5℃，较常年同期(16.9℃)偏高 1.6℃，为 1961 年以来最高(国家气候中心，2024)。从全国平均气温距平空间分布(图 3)来看，除新疆北部偏低 0～4℃、内蒙古中部偏北地区偏低 0～2℃外，全国大部分地区气温接近常年同期或偏高：山西南部、陕西南部、甘肃南部、青海大部、西藏东部、黄淮、江淮、江汉、江南、西南地区北部和东部偏高 2～4℃，其中四川东部、重庆、陕西中南部、贵州北部、湖南西北部、湖北西部等地偏高 4～6℃，四川盆地东部和重庆西部等地偏高 6℃以上。

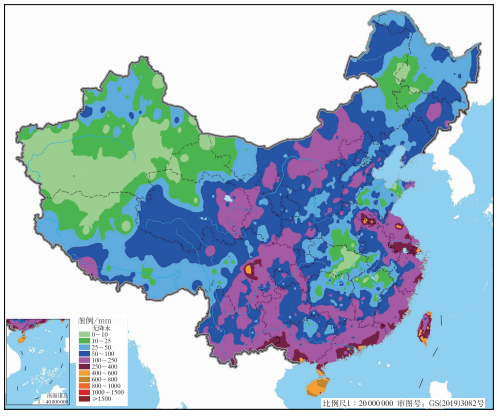


图 1 2024 年 9 月全国降水量分布

Fig. 1 Distribution of precipitation over China in September 2024

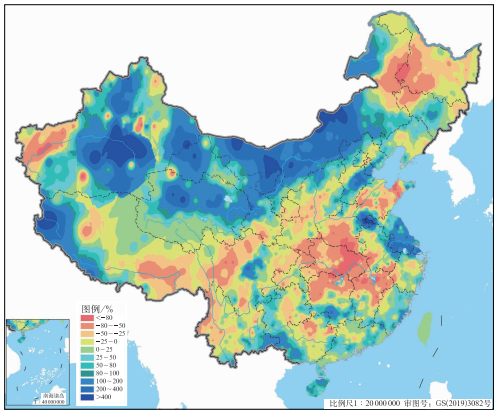


图 2 2024 年 9 月全国降水量距平百分率分布

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in September 2024

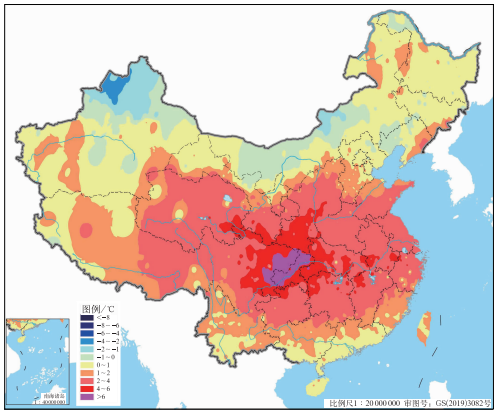


图 3 2024 年 9 月全国平均气温距平分布

Fig. 3 Distribution of mean temperature anomaly over China in September 2024

2　环流特征及演变

2.1　环流特征

2024 年 9 月北半球平均位势高度及距平场的空间分布如图 4 所示,北半球环流形势相比常年平均具有以下特点。

2.1.1　极涡呈单极型偏心分布

北半球极涡呈单极型偏心分布,中心位置偏向东半球,中心强度为 532 dagpm,与历史同期(1991—2020 年)相当(华雯丽和张芳华,2023)。中高纬度西风带环流呈多波形分布,长波槽位于西西伯利亚、亚洲东北部、北美洲西部海岸、维多利亚岛以及格陵兰岛东部至北大西洋(图 4a)。从距平场可以看出(图 4b),亚洲东北部的平均槽较常年平均偏强 2～6 dagpm,而西西伯利亚高空槽较常年平均偏强 0～2 dagpm,该槽后为高度场正距平,环流经向度较大,有利于冷空气南下影响我国新疆北部和内蒙古中部,使得上述地区降水偏多、气温偏低。

2.2.2　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)呈带状分布,西伸脊点在 80°E 附近(图 4a),较常年同期明显偏西(华雯丽和张芳华,2023;刘达和许映龙,2022);75°E 以东的亚洲大陆至太平洋洋面为宽广的位势高度正距平区域,正距平中心位于 35°N、125°E 附近,其距平值达 8 dagpm(图 4b)。副高 588 dagpm 特征线控制我国南方大部分区域,有利于出现高温天气;副高西侧和北侧边缘为冷暖空气交汇区域,因此在华北南部、西南地区等地多降水天气;副高南侧有利于台风活动,受台风外围云系及西南季风影响,华南沿海、海南、台湾等地出现强降水过程。

2.2　环流演变与我国天气

图 5 分别是 9 月上、中、下旬欧亚地区 500 hPa 平均高度场。上旬(图 5a),欧亚中高纬大气环流呈“两槽两脊”型分布,两槽分别位于西西伯利亚平原至咸海区域以及鄂霍次克海附近,东欧平原以及贝加尔湖附近为高压脊区。结合逐日环流演变分析(图略),旬前期受西西伯利亚至巴尔喀什湖附近低槽东移、旬中期受西风带短波槽的影响,我国西北地区中东部、内蒙古中部、华北和东北地区出现降水和降温过程;强盛的带状分布的副高在印度半岛北部断开,我国南方大部分地区受副高控制,出现持续性高温天气。旬内,台风摩羯在南海沿着副高南侧偏东气流向西移动,华南沿海和海南岛等地出现极端性强降水,造成严重影响。

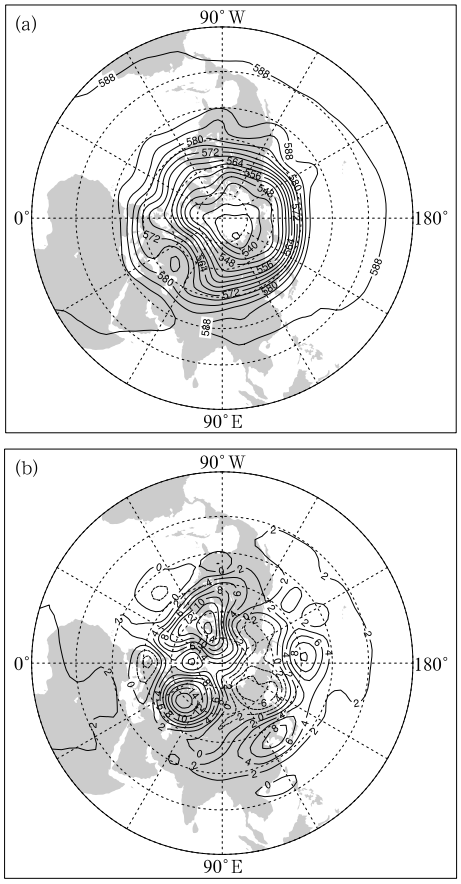


图 4　2024 年 9 月北半球 500 hPa(a)平均位势高度和(b)距平(单位:dagpm)

Fig. 4　(a) Monthly mean geopotential height and (b) its anomaly at 500 hPa in the Northern Hemisphere in September 2024 (unit: dagpm)

中旬(图 5b),贝加尔湖以东至巴尔喀什湖附近为东北—西南向长波槽,带状副高稳定维持,相比上旬,副高南界北收,整体强度加强,但西段大陆高压强度略有减弱。高纬度西风槽较为稳定,槽前冷空气与副高外围暖湿空气汇合,给西北地区东部、内蒙古中部等地带来多轮强降水,导致上述地区旬内累计降水量较常年同期偏高 5 成至 4 倍,局地超过 4 倍(图略)。旬前期,受副高外围偏东气流持续影响以及地形辐合抬升作用,四川盆地出现强降水。旬后期,受台风贝碧嘉、普拉桑及其环流影响,浙江北

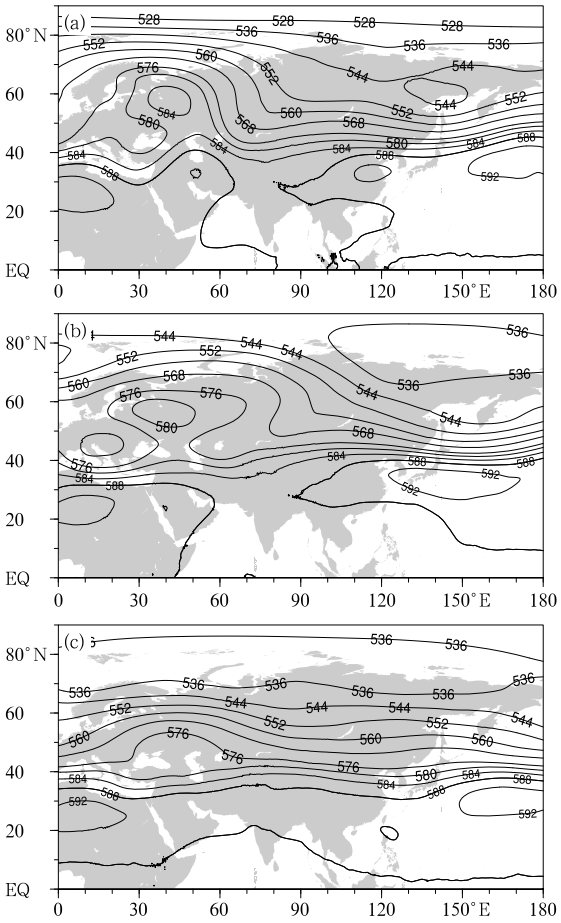


图 5 2024 年 9 月(a)上旬、(b)中旬、(c)下旬 500 hPa 平均位势高度场(单位:dagpm)

Fig. 5 Mean geopotential height at 500 hPa over Eurasia in the (a) first, (b) second and (c) third dekads of September 2024 (unit: dagpm)

部、上海、江苏南部和西部、安徽东部、河南东部、山东南部等地部分地区出现强风雨天气,安徽宿州和淮北、江苏徐州、河南商丘、山东菏泽等地 19 个国家级气象观测站日降水量突破 9 月历史极值,其中安徽和江苏有 2 个站突破历史极值;同时,受副高南侧偏东气流和南海热带低压(19 日上午加强为台风苏力)影响,华南沿海和海南岛等部分地区出现暴雨和大暴雨。

下旬(图 5c),相比上旬和中旬,东欧平原高压脊以及西西伯利亚至巴尔喀什湖的西风槽明显减弱,15°~35°N 附近形成贯通的副热带高压带。我国内蒙古北部为弱高压脊,东北北部为西风槽,中高纬度地区呈现"西高东低"的形势。旬前期,北方高空槽过境,内蒙古和东北北部等地出现降水、降温过程,槽后冷空气南压在华南附近与西南暖湿气流汇合,同时受季风槽辐合带影响,华南沿海和江南东南部有持续强降水。旬后期,巴尔喀什湖以北低涡低槽东移南下,冷空气开始自西向东影响我国中东部大部分地区,华西、华北、东北地区出现强降水。旬末,受台风山陀儿影响,台湾岛东部出现大暴雨。

3 热带气旋活动

3.1 概 况

2024 年 9 月,西北太平洋和南海有 8 个台风生成(表 1,图 6),较常年同期(5 个)偏多 3 个;"摩羯""贝碧嘉""普拉桑"先后登陆我国,较常年同期(1.7 个)偏多 1.3 个。"摩羯"影响华南地区,给海南岛北部和西部、雷州半岛局地等地带来强风雨。"贝碧嘉""普拉桑"接连在上海登陆,先后给上海、江苏、浙江、安徽和山东等地带来强风雨天气,对交通运输、农业生产和居民生活造成严重影响。

3.2 台风摩羯

2024 年第 11 号台风摩羯于 9 月 1 日 23:00(北京时,下同)在西北太平洋洋面生成,2 日 14:00 后在菲律宾吕宋岛东部沿海登陆(20 m·s^{-1},8 级,热带风暴级);随后"摩羯"向西偏北方向移动,穿过吕宋岛移入南海后,强度快速增强,其强度等级在16 h 内三级跳(4 日 07:00—23:00),从强热带风暴加强至超强台风,强度维持 64 h(4 日 23:00 至 7 日 15:00)。6 日,"摩羯"以超强台风级先后登陆海南文昌(16:20,62 m·s^{-1},17 级以上)和广东徐闻(22:20,58 m·s^{-1},17 级)。随后,"摩羯"在北部湾继续向西移动,于 7 日 15:30 前后在越南广宁省南部沿海登陆(58 m·s^{-1},17 级)。随后强度逐渐减弱,于 8 日上午在越南山萝省境内减弱为热带低压,中央气象台于 8 日 17:00 对其停止编号。

台风摩羯与 1117 号台风纳沙和 1415 号台风海鸥的移动路径相似(吴德平等,2024),但登陆强度明显强于"纳沙"(2011 年 9 月 29 日 14:30,海南文昌,42 m·s^{-1},14 级;19:15,广东徐闻,35 m·s^{-1},12 级)和"海鸥"(2014 年 9 月 16 日 09:40,海南文昌,42 m·s^{-1},14 级;12:45,广东徐闻,42 m·s^{-1},14 级),是 1949 年以来登陆我国的最强秋季台风。"摩羯"登陆强度仅次于 1409 号台风威马逊(2014 年

表 1　2024 年 9 月西北太平洋和南海生成热带气旋简表

Table 1　Summary of tropical cyclones generated in the Northwest Pacific and the South China Sea in September 2024

编号	名称	生成时间/BT	登陆我国时间、地点及强度			强度极值	
			时间/BT	地点	强度	气压/hPa	风速/(m·s^{-1})
2411	摩羯(Yagi)	9 月 1 日 23:00	9 月 6 日 16:20/9 月 6 日 22:20	海南文昌/广东徐闻	17 级以上(62 m·s^{-1})/17 级(58 m·s^{-1})	905	68
2412	丽瑟(Leepi)	9 月 5 日 14:00	/	/	/	1002	18
2413	贝碧嘉(Bebinca)	9 月 10 日 20:00	9 月 16 日 07:30	上海浦东临港新城沿海	14 级(42 m·s^{-1})	955	45
2414	普拉桑(Pulasan)	9 月 15 日 20:00	9 月 19 日 18:50/9 月 19 日 21:45	浙江舟山/上海奉贤	10 级(25 m·s^{-1})/9 级(23 m·s^{-1})	985	25
2415	苏力(Soulik)	9 月 19 日 08:00	/	/	/	998	18
2416	西马仑(Cimaron)	9 月 25 日 14:00	/	/	/	1002	18
2417	飞燕(Jebi)	9 月 27 日 14:00	/	/	/	985	25
2418	山陀儿(Krathon)	9 月 28 日 08:00	10 月 3 日 13:00	台湾高雄	13 级(38 m·s^{-1})	920	60

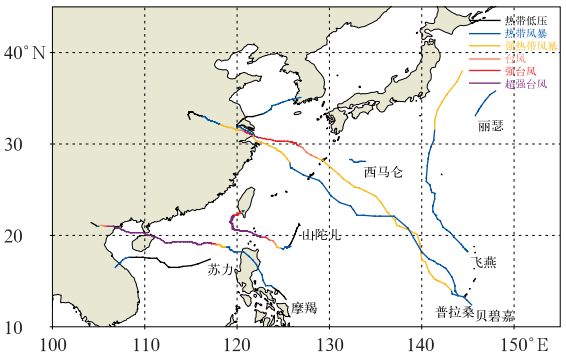


图 6　2024 年 9 月西北太平洋和南海热带气旋路径

Fig. 6　Tracks of tropical cyclones in the Northwest Pacific and the South China Sea in September 2024

7 月 18 日 15:30,海南文昌,70 m·s^{-1},17 级以上;19:30,广东徐闻,62 m·s^{-1},17 级以上;19 日 07:10,广西防城港,50 m·s^{-1},15 级),但超强台风级持续时间、台风内核影响海南时间以及 12 级以上大风范围约为“威马逊”的 2～3 倍,破坏力更强、灾害影响更重。受“摩羯”及其外围云系和西南季风共同影响,9 月 5—9 日,海南岛北部、雷州半岛局地及南海北部、北部湾北部的部分浮标站阵风风力达 15～17 级,海南文昌龙楼镇、石油平台最大阵风达 17 级以上;海南岛北部、广东南部、广西南部和云南南部出现暴雨到大暴雨,海南岛西部和北部、广西南部沿海局地出现特大暴雨。

3.3　台风贝碧嘉

2024 年第 13 号台风贝碧嘉于 9 月 10 日 20:00 在西北太平洋洋面生成,之后向西北方向移动,逐渐趋向我国东部海面,强度逐渐增强,于 16 日 07:30 前后以强台风级在上海浦东临港新城沿海登陆(42 m·s^{-1},14 级),为 1949 年以来登陆上海的最强台风。随后“贝碧嘉”向西北方向移动,经过江苏、安徽和河南,强度逐渐减弱,中央气象台于 18 日 23:00 停止编号。受“贝碧嘉”影响,9 月 16—17 日,上海、江苏中南部、安徽东部等地出现 8～10 级阵风,其中上海、江苏南部等地部分地区 12～14 级;上海、江苏、安徽等地总计 36 个国家级气象观测站最大阵风突破 9 月极值,其中上海和江苏有 11 个站破历史极值。15—19 日,苏皖鲁豫交界和江苏南部、上海、浙江北部大范围累计降水量超过 100 mm,最大降水量为 628.1 mm(安徽宿州曹庄站),有 3 个国家级气象观测站日降水量突破历史极值。

3.4　台风普拉桑

2024 年第 14 号台风普拉桑于 9 月 15 日夜间在西北太平洋洋面生成后,稳定向西北方向移动,强度逐渐加强,19 日 18:50 前后,以强热带风暴级在浙江舟山岱山沿海登陆(25 m·s^{-1},10 级),21:45 前后于上海奉贤再次登陆(23 m·s^{-1},9 级)。20 日 08:00“普拉桑”减弱为热带低压,向偏北转东北方向移动,并于傍晚移入黄海南部海面,向韩国南部沿海靠近,21 日 15:30 前后在韩国全罗南道西部沿海登陆,晚上在韩国庆尚南道境内变性为温带气旋,中央

气象台于21日20:00对其停止编号。

16日和19日，台风贝碧嘉和普拉桑接连登陆上海，是上海台风登陆史上时间间隔最短的一次。18—20日，浙江沿海、福建沿海、上海、江苏南部沿海出现8～9级、局地10～11级阵风；浙江、上海、江西、福建、江苏等地过程累计降水量为50～100 mm，上海、江苏东南部等地100～250 mm，局地250 mm以上，最大降水量为379.2 mm(上海奉贤)。

4 主要降水过程

4.1 概 况

2024年9月，受登陆台风及其残余环流以及冷空气等影响，全国共出现6次大范围强降水过程(表2)，强降水主要集中在华南和长江中下游地区等

表2 2024年9月主要强降水过程

Table 2 Major severe precipitation processes in September 2024

降水时段	主要影响系统	影响区域及降水强度
5—9日	台风摩羯	广东中南部沿海、海南岛北部和西部、广西南部和云南南部等地出现暴雨到大暴雨，局地出现特大暴雨
8—9日	高空槽、低空切变	青海东部、甘肃中部、陕西南部、山西中部和南部、河北南部和东北部、天津南部、辽宁西南部、吉林中部及四川盆地西部等地部分地出现大到暴雨
10—12日	热带低压	上海、江苏南部、浙江东北部、安徽南部等地出现暴雨到大暴雨，其中江苏中部局地出现特大暴雨
15—19日	台风贝碧嘉	浙江北部、上海、江苏南部和西部、安徽东部、河南东部、山东南部等地先后出现暴雨到大暴雨，安徽北部和江苏西部局地出现特大暴雨
18—20日	台风普拉桑	浙江、上海、江西、福建、江苏等地先后出现大到暴雨，局地大暴雨，上海浦东和奉贤、福建宁德局地出现特大暴雨
21—25日	西风槽和热带低压	浙江东南部、福建中东部、江西南部、湖南东南部、广东中部和南部沿海、海南、台湾等地出现大到暴雨，局地大暴雨

地，47个国家级气象观测站日降水量达到极端事件监测标准，其中安徽砀山(380.2 mm)等10个站日降水量突破历史极值(国家气候中心，2024)。此外，华西秋雨于9月29日开始，较常年(9月2日)偏晚27 d，为1961年以来最晚。

4.2 台风摩羯强降水过程分析

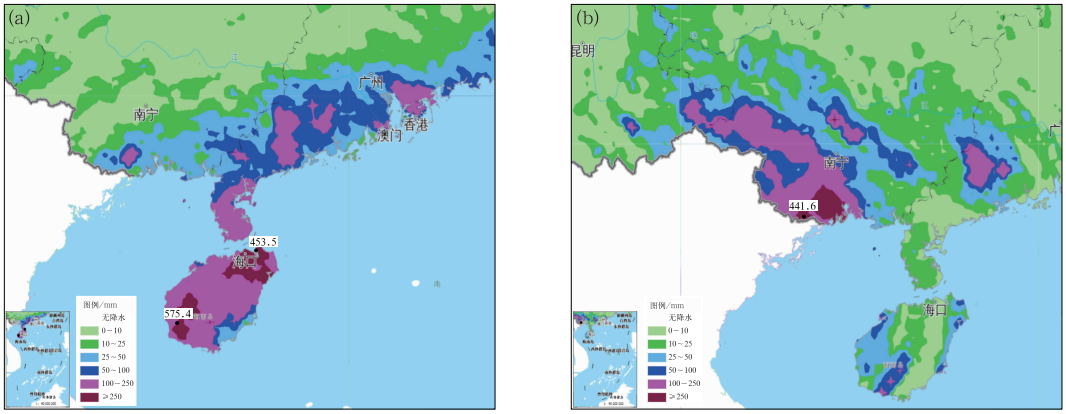
9月5—9日，受台风摩羯及其残余环流影响，海南北部和西部、广东、广西和云南等地先后出现强降水天气。

4.2.1 强降水过程特点

“摩羯”造成华南、云南等地累计降水量大，具有一定的极端性。5—9日，“摩羯”自东向西影响广东南部、海南北部和西部、广西南部和云南南部，海南北部、广东深圳和茂名、广西防城港和钦州等地部分地区累计降水量达300～600 mm，其中广西防城港局地达722～852 mm，海南乐东局地达705 mm(图略)；有5个国家级气象观测站日降水量超过历史同期月极值，17个超过历史同期旬极值。

从逐日降水量(图7)可以看出，强降水主要发生在6日08:00至7日08:00(图7a)，海南北部和西部出现大暴雨，局地特大暴雨；雷州半岛、广东南部沿海等地出现暴雨到大暴雨，雷州半岛局地最大达250 mm。最大累计降水量出现在海南西部的乐东尖峰岭森林公园站(575.4 mm)，北部的海口演丰北港站次之(453.5 mm)。北港站强降水主要出现在14:00—20:00，14:00之后降水强度逐渐增加，16:00左右台风登陆时小时降水量从15:00的30 mm增加到62 mm，在19:00达到峰值(138.6 mm)，20:00之后明显减弱(图8a)。尖峰岭森林公园站强降水主要集中在6日下午和7日凌晨。从6日11:00起小时降水量持续超过10 mm，之后逐渐增强并于19:00达到阶段性峰值(49.3 mm)。随着“摩羯”向西移动，7日00:00开始海南西部降水逐渐加强，03:00—05:00尖峰岭森林公园站小时降水量持续超过50 mm，持续性强降水使得该站24 h累计降水量达到575.4 mm(图8b)。

7日08:00至8日08:00(图7b)，广西南部、广东中南部等地出现暴雨到大暴雨，其中广西防城港局地特大暴雨，其强降水主要发生在7日12:00—21:00，部分站点14:00小时降水量可达70 mm，峒中板八站24 h累计降水量达441.6 mm。



注:黑点代表站点位置,数字代表该站累计降水量(单位:mm)。

图 7　2024 年 9 月(a)6 日 08:00 至 7 日 08:00,(b)7 日 08:00 至 8 日 08:00 累计降水量分布

Fig. 7　Distribution of accumulated precipitation from (a) 08:00 BT 6 to 08:00 BT 7 and (b) 08:00 BT 7 to 08:00 BT 8 September 2024

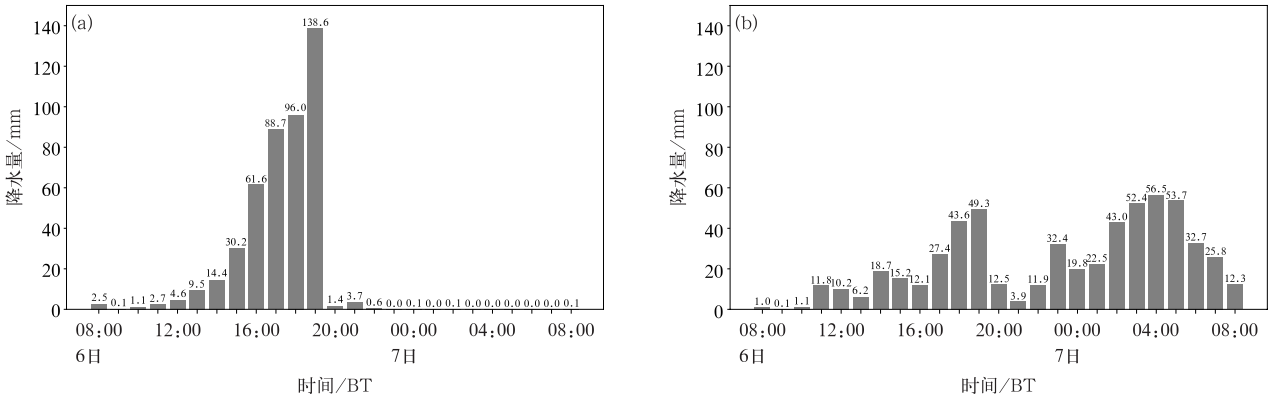


图 8　2024 年 9 月 6 日 08:00 至 7 日 08:00(a)北港站,(b)尖峰岭森林公园站降水时序图

Fig. 8　Time-series of hourly precipitation at (a) Beigang Station and (b) Jianfengling Forest Park Station from 08:00 BT 6 to 08:00 BT 7 September 2024

8 日 08:00 至 10 日 08:00(图略),广西南部和云南南部出现暴雨和大暴雨,局地特大暴雨,其中 8 日云南文山壮族苗族自治州、红河哈尼族彝族自治州局地的累计降水量可超过 200 mm,白天为持续性小雨,9 日 01:00—08:00 降水较强。

4.2.2　强降水成因初步分析

9 月 4—5 日,南亚高压较常年同期偏北、偏东,副高偏西、偏强,我国中东部大部地区受南亚高压和副高控制。台风摩羯位于南海东部,受副高南侧偏东气流引导向西移动,孟加拉湾的偏西暖湿气流和副高南侧的偏东暖湿气流为“摩羯”输送大量水汽。同时,在高海温(南海局地海温超过 30℃)和弱垂直风切变影响下,“摩羯”在南海快速加强发展(图 9a)。受台风、台风倒槽以及华南沿海地形对偏东气流的强迫抬升影响,华南南部地区及海南出现强降水(图略)。

6 日,南亚高压进一步东移且南界南压,副高显著加强并西伸。“摩羯”继续向西移动(图 9b),以超强台风级先后登陆海南文昌(16:20)和广东徐闻(22:20)后,依然维持超强台风,较好的高层出流条件和北部湾超过 30℃的海温(图略)均有利于台风强度的维持(黄滢等,2019)。从 6 日 16:00 沿 109°E 的散度和垂直速度的垂直剖面(图 10a)可以发现,海南上空边界层维持强的气旋式辐合,最大辐合中心散度为 -52×10^{-5} s^{-1},850 hPa 以上均为反气旋辐散,辐散中心位于 850 hPa 和 500 hPa 附近,最强可

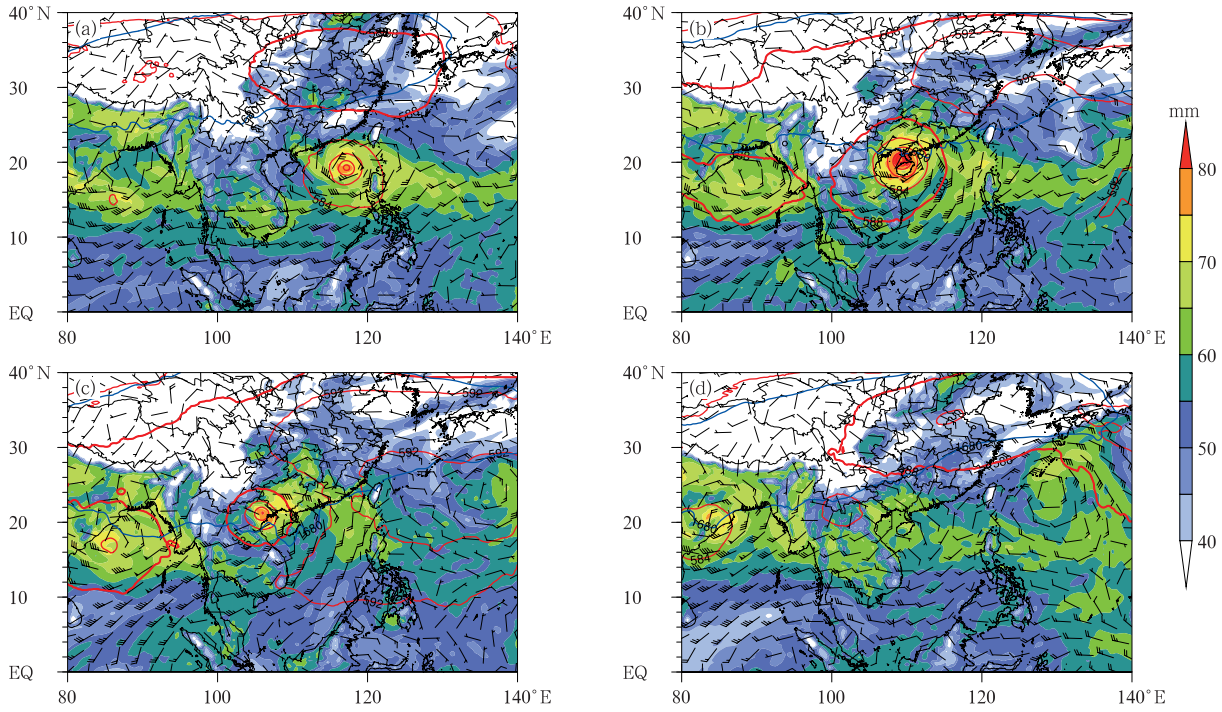


图 9 2024 年 9 月(a)4 日 08:00,(b)6 日 16:00,(c)7 日 14:00,(d)9 日 08:00 500 hPa 位势高度场(红色等值线,单位:dagpm)、100 hPa 1680 dagpm 特征线(蓝色等值线)、925 hPa 风场(风羽)和整层可降水量(填色)

Fig. 9 The geopotential height at 500 hPa (red contour, unit: dagpm), 1680 dagpm line at 100 hPa (blue contour), wind field at 925 hPa (barb) and vertically integrated precipitable water (colored) at (a) 08:00 BT 4, (b) 16:00 BT 6, (c) 14:00 BT 7 and (d) 08:00 BT 9 September 2024

达 30×10^{-5} s^{-1}。低层辐合和高层辐散强度均强于 2018 年台风山竹(柳龙生和高拴柱,2018),海南上空的垂直上升速度最大可达 6 Pa·s^{-1}。从假相当位温的垂直剖面可以看到,6 日16:00 海南 700 hPa 以下有明显的台风暖心结构维持,暖中心位于近地面层和 850 hPa,假相当位温达 366 K,500 hPa 和 850 hPa 假相当位温差值较大,有利的层结不稳定条件有助于产生强烈的上升运动。海南附近近地面比湿大于 20 g·kg^{-1},850 hPa 比湿达 18 g·kg^{-1}(图 10b),整层可降水量超过 75 mm(图 9b),水汽充足。由位于海南北部的海口站 17:00 的订正探空曲线可知(图 11),海口附近湿层深厚,对流有效位能为 676.3 J·kg^{-1},K 指数达 39.1℃,高温高湿的环境配合较低的抬升凝结高度,同时有强烈的辐合上升运动,非常有利于湿对流发展。海南降水在 19:00 前后达到峰值,海口演丰北港站小时降水量达到 138.6 mm (图 8a)。

7 日,南压高压南界进一步南压,副高 592 dagpm 特征线进一步西伸,“摩羯”继续西移。15:30 前后“摩羯”在越南登陆后强度明显减弱,但台风北侧偏东气流给广西南部带来充足水汽(图 9c),近地面比湿大于 20 g·kg^{-1},850 hPa 比湿达 15 g·kg^{-1}(图 10d),整层可降水量超过 70 mm(图 9c)。从 7 日沿防城港西部(108°E)的散度和垂直速度经向剖面可知,21°~22°N 低层为辐合,中心散度为-27×10^{-5} s^{-1},850 hPa 以上为辐散,中心散度为 11×10^{-5} s^{-1},散度较 6 日下午海南西部明显偏弱,但垂直上升速度最大仍可达 2.0 Pa·s^{-1}(图 10c),同时,近地面层仍维持较高的假相当位温(362 K),对流层中下层为上干冷下暖湿的层结不稳定结构(图 10d),有利于短时强降水的发生,广西南部、广东中南部等地出现暴雨到大暴雨。

8—9 日,南亚高压南界北抬,副高明显减弱东退。受台风残余环流及地形影响(图 9d),云南南部局地出现持续性降水天气。

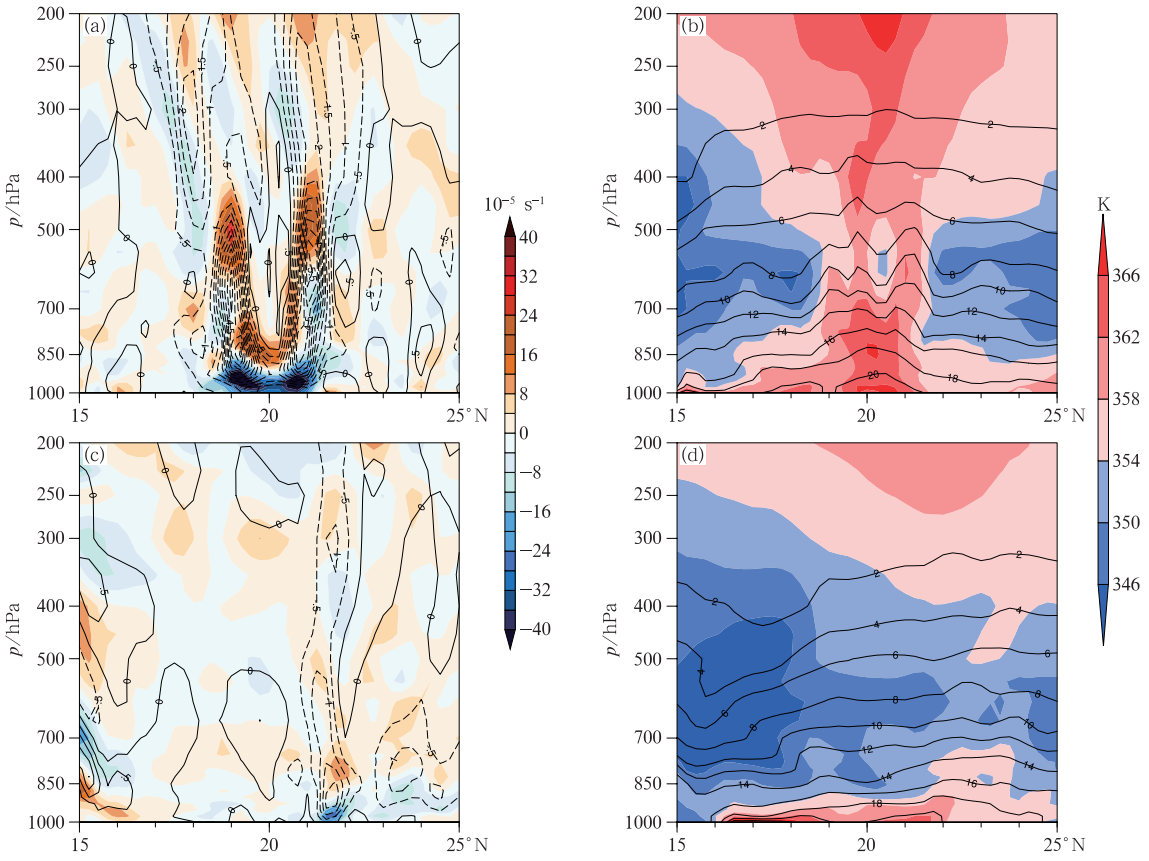


图 10　2024 年 9 月(a,b)6 日 16:00 沿 109°E、(c,d)7 日 14:00 沿 108°E(a,c)散度(填色)和垂直速度(等值线,单位:Pa·s^{-1}),以及(b,d)假相当位温(填色)和比湿(等值线,单位:g·kg^{-1})的垂直剖面

Fig. 10　Vertical profile of (a, c) divergence (colored) and vertical velocity (contour, unit: Pa·s^{-1}), (b, d) pseudo-equivalent potential temperature (colored) and specific humidity (contour, unit: g·kg^{-1}) along (a, b) 109°E at 16:00 BT 6 and (c, d) 108°E at 14:00 BT 7 September 2024

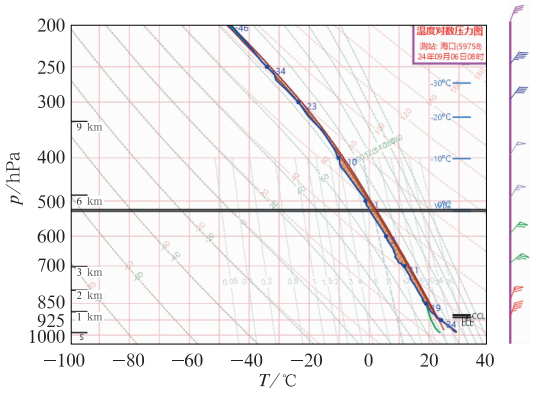


图 11　2024 年 9 月 6 日 08:00 海口站经 17:00 地面资料订正后的探空曲线

Fig. 11　T-ln$p$ diagram of Haikou Sounding Station at 08:00 BT corrected by the surface data at 17:00 BT 6 September 2024

5　其他灾害天气

5.1　高温天气

2024 年 9 月,全国平均高温日数达 1.9 d,为 1961 年以来历史同期最多(国家气候中心,2024)。高温影响范围主要分布在华南北部、江南大部以及川渝地区,重庆 80%的国家级气象观测站出现 40℃以上的高温。湖北远安(42.6℃)、湖北枝江(40.1℃)、湖北石首(38.9℃)等 5 个站突破历史极值。受高温少雨影响,川渝以及长江中游等地气象干旱持续发展。

5.2　冷空气降温

9 月,2 次冷空气影响我国(9 月 20—23 日、9 月

26日至10月2日),其中9月26日至10月2日的寒潮天气过程导致约506万 km^2 国土面积降温超过10℃,约55万 km^2 的国土面积降温超过16℃。受强冷空气影响,西北地区东南部、内蒙古中东部、东北地区西部、华北北部和西部、江淮、江南中西部及四川盆地出现6～10℃降温,局地降温达12～18℃。期间,山东、四川、甘肃等地有6个国家级气象观测站日最低气温跌破9月下旬历史极值。

参考文献

国家气候中心,2024.2024年9月全国气候影响评价[R/OL].http://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php.National Climate Centre,2024.Impact assessment of September 2024 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].Metero Mon,49(12):1553-1560(in Chinese).

黄滢,黄春华,林文桦,2019.台风"威马逊"登陆后长时间维持原因分析[J].气象研究与应用,40(4):24-27.Huang Y,Huang C H,Lin W Y,2019.Analysis of the reasons for the long-term maintenance of Typhoon Rammasun after landing[J].J Meteor Res Appl,40(4):24-27(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].Metero Mon,48(12):1629-1636(in Chinese).

柳龙生,高拴柱,2018.2018年9月大气环流和天气分析[J].气象,44(12):1635-1640.Liu L S,Gao S Z,2018.Analysis of the September 2018 atmospheric circulation and weather[J].Metero Mon,44(12):1635-1640(in Chinese).

吴德平,张琼雄,钟谢非,等,2024.相似台风"纳沙"和"海鸥"在雷州半岛产生的降雨差异及其可能机制研究[J].热带气象学报,40(3):397-410.Wu D P,Zhang Q X,Zhong X F,et al,2024,Rainfall difference on Leizhou Peninsula between similar typhoons Nesat and Kalmaegi and their possible mechanisms[J].J Trop Meteor,40(3):397-410(in Chinese).

(本文责编:张芳)

新书架

《中国珍贵气象档案(第一辑)》

中国气象局气象档案馆 编

为展现我国气象事业发展历程,弘扬气象文化,挖掘档案资源,宣传我国珍贵气象档案遗产,加强珍贵气象档案的管理与保护力度,中国气象局气象档案馆编制了《中国珍贵气象档案(第一辑)》。该书主要收录了明清时期、民国时期、解放战争时期极有价值的珍贵气象档案,如1849年俄国东正教会建立"地磁气象台"的档案记录以及19世纪中叶保存较完整的海关气象观测原始记录,中国近现代气象事业发端及延安时期开始的人民气象事业早期历史,也收录了部分近现代气象事业开拓者的手迹和著作,包括观测记录、人物、事件、实物、手迹、照片等。

16开 定价:200.00元

《防雷装置检测技术基础》

马金福 主编

该书聚焦于防雷装置应用及其检测技术研究,阐述了闪电的形成过程和机理,详细讲解滚球法保护范围的计算方法、接地电阻和土壤电阻率的测量方法,讲述了冲击接地电阻的概念及其与工频接地电阻的区别。针对相关规范的规定进行了深入的解读,介绍了电涌保护器工作原理及应用以及建筑物防雷装置检测、信息系统机房防雷装置检测、户外石油化工防雷装置检测、加油站防雷装置检测、新一代天气雷达站防雷装置检测等。该书对照国家相关防雷规范,对不同生产、生活环境的防雷装置检测进行了研究和说明,是一本综合性的防雷检测技术书籍,可供从事防雷检测科研人员和技术人员及相关专业领域人员阅读参考。

16开 定价:60.00元

《"双碳"目标下清洁能源气象服务丛书——陕西风能资源及开发利用》

孙娴 雷杨娜 何晓媛 著

该书全面总结了陕西省风能资源普查、详查以及风能研究课题的最新成果,详细阐述了陕西省复杂地形下风工程气象参数变化特征、潜在风电场选址方法、风电场风能资源评估技术和风电开发气象灾害风险评估技术等,并从多方面详细介绍了陕西风能资源的高分辨率数值模拟技术在风电场选址、风电场预(中期)评估和综合评估的应用。

该书可供风能资源开发利用领域的研究人员、工程技术人员和管理人员使用,也可为从事风电开发建设的单位提供参考。

16开 定价:100.00元

气象出版社网址:http://www.qxcbs.com, E-mail:qxcbs@cma.gov.cn

联系电话:010-68408042(发行部), 010-68407021(读者服务部)

传真:010-62176428