龚振淞，支蓉，2026. 2026 年春季中国气候异常特征及成因分析[J]. 气象，52(10)：1271-1279. Gong Z S，Zhi R，2026. Characteristics and possible causes of the climate anomalies over China in Spring 2026[J]. Meteor Mon，52(10)：1271-1279(in Chinese).

2026 年春季中国气候异常特征及成因分析*

龚振淞 支 蓉

国家气候中心，中国气象局气候预测研究重点开放实验室，北京 100081

提 要： 2026 年春季(3—5 月)我国大部地区气温偏高，全国平均气温为 12.0℃，为 1961 年以来历史同期第四高。全国平均降水量为 166.3 mm，较常年同期偏多 15.8%。从空间分布看，我国中东部地区降水呈现南北两条多雨带：北方多雨带主要位于华北南部至黄淮，南方多雨带位于西南地区中东部至江南西部。春季欧亚中高纬 500 hPa 高度场呈现“两脊一槽”分布，乌拉尔山至巴尔喀什湖、东北亚为正高度距平控制，贝加尔湖及以北的中西伯利亚地区为负高度距平，此环流形势有利于中西路冷空气南下影响我国。对流层低层风场上，东北亚地区受异常反气旋式环流控制，有利于西北太平洋的暖湿水汽输送至我国北方地区，并与南下的冷空气相结合，造成我国华北南部至黄淮等地春季降水明显偏多。2026 年春季北大西洋三极子正位相是造成我国中东部地区北方多雨带形成的重要外强迫信号。

关键词： 春季气候异常，东北亚脊，北方多雨带，北大西洋三极子

中图分类号： P461 **文献标志码：** A **DOI：** 10.7519/j.issn.1000-0526.2026.081801

Characteristics and Possible Causes of the Climate Anomalies over China in Spring 2026

GONG Zhensong ZHI Rong

CMA Key Laboratory for Climate Prediction Studies, National Climate Centre, Beijing 100081

Abstract: In the spring (March to May) of 2026, the temperature in most parts of China was higher than normal, with average temperature over China reaching 12.0℃, making this spring the fourth warmest since 1961. The average precipitation over China was 166.3 mm, 15.8% above normal. Spatially, precipitation in central and eastern China presented two main rainfall belts in the north and south. The northern rainfall belt was mainly located from southern North China to the Huanghuai Region, while the southern rainfall belt was from the central-eastern part of Southwest China to the western part of the Jiangnan Region. The 500 hPa geopotential height field over the middle and high latitudes of Eurasia exhibited a “two ridges and one trough” pattern. Positive height anomalies controlled the region from the Ural Mountains to Lake Balkhash and over Northeast Asia, whereas negative height anomalies were centered over Lake Baikal and the central Siberia Area to its north. This circulation pattern facilitated the southward intrusion of cold air along the central and western paths into China. In the lower-tropospheric wind field, Northeast Asia was dominated by an anomalous anticyclonic circulation, favoring the transport of warm and moist water vapor from the western North Pacific to northern China, which combined with the southward-moving cold air, led to significantly above-normal spring precipitation in the area from southern North China to the Huanghuai Region. In addition, the positive phase of the spring North Atlantic tripole

* 国家重点研发计划(2022YFF0801604)和国家自然科学基金项目(42475019、41975088)共同资助

2026 年 7 月 13 日收稿； 2026 年 8 月 18 日收修定稿

第一作者：龚振淞，主要从事气候诊断及预测研究. E-mail：gongzs@cma.gov.cn

通讯作者：支蓉，主要从事气候诊断及预测研究. E-mail：zhir@cma.gov.cn

served as an important external forcing signal for the formation of the northern rainy belt in the central and eastern parts of China in spring.

Key words: spring climate anomaly, Northeast Asian high ridge, northern rainfall belt, North Atlantic tripole (NAT)

引 言

中国是受东亚季风影响最显著、范围最广的国家之一。春季(3—5月)是东亚冬季风减弱、夏季风增强的“拉锯战”时期,北方冷空气仍频繁南下,暖湿气流也开始活跃,两者交替控制,导致气温起伏较大,常出现“倒春寒”现象。冷暖气团的对峙也使得强降水和强对流天气高发。此外,北方地区地表解冻后植被覆盖稀少,土壤疏松,同时冷空气活动频繁,大风天气多,因此春季也是北方沙尘天气高发期。春季气候异常对人体健康、农牧业生产、生态环境、水资源调控等方面都有重要的影响。因此,开展我国春季气候特征分析及气候异常成因诊断,对于提高气候预测准确率和提升气候服务质量具有重要的意义。

中国春季降水是热带和中高纬大气环流系统协同作用的结果(刘芸芸和陈丽娟,2019;洪洁莉和郑志海,2020;顾薇等,2025)。春季西北太平洋副热带高压(以下简称西太副高)以及青藏高原东侧低压系统的强度和位置对我国南方降水有重要影响(蒋品平和赵平,2012)。春季南支槽的强度和作用反映了西风带南支波动的特征,对长江中下游及西南部分地区降水有显著影响(李依瞳等,2017)。伴随西太副高加强及东亚西风急流西南向移动,降水主要位于华南沿海;西太副高及东亚西风急流均较气候平均位置偏北时,降水大值区在长江中下游;当500 hPa高压异常中心北移至日本海附近,同时东亚西风急流偏弱时,对应降水中心位于黄淮流域(张洁等,2009)。王冀等(2005)指出当东北地区高度场异常偏高时,极地冷空气不易向南扩散,暖空气势力较强。日本海上空的高压异常使东亚大槽较常年偏弱,有利于中国东部南支水汽北上(马京津等,2006)。此外,春季东亚大陆和西太平洋之间的纬向海陆热力差异对江南地区降水具有重要影响(Tian and Yasunari,1998;王黎娟和高龙龙,2017)。

中国春季降水年际变率大,受多种外强迫因子共同调控。厄尔尼诺-南方涛动(ENSO)是热带太平洋海气耦合系统中年际变率最强信号(Bjerknes,1969;Philander,1990;Tang et al,2018),其主要通过中东太平洋海温调制对流层低层西北太平洋异常环流,进而对东亚季风和中国气候产生影响(Wang et al,2000;陈文等,2024)。一般在La Niña事件之后的春季中国南方降水显著偏少(Chen et al,2019;Liu et al,2022;2023a)。但也有最新研究表明,多年La Niña事件中的第一年春季南方降水显著偏少,而第二年则偏多(Li et al,2024)。印度洋海温可以起到类似“电容器”的作用,将冬季ENSO信号存储起来,春季通过海气相互作用激发遥相关波列影响西北太平洋的大气环流和中国南方降水(Hu et al,2013;Xie et al,2016)。春季西太平洋副热带海温异常增暖,东亚大陆与西太平洋副热带的纬向海陆热力梯度遭到削弱,进而引起江南降水减少(张博等,2011)。北大西洋海温异常会通过激发横跨欧亚大陆的罗斯贝波列(波列向东传播),在东亚地区引起环流异常(Lu et al,2020),进而对中国春季气候异常产生影响。

从上述研究可知,中国春季降水异常是多种气候因子共同作用的结果。本文将介绍2026年春季中国气候异常特征,并进一步从大气环流异常及外强迫信号角度探讨中国中东部地区北方雨带形成的物理机制。

1 资料和方法

本研究主要采用以下资料:(1)国家气象信息中心整编的1961年1月1日至2026年5月31日中国2400个国家级地面气象观测站的逐日气温和降水观测资料(任芝花等,2012);(2)中国自主研发的第一代全球大气再分析产品提供的1980年1月至2026年5月逐月大气再分析资料,包括位势高度、经向风、纬向风等气象要素,空间分辨率为0.25°×0.25°(Liu et al,2023b);(3)美国国家海洋和大气管理局提供的1981年12月至2026年5月高精度最优插值全球海表温度(SST)逐月资料(Reynolds et al,2007),水平分辨率为0.25°×0.25°。

文中各项海温指数出自国家气候中心“新一代气候监测预测分析系统(CIPAS 3.1)”，定义如下：(1)Niño3.4 区域海温指数，赤道中东太平洋(5°S～5°N、170°E～120°W)区域平均海温距平值；(2)北大西洋海温三极子模态(North Atlantic tripole，NAT)指数计算具体公式如下：

$$NAT = T_{IC} - (T_{IN} + T_{IS})/2$$

式中：NAT 为北大西洋三极子指数，T_{IC}、T_{IN} 和 T_{IS} 分别为 34°～44°N、62°～72°W(IC 区域)，44°～56°N、24°～40°W(IN 区域)和 0°～18°N、24°～56°W(IS 区域)区域平均的海温距平。

文中用到的分析方法主要包含回归分析、合成分析等，显著性水平检验方法为 Student’s-t 检验(黄嘉佑，2000)。春季指北半球春季(3—5 月)，所用各要素的气候平均值均选取 1991—2020 年的平均值。春季主要天气气候事件部分内容来自国家气候中心发布的《全国气候影响评价》(国家气候中心，2026a；2026b；2026c)，文中部分图形和环流指数取自国家气候中心的“气象灾害影响评估系统”和“新一代气候监测预测分析系统(CIPAS 3.1)”。

2　春季主要气候特征

2.1　气　温

2026 年春季，全国平均气温为 12.0℃，较常年同期(10.9℃)偏高 1.1℃，为 1961 年以来历史同期第四高(图 1a)。除内蒙古东北部局部、云南西南部气温较常年同期略偏低外，全国其余大部地区气温偏高 0.5℃以上，其中东北大部、内蒙古中西部、华北大部、华东大部、华中局部、华南、西南局部、西北地区北部、西藏东部局部和西部、新疆大部等地气温偏高 1～2℃，局地偏高 2～4℃(图 1b)。季内，全国共有 61 个国家级气象观测站日最高气温达到或超过 1961 年以来春季最大值。

春季各月气温均较常年偏高。3 月全国平均气温为 5.9℃，较常年同期(4.8℃)偏高 1.1℃；内蒙古中部、江南东南部、华南南部、西藏大部偏高 2～4℃以上(图 2a)。4 月，全国平均气温为 12.9℃，较常年同期(11.5℃)偏高 1.4℃，为 1961 年以来历史同期第四高；内蒙古东北部、东北地区北部和云南局部气温较常年同期偏低；内蒙古中西部、西北地区西北部、西藏西北部、新疆大部、华南西部等地气温偏高

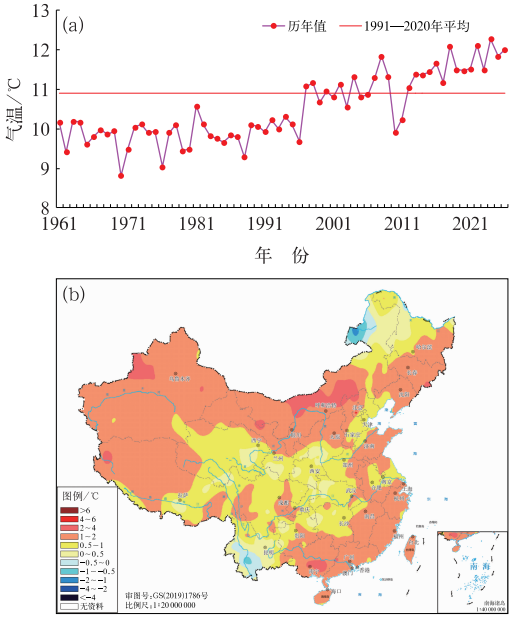


图 1　(a)1961—2026 年春季全国平均气温历年变化和(b)2026 年春季全国平均气温距平分布

Fig. 1　(a) Time series of average temperature over China in March, April and May (MAM) during 1961－2026 and (b) distribution of average temperature anomaly over China in MAM 2026

2～4℃(图 2b)。5 月，全国平均气温为 17.2℃，较常年同期(16.5℃)偏高 0.7℃，为 1961 年以来历史同期第六高；云南大部、青海大部、西藏大部等地气温较常年同期偏低；东北地区中部、华北西北部、新疆局部偏高 2～4℃(图 2c)。

2.2　降　水

2026 年春季，全国平均降水量为 166.3 mm，较常年同期(143.6 mm)偏多 15.8%(图 3b)，为 1961 年以来历史同期第五多。从空间分布看，我国中东部地区呈现南北两条多雨带：北方多雨带主要位于华北南部至黄淮，南方多雨带位于西南地区中东部至江南西部。内蒙古中部和东北部、华北大部、黄淮北部、江南西部、西北地区东部和中部、西南地区东部、西藏大部和新疆南部局部等地降水量偏多 5 成以上，局部偏多 1～2 倍；内蒙古东部和西部局部、新疆中部和西北部等地降水量偏少 5～8 成，局地偏少 8 成以上(图 3a)。河北、天津、重庆和贵州降水量为 1961 年以来历史同期最多(图略)。内蒙古、河北、陕西、湖北、江西、广东等地共有 95 个国家级气象观测站日降水量突破 1961 年以来春季极大值，其中广

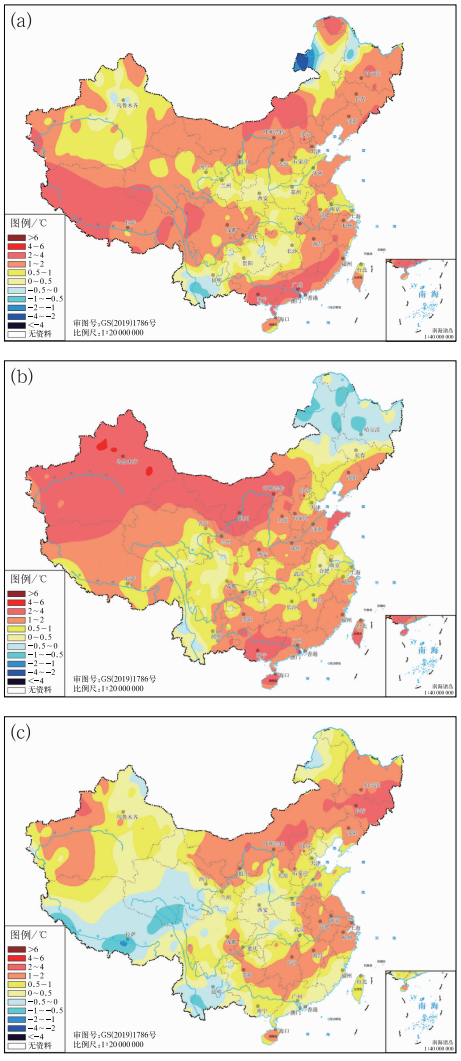
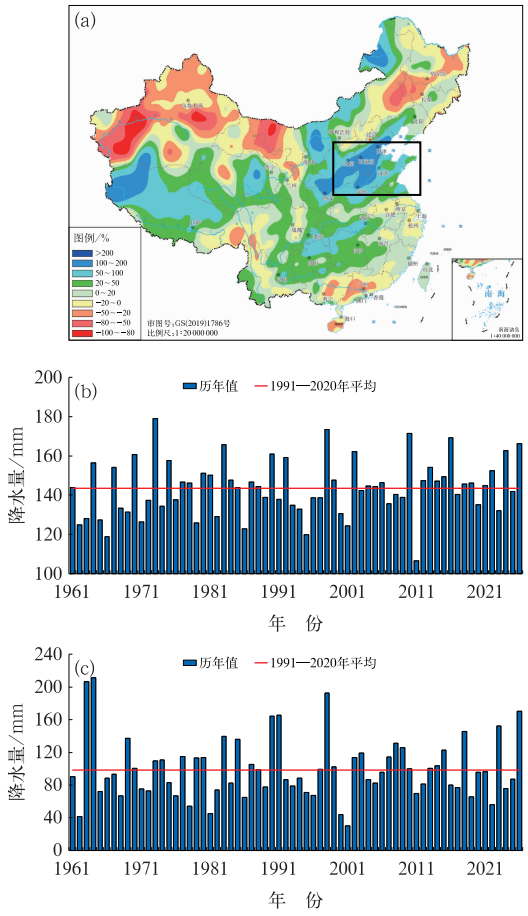


图 2 2026 年(a)3 月,(b)4 月,(c)5 月全国平均气温距平分布

Fig. 2 Distribution of average temperature anomaly over China in (a) March, (b) April and (c) May 2026

东恩平、湖北荆州等 6 个站日降水量破历史极值。选取 33°～40°N、110°～125°E 代表中国中东部地区北方多雨带核心区域(图 3a 中黑色框,以下简称北方多雨带),北方多雨带区域平均降水量为 170.5 mm,为 1961 年以来历史同期第四多(图 3c)。

从春季逐月降水空间分布来看,有明显的季节内变化特征。3 月,全国平均降水量为 35.3 mm,较常年同期偏多 19.6%(图 4a);降水偏多的空间范围大,仅东北地区大部、内蒙古中部、江南东部、华南大部、新疆西部等地降水偏少;内蒙古东北部和西部部分地区、华北南部、西北部分地区、西藏中西部等地降水量偏多达 1～2 倍,局地偏多 2 倍以上。4 月,全国平均降水量为 55.3 mm,较常年同期偏多 27%(图 4b);东北大部、江南、华南局部、西南地区东部、西北地区西部、西藏中部、新疆东南部等地降水量偏多 5 成至 2 倍,局地偏多 2 倍以上;内蒙古中西部、华北大部、江淮、华南东部、西南地区西南部、西藏局部、新疆大部降水量偏少 5 成以上,其中内蒙古西部、新疆南部等地偏少 8 成以上。5 月,我国降水呈现"北多南少"分布,全国平均降水量为 77 mm,较常年同期偏多 10%(图 4c);内蒙古大部、华北大部、黄淮、江淮北部、长江中游地区、西南局部、西藏西北部等地偏多 5 成至 2 倍,局部地区偏多 2 倍以上;东



注:图 a 中黑色框为北方多雨带区域(33°～40°N、110°～125°E)。

图 3 (a)2026 年春季全国降水量距平百分率空间分布,(b,c)1961—2026 年春季(b)全国以及(c)北方多雨带平均降水量历年变化

Fig. 3 (a) Distribution of precipitation anomaly percentage over China in MAM 2026, and (b, c) time series of MAM average precipitation in (b) whole China and (c) northern rainfall belt during 1961—2026

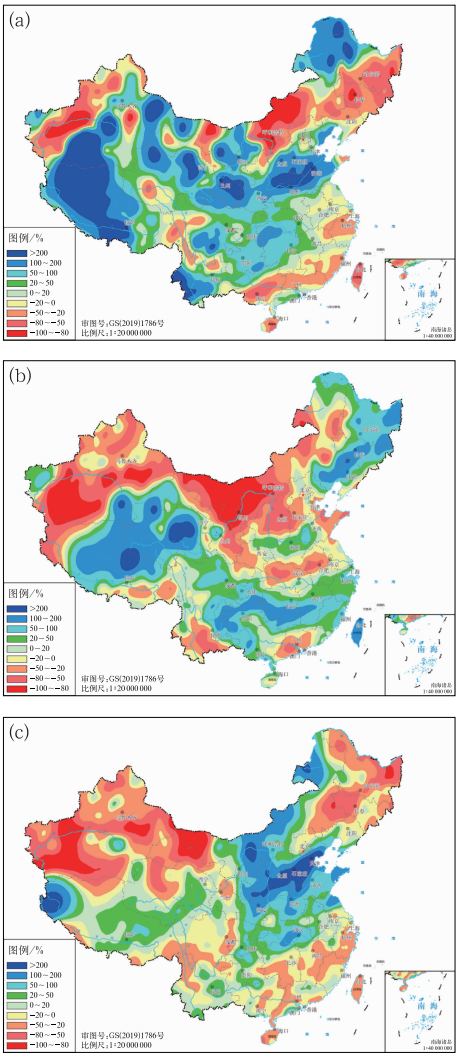


图 4　2026 年(a)3 月,(b)4 月,(c)5 月全国平均降水量距平百分率分布

Fig. 4　Distribution of average precipitation anomaly percentage over China in (a) March, (b) April and (c) May 2026

北大部、江南局部、华南局部、西南地区西部、西北地区西部、新疆大部偏少 2～8 成,局地偏少 8 成以上。

2.3　春季主要天气气候事件

2026 年华南前汛期于 4 月 3 日首先在福建开始,较常年(4 月 9 日)偏早 6 d。4 月 3 日至 5 月 31 日,华南地区平均降水量为 362.3 mm,较常年同期偏少 1.5%。

中国旱情演变方面,4 月上半月,广西、云南、海南等地累计降水量较常年同期偏少近 6 成,气象干旱发展。4 月 16 日海南大部、广西东南部出现重旱,局地出现特旱。17 日以后华南地区降水增加,干旱逐渐解除。

春季中国南方地区共发生 10 次区域性暴雨过程。广西钦州(331.5 mm)、合浦(237.0 mm)日降水量突破当地春季历史极值。5 月 13—21 日暴雨过程是 1961 年以来 5 月最强区域暴雨过程(图 5),具有爆发力强、持续时间长、极端性突出等特征,降水影响面积和持续时间均为 5 月历史第一。其中,68 个国家级气象观测站日降水量突破春季极值,广东恩平、湖北荆州、江西上犹、广西贵港突破历史极值。

春季中国共发生 14 次强对流天气过程。浙江舟山局地出现 16 级极端雷暴大风,广西百色出现特大冰雹,广东江门、湖北恩施、重庆永川、安徽滁州等地小时降水量超过 100 mm。

3　春季北方多雨带成因分析

3.1　大气环流异常特征

2026 年春季 500 hPa 位势高度距平场上,欧亚中高纬呈现“两脊一槽”分布特征。乌拉尔山至巴尔喀什湖地区为正高度距平,贝加尔湖及其以北的中西伯利亚地区高度场偏低,有利于中西路冷空气活动,而贝加尔湖以东至东北亚的大部地区位势高度场较常年同期偏高,对应东亚大槽偏弱(图 6a)。低层风场上,30°N 以南为异常气旋性环流,30°N 以北则为明显的异常反气旋性环流所控制(图 6b),这样的环流形势有利于引导西北太平洋水汽沿异常反气旋外围输送至长江以北地区。在高纬地区,北极极涡分裂,偏向东半球的极涡加深南压,在贝加尔湖以北地区形成低压槽。来自太平洋的暖湿气流与低压

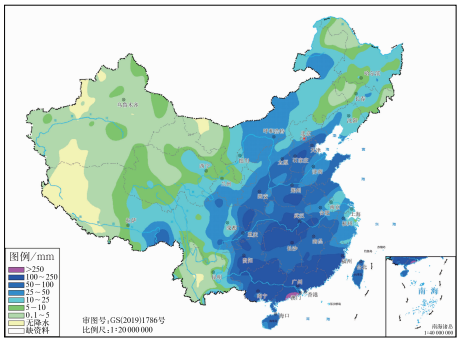
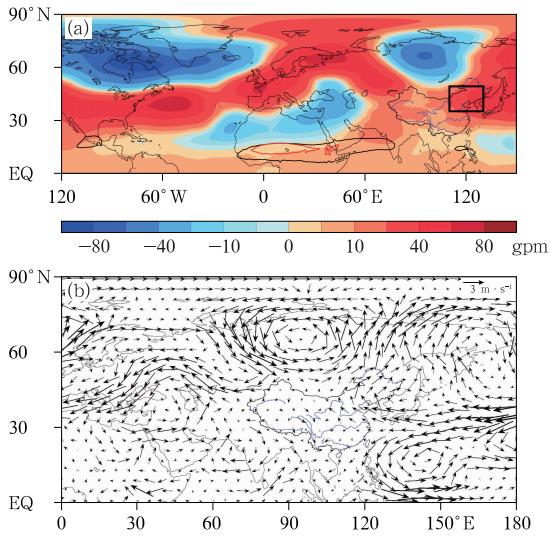


图 5　2026 年 5 月 13—21 日全国累计降水量分布

Fig. 5　Distribution of accumulated precipitation over China during 13－21 May 2026



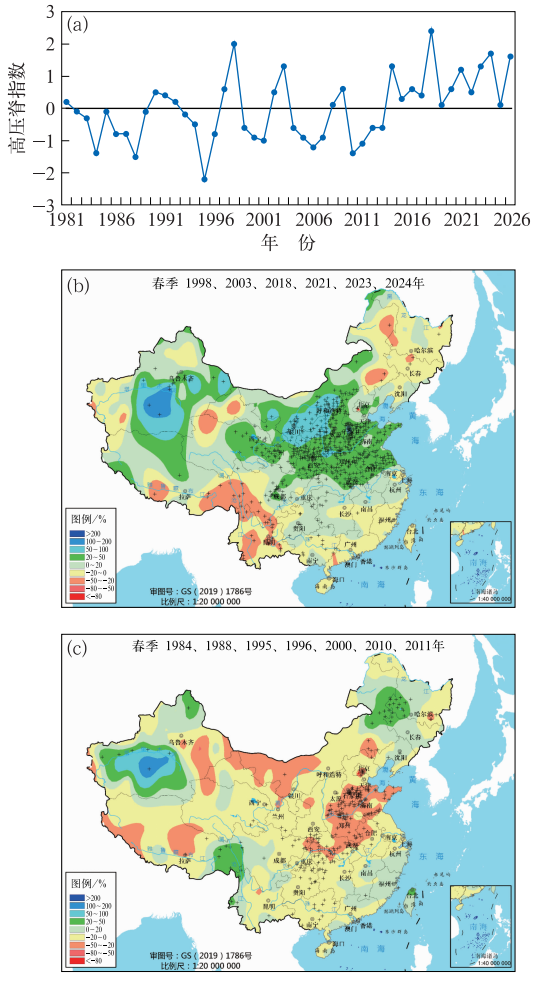
注：图 a 中黑色框为 35°～50°N、110°～130°E。

图 6 2026 年春季(a)500 hPa 位势高度场距平和(b)700 hPa 风场距平

Fig. 6 (a) 500 hPa geopotential height anomaly and (b) 700 hPa wind anomaly in MAM 2026

槽后部南下的冷空气相配合，导致春季中国北方地区出现较大范围的降水偏多，形成北方多雨带。

陆日宇(2001)的研究指出春季华北降水偏多时，东亚上空往往存在反气旋式环流异常，中国东部出现南风异常，为华北等地的降水提供有利条件。王遵娅等(2018)、龚振淞和丁婷(2023)的分析也指出东北亚上空高压脊强度与中国华北、黄淮等地的降水有很好的正相关关系。选取 35°～50°N、110°～130°E(图 6a 中黑色框所示)区域平均的 500 hPa 高度场标准化距平值作为东北亚上空高压脊(以下简称东北亚高压脊)指数。选取东北亚高压脊指数大于 1 个标准差的年份为东北亚高压脊典型偏强年，包括 1998 年、2003 年、2018 年、2021 年、2023 年和 2024 年；指数小于 1 个标准差的年份为典型偏弱年，包括 1984 年、1988 年、1995 年、1996 年、2000 年、2010 年和 2011 年。对典型年中国春季降水的合成分析表明，东北亚高压脊指数明显偏强时，中国华北、黄淮、西北地区东部等地降水显著偏多(图 7b)；指数明显偏弱时，上述区域表现出以降水偏少为主的特征。这表明东北亚上空环流异常可能是主导北方多雨带形成的关键因子，与王遵娅等(2018)、龚振淞和丁婷(2023)的研究结论基本相符。2026 年春季东北亚高压脊指数为 1.6，超过 1.5 个标准差，为异常偏强年，由此可认为 2026 年春季中国北方多雨带的形成是与东北亚上空异常偏强的高压脊密切联系的。从图 7a 可以看出，东北亚高压脊指数自 2014 年以来存在明显的年代际增强特征，但结合图 3c 可以看到，本文所关注的北方区域在 2014 年以后仅有 4 年降水明显偏多，分别为 2015 年、2018 年、2023 年和 2026 年，东北亚高压脊指数分别位列 2014 年以来的第 11、第 1、第 4 和第 3。因此可认为，就本文研究对象而言，东北亚高压脊的影响主要体现在年际尺度上，其对年代际变化的影响相对较弱，暂不讨论。



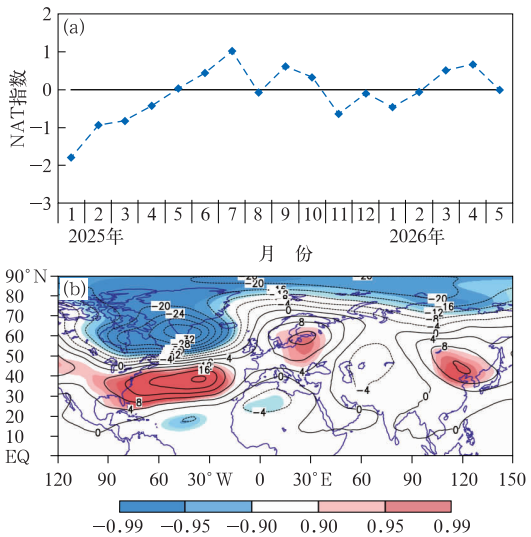
注：图 b,c 中“+”表示该站点通过 0.01 的显著性水平检验。

图 7 (a)1981—2026 年春季东北亚高压脊指数历年变化，(b,c)东北亚高压脊指数(b)偏强年和(c)偏弱年对应的中国春季降水量距平百分率合成

Fig. 7 (a) Time series of the spring Northeast Asian high ridge index during 1981−2026, and (b, c) synthesis of spring precipitation anomaly percentages over China for (b) strong-index years and (c) weak-index years of the Northeast Asian high ridge

3.2　外强迫因子分析

海洋外强迫通常通过海气相互作用和大气波动的传播方式引起大气环流及气候的异常(Matsuno，1966；Gill，1980)。NAT 是北大西洋海温年际变率中非常重要的海温异常空间模态。由 NAT 引起的副热带北大西洋非绝热加热异常，在欧亚大陆中高纬地区激发两列向东传播的罗斯贝波列(Zuo et al，2013；Fu et al，2023)，进而影响欧亚大陆中高纬地区的大气环流。国家气候中心的实时监测显示，从 2025/2026 年冬季至 2026 年春季，NAT 正位相持续发展加强。利用春季 NAT 指数与 500 hPa 高度场进行回归分析(图 8b)，结果表明，当 NAT 为正位相时，有利于在欧洲及其下游的东北亚上空出现正高度场距平，而在北大西洋高纬地区和贝加尔湖以北的中西伯利亚地区出现负高度距平。这与 2026 年春季北半球中高纬的环流异常分布非常相似(图 6a)。由此可认为，2026 年春季 NAT 正位相通过遥相关波列激发了东北亚上空的高压脊，与之相匹配，东北亚上空对流层低层风场表现出明显的反气旋式环流异常，中国华北、黄淮等地主要受其西侧异常偏南风控制，有利于来自西北太平洋的暖湿水汽向该地区输送。另外，北极极涡出现分裂，其中一部分偏向东半球，在贝加尔湖及以北地区形成明显的低压槽，有利于槽后冷空气南下并在中国北方地区与来自太平洋的暖湿气流频繁交汇，造成降水异常偏多。



注：图 b 中填色为通过显著性水平检验区域。

图 8　(a)2025 年 1 月至 2026 年 5 月 NAT 指数的逐月变化，(b)春季 NAT 指数回归的 500 hPa 位势高度距平(等值线，单位：gpm)

Fig. 8　(a) Monthly variation of NAT index from January 2025 to May 2026, and (b) 500 hPa geopotential height anomaly regressed on the spring NAT index (contour, unit: gpm)

4　结论与讨论

本文基于多套国内外高质量的观测和再分析资料，总结分析了 2026 年春季中国主要气候异常特征，并进一步探讨了 2026 年春季我国北方多雨带形成的物理机制，得到如下主要结论。

(1)2026 年春季中国整体表现出暖湿的特征。全国平均气温为 12.0℃，较常年同期(10.9℃)偏高 1.1℃，为 1961 年以来历史第四高；从空间分布特征来看，全国大部地区气温偏高。全国平均降水量为 166.3 mm，较常年同期(143.6 mm)偏多 15.8%；降水偏多的空间范围较大，中国中东部地区呈现南北两条多雨带。

(2)2026 年春季 500 hPa 位势高度场上，欧亚中高纬总体呈现出“两脊一槽”型分布特征。贝加尔湖及其以北的中西伯利亚地区为负高度距平控制，有利于中西路冷空气活动；贝加尔湖以东的东北亚地区为高压脊控制，与之相匹配，对流层低层风场表现出明显的反气旋式环流异常，有利于来自西北太平洋的暖湿水汽向中国华北、黄淮等地输送，并与南下的冷空气频繁交汇，导致春季中国北方地区出现较大范围的降水偏多，形成北方多雨带。

(3)2025/2026 年冬季至 2026 年春季 NAT 指数正位相快速发展加强，分析表明，春季东北亚上空的高压脊很可能是 NAT 正位相通过遥相关波列所激发，因此春季 NAT 正位相是形成北方多雨带的重要海温外强迫信号。

本文重点针对北方多雨带的环流成因及海温外强迫信号进行深入探讨，实际上，2026 年春季南方多雨带的强度和范围均不弱于北方多雨带，但其环流成因复杂，常见的影响中国南方降水的重要环流系统，如西太副高、菲律宾反气旋、印缅槽等无论是强度还是持续性特征均无法很好地匹配 2026 年春季南方多雨带的形成。已有的研究指出，赤道中东太平洋发生多年 La Niña 的情况下，第二个春季西北太平洋异常气旋较第一个春季明显减弱，因此对中国南方地区的影响也较第一个春季减弱(Li

et al,2024)。按照国家气候中心的监测标准,虽然2024/2025年和2025/2026年冬季赤道中东太平洋最终未能形成La Niña事件,但从关键区海温指数监测上来看,均曾达到La Niña状态标准并持续一段时间,因此2026年春季是持续冷水位相年中的第二个春季,这可能是2026年春季西北太平洋地区异常气旋对中国南方降水的影响不典型,进而导致南方地区未表现出明显的少雨型特征,反而形成了一条较明显的南方多雨带的可能原因。另外,热带印度洋海温从前冬至春季持续偏暖,表现出与前期赤道中东太平洋冷海温异常不匹配的特征,这也可能是造成2026年春季南方降水异常与传统认知之间出现偏差的另一重要原因。但由于历史相似年较少,暂时无法从统计诊断角度给出明确的结论,在未来的研究中可以考虑基于高质量的长历史数据或者结合模式敏感性试验对中国南方雨带的成因进行进一步探讨。最后,NAT正位相对欧洲和东北亚上空两个高压脊的激发作用是显著的,而贝加尔湖附近区域恰好位于两个高压脊之间,一旦极涡向东半球分裂或扩张,将有利于在欧亚中高纬形成稳定维持的"两脊一槽"环流异常分布型,这对中国北方地区降水的影响将会非常明显。已有研究更多关注NAT对东北亚上空环流及相应区域气温的影响,而本文分析及2026年实况均表明NAT对中国气候的影响还有更多值得探索之处。

参考文献

陈文,于甜甜,冯娟,等,2024. 东亚夏季风与热带海气相互作用研究进展[J]. 大气科学,48(1):160-187. Chen W,Yu T T,Feng J,et al,2024. Progress in the study of the impacts of tropical air-sea interactions on the East Asian summer monsoon[J]. Chin J Atmos Sci,48(1):160-187(in Chinese).

龚振淞,丁婷,2023. 2023年春季我国气候异常特征及成因分析[J]. 气象,49(10):1267-1276. Gong Z S,Ding T,2023. Features and possible causes of abnormal climate over China in spring 2023[J]. Meteor Mon,49(10):1267-1276(in Chinese).

顾薇,刘芸芸,邵勰,2025. 2025年春季中国气候异常特征及成因分析[J]. 气象,51(10):1272-1281. Gu W,Liu Y Y,Shao X,2025. Characteristics and possible causes of the climate anomalies over China in spring 2025[J]. Meteor Mon,51(10):1272-1281(in Chinese).

国家气候中心,2026a. 2026年3月全国气候影响评价[EB/OL]. (2026-07-13). http://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Centre,2026a. Assessment of climate impact over China in March 2026[EB/OL]. (2026-07-13). http://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php(in Chinese).

国家气候中心,2026b. 2026年4月全国气候影响评价[EB/OL]. (2026-07-13). http://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Centre,2026b. Assessment of climate impact over China in April 2026[EB/OL]. (2026-07-13). http://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php(in Chinese).

国家气候中心,2026c. 2026年5月全国气候影响评价[EB/OL]. (2026-07-13). http://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php. National Climate Centre,2026c. Assessment of climate impact over China in May 2026[EB/OL]. (2026-07-13). http://cmdp.ncc-cma.net/influ/moni_china.php(in Chinese).

洪洁莉,郑志海,2020. 2020年春季我国气候特征及成因分析[J]. 气象,46(10):1375-1384. Hong J L,Zheng Z H,2020. Features and possible causes for the boreal spring climate anomalies in 2020[J]. Meteor Mon,46(10):1375-1384(in Chinese).

黄嘉佑,2000. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京:气象出版社. Huang J Y,2000. Meteorological Statistical Analysis and Forecasting Methods[M]. Beijing:China Meteorological Press(in Chinese).

蒋品平,赵平,2012. 春季中国南方雨带年际变动与大气环流异常[J]. 气象学报,70(4):681-689. Jiang P P,Zhao P,2012. The interannual variability of spring rainy belt over southern China and the associated atmospheric circulation anomalies[J]. Acta Meteor Sin,70(4):681-689(in Chinese).

李依曈,赵琳娜,巩远发,等,2017. 春季南支槽与中国降水的关系及成因[J]. 成都信息工程大学学报,32(3):282-288. Li Y T,Zhao L N,Gong Y F,et al,2017. The relationship and formation of springtime southern branch trough and precipitation in China[J]. J Chengdu Univ Inform Technol,32(3):282-288(in Chinese).

刘芸芸,陈丽娟,2019. 2019年春季我国主要气候异常特征及可能成因分析[J]. 气象,45(10):1483-1493. Liu Y Y,Chen L J,2019. Features and possible causes for the spring climate anomalies in 2019[J]. Meteor Mon,45(10):1483-1493(in Chinese).

陆日宇,2001. 与华北地区春季降水量异常相关联的大气环流异常[J]. 气候与环境研究,6(4):400-408. Lu R Y,2001. Atmospheric circulation anomaly associated with the spring rainfall anomaly in North China[J]. Climatic Environ Res,6(4):400-408(in Chinese).

马京津,高晓清,曲迎乐,2006. 华北地区春季和夏季降水特征及与气候相关的分析[J]. 气候与环境研究,11(3):321-329. Ma J J,Gao X Q,Qu Y L,2006. The character of precipitation and its relation to climate change over North China in spring and summer[J]. Climatic Environ Res,11(3):321-329(in Chinese).

任芝花,余予,邹凤玲,等,2012. 部分地面要素历史基础气象资料质量检测[J]. 应用气象学报,23(6):739-747. Ren Z H,Yu Y,Zou F L,et al,2012. Quality detection of surface historical basic meteorological data[J]. J Appl Meteor Sci,23(6):739-747(in Chinese).

王冀,江志红,张艳梅,等,2005. 东北地区春季气温异常环流背景分析[J]. 气象科技,33(2):128-132. Wang J,Jiang Z H,Zhang Y M,et al,2005. Spatial characteristics of anomalous circulation in

cold/warm years in spring in Northeast China[J]. Meteor Sci Technol,33(2):128-132(in Chinese).

王黎娟，高龙龙，2017. 江南春雨的时空分布特征及其旱涝年环流差异[J]. 大气科学学报，40(3)：310-320. Wang L J，Gao L L，2017. The spatial and temporal distribution of the spring persistent rains and circulation differences between its drought and flood years[J]. Trans Atmos Sci,40(3):310-320(in Chinese).

王遵娅，柳艳菊，丁婷，等，2018. 2018 年春季气候异常及可能成因分析[J]. 气象，44(10)：1360-1369. Wang Z Y，Liu Y J，Ding T，et al，2018. Features and possible causes for the climate anomalies in spring 2018[J]. Meteor Mon,44(10):1360-1369(in Chinese).

张博，钟珊珊，赵滨，等，2011. 春季西太平洋海表面温度对我国江南春雨的影响[J]. 应用气象学报，22(1)：57-65. Zhang B，Zhong S S，Zhao B，et al，2011. The influence of the subtropical sea surface temperature over the Western Pacific on spring persistent rains[J]. J Appl Meteor Sci,22(1):57-65(in Chinese).

张洁，周天军，宇如聪，等，2009. 中国春季典型降水异常及相联系的大气水汽输送[J]. 大气科学，33(1)：121-134. Zhang J，Zhou T J，Yu R C，et al，2009. Atmospheric water vapor transport and corresponding typical anomalous spring rainfall patterns in China[J]. Chin J Atmos Sci,33(1):121-134(in Chinese).

Bjerknes J，1969. Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific[J]. Mon Wea Rev,97(3):163-172.

Chen S J，Zhu Z W，Ge Z A，et al，2019. The diversity of La Niña decay and the corresponding spring and summer precipitation anomalies over eastern China[J]. Int J Climatol,39(7):3396-3411.

Fu S S，Zhu Z W，Lu R，2023. Changes in the factors controlling Northeast Asian spring surface air temperature in the past 60 years[J]. Clim Dyn,61(1):169-183.

Gill A E，1980. Some simple solutions for heat-induced tropical circulation[J]. Quart J Roy Meteor Soc,106(449):447-462.

Hu K M，Huang G，Zheng X T，et al，2013. Interdecadal variations in ENSO influences on Northwest Pacific-East Asian Early summertime climate simulated in CMIP5 models[J]. J Climate,27(15):5982-5998.

Li G L，Feng L C，Zhuang W，et al，2024. Differences in spring precipitation over southern China associated with multiyear La Niña events[J]. Acta Oceanol Sin,43(2):1-10.

Liu Y Y，Hu Z Z，Wu R G，et al，2022. Causes and predictability of the 2021 spring southwestern China severe drought[J]. Adv Atmos Sci,39(10):1766-1776.

Liu Y Y，Li D，Hu Z Z，et al，2023a. The extremely wet spring of 2022 in Southwest China was driven by La Niña and Tibetan Plateau warming[J]. Atmos Res,289:106758.

Liu Z Q，Jiang L P，Shi C X，et al，2023b. CRA-40/Atmosphere-the first-generation Chinese atmospheric reanalysis (1979－2018)：system description and performance evaluation[J]. J Meteor Res,37(1):1-19.

Lu R，Zhu Z W，Li T，et al，2020. Interannual and interdecadal variabilities of spring rainfall over Northeast China and their associated sea surface temperature anomaly forcings[J]. J Climate,33(4):1423-1435.

Matsuno T，1966. Quasi-geostrophic motions in the equatorial area[J]. J Meteor Soc Jap,44(1):25-43.

Philander S G H，1990. El Niño，La Niña，and the Southern Oscillation[M]. San Diego：Academic Press.

Reynolds R W，Smith T M，Liu C Y，et al，2007. Daily high-resolution-blended analyses for sea surface temperature[J]. J Climate，20(22):5473-5496.

Tang Y M，Zhang R H，Liu T，et al，2018. Progress in ENSO prediction and predictability study[J]. Natl Sci Rev,5(6):826-839.

Tian S F，Yasunari T，1998. Climatological aspects and mechanism of spring persistent rains over central China[J]. J Meteor Soc Jpn，76(1):57-71.

Wang B，Wu R G，Fu X H，2000. Pacific-East Asian teleconnection：how does ENSO affect East Asian climate? [J]. J Climate，13(9):1517-1536.

Xie S P，Kosaka Y，Du Y，et al，2016. Indo-Western Pacific Ocean capacitor and coherent climate anomalies in post-ENSO summer：a review[J]. Adv Atmos Sci,33(4):411-432.

Zuo J Q，Li W J，Sun C H，et al，2013. Impact of the North Atlantic sea surface temperature tripole on the East Asian summer monsoon[J]. Adv Atmos Sci,30(4):1173-1186.

（本文责编：侯翠梅）