

文章编号: 2096-1618(2025)02-0163-07

南亚高压初登高原时间对中国东部盛夏降水的影响

李怡辛¹, 范广洲^{1,2}, 华维^{1,2,3}

(1. 成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都 610225; 2. 高原大气与环境四川省重点实验室, 四川 成都 610225; 3. 四川省气象灾害预测预警工程实验室, 四川 成都 610225)

摘要:为分析南亚高压初次登陆青藏高原早晚对中国东部地区盛夏(7-8月)降水的影响,基于1951-2015年ERA5再分析资料和APHRODITE亚洲逐日陆地降水资料,采用相关分析、合成分析、滑动 t 检验和M-K检验等统计方法分析南亚高压初登高原时间的气候特征及其对中国东部盛夏降水的影响。结果表明:(1)南亚高压初登高原时间在20世纪80年代初发生突变,且初登高原时间与南亚高压各特征指数间存在密切联系,即初登越晚,南亚高压强度越强、面积越大,且西太平洋副热带高压偏强,反之亦然。(2)近几十年来南亚高压初登高原时间与中国东部地区盛夏降水的相关关系由南至北呈“正—负”的空间分布,与江淮流域盛夏降水呈显著正相关关系,而与华北地区盛夏降水呈显著负相关关系。合成分析表明,南亚高压初登早年,中国东部降水由南至北呈“偏少—偏多”的分布特征,对应呈偶极型降水分布;而初登晚年,中国东部降水由南至北呈“偏少—偏多—偏少”三极型降水分布。(3)进一步对大气环流进行分析表明,南亚高压初登高原的时间早晚可通过形成异常气旋和反气旋,改变对流层高层和低层的环流形势,造成中国东部异常的垂直运动和水汽输送,最终对降水产生影响。

关键词:南亚高压;盛夏降水;大气环流;气候变化;时空特征

中图分类号:P425

文献标志码:A

doi:10.16836/j.cnki.jcuit.2025.02.007

0 引言

南亚高压又称亚洲季风高压或青藏高压,是北半球夏季出现在青藏高原(简称高原)及邻近地区对流层高层至平流层低层的反气旋系统。作为东亚夏季风系统的主要成员之一,南亚高压是除极地涡旋外北半球100 hPa上最强大和稳定的环流系统^[1-2],其纬向范围覆盖广阔,可从北非西海岸一直向东延伸至西北太平洋^[3-4]。4月底至5月初,菲律宾东部洋面上的反气旋环流通过中心分裂的方式,分裂出西环流中心并不断增强移动到中南半岛南部,这标志着南亚高压的初步建立^[5-6]。由于南亚高压中心总向着加热速率较大的区域移动,且受高原辐射加热影响^[7],高压中心将不断向北推进,并最终登上高原,标志着东亚地区大气环流从冬季型转变为夏季型^[8]。作为行星尺度的高压系统,南亚高压对其覆盖地区大气环流有明显的调控作用,并可对中国乃至东亚地区的大范围旱涝分布形成影响^[9-11]。当其南亚高压位置或强度发生异常时,降水也将随之改变。已有研究表明,夏季南亚高压位置变化会影响中国东部旱涝分布,当南亚高压位置异常偏南时,有利于长江流域降水,而异常偏北时,往往对应华北降水偏

多^[8,12-13]。南亚高压强度也是影响夏季降水的重要因素,当南亚高压强度偏强时,西南地区降水偏多,反之偏少^[14]。此外,当5月南亚高压脊线异常偏北时,云南降水增多,反之亦然^[15]。可见,南亚高压对中国各地区降水均存在明显的调控作用,且影响过程和机理十分复杂。一方面,南亚高压的南北位移与东亚夏季风的建立和东部雨带的推进密切相关^[16-17];另一方面,南亚高压也存在明显的东西振荡^[1],并可分为“青藏高原模态”和“伊朗高原模态”^[18],对江淮流域和四川盆地水汽输送形成影响^[19]。南亚高压还可与其他环流系统产生相互作用。如南亚高压与西太平洋副热带高压(简称西太副高)强度呈同相变化特征^[1],并以副热带西风急流为纽带,对东部降水形成协同影响^[20-21]。同时,南亚高压也可通过影响高原切变线和高原低涡等中尺度系统导致高原降水发生异常^[22]。

相关研究揭示了南亚高压对中国夏季降水影响过程和机理的多样性和复杂性。然而,已有研究多关注分析南亚高压的位置和强度与降水之间的联系,以及南亚高压初登高原的时间和路径^[23-25],但对于南亚高压初登高原早晚对盛夏降水的影响研究尚有待进一步深入。因此,本文采用高分辨率再分析资料和降水资料及多种统计分析方法探讨近65年来南亚高压初登高原时间的气候特征以及对东部地区盛夏7-8月降水的影响。

收稿日期:2023-10-18

基金项目:国家自然科学基金资助项目(42075019、42275022);第二次青藏高原综合科学考察研究资助项目(2019QZKK010203)

通信作者:华维. E-mail: huawei@cuit.edu.cn

1 资料与方法

1.1 资料

大气再分析资料采用欧洲中期天气预报中心提供的 ERA5 逐月平均和逐时环流场再分析资料^[26]。本文所用要素包括纬向风、经向风、垂直速度、相对涡度、位势高度和比湿,其垂直方向上共 37 层,空间分辨率为 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 。

降水资料采用亚洲降水-高分辨率格点观测数据集 (Asian precipitation-highly resolved observational data integration towards evaluation, APHRODITE)^[27]。该资料由全球电信系统 (global telecommunications system, GTS) 观测资料、相关项目或组织的预编译资料以及个人收集资料插值而成^[28-29],旨在提供亚洲地区长期且高分辨率的逐日格点降水和温度数据,其空间分辨率为 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 。

1.2 方法

南亚高压脊线采用杨云芸等^[30]的定义,即将 $80^{\circ}\text{E} \sim 95^{\circ}\text{E}$ 平均的纬向风零线作为南亚高压脊线。基于逐日资料对南亚高压脊线位置进行统计,即当脊线纬度 $\geq 30^{\circ}\text{N}$,且持续 2 候以上时认为南亚高压初登高原,并将各年间首次达到该条件的日期定义为南亚高压初登高原日期,从而得到 1951-2015 年南亚高压初登高原时间序列。进一步对南亚高压初登高原时间距平序列进行标准化处理,并将标准化值 ≥ 1 的年份定义为初登晚年 (1977、1980、1983、1991、1993、1997、2005、2007、2010、2012、2014 年,共 11 年), ≤ -1 的年份作为初登早年 (1956、1963、1965、1976、1985、2004 年,共 6 年)。

采用曾刚等^[31]定义南亚高压面积指数、脊线指数和强度指数分析南亚高压的活动特征,各指数定义如下: (1) 面积指数,北半球 $30^{\circ}\text{W} \sim 170^{\circ}\text{W}$ 位势高度 ≥ 12500 gpm 等值线的格点数之和; (2) 脊线指数,北半球 $30^{\circ}\text{W} \sim 170^{\circ}\text{W}$ 南亚高压脊线 (200 hPa 纬向东风和西风交界处) 与经线交点纬度的平均值; (3) 强度指数,北半球 $30^{\circ}\text{W} \sim 170^{\circ}\text{W}$ 位势高度 ≥ 12500 gpm 的所有格点位势高度值与 12500 gpm 差值的总和。

此外,采用合成分析、相关分析、滑动 t 检验和 M-K 突变检验等方法分析南亚高压活动的气候特征以及对中国东部盛夏降水的影响。

2 结果与分析

2.1 南亚高压活动的气候特征

图 1 为 1951-2015 年南亚高压初登高原时间及其各特征指数的时间序列。近几十年来,南亚高压初登高原时间存在明显的年际和年代际特征,即总体上初登高

原时间在 20 世纪 80 年代初期前呈振荡提前特征,之后呈波动推迟趋势。南亚高压面积指数和强度指数的年际和年代际变化特征较为类似,均表现为 20 世纪 70 年代中期前减小,至 20 世纪 80 年代中期增大,之后至 20 世纪 90 年代中期又呈减小趋势,之后至今均为增强趋势。南亚高压脊线指数总体上存在明显的年际波动,但年代际特征并不明显。总体上,南亚高压初登高原时间与面积指数和强度指数之间存在较好的相关性,其相关系数分别为 0.51 和 0.49,均通过 0.01 的显著性水平检验。表明随着南亚高压初登高原时间的提前(推迟),南亚高压面积将减小(增大),强度随之减弱(增强)。

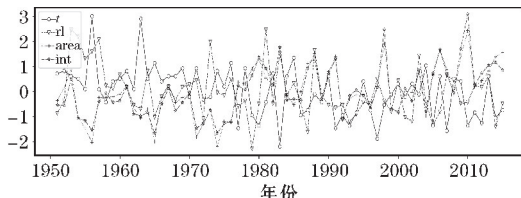
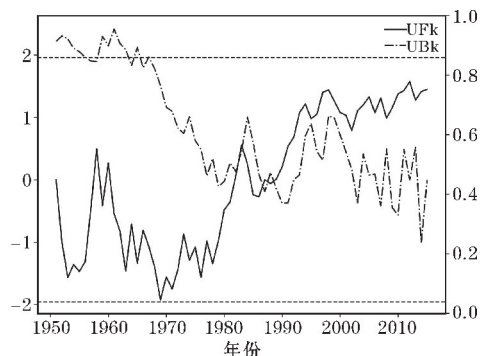
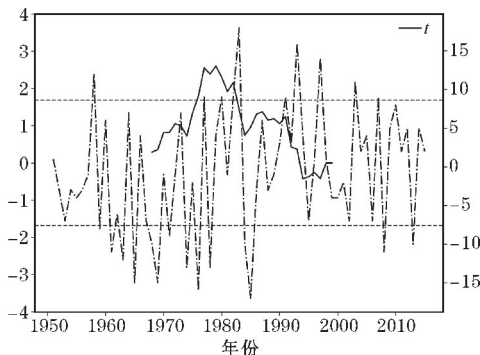


图 1 1951-2015 年标准化的南亚高压初登高原时间、面积指数、强度指数和脊线指数时间序列

图 2 为南亚高压初登高原日期的 M-K 检验和滑动 t 检验结果图。由 M-K 检验结果 (图 2a) 可知,南亚高压初登时间序列在 20 世纪 80 年代初发生了一次突变,初登时间由提前转为推迟。进一步由滑动 t 检验结果 (图 2b) 可知,其突变时间发生在 20 世纪 70 年代中后期。因此,综合两种方法得到的结果可知,南亚高压初登高原时间主要在 20 世纪 70 年代末至 80 年代初发生了突变。



(a) M-K 突变检验



(b) 滑动 t 检验

图 2 M-K 突变检验结果和滑动 t 检验结果 (虚线代表通过 90% 的置信度检验)

2.2 南亚高压初登高原早晚年对中国东部盛夏降水的影响

为分析南亚高压初登高原时间对中国东部地区盛夏降水的影响,计算 1951–2015 年南亚高压初登高原时间序列与中国东部盛夏降水的相关系数(图 3)。整体上,南亚高压初登高原时间与中国东部 7、8 月份降水的相关系数由南至北呈“正—负”的空间分布。南亚高压初登高原时间与中国江淮流域盛夏降水呈现显著的正相关关系,在浙江、安徽达到最强相关,且相关系数超过 0.4。同时,与华南及华北大部分地区盛夏降水呈显著的负相关关系,但相较江淮和华北地区,华南地区并未通过显著性检验。这表明南亚高压初登高原时间越早,盛夏江淮流域降水越少,而华北地区降水越多,反之亦然。

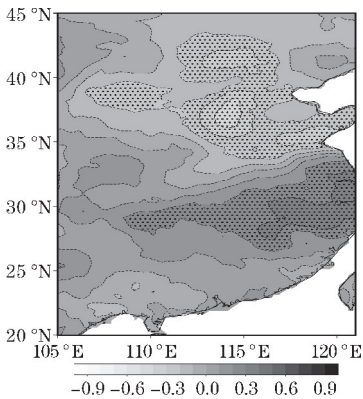


图3 1951–2015 年南亚高压初登高原时间与中国东部地区盛夏降水的相关系数分布(打点区域代表通过 90% 的置信度检验)

为验证上述结果,对南亚高压初登高原早、晚年—东部地区盛夏降水进行合成。图 4 给出南亚高压初登高原早、晚年东部地区盛夏降水与气候态的合成场。在南亚高压初登早年(图 4a),东部地区盛夏降水呈偶极型分布,表现出自南向北“偏少—偏多”的分布特

征,即华南地区至江淮流域南部降水减少,江淮地区北部至华北地区降水增加。而南亚高压初登晚年,东部地区盛夏降水自南向北呈“偏少—偏多—偏少”的三极型分布,对应华南和华北降水减少,而江淮流域降水显著增加。

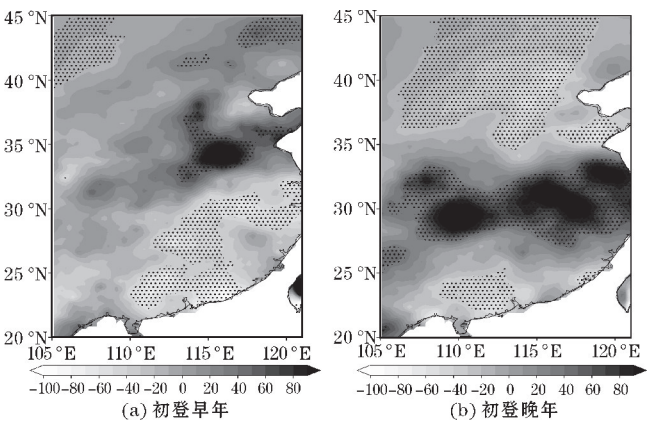


图4 南亚高压初登高原早年和晚年东部地区盛夏降水距平分布(打点区域代表通过 90% 的置信度检验)

2.3 南亚高压初登高原早晚年异常环流特征

2.3.1 位势高度场

为分析南亚高压初登高原时间影响东部地区盛夏降水的物理过程,进一步对初登高原早、晚年东亚大气环流场进行对比分析。图 5 为南亚高压初登高原早、晚年 200 hPa 和 500 hPa 位势高度场合成图。从 200 hPa 位势高度场(图 5a、b)可知,盛夏东亚上空为南亚高压控制,但登陆早、晚年南亚高压强度和位置存在较大差异,登陆早(晚)年高压主体位置偏西,高压中心在 70°E 以西(东),总体上登陆晚年高原位置较早年东伸达到 25 个经度以上。此外,南亚高压登陆早年高压主体强度偏弱,而登陆晚年高压主体强度相对更强。对于 500 hPa 位势高度场而言,南亚高压登陆早晚年西太

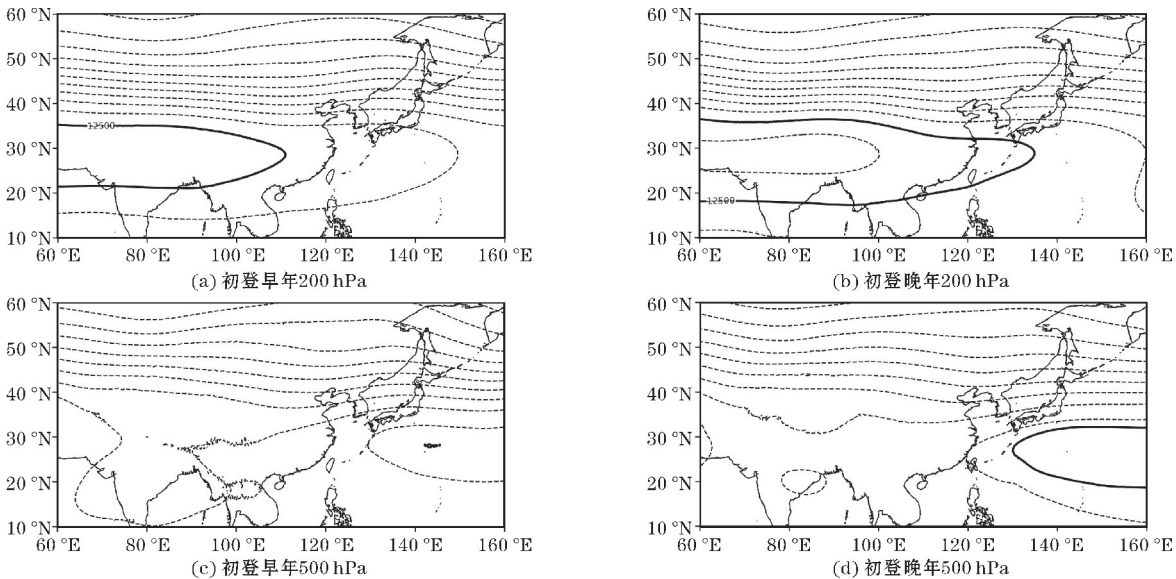


图5 南亚高压初登早年、晚年 200 hPa、500 hPa 盛夏位势高度场分布(黑色粗实线代表 12500 gpm 和 5880 gpm 等值线)

副高中心皆位于西太平洋,但登陆早年(图5c)西太副高强度偏弱,位置偏东、偏南,且大于5880 gpm的面积远小于登陆晚年,而登陆晚年(图5d)西太副高强度更强,面积更大,位置更为偏北偏西。这与已有研究结果^[1]一致,即南亚高压和西太副高之间存在“相向而行,相背而去”的关系。

2.3.2 风场

进一步对风场进行合成(图6)。可以看出,南亚高压登陆早、晚年东部地区700 hPa风场呈反向分布特征。登陆早年(图6a),对流层低层700 hPa,内蒙古、华北地区至江淮流域北部为一气旋性差值环流控制,而华南和江淮流域则为一反气旋差值环流控制,这有

利于气流辐散且中心产生下沉运动。相较于初登早年、初登晚年华北和华南地区均为反气旋性差值环流所控制,不利于降水产生,而江淮流域则以气流辐合为主,有利于该地区降水增多。对于对流层中层500 hPa,南亚高压登陆晚年(图6d)对应的西太副高偏北偏西,强度明显偏强,其位置最北可达30°N附近,西伸更明显,登陆早年(图6c)则与之相反。对流层高层200 hPa上,登陆早年(图6e)华北和内蒙古上空为一反气旋性差值环流控制,表明其南亚高压强度较弱,而登陆晚年距平场(图6f)35°N以南为反气旋性差值环流控制,对应南亚高压强度偏强。

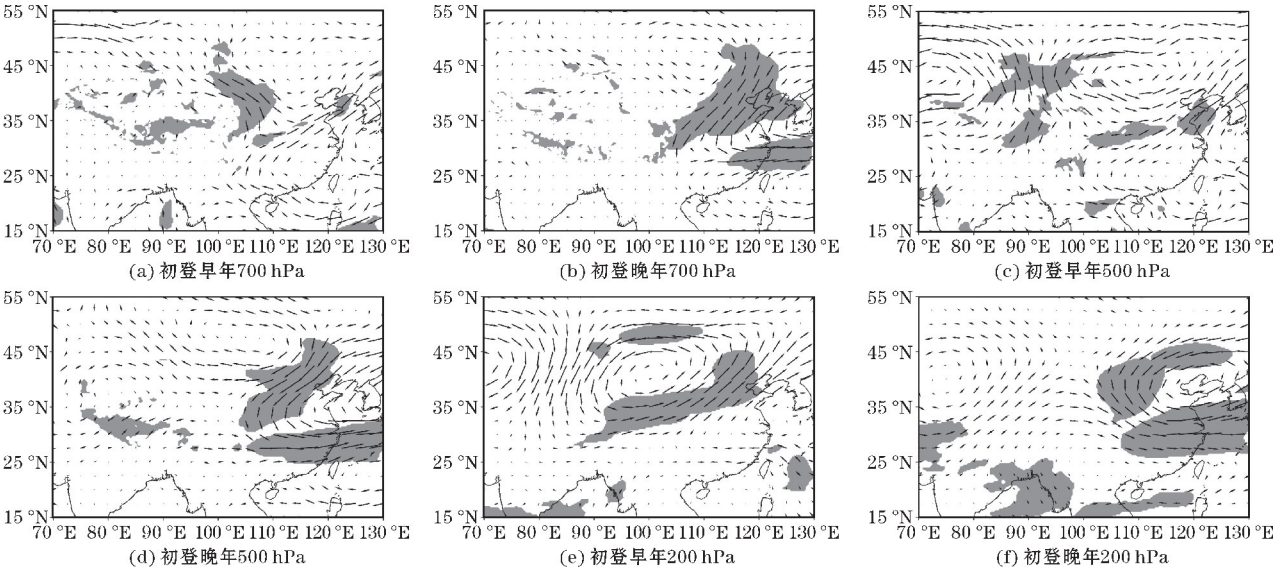


图6 南亚高压初登早年、晚年盛夏700 hPa、500 hPa和200 hPa风场合成图(阴影区域代表通过90%置信度检验)

图7为南亚高压初登早、晚年沿105°E~120°E平均的风场经向垂直剖面合成图。南亚高压登陆早年,35°N~45°N为异常的上升运动,最强上升运动出现在35°N附近,强上升运动从对流层底一直延伸到对流层高层200 hPa,对应江淮流域降水正异常中心,而

20°N~30°N则为下沉气流控制。南亚高压登陆晚年,20°N~25°N和35°N~45°N均以异常下沉运动为主,而30°N附近存在明显的异常上升运动,对应江淮流域降水偏多,华北和华南地区降水偏少。

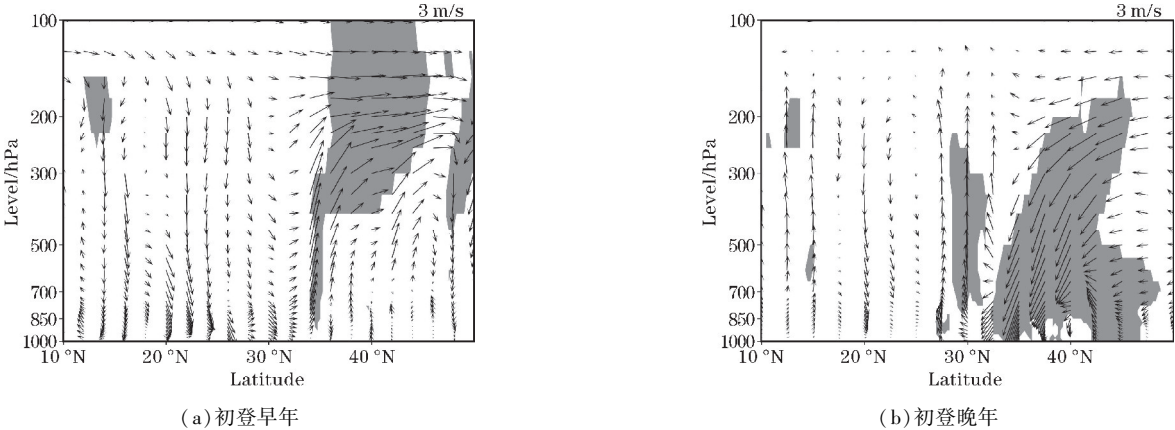
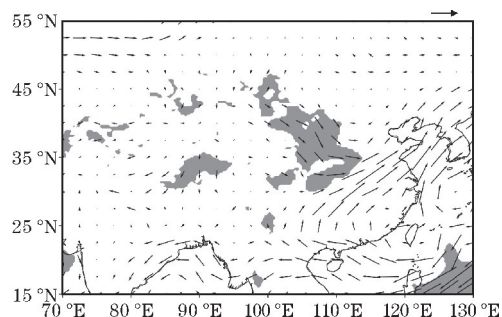


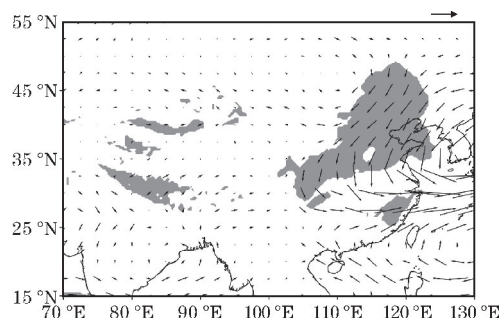
图7 南亚高压初登早年、晚年盛夏沿105°E~120°E平均的风场经向垂直剖面合成结果(阴影区域代表通过90%置信度检验)

2.3.3 相对涡度和水汽通量

由整层积分的水汽通量合成结果可知,初登早年来自南海的水汽自西南地区向江淮北部至华北地区输送(图8a),对应的相对涡度场上华北和江淮流域北部也基本为正涡度异常,这为降水异常增多提供了有利的水汽和动力条件,而华南和江淮流域的水汽以辐散为主,相对涡度也以负涡度异常为主,不利于降水的产生。登陆晚年,35°N以北地区水汽主要来自中高纬,华南地区水汽则以辐散为主(图8b),这在相对涡度场上(图9b)也有所体现,而江淮流域正好与之相反,造成华南和华北降水偏少,江淮流域降水偏多。



(a) 初登早年



(b) 初登晚年

图8 南亚高压初登高原早年、晚年盛夏水汽通量场合成结果
(阴影区域代表通过90%置信度检验)

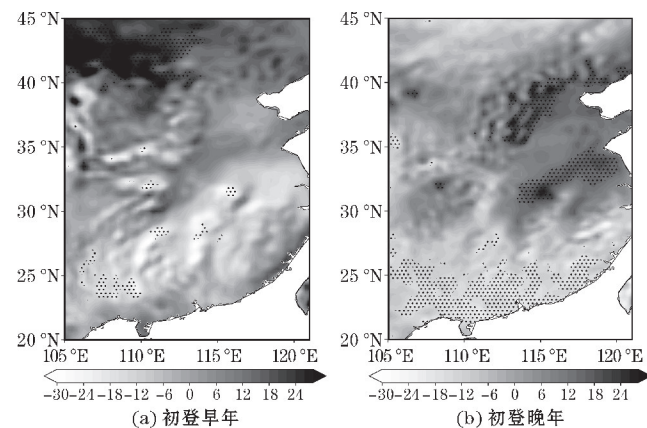


图9 南亚高压初登高原早年、晚年盛夏东部相对涡度合成结果
(打点区域代表通过90%的置信度检验)

3 结论

基于1951–2015年APHRODITE日格点降水资料

和ERA5再分析资料,采用相关分析、合成分析、滑动 t 检验和M-K检验等方法对南亚高压初登高原时间的气候特征及其对东部盛夏降水的影响进行分析,结论如下:

(1)近几十年来,南亚高压初登高原时间存在明显的年际和年代际特征,总体上在20世纪80年代初期前呈振荡提前特征,之后呈波动推迟趋势,南亚高压初登高原时间在20世纪80年代初发生突变。此外,南亚高压初登高原时间也与南亚高压面积、脊线和强度指数之间存在密切联系,即与面积和强度指数呈正相关关系,与脊线指数呈负相关关系。

(3)南亚高压初登高原时间与东部7、8月降水存在显著相关关系。其相关系数由南至北呈“正—负”的空间分布,与江淮(华北)地区盛夏降水呈正(负)相关。合成分析亦证实,登陆早年东部盛夏降水自南向北呈“偏少—偏多”的分布特征,而登陆晚年,东部盛夏降水自南向北呈“偏少—偏多—偏少”的三极型分布。

(4)南亚高压初登高原时间早晚可通过影响东亚大气环流造成东部盛夏降水异常。初登早年,华北地区(华南和江淮地区)为异常气旋(反气旋)控制,产生强烈的辐合上升(辐散下沉)运动,配合正(负)涡度异常及水汽输送异常,有利于降水异常增加(减少);初登晚年,华北和华南地区(江淮流域)为异常反气旋(气旋)性环流分布,垂直方向以辐散下沉(辐合上升)为主,水汽通量辐散(辐合),降水减少(增加)。

致谢:感谢成都信息工程大学科技创新能力提升计划项目(KYQN202202)对本文的资助

参考文献:

- [1] 陶诗言,朱福康. 夏季亚洲南部100毫巴流型的变化及其与西太平洋副热带高压进退的关系[J]. 气象学报,1964,34(4):385–396.
- [2] Mason R B, Anderson C E. The development and decay of the 100 mb summertime anticyclone over southern Asia[J]. Monthly Weather Review, 1963, 91(1):3–12.
- [3] Krishnamurti T N, Daggupati S M, Fein J, et al. Tibetan high and upper tropospheric tropical circulations during northern summer[J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 1973, 54(12):1234–1250.
- [4] Song F, Zhou T. The climatology and interannual variability of East Asian summer monsoon in

- CMIP5 coupled models: does air-sea coupling improve the simulations? [J]. *Journal of Climate*, 2014, 27(23): 8761–8777.
- [5] 刘伯奇, 何金海, 王黎娟. 4–5月南亚高压在中南半岛上空建立过程特征及其可能机制[J]. *大气科学*, 2009, 33(6): 1319–1332.
- [6] 薛旭, 陈文. 南亚高压在中南半岛上空建立过程及其与亚洲南部夏季风建立的关系[J]. *大气科学*, 2015, 39(4): 705–721.
- [7] Yongfu Q, Qiong Z, Yonghong Y, et al. Seasonal variation and heat preference of the South Asia high [J]. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2002, 19(5): 821–836.
- [8] 朱福康, 陆龙骅, 陈咸吉, 等. 南亚高压[M]. 北京: 科学出版社, 1981: 1–94.
- [9] Xue X, Chen W, Chen S, et al. PDO modulation of the ENSO impact on the summer South Asian high [J]. *Climate Dynamics*, 2018, 50: 1393–1411.
- [10] Xue X, Chen W, Chen S. Distinct impacts of two types of South Asian high on the connection of the summer rainfall over India and north China [J]. *International Journal of Climatology*, 2022, 42(15): 8056–8072.
- [11] Wang C, Wang B. Impacts of the South Asian high on tropical cyclone genesis in the South China Sea [J]. *Climate Dynamics*, 2021, 56(7/8): 2279–2288.
- [12] 罗四维, 钱正安, 王谦谦. 夏季100毫巴青藏高原与我国东部旱涝关系的天气气候研究[J]. *高原气象*, 1982, 1(2): 1–10.
- [13] 黄燕燕, 钱永甫. 长江流域、华北降水特征与南亚高压的关系分析[J]. *高原气象*, 2004, 23(1): 68–74.
- [14] 罗米娜. 南亚高压的时空演变特征及其对西南地区降水的影响[J]. *气候变化研究快报*, 2019, 8(3): 255–268.
- [15] 郭志荣, 江燕如, 彭丽霞, 等. 5月南亚高压与云南地区夏季降水的关系[J]. *气象科学*, 2014, 34(4): 397–403.
- [16] He J, Wen M, Wang L, et al. Characteristics of the onset of the Asian summer monsoon and the importance of Asian-Australian “land bridge” [J]. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2006, 23(6): 951–963.
- [17] 魏维, 张人禾, 温敏. 南亚高压的南北偏移与我国夏季降水的关系[J]. *应用气象学报*, 2012, 23(6): 650–659.
- [18] 张琼, 钱永甫, 张学洪. 南亚高压的年际和年代际变化[J]. *大气科学*, 2000, 24(1): 67–78.
- [19] 葛家荣, 任雪娟. 南亚高压次季节尺度东西振荡对我国长江流域降水及水汽输送的影响[J]. *气象科学*, 2019, 39(6): 711–720.
- [20] 冯琬, 范广洲, 朱丽华, 等. 夏季南亚高压与西太平洋副热带高压的相关性分析[J]. *热带气象学报*, 2014, 30(5): 963–970.
- [21] 雷显辉, 宋敏红, 张少波. 夏季南亚高压和西太副高活动特征指数与中国东部降水分布的联系[J]. *高原气象*, 2022, 41(2): 489–501.
- [22] 姚秀萍, 马嘉理, 刘俏华, 等. 青藏高原夏季降水研究进展[J]. *气象科技进展*, 2021, 11(3): 66–74.
- [23] 郭准, 郭品文, 茅懋. 南亚高压在高原建立的路径类型及其分析[J]. *大气科学学报*, 2009, 32(6): 815–823.
- [24] 孙国武, 宋正山. 南亚高压的建立及其与大气环流演变和我国雨带的关系[C]. 夏半年青藏高原对我国天气的影响编辑组. 夏半年青藏高原对我国天气的影响, 北京: 科学出版社, 1987: 93–100.
- [25] 张菁, 范广洲, 赖欣等. 南亚高压上下高原时间及其与高原季风建立早晚的关系[J]. *气象科学*, 2017, 37(1): 30–40.
- [26] Hersbach H, Bell B, Berrisford P, et al. The ERA5 global reanalysis [J]. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 2020, 146(730): 1999–2049.
- [27] Yatagai A, Kamiguchi K, Arakawa O, et al. APHRODITE: Constructing a long-term daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges [J]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2012, 93(9): 1401–1415.
- [28] Luo X, Fan X, Ji X, et al. Evaluation of corrected APHRODITE estimates for hydrological simulation in the Yarlung Tsangpo-Brahmaputra River Basin [J]. *International Journal of Climatology*, 2020, 40(9): 4158–4170.
- [29] Ji X, Li Y, Luo X, et al. Evaluation of bias correction methods for APHRODITE data to improve hydrologic simulation in a large Himalayan basin

- [J]. Atmospheric Research, 2020, 242: 104964.
- [30] 杨云芸, 李跃清, 蒋兴文, 等. 夏季南亚高压移上高原时间特征的初步分析[J]. 高原山地气象研究, 2010, 30(1): 1-5.
- [31] 曾刚, 张顾炜, 武英娇, 等. 海表温度异常对南亚高压年代际变化影响的数值模拟[J]. 气象科学, 2016, 36(4): 436-447.

The Impact of the Time when the South Asian High First Landing the Tibetan Plateau on Midsummer Precipitation in Eastern China

LI Yixin¹, FAN Guangzhou^{1,2}, HUA Wei^{1,2,3}

(1. College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China; 2. Plateau Atmosphere and Environment Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu, 610225 China; 3. Meteorological Disaster Prediction and Warning Engineering Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610225, China)

Abstract: To analyze the impact of the time when the South Asian High (SAH) first reached the Tibetan Plateau on the midsummer precipitation in eastern China, based on the ERA5 reanalysis data and the APHRODITE Asian daily land precipitation dataset during 1951–2015, with statistical methods such as correlation analysis, synthesis analysis, slide t -test and M-K test were used to analyze the climate characteristics of the SAH during its initial landfall on the plateau and its impact on midsummer precipitation in eastern China. The results indicate that: (1) The first landing time of the SAH underwent a sudden change in the early 1980s, and there was a certain correlation between SAH and various characteristic indices. The later the SAH landed, the stronger and larger it was. The same of true for the the West Pacific subtropical high and vice versa. (2) In recent decades, the correlation between the time of the first ascent of the plateau of the SAH and the midsummer precipitation in the eastern part of China has a “positive to negative” spatial distribution from south to north, and The landing time series of the SAH is positively correlated with midsummer precipitation in the Jianghuai region, and negatively correlated with it in North China. Synthetic analysis showed that in the early years of landfall, the precipitation in eastern China showed a dipole distribution pattern, with a “less to more” distribution pattern from south to north. In the later years of landfall, the precipitation in the eastern part of China showed a three-pole distribution pattern, with a distribution pattern of “less to more to less” from south to north. (3) Further analysis of the atmospheric circulation shows that the early or late arrival of the SAH on the plateau can change the circulation patterns in the upper and lower troposphere through the formation of anomalous cyclones and anticyclones, leads to the abnormal vertical movement and water vapor transport in the east of China and finally affects the precipitation.

Keywords: South Asian high; midsummer precipitation; atmospheric circulation; climate change; influence mechanism