

文章编号:2096 - 5389(2022)01 - 0073 - 06

2020 年 6 月贵州连续性暴雨成因分析

唐红忠, 赵 杰, 陈 杨, 莫乙冬

(贵州省黔南布依族苗族自治州气象局, 贵州 都匀 558000)

摘 要:2020 年 6 月贵州出现 4 次具有明显夜雨特征的连续性暴雨天气过程, 以短时强降水为主, 强度大, 局地性较强。该文利用 NCEP/NCAR 再分析资料, 详细分析高空形势、东亚西风急流、低空水汽条件和动力条件以及海温特征, 并采用西伯利亚高压强度指数分析冷空气强度, 结合贵州区域自动站降水观测资料, 分析暴雨成因, 结果表明:2020 年 6 月欧亚大陆上空呈现正—负—正的波型分布, 有利于高纬地区高空槽引导冷空气南下; 副热带高压位置较常年同期偏北偏西且稳定维持, 有利于水汽输送到贵州; 东亚西风急流强度较强, 其西段位置较常年同期略偏南, 贵州位于急流轴右侧且处于水汽辐合区、垂直速度负值区, 动力条件和水汽条件的有效配合, 有利于贵州暴雨天气发生; 贵州暴雨对西伯利亚高压强度指数具有较好的响应, 但暴雨发生时间比西伯利亚高压强度指数滞后 1 d; 赤道西太平洋地区海温表现为偏暖, 赤道东太平洋地区海温表现为偏冷, 且印度洋呈现出西正东负的偶极子型海温异常, 此类海温配置, 有利于激发印度洋和西太平洋的反气旋环流, 为水汽输送到贵州上空创造了有利条件。

关键词:连续暴雨; 东亚西风急流; 西伯利亚高压指数; 海温

中图分类号:P426.62 **文献标识码:**B

Analysis on the Causes of Continuous Rainstorm in Guizhou in June 2020

TANG Hongzhong, ZHAO Jie, CHEN Yang, MO Yidong

(Qiannan Meteorological Bureau of Guizhou Province, Duyun 558000, China)

Abstract: In June 2020, Guizhou experienced 4 consecutive torrential rain processes, with obvious characteristics of night rain, which are mainly short-term heavy rainfall, with high intensity and strong locality. In this paper, NCEP/NCAR reanalysis data are used to analyze the upper-altitude situation, East Asian westerly jet, low-altitude water vapor conditions and dynamic conditions, and SST characteristics in more detail; the analysis of the cold air intensity by using the Siberian high intensity index are combined with the precipitation observation data from the automatic station in Guizhou to analyze the causes of the torrential rain in Guizhou in June 2020, the results show that the positive-negative-positive wave pattern over the Eurasian continent in June 2020 was conducive to the high-altitude troughs in high latitudes to guide cold air southward; the location of the subtropical high was more north and west than that of the same period of the normal years, and it was stable, which was conducive to the water vapor transport to Guizhou; the intensity of the westerly jet over East Asia is strong, and the position of its western segment is slightly southward compared with the same period of the normal years, in addition, Guizhou is located on the right side of the jet axis, in the water vapor convergence zone and the negative vertical velocity zone, so the effective coordination of dynamic conditions and water vapor conditions is conducive to the occurrence of heavy rain in Guizhou; the heavy rain in Guizhou responded well to the Siberian high intensity index, but the occurrence time of heavy rain is 1 d later than the index; the SST in the western equatorial Pacific Ocean is warmer, the SST in the eastern equatorial Pacific is colder, and the Indian Ocean presents a dipole-type SST anomaly of positive west and negative east. This kind of SST configuration is conducive to stimulating the

收稿日期:2021-02-25

第一作者简介:唐红忠(1975—),女,副高,主要从事天气预报与气象服务工作,E-mail:251923927@qq.com。

资助项目:黔南州科学技术局项目(202123号);中国天眼(FAST)基地强降雨诱发地质灾害的研究。

anticyclonic circulation in the Indian Ocean and the western Pacific, creating favorable conditions for the transportation of water vapor over Guizhou.

Key words: continuous heavy rain; east Asian Westerly jet; Siberian High index; SST

0 引言

贵州地处青藏高原东南侧、云贵高原东斜坡上,是高耸于四川盆地和广西丘陵之间的强烈岩溶化高原山区,境内地势西高东低,自中部向北、东、南三面倾斜,山脉众多、山高谷深。由于贵州特殊的地形,受降雨影响易产生地质灾害,尤其连续性暴雨造成的灾害更重。针对贵州连续暴雨已有不少学者做了研究^[1-7],分别从环流形势、物理量场、卫星云图、湿位涡以及数值预报模式等方面进行研究。朱乾根等^[8]分析了初夏北半球 500 hPa 遥相关型与我国季风降水的关系,指出在强欧亚遥相关型时,我国 6 月降水偏少的可能性较大。杨小波等^[9]研究了夏季东亚副热带西风急流位置对川渝地区降水的影响,发现西风急流轴线偏南时,盆地西部降水偏少,而盆地东部降水偏多。刘扬等^[10]分析我国西南地区秋季降水年际变化的成因,发现当印度洋地区存在显著的西正东负的偶极子型时,印度洋激发的反气旋环流使西南地区降水偏多。但针对贵州 6 月出现连续性暴雨的研究较少。因此,本文利用 2020 年 6 月 500 hPa、200 hPa、850 hPa 以及海温等 NCEP/NCAR 再分析资料,采用西伯利亚高压强度指标公式,结合贵州区域自动站降水观测资料,分析贵州 2020 年 6 月暴雨发生成因,找出 6 月出现连续性暴雨、降水较常年同期偏多 40.8% 的大气环流条件,以期对贵州区域连续性暴雨预报提供有益思路。

1 实况

暴雨是指降水强度很大的雨。气象上规定,24 h 降水量为 50 mm 或以上的雨称为暴雨。根据贵州省 3312 区域加密气象自动站 2020 年 6 月逐日降水实况,贵州仅有 11 日、16 日和 25 日没有出现暴雨(见表 1),且 1—15 日、21—24 日为贵州省连续性暴雨。由表 1 可知,6 月 2 日、8—9 日、13—14 日、18 日、21—24 日、27 日和 30 日出现的暴雨强度较大、范围较广、站点较多。由表 1 还可以看出,1—10 日暴雨主要出现在贵州南部地区,12—15 日和 17—22 日主要出现在贵州中部以西以北地区,23—24 日主要出现在贵州中部偏南地区,26—30 日主要出现在贵州偏西偏北地区;除 14 日、18 日、23—24 日的暴雨以上量级落区范围较大外,其余时间段暴雨落

区较为集中,局地性较为明显。

选取各旬暴雨站数最多的一天最大降雨量站点的逐小时数据进行分析。由图 1a 看出,强降水主要集中在夜间,从逐小时雨强来看,凯里加勉 8 日 05 时为 108.8 mm,水城猴场 18 日 01 时为 81.9 mm,黔南惠水甲戌 24 日 01 时为 70.5 mm,且小时雨强大,降水主要以短时强降水为主。从 6 月降水距平分布来看(图 1b),遵义南部、铜仁西南部、黔南中北部、毕节西部地区降雨正常略偏少,以石阡偏少 27.6% 最为明显,其余地区均偏多,毕节东部到黔南、黔西南一线、遵义北部到铜仁北部、黔东南北部、黔南东南部等地降水特多,以遵义正安偏多 153% 为最大。

表 1 2020 年 6 月贵州暴雨出现时间、
区域自动站站数及主要落区

Tab. 1 Time of occurrence of rainstorm
in Guizhou in June 2020, number of regional automatic
weather station and main rainfall area

日期/日	总站数/个	主要落区
1	34	黔南、黔西南
2	199	安顺、黔西南
3	40	黔东南
4	69	黔西南、黔南
5	73	黔西南、黔南、黔东南
6	5	黔东南
7	113	遵义、黔西南
8	281	安顺、黔南、黔东南
9	220	黔西南、六盘水、黔东南
10	57	黔东南
12	97	遵义、铜仁
13	221	毕节、遵义、六盘水
14	347	黔西南、六盘水、安顺、贵阳、遵义
15	40	黔南、黔西南
17	2	毕节
18	476	黔西南、六盘水、毕节、贵阳、遵义、铜仁
19	5	黔东南
20	2	遵义
21	158	遵义、铜仁
22	136	遵义、铜仁
23	322	安顺、黔南、黔东南
24	565	六盘水、黔西南、安顺、黔南、黔东南
26	2	毕节
27	147	毕节、遵义
28	8	遵义、铜仁
29	47	毕节、铜仁
30	394	毕节、六盘水、安顺、铜仁、遵义

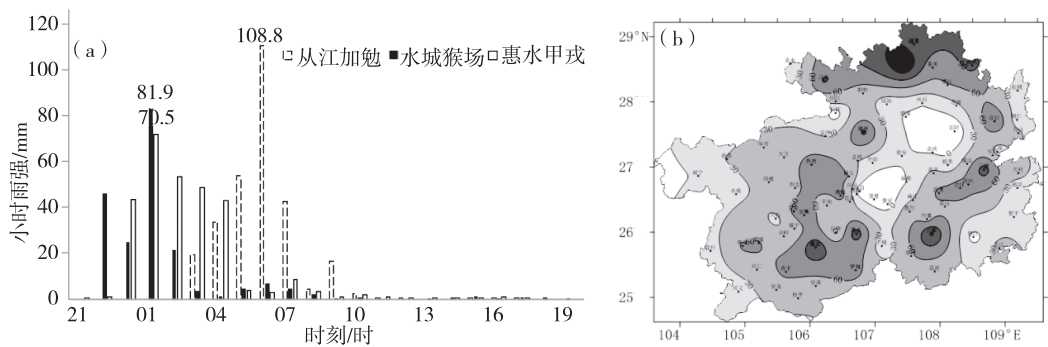


图1 6月8日、18日、24日逐小时雨量分布(a)和6月降水距平分布(b)

Fig.1 hourly rainfall distribution on June 8,18and 22 (a) and precipitation Anomaly Distribution in June(b)

2 环流背景

由图2a看出,2020年6月500 hPa上588 dag-pm线位于华南沿海地区,近30 a平均位置位于台湾东部海面,故2020年6月副高位置比同期30 a平均位置更偏北偏西,贵州位于副高西北侧辐合上升运动区,副高西侧的偏南气流将南海水汽输送到贵州上空,有利于贵州地区的降水偏多。由6月500 hPa高度距平场(图2b)看出,欧亚大陆上空呈正一负一正的波列分布,即乌拉尔山地区为正距平控制,有利于乌拉尔山阻高的形成,巴尔喀什湖以北地区为负距平控制,有利于高空槽引导冷空气南下,亚洲东部为正距平控制。此种正一负一正的波列分布,对应欧亚遥相关型的负位相^[8,11],有利于降

水的发生。由图2b还可以看出,中国中部以东以南地区均为正距平控制,有利于副高的稳定维持,从而有利于水汽从副高西北侧输送到贵州上空,为贵州暴雨天气提供了充足的水汽条件。由6月500 hPa平均流场(图2c)看出,贵州位于副高西北侧,云南东部到贵州西部多受短波槽影响,贵州处于槽前上升运动区和辐合区,为贵州暴雨天气提供了动力条件。由6月200 hPa平均流场和散度场(图2d)看出,南亚高压位于中南半岛北部,而贵州处于南亚高压东部脊线上,故辐散区域起到明显的抽吸作用,使得贵州区域低层上升运动加强,有利于降水的出现。

综上所述,有效的高低空环流配置,为贵州暴雨提供有利的动力条件和水汽条件。

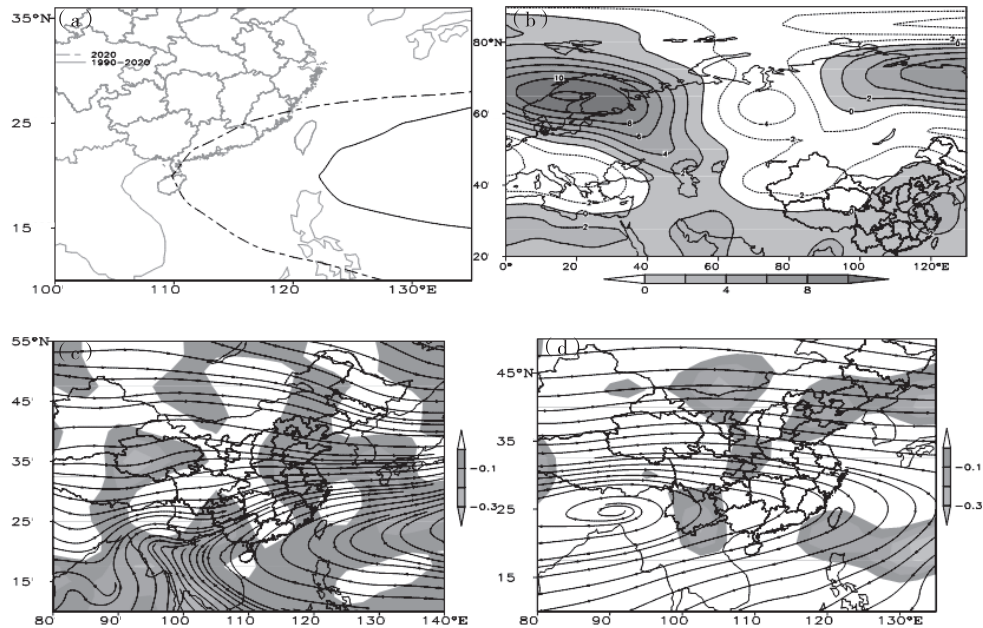


图2 2020年(虚线)、1990—2020年(实线)6月500 hPa上588线平均位置分布(a)、500 hPa位势高度距平场(b)、500 hPa(c)和200 hPa(d)流场和散度分布

Fig.2 2020(dotted line), 1990—2020(solid line) June 500 hPa 588 line average position distribution (a), June 2020 500 hPa geopotential height anomaly field (B), 500 hPa (c) and 200 hPa (d) flow field and divergence

由 850 hPa 风场(图 3a)看出,贵州西南气流强盛,该西南气流主要由两股气流组成,一股是西北太平洋反气旋环流后部偏南气流,另一股是印度洋反气旋环流北侧偏西气流越过印度之后转为西南气流,两股西南气流分别将南海和孟加拉湾水汽输送到贵州上空。由图 3a 还可以看出,从阿拉伯海到孟加拉湾再到中国南部有一条明显的水汽输送带,

北部湾到中国南部也存在一条水汽输送带,两条输送带合并后,加强中国南方水汽输送,有利于贵州降水加大。由水汽通量辐合和垂直速度分布(图 3b)来看,除贵州南部边缘外,省内大部分地区处于水汽辐合区,强辐合区位于贵州西部,且贵州处于垂直速度负值区,与 500 hPa 环流形势相配合,有利于暴雨发生。

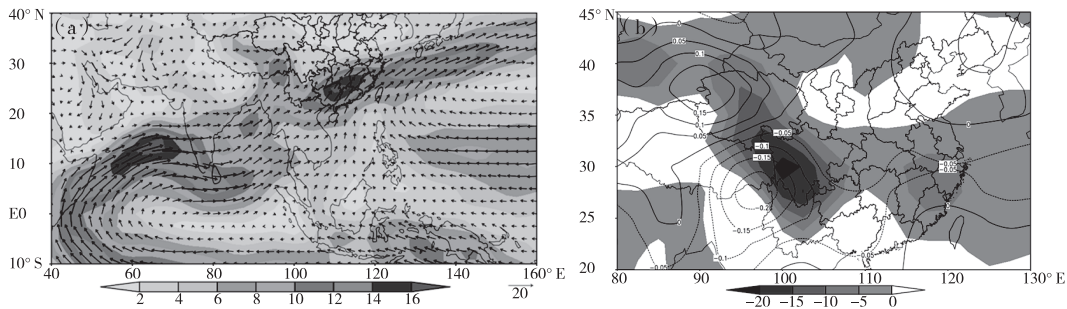


图 3 2020 年 6 月 850 hPa 平均风场(箭头)、水汽通量(填色)(a)和水汽通量散度、垂直速度分布(b)

Fig. 3 850 hPa average wind field (Arrow), water vapor flux (color) (a) and water vapor flux divergence, vertical velocity distribution (b) in June 2020

3 东亚西风急流的影响

急流是指窄而强的气流带,急流中心最大风速在对流层上部 $\geq 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,其左侧具有气旋型切变,右侧具有反气旋性切变^[10]。

由 2020 年 6 月高空急流分布看出(图 4a),东亚西风急流位于 40°N 附近,中心最大风速为 $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,急流中心位于青海北部到内蒙古西部一带,贵州位于急流轴的右侧,其反气旋性切变与南亚高压共同作用,造成有利的高层辐散条件,有利

于降水的产生。由常年 6 月高空急流分布看出(图 4b),东亚西风急流位于 40°N 附近,平均风速在 $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上,最大风速中心位于日本附近,中心最大风速为 $35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。由图 4 还可以看出,2020 年 6 月东亚西风急流强度比常年同期明显偏强,尤其是东亚西风急流的西段,位置比常年同期略偏南,使得四川西部到湖南一带以南地区降水增多^[9]。由此可知,2020 年 6 月东亚西风急流强度偏强,是导致贵州连续性暴雨增多的主要原因。

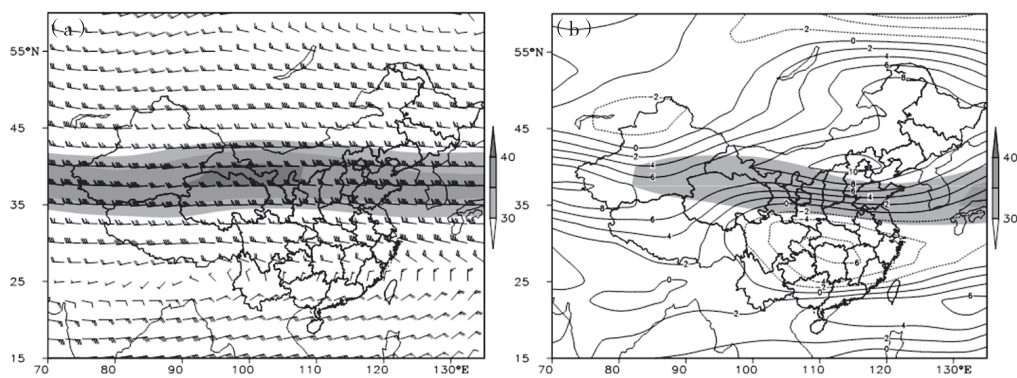


图 4 2020 年 6 月 200 hPa 风场、等风速线(阴影:风速 $\geq 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)(a)和历史同期平均风速(阴影)、距平场(线条)(b)

Fig. 4 200 hPa wind field in June 2020, wind speed distribution (shadow: wind speed greater than 30) (a) and 30 - years mean wind speed (shadow), departure field (line) (b)

4 冷空气影响

龚道溢等^[12]定义计算西伯利亚高压强度指数为:

$$I = \frac{\sum_{n=1}^{493} p_n \delta_n \cos \theta_n}{\sum_{n=1}^{493} \delta_n \theta_n} \quad (1)$$

式中 P_n 是某一格点的海平面气压值, θ_n 是格点的纬度, 当 $P_n \geq 1028$ hPa 时, 取 $\delta_n = 1$; 当 $P_n < 1028$ hPa 时, 取 $\delta_n = 0$ 。选取 $30 \sim 70^\circ\text{N}$, $60 \sim 130^\circ\text{E}$ 范围, $n = 493$ 个格点, 由于夏季冷空气强度较冬季弱, 结合地面气压图, 本文将 P_n 的临界值改为 1018 hPa。

利用式(1)计算得到 2020 年 6 月西伯利亚高压指数(简称强度指数,下同)。由图 5a 可以看出, 西伯利亚高压强度指数 1 日较强, 即为 17.5 hPa, 而贵州 2 日出现了强降水; 11—13 日和 16—17 日强度指数出现明显的升高, 分别为 25.8 hPa、24.7 hPa, 而贵州 12—14 日和 18 日出现明显的暴

雨天气; 20—30 日强度指数维持在高态势, 即强度指数在 21.6 ~ 24.9 hPa 之间, 期间 21 日、24—25 日、27—29 日强度指数在高态势中略有下降, 贵州 20—24 日、26—30 日均出现了暴雨天气。由此可见, 贵州 6 月降水的多少与同期强度指数的大小具有一致性, 但暴雨发生时间比强度指数滞后 1 d。由图 5b 可以看出, 2020 年 6 月 1010 hPa 线控制整个巴尔喀什湖南侧到青藏高原, 范围比常年同期偏大, 且在四川西部呈现向南扩散的形势; 1018 hPa 中心常年位于新疆西南侧、西藏西部及北部地区, 而 2020 年 6 月 1018 hPa 线范围扩大到西藏中部以西地区, 范围比常年同期明显偏大。由图 5b 还可以看出, 100°E 以西地区呈现出正距平, 尤其在青藏高原, 其正距平在 3 hPa 以上。

综上所述, 2020 年 6 月, 巴尔喀什湖附近到青藏高原冷空气比常年同期偏强, 且从高原东侧扩散影响到贵州, 这是造成贵州 2020 年 6 月降水偏多的原因之一。

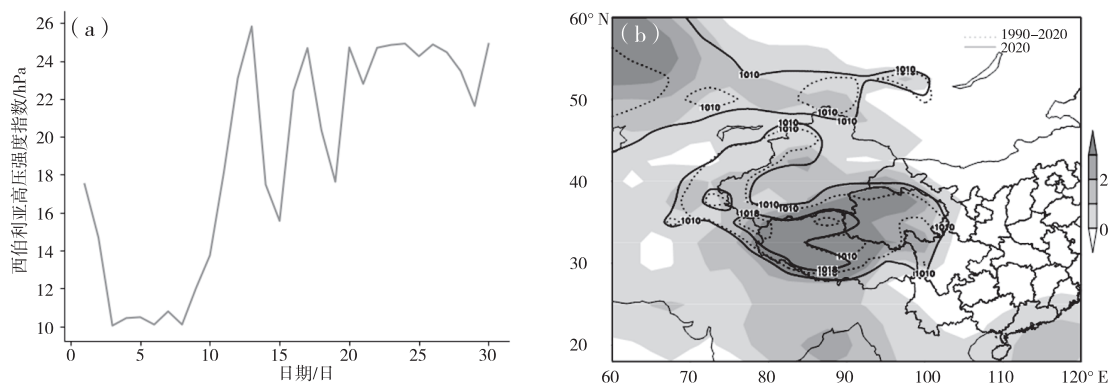


图5 西伯利亚高压强度指数变化趋势(a)和海平面气压1010 hPa线、1018 hPa线分布及距平场(阴影)(b)

Fig. 5 the trend of the Siberian High index (a) and the distributions of the 1010 and 1018 lines of sea level pressure and the anomalies (shadows) (b)

5 海温影响

2020 年 6 月整个赤道太平洋地区海温在 27°C 以上, 尤其是菲律宾群岛附近, 海温在 30°C 以上(图 6a), 与常年同期海温平均距平分布比较(图 6b), 2020 年 6 月赤道西太平洋地区海温偏暖, 菲律宾群岛附近海温比常年同期偏高 1.5°C 。由图 6 还可以看出, 赤道东太平洋地区海温比常年同期偏高 1.5°C , 印度洋地区呈现出西正东负的偶极子型海温异常, 结合图 3a, 发现西太平洋与印度洋的这种海温分布有利于激发印度洋与西太平洋的反气旋环流, 两个反气旋环流中的西南气流汇合, 为贵州输送充足的水汽, 有利于降水增多^[10]。

6 结论与讨论

通过分析 2020 年 6 月及其常年同期的高空形势、东亚西风急流、低空水汽条件和动力条件、海温特征以及冷空气强度, 得出 2020 年 6 月暴雨发生的环境场背景条件:

① 2020 年 6 月, 500 hPa 欧亚遥相关型的负位相, 乌拉尔山地区有利于阻高的建立, 贝加尔湖地区有利于高空槽的建立, 槽后偏北风引导冷空气南下影响, 同时副热带高压较强, 其西侧西南气流与孟加拉湾西南气流结合, 引导暖湿气流影响贵州。

② 2020 年 6 月, 200 hPa 东亚西风急流位于 40°N , 比常年同期偏强, 西段位置偏南, 急流轴

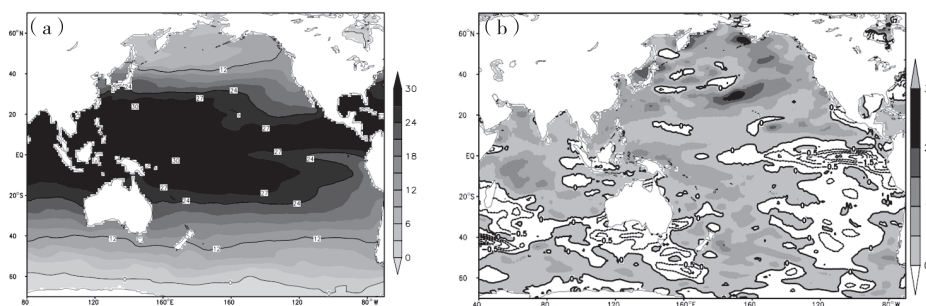


图 6 2020 年 6 月平均海温分布(a)及距平(b)分布

Fig. 6 distribution of mean sst (a) and anomaly field (B) in June 2020

右侧反气旋性切变与南亚高压东部脊叠加,提供有利的高空辐散条件,贵州位于急流轴的右侧,有利于强降水产生。贵州暴雨对西伯利亚高压强度指数具有较好的响应,但暴雨发生时间比西伯利亚高压强度指数滞后 1 d;巴尔喀什湖附近到青藏高原冷空气比常年同期偏强,且从高原东侧扩散影响到贵州,这是造成贵州 2020 年 6 月降水偏多的原因。

③ 2020 年 6 月赤道西太平洋海温异常偏高,东太平洋海温异常偏低,印度洋地区呈现出西正东负的偶极子型海温异常,此类海温配置有利于激发印度洋和西太平洋的反气旋环流,为水汽输送到贵州上空创造了有利条件,有利于贵州降水偏多。

1—10 日西伯利亚高压强度指数较小时,贵州也出现了暴雨,但暴雨落区具有很强的局地性,这可能与局地热对流的发展有关,这些不确定性,有待进一步研究。

参考文献

[1] 杨秀庄,李刚,周明飞,等. 贵州地区一次持续性暴雨天气成因及预报误差分析[J]. 中低纬山地气象,2020,44(4):1-10.

- [2] 赵杰,唐红忠,周文钰. 贵州一次连续暴雨的低值系统及湿位涡分析[J]. 云南地理环境研究,2020,32(1):64-70.
- [3] 李欢欢,马中元,肖云,等. 袁河流域大暴雨天气中尺度特征分析[J]. 气象水文海洋仪器,2021,38(4):34-36.
- [4] 朱宝文,张令振,谢启玉,等. 1954-2016 年西宁市区气温变化特征[J]. 气象水文海洋仪器,2021,38(4):117-120.
- [5] 杨熠,李霞,刘红双,等. 2010—2019 年遵义 7—8 月短时强降水的时空特征分析[J]. 中低纬山地气象,2021,45(1):33-39.
- [6] 王安林,何春燕,冯晓芬. 贵州省一次连续性暴雨——大暴雨过程分析[J]. 贵州气象,2007,31(4):22-23.
- [7] 王兴菊,白慧,杨忠明,等. 贵州省一次连续性暴雨的湿位涡诊断分析[J]. 贵州气象,2012,36(2):11-16.
- [8] 朱乾根,施能. 初夏北半球 500 hPa 遥相关型的强度和年际变化及其与我国季风降水的关系[J]. 热带气象学报,1993,9(1):1-11.
- [9] 杨小波,杨淑群,马振峰. 夏季东亚副热带西风急流位置对川渝地区降水的影响[J]. 高原气象,2014,33(2):384-393.
- [10] 刘扬,刘屹岷. 我国西南地区秋季降水年际变化的空间差异及其成因[J]. 大气科学,2016,40(6):1215-1226.
- [11] 赵杰,乔云亭,王超. 湖南冬季降水的年代际突变及其影响因子[J]. 中山大学学报(自然科学版),2016,55(2):143-150.
- [12] 龚道溢,王绍武. 西伯利亚高压的长期变化及全球变暖的可能影响的研究[J]. 地理学报,1999,54(2):125-133.