

干全. 2013年南方高温热浪成因分析 [J]. 陕西气象, 2016 (4): 1-6.

文章编号: 1006-4354 (2016) 04-0001-06

2013年南方高温热浪成因分析

干全

(中国民航飞行学院广汉分院气象台, 四川广汉 618307)

摘要: 利用 1975—2013 年国家气候中心 160 站气温资料、逐日的 ERSST 和 NCEP 再分析资料等, 对 2013 年 7—8 月中国南方地区的高温热浪事件的异常环流形势以及成因进行了分析。结果表明: 在全球变暖的背景下, 南方地区 2013 年夏季是自 1975 年以来最热的一年。西太平洋副热带高压加强、西伸且稳定少动是造成高温的主要原因, 7 月上旬的高温时段对应副高脊线偏北, 7 月中旬至 8 月中旬对应副高脊线偏南, 其中后一阶段副高偏南、西伸、加强且稳定少动对整个夏季的高温起到了重要作用。而造成副高异常的原因主要在于: (1) 西太平洋赤道地区热源加强, 强烈的异常上升气流通过 Hadley 环流, 造成南方地区的下沉运动加强, 副高亦加强; (2) 南北半球海温梯度加大, 使得海洋性大陆区域的两支越赤道气流减弱, 不利于副高的北抬活动, 使得副高在南方地区稳定少动。

关键词: 高温热浪; 对流活动; 西太平洋副热带高压; 海温梯度; 中国南方

中图分类号: P466

文献标识码: A

随着全球变暖, 近年来, 在世界各地高温热浪事件频频发生, 在 1972 至 2012 年间全球 200 多个城市长时间的极端炎热天气大量增多, 在近几年的气象记录中高温热浪最为突出。2013 年夏季我国南方地区出现了持续性的高温天气, 高温主要集中在福建、江西、湖南、浙江、上海、重庆等地, 唐恬等^[1]的统计结果显示, 2013 年盛夏 733 个站点中就有 285 个站点出现大于 40 °C 的极端高温, 其中重庆开县超过 40 °C 的高温天气持续了 23 d 之久, 而浙江定海夏季的平均最高气温达到了 42.3 °C。高温热浪不仅超过人本身的耐受极限, 而且造成了城市用水、用电紧张, 危害农牧业生产等等^[2], 因此, 对高温热浪事件的研究, 有助于进一步理解高温热浪事件的发生机理, 为防灾减灾提供科学的理论依据。事实上, 2013 年南方地区的高温热浪成因已有一些初步的讨论^[3-6]。这些研究一致认为西太平洋副热带高压 (简称副高) 异常是 2013 年南方高温的主要原因,

但有的研究认为 2013 年夏季副高偏北, 有的认为副高偏南, 这其实是因为没有分时段造成的矛盾。此外, 虽然张宇等^[7]认为南亚高压的东进过程对副高的偏北偏强有影响, 孙建奇等^[8]认为北大西洋的极端高温通过遥相关波列从而影响了西太平洋副高的活动, 但总的说来对副高异常的机理研究较少。那么是否有其它外强迫因子造成了 2013 年西太平洋副热带高压异常的呢? 本文结合逐月和逐日资料, 通过分析 2013 年的大尺度大气环流形势以及全球海温异常, 来探讨 2013 年南方地区高温热浪的成因。

1 资料和方法

所用资料包括: (1) 国家气候中心提供的中国 160 个台站逐月降水观测资料和西太平洋副高强度指数、西太平洋副高脊线、西太平洋副高面积指数以及西太平洋副高西伸脊点; (2) NCEP/NCAR 再分析资料^[9], 包括逐日的 500 hPa 位势高度场、850 hPa 纬向风和经向风、辐射热通

收稿日期: 2015-11-25

作者简介: 干全 (1979—), 男, 汉族, 四川德阳人, 学士, 工程师, 从事天气诊断分析以及短临天气预报。

基金项目: 国家自然科学基金重点项目 (91337215), 国家重点基础研究发展规划 (973) 项目 (2012CB417202)

量、土壤湿度, 网格分辨率均为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$; (3) 由美国 NOAA 提供的 ERSST (Extended Reconstructed SST)^[10], 网格分辨率为 $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ 。以上资料的时间段为 1975 年 1 月—2013 年 8 月。

STI 指数取 $25^{\circ}\text{N} \sim 35^{\circ}\text{N}$, $105^{\circ}\text{E} \sim 120^{\circ}\text{E}$ 区域的平均温度距平, 用以表示高温区域夏季的历史演变, 而 SNI 指数是取北半球 ($0 \sim 55^{\circ}\text{N}$) 与南半球 ($0 \sim 55^{\circ}\text{S}$) 区域平均的海表温度之差, 用以表征南北半球的温度梯度。

2 高温概况

图 1a 首先给出了 2013 年中国夏季 (7—8 月) 平均温度距平分布, 可以看出, 我国大部分地区气温偏高, 但主要的暖异常区域在 $25^{\circ}\text{N} \sim 35^{\circ}\text{N}$, $105^{\circ}\text{E} \sim 120^{\circ}\text{E}$; 三个温度异常暖中心自川渝地区沿着长江流域中下游向东延伸至浙江、上海等沿海地区, 其中浙江、上海增温最为明显, 暖异常中心温度高出气候平均值 3°C 左右。根据图 1a 中的暖异常区域, 将 $25^{\circ}\text{N} \sim 35^{\circ}\text{N}$, $105^{\circ}\text{E} \sim 120^{\circ}\text{E}$ 区

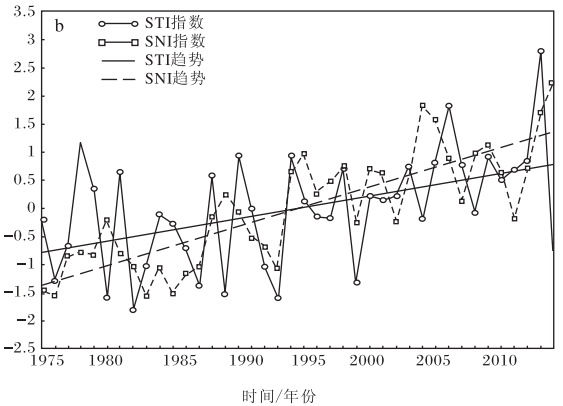
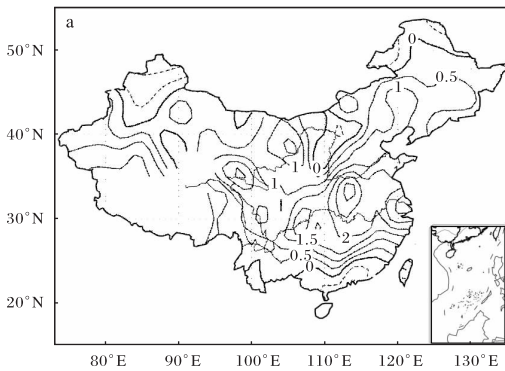


图 1 2013 年 7—8 月平均的中国温度距平分布 (a; 单位为 $^{\circ}\text{C}$) 和 1975—2014 年夏季 (7—8 月) 标准化的 STI 指数、SNI 指数及其线性趋势 (b)

域的平均温度距平定义为 STI 指数, 结果如图 1b 所示, 近几十年来, 该区域的温度呈显著上升趋势, 而在这一背景下, 南方地区 2013 年夏季成为了自 1975 年以来温度最高的一年。

白天, 若土壤湿度偏湿, 土壤水分蒸发, 起到冷却作用, 有利于降低日最高温度; 反之, 土壤偏干, 则有利于增加日最高温度^[11]。2013 年主要是长江流域中下游沿江城市土壤偏干。虽然重庆等城市也经历了高温热浪, 但对应其土壤湿度偏湿 (图略)。辐射热通量异常 (图 2) 显示, 7—8 月高温区向下的净短波辐射值比气候平均偏高, 同时向上的长波辐射值也增加, 这种特征 8 月上旬比较明显。总的辐射通量 (二者相加) 为负值, 表明高温区向下的辐射通量较气候平均偏多, 这与下沉区云量偏少有关。因此, 2013 年南方高温热浪时间具有高温持续时间长, 强度高、范围广, 降水少而蒸发大的特征。

3 异常环流分析

持续性高温热浪天气的形成离不开有利的大

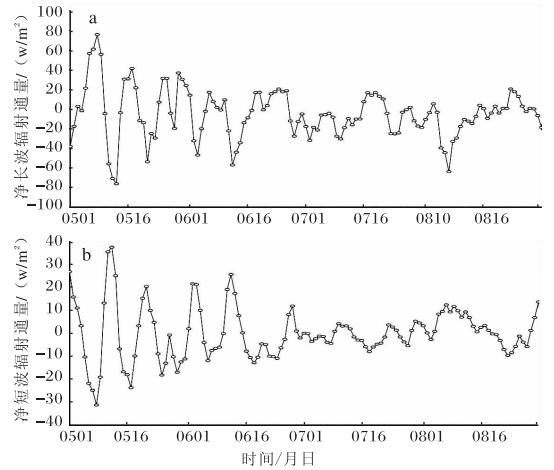
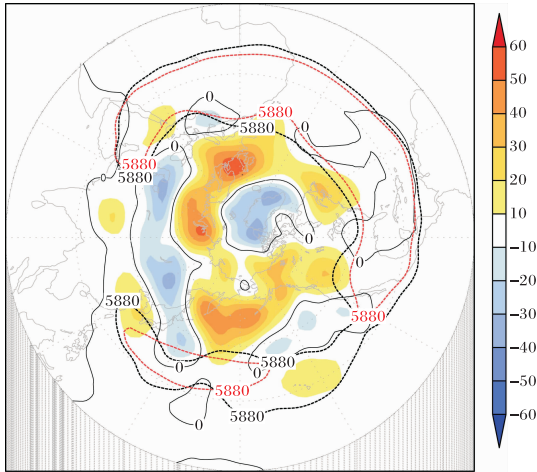


图 2 2013 年 5—8 月高温灾害区区域平均的净长波辐射 (a) 和净短波辐射通量 (b) 距平值

气环流形势, 而对于中国夏季来说, 副高强度、脊线位置东西南北的异常变化尤为重要。首先分析 500 hPa 的异常环流形势。从 7—8 月平均位势高度距平场 (图 3) 来看, 整个中国南方地区表现为正位势高度异常; 以 5 880 gpm 线代表副高, 可以看出 2013 年夏季副高比气候平均明显西伸,

脊线略微偏北,副高面积增加致使长江流域中下游地区受副高控制。从副高的四个特征指数(图略)定量分析可知,2013年7—8月副高比气候平均西伸、偏强。

虽然就夏季平均而言,副高脊线略微偏北,但不同高温时段对应副高有不同的异常活动。从



黑色粗虚线为 2013 年 5 880 gpm 等值线;
红色为气候平均

图 3 2013 年 7—8 月 500 hPa 位势平均高度距平分布
(阴影,单位为 gpm;黑色细实线表示距平为 0)

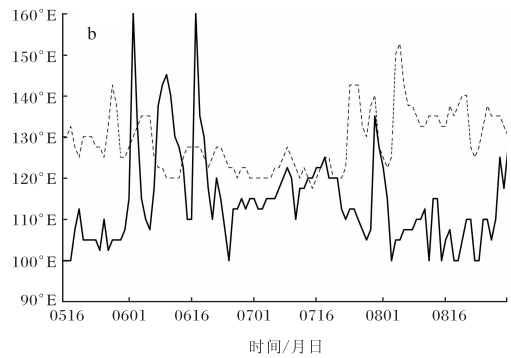
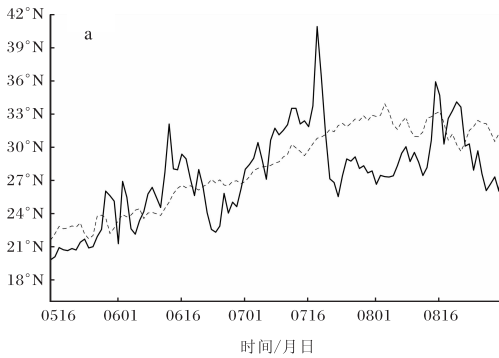


图 4 2013-05-16—08-31 副高脊线 (a) 和西伸脊点 (b) 的
逐日演变 (实线为 2013 年,虚线为气候平均)

从低层 850 hPa 的环流形势(图 5)来看,温度异常暖中心位于同纬度 850 hPa 异常反气旋中心西部,盛行异常西南风,受异常辐散气流控制,导致南方地区多晴朗少云天气,温度升高。对 850 hPa 异常风场和垂直速度场的分析表明:低层有异场反气旋环流控制长江流域中下游地区,对应异常下沉运动,这与 500 hPa 一致。而在其南侧印度尼西亚地区有异常上升运动,对应异常风场

逐日的副高活动(图 4)可以清楚地看出,随着夏季风的爆发,副高逐渐北移,6月13日副高从 33°N 开始逐渐南落,6月21日已回落至 20°N 附近,此后又开始缓慢北抬;7月1日—20日副高脊线位置比气候平均偏北,此时段对应江苏、浙江、湖南等地的日最高温度达到了 36℃ 以上。7月18日副高第二次迅速南落,从 41°N 南撤至 25°N 附近;7月20日—8月12日副高脊线一直维持在 25°N~30°N 之间,8月14日副高突然北抬至 35°N,该时段内的副高脊线比气候平均偏南 5 个纬度左右,由于这一时段副高稳定少动,因此也是高温最集中、日最高气温最高的时段,对应南方大部分地区温度超过 36℃,41%的站点温度超过 40℃。从西伸脊点来看,整个夏季副高比气候态更加西伸。以上分析表明,7月中旬到 8月中旬正好对应温度最高的时段,说明长江流域中下游地区的异常高温是由于受到副高的影响,结合前面的分析可知,在加强、西伸的副高控制下,下沉运动的加强导致南方地区接收了更多的辐射热量,降水减少促使土壤湿度的减小进一步加剧了日最高温度的增加。

的异常辐合。此外,海洋性大陆区域异常偏北风的控制使得该区域的 2 支低空越赤道气流比气候平均减弱。林新彬等^[12]的研究表明,越赤道气流的减弱将不利于促进副高在盛夏的北抬活动,为副高在南方区域稳定少动提供了有利条件。

4 海温异常及其影响机制

通过前面的分析,发现 2013 年南方地区的高温热浪主要是受到副高持续控制引起的,那么是

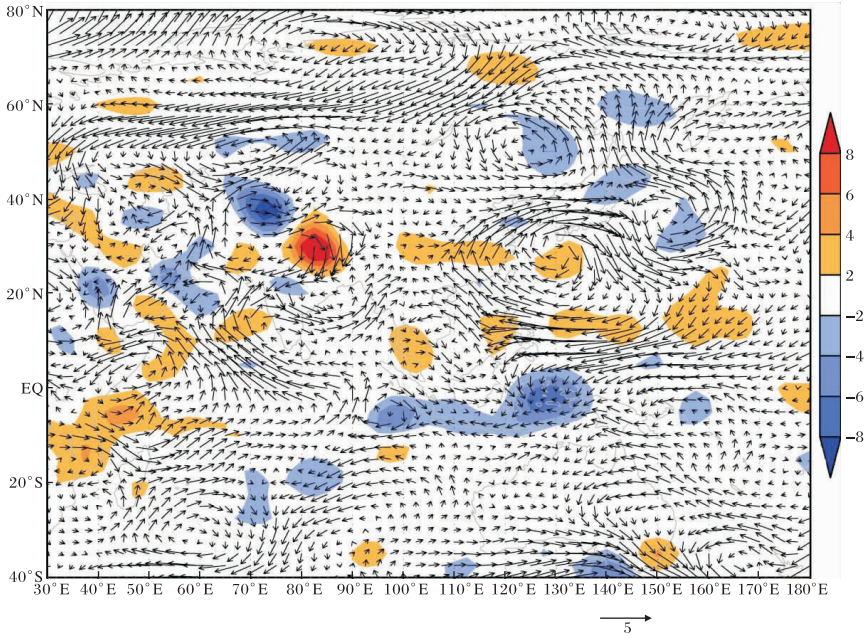


图5 2013年7—8月850 hPa平均异常风场分布

(矢量, 单位为 m/s) 和异常散度场 (阴影, 单位为 $10^{-6} s^{-1}$)

什么原因造成该年夏季副高的异常呢? 研究表明^[13-14], 在 El Nino 当年的夏季副高往往偏南, 在 La Nina 年夏季则往往偏北。罗绍华的研究表明^[15], 当南海的海温偏高时, 有利于副高加强、西伸。这些研究都表明海温的异常可影响副高的异常。

从图 6a 可以看出, 西太平洋暖池区海温异常偏暖, 赤道东太平洋海温异常偏冷, 与此同时, 在海洋性大陆区域 OLR (射出长波辐射) 表现为

负异常 (图 6b), 说明此处对流活动比常年加强。为进一步分析, 取 115°E~135°E 的平均, 分析该区域的异常经向环流 (图 7)。对应于海洋性大陆区域 OLR 的负异常中心有异常的上升气流, 在其 30°N 长江流域下游的沿海地区对应应有异常下沉气流。由此可以看出, 2013 年夏季暖池区海温异常偏暖, 促使该区域的对流活动加强, 对流产生的潜热通量释放, 使得该区域形成异常强烈的上升

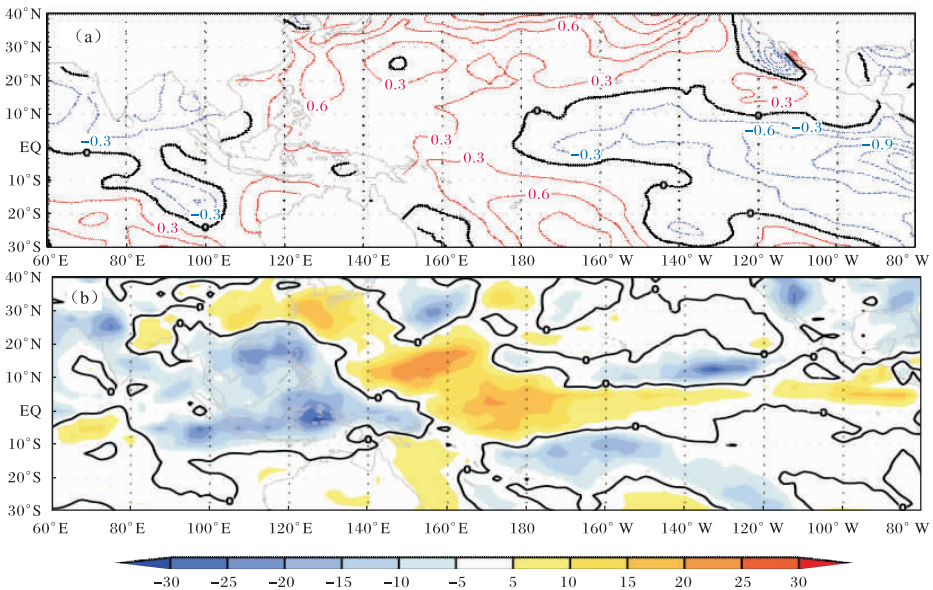


图6 2013年夏季(7—8月)平均的海温距平(SSTA_JA)(a, 单位为 $^{\circ}C$)和射出长波辐射(OLR)距平分布(b, 单位为 W/m^2)

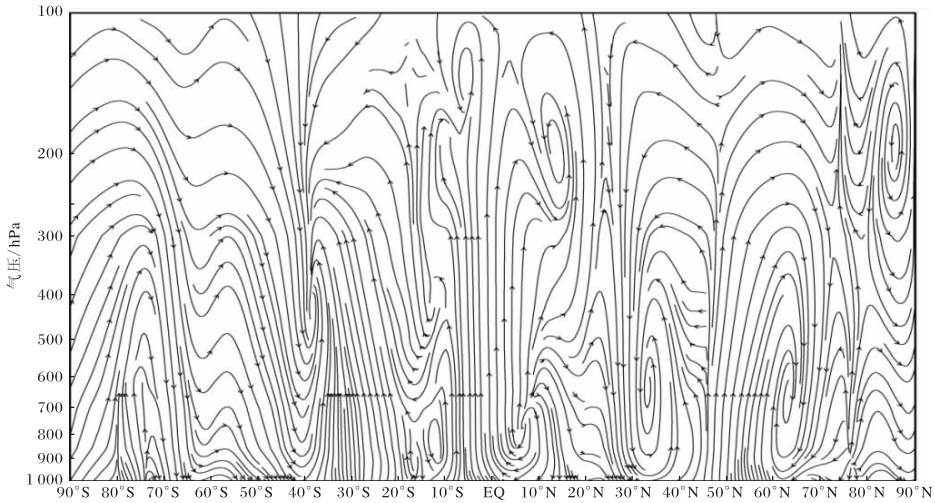


图7 2013年夏季115°E~135°E平均的异常流场纬度-高度剖面图

运动,通过Hadley环流在我国南方地区造成异常强烈的下沉运动,副高得到加强。

实际上,2013年夏季,北半球的海温普遍偏暖,而南半球的海温偏暖程度没有北半球强,且热带东太平洋海温有显著冷异常,这进一步加大了南北半球的海温梯度。为研究南北半球海温梯度与2013年南方高温热浪的关系,取北半球(0~55°N)与南半球(0~55°S)区域平均的海表温度之差表征南北半球温度梯度(SNI)。由图1可知,SNI与STI的相关系数为0.48,通过了99%的显著性检验,且SNI与副高强度指数和西伸指数均有显著正相关。这说明,当南北半球海温梯度加大时,副高将加强、西伸。前面的分析表明,2013年东半球3支越赤道气流均偏弱,而越赤道气流是南北半球动量、热量等交换的途径,反映的是南北半球之间的相互作用^[16]。那么2013年夏季南北半球海温梯度加大,可能正是通过使得越赤道气流减弱,来影响副高位置异常的,具体的物理机制有待进一步研究。

5 结论

2013年夏季我国南方地区出现了罕见的持续性高温热浪事件,通过分析大气环流异常形势以及全球海温异常,得到如下主要结论。

(1) 2013年南方地区的高温主要集中在长江流域中下游地区,在全球变暖的背景下,成为了自1975年以来温度最高的一年。

(2) 高温时段与500 hPa西太平洋副热带高

压西伸北抬的活动相对应,说明2013年夏季副高西伸且稳定少动是造成南方地区高温的直接环流形势。赤道地区的两支越赤道气流偏弱,也不利于副高北抬,为副高的稳定少动提供了有利条件。整层辐散使得该地区天气晴朗少云,接受的辐射热通量比常年增加,土壤湿度减小,更加有利于高温事件的形成。

(3) 副高异常的成因主要表现为:海洋性大陆区域对流活动加强通过Hadley环流使得副高西伸至我国南方地区,且强度加强;南北半球海温梯度加大也可能通过使越赤道气流减弱,使得副高偏强且不利于副高北抬。

参考文献:

- [1] 唐恬,金荣花,彭相瑜,等.2013年夏季我国南方区域性高温天气的极端性分析[J].气象,2013,40(10):1207-1215.
- [2] 徐金芳,邓振镛,陈敏.中国高温热浪危害特征的研究综述[J].干旱气象,2009,27(2):163-167.
- [3] 龚志强,王艳娇,王遵垵,等.2013年夏季气候异常特征及成因简析[J].气象,2014,40(1):119-125.
- [4] 王源,桑悦洋,张立凤.2013年夏季浙江省高温干旱环流异常分析[J].气象科学,2015,35(2):140-149.
- [5] 隋翠娟,潘丰,蔡怡,等.从副高及海温角度分析2013年夏季长江中下游地区高温干旱原因[J].

杜丽娅. 2015年初冬河南省一次回流暴雪天气发展机理分析 [J]. 陕西气象, 2016 (4): 6-12.

文章编号: 1006-4354 (2016) 04-0006-07

2015年初冬河南省一次回流暴雪天气发展机理分析

杜丽娅

(濮阳市气象局, 河南濮阳 457000)

摘要: 利用常规气象资料、多普勒雷达及 NCEP 客观分析资料, 对 2015 年 11 月 23—24 日河南省出现的一次回流暴雪天气过程形成、发展的机理进行了分析。结果表明: 此次回流暴雪天气由高原浅槽与地面强冷空气共同造成, 垂直于锋区的次级环流是产生暴雪的中尺度系统。近地面自渤海回流到华北平原的冷空气是干冷的, 水汽主要由对流层中层的西南急流输送。动力锋生是锋区附近出现超低空东北风急流和 700 hPa 西南急流的主要原因, 是产生暴雪的主要动力机制。雷达速度图上, 中层西南急流和超低空东北风急流的长时间维持是暴雪产生的重要原因, 雷达风廓线清晰地反映了暴雪区上空存在锋面次级环流。

关键词: 回流暴雪; 急流; 动力锋生; 次级环流

中图分类号: P458.121

文献标识码: A

华北回流是指冷空气从东北平原南下, 经过渤海以偏东路径侵入华北平原^[1]。冬季的回流天气常常伴有大规模的暴雪、大风和低温, 给工农

业生产、交通和人民生活带来危害。华北回流降雪的出现时间、量级大小及落区等在实际预报中存在较多的失误, 因而对回流暴雪的研究逐渐受

收稿日期: 2016-02-22

作者简介: 杜丽娅 (1983—), 女, 汉族, 河南濮阳人, 学士, 助理工程师, 从事天气预报工作。

基金项目: 中国气象局预报员专项 (CMAYAY 2016-042)

海洋预报, 2014, 31 (5): 76-81.

[6] 司东, 袁媛, 崔童, 等. 2013 年海洋和大气环流异常及对中国气候的影响 [J]. 气象, 2014, 30 (4): 494-501.

[7] 张宇, 李耀辉, 王劲松, 等. 2013 年 7 月我国南方异常持续高温成因分析 [J]. 热带气象学报, 30 (6): 1172-1180.

[8] 孙建奇. 2013 年北大西洋破纪录高海温与我国江淮-江南地区极端高温的关系 [J]. 科学通报, 2014, 59 (27): 2714-2719.

[9] Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project [J]. Bull Amer Meteor Soc, 1996, 77 (3): 437-472.

[10] Smith T M, Reynolds R W. Extended Reconstruction of Global Sea Surface Temperatures Based on COADS Data (1854-1997) [J]. Journal of Climate, 2003, 16 (10): 1495-1510.

[11] 李英, 卢萍, 丁红英, 等. 成都平原农田下垫面地表通量特征及能量平衡分析 [J]. 高原山地气象研究, 2013, 33 (1): 35-40.

[12] 林新彬, 许金镜, 温珍治, 等. 索马里越赤道气流变化及对 7—9 月副高位置的影响 [J]. 热带气象学报, 2007, 23 (5): 505-509.

[13] Huang R H, Wu Y F. The influence of ENSO on the summer climate in China and its mechanism [J]. Adv Atmos Sci, 1989, 6 (1): 21-32.

[14] Zhang R H, Sumi A. A diagnostic study of the impact of El Niño on the precipitation in China [J]. Adv Atmos Sci, 1999, 16 (2): 229-241.

[15] 罗绍华, 金祖辉. 南海海温变化与初夏西太平洋副高活动及长江中、下游汛期降水关系的分析 [J]. 大气科学, 1986, 20 (4): 408-418.

[16] 刘向文, 孙照渤, 倪东鸿, 等. 105°E 和 125°E 越赤道气流与南北半球环流变化的关系 [J]. 大气科学, 2009, 33 (3): 443-458.