

狄慧. 1961—2022 年兰州夏季高温特征及其环流形势[J]. 陕西气象, 2023(5): 32–36.

文章编号: 1006-4354(2023)05-0032-05

1961—2022 年兰州夏季高温特征及其环流形势

狄 慧

(兰州市气象局, 兰州 730030)

摘 要: 基于 1961—2022 年 6—8 月兰州最高气温观测资料和同期 NCEP/NCAR 再分析资料, 分析兰州夏季高温分布特征及其形成的环流形势。结果表明: 近 62 a 兰州高温日(日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$) 数年平均值为 4.3 d, 高温日数以 1.3 d/(10 a) 的气候趋势显著增加; 平均高温初日为 7 月 13 日, 平均高温终日为 8 月 2 日, 高温初日变化呈明显提前趋势, 高温终日推迟趋势明显; 将高温初日与高温终日之间作为高温影响期, 平均高温影响期为 20 d, 呈增长趋势。兰州高温年, 欧亚大陆上空 500 hPa 位势高度场呈“两脊一槽”形势, 乌拉尔山和鄂霍次克海附近高压脊形成阻塞高压; 西太平洋副热带高压发展较强, 西太平洋副热带高压脊线的位置偏北; 对应温度场 36°N 附近有一暖中心存在, 恰好与高压中心相匹配, 这种配置有利于高温天气发生和维持; 100 hPa 南亚高压中心位置偏北, 强度偏强, 与 500 hPa 闭合高压单体共同对兰州夏季高温起到重要作用。

关键词: 高温; 西太平洋副热带高压; 南亚高压; 兰州地区

中图分类号: P468

文献标识码: A

IPCC 第六次报告表明, 近几十年全球表面气温迅速增加, 北半球中高纬地区增温尤为明显^[1]。《中国气候变化蓝皮书(2022)》显示, 1951—2022 年中国平均地表温度以 $0.26^{\circ}\text{C}/(10\text{ a})$ 的趋势增加, 高于全球平均水平, 表明中国地区是全球变暖背景下的气候变化敏感区。在气候变暖的背景下, 高温天气显著增多、强度增强且极端性更加凸显^[2-3]。认识全球变暖对高温天气的影响, 探究区域高温气候事件发生的机理, 对于防灾减灾具有重要的科学意义^[4]。

西北地区常年干旱, 高温对干旱有加剧作用, 严重影响农作物生长, 往往会引起农业气象灾害^[5-9], 因此对西北高温天气的研究尤为必要。学者们已开展了大量的研究。陈少勇等^[10]对西北地区极端高温分析表明, 甘肃中北部高温阈值在 30°C 以上, 乌拉尔山高压脊、巴尔喀什湖低槽和蒙古脊中高层位置稳定, 在蒙古高压脊控制下, 有利于西北地区出现大范围持续性高温天气。陈磊

等^[11]指出西北地区出现大范围极端高温事件时, 100 hPa 南亚高压增强北移至西北地区上空, 副热带高压脊线偏北, 且西北地区呈现出下层辐散、上层辐合的散度场配置特征。屈丽玮等^[12]对 2017 年陕西出现高温事件时的大气环流特征进行了分析, 揭示了陕西出现大范围极端高温事件时的大气环流异常特征。刘敏^[13]从环流背景、物理量场等方面对 2017 年榆林极端高温天气进行诊断分析。李博等^[14]对比 2017 年与 2014 年西安高温天气, 结果表明在“上辐合, 下辐散”的散度场配置下, 500 hPa 以下维持下沉气流, 易导致西安出现高温天气。

兰州是西北地区高温事件发生关键区, 近年来高温天气频发。本文拟对 1961—2022 年兰州夏季高温事件进行分析, 研究大气环流异常特征, 以期揭示高温天气的大气环流成因, 对本地区夏季高温天气预测提供一定参考依据。

收稿日期: 2023-01-10

作者简介: 狄慧(1990—), 女, 汉族, 山东省兖州人, 硕士, 工程师, 从事气候影响评价及相关气象服务。

基金项目: 兰州市气象局青年科技基金(Qn2023-03)

1 资料与方法

1.1 资料

所用资料包括:(1)1961—2022 年 6—8 月兰州气象站逐日最高气温资料。该资料由甘肃省气象信息与技术装备保障中心整编发布,已完成质量控制和均一化订正。(2)NCEP(National Centers for Environmental Prediction)/NCAR(National Center for Atmospheric Research)逐日 100 hPa、500 hPa 再分析资料及垂直速度,空间分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。文中均以夏季(6—8 月)为研究时段。

1.2 研究方法

参考中国气象局的规定和《气象灾害预警信号图标》(GB/T 27962—2011),将日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 作为 1 个高温日。高温初日指每年第一次出现最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的日期,高温终日指每年最后一次出现最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的日期^[15]。

2 研究结果与分析

2.1 高温的时间分布特征

1961—2022 年兰州年高温日数呈波动增加趋势,气候趋势率为 $1.27 \text{ d}/(10 \text{ a})$ (图 1)。年均高温日数为 4.3 d,2022 年高温日数为 1961 年以来历史同期最多,达到 22 d,比历史第二位的 2021 年偏多 10 d。日最高气温平均值为 35.9°C ,2000 年最高,达到 37.4°C ,其次是 2015 年,达到 37.3°C 。1996 年以前,兰州夏季高温日数均低于 4.3 d;1997 以来夏季高温日数、日最高气温平均值呈显著增加趋势,高温日数的气候趋势率为 $1.8 \text{ d}/(10 \text{ a})$,日最高气温平均值的气候趋势率为 $0.6^{\circ}\text{C}/(10 \text{ a})$,均通过了 0.01 的显著性检验。将研究时段分为 6 个时段(1961—1970 年、1971—1980 年、1981—1990 年、1991—2000 年、2001—2010 年、2011—2022 年)分析年代际变化特征。年代际高温日数呈增加趋势,6 个时段平均高温日数分别为 0.6、0.3、1.0、3.1、3.9、17.5 d。

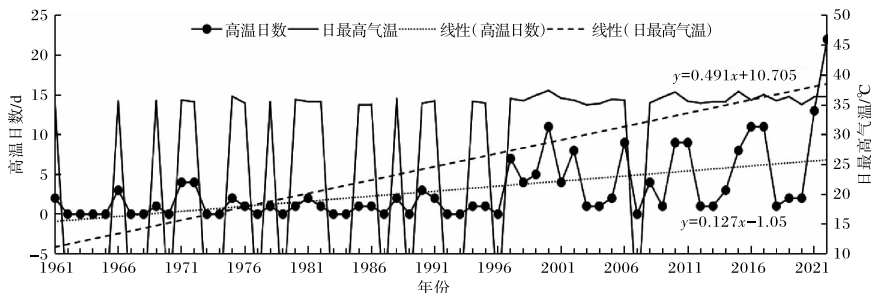


图 1 1961—2022 年兰州年高温日数(点线)及日最高气温(实线)年际变化

2.2 高温初日和终日变化特征

由近 62 a 兰州夏季累积高温日数逐日变化图(图 2)可以看出,高温天气集中在 7 月中旬到 8 月上旬。大致可以分为 2 个时段:6 月 14 日—7

月 4 日偶有高温出现,高温日数约为 1 d,其中极端最高气温 37°C (2016 年 7 月 4 日);7 月 6 日—8 月 13 日高温天气多发、强度偏强,其中极端最高气温 39.1°C (2022 年 7 月 7 日)。

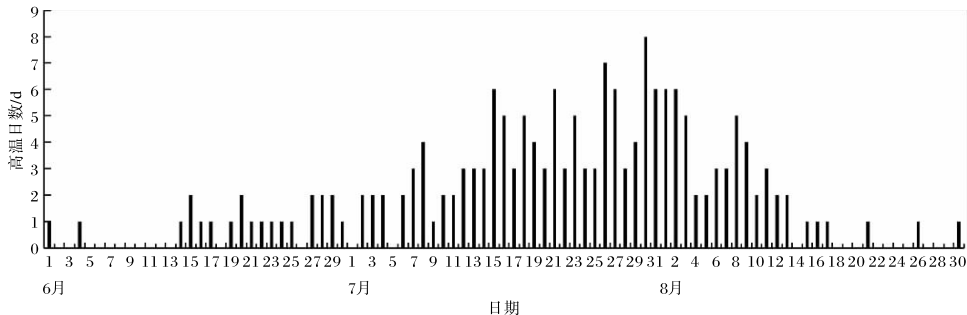


图 2 1961—2022 年夏季兰州累积高温日数逐日演变

统计兰州地区夏季高温初日出现时间,发现高温初日多出现在7月中旬,平均初日为7月13日,最早出现在6月1日(2014年6月1日)。高温初日变化呈明显提前趋势,气候趋势率为 $-7.6\text{ d}/(10\text{ a})$,通过0.05的显著性检验。高温终日多出现在7月下旬,部分年份出现在8月上旬,平均高温终日为8月2日,最晚出现在8月下旬(2002年8月30日)。高温终日推迟趋势明显,气候趋势率为 $9.7\text{ d}/(10\text{ a})$,通过0.05的显著性检验。将高温初日与高温终日之间作为高温影响期,平均高温影响期为20 d,高温影响期呈增长趋势,气候趋势率为 $5.9\text{ d}/(10\text{ a})$ 。其中,2022年高温影响期最长,为103 d,有14 a高温影响期仅出现1 d。

3 多高温年大气环流特征

大气环流是引起各种天气过程的主要因素,各种极端天气事件的发生也常与大气环流的异常发展密切相关。研究表明,西太平洋副热带高压(简称副高)和南亚高压是造成我国夏季高温异常

的两个关键大气环流系统^[16]。兰州地区出现高温事件也与大气环流的异常有关;因此选取高温日数较多的2000、2016、2017、2021、2022年进行合成分析,分析兰州高温年大气环流的异常特征。

3.1 500 hPa 高度场和温度场

图3为兰州高温年500 hPa位势高度场及距平合成图。可以看到,高温年欧亚大陆上空呈“两脊一槽”形势,乌拉尔山和鄂霍次克海附近高压脊形成阻塞高压(图3a)。西北地区被一高压单体控制,恰好在588 dagpm线控制的范围内。在朝鲜半岛以南,副高发展较强,588 dagpm线西伸至 120°E 附近,副高脊线位置偏北。西北地区上空位势高度场距平为正(图3b),说明控制本地区的高压单体强度较强。对应温度场(图3c), 36°N 附近有一暖中心存在,恰好与高压中心相匹配,这种配置有利于高温天气发生和维持。温度距平场(图3d)上,西北地区上空温度距平为正,其西侧有负距平,这与位势高度场上高低压中心配置对应。

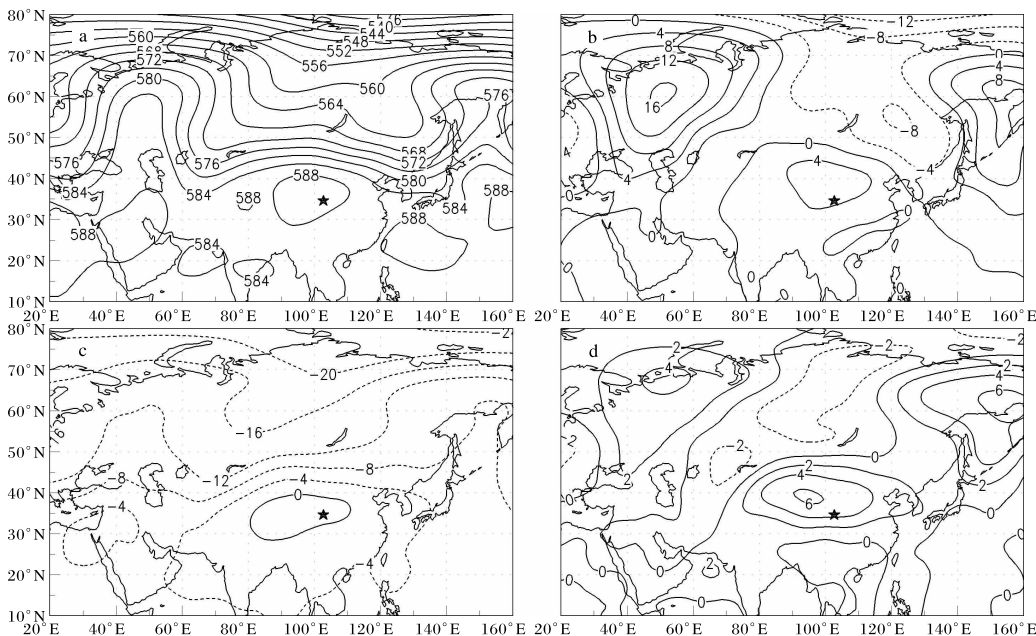


图3 1961—2022年兰州高温年夏季500 hPa位势高度场(a;单位为dagpm)、温度场(c;单位为 $^{\circ}\text{C}$)及其距平合成图(b、d)(五角星为兰州,下同)

为了深入分析高温天气与副高的关系,将逐年高温日数与同期副高面积、强度指数、脊线位置和西伸脊点做相关分析,结果表明副高面积指数、

强度指数和西伸脊点与兰州高温的关系并不显著,只有西伸脊点位置与兰州高温关系密切,相关系数达到 -0.36 ,通过0.01的显著性检验。

3.2 南亚高压

南亚高压是我国夏季重要的影响系统,其与副高的强度、面积指数变化均成显著正相关^[17-18]。图4为兰州高温年100 hPa位势高度场及其距平合成图。可以看到,高温年南亚高压的中心位置位于35°N附近,1 675 gpm以上的位势高度场位

于我国30°N以北至贝加尔湖。兰州正好位于南亚高压中心偏北地区,配合距平合成图,可以发现南亚高压中心位置较常年偏北,强度偏强,与500 hPa的闭合高压单体共同对兰州夏季高温起着重要作用。

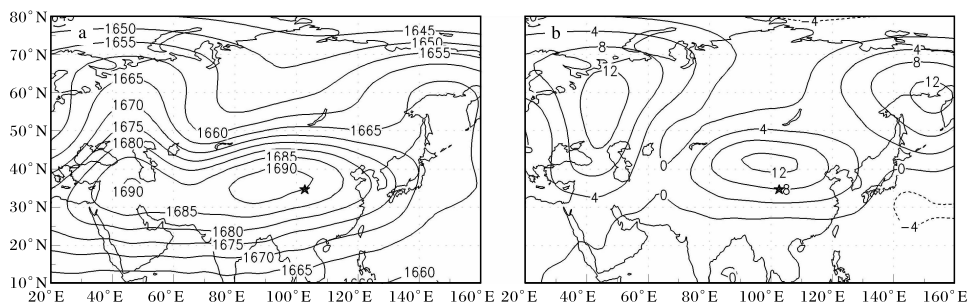


图4 1961—2022 年兰州高温年夏季 100 hPa 位势高度场(a)及其距平合成图(b)(单位为 dagpm)

3.3 垂直速度场

如图5a所示,兰州高温年甘肃、陕西北部、宁夏及内蒙古西部地区500 hPa垂直速度距平为正,正距平中心位于青海和甘肃交界地区,表明此处下沉气流更加显著。700 hPa垂直速度分布与

500 hPa类似,35°N以北的甘肃陇中地区垂直速度距平为正,垂直速度正距平中心位置基本与500 hPa对应,表明西北地区的下沉气流强度偏强。

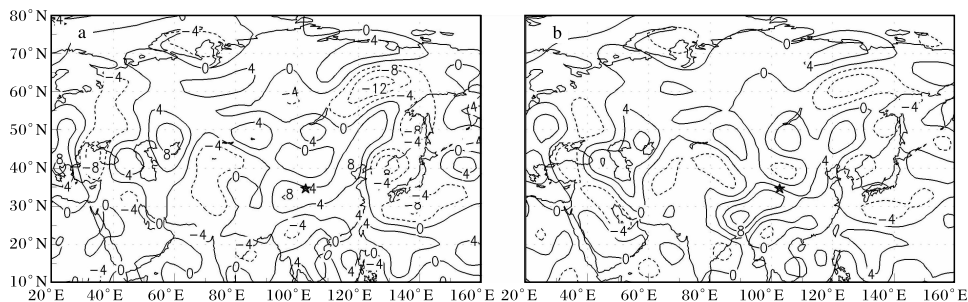


图5 1961—2022 年兰州高温年夏季 500 hPa(a;单位为 10^{-2} Pa/s)和 700 hPa 垂直速度距平(b;单位为 10^{-2} Pa/s)合成图

4 结论与讨论

通过1961—2022年地面观测数据和再分析资料,分析了兰州高温年的气候特征及其环流形势,得出如下结论。

(1)兰州1961—2022年高温日数年平均值为4.3 d,高温日数呈显著增加趋势,气候趋势率为1.3 d/(10 a),强度也有增强的趋势。2022年高温日数为1961年以来历史同期最多,达到22 d,比历史第二位的2021年偏多10 d。

(2)平均高温初日为7月13日,平均高温终

日为8月2日,高温初日变化呈明显提前趋势,高温终日推迟趋势明显。将高温初日与高温终日之间作为高温影响期,平均高温影响期为20 d,呈增长趋势。

(3)兰州高温年,欧亚大陆上空500 hPa位势高度场呈“两脊一槽”形势,乌拉尔山和鄂霍次克海附近高压脊形成阻塞高压,两个高压将冷空气阻挡在50°N以北,西北地区被一高压单体控制。西太平洋副热带高压发展较强,其脊线位置偏北。对应温度场36°N附近存在一暖中心,恰好与高

压中心相匹配,这种配置有利于高温天气发生和维持。100 hPa 南亚高压中心位置偏北,强度偏强,与 500 hPa 闭合高压单体共同对兰州夏季高温起着重要作用。

(4)本文基于近 62 a 的高温资料分析兰州高温年环流特征,对兰州夏季高温的影响机理未做深入探讨,将在今后的工作中将继续深入研究。

参考文献:

- [1] 周波涛. 全球气候变暖:浅谈从 AR5 到 AR6 的认知进展[J]. 大气科学学报,2021,44(5):667-671.
- [2] ALIZADEH M R, ADAMOWSKI J, NIKOO M R, et al. A century of observations reveals increasing likelihood of continental-scale compound dry-hot extremes[J]. Science Advances, 2020, 39(6): 2375-2548.
- [3] 黄小梅, 仕仁睿, 刘思佳, 等. 西南地区夏季高温热浪时空分布特征及其成因[J]. 高原山地气象研究, 2020, 40(3): 59-65.
- [4] 马浩, 刘昌杰, 钱奇峰, 等. 2018 年 5 月浙江省极端高温气候特征及环流背景[J]. 干旱气象, 2020, 38(6): 909-919.
- [5] 孙博, 王会军, 黄艳艳, 等. 2022 年夏季中国高温干旱气候特征及成因探讨[J]. 大气科学学报, 2023, 46(1): 1-8.
- [6] 王胜, 田红, 吴蓉, 等. 2022 年安徽省区域性高温和干旱过程综合评估[J]. 干旱气象, 2022, 40(5): 771-779.
- [7] 孙昭萱, 张强, 孙蕊, 等. 2022 年西南地区极端高温干旱特征及其主要影响[J]. 干旱气象, 2022, 40(5): 764-770.
- [8] 林纾, 李红英, 黄鹏程, 等. 2022 年夏季我国高温干旱特征及其环流形势分析[J]. 干旱气象, 2022, 40(5): 748-763.
- [9] 赵庆云, 黄建平, 吕萍, 等. 2010 年夏季北半球气温异常偏高现象及其成因[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2011, 47(1): 52-56.
- [10] 陈少勇, 王劲松, 郭俊庭. 中国西北地区 1961—2009 年极端高温事件的演变特征[J]. 自然资源学报, 2012, 27(5): 832-844.
- [11] 陈磊, 王式功, 尚可政, 等. 中国西北地区大范围极端高温事件的大气环流异常特征[J]. 中国沙漠, 2011, 31(4): 1052-1058.
- [12] 屈丽玮, 徐娟娟, 朱庆亮, 等. 2017 年陕西高温事件的大气环流异常及成因[J]. 陕西气象, 2018(5): 13-16.
- [13] 刘敏. 2017 年榆林异常高温天气成因分析[J]. 陕西气象, 2018(6): 39-42.
- [14] 李博, 陈婷, 王楠, 等. 2017 年与 2014 年西安极端高温天气及其环流特征对比分析[J]. 干旱区研究, 2019, 36(3): 645-656.
- [15] 邢佩, 杨若子, 杜吴鹏, 等. 1961—2017 年华北地区高温日数及高温热浪时空变化特征[J]. 地理科学, 2020, 40(8): 1365-1376.
- [16] 张玛, 高庆九, 蒋薇. 2009 年夏季中国高温分析[J]. 气象科学, 2011, 31(5): 582-590.
- [17] 王斌, 李跃清. 近 10 多年南亚高压活动特征及其影响的研究进展[J]. 高原山地气象研究, 2011, 31(2): 75-80.
- [18] 岑思弦, 陈文, 胡鹏, 等. 南亚高压演变过程及其变异机制研究进展[J]. 高原气象, 2021, 40(6): 1304-1317.