

刘艳,郑育琳,刘精,等.增暖背景下2023年4—5月新疆低温维持机制分析[J].沙漠与绿洲气象,2023,17(6):60–66.
doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2023.06.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



增暖背景下2023年4—5月新疆低温维持机制分析

刘艳¹,郑育琳²,刘精¹,陈颖^{1*}

(1.新疆气候中心,新疆 乌鲁木齐 830002;2.新疆气象台,新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:2023年春季新疆平均气温阶段性变化明显,4—5月平均气温为近20年同期第二低,基于新疆89个站2023年春季气温数据和大尺度环流再分析资料,分析2023年4—5月新疆平均气温异常偏低的维持机制。结果表明:4—5月新疆气温偏低主要受3次寒潮过程影响,多次强冷空气南侵并占据主导地位;欧亚中高纬海平面气压正、负异常中心形成的南北气压梯度力、明显偏强的欧亚大陆冷高压;中层长波槽脊系统的发展和偏北气流等因素导致冷空气势力明显增强;低层西风气流的减弱和西北气流的异常加强,欧洲大陆及蒙古—中西伯利亚上空异常反气旋和气旋分布,促使冷空气加强南侵;关键区因子的异常加强,西伯利亚低槽的长时间维持,使得冷空气在新疆盘踞,是造成4—5月新疆气温持续偏低的重要原因。

关键词:异常低温;新疆;大气环流;维持机制

中图分类号:P423

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2023)06-0060-07

春季是冬季环流向夏季环流转换的过渡季节,中高纬冷空气和低纬的暖湿气流激烈交绥,造成大气层结不稳定,引起气温冷暖变化剧烈,甚至带来一些极端天气气候事件^[1-6]。全球增暖背景下,春季气温明显偏暖,但短时剧烈降温和低温霜冻灾害出现可能性增加^[7-8]。春季正值农牧业生产的关键期,较为严重的低温现象将导致低温冷害事件的发生,给农牧业造成较大损失^[9-13]。2023年春季全疆气温变化显著,前暖后冷,3月气温异常偏高,4—5月气温骤降且异常偏低,整个春季影响新疆的冷空气活动频次多,强度大,针对这一罕见的气候现象,有必要

对其特点进行总结,分析诊断气候异常的成因,对气候预测服务以及防灾减灾有重要意义。

气温是气候系统最显著的特征量之一^[14],我国春季气温的年际变化剧烈,春季欧亚大气环流系统异常对我国气温异常影响显著^[3,15-16]。研究表明,春季东大西洋/西俄罗斯遥相关型异常与我国西北地区春季气温异常显著正相关^[17];格陵兰岛东侧海温异常热力强迫,可激发出EU型遥相关,有利于华北地区低温维持^[18];北半球副热带高压体强弱变化对西南地区春季气温变化指示性较好^[19];西西伯利亚横槽、中西伯利亚低槽东灌、北风带和西北风带、北脊南槽(涡)四类大气环流异常可造成新疆持续性低温^[20];近10年中国东部春季极端低温事件的频次和强度有所增加^[21];新疆冬季极端冷事件随气候背景转变而发生区域一致变化^[22];新疆冬季区域性持续极端低温事件发生频次减少,单站事件持续时间并没有明显减少,且影响范围在扩大^[23]。

新疆地域广阔,地形复杂,气候不受季风系统的直接影响,这使它的天气气候有别于东部的季风气

收稿日期:2023-07-25;修回日期:2023-08-19

基金项目:新疆维吾尔自治区自然科学基金面上项目(2021D01A149);新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2021D01B83);安徽省创新发展专项面上项目(CNM202110);新疆气象科技创新发展基金项目(MS202207)

作者简介:刘艳(1992—),女,工程师,主要从事短期气候预测业务及科研工作。E-mail:1127780551@qq.com

通信作者:陈颖(1977—),女,正高级工程师,主要从事气候预测研究。E-mail:meihuazui1206@qq.com

候区^[24-25]。目前对于新疆春季异常低温的研究还相对较少,本文将从大气环流的角度出发,分析 2023 年春季新疆气温的主要特征以及季节内变化特点,通过分析春季气温对应的大气环流异常和冷空气的活动特征,进一步梳理春季阶段性低温的维持机制,为新疆春季气候预测提供一定的参考依据。

1 资料与方法

本文使用 1961 年 3 月 1 日—2023 年 5 月 31 日全疆 89 个台站逐日平均气温资料;大气环流资料采用 NCEP 提供的 1981—2023 年分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 的逐月平均海平面气压场、700 hPa 风场和 500 hPa 位势高度场再分析资料;欧洲天气中期预报中心(ECMWF)第五代(ERA5)1991—2023 年 3 月 1 日—5 月 31 日精度为 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 的逐日 100 m 风场及 2 m 温度场再分析资料。

春季指北半球春季(3—5 月平均),所有变量的气候态(常年)均为 1991—2020 年的平均值。采用了相关分析、合成分析等常规统计方法,应用 T 检验对相关系数和环流合成分析结果做显著性检验^[26]。

2 2023 年春季新疆气候异常特征

2.1 气温特征

2023 年春季,新疆平均气温为 11.1°C ,接近常年同期(11.0°C)(图 1a)。从空间分布来看,全疆平均气温西高东低,北疆东部、巴州、阿克苏地区大部、吐鲁番大部、哈密市气温偏低,其中巴州北部和阿克

苏东部局地偏低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。全疆其余大部地区接近常年或偏高,其中伊犁州西部、喀什地区部分区域及和田地区局地偏高 1°C 以上(图 1b)。

春季全疆气温变化显著,前暖后冷(图 2)。3 月全疆平均气温为 6.5°C ,较常年同期(3.2°C)偏高 3.3°C ,偏高幅度居历史同期第四位,多站气温偏高幅度突破历史极值。4 月全疆平均气温为 10.9°C ,较常年同期(12.5°C)偏低 1.6°C ,为近 20 年 4 月历史最低;全疆大部分地区气温偏低,其中北疆北部东部、克拉玛依市、昌吉州东部、阿克苏地区东部、巴州大部和东疆气温偏低 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$,阿勒泰地区东部偏低 3°C 以上。5 月全疆平均气温为 16.1°C ,较常年(17.6°C)偏低 1.5°C ,与 1998 年并列为近 30 年同期最低;全疆大部气温偏低或略偏低,仅阿克陶、英吉沙略偏高。北疆东部、东疆北部、巴州北部和阿克苏东部偏低 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$,阿克苏东部局地偏低 3°C 以上。

在气候变暖、近 10 年春季气温持续偏高背景下,4—5 月气温持续偏低实属少见。2023 年 4—5 月新疆平均气温为 13.5°C ,较常年同期(15.0°C)偏低 1.5°C ,为近 20 年 4—5 月历史第二低。近 63 年来 4 和 5 月气温持续偏低的年份共 25 a,其中 2000 年以后的年份仅 4 a;另外,4 和 5 月平均气温均偏低 1°C 以上的年份仅有 2003、2010 和 2023 年,唯独 2023 年 4 和 5 月均偏低 1.5°C 以上。

2.2 冷空气活动特征

2023 年春季新疆平均气温虽接近常年略偏高,但阶段性变化显著,冷暖振荡明显(图 3)。2023 年春

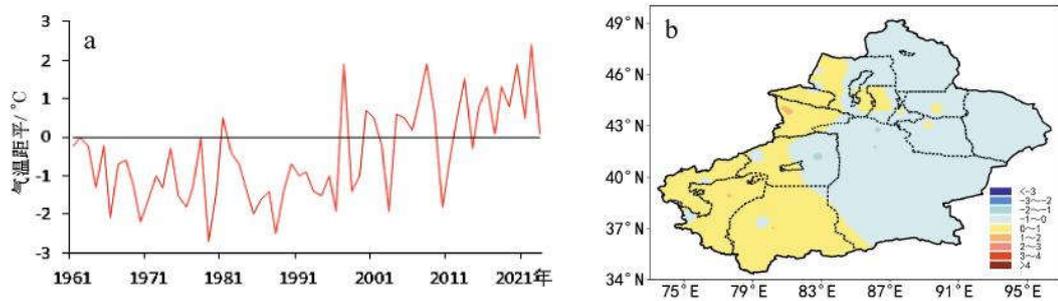


图 1 1961—2023 年新疆春季平均气温距平变化(a)和 2023 年春季平均气温距平分布(b)

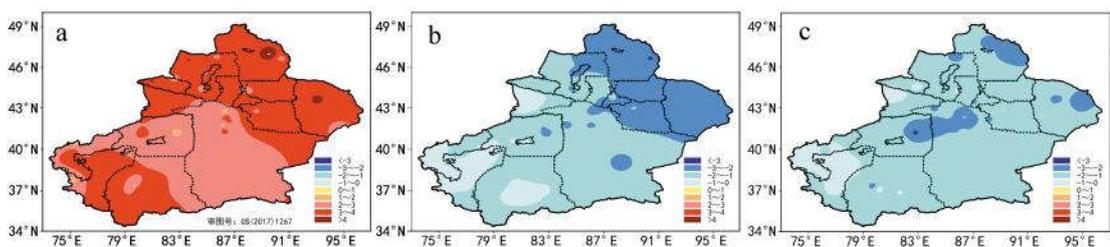


图 2 2023 年春季新疆各月平均气温距平分布(单位: $^{\circ}\text{C}$)

(a 为 3 月, b 为 4 月, c 为 5 月)

季气温可以分为2个阶段,第一阶段是3月,区域平均气温异常偏高,20日虽有短暂降温,但降温幅度偏弱;第二阶段是4—5月,区域平均气温偏低至特低,仅5月中旬气温有明显回升。整个春季,全区共出现11场中度以上的天气过程,其中有3次区域性寒潮过程。分别是3月30日—4月3日全疆性寒潮过程(为2000年以来4月历史第四强,全疆41%的站点达到寒潮标准),4月17—20日全疆性雨雪风沙寒潮过程(全疆29%的站点达到寒潮标准),5月1—7日全疆大部降水大风寒潮天气过程,其中2—4日全疆性近5 a 5月上旬最强寒潮过程(全疆23%的站点达到寒潮标准)、6—7日南疆区域性寒潮过程(南疆26%的站点达到寒潮标准)。受多次寒潮过程影响,新疆多站出现极端低温事件。

2023年春季全疆气候冷暖振荡剧烈,强冷空气入侵新疆主要发生在4—5月,4月开始冷空气活动频繁,气温骤降且异常偏低。

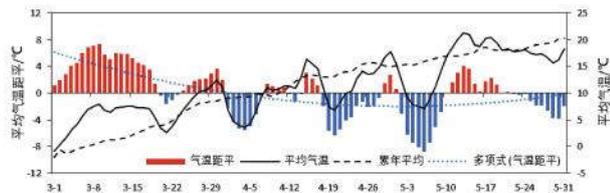


图3 2023年春季新疆区域逐日平均气温序列

3 2023年4—5月新疆持续低温大尺度环流特征

3.1 500 hPa 环流异常

500 hPa 高度及高度距平场上(图4a),2023年4—5月北半球环流呈三波型分布,大西洋至欧亚中高纬地区位势高度距平呈“- + -”的纬向波列,对应东大西洋/西俄罗斯遥相关型负位相^[7]。北半球阻塞

高压显著偏强,里威海长脊与乌拉尔山高压脊相连,斯堪的纳维亚半岛—乌拉尔山—西西伯利亚地区西部为明显正高度距平,西伯利亚低槽宽广深厚,从极区经西伯利亚地区延伸至新疆,贝加尔湖—新疆为负距平控制。乌拉尔山高压脊异常偏强,西伯利亚低值系统强盛,脊前偏北气流引导冷空气南下,新疆位于西伯利亚低槽内,有利于冷空气在新疆长时间停留,使2023年4—5月气温异常偏低并得以维持和发展。

对比1981年以来新疆区域4、5月平均气温均偏低1℃以上的6 a(1983、1987、1993、2003、2010、2023年)500 hPa 位势高度距平场合成(图4b),欧亚环流形势与2023年较为接近,欧亚中高纬总体呈“西高东低”分布,乌拉尔山上空为正高度距平,西伯利亚—新疆为负高度距平,中层配置有利于北方冷空气向南输送影响新疆,并在新疆上空盘踞,造成全疆气温异常偏低。

3.2 700 hPa 风场特点

2023年4—5月700 hPa 风场显示,中西伯利亚高原上空为气旋式环流,中亚上空为反气旋式环流,反气旋东侧及气旋西侧(新地岛—西西伯利亚—新疆)为明显的西北风主导,有利于极地冷空气南下。同时,北疆上空为偏北风控制,南疆上空为偏西风,配合新疆大部风场辐合,特别是天山南麓。对照4—5月低层风场的气候态(图5a),欧亚中高纬为明显的平直西风,新疆主要受西风气流影响,北疆上空有弱偏北风,南疆上空为弱偏南风,南疆西部有较强的风场辐合,有利于西南暖湿气流输送。与常年同期相比(图5b),2023年4—5月西西伯利亚—巴尔喀什湖为强劲的东北风异常,北欧大陆为显著的异常

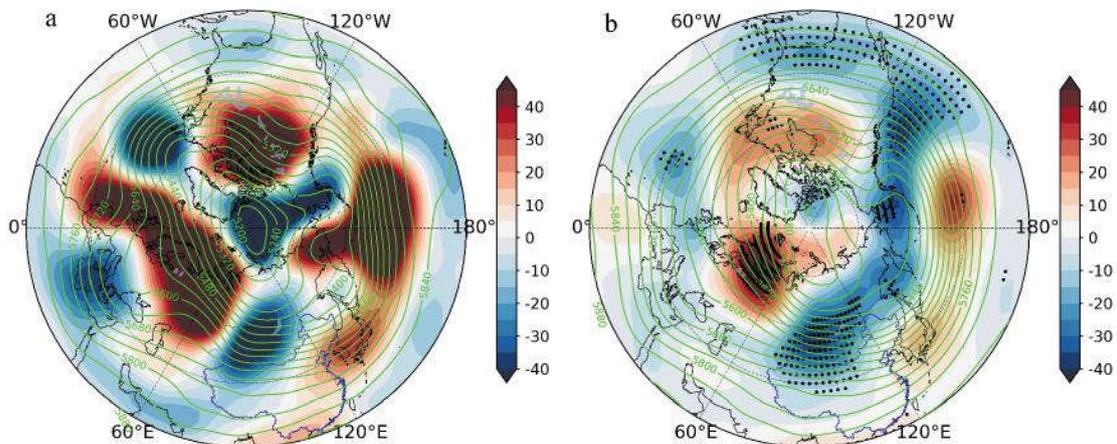


图4 500 hPa 位势高度场及异常场

(a 为2023年4—5月位势高度场,b为新疆4和5月气温偏低超过1℃对应年份的位势高度距平场合成图;单位:gpm,填色:距平场,等值线:平均场,打点区域表示通过0.05的显著性检验)

反气旋,蒙古上空为异常气旋。低层风场经向风距平场显示(图 5b),新地岛—西伯利亚地区为显著的北风距平,新疆西部北部同样受北风距平影响,不利于南方暖湿气流北上。纬向风距平场显示(图 5c),新疆为西风距平,欧洲—中亚—西伯利亚地区一带为强大的东风距平,有利于极地冷空气南下,对比北风分量和东风分量,北风分量异常程度更为明显。欧洲大陆较强的反气旋式异常,配合蒙古—中西伯利亚气旋式异常,低层风场配置,有利于西西伯利亚地区北风加强,即利于极区冷空气直驱南下侵入新疆,这是引起 4—5 月新疆气温较历史同期偏低的重要原因之一。

3.3 海平面气压场分布

春季新疆气温异常与大气环流形势密切相关。2023 年 4—5 月海平面气压场表现为,欧亚大陆 40°~70°N 和我国西部为明显的正异常区,地中海—黑海—里海一带以及鄂霍次克海为负异常中心,斯堪的纳维亚半岛—西伯利亚地区为强大的冷高压控制(图 6a)。海平面气压距平场合成图(图 6b)中,斯堪的纳维亚半岛—西伯利亚地区均呈现明显正异常分布特征,新疆同样受正距平控制,中纬度地区依然存在负异常中心。由此可见,欧亚大陆冷高压明显偏强,阿留申低压加深,正负距平交界处存在较大的气压梯度,高压脊前偏北气流引导北方冷空气南下,有

利于冷空气南侵,新疆—青藏高原为冷高压控制,冷空气在我国西部盘踞,有利于 2023 年 4—5 月新疆气温持续偏低。

对比合成年份,2023 年欧亚大陆冷高压明显更强,新疆—青藏高原高压系统明显偏强,欧亚大陆冷高压与新疆 4—5 月气温呈显著负相关(相关系数为-0.60),即欧亚大陆高压偏强,对应新疆同期气温偏低。进一步说明了欧亚冷高压 2023 年异常偏强是造成新疆 4—5 月气温异常偏低的重要原因之一。

4 2023 年 4—5 月新疆低温维持机制

4.1 关键影响因子

乌拉尔山位势高度场异常偏高和西伯利亚低值系统异常偏强是 2023 年 500 hPa 环流场最显著的特征之一。乌拉尔山区域位势高度场的高低易造成新疆冬季平均气温的区域性变化^[27-28],新疆冬季极端冷事件的频次与乌拉尔山区域的高度场有显著的正相关^[29]。根据陈颖等^[28-30]方法,结合相似年合成距平场通过显著性检验区域,定义 30°~60°E,60°~70°N 范围内 500 hPa 位势高度的平均值作为乌拉尔山以西高压脊关键区因子(以下简称“乌拉尔山高压脊”);80°~90°E,40°~60°N 范围内 500 hPa 位势高度的平均值作为西伯利亚—新疆低槽关键区因子(以下简称“西伯利亚低槽”)。春季及季内各月平均

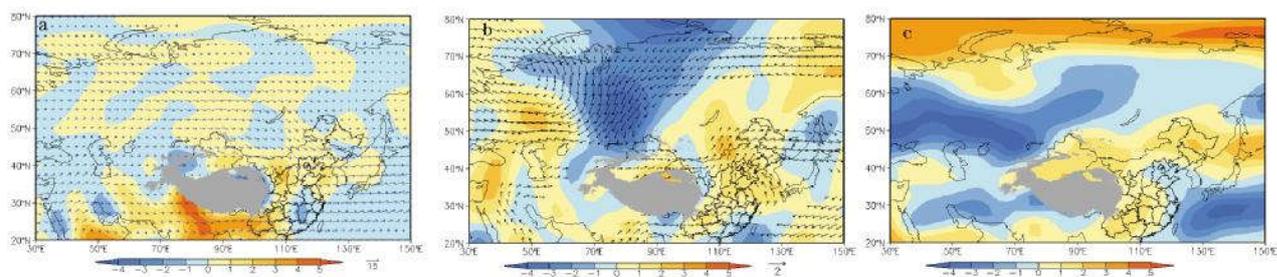


图 5 700 hPa 风场(矢量箭头,单位:m/s)及散度场(填色,单位: s^{-1})

(a 为 1991—2020 年 4—5 月气候态平均,b 为 2023 年 4—5 月风场异常及经向风异常,c 为纬向风异常)

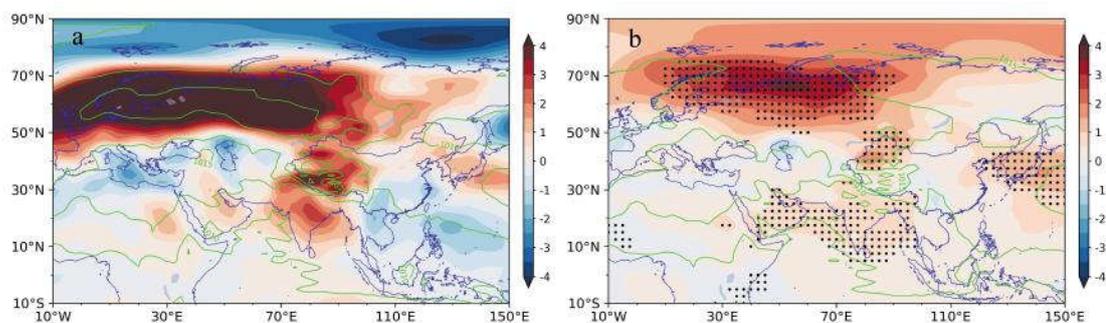


图 6 海平面气压场异常分布

(a 为 2023 年 4—5 月海平面气压距平场,单位:hPa;b 为新疆 4 和 5 月气温偏低超过 1 °C 对应年份的海平面气压距平场合成图;填色:距平场,等值线:平均场,打点区域表示通过 0.05 的显著性检验)

气温与同期关键区因子的相关系数显示(表1),新疆春季平均气温与乌拉尔山高压脊显著负相关,与西伯利亚低槽显著正相关,相关系数均通过0.01的显著性检验,说明春季乌拉尔山位势高度场偏高(低),西伯利亚地区位势高度场偏低(高),对应新疆平均气温偏低(高)。

表1 1961—2023年春季及其春季各月平均气温与同期关键区因子的相关系数

相关系数	平均气温				
	3月	4月	5月	4—5月	春季
乌拉尔山高压脊	-0.57*	-0.37*	-0.38*	-0.36*	-0.37*
西伯利亚低槽	0.43*	0.68*	0.65*	0.74*	0.62*

注:*表示通过0.01的显著性检验。

从2023年春季关键区因子逐日演变(图7)可知,3月末乌拉尔山高压脊迅速抬升,西伯利亚低槽快速加深,导致环流经向度加大,冷空气活动频繁,对应3月30日—4月3日寒潮天气。4月上旬前期,关键区因子波动明显,4月7—26日西伯利亚低槽持续偏强,负异常维持20d,同时乌拉尔山高压脊总体呈现较强正异常,导致新疆气温回升缓慢持续偏低,在这期间,14日前后高压脊加强低槽加深,2个关键区因子达到强盛后出现4月17—20日寒潮天气过程。20日开始乌拉尔山高压脊急剧减弱至负异常,25日达到最低后再次回升,19日西伯利亚低槽持续减弱,28日达到最弱后迅速加强,5月2—3日达到最强,对应5月上旬强寒潮,导致5月上旬全疆气温出现历史最低。5月3日以后环流再次调整,乌拉尔山高压脊突然转为负异常,西伯利亚低槽转为正异常之后,中旬气温迅速回升,且超过气候态同期。中旬后期,乌拉尔山高压脊又一次增强,西伯利亚低槽加强,与5月下旬气温偏低相对应。乌拉尔山高压脊的增强和西伯利亚低槽的加深,对应着新疆

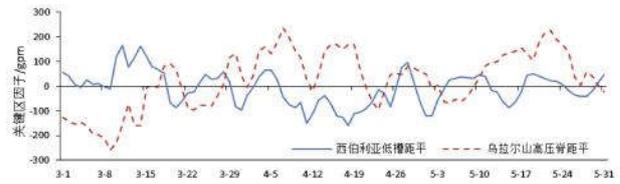


图7 2023年春季逐日关键区因子距平分布

区域的降温过程,乌拉尔山高压脊的增强有利于冷空气的南下,西伯利亚低槽长时间维持,导致冷空气在新疆盘踞,多次环流调整,冷空气不断补充,造成新疆气温持续偏低。

4.2 低温维持机制

从2023年春季新疆经度范围(73°~97°E)风场距平、气温距平的纬度—时间剖面图(图8a)可知,春季全疆冷空气过程频繁,有明显的5次强冷空气过程,其中4月上旬、中旬末以及5月上旬,对应3次全疆性的区域寒潮过程。进入4月伴随着北风的异常加大,4月1—5日全疆大部地区气温偏低8℃,4月7日新疆上空逐渐转为南风距平主导,暖空气增强北上,新疆南部气温短暂回升。4月17日偏北风再次加强,强冷空气第二次南下,全疆迅速降温,4月17—24日气温再次偏低6℃。随着季节的进程以及南风加强,气温稍微回暖。5月1日较强冷空气再度南下,新疆上空持续受北风影响,北风距平主导长达8d,使得全疆气温较气候态同期明显偏低,且新疆南部偏低幅度更大。5月10日前后暖空气不断加强,北风减弱,南风逐渐加强并取而代之占据主导,使得5月中旬新疆气温持续攀升并超过气候态同期。5月下旬冷空气又一次南下,北风再次主导,冷空气强度稍弱,冷暖空气对峙,使得气温再度低于气候态同期。4月—5月上旬新疆南部气温持续偏低,虽然在4月上旬末至中旬前期有短暂的回升,但受多次冷空气的入侵,导致气温无法回升,且明显

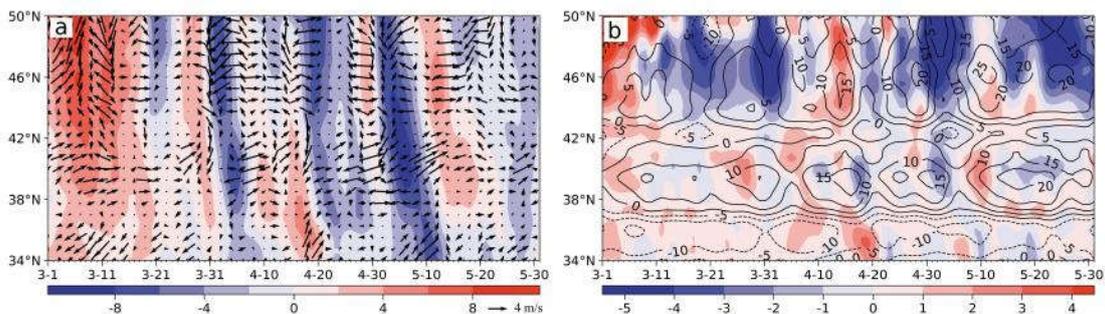


图8 73°~97°E风场距平、气温距平纬度—时间剖面
(a为2 m气温距平(填色,单位:℃)和100 m风场距平(矢量箭头,单位:m/s),
b为100 m经向风(填色,单位:m/s)和2 m气温(等值线,单位:℃))

低于气候态同期。春季新疆气温的波动与冷暖空气的强度、冷空气南下的次数和持续时间长短密切相关。季节内气温波动的分析表明,4月—5月上旬受冷空气的影响程度较大,这也是造成4—5月新疆气温异常偏低的重要原因。

结合气温和风场分布(图8b)可以看到,4月开始不断有冷空气南下,北疆大部北风分量偏强,偏北风向南延伸至天山附近,北风持续,使冷空气得以较长时间盘踞在新疆,导致4月上旬连续7 d气温异常偏低。4月中旬降温过程,偏北风分量强度相对较弱,持续时间相对较短,但影响范围较大,南伸至南疆盆地,冷空气补偿,使得低温继续维持,受地形影响且没有较强暖空气补充,新疆气温持续11 d异常偏低。5月上旬降温过程,降温幅度最大,持续时间最长,北风分量最大,影响范围广,贯穿南、北疆,加上前期冷空气堆积,致使5月上旬新疆局部地区气温低于0℃。5月下旬降温过程虽北风分量较大,但中旬暖空气偏强,导致此次降温过程气温回落幅度相对较小。2023年4—5月冷空气多次南侵并占据主导地位,造成了4—5月新疆气温偏低。

5 结论

(1)2023年春季新疆气候冷暖振荡剧烈,3月气温异常偏高,4—5月气温突转为异常低温,为近20年同期第二低,增暖背景下春季连续2个月气温偏低实属罕见。新疆4—5月气温偏低主要受3次寒潮过程影响。第一次寒潮过程冷空气强度强,影响范围广,导致冷空气在新疆堆积;第二次寒潮过程冷空气持续补充,导致低温长时间维持;第三次过程降温幅度最大,持续时间最长,冷空气不断向南输送,造成新疆气温持续偏低。因此新疆4—5月气温异常受冷空气活动的影响,即气温与南下冷空气的强度、频次和持续时间密切相关。

(2)2023年4—5月新疆平均气温受不同层次环流变化的影响。欧亚中高纬正、负海平面气压异常中心形成的南北气压梯度力有利于冷空气南侵,欧亚大陆冷高压偏强利于冷空气活动加剧,同时新疆—青藏高原高压加强,有利于冷空气在新疆积聚;中层大气环流波动不稳定发展条件下,欧亚中高纬环流斜压性发展,高空槽加深,高压脊发展,脊前偏北气流引导冷空气南下;低层西风气流的减弱和西北气流的异常加强,欧洲大陆及蒙古—中西伯利亚上空异常反气旋和气旋分布利于极区冷空气南下影响新疆,造成新疆气温偏低。另外,乌拉尔山高压脊

和西伯利亚低槽关键区因子的异常演变,以及4月西伯利亚低槽维持时间长达20 d,是造成4—5月新疆气温持续偏低的重要原因。

大气环流异常引起了2023年春季阶段性低温,多次冷空气补充南下,造成新疆低温维持。需要指出的是,本文仅对大尺度环流的影响进行了讨论,但造成新疆气温异常的成因比较复杂,是否还有其他可能的因子影响2023年春季气温异常,还需进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 邵颢,柳艳菊,孙丞虎,等.2016年春季我国主要气候特征及其成因分析[J].气象,2016,42(10):1278-1282.
- [2] 龚志强,宋文玲,王东阡,等.2017年春季我国主要气候特征及其成因分析[J].气象,2017,43(10):1296-1301.
- [3] 王遵娅,柳艳菊,丁婷,等.2018年春季气候异常及可能成因分析[J].气象,2018,44(10):1360-1369.
- [4] 刘芸芸,陈丽娟.2019年春季我国主要气候异常特征及可能成因分析[J].气象,2019,45(10):1483-1493.
- [5] 刘芸芸,高辉.2021年春季我国气候异常特征及可能成因分析[J].气象,2021,47(10):1277-1288.
- [6] 李多,刘芸芸.2022年春季我国气候异常特征及成因分析[J].气象,2022,48(10):1343-1353.
- [7] 李秀芬,朱教君,王庆礼,等.森林低温霜冻灾害干扰研究综述[J].生态学报,2013,33(12):12.
- [8] 蔡慧君,金磊,肇同斌,等.辽东山区春季极端低温时空分布特征及发生概率预测[J].自然灾害学报,2020,29(3):173-185.
- [9] 王慧,王铁.3月高温少雨开春早4月低温多雨风灾重[J].新疆气象,2001(3):38-39.
- [10] 邹陈,李新建,杨举芳,等.低温对石河子棉区花铃期棉花生长的影响[J].沙漠与绿洲气象,2009,3(2):42-45.
- [11] 陈丛敏,刘立宏,王东,等.巴旦木春季低温霜冻灾害气象指标分析[J].沙漠与绿洲气象,2014,8(1):57-60.
- [12] 唐秀,王建林,李健丽,等.2014年4月强寒潮天气对阿勒泰地区沙棘花期冻害的影响分析[J].沙漠与绿洲气象,2015,9(4):50-54.
- [13] 秦德明,陶俊.春季低温冻害对新疆伊犁河谷逆温带经济林果树的影响及预防补救措施探析[J].北京农业,2015,631(26):159-161.
- [14] 李维京,刘景鹏,陈丽娟,等.中国月平均气温可预报性的时空特征及其年代际变化[J].科学通报,2014,59(25):2520-2527.
- [15] 申红艳,李林,李红梅,等.青海高原春季气温异常成因及低温过程诊断分析[J].气象,2015,41(7):872-880.
- [16] 董少柔,何健,饶方成,等.华南地区2020年4月异常低温成因浅析[J].气象研究与应用,2021,42(2):77-82.
- [17] 李忠贤,黄源源,王健治.春季东大西洋/西俄罗斯遥相

- 关型异常与我国气温异常的联系 [JOL]. 大气科学学报, 2023, 46(6): DOI: 10.138 78/j.cnki.dqkxxb.202108180011-7[2023-06-26].
- [18] 徐玮平, 张杰, 陈志恒. 两类春季极端低温的年代际特征与欧亚环流异常关系对比[J]. 高原气象, 2018, 37(6): 1655-1670.
- [19] 沈爱华, 任广成, 徐明, 等. 中国西南地区春季异常冷暖气候的相关分析及统计预测[J]. 高原气象, 2009, 28(2): 425-432.
- [20] 杨莲梅, 曾勇, 刘雯. 北疆冬季持续性低温事件特征及大气环流异常分析[J]. 气候变化研究进展, 2016, 12(6): 508-518.
- [21] 艾雅雯, 孙建奇, 韩双泽, 等. 1961—2016年中国春季极端低温事件的时空特征分析[J]. 大气科学, 2020, 44(6): 1305-1319.
- [22] 陈颖, 李维京, 史红政, 等. 不同气候背景下新疆冬季极端冷(暖)事件的变化特征[J]. 沙漠与绿洲气象, 2016, 10(4): 17-24.
- [23] 陈颖, 杨智敏, 张旭. 增暖背景下新疆冷冬与极端低温事件的关系[J]. 沙漠与绿洲气象, 2022, 16(5): 1-7.
- [24] 李如琦, 蒋军. 新疆春季气温异常的区域特征[J]. 新疆气象, 2005(5): 11-13+25.
- [25] 陈颖, 李雪洮, 贾孜拉·拜山, 等. “拉尼娜”非典型影响下的新疆 2021/2022 年冬季气温[J]. 沙漠与绿洲气象, 2023, 17(1): 18-24.
- [26] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999.
- [27] 刘艳, 郑育琳, 陈颖. 北疆冬季气温季节内变化及其环流特征[J]. 沙漠与绿洲气象, 2020, 14(3): 103-111.
- [28] 陈颖, 贾孜拉·拜山. 新疆冬季气温年际异常的主模态及其成因分析[J]. 干旱区地理, 2019, 42(2): 223-231.
- [29] 陈颖, 李维京, 史红政, 等. 北大西洋涛动对新疆冬季极端冷事件的影响[J]. 干旱区研究, 2019, 36(2): 348-355.
- [30] 石艳, 杜正静, 谭健, 等. 贵州低温阴雨指标构建及适用性分析[J]. 气象与环境科学, 2023, 46(1): 1-6.

Mechanisms for Maintenance of Low Temperature in Xinjiang in April–May 2023 under the Background of Climate Warming

LIU Yan¹, ZHENG Yulin², LIU Jing¹, CHEN Ying¹

(1. Xinjiang Climate Center, Urumqi 830002, China;

2. Xinjiang Meteorological Observatory, Urumqi 830002, China)

Abstract In the spring of 2023, the average air temperature in Xinjiang varied significantly in stages, and the average air temperature in April–May was the second lowest in history in the same period of the recent 20 years, and it was rare to have two consecutive months of low air temperature in spring against the background of warming. Based on the 2023 spring temperature data from 89 stations in Xinjiang and the large-scale circulation reanalysis data, the maintenance mechanism of abnormally low temperature in April–May 2023 in Xinjiang was analyzed. The results showed that the low temperatures in April–May in Xinjiang were mainly affected by three cold wave processes, the southward invasion and dominance of strong cold air, the pressure gradient force formed by the positive and negative anomalous centers of sea level pressure in the middle and high latitudes of Eurasia, the enhanced Eurasian cold high, the development of the long-wave trough ridge systems, the mid-level guiding airflow and other factors enhanced the cold air force; the weakening of the low-level westerly airflow and the anomalous intensification of the northwesterly airflow, as well as the anomalous anticyclonic and cyclonic distribution over continental Europe and Mongolia to Central Siberia, contributed to the intensification of the southward invasion of cold air; the anomalous strengthening of the key factors of the region, and the prolonged maintenance of the Siberian trough made the cold air entrenched in Xinjiang, which was an important reason for the persistently low temperature in Xinjiang from April to May.

Key words abnormal low temperature; Xinjiang; atmospheric circulation; maintenance mechanism