

陈颖,杨智敏,张旭.增暖背景下新疆冷冬与极端低温事件的联系[J].沙漠与绿洲气象,2022,16(5):1-7.

doi: 10.12057/j.issn.1002-0799.2022.05.001

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



增暖背景下新疆冷冬与极端低温事件的联系

陈颖¹,杨智敏¹,张旭²

(1.新疆气候中心,新疆 乌鲁木齐 830002;2.乌鲁木齐气象卫星地面站,新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:为了客观准确地描述新疆冬季偏冷的特征,基于新疆 99 个国家气象观测站 1981—2020 年逐日最低气温、日平均气温和欧洲数值预报中心再分析资料(ERA5)逐日最低气温再分析资料,对于冬季气温异常偏低年、冷冬年、强冷冬年以及单站极端低温事件、区域性持续极端低温事件进行了识别。结果表明:1981—2020 年,新疆区域冬季平均气温异常偏低年与冷冬年有差异。新疆冬季单站极端低温事件总体呈减少趋势;12 月和 2 月的出现频次高于 1 月,但 12 月减少速率大于 2 月,1 月总体呈增加趋势。新疆共出现 53 次冬季区域性持续极端低温事件,其中,全疆型出现频次最高,北疆型次之,南疆型第三,山区型最少;出现频次最多的是持续 10~15 d 的事件;新疆冬季区域性持续极端低温事件发生频次减少,但单站事件持续时间并没有明显减少,而且影响范围在扩大。当冬季极端低温事件出现频次高、持续时间长时,50%以上的测站出现冷冬(强冷冬)时,区域内冬季平均气温一致偏低的概率较大;当冬季极端低温事件出现频次低、持续时间在 10 d 以内时,出现冷冬的测站很少或没有,冬季平均气温一致偏低的概率较小。

关键词:冬季气温;极端低温事件;冷冬

中图分类号:P468.021

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2022)05-0001-07

20 世纪以来,全球气候变暖加剧,致使气候系统变化的幅度加大。自 1850 年以来,过去 40 a 中的每 10 a 都连续比之前任何 10 a 更暖^[1]。西北干旱区气候呈现“暖湿化”特征,位于其西部的新疆变化更加明显^[2]。新疆气温变化趋势较全球气温上升的趋势更显著,1961—2017 年的冬季升温趋势(0.40 °C/10 a)高于年平均气温升温趋势(0.31 °C/10 a),也高于全球升温趋势^[3]。同时,极端气候事件的出现频次和强度也发生着剧烈的变化^[4]。20 世纪 80 年代以来,新疆出现多个气温明显偏低的冬季,如 1984 年冬季、2007 年冬季^[5]、2010 年冬季^[6]等。新疆冬季气候的变化和极端气候事件的特征变化,对当地农林畜牧等产业安全越冬影响很大。

描述冬季寒冷程度的定义很多,大致分为基于

冬季平均气温的平均气温状况描述和基于日最低气温的极端气温状况描述。近 50 年来,中国区域极端气候趋势较平均气候趋势变化显著,有些站点极端气候则显示出与平均气候迥然不同的趋势,主要表现在平均气温变化与极端气温反相变化显著^[7]。对平均状况的描述有单站(区域)冷冬(强冷冬)^[8]、冬季异常低温等定义,通过对西北区域冷冬的识别,陈倩雯等^[9]认为青藏高原区域冷冬事件主要发生在 20 世纪 60—80 年代,与陕西的冷冬事件变化趋势大致相似^[10]。对极端低温的描述有单站极端低温事件、区域极端低温事件以及区域性持续极端低温事件等定义,对于单站极端低温事件的研究,大多是通过绝对阈值(给出某一具体温度指标^[11])或者相对阈值(例如百分位法^[12-13])识别。基于单站极端低温事件的识别,我国北方日最低气温<0 °C 的低温日数呈显著的减少趋势^[13];北方地区极端气温指数变化最大,而且对应气候突变的时段,极端气温也有了显著变化^[14]。

近些年来,许多学者聚焦于区域性极端低温事

收稿日期:2022-02-16;修回日期:2022-04-24

基金项目:新疆维吾尔自治区自然科学基金面上项目(2021D01A149)

作者简介: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

件的研究,龚志强等^[15]、Peng等^[16]均对区域性极端低温事件给出了空间范围和时间尺度上的定义;王晓娟等^[17]认为,1960—2009年中国低温事件的发生频次、强度和最大覆盖面积等总体呈减弱趋势,在20世纪80年代后期存在显著的转折,90年代后期变化逐渐趋于平缓,且这种变化主要是由占总数10%的持续时间长和空间范围广的低温事件作用的结果。杨莲梅等^[18]研究了北疆持续性低温事件的时空分布特征和大尺度环流背景。

以上研究都是通过单一指标的识别来分析冬季寒冷的基本特征,本文拟从对冬季平均气候和极端气候事件的识别出发,重点分析气候变暖以来(1981—2020年)季节尺度(冷冬)—极端低温事件以及单站极端低温事件—区域持续性极端低温事件各自的变化特征及它们之间的联系,以期新疆冬季低温和季节内极端低温事件过程提供细致的识别指标。

1 资料与方法

1.1 资料

新疆105个国家气象观测站中,1981年以后因迁站等造成历史资料不连续的有6站,因此本文采用新疆99个国家气象观测站1961—2020年逐日最低气温、日平均气温和1981—2020年ERA5逐日最低气温再分析资料(空间分辨率为 $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$)。冬季为当年12月—次年2月,多年平均为1981—2020年平均。

1.2 方法

1.2.1 冷冬

应用《冷冬等级》(GB/T33675—2017)^[7]来识别1961—2020年新疆单站冷冬及区域冷冬。为了与本文其他定义保持一致,便于分析,冷冬计算中,冬季平均气温采用当年12月—次年2月平均气温计算。为了进一步分析气候变暖背景下的冷冬事件,选取1981—2020年的资料来统计冷冬频次。

单站冬季平均气温距平(ΔT)小于或等于冷冬阈值,定义为单站冷冬。单站冷冬指标和等级划分见表1。

表1 单站冷冬指标和等级划分

等级指标	等级名称
$-1.29\sigma < \Delta T \leq -0.43\sigma$	单站冷冬
$\Delta T \leq -1.29\sigma$	单站强冷冬

注: σ 为标准差。

区域范围内冷冬站数超过站点总数的50%,定义为区域冷冬,在区域冷冬年,强冷冬站数与冷冬站数之比 $\geq 50\%$,定义为区域强冷冬。

1.2.2 单站极端低温事件

采用百分位法^[11-12,18]来识别单站极端低温事件。基于新疆99个国家气象观测站1961—2020年冬季逐日最低气温,将各站逐日最低气温的第10分位作为单站极端低温事件的阈值,低于阈值则记为1个单站极端低温事件。

1.2.3 区域性持续极端低温事件

关于区域性持续极端低温事件的识别,主要参考Peng等^[16]提出的方法,考虑到插值方案的科学性和精准度,采用1981—2020年冬季ERA5逐日最低气温再分析资料对新疆区域内的格点进行逐个计算。本文所计算区域性持续极端低温事件的界定过程分为4个部分:(1)界定新疆区域内的格点;(2)利用百分位法按照第10分位计算新疆区域内各格点极端低温阈值;(3)每日新疆区域内超过极端低温阈值的格点数若超过总格点数的15%,则认为该日发生了区域性极端低温事件;(4)当区域性极端低温事件维持8d及以上,则认为发生了一次区域性持续极端低温事件。将一次事件中极端低温格点最多的日期称为峰值日期,该日极端低温格点与总格点数的比值称为峰值日覆盖率。

2 冷冬的识别及气候特征

1981—2020年,新疆冬季平均气温为 -8.1°C ,较1961—1980年冬季平均气温(-9.5°C)升高了 1.4°C ,升温速率为 $0.17^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。在变暖背景下,1983、1984、1994、2007、2010、2011年冬季新疆区域平均气温较多年平均值偏低了1个标准差以上,为异常偏冷的冬季(图1)。

1981—2020年,新疆出现单站冷冬共计764站次,出现单站强冷冬204站次,平均每年冬季出现单站冷冬19.1站、单站强冷冬5.1站。出现单站冷冬频次较高的时段分别是1983—1984、2004—2007、2010—2012和2017—2018年,出现单站强冷冬频次较高的年份分别是1984、2007、2010、2011、2012和2018年;1986—1993年和1997—2000年没有出现过单站冷冬(图1)。从年代际变化来看,20世纪80年代、90年代、21世纪00年代和10年代单站出现冷冬的频次分别是1.8、0.6、2.5和2.9次/站,出现强冷冬的频次分别是0.5、0.0、0.7和0.8次/站(图1)。

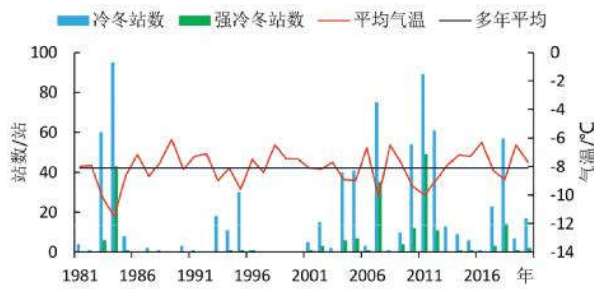


图1 1981—2020年新疆冷冬、强冷冬站数及平均气温

1981—2020年,新疆绝大多数测站单站冷冬出现频次为4~13次,奇台、达坂城、巴音布鲁克出现频次均为13次,富蕴、特克斯、吐鲁番、温宿、沙雅、阿图什、莎车仅出现4次。从区域分布来看,冷冬出现频次10次以上的区域在天山两侧和新疆西北部区域,新疆西南部大部分测站在7次以下(图2a)。同样的,新疆绝大多数单站强冷冬出现频次为0~6次,乌鲁木齐等9站未出现强冷冬。从区域分布来看,强冷冬出现4次以上的测站分布在新疆北部、天山南麓和东疆一带(图2b)。因此,新疆西北部虽然冷冬出现频次较高,但出现强冷冬年的频次较低,天山南麓和新疆东部虽然出现冷冬的频次不高,但达到强冷冬的频次相对较高。

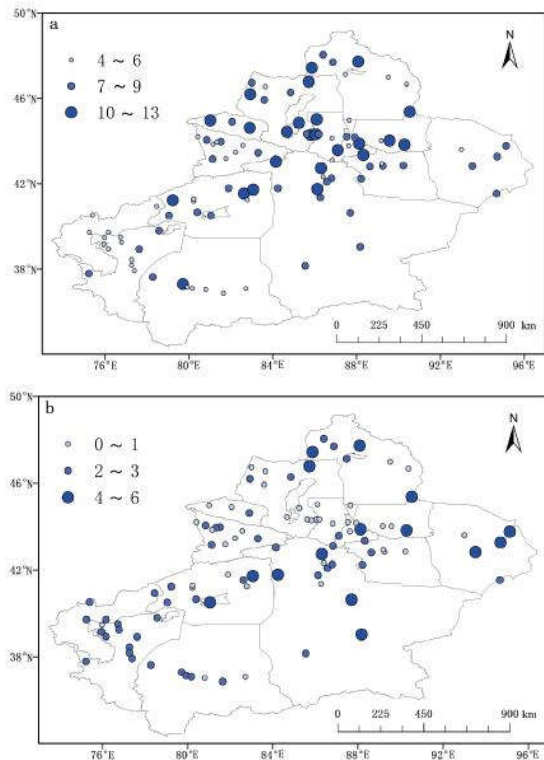


图2 1981—2020年新疆冷冬(a)及强冷冬(b)频次空间分布(单位:次)

1981—2020年新疆出现区域冷冬的年份为1983、1984、2007、2010、2011、2012、2018年,以上年份区域内分别有60、95、75、54、89、61、57站达到冷冬标准,有6、43、35、12、49、11、14站达到了强冷冬标准,根据区域强冷冬的定义,仅2011年为区域性强冷冬。

3 极端低温事件的气候特征

3.1 单站极端低温事件

1981—2020年,新疆冬季单站极端低温事件平均每年出现11.2次,其中12、1和2月分别为4.2、3.9和3.1次。冬季单站极端低温事件总体呈减少趋势,其减少速率为 -0.93 次/10 a。12和2月总体呈减少趋势,减少速率分别为 -0.69 、 -0.45 次/10 a;1月总体呈增加趋势,其增加速率为 0.21 次/10 a。12、2月出现单站极端低温事件频次最高的年数均为15 a,1月出现频次最高的年数为10 a(图3)。单站极端低温事件频次较多的区域基本位于天山山区及两侧和南疆西部(图4),各月单站极端低温事件频次空间分布与整个冬季类似。

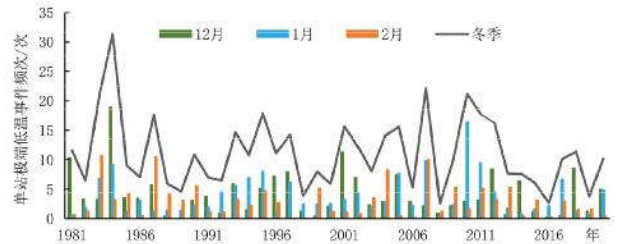


图3 1981—2020年新疆冬季及每月单站极端低温事件频次变化

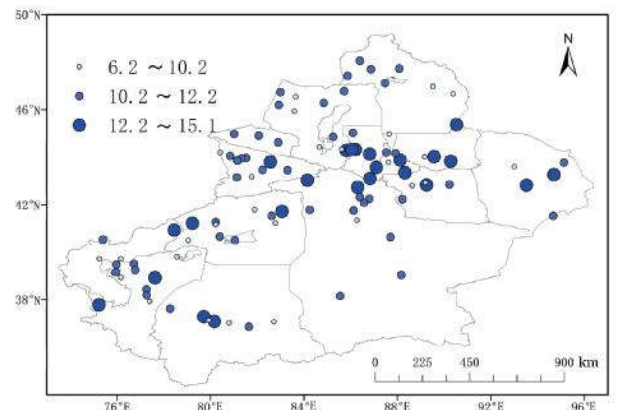


图4 1981—2020年冬季单站极端低温事件频次空间分布(单位:次)

3.2 区域性持续极端低温事件

1981—2020年,新疆冬季出现区域性持续极端

低温事件 53 次, 其中, 20 世纪 80 年代 17 次, 90 年代 13 次, 21 世纪 00 年代 12 次, 21 世纪 10 年代 11 次。从年际特征来看, 1982 年出现最多, 达 4 次, 1983、1987、1993 年次之, 为 3 次。1993 年之后, 新疆每年冬季出现区域性持续极端低温事件的次数 ≤ 2 次, 1989、2000、2006、2008、2016、2019、2020 年冬季未出现区域性持续极端低温事件(图 5)。新疆 53 次冬季区域性持续极端低温事件中, 24 次出现在 12 月, 15 次出现在 1 月, 14 次出现在 2 月。20 世纪 80 年代和 21 世纪 10 年代, 12 月出现频次明显多于 1 和 2 月, 20 世纪 90 年代和 21 世纪 00 年代, 12 月出现频次接近 1 月。

1981—2020 年, 新疆冬季区域性持续极端低温事件年平均持续天数为 12.5 d, 最长持续天数为 33 d (1984 年)。年最长持续天数下降趋势较弱, 下降速率为 $-0.95 \text{ d}/10 \text{ a}$ 。最长持续天数 20 世纪 80 年代为 0~33 d, 90 年代为 0~27 d, 21 世纪 00 年代为 0~30 d, 10 年代为 0~26 d (图 5)。

1981—2020 年, 新疆冬季区域性持续极端低温事件的累积天数年平均为 17.5 d, 累积天数最多为 49 d (1983 年)。年累积日数总体呈下降趋势, 下降速率为 $-2.9 \text{ d}/10 \text{ a}$ 。年累积天数 20 世纪 80 年代为 0~49 d, 90 年代为 0~29 d, 21 世纪 00 年代为 0~38 d, 10 年代为 0~38 d (图 5)。

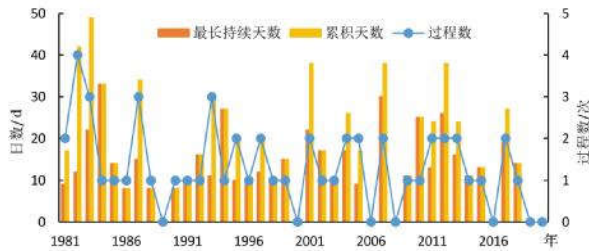


图 5 1981—2020 年新疆冬季区域性持续极端低温事件频次及持续天数

总体来说, 除 20 世纪 80 年代前期新疆冬季区域性持续极端低温事件频次较高, 1994 年开始, 大部分年份出现频次为 1~2 次, 持续天数的变化趋势不明显, 累积天数的下降趋势明显强于持续天数, 说明新疆冬季区域性持续极端低温事件发生的累积天数与频次相联系, 频次减少, 累积天数随之减少, 但单个区域性持续极端低温事件持续的天数并没有明显减少。

根据新疆冬季区域性持续极端低温事件出现峰值日的空间分布特征, 依据低温事件间的欧式距离,

通过聚类分析将 53 次事件分为 4 种类型: 全疆型 (30 次)、山区型 (5 次)、北疆型 (10 次) 和南疆型 (8 次)。从各月的发生频次来看, 12 月出现频次最高, 1 和 2 月频次接近 (表 2)。从持续时间来看, 全疆型和南疆型出现频次最多的是持续 10~15 d 的事件, 山区型出现频次最多的是持续 10~20 d 的事件, 北疆型出现频次最多的是持续 8~15 d 的事件 (表 3)。

表 2 1981—2020 年新疆冬季各月区域性持续极端低温事件频次

	12 月	1 月	2 月
全疆型	12	9	9
山区型	2	2	1
北疆型	5	2	3
南疆型	5	2	1
合计	24	15	14

表 3 1981—2020 年新疆冬季区域性不同持续时间极端低温事件的频次

	10 d 以内	10~15 d	16~20 d	21~25 d	26 d 以上	事件合计
全疆型	8	11	5	2	4	30
山区型	1	2	2	0	0	5
北疆型	4	4	1	1	0	10
南疆型	2	5	0	0	1	8

新疆区域性持续极端低温事件发生频次存在明显的年代际特征 (表 4)。20 世纪 80 年代出现频次最多, 全疆型和部分地区出现概率都比较大; 20 世纪 90 年代起全疆型出现的概率明显大于其他类型。说明在气候变暖的背景下, 单次区域性极端低温事件的发生范围从部分区域扩展到全区域, 范围不断扩大, 这一点有待于进一步研究。

表 4 1981—2020 年新疆冬季区域性持续极端低温事件年代际频次特征

	20 世纪 80 年代	20 世纪 90 年代	21 世纪 00 年代	21 世纪 10 年代
全疆型	6	7	10	7
山区型	3	1	1	0
北疆型	5	3	1	1
南疆型	3	2	0	3

4 新疆冷冬与区域性持续极端低温事件的联系
描述单站冬季寒冷的定义有单站冷冬和单站极

端低温事件,描述区域寒冷的定义有区域冷冬和区域性持续极端低温事件。根据冬季平均气温偏低一个标准差筛选出的冬季气温异常偏低年为1983、1984、1995、2007、2010、2011年,出现区域冷冬年为1983、1984、2007、2010、2011、2012年,出现30 d以上的区域性持续极端低温事件年为1982、1983、1984、1987、2001、2007、2012年,出现持续天数在20 d以上的区域性持续极端低温事件年为1983、1984、1994、2001、2007、2010、2012年。

虽然4种指标均识别出1983、1984年,但仍有其他年份的识别有所不同。以平均气温为元数据计算出的冬季气温异常偏低年和区域冷冬年均识别出1983、1984、2010、2011年,但1995、2007、2012年存在差异;以日最低气温为元数据计算出的区域性持续极端低温事件的累积天数和持续天数分别筛选出的年份里,均识别出1983、1984、2001、2007、2012年,存在差异的年份为1982、1987、1994、2010年。

4.1 以平均气温为元数据识别

以平均气温为元数据识别出1983、1984、2010、2011年为冬季气温异常偏低年和区域冷冬年,而1995年冬季平均气温偏低幅度达到了冬季气温异常偏低年的阈值,但并未达到区域冷冬年的阈值;2012年则刚好相反。

1995年冬季区域平均气温为 -9.7°C ,较多年平均值偏低 1.5°C (异常偏低年的阈值为 1.2°C);96站冬季平均气温偏低,达到冷冬阈值的站数为30站,其中1站达到强冷冬阈值。2012年冬季区域平均气温为 -9.2°C ,较多年平均值偏低 1.0°C (异常偏低年的阈值为 1.2°C);76站冬季平均气温偏低,达到冷冬阈值的站数为61站,其中11站达到强冷冬阈值。因此,1995年新疆冬季气温偏低的范围比2012年大,但偏低幅度小于2012年。

4.2 以日最低气温为元数据识别

以日最低气温为元数据计算得出的区域性持续极端低温事件的累积天数($>30\text{ d}$)和最长持续天数($>20\text{ d}$)分别筛选出的年份里,均识别出1983、1984、2001、2007、2012年,1982、1987、1994、2010年存在差异。

1982、1987年区域性持续极端低温事件分别出现4、3次,累积天数分别为42、34 d,但最长持续天数为12、15 d。1994、2010年区域性持续极端低温事件均出现了1次,累积天数和最长持续天数均为27、25 d。因此,1982、1987年区域性持续极端低温事件出现频次高于1994、2010年,其累积天数多于

1994、2010年,但单次最长持续天数少于1994、2010年。

综上所述,新疆冬季偏冷有以下几类特征:

A类:异常偏冷且极端低温事件累积持续时间长。冬季区域平均气温偏低幅度大(偏低幅度超过 1°C),平均气温偏低的面积大(超过80站),有60%以上的测站达到冷冬标准,区域性持续极端低温事件出现频次多(超过2次),累积日数长(超过30 d),单次低温事件持续日数长(超过20 d),如1983、1984、2007、2012年。

B类:异常偏冷且极端低温事件累积持续时间长。冬季区域平均气温偏低幅度大(偏低幅度超过 1°C),平均气温偏低的面积大(超过80站),有50%以上的测站达到冷冬标准,区域性持续极端低温事件出现频次较多(超过1次),累积日数较长(超过20 d),单次低温事件持续日数较长(超过10 d),如1995、2010、2011年。

C类:偏冷且极端低温事件累积时间长。冬季区域平均气温偏低(偏低幅度 $<1^{\circ}\text{C}$),平均气温偏低的面积大(超过70站),但仅有个别台站达到冷冬标准,区域性持续极端低温事件出现频次多(超过2次),累积日数长(超过30 d),单次低温事件持续日数较长(超过10 d),如1987年。

D类:不偏冷但阶段性低温持续时间长。冬季区域平均气温接近常年或偏高,平均气温偏低的面积接近全区域的一半左右,仅有个别台站达到冷冬标准,区域性持续极端低温事件出现频次低(超过1次),累积日数长(超过30 d)或单次低温事件持续日数长(超过20 d),如1982、1994、2001年。

A类和B类反映了强的冬季持续性区域极端低温事件影响整个冬季区域气温的情况,C类和D类反映了弱的冬季持续性区域极端低温事件存在但不足以影响整个冬季区域气温的情况。

5 结论与讨论

5.1 结论

(1)1981—2020年,新疆区域冬季平均气温异常偏低年与新疆区域冷冬年有差异,新疆西北部虽然区域冷冬年出现频次较高,但出现强冷冬年的频次较低;天山南麓和新疆东部出现冷冬时,达到强冷冬指标的概率较大。

(2)1981—2020年,新疆冬季单站极端低温事件总体呈减少趋势。12、2月的出现频次高于1月,12月减少速率大于2月,1月总体呈增加趋势。天山

山区及两侧和南疆西部是出现冬季单站极端低温事件频次较多的区域。

(3)1981—2020年,新疆共出现53次冬季区域性持续极端低温事件,其中12月出现频次远高于1、2月。全疆型冬季区域性持续极端低温事件出现频次最高,北疆型次之,南疆型为第三,山区型最少。冬季区域性持续极端低温事件出现频次最多的是持续10~15 d的事件。新疆冬季区域性持续极端低温事件发生频次减少,累积天数随之减少,但单次事件持续时间并没有明显减少,而且单次区域型持续极端低温事件的发生范围在扩大。

(4)描述平均状况和描述极端状况的指标相结合,能更加清楚地识别出新疆冬季偏冷的特征:当冬季极端低温事件出现频次高、持续时间长时,50%以上的范围出现冷冬(强冷冬),区域内冬季平均气温一致偏低的概率较大;当冬季极端低温事件出现频次低、持续时间在10 d以内时,出现冷冬的范围很小或基本不出现,冬季平均气温一致偏低的概率较小。

5.2 讨论

当前描述冬季寒冷的指标主要通过两个层面,一是描述平均状况,二是描述极端状况。平均状况的描述可通过冬季平均气温和基于冬季平均气温计算得出的指标,如单站冷冬、区域冷冬等;极端状况的描述可通过冬季极端最低气温和基于冬季极端最低气温计算得出的指标,如单站极端低温事件、区域性持续极端低温事件等。某些年份其平均状况与极端状况能一致反映冬季的寒冷程度,而有些年份则不能一致反映。因此,关注冬季寒冷程度不仅仅需要判识冷冬这样描述平均状况的指标,更需要了解极端低温事件的发生发展状况,特别需要着重在持续时间较长、对整个冬季气候影响较大的新疆冬季区域性持续极端低温事件前期环流特征和影响因子方面开展具体研究。

参考文献:

- [1] IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis [R]. 2021.
- [2] 施雅风, 沈永平, 李栋梁, 等. 中国西北气候由暖干向暖湿转型的特征和趋势探讨 [J]. 第四纪研究, 2003, 23(2): 152-164.
- [3] 吴秀兰, 张太西, 王慧, 等. 1961—2017年新疆区域气候变化特征分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2020, 14(4): 27-34.
- [4] 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): 21-29.
- [5] 陈颖, 李元鹏, 辛渝, 等. 2008年初塔里木盆地低温阴雪过程的气候特征及影响[J]. 沙漠与绿洲气象, 2008, 2(6): 12-15.
- [6] 陈颖, 江远安, 毛炜峰, 等. 气候变化背景下新疆北部2009/2010年冬季雪灾 [J]. 气候变化研究进展, 2011, 7(2): 104-109.
- [7] 严中伟, 杨赤. 近几十年中国极端气候变化格局[J]. 气候与环境研究, 2000, 5(3): 267-272.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T33675 冷冬等级[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [9] 陈倩雯, 假拉, 肖天贵. 近50年青藏高原冷暖冬气候特征研究[J]. 成都信息工程大学学报, 2016, 31(6): 607-613.
- [10] 郑小华, 娄盼星, 马永永, 等. 气候变化背景下陕西冷暖冬事件的多尺度特征研究[J]. 干旱区地理, 2021, 44(1): 47-54.
- [11] 贾宏元, 程彦杰, 周翠芳, 等. 近52年宁夏冬季极端寒冷事件的演变特征[J]. 高原气象, 2015, 34(2): 455-462.
- [12] 王冀, 江志红, 张海东, 等. 1957—2000年东北地区春季极端气温变化及其与北极涛动的关系[J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(1): 41-45.
- [13] 翟盘茂, 潘晓华. 中国北方近50年温度和降水极端事件变化[J]. 地理学报, 2003, 58(9): 1-10.
- [14] 刘学华, 季致建, 吴洪宝, 等. 中国近年极端气温和降水的分布特征及年代际差异 [J]. 热带气象学报, 2006, 22(6): 618-624.
- [15] 龚志强, 王晓娟, 崔冬林, 等. 区域性极端低温事件的识别及其变化特征[J]. 应用气象学报, 2012, 23(2): 195-204.
- [16] PENG J B, BUEH C. The definition and classification of extensive and persistent extreme cold events in China [J]. Atmospheric and Oceanic Science Letters, 2011, 4(5): 281-286.
- [17] 王晓娟, 龚志强, 任福民, 等. 1960—2009年中国冬季区域性极端低温事件的时空特征[J]. 气候变化研究进展, 2012, 8(1): 8-15.
- [18] 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.
- [19] KIKTEV D, SEXTON D M H, ALEXANDER L, et al. Comparison of modeled and observed trends in indices of daily climate extremes [J]. Journal of Climate, 2003, 16(22): 3560-3570.

The Connection Between Cold Winter and Extreme Low Temperature Events in Xinjiang under the Background of Warming

CHEN Ying¹, YANG Zhimin¹, ZHANG Xu²

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

2.Urumqi Meteorological Satellite Ground Station, Urumqi 830011, China)

Abstract Based on daily average temperature and daily lowest temperature, and ERA5 daily lowest temperature reanalysis data from the 99 national meteorological observation stations during the winter of 1981–2020, abnormal low winter temperature years, cold winter, strong cold winter, single station extreme cold temperature events and regional continuous extreme low temperature events were identified. The results are as follows: the average winter temperature in Xinjiang was abnormally different from the cold winter year in Xinjiang during 1981–2020. The extreme low temperature events of single stations in winter in Xinjiang were generally decreasing, the frequency in December and February was higher than it in January, but the slip in December was greater than in February, and the overall increasing trend was observed in January. There were 53 regional sustained extreme low temperature events occurred in Xinjiang, the whole Xinjiang type appeared the highest frequency among them, the frequency of the northern Xinjiang type was more than that of southern Xinjiang type, mountain type was the least, and the most frequent episodes were the events lasting 10–15 d. The frequency of regional sustained extreme low temperature events in Xinjiang in winter had been decreased, but the duration of a single event had not been significantly reduced, and the scope of influence was expanding. Four different types of cold winter were summarized based on the average and extreme conditions of winter temperature. When the survey stations with high frequency of extreme low temperature events in winter, long duration and more than 50% stations appearing cold winter (strong cold winter), the probability of the consistent lower average temperature in winter in the region is large. When the frequency of extreme low temperature events in winter is low, the duration is within 10 d, there are few or no measurement stations in cold winter, the probability of the average temperature in winter being uniformly low is small.

Key words winter temperature; extreme low temperature event; cold winter