

新疆阿勒泰地区冬季低温日数气候特征

李海花, 刘大锋

(新疆阿勒泰地区气象局, 新疆 阿勒泰 836500)

摘要:利用1961~2012年新疆阿勒泰地区7站1月、2月和12月及冬季日最低气温低于 -20°C 的日数资料,采用线性回归、经验正交函数分解、Mann-Kendall突变检测、R/S分析等方法,对低温日数的时空变化进行了分析。结果表明:(1)冬季及各月的低温日数具有自东南向西北递减的空间分布特征,且1月出现的低温日数最多,12月出现的最少;(2)冬季低温日数的极值空间分布特征与平均值的一致。其中,年极大值出现的时间集中在1960年代中期至1970年代中期之间,年份差异较大,而年极小值均一致的出现在2006年;(3)各站冬季平均低温日数在近51a内的倾向率为 $-1.71 \sim -4.24 \text{ d}/10 \text{ a}$,呈减少趋势,而各月的倾向率(吉木乃站1月除外)同冬季的一致,均为负值,但变化率均小于冬季的;(4)第1特征向量场的分布显示,冬季低温日数在空间上具有较好的一致性,高值区位于阿勒泰市、哈巴河县等高发区,中心值为0.455;(5)西部的哈巴河、吉木乃和布尔津3县及中部的阿勒泰市,均没有发生突变,而南部的福海和东部的富蕴和青河2县均在1980年代有下降趋势的突变发生;(6)各站冬季及各月的低温日数的R/S分析的H指数显示,未来的趋势与过去一致,仍呈减少趋势。

关键词:低温日数;气候特征;冬季;阿勒泰地区

文章编号:1006-7639(2013)-03-0505-06 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-03-0505

中图分类号:P468

文献标识码:A

引言

1990年代以来,受全球气候变化和人类活动的共同影响,全球气候变暖已是不争的事实,由于地理位置和地形地貌的差异,不同区域气候变暖程度差别较大,给当地造成的利弊也不尽相同。然而,更多的人似乎热衷于全球高温热浪事件的研究^[1-5],而对寒冷事件关注较少。低温与城市冬季采暖、输水管道防冻及农牧业生产关系密切,对冬季设施农业生产的整体规划和布局,以及畜牧业的安全越冬等有重要意义。

阿勒泰地区位于新疆最北部,地形复杂,有高山丘陵、河流湖泊、沙漠戈壁,是气候的敏感和脆弱地带。整个地势东北高、西南低,自东北部向西南至额尔齐斯河和准噶尔盆地急剧倾斜。由北至东是阿尔泰山脉,呈西北-东南走向;西南部为萨吾尔山脉,呈东西走向;在阿尔泰山脉和萨吾尔山脉之间,是横贯该地区5县的额尔齐斯河和乌伦古河;南部为准噶尔盆地和盆地北沿的戈壁沙漠。特殊的自然地

理条件形成了该地区区域气候特征及对全球气候变暖区域响应的复杂性和特殊性。开展阿勒泰地区天气及气候特征的研究成果不少,古丽扎提·哈布肯等^[6]利用新疆阿勒泰地区6个气象代表站点1961~2008年的年平均气温、年最高、最低气温和年降水量等资料,研究近50a以来阿勒泰地区的气候变化特征;庄晓翠等^[7]利用新疆阿勒泰地区7个气象站1964~2011年暖季(5~9月)蒸发量资料,运用线性趋势法、相关法,结合平均气温、总降水量、最高气温、最低气温、总日照时数、平均云量、低云量、平均相对湿度、平均风速等气象因子,研究分析了暖季蒸发量的变化特征及与气象因子的关系;潘冬梅等^[8]针对小区域历史干旱灾情资料缺乏,因传统的统计模型进行风险估计精度不高的特点,基于模糊数学和信息扩散理论,利用1981~2010年夏季阿勒泰地区的降水、蒸发量资料,对阿勒泰地区夏旱进行分析,并结合Surfer软件对夏旱风险进行了区划;

收稿日期:2013-05-26;改回日期:2013-06-13

基金项目:阿勒泰地区冬季旅游相关的气象指数预报研究(201203)资助

作者简介:李海花,女,河北张北人,学士,工程师,主要从事短期天气预报和气候的研究。E-mail:lhahaltqxj@163.com

张林梅等^[9]利用阿勒泰地区 7 个测站 1961 ~ 2011 年冬季(11 月到翌年 3 月)逐日最低温度的资料,采用百分位定义法给出各站发生冬季极端低温事件的阈值,从而统计出冬季极端低温发生频次、强度;白松竹^[10]、齐贵英^[11]等研究过阿勒泰的高温天气。阿勒泰地区虽有世界寒极的富蕴县和新疆“寒极”的青河县,但目前对于阿勒泰地区的低温气候特征尚没有过多研究,尤其是低温日数方面。

因此,本文对 1961 ~ 2012 年阿勒泰地区的极端低温天气事件进行分析,参考中国气象局的低温标准(日最低气温 $< -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 定义为低温日),研究分析了阿勒泰地区 7 站的冬季低温日数的气候特征,以期对阿勒泰低温日数的时空变化有更多的认识,更深入地了解阿勒泰地区极端气候变化规律,从而提高极端气候的预测水平。

1 资料与方法

选取阿勒泰地区阿勒泰市、哈巴河、吉木乃、布尔津、福海、富蕴和青河共 7 个市县气象站 1961 ~ 2012 年的冬季逐日最低气温资料。这里定义日最低气温 $< -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为一个低温日。

采用线性回归、经验正交函数分解、Mann - Kendall 突变检测、R/S 分析等方法,对低温日数的时空变化进行分析。其中,经验正交函数(EOF)分析是大气科学领域常用的时空分析方法^[12],可用于提取气象要素长时空变化的优势信号。它既能保留原始数据提供的绝大部分信息,又能起到降维作用,有效浓缩空间场信息。由于 EOF 方法的收敛速度很快,故取前几个特征值较大的特征向量便可充分描述要素场的主要特征^[13]; Mann - Kendall 法用来判断气候序列是否发生了突变,并判断突变时间点;

Hurst 提出的 R/S 方法是研究时间序列长程相关性的有力工具,近年来逐渐应用于气候研究领域。该方法在对时间序列长程相关(反相关)持续性(反持续性)的识别方面,具有独特的优点,其主要原理和方法见参考文献^[14-15]。

2 结果与分析

2.1 冬季低温日数的均值及极值分布

表 1 为阿勒泰地区历年冬季及各月平均低温日数及极值分布。可以看出,中东部的青河县无论是整个冬季,还是冬季的 1、2 和 12 月,其历年平均低温日数均是最多的,分别为 75.0 d、28.5 d、22.3 d 和 24.3 d,其次是东部的富蕴县,分别为 65.9 d、25.7 d、19.1 d、20.3 d,最少的是吉木乃县,仅为 21.6 d、8.9 d、7.5 d 和 5.7 d。对比冬季各月的低温日数发现,1 月是各站出现低温日数最多的月份,这表明 1 月是阿勒泰地区最冷月,这与全疆的低温变化基本一致;除了富蕴和青河外,12 月是其他各站出现低温日数最少的月份。

从极值的年份分布看,整体上阿勒泰地区冬季低温日数最多的年份出现在 1960 年代中期至 1970 年代中期,不同市县最多日数高低不等,年代差异较大;而最少日数一致地出现在 2006 年。就最多低温日数而言,青河县的数值最大,最多低温日数为 86 d,出现在 1970 年和 1974 年,较多年平均日数多 11 d;吉木乃县在 7 个站中最少,仅有 64 d,出现在 1968 年,较平均日数多 42.4 d;最少低温日数,青河县最多,为 46 d,相对平均值少了 29 d,而吉木乃县最少,低温日数甚至为 0 d,较平均值少了 21.6 d。全地区最多与最少的低温日数之差在 40 ~ 65 d,哈巴河县相差最多,为 65 d,青河县相差最少,为 40 d。

表 1 阿勒泰地区冬季各月低温日数的均值与极值分布

Tab. 1 The average and extreme value of low temperature days in winter in Altay region

站名	平均日数/d				冬季极值日数/d		
	冬季	1 月	2 月	12 月	最多	最少	最多与最少之差
哈巴河	29.1	12.2	9.7	7.8	67(1968)	2(2006)	65
吉木乃	21.6	8.9	7.5	5.7	64(1968)	0(2006)	64
布尔津	38.3	16.8	11.6	10.4	71(1976)	11(2006)	60
福海	54.6	23.8	16.6	14.6	84(1967)	31(2006)	53
阿勒泰市	42.0	18.2	2.1	12.0	74(1968)	11(1981 和 2006)	63
富蕴	65.9	25.7	19.1	20.3	83(1967 和 1974)	33(2006)	50
青河	75.0	28.5	22.3	24.3	86(1970 和 1974)	46(2006)	40

2.2 冬季低温日数的年际变化

从表2看出,近52 a来全区各县1、2和12月及冬季的低温日数均呈逐年减少趋势(吉木乃站1月除外)。1月,青河和布尔津县的减少趋势相对最明显,气候倾向率为 $-0.57 \text{ d}/10 \text{ a}$ 和 $-0.55 \text{ d}/10 \text{ a}$,吉木乃县呈微弱增加趋势,倾向率仅为 $0.07 \text{ d}/10 \text{ a}$,但7个站点均未通过0.01显著性检验;2月,阿勒泰市减少最明显,倾向率为 $-1.91 \text{ d}/10 \text{ a}$,青河县减少最小,倾向率为 $-1.39 \text{ d}/10 \text{ a}$,但除富蕴县外,其余各县站均通过了0.01及以上显著性检验,其中青河通过了0.001的显著性检验,减少趋势极其

显著;12月,富蕴减少最明显,倾向率为 $-1.37 \text{ d}/10 \text{ a}$,吉木乃县减少相对最不明显,倾向率为 $-0.32 \text{ d}/10 \text{ a}$,两者倾向率相差很大。相比1月的显著性,12月各市的显著性有所提高,但仍未通过0.01显著性检验;整个冬季,富蕴县的减少相对最明显,为 $-4.24 \text{ d}/10 \text{ a}$,吉木乃县最不明显,为 $-1.71 \text{ d}/10 \text{ a}$,其他各县站比较接近,年变化率为 $-2.91 \sim -3.47 \text{ d}/10 \text{ a}$,仅有阿勒泰市、布尔津、福海、富蕴、青河5市县通过了0.01及以上的显著性检验,其中东部的富蕴和青河县显著性最好,通过了信度为0.001的检验。

表2 阿勒泰地区冬季各月的低温日数倾向率(单位: $\text{d}/10 \text{ a}$)

Tab.2 The tendency rate of low temperature days in winter in Altay region

		哈巴河	吉木乃	布尔津	福海	阿勒泰市	富蕴	青河
1月	倾向率	-0.24	0.07	-0.55	-0.33	-0.33	-0.10	-0.57
	趋势系数	-0.055	0.016	-0.130	-0.113	-0.075	-0.028	-0.329
2月	倾向率	-1.66	-1.43	-1.60	-1.64	-1.91	-1.45	-1.39
	趋势系数	-0.396*	-0.356*	-0.369*	-0.379*	-0.431*	-0.340	-0.471**
12月	倾向率	-1.10	-0.32	-1.14	-1.07	-0.73	-1.37	-0.79
	趋势系数	-0.250	-0.090	-0.249	-0.229	-0.164	-0.327	-0.248
冬季	倾向率	-3.01	-1.71	-3.47	-3.23	-3.22	-4.24	-2.91
	趋势系数	-0.331	-0.201	-0.394*	-0.430*	-0.350*	-0.559**	-0.544**

注:*,**分别表示为显著性水平达0.01和0.001以上

2.3 冬季低温日数的空间分布特征

运用EOF分析方法对阿勒泰地区1961~2011年冬季的低温日数距平进行分解,特征向量的方差贡献率及累积方差贡献率如表3。表3显示,特征向量的空间分布存在显著差异,说明冬季低温日数的距平变化地区差异很大,EOF分析所得到的前几

个特征向量收敛很快,其中第1、2特征向量所占的方差贡献率分别为81.1%、10.1%,前2个特征向量占总方差的91.2%。根据North等^[16]的经验判据,仅截取其前2个空间分量,就能基本上代表阿勒泰地区近51 a来冬季低温日数距平场的整体空间结构,其余空间分量方差贡献均较小,不再作分析。

表3 冬季低温日数距平场 EOF 分析特征向量的方差及累积方差贡献率

Tab.3 The variance and accumulated variance contribution rate of eigenvectors from EOF based on low-temperature days anomaly field in winter

序号	1	2	3	4	5	6	7
方差贡献率/%	81.1%	10.1%	3.6%	2.1%	1.7%	1.0%	0.4%
累积方差贡献率/%	81.1%	91.2%	94.8%	96.9%	98.6%	99.6%	100%

2.3.1 第1特征向量场分布特征

空间分量图上某点的荷载值是反映该点低温日数距平与其对应的主成分序列间的相关程度,若载

荷值的绝对值愈大,则该点低温日数愈易明显偏多或偏少,变化愈敏感;反之亦然^[17]。阿勒泰地区冬季低温日数第1特征向量场的空间分布特征占总体

方差的 81.1%, 远远大于其后的第 2 特征向量场, 说明第 1 特征向量场已经反映了阿勒泰地区冬季低温日数距平场信息的主要整体空间异常特征。从第 1 特征向量场的分布上可以看出(图 1), 冬季低温日数在空间上具有较好的一致性, 自东南向西北递增, 高值区位于阿勒泰市、哈巴河县等高发区, 中心值为 0.455, 受大尺度气候异常的影响最大。这表明尽管阿勒泰地区地形复杂, 气候差异很大, 但低温日数的空间分布有很好的一致性, 即在同一天气系统控制之下, 出现低温天气的步调一致。

2.3.2 第 2 特征向量场分布特征

图 1b 为阿勒泰地区冬季低温日数场第 2 载荷向量场分布。从图中看出, 第 2 载荷向量场为西北—东南反向型, 此特征向量场等值线有正有负, 正值区域有西部的哈巴河、吉木乃、布尔津 3 县和北部的阿勒泰市; 负值区域有南部的福海和东部的富蕴和青河, 低值中心在阿勒泰市。这种空间分布特征表明, 冬季低温日数变化在全区总趋势一致的情况下, 又在上述正负值区域之间呈反位相变化。由于第 2 特征向量的方差贡献占总方差的 10.1%。同时第 2 特征向量的零值线基本反映了阿勒泰地区西部与东部冬季低温日数距平变化的相反状况。

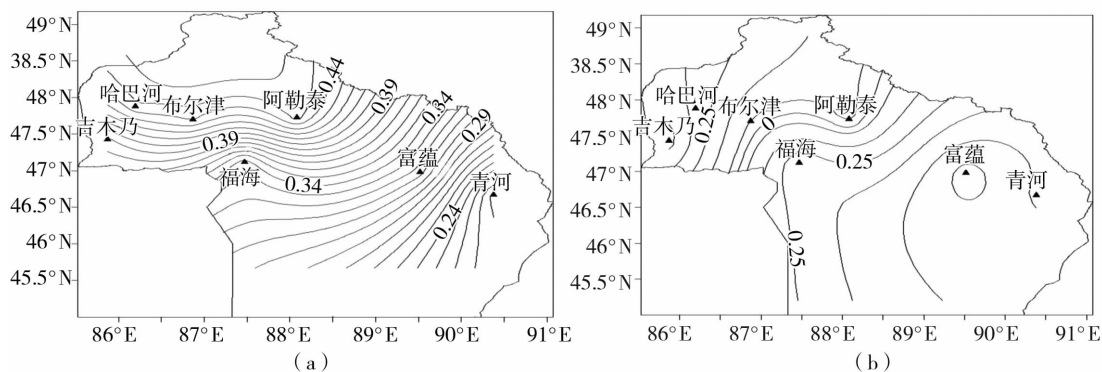


图 1 阿勒泰地区冬季低温日数场第 1(a)、第 2(b) 载荷向量场分布

Fig. 1 Spatial distribution of the first(a) and second(b) loading eigenvector fields from EOF for low temperature days in winter in Alety area

2.4 突变分析

采用 Mann-Kendall 法来判断阿勒泰地区各站冬季低温日数气候序列是否发生了突变, 如果 UF 与 UB 在临界值 ± 1.96 ($\alpha = 0.05$) 之间有一个显著的交点, 且 UF 上升超过 $+1.96$ 或下降低于 -1.96 , 则可认为该序列产生了突变, 前者表示从低向高突变, 后者表示从高向低突变, 并且这个交点就是突变的开端, 反之, 则认为没有突变产生^[12]。从图 3 可见, 西部的哈巴河、吉木乃和布尔津 3 县, 以及中部的阿勒泰市, 均没有发生突变; 而南部的福海和东部的富蕴和青河 2 县均在 1980 年代中期前后有下降趋势的突变发生, 其中福海站发生在 1986 年, 富蕴在 1984 年, 青河在 1983 年。1990 年代以来全球气候的增暖, 可能与冬季低温日数的减少有一定的关系。

2.5 R/S 方法分析与趋势预测

根据文献[14-15]中 R/S 分析的原理和方法: 当 $H = 1/2$ 时, 意味着序列未来与过去无关或短程

相关, 符合 Gauss-Markov 假设; 当 $H > 1/2$ 时, 意味着未来的趋势与过去一致, 即过程具有持续性, 且 H 值越接近于 1, 持续性就越强。在这种情形下, 如果过去某时有一个正的增量即增加, 那么在平均意义上说, 未来也有一个增加。反映在气候指标上, 表明气候变化的整体方向将继承过去的整体趋势; 当 $H < 1/2$ 时, 意味着未来的趋势与过去正好相反, 即该过程具有反持续性, 且 H 值越接近于 0, 反持续性就越强。在这种情形下, 过去的增加趋势意味着未来的减少趋势, 而过去的减少趋势意味着未来可能出现增加趋势。

通过计算 H 值发现(表 4), 全区各站 1 月、2 月、12 月和冬季的低温日数的 H 值均大于 $1/2$, 说明低温日数变化趋势与过去是一致的, 在未来仍为减少的趋势。其中, 各站(除吉木乃县外)在冬季的 H 值最大, 即持续性最强; 2 月的 H 值仅次于冬季, 持续性较强; 各站 1 月的 H 值最小, 即低温日数在未来的持续性最弱。

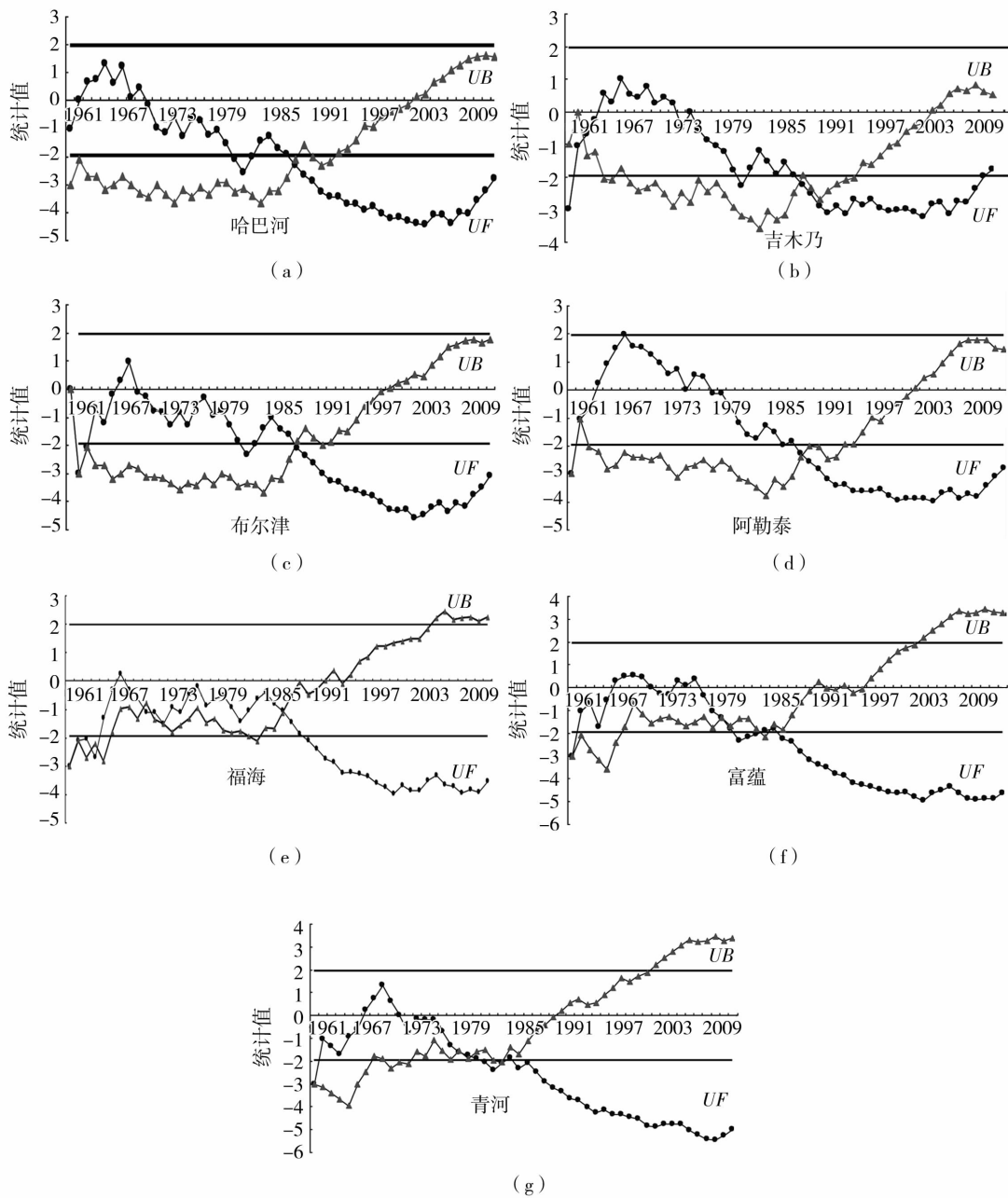


图2 阿勒泰地区冬季低温日数Mann-Kendall突变检验
Fig. 2 The Mann-Kendall test of low-temperature days in winter in Alety

表4 阿勒泰地区冬季低温日数R/S分析的H值

Tab. 4 The Hurst index of low temperature days in winter by using R/S analysis in Altay region

	哈巴河	吉木乃	布尔津	福海	阿勒泰市	富蕴	青河	全地区
1月	0.566	0.518	0.616	0.568	0.578	0.566	0.614	0.602
2月	0.688	0.648	0.660	0.645	0.670	0.683	0.650	0.655
12月	0.649	0.557	0.626	0.604	0.607	0.643	0.630	0.631
冬季	0.688	0.638	0.703	0.682	0.694	0.716	0.710	0.709

3 小 结

(1) 冬季,全区的低温日数由东南向西北递减,年极大值出现的时间集中在 1960 年代中期至 1970 年代中期之间,年份差异较大,而年极小值均一致的出现在 2006 年。其中,低温日数最多的是青河县,年平均值达 75.0 d,最小极值为 46 d,年最大极值为 86 d,出现在 1970 年和 1974 年;吉木乃县是低温日数最少的县,平均值是 22.6 d,最少年份的低温日数仅为 0 d。

(2) 全区冬季 1、2、12 月的平均低温日数的空间分布特征与冬季一致,青河县各月仍是最多的,分别为 28.5 d、22.3 d 和 24.3 d,吉木乃县各月仍是最少的,8.9 d、7.5 d 和 5.7 d,两者相差最小的月份为 2 月。

(3) 全区 1、2 和 12 月及冬季的平均低温日数均呈减少趋势(吉木乃站 1 月除外)。1 月,青河和布尔津县的减少是最大的,年变化率为 -0.57 、 -0.55 d/10 a,吉木乃县略呈增加趋势,年变化率为 0.07 d/10 a;2 月,阿勒泰的减少最明显,年变化率为 -1.91 d/10 a,最不明显的是青河县,年变率为 -1.39 d/10 a;12 月,富蕴减少的较明显,年变化率为 -1.37 d/10 a,变化最不明显的是吉木乃县,为 -0.32 d/10 a;整个冬季,变化最明显的仍是富蕴县,为 -4.24 d/10 a;最不明显的仍是吉木乃县,为 -1.71 d/10 a。

(4) 阿勒泰地区冬季低温日数距平场变化受大尺度气候异常的影响是第一位的,其西部与东部冬季低温日数距平变化存在对峙状况。

(5) 哈巴河、吉木乃、布尔津 3 县和阿勒泰市,均没有发生突变,而福海、富蕴和青河 3 县均在 1980 年代有下降趋势的突变发生。

(6) R/S 方法分析与趋势预测显示,冬季及各月的低温日数未来的变化趋势与过去的一致,未来

仍会呈减少的趋势。

参考文献:

- [1] 刘雪锋,李元华,秦莉. 河北省近 50 年最高气温及高温日数变化特征[J]. 气象科技,2007,35(1):31-35.
- [2] 史军,丁一汇,崔林丽. 华东极端高温气候特征及成因分析[J]. 大气科学,2009,33(2):347-358.
- [3] 李玲萍,李庆玉,李岩璞. 河西走廊东部高温天气气候特征分析[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(2):35-40.
- [4] 何慧,陆虹,徐圣璇. 广西高温日数的时空特征及其变化[J]. 气象研究与应用,2010,31(1):46-49.
- [5] 辛渝,陈洪武,李元鹏,等. 新疆北部高温日数的时空变化特征及多尺度突变分析[J]. 干旱区研究,2008,25(3):438-446.
- [6] 古丽扎提·哈布肯,赵景波. 新疆阿勒泰地区近 50 年来极端气温与降水变化[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(07):115-119.
- [7] 庄晓翠,张林梅,阿志肯,等. 阿勒泰地区暖季蒸发变化特征及与气象因子的关系[J]. 干旱气象,2009,27(3):213-218.
- [8] 潘冬梅,王建刚. 新疆阿勒泰地区夏旱风险评估分析[J]. 干旱气象,2012,30(2):188-191.
- [9] 张林梅,黄阿丽,谢秀琴,等. 新疆阿勒泰地区冬季极端低温事件特征分析[J]. 干旱气象,2013,31(1):89-94.
- [10] 白松竹. 新疆阿勒泰地区近 50a 高温日数的时空变化特征[J]. 气候变化研究快报,2013,2,25-32.
- [11] 齐贵英,潘雪梅,福海、富蕴两站高温天气气候特征和环流特征对比分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2011,5(5):52-54.
- [12] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术[M]. 北京:气象出版社,1999.
- [13] 李广霞,刘雪锋,等. 辽宁省气温与降水时空变化特征分析[J]. 安徽农业科学,2010,38(32):18337-18342.
- [14] 李海花,李焕,葛洪燕,等. 阿勒泰地区冬季极端最低气温变化分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2012,6(6):41-44.
- [15] 赵晶,杨淑华,王乃昂. 利用 R/S 方法分析兰州城市化气候效应[J]. 气象,2001,27(2):7-15.
- [16] G. R. North, L. B. Thomas and R. F. Cahalan. Sampling errors in the estimation of empirical orthogonal functions[J]. Monthly Weather Review, 1982,110(7):699-706.
- [17] 郭渠,孙卫国,程炳岩,等. 重庆近 48 年来高温天气气候特征及其环流形势[J]. 长江流域资源与环境,2009,18(1):52-59.

(下转至 516 页)

Analysis on the Variation of ≥ 10 °C Accumulated Temperature and Its Formation Causes in the Eastern Hetao Area in Recent 50 Years

LI Yanchun^{1,2}, YANG Jianling², SU Zhansheng¹, LI Xinrun³

(1. Ningxia Meteorological Observatory, Yinchuan 750002, China; 2. Key Laboratory of Meteorological Disaster Preventing and Reducing in Ningxia, Yinchuan 750002, China; 3. Binjiang College, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China)

Abstract: By using daily mean air temperature data of 22 meteorological observation stations located in the eastern Hetao area from April to October, the temporal and spatial evolution of ≥ 10 °C accumulated temperature and its beginning and ending date were statistically analyzed. Then, the cycle and abrupt change of ≥ 10 °C accumulated temperature were revealed by Morlet wavelet analysis and Mann – Kendall test, respectively. Combined the atmospheric circulation fields before and after climate shift, the reasons leading to the changes were also primarily discussed via contrastive analysis. The results show that the ≥ 10 °C accumulated temperature in the eastern Hetao area gradually reduced from north to south. The ≥ 10 °C accumulated temperature of the whole area had been increasing during the past 50 years, especially in recent 10 years the increasing rate with 76.2 °C/10 a was faster and the rate of increase of irrigation district in northern was the highest, while the mountain area in southern was the lowest. With climate warming, the beginning date of ≥ 10 °C accumulated temperature was earlier, yet the ending date was later, so its interval has obviously prolonged, especially in the latest 10 years there was 7 days prolonging averaged in Ningxia. The ≥ 10 °C accumulated temperature of three regions of Ningxia happened abrupt change, the whole area and that in the irrigation district of the north and the mountain area of the south appeared in 1997 while the arid region of the middle in 1994. There were about 3 a, 8 – 9 a and 13 a cycles during 1961 – 1990, among which the 3 a period was relatively stronger and became the strongest in the 1990s. After the 1990s, there was a period of 9 a with its signal becoming more and more strong especially in the 2000s.

The main reasons causing increasing trend and prolonging duration of the ≥ 10 °C accumulated temperature were the significant adjustment of atmospheric circulation before and after climate warming. Before climate warming, the low trough was easily formed in the high – mid latitude region on 500 hPa height, especially nearby the Balkhash Lake, which was beneficial for the cold air moving southward from the polar for cooling. While after climate warming, the atmospheric circulation on 500 hPa changed significantly, and the intensity of the two negative anomaly centres increased compared with before. Therefore, the meridional circulation weakened obviously, while the zonal circulation strengthened, which wasn't helpful for the forming and developing of low trough, thus the activity of cold air moving southward from the polar reduced and the temperature rised in the large – scale area of downstream.

Key words: eastern Hetao; ≥ 10 °C accumulated temperature; the spatial and temporal evolution; causes analysis

(上接第 510 页)

Climatic Characteristics of Winter Low – temperature Days in Altay Region of Xinjiang

LI Haihua, LIU Dafeng

(Altay Meteorological Bureau of Xinjiang, Altay 836500, China)

Abstract: Based on daily low temperature data which was below -20 °C from December to February during 1961 – 2012 at 7 meteorological stations in Altay region of Xinjiang, the spatial – temporal variations of low temperature days were analyzed by using linear regression, empirical orthogonal function, Mann – Kendall mutation detection and R/S analysis. The result is as follows: The monthly low temperature days in winter decreased gradually from southeast to northwest with the maximum in January while the minimum in February. The average winter low temperature days of Qinghe and Fuyun county in the eastern Altay were the most, which were 75.0 d and 65.9 d, respectively, while it was the least in Jimunai in the west of Altay, which was only 21.6 d. The spatial distribution of extreme value of winter low temperature days was in accordance with the average value, but the maximum mostly appeared in the middle 1960s to the middle 1970s, while the minimum occurred consistently in 2006. Among them, the maximum and minimum value ranged from 64 d to 86 d and from 0 d to 46 d, respectively. The climatic tendency rate of winter low temperature days at all stations was from -1.71 to -4.24 d/10 a in recent 51 years, which showed a trend of decrease. Though the monthly tendency rate of all stations was also negative except for Jimunai in January, the value was smaller than that in winter. The first characteristic vector field displayed that winter low temperature days existed good consistency on the space with the center of high value 0.455 in Altay and Habahe. There was no mutation in Habahe, Jimunai and Buerjin in the west and the central of Altay, while for Fuhai, Fuyun and Qinghe in the southern and eastern Altay a mutation with downward trend occurred in the 1980s. H index of low temperature days in winter at all stations from R/S analysis was more than 1/2, which meant that the trend of winter low temperature days in future would still decrease compared with that in the past.

Key words: low – temperature days; climatic characteristics; winter; Altay