

毛炜峰,陈颖. 1951—2015年乌鲁木齐市寒潮过程频数及强度气候特征[J]. 干旱气象, 2016, 34(3): 403–411, [MAO Weiwei, CHEN Ying. Climate Characteristics of Frequency and Intensity of Cold Wave Processes in Urumqi During 1951–2015[J]. Journal of Arid Meteorology, 2016, 34(3): 403–411], DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2016)-03-0403

1951—2015年乌鲁木齐市寒潮过程频数及强度气候特征

毛炜峰^{1,2}, 陈颖^{2,3}

(1. 中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 新疆 乌鲁木齐 830002; 2. 中亚大气科学研究中心, 新疆 乌鲁木齐 830002; 3. 新疆气候中心, 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:利用乌鲁木齐市气象站1951年1月1日至2015年12月31日的最低气温资料,以日最低气温及其降温幅度为指标,基于降温过程定义,结合《寒潮等级》(GB/T21987—2008),整理出乌鲁木齐市近65 a来寒潮过程数据库,分析乌鲁木齐市寒潮过程的频数、持续日数和6项强度要素气候特征。结果表明:(1)近65 a来,乌鲁木齐市共出现265次寒潮过程,平均每年4.1次。春季4月寒潮过程最多,占18.3%。寒潮异常偏多年,秋季11月寒潮过程最多,异常偏少年,春季4月寒潮过程最多;(2)年以及秋、冬、春季的寒潮过程频数大多在1950年代最多,近5 a(2011—2015年)最少。秋季的寒潮过程频数百分率在下降,而春季从1950年代的28.4%增加到近5 a的50.0%;(3)寒潮过程持续日数平均为2.86 d,其中持续2~4 d的过程占78.9%。一般寒潮和强寒潮过程持续日数以2~4 d为主,而特强寒潮过程以1~3 d为主。在寒潮过程相对较多的春季,随寒潮等级从一般、强到特强,过程持续日数越来越短;(4)寒潮过程降温幅度平均值为-13.45℃,冬季12月的过程降温幅度最大。过程最大24 h、48 h和72 h降温幅度平均值分别为-8.64℃、-11.74℃和-13.67℃,24 h降温幅度以春季5月最为剧烈,48 h和72 h降温幅度均以秋季11月最剧烈;(5)寒潮过程最低气温平均值为-11.55℃,冬季1月过程最低气温平均值最低,而5月与9月的寒潮过程最低气温平均值均在0℃以上。寒潮过程日最低气温距平最大偏低幅度的平均值为-8.48℃,一般、强和特强寒潮过程的日气温距平偏低幅度最强的月份分别是5月、2月和12月。

关键词:寒潮过程;频数;持续日数;强度;乌鲁木齐

文章编号:1006-7639(2016)-03-09-0403 DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2016)-03-0403

中图分类号:P468

文献标识码:A

引言

寒潮是中高纬度地区常见的灾害性天气,寒潮过程会出现强降温,还会伴有大风、暴风雪、低温等天气现象,给农牧业生产、交通运输、人民生活等带来很大影响。早在1950年代,陶诗言^[1]和李宪之^[2]针对寒潮天气预报业务需求,对东亚寒潮进行了分型,并且指出影响中国大陆的冷空气源地和路径。1980年代,我国的寒潮中期预报研究取得进展,北方多个省区几乎都有寒潮预报研究^[3-6],进入2000年代以来,寒潮天气过程分析及预报研究仍是

预报员持续关注的重点领域^[7-13],尤其在我国西北地区,针对区域寒潮过程演变、形成机理等有大量研究成果^[14-18]。

寒潮过程影响区域广泛,各种研究以及各地的预报服务业务中使用的寒潮定义有所差异。有关寒潮的定义大致有2种:一是基于“寒潮日”的定义,现有研究成果中最多见;二是基于“降温过程”的定义。前者大多用某站日平均或者日最低气温要素,定义某日的24 h(或48 h、72 h)气温下降幅度结合日最低气温指标,满足条件则称某地当日出现寒潮,也就是“单站寒潮日”;区域内某日出现寒潮的站数

收稿日期:2015-12-08;改回日期:2016-03-03

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(IDM201502)“新疆区域降温过程及极端低温事件的年、季定量评估研究及应用”资助

作者简介:毛炜峰(1969-),河南淮阳人,正研级高工,主要从事气候诊断、预测、气候变化影响等研究. E-mail:mao6991@vip.sina.com

超过一定比例标准时,则定义为“区域寒潮日”。在冷空气活动期间,进行逐日连续的“寒潮日”判识,来确定单站寒潮过程或者区域寒潮过程。在我国寒潮气候评价^[19]、全国寒潮气候特征及其变化特征研究^[20-21],还有我国北方诸多区域^[22-26]、长江流域^[27]的寒潮气候变化特征等研究中,都基于此类寒潮定义。后者是基于“降温过程”的定义,如钱维宏等^[28]在研究全国寒潮变化特征时,抓住了降温过程特征,以过程中最大1 d或2 d日最低气温降幅达到10℃为寒潮标准进行分析;林爱兰^[29]、伍红雨^[30]等研究华南地区寒潮过程气候变化特征时,也是从“过程”角度着手,不过不是“降温过程”,而是“低温过程”,将寒潮定义为一个气温持续低于某界限温度的过程,分为降温阶段与升温阶段,从持续时间看,既有持续几天的天气过程,也包括持续几十天的气候事件。上述诸多研究成果中,无论基于何种寒潮定义,在开展寒潮气候特征或者气候变化特征研究中,分析对象主要是寒潮日数或频数,针对寒潮过程强度要素的定量分析极少。

乌鲁木齐地处中纬度地区,位于天山北麓,又是新疆首府,四季分明,自1951年起有连续气温监测资料。基于“降温过程”思路,细化寒潮过程的强度指标,分析乌鲁木齐市寒潮过程频数、持续日数、强度等要素气候特征,可提高当地寒潮天气过程的基本规律认识,为当地寒潮灾害防御能力提供技术支持。

1 资料与方法

1.1 资料

选取乌鲁木齐站日最低气温资料,资料长度从1951年1月1日至2015年12月31日。选取当年1月1日至12月31日为一个年度,共计65个完整年度。9—11月为秋季,12月至翌年2月为冬季,3—5月为春季。

1.2 寒潮过程标准

首先确定以下定义:单站降温日、单站降温过程(初日、终日及持续日数)、过程降温幅度、不同时段内的降温幅度等,具体见表1。

表1 单次降温过程基本概念
Tab.1 The basic concepts of temperature - fall process

概念	定义
降温日	测站日最低气温较前一天下降,即当天的 $\Delta T_{24} < 0$,则定义为一个气温下降日,简称为降温日
降温过程、初日及终日	ΔT_{24} 由 ≥ 0 转为 < 0 的第一天定义为降温过程初日,持续到 ΔT_{24} 再次出现 ≥ 0 的前一天,称为降温过程终日,从过程初日到终日称为一次降温过程
持续日数	过程初终日之间(含初、终日)的天数称为降温过程持续日数
降温幅度	降温过程终日与过程初日的前一天之间的日最低气温差定义为过程降温幅度
最大24 h降温幅度	降温过程中所有 ΔT_{24} 中的下降幅度最大者称之为过程最大24 h降温
最大48 h降温幅度	过程中所有 ΔT_{48} 中的下降幅度最大者称之为过程最大48 h降温,如果降温过程持续不足2 d,则过程最大48 h降温不统计
最大72 h降温幅度	过程中所有 ΔT_{72} 中的下降幅度最大者称之为过程最大72 h降温,如果降温过程持续不到3 d,则过程最大72 h降温不统计
最低气温	过程终日的日最低气温值
日最低气温距平最大偏低幅度	过程中所有日最低气温与同日多年平均值之差的绝对值最大者

《寒潮等级》(GB/T21987—2008)给出某地(单站)寒潮标准:以日最低气温为指标,某测站24 h降温幅度达到或超过8℃(或者48 h降温幅度达到或超过10℃,72 h降温幅度达到或超过12℃),同时日最低气温降到4℃或以下,记为一次寒潮。该定义给出“寒潮日”标准,没有明确给出“寒潮过程”的

细节概念。针对上述降温过程定义(表1),将一次过程中的最大24 h、48 h和72 h降温幅度以及过程最低气温作为判识指标,再用《寒潮等级》(GB/T21987—2008)的具体标准(表2),可直接判断某次降温过程是否达到寒潮标准,并且可以进一步判识出一般、强和特强3类寒潮过程。

表2 不同等级寒潮过程标准
Tab. 2 The standard of cold wave process
with different grades

寒潮等级	过程最低气温 /℃	最大降温幅度 /℃
一般寒潮过程	$T_D \leq 4$	$-8 \geq \Delta T_{24} > -10$
		或 $-10 \geq \Delta T_{48} > -12$
		或 $-12 \geq \Delta T_{72} > -14$
强寒潮过程	$T_D \leq 2$	$-10 \geq \Delta T_{24} > -12$
		或 $-12 \geq \Delta T_{48} > -14$
		或 $-14 \geq \Delta T_{72} > -16$
特强寒潮过程	$T_D \leq 0$	$\Delta T_{24} \leq -12$
		或 $\Delta T_{48} \leq -14$
		或 $\Delta T_{72} \leq -16$

1.3 各季寒潮过程频数统计

各季的寒潮过程频数统计标准为:过程的开始日期与结束日期在同一季节内,则记为该季节1次过程,如果降温过程的开始日期和结束日期在2个相邻季节内,则2个季节各记录0.5次寒潮过程。各月寒潮过程频数统计规则相同。

1.4 各季寒潮单要素强度统计标准

各季的寒潮过程强度统计标准为:过程的开始日期与结束日期在同一季节内,则该寒潮过程要素参与该季节强度指标统计;如果寒潮过程的开始日期和结束日期在2个相邻的季节内,则计算2个季节的强度指标时均考虑该次寒潮过程的要素贡献。各月寒潮过程单项强度统计规则相同。

2 寒潮过程频数

2.1 季节频数分布

根据上述寒潮过程定义,1951—2015年,乌鲁木齐市共出现265次寒潮过程,平均每年4.1次。年平均寒潮过程频数与以寒潮日定义的1961—2013年乌鲁木齐市单站寒潮每年3.8次、区域寒潮每年4.0次的分析结果^[31]比较略多一些。近65a来,乌鲁木齐市秋、冬、春季分别出现87次、79.5次和98.5次寒潮过程,单季出现寒潮频数最多的是1952/1953冬季(5次)。近65a,乌鲁木齐市年以及秋、冬、春季的寒潮过程频数年际间差异极大。1952年出现寒潮过程最多(10次),而1972年未出现寒潮过程;1954、1961和1968年秋季寒潮过程最多(4次);1952/1953年冬季寒潮过程最多(5次);1959年春季寒潮过程最多(4次)。

由表3可见,1951—2015年,乌鲁木齐市共出

现一般、强和特强寒潮过程频数分别为157次、56次和52次,平均每年2.42次、0.86次和0.80次,分别占寒潮过程总频数的59.2%、21.1%和19.6%。一般寒潮过程最多的年份是1952、1959、1974、1985、1990和1993年,出现5次,强和特强寒潮过程出现最多的年份分别是1986年(4次)和1953年(5次)。65a来没有出现一般、强和特强寒潮过程的年份分别有9a、25a和30a。

65a中的秋、冬、春季分别出现一般寒潮过程49次、49次和59次,占一般寒潮过程总数的31.2%、31.2%和37.6%;秋、冬、春季分别出现强寒潮过程21次、14次和21次,占强寒潮过程总数的37.5%、25.0%和37.5%;秋、冬、春季分别出现特强寒潮过程17次、16.5次和18.5次,占特强寒潮过程总数的32.7%、31.7%和35.6%。一般、强和特强寒潮过程均以春季出现频率最高,冬季相对最少。

2.2 月频数分布

由表4可见,65a来,乌鲁木齐市4月、11月出现寒潮过程最多,分别为48.5次和38.5次,占寒潮过程总数的18.3%和14.5%,9月最少,仅12.5次,占寒潮过程总数的4.7%。一般与强寒潮过程均以4月最多、9月最少,4月出现一般寒潮过程26.5次,占一般寒潮过程总数的16.9%,出现强寒潮过程12次,占强寒潮过程总数的21.4%;特强寒潮过程以11月最多,出现15次,占特强寒潮过程总数的28.8%,9月未出现。可见,乌鲁木齐市寒潮过程频数月分布呈双峰型,春季4、5月和秋季10、11月有2个高发阶段,4月寒潮过程频数最多。一般、强以及特强寒潮过程频数月分布同样呈双峰型,但一般和强寒潮过程的主峰是4月,特强寒潮过程的主峰是11月。

从1951—2015年中挑选出年寒潮过程频数 ≤ 2 次的年份为异常偏少年,共有18a,年寒潮过程频数 ≥ 6 次的年份作为异常偏多年,共有19a。分别合成统计寒潮过程频数异常偏少、偏多年的寒潮过程频数月分布,进行比较。

由图1可见,65a来,乌鲁木齐市4月寒潮过程最多,平均每年0.75次,其它月份寒潮过程频数明显少于4月,次峰值在11月,平均每年0.59次。在19个寒潮过程异常偏多年,寒潮过程频数的月分布呈双峰型,11月最多,平均每年1.11次,次峰值出现在4月,平均每年0.95次。在18个寒潮过程异常偏少年,寒潮过程频数的月分布呈单峰型,4月最多,平均每年0.42次。在寒潮异常偏多年,秋季寒潮过程最多,而在寒潮异常偏少年,春季寒潮过程最

表 3 近 65 a 乌鲁木齐市不同等级寒潮过程频数

Tab.3 The frequency of cold wave processes with different grades in Urumqi in recent 65 years

季节	一般寒潮		强寒潮		特强寒潮		寒潮	
	频数 /次	百分率 /%	频数 /次	百分率 /%	频数 /次	百分率 /%	频数 /次	百分率 /%
秋季	49	31.2	21	37.5	17	32.7	87	32.8
冬季	49	31.2	14	25	16.5	31.7	79.5	30
春季	59	37.6	21	37.5	18.5	35.6	98.5	37.2
年度	157	100	56	100	52	100	265	100

表 4 近 65 a 乌鲁木齐市不同等级寒潮过程频数月际分布

Tab.4 The monthly distribution of frequency of cold wave processes with different grades in Urumqi in recent 65 years

月份	一般寒潮		强寒潮		特强寒潮		寒潮	
	频数 /次	百分率 /%	频数 /次	百分率 /%	频数 /次	百分率 /%	频数 /次	百分率 /%
9 月	10	6.4	2.5	4.5	0	0	12.5	4.7
10 月	25	15.9	9	16.1	2	3.8	36	13.6
11 月	14	8.9	9.5	17	15	28.8	38.5	14.5
12 月	16.5	10.5	3	5.4	8	15.4	27.5	10.4
1 月	16.5	10.5	5	8.9	4.5	8.7	26	9.8
2 月	16	10.2	6	10.7	4	7.7	26	9.8
3 月	13.5	8.6	5	8.9	3.5	6.7	22	8.3
4 月	26.5	16.9	12	21.4	10	19.2	48.5	18.3
5 月	19	12.1	4	7.1	5	9.6	28	10.6
年度	157	100	56	100	52	100	265	100

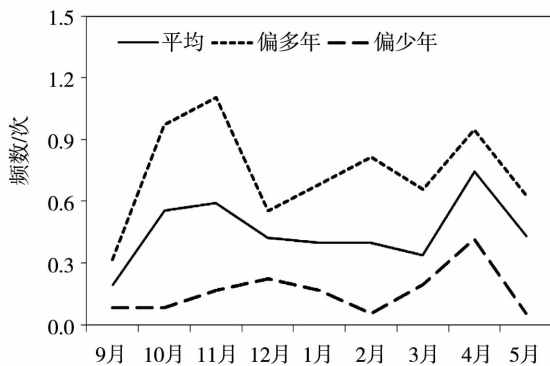


图 1 1951—2015 年寒潮过程频数异常偏多、偏少年的月寒潮过程频数分布

Fig.1 The monthly distribution of frequency of cold wave processes in extremely higher and lower years of cold wave processes during 1951 – 2015

多;寒潮过程频数异常偏多年与偏少年比较,偏多年的各月寒潮频数都高于偏少年;春季 4 月的寒潮频

数差异最小,无论是偏多年或是偏少年,出现寒潮过程均比较多;偏多年的秋季 10 月和 11 月寒潮过程频数明显多于偏少年,两者之间的差异最大。

2.3 频数年代际分布

从 1951 年起,统计乌鲁木齐市每个年代际寒潮过程频数的年平均值,包括年度以及秋、冬、春季不同时间尺度。在此基础上,进一步分析不同年代际各季的寒潮过程频数占年度频数的百分率,结果见表 5。

1950 年代乌鲁木齐市平均每年出现寒潮过程 5.8 次,2011—2015 年间平均每年出现 2.4 次,减少 58.6%。秋、冬、春季的寒潮过程频数 1950 年代最多,平均每年分别出现 2.20 次、1.95 次和 1.65 次,而 2011—2015 年间最少,平均每年分别出现 0.40 次、0.80 次和 1.20 次,各减少 81.8%、59.0% 和 27.3%。秋、冬、春季的寒潮过程频数占年度总数的百分率年代际特征有明显差异,秋季寒潮过程百分

率从1950年代的37.9%下降到近5 a(2011—2015年)的16.7%,冬季寒潮过程百分率大致呈逐年代

际波动变化,而春季寒潮过程百分率从1950年代的28.4%增加到近5 a的50.0%。

表5 1951—2015年乌鲁木齐市寒潮过程频数的年代际分布

Tab.5 The decadal distribution of frequency of cold wave processes in Urumqi during 1951 – 2015

时段	年均发生 次数 /次	秋季		冬季		春季	
		发生次数 /次	百分率 /%	发生次数 /次	百分率 /%	发生次数 /次	百分率 /%
1951—1960	5.8	2.20	37.9	1.95	33.6	1.65	28.4
1961—1970	4.1	1.80	43.9	1.05	25.6	1.25	30.5
1971—1980	3.6	0.80	22.2	1.55	43.1	1.25	34.7
1981—1990	4.6	1.50	32.6	1.10	23.9	2.00	43.5
1991—2000	4.2	1.50	35.7	1.00	23.8	1.70	40.5
2001—2010	3.0	0.70	23.3	0.90	30.0	1.40	46.7
2011—2015	2.4	0.40	16.7	0.80	33.3	1.20	50.0

3 过程持续日数特征

1951—2015年,乌鲁木齐市265次寒潮过程持续日数在1~8 d,平均2.86 d。其中持续2 d、3 d和4 d的寒潮过程最多,分别出现78次、90次和41次,占寒潮过程总数的29.4%、34.0%和15.5%,合计达78.9%;持续日数6 d及以上的寒潮过程频数极少,均不足2%(表6)。一般、强和特强寒潮过程平均持续日数分别为2.87 d、2.75 d和2.92 d。其中一般与强寒潮过程持续日数均以2~4 d为主,分别占同级别寒潮过程总数的79.6%和80.4%;而特强寒潮过程持续日数以1~3 d为主,合计占特强寒

潮过程总数的76.9%。在寒潮过程相对较多的春季,随寒潮等级逐渐增强,过程持续日数越来越短。秋、冬、春季的寒潮过程平均持续日数分别为3.04 d、3.41 d和2.31 d(表7),冬季平均持续日数最长、秋季次之、春季最短。

表7 乌鲁木齐市年以及季不同等级
寒潮过程平均持续日数(单位:d)

Tab.7 The seasonal and annual average lasting days of cold wave processes with different grades in Urumqi (Unit:d)

季节	一般寒潮	强寒潮	特强寒潮	寒潮
秋季	3.02	2.95	3.22	3.04
冬季	3.35	3.21	3.72	3.41
春季	2.42	2.24	2.05	2.31
年度	2.87	2.75	2.92	2.86

表6 乌鲁木齐市不同持续日数的寒潮过程频数

Tab.6 The frequency of cold wave processes
with different lasting days in Urumqi

过程持续 日数/d	一般寒潮 /次	强寒潮 /次	特强寒潮 /次	寒潮 /次
1	18	7	6	31
2	46	17	15	78
3	52	19	19	90
4	27	9	5	41
5	10	4	4	18
6	2		2	4
7	1		1	2
8	1			1
合计	157	56	52	265

4 降温幅度

4.1 寒潮过程降温幅度

1951—2015年,乌鲁木齐市265次寒潮过程降温幅度平均值为-13.45℃,秋、冬、春季平均值分别为-13.86℃、-14.37℃和-12.54℃,冬季寒潮过程降温最剧烈。从月尺度来看,寒潮过程降温幅度最大是12月,其次是11月和1月。157次一般寒潮过程降温幅度平均值为-12.01℃,秋、冬、春季平均值分别为-12.11℃、-12.75℃和-11.38℃;56次强寒潮过程降温幅度平均为-14.25℃,秋、冬、春季平均值分别为-14.64℃、

-15.06 °C 和 -13.32 °C;52 次特强寒潮过程降温幅度平均 -16.96 °C,秋、冬、春季平均值分别为 -17.81 °C、-18.43 °C 和 -15.34 °C。一般、强和特强寒潮过程均以冬季过程降温最大,春季相对缓和,3 个级别的寒潮过程中冬季与春季的过程降温幅度平均值之差分别为 1.37 °C、1.74 °C 和 3.09 °C。从月尺度来看,一般、强以及特强寒潮过程降温幅度均以 12 月最大(图 2)。

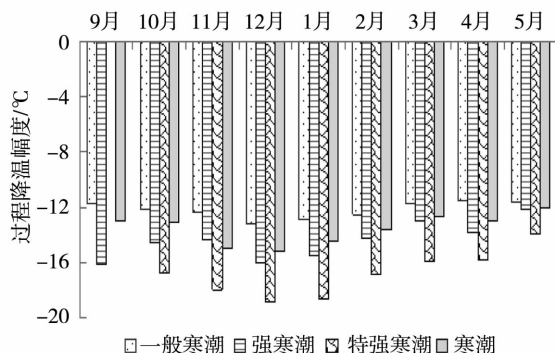


图 2 不同级别寒潮过程降温幅度月际分布
Fig. 2 The monthly distribution of temperature falling range during cold wave processes with different grades in Urumqi

4.2 过程最大 24 h 降温幅度

由图 3 可以看出,1951—2015 年,乌鲁木齐市 265 次寒潮过程的最大 24 h 降温幅度平均值为 -8.64 °C,秋、冬、春季平均值分别为 -8.47 °C、-8.19 °C 和 -9.19 °C,春季 24 h 降温最剧烈。从月尺度来看,寒潮过程最大 24 h 降温最剧烈的是 5 月,其次是 4 月。157 次一般寒潮过程最大 24 h 降温幅度平均值为 -7.62 °C,秋、冬、春季平均值分别为 -7.28 °C、-7.26 °C 和 -8.13 °C;56 次强寒潮过程的最大 24 h 降温幅度平均值为 -9.07 °C,秋、冬、春季平均值分别为 -9.03 °C、-8.40 °C 和 -9.56 °C;52 次特强寒潮过程的最大 24 h 降温幅度平均值为 -11.26 °C,秋、冬、春季平均值分别为 -11.13 °C、-10.67 °C 和 -12.15 °C。一般、强和特强寒潮过程均以春季 24 h 降温幅度最大、冬季相对缓和,一般、强和特强寒潮过程的最大 24 h 降温幅度均以 5 月最大。

4.3 过程最大 48 h 降温幅度

从图 4 看出,1951—2015 年,乌鲁木齐市 234 次寒潮过程的持续日数在 2 d 或以上,其中一般、强和特强寒潮过程分别为 139 次、49 次和 46 次。234 次寒潮过程的最大 48 h 降温幅度平均值为 -11.74 °C,

秋、冬、春季平均值分别为 -11.98 °C、-11.54 °C 和 -11.72 °C,以秋季 48 h 降温最剧烈。从月尺度来看,寒潮过程最大 48 h 降温幅度最大的是 11 月,其次是 4 月。139 次一般寒潮过程最大 48 h 降温幅度的平均值为 -10.39 °C,秋、冬、春季平均值分别为 -10.45 °C、-10.17 °C 和 -10.56 °C,春季寒潮过程 48 h 降温最剧烈;49 次强寒潮过程的最大 48 h 降温幅度平均值为 -12.51 °C,秋、冬、春季的平均值分别为 -13.00 °C、-11.92 °C 和 -12.41 °C,秋季寒潮过程最大 48 h 降温幅度最大;46 次特强寒潮过程的最大 48 h 降温幅度平均值为 -14.97 °C,秋、冬、春季的平均值分别为 -15.03 °C、-14.72 °C 和 -15.23 °C。一般寒潮过程的最大 48 h 降温最剧烈的是 9 月,其次是 4 月;强寒潮过程最剧烈的是 10 月,其次是 9 月;而特强寒潮过程最剧烈的是 1 月,其次是 4 月。

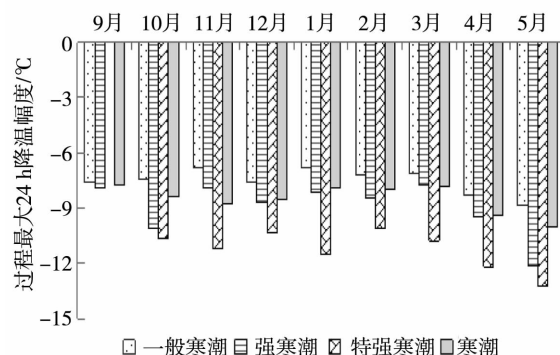


图 3 不同级别寒潮过程 24 h 最大降温幅度月际分布

Fig. 3 The monthly distribution of maximum temperature falling range in 24 hours during cold wave processes with different grades in Urumqi

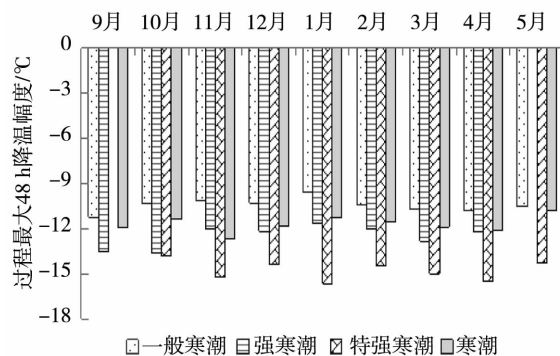


图 4 不同级别寒潮过程 48 h 最大降温幅度月际分布

Fig. 4 The monthly distribution of maximum temperature falling range in 48 hours during cold wave processes in Urumqi

4.4 过程最大72 h降温幅度

1951—2015年,乌鲁木齐市有156次寒潮过程的持续日数在3 d或以上,其中一般、强和特强寒潮过程分别为93次、32次和31次。156次寒潮过程的最大72 h降温幅度平均值为 -13.67°C ,秋、冬、春季平均值分别为 -13.90°C 、 -13.99°C 和 -12.85°C 。寒潮过程最大72 h降温幅度最大的是11月,其次是12月。93次一般寒潮过程最大72 h降温幅度平均值为 -12.20°C ,秋、冬、春季平均值分别为 -12.20°C 、 -12.33°C 和 -12.08°C ;32次强寒潮过程的最大72 h降温幅度平均值为 -14.43°C ,秋、冬、春季平均值分别为 -14.44°C 、 -14.77°C 和 -13.70°C ;31次特强寒潮过程的最大72 h降温幅度平均值为 -17.30°C ,秋、冬、春季平均值分别为 -17.82°C 、 -17.56°C 和 -15.70°C 。一般和强寒潮过程的最大72 h降温幅度以冬季最大,而特强寒潮过程以秋季最大。一般寒潮过程最大72 h降温幅度最大的月份是11月,其次是4月;强寒潮过程最大72 h降温最剧烈的月份是9月,其次是2月;而特强寒潮过程降温最剧烈的月份是1月,其次是11月(图5)。

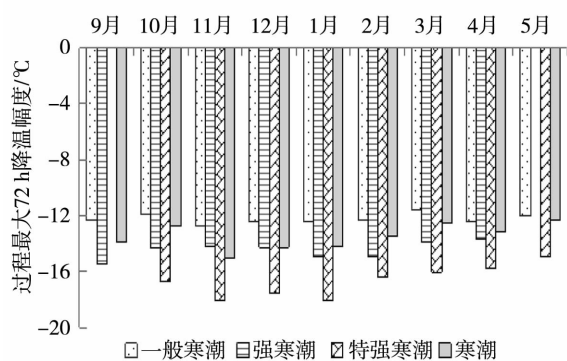


图5 不同级别寒潮过程最大

72 h降温幅度月际分布

Fig. 5 The monthly distribution of maximum temperature falling range in 72 hours during cold wave processes with different grades in Urumqi

5 过程最低气温及其距平

5.1 过程最低气温

1951—2015年,乌鲁木齐市265次寒潮过程最低气温平均值为 -11.55°C ,秋、冬、春季平均值分别为 -8.83°C 、 -24.05°C 和 -4.40°C ,冬季最低,春季最高,两者相差 19.65°C 。1月的寒潮过程最

低气温最低,达 -24.41°C ,5月与9月的寒潮过程最低气温平均值均在 0°C 以上。157次一般寒潮过程最低气温平均值为 -9.74°C ,秋、冬、春季平均值分别为 -5.58°C 、 -22.26°C 和 -3.19°C ,冬季最低,春季最高,两者相差 19.07°C ;56次强寒潮过程与52次特强寒潮过程最低气温平均值分别为 -11.36°C 和 -17.20°C ,冬、春季差值分别为 19.08°C 和 21.69°C 。一般寒潮与强寒潮过程最低气温平均值均以1月最低,而特强寒潮的过程最低气温平均值以12月最低(图6)。

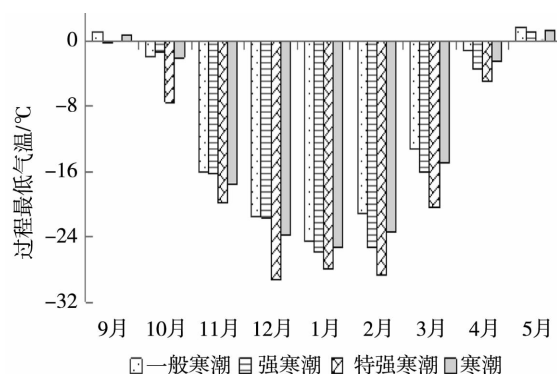


图6 不同级别寒潮过程

最低气温的月际分布

Fig. 6 The monthly distribution of minimum air temperature during cold wave processes with different grades in Urumqi

5.2 过程日最低气温距平最大偏低幅度

1951—2015年,乌鲁木齐市265次寒潮过程日最低气温距平最大偏低幅度平均值为 -8.48°C ,秋、冬、春季平均值分别为 -8.70°C 、 -8.50°C 和 -8.49°C 。寒潮过程日最低气温距平最大偏低幅度以11月最大,其次是5月。157次一般寒潮过程的日最低气温距平最大偏低幅度的平均值为 -7.12°C ,秋、冬、春季平均值分别为 -7.07°C 、 -6.59°C 和 -7.66°C ;56次强寒潮过程的日最低气温距平最大偏低幅度的平均值为 -8.96°C ,秋、冬、春季平均值分别为 -9.01°C 、 -8.85°C 和 -8.98°C ,秋季偏低幅度最大;52次特强寒潮过程的日最低气温距平最大偏低幅度的平均值为 -12.08°C ,秋、冬、春季平均值分别为 -12.89°C 、 -13.64°C 和 -10.57°C ,冬季的距平偏低幅度最大。一般、强和特强寒潮过程的日最低气温距平最大偏低幅度最大的月份是5月、2月和12月(图7)。

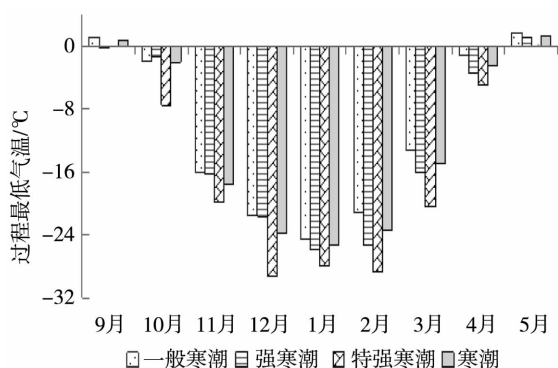


图7 不同级别寒潮过程日最低气温
距平最大偏低幅度月际分布

Fig. 7 The monthly distribution of daily minimum air temperature anomaly maximum low amplitude during cold wave processes with different grades in Urumqi

6 结 论

(1) 1951—2015 年乌鲁木齐市出现寒潮过程 265 次, 平均每年 4.1 次, 一般、强和特强寒潮分别出现 157 次、56 次和 52 次。65 a 来乌鲁木齐市寒潮过程以春季最多, 占 37.2%。寒潮过程频数的月分布呈双峰型, 在 10、11 月和 4、5 月有 2 个高发阶段。一般、强和特强寒潮过程出现最多的月份分别是 4 月、4 月和 11 月。寒潮过程频数异常偏多年与偏少年比较, 偏多年的各月寒潮频数都高于偏少年, 其中春季 4 月的寒潮频数差异最小, 出现寒潮均比较多。偏多年的秋季 10 月和 11 月寒潮过程明显高于偏少年。

(2) 全年以及秋、冬、春季寒潮过程频数的年代际分布特征具有一致性, 1950 年代最多, 近 5 a (2011—2015 年) 最少。各季寒潮过程频数占年总数的百分率的年代际分布有明显差异, 秋季寒潮过程百分率从 1950 年代的 37.9% 下降到近 5 a 的 16.7%, 而春季寒潮过程百分率从 1950 年代的不足 30% 增加到近 5 a 的 50%。

(3) 乌鲁木齐市 265 次寒潮过程的持续日数 1~8 d 不等, 平均 2.86 d, 其中持续 2~4 d 的过程占 78.9%。一般与强寒潮过程持续日数均以 2~4 d 为主, 而特强寒潮过程以 1~3 d 为主。在寒潮过程相对较多的春季, 随寒潮等级从一般、强到特强, 过程持续日数越来越短。

(4) 1951—2015 年, 乌鲁木齐市寒潮的过程降温幅度平均值为 -13.45°C , 以 12 月的过程降温幅度最大。过程最大 24 h 降温幅度平均值为 -8.64°C , 春季 5 月降温最为剧烈。过程最大 48 h、72 h 降温

幅度平均值分别为 -11.74°C 和 -13.67°C , 均以秋季 11 月的降温幅度最大。

(5) 乌鲁木齐市 265 次寒潮过程的最低气温平均值为 -11.55°C , 1 月最低, 达到 -24.41°C , 5 月与 9 月寒潮过程的最低气温平均值均在 0°C 以上。一般和强寒潮过程的最低气温平均值均以 1 月最低, 而特强寒潮过程以 12 月最低。寒潮过程日最低气温距平最大偏低幅度的平均值为 -8.48°C , 一般、强和特强寒潮过程的日气温距平偏低幅度最强的月份分别是 5 月、2 月和 12 月。

参考文献

- [1] 陶诗言. 东亚冬季冷空气活动的研究[Z]. 中央气象局编, 短期预报手册, 1957.
- [2] 李宪之. 东亚寒潮侵袭的研究[A]. 中国近代科学论著选刊——气象学(1919~1949)[M]. 北京: 科学出版社, 1955. 35~117.
- [3] 仇永炎, 刘景秀. 寒潮中期预报研究成果简介[J]. 气象学报, 1985, 43(2): 253.
- [4] 徐羹慧. 寒潮中期预报方案[J]. 气象, 1985, 11(2): 6~10.
- [5] 余鹤书, 李晓东, 张芬馥, 等. 寒潮中期过程的天气统计特征及其预报模型[J]. 气象, 1987, 13(10): 33~36.
- [6] 张家宝, 苏起元, 孙沈清, 等. 新疆短期天气预报指导手册[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1986. 184~217.
- [7] 樊明, 冯军, 尚学军. “2001.4.19”寒潮天气形成过程分析[J]. 气象, 2002, 28(3): 54~57.
- [8] 王锡稳, 孙兰东, 张新荣. 甘肃春季第一场罕见强霜冻、冻害天气的分析[J]. 干旱气象, 2005, 23(4): 7~11.
- [9] 王丽, 韦惠红, 金琪, 等. 湖北省一次罕见寒潮天气过程气温陡降分析[J]. 气象, 2006, 32(9): 71~76.
- [10] 周翠芳, 张广平, 杨海山. 宁夏冬季寒潮天气过程对比分析[J]. 干旱气象, 2009, 27(2): 142~147.
- [11] 张林梅, 庄小翠, 胡磊. 新疆阿勒泰地区一次强寒潮天气过程分析[J]. 干旱气象, 2010, 28(1): 71~75.
- [12] 肉孜·阿基, 李如琦, 唐治. 2011 年初北疆强寒潮过程诊断分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2013, 7(3): 7~12.
- [13] 孙玉莲, 任余龙, 韦伯龙, 等. 甘肃临夏地区 2 次沙尘寒潮天气成因对比[J]. 干旱气象, 2013, 31(1): 150~156.
- [14] 赵玉广, 何丽华, 张南, 等. 河北省寒潮天气形势分析及预报[J]. 干旱气象, 2012, 30(1): 94~99.
- [15] 顾润源, 孙永刚, 韩经纬, 等. 内蒙古自治区天气预报手册[M]. 北京: 气象出版社, 2012. 460~475.
- [16] 陶健红, 王宝鉴, 王隧缠, 等. 甘肃省短期天气预报员手册[M]. 北京: 气象出版社, 2012. 193~207.
- [17] 冯建民, 胡文东, 陈楠, 等. 宁夏气象预报手册[M]. 北京: 气象出版社, 2012. 103~135.
- [18] 张俊兰, 牟欢, 谢霞颖. 北疆寒潮天气分析及预报[J]. 沙漠与绿洲气象, 2015, 9(6): 11~18.
- [19] 刘传凤. 我国寒潮气候评价[J]. 气象, 1990, 16(12): 40~43.
- [20] 王遵娅, 丁一汇. 近 53 年中国寒潮的变化特征及其可能原因[J]. 大气科学, 2006, 30(6): 1068~1076.

- [21] 康志明,金荣花,鲍媛媛. 1951—2006年期间我国寒潮活动特征分析[J]. 高原气象,2010,29(2):420—428.
- [22] 孟祥君,吴正方,杜海波,等. 1961—2010年东北地区寒潮活动的时空特征分析[J]. 干旱区资源与环境,2013,27(1):142—147.
- [23] 刘宪锋,朱秀芳,潘耀忠,等. 近53年内蒙古寒潮时空变化特征及其影响因素[J]. 地理学报,2014,69(7):1013—1024.
- [24] 赵玉广,于长文,何丽华,等. 河北省寒潮的气候特征与冬季增暖[J]. 干旱气象,2012,30(2):244—248.
- [25] 陈豫英,陈楠,马金仁,等. 近48 a宁夏寒潮的变化特征及可能影响的成因初步分析[J]. 自然资源学报,2010,25(6):939—951.
- [26] 白松竹,博尔楠·哈不都拉,谢秀琴. 气候变暖背景下阿勒泰地区寒潮活动变化特征[J]. 冰川冻土,2015,37(2):387—394.
- [27] 姚永明,姚雷,邓伟涛. 长江中下游地区类寒潮发生频次的变化特征分析[J]. 气象,2011,37(3):339—344.
- [28] 钱维宏,张玮玮. 我国近46年来的寒潮时空变化与冬季增暖研究[J]. 大气科学,2007,31(6):1266—1278.
- [29] 林爱兰,吴尚森. 近40多年广东省的寒潮活动[J]. 热带气象学报,1998,14(4):337—343.
- [30] 伍红雨,杜尧东. 1961—2008年华南区寒潮变化的气候特征[J]. 气候变化研究进展,2010,6(3):192—197.
- [31] 郑玉萍,宫恒瑞. 乌鲁木齐市寒潮气候特征分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2015,9(6):56—61.

Climate Characteristics of Frequency and Intensity of Cold Wave Processes in Urumqi During 1951—2015

MAO Wei^{1,2}, CHEN Ying^{2,3}

(1. Institute of Desert Meteorology, China Meteorological Administration, Urumqi 830002, China;

2. Center for Central Asian Atmosphere Science Research, Urumqi 830002, China;

3. Xinjiang Climate Center, Urumqi 830002, China)

Abstract: Based on minimum air temperature of Urumqi meteorological station from January 1st, 1951 to December 31st, 2015, with daily minimum temperature and temperature falling range as indexes, the database of cold wave processes in Urumqi in recent 65 years was built according to the “Grades of cold wave” (GB/T 21987—2008), and the climate characteristics of frequency, lasting days and six intensity elements of cold wave processes were analyzed. The results are as follows: (1) There were 265 times cold wave processes occurring in Urumqi and 4.1 times per year on average in recent 65 years, among them, the general, strong and extra strong cold wave processes were 157, 56 and 52 times, respectively. Cold wave processes often occurred from September to next May, in April it was most with about 18.4%. In more cold wave years, the frequency of cold wave processes was highest in November, conversely, it was highest in April. (2) The annual, spring, autumn and winter frequencies of cold wave process were maximum in the 1950s and minimum in the recent five years (2011—2015). The frequency percentage of cold wave process was falling in autumn, but in spring it increased from 28.4% in the 1950s to 50.0% in recent five years. (3) The mean lasting days of cold wave process was about 2.86 d, it accounted for 78.9% that cold wave processes lasted about 2 to 4 days, and the average lasting periods of general, strong, extra strong cold wave processes were about 2.87 days, 2.75 days and 2.92 days. (4) The mean temperature falling range during cold wave processes in Urumqi was -13.45°C , and in December it was maximum. The maximum temperature falling range of 24 hours, 48 hours and 72 hours was about -8.64°C , -11.74°C and -13.67°C on average, respectively. Temperature falling range of 24 hours was largest in May, and for 48 hours and 72 hours, they were strongest in November. (5) The average minimum air temperature during cold wave processes was -11.55°C . It was lowest in January, and in May and September they were all above 0°C . The average value of daily minimum temperature anomaly maximum low amplitude during cold wave processes was -8.48°C , and it was largest in May, February and December for general, strong and extra strong cold wave process, respectively.

Key words: cold wave process; frequency; lasting days; intensity; Urumqi