

王丹, 张林梅. 阿勒泰地区一次强寒潮天气过程诊断分析[J]. 陕西气象, 2017(2):7-11.

文章编号: 1006-4354(2017)02-07-05

阿勒泰地区一次强寒潮天气过程诊断分析

王 丹, 张林梅

(阿勒泰地区气象局, 新疆阿勒泰 836500)

摘 要:利用 MICAPS 常规资料、新疆阿勒泰地区 6 县 1 市气象站及区域自动站资料, 对 2015 年 12 月 11—13 日阿勒泰地区发生的一次强寒潮天气过程进行诊断分析。结果表明, 天气形势的演变过程为乌拉尔大槽与低纬小槽叠加东移, 使地面强大的高压进入阿勒泰地区, 从而导致阿勒泰地区出现大范围强寒潮天气过程。造成此次大幅度降温的主要原因为前期气温高, 高空冷平流强度大, 地面辐射降温强等。地形对降温也有一定加强作用, 而天气现象则对最低气温出现的时间有一定影响。

关键词:阿勒泰地区; 强寒潮; 欧洲脊; 乌拉尔槽; 冷平流; 辐射降温

中图分类号: P458

文献标识码: A

寒潮是阿勒泰地区经常出现的灾害性天气之一。许多气象研究者对阿勒泰地区寒潮天气过程做出了非常详尽的分析, 李海花等^[1]通过分析天气形势、冷暖平流、垂直速度以及流场特征, 得到阿勒泰地区 2008-04-17 寒潮天气过程降温和大风的成因; 张林梅等^[2]通过分析新疆阿勒泰地区一次强寒潮天气过程中温度平流以及非绝热因子的作用, 得到了强降温的成因, 通过分析高空急流、水汽条件以及动力条件, 得到了降水成因。由于寒潮天气通常包括强降温、大风以及降水等天气现象, 大多气象研究者也经常分析多个天气现象的成因, 从而缺少针对寒潮中出现的单个天气现象更深入的分析。本文通过 2015 年 12 月 11—13 日的天气过程, 针对强降温进行多要素分析, 从而进一步提高寒潮天气中温度降幅的精细化预报水平。

1 天气实况概述

2015 年 12 月 11—13 日, 阿勒泰地区发生一次以强降温为主的强寒潮天气过程。24 h 内 62

个自动站最低气温降幅达 8°C 以上, 其中 34 个自动站最低气温降幅达 10°C 以上, 最大降温幅度为 18.1°C , 出现在富蕴县的吐尔洪乡; 48 h 内 84 个区域自动站最低气温降幅达 8°C 以上, 其中 53 个区域自动站最低气温降温幅度达 10°C 以上, 最大降温幅度为 22.1°C (图 1a)。此次过程中阿勒泰地区大部伴随有少量降水, 个别自动站出现了大风天气。13 日, 全区最低气温普遍在 -15°C 以下, 其中, 富蕴县的吐尔洪乡最低气温达 -33.7°C (图 1b), 突破了 2015 年入冬以来的最低温度。本次天气过程影响范围广、降温幅度大、持续时间长, 由于提前 96 h 进行了准确预报, 相关部门及时做好防御措施, 并无重大灾情发生。

2 资料和方法

本文选用新疆阿勒泰地区 6 县 1 市气象站及区域自动站资料, 运用天气学原理对 MICAPS 中的 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{N}$ 、 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}\text{E}$ 范围内高空、地面天气形势及欧洲中心 (简称“ECMWF”) 客观形势和 T639 模式中 00—03 时的物理量客观场进行分析。

收稿日期: 2016-12-21

作者简介: 王丹(1993—), 女, 新疆阿勒泰人, 大学本科, 助工, 从事天气预报及研究。

基金项目: 新疆维吾尔自治区气象局课题(MS201604); 阿勒泰地区优秀人才创新支持计划项目(阿勒泰地区致灾暴雪与雪灾防御研究)

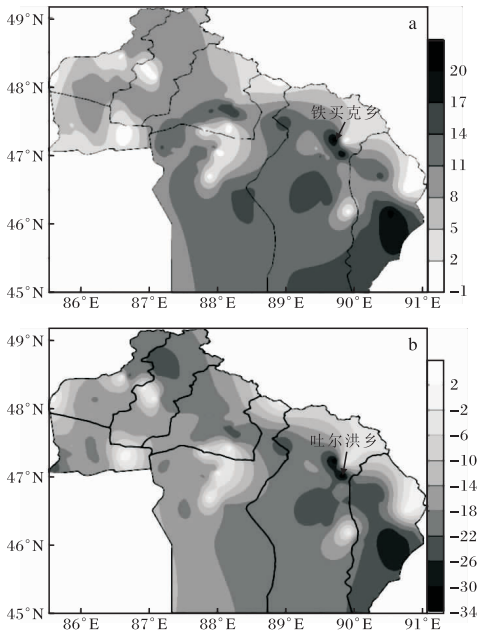


图1 2015-12-11—13阿勒泰地区48 h
降温幅度(a)和13日08时阿勒泰地区自动站
最低温度(单位为 $^{\circ}\text{C}$)(b)

3 形势分析

3.1 500 hPa 环流形势及影响系统演变

7日20时,欧亚范围内环流形势为两脊一槽型。格陵兰岛以北有低涡发展,低涡下游欧洲范围内有欧洲脊伸至格陵兰岛以北。北海以东—乌拉尔山脉为一宽广的槽,槽底位于 50°N 附近,其中心位于新地岛,槽中心强度为496 dagpm。乌拉尔山大槽下游的西伯利亚地区有跨度为5个经距的高压脊,脊的顶部位于泰梅尔半岛以南(图略)。

8日20时,格陵兰岛以北的低涡向东南方向发展,推动欧洲脊向东南方向移动。由于高空温度脊落后于高度脊,大气的斜压性较强,欧洲脊强度加强,径向度加大。欧洲脊前的北风最大风力达 60 m/s ,强劲的北风引导极地冷空气沿脊前西北气流东移南下至乌拉尔槽中并在寒潮关键区^[3]堆积。强盛的冷平流使乌拉尔槽发展加深,槽底伸至 40°N ,中心强度为500 dagpm。同时,乌拉尔槽在发展过程中分裂出一低涡,其中心位于新地岛。而乌拉尔槽下游中西伯利亚附近极地—蒙古的高脊由于暖平流的补充而继续向北伸展,阻挡乌拉尔槽东移。此时,欧亚大陆环流形势发展为有利于寒潮天气发生的倒“ Ω ”型^[3](图2a)。

9日20时,格陵兰岛以北的低涡继续加强并分裂小槽,欧洲脊受小槽入侵,向东南方向移动并减弱,高脊的顶部南落至白海以西,引导巴伦支海附近的冷空气向乌拉尔槽中堆积。同时,欧洲脊在推动乌拉尔槽在向东南方向移动中转竖,转竖后的高脊与咸海东南侧东西向的低槽同位相叠加,槽底伸至 30°N 且等高线密集(图2b),槽底最大风速达 52 m/s 。与乌拉尔槽伴随的冷中心强度达 -36°C 。此时,冷空气堆已基本形成。位于中西伯利亚附近的极地—蒙古的高脊稳定维持,继续阻止乌拉尔槽南下。

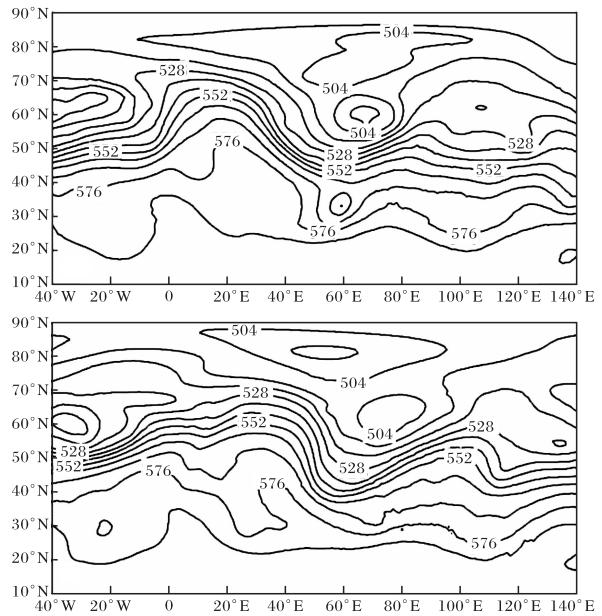


图2 2015-12-08—09 500 hPa 高度场
(单位为dagpm;a为8日20时;b为9日20时)

10日20时,格陵兰岛以北的低涡继续东移南下,中心移至挪威海,欧洲脊崩溃。同时,受新地岛以北低涡影响,极地—蒙古的高脊东移南下并减弱(图3),位于乌拉尔的低槽强度减弱,移速加快,冷空气向南爆发,从而导致11—13日阿勒泰地区的一次大范围的强寒潮天气。

可见,本次天气过程是新疆寒潮三类六型中的欧洲脊类^[4],欧洲脊强烈发展,引导巴伦支海及极地附近的冷空气进入乌拉尔槽中堆积;格陵兰岛以北低涡的侵袭使欧洲脊向东南方向衰减,导致乌拉尔槽东移转竖并与 30°N 附近的低槽同位相叠加;欧洲脊的崩溃和极地—蒙古高压脊的向

南衰退使冷空气向南爆发,造成 11—13 日阿勒泰地区的寒潮天气过程。

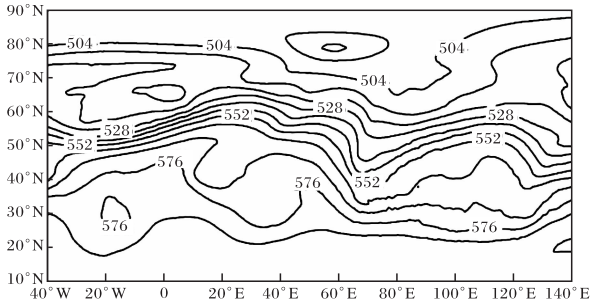


图 3 2015-12-10T20 500 hPa 高度场(单位为 dagpm)

3.2 地面形势分析

此次寒潮天气过程中,地面气压场上位于欧洲中部的冷高压,经里海、黑海和中亚地区进入新疆,为西方路径^[4]。7 日 20 时,位于地中海北部中心为 1 032 hPa 的高压在不断加强并东移,并于 9 日 20 时分裂为两个高压,一个中心位于阿尔卑斯山脉(中心值为 1 040 hPa),另一个中心位于黑海以北(中心值为 1 036 hPa)。此时,冷高压前的冷锋位于巴尔喀什湖以西。10 日 20 时,中心位于黑海以北的高压系统继续东移加强。11 日 20 时,冷高压中心进入阿勒泰地区,中心强度为 1 040 hPa,冷高压前部的冷锋压至阿勒泰地区。12—13 日,高压系统在阿勒泰地区盘踞并加强,中心强度增强至 1 044 hPa(图 4),强大的冷高压及其前部的冷锋是本次寒潮天气发生的重要影响系统。

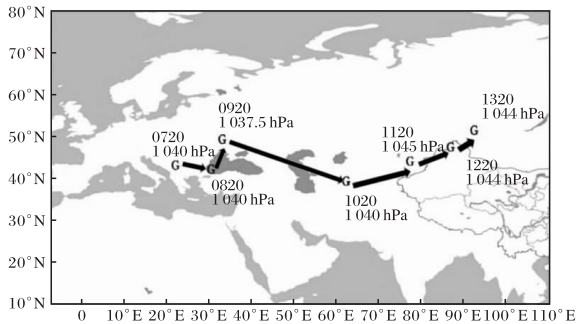


图 4 2015-12-07T20-13T20 高压中心路径图
(G 表示高压中心;图中上行数字表示时间(日时)
下行数字表示高压中心强度)

4 强降温成因分析

根据热流量方程^[2]可知,某地温度的变化主要决定于温度平流和非绝热因子。温度平流主要

考虑平流冷暖性质和强度;非绝热因子考虑辐射、水汽凝结、蒸发和下垫面性质对气温的影响。

4.1 温度平流

本次寒潮天气过程中强盛的冷平流是造成大幅度降温的主要原因。随着冷空气向南爆发,10 日白天,500 hPa 天气图上,阿勒泰西部有强盛的东北—西南向带状冷平流,其中心值达 $-200 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 。11 日 08 时,带状冷平流强度减弱并向东南方向移动,进入阿勒泰地区(图 5a)。14 时,冷平流控制阿勒泰地区西部,其中心强度为 $-40 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 。12 日 02 时,冷平流移至阿勒泰地区东部,其中心强度为 $-20 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 。700 hPa 天气图上,也有冷平流带东移进入阿勒泰地区,其强度不断加强,11 日 20 时,控制阿勒泰地区西部的冷平流中心强度达 $-50 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 。12 日 02 时,冷平流带向东南方向扩张至阿勒泰地区东部,分裂出一个中心值为 $-20 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 的西北—东南向的平流带控制阿勒泰地区东部(图 5b)。850 hPa 上,11 日 08 时 $-20 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 的平流带东移进入阿勒泰地区(图 5c)。因此,高低空都配合有较强的冷平流,可见此次冷空气非常深厚。同时,阿勒泰地区西部的冷平流比东部更加强盛,因此,西部的降温幅度较东部降温剧烈。

4.2 非绝热因子

4.2.1 天气现象对温度变化的影响 非绝热过程中的热量主要是由辐射、水汽相变、乱流传导决定的。因此,天空状况、降水、风速等对于温度都有一定程度影响。由表 1 可知,11 日,阿勒泰地区大部高空有云覆盖且有微到少量的降水,并伴随 4~5 级偏西风。降水较弱,水汽相变引起温度变化不明显,而较厚的云层不利于热量交换,较大的风速也不利于气温大幅变化^[5],因此 11 日温度变化幅度不大。12 日,阿勒泰地区大部为多云天气,但云层不厚且近地面风速减小,高空有强盛的冷平流,冷空气部分下沉并向地表扩散,阿勒泰地区出现大幅度降温。13 日,全地区天气普遍转晴,风力弱,冷空气完全下沉,造成全地区最低温度普遍出现在 13 日。11 日冷平流控制阿勒泰地区西部,因此西部最低温度出现在 12 日早晨,东部 12 日受冷平流控制,其最低温度出现在 13 日早晨。

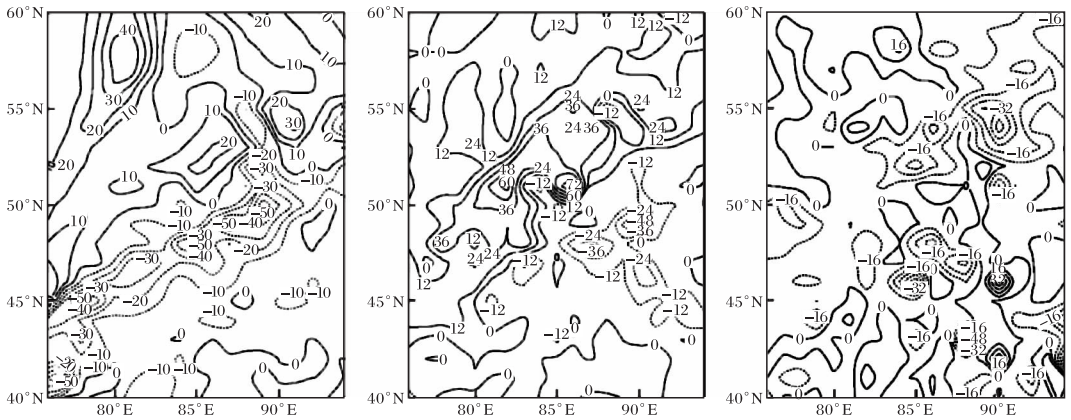


图5 2015-12-11T08 500 hPa 温度平流(a);2015-12-12T02 700 hPa 温度平流(b);
2015-12-11T08 850 hPa 温度平流(c)(单位为 $10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$)

表1 2015-12-11—13 新疆阿勒泰地区天气要素

站号	11日			12日			13日		
	天气现象	极大风速/(m/s)	最低温度/ $^\circ\text{C}$	天气现象	极大风速/(m/s)	最低温度/ $^\circ\text{C}$	天气现象	极大风速/(m/s)	最低温度/ $^\circ\text{C}$
51076	阴天有微量小雪	13.7	-7.8	多云有微量小雪	11.5	-19.6	晴天	2.4	-21.9
51059	多云有微量小雪	10.5	-9.4	多云	6.4	-13.7	晴天	6.9	-13.6
51053	多云有微量小雪	11.0	-7.0	多云	6.0	-13.8	晴天	8.4	-15.4
51060	多云有微量小雪	11.2	-4.8	多云	9.8	-13.2	晴天	9.6	-16.8
51068	多云	15.9	-6.0	多云	12.4	-13.5	晴天	5.3	-16.9
51087	多云	9.2	-7.6	多云	7.4	-17.3	晴天	3.1	-22.5
51186	多云有微量小雪	6.3	-8.6	多云	6.4	-17.8	晴天	3.7	-25.4

4.2.2 下垫面对温度变化的影响 夜间,地面以自身的温度向外辐射长波辐射,从而引起近地层温度变化。天气晴朗时,由于积雪的反射作用,地表接收太阳的短波辐射较少,接收的热量也相应减少,夜间晴朗少云时,由于云量少,其向外发出的长波辐射增强,因此地面降温幅度较大。此次寒潮天气过程中,阿勒泰地区降水虽然不明显,没有新增积雪,但前期全区已有积雪覆盖(积雪深度达5~25 cm)。阿勒泰地区的预报经验表明:冬季地面没有积雪或没有形成稳定积雪时,地面最低气温与850 hPa温度

接近;当地面存在深度不足20 cm积雪时,阿勒泰地区地面最低气温较850 hPa温度低3~6 $^\circ\text{C}$;当积雪深度达到20 cm以上时,阿勒泰地区地面最低气温较850 hPa温度下降8~14 $^\circ\text{C}$,即积雪深度越深,辐射降温作用越明显。另外,冰面也同样具有强烈的辐射降温作用。因此,此次过程中下垫面是造成该地区剧烈降温的因素之一。

4.3 前期温度影响

本次强寒潮天气过程之前,500 hPa高度场上阿勒泰地区受高脊控制。同时,地面气压场上

阿勒泰地区处于 60°N 附近一中心强度为 964 hPa 的低压系统底部,有利的天气形势使阿勒泰地区升温明显。9 日,阿勒泰地区最高温度升至

$-5.1\sim 3.2^{\circ}\text{C}$,与历年同日相比,日平均最高温度偏高 $2.0\sim 8.2^{\circ}\text{C}$ (表 2),前期温度高导致强盛冷空气入侵时温度变化幅度增大。

表 2 2015-12-09 阿勒泰地区六县一市最高温度与历年的比较

$^{\circ}\text{C}$

站号	51076	51059	51053	51060	51068	51087	51186
2015 年	3.2	2.5	1.0	-0.5	-2.3	-0.3	-5.1
历年	-6.7	-4.5	-7.6	-7.9	-8.4	-8.5	-10.4

4.4 地形作用

新疆地域辽阔,地貌类型多样,不同的地形往往可在短距离内造成明显的天气差异。阿勒泰地区测站处于不同的地形之中,有山峰、山谷以及平原等。山峰的“加热作用”以及山谷的“冷湖效应”^[6]使得处于不同地形的测站之间的温度有明显差异。本次寒潮天气过程最低气温出现在富蕴县的吐尔洪乡,降温幅度最大出现在富蕴县的铁买克乡。两者地形较为特殊,都处于山谷之中的盆地,冷空气通过山谷灌入盆地之中,并在此积聚,从而使近地层温度相比其他区域更低。因此地形作用也是造成强降温的原因之一。

5 预报模式对比

本次天气过程中,欧洲中心和 T639 两个模式均提前 72 h 对 500 hPa 天气形势做了较为准确的预报(等高线密度和低槽强度稍有误差),影响系统入境、过境时间均与实况相吻合。欧洲中心模式较 T639 模式,对于小扰动的预报处理更为准确。两个模式对 850 hPa 温度场的预报与实况相比,均有误差,但 T639 的预报值较欧洲中心的预报值更接近实况,欧洲中心模式预报值普遍偏高。对于地面气压场的预报,两者较为一致,但两个模式在各个时效所预报的高压中心强度均比实况弱,且移速较实况稍慢,而高压入境时间两个模式基本与实况吻合。通过实况温度与两个模式所预报的 2 m 温度对比可以发现,预报时效越短,预报越准确,24 h 模式所预报的温度变化趋势与实况较为符合,但其所预报的温度值与实况误差较大。因此,欧洲中心模式和 T639 模式对阿勒泰地区的天气预报各有优缺点,两者结合可

更准确地把握温度变化。

6 小结

(1)本次寒潮天气过程中,低涡的侵袭使欧洲脊逐渐崩溃,推动乌拉尔大槽东移,地面强冷高压中心进入阿勒泰,从而引发 11—13 日阿勒泰地区的寒潮天气过程。

(2)此次天气过程前期气温高,高空冷平流强盛,同时,地面有积雪覆盖,辐射降温强,造成阿勒泰地区大幅度降温。地形对降温也有一定加强作用,而天气现象则对最低气温出现的时间有一定影响。

参考文献:

- [1] 李海花,刘大锋,庄晓翠,等. 阿勒泰地区 2008-04-17 寒潮天气过程分析[J]. 陕西气象,2009(5):12-15.
- [2] 张林梅,庄晓翠,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.
- [3] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理和方法[M]. 北京:气象出版社,2007:267-275.
- [4] 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,1986:184-200.
- [5] 蔡文华,林晶,李文,等. 云、风、湿度对最低气温的影响[C]//华东六省一市农学会. 华东地区农学会学术年会暨福建省科协第七届学术年会农业分会场论文集. 北京:中国农学通报期刊社,2007:203-208.
- [6] 胡隐樵,张强. 兰州山谷大气污染的物理机制与防治对策[J]. 中国环境科学,1999(2):119-122.