

田华,杨晓丹,张国平,等. 2009 年 3 月中旬新疆融雪型洪水气象成因分析[J]. 气象,2011,37(5):590-598.

2009 年 3 月中旬新疆融雪型洪水气象成因分析^{*}

田 华^{1,2} 杨晓丹^{1,2} 张国平^{1,2} 赵琳娜^{1,2} 王 志^{1,2} 赵鲁强^{1,2}

1 中国气象局公共气象服务中心, 北京 100081

2 国家气象中心, 北京 100081

提 要: 利用 1950—2006 年的新疆融雪型洪水灾情资料对新疆地区融雪型洪水发生特点进行了分析。结果表明:新疆地区融雪型洪水多发生在天山北坡,特别是伊犁河谷和塔城地区是融雪型洪水的多发区域。3 月中旬到 4 月上旬为融雪型洪水的多发时期。在此基础上,从气候背景、天气诊断分析等方面对 2009 年 3 月中旬融雪型洪水的气象成因进行了分析和研究,得出:2009 年 2 月降水明显偏多为 3 月中旬融雪洪水的发生提供了基础条件,而 3 月中旬冷空气过后气温持续迅速回升是此次融雪洪水发生的主要气象因素。持续迅速升温过程中,平均气温由负转正、最高气温高于 5℃ 以及暖平流中心出现时间对融雪型洪水预报具有指示意义。

关键词: 新疆, 融雪型洪水, 成因

The Possible Weather Causes for Snowmelt Flooding in Xinjiang in Mid-March 2009

TIAN Hua^{1,2} YANG Xiaodan^{1,2} ZHANG Guoping^{1,2}
ZHAO Linna^{1,2} WANG Zhi^{1,2} ZHAO Luqiang^{1,2}

1 CMA Public Meteorological Service Centre, Beijing 100081

2 National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: Using the snowmelt flooding disaster data from 1950 to 2006, snowmelt flooding characteristics of the Xinjiang region were analyzed. The results indicate that snowmelt flooding over Xinjiang region usually occurred in the northern slope of Tianshan Mountains, especially in the Ili River Valley and Tacheng area, while snowmelt flooding most easily occurred for the time from mid-March to early April. On the basis of it, climate background, weather process, diagnostic analysis were analyzed on the possible weather causes for snowmelt flooding occurring in mid-March 2009. Finally we can see the basic condition for snowmelt flooding occurrence that the rainfall in February 2009 was obviously more than the average value in the same period of the past years, and air temperature rapidly and continually increased after the cold air passing through, all these may be the most possible causes for the snowmelt flooding in mid-March 2009. During the durative and rapid heating process, the time for mean temperature being higher than 0℃, the highest temperature being higher than 5℃ as well as warm advection center appearing has the instructive significance to snowmelt flooding forecasting.

Key words: Xinjiang, snowmelt flooding, weather causes

* 公益性行业科研专项“交通运输高影响天气预警技术研究”(GYHY200906037-02)、“十一五”国家科技支撑计划重大项目“山区公路网安全保障技术与示范工程”(2009BAG13A02)、中国气象局“十一五气象监测与灾害预警工程”项目、国家气象中心应用气象科研团队课题、2009 年国家气象中心预报员专项课题共同资助

2010 年 5 月 25 日收稿; 2011 年 2 月 16 日收修定稿

第一作者:田华,主要从事应用气象领域预报分析和研究工作,Email:tianhl@cma.gov.cn

引 言

融雪型洪水是新疆地区多发的气象灾害,每年都会给公路交通、下游水库、渠道等工程设施和人民生命财产的安全等造成损失。随着社会经济的发展,灾害带来的损失也与日俱增。因此,研究融雪型洪水的发生规律和气象成因,探讨此类灾害的可预报性,对于新疆地区融雪洪水的防灾、减灾工作显得十分重要和有意义。有关新疆地区的洪水成因和特征、防治对策等研究工作已有一些成果^[1-3]。还有一些学者利用水文和气象资料,通过多种方法探讨新疆地区融雪洪水预报的指标和预报方法,对实现融雪型洪水的预报预测有着重大的借鉴意义。如吴素芬等^[4]依据水文观测资料,对北疆地区发生融雪洪水前期气温、降水、积雪和诱发洪水的升温条件进行了分析,得出了发生融雪洪水的定量指标;张俊岚等^[5]提出用卫星遥测估算融雪径流量新方法;李云华等^[6]利用水文资料对 2005 年 3 月军塘湖河融雪洪水个例进行了分析,从洪水特性方面探讨融雪洪水发生的一般规律;隗经斌^[7]运用成因分析法和相关分析法对军塘湖河量级较大的典型融雪洪水个例进行了分析并探讨了洪水预测方法;魏守忠等^[8]建立了气象资料和洪水量统计模型方程。杨绍富等^[9]分析了军塘河流域土壤湿度在融雪期的变化情况以及与土壤温度和气温之间的关系,王云丰^[10]研究了人类活动对季节融雪的影响,构建了定量评价方法。以上分析研究多是从水文角度,以洪水径流预报为主。本文从天气角度出发,利用多种资料分析新疆地区融雪洪水发生特点,在此基础上从气候背景、天气诊断分析等方面对 2009 年 3 月中旬北疆地区的融雪洪水气象成因进行分析和研究,探讨此类灾害的预报指标,拟为有效地防范融雪洪水灾害提供帮助。

1 灾情实况

2009 年 3 月中旬北疆地区伊犁哈萨克自治州、博尔塔拉蒙古自治州、塔城地区等地相继发生融雪型洪灾。3 月 14—17 日,伊犁河谷尼勒克县曾多次发生融雪型洪涝灾害,造成该地 113.3 hm² 冬小麦和饲草料地被淹,直接经济损失 100 余万元。同在伊犁河谷的新源县、巩留县也遭遇融雪洪水。16

日,新疆自治区天山山区附近的裕民县发生融雪型洪涝灾害,阿勒腾也木勒乡、江格斯乡、新地乡、吉也克乡受灾严重,其中阿勒腾也木勒乡最为严重,洪水流量达到 41 m³ · s⁻¹。部分农作物、塑料大棚、农田被淹,民房和道路被水冲毁,1 人死亡,1 人失踪;农业受灾面积 415 hm²,绝收面积 15 hm²。托里县也于 16 日晚间遭受融雪型洪灾,造成直接经济损失近 100 万元。

2 资料介绍

文中所用资料如下:

- (1) 1950—2006 年新疆融雪型洪水灾害资料。
- (2) 1951 年 1 月至 2009 年 3 月的塔城、托里、伊宁、乌鲁木齐、尼勒克、巩留、新源、裕民 8 站的逐日平均气温、最高气温、降水量数据。
- (3) 2009 年 2 月 28 日至 3 月 19 日新疆地区 NOAA 卫星积雪面积监测数据,分辨率 5 km×5 km。
- (4) 2009 年 3 月 12—17 日 T639 数值模式客观分析场资料,分辨率 0.235°×0.235°,时间间隔 12 小时。

3 新疆融雪型洪水发生特点

利用 1950—2006 年新疆融雪型洪水灾害资料对新疆融雪洪水多发地区和多发时间等进行了统计。图 1 是新疆地形和融雪型洪水多发区域图。由

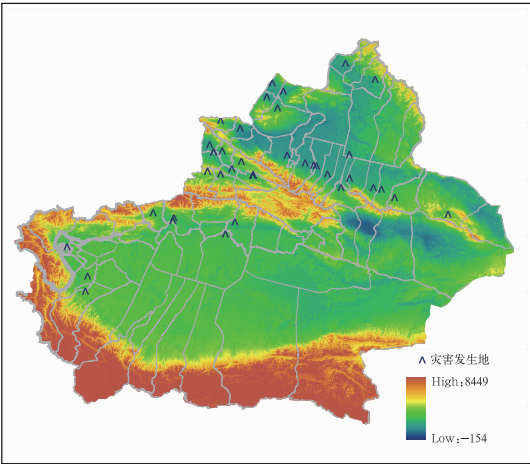


图 1 新疆地形和融雪型洪水多发区域图
星点为灾害发生点,共 43 个

Fig. 1 The terrain and the occurrence area of snowmelt flooding in Xinjiang region from 1950 to 2006
Star dots represent the position of snowmelt flooding occurring, totally 43

图可知,融雪型洪水多发生在天山北坡,特别是伊犁河谷和塔城地区是融雪性洪水的多发区域。这是由于上述地区三面环山,地势整体来说东高西低,当积雪融化时,积雪融水可沿山坡快速流下,在浅山丘陵地区迅速汇集,造成排泄不畅,形成洪水,而新疆的居民点、经济发达地区及公路主要布设在河谷、山麓及冲积扇等水源充足的地带,人们多依山傍水而居,因此常遭受洪水的破坏。

图 2 为 1950—2006 年新疆地区融雪型洪水多发时间和持续时间分析图。可见,新疆地区融雪型洪水从 2 月中旬至 5 月中旬都可发生,但多集中在 3 月中旬至 4 月上旬,其中 3 月下旬最多发。这是由于该段时期正是季节转换时期,气温变化幅度大,急剧的升温易导致积雪融化形成洪水。从融雪洪水持续时间来看,主要在 5 天以内,其中 1 天左右的洪水较多。但是持续时间长的洪水也时有发生。

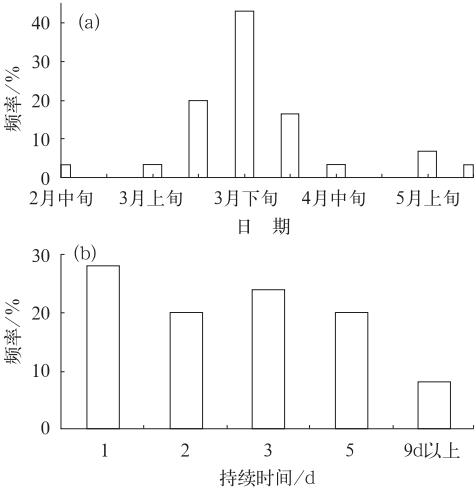


图 2 1950—2006 年新疆地区融雪型洪水多发时间(a)和持续时间(b)统计图
样本数 33 个

Fig. 2 Statistics of occurrence time (a) and duration (b) of snowmelt flooding for Xinjiang region from 1950 to 2006
33 samples

4 2009 年 3 月融雪型洪水成因分析

4.1 前期降水和温度特征

前期天气的中长期变化可以影响入春前积雪深度和积雪面积,因此从中找出融雪型洪水发生前的天气特点,对于防范和避免洪水影响有重要的意义。冬季降水和气温是影响积雪的主要因素。相关研

究^[11-12]指出冬季气温偏高可导致春季融雪在时间上的提前。而冬季降水的多寡与积雪深度关系密切,可以反映入春前积雪的厚薄^[4]。本文选用塔城、托里、伊宁、乌鲁木齐、尼勒克、巩留、新源、裕民 8 站,对 2009 年冬季(2008 年 12 月至 2009 年 2 月)北疆地区的气温、降水情况(表 1)进行了分析。

表 1 2009 年冬季气温、降水实况
Table 1 Influence of the temperature and rainfall for 8 stations in the northern Xinjiang during 2009 winter

月份	站名	月气温/℃			月降水/mm			
		实况	平均	距平	总量	平均	距平	距平/%
12 月	乌鲁木齐	−8.2	−10.4	2.2	12.7	17.8	−5.2	−30
	塔城	−6.1	−8.2	2.1	4.6	27.4	−22.8	−80
	托里	−7.7	−9.2	1.4	4.1	10.0	−5.9	−60
	裕民	−6.6	−7.6	1.0	7.4	22.3	−1.9	−67
	伊宁	−2.7	−5.2	2.5	6.4	24.9	−18.5	−70
	尼勒克	−3.5	−7.0	3.5	6.4	84.9	−78.5	−92
	巩留	−1.9	−6.2	4.2	7.8	15.3	−7.5	−49
	新源	−1.2	−3.8	2.8	13.9	22.4	−8.5	−38
1 月	乌鲁木齐	−9.4	−13.3	3.9	6.9	11.9	−5.0	−40
	塔城	−7.3	−10.9	3.8	35.8	18.6	17.2	90
	托里	−8.4	−11.3	2.9	6.8	6.2	0.6	10
	裕民	−7.2	−10.1	2.9	29.4	15.4	14.0	91
	伊宁	−5.1	−8.8	3.7	9.9	20.4	−10.6	−50
	尼勒克	−3.5	−7	3.5	7.8	14.3	−6.5	−46
	巩留	−4.4	−10	5.6	2.7	12.2	−9.5	−78
	新源	−2.2	−6.6	4.4	7.7	15.9	−8.2	−51
2 月	乌鲁木齐	−8.4	−10.4	2.0	12.6	13.4	−0.8	−10
	塔城	−8.3	−8.8	0.5	28.2	17.2	11.1	60
	托里	−8.2	−9.9	1.7	16.5	7.0	9.4	130
	裕民	−6.9	−8.4	1.5	28	15.4	12.6	82
	伊宁	−0.5	−5.8	5.3	25.7	20.2	5.5	30
	尼勒克	−3.1	−7.6	4.5	31.2	13.9	17.3	124
	巩留	−0.6	−6.6	6.0	30.3	11.9	18.4	155
	新源	−0.6	−4.4	3.8	46.3	15.6	30.7	197

从表 1 中可以看出,乌鲁木齐、塔城、托里、裕民、伊宁、尼勒克、巩留、新源 8 站,2009 年冬季月平均气温较历史同期明显偏高,偏高幅度约在 2~5 ℃ 左右。同时,由于伊宁、尼勒克、新源、巩留纬度较其他站偏南,平均气温偏高幅度更加明显。而月降水量各站则是从 12 月至 2 月呈逐渐增加趋势。2 月除乌鲁木齐较历史同期偏少外,其他站均较历史同期偏多;特别是托里、裕民、尼勒克、巩留、新源 5 站降水量偏多接近或多于 1 倍。可见,2009 年 2 月降水较历史同期明显偏多为融雪洪水的发生提供了基础条件。

4.2 天气形势分析

图 3 为 2009 年 3 月 12—17 日 500 hPa 位势高

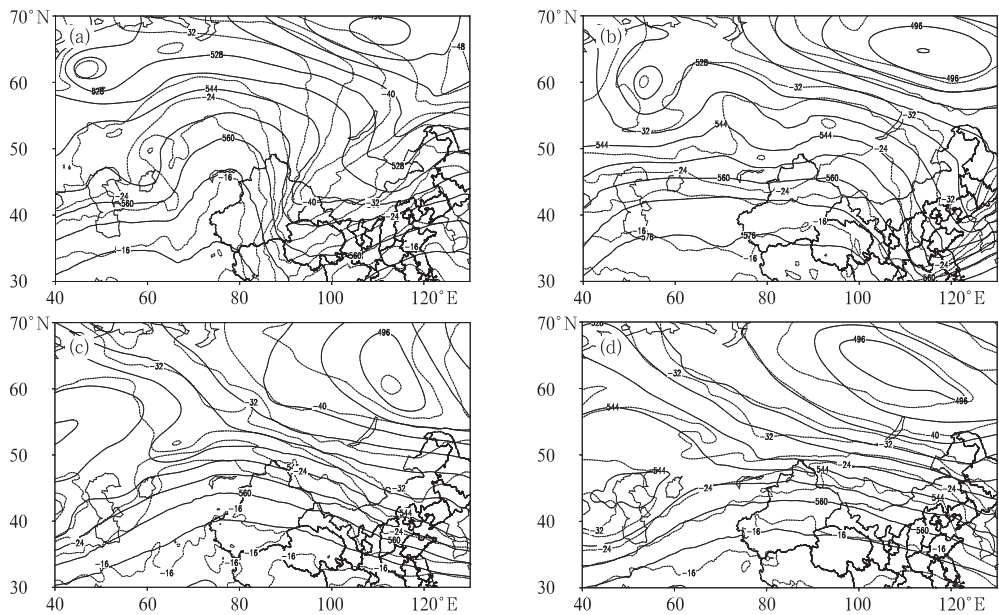


图 3 2009 年 3 月 12—17 日 500 hPa 位势高度场
(实线,单位:dagpm)和温度场(虚线,单位:℃)
(a) 12 日 08 时, (b) 13 日 20 时, (c) 16 日 08 时, (d) 17 日 08 时
Fig. 3 The height field of 500 hPa (solid line, unit: dagpm) and temperature field
(dash line, unit: °C) during the period of 12 to 17 March 2009 for
(a) 08:00 BT 12, (b) 20:00 BT 13, (c) 08:00 BT 16, and (d) 08:00 BT 17

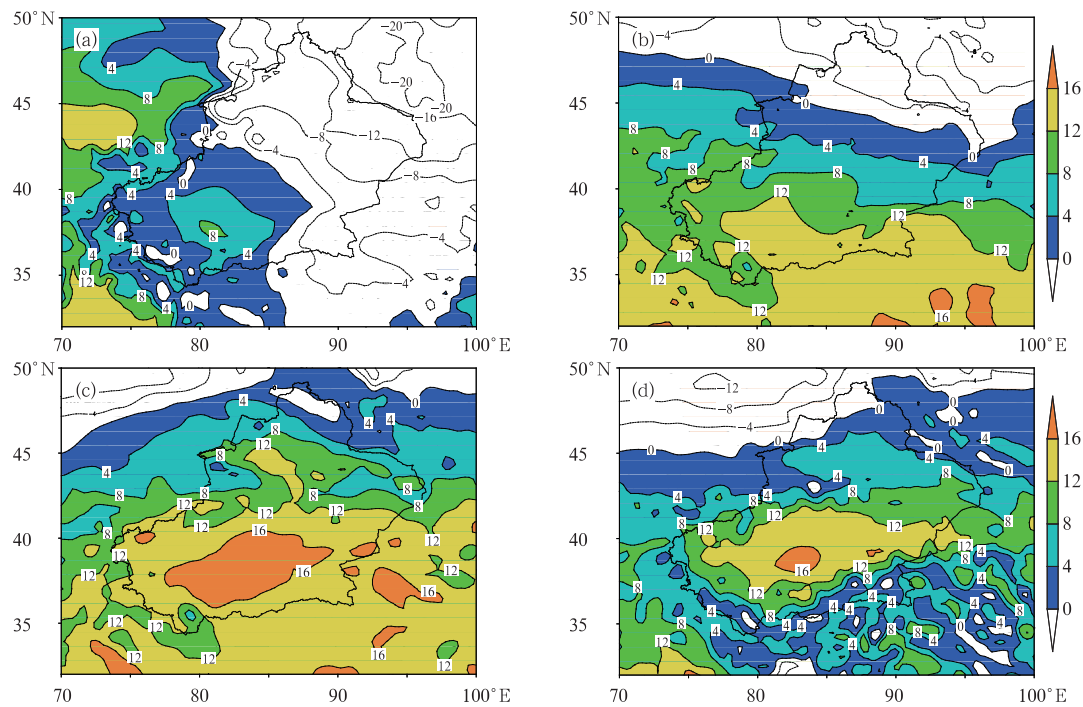


图 4 2009 年 3 月 12—17 日 850 hPa 温度场(单位:℃)
(a) 12 日 08 时, (b) 14 日 20 时, (c) 16 日 20 时, (d) 17 日 08 时
Fig. 4 The temperature field of 850 hPa (unit: °C) during the period of 12 to 17 March 2009 for
(a) 08:00 BT 12, (b) 20:00 BT 14, (c) 20:00 BT 16, and (d) 08:00 BT 17

度场和温度场。由图可知,12 日环流形势呈两槽一脊型。贝加尔湖北部为低涡,贝加尔湖以西到新疆西部地区为深厚的低槽,乌拉尔山西部地区有一切断低压存在,巴尔喀什湖附近地区为广阔的脊区。13 日受切断低压分离的冷空气东移影响,巴尔喀什湖脊东减弱,巴尔喀什湖以东地区受平直的风

气流控制。14—16日切断低压南压到里海北部并向西南方向强烈伸展,西部阻塞高压生成发展,受上游系统影响巴尔喀什湖高压脊发展维持。17日切断低压受高压脊前暖平流影响减弱为浅槽快速东移,槽前西南暖湿气流与北方冷空气共同影响导致新疆北部出现降水天气。总体来看,12—17日欧亚大陆环流形势处于经向型向纬向型调整期,此期间贝加尔湖北部的低涡稳定并不断加强发展,切断低压南压加强发展,使得巴尔喀什湖高压脊稳定维持,新疆北部地区一直受高压脊或脊前的西北气流控制,有利于持续升温。

从850 hPa温度场上看(图4),12日08时巴尔喀什湖南部有一个暖中心,中心温度为 12°C , 0°C 线沿塔里木盆地东北边缘向北延伸,天山以北地区温度都处于 0°C 以下(图4a)。14日20时 0°C 线北抬至天山北部 45°N 附近。北疆伊犁河谷地区处于

$4\sim 8^{\circ}\text{C}$ 线控制中(图4b)。15—16日 0°C 线北抬至 50°N 附近,整个新疆都处于暖区控制中(图4c)。塔城、伊犁地区处于 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$ 的暖区中。17日08时受冷空气影响 0°C 线南压至 45°N 附近(图4d),北疆地区持续升温过程结束。700 hPa温度场与850 hPa温度场变化趋势一致(图略)。3月14—16日,北疆塔城、伊犁地区850和700 hPa为一致的暖区,温度都在 0°C 以上。

对比12日和17日北疆部分地区的积雪面积图(图5)看到,巩留、新源、尼勒克、托里、裕民6县积雪面积17日较12日明显减少。计算发现,尼勒克县3月14—16日3天内积雪面积减少了 1805 km^2 ,新源在16日积雪面积急剧减少了 2183 km^2 。可见,持续迅速升温后,短时内急剧融化的积雪形成了较大的融水,加上6县三面环山,地势陡峭,融水快速汇集导致洪水的发生。

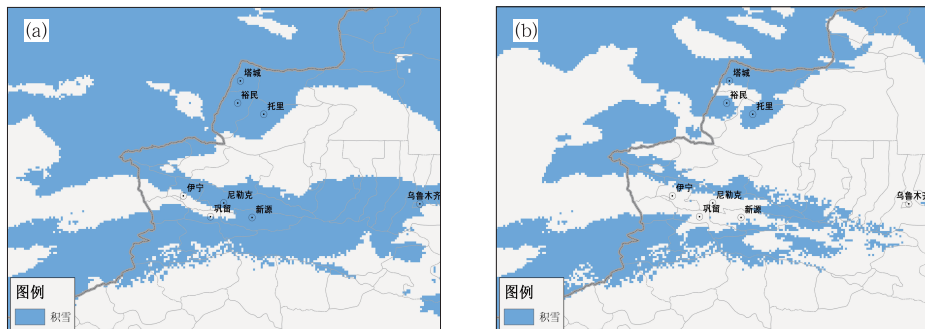


图5 北疆部分地区卫星遥感积雪面积图(单位: km^2)

(a) 2009年3月12日, (b) 2009年3月17日

Fig. 5 Snow area of satellite remote sensing in the northern Xinjiang (unit: km^2)

(a) 12 March 2009, (b) 17 March 2009

4.3 气象因子分析

图6a为北疆塔城、裕民、托里、伊宁、尼勒克、新源、巩留7县2009年3月1—19日的降水量变化图。受强冷空气影响,7—9日北疆地区出现降雪天气,裕民、伊宁、尼勒克、托里、巩留过程降雪达中到大雪量级,新源、塔城达暴雪量级,此次降雪过程对上述地区的积雪起到了补充作用。另外,尼勒克、新源、裕民、巩留等地在16—17日都有降雨出现,吴素芬等^[4]指出升温后降雨对洪水作用非常明显,不仅可促进积雪融化,而且能增加洪峰流量。可见,16—17日的降雨也是融雪洪水发生的一个有利因素。

新疆3月月平均气温为 4.6°C ,较常年同期偏高 2.9°C ^[13],月内冷暖起伏大^[14]。从图6b和6c上可以看出,3月1—19日塔城、托里、裕民、伊宁、新源、巩留、尼勒克的平均气温变化呈两峰一谷型变

化,即3月初气温呈缓慢上升状态,3月8—11日受强冷空气的影响气温迅速下降 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ 左右,而后气温又迅速上升。16日塔城、托里平均温度达最高,分别为 7.6 和 8.1°C ,裕民17日平均温度达最高为 7°C ,3站平均升温幅度为 $3\sim 3.3^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}^{-1}$ 。伊宁、新源、巩留、尼勒克4站平均气温较塔城、托里和裕民3站偏高 6°C 左右,16日伊宁和尼勒克平均气温达最高分别为 11.2 和 10°C ,新源和巩留2站17日平均气温达最高分别为 12.5 和 10.5°C ,4站平均升温幅度达 $2\sim 2.2^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}^{-1}$ 。7站从12日开始连续升温 $5\sim 6$ 天。

从图6b和6c分析发现托里、塔城、裕民3站从3月15日开始平均气温由负转正。而16日塔城地区的裕民和托里县发生了融雪洪水。伊宁、新源、巩留、尼勒克4站从3月12日开始平均气温由负转正,从14日开始平均气温接近或高于 6°C ,持续到

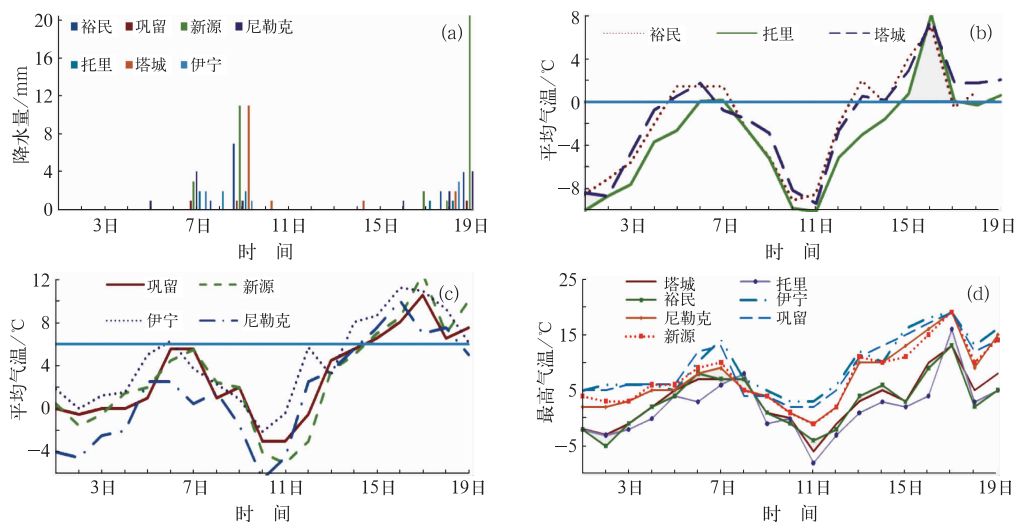


图 6 2009 年 3 月 1—19 日北疆融雪型洪水发生地区降水量(a), 平均气温变化(b,c)及最高气温(d)变化图

Fig. 6 The changes of rainfall (a), mean temperature (b,c) and maximum temperature (d) for snowmelt flooding occurring areas in the northern Xinjiang during 1 to 19 March 2009

19 日。而伊犁地区恰好在 14—17 日发生了融雪洪水。从最高气温变化情况(图 3d)来看,最高气温变化趋势与平均气温变化一致。融雪洪水发生时塔城、裕民、托里 3 站最高气温在 5℃以上,而伊宁、巩留、新源、尼勒克 4 站最高气温在 10℃以上。可见,本次融雪型洪水与气温变化密切相关。平均气温和最高气温对于融雪洪水预报具有指示意义。在连续或急剧升温的过程中,平均气温由负转正和最高气温高于 5℃极易导致融雪洪水的发生。而伊犁地区由于纬度偏南,特别要关注平均气温高于 6℃和最高气温高于 10℃后的持续或急剧的升温。

由热力学能量方程^[15-16]可知,温度平流、垂直运动和非绝热因子是影响温度局部变化的主要因素。图 7 为 2009 年 3 月 12—17 日沿 83°E 温度平流时间-经度的剖面图。由图可知,伊犁地区(43°~44°N,地形高度 1500~3000 m 左右)附近 700 hPa 11 日 20 时至 17 日 20 时为暖平流,暖中心出现在 13 日 20 时至 14 日 08 时,强度为 4℃/6 h。而塔城地区(46~47°N,地形高度 500~1500 m 左右)附近 850 和 700 hPa 13 日 08 时至 16 日 08 时也为暖平流,16 日 08 时以后 700 hPa 变为冷平流。700 和 850 hPa 暖中心分别出现在 15 日 20 时和 16 日 20 时,暖中心强度均为 2℃/6 h。

对照温度变化分析发现,700 和 850 hPa 暖平流的出现时间与伊犁地区和塔城地区升温过程对应得很好,特别是暖平流中心(强度大于 2℃/6 h)出现的时间与融雪洪水发生的时间接近。暖平流中心

(强度大于 2℃/6 h)出现时间可作为融雪洪水预报的一个参考指标。

0℃层高度反映了零度等温线达到的高度,对于高山雪线高度和洪水预报起着重要的作用。新疆一些台站也应用 0℃层高度作为指标来反映融雪对流量的贡献,定性预报洪水^[17-18]。表 2 为 2009 年 3 月 12—17 日塔城和伊宁 0℃层高度。由表可知,塔城 0℃层高度从 15 日夜间开始由 500 m 左右迅速升高到 2000 m 以上,并且一直持续到 16 日夜间,之后迅速下降到 1000 m 以下;而伊宁 0℃层高度则从 13 日夜间开始达 2000 m 左右,15—16 日 0℃层高度达 3000 m 以上,17 日略有下降维持在 2000 m 左

表 2 2009 年 3 月 12—17 日塔城和伊宁两站 0℃层高度(单位:m, —表示缺测)

Table 2 The height of 0℃ level for Tacheng and Yining Stations from 12 to 17 March 2009 (unit: m, — means data missing)

时间	塔城	伊宁
12 日 08 时	810	3190
12 日 20 时	953.33	3406.25
13 日 08 时	1116.67	713.33
13 日 20 时	830	1885
14 日 08 时	—	1962.5
14 日 20 时	670	2342.5
15 日 08 时	582.5	—
15 日 20 时	2012.86	3450
16 日 08 时	2128.57	3126.15
16 日 20 时	2430	3020
17 日 08 时	963.33	2020
17 日 20 时	616.67	1776

右。两站在洪水发生时期,0℃层高度都在2000 m以上,即850和700 hPa高度附近。可见,850和700 hPa暖平流对此次升温贡献显著,暖平流的出现引发了高空升温,使得中、低山带的积雪随着气温的迅速回升而融化,形成融雪洪水。

为了进一步验证上述观点,本文对塔城、托里、裕民、伊宁、新源、巩留、尼勒克7地历史融雪型洪水发生时的平均气温、最高气温和有无降水情况进行了统计分析(表3)。从平均气温转正后的变化特点来看,

塔城、托里、裕民地区融雪洪水都发生在平均温度转正后,但持续时间长短不一,最长7天,最短1天。这与气温的升温剧烈程度有关。伊宁、尼勒克和巩留地区如1985年和2005年平均温度高于6℃就有融雪型洪水发生,而新源地区在平均气温高于6℃且持续了4天后发生融雪洪水。另外,上述地区融雪洪水发生时大多伴有降水出现。可见,平均气温由负转正、最高气温高于5℃和升温后降水是北疆地区塔城和伊犁地区融雪型洪水预报的关注点。

表 3 北疆塔城和伊犁地区融雪性洪水发生时平均气温、最高气温和降水情况
Table 3 Statistics of mean temperature, duration, maximum temperature and rainfall for snowmelt flooding occurrence in Tacheng and Ili region of Xinjiang from 1950 to 2006

地点	灾害发生时间	平均气温变化	持续时间	最高气温	有无降水
塔城	1966年3月15—16日	温度转正	持续5天	高于5℃	有
	1977年3月29—31日	温度转正	持续5天	高于5℃	
	2005年3月7—12日	温度转正	持续5天	高于5℃	有
托里	1993年3月26日—4月3日	温度转正	持续7天	高于5℃	有
	1999年4月3—4日	温度转正	持续2天	高于5℃	
裕民	1991年3月17日	温度转正	持续1天	高于5℃	
伊宁	1985年3月27日—4月3日	温度高于6℃		高于10℃	有
新源	2005年3月11—17日	温度高于6℃	持续4天	高于10℃	有
巩留	2005年3月11—17日	温度高于6℃		高于10℃	有
尼勒克	2005年3月11—17日	温度高于6℃		高于10℃	有

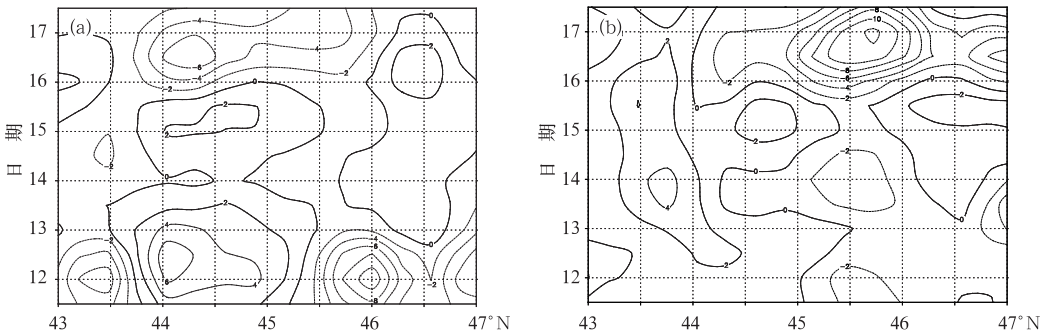


图 7 2009 年 3 月 12—17 日沿 83°E 温度平流随时间-纬度的剖面(单位:℃/6 h)
(a) 850 hPa; (b) 700 hPa
Fig. 7 The time-latitude section of temperature advection along 83°E from 00 UTC 12 to 00 UTC 17 March 2009 (unit: °C/6 h) for (a) 850 hPa, (b) 700 hPa

5 预报参考指标检验

2010 年 3 月新疆多地出现融雪洪水灾害,其中 3 月 10—11 日伊犁察布查尔县、3 月 17—18 日塔城托里、裕民、额敏县、3 月 21 日伊犁尼勒克县遭受融雪洪水袭击。表 4 为利用实况气温、降水资料以及 T639 模式客观分析场资料得出的上述融雪洪水发

生地区 3 月 8—21 日的平均气温、最高气温、降水以及暖平流指标信息情况。从表 4 中可以看出托里、裕民、额敏、尼勒克 4 地平均气温、最高气温以及暖平流指标出现时间都在融雪洪水发生前的一或两天内,具有明显的指示意义,而伊犁察不查尔县暖平流指标不明显,滞后于融雪洪水发生时间。另外,降雨指标在上述地区融雪发生前或发生时都有出现,可见降雨融雪作用非常显著。通过以上检验可以看出,

表 4 2010 年 3 月 8—21 日尼勒克、察布查尔、托里、裕民、额敏 5 县最高气温 ($T_{\max}$)、
平均气温 (T_{mean})、降水、温度平流 (T_{adv}) 指标实况 (1 表示指标出现)

Table 4 The reference index of maximum temperature ($T_{\max}$), mean temperature (T_{mean}), rainfall, and temperature advection (T_{adv}) for 5 stations from 8 to 21 March 2010 (1 means that the index starts to occur)															
站点	参考指标	8 日	9 日	10 日	11 日	12 日	13 日	14 日	15 日	16 日	17 日	18 日	19 日	20 日	21 日
尼勒克	$T_{\max} \geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$		1							1	1		1		
	$T_{\text{mean}} \geq 6\text{ }^{\circ}\text{C}$				1						1		1		
	$T_{\text{adv}} \geq 2\text{ }^{\circ}\text{C}/6\text{h}$				1	1	1	1	1	1		1			
	有无降雨			1	1	1			1			1			1
察布查尔	$T_{\max} \geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	1	1	1	1			1		1	1	1	1	1	
	$T_{\text{mean}} \geq 6\text{ }^{\circ}\text{C}$		1	1	1	1				1	1	1	1	1	
	$T_{\text{adv}} \geq 2\text{ }^{\circ}\text{C}/6\text{h}$					1	1						1		
	有无降雨			1	1	1			1			1	1	1	
裕民	$T_{\max} \geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$				1					1	1		1	1	
	$T_{\text{mean}} \geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$									1	1	1	1	1	
	$T_{\text{adv}} \geq 2\text{ }^{\circ}\text{C}/6\text{h}$										1	1			
	有无降雨											1	1	1	
托里	$T_{\max} \geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$										1	1		1	
	$T_{\text{mean}} \geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$										1	1		1	
	$T_{\text{adv}} \geq 2\text{ }^{\circ}\text{C}/6\text{h}$							1	1	1	1	1	1	1	
	有无降雨					1						1			
额敏	$T_{\max} \geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$									1	1		1	1	
	$T_{\text{mean}} \geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$									1	1	1	1	1	
	$T_{\text{adv}} \geq 2\text{ }^{\circ}\text{C}/6\text{h}$				1	1					1	1			
	有无降雨											1	1	1	

平均气温、最高气温、暖平流以及降雨指标对 2010 年新疆融雪洪水的预报有一定的参考意义。但是否具有广泛的参考意义,有待于结合更多的预报实例进行验证。

6 总结与讨论

本文利用 1950—2006 年的新疆融雪型洪水灾情资料对新疆地区融雪洪水发生特点进行了分析,在此基础上利用逐日平均气温、降水量、卫星遥感监测的积雪面积以及 T639 模式提供的风、气温、气压等资料从气候背景、天气诊断分析等方面对 2009 年 3 月中下旬融雪洪水的气象成因进行了分析和研究。得出以下结论:

- (1) 新疆地区融雪洪水多发生在天山北坡,特别是伊犁河谷和塔城地区是融雪型洪水的多发区域。3 月中旬到 4 月上旬为融雪型洪水的多发时期。
- (2) 2009 年 2 月降水较历史同期明显偏多为 3 月中下旬的融雪型洪水的发生提供了基础条件,而 3 月中旬冷空气过后的气温持续迅速回升是此次北疆地区融雪型洪水发生的主要气象因素。此外,

16—17 日降水也是触发融雪型洪水的重要因素。在持续或急剧的升温过程中,平均气温由负转正、最高气温高于 5℃和升温后降水是洪水预报的关键点。而伊犁地区特别要关注平均气温高于 6℃以及最高气温高于 10℃的情况。

(3) 天气形势分析和物理量诊断发现:12—16 日新疆一直处于暖高压脊控制中,这种稳定的环流形势有利于新疆地区的持续升温;700 和 850 hPa 暖平流的出现时间与伊犁和塔城地区升温过程对应得很好,特别是暖平流中心(中心强度大于 2℃/6h)出现的时间与融雪洪水发生的时间接近,具有预报指示意义。

(4) 由于资料有限,本文仅从气象角度对 2009 年 3 月中旬新疆地区融雪洪水的个例成因进行了分析,得出了一些预报参考指标。是否具有广泛的参考意义,有待于结合更多的预报实例进行验证。此外,由于融雪型洪水具有很大的不确定性,多种外部因素如流域下垫面、生态环境、流域防灾体系是否完善、人类活动等都对融雪型洪水有着至关重要的影响。因此,在进行融雪洪水预报时除考虑气象因素外,还需综合上述外部因素的影响。

参考文献

[1] 陆智,刘志辉,闫彦. 新疆融雪洪水特征分析及防洪措施研究[J]. 水土保持研究,2007,14(6):256-261.

[2] 徐羹慧,毛炜峰,陆帼英. 新疆气象灾害近期变化和防灾减灾工作综合评述[J]. 沙漠与绿洲气象,2008,2(1):50-54.

[3] 徐羹慧,陆帼英. 21 世纪前期新疆洪旱灾害防灾减灾对策研究[J]. 沙漠与绿洲气象,2007,1(5):54-58.

[4] 吴素芬,刘志辉,邱建华. 北疆地区融雪洪水及其前期气候积雪特征分析[J]. 水文,2006,26(6):84-87.

[5] 张俊岚,毛炜峰,王金民,等. 渭干河流域暴雨融雪型洪水预报服务新技术研究[J]. 气象,2004,30(3):48-51.

[6] 李云华,李红,丁国梁,等. 军塘湖河融雪洪水个例分析[J]. 中国西部科技,2005,8:48-49.

[7] 隗经斌. 新疆军塘湖河典型融雪洪水过程研究[J]. 冰川冻土,2006,28(4):530-534.

[8] 魏守忠,常绪正,马健,等. 影响三工河干沟春季融雪洪水发生的气象因素[J]. 干旱区研究,2005,22(4):476-480.

[9] 杨绍富,刘志辉,闫彦,等. 融雪期土壤湿度与土壤温度、气温的关系[J]. 干旱区研究,2008,25(5):642-646.

[10] 王云丰. 人类活动对季节性积雪融化的影响[D]. 2007,新疆大学硕士论文.

[11] IPCC. 2007:气候变化 2007:综合报告[R]. 政府间气候变化专门委员会第四次评估报告第一、第二和第三工作组的报告[核心撰写组,Pachauri R K 和 Reisinger A(编辑)]. IPCC,瑞士,日内瓦,31-33.

[12] 王建,李硕. 气候变化对中国内陆干旱区山区融雪径流的影响[J]. 中国科学(D辑),2005,37(7):664-670.

[13] 赵素蓉. 全国温度偏高南方降水偏多——2009 年 3 月[J]. 气象,2009,35(6):118-123.

[14] 曾红玲. 月内冷暖起伏大强对流天气频繁——2009 年 3 月[J]. 气象,2009,35(6):124-125.

[15] 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,2000: 33-34.

[16] 周厚福. 局地温度变化中各项因子的定量估算[J]. 气象,2005,31(10):20-23.

[17] 白莉,蔺波,覃家秀. 伊犁河流域春夏季 08 时 0℃层高度预报方法研究[J]. 新疆气象,2006,29(5):5-7.

[18] 毛炜峰,黄健. 阿克苏河流域 1999 年夏季洪水气象条件分析和预报服务[J]. 新疆气象,2000,23(1):7-9.