

新疆阿勒泰地区的洪水特性

努尔兰·哈再孜¹, 沈永平²

(1.新疆阿勒泰水文水资源勘测局,新疆 阿勒泰 836500;
2.中国科学院寒区旱区环境与工程研究所,甘肃 兰州 730000)

摘要:受洪水补给来源和阿尔泰山山势影响,阿勒泰地区洪水发生时间比新疆其他以高山永久积雪和冰川融水补给为主的河流偏早。因此,从认识洪水特性、预防洪水灾害角度出发,对阿勒泰地区洪水发生机制、时空分布和变化特点进行分析研究是很有必要的。利用阿勒泰地区各主要河流1960~2011年历年洪峰、冬季和汛期降水、气温和700hPa高空温度资料,对洪水发生机制、时空分布和变化特点进行分析。结果表明:(1)本区洪水类型有融雪型洪水、融雪与降水混合型洪水和暴雨型洪水;(2)洪水与冬季积雪和汛期气温、降雨有关;(3)汛期过程相对短,主汛期发生时间以5月下旬至6月中旬期为主;(4)洪水挟沙能力强,汛期含沙量占年含沙量近90%;(5)暴雨洪水多发生于阿勒泰地区的中东部区域河流上;(6)全区洪水具有同步性,洪水年际变化相对小。

关键词:洪水特点;融雪洪水;融雪与降水混合洪水;气候变化;阿勒泰地区;新疆

中图分类号:P333

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2014)04-0074-08

新疆阿勒泰地处阿尔泰山南麓、准噶尔盆地北缘,远离海洋。但由于阿勒泰地区内额尔齐斯河谷缺口的存在,使得西风气流易进入该区,所进入水气受阿尔泰山的拦截和抬升作用,在阿尔泰山南坡形成充沛的降水带,呈为新疆干旱区中的湿岛^[1]。由于阿尔泰山冬季严寒漫长达半年之久,因此,11月~次年3月降水以季节性积雪形式储存在海拔1500~2400m的山区,积雪较厚。每年5~6月,随气温升高积雪消融水汇入河槽,形成干旱区河流的汛期。同时,因阿尔泰山山势相对较低、冰川发育较少的缘故,洪峰出现时间相对偏早,一般在5月中旬至6月中旬间,最早在4月中旬出现,表现为明显的春汛特点^[2],所发生融雪与降水的混合型洪水由于洪峰高、洪量大、洪水过程较长,因此对河流两岸的农田、水利设施和居民点产生一定洪水危害。

由于该区冰川发育较少缘故,洪水形成因子主要为冬季积雪融水和夏季降雨。而我国东南部区域的洪水只是由降雨组成,因此,在洪水的形式和成因上与我国东南部地区有着根本的差别。洪水的形成类型可概括为:暴雨洪水主要在中低山带形成;季节性积雪融水

洪水主要在中高山带形成;按洪水出现的时间基本可分为春汛和夏汛两大类,洪峰出现时间与高山冰雪融水和降雨所形成洪峰明显不同,表现为汛期提前1个月左右,洪水来势较凶猛^[2-3]。据施雅风等^[4]的研究,西北气候在1987年前后发生由暖干向暖湿转型;据杨明等^[5]的研究,新疆区域年降水量呈显著增长趋势;张家宝等^[6]指出,近40年新疆气温呈明显上升趋势,降水量变化的总趋势是增加明显;庄晓翠等^[7-8]根据阿勒泰地区1960~2003年的月降水量分析,地区降水量呈增多趋势,平均以11.3mm/10a的倾向率增多,四季中冬季增多最为显著,春季最弱。随着阿勒泰地区冬季降水量呈显著增多^[9]和平均气温呈上升的趋势,以及气候变暖引起的阿勒泰地区小循环气流活动增强^[10],融雪提前,引发融雪洪水的几率增加,破坏性加大^[11]。由于冬季气温升高,春季积雪消融提前,春季融雪洪水提前,洪峰流量增强,夏季极端降水增加,使得暴雨洪水增多^[12]。随着阿勒泰地区在额尔齐斯河和乌伦古河流域所分布工农业生产基地和城镇居民点增多,一旦发生全流域性洪水,造成的洪灾损失将比以往更

收稿日期:2013-10-15

基金项目:国家自然科学基金项目(41201062; 41271083)

作者简介:努尔兰·哈再孜(1963-),男,哈萨克族,新疆哈巴河人,高级工程师,主要从事水文水资源分析评价和水文情报预报研究。

E-mail: xjaltswjnl@163.com

大,因此,系统分析研究阿勒泰地区的洪水特性对于当地防洪和经济可持续发展是十分必要的。

1 流域概况

阿勒泰地区的河流发源于阿尔泰山,阿尔泰山是中国与蒙古、俄罗斯、哈萨克斯坦的界山,中国境内的阿尔泰山脉分布于额尔齐斯河以北,东段在蒙古国境内,在新疆境内山段属山脉南坡,呈西北至东南走向,长约500km。主要山脊高度在海拔3000m以上,西部的山体最宽,愈向东南愈狭窄,高度亦渐低下;从东北部国境线,向西南逐渐下降到额尔齐斯河谷地,呈4级阶梯,山地轮廓呈块状和层状。额尔齐斯河源自新疆维吾尔自治区阿勒泰地区境内的阿尔泰山西南坡,它的源头是卡依尔特斯河和库依尔特斯河,这两条河汇合以后成为额尔齐斯河,自东南向西北奔流出国,一路上喀拉额尔齐斯河、克兰河、布尔津河、哈巴河、别列则克河等北岸支流汇入后,流入哈萨克斯坦境内的斋桑湖,再向北经俄罗斯的鄂毕河注入北冰洋。额尔齐斯河在我国境内的河长为546km,流域面积 $5.7\times10^4\text{km}^2$ 。额尔齐斯河河谷宽广,水势浩荡,水量仅次于伊犁河,居新疆第二位。

乌伦古河流域是流向准噶尔盆地的内陆河,发源于阿尔泰山东段南麓,主要支流有青格里河(大青河)、基什克奈青格里河(小青河)、查干郭勒河、强罕河以及由蒙古人民共和国入境的布尔根河五大支流组成,各支流均由北向南流入二台水文站以上合流,流出山口折向西北后再无支流汇入。乌伦古河以青格里河为干流,全长573km,乌伦古河流域总面积 $37\,882\text{km}^2$,落差2183m,平均坡降3.8‰,最后注入布伦托海(乌伦古湖与考勒湖的统称)。流域最高峰乌伦昆达巴提,海拔3659m,干流二台站以上以山地为主,二台站以下的平原荒漠为径流散失区。

2 资料来源

本文所用资料为阿勒泰地区的额尔齐斯河、乌伦古河主要支流1960~2011年水文站实测最大洪峰和部分水文站实测降水、气温资料(见表1),以及阿勒泰气象站700hPa高空温度资料。

3 洪水类型及特点

从额尔齐斯河和乌伦古河流域各主要河流近50年实测洪水和相关文献资料的分析看,洪水多发生于5月中旬~6月中旬。根据洪水产生机制,洪水类型可分为融雪洪水、融雪与降水混合洪水和暴雨洪水3种类型^[13]。

3.1 融雪洪水

由于阿尔泰山各河河源高程一般在海拔2500~3500m之间,最高布尔津河源头的友谊峰,海拔为4374m,且除该区域分布有少量集中永久积雪和冰川外,其余流域几乎没有永久积雪和冰川,因此,洪水来源为季节性积雪融水和夏季降雨补给。洪峰出现时间一般在5月中旬末至6月中旬,比由高山永久积雪和冰川融水补给来源的其他河流偏早近1个月左右。

4月下旬随地面温度的上升,0℃层高度逐渐升高,流域内季节性积雪的消融从河谷平地向山区的河源方向推进。当0℃层高度上升到海拔3200m附近时,整个山区的季节性积雪处于最大消融的临界状态,该高度0℃以上温度只要维持4~5d,即可出现当年的最大洪峰。这类洪水的特点是洪量大,洪峰过程缓,持续时间长,洪水过程表现为明显的日变化。洪峰大小与冬季11月~次年3月积雪多寡和春季4~5月气温变化过程有关,而气温变化过程可导致2种洪水情形:(1)气温变化时高时低,则洪水过程随气温变化忽涨忽落,洪水过程拉长,洪峰小,典型年份是1966年。

表1 阿勒泰地区主要水文站基本情况
Table 1 The conditions of the representative hydrological stations in Altai area

站名	河名	集水面积/km ²	测站海拔/m	经度/E	纬度/N	测站地点
富蕴	库依尔特斯河	1965	1200	59°49′	47°13′	富蕴县可可托海镇
库威	卡依尔特斯河	2494	1370	89°41′	47°20′	富蕴县铁买可乡
阿勒泰	克兰河	1655	988	88°06′	47°49′	阿勒泰市阿勒泰城镇小巴区
群库勒	布尔津河	8422	640	87°08′	48°06′	布尔津县冲乎尔乡
克拉他什	哈巴河	6111	165	86°25′	48°13′	哈巴河县齐巴尔乡
大青河	青格里河	1702	1240	90°19′	46°44′	青河县青河镇
小青河	基什克奈青格里河	1326	1240	90°24′	16°40′	青河县青河镇

1966 年虽然山区积雪较厚,但由于春夏季节气温升降过程频繁,洪水过程拉长,没有形成大洪水;(2)气温持续上升,其间气温虽有波动,但波动不大,若冬季积雪较厚,则当气温升到一定程度时就形成较大洪水^[13],与第 1 种气温变化过程所产生洪水的区别是此类洪水的过程相对要短、洪峰高。

表 2 给出了阿勒泰地区克拉他什站等 1966 年冬季和汛期 5~6 月降水量及气温、高空温度统计数据。从表 2 可知,5 月高空温度均在 0℃以下,6 月上、中旬高空温度上升到 0℃以上。从高空和降水的日记录资料来看,6 月 11~18 日,700hPa 温度维持在 4.1~9.5℃,18 日达到 10.5℃的月极值,此时整个阿尔泰山脉海拔 3 076~3 142m 高度以下区域积雪都处于最大消融临界状态,此时没有遭遇降水天气过程,因此,6 月 18 日发生融雪型洪水。

图 1 给出了 1966 年阿勒泰地区的融雪型洪水过程线,图 2 给出 2010 年阿勒泰地区的融雪型洪水过程线。从图 1 和图 2 可发现,融雪型洪水过程表现为明显的一日一峰,随气温升高,洪峰也增大,直到最大洪峰

出现,但每日增幅并不很大,之后洪水缓慢回落。
3.2 融雪与降水混合洪水

融雪与降水混合洪水具有新疆干旱区洪水的独特性,根据 50 多年的实测洪水和文献资料,这类洪水出现在春夏季的过渡期。主要是汛期大尺度天气影响,融雪洪水与大范围强降水遭遇所形成。物理成因有以下几个方面:(1)冬季降雪量大;(2)当年 5 月的气温较低;(3)主汛期气温持续升高;(4)高温持续 4~5d;(5)高温期间流域遭遇大范围的强降水过程。在各河流 50 多年的实测洪水资料系列中,排前几位的大洪水都属此类洪水,如 1969 年、1993 年、2005 年大洪水。这类洪水的特点是来势凶猛、陡涨缓落、峰高量大、洪水过程较长、突发性强、危害大。洪峰大小取决于冬季积雪和前期气温变化情况,降水起促进积雪消融和增峰、增量的催化剂作用。我们挑选了 1969 年、1993 年和 2005 年典型年进行对比,具体情况如表 3~5 所示。

从表 3 看,1969 年 5 月上、中旬高空温度均在 0℃以下,下旬上升到 2.1℃。从高空温度和各站降水的日

表2 阿勒泰地区5站1966年冬季和汛期5~6月降水量、气温统计

Table 2 The precipitation anomaly and temperature at the 5 stations in the Altai area in the winter and from May to June, 1966

站名	11月~次年3月 降水距平 /%	5~6月降水		5~6月气温		5月700hPa温度/℃				6月700hPa温度/℃				洪峰出现 时间 /月、日
		5月 距平 /%	6月 距平 /%	5月 距平 /%	6月 距平 /%	上旬	中旬	下旬	最高 (时间)	上旬	中旬	下旬	最高 (时间)	
克拉他什	121	208	231	-13.4	-0.5	-2.8	-3.3	-2.2	3.3	3.3	6.8	2.8	10.5	6.18
群库勒	159	176	68.4	-15.0	-33.0				(15)				(18)	6.18
阿勒泰	110	185	-3.7	-5.8	1.5									6.18
富蕴	39.8	55.6	-45.7	-12.0	-1.5									6.18
青河	66.1	54.5	-27.1	-13.4	-0.6									6.18

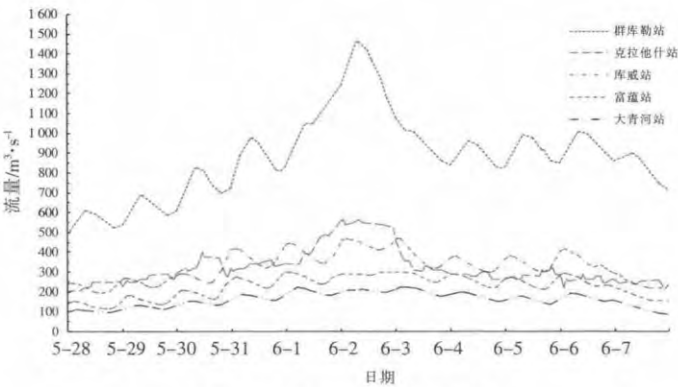


图1 1966年融雪型洪水过程线
Fig.1 The hydrograph of the snowmelt flood in 1966

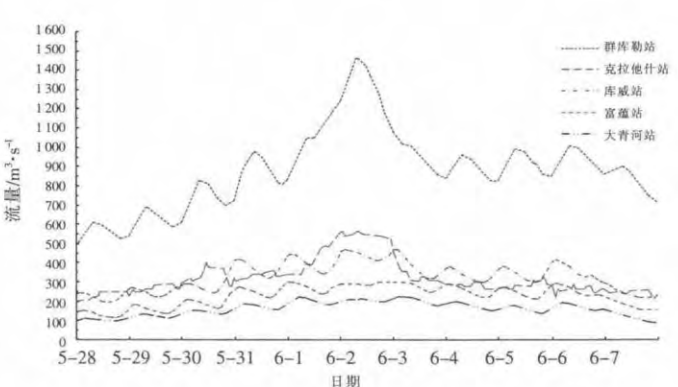


图2 2010年融雪型洪水过程线
Fig.2 The hydrograph of the snowmelt flood in 2010

记录资料来看,5月25~29日,700hPa温度维持在2.7~6.8℃,27日达到6.8℃,前期17日虽然出现月最高温度,但仅维持1d,对融雪产生不了影响。此时整个阿尔泰山脉海拔3043~3127m高度以下区域积雪都处于最大消融临界状态,5月28~31日3d降水量为4.6~7.3mm。虽然降水天气过程并不强,但前期升温幅度较高,因此,引发融雪与降水的混合型洪水。

从表4可以看出,1993年5月高空温度均在0℃以下,6月上旬高空温度上升到0℃以上,但上升幅度

不大。从日观测高空温度、各站降水资料来看,6月5~12日,700hPa温度维持在0.8~4.5℃,此时整个阿尔泰山海拔3000m以下区域积雪都处于最大消融临界状态。6月10~11日2d降水量达22.8~24.4mm,相当于当地1个月的降水量,这在西北干旱地区是罕见的。因此,6月11日或12日发生融雪与降水混合型洪水。

从表5可以看出,2005年5月份高空温度均在0℃以下,6月1日高空温度上升到1.6℃。从日观测高空温度、各站降水资料来看,5月31日~6月2日,

表3 阿勒泰地区5站1969年冬季和汛期5~6月降水量、气温统计

Table 3 The precipitation anomaly and temperature at the 5 stations in the Altai area in the winter and from May to June, 1969

站名	11月~次年3月 降水距平 /%	5~6月降水		5~6月气温		5月700hPa温度/℃				6月700hPa温度/℃				洪峰 出现 时间 /月、日
		5月 距平 /%	6月 距平 /%	5月 距平 /%	6月 距平 /%	上 旬	中 旬	下 旬	最 高 (时间)	上 旬	中 旬	下 旬	最 高 (时间)	
克拉他什	47.2	91.8	72.1	-3.6	1.6	-7.1	-3.3	2.1	8.7	-1.2	4.7	6.8	12.5	5.30
群库勒	98.1	93.3	1.34	-27.6	3.2				(17)				(19)	5.30
阿勒泰	64.1	134	18.1	-3.1	-7.3									5.29
富蕴	39.2	68.8	182	-13.0	-5.5									5.29
青河	72.4	29.2	36.2	-7.4	0.6									5.30

表4 阿勒泰地区5站1993年冬季和汛期5~6月降水量、气温统计

Table 4 The precipitation anomaly and temperature at the 5 stations in the Altai area in the winter and from May to June, 1993

站名	11月~次年3月 降水距平 /%	5~6月降水		5~6月气温		5月700hPa温度/℃				6月700hPa温度/℃				洪峰 出现 时间 /月、日
		5月 距平 /%	6月 距平 /%	5月 距平 /%	6月 距平 /%	上 旬	中 旬	下 旬	最 高 (时间)	上 旬	中 旬	下 旬	最 高 (时间)	
克拉他什	-28.3	19.4	56.9	-25.0	-11.4	-7.7	-6.5	-0.6	5.4	1.3	1.8	4.1	8.6	6.12
群库勒	10.1	70.6	88.1	-17.4	-5.4				(25)				(31)	6.11
阿勒泰	53.1	20.9	6.2	-17.4	-1.6									6.11
富蕴	18.9	-26.3	42.5	-21.2	-2.0									6.11
青河	51.2	-81.2	6.5	18.9	-2.3									6.8

表5 阿勒泰地区5站2005年冬季和汛期5~6月降水量、气温统计

Table 5 The precipitation anomaly and temperature at the 5 stations in the Altai area in the winter and from May to June, 2005

站名	11月~次年3月 降水距平 /%	5~6月降水		5~6月气温		5月700hPa温度/℃				6月700hPa温度/℃				洪峰 出现 时间 /月、日
		5月 距平 /%	6月 距平 /%	5月 距平 /%	6月 距平 /%	上 旬	中 旬	下 旬	最 高 (时间)	上 旬	中 旬	下 旬	最 高 (时间)	
克拉他什	5.3	146	209	-16.4	-14.0	-0.5	-4.8	-2.3	5.0	0.2	5.9	3.0	9.0	6.2
群库勒	-11.1	126	60.2	-12.0	3.8				(7)				(24)	6.2
阿勒泰	22.0	154	97.1	0.7	0.5									6.2
富蕴	12.8	86.3	-12.4	-20.4	-18.6									6.2
青河	-57.5	111.0	-5.5	-2.4	-0.6									6.2

700hPa 高空温度维持在 $0.8\sim 1.6^{\circ}\text{C}$, 此时整个阿尔泰山海拔 $3\,040\sim 3\,060\text{m}$ 以下区域积雪都处于最大消融临界状态, 5月31日~6月1日又发生强降水, 2d 降水量达 $29.4\sim 55.4\text{mm}$, 相当于当地 1 个月的总降水量, 这在西北干旱地区乃至降水量较为丰富的阿尔泰山也是罕见的。这次降雨过程引发 6月2日融雪与降水混合型洪水。

为了进一步反映混合型洪水的洪水过程, 我们同时给出了 1969 年、1993 年和 2005 年 3 次融雪与降水混合型洪水过程线(见图 3~5)。从图中可发现, 融雪与降水混合型洪水过程同融雪型洪水过程一样, 也具有明显的一日一峰, 随气温升高, 洪峰也增大的特性, 但由于降水作用, 最大洪峰出现时的增幅比融雪型洪水要大。因此, 所产生洪灾危害较大。

3.3 暴雨洪水

暴雨洪水分为大尺度天气形成的全域性暴雨洪水和中小尺度天气形成的局部暴雨洪水, 以及暴雨泥石流^[14-15]。根据 50 多年的实测洪水资料看, 暴雨引发的洪水, 由于流域面积较大的河流受流域调蓄作用影

响, 产生不了比融雪与降水混合洪水洪峰的大洪峰, 只有在流域面积相对较小的中小河流和山洪沟产生较大洪峰。阿勒泰地区的暴雨洪水发生于中、低山的暴雨所致, 由于降水强度大、历史短、降水量集中, 反映在小河的洪水过程是既尖又窄, 陡涨陡落, 像个侧立的三角锥。

阿勒泰地区暴雨途径有两个: (1) 西北路径; (2) 天山北坡曲线弧路径。其中, 第 2 种情况发生机率高, 位于阿勒泰地区中东部的阿勒泰市、福海、富蕴和青河县境内的中、低山带位于第 2 种暴雨路径上。因此, 该区域小河和山洪沟发生暴雨洪水的机遇较高。这类洪水的特点是来势凶猛、陡涨陡落、突发性强, 年际变化大、挟沙能力强、漂浮物多, 出现时间集中在夏季, 破坏性大和难以预测^[15]。

最典型的是位于阿勒泰市境内的克兰河 1994 年 7 月 3 日的暴雨洪水(见图 6), 这场洪水也是克兰河有实测洪水资料 50 多年来最典型的暴雨洪水, 其洪峰流量在已有资料中排第 5 位。当日克兰河流域发生大范围降水过程, 据阿勒泰水文站实测记录数据, 该

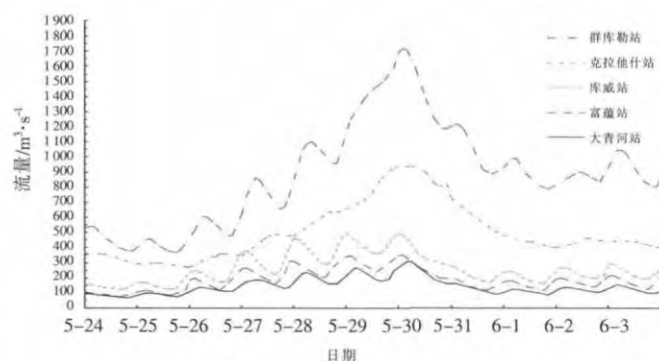


图3 1969年融雪与降水混合型洪水过程线

Fig.3 The hydrograph of the snowmelt and rainfall mixed flood in 1969

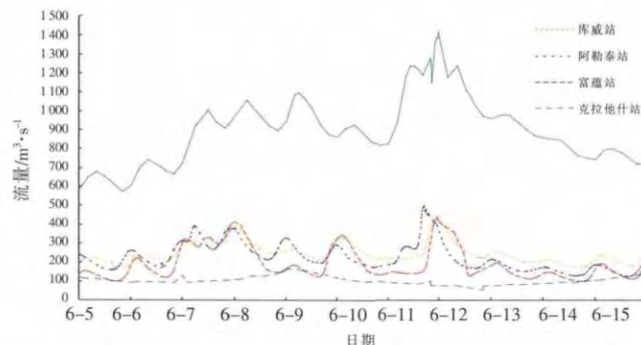


图4 1993年融雪与降水混合型洪水过程线

Fig.4 The hydrograph of the snowmelt and rainfall mixed flood in 1993

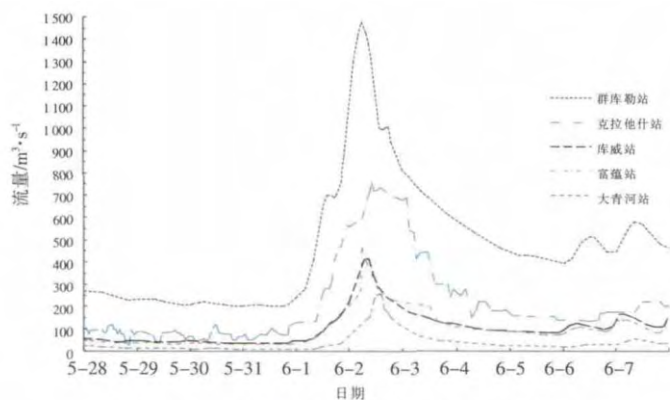


图5 2005年融雪与降水混合型洪水过程线

Fig.5 The hydrograph of the snowmelt and rainfall mixed flood in 2005

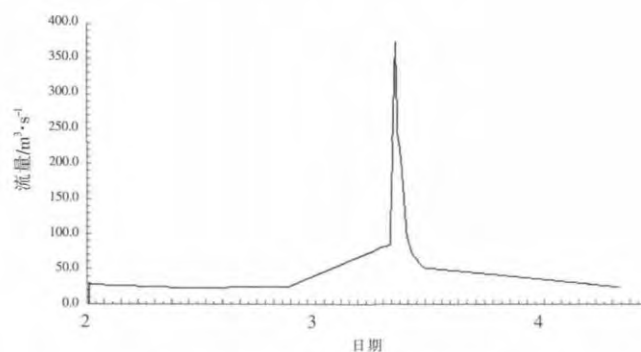


图6 克兰河 1994 年 7 月 3 日洪水过程线

Fig.6 The flood hydrograph of the Clain River in the Altai area on 3 July, 1994

场暴雨的 1 次降水量就达 44.3mm,这在西北干旱区乃至降水量较为丰富的阿尔泰山都是罕见的。这场暴雨使得克兰河水位 15min 内迅速上涨了 5 倍,过 30min 后水位比最高水位下降 77cm,暴雨洪峰比当年 5 月 17 日所发生融雪洪水的洪峰流量偏大 30%。

3.4 洪水期泥沙特点

由于阿尔泰山广泛发育着古老而坚硬的花岗岩,同时气候又比较寒冷、湿润,岩石风化较弱,森林、草原植被良好,河流径流来源又以融雪补给为主,所以含沙量在全疆河流是最小的区域,仅为 0.05~0.50kg/m³[14]。受洪水补给来源因素影响,含沙量年内分配极为不均,连续最大 4 个月含沙量占全年的 97%,从这点可看到洪水期的挟沙能力的强弱程度。

从表 6 可知,1994 年 7 月 1~5 日的沙量变幅很大,3 日的平均输沙率为 1 540 kg/s,是当年平均输沙率 21.6kg/s 的 42 倍,说明该次暴雨洪水挟沙能力很强。

表6 克兰河阿勒泰水文站1994年7月1~5日逐日平均输沙率和含沙量统计

Table 6 The mean daily sediment discharge and sediment runoff at the Altai station on the Clain River from 1 to 5 July,1994					
日期	7月1日	2日	3日	4日	5日
输沙率/ kg·s ⁻¹	3.53	1.78	1 540	299	8.31
含沙量/ kg·m ⁻³	0.13	0.07	32.3	8.79	0.33

4 洪水时空分布特点

4.1 年内时空分布特点

从额尔齐斯河和乌伦古河流域各支流 50 多年的实测洪水资料分析得到,阿勒泰地区各河流主要以春汛为主,洪峰基本发生在 5 月中旬~6 月上旬,其中,5 月下旬出现的机会较多,占到 29%~35%。各河最大洪

峰发生时间具有同步性,即各河最大洪峰发生的时间仅相差 1~2d。这主要与阿勒泰地区各河流补给源相同,受同一气候影响和流域面积相对较小、河源较近等因素有关。表 7 统计了阿勒泰地区主要河流最大洪峰在各月出现次烽,表 8 统计了阿勒泰地区主要河流近 10a 最大洪峰的同、异步性比较,从表 7 和表 8 可知,阿勒泰地区东部的基什克奈青格里河融雪洪水来的较早,洪水在 5 月下旬前出现的机遇为 49%,这主要是因该流域面积相对较小、河源高程也相对较低、河长较短的缘故。不管是额尔齐斯河流域,还是乌伦古河流域,各河同一类型洪水出现时间大多相差 1~2d。

4.2 年际变化特点

研究洪水的年际变化特点,分析大洪水时序分布特征,探索大洪水频发期、低发期与气候变化关系,对于掌握洪水的变化规律,防治洪水灾害十分重要。用实测最大流量与年最大流量均值比分析年最大洪峰流量的年际变化,其结果如表 9,可以看出比值在 1.5~2.0 之间。比值大小与其洪水类型和流域面积有关,对于融雪型洪水和混合型洪水为主的河流,比值一般小于 2.0,暴雨洪水较多的河流比值在 2.0~3.0 之间。用洪峰变差系数 C_v 来分析洪水年际变化,降水较充沛时期 C_v 值稳定区仅为 0.2~0.3;以季节融水和暴雨形成洪水区 C_v 值在 0.4 左右;流域集水面积小,大多是暴雨洪水, C_v 值在 0.5~1.0 间[15]。

从表 9 可知,阿勒泰地区两个流域的各河流中只有乌伦古河流域的基什克奈青格里河洪峰流量的年际变化相对较大,是因该河集水面积相对较小,易发生突发性洪水的缘故。

由额尔齐斯河和乌伦古河流域各站 50 多年的实测洪水资料来看,20 世纪 60 年代和 90 年代各河发生大洪水的次数相对较多(见表 10),80 年代和 21 世纪初期发生大洪水次数相对少,70 年代很少发生

表7 阿勒泰地区主要河流最大洪峰在各月出现次数统计表
Table 7 The number of the flood peaks on the main rivers of the Aleta area in the various months

河流	站名	4月			5月			6月			7月			8月		
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
哈巴河	克拉他什				3	8	16	10	6	1	1		2	1		
布尔津河	群库勒				2	4	15	11	10	5	2					
克兰河	阿勒泰			2	1	10	17	12	4	2	1					
卡依尔特斯河	库威				3	10	15	12	3	3		1	1			
库依尔特斯河	富蕴				2	7	14	10	3	5		3	1			
青格里河	大青河				2	7	16	11	6	2		2	1	1	1	
基什克奈青格里河	小青河			1	7	16	14	10				1				

表8 阿勒泰地区主要河流近10年最大洪峰的同、异步性比较表

Table 8 Comparison of the maximum flood peak between synchronism and asynchronism for the main rivers in the Altai area during the recent 10 years,

河流	站名	年最大洪峰发生时间(月.日)									
		2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
哈巴河	克拉他什	5.20	5.30	5.31	5.21	6.2	5.18	6.5	5.17	6.30	6.2
布尔津河	群库勒	5.20	5.30	6.11	5.22	6.2	5.28	6.6	5.18	6.25	6.2
克兰河	阿勒泰	6.2	5.29	5.31	5.18	6.2	5.28	6.5	5.15	5.17	5.31
卡依尔特斯河	库威	5.20	5.29	5.31	5.20	6.2	5.29	6.1	5.15	6.25	6.2
库依尔特斯河	富蕴	6.1	5.28	5.31	5.20	5.20	5.28	6.1	5.15	6.25	6.11
青格里河	大青河	5.20	5.29	6.1	5.22	6.2	5.29	5.18	5.16	6.25	6.3
基什克奈青格里河	小青河	5.19	5.25	5.31	5.22	4.29	5.18	7.17	5.15	5.5	6.1

表9 阿勒泰地区主要河流年最大洪峰流量年际变化特征统计

Table 9 The interannual variation of maximum flood peak discharge in the major rivers in Altai area

河 名 站 名	哈巴河 克拉他什	布尔津河 群库勒	克兰河 阿勒泰	卡依尔特斯河 库威	库依尔特斯河 富蕴	青格里河 大青河	基什克奈青格里河 小青河
年最大洪峰与年最小洪峰比	4.31	3.55	4.94	4.26	4.81	5.75	12.4
C_v	0.43	0.33	0.34	0.30	0.31	0.32	0.50
最大流量与年最大流量均值比	1.9	1.8	1.7	1.7	1.8	1.8	2.3

表10 阿勒泰地区主要河流各年代大洪水发生频次统计

Table 10 Great flood frequency statistics of the main rivers in the Altai area

河 名 站 名	哈巴河 克拉他什	布尔津河 群库勒	克兰河 阿勒泰	卡依尔特斯河 库威	库依尔特斯河 富蕴	青格里河 大青河	基什克奈青格里河 小青河
1960 年代/次	2	2	1	3	2	3	1
1970 年代/次						1	1
1980 年代/次		1	1	2	1	1	1
1990 年代/次	1	1	2	1	2		
21 世纪初/次		1			1	1	

大洪水。

5 结语

(1)阿勒泰地区洪水类型分为融雪型、融雪与降水混合型和暴雨型 3 种类型，这 3 种洪水在全区各流域都发生，前两类洪水发生于 5 月中旬~6 月下旬初，暴雨型洪水发生于 7 月上旬~8 月上旬初。混合型洪水由于来势凶猛、陡涨缓落、峰高量大、洪水过程较长、突发性强，产生的洪灾危害也最大。

(2) 该地区洪水主要是山区冬季的季节性积雪量及夏季汛期的升温过程和升温期间降雨共同作用结果。

(3)该地区汛期与新疆其他区域相比是较短的，主

要为 5 月上旬~6 月下旬，主汛期为 5 月中旬~6 月中旬，洪峰出现期以 5 月下旬为主，其发生几率占 30%。

(4)洪水期挟沙能力较强，洪水期含沙量占全年沙量的近 90%。

(5)灾害性暴雨洪水多发生在阿勒泰地区中东部流域面积在 1 700km² 以下的中、小河流上。

(6)该地区洪水具有同步性，洪水年际变化相对小。

参考文献：
[1] 努尔兰·哈再孜.阿勒泰地区河流水文特征[J].水文,2001,21(4):53-55.(Nuerlan Hazaizi. River hydrological features in Altay region, Xinjiang [J]. Journal of China Hydrology, 2001, 21 (4):53-55. (in Chinese))
[2] 陈曦.中国干旱区自然地理[M].北京:科学出版社,2010:131-574. (CHEN Xi. Physical Geography of Arid Land in China [M].

- Beijing: Science Press, 2010:131-574. (in Chinese))
- [3] 汤奇成, 曲耀光, 周聿超, 等. 中国干旱区水文及水资源利用[M]. 北京: 科学出版社, 1992:80-96. (TANG Qicheng, QU Yaoguang, ZHOU Yuchao, et al. Hydrology and Water Resources Utilization in Arid Areas of China [M]. Beijing: Science Press, 1992:80-96. (in Chinese))
- [4] 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. (SHI Yafeng, SHEN Yongping, LI Dongliang, et al. Discussion on the present climate change from warm-dry to warm-wet in northwest China [J]. Quaternary Sciences, 2003, 23(2):152-164. (in Chinese))
- [5] 杨明, 李维亮, 刘煜, 等. 近 50a 我国西部地区气象要素的变化特征[J]. 应用气象学报, 2010, 21(2):198-205. (YANG Ming, LI Weiliang, LIU Yu, et al. Characteristics of the climate change in west China in recent 50 years[J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2010, 21(2):198-205. (in Chinese))
- [6] 张家宝, 史玉光. 新疆气候变化及短期气候预测研究[M]. 北京: 气象出版社, 2002. (ZHANG Jiabao, SHI Yuguang. Study of Climate Change and Short-Term Weather Forecast in Xinjiang [M]. Beijing: Meteorological Press, 2002. (in Chinese))
- [7] 庄晓翠, 郭城. 阿勒泰地区气候变化特征分析 [A]. 中国科学协会 2005 年学术年会. 气候变化与气候变异: 生态-环境演变及可持续发展论文集 [C]. 北京: 气象出版社, 2006:285-290. (ZHUANG Xiaocui, GUO Cheng. Climatic change characteristic analysis in Altay [A]. Academic Annual Meeting of 2005 of China Association of Science. Climatic Change and Climate Variation: Ecology - Environment Evolution and Sustainable Development [C]. Beijing: Meteorology Press, 2006:285-290. (in Chinese))
- [8] 庄晓翠, 郭城, 刘大锋, 等. 阿勒泰地区的降水变化特征[J]. 新疆气象, 2005, (2):4-6. (ZHUANG Xiaocui, GUO Cheng, LIU Dafeng, et al. The character of precipitation change in Altay area[J]. Xinjiang Meteorology, 2005, (2):4-6. (in Chinese))
- [9] 庄晓翠, 杨森, 赵正波, 等. 阿勒泰地区降水变化特征分析[J]. 干旱区研究, 2012, 29(3):487-494. (ZHUANG Xiaocui, YANG Sen, ZHAO Zhengbo, et al. Analysis on precipitation in Altay prefecture, Xinjiang[J]. Arid Zone Research, 2012, 29(3):487-494. (in Chinese))
- [10] 古丽扎·哈布肯, 赵景波. 近 50 年来新疆阿勒泰地区的气候变化[J]. 干旱区研究, 2011, 28(2):268-274. (Gulzat Habiken, ZHAO Jingbo. Analysis on climate change in recent 50 years in Altay prefecture, Xinjiang [J]. Arid Zone Research, 2011, 28(2):268-274. (in Chinese))
- [11] 沈永平, 王国亚, 苏宏超, 等. 新疆阿尔泰山区克兰河上游水文过程对气候变暖的响应[J]. 冰川冻土, 2007, 29(6):845-854. (SHEN Yongping, WANG Guoya, SU Hongchao, et al. Hydrological processes responding to climate warming in the upper reaches of Kelan River basin with snow-dominated of the Altay mountains region, Xinjiang, China [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2007, 29(6):845-854. (in Chinese))
- [12] 贺斌, 王国亚, 苏宏超, 等. 新疆阿尔泰山地区极端水文事件对气候变化的响应 [J]. 冰川冻土, 2012, 34 (4):927-933. (HE Bin, WANG Guoya, SU Hongchao, et al. Response of extreme hydrological events to climate change in the regions of Altay mountains, Xinjiang [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2012, 34(4): 927-933. (in Chinese))
- [13] 努尔兰·哈再孜. 克兰河洪水规律及其影响因素分析[J]. 干旱区地理, 2000, 23(增刊):101-104. (Nuerlan Hazaizi. Analysis on the laws and effect factors of the floods occurred in Kelan river, Xinjiang[J]. Arid Land Geography, 2000, 23(S.1):101-104. (in Chinese))
- [14] 周聿超. 新疆河流水文水资源[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1998:144-278. (ZHOU Yuchao. Hydrology and Water Resources in Xinjiang Rivers [M]. Urumqi: Xinjiang Science and Medical Press, 1998:144-278. (in Chinese))
- [15] 张国威, 何文勤, 商思臣, 等. 我国干旱区洪水灾害基本特征——以新疆为例[J]. 干旱区地理, 1998, 21(1):40-48. (ZHANG Guowei, HE Wenqin, SHANG Sichen, et al. Basic features of the flood disasters in arid land of China: taking Xinjiang as an example[J]. Arid Land Geography, 1998, 21(1):40-48. (in Chinese))

Flood Characteristics of Altay Area, Xinjiang

Nuerlan·Hazaizi¹, SHEN Yongping²

(1. Altay Survey Bureau of Hydrology and Water Resources, Altay 836500, China;

2. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China)

Abstract: As a result of the flood source and Altai Mountains, the floods occur in Altay area, Xinjiang are usually earlier than those in other basins fed by permanent snow and glacier melt water. Therefore, it is necessary to understand the flood characteristics, analyze the flood happening mechanism, spatial and temporal distribution and variations. In this paper, the data such as flood peak, winter precipitation, and precipitation and air temperature in flood season from 1960 to 2011 were used to analyze the mechanism, spatial and temporal distribution and variations of the floods. The results show: (1) There are 3 types of flood snowmelt flood, mixed flood of snowmelt and precipitation and rainstorm flood. (2) Flood is related to winter snow cover, air temperature, and precipitation in flood season. (3) Flood process is relatively short, the flood time is from the late May to the middle of June. (4) The sand content in flood season accounted for nearly 90% of sediment concentration. (5) The rainstorm floods usually occur in the rivers in mid-eastern Altai area. (5) The flood in whole region is synchronous, interannual variation of flood is relatively small.

Key words: flood characteristics; snowmelt flood; snowmelt-rainfall mixed flood; climate change; Altai area; Xinjiang