

松花江、嫩江流域降水异常对水位变化的影响

白人海 李 帅 王明洁

(黑龙江省气象台, 哈尔滨 150030)

提 要

利用松花江、嫩江流域的气象和水文资料,讨论了该流域降水对水位变化的影响。结论指出,松花江、嫩江流域汛期水位变化与流域内的降水有密切的关系,1998年夏季特大洪水主要是由嫩江流域降水异常偏多引起的,逐日水位变化取决于上游水位和临近流域的降水情况。

关键词: 水位变化 降水异常 松花江、嫩江流域

引 言

松花江是黑龙江的一个重要支流,是我国重点防汛七大江河之一,流经内蒙古、吉林和黑龙江三省(区)。流域总面积为 $54.6 \times 10^4 \text{km}^2$,其中近二分之一的面积在黑龙江省境内。流域内有哈尔滨、长春、齐齐哈尔、佳木斯等重要城市,有大庆、吉林、鹤岗、双鸭山、伊春等石油、化工、煤炭、林业基地,该流域也是我国重要的商品粮基地。松花江、嫩江流域的洪涝与国民经济的发展和人民生活的改善有极为密切的关系。

本文重点讨论松花江、嫩江流域降水对水位变化的影响。

1 流域自然概况

松花江、嫩江流域西起 $119^\circ 52' \text{E}$,东至 $132^\circ 31' \text{E}$,宽 920km ;北起 $51^\circ 38' \text{N}$,南至 $41^\circ 42' \text{N}$,长 1070km 。上游分为南北两支水系,即南支的第二松花江和北支的嫩江。

嫩江发源于大兴安岭,长 1370km ,流域面积 $28.3 \times 10^4 \text{km}^2$ 。嫩江由北向南,支流有“东二西七”之称,东侧有讷漠尔河、乌裕河;西侧有多布库尔河、甘河、诺敏河、阿伦河、雅鲁河、绰尔河、洮儿河。

第二松花江发源于长白山,由头道江和二道江两个源头汇合而成,长 950km ,流域面积 $7.8 \times 10^4 \text{km}^2$ 。第二松花江自东南流向西北,在中游有丰满等大型水库。

嫩江和第二松花江两江在吉林省松原市汇合后称为松花江(以下称为松花江干流),长 939km ,流域面积 $18.5 \times 10^4 \text{km}^2$ 。松花江干流自西向东,北侧有呼兰河、汤旺河,南侧有拉林河、牡丹江等较大支流汇入。

2 水位变化规律

松花江、嫩江流域地处东亚季风区的北缘,汛期雨量集中,6~9月降水量占全年总降水量的70%以上。降水的年际变化较大且阶段性明显,洪涝与干旱交替发生。

以哈尔滨历年平均水位和最高水位代表松花江水位的变化。分析可知,1949年以来水位的变化有明显的阶段性。在60年代中期和80年代初期发生过两次转折性变化。采用t-检验方法查看不同阶段的平均值是否存在明显的差异^[1]。1953~1966年最高水位平均为 117.94m ,多年平均水位为 115.95m ;1967~1982年两个值分别为 116.00m 和 114.67m ;1983~1995年两个值分别为

118.05m 和 115.71m。第一、二阶段最高水位和平均水位的 t 值分别为 3.861 和 3.756, 均通过 0.001 信度检验;第二、三阶段最高水位和平均水位的 t 值分别为 3.690 和 3.131, 分别通过 0.001 和 0.01 信度检验。

齐齐哈尔、佳木斯两地的水位资料也表明了洪涝的这种阶段性变化。

3 降水异常对水位变化的影响

松花江、嫩江流域内河流的来水量主要由降水补给。由于降水的变化明显,导致水位也相应出现明显的变化。

3.1 夏季降水异常对水位的影响

由于降水的季节变化明显,松花江夏季水位高涨,冬季较低。各年汛期平均水位变化也较大,例如哈尔滨平均水位的均方差为 1.13m。

选取嫩江流域的齐齐哈尔、克山、嫩江、博克图、白城,第二松花江流域的靖宇、松江、

长春、吉林、蛟河、长岭、前郭尔罗斯旗、三岔河,松花江干流流域的哈尔滨、安达、尚志、绥化、通河、海伦、铁力、伊春、牡丹江、佳木斯、富锦等 23 个站,1951~1995 年 6~8 月降水量代表流域内的降水状况。

利用经验正交展开(EOF)方法讨论流域内降水及其与洪涝发生的关系^[2]。展开后的前两个特征值所占比例分别为 35.1% 和 12.3%,之和接近 50%。

3.1.1 全流域降水对洪涝的影响

第一特征向量表明全流域降水距平符号具有趋势一致的特征(图 1)。最大的中心位于第二松花江流域和松花江干流流域的南岸。第一特征向量的时间系数与全流域平均降水量有很好的对应关系。

表 1 为第一特征向量与全流域降水距平百分率及佳木斯水位的关系。

表 1 第一特征向量的时间系数(T_1)与全流域降水距平百分率(ΔR)和佳木斯的平均水位距平(Δh_1)和最高水位距平(Δh_2)的对应关系

年份	T_1	$\Delta R/\%$	$\Delta h_1/m$	$\Delta h_2/m$	年份	T_1	$\Delta R/\%$	$\Delta h_1/m$	$\Delta h_2/m$
1951	2.52	16	0.03	2.08	1954	-4.10	-22	-0.04	0.16
1956	2.53	16	1.60	2.12	1958	-5.15	-30	-0.39	-1.60
1957	4.48	25	0.85	2.20	1967	-3.48	-22	-0.52	-1.61
1960	3.54	20	1.93	2.72	1968	-3.05	-17	-0.76	-1.34
1966	3.39	20	0.39	0.07	1970	-3.90	-22	-0.74	-1.64
1981	4.13	22	0.86	0.97	1976	-5.09	-29	-0.99	-2.03
1985	6.07	34	0.67	1.73	1979	-3.39	-20	-1.75	-3.01
1987	2.87	16	0.06	0.86	1982	-4.64	-27	-2.41	-1.01
1994	4.30	22	0.63	1.43	1995	-3.69	-16	-0.59	-1.09
平均			0.79	1.58	平均			-0.91	-1.46

从表 1 可以看出:当第一特征向量的时间系数 > 2.50 和 < -3.00 (全流域平均降水距平百分率分别 $> 15\%$ 和 $< -15\%$) 时,两者对应的汛期平均水位和最高水位有明显的差异。平均水位的距平分别为 $+0.79m$ 和 $-0.91m$; 最高水位的距平平均分别为 $+1.58m$ 和 $-1.46m$ 。相关计算结果表明,第一

特征向量的时间系数与佳木斯的平均水位和最高水位的相关系数分别为 0.590 和 0.786, 大大超过 0.001 的信度检验值 0.474。同样,与哈尔滨的相关系数分别为 0.672 和 0.717, 也大大超过 0.001 的信度检验值。

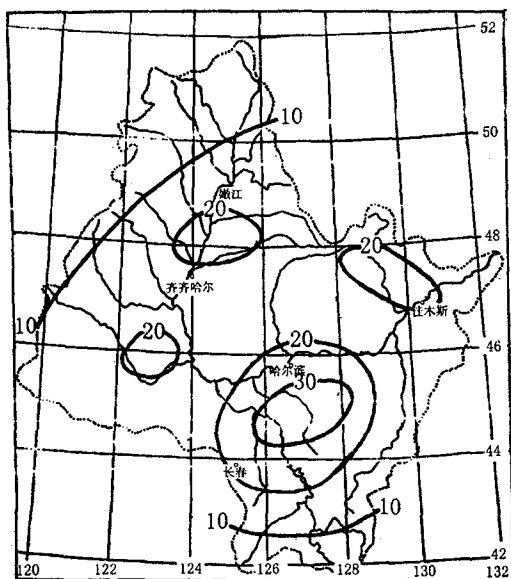


图1 松花江、嫩江流域6~8月降水经验正交展开的第一特征向量

3.1.2 嫩江和第二松花江流域降水对水位变化的影响

第二特征向量反映松花江、嫩江流域6~8月降水距平符号分布具有明显的南北差异,分界线沿46°N以松花江干流为界(图2)。负中心位于第二松花江的中游,一个正中心位于嫩江流域。

表2中列出了哈尔滨1951~1995年期间汛期最高水位超过警戒水位(118.10m)的年份及其同年6~8月嫩江和第二松花江流域的降水距平百分率,共有13年。其中,嫩江和第二松花江流域的降水距平百分率都超过10%的仅有1957、1985、1986年,即这3年是因两流域降水共同偏多造成的,占23%。另外,1953、1956、1960等3年,第二松花江流域降水距平百分率超过10%,但嫩江流域降水距平百分率为较大的负值,或虽是正值也小于10%,显然是第二松花江流域降水偏多起作用,也占23%。其余的1969、1983、1984、1988、1989、1991、1993等7年,嫩江流域6~8月降水距平百分率基本都超过10%,而第

二松花江流域,除1969和1991分别为稍多外,均为负值。显然是嫩江流域降水偏多造成最高水位超过警戒水位。因此,在松花江流域的洪涝形成中,嫩江起主导作用,所占比例超过一半。

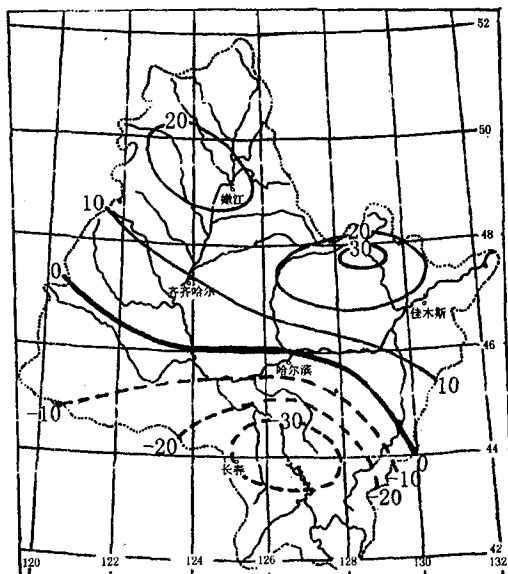


图2 松花江、嫩江流域6~8月降水经验正交展开的第二特征向量

表2 哈尔滨超过警戒水位年份最高水位(h)及嫩江(ΔR_n)和第二松花江(ΔR_c)流域降水距平百分率

年份	h/m	$\Delta R_n/\%$	$\Delta R_c/\%$
1957	120.30	28.3	25.1
1985	118.45	22.2	37.7
1986	119.58	16.1	28.6
1953	119.30	-21.1	13.4
1956	120.06	-20.0	56.3
1960	119.52	6.7	13.8
1969	119.18	12.6	7.7
1983	118.72	20.1	-0.6
1984	118.38	32.4	-0.7
1988	119.05	9.1	-15.5
1989	118.16	14.7	-11.6
1991	120.09	29.4	3.3
1993	118.24	32.5	-6.6

3.1.3 1998年特大洪水成因

1998年夏季,松花江、嫩江流域出现了特大洪水。嫩江和松花江干流最高水位均超

过历史纪录。按照前面的计算方法,嫩江流域 6~8 月降水距平百分率为 63.2%,远超过历史出现过的最大值。而第二松花江流域降水距平百分率仅有 13.7%,且在时间分布上比较均匀,对洪水形成的作用不大。

另一个原因是嫩江、松花江流域相继出现多次大范围的大暴雨。在同一地区反复出

现大范围大暴雨的情况是鲜见的。

3.2 1998 年夏季水位变化特点

分析嫩江、同盟、齐齐哈尔、江桥、哈尔滨、通河、佳木斯等 7 个水文站 1998 年 6~8 月逐日的水位资料,结果表明夏季水位变化具有以下特点(表 3)。

表 3 1998 年夏季松花江、嫩江水位状况(单位:m)

水文 站址	最高 水位	时间	超过历史 最高水位	汛期升 高水位	超警戒水位		超保证水位	
					天数	日期	天数	日期
齐齐哈尔	149.30	8月13日	0.69(1969)	5.90	38	6月27日	17	6月28日
哈尔滨	120.98	8月22日	0.84(1957)	9.17	27	8月5日	11	8月18日
通河	106.13	8月25、26日	0.53(1957)	6.61	25	8月7日	6	8月22日
佳木斯	80.34	8月27日	-0.29(1960)	6.76	14	8月18日	0	

3.2.1 最高水位异常偏高

从表 3 可以看出,1998 年夏季最高水位异常偏高,尤其是嫩江和松花江干流的前半段的水位。齐齐哈尔、哈尔滨、通河都创造了新的纪录,超过历史最高水位 0.5m 以上。佳木斯因松花江流域东部降水偏少,比历史最高的 1960 年略低。

3.2.2 夏季水位涨幅大

由于前期降水普遍偏少,松花江、嫩江春季的水位普遍偏低,哈尔滨的水位达到历史上最低值。但是,嫩江上游自 5 月下旬以来开始出现较大的降水,水位迅速增长。夏季水位涨幅相当大。哈尔滨最明显,涨幅接近 10m。

3.2.3 超过警戒水位日期早且时间长

由于降水异常偏多并集中,嫩江流域水位超过警戒水位的日数不但多,而且出现得早。齐齐哈尔在 6 月 27 日达到警戒水位,第二天就达到了保证水位。

3.3 累积降水量对水位变化的影响

由于水文站所处位置的差异使其水位变化不同,与降水的关系也不同。嫩江上游地处山区,水位变化对降水的反映比较迅速,经常表现为多峰型。经过多条支流河槽容蓄后,松花江干流水位变得比较平缓,近似为单峰型。

3.3.1 1998 年主要江河汛期水位分析

(1)嫩江上游汛期水位

嫩江上游位于大兴安岭山区中。嫩江水文站控制面积 $4.08 \times 10^4 \text{km}^2$,水位随降水的变化迅速。曲线基本是双峰型(图 3)。值得注意的是汛期最高水位出现较早,6 月 26 日达到 221.74m。以后,在 8 月上中旬再次出现迅速上升,但是上升幅度没有前一次大。

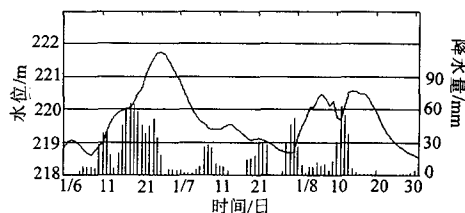


图 3 嫩江水文站 1998 年夏季水位变化(单位:m)和嫩江上游三天累积的平均降水量(单位:mm)

(2)嫩江齐齐哈尔站汛期水位

齐齐哈尔水文站位于嫩江的中游,控制面积 $12.0 \times 10^4 \text{km}^2$ 。水位变化也是双峰型。6 月下半月水位迅速上涨,很快达到警戒水位,并超过保证水位。后一次的峰值大于前一次。在两次峰值之间还有一个小的波动(图 4)。

(3)嫩江江桥站汛期水位

江桥水文站位于齐齐哈尔以南,控制面积 $17.7 \times 10^4 \text{km}^2$ 。嫩江从齐齐哈尔到江桥长

121km,这中间有雅鲁河和绰尔河汇入。江桥水文站的水位变化呈三峰型,一次比一次高(图4)。

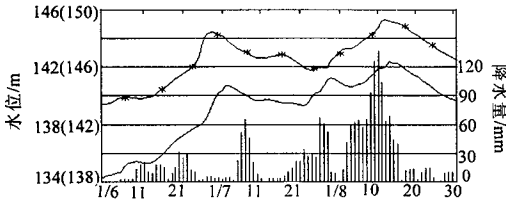


图4 齐齐哈尔、江桥站水位(单位:m)和两站之间三天累积平均降水量(单位:mm)

注:括号中为齐齐哈尔水位

(4) 松花江哈尔滨站汛期水位

哈尔滨水文站控制面积 $39.1 \times 10^4 \text{km}^2$ 。由于控制面积大,水位变化相对平稳,基本上为单峰型(图5)。1998年夏季水位变化有三次上涨幅度较大的阶段,大约在7月中旬、8月上旬和8月20日前后。哈尔滨以下松花江的水位变化趋势与哈尔滨基本相似。

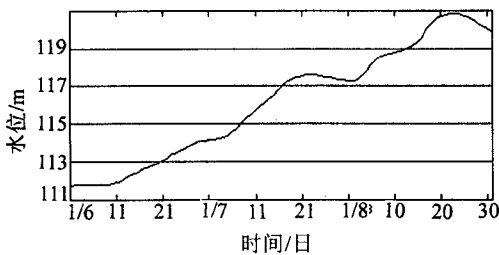


图5 哈尔滨水文站1998年夏季水位变化

3.3.2 上下游两站水位关系

很显然,上游涨水后必然影响到下游,因此上、下游水位的变化有一定的相关性。

嫩江在6月26日和8月10日前后分别有两次洪峰,7月13日还有一次相对小的波动。对应齐齐哈尔在6月29日和8月13日有两次洪峰,7月17日也有一个弱的波动。嫩江、齐齐哈尔之间大约相隔3~4天。

江桥与哈尔滨之间也有联系。江桥出现

3次洪峰(7月3、28日、8月14日)后,哈尔滨有3次水位迅速上涨(7月6~8日、8月3~6日和14~18日),之间不超过6天。

3.3.3 上下游两站之间降水对水位的影响

上游水位的影响仅是水位变化的一个因素,两站之间范围内出现的降水显然是又一个重要的因素。

(1) 小流域降水对水位变化的影响

小流域的水位变化基本上只受本流域降水的影响。例如嫩江站仅控制嫩江上游较小的范围,水位和降水之间的关系很直接。图3中还给出嫩江上游(加格达齐、嫩江)的平均降水量的三天累积量变化。可以清楚地看出较大降水出现大约两天后水位便可迅速上涨,大约5~7天达到最高点,以后逐渐下降。

(2) 较大流域降水对水位变化的影响

较大范围流域降水对水位变化的影响比较复杂。降水产生后汇集到江河影响水位变化所需要的时间不同。可以分解为上游水位变化和两处水位站之间降水两个因素。

对比江桥和齐齐哈尔两处的水位(图4),齐齐哈尔在6月29日和8月13日出现水位高峰,江桥在7月3日和8月14日分别出现水位峰值相对应。但是,齐齐哈尔在7月17日和江桥在7月28日分别出现水位峰值却不相互对应。原因是齐齐哈尔至江桥之间降水的作用。根据这段流域降水的三天累积量变化可以看出,7月17日前后基本没有降水,而7月26日前后这段流域内有较大的降水。因此可以认为,齐齐哈尔出现洪峰后大约1~3天对江桥水位有影响,但最终水位的变化还要再参考两站之间流域的降水状况。

4 小结

本文利用松花江、嫩江流域的气象、水文资料,分析了松花江、嫩江水位与流域内降水的关系,认为无论是季的总降水还是过程的

降水都直接影响水位的变化,准确作好流域内降水的分片预报,对防汛服务是有重要意义的。

参考文献

- 1 丁士晟.多元分析方法及其应用.长春:吉林人民出版社,1981:47~54.
- 2 章基嘉,葛玲.中长期天气预报基础.北京:气象出版社,1983:53~58.

The Relationship between the Precipitation and the Water Level over Songhuajiang and Nenjiang

Bai Renhai Li Shuai Wang Mingjie

(Meteorological Observatory of Heilongjiang, Harbin 150030)

Abstract

The meteorological and hydrological data in the Songhuajiang and Nenjiang area were used to discuss the effect of precipitation on the change of the water level. The conclusion is that there is a close relationship between the water level in floodwater season and the precipitation over the Songhuajiang and Nenjiang area. The severe flood in the summer of 1998 was caused by more precipitation over the Nenjiang river. The daily change of water level is closely related to the upstream water level and the precipitation over the near region.

Key Words: change of the water level abnormal precipitation Songhuajiang and Nenjiang