

广西郁江 2001 年 7 月暴雨洪水预报

吴永强 欧 剑 舒大兴 李杰友

(河海大学水文水资源环境学院 江苏 南京 210098)

摘要 :为水资源综合利用和防汛抗洪 ,开发了郁江洪水预报系统 .该系统洪水预报采用三水源新安江模型 ,河道洪水演算采用马斯京根分段连续演算方法 ,实时校正采用递推最小二乘法 .系统对 2001 年 7 月由第 3 号台风榴莲、第 4 号台风尤特形成的暴雨洪水进行了预报 ,预报精度令人满意 .

关键词 :暴雨 洪水预报 实时校正 郁江

中图分类号 :TV122+ .1

文献标识码 :A

文章编号 :1006-7647(2002)07-0001-02

1 流域简况

郁江是西江的主要支流之一 ,它由上游左江、右江及郁江干流组成 ,其中左江发源于越南北部大凉山 ,右江发源于云南省境内 ,左、右两江在南宁郊区汇合 .西津以上集水面积为 80 901 km² ;南宁以上集水面积为 73 301 km² ;南宁—西津区间集水面积为 7 600 km² ,占西津以上集水面积的 9.4% .流域水系及站网分布见图 1.

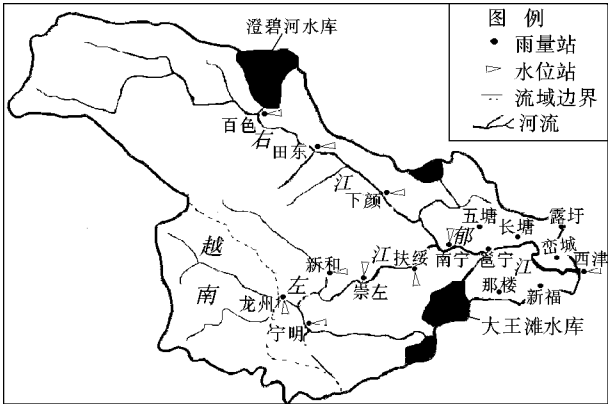


图 1 郁江流域水系及站网分布

2 暴雨成因及特点

郁江的大洪水多数发生在每年主汛期的 7~9 月份 .形成暴雨的天气系统主要是锋面、低涡和台风 ,其中低涡和台风造成的流域特大暴雨往往雨量集中、强度大且易造成灾害性洪水 .2001 年 7 月上旬 ,受第 3 号台风榴莲、第 4 号台风尤特的影响 ,郁江流域分别于 7 月 1~4 日和 5~9 日发生了两次大范围的降水过程 ,其上游支流左、右江暴发大洪水 ,

其中右江发生超过历史记录的洪水 ,郁江干流出现 1949 年以来的最大洪水 .两次暴雨的主要特性是 :降雨历时短 ,降雨量集中 ,降雨分布不均匀 ,雨区从沿海、左江、郁江中游向上游和右江发展 ,7 月 2 日和 3 日各雨量站降雨量见表 1^[1].

表 1 郁江流域部分雨量站降雨量统计

站名	河流名称	3 号台风榴莲形成的降雨/mm		
		2001-07-02	2001-07-03	累计
百色	右江	27	64	91
田东	右江	70	83	153
下颜	右江	77	116	193
宁明	左江	84	34	118
龙州	左江	69	23	91
崇左	左江	54	40	94
扶绥	左江	139	100	239
南宁	郁江	153	66	219
西津	郁江	58	46	104

3 预报模型

由于郁江流域内上游大部分地区为崇山峻岭 ,规划的遥测雨量站点少 ,故南宁以上流域的左、右江以河道洪水预报为主 ,南宁—西津区间以降雨径流预报为主 ,逻辑结构见图 2.

3.1 河道洪水演算

目前国内外河道洪水演算有 3 条途径 :以圣维南方程组为基础的水力学途径 ;以水量平衡方程和蓄泄方程为基础的水文学途径 ;运用系统概念和系统分析方法的研究途径 .根据郁江流域实际情况 ,河道洪水演算采用马斯京根分段连续演算方法^[2] ,模型参数见表 2.

作者简介 :吴永强(1969—) ,男 ,江苏兴化人 ,助理研究员 ,从事水文预报研究 .

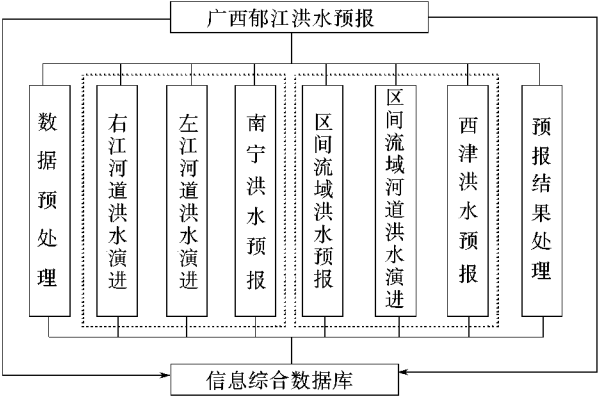


图2 郁江洪水预报系统逻辑结构

表2 郁江流域各河段洪水演算参数

河段	XE	KE/h	N	$\Delta t/h$
百色—田东	0.44	1.0	3	1.0
田东—下颜	0.44	1.0	4	1.0
下颜—南宁	0.43	1.0	3	1.0
宁明—崇左	0.42	1.0	3	1.0
龙州—崇左	0.43	1.0	3	1.0
崇左—扶绥	0.42	1.0	4	1.0
扶绥—南宁	0.40	1.0	4	1.0
南宁—西津	0.41	1.0	5	1.0

3.2 洪水预报

郁江流域地处南方湿润地区,气候温和,雨量丰沛,南宁—西津区间洪水预报选用在湿润和半湿润地区广泛应用且行之有效的三水源新安江模型^[2],次洪模型参数见表3。

表3 郁江流域次洪模型参数

WM/mm	UM/mm	LM/mm	DM/mm	KC	IM	B	C
140	20	80	40	0.87	0.02	0.25	0.167
SM	EX	KG	KI	CG	CI	CS	$\Delta t/h$
52	1.5	0.4	0.3	0.994	0.8	0.6	1.0

3.3 预见期

预报模型的预见期随暴雨中心的位置变化而变化,南宁、西津的预见期见表4。

表4 郁江流域南宁、西津预见期

暴雨中心位置	预见期/h	
	南宁	西津
右江上游地区	9~12	15~18
右江中、下游地区	6~9	12~15
左江上游地区	11~14	17~20
左江中、下游地区	6~9	12~18
南宁—西津区间		4~6

3.4 实时校正

实时校正方法较多,主要有卡尔曼滤波、马斯京根矩阵解、递推最小二乘法和误差自回归模型等。郁江洪水预报系统实时校正采用递推最小二乘法。

4 主要技术路线

根据流域地形、地貌条件及布设的水情遥测站网,按天然流域将其划分为11块,即:百色以上流域、百色—田东流域、田东—下颜流域、下颜—南宁流域、龙州以上流域、宁明以上流域、新和以上流域、龙州、宁明、新和—崇左流域、崇左—扶绥流域、扶绥—南宁流域、南宁—西津流域。

a. 百色以上流域.对百色以上流域不另作降雨径流预报,而是根据百色水文站的 $H \sim Q$ 关系和遥测水位站的实测水位得到百色以上流域的流量 $Q_{百}$,将其用马斯京根分段连续演算法演算至田东,得到 $Q_{百田}$ 。

b. 百色—田东流域.区间流域作降雨径流预报(分为百色、田东2块单元面积)。对该流域内每块单元面积分别进行产流、汇流计算,得到百色—田东区间流域的流量 $Q_{百田区}$;将 $Q_{百田}$ 与 $Q_{百田区}$ 线性叠加,即为田东以上流域的计算流量 $Q_{田计}$ 。根据田东水文站的 $H \sim Q$ 关系和遥测水位站的实测水位对计算流量 $Q_{田计}$ 进行实时校正,得到田东校正后的流量 $Q_{田校}$,将其用马斯京根分段连续演算法演算至下颜,得到 $Q_{田下}$ 。

c. 田东—下颜流域.区间流域作降雨径流预报(分为田东、下颜2块单元面积)。对该流域内每块单元面积分别进行产流、汇流计算,得到田东—下颜区间流域的流量 $Q_{田下区}$;将 $Q_{田下}$ 与 $Q_{田下区}$ 线性叠加,即为下颜以上流域的计算流量 $Q_{下计}$ 。根据下颜水文站的 $H \sim Q$ 关系和遥测水位站的实测水位对计算流量 $Q_{下计}$ 进行实时校正,得到下颜校正后的流量 $Q_{下校}$,将其用马斯京根分段连续演算法演算至南宁,得到 $Q_{下南}$ 。

d. 下颜—南宁流域.区间流域作降雨径流预报(分为下颜、南宁2块单元面积)。对该流域内每块单元面积分别进行产流、汇流计算,得到下颜—南宁区间流域的流量 $Q_{下南区}$;将 $Q_{下南}$ 与 $Q_{下南区}$ 线性叠加,即为右江汇入南宁的流量 $Q_{右南}$ 。

e. 左江的计算方法和步骤与右江基本相同,不再赘述。

f. 南宁以上流域.将左江汇入南宁的流量 $Q_{左南}$ 与右江汇入南宁的流量 $Q_{右南}$ 线性叠加,即为汇入南宁的总的流量 $Q_{南入}$ 。根据南宁水文站的 $H \sim Q$ 关系和遥测水位站的实测水位对 $Q_{南入}$ 进行实时校正,得到南宁校正后的流量 $Q_{南校}$,将其用马斯京根分段连续演算法演算至西津,得到南宁以上流域汇入西津的流量 $Q_{西1}$ 。

g. 南宁—西津流域.区间流域(下转第17页)

海大学,1991.

[25] 夏熙伦,徐平,丁秀丽. 岩石流变特性及高边坡稳定性流变分析[J]. 岩石力学与工程学报,1996,15(4):312~322.

[26] 章根德,何鲜,朱维耀. 岩石介质流变学[M]. 北京:科学出版社,1999.330~348.

[27] Stagg K G,Zienkiewicz O C. Rock mechanics in engineering practice[M]. London:Allen & Unwin Ltd.,1969.237~272.

[28] 孙广忠. 岩体力学基础[M]. 北京:科学出版社,1983.57~59.

[29] L. Müller. Technical parameters of rock and rock masses[A]. In: L. Müller eds. Rock Mechanics[C]. Rotterdam:A. A. Balkema,1974.15~27.

[30] 薛守义. 论连续介质概念与岩体的连续介质模型[J]. 岩石力学与工程学报,1999,18(2):230~232.

(收稿日期 2002-04-30 编辑:傅伟群)

(上接第2页)作降雨径流预报(分为南宁、五塘、邕宁、长塘、那楼、露圩、峦城、新福、西津9块单元面积).对该流域内每块单元面积分别进行产流、汇流计算,计算出各单元面积的出流过程,将各单元面积的出流过程线性叠加,即为南宁—西津区间流域汇入西津的流量 $Q_{西2}$.

h. 西津洪水.将南宁以上流域汇入西津的流量 $Q_{西1}$ 与南宁—西津区间流域汇入西津的流量 $Q_{西2}$ 线性叠加,即为西津总的流量 $Q_{西}$.由于西津水库没有入库站,没有 $H \sim Q$ 关系,故西津流量未作校正.

5 预报成果及误差分析

5.1 预报成果

南宁、西津预报成果精度统计见表5和表6;实测、预报洪水过程见图3,图3中雨量为南宁—西津区间的流域平均雨量.

表5 2001年7月1~31日洪水洪量预报成果

站名	实测径流 /10 ⁸ m ³	预报径流 /10 ⁸ m ³	绝对误差 /10 ⁸ m ³	相对误差 /%	确定性 系数
南宁	174.4373	191.5587	-17.1214	9.8	0.9315
西津	213.3382	212.3857	0.9525	-0.45	0.9543

表6 2001年7月1~31日洪水洪峰流量预报成果

站名	洪峰流量/(m ³ ·s ⁻¹)		相对误差 /%	峰现时间	
	预报值	实测值		预报值	实测值
下颜	7390	6670	10.8	6日14时	6日20时
崇左	8210	8890	-7.6	5日11时	5日8时
南宁	15080	13400	12.5	6日8时	6日10时
西津	14300	13900	2.9	8日11时	8日8时

5.2 误差分析

因遭受3号强台风袭击,7月2日军山中继站天线被风刮弯后曾中断信息接收48h,该期间有关测站的雨量、水位采用人工观测资料,其余时间均采用遥测系统资料.从表5和表6可见,预报结果令人满意.但南宁站水量绝对误差为 $-17.1214 \times 10^8 \text{ m}^3$,洪峰滞时最大误差为+6h(下颜站),最小为2h(南宁站).笔者认为误差的主要原因是西津以上流域面积大,部分流域面积在境外,南宁以上流域大部分地区为崇山峻岭,遥测雨量站点少,河道洪水演算在南宁以上流域洪水预报中起着极其重要的作用,尤其

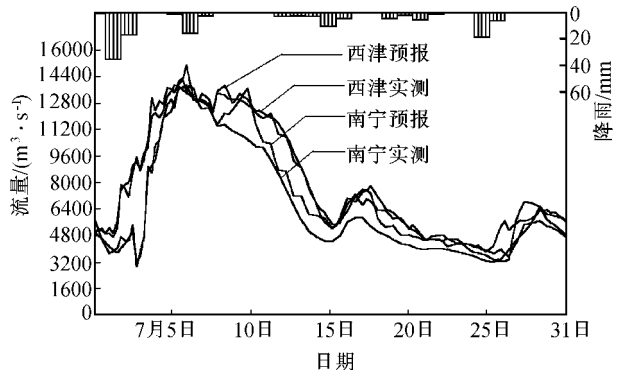


图3 南宁、西津7月1~31日实测与预报流量过程线

是下颜、崇左、南宁汇流计算正确与否对南宁洪水预报及预见期起着关键的作用,南宁—西津区间流域遥测雨量站点布设相对较密,是掌握下游洪水变化及预见期的主要区域,该区域的产、汇流计算正确与否对西津洪水预报精度及预见期有着十分重要的影响.解决的途径是:对左、右江的汇流及洪水遭遇问题,下颜—南宁、崇左—南宁区间及南宁—西津区间流域的产流问题作进一步深入的分析研究.

6 结 语

用开发的郁江洪水预报系统对2001年7月由第3和第4号台风在郁江流域造成的暴雨洪水进行了连续预报,预报结果令人满意,说明系统采用的预报模型合理,技术路线正确.系统及相应的预报方法对该流域洪水产生和形成规律研究、灾害性洪水预报、防汛抗洪工作十分有益.

本研究得到西津水电厂资助,西津电厂杨捷辉、凌坚、庞宗孟同志提供了有关资料,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

[1] 陈树娥,潘心华,王伶俐. 广西郁江2001年暴雨洪水分析[J]. 水文,2002(1):54~57.

[2] 赵人俊. 流域水文模拟——新安江模型和陕北模型[M]. 北京:水利电力出版社,1984.

(收稿日期 2002-05-09 编辑:熊水斌)