

文章编号:1004-9045(2007)04-0348-04

## 荆江河段洪水水位预报方法研究

童哲堂<sup>1</sup>, 刘火胜<sup>1</sup>, 付克金<sup>2</sup>, 陈国刚<sup>1</sup>, 鲁礼炳<sup>1</sup>, 毛以伟<sup>3</sup>

(1.湖北省荆州市气象局,荆州 434100; 2.荆州市水文水资源勘测局,荆州 434100;  
3.武汉中心气象台,武汉 430074)

**摘要:**研制了荆江河段各站具体的洪水水位预报方案,并对预报方案进行了检验。研究表明:利用洪水预测的上下游相关法,建立荆江河段宜昌-枝城、枝城-沙市、沙市-城陵矶-石首、枝城-城陵矶-监利等水文预报站点的上下游相应水位关系曲线,能较好的预测荆江河段各预报站点洪水水位,并且通过对 1969、1981、1983 年 3 次洪峰过程试报的结果表明,该方案具有较好的适应性。

**关键词:**荆江; 水文预报方法; 相应水位法  
**中图分类号:** P339      **文献标识码:** A

### 1 引言

长江荆江河段自枝城至城陵矶段,全长 337 km,每到汛期,受长江涨水影响,洪峰水位比沿岸地面高 12~15 m,形成有名的悬河,防汛形势十分严峻。因而做好荆江河段各水文站点的洪水预测,为当地防洪抗灾提供及时准确的预测显得十分重要,李明新<sup>[1-3]</sup>等专家从联机实时、水文学方法模型、水位流量关系变化等方面进行了分析,但这些方法大多运行比较复杂,计算比较繁琐、实际预报的时候需要的资料量很大,而受降水突发性的影响,洪水的变化有时是很快的,因而研究一种简单实时的洪水预测模型,能根据荆江河段的水位变化,实时预测下游的洪水水位十分必要。本文基于这一原因,利用相应水位法<sup>[4]</sup>建立了荆江河段宜昌-枝城、枝城-沙市、沙市-城陵矶-石首、枝城-城陵矶-监利等水文预报站点的上下游相应水位关系曲线,实时预报荆江河段各预报站点洪峰水位。

### 2 荆江概况

长江荆江河段全长 337 km,枝城至藕池口为上荆江,长约 167 km,属分汉型河道;藕池口至城陵矶为下荆江,长约 170 km,属典型的蜿蜒型河道,素有“九曲回肠”之称。荆江以北为地势低平的江汉平原,荆江以南为洞庭湖平原,南岸有松滋口、太平口、藕池口、调弦口(于 1959 年建闸)“四口”分长江水入洞庭湖,洞庭湖在城陵矶与长江汇合,江湖关系十分复杂。此段入江的主要支流南岸有清江和洞庭湖水系的湘、资、沅、澧

“四水”,北岸有沮漳河。当长江上游和清江及洞庭湖“四水”的洪水并涨时,极易发生洪水遭遇,酿成洪涝灾害,螺山站位于城陵矶下游约 30 km 处,控制长江上游宜昌、支流清江、洞庭“四水”及洞庭湖区间来水。同时由于受泥沙堆积的原因,荆江河床不断抬升,每到汛期,长江水位上涨的时候,洪峰水位比沿岸地面高 12~15 m,形成有名的悬河,防汛任务非常艰巨。

### 3 荆江水文站水文特性

荆江河段主要水文站有宜昌、枝城、沙市、石首、监利、城陵矶、螺山。

#### 3.1 水文站来水情况

宜昌站:长江干流控制站,单一上游来水。枝城站、沙市站、石首站、监利站四站为单一上游来水,旁侧有分流。城陵矶:洞庭湖出口控制站,“四水”、“四口”多处来水。螺山站:“四水”及干、支流多处来水。

#### 3.2 水文站水文特性

宜昌站为长江上游与下游分界,控制上游集水面积 1 005 501 km<sup>2</sup>,洪水来源于长江上游及三峡区间暴雨产流,表现为 5~10 月份水量较大;11 月至次年 4 月份水量较小。洪峰为单峰和多峰型。受洪水涨落率、断面冲淤变化、葛洲坝水库调度、清江来水及下游水体顶托等多种因素综合影响,使水位流量关系在低水时为单一线,中高水时呈不规则的绳套变化的水位流量关系,曲线主要受涨落率影响,当清江涨水时,对宜昌水位有顶托影响,并且在将来更多的受到即将建成的三峡水库调度的影响,在本预报方案中,宜昌站洪

收稿日期:2007-08-21;定稿日期:2007-11-25

基金项目:中国气象局新技术重点推广项目“长江中游气象水文预报与服务系统研究”(CMATG2006Z08)资助

作者简介:童哲堂,男,1966 年生,高级工程师,主要从事预报服务及管理研究。Email:tzjz@163.com

峰为已知或水文预报结果。

枝城站的水位流量关系曲线因受涨落率影响呈绳套形状, 虽绳套幅度不大, 但轴线不稳定。

沙市站的水位流量关系曲线不仅受涨落率影响, 还受变动回水影响, 尤其是城陵矶水位大于 32 m 时, 影响尤为明显, 同时受断面冲淤影响, 水位流量关系曲线不稳定。

监利站因受荆江裁弯影响, 水位降低, 而下泄流量加大, 加之受城陵矶回水顶托影响, 水位流量关系极为复杂, 多呈复式绳套。

城陵矶站由于距下游洞庭湖与长江汇合处仅 3.5 km, 受长江水位顶托影响甚为严重, 影响水位流量关系的因素错综复杂, 同水位流量可相差 20 000 m<sup>3</sup>/s 以上, 而同流量的水位相差可达 10 m 以上。

螺山站受洪水涨落、变动回水顶托及断面冲淤变化的综合影响, 水位流量关系变化较剧烈, 同水位流量相差可达 7 000 m<sup>3</sup>/s。

#### 4 洪峰水位预报方法

本方案应用相应水位法预报, 相应水位是指河段上、下站同位相的水位。相应水位预报简单地说就是用某时刻上站的水位预报一定时间后下站的水位。假设水流大体已经汇集于河槽, 且下站来水主要来自于上游, 又没有回水顶托等外界因素影响, 那么影响洪水波传播的因素比较简单, 上、下站相应水位过程起伏比较一致, 则在上、下站的水位过程线上, 常常容易找到相应的特征点(峰、谷和涨落洪段的反曲点等)。利用这些相应特征点的水位即可制作预报曲线图从河段上、下站实测水位资料, 摘录相应的洪峰水位值及其出现时间, 就可点绘相应洪峰水位关系曲线及其传播时间曲线, 根据曲线预报未来某时间的水位, 其公式<sup>[1]</sup>为:

$$Z_{p,l,t+} = f(Z_{p,u,t})$$

式中  $Z_{p,u,t}$ : 指上站  $t$  时洪峰水位;  $Z_{p,l,t+}$ : 指下站  $t+$  时洪峰水位;

而对于在干支流或河湖汇合附近的河段互相受到变动回水顶托河段, 这时候影响下站水位变化的主要因素除上游来水外, 还有回水顶托, 所以, 预报时, 还必需先分析河段内回水变动情况, 受回水影响程度的大小, 才能建立相应的关系, 其公式<sup>[1]</sup>为:

$$Z_{p,l,t+} = f(Z_{p,u,t}, Z_{p,b,t})$$

式中  $Z_{p,u,t}$  为上站  $t$  时洪峰水位;  $Z_{p,b,t}$  为顶托站  $t$  时刻洪峰水位;  $Z_{p,l,t+}$  为下站  $t+$  时刻洪峰水位。

根据荆江河段特点, 在荆江上段(枝城-藕池口)包括水文预报站点枝城站、沙市站, 采用单一上下游

相关法。

而在荆江下段(藕池-城陵矶)包括水文预报站点石首、监利站比降低, 水流平缓, 水位变化除受上游来水影响外, 受城陵矶回水顶托影响明显, 采用有回水顶托的上下游关系预报方法。

#### 5 荆江各站洪峰具体预报方案

根据来水情况和水位流量关系特性, 并考虑预见期的需要, 经过历史洪水过程分析, 在荆江形成各水文站洪峰水位预报方案如下:

##### 5.1 枝城站

建立宜昌-枝城相应水位关系曲线, 以宜昌水位预报枝城水位。共收集 1987-2003 年共 51 场洪水资料进行统计分析, 得出宜昌-枝城水位关系结点曲线(图 1)。

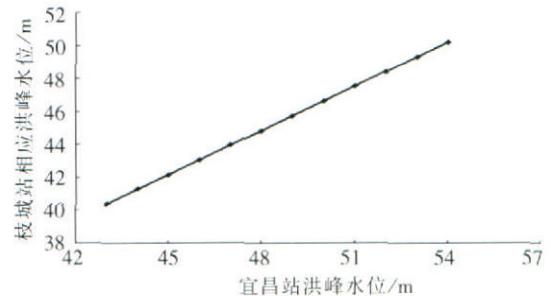


图 1 宜昌-枝城相应水位关系结点曲线

##### 5.2 沙市站

建立枝城-沙市相应水位关系曲线, 以枝城水位预报沙市水位。共收集 1987-2003 年资料 69 场洪水资料进行分析, 得出枝城-沙市水位关系结点曲线(图 2)。

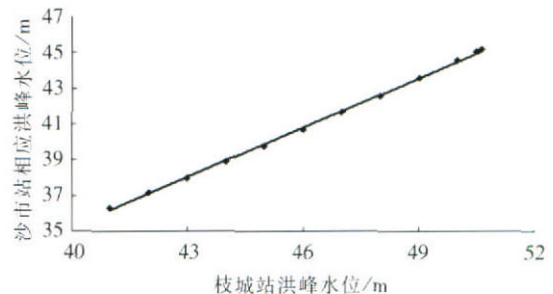


图 2 枝城-沙市相应水位关系结点曲线

##### 5.3 石首站

以城陵矶水位为参数, 建立沙市-城陵矶-石首相应水位关系曲线, 用沙市和城陵矶水位预报石首水位。

在得知沙市站洪峰水位(时间为  $t$ )之后, 用城陵矶( $t-24$ ) h 的水位查沙市站-城陵矶站-石首站洪峰水位相关关系, 得出石首站洪峰水位(预报值)。从沙市站到石首站, 洪水传播时间一般取 12 h。

共收集 1987-2003 年共 77 场洪水资料进行分析, 在关系曲线建立过程中充分考虑城陵矶站水位的

顶托影响, 得出石首水位关系结点曲线(图 3)。

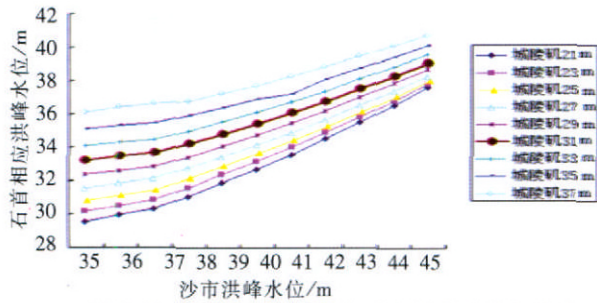


图 3 沙市-城陵矶-石首相应水位关系结点曲线

### 5.4 监利站

以城陵矶水位为参数, 建立枝城-城陵矶-监利相应水位关系曲线, 采用枝城和城陵矶水位预报监利水位。

在得知枝城站洪峰水位(时间为 t)后, 用城陵矶的同时刻(时间为 t)水位查枝城站-城陵矶站-监利站洪峰水位相关关系, 得出监利站洪峰水位(预报值)。从枝城站到监利站, 洪水传播时间一般取 36h。

共收集 1990-2003 年共 97 场洪水资料进行分析, 在关系曲线建立过程中充分考虑城陵矶站水位的顶托作用对监利站洪峰水位预报的影响, 得出监利水位关系结点曲线(图 4)。

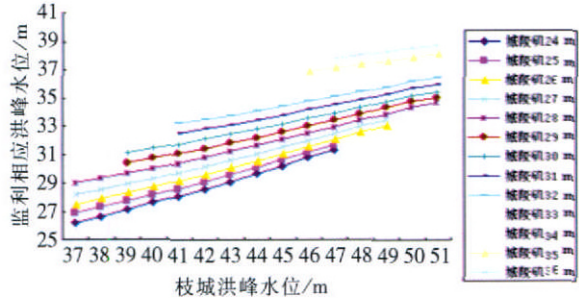


图 4 枝城-城陵矶-监利相应水位关系结点曲线

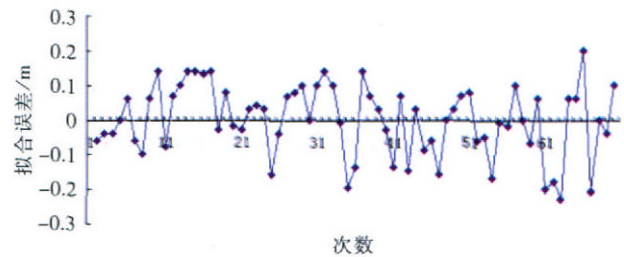
### 5.5 实时预报方法处理

人工作业预报时, 许多因素凭经验来判断; 而计算机需要严格的推理。这样在编程时, 就要对预报方案进行一些处理。如何处理恰当, 则是编程的关键所在, 处理的好坏将直接影响联机实时预报的精度。对单一相关曲线查算, 采用分段一元三点线性插值处理, 对于有考虑顶托相关关系曲线查算, 则通过线性内插, 先算出任意顶托站水位的结点曲线, 再根据分段线性插值计算出预报水文站水位。

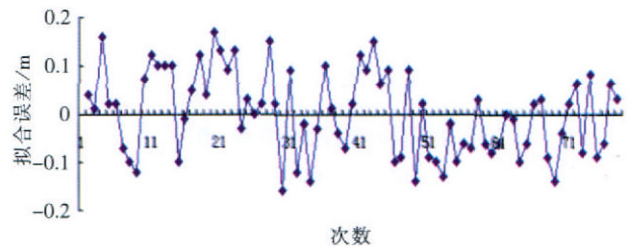
## 6 预报方案检验

### 6.1 预报方案的历史拟合评定

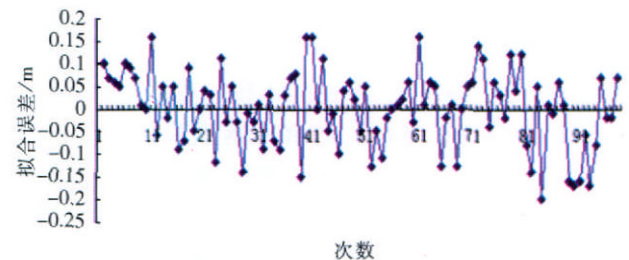
由于荆江两岸汛期防汛主要参考水位是沙市、石首、监利三站水位, 因此主要对沙市、石首、监利三站进行预报检验, 利用 1987-2003 年的长江水文洪峰资料, 运用上述预报方法对荆江的沙市、石首、监利三站洪峰过程进行历史拟合并计算误差, 三站洪峰拟合误差(图 5)。



(a)沙市站 1987~2003 年 69 次洪峰拟合误差



(b)石首站 1987~2003 年 77 次洪峰拟合误差



(c)监利站 1987~2003 年 97 次洪峰拟合误差

图 5 沙市、石首、监利三站洪峰拟合误差

根据水文情报预报规范第 4.2.2 条, 预报方案拟合误差小于 0.1 m 为优秀, 则上述三站优秀率分别为: 沙市 72.8%、石首 79.2%、监利 76.3%。

### 6.2 试报

利用上述水文预报方法对 1969、1981、1983 年 3 次洪峰进行预报, 三站预报结果见表 1。

表 1 1969、1981、1983 年 3 次洪峰沙市、石首、监利预报及误差

时间 (年-月-日)	宜昌水位/m	沙市站水位/m			石首站水位/m			监利站水位/m		
		预报	实况	误差	预报	实况	误差	预报	实况	误差
1981-07-19	50.10	44.62	44.47	+0.15	39.32	39.12	+0.20	35.33	35.78	-0.45
1969-07-20	50.55	42.07	42.02	+0.05	38.02	37.84	+0.18	35.75	35.68	+0.07
1983-7-20	53.18	41.74	43.67	+0.07	39.38	39.31	+0.08	36.63	36.73	-0.10

由上表可见,本预报方案对3次洪峰预报,除了1981年7月监利站预报误差达到-0.45 m,其余预报误差都在0.20 m以内,而这三次洪峰代表了长江中游三类典型的洪水类型,1969年7月为长江中游型洪峰,1981年7月为长江上游型洪峰,1983年7月为长江上中游遭遇型,可见本方案具备较好的适应性。

## 7 结论与讨论

根据荆江河段洪水水文特点,在荆江上段(枝城-藕池口)包括水文预报站点枝城站、沙市站,采用单一上下游相关法。而在荆江下段(藕池-城陵矶)包括水文预报站点石首、监利站比降低,水流平缓,水位变化除受上游来水影响外,受城陵矶回水顶托影响明显,采用有回水顶托的上下游关系预报方法。建立荆江河段宜昌-枝城、枝城-沙市、沙市-城陵矶-石首、枝城-

城陵矶-监利等水文预报站点的上下游相应水位关系曲线,能较好的预测荆江河段各预报站点洪水水位,并且通过对1969年、1981年和1983年3次洪峰进行试报,结果表明本预报方案具备较好的适应性。

## 参考文献:

- [1] 李明新,王光越,黄艳,等.长江寸滩至螺山河段联机实时预报[J].水利水电技术,1996(9):44.
- [2] 仲志余,徐承隆,胡维忠.长江中下游洪水演进水文学方法模型研究[J].水利水电快报,1998(5):11.
- [3] 袁瑞英.长江上游千余年来特大洪水的初步探讨[J].四川大学学报(工程科学版),2001(11):22.
- [4] 施修端,负湛,朱汉林.长江中游汉口站大水年水位流量关系变化分析[J].水利水电快报,2000(5):17.
- [5] 林秉南,周建军.利用三峡枢纽下泄“清水”改善洞庭湖和荆江的防洪局面[J].长江三峡建设,2003(12).
- [6] 长江水利委员会.水文预报方法(第二版)[M].北京:水利电力出版社,1993:8-17.

## Study on Flood Water Level Forecasting in Jingjiang

TONG Zhe-tang, LIU Huo-sheng, FU Ke-jin, CHEN Guo-gang, LU Li-bing, MAO Yi-wei

(1.Jingzhou Meteorological Bureau, Jingzhou 434100; 2.Jingzhou Hydrology Water Resources Survey Bureau, Jingzhou 434100;  
3. Wuhan Central Meteorological Observatory, Wuhan 430074)

Abstract: The idiographic forecasting scheme of water level in every station in Jingjiang reaches is discussed and the prediction result is tested. By means of upperstream and downstream correlation method of flood forecasting, upperstream and downstream relevant water level relationship of hydrological forecasting stations in Jingjiang such as Yichang-Zhicheng, Zhicheng-Shashi, Shashi-Chenglingji-Shishou, Zhicheng-Chenglingji-Jianli and so on, is established. It can well forecast flood water level of every forecasting station in Jingjiang. Through testing forecasting three flood peaks in 1969, 1981, 1983, this scheme shows good adaptability.

Key words: Jingjiang; Hydrological forecasting method; Relevant water level method