

上游水位站法在黄家港站报讯应用分析

李水泉 王奕

长江水利委员会水文局汉江水文水资源勘测局

DOI:10.12238/hwr.v4i10.3398

[摘要] 通过黄家港站上游水位站法与本站连时序法的对比分析,探讨采用上游水位站法在水文测汛过程中的可行性,为受水利工程变动回水影响下的测站测验、报讯方法提供参考。

[关键词] 上游水位站法; 黄家港站; 报讯; 水利工程影响

中图分类号: TV5 **文献标识码:** A

1 研究背景

黄家港站是汉江中游受水利工程严重影响的测站,该站既受上游丹江大坝发电、泄洪影响,还受下游王甫洲水利枢纽的调节顶托影响,亦受本河段水草的影响,水流情况十分复杂。为分析研究复杂水流特性,近年来加强测验,加密流量布置,以探寻优化受水利工程影响下黄家港站水文定线推流和报讯方法。

近年来,丹江口水库水量调度广受社会关注,流量监测关系着汉江水资源利用、水生态治理、水环境保护,因黄家港站水流特性复杂多变,流量监测任务繁重,报讯精度难以满足水资源管理需求。通过分析黄家港站上游王家营水位与黄家港实时流量相关关系,采用上游水位站法进行分析检验,优化流量测验布置,提高报讯精度。

2 测站概况

黄家港水文站地处湖北省丹江口市新港开发区,东经 $111^{\circ}31'$,北纬 $32^{\circ}31'$,汉江干流站,南水北调中线工程丹江口水库下游6km,来水受上游丹江口水库发电、泄洪控制影响,洪水期为丹江口水库泄洪期。该站建站时间长,收集水文资料60余年,由建站初期的天然河流站,转变为受上游水电站控制影响到2002年后上下游水利工程影响站。

该站平水期不仅受上下游水利工程影响,还受上游发电调度及下游水库尾水顶托及气温水温变化水生植物生长情况影响;洪水形成主要为汉江中上游强降雨(暴雨)汇流丹江口水库,水库蓄水水位高时,为与长江洪水“错峰”,丹江口水库保证水库及汉江下游安全,加大弃水泄洪,洪水主要集中在8-10月,洪水涨落急剧、历时较长。

3 抵偿河长法

3.1 抵偿河长法

在测站上游附近无支流汇入,不受变动回水影响,在断面及河床比较稳定的河段,对于天然河流,若呈稳定流的河段时,河段中各断面的水位之间都有固定的关系,并且对应于一个固定槽蓄量,河段内各断面的流量都相等。因此,稳定流时,水位、流量、槽蓄量互呈单值函数关系。在不稳定流时,如因洪水涨落影响的河段,设一河段中断面水位为 Z 中,河段槽蓄量 W 、下断面流量 Q 三者之间成单值函数,则此河段的长度称为抵偿河长法。

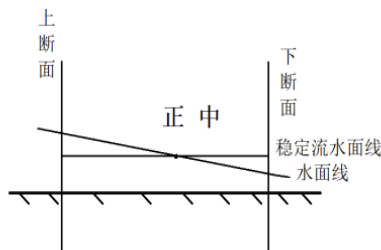


图 1

此河段的长度称为抵偿河长法。当 Z 中不变时, W 也不变,若增加了附加比降后,下断面水位 Z 降低,但比降增大,使得 Q 下仍然不变。抵偿河长法就是建立 Z 中与 Q 下的单值关系来推求流量。

3.2 抵偿河长计算

抵偿河长公式为:

$$L = \frac{Q_0}{I_0} \left(\frac{\partial z}{\partial Q} \right)$$

其中 L ——抵偿河长;

Q_0 ——水位 Z 对应稳定流态下的流量;

I_0 ——对应于 Q_0 时稳定流态下的水面比降;

$\frac{\partial z}{\partial Q}$ ——稳定流态下的水位流量关系曲线在水位 Z 处的斜率。

由于本站受丹江泄洪涨落、水草、王甫州顶托等多种影响影响,无法准确计算稳定流下斜率,因此采用近似计算。通过分析,不同时期稳定流水位流量关系略呈平行关系,近似计算在 $0 \sim 3000 \text{ m}^3/\text{s}$ 流量级下水位流量关系曲线斜率。

表1 黄家港站中低水级水位流量关系曲线斜率

流量 (m^3/s)	500	750	1000	1500	2000	2500
斜率	1/600	1/790	1/850	1/1050	1/1180	1/1340

由于黄家港水位受王甫州影响较

表2 黄家港站抵偿河长计算表

日期	流量 (m³/s)	黄家港水位(m)	王家营水位(m)	比降	斜率	抵偿河长 (km)
2017-02-19	470	88.86	89.26	1/11500	1/583	9.3
2017-04-23	655	89.11	89.60	1/9388	1/705	8.7
2017-08-01	731	89.47	90.02	1/8364	1/771	7.9
2017-08-05	471	89.02	89.48	1/10000	1/584	8.1
2017-08-31	501	89.16	89.61	1/10222	1/601	8.5
2017-09-04	2080	90.93	91.55	1/7419	1/1203	12.8
2017-09-06	1320	90.06	90.70	1/7187	1/968	9.8
2017-09-24	541	89.01	89.54	1/8679	1/625	7.5
2017-09-27	1290	90.03	90.70	1/6866	1/956	9.3
2017-11-07	1210	89.37	89.88	1/9020	1/924	11.8
2017-11-09	835	88.90	89.45	1/8364	1/809	8.6
2018-01-22	634	88.62	89.18	1/8214	1/643	7.6
2018-01-18	570	88.56	89.14	1/7931	1/689	7
2018-02-13	901	88.90	89.65	1/6133	1/825	6.7

大,因此不同状态下计算结果误差较大,因此尽量选取丹江稳定出流、王甫州库区水位较低情况下进行计算。表2选取了2017年至2018年初不同时期稳定流状态下黄家港流量及其比降计算抵偿河长。

从上表可以看出该河段在500~2000m³/s流量下抵偿河长范围在7~13km。随着流量的增大,抵偿河长逐渐变大并呈收敛趋势。本次分析采用上游水位站法现有测站王家营水位站距黄家港约4.6km,基本处在1/2抵偿河长,在理论上在1500m³/s以下可呈单一关系、在1500m³/s以上可将绳套宽度束窄。

3. 3示例分析

为满足黄家港站精准测验和报讯要求,该站2017年加密测次共施测流量224次(为常年的3倍),其中6月份电网用电调节施测27次,8月份国际摩托艇大赛用水调节期间5天施测42次,流量变幅均在500~900m³/s之间;10月份受大坝开闸泄洪影响40天施测58次,流量变幅在500~7800m³/s。

以下通过对比分析2017年王家营上游水位站法水位流量相关关系与黄家港本站水位流量关系曲线,探索上游水位站法在黄家港整编及报讯应用的

可行性。

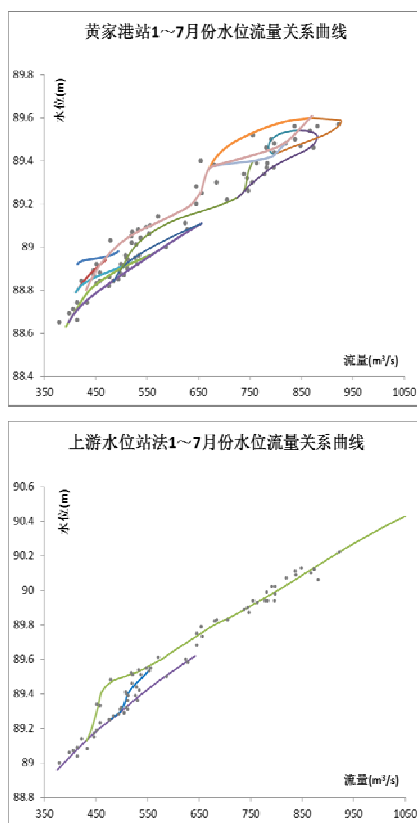


图2 2017年1-7月水位流量关系对比图

从上图可见黄家港站因受下游王甫州顶托影响、丹江口水库出库涨落、水草影响,水位流量关系较为混乱,而采用上游水位站法关系拟合较好。究其原因,在天然状态下上游站水位与本站流量可建立单值关系,当本站受顶托影响时而

上游站未受顶托,因此上游站水位与本站流量单值关系较好。同时上游水位站法在5月初因受水草影响稳定流态下河道过水能力下降导致水位流量关系逐渐向左偏移至5月底基本稳定,同时在6月17日至24日丹江口水库加大出流过程中仍保持单值关系。

8月6日至8月12日国际摩托艇大赛期间丹江口水库上午加大出力出库流量增至950m³/s,下午减少500m³/s。从图3中可看出,受电站频繁调节出库涨落影响,黄家港站在一定顶托情况下水位流量关系仍呈逆时针绳套,并且关系较为复杂。采用上游水位站法单次出流过程呈单一关系,且多次出流过程点群关系较为集中,若合并定线最大单点误差在6%以内,峰值流量误差在4%以内,可满足整编和报讯要求。

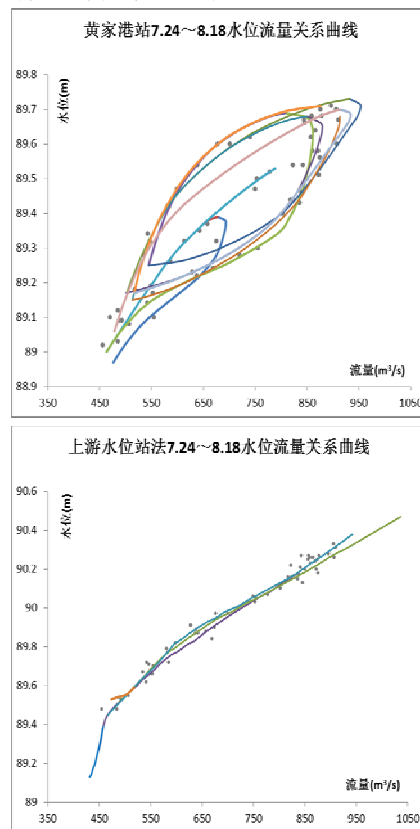


图3 2017年7.24-8.18水位流量关系对比图

另2017年9~10月汉江发生明显秋汛,丹江口水库开闸泄洪,最大流量为7870m³/s。从两者定线情况结果较为相

近,定线数目基本一致,可以说明在大水期采用上游水位站法进行推流并无明显优势,在洪水期特别是在 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 以上流量级王家营水位站并非抵偿河长法的最佳位置,如上节所述应在上游 $6\sim 7\text{km}$ 处。

因此黄家港站采用上游水位站法有以下特性。

(1)在河道外部环境较为稳定时期内水位流量关系保持单值关线。

(2)因受水草、断面冲淤影响,水位流量关系将会发生一定偏移。

(3)当上游参照站受顶托较小,可有效解决下游顶托影响。

(4)在中低水可将洪水涨落影响的逆时针绳套关系转化成单一关系线。

3.4 报汛分析

通过以上分析,黄家港站可采用上游水位站法报汛,通过建立王家营站水位与黄家港站实测验实时水位流量关系曲线,推算黄家港本站流量作为相应报汛流量来实现。为提高相应流量报汛精

度,黄家港站注意合适测验时机,以优化减少流量测次,满足报汛需要。

(1)在河道糙率发生改变时如水草生长、水库泄洪冲刷明显冲淤变化时加强监测。

(2)丹江口水库规律调节期间应施测一次完整过程,校验上游水位站法水位流量关系。

(3)王甫州坝上水位发生较大变化,应及时加测控制变化过程。

(4)测验可尽量选择稳定流期间施测。

(5)当检验发生变线时,应施测一定水位变幅的实测流量,以保证报汛精度。

(6)在高水期间可采用本站水位流量关系进行推流,上游水位站法可作用辅助使用。

4 结论

上游站水位法对受水利化工程变动回水顶托影响的测站优化流量测验有较好的实用性,通过选择合适的辅助断面,分时分段修订上游水位站法水位流量关

系,可以有效解决报汛过程中频繁变线问题,提高报汛精度。

[参考文献]

[1]水利部.河流流量测验规范GB 50179-93[M]//河流流量测验规范,GB 50179-93.中国计划出版社,1994.

[2]夏士淳,陈跃新,张景峰.《河流流量测验规范》执行中若干问题的商榷[J].黑龙江水利科技,1999(2):22-23.

[3]黄新平,陈红兵,周明华.变动回水影响下的水位流量关系单值化分析探讨[J].信息通信,2015(03):32-33.

[4]乔万亮,石贵民,杨晓波.抵偿河长法在水位流量关系整编中的应用[J].黑龙江水利科技,2000(01):26-27.

作者简介:

李水泉(1984—)男,汉族,福建南安人,本科,长江水利委员会水文局汉江水文水资源勘测局,工程师。主要从事水文测报、水情预报、水文水资源分析研究工作。