

# 清江水布垭水文站受变动回水顶托影响的分析

宿秋林 王必新 黄新平  
湖北省宜昌市水文水资源勘测局  
DOI:10.12238/hwr.v5i10.4041

**[摘要]** 随着我国经济和社会的迅猛发展,河流的水资源得到充分的开发利用,一座座水电站拔地而起,创造了大量的清洁能源,增加了防汛能力,改善了航运条件。但是水利工程的兴建改变了河流的水文特性,严重影响到水文测站的正常测验和水文资料的连续性和代表性:测验工作难度增加,任务强度增大,有的测站不得不改变原有的测验和整编方法,有的甚至只有搬迁或撤消。然而,水文是水利工程设计、建设、运行的基础,本文作者利用实测资料,对清江中游的水布垭水文站受隔河岩水库变动回水顶托影响进行一些分析,结果表明:190.00m是隔河岩水库对水布垭站形成回水顶托影响的临界点水位,当渔峡口水位在190.00m以下时,对水布垭站无顶托,当渔峡口水位达到190.00m以上时,本站受到回水顶托影响,希望对以后的水文工作有些帮助。

**[关键词]** 回水顶托; 影响分析; 水布垭水文站; 隔河岩水库

**中图分类号:** TU 文献标识码: A

## Analysis on the Influence of Variable Backwater Jacking on Shuibuya Hydrological Station of Qingjiang River

Qiulin Su Bixin Wang Xinping Huang  
Yichang Hydrology and Water Resources Survey Bureau

**[Abstract]** With the rapid development of China's economy and society, the water resources of rivers have been fully developed and utilized. Hydropower stations have sprung up, creating a large amount of clean energy, increasing flood control capacity and improving shipping conditions. However, the construction of water conservancy projects has changed the hydrological characteristics of the river and seriously affected the normal test of hydrological stations and the continuity and representativeness of hydrological data: the test work is more difficult and the task intensity is increased. Some stations have to change the original test and integration methods, and some even have to be relocated or cancelled. However, hydrology is the basis for the design, construction and operation of hydraulic engineering. Based on the measured data, the author analyzes the influence of variable backwater jacking of Geheyan reservoir on Shuibuya hydrological station in the middle reaches of Qingjiang River. The results show that 190.00m is the critical water level of Geheyan reservoir affecting the backwater jacking of Shuibuya station. When the water level at Yuxiakou is below 190.00m, there is no jacking for Shuibuya station. When the water level at Yuxiakou reaches more than 190.00m, the station will be affected by backwater jacking, hoping to help the hydrological work in the future.

**[Key words]** backwater jacking; impact analysis; Shuibuya hydrological station; Geheyan Reservoir

### 前言

水位流量关系曲线是描述水文断面的水位和通过该断面的流量两者之间的曲线,是水文资料整编和水文预报的重要依据。水库蓄水后改变了河流天然水沙特性,河段水文测验条件也随之发生变化,尤其是水利工程位于水文站测验

断面的下游时,测验河段位于水库回水区,原有稳定的水流流态受到破坏,不稳定的流态使得原有的稳定水位与流量关系丧失,给水文测验、资料整编和水文预报带来很大的困难。面对这种情况,如何分析影响程度,思考解决办法,是稳定水文站网的当务之急。

### 1 流域梯级电站和水文站概况

1.1 清江发源于湖北省恩施土家族苗族自治州利川市齐岳山,至宜昌市陆城街办注入长江,全长428km,集水面积16714km<sup>2</sup>;从上而下先后建成大龙潭、水布垭、隔河岩、高坝洲四级大坝水库,最先建成的是1995年竣工的隔河岩大坝。

表1 2013年水布垭站实测流量与相关因素表

测次	Z <sub>水布垭</sub>	Q <sub>实测</sub>	Z <sub>渔峡口</sub>	Z <sub>水布垭单一线</sub>	Z <sub>顶托差</sub> =Z <sub>水布垭</sub> -Z <sub>水布垭单一线</sub>
1	192.54	257	192.12	192.18	0.36
2	192.05	146	192.12	191.58	0.47
3	191.80	117	192.01	191.38	0.42
4	193.67	520	192.08	193.45	0.22
5	194.22	662	191.96	194.04	0.18
6	191.73	107	191.94	191.29	0.44
7	193.14	394	191.89	192.85	0.29
8	192.14	184	191.84	191.81	0.33
9	191.48	71.1	191.70	190.95	0.53
10	193.06	379	191.45	192.78	0.28
∴	∴	∴	∴	∴	∴

图1 水布垭站2013年水位流量关系图

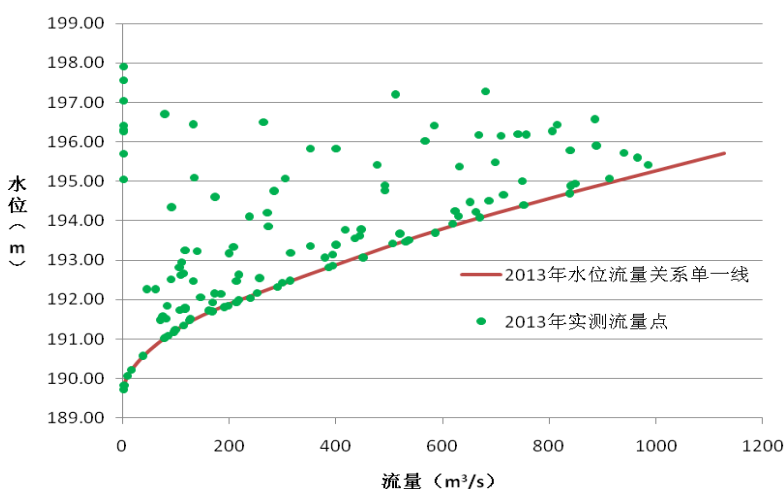
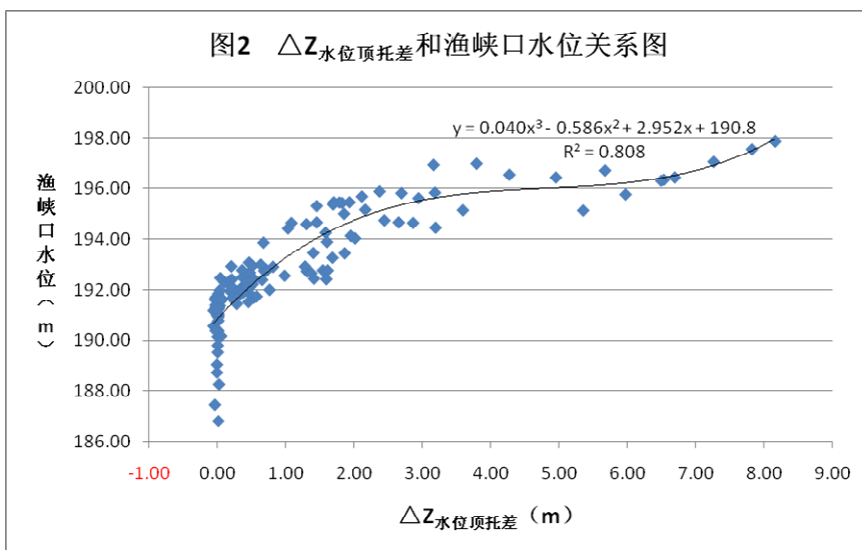


图2  $\Delta Z$ 水位顶托差和渔峡口水位关系图



1.2渔峡口水文站位于湖北省长阳土家族自治县渔峡口镇渔坪村, 设立于1952年6月, 为清江干流控制站, 国家重

要水文站, 距离下游的隔河岩大坝120Km, 处在隔河岩库区回水顶托范围内, 目前流量停测, 只开展水位、降水测验项目。

1.3 2002年3月, 在渔峡口站上游18Km, 长阳土家族自治县渔峡口镇龙池村, 长阳县与巴东县交界处, 设立水布垭水文站。该站测验河段仍处在隔河岩水库库尾, 当枯季隔河岩水库蓄水位较高时, 受到回水顶托影响, 水位流量关系为连时序线; 当汛期腾空库容后库水位较低时, 属于自然河道, 河床稳定, 流速较大, 水位流量关系为单一线。在该站上游3Km于2007年7月建成水布垭大坝。

2 分析情况

2.1 现有2013年的实测流量资料123次, 见表1, 通过查询渔峡口站的原始水位资料, 可以得到每次实测流量的同时刻渔峡口水位。另外, 为了便于分析研究, 需要构建一个能够反映水布垭站受到回水顶托影响程度的变量 $Z_{顶托差}$ , 先根据当年在完全无顶托时段、自然流态下的部分流量测次, 绘制一条水位流量关系单一线(此线曾用于当年无顶托时段的资料整编), 见图1。然后根据此线用每一次实测流量查线得到一个水位值:  $Z_{水布垭单一线}$ , 即该实测流量假如是在自然流态时的理论水位值, 这样,  $Z_{顶托差} = Z_{水布垭} - Z_{水布垭单一线}$ 。可以想见, 当无顶托时,  $Z_{顶托差}$ 应该接近于0, 当顶托影响越大时,  $Z_{水布垭}$  偏高  $Z_{水布垭单一线}$  就越多,  $Z_{顶托差}$  的数值就越大, 可以很好的反映受到顶托的影响程度。

2.2 在反映顶托影响的各种因素中, 实测流量同时刻的下游的渔峡口水位, 可以很好的反映隔河岩水库的水位变化状态, 是一个主要变量。这样, 用渔峡口同时刻水位与  $Z_{顶托差}$  点绘关系图进行分析观察, 见图2。(1) 点据呈较好的带状分布, 有点分散, 曲线中上部采用三次多项式拟合, 相关系数的平方为0.808, 相关性较大。(2) 渔峡口水位在190.00m以下后,  $Z_{水布垭}$  均接近于0, 点据呈垂直状态, 充分证明: 190.00m是隔河岩水库对水布垭站形成回水顶托影响的临界点水位, 当渔峡口水位在190.00m以下时, 对水布垭站无顶托, 测验河段处于自然状态, 断面控制较好。当渔峡口水位达到190.00m以上时, 本站受到回水顶托影响。

2.3 另外一个反映水布垭站受顶托影响的因素是上游来水流量, 即水布垭

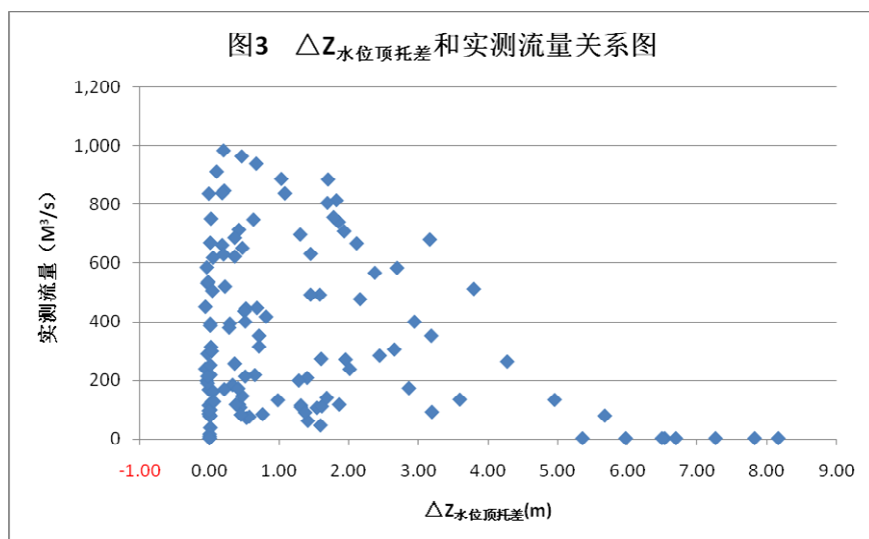


表2 多元线性回归分析

SUMMARY OUTPUT						
回归统计						
Multiple R	0.978712384					
R Square	0.95787793					
Adjusted R Square	0.957175895					
标准误差	0.308433605					
观测值	123					
方差分析						
	df	SS	MS	F	Significance F	
回归分析	2	259.6002	129.8001	1364.431	2.95517E-83	
残差	120	11.41575	0.095131			
总计	122	271.016				
	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	199.0496711	2.506179	79.42356	1.4E-105	194.0876111	204.0117
Q实测	0.005229282	0.0001	52.17357	2.53E-84	0.005030836	0.005428
Z渔峡口	-0.043887372	0.013009	-3.37364	0.000999	-0.069644077	-0.01813

大坝发电和泄洪出库流量,现在用实测流量和 $Z_{\text{顶托差}}$ 点绘关系图进行分析观察,见图3。可以看到点据十分散乱,无法拟合相关线,两者相关性较低,确实表明,上游来水流量并非是该站受到顶托影响的必要条件和决定性因素,不过,还是可以看出两者呈负相关关系,即假设下游隔

河岩水库水位稳定在某一水平时,上游来水流量越小,受到的顶托影响越大,上游来水流量越大,受到的顶托影响越小。

2.4回归分析:根据上述两个影响水布垭站受顶托的主要因素:渔峡口水位和实测流量,与 $Z_{\text{顶托差}}$ 进行线性回归分析,详见表2。相关系数为0.979,一些主要指

标也表现较好,得到回归公式: $Z_{\text{顶托差}}=199.0497+0.005229Q_{\text{实测}}-0.04389Z_{\text{渔峡口}}$ ,可以大概反映三个因素之间的变化规律。

### 3 结论

由于水利工程建设后,水文站受变动回水顶托影响的因素较多,情况十分复杂,难以找到确定性的规律性的相关关系,自然的单一水位流量关系破坏后,一般只有大大的增加流量测验的次数,控制住水位和流量变化的转折点,采用连时序法用水位推求流量整编。为了减轻水文测验负担,从驻测模式向巡测模式转变,2015年7月在水布垭站基本断面上游2700m处设置辅助水尺断面,该断面的水位不受下游隔河岩水库顶托影响,采用此辅助水位与水布垭站实测流量可以建立稳定的单一线关系,并用辅助水位推流整编。但是,在本站受到顶托影响的状态下进行流量测验,想要测到十分准确的流量,目前仍然是一个难题。

### [参考文献]

[1]GB 50179-1993,河流流量测验规范[S].

[2]SL195-2015,水文巡测规范.中国水利水电出版社,2016.

[3]SL247-2012,水文资料整编规范.中国水利水电出版社,2012.

### 作者简介:

宿秋林(1974—),男,汉族,湖北当阳人,本科,高级工程师,从事水文测验、水文资料整编、水文测量工作。