

连云港市临洪水文站水位流量关系浅析

徐立燕, 周 云, 李 巍, 潘元全

(江苏省水文水资源勘测局连云港分局, 江苏 连云港 222004)

摘要: 临洪水文站作为河道站一直采用逐步图解落差指数法相关模型进行推流计算, 单值关系精度较高, 但由于附近水利工程改变而对原来的模型参数影响较大。本文通过分析 2011 ~ 2015 年该站实测流量资料, 在新工情调度下的推流模型进行率定, 利用正确的模型公式进行流量整编, 判别出适合临洪水文站新工情调度下的定线推流方法——堰闸过水平平均流速法。

关键词: 临洪水文站; 水位流量关系; 落差指数法; 堰闸过水平平均流速法

中图分类号: [TV123] **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 10-0042-04

Brief analysis of stage discharge relationship about Linhong hydrological station in Lianyungang

XU Liyan, ZHOU Yun, LI Wei, PAN Yuanquan

(*Lianyungang Hydrology and Water Resources Investigation Bureau of Jiangsu Province, Lianyungang 222004, Jiangsu*)

Abstract: As a river station, Linhong River hydrological station has been gradually using graphic index method model for flow calculation. Single valued relationship has high precision, but due to the change of water conservancy project nearby, the impact on the model parameters is large. In this paper, by analyzing the measured flow data of the station from 2011 to 2015, the flow model is calibrated under the new job schedule, and the correct model formula is used to compute the flow rate. Weir gate over horizontal mean velocity method is determined to be a suitable approach for Linhong hydrological station in the new project scheduling.

Key words: Linhong hydrology station; stage discharge relationship; drop index method; weir gate over horizontal mean velocity method

1 概述

1.1 工程概况

连云港市临洪水文站, 位于淮河流域沭河水系临洪河中游, 该河段是连云港市区重要的防洪河段。临洪站下游 4km 有临洪闸、乌龙河调度闸, 上游 2km 左岸有鲁兰河汇入, 加上原有水利工程临洪东泵站、临洪西站、大浦抽水一站、二站、大浦闸和太平庄闸, 2011 年底建成并投入试运

行的东站自排闸(6 孔、每孔宽 10m、平底闸), 2012 年在临洪河鲁兰河口上新建富安闸(单孔、宽 12m、平底闸), 这些水利工程的运行对临洪站水位流量关系都有一定影响, 2014 年临洪河下游三洋港挡潮闸的建成和投入运行, 使得临洪站水位流量关系变得更加复杂。

1.2 测站概况

临洪水文站于 1963 年 6 月 10 日由江苏省水文总站设立。该站为临洪河干流控制站, 测验断

收稿日期: 2016-04-22

作者简介: 徐立燕(1969-), 男, 本科, 技师, 主要从事水文水资源勘测、监测工作。

面位于江苏省连云港市海州区浦南镇新圩村, 为国家级重要水文站, 也是连云港市防汛调度的重要报汛站。该站设站目的为控制临洪河干流径流积累资料, 探求流域水文规律, 为连云港市市区防汛抗旱和水利工程调度等提供水文情报服务。主要测验项目有: 水位、流量、降水量等。临洪站断面以上流域面积 1365km^2 。

该站暴雨洪水特性属平原区雨洪特性, 且降水多集中于汛期 (5 ~ 9 月); 断面下游约 4km 有临洪节制闸节制来水, 所以本站洪水受该闸影响很大。该站测验河段基本顺直段长度约 1000m, 测验河段主槽有淤积现象。测验断面为复式断面, 总宽 254m, 右岸 100m、左岸 54m 为滩地, 主槽 100m。断面左岸为亚粘土, 右岸为亚沙土, 右岸滩地芦苇水草较多, 河床主槽有冲淤变化。临洪水文站位置及上下游水利工程情况详见图 1。

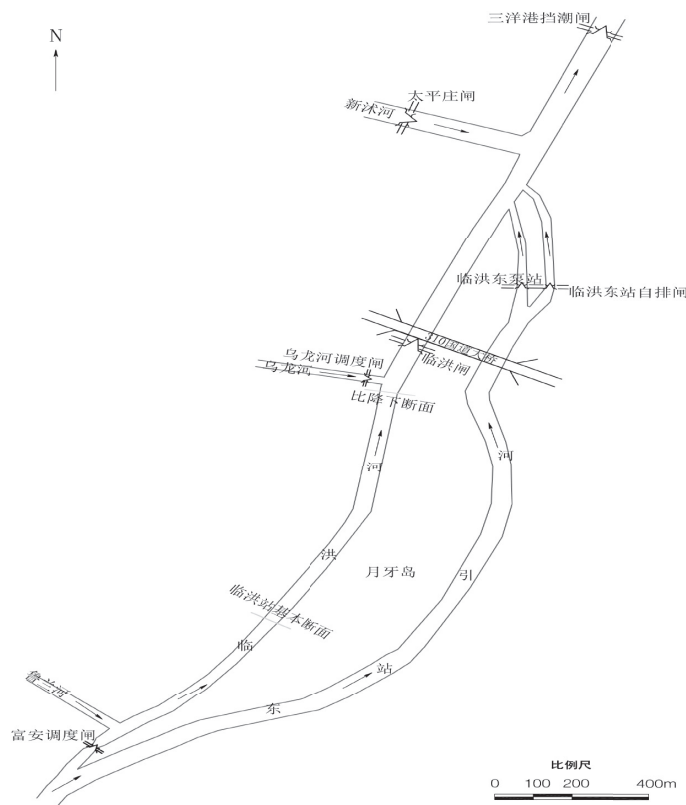


图 1 临洪水文站附近水利工程分布示意图

2 定线推流方法

2.1 落差指数法

(1) 适用于测验河段顺直, 河槽基本稳定, 且落差具有代表性的测站;

(2) 假定同水位不同落差的流量符合式(1):

$$Q_1/(\Delta Z_1^\beta) = Q_2/(\Delta Z_2^\beta) = q \quad (1)$$

式中:

Q_1 、 Q_2 —同水位不同落差的流量, m^3/s ;

ΔZ_1 、 ΔZ_2 —与 Q_1 、 Q_2 相应的落差, m;

β —落差指数;

q —流量与落差 β 次方之比 (或称校正流量因数)。

(3) 优选落差指数 β 值: β 的变化范围为 0.2 ~ 0.8, 在此区间内可采用试错法或优选, 以定出的 $Z-q$ 关系曲线, 通过适线检验、符号检验、反曲检查且不确定度最小时的 β 值为最优 β 值;

(4) 确定 $Z-q$ 关系曲线: 根据优选的 β 值所定的 $Z-q$ 曲线, 定线精度符合单一的定线要求, 即为推求流量采用的曲线;

(5) 根据落差参证站的水位过程计算的落差 ΔZ 和优选的 β 值, 用本站水位推得 q 值, 与相应的 ΔZ^β 的乘积即为推求的流量; 近年来临洪水文站水位流量关系定线推流的方法主要是运用落差指数模型法对临洪水文站流量进行单值化处理, 公式形式为:

$$Q=Q_i/\Delta Z^\beta=f(Z) \text{ 或 } Q_i=f(Z)\times\Delta Z^\beta \quad (2)$$

式中:

Q_i —实测流量;

Z —临洪水文站水位;

ΔZ —临洪水文站至临洪闸上的水位落差;

β —待定指数;

$f(Z)$ —基本断面水位 Z 的函数。

利用逐步图解法,即先假定 β 值为 0.5 然后逐步增加或减少 0.01 大小,建立 $Y=Q_i/\Delta Z^\beta \sim X=Z$ 的相关图,待取得上述相关关系最佳(相关系数最高)时为止。一般相关系数可达到 0.8 以上。这里的 $f(Z)$ 有多种形式,根据河道水流特性、水利工程运行情况会有所改变,目前在 Excel 图表插入 X 、 Y 散点图中有线性、多项式、对数、乘幂、指数等多种形式,根据收集资料时河道特性、水流特性的不同而有所改变。

2.2 堰闸流量系数法

根据实测流量率定流量系数,分析获得不同出流情况下的水力因素与流量系数的关系曲线或关系方程式。堰闸淹没式孔流流态下的定线流量公式为式(3):

$$Q=M_2Be\sqrt{\Delta Z} \quad (3)$$

式中:

M_2 —淹没式孔流的流量系数;

B —闸门开宽;

e —闸门开启高度;

ΔZ —上下游水位差。

相关因素为 $e/\Delta Z \sim M_2$,通过实测流量率定流量系数 M_2 ,建立 $e/\Delta Z$ 与 M_2 关系曲线,利用已经建立的相关因素系数曲线,查出不同情况下的流量系数,代入公式可求出各时刻流量。

2.3 堰闸过水平均流速法

本方法是通过对流量与其主要影响因素之间的相关分析建立经验公式来推求流量系数,并据以推求流量,结合临洪水文站下游临洪闸的堰闸特性,如流量系数法不能率定出合适的工作曲线,拟采用堰闸过水平均流速法来推求堰闸流量。即在水力学公式基础上,利用实测流量 Q 和闸孔过水面积 A 直接推求闸孔过水的平均流速 $\bar{v}=Q/A$,点绘 $\Delta Z \sim \bar{v}$ (淹没孔流)关系曲线,据以进行推流。推流时,用实测的 ΔZ 值,在相应曲线上查出 \bar{v} 值,再乘以闸孔过水面积 A ,即可求得实时流量。

3 水位流量关系变化特性分析

点绘临洪站 2011 ~ 2015 年实测水位流量关系,如图 2 所示。

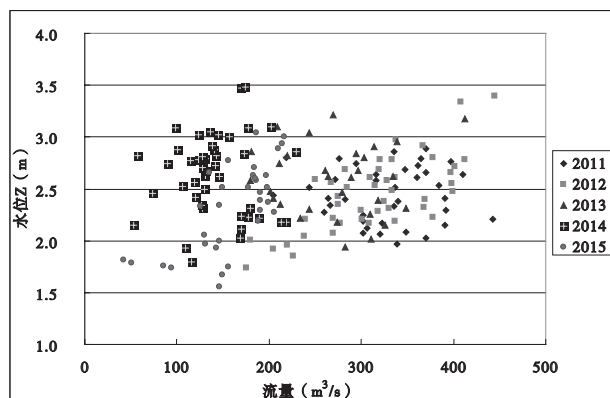


图 2 2011 ~ 2015 年水位流量相关点据图

由图 2 可知,临洪站基本断面水位流量关系散乱,水位流量关系曲线难定,这主要是受洪水涨落和临洪闸下水位顶托综合影响的结果,同水位流量随上下游水位差的不同而改变,落差大则流量增大,落差小流量就减小。

用落差指数逐步图解法单独建立 2011 ~ 2013 年 Z - q 优化模型关系图及关系式见图 3。

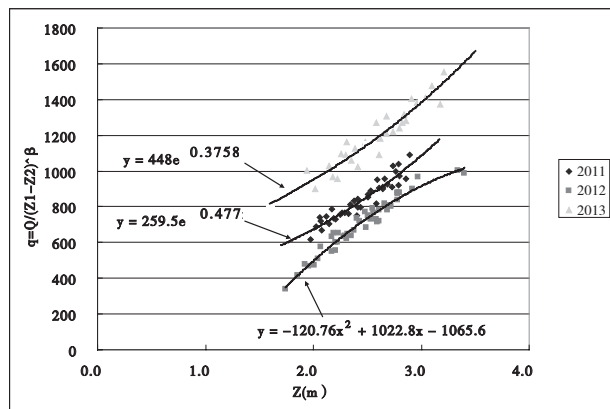


图 3 临洪站 2011 ~ 2013 年 Z - q 关系曲线综合图

由于 3 年的水流特性有所改变,所以各自选配的模型关系式也有差别。2011 年的模型公式是 $Q=259.5e^{0.477Z}\Delta Z^{0.59}$, 2012 年的模型公式是 $Q=(-120.76Z^2+1022.8Z-1065.6)\Delta Z^{0.3}$, 2013 年的模型公式是 $Q=448e^{0.3768Z}\Delta Z^{0.5}$ 。

由实测资料可知 2012、2013 年的落差较 2011 年偏小,主要是由于临洪站断面以上 2km 处因新建富安闸在临洪河上建有围堰,阻断原河道正常来水,用于临时行洪的新开河道宽度只有

原来河道宽度的三分之一, 这样临洪河上游来水能力就受到一定影响, 造成全年临洪站上下游落差偏小 0.1m 左右; 闸下游 14.5km 处 2011 年底新建三洋港挡潮闸, 改变了原来临洪河临洪闸出流受海潮顶托的影响变小, 在 3 年合并定线相关图上表现为 2012、2013 年关系线在 2011 年的上方(见图 4), 且低水部分渐趋重合, 这说明 2011 年低潮位情况下临洪闸出流不受潮位影响或影响甚微, 这一结论与实际情况相符。

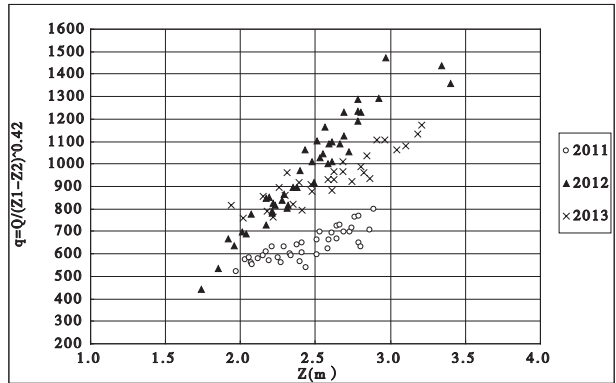


图 4 临洪站 2011 ~ 2013 年 Z-q 关系合并定线相关点据图

4 水位流量关系单值化检验成果统计

对临洪站 2011 ~ 2013 年实测流量资料按照资料整编有关规范进行单值化定线精度检验, 检验成果详见表 1。

定线误差和精度统计见表 2。

表 1 2011 ~ 2013 年临洪水文站水位流量关系曲线检验成果统计表

定线方法	符号检验		适线检验		偏离数值检验		年份
	统计值	临界值	统计值	临界值	统计值	临界值	
落差	0.00	1.15	免检	1.64	0.07	1.69	2011
指数	0.89	1.15	0.15	1.64	0.15	1.69	2012
法	0.18	1.15	免检	1.64	0.03	1.70	2013

表 2 2011 ~ 2013 年临洪水文站水位流量关系曲线定线误差和精度统计表

定线方法	系统误差 (%)	标准差 (%)	随机不确定度 (%)	年份
	0.05	4.40	8.80	2011
落差指数法	-0.10	4.60	9.20	2012
	0.03	4.90	9.80	2013

由表 1、表 2 可知, 2011 ~ 2013 年临洪站流量实测资料水位流量关系单值化相关关系较好,

检验均能满足规范的要求。

2014 年的 44 次实测流量资料显示: 临洪站到临洪闸上落差水尺处的落差大多数在 0.05m 以下, 最大的是 0.08m, 这样小的落差严重影响落差指数法的定线精度, 在 q-Z 关系图上显示实测点散乱, 无法拟出适合的曲线。分析原因是受富安闸、三洋港挡潮闸等多项水利工程建成并投入使用, 新的工情调度影响, 特别是三洋港挡潮闸的投入运行影响很大。三洋港枢纽挡潮闸行洪期开闸泄洪, 非行洪期关闸挡潮, 适时调度冲淤, 另外兼有蓄水、排水等多项功能, 使得临洪站多年来定线推流的落差指数法失去了使用条件, 需要寻求适合新的测站特性的定线推流方法。

东站自排闸下有中小河流新建的自计水位台, 该站河道下游与临洪闸下河道相通, 借用该站的自计水位, 结合临洪站 2014 年实测流量资料, 运用堰闸站流量推求方法进行定线推流, 堰闸站流量推求常用的有堰闸流量系数法和堰闸过水平均流速法。采用堰闸流量系数法定线, 其点据的分布情况比较散乱, 定线精度差。采用堰闸过水平均流速法定线, 其点据的分布情况见图 5, 可以看出, 关系点据呈点带状, 分布比较均匀, 曲线拟合得也比较好, 按照《水文资料整编规范》的要求, 稳定的水位流量关系曲线必须通过三项检验, 堰闸流量系数法定线关系线相对误差太大, 无法通过检验, 堰闸过水平均流速法定线关系线三项检验表见表 3, 通过两种推流方法的比较分析, 堰闸过水平均流速法还是适合临洪站当前的测站特性。在 2015 年的该站流量资料整编中也得到了很好的验证, 详见表 4、图 6。

表 3 2014 ~ 2015 年临洪水文站水位流量关系曲线检验成果统计表

定线方法	符号检验		适线检验		偏离数值检验		年份
	统计值	临界值	统计值	临界值	统计值	临界值	
堰闸过水平均流速法	0.18	1.15	免检	1.64	0.03	1.69	2014
	0.35	1.15	0.18	1.64	0.12	1.69	2015

表 4 2014 年 ~ 2015 年临洪水文站水位流量关系曲线定线误差和精度统计表

定线方法	系统误差 (%)	标准差 (%)	随机不确定度 (%)	年份
堰闸过水平均流速法	0.03	4.90	9.80	2014
	0.12	5.00	10.00	2015

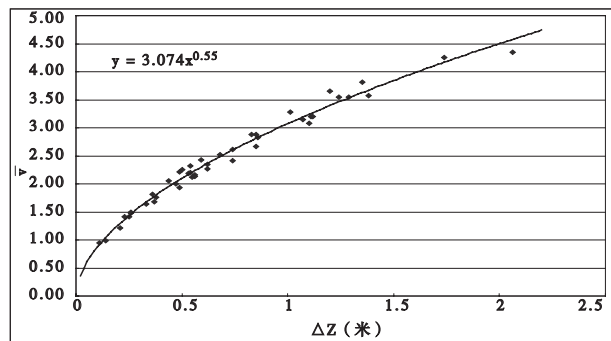


图 5 临洪站 2014 年 $\Delta Z - \bar{v}$ 关系曲线图

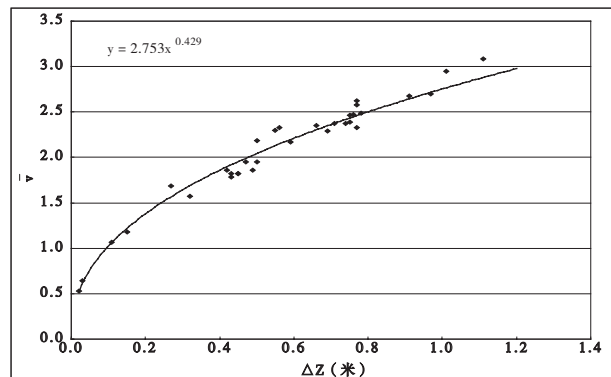


图 6 临洪站 2015 年 $\Delta Z - \bar{v}$ 关系曲线图

5 结论与建议

对临洪站而言 2011 ~ 2013 年主要有富安闸、

三洋港闸在建期间对河道行洪的影响,随着二闸正式投入运行,富安闸关闭时临洪断面只有鲁兰河来水通过,当富安闸开启时临洪断面上游来水丰沛,必定引起推流公式的改变,这种情况随着工程运行开始就显现出来。另外,2014 年三洋港闸主泓河道改道完全开通,对临洪闸下泄流有一定影响,洪水期太平庄闸开闸放水对临洪闸出流大小也有一定影响,由于资料缺乏,需在今后的工作中注意这方面资料的收集。针对 2014 年的临洪站测站特性改变,采用堰闸过水平均流速法定线,整个曲线点据分布均匀,无系统性偏差,在 2015 年流量资料整编中也得到了验证,是可行性精度较高的一种方法。

参考文献:

- [1] 胡其美,等.中、北苕溪的水位流量关系分析研究[J].城市建设,2012.
- [2] 李平,等.落差指数法在受上下游水利工程影响的水文站中的应用[J].河南科技,2015.
- [3] 陈斯俊.落差指数法在高道站的初步应用[J].人民珠江,1987.
- [4] 赵雷雷,等.落差指数法在水位流量关系推求中的应用——以汉江黄家港水文站为例[J].人民长江,2013.

(责任编辑:徐丽娜)