

# 老沭河苏鲁省界至塔山闸段 河道行洪能力分析

郑长陵, 李 沛, 王继龙

(江苏省水文水资源勘测局徐州分局, 江苏 徐州 221000)

**摘要:**通过河段代表断面水位—流量关系分析法,分析老沭河苏鲁省界至塔山闸段的河道行洪能力,以满足沭河防汛、新沂市城市防洪及沂沭泗流域水情调度的要求,同时为解决新安站高洪流量自动测报及在线资料整编问题提供技术支持。

**关键词:**河道; 行洪能力; 老沭河

中图分类号:TV882.8

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2021)06-0047-03

## Analysis of flood discharge capacity of Old Shuhe River Section from the provincial border of Jiangsu and Shandong to Tashan Gate

ZHENG Changling, LI Pei, WANG Jilong

(Xuzhou Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Xuzhou 221000, China)

**Abstract:**Through the water level – flow relationship analysis method of river on behalf of cross section, the flood discharge capacity of Old Shuhe River Section from the provincial border of Jiangsu and Shandong to Tashan Gate were analyzed, so as to meet the requirements of flood control of Shuhe River, urban flood control of Xinyi City, and hydrological regulation of Yishusi River Basin, as well as to provide technical support for solving problems of automatic high flood flow measurement and online data compilation at Xin'an Station.

**Key words:**river; flood discharge capacity; Old Shuhe River

沭河发源于山东省沂水县北部沂山南麓石槽峪北太婆顶,流经沂水、莒县、莒南、临沂等地至临沭县大官庄分为东西两支。东去称新沭河,水流经过石梁河水库调蓄后东下入海;南下称老沭河,水流流经临沭、郯城、新沂等县市并在新沂市口头汇入新沂河东下入海。

老沭河山东省境内依次建有人民胜利闸、清泉寺拦河闸、龙门橡胶坝、重兴拦河闸等4座大型水工建筑物,江苏境内依次建有塔山闸、王庄闸、广玉壅水坝、邵店壅水坝、口头壅水坝等5座大型水工建筑物。

老沭河苏鲁省界至塔山闸段河长约16 km,省

界下7 km右岸新沂市城区设有新安水文站,水文站下游1.5 km右岸有入沭闸与新戴河连通,塔山闸上约1 km左岸有黄墩河汇入。

2011—2019年,老沭河西岸沭河之光、沭河之星、钟吾公园、沭河之辰等景观工程先后建成,对新安站上下游约5 km河段的过水断面有一定程度影响。为满足沂沭泗流域水情调度及新沂市城市防洪等要求,对老沭河苏鲁省界至塔山闸段河道行洪能力进行分析<sup>[1]</sup>。

## 1 行洪能力分析

河道行洪能力分析一般采用河段代表断面分

收稿日期:2021-04-23

作者简介:郑长陵(1962—),男,高级工程师,本科,主要从事水文、水资源、水生态研究工作。E-mail: jsxyzcl@126.com

析法。新安站是老沭河江苏境内唯一一个水文站,恰位于分析河段中间略偏上位置,也恰在老沭河四大景观工程区域内,河道宽度相对较窄,常规堤防标准,该站所在断面的行洪能力对分析河段的行洪能力有较高的代表性。因此,本文的主要任务就是分析新安站在不受塔山闸回水影响情况下的水位—流量关系<sup>[2]</sup>。

### 1.1 资料选用及初步分析

选取新安站 2019 年和 2020 年不受塔山闸回水影响的 39 次实测流量资料,搜集 1974—2018 年间塔山闸全开及洪峰流量超过 1 000 m<sup>3</sup>/s 的全部 5 次洪峰资料,组成含有 44 个流量测点的实测资料系列,经初步点绘分析,发现其相关点密集分布且呈现比较规则的带状<sup>[1]</sup>。

### 1.2 相关图绘制及关系线线型选配

为便于选配水位—流量关系线数学模型公式,绘图时以冻结基面水位为横坐标,以实测流量为纵坐标,绘制水位—流量相关图并选配最佳二阶多项式关系线,见图 1。

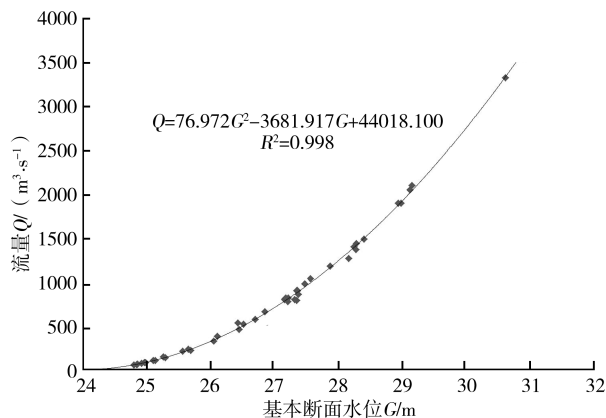


图 1 老沭河新安站不受塔山闸回水影响时水位—流量关系

从图 1 可看出,在不受塔山闸回水影响时,新安站多年水位—流量关系为单一线,选配二阶多项式线型时,点线吻合程度好,关系线相关系数高。依据《水文资料整编规范》(SL 247—2012)<sup>[3]</sup>要求,需进一步对关系线进行 3 种检验及定线精度评定。

### 1.3 关系线检验及精度评定

对定线实测点,按水位从低到高顺序排列,根据所得水位—流量关系线的数学模型公式  $Q =$

$76.972G^2 - 3681.917G + 44018.100$ ,列表统计 3 种检验及精度评定所需中间变量如表 1。

#### 1.3.1 符号检验

$$\text{统计量 } u = \frac{|k_1 - 0.5n| - 0.5}{0.5\sqrt{n}} = 0.30 < u_{1-\alpha/2} =$$

1.15 (取显著性水平  $\alpha$  值为 0.25,查临界值表),符号检验通过。

#### 1.3.2 适线检验

因  $26 = k_2 < 0.5(n-1) = 21.5$ ,故不需做此项检验,默认适线检验通过。

#### 1.3.3 偏离数值检验

$$\text{根据公式 } t = \frac{p}{S_p} \text{ 和 } S_p = \left[ \frac{\sum (p_i - p)^2}{n(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ 求得统}$$

计量  $t = 0.48$ 。

$|t| = 0.48 < t_{1-\alpha/2} = 1.69$  (取显著性水平  $\alpha$  值为 0.10,自由度  $k_3 = n - 1 = 43$ ,查临界值表),偏离数值检验通过。

#### 1.3.4 定线精度评定

根据《水文资料整编规范》规定,精度评定因子关系线的系统误差、随机不确定度 2 项指标。

实测点对关系线无明显系统偏离时,系统误差采用实测点对关系线的相对误差的平均值,即系统误差  $P = 0.32\%$ 。

置信水平为 95% 的随机不确定度为  $X'_0 = 2Se = 2 \left[ \frac{1}{n-2} \sum p_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 8.90\%$ 。

根据定线方法及所在水文站的精度类别,对所定关系线精度进行评定。根据国家标准《河流流量测验规范》(GB 50179—2015)<sup>[4]</sup>,新安水文站地处干旱、半干旱地区,且上游总集水面积超过 5 000 km<sup>2</sup>,属于一类精度水文站。

根据《水文资料整编规范》提供的水位—流量关系定线精度指标要求,建立的 G—Q 相关线满足一类精度水文站 ADCP 法水位—流量关系定线精度指标要求,见表 2。

从上述分析可知,所定水位—流量关系线可作为新安站行洪流量测报实时在线方案及不受回水影响时的资料整编方案,但对其适应水位(流量)级

表 1 关系线三种检验及精度评定所需中间变量

名称	测点总数 $n$	正号个数 $k_1$	符号变化数 $k_2$	自由度 $k_3 = n - 1$	平均相对 偏离值 $p/\%$	$\sum (p_i - p)^2$	$\sum p_i^2$
数值	44	23.5	26	43	0.32	828.12	832.49

范围还需进一步明确。

表 2 定线精度评定结果

评定项目	计算值/%	ADCP 法定线 精度指标/%	评定结果
系统误差	0.32	±1	符合整编要求
随机不确定 度 $X'_Q$	8.90	10	符合整编要求

1.4 水位—流量关系线适应范围

1.4.1 推流曲线单向递增水位范围分析

由  $Q=f(G)$  函数求  $Q$  对  $G$  的二阶导数,有  $Q''=153.944>0$ ,则该关系线实际上是开口向上的一元二次抛物线,为满足水文应用单向递增的要求,仅取其右半支。

由  $Q=f(G)$  函数求流量  $Q$  对水位  $G$  的一阶导数,有  $Q'=153.944G-3\ 681.917$ ,即此为抛物线上任一点处切线的斜率,当  $Q'=0$  时该抛物线获得  $Q$  极小值,由此解得满足该水位—流量关系单向递增的水位范围为  $G_{\min}=23.917\text{ m}$ ,即  $G\geq 23.917\text{ m}$ 。

1.4.2 推流曲线高低水延长分析

根据《水文资料整编规范》,水位—流量关系线可适当作高低水延长使用,高低水延长幅度应分别不超过定线实测流量所占水位变幅的 30%、15%,且高低水延长需采用水位面积关系、水位流速关系综合分析等方法进行。为减小可能存在的曲线延长推流误差,对高低水延长幅度均按定线水位变幅的 15% 控制。定线水位范围为  $24.798\sim 30.510\text{ m}$ ,由此计算出关系线作高低水延长后的水位适用范围为  $23.941\text{ m}\leq G\leq 31.367\text{ m}$ 。

1.4.3 推流曲线适应水位范围确定

求上述两水位集合的交集,即本推流曲线的适应范围为: $23.941\text{ m}\leq G\leq 31.367\text{ m}$ ,但需要满足无回水影响的大前提。

1.4.4 推流曲线适应流量范围确定

据历史资料记载及洪水调度方案,当预报老沭河上游来水可能达到或超过  $1\ 000\text{ m}^3/\text{s}$  时,塔山闸提前全开启预泄洪,故本方案适应流量范围为  $Q\geq 1\ 000\text{ m}^3/\text{s}$ ;当确认塔山闸对新安站不造成回水影响时,适应于各级流量。

2 结论与建议

(1) 经前述分析,在新安站不受塔山闸回水影响状态下,新安站 1974 年以来的水位—流量关系呈理想的单一线关系,说明虽然老沭河新沂城区段建

设的四期景观工程使部分河段过水断面略有缩小,但总体上对河道行洪能力基本无影响。

(2) 以新安站为代表断面,老沭河省界至塔山闸段的行洪能力概括如表 3 所示。

表 3 老沭河省界—塔山闸段新安代表断面行洪能力

序号	水位/m	流量/ $(\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1})$	堤顶高程/m
1	27.52	1 000	
2	28.00	1 290	
3	28.32	1 500	
4	28.50	1 630	
5	29.00	2 000	
6	29.50	2 410	左堤:32.8
7	29.60	2 500	右堤:32.9
8	30.00	2 860	
9	30.14	3 000	
10	30.50	3 350	
11	30.64	3 500	
12	31.00	3 880	

注:表内水位及堤顶高程为废黄河口基面以上米数。

(3) 本方案可作为新安站高洪流量测报方案: $Q=76.972G^2-3\ 681.917G+44\ 018.1$ ,适应范围为  $Q\geq 1\ 000\text{ m}^3/\text{s}$ 。

(4) 本方案可作为新安站水文资料整编方案: $Q=76.972G^2-3\ 681.917G+44\ 018.1$ (适应范围:不受塔山闸回水影响且  $23.941\text{ m}\leq G$ (冻结基面) $\leq 31.367\text{ m}$ )。

参考文献:

[1] 郑长陵. 新安水文站水位—流量关系单值化处理分析[J]. 江苏水利, 2008(3):38-39.

[2] 郑长陵, 周沛勇. 沂河徐州下游段东调南下工程治理效果分析[J]. 水利建设与管理, 2012(6):79-80.

[3] 中华人民共和国水利部. SL 247—2012 水文资料整编规范[S]. 北京:中国水利水电出版社, 2012.

[4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50179—2015 河流流量测验规范[S]. 北京:中国计划出版社, 2015.