

涉河工程群对防洪的累积影响研究

李振青, 廖小永

(长江科学院, 湖北 武汉 430010)

摘要: 采用河道天然实测资料和实体模型试验相结合的方法, 通过对长江下游镇扬河段的世业洲汉道段的研究, 探讨了长江群体岸线开发利用对河段防洪累积影响。在对河道原型近 20 a 水位分析的基础上, 比较了同一观测站在近、远期 2 个不同阶段长江相同流量下的水位变化。结果表明, 天然实测资料分析与模型试验得出的结论相近, 涉河工程群对防洪的累积影响程度在同一个数量级别。各类涉水工程对河段整体水位的累积影响不是单个涉水工程影响的简单叠加。涉河工程群对防洪水位抬高影响的梯度, 在长江来水量为多年平均流量及以下时较小(一般为 3~5 cm), 在长江来水量大于平滩流量和多年洪峰平均流量时明显增大(一般为 10~15 cm)。

关键词: 涉河工程群; 水位; 河道开发利用

中图分类号: TV147; P332

文献标志码: A

文章编号: 1009-640X(2011)04-0121-05

随着经济增长, 长江岸线利用程度越来越高, 各种港口码头工程、取排水工程、滩涂开发利用工程等有了长足发展, 还有大量岸线开发利用工程正在或将要规划兴建。这些涉水建筑物工程的兴建, 势必引起工程附近水域河床阻力、水流流态、过流能力和岸坡稳定等发生变化, 从而影响河势稳定和防洪安全, 也不利于维护河流的健康状态。如何达到开发利用长江岸线与河势稳定及防洪的和谐统一是急需研究的重要课题。

本文采用河演分析、单个涉水工程防洪数学模型计算成果, 以及河段内近几十年实测水位分析和实体模型试验相结合的方法, 针对岸线开发利用较高的长江镇扬河段世业洲汉道近十几年来桥梁、船厂、港口码头、电厂取水等工程建设对河段和防洪单个影响与累积影响进行研究。

1 镇扬河段河道概况

镇扬河段的世业洲汉道自泗源沟至瓜洲渡口, 长 24.7 km, 分左右两汉。右汉是主汉, 长 15.8 km, 是曲率比较适度的弯曲河道, 平均河宽 1 450 m; 左汉为支汉, 长 13.5 km, 呈顺直型, 汉内有鹰膀子洲和新冒洲交错依附于两岸, 平均河宽 880 m(见图 1)。

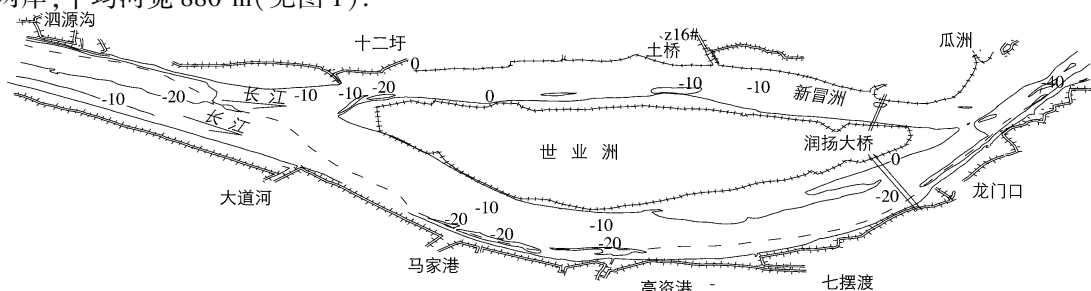


图1 镇扬河段世业洲汉道河势图

Fig. 1 Plan form of Shiyezhou braided channel in Zhen-Yang reach

收稿日期: 2011-07-25

作者简介: 李振青(1963-), 男, 河南泌阳人, 高级工程师, 主要从事河道治理与涉水工程科研工作。

E-mail: heliusuo@sina.com

2 世业洲汊道岸线利用情况

2.1 河段内各类涉水工程

该河段位于长江下游地区,航运发达,沿江码头众多.据不完全统计,仪征水道沿江码头工程有 25 座以上,主要有港监码头、十二圩船业有限公司码头、泗源电厂码头等.

船厂工程有环球造船(扬州)有限公司仪征造船厂、长江航运公司金陵船厂、扬子船厂、江苏省盛业船舶工业有限公司镇江造船厂、迎江船厂、长润船厂(九洲船厂)、国裕船厂.

在世业洲尾有润扬长江公路大桥.它是长江上的一座特大型桥梁,由北接线高架桥、北引桥、北汉斜拉桥、世业洲互通、南汉悬索桥、南引桥、南接线、南接线延伸段 9 个部分组成.

在该河道内有 3 个发电厂,电厂涉水建筑物由码头、取、排水口组成,3 个发电厂分别是江苏华电泗源发电厂、江苏华电句容发电厂和镇江发电有限公司发电厂.以上各发电厂分别有取水口 4 个,排水口 2 个.

除上述工程外,还有仪征污水厂出水口、镇江发电有限公司取水口、高资开发区取水口、江苏船山集团有限公司取水口、镇江自来水公司取水口、扬州湿地体育公园、扬州四水厂、瓜洲水厂、扬州水厂等(见图 2).

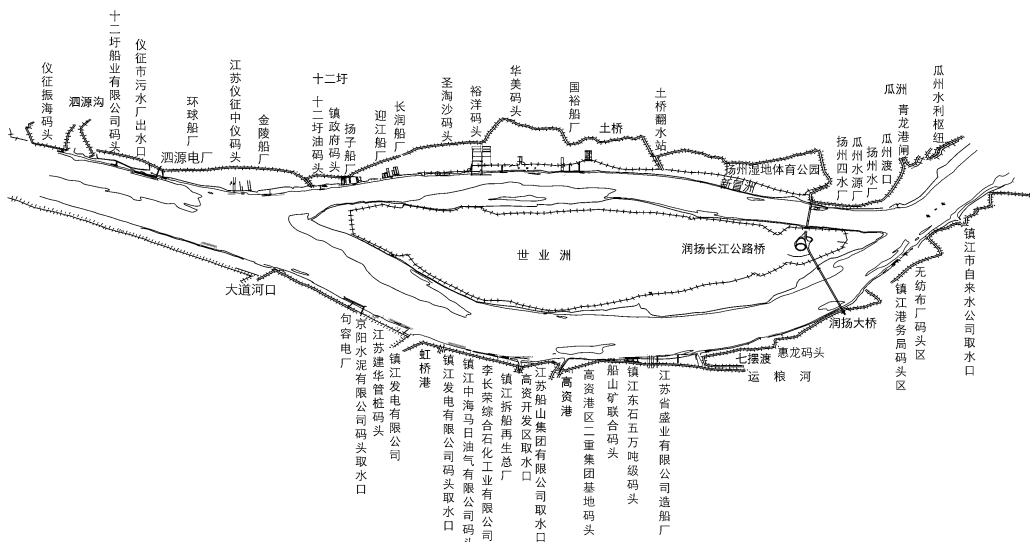


图 2 沿江主要涉河工程分布

Fig. 2 Distribution map of main projects along the reach

2.2 各类涉水工程占用岸线长度

根据上述各类涉河工程占用岸线的统计(见表 1),镇扬河段世业洲汊道各类涉水建筑占用长江岸线长度已达到该河段岸线总长度的 70% 以上,属于岸线开发利用很高的河段.

表 1 镇扬河段世业洲汊道各类涉水建筑占用长江岸线情况

Tab. 1 Occupation of each river construction project at Shiyezhou braided channel in Zhen-Yang reach

涉水工程	占用岸线长度/ m	位 置	占用比/ %	涉水工程	占用岸线长度/ m	位 置	占用比/ %
各类码头	24 000	左右岸	50	各类取排水口	4 000	右岸	8.33
各类船厂	6 500	右岸	13.54	湿地体育公园	2 000	左岸	4.17
桥梁工程	200	左右岸	0.42	各类涉水工程累计	36 700		76

3 近几十年河道天然水位变化分析

为了对比分析世业洲汊道近几十年水位变化情况,收集了该河段进出口的泗源沟和瓜洲控制点的历史

多年水位观测成果,并把该水位观测成果分为前后2个时间段分别进行统计处理,然后对比同流量下同一测站在前后2个不同时间段的水位变化.2个时间段的划分为,世业洲汉道段岸线高度开发前(即1960—1990年)和高度开发后(即1991—2010年).

由于世业洲汉道处于经济发达地区,近20 a几乎每年都有天然的水位观测资料.1990—2010年世业洲汉道水位观测成果见表2.

表2 1990—2010年世业洲汉道水位观测成果

Tab.2 Observed data of water level in Shiyezhou braided channel from 1990 to 2010

观测日期	流量/(m ³ ·s ⁻¹)	泗源沟/m	瓜洲/m	观测日期	流量/(m ³ ·s ⁻¹)	泗源沟/m	瓜洲/m
1991-03	37 000	4.08	3.75	2003-06	38 614	4.30	3.90
1992-05	45 800	4.22	3.98	2005-07	26 000	2.90	2.72
1993	64 300	6.25	5.92	2005-10	17 591	2.85	2.52
1994-07	56 700	5.96	5.62	2005-11	39 070	4.23	3.89
1995-03	24 600	2.79	2.61	2007-08	51 200	5.71	5.45
1995-11	41 000	4.22	3.87	2008-03	15 770	2.45	2.21
1996	75 000	6.51	6.22	2008-06	37 660	3.59	3.18
1997	65 700	6.27	6.08	2008-08	44 127	4.53	3.99
1998-03	38 000	3.91	3.54	2008-12	30 900	2.89	2.58
1998	82 300	6.85	6.54	2009-07	64 300	6.86	6.68
1999	83 900	6.82	6.49	2010-03	17 300	2.82	2.51
2002-10	23 500	2.81	2.65				

对于以上世业洲汉道2个时段内泗源沟和瓜洲站水位资料,分别进行水位流量的相关处理,建立不同测站不同时段的水位流量相关曲线(见图3).

从图3可以查到两站在不同时段同一流量下的水位,可见,世业洲汉道水位在近10 a岸线开发占用后(其近10 a年的占用比达整个岸线占用率的70%),前后2个时段汉道段内的水位平均值有明显抬高,抬高幅度约0.10 m.水位抬高值基本可以代表河段内岸线开发带来的涉河工程群的综合影响效应.

由于缺乏大洪水下该河段长系列的水位资料,根据以上线性关系,通过延伸计算误差较大,因此,结合模型试验水位的处理结果进行分析计算,得出在20年一遇洪水流量 $Q=85\,400\text{ m}^3/\text{s}$ 下,该河段涉河工程群带来的水位抬高在0.13~0.18 m之间.

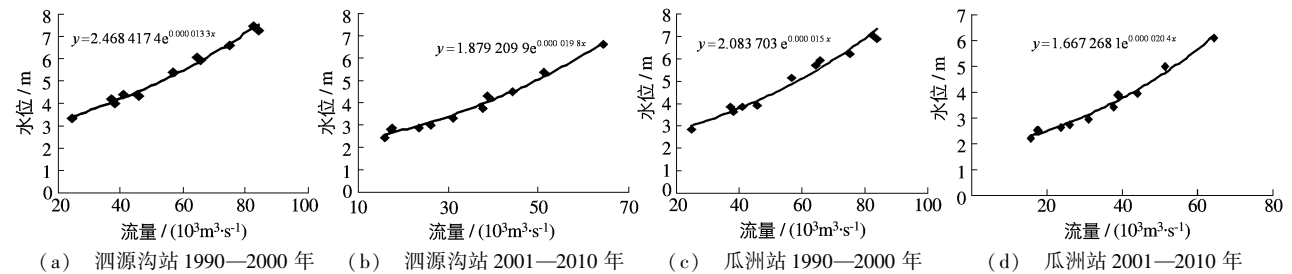


图3 1990至2010年世业洲汉道泗源沟和瓜洲站水位流量相关曲线

Fig.3 Water level-discharge curves of Siyuangou and Guazhou station at Shiyezhou braided channel from 1990 to 2010

4 河工模型试验研究

为了进一步研究世业洲汉道各类涉水建筑对河道的河势及水位的累计影响,还进行了实体模型试验研究.模型范围上起胥浦河口,下至瓜洲,河段全长26 km,模型按几何相似、水流运动相似进行设计.模型各项比尺如下:平面比尺为550,垂直比尺为125,流速比尺为11.18,糙率比尺为1.07,流量比尺为768 625,时间比尺为49.

4.1 试验条件

考虑工程可能对洪水位的影响,从水文条件看,考虑工程对水位的可能不利影响条件,试验选取了 28 500 m³/s(多年平均流量),48 000 m³/s(平滩流量),56 000 m³/s(多年平均洪峰流量)和 85 400 m³/s(防洪设计流量)四级流量,相应上述流量瓜洲(模型尾门)对应的水位为 3.12,4.41,4.85 和 6.24 m.对工程河段的水位进行对比试验分析,以反映工程对河段的整体影响程度.

4.2 试验结果分析

$Q=28\,500,48\,000,56\,000$ 和 $85\,400\text{ m}^3/\text{s}$ 四级流量工程前后世业洲汊道水位变化情况见表 3.可见,水位变化与流量相关,流量越大,水位也越高.工程对水位影响也是随流量的增加而增大.

表 3 工程前后水位变化

Tab.3 Comparison of water level before and after the project

水位站		28 500 m ³ /s			48 000 m ³ /s			56 000 m ³ /s			85 400 m ³ /s		
		工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
左岸	分 泗源沟	3.25	3.28	0.03	4.54	4.65	0.11	5.24	5.37	0.13	7.21	7.38	0.17
	汉 十二圩	3.21	3.25	0.05	4.51	4.60	0.09	5.17	5.28	0.11	7.04	7.19	0.15
	左 长 润	3.20	3.22	0.02	4.47	4.54	0.07	5.06	5.14	0.08	6.95	7.06	0.11
	汉 土 桥	3.18	3.21	0.02	4.44	4.51	0.07	4.96	5.05	0.09	6.78	6.87	0.09
	瓜洲渡口	3.14	3.15	0.01	4.41	4.47	0.06	4.90	4.98	0.08	6.53	6.62	0.09
	瓜 洲	3.13	3.13	0.00	4.39	4.39	0.00	4.85	4.85	0.00	6.24	6.24	0.00
右岸	长江渔场	3.24	3.26	0.02	4.45	4.55	0.10	5.22	5.33	0.11	7.21	7.34	0.13
	右 大道河	3.23	3.23	0.00	4.41	4.49	0.08	5.19	5.28	0.09	7.16	7.31	0.15
	汉 虹桥港	3.21	3.23	0.02	4.37	4.44	0.07	5.16	5.24	0.08	7.13	7.25	0.12
	港务局	3.16	3.17	0.01	4.34	4.40	0.06	4.97	5.05	0.08	6.24	6.38	0.14

4.3 综合分析

河工模型试验结果表明,工程对水位的影响随着流量增大而增大,流量越大,其壅水也越大,而在流量达到平滩流量时,群体工程对水位影响的增加梯度最大.世业洲汊道因涉水工程群的影响,在多年平均流量下,水位抬高 0.01~0.05 m;在长江来水达到 $Q=48\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 的平滩流量时,水位抬高 0.06~0.10 m;在长江来水达到 $Q=85\,400\text{ m}^3/\text{s}$ 的平滩流量时,水位抬高 0.09~0.17 m.工程对水位影响的大小还因其位置不同而不尽相同.

在防洪设计流量条件下,世业洲分汊前干流段最大壅水为 0.17 m(位于泗源沟),世业洲左汊最大壅水为 0.11 m(位于长润),世业洲右汊最大壅水为 0.16 m(位于大道河口).根据与 12 个单项涉水工程项目防洪评价的资料统计(见表 4)比较,因群体涉水工程引起的最大壅水较单个工程水位抬高的影响分别为:在世业洲分汊前干流段增大 7.39 倍,在世业洲左汊增大 6.11~13.75 倍,在世业洲右汊增大 10.00~14.55 倍.

模型试验与原形资料分析计算中因群体涉水工程引起水位抬高的影响范围为整个河段,而防洪评价中因单个涉水工程水位抬高的影响范围仅为局部区域,其范围的大小视工程规模和形态各异.根据所收集的防洪评价成果资料统计,单个工程的影响范围一般为 250~1 130 m,单个工程对水位的影响一般为 0.01~0.03 m.

表 4 世业洲汊道近年来防洪评价成果统计(防洪设计流量条件下)

Tab.4 Statistics of flood control estimation at Shiyezhou braided channel in recent years (with design discharge of flood control)

项 目	最大壅水/ 流速最大减小 流速最大增大			项 目	最大壅水/ 流速最大减小 流速最大增大		
	cm	值/(m·s ⁻¹)	值/(m·s ⁻¹)		cm	值/(m·s ⁻¹)	值/(m·s ⁻¹)
环球造船(分汊前干流段)	2.3	0.27	0.076	扬州华美造船(左汊)	1.0	0.196	0.022
金陵造船(分汊前干流段)	2.3	0.27	0.06	扬州国裕造船(左汊)	1.8	0.251	0.03
镇江宝龙码头(右汊)	1.1	0.178	0.021	仪征扬子造船(左汊)	1.2	0.201	0.025
镇江东石码头(右汊)	1.3	0.21	0.051	仪征长润造船(左汊)	0.8	0.175	0.02
盛业船舶造船(右汊)	1.6	0.266	0.038	仪征迎江造船(左汊)	1.0	0.181	0.024
高资二重码头(右汊)	1.3	0.146	0.026	仪征裕洋造船(左汊)	1.1	0.206	0.028

5 结 语

通过河道原型近 20 a 的水位分析,比较同一观测站在近、远期相同长江流量下河段内水位的变化,发现天然实测资料分析与模型试验得出的结论相近,涉河工程群对防洪的累积影响程度在同一个数量级别。

研究表明,单个涉水工程对河段整体的影响微小,其影响主要是工程附近局部水流流态和局部水位的变化。单个涉水工程对局部防洪水位的影响一般在 2~3 cm;在平滩流量以下时,各类涉水工程对河段整体防洪水位的影响为 2~6 cm,在平滩流量以上时,对整体河段水位的影响为 6~17 cm。由此可见,各类涉水工程对河段整体水位的累积影响不是单个涉水工程对防洪水位影响的简单叠加。在长江镇扬河段世业洲汉道岸线利用达到 50% 时,涉河工程群对河段整体防洪水位的累积变化有了明显影响。涉河工程群对河段防洪水位的累积影响,在长江来水大于平滩流量时,特别是洪水流量下将会引起整个河段水位的明显抬高。

参 考 文 献:

- [1] 李振青. 涉河工程群对河势及防洪累计影响专题研究报告[R]. 武汉:长江科学院, 2010. (LI Zhen-qing. The cumulative impact of river construction projects on flood control and river regime [R]. Wuhan: Changjiang River Scientific Research Institute, 2010. (in Chinese))
- [2] 廖小永. 长江镇扬河段河床演变分析报告[R]. 武汉:长江科学院, 2008. (LIAO Xiao-yong. The river processes of Zhen-Yang reach in Yangtze River [R]. Wuhan: Changjiang River Scientific Research Institute, 2008. (in Chinese))
- [3] 潘庆桑. 长江中下游河道整治研究[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2011. (PAN Qing-she. Research on river control of middle and lower reaches in Yangtze River [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2011. (in Chinese))
- [4] 刘中. 长江镇扬河段二期整治工程总体初步设计[R]. 扬州:江苏省水利勘测设计研究院, 1999. (LIU Zhong. The preliminary design of whole river control project II at Zhen-Yang reach in Yangtze River [R]. Yangzhou: Jiangsu Surveying and Design Institute of Water Resource, 1999. (in Chinese))
- [5] 长江科学院. 长江镇扬河段单个涉水工程防洪评价报告[R]. 武汉:长江科学院, 2010. (Changjiang River Scientific Research Institute. Flood control estimation of single river construction project at Zhen-Yang reach in Yangtze River [R]. Wuhan: Changjiang River Scientific Research Institute, 2010. (in Chinese))

The cumulative impact of river construction projects on flood control

LI Zhen-qing, LIAO Xiao-yong

(Changjiang River Scientific Research Institute, Wuhan 430010, China)

Abstract: Based on the combination of observed data analysis and physical model experiment, the cumulative impact of river construction projects on flood control was studied by discussion on the Shiyezhou reach in the Yangtze River. The data of river water level in nearly two decades were used to analyse the changes of different periods with the same observatory station and same flow discharge. The result of observed data analysis is similar to the one of physical model experiment, and their quantitative results about the cumulative impact of river construction projects on flood control were in the same scale. The cumulative impact of river construction projects on river water level is not the simple sum of each single project. Results of this study show that the increase degree of the impact of the grouped river projects on the flood water level elevation gradient in the Yangtze River is smaller (usually 3 ~ 5cm) when the flow discharge is less than the mean annual flow, and is larger (usually 10 ~ 15cm) when the flow discharge is more than bankfull discharge or the mean annual flood discharge. The results of this study can provide technical support to scientific development and utilization of shoreline resources along the Yangtze River.

Key words: river construction projects; water level; development and utilization of river