

新沂河海口控制工程“2019·8” 行洪期三闸分流比探析

肖怀前, 林其军

(江苏省淮沭新河管理处, 江苏 淮安 223005)

摘要:2019 年 8 月, 新沂河海口控制工程在其南、北 2 座深泓闸均已被鉴定为三类闸的情况下遭遇建闸以来最大泄洪流量考验。经实测, 3 座深泓闸实际分流比与设计分流比存在很大偏离。为更好地指导调度运行并进一步优化除险加固方案, 有必要对其分流比进行统计、分析。介绍了新沂河“2019·8”洪水概况, 统计分析了新沂河沿线特征站点水情数据、新沂河海口控制工程历次行洪情况及此次行洪水情数据, 对行洪期间三闸分流比进行了分析研究, 提出了对策建议。

关键词:新沂河海口; 控制工程; 水闸; 行洪; 分流比

中图分类号: TV872

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2020)07-0064-05

Analysis on the diversion ratio of the three sluices of Xinyi River Haikou Control Project during "2019·8" flood discharge period

XIAO Huaqian, LIN Qijun

(The New Huaishu River Management Division of Jiangsu Province, Huai'an 223005, China)

Abstract: In August 2019, the Xinyi River Haikou Control Project encountered the test of the maximum flood discharge since the construction of the sluice gates when the two thalweg sluices in the north and south of the river were identified as three-type sluices. According to the actual measurement, there was a great deviation between the actual diversion ratio and the design diversion ratio of three thalweg sluices. In order to better guide the dispatching operation and further optimize the reinforcement scheme, it was necessary to conduct statistics and analysis on the diversion ratio. The general situation of the "2019-8" flood in the Xinyi River was introduced, the data of the water situation at the characteristic stations along the Xinyi River, the previous flood discharge in the control project of the Xinyi River Haikou and the data of the current flood discharge was analyzed, the diversion ratio of the three sluices during the flood discharge was analyzed and studied, and some countermeasures and suggestions were put forward.

Key words: Haikou of Xinyi River; control engineering; sluice; flood discharge; diversion ratio

1 概 述

新沂河自嶂山闸开始, 途径徐州、宿迁、连云港 3 市的新沂、宿豫、沭阳、灌南、灌云县至燕尾港镇南与灌河一同入海, 全长 146 km^[1]。1993 年 10 月, 国务院批准沂沭泗东调南下复工, 同意按防御

20 年一遇洪水标准工程规模实施, 并要求新沂河按 7 000 m³/s 标准行洪。新沂河海口控制工程是沂沭泗东调南下工程中的重要工程项目, 1997 年一期工程采取挖泓建闸, 形成 3 滩 2 泓, 泓滩联合行洪。根据建成后的运行情况, 存在着橡胶坝下滩地溯源冲刷, 水流汇流不规则, 致使橡胶坝下防

收稿日期: 2020-02-19

作者简介: 肖怀前 (1976—), 男, 高级工程师, 主要从事水利工程建设、运行、管理工作。E-mail: 279487805@qq.com

冲设施毁损严重的问题,危及枢纽安全,2006 年进行扩建,调整为全部由泓道泄洪。扩建后新沂河海口控制工程由 3 座深泓闸组成,由于重新设计上游泓道连接方式,筑坝封堵南、北浅滩橡胶坝,南、北深泓闸泓道发生改变,分流比重新调整,枢纽设计防洪标准从 20 年一遇提高为 50 年一遇,经计算和模型试验验证,设计流量提高至 $7\,800\text{ m}^3/\text{s}$,此时 3 座深泓闸设计流量组成为:南深泓闸 $2\,425\text{ m}^3/\text{s}$,中深泓闸 $3\,348\text{ m}^3/\text{s}$,北深泓闸 $2\,027\text{ m}^3/\text{s}$ 。

2019 年 8 月 10 日至 11 日,受第 9 号台风“利奇马”和冷空气的共同影响,沂沭泗流域大部分地区普降大暴雨,局地特大暴雨,其中沂河临沂以上区间降雨量为 1974 年以来最大降雨量。本次强降雨导致沂沭泗地区发生了较大洪水,新沂河于 8 月 9 日开始行洪。8 月 10 日 16 时,洪水抵达新沂河海口控制工程下泄入海,8 月 13 日 15 时实测泄洪最大流量 $5\,480\text{ m}^3/\text{s}$,后进入相对平稳阶段,过闸行洪流量维持在 $4\,500\text{ m}^3/\text{s}$ 左右,至 8 月 19 日新沂河海口控制工程从泄洪运行转入常规运行。

行洪过程中的监测资料表明:本次新沂河海口控制工程南、中、北 3 座深泓闸实际行洪流量的分流比与原设计分流比存在较大偏差。因南、北深泓闸 2018 年 4 月被安全鉴定为三类闸,“2019·8”沂沭泗洪水时采取多项保障措施,10 d 安全泄洪 18 亿 m^3 。近期正在开展 2 座闸的除险加固可行性研究,为更好地总结新沂河海口控制工程“2019·8”行洪应对经验,并更好地做好除险加固方案,有必要对此次较大流量行洪的分流比进行解析。

2 行洪情况

2.1 历次行洪情况

本次统计新沂河海口控制工程行洪情况为 2006—2018 年,其中 2014—2016 年连续 3 年未行洪。每年行洪次数多在 2 次以上,每次行洪天数相对较短,但 2007 年、2008 年相对较长。行洪流量多数不超过 $5\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 。新沂河海口控制工程建闸后,嶂山闸(新沂河控制口门)最大实测泄洪流量 $4\,930\text{ m}^3/\text{s}$ (调度数据是 $5\,000\text{ m}^3/\text{s}$),发生在 2008 年 7 月 25 日,同期沭阳站最大流量 $4\,760\text{ m}^3/\text{s}$,发生日期 2008 年 7 月 26 日。

新沂河海口控制工程建成后新沂河历次行洪统计数据见表 1。

2.2 本次行洪情况

2.2.1 嶂山闸流量(新沂河口门)

嶂山闸为骆马湖洪水入新沂河控制建筑物,本次泄洪于 8 月 9 日 12 时开闸,泄洪流量经过了“低→高→低→高→低”的过程,8 月 17 日 17 时全部关闭,历时 9 天,实测最大行洪流量 $5\,020\text{ m}^3/\text{s}$,泄水量 16.21 亿 m^3 。

2.2.2 沭阳站流量(干流控制站)

沭阳站为新沂河上游干流控制站,除新沂河干流嶂山闸下泄洪水,另有老沭河、岔流新开河等主要支流来水汇入,叠加通过沭阳断面继续下泄。本次行洪沭阳站实测最大流量 $5\,900\text{ m}^3/\text{s}$,为“1974·8”大洪水以来的最大行洪流量,最高水位达 11.31 m,超警戒水位 9.0 m 和历史最高水位 10.76 m。

2.2.3 新沂河海口控制工程流量

新沂河海口控制工程是新沂河洪水下泄入海的末端控制口门,大流量时可闸门提出水面敞泄洪水,小流量时需根据涨落潮规律相机排水,本次行洪实测最大流量 $5\,480\text{ m}^3/\text{s}$,行洪过程中,南深泓闸和北深泓闸实测分流比均超出设计分流比,中深泓闸实测分流比小于设计分流比。

2019 年 8 月新沂河海口控制工程行洪流量统计见表 2。

2.2.4 行洪期间沿线站点特征值分析

根据水位涨落变化和流量数据,可以直观地了解洪水过境情况,因此有必要关注新沂河沿线主要站点水情变化。本次行洪过程中,新沂河沭阳段的沭阳闸下游、沭新闸上游、沭阳站等站点水位均超过了历史最高水位。

本次行洪期间沿线站点特征值统计见表 3。

3 分流比分析

3.1 设计分流比

2005 年在新沂河海口控制工程二期工程设计过程中,委托南京水利科学研究院通过水工物理模型试验,对枢纽区域水流和流量进行分析。水工模型试验边界尺寸条件如下:南、中、北深泓闸上下游引河河底高程均为 -2.0 m ,上游引河底宽分别为 150 m、180 m、100 m,下游引河底宽分别为 140 m、180 m、120 m,上下游引河边坡均为 1:4,引河两侧滩地高程约 2.50 m。水工模型试验成果表明:在新沂河海口控制工程设计行洪 $7\,800\text{ m}^3/\text{s}$ 工况下,下游引河口设计水位 4.0 m 时,南深泓闸设计行洪流

表 1 新沂河海口控制工程建成后新沂河历次行洪统计数据

序号	年份	行洪天数/d	行洪最大流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	行洪总量/亿 m^3	备注
1	2006			28.29	
2	2007	4 + 16 + 38 + 6 = 64	3 500	75.69	
3	2008	16 + 6 + 7 + 5 + 4 + 4 = 42	5 000	52.86	
4	2009	8 + 5 + 6 + 4 = 23	3 000	19.73	①行洪以嶂山闸开关闸为标志; ②行洪天数为累加值,以 2007 年为例,说明有 4 次行洪过程,累计共 64 d; ③行洪最大流量以嶂山闸调度数据统计,行洪总量以嶂山闸调度数据计算,与实测(推算)资料不完全一致。
5	2010	6 + 2 + 8 + 5 = 21	2 500	21.2	
6	2011	6 + 3 + 4 + 3 = 16	2 000	16.75	
7	2012	3 + 7 + 3 = 13	3 000	10.44	
8	2013	6 + 8 = 14	1 300	8.48	
9	2014		未行洪		
10	2015		未行洪		
11	2016		未行洪		
12	2017	4 + 5 + 3 = 12	1 500	7.34	
13	2018	16 + 4 = 20	4 000	14.02	

表 2 2019 年 8 月新沂河海口控制工程行洪流量统计

序号	时间	总流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)			上游水 位/m	下游水 位/m	分流比/%		
			北闸	中闸	南闸			北闸	中闸	南闸
1	2019-08-11T17:20	177								
2	2019-08-11T23:10	479								
3	2019-08-12T08:30	982								
4	2019-08-12T11:00	1 176								
5	2019-08-12T16:30	1 222	329	504	389	3.00	2.80	26.9	41.3	31.8
6	2019-08-12T18:55	2 875				2.28	2.19			
7	2019-08-12T21:30	3 340				1.70	1.25			
8	2019-08-13T00:30	3 760				1.60	0.82			
9	2019-08-13T04:00	3 720				2.21	1.49			
10	2019-08-13T06:30	3 930				2.90	2.05			
11	2019-08-13T07:30	4 190	1 260	1 760	1 170	2.90	2.85	30.1	42.0	27.9
12	2019-08-13T09:00	4 910	1 257	2 043	1 610	2.53	2.24	25.6	41.6	32.8
13	2019-08-13T10:30	5 040	1 376	2 061	1 603	2.23	1.89	27.3	40.9	31.8
14	2019-08-13T12:00	5 110				1.85	1.57			
15	2019-08-13T15:00	5 480	1 671	1 962	1 847	1.93	1.67	30.5	35.8	33.7
16	2019-08-13T18:00	4 550	1 340	1 780	1 430	2.73	2.57	29.5	39.1	31.4

(续表 2)

序号	时间	总流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)			上游水 位/m	下游水 位/m	分流比/%		
			北闸	中闸	南闸			北闸	中闸	南闸
17	2019-08-13T23:00	5 280				1.84	1.50			
18	2019-08-14T05:40	4 160	1 294	1 319	1 547	2.86	2.57	31.1	31.7	37.2
19	2019-08-14T08:00	4 340	1 384	1 463	1 493	2.86	2.53	31.9	33.7	34.4
20	2019-08-14T11:00	4 980				2.07	1.38			
21	2019-08-14T14:00	5 360				1.74	0.99			
22	2019-08-14T17:00	4 350				2.48	2.26			
23	2019-08-14T23:00	5 040				1.73	1.08			
24	2019-08-15T07:00	4 160				3.12	2.78			
25	2019-08-15T13:00	4 820				1.73	1.03			
26	2019-08-15T18:00	4 190				1.53	1.02			
27	2019-08-16T07:00	2 530				2.87	2.68			
28	2019-08-16T13:00	3 060				0.99	0.47			
29	2019-08-16T18:00	2 670				2.18	1.96			
30	2019-08-17T07:00	936				2.69	2.58			
31	2019-08-17T13:30	1 990								
32	2019-08-17T14:30	1 880								

注: ①表内总流量为上游 228 国道桥上走航式 ADCP 实测流量,分流比为闸室下游电波流速仪实测;②表内水位为人工观测,第 28 测次水位根据前后时间段人工观测直线内插计算,其余空值表示没有人工观测水位,水位观测值为闸上下游近闸处,仅供参考;③第 30 测次流量明显偏小,原因是中闸和北闸全部关闭,其对应水位为南闸上下游水位;④设计分流比:北闸 26%、中闸 43%,南闸 31%。

表 3 本次行洪期间沿线站点特征值统计

站名	最大流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	最大流量 出现时间	最高水位/ m	最高水位 出现时间	历史最大流 量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	历史最大流量 出现时间	历史最高 水位/m	历史最高水位 出现时间
嶂山闸	5 020	2019-8-11 T17:00			5 760	1974-8-16		
沭新闸 (上游)			12.04	2019-8-12 T4:00			11.64	1974-8-13
沭阳闸 (下游)			12.26	2019-8-12 T6:10			11.81	1974-8-16
沭阳	5 900	2019-8-12 T8:00	11.31	2019-8-12 T6:30	6 900	1974-8-16	10.76	1974-8-16
盐河南闸 (闸上游)			6.90	2019-8-12 T14:50			7.37	1993-8-17
盐河北闸 (闸上游)			7.03	2019-8-12 T18:00				

(续表 3)

站名	最大流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	最大流量 出现时间	最高水位/ m	最高水位 出现时间	历史最大流 量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	历史最大流量 出现时间	历史最高 水位/m	历史最高水位 出现时间
小潮河闸 (上游)			5.68	2019-8-13 T6:25			6.59	1993-8-17
东友涵洞 (上游)			5.04	2019-8-13 T9:15				
228 国道桥 (海口总)	5 480	2019-8-13 T15:00						

量 $2\,425\text{ m}^3/\text{s}$ (占 31%)、中深泓闸设计行洪流量 $3\,348\text{ m}^3/\text{s}$ (占 43%)、北深泓闸设计行洪流量 $2\,027\text{ m}^3/\text{s}$ (占 26%)。

3.2 实测分流比

在 2019 年 8 月 9 日至 17 日新沂河海口控制工程行洪期间,根据现场实际监测资料,南、中、北深泓闸的实际行洪分流比偏离设计分流比,呈现南、北深泓闸实际流量占比偏大,中深泓闸实际流量占比偏小。本次行洪过程中,分流比最大偏差发生在 8 月 14 日上午 5:40,相应枢纽行洪流量 $4\,160\text{ m}^3/\text{s}$,南、中、北深泓闸行洪流量分别为 $1\,547\text{ m}^3/\text{s}$ (占 37.2%)、 $1\,319\text{ m}^3/\text{s}$ (占 31.7%)、 $1\,294\text{ m}^3/\text{s}$ (占 31.1%);在最大行洪流量 $5\,480\text{ m}^3/\text{s}$ 时(8 月 13 日下午 15:00),南、中、北深泓闸行洪流量分别为 $1\,847\text{ m}^3/\text{s}$ (占 33.7%)、 $1\,962\text{ m}^3/\text{s}$ (占 35.8%)、 $1\,671\text{ m}^3/\text{s}$ (占 30.5%)。根据本次行洪流量监测资料,经分析,南、中、北深泓闸实际行洪分流比偏离设计分流比最大程度分别为 20.0% (偏大)、26.3% (偏小)、22.7% (偏大)^[2-4]。

3.3 情况分析

根据 2019 年 5 月新沂河海口控制工程区域地形实测资料,结合本次行洪上游分流岔口区域水流态观测情况,经初步分析,认为造成枢纽实际行洪分流比偏离设计分流比情况的主要因素如下。

(1) 3 座深泓闸上游引河现状断面与设计断面偏差较大,本次行洪前测量资料表明,现状南、中、北深泓闸上游引河河底高程分别为 -4.5 m 、 -2.8 m 、 -5.0 m 左右,南、北深泓闸上游引河河底高程低于中深泓闸上游引河 2 m 左右,导致新沂河洪水大量流向南北深泓闸引河。

(2) 上游分流岔口的地形为中间高、两侧低,中间滩面水流明显向两侧泓道汇集,导致南、北深泓闸分流比的进一步加大。

(3) 中深泓闸下游港道淤积较为严重,与灌河交接处芦荡侵占河道呈内喇叭形河口,导致中深泓

闸下水位明显高于南、北深泓闸的闸下水位,中深泓闸过闸水位落差小于南、北深泓闸,下游港道洪水冲淤能力锐减,引起中深泓闸实际过流量偏小。

4 结 语

(1) 新沂河海口 3 座深泓闸实测分流比与设计分流比产生较大偏移,中深泓闸过流能力明显不足,达不到设计运行条件,南、北深泓闸分流比远大于设计分流比,不利于海口控制工程整体行洪安全。建议对三闸分流比开展模型试验和研究分析,对上游泓道解决方案进行进一步优化设计。

(2) 新沂河海口南、北深泓闸均被鉴定为三类工程,在行洪时存在安全隐患,尤其是大流量行洪时存在很大的安全隐患。建议加快南、北深泓闸除险加固进度,同时设计单位要根据本次行洪情况,对南北深泓闸水下消能和防冲等进行复核研究,增建水文观测设施,进一步优化加固方案。

(3) 为确保新沂河海口南、北深泓闸行洪期安全,应进一步优化调度运行原则。在行洪初期,适当控制南深泓闸行洪流量,依次加大北深泓闸、中深泓闸行洪流量,尽量减小下游河道淤积量,提高下游河道行洪能力;在行洪过程中,对南、中、北深泓闸上游泓道的行洪流量进行实时监测,监测数据及时反馈运行调度操作人员;当闸下消力池末端水位低于 0 m 时,应适当减小过闸行洪流量,确保工程安全。

参考文献:

- [1] 周雪晴. 新沂河沭阳挡潮坝行洪能力分析[J]. 江苏水利, 2002(10):24-26.
- [2] 钟杰. 弯道低水头拦河闸闸孔分流比试验研究[J]. 长江科学院院报, 2011, 28(3):28-32.
- [3] 赵永俊, 赵天昌. 嶂山闸水文站水位流量关系分析及其对工程调度的影响[J]. 治淮, 2011(2):17-18.
- [4] 吴门伍, 陈立, 周家俞. 大和水闸过闸流量分析[J]. 武汉大学学报(工学版), 2003, 36(5):51-54, 78.