

临洪东站自排闸消能防冲设施浅析

王继光¹, 张海虹², 刘占明²

(1. 连云港市市区水工程管理处, 江苏 连云港 222042;

2. 连云港市临洪水利工程管理处, 江苏 连云港 222042)

摘要: 临洪东站自排闸工程于 2011 年 8 月建成并投入使用, 经过 2012 年、2013 年运行后发现下游浆砌块石护底部分损毁。为确保工程安全运行, 提高消能防冲效果, 通过对该闸损毁部位原因分析及消能防冲复核, 采取适当加高消力池尾坎, 在下游混凝土护坦外增做 10 m 长混凝土护坦, 在护坦顶面布设消力墩辅助消能, 在新设的护坦末端下设钢筋混凝土灌注排桩等措施, 取得了明显的消能效果。

关键词: 水利工程; 消能; 防冲; 灌注桩

中图分类号: TV663

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2017) 04-0054-04

Analysis of energy dissipating and anti-scour facility of self discharging gate in Linhong east station

WANG Jiguang¹, ZHANG Haihong², LIU Zhanming²

(1. Lianyungang Urban Water Conservancy Project Management Department, Lianyungang 222042, Jiangsu;

2. Lianyungang Linhong Water Conservancy Project Management Department, Lianyungang, 222042, Jiangsu)

Abstract: After two years operation since the project of Linhong east station completed and put into use in August 2011, downstream of masonry bottom part was damaged. In order to ensure the safe operation of the project, improve the energy dissipation effect, some measures are taken such as appropriate heightening the stilling basin tail, adding 10m long concrete apron, laying auxiliary energy dissipation stilling pier, setting up reinforced concrete filling pile at the end of apron. Obvious energy dissipation effect has been obtained.

Key words: hydraulic engineering; energy dissipation; anti scour; filling pile

1 概况

临洪东站自排闸是新沭河 50 年一遇治理工程的重要影响工程, 位于新沭河右堤、临洪东泵站与大浦抽水站之间, 共 6 孔, 每孔净宽 10 m, 设计流量 650 m³/s, 中型水闸, 工程等别Ⅲ等, 主要建筑物 1 级^[1], 平面定轮钢闸门配 QP-2×250kN

型卷扬式启闭机 6 台套, 主要承担蔷薇河周边地区防洪、排涝和灌溉任务。闸室基础为沉井基础, 两孔一联, 闸底板顶高程 -2.00 m (1956 黄海高程, 下同), 胸墙顶高程 8.86 m, 下游消力池顶高程 -2.50 m, 齿坎顶高程 -2.00 m。上游护底长 35 m, 其中浆砌块石护底 15 m、混凝土护底 10 m、混凝土铺盖 10 m, 混凝土护底上设冒水孔, 下面

收稿日期: 2016-11-23

作者简介: 王继光 (1970-), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事工程建设管理工作。

布置滤层,浆砌块石护底和混凝土护底厚分别为 30 cm、60 cm;下游消力池长 22.0 m,接着是 10 m 长混凝土护坦、30 m 长浆砌块石护底和 10 m 宽抛石防冲槽,消力池底板厚为 80 ~ 70 cm、护坦厚 60 cm、浆砌块石护底厚 30 cm、防冲槽深 2.0 m,下游浆砌块石护坡延长至防冲槽后 10 m。

工程于 2009 年 3 月开工,2011 年 8 月完工并投入使用,经过 2012、2013 年运行后,发现该闸下游浆砌块石护底部分损毁。为保证工程安全运行,2014 年 1 月邀请水利专家及参建单位对损毁原因进行分析,研讨消能防冲措施,并于 2014 年 3 月至 5 月组织对该闸进行消能防冲设施完善加固。

2 消能设施损毁原因

临洪站自排闸投入使用时,由于下游入海口的三洋港挡潮闸尚未建成,该闸下游与海直接连通,受潮起潮落影响,淤积较深,为了低潮冲淤,工程经常在大流量、下游低水位的工况下运行。2012 年 4 月 6 日,开闸时发现下游浆砌块石护底有冲刷受损现象,经水下检查,确定损毁部位在该闸 3#、4#、5# 孔(闸孔自右往左编号)下游对应的浆砌块石护底部分损坏,损坏面积约 500 m²,同时发现下游抛石防冲槽有部分块石流失,为确保工程安全度汛,5 月 28 日至 6 月 19 日对损坏部位实施了水下抛石度汛应急处理。2012 年 10 月组织对抛石部位进行断面测量,发现冲刷较轻,最大冲坑深约 0.5 m,工程经过 2013 年汛期运行后,2013 年 10 月再次委托检测单位对该闸下游消能防冲设施进行全面检查,发现冲刷有明显的扩大趋势,最大冲坑深已达 1.03 m。根据 2011 ~ 2014 年的运行

记录数据分析,该闸下游浆砌块石护底部分损毁的主要原因是实际运行水位低于原规划确定水位,且河道淤积,局部流速过大,从而造成冲刷成坑。若不采取有效的完善措施,不仅影响工程效益发挥,严重时可能会危及闸身安全。

3 水位组合

临洪站自排闸为 1 级水工建筑物,下游新沭河 50 年一遇洪水位为 5.96 m;上游蔷薇河防洪标准按 10 年一遇设计、20 年一遇校核。临洪站自排闸原设计水位组合表见表 1。

工程经过 2011 ~ 2014 年运行,发现实际运行水位与原规划确定水位有较大出入,主要表现在以下几个方面:

(1) 临洪站自排闸下游引河堤防上的范河闸,因其下游芦苇障及河道淤积等原因,排水不畅,当下游引河水位在 2.0 m 以上时,范河的涝水就无法外排。因此,汛期要求临洪站自排闸下游引河水位在 2.0 m 以下。

(2) 临洪站自排闸下游引河的滩面高程在 2.0 m 左右,为保证滩面上的农作物正常生长,下游引河正常水位应控制在 1.5 m 以下。

(3) 为保证连云港市城市防洪安全,要求汛期迅速开启临洪站自排闸,以减轻城市防洪压力。因此,在下游水位抬高前就应进行大流量行洪。

综合上述因素,从工程安全行洪角度考虑,经研究确定:临洪站自排闸下游消能防冲完善工程增设一种消能工况,即下游设计水位 0.5 m,对应的上游水位 2.5 m,设计流量取 500 m³/s。

4 消能防冲复核

表 1 临洪站自排闸原设计水位组合表

工况			上游水位（m）	下游水位（m）	备注
稳定 计算	正向	设计	3.54	2.00	蔷薇河 10 年一遇洪水
		校核 1	4.91	2.00	蔷薇河 20 年一遇洪水
	反向设计	校核 2	2.50	2.00	Ⅶ度地震
			2.00	5.96	新沭河 50 年一遇洪水
孔径计算			2.50	2.20	流量 650 m ³ /s
消能计算			3.54	2.00	流量 650 m ³ /s

注:上游为蔷薇河侧,下游为新沭河侧。

4.1 消力池复核

(1) 原设计工况

消能控制工况为上游 3.54 m, 下游 2.0 m, 过闸流量 $650 \text{ m}^3/\text{s}$ 。依据《水闸设计规范》(SL265-2001)^[2], 水跃淹没系数取 1.05, 经计算:

①消力池深度 0.1 m, 原设计采用的消力池深度 0.5 m, 满足要求;

②消力池长度 15.8 m, 原设计采用的消力池长度 22.0 m, 满足要求;

③消力池底板厚度根据抗冲和抗浮要求, 消力池底板始端厚度 0.73 m, 原设计实际厚度 0.8 m, 末端厚度 0.7 m, 满足要求。

(2) 完善工程设计工况

完善工程消能设计水位为上游 2.5 m, 下游 0.5 m, 过闸流量 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 。依据《水闸设计规范》, 水跃淹没系数取 1.05, 经计算:

①消力池深度 0.77 m, 原设计采用的消力池深度 0.5 m, 不能满足要求;

②消力池长度 17.6 m, 原设计采用的消力池长度 22.0 m, 满足要求;

③消力池底板始端厚度 0.69 m, 原设计实际厚度 0.8 m, 末端厚度 0.7 m, 满足要求。

4.2 海漫长度复核

(1) 原设计工况

海漫长度计算系数 $K_s=12$, 消力池末端单宽流量 $q_s=8.78 \text{ m}^3/\text{s}$, 闸孔泄水时的上下游水头差 $\Delta H'=1.54 \text{ m}$, 经计算: 海漫长度 39.6 m, 原设计采用 40.0 m, 满足要求。

(2) 完善工程设计工况

海漫长度计算系数 $K_s=12$, 消力池末端单宽流量 $q_s=6.75 \text{ m}^3/\text{s}$, 闸孔泄水时的上下游水头差 $\Delta H'=2.0 \text{ m}$, 经计算: 海漫长度 37.09 m, 原设计采用 40.0 m, 满足要求。

4.3 防冲槽深度复核

(1) 原设计工况

海漫末端单宽流量 $q_m=5.42 \text{ m}^3/\text{s}$, 河床土质允许不冲流速 $[v_0]=1.15 \text{ m/s}$, 海漫末端河床水深 $h_m=4.0 \text{ m}$, 经计算, 河床冲刷深度 1.18 m, 原设计抛石防冲槽深度 2.0 m, 满足要求。

(2) 完善工程设计工况

海漫末端单宽流量 $q_m=4.17 \text{ m}^3/\text{s}$, 河床土质允许不冲流速 $[v_0]=1.06 \text{ m/s}$, 海漫末端河床水深 $h_m=4.0 \text{ m}$, 经计算, 河床冲刷深度 1.82 m, 原设计

抛石防冲槽深度 2.0 m, 满足要求。

4.4 下游引河过流能力复核

(1) 原设计工况

下游引河设计应满足过闸流量 $650 \text{ m}^3/\text{s}$ 的要求。设计下游引河河底宽 120 m, 高程 -2.00 m, 边坡 1:4, 经水力计算, 下游行洪水位 2.0 m, 过水断面 $\omega=544 \text{ m}^2$, 湿周 $X=153 \text{ m}$, 水力半径 $R=3.56 \text{ m}$, 修正后的允许不冲流速为 1.23 m/s, 大于河道最大流速 $V=650/544=1.19 \text{ m/s}$, 河道过流能力满足要求。

(2) 完善工程设计工况

完善工程设计工况的下游运行水位为 0.5 m, 河道过水断面 $\omega=325 \text{ m}^2$, 湿周 $X=141 \text{ m}$, 水力半径 $R=2.31 \text{ m}$, 修正后的允许不冲流速为 1.06 m/s, 河道最大流速 $V=500/325=1.54 \text{ m/s}$, 大于允许不冲流速, 河道过流能力不足, 说明在完善工程设计工况下运行, 下游引河势必发生冲刷现象。由于该闸下游新沐河滩面为国有土地, 河道冲刷不涉及占地赔偿问题, 建筑物采取有效的防护措施后, 河道冲刷不影响建筑物的安全。

5 消能防冲完善措施

水流经过水闸流向下游时, 其上下游水位、过闸流量以及泄流方式(如闸门的开启程序、开启孔数和开启高度)等常常是复杂多变的。因此, 水闸闸下消能防冲设施必须在各种可能出现的水力条件下, 都能满足消散动能与均匀扩散水流的要求, 且应与下游河道有良好的衔接^[3]。根据该闸实际运行工况确定的消能工况, 经复核计算, 现状消力池的深度不能满足消能防冲的要求, 而且下游引河过流能力不足, 易发生冲刷现象。因此, 为确保工程安全运行, 提高消能防冲效果, 工程加固时采取以下消能防冲完善措施:

(1) 将现状消力池改造成综合式消力池, 并在消力池末端增设尾坎。适当加高消力池尾坎, 齿坎顶高程由 -2.0 m 抬高到 -1.4 m; 在下游混凝土护坦外增做 10 m 长混凝土护坦, 护坦厚 60 cm, 并在护坦顶布设消力墩辅助消能, 消力墩高 60 cm, 平面尺寸 50 cm×50 cm, 间距 2.5 m。

(2) 为防止溯源冲刷, 在新设的混凝土护坦末端下设 $\phi 800 \text{ mm}$ 钢筋混凝土灌注排桩, 桩底高程 -17.0 m, 并在桩后设置抛石防冲槽。

(3) 为保证施工期间闸身稳定, 在下游消力池内

垂直于水流方向设一道挡水子堰,子堰顶高程 0.0 m,宽 3.0 m,两侧边坡比 1 : 1.5,要求施工期挡水子堰与闸室之间的蓄水位不低于 -0.5 m,待工程完工后拆除干净。

6 工程调度

为确保工程安全运行,过闸水流应平稳,避免产生集中水流、折冲水流、回流、漩涡等不良流态^[3],工程运行时应严格遵守以下调度原则:

(1) 临洪东站自排闸应与下游三洋港挡潮闸联合调度运用,如临洪东站自排闸闸下水位低于 0.5 m,开闸前需关闭三洋港挡潮闸,并小流量开启临洪东站自排闸,待水位抬高至 0.5 m 后,再依次分级开启闸门,控制过闸流量不超过 $500 \text{ m}^3/\text{s}$;关闸或减少过闸流量时,应避免下游河道水位降落过快。

(2) 上游蔷薇河正常水位为 2.5 m,为减少上下游水位差,当上游水位超过 3.0 m 时,应及时开闸排涝。

(3) 严格控制闸门开启高度和开闸孔数,临洪东站自排闸最大过闸流量为 $650 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

(4) 闸门启闭应同时分级均匀启闭,开闸时由中间孔向两边依次对称开启,关闸时由两边向中间依次对称关闭^[4]。

(5) 严格按闸门开启度曲线进行控制运用,在运行管理过程中,需根据工程运行情况及运行管理经验对闸门开启度曲线进行适度调整和完善。

7 结语

针对临洪东站自排闸下游浆砌块石护底损毁情况,通过分析该闸自建成投入使用以来的工程运行数据和原设计工况的差别,找出导致下游消能防冲设施损毁的原因,从而确定符合该闸实际运行情况的消能工况,并根据消能复核结果,采取有针对性的消能防冲完善措施和严格规范的工程调度原则。工程加固后运行 2 年多来,下游消能设施完整,过闸水流平稳,消能防冲效果明显改善,工程效益得到了充分发挥。

参考文献:

- [1] SL252-2000 水利水电工程等级划分及洪水标准[S]. 北京:中国水利水电出版社,2000.
- [2] SL265-2001 水闸设计规范[S]. 北京:中国水利水电出版社,2001.
- [3] 陈宝华,张世儒. 水闸[M]. 北京:中国水利水电出版社,2003.
- [4] SL75-2014 水闸技术管理规程[S]. 北京:中国水利水电出版社,2014.

(责任编辑:徐丽娜)