

# 高港枢纽节制闸上游河床局部冲刷原因分析及处理

廖 月, 侯 煜

(江苏省泰州引江河管理处, 江苏 泰州 225321)

**摘要:** 通过对高港枢纽节制闸上游河床冲刷情况的原因分析, 结合理论与实践, 提出了相对应的防止和解决冲刷问题的具体对策。

**关键词:** 河床冲刷; 消能防冲; 整治措施

**中图分类号:** TV148      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2018) 03-0048-04

## Cause analysis and treatment on the local scour of upstream riverbed of Gaogang hub

LIAO Yue, HOU Yu

(Taizhou Linking River Management Division of Jiangsu Province, Taizhou 225321, Jiangsu)

**Abstract:** Based on the cause analysis on the local scour of the upstream riverbed of Gaogang hub, the corresponding countermeasures to prevent and solve the scour problem were put forward combined with theory and practice.

**Key words:** river bed scour; energy dissipation and erosion control; regulation measures

### 1 工程基本情况

泰州引江河是国家南水北调东线规划的水源工程之一, 位于高港至泰州一线西侧 3 km 处, 南起长江, 北接新通扬运河, 全长 24 km, 是一项以引水为主, 灌溉、排涝、航运、生态综合利用, 效益覆盖整个苏北地区的大型水利基础工程。高港泵站和节制闸采用闸站结合形式, 具有挡洪、引水功能。泵站等级为大(1)型, 节制闸为中型水闸, 由下游(长江侧)向上游(内河侧)引水。节制闸上游侧 0+179 至 0+239 为混凝土底板, 河底设计高程为 -5.5 m; 0+239 至 0+252 之间为防冲槽, 内有石块, 设计高程为 -6 m; 0+252 以北为泥质河床, 河

底设计高程为 -6 m, 此次冲刷河床即位于节制闸上游侧 0+264 以北处。

高港枢纽工程平面示意图和节制闸上游侧水下布置图分别见图 1、图 2。

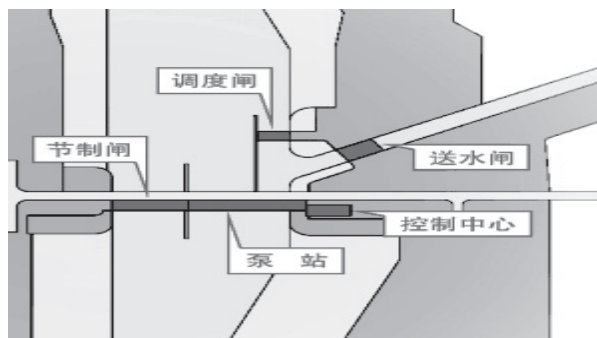


图 1 高港枢纽工程平面示意图

收稿日期: 2017-11-07

作者简介: 廖月(1990-), 女, 本科, 助理工程师, 主要从事水利工程观测工作。

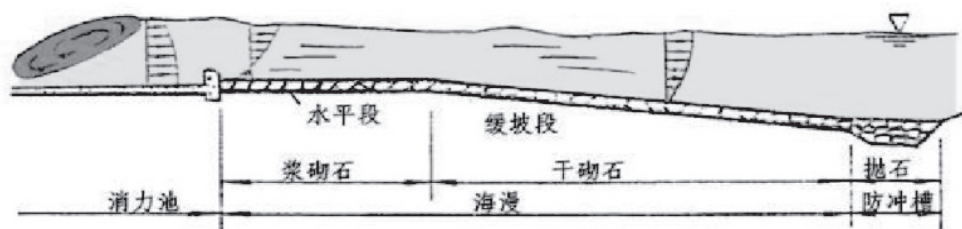


图2 节制闸上游侧水下布置图

## 2 河床冲刷情况及安全隐患

### (1) 河床冲刷情况

在2016年4月的汛前断面测量中,发现上游河床存在局部冲刷,即在节制闸上游侧0+264以北处河床形成了一定面积的深为1~2m的不均匀深塘,同时发现节制闸上游侧0+239至0+252间防冲槽内的石块有流失。

### (2) 存在的安全隐患

工程持续运行,河床如若不进行防护处理,冲刷仍会继续,护岸极可能受到淘刷,严重时出现裂缝、塌陷等状况;同时,防冲槽内石块流失,不仅会削弱防冲槽消能防冲的能力,加剧对上游河床的冲刷,还可能会造成海漫末端受到水流冲击,导致混凝土底板损坏,影响闸下整体的消能防冲作用的发挥。

## 3 冲刷区形成原因分析

通过对河道工程竣工图及相同时间段水下地形图、历年水下地形图对比及工程运行变化等方面的分析,冲刷原因可以概括为以下几点:

### (1) 闸下冲刷破坏的人为因素

2015年引江河二期河道工程对河床进行了清淤,施工时存在超挖的现象,改变了原有河床的形态。

①工程运行的河道环境发生了较大变化,使得原有的河床冲刷的相对平衡状态被打破,而起到防冲消能作用的防冲槽又因为石块的流失导致作用无法完全发挥,当水闸在以设计大流量引水时,上游的天然河床就会产生冲刷。

②超挖造成水闸上游水位降低,水闸引水时发生流量与水位失衡,造成上游河床的冲刷。

### (2) 闸下冲刷破坏的水力学因素

节制闸主要采用的是底流消能,其原理是当水闸引水的集中急流沿消力池底部流动,遇到有

足够深度的缓流尾水顶托时,会突然转变为缓流,这种现象称为水跃,水跃既是流态转变的过程,也是水流消能的过程。

水跃共轭条件(即跃后共轭水深 $h''$ 与跃前收缩断面水深 $h_c$ 之间的关系)<sup>[1]</sup>:

$$h'' = \frac{h_c}{2} (\sqrt{8F_r \times F_r + 1} - 1) \quad (1)$$

式中:

$F_r$ —弗劳德数。

节制闸引水流量逐渐增大,从2015年的200 m<sup>3</sup>/s增加到2016年的300 m<sup>3</sup>/s,再到2017年的600 m<sup>3</sup>/s,达到了最大设计流量。

### (3) 闸下冲刷破坏的自然因素

①工程处于长江新三角洲平原区,土层均为第四系全新长江冲积层,土质松软,颗粒细小,凝聚力低,抗冲刷能力差。

②全球气候的急剧变化造成河流水文环境变化较大,原有的消能工程无法完全消除有害冲刷<sup>[2]</sup>。

## 4 整治河床冲刷的主要措施

通过对节制闸上游冲刷原因的分析,提出以下相应整治措施:

### (1) 工程运行措施

①闸门启闭做到及时准确。水闸控制的关键就是闸门启闭,绘制闸下安全水位与闸门开度曲线,闸门启闭逐级进行,控制好过闸流量,防止远驱水跃的发生。如果闸门一次开度到位,则非常容易产生水流和偏流<sup>[3]</sup>。同时节制闸5孔应分级均匀开启,先开中间孔,再渐开两边孔,关闭时相反操作,来使闸门启闭过程中主流量居中,防止折冲水流的产生。

②在水闸运行过程中,应进行同步流态观测。改变以往只关注闸门高度及上下游水位差的现状,加强对不良水流形态如回流、水跃等,一旦发现

不利水流时,通过调整闸门高度等应急处理手段。同时,还应进一步分析原因,优化闸门调度运行方案。

③控制节制闸流量,与泵站下层流道结合使用。在保证引水流量任务的同时,让节制闸与泵站下层流道结合使用,减少节制闸流量,减弱节制闸引水直接对河床的冲刷。

④定期巡查护坡。安排专人定期对上游护坡进行巡查,对检查情况进行记录,谨防护坡因坡底被淘刷造成的裂缝、坍塌等。

#### (2) 观测措施

①对冲刷河床进行加密观测。在关闸间隙,利用 GPS-RTK 单波束技术对河床进行加密观测,绘制断面比较图,时刻了解河床的变化情况。同时记录河床冲刷面积及冲刷深度的变化,联系节制闸的饮水流量的变化。当节制闸在一定流量,冲刷区域明显扩大及加深的,立刻降低流量。

②利用测锤进行深泓高程测量。主要是对护岸底部淘刷情况进行监测,及时发现问题。

③委托专业部门进行检查校测。委托有关测绘部门进行测量复核,利用 GPS-RTK 多波束技术对节制闸上游进行断面测量,绘制更为详细、准确及清晰的水下地形图,提供河床冲刷处理的专业意见,也为下一步的冲刷区防护处理打好基础。

#### (3) 工程措施

对冲刷处及防冲槽进行了抛石防护处理。主要施工工艺:做好施工准备,待定位船定位,石料船挂挡在抛石区域后,从开始冲刷的地方向外抛石,遵循“从远岸向近岸,深泓向浅滩”顺序抛投,同时沿冲刷河底用同一厚度抛填石块,主要对冲刷最深的区域进行抛石,达到与周围区域相同深度的目的。抛石总体厚度在 1 m 左右,范围超过原有的冲刷区。通过抛石防护,冲刷区与原有的河床形成一个整体,同时增加了对于水流的阻力,从而降低了水流流速,进而减弱了冲击力,使得冲刷区的面积不再扩大。每次抛投完成后,及时进行水下断面测量,与抛前的水下地形进行比较,检验施工质量,并及时进行补抛,验收合格后对下一个区域进行抛石施工<sup>[4]</sup>。

#### (4) 优化设计措施

下一步拟对已有的消能工程进行改建、完善。

①充分考虑弗劳德数  $F_r$  对消能的影响,消除波状水跃。采取水闸上游平台上设小槛、消力齿、消

力梁、分水槛或将消力池改为两级、多级形式,改变产生水跃的条件<sup>[5-6]</sup>。

②结合近年工程运行情况及现今的河道水文环境,按最不利情况,重新确定消能防冲设施,使消力池内产生一定淹没度的淹没式水跃,最终使消能工在最不利情况仍可完全消能防冲,让河道重新达到冲淤平衡。

③在海漫和护坡段内,在纵向每隔 10 m 设置浆砌块石或混凝土隔埂一道,减弱水流对护坡的淘刷,增加护坡的稳定性,限制护坡可能发生的冲刷破坏范围。

#### (5) 预防措施

始终贯彻“以防为主,防重于抢”的方针。考虑到节制闸上游河床原有的自然条件变化较大,冲淤平衡条件已被打破,水闸无法再泄放原设计流量。在汛期,就可能出现超安全流量引水的情况,易造成消能工及上游冲刷破坏。面对这种情况,应做好调度和防范工作,建立防汛及抢险预案,成立抢险队伍,在发生险情时实施应急抛石处理、降低过闸流量等措施,尽可能减小超流量泄流对闸下设施、河床河岸的冲刷破坏。

## 5 结语

此次主要进行的是抛石防护措施,通过对防冲槽抛投石块,保证了防冲槽功能的实现,进一步消除了水流剩余动能,保护河床免受水流的危害性冲刷。对冲刷最严重的护坡拐角处的抛石,减少了水流对护坡的淘刷作用,降低了护坡崩塌的危险。在正对节制闸饮水区域的河床抛石,可以有效降低水流从闸口出来直接对河床的冲刷,防止冲刷区域的扩大。下一步将继续进行后续的抛石防护,力争将河道恢复到设计高程。

水闸河床冲刷破坏是多方面形成的,通过深入了解河床冲刷的原因,可以制定相对应的措施来有效降低河床的冲刷破坏,对工程进行相对应的除险加固,同时也对平时的工程运行有一定的指导意义。启闭闸门要按照规程进行,水闸要按照闸下安全水位与闸门开度曲线关系,配备合格的运行值班人员,实现规范化、制度化和科学化管理,最终达到保证充分发挥工程效益的目的。

#### 参考文献:

- [1] 李占松,厉良辅.空间水跃共轭水深公式综合分析[J]. 郑州工学院学报,1990,11(4):54-59.
- [2] 厉良辅,李占松.折冲水流的实验及理论分析[J]. 郑州工学院学报,1992,13(4):33-38.
- [3] 胡欣.微弯河道水闸下游河床冲刷机理分析及预防措施研究[J]. 城市道桥与防洪,2014(7):219-223.
- [4] 江苏省质量技术监督局.长江水下平顺抛石护岸施工规范[Z].2016-05-20.
- [5] 许新民.浅谈水闸下游冲刷及对策措施[J]. 海峡科学,2008,14(2):48-50.
- [6] 郑琪.水闸运行风险对策探讨[J]. 安全与环境工程,2010,17(6):62-65.

