

南通市水闸消能防冲分析

汤仲仁

(南通市水利局,江苏 南通 226006)

摘要 分析南通市沿江、沿海地区水闸引河冲刷现状及原因,提出改善河口平原地区水闸消能防冲措施:①优化改善水闸消能防冲的设计,避免或减少折冲水流现象;②提高水闸管理人员素质,改进水闸运行管理方法,对工程进行科学合理调度运用。

关键词 水闸;消能防冲;工程管理

中图分类号:TV135.1;TV66

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2002)07-0024-03

平原地区水闸泄流的特点是水位差小,但尾水位变化幅度大,闸门开启调度过程中,能形成从急流到缓流或从缓流到急流的多变流态,而且河道宽广,闸孔多时,各孔难以齐步开启,容易造成不对称的集中水流和旁侧回流,从而导致水闸引河的冲刷。南通市地处长江口,滨江临海,水文情势比较复杂。该市水闸的调度运用,明显受到潮汐影响,水力因素变化范围大。另外,水闸引河土壤属近代冲积粉砂土,土质特别疏松,抗冲刷能力极差。这些不利的客观因素,给水闸消能防冲带来很大困难。据调查,南通市两个大型水闸、14个中型水闸的引河均发生过不同程度的冲刷,有的还比较严重,已造成很大损失,危及水闸安全,成为工程管理中一个十分突出的问题。

1 典型冲刷实例

a. 南通节制闸,1960年建成,当年8月初因上游暴雨成灾,闸上水位猛涨,被迫紧急排水达24h,结果下游防冲槽外75m处,冲成深12m,长30m,宽80m的深塘。事后还土填塘,沉排2460m²,并大量抛石。

b. 焦港闸,1973年,发现上游深塘深12.4m,长230m,宽80m,下游深塘深4.7m,宽34m。为处理深塘,从1975年至2000年,先后抛石1.8万多t,仍未彻底根治。

c. 沿海的东安闸,1986年7月3次排涝,冲成深塘,并逐次加深,深塘长180m,宽70m,最深达-8.5m(闸底高程-1.0m),事后沉软体排8850m²,抛石2105t。

d. 九圩港,是南通市最大的一座水闸,2001年上半年,由于长时间连续进水,造成上游防冲槽外

50m处被冲刷成深塘,长100m,宽80m,深8m,威胁到防冲槽的安全。

2 原因分析

据初步分析,上述冲刷事故的发生与不利的水力、地质条件,不当的调度运用以及设计欠周等因素有关,主要有以下几个方面。

2.1 超负荷运行

超负荷运行是比较常见的事故原因。南通节制闸设计排涝流量650m³/s,相应单宽流量为7.07m³/(s·m),建成后10多年实际运行中,有5次超过此标准。1960年(建成当年)最大排涝流量超过2000m³/s,相应单宽流量为21.7m³/(s·m),为设计值的3.07倍。又如焦港闸设计引水流量为158.2m³/s,而实际最大引水流量为429m³/s,掘苴闸设计排涝流量为282m³/s,而实际最大排涝流量为334m³/s,营船港闸(2001年改建前)设计引水流量为117m³/s,实际最大引水流量为250m³/s。这些闸的消力池后,均发生了严重冲刷。

造成水闸超负荷运行的原因主要有:

a. 出现了一些超设计标准的非常情况。如南通节制闸1960年7月建成,当年8月4日上游连降暴雨,暴雨中心3日雨量936mm,内河水位猛涨,持续时间长,远远超过排涝标准。

b. 部分水闸原消能设计标准偏低。碾砣港闸上游原设计高水位为3.6m,在1960~2000年中有20a上游水位超过此值,最高达3.85m。营船港闸原设计引潮单宽流量为5.33m³/(s·m),但从1972~1999年的实测资料看,每年最大引潮单宽流量均超过设计

值,最大达到 $13 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ 。造成设计标准偏低主要是当时的水文资料系列短,加上数理统计理论本身的局限性,致使规划设计时的水文分析成果难以完全符合实际。

c. 在一些水闸的设计中,对引排消能设计水位组合缺乏足够的分析和认证。有些水闸设计时,用允许水位差来控制引排时的消能和防冲,这种想法在理论上不够严密,因为同一水位差,不同水位组合、水流的流态、消力池的消能情况以及下游的冲刷情况等都可能不同。很多水闸设计中所考虑的消能水位组合,并不是设计标准下可能遇到的同一水位差而不同水位组合中最不利的情况。

从管理运行上讲,在很多情况下,又往往难以按设计要求(即上下游水位差限制)来控制,对于紧急排涝尤其如此。按设计,碾砣港闸允许排涝水位差 0.8 m ,营船港闸为 0.66 m ,焦港闸为 0.4 m ,数字均很小,强制执行这些过严的要求,常常可能拖延排涝时间,影响农业生产。不少水闸,在紧急情况下超负荷运行,有这方面迫不得已的因素。

应该说,控制消能和防冲较好的办法,是通过调节闸门开启度来控制过闸单宽流量。然而,目前不少水闸的启闭设施以及闸门闸槽状况,难以胜任这项工作,有的水闸闸门启门力计算中只考虑了平水启闭或水位差很小情况下的运行条件,当水位差较大时,闸门难以启闭。还有水闸的闸门滚轮锈死,滚动变成滑动,启闭更困难。

目前南通市很多水闸采取平水启闭进行引排,这样在整个引潮和排涝过程中,上下游消力池都要经受较大水位变化(特别是潮汐变化)所引起的水力变化,这种水力变化常常超过水闸消能设计标准,因而导致河床的冲刷。

2.2 折冲水流问题

南通市水闸消力池水力计算,均按平均单宽流量考虑,而实际运行中,经常出现流量分布不匀、水流折冲等现象,局部单宽流量增大,导致河床集中冲刷。造成这种情况主要原因有:

a. 由于启闭机少或管理不善,多孔水闸不能同步均匀启闭闸门,造成闸门开启的不同步,闸下出流不均匀、不对称;还有的水闸因航运要求往往先开通航孔,后开启节制孔,也常常引起折冲水流。

b. 在离闸不远处修建码头,频繁停靠船只,集中的船只使水流流向发生偏转。

c. 上、下游引河长期失修变形,导致进闸水流不匀称。

d. 消力池后连接段不完善,水流不能平稳、均匀、缓慢地过渡扩展到引河,容易产生回流区,压缩主流。

e. 上、下游引河轴线和闸中心线不正交。

上述几种情况都可能导致水流歪折,同时被挤压,过水断面缩窄,单宽流量增加,形成折冲水流。发生折冲水流时,消力池内不能形成我们期望的水跃,水流常常越池而过,严重冲刷下游河床。这种现象在南通市水闸实际运行中屡见不鲜。折冲水流是一种三元水流现象,和我们消能设计所依据的二元水流理论比照,不是一般量的误差问题,而有着本质上的差别。

2.3 调度运用不当

有些水闸运行条件比较好,闸门和启闭设备也完善,完全有可能按设计要求科学、合理地调度运用,达到及时引排、充分消能,预防冲刷的目的。但是由于管理人员责任心差或素质低,进行了错误调度,导致冲刷事故。如有的水闸本来可以在一定水位差情况下,调节闸门的开启度,控制引排流量,管理人员却为了省事,把闸门提出水面,任其自然大引大排;有的掌握引排时机不及时,坐失良机,事后被迫在高水位情况下,大开闸门,超负荷地抢引抢排;有的盲从行政指示,在不利条件下,强引强排;还有的多孔水闸,轻率地按不合理顺序盲目启闭闸门。个别水闸的管理人员,对所管水闸重要技术特性和操作规程竟然一无所知,主观上的疏忽和无知造成了很多本来可以避免或减少的损失。

3 改善途径

改善水闸消能防冲的途径应从设计和管理两方面考虑。首先应该认识到今后水闸消能防冲设计,必须结合实际,适当多考虑一些不利因素,使水闸的消能防冲能力具有较大的安全余地。但是,水闸允许消能防冲负荷毕竟还是有限的。通过水力计算确定的消力池和下游河床加固工程规模,很难像一般结构计算那样,具有统一明确和具体安全系数,以适应各种不利因素和实际运行中千变万化的差异。经常、有效的方法在于控制消能和冲刷不超过设计允许限度,主要是科学合理的调节和控制好各种水力条件下的允许引排单宽流量。

a. 由于南通市水闸的水文情势复杂,无论是在引水或排涝时,上、下游水位都在不断变化,为了避免水闸消能防冲设施超负荷运行,应根据变化的水力条件,随时调节闸门开启度,控制单宽流量。我们可以按照水闸的设计标准,就各种可能水位组合,计算出一整套上下游水位-允许单宽流量-闸门开启度曲线,作为水闸管理单位引排调度的依据。同时做好气象水情预报工作,必要时可适当预降下游水位,减轻排涝压力。

b. 改进水闸设计。如提高消力池消能率,改善

池后连接工程,使水流逐渐均匀扩散(连接段应有足够长度,扩散角不宜过大,选择合理的翼墙形式);具有足够长度的海漫工程(在过去一些水闸设计中,上下游水位差 ΔH 考虑得过小,相应海漫长度偏短,如果改变调度运用方式,允许 ΔH 值提高,则海漫长度就应加大);鉴于南通市水闸引河特性差的地质条件,有的水闸还应考虑增建或扩建防冲槽。

c. 从各方面采取措施,力求避免或减少折冲水流现象。如在上下游一定范围内(至少是水闸管理范围内)禁建码头、船坞或其他障碍物,引排时动员水闸附近的船只远离,使水流顺直畅通,保证上、下游引河顺直和稳定(对正常情况下的防冲也是重要的,应按引河设计要求,经常进行维修,保证进水闸水流的顺直均匀);对过去已有的冲刷深塘,要及时填平防护,以免扰动水流。

d. 改进水闸的启闭设备(包括启闭机、闸门、闸槽等)使其在设计标准情况下,出现任何水位组合,都能保证闸门启闭自然、及时、有效地调节和控制单宽流量。

e. 改进管理方法,提高管理水平。管理人员必须加强工作责任感,提高业务水平,熟悉水闸技术特性,严格操作规程。对于多孔闸门,暂时不能同步均匀启闭的,可对称启闭或适度间隔启闭,也可以先开中间,后开两边,关闸时先关两边,后关中间,这对于减轻消力池负荷,预防下游冲刷,均是有益的。

4 结 语

消能防冲设施是水闸的重要组成部分,它不仅影响水闸引排效益的充分发挥,而且直接关系到水闸的安全。南通市沿江、沿海水闸,由于不利的运行条件,加之工程管理不善,普遍存在比较严重的冲刷问题,造成很大损失。本文仅就此造成冲刷的原因及其防治措施,提出了一些初步的看法。由于河口平原地区水闸的消能防冲问题有其一定的复杂性,因此还需在理论和实际方面加强研究,不断总结,以提高水闸消能防冲设施的设计、施工和管理水平。

(收稿日期 2002-01-04 编辑:马敏峰)

(上接第9页)相当于国家出租水资源的租金。目前水资源费过低,不利于水资源的节约和合理利用,也不利于水资源可持续利用。完整的水价应包括资源水价、工程水价和环境水价3部分。资源水价,具体表现为水资源费,其定价受到需水、供水、水资源量等因素的影响,需要不断地变动,不同用户在不同地区的不同时间,使用不同量的水,其资源水价是不同的。工程水价,主要由固定资产投资、供水总成本,包括折旧费、年运行费、利息支出、税金和合理利润等组成。环境水价,应包括3部分内容:一是用水,尤其是过度用水,如超采地下水对环境破坏的代价;二是废水对社会、经济和环境等各方面造成的损失;三是跨流域调水地区的环境补偿费用。目前福建省水资源费和水费的标准过低,如福州、厦门、漳州、泉州、莆田、龙岩等地的水资源费只征收 $0.02\text{元}/\text{m}^3$,三明、南平、宁德等地征收 $0.01\text{元}/\text{m}^3$,不利于水资源有效利用和保护,达不到水资源优化配置的目的。因此,应密切配合财政、物价、计划部门及时调整水资源费和水费的收费标准。

3.2 制定规则,建立相关的管理机构和场所

a. 建立水权转让的管理机构和在水市场。水权转让涉及申请的提出、申请水权的登记或已有水权登记的变更,必须由国家进行宏观调控和制定交易规则,并建立专门的中介机构负责水权交易,提供交易场所,即水市场。福建省沿海缺水地区可以率先建立水市场。

b. 制定水权转让的规则和水权转让标准。为规

范水权交易市场,必须对水权转让、水权交易的形式和程序加以规定,使水权交易有章可循。同时,为避免水权转让过程中形成的价格垄断和牟取暴利的倾向,应制定水价转让的指导价和允许浮动的范围。此外,还应对现有水法律法规进行补充、修改、完善。

c. 开展试点工作。首先可从同一流域、同一行政区域开展水权交易,即横向式交易;其次从同一流域、不同行政区域开展交易,即纵向式交易;第三,从不同流域、不同行政区域开展交易,即混合式交易。在福建省,建议先从晋江或九龙江流域抓1~2个试点。

d. 建立水权交易信息系统。为提高信息透明度,快捷提供交易信息,减少交易成本,应建立水权交易信息系统,大力培养或引进水权交易人才。

4 结 语

水资源配置引入水市场机制目前还处在理论探讨阶段,要实现从理论到实践的飞跃,有许多基础性工作要做,只有在培育较为成熟的水市场后,才有可能实现。随着我国社会主义市场经济改革的不断深入,我们必须抓紧对水权和水市场理论进行研究,并赋予实施。这是适应社会改革发展的需要,也是促进传统水利向现代水利、可持续发展水利转变的需要。

参考文献:

[1] 常修泽. 产权交易理论与运作[M]. 北京: 经济日报出版社, 1995.

(收稿日期 2002-11-26 编辑:马敏峰)