

淮北大堤穿堤建筑物与堤防结合部位病险形式及成因

江付平

安徽省淮河道管理局

摘要:穿堤建筑物是一种用于开发利用水资源、控制水流、防治洪水灾害等功能在堤坝上建造的分洪闸、退水闸、灌排站、虹吸以及其他穿堤管线设施。在工程控制运用过程中,由于水流的作用,使其自身和建筑物与堤坝之间的土、石结合处发生滑动、倾覆、渗漏等险情。本文主要就淮北大堤穿堤建筑物与堤防结合部位常见的病险形式及成因进行分析总结。

关键词:淮北大堤;穿堤建筑物;险情

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.16.062

前言

淮北大堤西起颍河入淮口的颍上县饶台孜村,经淮南市凤台县、潘集区和蚌埠市怀远县、郊区、五河县境,东至洪泽湖西侧泗洪县下草湾附近岗地,是对淮北大堤堤圈的总称,其组成包括:淮河左堤及其与之相连的左岸、西淝河左岸、涡河左和右岸,包括涡西、涡东两个堤圈,全长638.734km,除东端12.3km在江苏省境内外,绝大部分在安徽省境内,为淮北平原的主要防汛屏障,沿堤修建中小型水闸一百余座,排涝泵站三十余座。由于堤防材料、沉降速度、沉降比尺、渗透系数等因素的不同,很容易使河流沿着连接面上渗漏,从而产生输水管道,出现渗漏、管涌等险情,甚至造成堤坝溃口,是水管单位日常管理、巡堤查险的重点和难点。下面从穿堤涵闸结构形式、作用、受力等方面分析结合部位病险形式及成因。

一、穿堤涵闸结构形式

(一) 上游连接段

上游连接段主要是将上游来水水平顺引进闸室,防止河床冲刷并起到挡土、防渗等作用,主要由护底、防冲槽(多为砌石结构)、铺盖(混凝土、浆砌石或黏土铺盖结构)、翼墙(多为浆砌石扭曲面)及护坡(砼预制块或砌石结构)等部分组成。

(二) 涵洞段

涵洞穿堤而建,其上部一般有较高的填土(淮北大堤上一段填土高6~10m),主要由侧墙、顶板、底板、中墙等组成。

(三) 闸室段

闸室段是穿堤涵闸的主体部分,主要起挡水流和控制流量的功能,通常包括底板、闸墩(闸墩上布设有工作门槽和检修门槽)、工作闸门、启闭机房等部分组成。

(四) 下游连接段

下游连接段主要功能是改善出水条件、提高泄流能力和消能抗冲效果,同时保证下游河道和边坡稳定性,主要包括消力池(多为混凝土结构)、海漫(多为浆砌石结构)、防冲槽(多为砌石结构)、下游翼墙(多为浆砌石扭曲面结构)及护坡(砼预制块或砌石)等部分组成。部分涵闸消力池下设不透水层,将消力池也作为防渗排水布置的一部分,提高涵闸抗渗稳定性。

二、结合部位病险形式

由上述结构形式可知,穿堤涵闸与堤防工程的结合部位主要为上下游翼墙、边墩或边墙、涵洞等。

(一) 翼墙

①作用及受力分析

翼墙的主要作用是引导水流平缓流入或流出,并设置有防渗止水措施,可起到稳定侧向绕渗作用。根据其结构特点,翼墙结构主要承受水的浮力和填土压力,其中主要为土压力。

②病险形式及原因

受施工因素影响,翼墙背水面的回填土难以夯实到位,在回填土施工完成后土体会继续固结,这一过程持续时间长且与建筑物不易结合紧密,往往形成不密实状态,因此当翼墙因折角较大,墙身产生裂缝时,水流容易透过防渗层进入土石结合部,若长期受流水侵蚀,坡脚可能被掏空,造成土基边坡滑塌;另外,当翼墙基础土体不良、存在软弱夹层或未夯实时,易产生不均匀沉降而导致翼墙裂缝。

由此可知,翼墙与堤防结合部位存在的主要问题一是不均匀沉降、水流冲刷造成的裂缝、滑坡等结构破坏;二是止水措施失效导致侧向绕渗不稳定,发生渗漏,威胁翼墙甚至翼墙后堤身安全。

(二) 底板

①作用及受力分析

底板主要功能是承载闸室及其上部载荷,并兼有防渗和抗冲的作用。

②病险形式及原因

水闸底板所承受的地基反力,整体呈现中央小、边缘大的特征;由于底板结构的特殊性,其底部的受力情况十分复杂,其上下闸墩与上面的结构的受力沿水流动方向并不一致,尤其是闸门的挡水部位,由于闸口前面的水位很高,而在后面水压很低,而底部的基础反力却在不断地发生着改变,因此,从闸口处截断单个宽度的板条并进行结构分析,它的上端受力一定不是均一的,也就是说,从上游到下游的压力不能等同于从下向上的扬压力,由此形成不均匀剪力。地板承受的压力有结构自重、水压力和渗透压力。

(三) 土石结合部特点

底板下部铺设混凝土垫层后直接作用在土基上,结合部面积较大,若受力不均易引起不均匀沉降,进而诱发结构裂缝。

(四) 出险类型

出险类型有因渗径缩短而造成的渗透破坏。

(五) 出险原因

①受力不均、不均匀沉降或荷载变化引起闸底板承载力不足;

②与闸前铺盖连接处止水破坏。

1. 闸墩

(1) 结构作用

闸墩，是指主要用来支撑闸门、分隔闸孔、连通两岸的桥墩式建筑物。

(2) 受力分析

闸墩一般承受上部启闭机房、启闭机及排架柱等结构荷载作用，支撑闸门的推力、水压力、墩后填土的侧向土压力等。

(3) 土石结合部特点

为防止侧向绕渗，闸墩与墩后填土之间设置有防渗止水措施。

(4) 出险类型

出险类型有裂缝、侧向渗透破坏。

(5) 出险原因

① 受力不均或荷载变化引起闸墩承载力不足；

② 墩后防渗止水设施失效。

2. 涵洞

(1) 结构作用

位于堤坝上的水闸多为箱涵型式，采用矩形断面现浇整体钢筋砼构造，穿堤而建，起到疏导水流的作用，主体由底层、侧墙、顶板部分组成。由于洞身覆有大量填土，上部荷载较大，结构可靠性很容易获得。另外，涵洞为闸室提供较大止推力，利于闸室整体稳定。

(2) 受力分析

涵洞主要受到其上部土压力和堤顶道路行车载荷，其洞身上部回填土厚度不同及行车负荷变化等，载荷在洞体分配不均匀；洞身一般为分节设置，且在洞节间均设有沉降缝和止水装置，以免不平衡沉降威胁洞身和堤坝安全。其侧墙两侧回填土的侧向土压力有利于结构整体稳定。涵洞中的水流流态会随着闸门的开度而改变，在同一水闸的洞室，会产生有压流、无压流、半有压流等不同的流动形态。必须统筹考虑稳定、过流、闸基和堤身防渗的要求。

(3) 土石结合部特点

涵洞顶板、底板、侧墙各构件与顶部及两侧回填土均有接触，土石结合部接触面大、防渗部位多。

(4) 出险类型

出险类型是渗透破坏。

(5) 出险原因

① 荷载变化、不均匀沉降导致结构裂缝甚至断裂；

② 伸缩缝止水破坏等。

三、堤防土石结合部险情主要特征

(一) 险情特征

穿堤涵闸与堤防土石结合部险情特征主要概括为以下几方面：

(1) 建筑物回填土与堤坝结合处产生裂缝，出现渗漏；

(2) 靠近堤身的建筑物两侧出现了程度不均匀的沉降，低水位侧的左、右侧翼墙墙体或护坡的裂缝中有水流渗出；

(3) 堤身与涵闸混凝土接触面之间土体不密实，长期渗流作用下形成淘刷空洞等隐患；

(4) 接缝处止水破坏形成渗水或混凝土本身形成贯穿性裂缝、断裂而造成渗水。

(二) 险情判别

汛期穿堤建筑物均安排专人值守，一些新建的穿堤建筑物需配备安全监测设施，包括测压管和渗压装置

等。日常要做好监测，准确分析坝体、堤基渗压力情况，及时分析判断是否有接触冲刷危险。没有安全监测装置的，可从如下多个角度加以分析判断：

(1) 观察背水侧水渠水位有无变化；

(2) 检查堤坝背水侧水渠的水流有无混浊，并确认浑水水流流向，检查各接触带的出口是否有浑水流出；

(3) 当建筑物轮廓线与土石结合部分处在水下时，可能会在水中产生冒泡或浑水现象，必要时也可实施人工探摸；

(4) 在水面部位，若连接部位（例如八字形墙与地基的连接部位）有浑浊水流渗出，说明在墙体与回填土间存在着接触冲刷。

四、堤防土石结合部险情及成因

土石结合部的渗水安全性是确保涵闸和堤坝安全性能的关键条件。在建筑物施工过程中进行土体回填工序时，会因结合面夯实不到位，易产生不均匀沉降，从而产生裂缝及脱空缺陷，严重时甚至会造成结构的断裂，在上游水压力影响下，结合面间的缝隙也会形成水流渗漏的主要途径。

(一) 沿涵闸与大堤两侧连接处的渗漏险情及原因

穿堤涵洞内的岸墙、翼墙或桥墩等建筑与堤坝连接处因不均匀的沉陷及其他各种因素的作用，最易产生裂缝，若遇水位上升或地表雨水渗透，则沿洞壁、桥墩或墙等建筑物与土壤粘接处流动，产生集中渗漏，严重时产生渗洞，威胁工程和堤坝安全。主要问题包括如下几个问题：

(1) 穿堤建筑物回填土质量差，压实度不达标，导致抗渗强度无法满足。而人工处理回填土时受人为影响原因很多，特别是在翼墙部位不易密实，土体遇水浸泡后沉降更大，从而导致土石结合处拉开、产生裂缝继而发生渗漏。

(2) 穿堤建筑物的止水设施被破坏，在高水位下渗径降低，导致水沿洞、管壁渗漏。

(3) 因建筑物受力不均匀、地基处有大量淤泥、疏松的薄弱带等，导致地基在载荷作用下发生不均匀沉降，从而造成土石结合处的土体不密实，遇水势必产生渗漏。

(二) 沿涵闸基础的渗漏险情及原因

汛期在外河高水位影响下，渗透压力增强，涵闸地基可能出现较大渗透破坏，导致地基砂土大量冲走，进而导致涵闸沉降、断裂，甚至造成堤坝的溃决。主要原因有：

(1) 由于涵闸建造在粉细砂基上，缺乏有效的扩大渗径对策，当高水位时上下游水位相差较大，渗透压力也随之增大，渗漏会在地基的最薄弱处出现。

(2) 遇地震等自然灾害影响时，地基砂层出现液化，若遇高水位时则出现渗漏险情。

(3) 地基施工时，浮土、淤泥未按规范完全处理干净，遇高水位同样会出现渗漏。考虑地基渗流和水闸两岸大堤绕渗的需要，会在下游涵洞出口或消能防冲设施后端设置反滤层和排水孔，以降低渗压水头，并可防止管涌等渗透破坏险情的发生。

五、穿堤建筑物险情与抢护

(一) 涵闸渗水及漏洞抢护

在涵闸、管道等建筑物的一些地方,如边墩、岸墙、护坡、管壁等与地基或土坝接触面处容易出现裂隙、孔隙,在高水位的压力下,在边墩、岸墙、护坡、管壁等处容易出现裂隙和孔隙,在高水压的影响下,交界处易发生渗流或绕渗,造成闸后坡面、坡脚渗漏,导致管涌、漏洞等险情,造成涵闸和管道建筑物的损坏。防渗漏治理必须坚持“前堵后排”的原则,也就是在出现渗水的情况下,堵住上游漏洞的入口,在后面采取排水减压措施。在上游加固时,应寻找漏洞、渗水进水点进行封闭,从而阻断渗漏通路;在下游修复反滤池,减少出水口的水压或渗透线,使渗漏的水量减少。采取的措施有:沿江堵漏、背河导渗反滤、中间添堵堵渗等。

(二) 水闸滑动抢险

在高水位挡水时,由于水流较高,建筑物底板的扬程压力会随之增加,造成建筑物抗滑动阻力无法达到平衡,产生向下游运动的危险,如果没有及时采取措施,可能会造成事故。滑移可以分成3种:(1)面滑移;

(2)弧形滑移;(3)混滑。它们的共同特征是地基受到剪力的作用而快速发展。一旦地基出现滑坡,就很难控制。所以一旦出现滑坡迹象,必须立即进行应急抢险。其基本原理是:增大阻力,减小横向推力,增强抗滑安全性能,防止滑移。

(三) 防闸顶漫溢抢险

开放式水闸在水位过高时,会出现闸墩头涌水或泄洪危险。同时,水流对闸门的平推量和扬压力都有很大的影响,会造成闸门出现浮车滑落等危险情况。在堤坝中埋有涵道型闸门,其防溢方法与堤坝的防溢法是一样的。

(四) 闸基渗水或管涌抢险

涵闸闸基在较高的渗压条件下,存在一定的渗流率,而集渗则会导致管涌、流土体等问题。因止水防渗体系的损坏或原有渗径不够,渗透率低于基础的安全系数时,泥质中细小的微粒会随着水流漏出,造成闸门后或止水破裂部位出现漏砂,又称为“翻沙”“地泉”。危险持续发展扩张,会导致贯通发生剧烈坍塌,进而导致闸门剧烈下沉、断裂或倒塌事故。所以,要对涵闸自身和闸基处出现的不正常渗漏甚至管涌流土等问题进行及时治理,以保障涵闸的渗流和稳定性,保障建筑物的正常运行。处理的基本方针是:上游截渗,下游导渗,或采用横向压力降低水位差法。在有可能的情况下,应该采取上下两种方式。上部指的是在上游或前表面封闭入口,以切断入口和阻止入渗;下部排水(导流)采用导渗和过滤的方法将渗水排出,以降低地基的扬压力。

(五) 建筑物坍塌险情险护

汛期高水位期间,闸门关闭或闸门开启分流,往往导致闸门下游防冲槽、消力池、海漫、岸墙和翼墙等建筑受到冲蚀和泄流冲毁而出现垮塌;或由于基础的夯实程度不高,在建筑自身或外部荷载的影响下,出现了局部冲刷、沉陷、崩塌等危险情况,若不进行有效的防护,势必会对闸门的安全造成威胁。抢险的基本方针是:增强防洪堤的抗冲击强度,填塘加固地基,减少洪水的冲蚀。

(六) 建筑物裂缝及止水破坏险情抢护

混凝土结构的建筑物,在不同的外部荷载下,由于温度变化、水化学侵蚀以及设计、施工和运行不当等原

因,都可能产生裂缝。根据裂缝的特点,将裂缝分为表层裂缝、深层裂缝和贯穿裂缝。它往往会破坏建筑物的整体性能,破坏其防渗性能、结构强度和稳定性,有一定的危害,甚至有发生事故的危险。其防渗措施有:防水快速砂浆、环氧砂浆、土工布等。

(七) 闸门失控及漏水抢堵

闸门的失控和渗漏,不但会威胁到水闸自身的安全,还会因其对洪水的控制力削弱丧失对其控制,会给予下游人民生命财产安全带来很大的危险,应予以充分的关注。如果发生闸门失灵或渗漏,可以采取以下措施:

(1)启用检修闸门或堆梁屯堵。如果仍然有渗漏,可以将泥土倒入工作闸门和维修闸门的叠梁之间,或者在维修之前铺设一块防水布。(2)使用框架土袋进行封堵。对于没有维修门槽式的涵闸,可按工作闸门或闸门的宽度,焊接钢框,约0.3m×0.3m。把钢框架放在桥墩前,用人工或机械把土袋抛填至框架前面,一定抛填至水面以上高度,并在土袋前覆盖土料,达到闭气效果。

(3)针对闸门上游及下游地形的特点,采取了临时抢堵的方法,比如采用土石围堰进行封堵。(4)对有渗漏危险的闸门,首先保证闸门完全关闭,然后在下游用沥青麻丝、棉絮、棉纱团等填充裂缝。然后打入木楔固定。还可以用直径大约10cm左右,里面混合黄豆,海带丝,粗砂和棉花的袋子,把门槽和门体之间的裂缝填满。

(八) 穿堤管道险情抢护

在堤防上铺设的各类管线,例如:虹吸管、扬水站出水管、输油管线、输气管等。由于各种不利因素影响,有时会发生断裂和锈蚀,在土料回填过程中,由于人工或机械夯实不密实,容易发生冲刷、渗流等危险情况。当遇到危险时,要立即关掉进水阀,清除水管中的积水,以便在洪水来临之前拆卸可移动管道,用相同管径的钢盖板加上橡胶垫圈和螺栓进行密封堵管。

六、总结

安徽省淮北大堤战线长、穿堤建筑物形式、数量多、地质条件复杂,如何及早发现建筑物与堤防结合部险情,并对出现险情的成因、发展程度分析研判,及时采取合理有效措施进行处置,以保证人民生命和财产安全,是水管单位日常管理、巡堤查险工作的重点和难点。

参考文献

- [1]李广诚,司富安,杜忠信,等编著.堤防工程地质勘察与评价[M].北京:中国水利水电出版社.
- [2]林悦奇,杨文滨,张旭辉.管桩施工对堤防稳定的影响分析[J]水利规划与设计,2018(07):181-184.
- [3]王云飞.小甸子防洪区堤防整治设计及渗透加固分析[J].水利规划与设计,2018(08):128-130.
- [4]罗海兵.湖南陵水某堤防工程风险分析方法研究[J].水利规划与设计,2018(10):115-118,178.
- [5]徐俊,张必勇,肖华,等.BIM技术在堤防工程勘测中的应用[J]水利规划与设计,2018(12):164-166.

作者简介:江付平,1969年1月,男,汉,安徽省霍邱县,学历:本科,职称:工程师,研究方向主要从事:水利工程。