

DIFANG TUSHI JIEHEBU
BINGXIAN TANCE JIANCE DE
LILUN YU SHIJIAN

堤防土石结合部病险 探测监测的理论与实践

◎ 赵寿刚 宋力 等 编著

非外借



黄河水利出版社

堤防土石结合部病险探测监测的 理论与实践

赵寿刚 宋力 等 编著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书从理论上探讨了堤防土石结合部病险探测方法的依据,并基于理论演绎进行方法改进,以此为基础开展仪器研发;系统研究了声波、冲击回波、探地雷达、光纤技术等适用性和可靠性,并结合原型探测进行试用;基于数值模拟等方法开展监测技术理论研究,并进行典型工程试用示范,最终获得成套探测监测技术,在黄河水闸工程中得到了应用。

本书可供水利工程施工、设计、科研人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

堤防土石结合部病险探测监测的理论与实践/赵寿刚,宋力等编著. —郑州:黄河水利出版社,2016. 12

ISBN 978 - 7 - 5509 - 1672 - 2

I. ①堤… II. ①赵… ②宋… III. ①堤防 - 土石坝 - 安全监控 - 研究 IV. ①TV871.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 319482 号

组稿编辑:王志宽 电话:0371 - 66024331 E-mail:wangzhikuan83@126.com

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclcs@126.com

承印单位:河南承创印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:17.5

字数:400 千字

版次:2016 年 12 月第 1 版

印数:1—1 000

印次:2016 年 12 月第 1 次印刷

定价:72.00 元

《堤防土石结合部病险探测监测的理论与实践》
编著委员会

主 编	赵寿刚				
副主编	宋 力	苏怀智	李长征		
编 写	杨 磊	李 娜	常芳芳	高玉琴	鲁立三
	张晓英	杨校礼	周兰庭	张 昭	范国群
	王 锐	张清明	郝伯瑾	颜小飞	李延卓
	赵志忠	李姝昱	胡延正	何岗忠	周 杨
	余元宝	谢义兵	张艳蓉	王少锋	

前 言

我国的堤防建设有着悠久的历史,随着人类繁衍与社会经济发展而不断兴起和完善。堤防通常建于江河两岸、湖泊周边等地,用以约束水流和抵御洪水、风浪的侵袭,是极其重要的水工建筑物。除堤防建筑物外,以分洪、排涝、灌溉和供水等为目的,在沿江、河、湖大堤上修建有大量的分洪闸、引水闸、泄水闸(退水闸)、灌排站、虹吸管及其他管涵等水工建筑物。这些建筑物大多采用钢筋混凝土或素混凝土结构,而堤防通常采用土体,由于两者材料不同且属性相差较大,施工时土石结合部的回填土质量较难控制,从而使得土石结合部填土与堤防填土之间的性能指标有一定差别。随着时间的推移,建筑物与填土之间容易出现一些病害,形成安全隐患。通常在堤防的土石结合部由于材质、沉降速率、沉降的不同极易产生沿缝渗漏,进而形成渗漏通道,严重时可引发渗水、管涌等险情,甚至导致堤防决口。

长期以来,大部分土石结合部的隐患排查工作基本依靠人工探视,很容易出现漏查、漏报的情况。如何借助先进的科学探测技术快速有效地探查隐患部位,有的放矢地进行除险加固是一项十分重要的工作;同时,如何利用先进的监测和预测预报技术及时掌握土石结合部的隐患产生和发展变化情况,并采取相应措施对其进行加固处理也具有重要的现实意义。

在堤防涵闸土石结合部病险探测方面,常规的探测方法有多种,主要包括高密度电法、探地雷达法和声学法等,各有优缺点。如何以现有的探测技术为基础,针对土石结合部的特点,有的放矢地开展相关探测技术的研究是需要解决的问题。在堤防涵闸土石结合部病险监测方面,位移、应力、渗流等可采用常规的监测方法,但是也存在一定的局限性。随着科技的进步,分布式光纤技术在我国大坝安全监测中逐步得到应用,它与常规的监测技术不同,具有分布式、长距离、实时性、精度高和耐久性长等特点,其像人的神经系统一样,能对工程设施的每一个部位进行感知和远程监测、监控。如何根据分布式光纤监测系统的原理、主要特点及性能,把该项技术引入堤防病险监测中来,并为堤防病险监测提供高效的服务也是急需解决的问题。

鉴于此,首先通过调研、资料收集对国内土石结合部存在的病害进行总结分类,并对病害形成原因进行分析,提出病害分类分级及评价初步方法。其次,通过理论分析,对各种探测方法的适用性进行分析,得到应采取多物探方法进行综合探测土石结合部隐患的技术。再次,基于国内外堤防安全监测技术与方法,针对堤防土石结合部病害主要类型及特征,总结常规监测传感器和仪器监测适应性及监测方案,通过理论分析、模型试验,重点对分布式光纤监测渗漏、渗流流速、浸润线技术进行综述。最后,结合工程实例对土石结合部探测方法的技术示范应用进行综述。

由于时间紧迫、水平所限,本书难免存在不当之处,敬请赐教。

作 者

2016年9月

目 录

前 言

第一章 绪 论	(1)
第一节 基本概况	(1)
第二节 常用探测监测技术	(2)
第二章 土石结合部病害主要类型及特征	(3)
第一节 不同流域土石结合部病险情况	(3)
第二节 工程实例	(5)
第三节 土石结合部主要病害	(35)
第四节 土石结合部位的土体特性	(38)
第五节 土石结合部病害评价指标	(49)
第六节 本章小结	(52)
第三章 土石结合部病险探测方法	(54)
第一节 引 言	(54)
第二节 土石结合部病险探测方法综述	(54)
第三节 聚束电法探测系统	(94)
第四节 探地雷达信号分析处理系统	(102)
第五节 本章小结	(121)
第四章 土石结合部病险监测技术	(123)
第一节 引 言	(123)
第二节 常规监测技术及适应性	(123)
第三节 渗漏光纤定位技术	(128)
第四节 渗流流速光纤监测技术与模型	(147)
第五节 土体浸润线光纤监测技术	(167)
第六节 不均匀沉降光纤监测技术与监测模型	(177)
第七节 开裂病险光纤监测技术与监测模型	(197)
第八节 本章小结	(215)
第五章 土石结合部病险探测及监测预警成套技术示范应用	(216)
第一节 引 言	(216)

第二节	探测技术示范应用	(216)
第三节	监测技术示范应用	(227)
第四节	本章小结	(266)
参考文献		(267)

第一章 绪 论

第一节 基本概况

我国的堤防建设有着悠久的历史,随着人类繁衍和社会经济发展而不断兴起和完善。堤防往往建于江河两岸、湖泊周边等地,用以约束水流和抵御洪水、风浪的侵袭,是极其重要的水工建筑物。目前,国内共整修和加固各类江河、湖泊堤防 28 万多 km,长江、黄河、淮河等主要江河共有蓄滞洪区 98 处,总面积 3.45 万 km^2 ,总蓄洪量 970.7 亿 m^3 。据有关统计,全国现有近 1/2 的人口、1/3 的耕地和约 70% 的工农业总产值在堤防的保护之下。另外,自然环境的变化亦会使堤防存在较多的安全隐患,据不完全统计,1951 ~ 1990 年,我国平均每年洪涝灾害受灾面积 733.33 万 hm^2 ,其中成灾 466.67 万 hm^2 ,平均每年损失粮食 28 亿 kg,经济损失约 100 亿元人民币。1980 ~ 1989 年,全国虽然没有发生流域性洪水,但平均每年暴雨洪灾面积达 864.73 万 hm^2 ,受灾面积比 20 世纪 70 年代增加了 60%,成灾率上升了 21%。

除堤防建筑物外,为分洪、排涝、灌溉和供水等目的,在沿江、河、湖大堤上修建有很多的分洪闸、引水闸、泄水闸(退水闸)、灌排站、虹吸管以及其他管涵等建筑物。这些建筑物大多属于钢筋混凝土结构,而堤防填土是散粒体,两者从属于不同类型的物质且材料属性相差较大,其结合面质量的控制相对较难,导致二者之间的回填土密度和含水率等指标和堤防其他部位填土之间有较大差别,随着时间的推移,建筑物与填土之间出现一些老化病害现象,很容易出现安全隐患。

黄河下游现有引黄渠首水闸 94 座,加上分洪、分凌闸等,存在大量土石结合部位,从 1998 年长江大水的实战来看,每处堤防的土石结合部都是一个较大的隐患,易发生重大险情。在堤防的土石结合部,由于材质、沉降速率、沉降比尺的不同,极易发生沿缝渗漏,进而形成过水通道,引发渗水、管涌等险情,甚至导致大堤决口。1996 年 8 月 14 日安徽省东至县的杨墩抽水站,由于穿堤涵洞处漏沙,致使长江大堤塌陷,造成 1996 年长江最大的决口事故。目前,黄河上已经发现部分水闸存在侧壁渗水、底板脱空、洞身裂缝等问题,所以堤防土石结合部也是黄河防洪防守抢险的重点和难点。长期以来,国内的大部分土石结合部的隐患排查工作都是靠人工探视的方法,很容易出现漏查、漏报的情况。如何借助先进的科学探测技术,快速有效地探查隐患部位,有的放矢地进行除险加固处理是一项十分重要的工作;同时,利用先进监测技术预测预报土石结合部的隐患发生发展变化,提前发现险情而采取预先防守,也具有重要的现实意义。

第二节 常用探测监测技术

在堤防涵闸土石结合部病险探测方面,其探测方法也有多种,包括高密度电法、探地雷达法和声学方法等。高密度电法是常用的隐患探测方法之一,但在电法勘探中,普遍存在的一个突出的问题,就是电流在地下的集中分布,即主要集中于地表和浅部,随着深度的增加,电流密度剧烈衰减,这一现象严重制约了电法获取深部异常信息的能力。同时,目前在探地雷达数据处理和解释方面,还存在较大的技术提升空间。探地雷达数据处理软件均为有偿使用,结合实际探测情况开发出实用的数据处理软件具有重要的应用价值。声学探测方法也有很多,如声折射波法、声反射波法、瑞利面波法等。声学探测方法都面临着一个难题,即如何在提高声波穿透深度的同时提高探测精度。针对土介质的强衰减特性,如何解决声波探测深度与探测精度之间的矛盾,可采用阵列激发的办法(相控阵技术),提高发射信号功率,接收换能器能够接收较强聚焦点的反射信号,努力提高声波信号的信噪比和图像分辨率。目前,相控阵技术在医学超声领域应用较为广泛,在岩土工程隐患探测方面还未见先例。

在堤防涵闸土石结合部病险监测方面,位移、应力、渗流等一般采用常规的监测方法,目前分布式光纤技术在我国大坝安全监测中逐步得到应用,它与常规的监测技术原理不同,具有分布式、长距离、实时性、精度高和耐久性长等特点,能做到对大型基础设施的每一个部位像人的神经系统一样进行感知和远程监测、监控,这一技术已成为一些发达国家如日本、加拿大、瑞士、法国和美国等竞相研发的课题。针对分布式光纤监测系统的原理、主要特点及性能,把该项技术引入堤防病险监测中来,可为堤防病险监测提供高效服务。

第二章 土石结合部病害主要类型及特征

土石结合部主要是指建筑物与填土的结合部位(例如:闸底板与地基土、闸墩与侧向填土、翼墙与侧向填土等),建筑物多属于混凝土结构,刚性较大,而填土多是散粒体,刚性较小,两者属性相差较大,其接合面质量的控制相对较难,随着时间推移,建筑物与土体之间会出现一些病害现象,危害建筑物与土体安全。因此,土石结合部工程质量对于建筑物及其附近土体、堤防的安全来说非常重要。为防患于未然,分析总结病害产生的原因、发生机制,对其进行归类总结,并针对不同的病害类型采取相应的措施。

通过查阅全国几大主要流域典型堤防情况、水闸结构形式以及土石结合部现状,以土石结合部相关文献为基础,重点分析黄河流域出险实际工程,结合水闸检测资料归纳总结堤防土石结合部的病害分类和特征,分析病害出现的原因,并实地调研黄河下游山东境内数十座引水闸,对成果进行补充和完善。

第一节 不同流域土石结合部病险情况

通过查阅黄河流域、长江流域、珠江流域、淮河流域和松花江流域的堤防情况资料,总结五大流域的水闸结构形式,分析各个流域堤防土石结合部存在的问题,归纳总结其普遍性,分析得到造成土石结合部位破坏的原因主要有四种:①砂基渗透和穿堤建筑物接触冲刷;②接触流土;③不同类型裂缝;④冻融、水推及砂岸等。

一、黄河流域

黄河流域堤防主要集中在黄河下游,两岸堤防总长 1 451.68 km,左岸由四部分组成,长 811.68 km;右岸由三部分组成,长 640 km。堤防目前的设防标准,艾山以上按 $22\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$ 流量的洪水设防,艾山以下按 $11\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$ 流量的洪水设防。

黄河下游标准化堤防工程是对原堤身进行加高加固帮宽,即在原有堤防基础上加高培厚,在其两侧进行大量的放淤固堤,因此其土壤分布较为复杂,且由于黄河下游淤积土源、沉积环境等因素决定了其堤身土具有黏粒含量低、粉粒含量高、筑堤土料不容易满足规程规范要求的特点。黄河下游两岸堤防上分布着众多的穿堤涵闸,以涵洞式引水闸为主,考虑地震设防烈度、水闸结构形式、结构材料耐久性三个方面影响因素,水闸原设计竣工资料的完整性及前期开展的水闸安全评价工作,基于统计学考虑一般和突出典型原则,统计分析黄河中下游河南段和山东段 42 座水闸闸基土质类别、土性参数。根据地质统计资料可知,堤身土质主要是浅黄色壤土、砂壤土、粉砂土,并有少量细砂和黏土,堤基土壤土质变化较大,地表 10 m 以内多为砂壤土、粉砂、细砂及黏土互层,还有一些堤基表层或距地表很近的范围内存在较厚的粉砂和细砂层,即黄河下游水闸闸基及回填土类别以软土为主,且闸基土持力层亦以软黏土成分为主。由此,造成建筑物与堤防土体的接触部位

土体黏粒含量较少,不利于接触面防渗,穿堤涵闸地基处理不当易出现不均匀沉降引起的裂缝等病害,如山东段码头闸和河南段禅房闸,在较大水位差作用下,可使堤基土体产生渗透变形、渗透破坏或绕渗等病险。

埋藏于堤身及堤基内的动物洞穴、腐朽树洞等,因未填充或填充不密实都构成了隐患,在大洪水时易形成渗漏通道。从整理的渗水及渗透变形资料可看出,自1949年以来,黄河下游临黄堤防在历史上大洪水期发生严重渗水及渗透变形的地段较多,堤基发生渗水的堤段共有290处,其中左岸175处,右岸115处;河南省52处,山东省238处;属严重渗水的有112处,发生过渗透堤段有114处;109处堤段的堤基分布有老口门,占全部渗水堤段的37%,问题相当严重。

二、长江流域

1954年长江发生洪水后,国家制定了“蓄洪兼筹,以泄为主”的防洪方针,在此方针的指导下,全面安排防洪体系建设,堤防工程逐步新建和加固。目前,长江中下游堤防长达30 000 km,其中干流堤防长约3 900 km。

长江中下游堤防挡水高度多在3~5 m,高者可达10 m多,且挡水时间长。部分堤基分布有较厚的淤泥质土或淤泥,部分城市堤段存在杂填土和垃圾土,其强度低、压缩性高,存在沉降变形与稳定性问题,尤其是穿堤建筑物处更为突出;堤身亦存在生物洞穴、堤身土与堤基或穿堤建筑物接触不良、人工杂填土等引起渗漏现象。

与黄河流域堤防穿堤建筑物形式不同,长江中下游以开敞式水闸为主,据不完全统计,流量在 $100 \sim 500 \text{ m}^3/\text{s}$ 的有187余座,流量在 $500 \sim 1\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 的有50余座,流量大于 $1\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 的有23座,但结合长江流域特点,造成堤防土石结合部大多土体处于饱和状态。另外,涵闸的地质条件一般较差,除个别为风化基岩外,多数为黏土、粉质黏土、壤土、淤泥质土、粉细砂等,具有抗剪强度低、压缩性高、透水性强等特点,在汛期高水位作用下,易发生渗透变形、“流土”或“管涌”破坏,也可发展成接触冲刷破坏。目前,堤防土石结合部位主要出现的病害有堤基沉降、渗流及管涌等形式,如洞庭湖丹洲垸西子口电灌站穿堤管由于基础均匀沉陷造成的伸缩缝断裂、洞庭湖民主阳城垸蒿子港交通闸因两侧墙及底板未设防渗墙而产生管涌等。

三、珠江流域

按照上、中、下游统筹兼顾的原则,珠江流域防洪规划采取“堤库结合,以泄为主,泄蓄兼施”的方针,重点防护部分区域的防洪安全。规划的防洪措施,首先立足于提高堤防的防洪能力,同时在上、中、下游兴建控制性枢纽工程,逐步形成堤库结合的防洪体系。因此,许多围堤前身是历史老堤,后逐步加高培厚再联围而成,有“银包金”现象(内为砂、外围为土),存在堤身填筑土体组成复杂、碾压密实度不均、透水性变化较大等缺点,少数堤围有白蚁巢、鼠洞等内部隐患。在20世纪80年代后期开始的河道大范围、大规模的无序采砂,使部分砂质河床下切,最大下切深度达10 m,其后果是大堤的险段岸坡连年坍塌,甚至大堤外坡滑塌。

珠江三角洲为河网区,有较多大型防洪(潮)水闸和众多交通闸、涵洞等穿堤建筑物,

较多穿堤建筑物修筑年代已久,存在变形、渗漏等隐患:1982年洪水清西围决堤即是由交通闸冲决引发,1994年樵桑联围决口亦由荷西水闸冲毁引起。珠江流域不同堤段存在的工程问题基本一致,主要有渗漏和渗透稳定问题、沉降变形和稳定问题及堤坡和堤脚稳定问题。

(1) 堤基渗漏和渗透变形。由于没有黏土盖层,或盖层较薄,或黏土盖层已遭破坏,汛期造成堤基大量渗漏,并在部分地段产生集中渗流甚至出现管涌口,带出大量细中砂,使地基架空。

(2) 岸坡不稳定。岸坡遭受冲刷,出现裂缝、外坡临河挡土墙向外倒塌现象。

(3) 部分水闸、涵闸闸后有渗漏、砂沸等现象,部分涵闸修建时代久远,结构强度和稳定条件降低。

四、淮河流域

淮河流域地处我国东部,介于黄河和长江之间,流域北部是广阔的平原,西部、南部、东北部为山区和丘陵,整个河系呈扇形不对称分布。

淮河流域现有各类堤防5万多km,其中主要堤防1.5万km。由于平原地区主要为冲—湖(淤)积形成的地层,具有明显的韵律,形成“千层饼”状结构,有可能对堤防渗透变形产生影响,多发生清水明流的渗透现象。

淮河流域的水闸各式各样,共有大中型水闸600多座,大多建于20世纪六七十年代,经过长时间的运行,随着河床演变,部分建筑物下游消力设施不能适应现状河床,导致消力池消力不力,产生水流冲刷,引起海漫及防冲槽破损,甚至危及河床下切;经过多年运行,建筑物表面碳化及裂纹、裂缝严重,甚至产生露筋现象;启闭设备、钢丝绳和电气设备老化,闸门锈蚀严重,缺乏防护装置,甚至出现卡阻现象,存在极大的安全隐患,尤其在汛期给工程度汛带来极大压力。上述问题只是表面现象,用肉眼可直接观察,但结合淮河流域地质条件,水闸不易观察到的部位也会受到不同程度的影响,使得水闸的危险性加大。

五、松花江流域

松花江流域包括嫩江、第二松花江和松花江干流等水系,其防洪工程主要为堤防和水库,工程措施主要是兴建大型水利枢纽工程(多为穿堤建筑物)和修建、加固堤防,控制洪水、消减洪峰,防止洪水泛滥;整修河道、清障疏浚、加大泄量等。

堤防现状存在的主要问题是防洪能力低,堤顶偏低,堤身断面小,且多是在民堤基础上加高培厚而成,未达到防渗标准。另外,堤身土质差、险工多,尤其砂堤段和土砂混合堤段,质量较差,主要问题有:①砂基和双层结构地基的渗透稳定性差;②劣质筑堤土料较多;③由于处于季节冻土区,建筑物地基冻胀问题是现有工程消险加固和工程设计上一个主要的问题。

第二节 工程实例

通过对黄河流域和长江流域的部分堤防或水闸出险工程及黄河流域的水闸检测资料

进行分析,整理得到堤防和水闸出现的病害,对病害进行归类分析。

一、工程出险实例

(一)黄河流域

1. 闫滩引黄水闸病害

1) 工程病害概述

闫滩引黄水闸位于黄河右岸菏泽市东明县境内,相应大堤桩号 162 + 070,改建于 1982 年,为 6 孔桩基开敞式结构。在 2009 年安全鉴定工作中发现:洞身段存在 94 条裂缝,其中 83 条为贯穿裂缝,最大裂缝宽度为 0.87 mm。底板内部混凝土结构存在缺陷,有空洞、贯穿裂缝,且有水渗出,部分部位已产生渗流通道。闫滩引黄水闸正面照及闸前照如图 2-1 和图 2-2 所示。

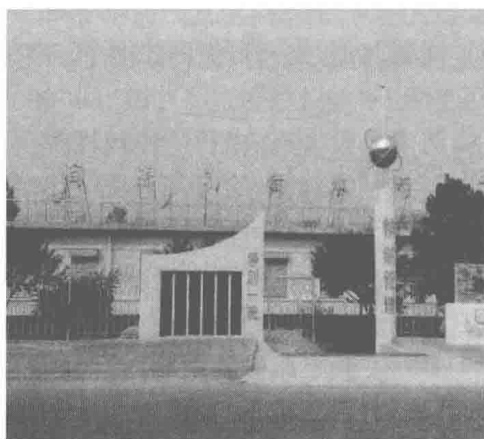


图 2-1 闫滩引黄水闸正面照

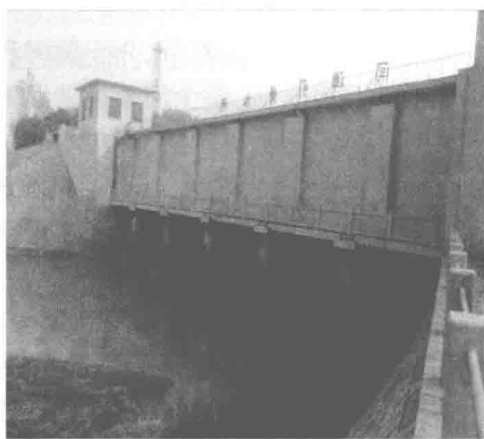


图 2-2 闫滩引黄水闸闸前照

2) 病害原因分析

由于涵洞洞身分节长度大,且涵洞地基条件差,所以不均匀沉降大,致使洞身产生裂缝。裂缝渗水已产生渗漏通道,造成洞身周围接触冲刷,进一步加剧了不均匀沉降。

2. 潘庄引黄闸病害

1) 工程病害概述

潘庄引黄闸位于山东齐河黄河河务局潘庄险工,闸轴线相应左岸临黄大堤桩号 63 + 120,属于 I 级建筑物。该工程于 1971 年 10 月动工修建,1972 年 6 月竣工引水。后因黄河河床淤积、防洪水位抬高及堤顶加高,于 1979 年 10 月改建,至 1980 年 8 月竣工。潘庄引黄闸为钢筋混凝土箱式涵闸,每 3 孔为一联,共 3 联 9 孔。

潘庄引黄闸介绍石碑、正面照、闸后照及闸前照分别如图 2-3 ~ 图 2-6 所示。

(1) 1976 年大复堤后,洞身清淤检查发现有 92 条裂缝;1979 年 3 月裂缝达 123 条;1988 年 10 月为 124 条(3 条漏检,实际为 127 条,后于 1994 年 6 月检查到);2003 年 6 月增加到 129 条。

(2) 现场调研发现,该闸闸后一侧有严重的渗水现象,水量很大,且浑浊(见图 2-7、图 2-8)。



图 2-3 潘庄引黄闸介绍石碑



图 2-4 潘庄引黄闸正面照



图 2-5 潘庄引黄闸闸后照



图 2-6 潘庄引黄闸闸前照

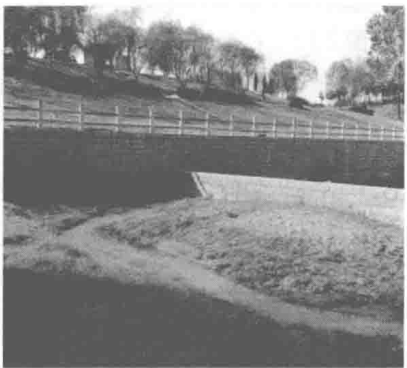


图 2-7 潘庄引黄闸闸后渗水



图 2-8 潘庄引黄闸闸后渗水细部

2) 病害原因分析

由于洞身分节较长,发生不均匀沉降。1976 年大堤加高,导致洞身不均匀沉降加剧,裂缝增多。

3. 打渔张引黄水闸病害

1) 工程病害概述

打渔张引黄闸位于滨州市博兴县境内,相应临黄大堤右岸桩号 183 + 750 处。该闸始建于 1956 年,为桩基开敞式闸,共 12 孔,每孔净宽 4 m,设计流量 120 m³/s,为中型水闸。

由于黄河河床的不断淤积抬高,老闸设计标准已不能满足防洪需要,于 1981 年修建新闸。新闸位于老闸下游 44 m 处,为六孔桩基开敞式水闸,建筑物等级 I 级。

打渔张引黄闸介绍石碑、老闸、闸前照及闸后照分别如图 2-9 ~ 图 2-12 所示。



图 2-9 打渔张引黄闸介绍石碑



图 2-10 打渔张引黄闸老闸



图 2-11 打渔张引黄闸闸前照



图 2-12 打渔张引黄闸闸后照

下游翼墙在不同年份分别出现渗水险情,具体如下:

1996 年 8 月 8 日洪水期间,闸后消力池两侧浆砌扭曲面翼墙石缝间发生对称渗水,由翼墙上游向下游降低,随着闸前水位的升高,渗水出逸点亦升高。翼墙渗水开始时为清水渗流,随着时间的延长,渗水量逐渐增大且出现浑水。

1997 年汛前对打渔张引黄闸闸前后翼墙进行灌浆处理。1998 年汛期水位超过 16.6 m 时又发生渗水,说明灌浆处理未达到预期效果。

2006 年以来,汛期水位超过 16.3 m 时又发生不同程度的渗水,并且出现逐年加重的趋势,2008 年造成紧急险情。

2) 病害原因分析

不均匀沉降变形过大超过规范值(见图 2-13),止水破坏严重,致使闸室前后防渗系统失效形成渗流通道。

4. 刘庄引黄闸病害

1) 工程病害概述

刘庄引黄闸位于山东省菏泽市黄河右岸牡丹区境内,相应大堤桩号 221 + 080,修建于 1979 年,为三孔桩基开敞式闸,两岸各有钢筋混凝土岸箱和引桥一孔。2000 年 10 月汛后发现闸后左右岸护坡有渗水现象,且有明显水流,并带少量粗砂,渗水部位高程在 55.45 ~

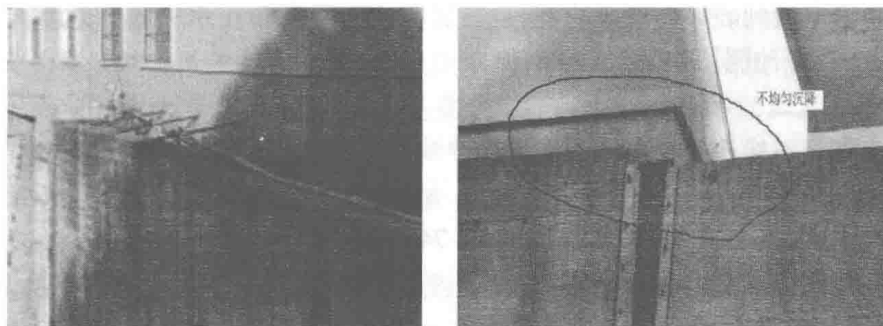


图 2-13 打渔张引黄闸不均匀沉降图

58.0 m, 长度 45 m, 渗水面积较大, 内有 4 个较大的渗水孔洞, 其中每 10 min 渗出浑水 1 L, 渗水中夹带油星和铁红。

刘庄引黄闸介绍石碑、正面照、闸前照及闸后照分别如图 2-14 ~ 2-17 所示。



图 2-14 刘庄引黄闸介绍石碑



图 2-15 刘庄引黄闸正面照



图 2-16 刘庄引黄闸闸前照



图 2-17 刘庄引黄闸闸后照

2) 病害原因分析

该闸 2008 年沉降观测值显示, 刺墙与岸箱的沉降差太大, 闸前右岸刺墙与岸箱相差 168 mm, 左岸刺墙与岸箱相差 164 mm, 均大大超过水闸规范允许值 (相邻部位的最大沉降差不宜超过 50 mm), 造成刺墙与岸箱之间沉降缝宽达 5 ~ 10 cm。岸箱与防渗黏土之间的沥青麻布止水可能已老化、拉环失效, 失去防渗作用。

渗水里夹带出三层四油沥青麻布止水损坏产物、沥青油铁锈颗粒, 说明三层四油沥青麻布止水可能已损坏。经复核计算闸上游防渗系统在有效、失效情况下, 渗压水头在 3.47 m 时, 闸后边坡出逸比降均小于允许值, 绕渗稳定未遭到破坏, 说明“2000 险情”可

