

泄洪闸闸墩抗振加固措施研究

陈丹 夏建勇

(江西水利职业学院, 江西 南昌 330013)

【摘要】 泄洪闸闸墩抗振加固措施的应用,对保证工程整体安全性及达到加固减振要求有着至关重要的作用。本文以具体工程项目为研究案例,对闸墩大幅振动问题进行详细分析,主要通过重力相似准则的应用,实现对泄洪闸闸墩全面水动力荷载测试模型的构建。本文在对闸墩抗振加固措施的分析研究中,以不同的加固设计方案进行讨论,将移动位移作为控制指标来实现对闸墩加固减振规律的总结,并探索出一种科学的工程项目优化方案,在保证泄洪闸闸墩加固稳定的同时,有效控制工程造价。

【关键词】 泄洪闸; 闸墩; 抗振加固; 减振效果

中图分类号: TV431

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2017)08-0064-03

Research on sluice gate pier vibration resistance reinforcement measures

CHEN Dan, XIA Jianyong

(Jiangxi Water Conservancy Vocational College, Nanchang 330013, China)

Abstract: Application of sluice gate pier vibration resistance reinforcement measures has very important role to ensure overall safety of the project and reach requirements of reinforcement and vibration resistance. In the paper, specific engineering projects are adopted as research cases for detailed analysis on pier vibration problems. A comprehensive hydrodynamic load test model is constructed for sluice gate piers mainly through applying gravity similarity criterion. Input tests are mainly implemented on hydrodynamic load through concrete engineering case tests; a three-dimensional finite element model of sluice gate piers is constructed, thereby calculating flow vibration of sluice gate piers correspondingly. In the paper, vibration resistance reinforcement measures of piers are analyzed and studied, different reinforcement and design plans are discussed, and mobile displacement is regarded as a control index to summarize pier reinforcement and vibration resistance laws. A scientific engineering project optimization plan is explored. The engineering cost can be effectively controlled when it is ensured that the sluice gate piers can be reinforced stably, thereby providing effective reference for similar engineering projects about reinforcement and vibration resistance in sluice gate piers through theoretical analysis in the paper.

Keywords: sluice gate; pier; seismic reinforcement; vibration resistance effect

1 研究现状

在传统坝工项目设计环节中,坝体设计为首要项目设计,而仅次于该项目的设计即为溢流坝闸墩设计。溢流坝闸墩设计的难度系数与整体设计要求较高,运

用传统杆件力学方法无法达到这类结构设计的要求。通过对诸多文献资料总结可知,利用结构仿真软件对闸墩水位及结构静力、配筋科学计算,在闸墩设计及项目应用中较容易出现裂缝问题、闸墩温度应力问题。在较多分析研究中通过对闸墩裂缝验算与温度场仿真

试验,对预应力闸墩进行优化设计,并进一步优化锚块及锚杆拉锚系数。为有效解决闸墩出现的裂缝问题可应用碳纤维复合材料或环氧砂浆等其他有机材料,对出现的裂缝采用专业技术进行填充,通常采用的工程技术措施包括贯穿裂缝化学灌浆、表面粘贴钢板等,通过有效措施应用保障闸墩稳定性,并使其整体具有一致性。

但由于泄洪闸闸墩本身具有独特性,受到水流荷载的长期作用与影响,使闸墩受到长期不规律作用冲击。在对泄洪闸闸墩的设计中要注重其短时应力应变,与此同时还要充分注意泄洪闸闸墩激流振动作用,以及对混凝土结构造成的疲劳影响等,综合分析其结构长期性能,做出客观评价为其闸墩抗振加固措施应用提供有效参考。

2 工程概况分析

该工程为汉江干流梯级水电站泄洪闸闸墩抗振加固工程。其位于汉江上游流域之中的上游段,属于干流梯级水电站类型。坝址实际控制流域面积超过 5 万 km^2 ,多年实际测量获得流量数据为 $732\text{m}^3/\text{s}$ 。电站蓄水可以达到 217m,年发电量将超过 9.1 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。工程项目布置过程中采取的是中部纵向划分界限的方式。左侧位置上主要是溢流式厂房坝段位置,右侧则是泄洪坝。泄洪建筑为六孔,并分为泄洪闸、垂直升船机以及右幅坝表孔等几个部分共同组成。其中泄洪闸堰顶高程可以达到 200.00m,闸底板高程为 180.00m,闸顶高程可以达到 230.00m,闸室沿水流向超过 50m。该工程在完工之后曾经遭遇洪水,工作人员在此阶段发现泄洪闸闸墩位置上发生右振动情况,振幅相对较大,为此,结合泄洪激励下闸墩等的规律具体分析采取何种有效方式能够对泄洪闸闸墩进行加固,并进一步保护其功能发挥与安全性。

3 工作基础

3.1 流体诱发结构振动类型研究

水流脉动特性以及结构性动力特性等问题直接影响了流激振动,水流脉动以及结构振动彼此影响,水流

脉动将会造成结构振动出现。与此同时,结构振动也可能会直接影响水流脉动。结合此类研究,促使激流振动相关内在机制更加复杂。前人针对流激振动方面的研究并未完善,其中美国、德国在此方面的阐释比较具有代表性。

a. Naudascher(德国)阐述激流振动类型问题,并对其进行了四种类别的划分。根据流体诱发结构振动产生的主要原理,将激流振动区分为外部诱发、不稳定诱发、运动激励以及流体振子激励。

b. Weaver(加拿大)针对流体诱发振动方面的理论具体阐述了水流紊动可能造成强迫振动等主要情况,其中主要分类的属性依据就是振动属性。

c. Blavins(美国)则在类型划分中采取了稳定与非稳定等类型的划分。

3.2 流固耦合振动方面的研究

从流固耦合相关理论视角出发可以进行类别上的划分,包括水体、刚体耦合以及水体弹性体耦合。但是,应当知道刚体本身在水利工程之中并不存在,水利工程所阐述的流固耦合则主要阐述的是紊动水流以及弹性结构彼此形成的影响。水工结构需要在一定脉动载荷条件下发生作用,并最终造成脉动力产生改变。流固耦合本身属于一门综合性较强的学科,其中体现了流体力学、结构力学以及相关学科。随着信息技术不断向前发展,促使相关理论的研究都能够找到应对的办法,并能够有效解决不同类型的耦合振动问题。流固耦合研究方面形成一系列的代表性结论,对无限流体方面的研究具有重要进步性。

a. Regetz 从 20 世纪 60 年代开始就从事流体以及直观纵向振动耦合方面的研究。

b. 进入到 80 年代,关于流固耦合方面的研究已经发展至相当成熟的阶段,此时 Ibrahim 指出结构阻尼将会对振动产生巨大作用,并可能造成结构振动函数发生改变。

当前,关于有效解决流固耦合方面问题的最主要方式是形成满足结构动力学需要的模型,通过借助水弹性模型研究能够确定激流振动。

4 加固方案中相应数据的计算与方案优选

综合实验阶段相关数据进行计算,为了能够更好地展示关于加固梁方面的减振效果,该次研究之中也通过借助多种工况特点与常见洪水对比。泄洪闸闸墩振动相应整体水动力荷载时程线通过物理模型试验测得,水力学模型比尺为1:100,采用有机玻璃制作,将闸墩沿水流向均分成3块,针对其中可以是设置压力传感装置,通过这种方式能够测量闸墩位置上的动力水压情况,整体水动力荷载情况同样能够测试,此时需要借助INV618 职能测试设备,采样频率为50Hz。

通过测试产生的数据可以换算原型整体荷载并能够将其作为闸墩振动相应计算之中的相关参数,计算各加固方案闸墩的动位移振动响应,为了更加直观地对比各加固梁的加固减振效果,该研究选取常遇洪水工况对比分析加固方案并与加固前做对比。具体如图1、图2所示。

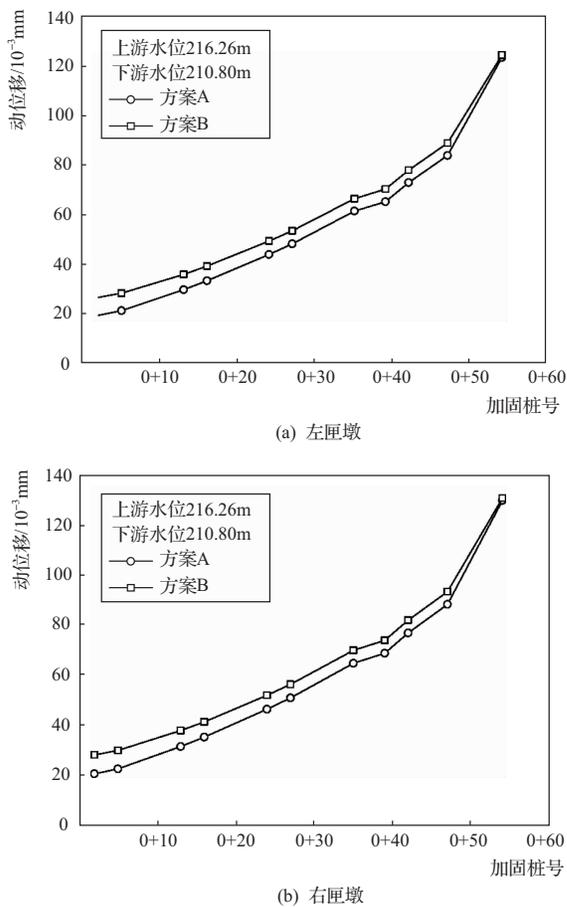


图1 工况1

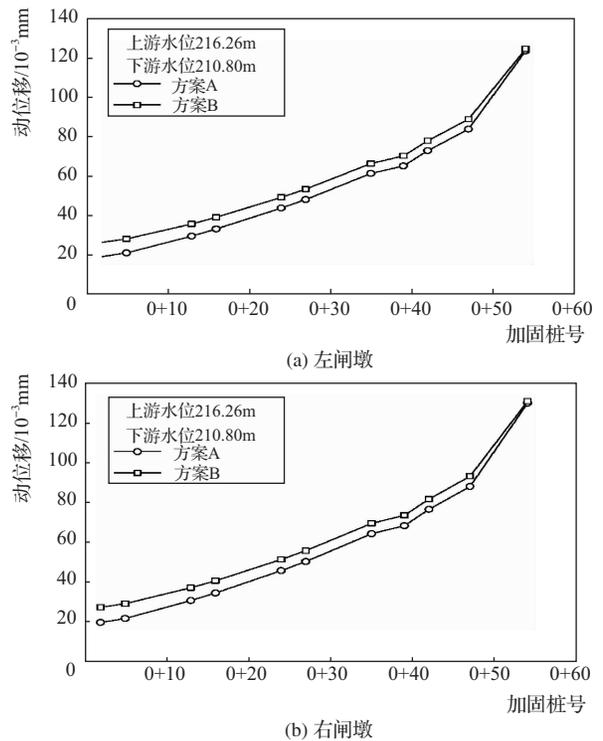


图2 工况2

通过计算结果分析,闸墩首部位置上加固梁减振将可能会造成首区域产生变化,闸尾区位置上受到的影响相对较小。其中闸首位置上产生的动位移均方差将会进一步降低,仅能够达到方案一实际振动位移情况的21%左右,此时闸首振动量级将会进一步降低。闸墩形成的加固减振将会沿程进一步增加,此时闸尾位置上形成的位移方差也将会下降20%左右。但未设尾部梁条件时,常遇工况时(20年一遇等)闸墩振动仍然能满足十万分之一标准。

加固梁加固位置处方案:方案一、方案二、方案三动位移相对于加固前具有明显的减幅;方案二相比于方案一,闸首变幅约为闸首动位移均方差的30%左右,闸尾变幅约为闸尾动位移均方差的1%左右,整体差异不大;与方案一相比,方案三尾部加固梁加固效果对闸首影响较小,对中部、尾部区域影响较大,闸尾最大动位移均方差变幅为闸尾动位移均方差的20%左右;常遇工况下(20年一遇等)方案:闸墩闸尾振动满足动位移十万分之一标准(该工程中闸墩尾部最大高度约为42m,故闸墩允许

(下转第58页)

实施农田水利项目,鼓励社会资本以“PPP”方式投资建设农田水利设施。本着“谁投资、谁受益”的原则,甲马营镇西堤口村紧邻京杭大运河,东岸滩地浇灌多年来散而无序,受小农水的启发,该村结合实际,经过积极引导,其中有4个大户投资70万元,铺设灌溉管道约6000m,建成项目由投资人运营,实现了千亩耕地的灌溉管道全覆盖。灌溉时间由15天缩短到7天,灌溉费用低、速度快、操作方便,得到了村民的普遍认可。

2.4 突出政府在发展中的监督引导作用

2015年9月,武城县水务局成立农田水利设施运行管护考核办公室,与县改革创新考核办相协调,考核镇级政府在水利设施运行管护改革中的帮扶措施,考核村级两委在管护中的协调配合,考核农田水利灌溉公司在工作中的管理水平,同时考核用水农户的满意度。如在四女寺镇卧虎庄村泵站站长推荐选拔过程中,充分尊重群众意见,召开村民代表大会投票推荐,对推荐人选进行张榜公示,考核办全程进行监督,从该站半年来的运行情况看,泵站管理有序,灌溉及时,群众对自己推荐的管理人员信任、口服心服。通过这种模式,充分调动了镇村两级参与农田水利建设管理的积极性。

(上接第66页)振幅为0.420,均方差为0.140mm)综合比较分析,加固方案一技术及经济上更加合理。

5 结 语

综上所述,闸墩固定完成后产生振动双倍赋值将会进一步减小,造成这种情况的主要原因是加固梁对闸墩两侧造成影响。分块分区位置上形成的加固梁实际效果将会更加明显。加固项目完成之后,首动唯一方差将降低到85%。最大位移方差则能够达到 41×10^{-3} 。闸尾位置上产生的位移方差则能够进一步下降,最终可以达到75%左右。常遇工况条件下产生的位移方差将能够达到 138×10^{-3} 。通过数据分析可知,实际减振效果十分显著。

此外,通过进行数据分析可知,闸首发生振动相对较小,采取加固方案,设计中研究重点应当是针对闸墩尾部位置问题的解决。结合相关数据项可知,对比不

2.5 提升基层水利服务能力

由于历史原因,水利站建设经过20世纪一段时间快速发展后,始终处于低潮阶段,武城县同样面临机构人员不健全和设备老化的局面。自2015年山东省农田水利改革试点现场会以来,武城县加快推进乡镇水利站能力建设,2015年底全部恢复建立了乡镇水利站,并由乡镇主要负责人亲自分管,配备专职人员45人,水利服务专用车9辆。重点扶持的四女寺镇水利站,去年以来投资300万元,完善办公设施,购置办公设备,邀请省市水利专家对水利站人员进行培训,提升基层水利服务能力,达到了人员专业化、办公信息化、装备现代化、服务规范化、运行长效化的效果。

3 结 语

虽然两年多来对农田水利设施改革创新进行了探索,也取得了一定成绩,但工作中也面临一些问题,工作的进展与省厅要求还有一定差距,下一步,武城县将全面贯彻全省农田水利改革现场会议精神,积极学习其他县市先进经验,继续探索完善农田水利设施运行管护机制,努力走出一条利长远、惠民生的农田水利建新道路,为农业现代化建设提供坚强的水利支撑。◆

同方案,最终确定方案一效果最优,常遇工况条件下能够满足十万分之一标准。除此之外,闸墩在振动位移方面可以与泄洪闸泄洪流等之间相关。与此同时也会对闸墩位置上的水位差等造成影响。本文中发生问题的水位差相对更大,因为尾部位置上将会产生剧烈影响,为此,需要在设计研究过程中加强常遇工况。◆

参考文献

- [1] 唐克东,孙留颖.基于ANSYS的预应力闸墩结构布置研究[J].华北水利水电大学学报(自然科学版),2014,35(4):23-26.
- [2] 李火坤,杨敏,陈林,等.泄洪闸闸墩原型振动测试、预测与安全评价[J].振动、测试与诊断,2014,34(5):938-946.
- [3] 胡木生,杨志泽,张兵,等.蜀河水电站弧形闸门原型观测试验研究[J].水力发电学报,2016(2):90-100.
- [4] 虞喜泉,袁长生.凌津滩水电站泄洪闸工作闸门及启闭机设计特点[J].水力发电,2004(4):50-52.
- [5] 孙海涛,刘兴华,曾刚.汉江蜀河水电站厂内溢流布置型式关键技术问题设计与研究[J].西北水电,2012(6):37-42.