

基于加速度传感器的 船闸靠船墩振动监测系统

唐 隽, 杨艳慧, 杨俊杰

(江苏省泰州引江河管理处, 江苏 泰州 225300)

摘要: 为确保工程设施安全可靠, 结合高港船闸实际情况, 以加速度传感器为基础而设计船闸靠船墩振动监测系统。该系统在船舶撞击靠船墩时采集产生的加速度数据, 同时对数据进行量化处理传递给远程服务器, 通过预设的阈值对异常数据进行情况判定后立即发出报警信号, 使用摄像头对出现异常情况的靠船墩进行图像抓拍, 从而有效提高船闸安全管理水平和智能化程度。

关键词: 船闸靠船墩; 传感器; 监测

中图分类号: TV131.66

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2022)10-0069-0004

Vibration monitoring system of ship lock berthing pier based on acceleration sensor

TANG Jun, YANG Yanhui, YANG Junjie

(Taizhou Yinjiang Canal Administration of Jiangsu Province, Taizhou 225300, China)

Abstract: In order to ensure the safety and reliability of engineering facilities, combined with the actual situation of Gaogang ship lock, the vibration monitoring system of ship lock berthing pier is designed based on the acceleration sensor. The system collects the acceleration data generated when the ship collides with the berthing pier. At the same time, it quantifies the data and transmits it to the remote server. After the abnormal data is judged by the preset threshold, the alarm signal is sent immediately. The camera is used to capture the image of the berthing pier with abnormal conditions, so as to improve the safety management level effectively and intelligent level of the ship lock.

Key words: berthing pier of ship lock; sensors; monitor

1 概 述

高港船闸是江苏重要的通江口门, 沟通长江和里下河及东部沿海地区, 实现江海联运, 为地方经济快速发展起到了积极推动作用。高港船闸上下游引航道常有大量船舶靠泊, 以躲避航道内的风浪, 时常发生船舶偏向碰撞靠船墩的情况。在非正常碰撞力作用下, 靠船墩容易出现断裂、倾倒、位移等问题, 将会导致靠船墩的使用寿命极大缩短, 影响船闸的安全运行。对于船舶撞击靠船墩的情况, 目前处理措施是当巡检人员听到巨大撞击声时, 立

即赶赴现场进行相应处理。但如果巡检人员没有及时听到撞击声或者是在夜晚无人巡检时, 将很难对此类行为进行切实有效的监管。通过研发一种能实时采集船舶与靠船墩的碰撞力数据监测系统, 将碰撞信息和碰撞力大小的数据同步到船闸监控中心, 并对超过设定安全阈值的碰撞数据进行报警并抓拍取证^[1-2]。

2 系统框架结构

基于加速度传感器的船闸靠船墩振动监测系统框架见图 1。

收稿日期: 2022-01-12

作者简介: 唐隽(1977—), 女, 工程师, 主要从事水利工程管理工作。E-mail: 1186417989@qq.com

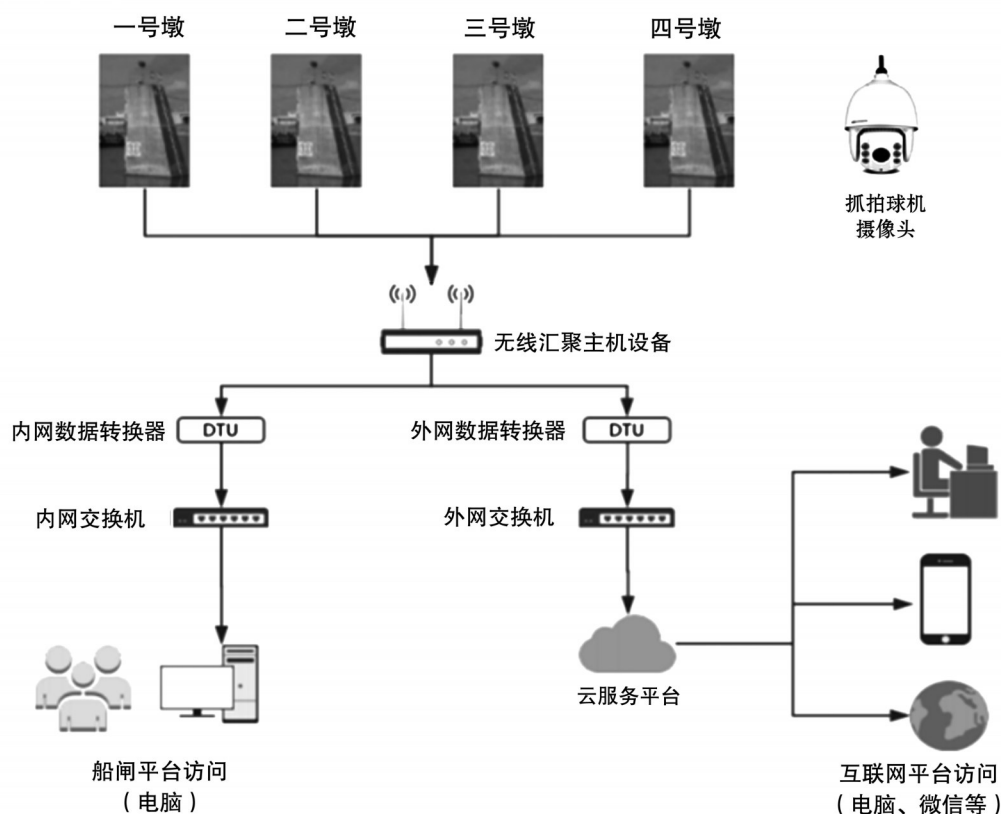


图1 监测系统框架

如图1所示,系统主要由靠船墩智能监测采集装置、抓拍球机摄像头、无线汇聚主机、内网数据转换装置、外网数据转换装置、云服务平台、微信端组成,其中最核心的部分主要是靠船墩智能监测采集装置、无线汇聚主机以及云服务平台。

(1)靠船墩智能监测采集装置负责实时采集靠船墩在受到船舶碰撞时的受力数据,一旦碰撞力超过预设的阈值,则说明靠船墩可能已经出现损坏的情况,立即发出报警信号并将相关警告数据进行上传,同时靠船墩附近的高清球机摄像头进行抓拍以保留证据。

(2)无线汇聚主机主要负责协调和统筹其覆盖范围内的靠船墩采集装置,并将相关的数据整理打包,通过内网DTU和外网DTU传送至内网及外网服务器。

(3)云服务平台主要是实时汇聚并存储相关的采集数据,当相关的异常情况汇聚到数据平台时,系统通过微信及PC服务端,可以提示管理人员要进行靠船墩巡检并及时排除隐患。

3 振动监测分析

船舶撞击靠船墩时,最大压应力位于船舶与靠

船墩接触面上,在靠船墩底板及墩身背水面均产生拉应力,墩顶的位移响应较大。在不同设计水位工况下,由于撞击点位置的不同,船舶撞击靠船墩的最大撞击力与撞击过程持续的时间均不相同^[3-4]。低水位撞击持续时间较短,撞击力较大。低水位工况下,靠船墩最大撞击力、最大压应力大于高水位工况。2种工况底板前齿部位均产生较大拉应力,但低水位工况下靠船墩受到的危害更大。

运用撞击力相关计算^[5-6]可知,通过研究船舶正碰刚性墙,得出最大船撞力与速度近似成正比的关系。当船桥碰撞接触面积越大,船撞力峰值也相应增大,而碰撞过程的持续时间相应减少。

4 振动监测系统

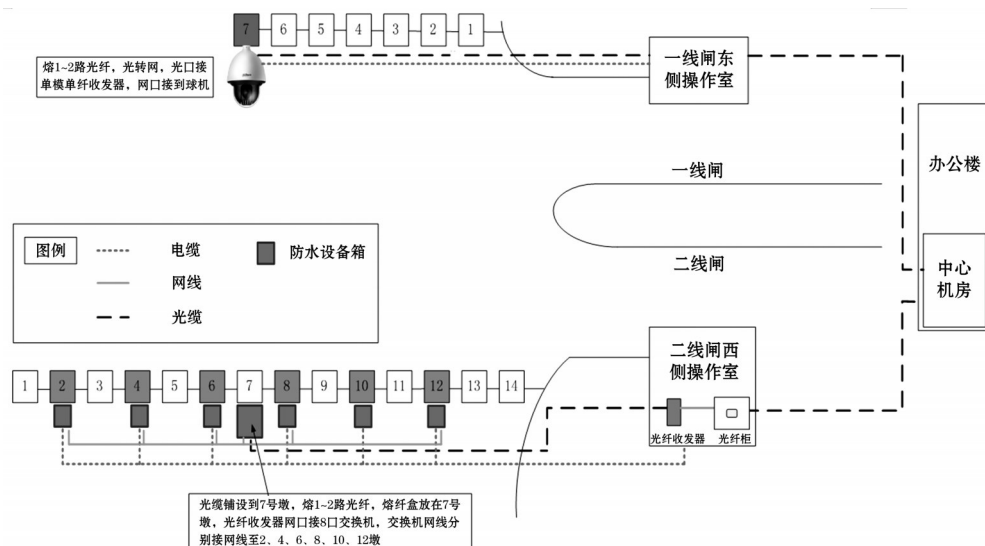
4.1 系统拓扑

系统在船闸靠船墩上建立振动在线监测装置,规划传感器合理的布设位置,设计传感器的保护装置。传感器采集的数据通过工业总线汇聚后,到达现场处理单元。

本研究采用485总线式架构,其采集速率与稳定性能够满足采集需要,同时能够适应布设线路较长的问题。在集中控制器内,对外的输出信号是网

络式的,可以通过船闸提供的网络线传输。

根据传感设备振动的时域及频域分析结果,系统远程提醒工作人员,并控制监控摄像机进行抓拍碰撞超限的船舶。靠船墩受力在线监测系统拓扑见图2。



4.2 系统功能

4.2.1 实现靠船墩碰撞力在线检测

系统针对靠船墩的特性以及碰撞力对靠船墩的影响,利用振动传感器,在高港船闸靠船墩上建立振动在线监测装置。

4.2.2 实现靠船墩碰撞力告警阈值数据分析

靠船墩告警的阈值数据直接决定了告警的准确度,系统通过碰撞测试模拟实验、受力曲线分析等手段,来确定靠船墩碰撞力的取值范围。同时通过历史数据分析,建立一套告警阈值的自适应算法。

4.2.3 实现靠船墩碰撞告警抓拍取证

在船舶撞击靠船墩所产生的碰撞力超过所设定的安全阈值时,系统调用靠船墩附近摄像头进行抓拍取证,为后期处理提供依据。

4.3 运行说明

(1)建立振动监视的基本框架,设立必要的传感器,对当前振动进行监测并记录。软件系统采用基本的报警模式,能够完成报警功能。

(2)通过一定时间的碰撞力监测,积累数据资料,在条件成熟后,可建立水浪、船舶靠泊及碰撞三类情况的模型。通过数学手段降噪,减少外在干扰对测量的影响。

(3)建立完整的结构模型,能够通过振动数据导入模型分析,了解到当前靠船墩的实际状态。一旦出现异常立即发出撞击报警并记录存档,既可指导设备维护保养工作,又能进行抓拍和追责取证。

5 应用效果

本系统通过在靠船墩上安装速度类传感器和

视频抓拍系统,通过后台安全管理软件,对船舶非正常停靠造成出现超安全值受力的情况进行及时监测和报警,并通过视频抓拍现场碰撞照片等证据,为事件后续处理提供佐证。同时,系统对各靠船墩受力等参数建立数据库分析比对,能够及时发现异常情况,为工程维护提供数据参考。

系统投入运行后的3个月内,累计预警5次,正确预警4次,正确率达80%,通过预警抓拍照片发现了肇事船舶,管理人员及时对事件发生位置的靠船墩进行现场检查和维护,有力保障了工程设施安全。但在夜间,视频系统画面存在着视频帧数不高,暗区画面内容模糊等现象,无法准确判定船舶与靠船墩是否存在直接的接触碰撞,由于抓拍照片分辨率不够清晰,无法提供有力证据。

6 结 语

基于加速度传感器的船闸靠船墩振动监测系统,实现靠船墩的实时监测,并对异常撞击状态进行报警,可实现无人化在线监测,降低了人工成本。本系统的实践应用充分利用信息化手段规范了船闸养护工作,提高了养护管理水平。通过智能监测技术优化了养护工作流程,提供了闭环管理手段,有效保障了船闸工程设施的安全运行,减少了安全生产事故的发生。

对于运行后发现的薄弱环节,下一步将继续优化船闸靠船墩振动监测系统。拟对视频抓拍系统进行升级,对暗区较为明显的位置增设补光设备与其联动。升级抓拍球机摄像头,增加夜视功能和扬声器、暖光灯等,通过内置白光灯和扬声器,触发报警时可联动白光闪烁与语音播报,进行事中干预。通过智能监测技术和视频AI技术,实现对船舶即将撞向靠船墩事件的自动监测和预警,进行事前预警。

参考文献:

[1] 宗赤. 基于加速传感器的船舶振动检测系统设计[J].

武汉船舶职业技术学院学报,2011(4):46-47.

[2] 刘建成,顾永宁. 船桥碰撞力学问题研究现状及非线性有限元仿真[J]. 船舶工程,2002(5):4-9.

[3] 吴红兵,王宁,苏小松. 船舶撞击桥梁的撞击力研究[J]. 交通标准化,2010(13):127-130.

[4] 陈明辉. 船闸靠船墩损坏现状及船舶撞击力计算分析[J]. 中国水运,2008(9):3-4.

[5] 杨辉. 苏北运河船闸靠船墩船撞力的计算研究[J]. 中国水运,2009(8):34-35.

[6] 郭明明. 内河交通船闸靠船墩改造方案研究[J]. 科技与创新,2018(18):91-92.

(上接第33页)

(1)通常先将肥皂水涂抹在电动机机械密封表面。

(2)用空压机将空腔缓慢注入压缩空气,空腔压力不超过扬程的1.5倍,不超过0.2 MPa,目前薛家泓出海泵闸按照0.2 MPa进行气密性试验。

(3)停止加气,观察机械密封表面是否有气泡,没有气泡继续等待30 min,观察压力是否降低,压力降低说明机械密封安装失败,压力正常说明机械密封完好。

4 机械密封故障监测

结合泵站智能化管理和检修实践,针对上述密封故障,提出以下故障监测方法。

4.1 非植入式监测手段

非植入式检测手段是在不改变机械密封结构测量从外部获得的物理量(压强、温度或油的成分),来判断机械密封是否损坏。根据薛家泓出海泵闸维修养护需求,编制潜水泵油室拟改造计划,主要是通过油室中安装在线油中水分检测仪,将数据传输到上位机,利用软件分析油中水分是否改变,从而监测机械密封是否发生故障。

4.2 植入式监测手段

植入式监测手段是将传感器直接安装到机械密封结构内部并传出获得的电子信号,或利用新的结构将机械密封内部的某个物理特征(密封环温度、密封膜压和摩擦副声发射)“引出”到密封外进行测量^[4]。目前主流市场存在以下几种典型监测手段:热电偶测温、电涡流测位移、电容测膜厚和摩擦

声发射监测。

5 结 语

大型水泵机械密封泄漏的原因有很多,包括设计、制造、选型或装配不当以及在运行中受介质中细小颗粒冲刷的影响^[5]。水泵在运行过程中的振动、同心度、挠度的偏差,对机械密封端面造成冲击,产生磨损、热裂等问题,一旦发生泄漏,油室进水就会影响到水泵的推力轴承的润滑、冷却,造成轴承的损坏,如果油室与电机室之间的机械密封发生泄漏,水进入电机室,就会引起线圈短路及其他电气故障。为便于查找机械密封的泄漏原因,拟计划增设油中水分检测仪,及时发现机械密封故障。机械密封故障具体原因需要在长期运行管理、维修保养或周期性大修的基础上,对泄漏现象进行归纳分析,对解体的零部件进行观察分析,才能得出正确结论。合理选型以及正确规范地安装机械密封,是潜水泵安全、高效运行的保证。

参考文献:

[1] 戚盛堉. 水泵机械密封材料的改进[J]. 内燃机车,1977(4):59-60

[2] 戴明俊,严统迅. 水泵机械密封常见渗漏现象及对策[J]. 通用机械,2005(11):61-62

[3] 顾永泉. 机械密封选用手册[M]. 北京:机械工业出版社,2011.

[4] 尹源,黄伟峰,刘向锋,等. 机械密封智能化的技术基础和发展趋势[J]. 机械工程学报,2021,57(3):116-128.

[5] 王拓. 机械密封常见渗漏现象的分析和处理[J]. 新疆化工,2016(4):18-22.