

实时在线监测系统在水利水电工程金属结构设备的应用

李杰¹ 谢长宁² 杜涛³

国家能源集团四川发电有限公司南桤河水电分公司 四川 雅安 625400

摘要: 本文旨在探讨实时在线监测系统在水利水电工程中的重要性,并着重介绍其在闸门、启闭机设备上的应用。此外,本文还将探讨该系统的软硬件配置,以及其主要监测内容和监测点的布局,为水利水电工程金属结构设计、运行和维护提供参考。

关键词: 实时在线监控系统;金属结构;闸门和启闭机;水电站

引言

水利水电工程的金属结构设备,也被称为水工金属结构设备,它一般包括了闸门、启闭机、升船机、过鱼设备(鱼道、升鱼机)、压力钢管、钢岔管、伸缩节等,它们都是水利水电工程中非常重要的设备,它们担负着拦洪泄洪、船只过坝、游鱼过坝、引水发电、农田灌溉等重要作用。按其作用及布置部位,可分为工作门、事故门、维修门、泄洪门、防潮门等。启闭机有门机,固定提升机,液压启闭机等多种类型。在工程项目的建设过程中,金属结构设备的投资比例很低,因此,在设计和采购过程中,对其没有给予充分的关注。近几年来,在水利水电工程中,金属结构装备频频发生事故,导致了巨大的经济损失,有的还引发了重大的安全事故,给国家和人民的生命财产带来了严重的后果。为了防止和防止此类事故的发生,采用在线实时监控,对其进行监控,以及时发现故障并采取相应措施,是一条行之有效的途径。

1 水工金属结构设备设置实时在线监测系统的必要性

1.1 水工金属结构设备事故情况分析

1.1.1 水工金属结构设备事故发生的主要原因:一是由于水工金属结构设备的设计制造、安装施工过程中存在一定问题,如水工金属结构设备的制造安装质量不过关,导致水工金属结构设备存在较多问题;二是在运行过程中,由于操作不当、维护保养不到位、水工金属结构设备管理不善等原因,导致水工金属结构设备发生事故。

1.1.2 造成水工金属结构设备事故的主要因素:一是由于水情控制不当造成洪水漫溢等原因造成水工金属结构设备的淹没;二是由于闸门运行过程中,未按规定进行检查或检修而发生事故;三是由于闸门检修、运行操作不当而造成闸门的断裂或松动等事故;四是由于闸门操作人员对闸门的操作技能不熟练而导致操作失误引起的事故;五是由于闸门止水不当引起漏水而导致事故^[1]。

1.1.3 对水工金属结构设备事故的预防,应采取以下有效的预防措施:一是应当严格控制并监督水工金属结构设备的质量,严禁使用低劣的产品;二是应当积极开展操作人员的技术培训,以提升他们的操作水准;三是应当加大对在线监测系统的监督力度,以确保机器的正常使用;四是应当定期进行闸门、启闭机等设备的检查和维护,以确保它们的正常使用及安全性;五是应当定期进行水工金属结构设备的管理,以有效地控制和监督它们的使用情况。为了维护确保其处于良好状态的正常运转,我们必须认真执行相关的监控和维护措施。

水工金属结构设备失事案例较多。当一座水利枢纽的闸坝处于汛期,其主梁发生变形,导致整个闸门变形,卡住了门槽,使得它们不能正常打开。另一座溢流坝的弧形工作闸门,其支铰与支臂的连接螺栓出现了松动,导致支撑部位移位,使得门叶变形并卡住,从而阻碍了它们的打开;此外,某座水利枢纽的厂房发生了尾水事件,其门的上方的吊耳断裂,导致闸门掉下来,砸到了门槽和门洞,使得门槽受到了破坏,而且门叶也遭到了破坏;某座水利枢纽的坝顶门机,其上方的钢丝绳也出现了断裂,导致它们不能正常打开。由于起吊装置的失灵,导致了严重的灾难^[2]。

经过仔细的调研,可以清楚地看到,大多数的设备的日常维护都只停留在表面,而没有足够的细节,例如应力的波动、细小的破损,只有借助特殊的仪器仪表或者其他技术手段,才可以找出真正的病源。因为发生事故没有配置特定的检测装置,随着问题、缺陷的积累达到破坏极限,在达到某种设计工况时就容易出现,发生事故。

2 水工金属结构设备设置实时在线监测系统的必要性

近年来,为了保证水利工程金属结构设备的安全运行,我们已经开始采用更先进的检修方式,即定期拆卸检查,以确保设备的正常运行。这种方式不仅节省了人

力和物力,而且还可以避免因拆卸无故障的设备而导致的新故障(如安装进度等)的发生。

随着科学技术的飞速发展,水利工程的自动化水平也得到了显著改善,从而使得对于缺陷、故障的识别、诊断、分析、预防、报警、安全评估、维护等方面的要求也越来越严格,为此,必须采用先进的技术手段,建立完善的维护机制,从而使得从传统的定期维护转变为更加有效的状态维护。

为了提高水利建筑的效率和质量,对于金属结构的水利设施来说,定期的在线监控是十分重要的,可以帮助我们快速了解其运行情况,并发出相应的预警。

3 在线监测系统工作内容

通过使用实时在线监测系统,我们可以对设备的各个方面进行全面的检查。这些检查可能涉及到对设备的各个方面的检查,例如对其振动、应变、位移、温度、湿度、压力的检查。此外,我们还可能检查启闭机的整个运行姿态,并对可能出现的问题进行评估^[3]。

3.1 在线监测系统组成

在线监测系统(ROMS)是一种用于检测物体运动的设备,它包含了多种传感器,如加速度传感器、应力位信息、噪音感知器、位移传感器、转速传感器、钢丝绳断丝检测感知器、采集箱和实时监测设备。

3.2 系统配置

3.2.1 硬件配置

硬件配置包括多种感应器,如应力传感器、三轴加速度传感器、单轴倾角传感器、转速传感器、噪音感应器、位移传感器、钢丝绳断丝检测感应器、测量频率的感应器、测量量程的感应器、数据采集箱和实时监测系统。所有的检测工具都必须符合严格的检验标准,并且使用的原材料、保险措施都必须符合有关的法律法规。例如:

(1)监测仪器和设备的安装

根据相关规程规范要求,应对钢丝绳进行编号,并根据编号在其上标记钢丝绳的基本参数(包括钢丝绳号、材料牌号、直径、结构形式、接头方式、数量等),钢丝绳号应标注在钢丝绳表面,并与钢丝绳相对应。此外,还应将钢丝绳号与应变片上的编号对应,以便实时监测。对安装在监测场地的应变传感器、三轴加速度传感器等应在现场安装牢固后再进行通电测试。应变计和加速度计应按照相关规程规范要求进行校准,周期不超过1年。

(2)数据采集

应根据相关规程规范要求设置钢丝绳断丝监测传感

器,安装位置应满足相关规程规范要求,并保证其稳定性和可靠性。其中,最小测试范围应满足传感器量程范围的要求。同时,还应设置有多个测点的数据采集装置。通过无线传输模块将监测数据实时传输到地面控制柜中进行存储或处理。

(3)数据分析和显示

应根据相关规程规范要求设置钢丝绳断丝监测数据分析模块,对钢丝绳的断丝状态进行实时分析并显示,从而对钢丝绳的断丝状况进行有效诊断和报警。其中,断丝数、断丝起始位置等参数可以通过设置分析模块进行设置或修改,也可通过软件设置。

(4)现场监测

可根据相关规程规范要求设置钢丝绳的长期监测方案,包括测量频率、周期、报警条件等。在确定监测方案时,应考虑钢丝绳的运行环境和钢丝绳受力情况等因素,尽可能选择合理的测量频率和周期以及报警条件。

3.2.2 软件配置

随着科技的进步,越来越多的专业软件被开发出来,以满足水电水利工程钢闸门实时在线监测系统的需求,但在使用时,应当仔细挑选最合适的软件,以确保系统的可靠性和可操作性。水电水利工程钢闸门在线监测系统软件的作用是将钢闸门的运行状态通过传感器采集并传送到监控中心,进行分析和判断,及时发现钢闸门可能存在的问题,避免安全事故的发生。在系统正常运行时,监测数据的采集、传输和处理由数据采集和传输软件完成,当监测系统出现故障时,系统会自动报警并通知管理人员。

水工金属结构在线监测系统专用软件一般采用嵌入式系统为基础。嵌入式系统是指嵌入在产品内部的处理单元、存储器、控制器和其他模块组成的计算机软硬件系统。嵌入式系统包含了许多不同的组成元素,例如CPU、内置的存储器、用于控制输入/输出的接口以及用于连接的传感器。

4 在线监测系统在水工金属结构设备上的应用

4.1 需设置在线监测系统的水工金属结构设备

针对水工金属结构装备所担负的职能,对发生过严重事故的装备,要加强对其运行状态的监控。

在闸门设备方面,比如水库、水电站工程项目中,承担挡洪、泄洪、分洪等功能任务的闸门设备,水闸工程中承担泄洪、挡潮等功能任务的闸门设备,水电站发电厂的闸门设备等等。如果这些闸门设备出现了事故,它们都会给国家带来很大的损失,并且会给人民群众的生命财产安全带来很大的损失,所以,应该对这些设备

进行重点保护。在进行常规维修的同时,还应该安装一套在线监视装置,利用先进的仪器对其进行监视,以便能及时的找到问题,避免出现事故^[4]。

通过使用水利金属结构的启闭机,可以有效地控制闸门的开闭。然而,由于其受到多种环境因素的影响,可能导致机械零件的过度使用、机械零件的腐蚀、钢丝绳的拉伸、变压器的失效、车辆的轴承受力以及防止防火装置的意外发射。当启闭设施出现故障,会严重损害弧形钢闸门的安全性和可靠性,为了确保其安全可靠地使用,必须安装一套先进的在线监控系统,对弧形钢闸门的状态进行实时的监控,从而有效地预防和解决可能出现的安全隐患,从而保证其安全可靠地使用。

4.2 在线监测系统在闸门设备的监测内容

4.2.1 弧形钢闸门的主要监测内容

弧形钢闸门事故原因主要有五个方面:流体激励导致的共振,闸门超出设计标准运行,支撑轴承故障,制造和安装质量不佳,管理不当,导致闸门局部共振,局部应力接近屈服强度,支撑轴承故障,门叶卡阻,水封异常磨损等问题。实时在线监测具体包括:。

1) 通过流激振动监测,可以实时检测支臂、主梁、纵梁等特定部位的加速度、位移、频率,一旦发现超出规定范围或者接近共振频率,就会发出预警和报警。

2) 应力检查是一种重要的技术,它可以用来检查重要的结构零件,如支撑架、悬挂装置、桥墩、墙壁等。通过对这些零件的应力值进行分析,我们可以计算出它们的静态应力值和动态应力值。如果发现异常,我们会发出提醒^[5]。

3) 通过对闸门叶中心线的运行轨迹进行监测,可以准确地计算出闸门体外侧与侧轨之间的动态距离,一旦发现超出特定值,就可以及时发出预警和报警。

4) 通过对弧门支铰轴和轴承的实时监控,一旦发现异常情况(如轴承抱死),就可以及时发出预警并进行报警。

4.2.2 平面钢闸门的主要监测内容

通过实时监控,我们可以更好地了解平面钢闸门的结构,例如它的支撑部分、悬挂部分、支撑架和表面板。

通过对弧门门叶部分的监测,我们可以实时获取应力、运行姿态以及支撑部件的压力信息,以确保其正常运行。

4.3 在线监测系统在启闭设备的应用

4.3.1 门机、固定卷扬式启闭机的主要监测内容

门机、固定卷扬式启闭机的工作重点是对主起升机

构和钢丝绳的状况进行监控。在线监测系统能够自动地收集起升机构的运行故障特征、钢丝绳的断丝和部分损伤数据等,从而能够及早地找到可能会对设备安全运行产生危害的问题和故障隐患,并利用信息的传递与发布,提供预警、报警,从而保证启闭机的运行安全。启闭机实时在线监测的主要内容如下:

1) 通过对钢丝绳的全面检查,及时发现并纠正其局部损伤,以确保其正常运行,一旦发现磨损或断丝等异常情况,立即发出警报^[6]。

2) 液压油缸体铰座振动监测。通过对油缸缸体铰座的实时监控,一旦发现振动异常,就可以及时发出预警和报警。

4.4 在线监测系统在其他水工金属结构设备的应用

在线监测系统可以广泛应用于各种水利水电工程金属结构设备,以满足不同的需求。例如,对于压力钢管,可以实时监测外水压力变化以及裂纹扩展情况;对于升船机,可以实时监测承船厢的平衡性、稳定性、钢丝绳的异常磨损以及起升机构故障等。

结语:采用先进的实时在线监控系统,能够对水利金属结构设施的运行情况进行精准、完整的检查,从而提高设施的维护和管理,缩短其使用周期,降低由于安全漏洞引发的危害,确保其正常、高效地运转,并且还能够成功地将其应用于其他领域,从而获得巨大的经济和社会价值。因此,在水利水电工程建设中,建设单位应当使用先进的水利水电工程安全管理系统,对所有水利金属结构设施的运行情况进行实时监控,并将监控结果及时反馈给管理人员,从而为管理人员制定合理的维修、维护计划提供重要依据。

参考文献

- [1] 卢剑华. 实时在线监测系统在水利水电工程金属结构设备的应用[J]. 红水河, 2020, 39(5):4.
- [2] 范雄安, 龚泽鹏, 蒋小春, 等. 水利水电工程锚索张拉云监测系统研究与应用[J]. 四川水力发电, 2022, 41(3):4.
- [3] 李少林, 刘光彪, 纪传波, 等. 水利水电工程安全监测通用化信息管理平台[J]. 水利水电快报, 2022, 43(9):6-7.
- [4] 冯泽喜, 李斌, 余俊, 阳张宇. 水工金属结构设备实时在线监测系统在HD水电站中的应用[J]. 技术与市场, 2021, 28(12):35-37,43.
- [5] 田亚辉, 李和林, 刘畅, 等. 一种水利水电用电控设备内部环境在线监测装置: CN212114401U[P]. 2020.
- [6] 李林. 水工金属结构设备实时在线监测系统运用及智能管控研究[J]. 水力发电, 2019, 045(003):95-99.