

水利水电工程长期安全运行监测与维护管理策略探讨

陈风

山东省泰安市东平县东平街道办事处, 中国·山东 泰安 271500

摘要: 水利水电项目作为中国关键的基础设施建设, 其持续且平稳的运作在确保能源供应的稳定性及防洪安全方面扮演着重要的角色。论文主要对保障其安全运作的监测策略进行了深入探讨, 并提出了相应的维护管理策略, 包括维护管理的理论架构构建、维护策略的制定与优化路径、维护活动的组织执行以及成效评估与反馈机制。采取这些策略的根本目的在于提升工程运行的效率与安全指数, 进而确保其能够实现长期且稳定地运行状态。

关键词: 水利水电工程; 运行监测; 维护管理; 监测技术

Exploration of Long Term Safe Operation Monitoring and Maintenance Management Strategies for Water Conservancy and Hydropower Projects

Feng Chen

Dongping Street Office, Dongping County, Tai'an City, Shandong Province, Tai'an, Shandong, 271500, China

Abstract: As a key infrastructure construction in China, water conservancy and hydropower projects play an important role in ensuring the stability of energy supply and flood control safety through their continuous and stable operation. This paper mainly explores in depth the monitoring strategies to ensure its safe operation, and proposes corresponding maintenance management strategies, including the theoretical framework construction of maintenance management, the formulation and optimization path of maintenance strategies, the organization and execution of maintenance activities, and the effectiveness evaluation and feedback mechanism. The fundamental purpose of adopting these strategies is to improve the efficiency and safety index of engineering operation, thereby ensuring its long-term and stable operation.

Keywords: water conservancy and hydropower engineering; operation monitoring; maintenance and management; monitoring technology

0 前言

水利水电工程构成了中国核心的基础设施体系, 其能否持续稳定且安全地运作对于促进社会经济的发展与保障民众的日常生活具有不可替代的作用。伴随科技的飞速发展, 监测技术在水利水电领域的运用日渐普遍, 这为工程的安全运维提供了坚实的支撑。尽管如此, 在应对变幻莫测的自然环境挑战以及不断攀升的运行需求时, 构建一套高效可靠的监测体系及制定相应的维护管理策略, 以保障工程的长远安全运作已变为当下迫切需要攻克的难题。

1 水利水电工程监测技术概述

1.1 监测技术的发展历程

水利水电工程的监测手段自 20 世纪初起便已有百年演变的历程, 其早期形态主要依赖人力观察及采用原始的机械装备。随后伴随着电子技术、计算机科学以及感应器技术的演进, 监控方法逐渐演变成自动化和数字化的体系。至 20 世纪中期, 遥感技术的勃兴显著拓宽了监测的地理界限, 同时也激发了效率的跃升。跨入 21 世纪后, 得益于物联网的兴起、大数据解析与人工智能的深度融合, 当今的监控科技已实现对水利水电工程的即时、连贯且立体化的检测。此外,

这种技术革新使得预见性的保养策略与智能化的决策支持成为可能, 进一步地丰富了工程管理的效能。

1.2 监测技术的分类与应用

在监测领域的技术分类中, 其多样性取决于所监视的目标与旨在达成的目的, 涵盖了诸如结构健康的监察、水文学的观测、地质灾害的监控以及水体质量的检测等多个门类。具体而言, 结构健康监测着重于建筑如大坝、闸门的应力状态、位移变化以及裂缝发展等关键指标, 以维护其稳固性。水文学监测则着眼于河川及水库的水位涨落、流量变化和水质状况, 为水资源的治理与分配提供了数据支撑。地质灾害监控主要对如滑坡、泥石流等灾害实施预警作用。水质检测则旨在监控水体受污情况, 以支持水资源的持续利用。在水利水电工程实践中, 上述监测技术被广泛部署, 极大地支持了工程的安全运作与科学管理。

1.3 监测技术的最新进展

在监测技术领域的突破中, 见证了多个技术维度的显著进步, 涵盖传感器技术、无线传感网络、大数据分析挖掘、人工智能与机器学习的应用以及数字孪生技术的融入。诸如光纤传感器、MEMS (微机电系统) 等创新传感器的广泛部署, 大幅增强了监测数据的准确性与可信度^[1]。同时,

无线传感网络技术的实施,为监测点的动态布局和数据的高效实时传递提供了可能,提升了系统的运作效率与反应速度。在大数据分析领域,技术的深入使用让海量数据的深度探索成为现实,这对于识别潜在风险和趋势至关重要,也为决策层提供了坚实的科学支撑。人工智能与学习算法的集成让数据智能分析成为主流,有效预测和评估工程状态,预警系统因此更加精准和及时。数字孪生技术则带来了模型与现实同步的革新,为水利水电工程在模拟、分析与优化方面提供了新工具。这些技术的综合运用正引领着水利水电监测技术向智能化、精准化及自动化方向的深入发展。

2 水利水电工程安全运行监测策略

2.1 监测指标体系的建立

对于水利水电工程而言,构筑一套全方位的监测指标网络显得尤为关键,其目的在于保障工程的安全运作。此网络需伸展至多重核心领域,如结构稳固性、水文气象状况、机械设备的运作效能以及环境所受的影响等,以此对工程的全面状况进行系统的评估与持续监控。在结构稳固性监测中,关键的指标应涉及大坝的位移程度、裂缝的宽度以及渗透量等,这些参数直观展现了大坝的稳定与整体性。具体而言,大坝位移可借助高精度的全球定位系统或全站仪实行周期性测量,裂缝与渗透监测则依赖传感器与监测装置的实时数据。在水文气象监测方面,关键的指标包括降水、入库水流以及水位变动等,这些信息对于水库的管理与防洪安全具有不可替代的作用。例如,降水量依靠雨量计,而流量与水位则由水文站点及水位计监测。设备运行方面,监测指标涵盖机器的振动、温度以及压力等,这些数据是设备状态与潜在故障的指针。振动监测通过传感器,而温度与压力则通过测量仪器进行必要监测^[2]。

在对环境的作用程度进行细致考量时,监测要素涉及了水体质量演变及生态水流量等方面,这些要素对于评价工程对于其周边自然环境的具体影响至关重要。对水体质量的监控,通常涉及对水样中化学物质的采集与分析;生态水流的监控则关注于河川流量是否达到了维持生态平衡所需的标准。针对监测数据的有效性与时时性,各项指标都应配备详尽的监测手段、监测频次以及设定的阈值标准。监测技术需符合科学性,准确捕捉指标动态;监测的频次应根据指标的关键程度及其变化速率来定夺,确保信息的新鲜度;设定阈值则应参照工程设计的规范及历史资料,一旦数据触及或超出此阈值,便需迅速启动预警及响应机制。

2.2 监测数据的采集与处理

在监测体系下,精准的数据获取显得十分重要。达成此目标必须借助于尖端传感器技术以及高效能的数据采集系统。在部署传感器时,其位置的选择尤为关键,应当将之置于监测目标的核心位置,如结构体的应力集中处或环境监测的核心区域,此举旨在保障数据的精确与代表性。所搜集

的数据需借助一个既稳定又可靠的数据传输网络,实现实时的或按期地传送至中央处理单元,传输系统必须具备宽频带、低延迟与高稳定性,以满足大数据量的传输需求。在数据处理阶段,构建一整套完备的数据净化、核验以及分析流程是维护数据品质的核心所在。数据净化能剔除不准确及不一致的数据点,核验过程保障了数据的精确与完整性,而分析步骤则助力我们挖掘数据中的宝贵信息。此外,建立稳固的数据储存与备份机制同样不容忽视,利用高效能的存储解决方案,例如分布式系统,能够确保数据的快速存取与高度可靠。常规的数据备份与灾难恢复计划是保障数据在意外情况下的完整性与追溯性的重要措施。

2.3 长期监测中的数据管理

对于长期监测所累积如山的数据必须借助高效的数据管理系统予以妥善处理。这不仅涉及构建数据库、打造数据仓库以及运用数据挖掘工具,更需着眼于数据在存储、检索、共享乃至分析过程中的高效与安全。需要注重数据库的构建,其保证了数据得以条理分明地存放与迅速提取。继之以数据仓库,它构成了一个集中的数据存储空间,极大便利了大规模数据处理与分析作业。挖掘工具则能在庞杂的数据中提炼出宝贵信息,支撑决策的制定。在这一管理过程中,数据分析居于核心地位,应采取多元化的分析手法,如统计剖析、趋势预判以及模式辨识等。这些方法中,统计剖析能揭示数据的结构与属性,趋势预判则能映射数据的时序变化,模式辨识则助力于识别数据中的异常与潜在的风险威胁。

2.4 预警机制的建立与实施

在保障水利水电工程平稳运转的过程中,预警体系扮演着重要的角色。欲打造一套高效的预警体系必须先行确立一套全方位的监测指标网,涉及水位、流量、降水量以及设备运作状况等多个维度的数据。利用这些关键指标,结合数据分析与过往事故研究,合理设定预警的标准阈值,以便在潜在风险出现之前及时发出警报。该预警体系需装备实时跟踪能力实现对数据的全天候捕捉与分析。异常侦测单元需自主识别监测数据中的异常迹象,一旦监测到数据偏离常规,即刻激活预警信号。预警信息的传递应多元化,涵盖短信、电子邮件、声光警报等多种方式,确保相关管理层与应急小组迅速获得通知。同时,完备的应急计划是预警机制中不可或缺的一环,需包含响应流程、责任划分、资源部署、疏散路径等核心要素。预警一旦触发,相关人员须即刻依照预定计划行动,如启用备用系统、执行人员疏散、加强设施防护等,以遏制事故或降低其影响。

3 水利水电工程维护管理策略

3.1 维护管理的理论框架

确保水利水电工程长治久安的根本在于构建一套完备的维护管理理论体系。该体系不仅涵括了工程设施的日常巡查、定期保养、预防性维修以及应急修理的统筹规划,更应

涉及维护行为的监察与成效评价以及对维护所需资源的合理分配。该理论体系着重于维护管理的不断完善,倚重于数据搜集与分析来提升维护举措的精准性,以最大化工程在安全、经济以及环境方面的收益。具体来说,日常巡查构成了维护工作的根基,要求对设施进行细致的常规检视,以便及时觉察到隐患。定期保养则依据设备运转状况及往期数据,拟定出周期性维修计划。预防性维修依托于风险评定和设备性能分析,采取前瞻性措施防患于未然。与此相对,应急修理则着眼于设备故障后的迅速修复。维护管理的监控与评估环节,通过实时监控系统与定期的评估报告,对维护计划与策略进行及时调整^[1]。对于资源的合理分配,则需考虑到维护活动中的人力、物资及技术的需求,以保证能够迅速应对各种情况。维护管理的持续优化,通过对维护数据进行深入分析,探究故障成因和维护成效,进而持续改善维护作业流程与方式。这样的做法能提升设施运作效能,延长其使用年限,减少长期运维成本,还能确保工程的安全性及环境的可持续性。秉持这一理论体系,水利水电工程能更有效地服务于社会与生态环境,充分实现其经济、社会及环境效益。

3.2 维护策略的制定与优化

在拟定维护计划时,需紧密结合工程项目的独特性质,涵盖设计预定的使用年限、操作环境、以往的维护经历以及对潜在风险的预估。在策略形成过程中应全面衡量预防性维修措施,目的是减少意外故障的发生率,保障工程的连贯运作及寿命的延长。同时,需筹备紧急响应方案,准备应对不期而至的紧急事件,保护人员安全并减轻财物损失。策略的持续优化视为一个不断演进的环节,要求定期对维护成效进行审视与评价。技术演进、环境变迁及工程状态的更新均需对应调整维护计划与手段,以适应新形势下的需求和挑战。策略制定中需融入成本效益分析,确保资源的投入产出比合理,增强维护的经济效能。持续的监督、评估与策略优化,将确保维护工作更贴合工程实际,进而提升整体的运营效能与安全标准。

3.3 维护工作的组织与实施

为确保维护作业的优质与效率,需要打造一支由精尖人才、现场操手及后勤支援人员组成的维保队伍,明晰各自的分工及作业程序。在维保作业的实施过程中,宜采取诸如预防性保养与预见性保养等科学手段并辅以尖端的保养工具设备,以提升作业的精准性与效能。此外,保养活动必须

恪守安全生产及环保法规,实施必要的安全防范,降低对设施运作及周遭环境的负面影响。还需定期对维保人员进行能力培养与技能更新,以保证其能够跟上保养技术及安全知识的最新进展,满足保养任务的变化需求。通过不断地实操锻炼,增强团队的职业技能与应急处理能力,确保工程运行的平稳性与持续进步。

3.4 维护效果的评估与反馈

确保水利水电工程能够持久稳定运作的核心在于对维护效果进行细致评估并及时获取反馈。为了提高维护工作的实效性,评估工作需定期进行,其方式是对维护前后的性能指标如运行效率、故障发生率和维护开销进行对比分析,进而定量衡量维护成效。评估得出的结果不仅要准确反映维护的直观成效,还要指出可能存在的问题与改进方向。将评估反馈与维护策略及执行过程相融合,构建一套高效的反馈机制,这一点极为重要。依托此机制能够对维护计划与方式进行及时调整,以实现精准与高效。同时,开辟一个无障碍的交流通道,汇集工程使用者与维护人员的反馈,对维护策略与方法的持续优化同样具有不可替代的作用。这些反馈有助于更深入地理解工程实际运行状况与维护需求,进而设计出更加科学的维护计划。

4 结语

综上所述,论文系统性地梳理了水利水电工程监测技术的概况,并深入探讨了确保工程安全运行的监测及维护管理策略,从而构筑了一个支撑工程长期稳定运作的理论与实践体系。随着监测技术的持续创新与升级,工程运作的安全性和效率得到了前所未有的提升。此外,通过构建合理的监测指标、提升数据管理智慧以及完善预警机制,辅以高效维护策略的制定与执行,工程的安全性能和运行效率得到了显著增强。展望未来,亟需深化监测技术的研发与应用,不断对维护策略进行优化,以保障水利水电工程的安全性,支撑社会经济发展与民众生活需求。

参考文献:

- [1] 何发龙.基于信息技术的水利水电工程建设管理模式研究[J].水上安全,2023(13):46-48.
- [2] 么亚男.水利工程大坝外部变形监测与维护措施[J].河北水利,2023(1):28-30.
- [3] 华丽丽.水利工程中的大坝变形监测与维护分析[J].中国新通信,2018,20(15):217.