

水利工程信息化建设的智能监控系统优化策略

戴一平

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司，天津，300250；

摘要：水利工程对国家发展意义重大，其信息化建设中的智能监控系统是保障工程安全高效运行的关键，然而当前面临着监测数据准确性、信息传输实时性、数据分析深度及系统稳定性等多方面挑战。本文围绕该智能监控系统提出优化策略，涵盖优化传感器部署与选型，如精准布局、合理选型及定期维护更新；提升数据传输与通信保障，包括构建多元网络、优化协议和增强安全性；强化数据分析与智能决策，涉及运用大数据、引入人工智能及建立决策支持系统；完善系统集成与运维管理等内容，旨在助力系统性能提升，推动水利事业可持续发展。

关键词：水利工程；信息化建设；智能监控系统；优化策略

DOI：10.69979/3060-8767.25.10.026

引言

水利工程作为国家基础设施的关键组成部分，在防洪、灌溉、供水、发电等诸多方面发挥着不可替代的作用。随着信息技术的飞速发展，水利工程信息化建设日益受到重视，智能监控系统更是成为保障水利工程安全、高效运行的核心手段。然而，当前水利工程智能监控系统仍面临着一些挑战，如监测数据准确性有待提高、信息传输实时性不足、数据分析深度不够以及系统整体的稳定性和兼容性欠佳等问题。因此，深入探讨智能监控系统的优化策略具有重要的现实意义，有助于提升水利工程的管理水平和综合效益，更好地服务于社会经济发展和民生保障。

1 优化传感器部署与选型策略

1.1 精准规划传感器布局

水利工程结构复杂、涉及范围广，不同部位对于监测的需求各异，因此精准规划传感器的布局是优化智能监控系统的首要环节。例如在大坝工程中，坝基、坝体、坝肩等关键部位需要重点监测，坝基处应密集布置渗流传感器，以便实时掌握地下水的渗流情况，防止因渗流破坏导致大坝失稳；坝体则要根据不同高程、不同坝段安装应力应变传感器、位移传感器等，全面监测坝体在自重、水压等荷载作用下的结构变化。对于水库而言，除了在大坝上布置传感器外，还需在库区周围合理设置水位传感器、雨量传感器，形成对水库水位变化和来水情况的有效监测网络。同时，在输水渠道等线性水利工程中，要沿着渠道间隔一定距离安装流量传感器、渗漏监测传感器，及时发现渠道的渗漏以及水量损失情况。通过科学合理的布局，确保能够全方位、无死角地捕捉

水利工程各关键环节的运行状态信息。

1.2 合理选型传感器技术

随着科技的不断进步，传感器技术种类繁多，选择适合水利工程特点的传感器至关重要。在精度要求方面，对于像大坝变形监测这类对精度要求极高的监测项目，光纤光栅传感器凭借其高精度、抗电磁干扰能力强的特点成为首选，它能够精确测量出毫米级甚至更小的位移变化，为大坝安全评估提供可靠数据。而对于水位监测，超声波水位传感器和雷达水位传感器则各有优势，超声波水位传感器成本相对较低、安装方便，适用于小型水库、小型水利枢纽等；雷达水位传感器测量精度高、不受水面漂浮物影响，更适合在大型河流、大型水库等复杂环境下使用。此外，在水质监测领域，电化学传感器可实时检测水中的溶解氧、酸碱度、电导率等参数，对于保障供水安全、评估水环境质量有着重要作用。综合考虑水利工程不同监测需求、环境条件以及成本因素等，合理选用传感器技术，能够提高监测数据的质量和有效性，为智能监控系统奠定坚实的数据基础。

1.3 定期维护与更新传感器

传感器长期处于户外复杂环境中，容易受到自然因素、时间因素等影响而出现性能下降、精度降低甚至损坏的情况。因此，建立定期的传感器维护与更新制度是必不可少的。例如，对于安装在水下的渗流传感器，要定期进行打捞检查，查看其密封性能是否良好，探头是否被杂物堵塞，若发现问题及时进行维修或更换；对于暴露在大气中的位移传感器，要定期校准其零点和量程，确保测量的准确性，同时检查其支架是否稳固，线路是否破损等。此外，随着传感器技术的不断发展，当有更

先进、更可靠的传感器出现时，要适时对老旧传感器进行更新换代，以保证整个监测系统始终保持较高的性能水平，持续为水利工程智能监控系统提供准确的监测数据。

2 提升数据传输与通信保障策略

2.1 构建多元通信网络

水利工程往往分布在较为广阔的区域，部分地处偏远山区或野外，通信条件复杂多样，单一的通信方式难以满足数据传输的需求。因此，构建多元化的通信网络是确保数据实时、稳定传输的关键。一方面，要充分利用现有的有线通信网络，如光纤网络，其具有传输速度快、带宽大、稳定性强的优点，适合传输大量的监测数据以及高清视频图像等，可作为水利工程管理单位与主要控制中心之间数据传输的主干通道。另一方面，针对一些偏远地区或者有线网络覆盖困难的区域，采用无线通信方式进行补充，例如利用 4G/5G 网络实现传感器与本地数据采集终端之间的短距离通信，或者运用卫星通信、北斗短报文通信等方式，保障在极端情况下（如自然灾害导致地面通信网络瘫痪时）数据依然能够及时上报。通过多种通信方式的有机结合、互为备份，构建起一张覆盖全面、可靠稳定的通信网络，确保水利工程监测数据能够畅通无阻地传输到各级管理部门和监控中心。

2.2 优化数据传输协议

在水利工程智能监控系统中，不同类型的传感器、设备所产生的数据格式和传输要求各不相同，为了提高数据传输的效率和准确性，需要优化数据传输协议。统一采用标准化的数据传输协议，如 Modbus、OPC UA 等通用协议，使得不同厂家生产的设备之间能够实现互联互通、无缝对接，避免因协议不兼容而导致的数据传输障碍。同时，对传输的数据进行合理的封装和压缩处理，减少数据传输量，提高传输速度。例如，对于一些实时性要求不高的历史监测数据，可以采用定时批量传输的方式，并进行适当的压缩，在保证数据完整性的前提下，降低网络带宽的占用；而对于紧急的预警信息、关键实时监测数据，则采用优先级较高的实时传输协议，确保能够第一时间送达监控中心，以便管理人员及时做出响应和决策。

2.3 增强通信网络的安全性

水利工程涉及国家安全、民生保障等重要领域，其智能监控系统传输的数据具有极高的保密性和安全性

要求。要采取多种安全措施来增强通信网络的安全性，首先，在网络边界设置防火墙，对进出网络的数据流量进行严格的访问控制，阻止非法的外部访问和恶意攻击；其次，采用加密技术对传输的数据进行加密处理，无论是有线传输还是无线传输的数据，都要通过加密算法将其转化为密文形式进行传输，只有在接收端通过相应的解密密钥才能还原为原始数据，确保数据在传输过程中不被窃取、篡改。此外，定期对通信网络进行安全检测和漏洞扫描，及时发现并修复潜在的安全隐患，保障整个通信网络的安全稳定运行，防止因网络安全问题导致水利工程监控数据泄露或系统瘫痪。

3 强化数据分析与智能决策策略

3.1 运用大数据分析技术

水利工程在长期运行过程中会积累海量的监测数据，这些数据蕴含着丰富的信息，但传统的数据分析方法难以对其进行全面、深入的挖掘。运用大数据分析技术，能够从海量、复杂的数据中提取有价值的信息。例如，通过对多年的水位、流量、降雨量等数据进行聚类分析，可以划分出不同的水文特征时期，为水库的调度决策提供依据；利用关联规则挖掘技术，分析不同监测参数之间的内在联系，比如发现坝体位移与渗流之间的关联关系，当渗流数据出现异常变化时，可提前预判坝体位移可能出现的情况，及时采取防范措施。此外，大数据分析还可以对水利工程的历史故障数据进行分析，总结故障发生的规律和特征，为预防类似故障的发生提供参考，从而提高水利工程的运行安全性和可靠性。

3.2 引入人工智能算法

人工智能算法在水利工程智能监控系统的数据分析与智能决策方面有着巨大的应用潜力。例如，采用神经网络算法构建大坝安全评估模型，将大坝的各种监测数据作为输入，经过模型的学习和训练，能够自动判断大坝的安全状态，实现对大坝安全的实时智能评估。在洪水预测方面，利用机器学习中的支持向量机、随机森林等算法，结合流域内的地形地貌、气象数据、历史洪水数据等多源信息，对洪水的发生时间、洪峰流量、淹没范围等进行准确预测，为防洪减灾工作提供有力的决策支持。同时，通过人工智能的图像识别技术，对水利工程现场的视频监控图像进行分析，自动识别设备故障、非法入侵等异常情况，提高监控的智能化水平和应急响应能力。

3.3 建立智能决策支持系统

在数据分析的基础上,建立智能决策支持系统是实现水利工程科学管理、高效运行的关键举措。该系统能够整合各类监测数据、分析结果以及相关的水利工程规范、标准等知识,根据预设的决策模型和规则,为管理人员提供科学合理的决策建议。例如,当水库水位超过警戒水位且来水流量持续增大时,系统会综合考虑水库的库容、下游防洪要求、泄洪设施的运行状况等多方面因素,自动生成最佳的泄洪方案,包括泄洪流量、泄洪时间、泄洪方式等,并提供相应的风险评估和应急预案,帮助管理人员快速、准确地做出决策,避免因人工决策的主观性和局限性而导致的失误,提高水利工程应对各类复杂情况的能力。

4 完善系统集成与运维管理策略

4.1 实现系统集成与互联互通

水利工程智能监控系统通常由多个子系统组成,如监测子系统、数据传输子系统、数据分析子系统等,各子系统之间需要实现高度的集成与互联互通,才能发挥出整体的最大效能。通过采用统一的系统架构和数据接口标准,打破各子系统之间的信息孤岛,实现数据的共享和交互。例如,监测子系统采集到的实时数据能够无缝传输到数据分析子系统进行处理和分析,分析结果又可以反馈给监测子系统,指导其调整监测策略和参数。同时,要确保智能监控系统与水利工程其他相关系统(如水资源管理系统、防汛指挥系统等)之间能够实现互联互通,实现水利工程全业务流程的信息化协同管理,提高水利工程整体的管理效率和水平。

4.2 加强运维管理团队建设

一个专业、高效的运维管理团队是保障水利工程智能监控系统稳定运行的关键因素。要培养和引进既懂水利工程专业知识又掌握信息技术的复合型人才,他们能够熟悉智能监控系统的各个环节,具备对传感器、通信设备、服务器等硬件设施进行维护维修的能力,以及对软件系统进行调试、更新的能力。定期组织团队成员参加专业培训和和技术交流活动,不断提升其业务水平和技能素养,使其能够紧跟信息技术发展的步伐,及时应对系统运行过程中出现的各种问题。同时,建立完善的运维管理制度,明确各成员的岗位职责和 workflows,确保运维工作的规范化、标准化开展。

4.3 建立健全运维管理机制

完善的运维管理机制是保障水利工程智能监控系统长期稳定运行的重要保障。要制定详细的设备巡检计划,规定定期巡检的时间间隔、巡检内容以及巡检标准,对系统中的各类设备进行全面细致的检查,及时发现并记录设备存在的问题;建立设备故障应急预案,针对不同类型的设备故障制定相应的应急处理措施,确保在设备出现故障时能够快速响应,最大限度地减少对系统运行的影响;同时,做好备品备件的管理工作,储备一定数量的常用设备、零部件等,以便在设备维修更换时能够及时提供所需的配件,缩短维修时间,保障系统尽快恢复正常运行。

5 结语

水利工程信息化建设的智能监控系统优化是一项系统性、长期性的工作,通过优化传感器部署与选型、提升数据传输与通信保障、强化数据分析与智能决策以及完善系统集成与运维管理等多方面的策略实施,能够有效提高智能监控系统的性能和可靠性,实现对水利工程全方位、实时、精准的监控和科学管理。在未来的发展中,随着新技术的不断涌现和应用,水利工程智能监控系统将不断完善和升级,为保障国家水安全、促进水利事业可持续发展发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1] 张方庆. 中小型水利工程信息化建设管护存在问题及对策[J]. 水利技术监督, 2025, (02): 49-52+162.
- [2] 苗永, 刘顺燕, 艾孜木汗·赛克山. 浅谈水利工程信息化建设必要性及发展趋势[J]. 中国战略新兴产业, 2024, (15): 32-34.
- [3] 陈利. 对水利工程建设管理信息化、智能化的几点思考[J]. 农业科技与信息, 2022, (21): 126-128.
- [4] 白建峰, 王相谦, 孙丽娟. 水利工程质量监督信息化智能化的几点思考[J]. 水利建设与管理, 2021, 41(08): 73-77.
- [5] 池明. 水利工程信息化管理的探讨[J]. 地下水, 2014, 36(05): 175-176.
- [6] 王林. 简议水利工程信息化及发展前景[J]. 河南水利与南水北调, 2014, (05): 64-65.
- [7] 贾元元. 水利工程信息化管理的应用研究[J]. 水利科技与经济, 2012, 18(07): 38-39.