

智能化在水利水电工程管理中的应用

齐伟佳

沧州水务发展集团有限责任公司 河北 沧州 061000

摘要: 智能化技术深度融入水利水电工程管理全生命周期,核心应用于工程运行监测、水资源智能调度及设备运维管理。工程运行监测构建全方位感知网络,智能分析处理数据并快速响应异常;水资源调度整合共享全域数据,智能建模优化方案并实时监控调整;设备运维管理实时监测设备状态,智能预判诊断故障,规划优化运维方案。智能化应用提升了管理效能,保障了工程安全稳定运行,实现水资源科学配置与高效利用,降低运维成本。

关键词: 水利水电工程;智能化;管理应用

引言:在水利水电工程规模不断扩大、运行要求日益严苛的当下,传统管理模式在应对复杂工程状况与精细管理需求时渐显乏力。智能化技术凭借其强大的数据处理、精准分析与智能决策能力,为水利水电工程管理带来了革新契机。其深度融入工程全生命周期,在工程运行监测、水资源智能调度以及设备运维管理等核心领域发挥着关键作用。通过构建智能化体系,可实现对工程运行状态的实时感知、水资源的科学调配以及设备的高效运维,为水利水电工程的安全稳定运行与可持续发展筑牢坚实根基。

1 智能化在水利水电工程管理中的核心应用场景

智能化技术在水利水电工程管理中的应用,已全面且深入地贯穿于工程全生命周期的各个关键环节,成为提升管理效能、保障工程安全稳定运行不可或缺的关键支撑。其核心应用场景聚焦于工程运行监测、水资源智能调度以及设备运维管理三大核心领域。(1)在工程运行监测领域,智能化技术依托高精度传感器网络,构建起全方位、多层次的监测体系。该体系能够实时、精准地采集大坝位移、渗流、应力应变等关键参数,为工程安全提供基础数据支撑。结合大数据分析 with 机器学习算法,对海量监测数据进行深度挖掘与智能分析,构建动态监测模型。此模型可精准识别工程结构的潜在安全隐患,实现异常情况的早期预警与快速响应机制,有效避免安全事故的发生,为工程安全运行筑起坚实防线。

(2)水资源智能调度方面,智能化技术借助物联网、云计算等先进技术,实现气象、水文、工程运行等多源数据的整合与共享。通过构建水资源智能调度系统,该系统能够根据实时水情、雨情信息,结合工程运行状况与用水需求,自动生成最优调度方案。这一方案不仅实现了水资源的科学配置与高效利用,还显著提升了流域防洪减灾能力与水资源利用效率,为区域水资源管理提供

了科学依据。(3)设备运维管理领域,智能化技术通过部署智能监测装置,对水利水电工程中的各类设备进行实时状态监测与故障诊断。利用预测性维护算法,提前预判设备故障趋势,制定针对性的维护计划,有效减少非计划停机时间,延长设备使用寿命,降低运维成本。这一系列措施确保了设备始终处于最佳运行状态,为工程稳定运行提供了有力支撑,推动了水利水电工程运维管理的智能化、精细化发展^[1]。

2 工程运行监测的智能化应用

2.1 全方位监测感知网络构建

在水利水电工程运行监测智能化进程中,全方位监测感知网络的构建是关键一环。依托先进的物联网技术,搭建起覆盖全域的感知监测网络体系。在大坝、溢洪道、引水隧洞、厂房等工程的关键部位,科学合理地部署多种类型的智能传感器。(1)位移传感器可精准捕捉工程结构的位移变化,应力传感器能实时监测结构所承受的应力情况,渗压传感器用于获取渗流压力数据,振动传感器可感知结构的振动特性,水文传感器则负责采集上下游水位、流量、水温等水文水环境信息。(2)这些传感器持续不断地实时采集各类数据,借助高效的无线通信技术,将海量数据迅速、准确地传输至核心管理平台。相较于传统的人工定点监测方式,该智能感知网络不仅监测覆盖范围大幅拓展,数据采集频率也显著提高,能够敏锐捕捉到工程运行过程中哪怕是极其细微的变化,从而为后续的安全研判提供全面、详实且可靠的数据支撑^[2]。

2.2 监测数据的智能分析与处理

在水利水电工程运行监测中,对海量监测数据的智能分析与处理至关重要。(1)借助大数据与人工智能技术的强大能力,首先运用数据清洗模型,对采集到的监测数据进行全面筛查。该模型能依据预设规则,自动剔

除因设备故障、外界干扰等因素产生的异常数据，以及重复冗余的数据，有效提升数据质量，为后续分析奠定坚实基础。（2）利用机器学习算法构建工程运行状态评估模型。此模型可对清洗后的数据进行深度挖掘，通过分析数据间的内在关联与变化规律，精准识别数据中的异常特征。进而实现对工程结构变形、渗流异常、设备振动超标等潜在安全隐患的自动识别与预警，将风险防控关口前移。（3）为方便管理人员快速掌握工程运行状态，采用数据可视化技术。将复杂的分析结果以直观的图表、曲线等形式呈现，使管理人员无需深入钻研数据，即可清晰了解工程各部位运行情况，及时做出科学决策。

2.3 异常情况的智能响应与处置

在水利水电工程运行监测智能化体系里，异常情况的智能响应与处置是保障工程安全稳定运行的关键环节。（1）基于智能监测与分析结果，构建起一套严谨高效的自动响应机制。当监测数据突破预设阈值，或者系统精准识别到异常状况时，会立即自动触发多级预警信号。这些信号通过短信、管理平台实时推送等多样化方式，迅速且准确地传达给相关管理人员，确保其第一时间掌握异常信息。（2）与此同时，系统会同步生成科学合理的初步处置建议，为管理人员提供决策参考。对于一些具备自动化操作条件且风险可控的环节，例如小型闸门的精准微调、辅助设备的灵活启停等，在获得管理人员的明确授权后，系统能够自动执行相应处置操作，快速应对安全隐患，有效降低隐患进一步扩大的风险。（3）这种“监测 - 分析 - 预警 - 响应”紧密衔接的智能化闭环管理模式，极大缩短了异常情况的处置周期，显著提升了工程运行的安全性与可靠性。

3 水资源调度的智能化应用

3.1 水资源数据的全域整合与共享

在实现水资源调度智能化的进程中，水资源数据的全域整合与共享是基础且关键的一步。（1）借助先进的云计算技术，搭建起功能完备的水资源数据管理平台。该平台具备强大的数据整合能力，能够对流域内降水、蒸发、径流等自然水情数据，以及水库蓄水、用水需求等工程与社会用水数据进行全面收集与整合。（2）通过实施数据接口标准化处理举措，有效打破了传统模式下数据分散管理的固有壁垒。不同管理环节的管理人员，无论身处哪个部门、负责哪项具体工作，都能通过该平台获取统一、精准的水资源数据，避免了因数据不一致而导致的决策失误。（3）平台还具备高效的数据实时更新功能。它能够同步接入气象预报数据，及时掌握未来

天气变化对水资源的影响；同时接入用水需求动态监测数据，精准把握用水需求的变化趋势，从而为水资源调度决策提供全面、实时、可靠的数据支撑，确保调度决策的科学性与合理性^[1]。

3.2 调度方案的智能建模与优化

在水资源调度智能化应用中，调度方案的智能建模与优化是核心环节。依托人工智能与运筹学算法的强大能力，构建水资源调度优化模型。（1）此模型以水资源利用效率最大化、供需精准平衡等作为核心目标，全面综合实时水资源数据以及丰富的历史数据，开展动态建模与高精度仿真计算。（2）该模型具有出色的自适应能力，能够依据不同水文情景，如暴雨、干旱等极端天气下的水文变化，以及用水需求的动态波动，自动生成多个科学合理的备选调度方案。随后，通过严谨细致地对比分析各备选方案的效益指标，涵盖供水保障率、水资源利用率、生态影响等多个维度，从中筛选出综合效益最优的方案。（3）与传统静态调度方案相比，智能化调度模型展现出更强的适应性与灵活性，能够根据实际情况实时调整调度策略，实现水资源的精细化调度，显著提升水资源的利用效率，为水资源的科学管理与可持续利用提供有力支撑。

3.3 调度过程的实时监控与动态调整

在智能化水资源调度体系里，对调度过程进行实时监控与动态调整是保障调度成效的关键举措。（1）借助智能化调度平台，可对水资源调度过程展开全方位、不间断的实时监控。该平台能精准实时跟踪水库蓄水量的动态变化，精确掌握输水管道中的流量大小，以及详细记录各用水户的取水情况等关键指标。同时，将实际调度效果与预先制定的优化方案进行细致对比，精准找出二者之间的偏差。（2）一旦发现偏差，便利用先进的反馈控制算法，对调度方案进行及时、科学的动态调整。当遭遇水文条件突变，如突发暴雨导致径流量大幅增加，或者用水需求出现异常，如某区域用水量陡增等情况时，系统会迅速自动重新计算，生成新的优化方案。通过这种动态调度模式，能够切实有效应对复杂且多变的水资源环境，最大程度保障水资源供需始终处于平衡状态，实现水资源的合理配置与高效利用^[4]。

4 设备运维管理的智能化应用

4.1 设备运行状态的实时监测

在水利水电工程设备运维管理的智能化进程中，设备运行状态的实时监测是重要基础。针对关键设备，精准部署多种智能监测设备，如振动传感器可精准捕捉设备运行时的振动特征，温度传感器能实时感知设备各

部位的温度变化,电流电压传感器则可精确测量设备运行中的电流、电压数值,此外还配备油液质量传感器监测油液状态。这些传感器持续不断地实时采集设备运行过程中的振动、温度、电流、电压、油液质量等关键数据,并借助高效通信技术,将数据实时传输至设备运维管理平台。通过对这些实时数据的深度分析,管理人员能够及时、全面地掌握设备的运行状态,敏锐捕捉设备运行中出现的异常信号,为后续的设备故障预判提供坚实的数据支撑。同时,引入射频识别技术对设备备品备件进行管理,实现备品备件的出入库自动记录、库存数量实时预警等智能化管控,提升备品备件管理效率。

4.2 设备故障的智能预判与诊断

在水利水电工程设备运维管理的智能化体系里,设备故障的智能预判与诊断是保障设备稳定运行、降低运维成本的关键环节。依托先进的机器学习与深度学习算法,精心构建设备故障预判与诊断模型。该模型以海量的历史运行数据以及丰富的故障案例数据作为训练素材,通过不断学习与优化,使模型具备精准识别设备运行数据中故障特征的能力。在实际运行过程中,当监测系统捕捉到设备运行数据出现异常时,模型会迅速启动分析机制。它能够自动预判潜在故障的类型,精准定位故障发生的位置,并科学预测故障的发展趋势。同时,模型会生成一份详细且专业的诊断报告,为运维人员提供清晰、准确的维修方向。与传统的人工故障诊断方式相比,这种智能诊断模式凭借其强大的数据分析能力,拥有更高的准确性与时效性,能够提前发现设备潜在故障,有效避免故障扩大所造成的经济损失与安全风险。

4.3 运维方案的智能规划与优化

在水利水电工程设备运维管理的智能化应用中,运维方案的智能规划与优化是提升运维效能、保障设备可靠运行的重要手段。智能化运维平台充分整合设备故障预判结果与实时设备运行状态数据,运用先进的算法模型,自动生成高度个性化的运维方案。该方案详细明

确运维的具体时间节点、具体运维内容、严谨的运维流程以及所需的备品备件清单,实现运维工作的精准、细致规划,避免运维工作的盲目性与随意性。此外,平台具备强大的运维资源优化调度功能。它能够综合考量运维人员的专业技能水平、当前所处地理位置等多方面因素,科学合理地分配运维任务,确保运维人员能够以最短时间到达现场开展工作,显著提升运维工作效率。并且,通过对运维全过程进行详细记录,并对相关数据展开深度分析,能够不断总结运维经验,持续对运维方案进行优化调整,进而有效降低运维成本,提高设备运维管理的整体水平^[5]。

结束语

智能化在水利水电工程管理中的应用已全面且深入,贯穿工程运行监测、水资源调度及设备运维管理等核心场景。全方位监测感知网络、智能数据分析和异常响应机制保障了工程安全;全域数据整合、智能建模与动态调整提升了水资源调度效能;实时状态监测、故障预判诊断以及运维方案优化,则确保了设备稳定运行。这些智能化应用不仅显著提升了管理效率与精准度,增强了工程安全保障能力与水资源利用效率,还降低了运维成本。未来,随着技术持续进步,智能化将在水利水电工程管理中发挥更大作用,推动行业向更高水平发展。

参考文献

- [1]刘光辉.智能化管理系统在水利工程项目中的应用分析[J].信息系统工程,2025,(08):4-7.
- [2]刘启俊,侯军,肖文忠.智能化技术在水利工程运行管理中的应用研究[J].水上安全,2025,(14):73-75.
- [3]金鹏举.智能化监测在水利工程施工安全管理中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2025,(07):181-183.
- [4]肖晶,陈明文.智能化技术在水利工程施工中的应用研究[J].水上安全,2024,(24):37-39.
- [5]黄峰.水利施工技术的创新管理研究[J].现代工程科技,2025,4(02):117-120.