

# 智慧水利在工程运行管理中的应用与发展前景

徐伟<sup>1</sup> 雷会冬<sup>1</sup> 王保穆<sup>2</sup>

1. 连云港市赣榆区新沭河河道管理所 江苏 连云港 222141

2. 连云港市赣榆区通榆河北延送水工程管理所 江苏 连云港 222100

**摘要:** 在信息技术迅猛发展的时代背景下,智慧水利已成为水利行业转型升级的关键方向。工程运行管理作为水利工作的核心环节,智慧水利的应用为其带来了全新的机遇与挑战。本文深入剖析了智慧水利在工程运行管理中的具体应用场景,涵盖监测预警、调度决策、运维管理等多个方面,并对智慧水利在工程运行管理中的发展前景进行了细致展望,旨在为推动智慧水利在工程运行管理中的广泛应用提供坚实的理论支撑与实践参考。

**关键词:** 智慧水利;工程运行管理;应用;发展前景

## 1 引言

水利工程作为国家重要的基础设施,犹如社会经济发展的“动脉”,对于保障水安全、促进经济社会可持续发展起着至关重要的作用。工程运行管理则是确保水利工程安全、高效运行,充分发挥其效益的核心工作。然而,随着经济社会的快速发展和水资源形势的日益复杂,传统水利工程运行管理方式逐渐暴露出诸多弊端,如信息获取不及时、决策缺乏科学性、管理效率低下等,难以满足现代水利发展的需求。深入研究智慧水利在工程运行管理中的应用与发展前景,对于提升水利行业管理水平、保障水利设施安全稳定运行、推动水利行业高质量发展具有重要的现实意义和深远的历史意义。

## 2 智慧水利的概念

智慧水利是运用物联网、云计算、大数据、空间地理信息集成等新一代信息技术,对水利行业的规划、建设、管理、服务进行全方位、深层次的智慧化改造。它通过全面感知水利工程的运行状态、水资源的变化情况等信息,利用可靠的网络传输技术将数据实时传输至处理中心,再通过智能处理算法对数据进行深度挖掘和分析,最终为水利行业提供精准、高效的决策支持和服务,实现水利信息的数字化、网络化和智能化。

## 3 智慧水利在工程运行管理中的应用

### 3.1 监测预警方面

#### 3.1.1 实时监测

智慧水利通过在水利工程的关键部位安装各种高精度传感器,构建起全方位、多层次的监测网络,实现对工程运行状态的实时、精准监测。例如,在水库大坝上,除了安装渗压计监测坝体和坝基的渗流压力变化情况外,还会安装位移计、倾斜仪等设备,实时监测大坝的变形情况。在水闸上下游,不仅安装水位计和流量计

准确掌握水闸的过流情况,还会设置水质监测传感器,实时监测水体的酸碱度、溶解氧、化学需氧量等水质指标。这些传感器就像水利工程的“眼睛”和“耳朵”,能够精确采集水位、流量、渗流压力、结构应力、水质等数据,并通过有线或无线通信网络将数据实时传输至监控中心。在数据传输过程中,采用了先进的通信技术,如4G/5G网络、LoRa无线通信等,确保数据能够及时、稳定地传输至监控中心。监控中心的工作人员可以通过大屏幕实时查看各个监测点的数据变化情况,及时发现潜在的问题。

#### 3.1.2 数据分析与预警

利用大数据分析技术对实时监测数据进行深度处理和分析,建立科学合理的预警模型。预警模型综合考虑了水利工程的运行特点、历史数据、气象条件等多种因素,能够准确判断监测数据是否超出正常范围或出现异常变化。当监测数据触发预警阈值时,系统能够自动发出预警信号,通过短信、邮件、APP推送等多种方式及时提醒管理人员。同时,系统还会提供详细的预警信息,包括预警类型、预警级别、可能影响的范围等,为管理人员采取相应的措施提供有力支持<sup>[1]</sup>。例如,通过对历史水位数据和降雨数据的分析,结合气象预报信息,预测水库的入库流量和水位变化趋势。当预测水位可能超过水库的汛限水位时,系统及时发出预警,并根据水库的防洪调度规则,提供初步的调度建议,如建议提前泄泄、增加泄洪流量等,为水库的防洪调度提供提前量,确保水库的安全运行。

#### 3.1.3 视频监控

在水利工程现场安装高清摄像头,实现对工程区域的全方位、无死角视频监控。摄像头的布局经过精心设计,能够覆盖工程的重点部位和关键区域,如大坝坝

体、溢洪道、启闭机房等。管理人员可以通过监控中心的大屏幕或移动终端随时查看工程现场的实际情况，及时发现和处理异常情况。视频监控系统还具备智能分析功能，能够自动识别一些异常行为或事件，如非法闯入、设备故障等，并及时发出警报。例如，在堤防工程上安装的视频监控设备，不仅可以实时监测堤防的表面状况，如是否有裂缝、塌陷等险情发生，还可以通过智能分析算法，对堤防周边的人员活动进行监测，当发现有人在堤防附近进行违规施工或破坏行为时，系统自动发出报警信息，提醒管理人员及时采取措施。

### 3.2 调度决策方面

#### 3.2.1 水资源优化调度

智慧水利系统整合了水资源的水量、水质、用水需求等多源信息，构建了水资源优化调度模型。该模型综合考虑了水源地的供水能力、用水户的需求特点、水资源的时空分布等因素，利用数学模型和优化算法，实现水资源的优化配置和调度。例如，在城市供水系统中，通过对水源地水位、水质、城市用水量等数据的实时监测和分析，结合供水管道的输水能力和用水需求预测，制定科学合理的供水调度方案<sup>[2]</sup>。系统可以根据不同时段的用水需求，动态调整水源地的取水量和供水管道的流量分配，提高水资源的利用效率，保障城市供水的安全稳定。同时，还可以考虑水资源的生态需求，合理确定生态补水方案，维护水生态系统的平衡。

#### 3.2.2 防洪调度决策

在防洪期间，智慧水利系统能够快速收集和分析降雨、径流、水库水位、河道水位等信息，结合洪水预报模型和防洪调度规则，为防洪调度决策提供科学依据。洪水预报模型采用了先进的水文水力学原理和数值模拟方法，能够准确模拟洪水的演进过程和淹没范围。例如，当发生洪水时，系统可以根据实时水情信息，模拟不同调度方案下的洪水演进过程和淹没范围，通过可视化技术将模拟结果直观地展示给管理人员。帮助管理人员选择最优的防洪调度方案，如水库的泄洪方案、分洪区的启用方案等，最大限度地减轻洪水灾害损失。同时，系统还可以实时跟踪洪水的变化情况，根据实际情况及时调整调度方案，确保防洪调度的科学性和有效性。

#### 3.2.3 水电站优化调度

对于水电站而言，智慧水利系统可以实时监测水库的来水情况、机组运行状态和电力负荷需求等信息，通过优化算法确定水电站的最佳发电计划。优化算法综合考虑了水库的水位变化、机组的发电效率、电力市场的电价波动等因素，以实现水电站的经济效益最大化。例

如，根据水库的入库流量和电力市场的电价信息，合理安排水电站的发电出力。在电价较高时段，适当增加发电出力，提高水电站的发电收入；在电价较低时段，可以适当减少发电出力，通过蓄水等方式为后续高电价时段储备水资源。同时，系统还可以对水电站的设备进行优化调度，合理安排设备的检修和维护时间，提高设备的利用率和可靠性。

### 3.3 运维管理方面

#### 3.3.1 设备管理

智慧水利系统对水利工程的各类设备进行全生命周期管理，建立了完善的设备档案。设备档案详细记录了设备的基本信息、安装调试情况、运行维护记录、故障维修历史等内容。通过物联网技术实现对设备的远程监控和故障诊断，在设备上安装各种传感器，实时采集设备的运行参数，如振动、温度、电流、电压等。当设备出现故障时，系统能够及时发出报警信息，并通过数据分析技术对故障进行诊断，提供故障诊断结果和维修建议。例如，对水泵、闸门等机电设备进行实时监测，分析设备的运行参数变化趋势。当发现设备的振动频率异常升高时，系统判断可能存在轴承磨损等问题，并及时发出报警信息，同时提供更换轴承等维修建议。维修人员可以根据系统提供的信息，快速准确地定位故障部位，进行维修处理，实现设备的预防性维护，降低设备故障率，延长设备使用寿命。

#### 3.3.2 工程巡检管理

利用移动终端和地理信息系统技术，实现工程巡检的信息化管理。巡检人员通过移动终端接收巡检任务，任务中明确了巡检的路线、内容、标准和时间要求。巡检人员按照规定的巡检路线和内容对水利工程进行巡查，在巡查过程中，通过移动终端拍摄现场照片、记录问题描述、定位问题位置等信息，并实时上传至管理系统。管理人员可以通过系统实时掌握巡检人员的巡检轨迹和巡检情况，对巡检工作进行监督和考核<sup>[3]</sup>。例如，在堤防巡检中，巡检人员发现堤防有裂缝时，可以通过移动终端拍摄裂缝的照片、记录裂缝的长度、宽度等信息，并上传至系统。系统自动将问题分配给相关维修人员进行处理，维修人员可以在系统中查看问题的详细信息，及时到达现场进行维修。同时，系统还可以对巡检数据进行统计分析，为工程的安全评估和维护决策提供依据。

#### 3.3.3 安全管理

智慧水利系统加强了对水利工程安全管理的信息化手段。通过安装安全监测设备和视频监控系统，对工程

的安全状况进行实时监测和预警。安全监测设备包括渗压计、应力计、位移计等，用于监测大坝、堤防等工程的结构安全；视频监控系统则覆盖了工程的重点区域，如启闭机房、水库大坝等，实时监控工程现场的人员活动和设备运行情况。同时，建立安全管理制度和应急预案，利用信息化平台对安全管理工作进行流程化和规范化管理。例如，在水利工程现场设置电子围栏，当有人或车辆未经授权进入危险区域时，系统自动发出报警信息，提醒管理人员及时处理。在发生安全事故时，系统可以快速启动应急预案，提供应急处置流程和资源调配建议，保障工程安全。

#### 4 智慧水利在工程运行管理中的发展前景

##### 4.1 技术发展趋势

###### 4.1.1 多技术深度融合

未来，物联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等技术将与水利业务进一步深度融合，形成更加智能、高效、安全的智慧水利技术体系。例如，利用区块链技术保障水利数据的安全共享和可信交换，通过区块链的分布式账本和加密算法，确保数据在传输和存储过程中的完整性和不可篡改性，提高数据的质量和可靠性；将物联网与人工智能相结合，实现对水利设备的智能感知和自主控制，根据设备的运行状态和环境变化自动调整设备的运行参数，提高设备的运行效率和可靠性。

###### 4.1.2 智能化水平不断提升

随着人工智能技术的不断发展，智慧水利系统将具备更强的自主学习和决策能力。通过对海量水利数据的学习和分析，系统能够自动优化调度方案、预测工程运行风险，并实现设备的自主控制和智能运维。例如，利用深度学习算法对洪水灾害数据进行学习，不断优化洪水预测模型，提高预测的准确性和及时性；通过强化学习算法让智能设备在运行过程中不断学习和优化控制策略，实现设备的自适应运行。

###### 4.1.3 虚拟现实与增强现实技术应用

虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术将在智慧水利工程运行管理中得到广泛应用。通过VR技术，管理人员可以身临其境地查看水利工程的虚拟模型，进行方案设计和模拟演练。例如，在设计新的水利工程时，设计师可以利用VR技术进入虚拟的工程场景，直观地感受工程的设计效果，对设计方案进行优化和调整；利用AR技术，现场维修人员可以通过智能设备获取设备的实时信

息和维修指导，提高维修效率和质量。例如，维修人员在维修设备时，通过AR眼镜可以看到设备的内部结构、维修步骤和注意事项等信息，就像有一个专家在身边指导，能够快速准确地完成维修任务。

##### 4.2 管理创新方向

###### 4.2.1 完善管理体制机制

建立健全智慧水利建设和运行管理的体制机制，明确各部门和单位的职责分工，加强协调配合，形成工作合力。例如，成立跨部门的智慧水利建设领导小组，负责统筹规划、协调推进智慧水利项目的建设；制定统一的数据标准和接口规范，打破“信息孤岛”，实现数据的共享和交换。同时，完善相关政策法规和标准规范，为智慧水利的发展提供制度保障。

###### 4.2.2 推动公众参与

借助互联网平台，加强水利知识的宣传普及，提高公众对水利工程的认知度和参与度。例如，通过官方网站、微信公众号、短视频平台等渠道，发布水利知识科普文章、视频等内容，让公众了解水利工程的重要性和运行管理情况。鼓励公众通过手机APP等渠道反馈水利工程运行管理中存在的问题，形成政府、企业和社会公众共同参与的智慧水利管理新格局。例如，开发公众反馈APP，公众可以随时随地拍照上传水利工程存在的问题，相关部门及时进行处理并反馈处理结果，提高公众的参与感和满意度。

##### 结语

智慧水利作为水利行业发展的新趋势，在工程运行管理中具有广阔的应用前景。通过在监测预警、调度决策、运维管理等方面的深入应用，智慧水利能够显著提高水利工程运行管理的效率和水平，保障水利工程的安全稳定运行，实现水资源的优化配置和高效利用。展望未来，随着信息技术的不断进步和应用场景的不断拓展，智慧水利将在工程运行管理中发挥越来越重要的作用，为实现水利现代化、保障国家水安全做出更大贡献。

##### 参考文献

- [1]林运东,张龙,刘勇.智慧水利现状与发展展望[J].黑龙江水利科技,2025,53(04):162-164.
- [2]李维琴.基于物联网技术的智慧水利研究[J].科技与创新,2025,(08):59-61+66.
- [3]冯海军.智慧水利信息化系统在水利工程中的应用探究[J].中国设备工程,2025,(06):254-256.