

# 智慧水利在水利工程管理中的应用

张志洋 孙梦雅

菏泽市水利勘测设计院 山东 菏泽 274000

**摘要：**随着科技飞速发展浪潮的席卷，智慧水利应运而生。本文聚焦智慧水利在水利工程管理中的应用。首先阐述智慧水利的概念与技术架构，接着深入探讨其在水利工程管理中智能监测、数据分析、智能调度、智能预警等方面的具体应用。同时，分析智慧水利应用过程中面临的信息化设施不完善、资金投入不足、技术人才短缺、数据安全与隐私保护等挑战，并针对性地提出加大信息化设施建设投入、加强技术人才培养与引进、完善数据安全与隐私保护机制、推动技术创新与融合发展等对策建议，为智慧水利在水利工程管理中的有效应用提供参考。

**关键词：**智慧水利；水利工程；管理应用

引言：水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，对保障水资源合理利用、防洪减灾、促进经济社会发展等意义重大。传统水利工程管理方式在应对复杂多变的自然环境和日益增长的管理需求时，逐渐暴露出效率低下、信息滞后等问题。随着信息技术的飞速发展，智慧水利应运而生，它融合了物联网、大数据、云计算、人工智能等先进技术，为水利工程管理带来了新的思路与方法。智慧水利的应用能够提升水利工程管理的智能化、精准化水平，实现水资源的高效调配与科学管理，因此，深入研究智慧水利在水利工程管理中的应用具有重要的现实意义。

## 1 智慧水利的概念与技术架构

### 1.1 智慧水利的概念

智慧水利是指利用现代信息技术和智能化技术，对水资源进行全面、精细、智能化管理的一种新型水利管理模式。它依托于大数据、云计算、物联网、遥感监测等新兴技术，实现对水资源的全面感知、动态监测、智能分析和预测预警。在此基础上，智慧水利通过优化水资源配置和调度，提升水资源利用效率，确保水资源的可持续利用。智慧水利不仅是技术的简单应用，更是一种理念的转变，它打破了传统水利信息孤岛的局面，实现了水利业务的协同化、精细化和高效化。

### 1.2 智慧水利的技术架构

智慧水利的技术架构主要包括感知层、网络层、平台层和应用层四个层次。

感知层：是智慧水利的基础，主要通过在水利设施、水域环境等各个关键节点部署大量的传感器，如水位传感器、流量传感器、水质传感器等，实时、准确地采集各类水利数据。这些传感器就像水利系统的“神经末梢”，将感知到的信息通过无线网络传输到数据中心。

网络层：负责将感知层采集到的数据传输到平台层。网络层采用多种通信技术，如5G、物联网、互联网等，确保数据的实时性和可靠性。

平台层：是智慧水利的核心，主要包括大数据处理平台、云计算平台和人工智能平台等。平台层对感知层采集到的海量数据进行存储、管理和分析，挖掘数据背后的潜在规律和价值，为水利决策提供科学依据。

应用层：是智慧水利的最终体现，主要包括水资源管理、水灾害防治、水环境保护等多个应用场景。应用层根据平台层提供的数据和分析结果，实现水利业务的智能化管理和决策支持<sup>[1]</sup>。

## 2 智慧水利在水利工程管理中的应用

### 2.1 智能监测

智能监测是智慧水利在水利工程管理中的“感知神经”，能全方位、实时地掌握水利工程的运行状态。借助物联网技术，在水库、堤防、水闸等水利工程的关键部位，广泛布设各类传感器，如水位传感器可精准测量水位变化，雨量传感器能实时记录降雨量，水质传感器可检测水中的酸碱度、溶解氧等指标，土壤湿度传感器能反映堤防的湿度情况，结构应力传感器可监测大坝等建筑物的受力状态。同时，利用卫星遥感、无人机巡查等手段，实现对大面积水域和水利工程的宏观监测。卫星遥感可以定期获取水域的面积、水位等信息，无人机则能对人工难以到达的区域进行详细巡查，及时发现堤防的裂缝、滑坡等隐患。智能监测系统将传感器、遥感、巡查等获取的数据进行整合，通过无线网络实时传输到管理平台。管理人员可以通过电脑或手机随时随地查看水利工程的各项监测数据和实时画面，一旦数据超出正常范围，系统会立即发出警报，提醒管理人员及时采取措施，为水利工程的安全运行提供了有力保障。例

如，在汛期，通过智能监测系统可以实时掌握水库水位和降雨情况，提前做好防洪调度准备。

## 2.2 数据分析

数据分析是智慧水利发挥效能的“智慧大脑”，能够对海量的水利数据进行深度挖掘和分析，为水利工程管理提供科学决策依据。收集到的水位、雨量、水质、工程运行等数据，通过大数据技术进行存储和管理，构建统一的数据仓库。运用数据挖掘、机器学习等算法，对这些数据进行关联分析、趋势分析和预测分析。例如，通过对历史水位数据和降雨数据的分析，建立洪水预报模型，提前预测洪水的发生时间、流量和峰现时间，为防洪减灾提供精准的信息支持。数据分析还可以对水利工程的经济效益、社会效益和生态效益进行评估。通过分析水资源调配数据，评估水资源的利用效率；通过分析防洪工程的数据，评估其对保障人民生命财产安全的作用；通过分析水质数据，评估水利工程对生态环境的影响。此外，数据分析还能为水利工程的规划、设计和改造提供参考。根据数据分析结果，优化水利工程的布局 and 结构，提高工程的性能和可靠性。

## 2.3 智能调度

智能调度是智慧水利提升水资源利用效率的“指挥棒”，能够根据实时监测数据和数据分析结果，实现水利工程的自动化、智能化调度。在水资源调配方面，智能调度系统可以根据不同地区的水资源需求和供水能力，结合水库的蓄水情况和来水预测，制定科学合理的水量分配方案。通过远程控制系统，自动调节水库、水闸等水利设施的开度，实现水资源的优化配置，保障城乡供水安全和农业灌溉需求。在防洪调度中，智能调度系统能够根据洪水预报信息和工程状况，精准控制水库、堤防、分洪区等防洪工程的运行。当预测将发生洪水时，系统提前预泄水库水量，为拦蓄洪水腾出库容；在洪水过程中，根据洪水的实时情况，合理调度各类防洪工程，最大程度减轻洪水灾害的影响。智能调度还具备应急调度功能。在遇到突发水旱灾害或水利工程事故时，系统能够迅速启动应急预案，自动调整水利工程的运行状态，保障人民群众生命财产安全。例如，在发生地震导致水库大坝出现裂缝时，智能调度系统可以立即降低水库水位，减少大坝的压力，防止险情进一步恶化。

## 2.4 智能预警

智能预警是智慧水利保障水利工程安全的“前哨站”，能够及时发现水利工程运行中的潜在风险，并发出预警信息，为应急处置争取时间。通过建立完善的预警指标体系和预警模型，对智能监测和数据分析发现的风险隐

患进行实时评估和预警。预警指标涵盖水位、雨量、水质、工程结构等多个方面。例如，当水库水位超过警戒水位、堤防出现裂缝宽度超过一定标准、水质中的有害物质浓度超标等情况发生时，系统会自动触发预警机制。智能预警系统采用多种方式发布预警信息，包括短信、邮件、声光报警、手机APP推送等，确保相关管理人员能够及时收到预警。同时，预警信息会明确预警级别、位置和可能产生的影响，为管理人员采取应对措施提供详细指导。智能预警系统还能与应急指挥系统联动，实现预警与应急处置的无缝对接。当发出预警后，应急指挥系统可以立即启动相应的应急预案，组织人员、物资进行抢险救援，将灾害损失降到最低。例如，在发生山洪灾害预警时，智能预警系统及时通知下游村庄的居民撤离，同时应急指挥系统调配救援力量进行疏散和救援工作<sup>[2]</sup>。

## 3 智慧水利应用面临的挑战与对策

### 3.1 面临的挑战

#### 3.1.1 信息化设施不完善

当前，部分水利工程区域信息化设施建设滞后。一些偏远地区的水利工程，网络覆盖不足，数据传输不稳定，导致实时监测数据难以及时回传。传感器等监测设备老化、损坏严重，精度下降，无法准确获取关键信息。同时，缺乏统一的信息化平台，各系统之间数据难以共享和交互，形成信息孤岛。这使得智慧水利的全面感知、智能分析等功能难以有效发挥，影响了水利工程管理的效率和决策的科学性。

#### 3.1.2 资金投入不足

智慧水利建设需要大量的资金支持，涵盖设备购置、系统开发、运维管理等多个方面。然而，目前资金投入相对有限，难以满足大规模建设和长期运营的需求。一方面，政府财政拨款有限，且分配到水利信息化领域的资金比例不高；另一方面，社会资本参与度较低，缺乏多元化的投资渠道。资金短缺导致信息化设施更新缓慢、技术研发受阻，制约了智慧水利在水利工程管理中应用的深度和广度。

#### 3.1.3 技术人才短缺

智慧水利是新兴的交叉领域，融合了水利、信息技术、自动化控制等多学科知识，对专业人才的要求较高。但目前，既懂水利业务又掌握信息技术的复合型人才匮乏。高校相关专业设置和人才培养体系与实际需求存在脱节，培养的人才难以直接胜任智慧水利工作。同时，现有水利从业人员的技术水平和信息化素养有待提高，对新技术、新系统的接受和应用能力不足，影响了智慧水利技术的推广和应用效果。

### 3.1.4 数据安全与隐私保护

随着智慧水利的广泛应用，大量的水利数据被采集、存储和传输，其中包含许多敏感信息，如水源地位置、工程结构数据等。然而，数据安全防护体系尚不完善，存在数据泄露、篡改等风险。黑客攻击、内部人员违规操作等都可能导致数据安全问题，给水利工程管理和国家安全带来严重威胁。此外，数据隐私保护意识淡薄，相关法律法规和标准规范不健全，也使得数据在收集、使用和共享过程中存在隐私侵犯的隐患。

## 3.2 对策建议

### 3.2.1 加大信息化设施建设投入

相关部门应发挥主导作用，增加财政预算中智慧水利信息化设施建设的专项资金，重点投向偏远地区和薄弱环节，改善网络覆盖，提升数据传输稳定性。同时，出台优惠政策，鼓励社会资本参与，通过PPP等模式拓宽融资渠道，形成多元化投资格局。设立信息化设施更新改造基金，定期对老化、损坏的设备进行更换升级，确保监测数据的准确性。此外，构建统一的智慧水利信息化平台，打破信息孤岛，实现数据的共享与交互，为水利工程管理提供全面、实时的信息支持，提升管理效率和决策科学性。

### 3.2.2 加强技术人才培养和引进

高校要优化专业设置，加强水利与信息技术、自动化控制等学科的交叉融合，培养适应智慧水利发展的复合型人才。水利企业与高校、科研机构建立产学研合作机制，为学生提供实习实践基地，提前储备专业人才。同时，制定优惠政策吸引外部高端技术人才加入，充实智慧水利人才队伍。对现有水利从业人员开展定期培训，邀请专家进行新技术、新系统培训，提升其信息化素养和应用能力。建立人才激励机制，对在智慧水利技术创新和应用方面有突出贡献的人员给予奖励，激发人才的积极性和创造性。

### 3.2.3 完善数据安全与隐私保护机制

建立健全数据安全管理制度，明确数据采集、存储、传输、使用等各环节的安全责任和操作规范。加强数据安全技术研发，采用加密技术、访问控制、入侵检测等

手段，保障数据的保密性、完整性和可用性。定期进行数据安全评估和漏洞扫描，及时发现并修复安全隐患。强化数据隐私保护意识，制定严格的隐私政策，明确数据使用范围和目的，在收集和使用数据前获得用户授权。同时，加快完善相关法律法规，加大对数据泄露、隐私侵犯等违法行为的惩处力度，为智慧水利数据安全与隐私保护提供法律保障。

### 3.2.4 推动技术创新与融合发展

加大对智慧水利核心技术的研发投入，鼓励科研机构和企业开展联合攻关，突破物联网、大数据、人工智能等关键技术在水利领域的应用瓶颈。建立技术创新激励机制，对取得重大技术突破的团队和个人给予奖励。促进水利与新兴技术的深度融合，如利用区块链技术保障水利数据的真实性和不可篡改，借助虚拟现实和增强现实技术实现水利工程的可视化管理和模拟演练。加强国际交流与合作，引进国外先进技术和经验，结合我国水利实际情况进行消化吸收再创新，提升我国智慧水利的整体技术水平，推动水利工程管理的现代化转型<sup>[3]</sup>。

## 结束语

智慧水利在水利工程管理中的应用，无疑是行业发展的重大变革与进步。智能监测如敏锐触角，实时感知工程动态；数据分析似智慧大脑，提供科学决策支撑；智能调度像精准指挥棒，优化水资源配置；智能预警则是坚固防护盾，提前防范风险隐患。这些应用不仅极大提升了水利工程管理的效率与质量，更增强了应对自然灾害和突发情况的能力。未来，随着技术的持续创新，智慧水利将不断深化拓展应用场景，为水利事业的可持续发展注入源源不断的动力，助力构建更加安全、高效、绿色的水管理体系，造福社会与人民。

## 参考文献

- [1]申振,姜爽,聂麟童.数字孪生技术在水利工程运行管理中的分析与探索[J].东北水利水电,2022,40(08):262-265.
- [2]孙春奇,余丽华,程海洲.宁波市推进水利工程运行管理智能化的实践与探索[J].水利信息化,2021,(06):121-124.
- [3]王宁,王伟,谌东海.典型水利工程配套智慧管理系统设计研究[J].水电站机电技术,2022,45(12):228-231.