

智慧水利泵闸站标准化建设规程探讨

梁俊杰

(广东依瑞建设有限公司, 广东 中山 528400)

摘要 泵闸站作为水利工程中的重要组成部分, 其标准化建设显得尤为关键, 通过集成先进的信息技术和自动化系统, 提升泵闸站的运维效率、安全性及环境适应性。本文探讨了智慧水利泵闸站的标准化建设规程, 通过融合云计算、大数据、物联网等先进技术, 提升泵闸站管理水平和运行效率, 确保防洪排涝、水资源调配、农业灌溉及生态保护等功能的有效实现。标准化建设规程的制定, 为智慧水利泵闸站的长期稳定运行提供了有力保障, 可推动水利行业向现代化、智能化迈进。

关键词 智慧水利; 泵闸站; 标准化建设

中图分类号: TV66

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0019-03

在全球气候变化和人口增长的背景下, 水资源管理面临着前所未有的挑战。智慧水利作为应对这一挑战的关键策略, 通过利用物联网、大数据、人工智能等先进技术, 实现了对水利设施的智能监测、分析和控制。其中, 泵闸站作为水利系统中的重要组成部分, 其标准化建设对于提升水资源调度能力、防洪抗旱效果以及生态平衡具有重要意义。然而, 泵闸站的建设与改造不仅技术要求高, 而且监理工作复杂, 涉及多个专业领域, 如土木工程、电气自动化、环境科学等。因此, 探讨智慧水利泵闸站的标准化建设规程, 以及如何有效实施监理工作, 成为当前水利行业亟待解决的问题。

1 智慧水利泵闸站概述

智慧水利泵闸站作为现代水利工程的典范, 深度融合了云计算、大数据、物联网及高精度传感器等尖端技术, 其核心理念在于推动泵闸站管理向智能化、自动化与远程化迈进。这一创新模式不仅深刻重塑了泵闸站的传统运营模式, 显著提升了运行效率与管理精度, 更在优化资源配置、降低运维成本方面展现出巨大潜力。通过实时监测、数据分析与智能决策, 智慧水利泵闸站能够精准应对防洪排涝挑战, 灵活调配水资源, 确保水利系统的高效稳定运行, 为水资源的可持续利用与区域防洪安全筑起坚实的科技防线。

2 智慧水利泵闸站建设的重要性

2.1 防洪排涝的坚强防线

泵闸站作为水利工程的重要组成部分, 首要职责是防洪排涝。在雨季或洪水期, 通过精确控制水闸的

开合和水泵的启停, 可以有效地调节河流、湖泊及低洼地区的水位, 防止洪水泛滥, 保护人民的生命财产安全和重要基础设施。特别是在城市区域, 泵闸站的建设更是直接关系到城市的防洪能力和居民的日常生活秩序。

2.2 水资源调配的枢纽

随着水资源的日益紧张, 合理调配水资源成为亟待解决的问题。泵闸站通过其强大的抽水、排水和调水功能, 能够在不同区域、不同时间段内实现水资源的优化配置。在干旱季节, 可以通过水泵将水源地的水提升至需要灌溉的农田或供水区域; 在雨季, 则可以将多余的水量抽排至其他需要补水的地区, 从而实现水资源的有效利用和节约。

2.3 农业灌溉的保障

农业是国民经济的基础, 而灌溉则是农业生产的命脉。泵闸站的建设为农业灌溉提供了可靠的保障。通过精确控制水泵的流量和扬程, 可以确保农田得到充足且均匀的灌溉, 提高农作物的产量和质量。泵闸站还能根据天气变化和作物生长需求, 灵活调整灌溉时间和水量, 实现精准灌溉和节水灌溉。

2.4 生态环境的守护者

泵闸站的建设不仅关乎人类的生产生活, 还直接影响到生态环境的平衡与稳定。通过合理调节水位和流量, 泵闸站可以改善水质、恢复湿地、保护生物多样性等。例如, 在河流生态修复项目中, 泵闸站可以通过模拟自然水流过程, 促进水体交换和自净能力, 提升河流生态系统的健康水平。

3 智慧水利泵闸站标准化建设规程

3.1 自控系统整合及完善规程

自控系统作为智慧水利泵闸站的核心组成部分，其整合及完善至关重要。

数据采集是自控系统的基础，需明确采集内容、频率和格式要求。采集内容应包括水位、流量、水质、设备运行状态等关键参数。采集频率应根据实际需求确定，确保能够及时反映泵闸站的运行情况。数据格式应统一规范，便于后续处理和分析。例如，水位数据可采用米为单位，保留两位小数；流量数据可采用立方米/秒为单位，同样保留适当小数位数。通过严格的数据采集与格式规范，保证数据的准确性和一致性。

根据泵闸站的实际情况和需求，设计合理的自控系统架构。传感器布局应科学合理，能够准确监测各个关键部位的参数。控制逻辑应清晰明确，能够根据不同情况自动调整泵闸站的运行状态。通信协议应选择稳定可靠的标准协议，确保各个子系统之间的通信畅通。例如，可采用 Modbus 通信协议，实现传感器与控制器之间的数据传输。

将各个子系统集成到统一的自控平台中，进行全面的调试和测试。在集成过程中，要确保各个子系统之间的兼容性和协同工作能力。调试阶段要对系统的各项功能进行逐一测试，包括数据采集、控制逻辑、通信功能等。发现问题及时解决，确保系统稳定运行。例如，通过模拟不同的运行场景，测试系统的响应速度和准确性。

制定系统升级和维护计划，定期对系统进行维护和升级。随着技术的不断发展，自控系统也需要不断更新和完善。定期检查系统的硬件设备和软件功能，及时更换老化或损坏的部件。同时，关注行业新技术

的发展，适时引入新的功能和新技术，提高系统的先进性和可靠性。例如，定期对传感器进行校准，确保数据的准确性。（见表1）

3.2 数据传输与存储规范

智慧水利泵闸站处理大量实时数据，数据传输与存储规范必不可少。

1. 明确数据传输的方式、路径和加密措施。传输方式可根据实际情况选择有线或无线方式。路径应确保稳定可靠，避免数据丢失或中断。加密措施要严格，保护数据在传输过程中的安全性和可靠性。例如，采用 VPN 技术对数据进行加密传输，防止数据被窃取。

2. 制定统一的数据存储格式和标准。数据存储应采用可靠的存储设备，确保数据能够长期保存^[1]。存储格式应便于查询和分析，例如采用数据库存储方式，对数据进行分类存储。同时，要建立数据备份机制，防止数据丢失。

3. 建立数据备份和恢复机制，确保在数据丢失或损坏时能够及时恢复。制定数据访问权限管理制度，严格控制数据的访问权限，防止数据泄露和非法访问。例如，对不同级别的用户设置不同的访问权限，只有授权用户才能访问相应的数据。（见表2）

3.3 网络接入与通信规范

智慧水利泵闸站需接入多种通信网络实现远程监控和数据传输。智慧水利泵闸站的网络架构应考虑实际地理位置与通信需求，为各个关键部位提供稳定的通信覆盖^[2]。偏远地区的泵闸站应利用卫星通信技术弥补地面网络覆盖的不足，为远距离通信提供可能性。地面基站配合无线中继技术，可进一步拓展网络覆盖范围，确保关键部位如闸门、泵站及输水系统的实时通信。在通信协议方面，必须综合考量泵闸站的特点

表1 自控系统整合及完善关键环节一览

自控系统整合及完善关键环节	具体内容
数据采集与格式规范	明确采集内容、频率、格式要求，保证数据准确一致
自控系统设计	根据实际需求设计架构，合理布局传感器、明确控制逻辑、选择通信协议
系统集成与调试	集成子系统，全面调试测试，确保兼容性和稳定运行
系统升级与维护	制定计划，定期维护升级，保持先进性和可靠性

表2 数据传输与存储规范要点汇总

数据传输与存储规范要点	具体内容
数据传输规范	明确方式、路径、加密措施，确保安全可靠传输
数据存储规范	制定统一格式标准，采用可靠设备存储，便于查询分析
数据安全规范	建立备份恢复机制，制定权限管理制度，防止泄露非法访问

以选取最适宜的技术方案。TCP/IP 协议作为互联网的核心协议，提供了广泛的兼容性和较高的稳定性，在关键数据传输时能够保证信息的准确无误。而针对物联网环境下的数据采集与设备控制，可以采用 MQTT 协议，该协议特别适合低带宽、高延迟的网络环境，支持更高效的数据传输与管理。通信网络安全是智慧水利泵闸站运行中的重中之重。安装高性能防火墙，及时更新其安全规则库，为网络提供第一道防线^[3]。部署入侵检测和预防系统（IDPS），以监测异常流量并阻止潜在的恶意活动，保护系统免受未经授权的访问和攻击。定期进行网络安全评估与渗透测试，以发现和修复网络中存在的漏洞。比如使用漏洞扫描工具定期检查系统中的潜在弱点，并基于发现的结果进行及时修补。（见表 3）

表 3 网络接入与通信规范关键要素展示

网络接入与通信规范关键要素	具体内容
网络架构设计	根据地理位置和需求设计，确保覆盖范围和通信质量
通信协议选择	选择适合特点的协议，如 TCP/IP、MQTT 等，确保实时可靠传输
网络安全防护	加强防护措施，如防火墙、入侵检测，防止攻击入侵

3.4 智能化技术应用规程

智慧水利泵闸站需运用多种智能化技术提升管理水平和运行效率。应用高清摄像头与 AI 分析，构建全方位的实时监控体系，覆盖了泵闸站的关键操作区域。通过深度学习算法，监控系统可实时解析图像数据，对于异常行为如设备异常振动或泄漏等给予即时反馈。以 IEEE 标准为例，智能监控系统可通过 1080P 高清视频流，结合 AI 技术，实现低于 1 秒的故障响应时间。结合自动化导航和传感器技术的智能巡检机器人，可在泵闸站中自主执行检查任务。德国工业标准 DIN EN 15255 对这类机器人的精度、耐用性和环境适应性提出了明确要求，保证在极端气候与复杂环境中稳定运行。机器人具备温度、湿度、振动等参数的检测能力，能够在无需人工干预的情况下，对设备状态进行准确评估，并基于此对故障进行早期识别。

无人机（UAV）被广泛应用于大范围巡检任务，能够在短时间内覆盖水系的重要节点。美国国家标准与技术研究院（NIST）在质量控制和数据采集方面为无人机监测提供了标准化准则，确保了监测数据的精度和可靠性^[4]。混合现实技术（MR）通过头戴设备向巡

检人员提供了一个交互式的综合环境，其中虚拟信息与真实世界完美结合。根据 MR 的微软 HoloLens 设备性能标准，三维模型与监测数据的合成，提高了现场操作的可视化水平与信息获取的效率。

3.5 运维管理规范

保障智慧水利泵闸站长期稳定运行，需制定完善的运维管理规范。根据泵闸站的规模和复杂程度，合理设置运维岗位。明确各岗位的职责和权限，确保运维工作的高效开展。例如，设置设备维护岗位、数据管理岗位、安全管理岗位等。制定详细的运维流程，包括日常巡检、故障处理、设备维护等各个环节的操作步骤和要求。日常巡检要定期进行，对设备的运行状态进行检查。故障处理要及时有效，确保设备能够尽快恢复正常运行。设备维护要按照计划进行，延长设备的使用寿命^[5]。定期对运维人员进行培训和教育，提高他们的专业技能和综合素质。培训内容可以包括设备操作、故障排除、安全管理等方面。通过培训和教育，不断提升运维人员的业务水平。制定完善的应急预案，包括突发事件处理、设备故障应对等方面的措施和流程。应急预案要明确各部门的职责和分工，确保在突发事件发生时能够迅速响应，有效处理。例如，制定洪水灾害应急预案、设备故障应急预案等。

4 结束语

智慧水利泵闸站作为这一变革的重要组成部分，其标准化建设不仅是提高泵闸站运行效率、保障水利工程安全的必要手段，也是推动水利行业现代化进程、实现水资源可持续利用的关键举措。我们必须保持开放的心态，积极吸纳新的技术成果，不断完善和提升标准化建设的水平，推动智慧水利泵闸站标准化建设迈向新的台阶。

参考文献：

- [1] 陶晓慧,张昞,池贇,等.一种水利泵闸站工程预埋件的安装定位装置:CN202122515708.9[P].2024-07-24.
- [2] 宋毅.一种水利泵闸站接报急系统的警报提示装置:202322450771[P].2024-07-24.
- [3] 方正杰.上海水利泵闸智慧运维管理模式的探索与思考[J].珠江水运,2023(05):23-25.
- [4] 向鹏,李浪.浅谈智慧调度在泵闸工程中的应用[J].吉林水利,2023(12):70-74.
- [5] 赵洪丽,马吉刚,郭江.智慧水利泵闸站标准化建设规程研究[J].水利水电技术,2020(S01):221-226.