

智慧水利泵闸站标准化建设规程探讨

浦荣辉

江苏盐城水利建设有限公司 江苏 盐城 224000

摘要: 本文探讨智慧水利泵闸站标准化建设。阐述其融合前沿技术,遵循多原则打造现代化水利设施。经合理规划站址、布局及确定规模,运用智能化监测、自动化控制等关键技术实现高效管理。同时,严控工程建设质量。标准化建设提升泵闸站建设质量与效率,推动水利行业智能化、高效化发展,对水资源合理调配及防洪安全保障意义重大。

关键词: 智慧水利; 泵闸站; 标准化建设; 技术规程; 运行管理

引言

在科技飞速发展的当下,水利行业迎来变革契机。智慧水利泵闸站标准化建设应运而生,它承载着提升水利设施效能、优化水资源管理的使命。通过融合前沿技术,打破传统水利建设与管理的局限,力求为区域防洪、灌溉及供水等提供更可靠支撑,成为水利行业迈向现代化的关键路径,极具研究与实践价值。

1 智慧水利泵闸站标准化建设基础理论

在当今科技革新的浪潮下,智慧水利应运而生,它犹如一把钥匙,解锁水利行业的全新发展格局。其核心在于将物联网、大数据、人工智能等前沿技术深度融合。物联网好似敏锐的神经末梢,能够实时感知水利设施运行状况、水流变化等信息,让水利数据的获取更及时、全面;大数据则像一座庞大的知识宝库,对海量水利数据进行梳理、分析,挖掘数据背后的规律;人工智能则扮演着智慧大脑的角色,基于数据和算法做出精准决策。泵闸站作为水利系统的关键节点,其标准化建设至关重要。依据系统工程原理,从规划设计的蓝图绘制,到建设施工的具体执行,再到长期运行维护的持续保障,全生命周期的每个阶段都被纳入规范化、科学化的管理轨道。智慧水利为泵闸站标准化建设提供了先进的技术工具,如智能监测设备、自动化控制程序等。而标准化建设反过来促使智慧水利理念在泵闸站建设中得以落地生根,让不同地域、不同规模的泵闸站在统一标准下协同运作,大幅提升建设质量与效率,推动水利行业向智能化、高效化大步迈进^[1]。

2 智慧水利泵闸站标准化建设规划

2.1 总体目标与原则

(1) 智慧水利泵闸站标准化建设,旨在打造功能全面、运行稳定、管理高效且绿色环保的现代化水利设施。功能完备,即要能精准调控水资源,高效防洪排

涝,稳定服务农田灌溉,满足区域多样水利需求。运行可靠,依赖精良设备选型与到位的日常维护,确保复杂工况下不停运,避免水利功能中断。管理高效,借助先进管理模式与信息技术,精简流程、提升决策速度、降低人力成本。绿色环保方面,着重在建设运行中保护生态,选用节能设备,减轻对周边环境的不良影响。(2) 建设中,先进性原则引领方向。引入物联网、大数据、人工智能等前沿技术,搭配先进泵机、智能闸门,赋予泵闸站持久竞争力。实用性原则是根本,建设紧扣实际水利需求,杜绝技术空转,每项技术与设备都要切实解决问题、产生效益。可扩展性原则着眼未来,建设初期合理规划系统架构,预留接口,方便后续软硬件升级,适应科技进步与业务拓展。安全性原则贯穿始终,设备运行设置多重防护防故障,数据传输用加密技术保安全,人员操作制定规范流程并加强培训,杜绝人为失误引发的安全隐患。

2.2 站址选择与布局规划

(1) 站址选择是泵闸站建设的关键开端,需全面考量诸多因素。地理信息上,借助GIS强大的空间分析能力,深入研究区域地形地貌。像地势低洼易积水处,设泵闸站利于防洪排涝;靠近水源且地形适宜的地方,取水输水更高效。GIS还能清晰呈现水系分布,助力确定最佳站址,实现与周边水系良好衔接。结合地质勘察数据,严谨评估场地稳定性。若站址在震带、滑坡易发区等复杂地质区域,要采取加固措施或重新选址,保障长期运行安全。(2) 布局规划依据泵闸站功能合理分区。设备区集中放置泵机、闸门、电气设备等,充分考虑设备关联与运行逻辑,如将水泵机组与配电室邻近布置,缩短电力传输线路,降低损耗,方便管理维护。管理区为工作人员提供办公休息空间,选在安静、交通便利处,便于人员进出与信息交流。交通区规划十分重要,设置合

理运输通道,确保大型设备运输和日常维护车辆通行顺畅,为设备安装、维修、更新创造便利。各区域通过科学的连接方式,如合理设置通道、规划管线布局,实现高效协同,提升站内整体运行效率^[2]。

2.3 建设规模确定

(1)建设规模关乎泵闸站能否精准适配区域水利需求,是复杂且关键的工作。流域水资源供需平衡分析是核心依据,通过构建水资源模型,模拟不同来水年份、季节的水资源供需状况。模型兼顾区域内工业、农业、居民生活等各类用水需求,以及自然降水、河流水量变化等供水因素。结合区域发展规划,预测未来用水需求增长,精准确定供水能力。(2)防洪排涝标准决定泵闸站在洪水期的作用。依据当地长期洪水频率分析结果,明确不同重现期洪水的洪峰流量、水位等参数。按相应防洪标准确定闸口尺寸,保证洪水来临时能及时泄洪,防止泛滥。精确计算泵站抽排流量,确保有足够排水能力,迅速排除区域积水,保障安全。在农田灌溉方面,确定灌溉泵站规模与扬程时,充分考虑农田种植类型、面积分布及灌溉定额差异,结合地形高差等因素,算出所需扬程,合理确定泵站规模,实现水资源在农田灌溉中的精准高效调配,促进农业稳定发展。

3 智慧水利泵闸站关键技术标准化

3.1 智能化监测技术

智能化监测技术是智慧水利泵闸站高效运行的基石。该技术通过部署各类高精度传感器,实现了对水位、流量、水质及关键设备运行状态等核心参数的实时、精准监测。在水位监测方面,雷达水位计以其毫米级的测量精度和无畏恶劣天气的特性,成为平原河网地区泵闸站水位监测的首选。多个雷达水位计协同作业,能够全面覆盖监测区域,为水资源科学调配和防洪减灾提供有力数据支撑。流量监测则依赖于电磁流量计,其基于法拉第电磁感应定律,能够准确测量导电液体的流量,具有测量精度高、量程广的优点。在大型灌溉泵站中,电磁流量计能够根据农田的实际需水量实时调控水泵,有效避免了水资源的浪费。同时,多参数水质传感器能够同时监测酸碱度、溶解氧等多项水质指标,确保生态与用水安全。在靠近工业区的泵闸站,这些传感器能够及时发现水质异常,为采取应急处理措施提供关键信息。为确保监测数据的准确性和可靠性,传感器的选型需兼顾精度、稳定性和抗干扰能力。监测数据通过先进的无线或有线网络传输至数据中心,经专业软件处理后,为泵闸站的智能化管理提供科学依据^[3]。

3.2 自动化控制技术

自动化控制技术作为智慧水利泵闸站的“智慧大脑”,实现了泵闸站的远程操作与智能控制,显著提升管理效率。统一控制逻辑标准是自动化控制的核心所在。它紧密结合实时监测数据与预设策略,对水泵启停、闸门开度进行精准自动调节。在防洪排涝场景中,一旦水位触及警戒值,系统迅速响应,依照预设逻辑自动启动泵站全力排水,有力抵御洪涝灾害。在灌溉季,系统依据农田墒情监测以及作物不同生长阶段的需水特性,自动调控灌溉流量与时间,实现精准灌溉,极大提高水资源利用效率。例如在某大型灌区,自动化控制系统依据土壤湿度传感器反馈数据,合理调整灌溉水泵运行时间与流量,不仅减少15%的灌溉用水量,还保障了农作物茁壮成长。标准化控制软件接口至关重要。鉴于智慧水利泵闸站常采用多厂家设备,统一接口可让不同品牌的水泵、闸门及控制系统无缝对接。像新建的泵闸站,A厂家水泵、B厂家闸门和C厂家控制系统遵循标准接口后,各设备通信顺畅,能在控制系统统一指挥下高效稳定运行,大大便利了系统集成与后续维护工作。远程操作规范明确权限、流程与应急措施。严格限定操作人员权限,不同级别人员操作权限各异,保障操作安全。详细规定操作步骤,从登录系统到下达指令各环节清晰规范,避免误操作。同时制定完善应急方案,当遭遇网络故障或设备异常,系统自动切换至本地控制并报警,操作人员可及时应急处理,确保设备运行不受影响。

3.3 通信与数据传输技术

在智慧水利泵闸站体系中,通信与数据传输技术的稳定与高效是确保整个系统顺畅运行的核心要素。面对泵闸站分布的多样性,通信网络的选择需综合考虑地理位置、数据传输量及实时性需求。在偏远或地形复杂的山区、农村,4G/5G无线通信以其覆盖广泛、部署灵活的优势,成为这些区域泵闸站数据传输的首选。例如,山区小型灌溉泵站通过4G模块,能够实时、稳定地将监测数据回传至远程数据中心,实现泵站状态的即时监控。而在城市或大型水利枢纽,由于数据传输量大且对实时性要求极高,光纤通信凭借其高速率、大带宽的特点,成为数据传输的理想选择。城市大型防洪排涝泵站通过光纤网络,不仅确保了设备运行数据的即时传输,还实现了高清视频监控的无缝对接,为管理人员提供了全方位的泵站监控视角。为确保数据传输的准确性和高效性,制定统一的数据传输协议标准至关重要。Modbus协议因其简单可靠,在水泵、闸门等设备数据传输中广泛应用;而OPC UA协议则以其出色的安全性和扩展性,成为视频监控、水质监测等多元化数据传输场景的优选。

此外,为保障数据安全,采用SSL/TLS等加密算法对数据进行加密处理,有效防范了数据在传输过程中的风险。同时,建立异地备份机制,每日将泵闸站运行数据备份至远离本地的数据中心,进一步增强了数据的安全性和可靠性,为智慧水利泵闸站的稳定运行提供了坚实的数据支撑^[4]。

3.4 智慧决策支持技术

智慧决策支持技术在智慧水利泵闸站中的应用,标志着水利管理向更加科学化、智能化的方向迈进。该技术依托于大数据分析人工智能算法,通过深度挖掘历史监测数据与运行数据,揭示了水流变化及设备运行的内在规律。以水位监测为例,智慧决策支持技术能够精准预测未来水位走势,为防洪排涝提供科学依据。通过对某地区多年水位数据的深入分析,发现汛期水位变化与上游来水、当地降雨等因素密切相关。这一发现使得决策者在面对洪涝灾害时,能够提前预判、迅速响应,有效降低灾害风险。在水泵故障预测方面,智慧决策支持技术同样表现出色。利用机器学习算法构建的水泵故障预测模型,能够实时监测设备数据,精准判断故障隐患,并及时发出预警。这一技术的应用,使得泵站能够在故障发生前及时采取措施,避免因设备突发故障而影响正常运行,大大提高了泵站的可靠性和稳定性。此外,智慧决策支持技术还广泛应用于水利调度决策中。通过将流域水资源模型与实时监测数据相结合,运用优化算法制定科学合理的调度方案。在干旱季节,能够综合考量各区域的灌溉需求以及水库的蓄水量,合理规划泵闸站的运行,实现水资源的优化配置。而在洪水期,则能够依据洪水预测数据及实时水位情况,科学调控闸门开度与泵站抽排流量,确保防洪安全的同时,尽可能减少洪水对周边区域的不利影响。

3.5 工程建设质量标准化

工程材料与设备采购环节,严格把控质量。要求钢材、水泥等主要材料供应商提供检验报告,并现场抽检,通过拉伸试验等检测钢材强度等指标。泵机、闸门等设备按设计参数选型采购,到货后进行流量、扬程、启闭力等性能测试,确保质量合格。工程施工工艺方面,基础施工地质与设计选基础形式,严控开挖深度等;主体结构建设严格把控混凝土配合比、浇筑与振捣;设备安装按说明书精确安装调试,进行空载、负载试运行及启闭试验。建立全过程质量控制体系,施工准备阶段技术交底、检验材料;施工中加强工序检查,隐蔽工程验收合格后隐蔽;竣工阶段全面验收工程外观、结构、设备性能等,确保工程质量达设计标准,为泵闸站长时间稳定运行筑牢根基。

结语

智慧水利泵闸站标准化建设是水利领域的重要创新实践。从基础理论到关键技术,各环节紧密相连。标准化建设让泵闸站功能更完备、运行更可靠。未来,应持续深化技术应用,完善建设标准,进一步提升泵闸站智能化水平,为保障水资源可持续利用、促进经济社会发展贡献更大力量,推动水利事业迈向新高度。

参考文献

- [1]唐潮,刘海洋,张宁.智慧水利在城市防洪工程上的应用[J].东北水利水电,2022,40(11):66-68.
- [2]蔡诸江,任庆海,蔡馨怡.基于河流智慧水环境管理调度系统打造幸福河[J].水利信息化,2021(05):84-87.
- [3]徐海林.浦东国际机场智慧水利综合管理方案[J].智能建筑,2021(10):18-22.
- [4]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,2020,51(S1):221-226.