

水厂泵站改造中的自动化应用

冯 艳

天津市华水自来水建设有限公司 天津 红桥区 300131

摘要: 传统泵站依赖人工操作,存在效率低、数据监测不全、故障响应滞后等问题,自动化改造十分必要。改造包括自动化控制系统架构、传感器与执行器选型、数据采集处理系统设计,以及泵站运行控制、远程监控与故障诊断等策略。实施时需科学规划项目步骤,做好人员培训和技术支持。改造后要建立评估与改进机制,通过量化评估和收集用户反馈持续优化。本文围绕水厂泵站自动化改造,提出从需求分析到持续改进的全流程方案。

关键词: 水厂泵站;自动化控制策略;自动化改造措施

引言: 水厂泵站作为供水系统的关键环节,其运行效率与稳定性直接影响供水质量与安全。传统泵站依赖人工操作,存在效率低、数据监测不全、故障响应滞后等问题,难以满足现代供水需求。自动化改造成为提升泵站运行水平的重要途径,通过引入先进的自动化技术,可实现泵站运行自动化监控与调度、精准控制与节能运行,增强应急处理能力。本文将深入分析水厂泵站现状与改造需求,探讨自动化技术在泵站改造中的应用、控制策略,以及改造实施步骤与保障措施。

1 水厂泵站现状与改造需求分析

1.1 传统泵站运行模式及存在的问题

传统泵站依赖人工操作的运行模式,需工作人员定时到现场进行设备启停、参数调节等操作,不仅耗费大量人力成本,还易因人为操作差异导致运行状态不稳定,整体工作效率处于较低水平。在数据监测方面,传统方式仅能覆盖少量关键参数,无法实现对泵站运行全流程数据的全面捕捉,且数据传输多依赖人工记录或滞后的传输手段,导致数据更新不及时,难以反映设备实时运行状态。故障响应与处理环节存在明显滞后,由于缺乏实时监测预警机制,设备故障往往在造成运行异常或停机后才被发现,后续排查、维修流程繁琐,进一步扩大了故障带来的影响。

1.2 自动化改造的必要性

自动化改造能有效提升泵站运行效率与稳定性,通过智能化控制系统实现设备自主运行与精准调节,减少人工干预带来的误差,保障供水环节的持续顺畅。在资源配置与能耗管理上,自动化系统可根据实际运行负荷动态调整设备运行状态,避免资源浪费,优化能耗结构,降低整体运行成本。自动化改造能增强应急处理与安全保障能力,通过实时监测与智能预警,提前发现潜在风险,快速启动应急响应机制,最大限度降低安全事故发

生概率,保障泵站运行安全与供水可靠性^[1]。

1.3 改造目标与预期效果

改造核心目标是实现泵站运行的自动化监控与调度,让设备按照预设程序与实时运行数据自主调整,无需人工实时干预,提升运行的精准性与高效性。通过改造提升数据采集、分析与决策支持能力,实现对泵站运行全参数、全流程的数据捕捉,经系统分析后为运维决策提供科学依据,减少决策的盲目性。改造可降低运维成本,减少人工投入与设备故障损耗,提升泵站运行的经济效益,为水厂的长期稳定发展提供保障。

2 自动化技术在泵站改造中的应用

2.1 自动化控制系统架构设计

自动化控制系统架构设计需以可靠性为核心,兼顾扩展性与协同性,满足泵站长期稳定运行与未来功能升级需求。分布式控制系统架构通过将整体控制任务合理分解至多个独立局部控制单元,每个单元专注于分管区域的设备监测、参数调节与状态反馈,各单元间通过网络实现实时信息交互与协同调度,既彻底规避了集中控制模式下单点故障可能引发的系统全面瘫痪风险,又能根据泵站实际运行规模的扩大或功能需求的增加,灵活增减控制模块,无需对整体架构进行大幅调整,适配不同阶段的运行需求。现场总线技术的应用构建了设备间高效通信的底层传输网络,实现控制单元、传感器、执行器等各类设备的无缝连接与数据互通,保障运行数据、控制指令在设备间传输的实时性与稳定性,避免信号延迟或丢失,确保控制指令精准快速下达至现场设备,显著提升系统响应效率^[2]。上位机与下位机通信协议的选择需综合考量传输速率、数据容量、设备兼容性、抗干扰能力,通过采用标准化通信协议,实现上位机对全系统运行状态的实时监控、数据汇总分析、控制指令下发,以及下位机对现场设备运行信号的精准采集、指令执行

与结果反馈,形成上下联动、层次分明、权责清晰的控制体系,保障泵站运行的精准性、高效性与可控性。

2.2 传感器与执行器选型与配置

传感器选型需紧密围绕泵站运行核心参数的监测需求,针对水位、流量、压力等关键指标,筛选具备高稳定性、强抗干扰能力、良好环境适应性及长期运行可靠性的产品,确保在潮湿、多尘、电压波动等复杂运行工况下,仍能持续、稳定输出准确的监测数据,为系统控制决策、设备状态评估、故障预判提供真实可靠的数据支撑。执行机构的配置以实现精准控制与节能运行为核心目标,电动阀门需具备动作灵敏、调节精度高、密封性能好、使用寿命长的特点,能够根据控制指令快速响应,精准调节介质流量、压力,满足不同运行工况下的调控需求;变频器则通过动态调节电机运行频率,使电机转速与实际运行负载相适配,避免电机长期处于额定转速运行造成的能源浪费,在保障设备运行稳定性的同时,有效降低能耗,延长电机及相关设备的使用寿命。传感器与执行器的冗余设计与故障隔离是提升系统容错能力、保障运行连续性的关键措施,对水位、压力等核心参数监测传感器及主泵控制、关键管路调节等重要执行机构采用冗余配置,即同一监测点或控制环节配置备用设备,确保单一设备出现故障时,备用设备能快速自动投入运行,维持基本监测与控制功能,避免系统停机。故障隔离机制通过合理的逻辑划分与信号隔离设计,在设备出现故障时快速定位故障部件及影响范围,阻止故障信号扩散至其他正常运行模块,减少故障对整体系统运行的干扰,降低维修排查难度与停机时间,保障泵站连续稳定运行。

2.3 数据采集与处理系统

数据采集与处理系统是自动化改造的核心支撑,需实现数据从采集到应用的全流程高效管控。数据采集频率与精度的设定需紧密贴合泵站运行控制与状态分析的实际需求,采集频率需满足实时监控与动态调节的响应要求,根据不同参数的变化特性合理设定采集间隔,确保及时捕捉参数波动趋势,避免因采集间隔过长导致关键运行信息遗漏,影响控制决策的及时性;精度标准需达到控制决策的量化要求,严格把控数据误差范围,减少因数据不准确对调节精度、状态判断准确性的影响,为系统优化运行、设备故障预判提供高质量的原始数据。数据预处理与滤波算法的应用旨在提升数据可用性,通过针对性的算法设计,有效剔除采集过程中因环境电磁干扰、设备运行波动、信号传输失真等因素产生的异常值与噪声信号,对原始数据进行平滑、规整、补全处理,剔除

无效信息,保留关键数据特征,形成符合分析与控制要求的标准化数据,为后续的深度数据分析、控制模型运算、运行趋势预测奠定坚实基础^[3]。数据存储与备份策略需兼顾安全性、可追溯性与可扩展性,采用稳定可靠的存储架构与介质,实现运行数据、控制指令记录、故障信息、设备参数等各类信息的长期安全留存,满足长期运行分析与历史数据追溯需求;建立多维度、多层次的备份机制,结合本地实时备份与异地定期备份的方式,同时配备数据恢复预案,防止数据因硬件故障、意外事故、人为操作失误等原因导致丢失或损坏,确保历史数据可随时完整调取,用于运行趋势分析、故障追溯复盘、优化策略制定,为泵站长期运行管理与持续改进提供全面的数据支撑。

3 自动化控制策略

3.1 泵站运行控制策略

泵站运行控制策略以保障供水稳定性与节能性为核心,恒压供水控制通过实时监测管网压力数据,动态调节泵组运行状态与输出功率,确保供水压力始终维持在预设合理范围,避免压力过高或过低导致的供水异常,保障用户端用水体验。分级调压与节能运行根据不同时段用水负荷变化,划分多个压力等级与运行模式,在用水低谷期自动降低运行压力、减少运行泵组数量,在用水高峰期提升压力、启动备用泵组,实现供需精准匹配,最大限度降低无效能耗。泵组轮换与均衡磨损策略通过自动化系统记录各泵组运行时长、负载情况等数据,按照预设逻辑自动调度泵组启停顺序,避免部分泵组长期高负荷运行而其他泵组闲置,使所有泵组运行时长与磨损程度保持均衡,延长泵组整体使用寿命,降低设备维修更换成本。

3.2 远程监控与故障诊断系统

远程监控与故障诊断系统是提升泵站运维效率的关键,远程监控平台构建实现对泵站运行状态的全方位远程掌控,整合各类传感器数据、设备运行参数与控制指令信息,以直观化形式呈现,支持运维人员在非现场环境下实时查看运行动态,无需频繁抵达现场巡查。故障特征提取与模式识别通过对运行数据的持续分析,捕捉设备异常运行时的特征信号,建立标准化故障特征库,实现对不同类型故障的精准识别与分类,避免故障误判导致的处理延误^[4]。预警机制与应急处理流程基于故障识别结果,提前发出分级预警信号,为运维人员预留充足处理时间,同时预设标准化应急处理流程,在故障发生时自动触发对应处置措施,快速隔离故障、恢复核心功能,最大限度降低故障对供水系统的影响,保障运行连续性。

4 自动化改造实施步骤与保障措施

4.1 改造项目规划与实施步骤

改造项目规划与实施需遵循科学有序的流程，确保改造质量与效果。需求分析与系统设计阶段，需全面梳理泵站现有运行状况、存在的问题及自动化改造目标，结合运行负荷、控制要求等核心要素，制定针对性的系统架构设计方案、功能模块划分及技术实现路径，为后续实施提供明确依据。设备选型与采购环节，根据系统设计方案，筛选符合技术标准、性能稳定、兼容性强的自动化设备，兼顾设备质量与成本效益，严格把控采购流程中的质量检验环节，确保设备满足改造需求。安装调试与系统集成阶段，按照预设方案规范安装传感器、执行器、控制器等设备，进行设备间的连接与调试，实现各模块的协同工作，解决集成过程中出现的兼容性、通信稳定性等问题。试运行与性能评估阶段，让系统在实际运行环境中持续运行，监测各项运行参数、控制精度、节能效果等指标，对比预设目标进行全面评估，发现并整改潜在问题，确保系统正式投用后稳定可靠。

4.2 人员培训与技术支持体系

人员培训与技术支持体系是保障自动化系统长期有效运行的关键。操作人员技能培训需围绕自动化控制系统的操作流程、界面功能、参数调节等核心内容开展，通过理论教学与实操演练相结合的方式，提升操作人员对系统的熟练掌握程度，确保能够准确完成日常运行监控、简单参数调整等工作。维护人员故障排除能力提升聚焦设备维护知识、常见故障识别与处理、系统检修流程等内容，培养维护人员的专业技能，使其能够快速定位并解决系统运行中出现的设备故障、通信异常等问题^[5]。建立完善的供应商技术支持与售后服务机制，确保在系统运行过程中遇到复杂技术难题时，能够获得及时的技术指导与支持，保障故障快速修复，减少系统停机时间，为泵站自动化运行提供持续保障。

4.3 改造后评估与持续改进机制

改造后评估与持续改进机制旨在不断优化自动化系统运行效果。改造效果量化评估指标需涵盖运行效率、能耗水平、设备故障率、运维成本等核心维度，通过数据对比分析，客观评价改造项目是否达到预设目标，明确改造带来的实际效益与存在的不足。用户反馈收集与处理流程需建立常态化渠道，广泛收集操作人员、维护人员及相关使用方的意见建议，及时整理分析反馈信息，识别系统运行中未被发现的问题与优化空间。基于评估结果与用户反馈，制定持续改进计划与迭代升级策略，针对系统存在的短板进行针对性优化，根据技术发展趋势与实际运行需求，适时对系统功能、设备性能进行升级改造，确保自动化系统始终保持良好的运行状态，持续为泵站高效稳定运行提供支撑。

结束语：水厂泵站自动化改造意义重大，通过分析现状与需求，应用自动化技术，制定控制策略，并遵循科学实施步骤与保障措施，可实现泵站自动化监控调度，提升运行效率与稳定性，降低运维成本。改造后完善的评估与改进机制，能持续优化系统运行。相信未来，自动化改造将为水厂泵站带来更高效、稳定、安全的运行模式，推动水厂长期稳定发展。

参考文献：

- [1]时小妮.基于自动化技术的水厂设备改造策略[J].水上安全,2024,(22):67-69.
- [2]杨雪,何幸.基于自动化技术的水厂设备改造[J].设备管理与维修,2023,(07):117-119.
- [3]房德进.自来水厂加压泵站自动化控制改造分析[J].今日自动化,2021(2):9-11.
- [4]程光伟.试论自来水厂加压泵站电气自动化控制技术改造[J].建筑工程技术与设计,2020(13):3543.
- [5]李军.自来水厂加压泵站电气自动化控制技术改造探讨[J].建筑工程技术与设计,2019(32):2262.