

水利泵站自动化控制系统应用探讨

纪勤¹ 唐茹¹ 李绍良² 徐士坤¹

1 江苏省江都水利工程管理处 2 国家电投工程公司（山东院）

DOI:10.32629/hwr.v10i1.6801

[摘要] 水利泵站作为水利工程的核心枢纽,其运行效率与稳定性直接影响水资源调配、防洪排涝等关键任务。自动化控制系统的应用,为泵站高效运维提供了技术支撑,推动传统泵站向智能化、精准化转型。本文从系统核心构成入手,剖析传感器、控制器等核心部件的功能作用,阐述系统关键运行功能,梳理安装调试、日常操作等应用要点,分析当前应用现存问题及优化方向,探讨未来发展趋势,为水利泵站自动化控制系统的合理应用与升级完善提供理论参考,助力水利工程整体效能提升。

[关键词] 水利泵站; 自动化控制系统; 核心构成; 应用要点; 发展趋势

中图分类号: TV675 文献标识码: A

Application of Automation Control System in Water Pump Station

Qin Ji¹ Ru Tang¹ Shaoliang Li² Shikun Xu¹

1 Jiangsu Jiangdu Water Conservancy Project Management Office

2 State Power Investment Corporation Engineering Company (Shandong Institute)

[Abstract] As the core hub of water conservancy projects, the operational efficiency and stability of water pump stations directly impact critical tasks such as water resource allocation, flood control, and drainage. The application of automated operation and control systems provides technical support for efficient pump station maintenance, driving the transformation of traditional pump stations toward intelligent and precise operations. This paper begins by analyzing the core components of the system, examining the functions of key parts such as sensors and controllers, elaborating on the system's critical operational functions, outlining key application points including installation, debugging, and daily operations, analyzing existing issues and optimization directions in current applications, and exploring future development trends. The study aims to provide theoretical references for the rational application and upgrading of automated control systems in water pump stations, thereby enhancing the overall efficiency of water conservancy projects.

[Key words] water pump station; automatic control system; core components; application points; development trends

引言

泵站的传统手动操作方式存在效率低、易出错等问题。随着智能化要求和计算机技术的不断进步,水利泵站的自动化运行与控制能够实现实时监测、远程控制和智能优化,提升工作效率与可靠性,因此在水利工程中的应用日趋广泛^[1]。水利泵站自动化控制系统有着精准检测、智能调控、高效协作这些主要优势,是解决传统难题、促使泵站向智能化方向转变的重要方法。本文围绕系统构成、功能、应用及发展展开探讨,为其科学应用与优化升级提供理论支撑。

1 水利泵站自动化控制系统核心构成

1.1 传感器与检测元件

传感器和检测元件是水利泵站自动化控制系统获取信息的

根基所在,它们主要负责把泵站运行时的物理量、化学量转换成可传送的电信号,从而给系统的调节决策赋予数据支持。其性能直接影响到系统的监测精准度和运行可靠性,所以要有能力适应泵站复杂的工况环境,而且还要具有抗干扰、耐腐蚀、稳定性好的特性。传感器包含很多种类型,液位、压力、流量、温度之类的都是常见的种类,它们会及时收集泵站进水池和出水池液位、管道压力、水流流量以及设备运行温度这些重要参数的情况^[2]。检测元件和传感器配合,确保所采集到的信号既准确又随时可用,防止因信号失真导致系统调节出错,从而为控制器提供可靠的指令依据。

1.2 控制器与执行机构

控制器处于自动化控制系统的核心地位,其职责在于接收

传感器传递的各种信号,并按照预先设定的程序与算法进行分析,进而产生对应的控制指令并发送至执行机构。控制器应当具有计算速度较快、抗干扰能力较强以及兼容范围较广这些特性,这样才能符合泵站众多设备和大量参数共同协作实施调节的需求,从而做到精确掌握泵站的运行情况。执行机构乃是控制器指令的实际执行主体,主要包含水泵、阀门、接触器之类的设备,依照控制器所发出的启动或者停止、调整之类的指令,来完成相应的动作,以此达成泵站输送水流、调节压力等关键功能。

1.3 通信传输模块

通信传输模块充当自动化控制系统各个部件协作的桥梁,承担起传感器、控制器、执行器以及上位机之间信号和数据传递的任务,维持系统信息流畅通无阻并做到随时可用。此模块要依照泵站的分布特征和运作需求来选定合适的传递方式与传送协议,保证在数据传送时不会出现遗漏、延误或者受到干扰的情况。当前存在的传输手段涵盖有线传输和无线传输两种,有线传输具有稳定性佳、传输速度较快的优点,而无线传输相对来说适合布局繁杂或者远距离的环境^[3]。通信传递模块应当具有较好的扩展性和适应性,以便满足系统日后更新换代以及增加设备容量的需求,而且还要具备故障自动检测的功能,从而尽快找出传递方面的故障,保障系统整体运行的连续性。

2 水利泵站自动化控制系统关键功能

2.1 运行参数监测功能

运行参数监测功能属于自动化控制系统的基础功能,依靠传感器和检测元件共同作用,随时采集、传送、显示泵站运行期间各个关键参数。此功能能够针对液位、压力、流量、温度、震动等主要参数展开全天候持续监测,打破人工监测的局限,提高监测的速度与准确度。系统会把收集起来的参数立即反馈至上位机,创建可视化的监测界面,使得运维人员可以直观了解泵站的运行情况^[4]。而且,系统还具有设置参数阈值的能力,一旦被监测的参数超出预先设定的界限,则立即发出警报信号,为运维人员调控行动提供指引,防止由于参数不正常而造成设备出现问题或者发生运行事故,从而保证泵站平稳运行。

2.2 设备自动控制功能

设备自动控制功能属于自动化控制系统的关键应用功能,它按照预先设定的程序以及随时检测到的参数来实现对泵站各种设备的智能启停、调节和协同控制。这个功能会遵照泵站的运行需求以及参数的变动情况,自动调整水泵开启的数量、阀门的开启程度等,从而做到对水流流量、管道压力精确的调节,以适应不同工作状态下运行的需求。依靠自动控制功能,可以减少人工干预,避免因人为造成的操作错误,加强设备运行的稳定性和一致性。而且,系统还具有联合控制的能力,一旦某个设备的运行状况出现改变,相关的设备就会自动做出相应的调整,这样就构建起一个闭环的控制系统,保证泵站整体运行的协调性,进而提高泵站的运行效率和能源利用效率。

2.3 故障报警与联动功能

故障报警及联动功能对于泵站安全运行来说十分关键,其可及早发现设备故障及系统异常状况,进而采取相应解决办法来减少故障带来的不良后果。系统持续剖析被监测参数并随时观察设备运行情况,这样就能立即判断出故障种类、具体位置及其严重程度,而且会通过声光报警或者上位机显示提示等形式告知负责维护的工作人员^[5]。此系统还具有故障联动处理能力,一旦出现故障就会自动执行事先制定好的应急方案,比如关停故障设备、启用备用设备以及关闭相应阀门等,从而阻止故障进一步扩散,确保泵站的主要功能得以保持。这项功能明显缩短了故障处理时间,提高了泵站运行时的稳定性和安全性。

3 水利泵站自动化控制系统应用要点

3.1 系统安装调试要点

系统的安装调试对于自动化控制系统的正常运行来说至关重要,需要按照科学规范的流程来执行,并重视各个环节的质量控制。在安装之前,要全面检查设备,确保设备的型号、性能符合设计要求,也要找出设备存在的破损、老化等问题。在安装时,按照泵站的布局情况以及设备自身的特征,精确确定传感器、执行机构等部件具体安装位置,保证安装稳固而且布局合理,防止因为安装失误而影响检测的准确性以及设备的运转状况^[6]。调试阶段需依次对各个模块的功能展开检查,查看信号传递是否通畅、控制指令是否准确、故障警示是否灵敏,还需优化系统参数设置,使系统运行更好地匹配泵站工况。只有经过调试并达到标准之后才能够正式投入使用。

3.2 日常运行操作规范

日常运行操作规范是自动化控制系统长期稳定运行的基础,需要形成完备的操作流程及经营制度。运维人员应了解系统结构与操作流程,依照规范执行开机、关机、参数调整等操作,防止因违规操作造成系统故障。定时检查系统运行状况,查看设备运行声音、温度是否正常,信号显示是否稳定,并及时清除设备表面灰尘与杂物,以保证设备散热及运行环境良好。还要做好运行记录,详尽记录系统运行参数、设备状态、操作内容等信息,为后续的故障查找、系统改良提供依据,使得系统运行过程可以追溯、可以管理。

3.3 系统适配性优化

系统适配性改良目的在于加强自动化控制系统的契合度,使其更好地适应泵站工况及运行需求,从而全面发挥系统效能。要依照泵站运行负荷的改变、工况调整等实际状况,定时对系统参数执行改良调整,保证系统调控精度和运行效率始终维持在理想水平^[7]。对于不同规模、布局、设备型号等存在差异的泵站而言,改良系统结构及其功能设置,防止由于系统与泵站不相适应而造成的效能损失。还要留意泵站设备的升级改造动态,并及时对自动化控制系统进行同步调整和升级,以确保系统与新增设备以及改造之后的工况相互协调,进而使系统不断符合泵站运行的需求,进一步改善整体的运维能力。

4 水利泵站自动化控制系统发展与完善

4.1 现存应用问题分析

当下,水利泵站自动化控制系统的应用存在不少问题,影响了系统效能的全面发挥。一些泵站自动化系统与既有设备适配不良,新旧设备之间的过渡不顺,造成系统调节精度打折扣,还引发运行故障。该系统抗干扰能力需加强,处于复杂工况环境时,会受电磁、湿度等因素影响,产生信号失真、运行不稳定等情况^[8]。而且,有些泵站的运维人员专业素质欠佳,对自动化系统的操作、守护以及故障检查的能力不强,无法立即解决系统运行期间的各种问题。系统数据的利用效率比较低,缺少有效的数据挖掘和分析体系,没有很好地发挥数据对于泵站运维改良的支撑功能。

4.2 技术优化改进方向

要想解决当前存在的应用问题,就要明确技术改良的方向,从而改善自动化控制系统的稳定性及其实用性。加强系统适配性的设计,采取标准化、模块化的系统架构,增强其与不同型号设备的适配能力,这样设备升级和系统扩充就会更为便捷。重视抗干扰技术的应用,改良电路设计,并采用屏蔽材料,以此来改善系统在复杂工况下的抗干扰能力,保证信号传递和运行的稳定。完备系统的数据处理功能,运用数据挖掘和分析技术,深入剖析采集到的运行数据,给泵站运维改良、故障判断给予数据支持。改良系统故障判断功能,使得故障识别既准确又快速,进而给故障处理提供更值得信赖的依据。

4.3 未来应用发展趋势

未来,水利泵站自动化控制系统的走向会朝着智能化、融合化、远程化方向去发展。人工智能、大数据技术同自动化控制系统深入融合,做到泵站运行状况的精确预测、智能调节并自主决定,极大缩减人工干预的需求量。系统自身的融合程度会得到进一步加强,达成自动化控制、数据检测、故障处理、运维守护等各项功能的综合统一,创建起全过程智能化的运维架构。远程控制技术也会持续完善,可以远距离即时观察和操控泵站,打破空间障碍,优化运维效率^[9]。而且,绿色节能观念会被纳入到系统规划当中,通过智能调节来改善能源消耗情况,促使泵站做到节能降耗的目的,有益于水利行业向着绿色可持续发展的方向发展。

5 结语

水利泵站自动化运行控制系统是水利工程迈向现代化的关键依靠,该系统在参数监测、智能调节、安全保障等方面具有优势,明显改善泵站运维的高效性和稳定性。文章针对系统的形成、主要功能、应用重点和发展趋势加以探讨,认清当下应用中的适配性、抗干扰等问题及其改进途径。伴随技术持续创新,自动化控制系统会朝着更为智能、集约化的方向发展^[10]。依照实际需求不断改良系统应用,才有可能完全发挥技术潜力,给水利行业的高质量、可持续发展筑牢保障。

【参考文献】

- [1] 敦建顺.水利泵站自动化运行与控制系统设计与优化[J].河北水利,2023,(10):47-48.
- [2] 尹磊磊.水利泵站运行中电气自动化系统运用研究[J].新疆钢铁,2025,(02):237-239.
- [3] 张丽.水利工程泵站节制闸自动化远程监控系统[J].自动化应用,2025,66(05):239-241.
- [4] 叶明娟.农业水利泵站调度自动化建设与运行管理探究[J].农业机械,2024,(07):106-108.
- [5] 孙大东,吴西.水利泵站计算机自动化及远程监控系统的应用[J].农机化研究,2024,46(04):207-210.
- [6] 江如春.大型水利泵站自动化控制智能化技术的发展现状[J].设备管理与维修,2022,(06):95-96.
- [7] 冯海军.水利泵站计算机自动化及远程监控系统的应用[J].农业科技与信息,2021,(13):121-122.
- [8] 冯海军.大型水利泵站自动化监控系统常见故障及处理[J].农业科技与信息,2021,(01):120-121+128.
- [9] 陈俊兴.泵站中电气自动化控制的应用探析[J].黑龙江水利科技,2021,49(11):164-166.
- [10] 罗俊尧.基于PLC技术的水利泵站自动化运行控制研究[J].中国高新科技,2022,(14):138-140.

作者简介:

纪勤(1997—),女,汉族,安徽亳州人,硕士研究生,助理工程师,泵站运行管理。