

Research and Construction of Cascade Pump Station Automation in Gansu Jingmei Energy Co., Ltd. Hydropower Management Branch

Xingzhi Yu Bin Chang Peilin Lan Linying Zhang

Gansu Jingmei Energy Co., Ltd. Hydropower Management Branch, Baiyin, Gansu, 730913, China

Abstract

With the continuous development of information technology and automation, the automation of cascade pumping stations has become an important research direction in the field of water supply engineering. The paper deeply explores the significance, key technologies, application status, and challenges faced by the automation construction of cascade pump stations in Gansu Jingmei Energy Hydropower Management Branch, and looks forward to its future development trends, aiming to provide theoretical references for further promoting the development of cascade pump station automation. Through some technical analysis, the economic benefits will also be reflected. For example, improving energy efficiency through precise control and optimization of operational strategies can reduce energy consumption, minimize energy waste, and thus save energy costs.

Keywords

cascade pumping station; self-control technology; integrated control management

甘肃靖煤能源有限公司水电管理分公司梯级泵站自动化的研究与建设

于兴志 常斌 兰沛林 张林英

甘肃靖煤能源有限公司水电管理分公司, 中国·甘肃 白银 730913

摘要

随着信息化及自动化技术的不断发展, 梯级泵站自动化已成为供水工程领域的重要研究方向。论文深入探讨了甘肃靖煤能源水电管理分公司梯级泵站自动化建设的意义、关键技术、应用现状以及面临的挑战, 并对其未来发展趋势进行了展望, 旨在为进一步推动梯级泵站自动化的发展提供理论参考。也通过一些技术分析, 将实现经济效益的体现。例如, 提高能源利用效率, 通过精准的控制和优化运行策略, 可以降低能耗, 减少能源浪费, 从而节省能源费用等。

关键词

梯级泵站; 自控技术; 管控一体化

1 引言

梯级泵站在水资源调配、防洪排涝等方面发挥着至关重要的作用。传统的泵站运行模式存在效率低下、人工操作烦琐等问题, 随着信息化及自动化技术的不断发展进步, 梯级泵站自动化技术已向着测量、控制、管理一体化方向发展。

2 梯级泵站自动化研究与建设的必要性

近年来, 靖煤能源公司不断加快矿井智能化、自动化和数字化建设进程, 远程集中监控和智能自动控制是煤矿“四化”建设的必然要求和最终结果。进行供水系统智能化

研究与建设的必要性和意义主要有以下几个方面:

①将现有供水系统进行升级改造, 提高科学技术和含量, 建设自动化、智能化供水供电系统, 智能自动控制是关键技术之一。梯级泵站自动化系统的研究与建设是在现有系统基础上的一种智能化改造的初步探索与研究, 是水电管理分公司实现供水供电系统智能化的必然历程。

②供水系统的智能化建设, 可以实现对突发事件及灾害源的更早发现, 对灾害事件的更快反应, 对相关单位的更好协同以及对应急事件的更科学处理, 通过智能系统应急体系的建设实现突发事件更及时的应对。

③梯级泵站自动化系统的建设是泵站自动化朝着测量、控制、管理的一体化方向发展的试验和摸索。现阶段, 新型的梯级泵站自动化监控系统, 不但可以实现不同泵站整体运行的工作调度模式, 还可以测量和实现泵站内所有机电设备

【作者简介】于兴志(1974-), 男, 中国甘肃靖远人, 本科, 工程师, 从事机电工程研究。

的工作管理问题。在凝聚了泵站的所有工作环节后,像是运行调配、设备管理、优化调度、采集信号、监控(远程)等,都可以进行统一化的管理模式。为了能够满足技术发展的新产品需求,新型泵站自动化需要不断地进行产品升级、功能完善。

推动泵站管理系统向自动化和智能化方向不断发展,从简单的数据监测向故障诊断、智能分析等深层次应用转变。因此,梯级泵站自动化系统的研究与建设是水电管理分公司供水供电系统智能化建设的必然趋势和必须历程,非常有必要进行系统的研究和建设^[1]。

3 梯级泵站自动化的关键技术

3.1 测量、控制、管理一体化

集 PLC、HMI、I/O 通信于一体的显触控一体化技术的不断成熟,使得梯级泵站自动化监控系统在能够测量、控制泵站内关键机电设备的同时,还能够以多泵站整体运行较优为目的进行调度优化,集成泵站工作各个环节,将信号采集、设备控制、远程监控、调度优化、运行管理进行一体化管理^[2]。

3.2 泵站终端控制系统的稳定性

泵站自动化控制的基础条件是根据液位、压力等信号来选择启停泵站内的相关设备运行。因此压力变送器、液位计及泵站终端控制系统设备的稳定性至关重要。因此设计、选择可靠稳定的泵站终端控制系统设备、检测元件、报警装置是保障系统稳定运行的关键。

3.3 自诊断功能的不断完善

新型的泵站自动化应不断完善自诊断功能,实现智能故障诊断和自愈控制。

BP 神经网络、模糊运算、频谱分析、状态检修、多信息融合等新技术应用于泵站故障诊断领域,提升泵站自动化的人机协作水平,推动泵站管理系统向自动化和智能化方向不断发展,从简单的数据监测向故障诊断、智能分析、专家会诊等深层次应用转变。

4 靖煤能源水电管理分公司梯级泵站自动化系统简介

靖煤能源水电管理分公司王家山供水系统由王一、王二、王三、王四及王 800 吨 5 座泵站组成,年供水量 180 万 m³。

系统采用开放式分布式控制系统结构,调度室服务器、现场操作员站及 PLC 站通过工业级以太网组成控制局域网。调度服务器安装西门子 WinCC 7.5 WEB Navigate 组态软件,各操作员通过 WEB 浏览器访问服务器,对现场设备进行监视和操作。

王系梯级泵站自动化系统改造功能描述:

①采用数字微机控制技术,自动化程度高,可实现恒压变量、多恒压变量和变压变量的多种控制方式。实现系统运行平稳、防护可靠,故障率低的运行控制。

②全系统微机智能控制,可靠实现多个水泵站一键启

停,各水泵站供水调配自动调节,保障供水系统各单元科学合理运行。

③根据用水量,实现水池水位自动补水,保障水池适度蓄水,根据梯级水泵站水量变化,顺序或智能控制各泵站设备运行,并自动调节设备运行状态。

④全系统智能控制、单水泵站控制、单台设备控制等多种控制方式,支持远程手动控制水泵和阀门,当系统出现异常时,可及时进行人工干预。

⑥根据分段电价的划分,自动选择最经济的系统运行方式,解决人工监控和操作各泵站多台设备无法同时兼顾的问题。

⑥全系统全过程水量智能控制,通过水流量、水泵机组电流、温度、管网压力等技术参数,自动对全系统故障进行判断,并根据系统配置有选择地进行切换水泵机组、关闭部分阀门从系统中切除故障部分保障供水等^[3]。

5 靖煤能源水电管理分公司梯级泵站自动化系统的创新点

靖煤能源水电管理分公司梯级泵站自动化系统的实施情况,具有一定的案例性。因为整个实施过程,不但在技术的选择上进行了重要筛选,而且同时考虑了技术的一个稳定性(网络型式和网络结构、系统配置和选择等等)。所有产品的选择,都基于产品行业内发展的高趋势,进行的具体产品选择,确保都是高配置的产品,从而减少一段时间后产品的更迭与替换。也能保护工程的一次性投资,并在相关方面取得了创新性重要成果。

5.1 监控软件可实现分布式数据库管理

靖煤能源水电管理分公司梯级泵站自动化系统具有高性能、多任务、多用户特点,支持多显示器图形解决方案。配套开发的实时监控软件,采用分布式数据库管理系统,具有强大的异地数据备份、灾难恢复功能和分布式操作控制功能,同时服务器上监控软件的 WEB 应用,使数据采集、处理和显示能随意地在网络上的任何地点同时进行,进而改进了系统的层次化和可靠性^[4]。

5.2 热备、冗余技术

为了确保关键环节的可靠性,采用热备、冗余设计以防止随机失效,主要涉及调度管理服务器、调度员/操作员工作站、控制电源等。所有调度管理服务器、调度员/操作员工作站均采用双机热备,一台设为主机,一台设为从机。监控软件通过不断地监测主、从机的工作状态来保证系统高可靠运行,当故障发生时,相应的备份单元瞬间即可完成自动切换^[5]。

AC220V、DC220V 双路冗余供电方式确保系统不因控制电源消失而失控。

热备、冗余技术在综合自动化系统中的应用,使关键

环节保证任务不中断,电源薄弱环节得以加固,安全环节得以多重保护,大大提高了系统的可靠性。

5.3 多级泵站的水锤防护技术

靖煤能源水电管理分公司梯级泵站工程具有自身的特点,即工程布置呈“刚性连接”、输水管道长、管道布置存在多处局部凸起或变坡等,因此极易在管线中发生“水柱分离及其再弥合”现象,将可能导致很大的水锤压力上升,对管线及水泵机组造成极大的损害^[6]。

5.4 基于 WINCC 7.5 WEB

基于 WINCC 7.5 WEB Navigate 的人机界面。WINCC 7.5 WEB Navigate 组态软件是基于 Web 的操作和监视,运行 Web Navigate 的客户机无需安装 WinCC 基本系统,通过局域网或互联网打开浏览器就可以 WinCC 项目进行操作和监视。通过 WINCC WEB Navigate 7.5 组态软件设计泵站综合自动化监控系统的监控界面,本地操作员和远程操作员打开浏览器就可对设备进行监视和操作^[7]。

通过对各种事故工况的水力过渡过程及水锤防范措施进行仿真计算分析,在各水泵进、出口设置具有快关和慢关功能的电动阀,使得管线中出现的最大水锤压力得到了良好的控制,提高了系统安全性。

6 WINCC 7.5 WEB Navigate 组态软件在梯级泵站系统应用的技术特点

本项目中,操作/调度人员众多,为了实现本地操作人员和远程操作人员实时对现场设备的监视和操作,上位机采用 WINCC 7.5 WEB Navigate 发布方式,通过浏览器就可以进行监控,不仅节约了人力物力,也增加了设备的使用寿命。

系统利用 WINCC 7.5 WEB Navigate 组态软件,完成了对梯级泵站自动化系统的可视监控。监控软件采用了标准化、模块化、系列化、开放型的设计思路,技术特点主要有三点:

第一,协调性。整个工作配合的过程,是需要一定的协作性的。尤其是操作员站和 PLC 工作站之间的工作关联,通常利用以太网来进行信息的传输,从而实现数据采集工作以及监控工作。

第二,流畅性。主监控软件的界面,主要是针对技术人员(控制),以及工艺技术人员还有现场的操作人员。不但能提高工作效率,而且实用性非常强,还能实现人机对话,这大大满足了日常工作需求。通过系统监控,可以关注整个生产状态,也可以进行具体工作量变化的调整设定等,功能非常强大。

第三,适应性、灵活性和可扩充性。硬件和软件采用标准化、模块化和开放式设计,采用积木式结构,具有灵活的画面显示和可扩充性。可适应不同的泵房生产过程的监控,如扩大供水系统生产规模,只需增加一些硬件,该软件只作少许变动而无需重新开发。

第四,在线性。本系统开发的上位软件,功能强大。不但可以实现在线实时监控,还可以对整体的工艺流程进行过程监控,从而实现对本岗位技术人员以及现场实际工作人员的工作关注和监督,还可以关注到设备的运行状态。关于如何确保和实现系统的安全性问题,也已得到解决。通过用户口令,高级工程师们可以登录和退出系统,而普通的操作员是没有权限退出系统的。

7 社会效益与生态效益

7.1 社会效益

提升供水可靠性:确保居民和企业用水稳定,减少停水对生活和生产的影响,提高生活质量和社会运转效率。

保障公共安全:稳定的供水对消防等公共安全保障有重要意义。

促进区域发展:可靠的供水为城市和区域经济发展提供有力支撑,吸引更多投资和人才。

7.2 生态效益

优化水资源调度:能更精确地控制水量分配,减少水资源浪费,提高水资源利用效率,有利于水资源的可持续利用。

降低能源消耗:通过节能运行模式减少不必要的能源消耗,间接减少能源生产带来的环境影响。

减少设备噪声污染:合理运行可降低泵站设备噪声对周边环境的干扰。

8 结语

甘肃靖煤能源有限公司水电管理分公司梯级泵站自动化应用是煤矿“四化”建设的必然要求和最终结果,尽管面临诸多挑战,但通过不断的技术创新和实践探索,其将在未来发挥更大的作用,为整个靖煤能源矿山的智能化、自动化和数字化建设做出重要贡献。

参考文献

- [1] 董雪旺,张林虎.梯级泵站综合自动化的架构与实践[J].科技与创新,2023(3):111-113.
- [2] 沈建荣.梯级泵站综合自动化系统研究与发展方向分析[J].科技与创新,2023(1):55-57+61.
- [3] 白志刚.梯级扬水泵站综合自动化的应用[J].中国科技投资,2021(34):111-113.
- [4] 汪鹏.基于粒子群优化算法的水利工程梯级泵站短期优化调度方法[J].科技创新与生产力,2024,45(7):65-67.
- [5] 侯慧敏,马海华,张永明,等.梯级泵站事故停机输水明渠水力过渡过程研究[J/OL].人民黄河,1-6[2024-08-21].
- [6] 赵斌.论某大型梯级泵站工程电气一次设计[J].现代建筑电气,2024,15(4):91-96.
- [7] 徐龙晨.基于优化调度的梯级泵站节能降耗策略浅析[J].南方农机,2024,55(8):53-56.