

智慧泵站一体化平台在水利工程中的应用研究

刘占威

塔里木河流域巴音郭楞管理局博斯腾湖管理处

DOI:10.12238/hwr.v7i6.4831

[摘要] 随着我国水利工程事业的快速发展,现阶段传统的水利工程管理方式已不再适应时代发展需求,以泵站的智能化与自动化为基础背景,并利用智慧泵站平台进行水利工程管理,使其处于一个良好的运行状态,不仅具备良好的调水功能,同时提供一些基础信息和泵站的运行诊断功能等,从而充分发挥泵站供水、抗旱和防洪等功能。现阶段一体化泵站的应用越来越广泛,但仍普遍采用人工例行检查巡视的方式,运行管理效率低、成本高。本文主要介绍了智慧泵站平台的应用背景、应用意义、平台框架及具体应用等方面,为其他具有相似管理需求的单位提供参考。

[关键词] 智慧泵站; 一体化; 水利工程; 应用

中图分类号: TV7 **文献标识码:** A

Research on the Application of Intelligent Pumping Station Integrated Platform in Water Conservancy Projects

Zhanwei Liu

Bosten Lake Management Office of Bayingolin Administration Bureau in the Tarim River Basin

[Abstract] With the rapid development of water conservancy projects in China, the traditional management methods of water conservancy projects at this stage are no longer suitable for the development needs of the times. Based on the intelligence and automation of pumping stations, and using the intelligent pumping station platform for water conservancy project management, it is in a good operating state, not only having good water diversion functions, but also providing some basic information and operation diagnosis functions of pumping stations, so as to give full play to the functions of water supply, drought resistance, and flood control of the pump station. At present, the application of integrated pumping stations is becoming more and more widespread, but the method of manual routine inspection is still widely used, resulting in low efficiency and high cost in operation and management. This article mainly introduces the application background, application significance, platform framework, and specific applications of the intelligent pumping station platform, providing reference for other units with similar management needs.

[Key words] intelligent pump station; integration; water conservancy projects; application

引言

水利工程系统必须通过有效的管理,才能发挥最大的社会效益,现有水资源管理方式已不能适应现代化复杂的水资源需求。基于泵站的自动化和智能化基础,利用智慧泵站系统平台进行水利工程泵站管理,不仅具备调水功能,还能提供区域水资源的容量、水质等信息和泵站运行诊断功能等,保证工程建筑和设备的完整、安全,处于良好的运行状态,以便充分发挥水资源调度能力,实现区域统一决策调度,更好地发挥防洪、抗旱、供水和环境保护等功效。它将影响和改变现有的水利管理理念,促使水资源管理精准化、精细化,推进水资源配置的进一步优化,缓解水资源供需矛盾。

1 智慧泵站平台的应用背景

我国水资源丰富,但人均占有量少,且水患较多,同时人们节水意识淡薄,浪费严重,随着经济的发展和水资源开发活动增多,水资源保护压力越来越大,提高水资源的使用效率迫在眉睫。我国目前已经有相当规模的水利工程设施,因此需要有效开展水资源科学管理,进一步优化配置水资源。新时代背景下,水利工程管理越来越迫切需要大众参与,进行精细化的社会管理,实现公开透明和科学化的决策,这就要求获得水资源分布的实时数据和预测数据,即数据平台的支持。智慧泵站平台作为这样的数据平台,为泵站配备传感器、网络设备、摄像头等,将人与人、人与物、物与物之间相互联系起来,构建成一个物联网。各

泵站及各级监控或(服务)中心、服务工程师、手机APP等均通过云端与系统连接进行数据交换,实现关键参数检测,同时利用大数据云计算等技术,获得可靠的分析数据和场景预测,接收异常预警及故障诊断,实时获取综合调度和智能控制流量等参数。

2 一体化泵站智慧运管系统构建

基于一体化泵站的运营管理需求,通过引入工业互联网技术,开发出一套智慧云服务平台,构建适合于一体化泵站的智慧运管系统,旨在实现一体化泵站智能化监测、智能化控制、智能化化管理。

2.1 系统架构与组成

根据工业互联网的体系结构,智慧云服务平台分为边缘层、IaaS层(基础设施层)、PaaS层(基础框架与平台层)和SaaS层(应用程序层)。

①边缘层。主要由各类监测仪表、可编程逻辑控制器(PLC)、远程数据终端(RTU)和专用4G智能网关构成,可实现对现场设备和仪表的数据采集,是智慧运管系统的基础。每台一体化泵站配置独立的PLC,利用PLC的I/O模块,采集仪表实时数据和设备运行状态信息。仪表数据包括压差液位计的液位信号、管道压力表的压力信号等,设备运行状态信息包括水泵、格栅的电压、电流信号。4G智能网关兼容大部分主流的工业通信协议,能保证实现数据的准确、实时采集。此外,该层级还具备边缘计算的能力,可实现原始数据的现场处理整合,从而减轻云服务器的运算压力,同时也降低网络通信延时、中断带来的风险。

②IaaS层。主要利用云服务器实现数据存储和计算功能。边缘层采集的各站点监测数据,通过运营商的物联网专用网络,上传至云服务器进行计算和储存。智慧云服务平台采用阿里云提供的云服务器,可提供7×24h的不间断服务。

③PaaS层。提供开发和分发应用的解决方案,如操作系统和平台管理软件。智慧云服务平台采用NF_Client平台管理软件。

④SaaS层。智慧运管系统的最上层,主要提供场景应用型方案,如将数据及组态界面通过手机App、网页Web等进行展示和发布。云组态软件NF_View从云服务器获取数据并进行展示,能实现百万级的数据并发、秒级的数据实时变化、7×24h的不间断运行。

2.2 系统应用特色

①运行稳定可靠。云计算中心分公有云、私有云和混合云。智慧云服务平台部署在公有云——阿里云上,实时监测数据上传至云服务器实现数据发布,相对于传统组态软件方案(即将服务器部署在公司机房,实时监测数据上传至数据服务器,并通过网页服务器实现数据发布),这种架构不会受到服务器的物理存储容量、网络带宽等限制,且阿里云可提供云服务器的供电和网络安全,最大程度保证平台的安全稳定可靠运行。

②多通道并行接入。通过硬件和软件优化,平台拥有多通道并行接入能力,可同时实现上百个站点、泵站的实时数据在线监控,且可以多账户并发访问数据和管理。

③定制化服务。根据不同用户的应用需求,平台业务功能可采用定制化设计,也可根据情况分批分期部署所需要的应用体系。

④平台兼容性。新建泵站,可在设计阶段配置4G智能网关,将数据接入平台;已建泵站,可通过智能化

改造,增加4G智能网关来实现。此外,平台还可兼容其他任何具备标准工业通信协议的泵站,实现统一集中管理。

3 智慧泵站一体化平台在水利工程中的应用

3.1 数据分析与应用

①数据可视化展示与分析。通过平台统计中心的报表管理界面和设备中心的设备监控界面可查看每台泵站的历史运行数据报表和曲线图,通过曲线图可以直观地看到每个泵站的运行情况并进行相应的分析。如通过液位曲线图,可判断某个泵站所接纳的区域排水是否规律,若出现不规律现象,是否与雨季、周边环境(如学校等)、泵站运行故障有关。同时,根据不同用户的需要,平台可定期对积累的数据进行分析并形成泵站运行状态报告和健康状态评价报告。

②建模分析与运管决策。通过对多组数据进行建模分析,总结出区域排水规律,用于指导和制定运管决策,如优化水泵启停液位、水泵运行数量等;同时,根据该规律,创建适合不同季节特征或者特殊天气下(如暴雨模式)的运行模式,并设置触发运行模式切换的工况参数,结合实际情况进行必要的综合调度,如暴雨天气时对某河涌进行提前排水,防止内涝灾害等。

③风险预警。根据每个泵站的运行维保记录,可对泵站内部的设备和仪表进行健康状态评价。如某泵站的某台水泵频繁出现故障,那么与其相同型号、运行条件类似的水泵也很可能会出现此类故障,基于此风险预警,管理人员可提前做好维保准备,以免泵站停运时间较长而影响区域排水。

④提供设备选型和程序优化依据。在大规模推广应用、积累大量数据的基础上逐步完善项目信息数据库,并进行大数据分析,为后续设备选型和程序优化提供参考依据。例如,某泵站位于高档小区围墙边,离居民楼不远。由于小区晚上非常安静,水泵在夜间启停泵的声音虽说达到国家相关标准,但是对于敏感人群,影响还是较大。通过泵站的运行数据分析,选用静音效果较好的水泵,并且通过不同时间段的恒液位控制方式,保证了泵站的正常运行,减少夜间启停水泵的次数,甚至夜间不发生水泵启停,消除了噪声对居民的影响。

3.2 优化运行

泵站的经济运行和优化运行有利于节约能源、降低运行成本,有利于提高泵站运行效率与经济效益。优化运行的实现,首先可以基于监控系统历史数据对泵组实际运行特性曲线进行校正;其次,通过结合潮汐扬程变化、径流预报利用动态规划或智能算法求解泵站最优运行方案;最后,根据各泵站效率,对泵站群联合运行方案进行优化;同时利用在线监测等技术,实现泵站的预测性告警及维护。从简单的泵组特性曲线的插值计算实现理论效率的估算向结合监测数据利用人工智能技术实现泵组运行特性曲线的校正,进行实际效率再评估。还可结合峰谷电价、潮位变化对单站开机时段组合运行及单机最优运行工况给出指导意见并实现自调节。

3.3 智能诊断

智能诊断就是指对泵站内的各主要设备进行健康诊断分析,按照对象进行建模,将水泵机组的电流、功率、转速、温度等运

行监控数据和振动、摆度、噪声等状态监测数据以及检查数据按照智能存储策略进行存储,同时利用大数据算法对长期累积的水泵机组状态数据进行趋势分析、状态参数相关性分析、AI分析,机组的性能分析及故障分析,并结合水泵机组特点、故障频次、运行时长等进行风险评估,综合判断机组是否需要检修以及所需检修等级,为机组状态检修提供技术保障,向泵站管理者提供维护决策支持,提升机组合理安排检修,降低维修投入。

3.4 智能巡检

智能巡检是指通过利用巡检机器人、水下机器人、无人机、智能安全帽、便携智能巡检仪等设备进行巡检,并将检查数据传输至平台进行统一处理,智能巡检与智能诊断联动,主动推送设备维保时间节点信息,以便辅助运管人员及时进行设备试机、维修、更换的方案。机组开机运行时,利用智能巡检机器人进行智能巡查,取代了原先低效率、不精准、高耗时的人工巡查方式。极大程度地减少了人力的投入,使得工作的高效化,实现实时采集,分类分项统计,方便查看每小时、天、月的使用数据情况,为泵站运行数据汇总分析管理带来便利。

3.5 智能管理

智能管理包含工程精细化管理和智能运维管理两部分。工程精细化管理具体表现为实现工程全生命周期的基础信息维护、运行监管、项目管理、维修养护以及组织机构管理等,能提高工程管理效率,实时掌握工程信息,有效地规范日常管理活动。智能运维管理主要是实现对信息系统及现地监测设备等所有资源进行7*24小时全面监控,提供系统性能监控与分析、现地设备故障监控、运维台账、运维知识库等功能,帮助运维人员快速定位与解决故障,提升工作效率。针对泵站运行管理单位,开发运维指导知识库,运维人员可以贡献运维经验,挂靠登记与设备关联,当新职工操作时,可直接通过扫码或搜索关键字,按运维库指导意见自己处理问题,提高泵站的整体管理及解决问题的能力。

3.6 可视化展示

泵站智慧管控一体化平台基于BIM系统的可视化监控。三维场景的建立,在邓楼泵站枢纽建筑BIM模型的基础上,直接展现现场的布局及各工艺环节的三维状态;基于三维场景加载实时数据、状态,视频监控、以及组态监控;BIM上同步显示报警位置及报警信息,快速定位,排除故障。通过生产运行一张图,能够

直观展示整个泵站生产运行状态,用状态图表示各机组的瞬时流量、多机组的瞬时流量及单机组、多机组的累积流量;其中瞬时流量与调度流量进行曲线对比分析,显示当前总体能耗情况,点击可查看单台机组的能耗变化及总能耗变化曲线。在泵站开停机过程中,可跳出相关环节视频监控点。当开停机过程结束时,可回归最初视频画面,可对最初视频画面进行选择。实现设备与监控视频联动。对机组的水轮泵的运行状态进行动态模拟,能显示当前机组运行叶片角度、负荷状态、运行时间、转速、励磁电流电压、励磁运行状态(合分闸、增减励磁状态、耗电情况);能实时显示主变的合分闸状态、运行时间;站变的合分闸状态、温度及运行时间。其他的辅机、闸门、阀门的运行状态,水情变化状态,安全监测状态以及故障预警处理等等,都在一张图上展示,信息全面,反应迅速。

4 结束语

智慧泵站一体化平台的关键在于统一的数据平台和智能应用的开发,统一的数据平台为后续新系统的建设提供了统一标准的数据接口,智能应用的开发为泵站运行管理人员带来了技术决策支撑。本文针对平台的架构和6项智能应用的功能进行了讲述,充分说明了智慧泵站建设的道路还很长,智慧泵站是数字孪生水利工程建设的一部分,是水利工程管理单位数字化转型的关键。

参考文献

- [1]陈永君.无人值守泵站的自动化系统建设及维护[J].华东科技(学术版),2017,(9):137-138.
- [2]马平,刘丽君,张劲松,等.南水北调东线运行管理模式探讨[J].人民黄河,2008,30(11):16-17+68.
- [3]孟广清,赵孟博.南水北调解台泵站微机综合自动化应用若干问题探讨[J].中国农村水利水电,2010,(4):66-69.
- [4]郭仁忠,林浩嘉,贺彪,等.面向智慧城市的GIS框架[J].武汉大学学报(信息科学版),2020,45(12):1829-1835.
- [5]蒋亚东,石焱文.数字孪生技术在水利工程运行管理中的应用[J].科技通报,2019,35(11):5-9.
- [6]吕东芳,宋雷震.物联网在城市泵站排水系统中的应用[J].湖南理工学院学报:自然科学版,2013,26(3):49-52.
- [7]谢善斌,袁杰,侯金霞.智慧水务信息化系统建设与实践[J].给水排水,2018,44(4):134-140.