

# 城市排涝泵站远程集控智能化改造研究

孙 毅<sup>1</sup>, 邵知宇<sup>2\*</sup>, 束长宝<sup>2</sup>, 徐 进<sup>1</sup>, 丁卫星<sup>1</sup>, 房 飞<sup>1</sup>

(1. 南水北调江苏泵站技术有限公司, 江苏 扬州 225006; 2. 扬州大学 电气与能源动力工程学院, 江苏 扬州 225009)

**摘要:**针对城市排涝泵站系统现场运行设备老旧、站址分散偏远等问题,设计了面向城市排涝泵站的远程集控智能化改造方案,介绍设备智能化改造、远程集控网络搭建以及远程监控App开发等工作。以某排涝泵站为例,实现现场设备智能化运行、信息远程传输和集中展示及现场设备的远程控制功能,达到了运行和管理的“无人值守、远程值班”,旨在为中小型泵站的远程集控智能化运行提供借鉴。

**关键词:**远程集控; 智能化改造; 工业互联网; 智能运行

中图分类号:TV882.9

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2023)11-0060-0004

## Research on remote centralized control and intelligent transformation of urban drainage pumping station

SUN Yi<sup>1</sup>, SHAO Zhiyu<sup>2\*</sup>, SHU Changbao<sup>2</sup>, XU Jin<sup>1</sup>, DING Weixing<sup>1</sup>, FANG Fei<sup>1</sup>

(1. South-to-north Water Transfer Pumping Station Technology Co., Ltd., Yangzhou 225006, China;

2. College of Electrical, Energy and Power Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

**Abstract:** Aiming at the problems of old field operation equipment and scattered and remote site of urban drainage pumping station system, a remote centralized control intelligent transformation scheme for urban drainage pumping station is designed, and the intelligent transformation of equipment, remote centralized control network construction and remote monitoring application development are introduced. Taking a drainage pumping station as an example, the intelligent operation of field equipment, remote transmission and centralized display of information and remote control of field equipment are realized, and the operation and management of "unattended, remote duty" is achieved, aiming to provide reference for the remote centralized control and intelligent operation of small and medium-sized pumping stations.

**Key words:** remote centralized control; intelligent transformation; industrial internet; intelligent operation

## 1 概 述

随着物联网、云平台、大数据以及移动终端等技术的飞速发展,智慧水利已经成为水利现代化建

设的着力点和突破口。国内水电站、泵站等大型工程,已建有基于物联网、云平台等技术的智能水利平台,实现运行数据、视频图像的远程监测以及远程控制,初步实现了运行管理的数字化、网络化、智

收稿日期:2023-09-04

基金项目:江苏省水利科技项目(2019063);江苏省南水北调科技研发项目(JSNSBD202202);南水北调江苏泵站技术有限公司科技项目(SSY-BZ-2022-F-41)

作者简介:孙毅(1983—),男,高级工程师,硕士,主要从事水利机电设备安装与检修工作。E-mail:6530306@qq.com

通信作者:邵知宇(1992—),男,讲师,博士,研究方向为虚拟现实交互与工业互联网。E-mail:zhiyushao@yzu.edu.cn

能化。如房灵常等<sup>[1]</sup>运用智能传感、物联网、云计算、大数据等结合智能泵站的要求进行了技术探讨,为泵站现代化建设提供参考;唐鸿儒等<sup>[2]</sup>系统介绍了智能泵站系统的体系结构,总结了统一数据平台中的数据建模、异构系统的数据采集和整合、智能存储策略、数据共享发布4个部分要求,为泵站运行智能化改造提供参考。目前国内水电站、泵站等工程的发展已具有良好基础,初步形成了行业规范。

为顺应智慧水利的发展,提升所管理项目的信息化水平,南水北调江苏泵站技术有限公司已完成智能远程排水控制系统的开发,运用边缘控制器、手机 App、云平台、4G/5G 网络,实现闸站的远程监控以及无线网络摄像机视频图像传输,并在大修项目中进行日常应用。然而在工程实际应用和工程管理过程中,目前智慧水利平台仍存在2方面的问题:一是信息集中监测应用平台普遍采用有线专用网络组网,适用于交通便利、基础设施较为方便的大型泵站,并不适用于偏远的小型泵站或水闸,其需要完善基础设施工程,组网成本过高且工作量巨大;二是信息集中监测应用通常针对场景需求定向开发的平台,并不具有通用性,水源公司泵站闸门数量众多、地域分散,定向开发的运维平台在实现统一化管理方面可扩展性大为受限,且平台二次开发的人力物力成本昂贵。

为解决智慧水利平台运行管理中存在的上述问题,本研究提出了一套城市排涝泵站远程集控智能化改造方案。拟通过本研究,在泵站公司集控中心搭建工程运行信息集中监测应用平台,以公司管理的某科创园区内排水泵站为试点,实现城市排涝泵站远程集控智能化改造。

## 2 改造要求

### 2.1 现场条件

某科创园区内城市排涝泵站包括雨水泵站9座,共同负责园区内雨水积水的排涝工作。其中,试点城市排涝泵站包含有前池、蓄水池、4台排水泵及其现地电气控制系统和变电设备。园区雨水经集水管道汇集至前池后流入蓄水池,前水池墙壁有水位刻度尺,用于观察当前水位情况。现场需24 h专人值班,时刻观察前池水位情况,并根据天气情况和经验确定排水泵的启停以及同时工作的排水泵台数。现场电气控制设备仍需进行手动操作,电压、电流、功率、水位等信息未能实现实时上传和远程监控。设备的稳定运行和水位安全受工作经验、熟

练程度等人为因素影响,在遭遇恶劣天气情况下极易出现险情。排涝泵站所处位置偏远、基础设施不全、生活条件艰苦,不适合工作人员长期值守。此外,各排涝泵站分散分布,存在信息沟通不及时、不准确而引发险情的风险。这些因素极大降低了园区排涝泵站管理效率和运行水平,增加了人力、物力成本。因此,对现有泵站运行控制系统进行远程测控智能化改造,实现远程集控和智能运行势在必行。

### 2.2 技术要求

所选城市排涝泵站主要负责范围内雨水积水排涝,实行远程集控智能化改造的主要目标有:对原手动控制的水泵现地控制设备进行自动化改造,在保留现地手动控制的基础上,实现远程控制;实时采集和监测泵站运行环境参数、设备运行参数,对现场实时情况实现视频监控功能;搭建与集控中心的通信网络,在网页端和移动端开发泵站运行管理应用程序,实现远程监测与控制。

通过本项目的实施,经营管理层能以 App 与网页客户端等形式,实时、远程掌握项目现场的运行信息。一方面可提升各经营、管理项目的信息化程度,推动水利工程管理信息化、智慧化进程;另一方面,提升集控中心信息化水平、运行管理形象,丰富远程集控功能的多样性。通过应用平台,可以统筹公司管理项目与经营项目的值班工作,以减少项目现场运行人员配置,从而降低人工成本,提高项目运行管理效率。

## 3 改造方案

### 3.1 方案框架

根据南水北调智能泵站建设实施标准以及所选试点排涝泵站的现场情况,设计了面向城市排涝泵站的智能化改造方案,其架构如图1所示,主要为现地控制设备的智能化改造、远程监控平台部署与应用开发2个部分。其中,现地控制设备的智能化改造又包括参数采集以及智能控制2个部分工作。首先,要增加泵站运行各类参数的实时采集,实现泵站运行全方位感知;其次,要搭建现地数据传输网络拓扑,将各类数据统一传输存储,进一步实现水泵的智能化管理与控制。

远程监控平台的部署与应用开发主要工作包括在集控中心部署 supOS 工业互联网平台<sup>[3]</sup>,实现现场与集控中心数据的传输,并开发应用程序,模块化展示监测数据和控制操作设备。

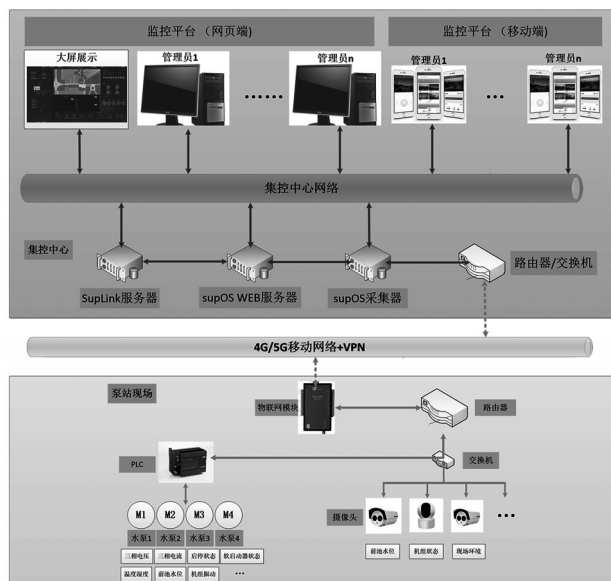


图1 面向城市排涝泵站的智能化改造方案框架

### 3.2 设计现地电气控制柜

现地控制改造要求是在原有排涝泵站的电气控制的基础上增加一套现地智能控制装置,实现对排涝泵站多台水泵机组的远程监控。内容包括增加远程智能测控装置、传感器,改造原有的电气控制柜等。增加电池储能,保证智能控制柜的供电,发生外部电源断电的情况下能够保证PLC、路由器的正常工作。同时,在外部动力电源恢复的情况下,为了确保安全,PLC需要重新初始化。

根据智能化改造要求,每台机组的所需采集的数据、状态和控制点如下:(1)开关量输入(DI):电源信号、软启动运行、软启动器故障、水泵故障、旁路接触器KM动作、电动阀开关状态、电动阀开关限位信号;(2)电气参数:三相电流、电压、功率、功率因数等电气参数(通过Modbus通讯);(3)开关量输出(DO):机组运行、软启动器启动停止、电动阀开关控制等等;(4)公共数据:两路进水池水位信号(AI模拟量输入),环境温度、湿度(通过Modbus通讯),遥控信号包括排气扇,照明灯等控制,视频监控设备。

### 3.3 实现远程集控

远程集控系统的改造主要有3个方面:(1)利用无线网络对需要接入的城市排涝泵站进行远程异地组网,实现现场环境、电气参数信息和视频监控信息的远程传输;(2)在集控中心搭建通用的工业互联网平台,可与接入的城市排涝泵站实现实时通信,且支持后续扩展;(3)在工业互联网平台(supOS系统)上进行工程运行信息集中监测应用平

台开发,实现网页端和移动端的现场运行信息实时显示。

根据改造要求,本项目引入了supOS工业互联网平台,并部署在泵站公司集控中心,通过搭建网络结构实现泵站的远程监控管理。supOS工业互联网平台是中国首个具有自主知识产权的工业操作系统,基于通用的工业互联网架构提供数据接口、模型管理平台以及开放的应用开发工具。图2是基于supOS工业互联网平台的工程运行信息集中监测系统网络结构图,整个系统由交互终端、supOS平台、通信层和现场层4个部分组成。交互终端直接面向操作管理人员,包括网页客户端以移动终端App,向泵站管理人员和操作者提供各类交互和服务;supOS平台部分布置在集控中心,支持各种常见采集设备的通信协议,负责通过网关路由设备远程实时读取现场采集的视频信息和设备运行电气参数信息并传输至服务器,supOS服务器一方面支持工业互联网平台的部署与应用程序的开发,另一方面通过VPN将应用信息发布至网页端和客户端,供管理人员使用;通信层实现视频采集和电气参数采集设备与集控中心采集器进行远程异地组网与通信;现场层实现状态监测,包括视频信息监测和电气参数运行参数监测。

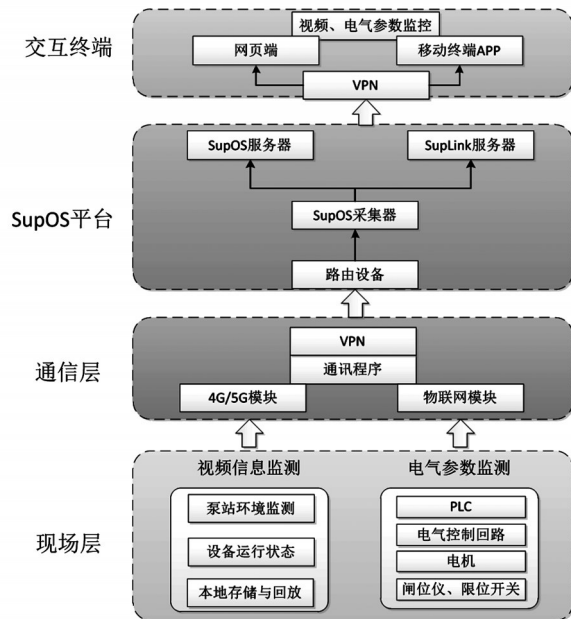


图2 基于supOS工业互联网平台的工程运行信息集中监测系统网络结构

## 4 改造结果

根据现场智能化改造的要求,增加了一套PLC



控制柜,通过安装各类传感器、搭建现场通讯网络,实现了前池水位的自动测量以及水泵和电磁阀电气参数的实时监测、远程控制。同时,搭建了以4G模块和无线专网为基础的传输平台,将现场数据实时传输至集控中心工业互联网平台<sup>[4]</sup>。

远程监控应用App是在工业互联网平台提供的开发工具基础上,根据现场实际需求,开发出的集数据展示、统计、远程控制等功能为一体的应用平台。主要功能有总貌展示、导航菜单、地图导览。设计了园区城市排涝泵站总貌界面,将泵站公司管理园区的9个雨水排涝泵站整体信息进行大屏展示,开发了导航菜单和地图导览,进行沉浸式交互。

泵站运行状态实时显示将当前泵站运行过程中的重要运行参数以及运行环境信息进行实时大屏展示。同时应用在界面上方设计了信息切换栏导航,方便管理值班人员实时切换查看各类信息的详细报表。远程监控应用App的数据报表功能是对运行状态实时显示功能的补充,前者更适用于大屏展示,而数据报表则可以让管理值班人员了解当前泵站运行时泵房和机组的各类详细信息。远程控制模块包括水泵机组控制以及泵房设施控制2个部分。水泵机组控制可通过Web或移动端交互界面,点击操作按钮实现水泵机组的远程启停。泵房设施的控制则是泵房照明、排气扇的开关控制。远程控制模块信息传输通过专用网络独立进行,避免其他干扰,实现泵站的远程值班、无人值守。

## 5 结 语

研究提出了一种城市排涝泵站远程集控智能化改造方案,并以某城市排涝泵站为例,改造并实现了基于工业互联网平台的城市排水泵站运行的远程集控。主要成果如下:

(1)现场设备的智能化信息监测。通过对现场原有老旧设备的智能化改造,实现了泵房运行环境

和水泵机组的智能化信息监测,实现了部分设备的自动启停和联动控制,改善了排水泵站运行条件,实现排水泵站的“智能运行和无人值守”。

(2)现场运行和管理的远程集控。通过搭建工业互联网平台网络架构和应用开发,实现整个系统运行状态的实时监测。开发了远程控制功能,可对水泵机组和泵房设施实现远程控制,从而实现了“无人值守和远程值班”。

(3)优化运行成本,减员提效。通过改造,实现了由24 h专人值守向远程值班和定期巡检的转变,原有值班人员由9人专人值守加管理室4人变为2人巡检加集控中心2人,大大缩减了泵站管理公司的运维成本,取得良好的经济效益。

城市排涝泵站远程集控智能化改造是一项兼具社会效益和经济效益的重要工作,涉及多学科、多领域专业知识的综合应用,同时也是一项繁琐复杂的工程。本项目以公司所管理的某科创园区内城市排涝泵站为例,在传统老旧排水泵站的智能化改造和优化运行的方案架构设计、网络平台搭建、现场施工以及远程集控的实现等方面进行探索,并取得了一定的成果。目前该泵站已经进行了无人值守、远程集控值班的试运行。本项目实施方案的相关经验,对其他中小型泵站的智能化改造和远程集控运行具有借鉴意义。

### 参考文献:

- [1] 房灵常,唐炜,陈金水. 智能泵站关键技术研究[J]. 中国农村水利水电,2020(12):73-76.
- [2] 唐鸿儒,赵林章,朱正伟,等. 智能泵站研究[J]. 中国农村水利水电,2022(8):128-131.
- [3] 樊锦川,黄蔚,冯宛露,等. 基于工业互联网操作系统的泵站一体化运维平台建设[J]. 江苏水利,2022(8):40-44.
- [4] 王飞,张峻瑞,叶鑫. 智慧化工园区系统的设计与建设展望[J]. 化工自动化及仪表,2023,50(3):365-370.
- [4] 张亮,屈刚,李慧星,等. 智能电网电力监控系统网络安全态势感知平台关键技术研究及应用[J]. 上海交通大学学报,2021,55(增刊2):103-109.
- [5] 李景奇,夏方坤,张伟建,等. 水利工控系统网络安全态势感知平台设计与应用[C]//2022年(第十届)中国水利信息化技术论坛论文集,2022:1-10.
- [6] 詹全忠,蔡阳. 水利关键信息基础设施保护的思考[J]. 水利信息化,2017(3):16-19,28.
- [7] 李程雄. 网络安全态势感知系统关键技术研究[J]. 电子技术与软件工程,2021(23):231-233.
- [8] 邹立刚,张新跃. 关键信息基础设施保护思考[J]. 网络空间安全,2020,11(12):44-48.
- [9] 杨旭,谢丰,任旭诚. 水利工程工业控制系统网络安全研究[J]. 水利信息化,2017(3):20-23.

(上接第54页)