

尾水导流工程信息化设计与实施方案

章熙柏

(南京市市政设计研究院有限责任公司, 江苏 南京 210008)

摘要:针对尾水导流工程信息化系统设计了自动化和智慧化的控制系统方案,通过自控系统、仪表检测系统、智慧化管控平台的实施,实现尾水导流工程的智能化运行管理。详细介绍了信息化系统的设计和实施方案,通过传输方案比选、仪表设置等,以满足工程的功能和使用要求。

关键词:尾水导流; 自控系统; 仪表; 智慧应用

中图分类号:TV222 文献标识码:B 文章编号:1007-7839(2021)03-0040-04

Informatization design and implementation scheme of tail water diversion project

ZHANG Xibai

(Nanjing Municipal Design and Research Institute Co., Ltd., Nanjing 210008, China)

Abstract: An automatic and intelligent control system was designed for the tail water diversion engineering information system. Through the implementation of automatic control system, instrument detection system and intelligent control platform, intelligent operation management of tail water diversion project was realized. The design and implementation plan of the information system are introduced in detail, through the comparison and selection of transmission plans, instrument settings, etc., to meet the function and use requirements of the project.

Key words: tailwater diversion; automatic control system; instrument; smart application

根据江苏省南水北调尾水导流工程建设及运行管理的调研结果,该工程存在水质不能持续稳定达标、工程存在环境风险等问题^[1]。为保障南水北调东线工程输水水质安全,江苏省宿迁市实施了南水北调宿迁市尾水导流工程。通过本工程建设,市域内城镇污水处理厂未被利用的尾水不再直接排放至南水北调输水河道,而是通过管道方式输送至新沂河北偏泓,最终汇入大海。根据前期研究,尾水导流总规模为28.6万m³/d。

目前该市已建成的污水处理厂分布在市域范围且相对分散,现状尾水排放通道为市域内各主要

河道,大部分河道与南水北调东线输水河道相连通,直接或间接影响南水北调东线输水水质安全,实施尾水导流工程有其必然性和紧迫性。同时本工程具有战线长、工期长、投资大、建设管理体制复杂、管理环节多、参建单位多等特点^[2],这也给本工程的实施带来了很大的困难。

为提高项目运行管理的信息化水平,工程中设计了仪表和自控系统,并在自动化基础上实施了智慧化管控平台。平台可基于地理信息系统,集数据采集与传输、实时监测、历史数据分析、视频监控、预警预报于一体,对工程现场的各种类型的监测数

收稿日期:2020-07-17

作者简介:章熙柏(1981—),男,高级工程师,硕士,主工从事水利、市政工程自控仪表设计工作。E-mail:438610134@qq.com

据和工况信息进行采集、分析和展示应用^[3]。

1 自控系统

自控系统是项目信息化的基础。尾水导流工程在每座泵站和压力释放井均设置1套PLC控制系统。整个自控系统采用集中管理、分散控制的模式。中控室设在其中1座泵站(1号尾水调度泵站),在中控室内设置3台服务器、2台监控计算机和1台工程师站,配液晶显示器和2台打印机。

数据库服务器用于存储数据库,为应用系统提供数据支撑;应用服务器用于布置应用支撑服务、版本控制与升级服务,客户端通过应用支撑服务获取所需功能,定制管理信息软件,系统软件可提供数据录入、处理、分析、辅助决策等服务功能;接收控制服务器用于接收监测站发送的实时监测信息,并按照数据标准和要求上报实时监测信息;两台监控计算机都安装有监控软件,同时工作,互为备用;工程师站计算机用以编程和维护PLC控制系统;中控室计算机上安装有监控软件,可监控各泵站运行的全过程,并可计算、统计、贮存各泵站的运行数据信息,绘制各种图幅曲线、打印报表、事故报警等。

各泵站PLC主要负责泵站工艺设备(水泵等)的数据采集和设备监控。采集的工艺参数包括泵房液位、流量、水泵出水管压力及水质参数(常规五参数、COD、 NH_4^+-N 、TP、TN等)。PLC控制系统根据泵房液位及其变化率控制水泵机组的开/停及运行台数,并根据每台泵累计运行时间控制水泵的轮循。

中控室计算机之间采用以太网进行通讯,各泵站的PLC站与中控室之间均通过单模光纤进行通讯。

1.1 信号传输方案比选

工程设计过程中对于采用什么样的信号传输方案是这个工程信息化的重点和难点。由于各个泵站的位置在市域范围内分布较为分散,串接起各个泵站的尾水管道上也设置了较多的压力变送器,无线传输方案似乎较为合适。但各泵站尾水是通过管道连接与混合,若在管道敷设时同步进行光纤的敷设,可大大降低有线传输方案的成本。因此本工程对有线和无线传输方案进行了比选。

(1)主要工作原理:光纤有线传输方案采用单模光纤传输信号,信号衰减低,色散低,适合远距离传输。无线传输一般采用4G或5G等移动网络传输信号,数据实时,较稳定,便于后期智慧管网系统扩展。

(2)测控系统供电:光纤有线传输和无线传输都可采用微功耗电源管理模式,使用锂电池供电,太阳能电板不间断充电。

(3)系统安装施工:采用光纤有线传输需单模光纤长度约67 km,光纤套管采用PE管DN60,其中沟埋61 km、牵引管6 km,需手孔井约560座,太阳能电板35个。采用无线传输需传输设备35套,太阳能电板35个。

(4)运行费用:光纤有线传输无信号传输费用。无线传输方案中若每个泵站按每分钟上传1张视频图片计,采用10M带宽,600元/月,0.72万元/年,则10座泵站总计流量费7.2万元/年(暂估价);若压力变送器按每个点500M/月,30元/月,360元/年,则35个点总计流量费1.26万元/年(暂估价)。

(5)可靠性:光纤有线传输方式信号传输稳定,是传统的传输方式。无线传输方式信号传输较稳定,是智慧管网低成本建设主要采用的信号传输方式。

(6)系统后期维护运行:光纤有线传输信号线路较繁杂,维护难度较大,但运行更稳定。无线传输移动通讯网络较稳定,系统有断点保护,后期维护较方便,运行也较稳定。

经过比选,并结合本工程实际情况,最终确定在有尾水管道敷设的各泵站之间采用有线传输方式。

1.2 系统拓扑结构

结合各泵站及压力监测点平面位置,以1号尾水调度泵站为中心,通过“树形-总线型”拓扑结构串接起各泵站及沿线管道压力监测点,拓扑结构图详见图1。

1.3 自控系统主要设备材料

根据工程自控系统的设计,配置主要设备包括但不限于表1所列设备。

2 仪表系统

尾水导流工程将污水处理厂的出水通过尾水提升泵站引至排放口,为确保污水处理厂尾水达标排放,在污水处理厂尾水提升泵站及调度泵站设置水质监测仪表。根据《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)规定及污染物排放总量控制要求,结合本工程环境影响报告书及江苏省环保厅对环境影响报告书的批复要求,本工程尾水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准。

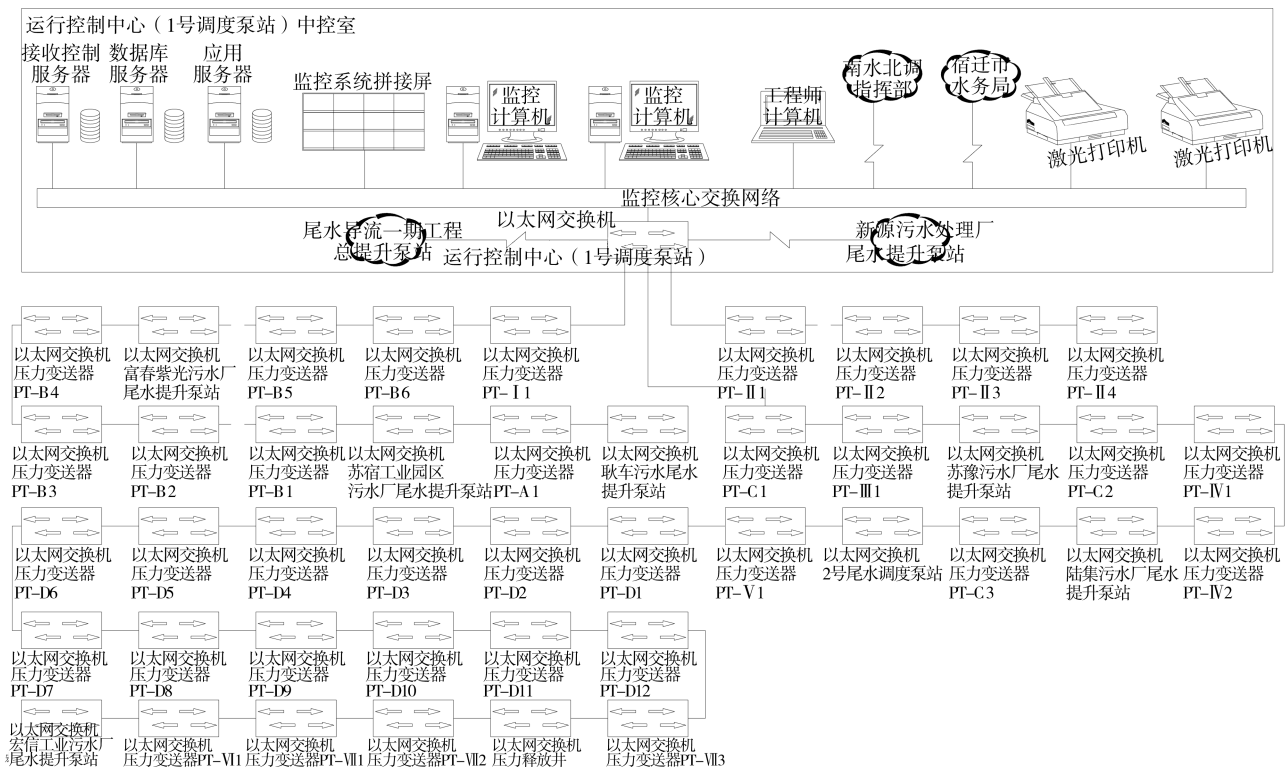


图 1 计算机监控系统拓扑图

表 1 自控系统主要设备材料

序号	设备名称	型号规格
1	PLC 现场控制站	—
2	UPS	3kVA 30min
3	工业以太网交换机	4 电口, 2 光口
4	一体化太阳能电源	含仪表箱和太阳能板
5	工业以太网交换机	16 电口, 8 光口
6	监控计算机	当前主流配置
7	办公计算机	当前主流配置
8	数据库服务器	当前主流配置
9	应用服务器	当前主流配置
10	接收控制服务器	当前主流配置
11	工程师站	当前主流配置
12	校时器	采用北斗卫星授时源

基本控制项目最高允许排放质量浓度(日均值)的一级 A 标准为:COD 50 mg/L、SS 10 mg/L、TN 15 mg/L、NH₄⁺-N^①5(8)(注:括号外数值为水温大于 12℃时的控制指标,括号内数值为水温小于或等于

12℃时的控制指标) mg/L、TP 0.5 mg/L、pH 值 6~9。

仪表是控制系统的眼睛和神经系统。为配合计算机控制系统,各仪表采用 4~20 mA 的标准信号或通讯接口送至各现场 PLC,再转送至监控中心上位计算机。

根据工艺要求,本工程设置的仪表包括:

(1)各泵站及压力释放井:超声波液位计、电磁流量计、压力变送器、COD 分析仪、NH₄⁺-N 分析仪、TP/TN 分析仪、常规五参数分析仪;

(2)管线:每隔 3 km 或压力汇入点前后设置压力变送器,由一体化太阳能电源供电,信号通过光纤传输至 1 号尾水调度泵站中控室,统一管理。

COD、NH₄⁺-N、TP/TN、常规五参数等水质在线监测仪表设于专用的仪表间内,仪表对温度和湿度要求较高,因此要求在仪表间设置空调。检测仪表应符合省、市环保部门的具体要求,所有仪表信号可远传至环保部门和本工程监控中心。仪表间内仪表通过与 PLC 连接,可实现仪表故障自动报警功能和异常值自动报警功能,定期自动清洗和自动校正功能,水质连续采样和管道自动清洗过滤功能,现场可显示测量参数和设备运行状态,现场数据可通过用户指令,将水质数据自动存贮,供上位机通讯及查询等。主要配置的仪表详见表 2。

表2 主要仪表清单

序号	设备名称	型号规格
1	超声波液位计	量程:0 ~ 5 m,输出:4 ~ 20 mA,电源:~220 V
2	浮球液位开关	无源触点,触电容:15 A/250 VAC,开关寿命:100万次
3	电磁流量计	输出:4 ~ 20 mA,电源:~220 V
4	常规五参数分析仪	输出:4 ~ 20 mA,电源:~220 V
5	COD分析仪	量程:0 ~ 100 mg/l,输出:4 ~ 20 mA,电源:~220 V
6	TP/TN分析仪	TP量程:0 ~ 1 mg/l,TN量程:0 ~ 30 mg/l,输出:4 ~ 20 mA,电源:~220 V
7	NH ₄ ⁺ -N分析仪	0 ~ 15 mg/l,输出:4 ~ 20 mA,电源:~220 V
8	压力变送器	量程:0 ~ 0.5 MPa,输出:4 ~ 20 mA,电源:24 VDC

3 智慧应用

智慧化管控平台是工程的大脑。本项目通过在智慧化管控平台基础上开发部署各类业务应用满足在调度中心即可实现全工程的统一调度控制和运维管理。

智慧应用涵盖了系统的全景监控、调度决策、工程管理、信息服务等各个方面。

(1)根据泵站主机组的工况、开机需求等,智能分析开机模式及开机步骤,实现主设备的一键启停。可集中远控变配电设备、水泵机组、闸门等关键设备,监视工艺流程。使用常用控制策略,包括PID控制、模糊控制、模型预测控制等,实现系统的自动闭环调节。

(2)对生产数据进行充分挖掘,利用数据建模,使用成熟完善的数据统计模型,对实时生产数据进行统计、报警和存储,解放现场运行值班工作。

利用大数据分析软件和策略,对历史数据进行分析和处理,实现运行维护工作所需生产报表自动生成,设备运行趋势自动分析,设备运行智能预警和预判,并采用电话、短信方式通知运行维护人员。

(3)对泵站的流量、功率等信息进行统计,综合分析泵站的运行效率。通过泵站效率在线评估,使水泵运行在最佳效率区间,节约运行费用。

(4)采集、分析并诊断泵站主设备状态数据,为

设备状态检修提供可靠的技术保障,提升泵站设备安全管理水平。包括设备对象建模、设备监测分析、设备状态评价、设备风险评估、故障识别与诊断等。

(5)泵站的经济运行对于节约能源、降低运行成本、提高经济效益具有十分重要的意义。主要通过结合监测数据,利用人工智能技术实现对泵组运行特性曲线的校正;结合污水处理厂排放预报、峰谷电价对年抽水方案、日抽水方案进行优化;结合泵组效率,对泵站串并联运行方案进行优化;根据泵组在线监测及故障诊断评估结果实现预见性检修。

(6)两票管理模块能够根据接收到的工程运行调度指令,按照相关规定自动提供可供选择的两票方案,并能够记录、跟踪调度指令的流转和执行过程,是在泵站运行管理中进行电气操作的书面依据。

(7)泵站移动巡检,包括制定巡检计划、室外北斗(或GPS)定位、人员考勤、室内NFC/二维码打卡、巡检事件上报、故障处理指导、关联设备档案等。

4 结 语

本文针对尾水导流工程设计了自动化和智慧化的系统架构及实施方案。尾水导流工程信息化监管系统的建设,能提升尾水导流项目运行维护能力^[4],极大减轻工程建成后管理人员的劳动强度。一体化管控平台为“无人值守、定期巡检”泵站的正常运行提供了技术基础,为工程量身定制的光纤传输方案将为系统建成后控制系统稳定的信号传输和实时响应控制夯实基础。同时项目的实施对于水利设施高效利用和管理的现代化水平将产生积极的促进作用,通过项目的实施和运行管理将会培养一批水利系统信息化管理人才和技术人才。工程建成后将为南水北调东线输水水质提供重要保障,具有较好的经济效益和社会效益。

参考文献:

[1] 胡玉露,孙付华.江苏省南水北调尾水导流工程运行管理研究[J].湖北农业科学,2018,57(23):173-176.

[2] 孙婧,郭晖.管理信息系统在南水北调中线干线工程中的应用[J].河南水利与南水北调,2014(7):38-39.

[3] 梁艳,谢凯,王永泉,等.徐州市尾水导流信息化监测平台的设计与应用研究[J].环境科学与管理,2016,41(11):146-149.

[4] 贾坤,孙中禹,王亦宁,等.南水北调徐州市尾水导流工程信息化监管系统的设计应用研究[J].环境科学与管理,2017,42(9):96-99.