

文献标识码: B 文章编号: 1003-0492 (2021) 09-066-04 中图分类号: TP277.2

# 基于PLC的分布式再生水泵站集中监控系统设计

Design of Centralized Monitoring System in Distribution Reclaimed Water Pump Station Based on PLC

★解存福, 刘杰, 杨超, 刘忠祥 (中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381)

**摘要:** 针对城市再生水泵站分布较为分散、自动化程度低、安防设备缺失的现状, 需设置一套完整的监控管理平台, 以实现再生水泵站的统一调度管理, 安全可靠运行。结合工程实例, 对再生水泵站自控系统、安防系统的布置及系统设计要点做了详细阐述, 希望为设计同行提供参考与借鉴。

**关键词:** 泵站; 自动控制系统; 安防系统; 无人值守

**Abstract:** Based on the characteristics of scattered distribution, low automation, and lack of security equipment in reclaimed water pumping station, it is necessary to set up a complete monitoring and management platform, to realize the unified scheduling management and reliable operation. Combined with engineering example, the equipment composition, layout principles and system design points of automatic control system and security system are introduced in detail, hoping to provide reference for the design peers.

**Key words:** Pump station; Automatic control system; Security system; Non-attended

## 1 引言

再生水泵站作为市政建设的重要基础设施, 在城市水资源规划中占有非常重要的地位, 是解决水资源短缺的最有效途径, 可以实现水资源的可持续利用。

邢台市现有再生水泵站布置较为分散, 部分建成时间较为久远, 自动化程度低, 仅有就地控制的常规控制方式; 大部分泵站的管理记录和统计都是手工操作, 需安排多组专人昼夜轮流值班, 不仅浪费了大量的人力资源, 而且也不利于信息化管理; 泵站控制和管理没有形成区域化的网络; 泵站安防设备缺失, 显然无法适应国

家对减员增效、节约成本、安全优质运行的目标要求。

因此, 有计划、有步骤地对邢台市再生水泵站进行自动化改造, 逐步将全市泵站纳入统一调度管理, 对于提高全市再生水设施的管理水平、减员增效、节约运行和维护成本、科学合理地进行综合调度、实现系统的经济运行和有效利用各种资源意义重大。

## 2 总体方案设计

针对各泵站分布较为分散、自动化程度低的现状特点, 本次工程以邢台中水公司管辖的三座泵站为试点进行自动化升级改造, 设计内容包括: 自动控制系统、仪表检测系统、通讯系统、安防系统等。设计中遵循开放性、可靠性、先进性、实用性、经济性的原则。

自控系统采用“集中监控、管理, 分散控制”的集散型系统<sup>[1-2]</sup>。整个自控系统分为三个层次, 即信息管理层、现场控制层和设备层, 由调度中心管理监控系统和现场控制站 (PLC) 组成实时工业控制网。如中控室监控计算机故障, 各现场控制站仍能独立和稳定工作, 则从根本上提高了系统的可靠性。同时, 采用以PLC为主构成的集散型系统有较高的性能价格比。

控制层PLC和设备层之间通过标准总线进行数据通信; 二污再生水泵站及旭阳再生水泵站控制层PLC通过租用电信公司的VPN网络与调度中心控制系统进行数据交换, 同时将GPRS/CDMA通讯作为与调度中心控制系统交换数据的备用通讯方式; 管理层各节点通过交

交换机构成星型以太网。

总体方案网络拓扑图如图1所示。

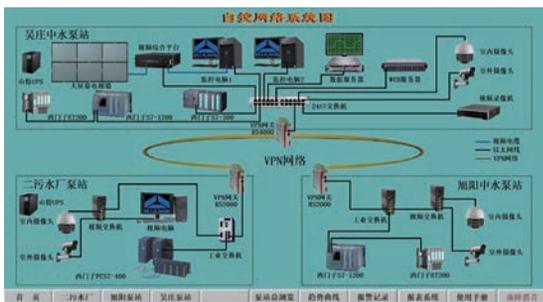


图1 自控网络拓扑图

### 3 自动控制系统的设计

本工程自控系统分为三个层次，即管理层、控制层和设备层<sup>[3]</sup>。

信息管理层：由中央监控管理计算机、工业以太网交换机等监控操作设备及局域网组成。

控制层：由现场控制站（PLC）组成。

设备层：由现场运行设备、检测仪表、高低压电气柜上智能单元、专用工艺设备附带的智能控制器以及现场总线网络等组成。

#### 3.1 管理层中央监控站

中央监控站设置在吴庄再生水泵站中控室，由两台中央监控计算机、一台数据服务器、一台Web数据服务器、一台通讯服务器及防火墙、投影屏、打印机、UPS等构成，作为整个工程的总控制中心。

在中央控制室设置两套中央监控计算机，它主要完成对二污泵站、旭阳泵站、吴庄泵站及输水管网的管理、调度、集中操作、监视、系统功能组态、控制参数在线修改和设置、记录、报表生成及打印、故障报警及打印等功能。通过彩色显示器可直观地显示各泵站工艺流程段的实时工况、各工艺参数的趋势画面，使操作人员及时掌握工程运行情况<sup>[4]</sup>。两套计算机互为热备。监控软件包括组态软件、数据库软件、操作系统软件和Web发布软件。

中控室设置了一台Web数据服务器，利用Web功能将监控组态画面进行发布，从而使管理层的计算机在不需额外安装软件的情况下，使用浏览器即可查看到泵站现场运行的画面，使用数据的监视、报警查看、报表查询等功能，并在相应权限下进行操作。

在中央控制室设置投影屏用于显示整个工程各工艺流程段的实时工况，它由6台55英寸LCD拼接成2×3大屏幕投影系统，如图2所示。



图2 工艺流程及监控投影画面

#### 3.2 控制层现场控制站（PLC）

现场控制站采用可编程控制器。根据工艺流程，本工程每座泵站均设置一套现场控制站，其主要任务：一是采集变电站的电量信号及电机的电流、功率信号，工作状态信号；二是采集泵站调蓄池液位、出水总管流量、压力等仪表信号；三是控制水泵的运行和变频；四是采集水泵温度、震动状态信号；五是对泵房内排水泵、风机、照明灯具、温湿度仪等设备的信号进行采集与控制。

变频调速泵的控制主要根据供水流量的要求，通过出水总管压力进行调节，并在实际运行中，积累经验和数据，进行反复地修正，尽量达到较为理想的控制。变频器通过通讯接口，接收控制系统的控制信号，反馈变频器的转速、工作状态等信号。

各现场控制站设置触摸屏，用于控制范围内工艺流程的动态显示和现场控制及操作。所有现场控制站按照现场无人值守，运行人员定期巡检的要求进行设置。

#### 3.3 自控系统的功能

##### (1) 监视与控制

本工程中的设备控制分为手动和自控两种方式。在自控模式下有三种实现方式，即现场控制、集中控制和自动控制。现场控制通过现场PLC终端的操作面板（如HMI）实现对设备的独立键控；集中控制是由中央控制室监控主机完成对各泵站所有工艺、电气设备的控制；自动控制是自控系统根据各种工艺参数检测值和状态，控制设备按照预定控制程序自动运行。三种控制方式可在现场PLC终端操作面板和中控室监控主机上根据不同的优先级进行转换，以满足实际工作中调试、检修和自动运行的需要。各控制设备之间相对独立运行。现场控制PLC站、设备控制单元出现故障时将自动退出，同时声光报警，并通知上位机，不影响系统正常运行。

设备监视控制画面如图3所示。



图3 设备监视控制画面

### (2) 报警及事故处理

报警信号在现场控制站PLC中储存，由中央控制站监控计算机周期性读出。在设备及工艺过程中发生故障时发出警报，显示故障点和故障状态，按照报警等级作出相关反应，记录故障的信息，报警信息查询画面如图4所示。

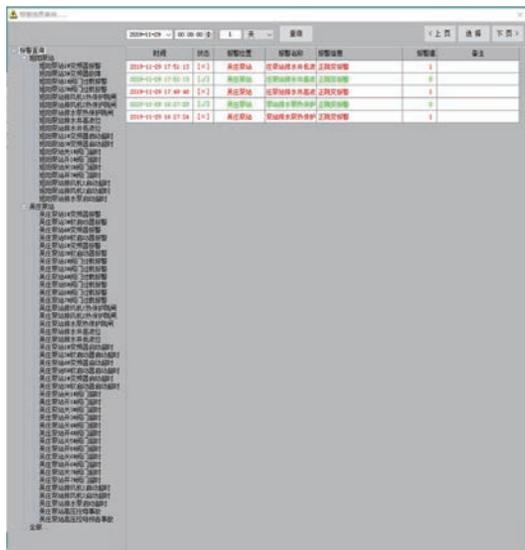


图4 报警信息查询画面

### (3) 数据存储及报表生成

数据服务器实时接收现场采集的各类数据（工艺流程参数、配电系统电气参数、设备运行状态和报警信号等），具有定时巡测、随机点测、分组监测等功能，根据系统需要建立各类实时数据库和历史数据库，为网络上其它节点提供相应权限级别的数据服务，并具有定时数据备份和支持多种快速数据分类、查询、检索等功能。

系统接收各现场PLC站提供的带时标的的数据，并储存于服务器硬盘中，系统能够按照预先定义的格式自动生成各类的报表，报表数据的收集可按照用户定义的时间间隔自动进行，并可随时调用、查询和打印报表。

### (4) 图形、表格和文字显示

上位监控系统具有工艺控制显示功能，在监控中心的操作员站显示器上动态显示泵站各工艺流程、各设备运行工况、高低压配电系统实时工况，操作员站具有良好的人机界面，根据网络服务器（包括网络数据服务器、网络视频服务器和网络综合服务器）实时采集处理的视频画面和数据，实现对各泵站PLC站的监控，操作站连接大屏幕，可将操作员站各种监控画面在大屏幕显示。

通过网络视频服务器接收各泵站工段视频监视画面，直观掌握现场设备运行情况，现场画面应能在相应工段的工艺流程监控图上以弹出视窗或全屏形式实时调用显示。

通过网络数据服务器采集和处理的信息，及时了解各泵站的现场运行情况；通过人机对话方式，实现对现场设备的远程控制调节、工艺检测控制参数的设定、异常状态的报警和处理等功能；同时动态显示各泵站工艺流程、监控画面、工艺及电气设备运行参数图表，绘制各种参数运行曲线，做出趋势分析，监视和评判系统的控制与运行状态，供技术人员分析比较，以便确定最佳运行方案。泵站数据曲线主画面如图5所示。



图5 泵站数据曲线主画面

## 4 仪表系统设计

配合计算机自控系统，在各泵站工艺段设置与工艺流程相适应的仪表检测系统，各仪表的标准电流信号送至各现场PLC，再转送至中央控制室监控计算机和大屏幕上。仪表选用带现场显示变送器的智能化仪表。

泵站配置仪表类型有液位计、流量计、压力计、水质分析仪等。由于这些仪表的优劣直接影响到计算机控制系统的可靠性，所以本工程中的自动化仪表均选用国内外先进的、成熟的产品，以使自控系统有良好的保证。

考虑到仪表需定期检查和清洗，所以尽可能选用带自清洗、自诊断功能，校正功能，信号保护功能及故障报警功能，不断流拆卸和维护周期较长的仪表。

各泵站应根据现场实际情况确认仪表的实际安装位置,以满足仪表的使用要求。

## 5 安防系统设计

安防系统包含三大部分:视频监控系统、出入口控制系统、离线式电子巡查系统。

### 5.1 视频监控系统

在各再生水泵站设置一套视频监控系统,用于监视各机械设备、电气设备的运行情况,监视泵站周边安全。

视频监控系统由位于中控室的电视监控系统控制中心和监控点前端(摄像机)组成。实现重要设备及现场的监控和现场视频信息的采集,泵站安全防范监控报警,使管理人员及时直观了解现场设备运行情况,发现问题,排除故障,保证生产的正常进行,为实现生产现场的无人值班创造良好的条件。视频监控系统具有网络功能,通过网络可实现视频资源共享、远程控制和报警联动等功能。

视频监控系统前端摄像机要求配置拾音器及广播功能,当有非法入侵或者其它监测系统报警状况时,系统可自动向现场发起呼叫或自动播放事先录好的语音,远程开启泵房内照明设备,吓阻入侵者。

### 5.2 出入口门禁系统

在再生水泵站的人员出入口设置出入口门禁控制系统,门禁控制系统应具有对非正常开启、出入口长时间未关闭、通讯中断、设备故障等非正常情况的实时报警功能。

### 5.3 电子巡查系统

电子巡查系统是对泵站现场巡查行为进行记录并进行监管和考核的系统,是安防系统的重要组成部分,能提高泵站巡检工作的规范化及科学化水平,能有效保障被巡检设施处于良好状态,实现对再生水泵站管理的规范化、科学化和及时消除隐患等功能。

本系统采用离线式电子巡查系统,离线式电子巡查系统由手持数据采集器、通讯座、软件、巡检点(信息

钮)四部分组成。

## 6 通讯系统设计

针对各泵站分布较为分散、地处较为偏远的现状,本工程采用无线方式和有线方式相结合的通讯方式。各再生水泵站PLC通过租用电信公司的VPN网络与调度中心控制系统进行数据交换,同时将GPRS/CDMA通讯作为与调度中心控制系统交换数据的备用通讯方式;投资省,可靠性高。

通讯系统实现的功能如下<sup>[5]</sup>:

- (1) 调度中心接受泵站传送来的运行数据和图像信息,并把控制命令传送至相应的泵站;
- (2) 防止网络风暴,提高通讯效率;
- (3) 保证内部网络的安全,防止外网非法入侵、恶意破坏。

## 7 结语

此次工程搭建了一套再生水泵站集中监控管理平台,呈现了远程可视化管理功能,达到了降低泵站运行成本、实现减员增效、延长设备使用寿命、增强设备安全可靠性的宗旨与目的。

该系统自2020年2月投入运行以来,经过一年试运行,所有测量数据准确,系统运行平稳、可靠,监控功能完善,人机界面友好、便于操作,完全满足工艺控制的要求。三个再生水泵站集中监控系统的试点成功为泵站的自动化改造积累了经验,下一步可考虑在其它泵站中推广应用,以加快全市泵站自动化改造的进程。**AP**

### 作者简介:

解存福(1986-),男,河北邢台人,工程师,硕士,现就职于中国市政工程华北设计研究总院有限公司,主要从事市政工程电气自控设计工作。

### 参考文献:

- [1] 杨超,刘杰,刘忠祥,等.水厂超滤膜工艺自控系统的实现[J].中国给水排水,2019,35(10):88-91.
- [2] 杨祖萍,田宝义.津滨水厂自动控制系统设计及特点[J].中国给水排水,2012,28(22):110-113.
- [3] 李强.基于PLC泵站监控系统的设计与实现[J].自动化技术与应用,2013,32(6):113-115.
- [4] 李滨,徐鸿德.上海市白龙港城市污水处理厂升级改造程自控系统设计[J].中国给水排水,2011,27(6):66-69.
- [5] 冯仕豪,王洪云.厦门市东部污水处理工程自控系统设计[J].中国给水排水,2004,20(11):61-62.