

水处理自动化控制与数字化融合实践

文/广联达科技股份有限公司 徐海鹏

主要论述了污水厂自动控制系统，包括西门子大型PLC S7-400组态配置、污水厂自控程序控制策略及联锁关系、算法封装，对数字化信息平台自控信号采集方法、自动化数字化融合赋能实体产业等方面进行了归纳与技术总结。

传统的水务企业仍存在自动化程度不高、可靠性差等缺点。基于电气PLC自动化技术可以提高水处理稳定性和可靠性，增效降耗。在两化融合背景下，通过自控信号采集到云端物联网系统，作为数字化水务数字基础，同时通过智慧化信息平台的加持、大数据建模分析及智慧化手段的运用，帮助企业提升运营质量、降低运维成本，达到节能降耗提质增效的目的，提升了企业市场竞争力。

水处理项目自控控制

1. 系统组成

自动化控制系统包括满足要求的硬件和软件平台。即采集仪表（传感器、逻辑控制器及继电器等）与系统软件、编程软件和系统开发；同时根据

生产工艺情况和产品实际运行经验考虑了系统辅助设备、扩展容量、操作台和控制箱柜等。

系统根据污水处理工艺控制过程、生产管理的要求进行设计配置，设置相应合适的现场PLC控制站对相关的设备进行监测和控制。采用具有网络通信的高性能可编程序控制器、工业控制计算机等构成集成系统。现场PLC自控站可提供EtherNet、工业总线等通信接口。同一个PLC机架上可安装多个通信接口模块。

根据工艺处理单元，设置PLC现场控制站。PLC现场控制站与设备控制单元、总线设备之间以标准工业现场总线或以太网相连。图1为北京市政10万t/天的污水厂PLC硬件组态。图2为PLC与云平台通信示意图。

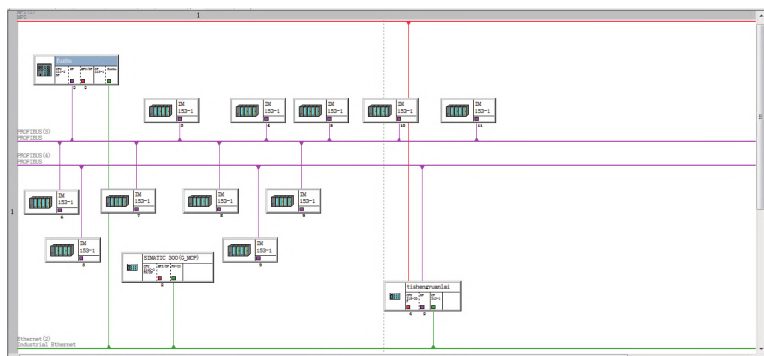


图1 北京市某市政10万t/天的污水厂PLC硬件组态



图2 PLC与云平台通信示意图

2. 典型控制实践

1) 北京市某市政污水厂典型控制实践

工程建设规模及主要内容：工程总投资为34 537.39万元，本工程一期处理规模为6.5万m³/日，二期处理规模为3.5万m³/日。本工程新建主要建、构筑物包括：进水井、粗格栅、集水池及提升泵房、细格栅和沉砂池及精细格栅、组合MBR生物处理池、辅助设备间、臭氧催化氧化池、催化氧化反洗废水池、回用水池、回用泵房、臭氧制备间、碳源投加间、除磷加药间、鼓风机房及变配电间、污泥预浓缩池、储泥池、污泥浓缩脱水机房和管理用房配套设施。

全厂主要自控系统由进水井、预处理部分、生化部分、组合MBR生物处理池、辅助设备间、臭氧催化氧化池、催化氧化反洗废水池、回用水池、回用泵房、臭氧制备间、污泥预浓缩池、储泥池以及污泥浓缩脱水机房PLC站组成，其中辅助设备间PLC站由西门子S7-400系列CPU414-2DP CPU通过Profibus-DP总线连接11个153模块带西门子S7-300数字量、模拟量模块及以太网通信443-1模块组成。

2) 软件程序控制部分

提升泵由PLC智能控制切换运行，受泵房集水井内液位及膜池液位联合自适应分梯度泵组控制。

3) MBR控制单元

产水连锁关系有：廊道阀门报错、膜池鼓风机运行、产水泵是否打到自动上、产水专用设备低音叉保护、是否在化学清洗、手动退出键是否触发、浊度小于设定值、压力小于30 kPa、流量小于设定值及液位在合理区间。

产水抽吸泵与产水流量计连锁，PID控制产水抽吸泵恒流量产水且产水流量可调。PID控制设置了最小的下限，因为出水管道安装了微阻缓闭止回阀，需要瞬间有一个大的流量把它冲开，这样做的优点是，能够让出水流量稳定在一定的区间内，防止进入低频率无效运行区间，增加出水恒流量的稳定性。

PID控制参数为LMN_LLM=34；LMN_HLM=100；GIN=2.400000e-001；TI=T#9S；TD=T#10S。

经过调试及一段时间的运行验证，可以达到较好的效果，产水泵开机后，经过调整，很快稳定在设置流量附近，实现较好的恒流量调节控制。

MBR产水功能控制逻辑封装在功能块中，形成标准化程序，方便后面类似项目的复用。提高了后面项目实施的进度和PLC程序开发效率。

在线清洗模式采用药剂间歇加注模式。在线清洗程序运行过程中确认关闭供风管手动阀、产水气动蝶阀、抽真空气动阀，开启该单元DN125清洗气动蝶阀、反洗泵和次氯酸钠计量泵（或根据污染情况运行柠檬酸计量泵）。

在编程过程中，为保证程序控制稳定性及复用性，对程序功能块进行了封装，提出并总结提取了程序框架，为后续同类项目的快捷开发提供支撑。

曝气使用了双级串级PID模糊控制策略，DO关联风量，风量关联调节阀开度。

MBR膜组器作为市政污水厂的核心资产，通过上述控制及逻辑连锁约束策略，高效科学的膜清洗方法，较好地实现了MBR膜组器的保护，实现稳定运行，保障了自动化稳定生产，保障了膜组器的使用寿命，降低了污水厂运营人员的工作量及运营成本。

3. 自控信号采集及云平台远程控制

1) 方法一。通过双网卡物联网网关，一个网卡通过自控通信协议如ModbusRTU、ModbusTCP或西门子、施耐德和ABB等PLC驱动通过网线连接PLC，将数据采集到物联网网关，然后通过第二个网卡连接宽带公网，通过MQTT等协议，将数据按照一定的排列方式封装后，发送到云端物联网平台。双网卡之间物理隔离，并可以通过网关设置数据的读写权限，保证内网外网数据隔离安全。数据到达云端物联网平台后，云端业务平台可以调用物联网平台服务，在云端实现控制信号远程控制现场

设备、参数设定、信号的远程监控及报警推送等。

2) 方法二。工控机采用双网卡，工控机安装OPC软件Kepware，通过配置可以实现一个网卡连接现场PLC交换机进行自控数据采集，另一个网卡连接宽带，连接公网，将数据转存到指定数据库。

3) 方法三。工控机采用双网卡，工控机安装WinCC v7.5软件，通过配置可以实现一个网卡连接现场PLC进行自控数据采集，另一个网卡连接宽带，通过MQTT协议，将数据传到指定云端平台。

4) 方法四。污水厂进、出口水质检测间数采仪等数据的采集，可以直接配置数采仪，通过国标环保-212协议，直接发送数据到智慧水务信息平台，平台侧根据传输协议规则进行解析；也可以通过物联网网关，通过网关与数采仪之间连接通信线的方式，进行ModbusRTU通信采集数据，然后通过上传通道MQTT协议上传到云端物联网平台。

污水厂自控数据采集，为数字化水务、智慧水务奠定了数据基础，业务平台调用物联网自控信号，进行数据的深度分析挖掘、预警报警推送到手机，让污水厂运营人员随时随地可以关注污水厂运营情况，通过污水厂全员随时随地共享污水厂工艺运行实时参数信息，同时支持日报、零点抄表等

录入、维修工单派发，任务安排、运营及试验时排班、运营成本分析等，提升了污水厂运营人员的整体的运营水平和办公效率；也方便工艺运营人员在现场调试、调控工艺时通过手机随时查看全厂仪表及设备运行数据进行参考；利用数据可视化技术展现用户所需要的数据和决策结果，同时接受用户的指令。通过建设数字化水务平台，共同推进智慧水务一体化建设，实现管理精细化、运营标准化、决策智能化以及生产自动化；污水厂将进入决策智能阶段，完成智能化向智慧化转型。

通过先进的自动化技术，自控信号采集到云端平台，实现算法与智慧化技术在污水厂的实践应用，提高了全厂运营人员的运营技术水平，提供了运营策略依据，节约了水厂运营成本，减少了水厂运营人员，做到了集约化、精细化和智慧化管理运营；实现了集中监控、统一调度和统一运维，以及城镇污水运营数据资源化、管理科学化以及决策智能化，提升了水务企业效率和竞争力，为水务企业轻资产转型、商业模式创新、“1+N”组团控制提供了技术支撑，实现了数字化赋能实体经济。EA

