

多通讯技术在污水零排放控制系统中的应用探究

何家鹏

杭州水处理技术研究开发中心有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 某工业污水处理厂, 自动化程度高, 要实现数据精准采集、安全高效运营, 离不开多种通信技术的应用。本项目采用西门子1500控制系统, 以工业以太网为主网络, 结合HART及Modbus485通讯, 利用WINCC 7.5组态界面实现人机交互, 构建了一套完整、高效、节能、安全的控制系统, 为工艺流程的完美呈现提供平台。

关键词: 污水零排放; PLC控制; 工业以太网; HART; Modbus 485

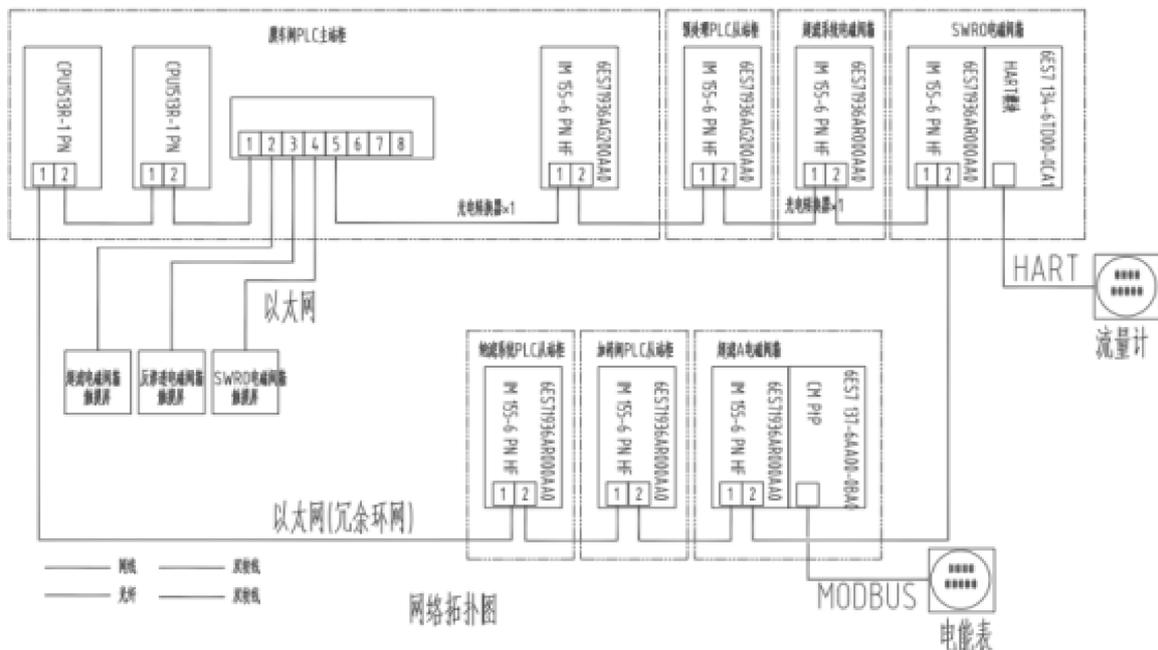
1 污水零排放主要工艺流程

化工污水多含各种杂质, 根据水质不同处理工艺也不尽相同, 要达到零排放的目标, 总的工艺路径基本一致, 结合山东某石化企业高盐废水零排放项目, 膜法零排放工艺流程包含三大系统: 预处理工艺流程; 膜法浓缩分盐工艺流程; MVR(蒸发)和冷冻结晶流程。原水经预处理流程后, 经分盐浓缩后进纳滤装置, 出水分两股, 一股氯化钠进蒸发结晶, 另一股硫酸钠浓缩液进冷冻结晶, 最终结晶盐回收再利用, 以达到废水零排放及高度资源化利用。

2 自动控制系统配置

根基工艺参数配置要求, 本控制系统由1台PLC主站柜, 11台从站就地柜, 配套精密仪表11台。为核算能耗, 选用了多功能电能表2台。为达到长期、连续、稳定、安全的运行要求, 控制系统PLC选用了西门子1500系列品牌, 中控室配备工程师站和操作员站。

各从站之间通过工业以太网通讯方式连接, 超200米的从站通过光纤实现数据传输。为了实现重要仪表数据传输的精准性, CPU与流量计通过HART通讯方式联接; 与电能表通过MODBUS(下文简称MB)通信方式联接; 网络拓扑图如下:



3 各设备间的通讯

3.1 工业以太网硬件配置

整个厂区主要由预处理和膜车间两部分组成, 总控

室与预处理从站的距离超过200米, 通讯数据由光纤联接。其余从站距离近, 以五类网线连接为主, 各从站配西门子ET200 SP通讯模块, 以实现与1500系列CPU、控

制室操作台的以太网实时通讯。

3.2 软件搭接

控制室主机配置 W10 操作系统, 装载西门子 WINCC7.5 专业组态软件、博图 V15 系列编程软件, 以实现友好的人机交互控制界面。在 TIA 软件编辑界面添加对应产品订货号和版本号的 CPU, 在“网络视图”界面添加 ET200 SP 接口模块并添加 I/O 模块, 将其拖拽到机架上; 在网络视图界面为 CPU 的以太网接口为其分配 IP 地址, 点击编译按钮, 首个从站硬件配置完成。设置完 PG/PC 接口后点击“开始搜索”按钮, 搜索到网络连接的兼容设备, 从可访问设备中选中对应的 CPU, 主网络即搭载完成^[1]。

3.3 应用优点

①基于 TCP/IP 的以太网技术开发性高、完善性强, 容易互联且操作简单;

②不同的通讯介质可以灵活融合, 施工方便, 节约投资成本;

4 HART 通讯

HART 协议是在通用模拟信号 (4~20mA) 的基础上叠加数字量信号进行的双向数字通讯技术, 传输率最高可达 1.2Mbps。是为工业过程测量和控制应用而设计, 较传统两线制模拟量传输, 既节约了电源线的和信号屏蔽线的成本, 又保证了远距离传输中具有很强的抗干扰能力。

4.1 硬件配置

HART 协议有主从通讯和成组通讯两种模式, 本项目选用主从通讯模式。基于其远距离传输抗干扰能力强的特点, 配置了具有 HART 功能的流量计, 以便精准的核算系统回收率。在控制室端, 在对应从站机架配置西门子 16 位 HART 通讯模块, 两者之间通过双绞线连接。在测量仪表端, HART 通讯协议已开放, 按照标准接线模式, 区分+接线端子接线。对仪表接口进行数据读取和参数设定, 根据现场数据需要, 将仪表 HART 输出接口设定为 4 层, 分别为流量瞬时值、流量累计值、设备编号、设备类型。

4.2 软件编程

在机架插入 HART 模块并双击, 在设备视图模式下, 点击“常规”选项卡进行参数设置。在“输入”下拉选项框“I/O 地址栏”, 输入 AI 的起始地址, 一般默认即可; 在“HART 变量设置栏”选择通道对应变量属性, 每个通道可以选择四个变量, 分别为: PV (一级变量), SV (二级变量), TV (三级变量), QV (四级变量)。4 个变量与仪表端输出参数相对应, 根据项目需要取 PV 一级变量, 该变量数据格式为 32 位浮点数, 直接在 WINCC 数据变量库中添加数据读取即完成设置。

4.3 HART 通讯应用优点

①模拟量信号与数字信号相互兼容, 互不影响。HART 技术支持数据以模拟量和数字量互相融合的方式进行通讯, 既可按照模拟量的形式传输, 也支持信息以数字量形式叠加在模拟量上的方式进行传输;

②支持多信息传输。HART 传输模式下, 一根通讯线能支持 4 个报文输出, 且报文内容可根据需要选定, 实现信息的友好传送。

5 Modbus 485 通讯

MB 是一种串行通信协议, 是 Modicon 公司 (现在的施耐德电气) 于 1979 年为使用可编程逻辑控制器 (PLC) 通信而发表, 是工业上常用的通用协议^[2], 通常以 RS232/485 接口的形式实现硬件连接, MB 有如下 3 种报文类型:

①MB RTU, 是 MB 最常见的实现方式, 使用串口通信, 支持 RS232/485 两种接口模式。485 协议是一点对多点的串行通信协议, 可以将多个设备连接到一个总线上, 实现多个设备之间的通信, 适用于一些要在远距离且需要大量设备互联的场合。

②MB ASCII: 美国常用串口通信, 支持 232 和 485 两种接口, 传输距离短, 国内不常用。

③MB TCP, 是以 TCP/IP 网络进行通信, 通信接口是以太网口, 将数据以 MB 帧格式进行传输, 具有 TCP 传输快的特性, 同时有 MB 的数据准确性。

5.1 硬件配置

为实现实时核算电耗, 选配了具有 MB 通讯功能的多功能电能表, 电能表端预留 485 通讯接口。在远程端, 从站配置了高性能 CM PtP 的 MB 通讯模块, 支持 RS422/485 接口。通过屏蔽双绞线与模块连接。其通讯参数为, 通讯地址 01, 波特率 9600, 数据帧格式: 一起始位、8 位数据、无校验位、一停止位。上位机端作为 MB 主站, 通讯参数由上位机软件设定。为保证良好的通讯效果, 需要在通讯两端做屏蔽层接地。

5.2 软件编程

从站机架上添加西门子 CM PtP 通信模块, 打开 TIA 博图软件, 点击 ET200 分布式超滤从站, 在右侧硬件目录的通信模块下找到订货号为 6ES7 137-6AA00-0BA0 的通讯模块并拖拽到机架上, 将该模块的通信协议设置为 MB 模式, 这里介绍两种方式实现 MB_Comm_Load 指令块的启动:

①利用 CPU 系统的时钟存储器, 用首次循环位启动通讯模块;

②自编 CPU 上电后一秒启动程序, 用接通延时 (TON) 指令触发, 本项目使用该方式。

要实现MB-RTU的通讯模块功能，需要调用MB主站/从站指令块。MB_Comm_Load指令通过MB RTU协议对通信模块进行组态，MB_Master指令允许通过PTP端口作为MB主站进行通信。其中主站指令块的MB_DB管脚要关联通信模块背景数据块的MB_DB参数。

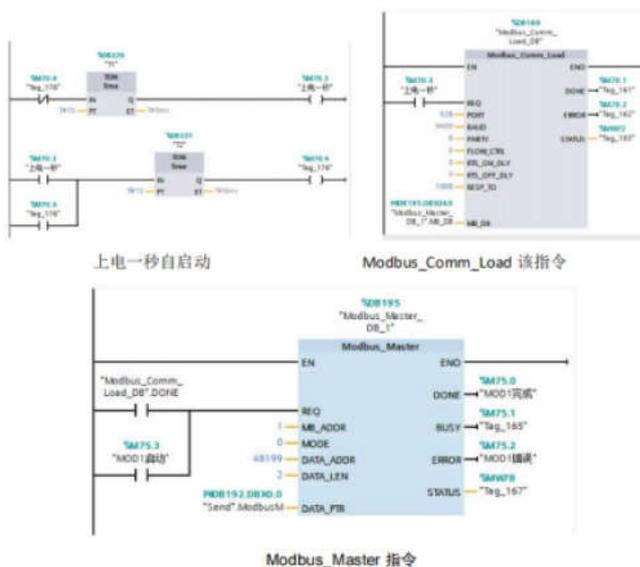
接下来编写MB主站程序，新建FC块并调用MB_Comm_Load指令，在TIA右侧指令树的通信→通信处理器→MB(RTU)下，同时新建一个名为MB_Comm_Load_DB的背景数据块，然后对其管脚参数进行组态，该指令管脚参数多，这里只说明通信时要用的管脚^[3]。依据多功能电表的485通讯参数，结合指令功能整理赋值表如下，其余管脚保持默认值。

管脚	说明	赋值
REQ	由0变1时，启动该通讯指令块	M70.3//启动指令
PORT	连接硬件设备的“硬件标识符”	528(结合项目)
BAUD	通讯波特率，与仪表端一致，通常9600bit/s	9600
PARITY	MB通讯奇偶校验位选择，与仪表端一致访问的数据的起始地址	无
MB_DB	引用MB_Master主站背景数据块的MB_DB数据	可直接拖拽实现
Done	如上一个动作完成无误，输出位置1并保持一个周期读取的数据块地址	该数据位可作为主站的循环启动指令

接下来主站MB_Master指令，该指令配合MB_Comm_Load完成MB主站的通讯任务。由于MB指令读取或写入的数据区为指针寻址，需创建一个有偏移地址的DB数据块，并在该DB块内创建一名为Send_MB，类型为DINT长度为10的数组。根据MB功能码，需要MB主站读取从站保持寄存器的从起始地址开始的2个字的内容发送到Send_MB数组中，故选MB功能码04功能。MB_Master指令管脚及赋值如下表：

参数	说明	赋值
REQ	F无请求，T请求向MB从站发送数据	联接MB_Comm_Load指令的DONE管脚，通讯模块首次启动后启动主站指令
MB_ADDR	MB RTU站地址	地址为1
MODE	指定请求类型(读取或写入)	由MB功能码设定为00
DATA_ADDR	指定在MB从站中访问的数据的起始地址	由仪表通讯数据表和MB功能码设定为48199
DATA_LEN	数据长度：此指令将访问的位或字的个数	2个字节
DATA_PTR	数据指针：指向要进行数据写入或数据读取的数据块地址	将创建的标准DB内的变量Send_MB拖拽到DATA_PTR处

自此，完成MB主站的通讯编程，实现CPU上电一秒后启动MB通讯功能，无误后循环读取数据，如图。



5.3 Modbus 485通讯应用优点

- ①数据传输具有良好的稳定性和可靠性,能够在噪声、干扰和恶劣的工业环境下正常运行，并确保数据的准确传输。
- ②通讯传输距离远，最长通讯距离可达1.5KM;
- ③安全性高，因其具有CRC校验功能，可以有效防止恶意攻击和传输错误。

结束语

本文从实际应用场景出发，结合工业以太网、HART通讯、MB485通讯在工业现场的应用实例，分析了各通讯技术在实践中的硬件配置和软件编程方法，以及通讯优点和应用注意事项，对工业自动化现场的通讯技术实践具有很强的指导、借鉴意义。

参考文献

[1]方泽文.中国设备工程.组态王及西门子PLC在废水处理控制系统中的应用探究.北京.中国设备管理协会.2022.9

[2]S7-300/400/1200/1500 ET200Serial V4.0串口综合文档.西门子(中国)有限公司.2018.6

[3]S7-1500Modbus-Rtu使用快速入门.西门子(中国)有限公司.2014.11