

文章编号: 1000-8241(2015)12-1310-05

基于 OPC 与 MODBUS 技术的原油罐区库存监控系统

薛夫振¹ 张亚男¹ 林金泉²

1. 中国石化管道储运公司, 天津 300450; 2. 中国石油天然气管道局, 河北廊坊 065000

摘要: 针对大型原油罐区数据采集监控系统(SCADA)数据统计能力差以及因运算容易产生宕机的问题,提出了一种融合 OPC 技术标准和 MODBUS 工业总线的新型原油库区库存监控系统。SCADA 系统通过 MODBUS 总线采集现场储罐重要数据并直接显示,不进行数据统计运算;计量软件 TankMaster 同步采集原油储罐所有运行数据,进行复杂的后台数据运算后,将运算结果以 OPC 的方式发送到 SCADA。该监控系统充分利用了数据采集控制系统 SCADA 和计量软件 TankMaster 的各自优势,实现了数据通信、数据处理、数据显示的多重冗余,同时大大减少了 SCADA 的运算量,提高了数据采集的可靠性和稳定性,为提高 SCADA 的数据运算能力提供了一种新途径。(图 6,表 1,参 10)

关键词: 原油罐区; OPC; MODBUS; 监控系统

中图分类号: TE832

文献标识码: A

doi: 10.6047/j.issn.1000-8241.2015.12.012

Inventory monitoring system for crude oil tank farms based on OPC and MODBUS technologies

XUE Fuzhen¹, ZHANG Yanan¹, LIN Jinquan²

1. SINOPEC Pipeline Storage & Transportation Company, Tianjin, 300450;

2. China Petroleum Pipeline Bureau, Langfang, Hebei, 065000

Abstract: In large-scale crude oil tankfarms, the supervisory control and data acquisition system (SCADA) is inefficient in data statistics and prone to downtime problem frequently due to calculation. In this regard, a new inventory monitoring system for crude oil tankfarms is proposed by combing OPC technical standard and MODBUS industrial bus together. With this new system, tank level data collected by MODBUS bus is directly displayed by SCADA, without data statistics and calculation. All the operating data of crude oil tanks are synchronously acquired by the metering software TankMaster and then sent to SCADA after complex background data calculation. It effectively combines the advantages of SCADA and TankMaster, so as to realize multiple redundancy of data communication, processing and display and reduce calculation load of SCADA greatly. In this way, data acquisition is more reliable and stable. The system provides a new way to improve the data calculation capacity of SCADA. (6 Figures, 1 Table, 10 References)

Key words: crude oil tank farm, OPC, MODBUS, monitoring system

原油罐区的主要任务是储存与输转各类油品,其日常监测参数主要包括储油罐的液位、温度、压力、体积以及质量等。这些参数都处于动态变化中,因此需对其进行及时准确的监测,以便指导生产运行^[1]。随着计算机、网络、通信和材料科学的快速发展,原油罐区库存监控系统自动化水平越来越高,基于可编程控制器 PLC、分散控制系统 DCS 以及上位机监控软件的罐区监控系统增强了原油罐区的管理力度,减轻了工人劳动强度,提高了工作效率和安全性^[2-3]。由

于 SCADA(数据采集监控系统)融合了先进的计算机技术、网络技术、通信技术、控制工程技术、测量技术等相关高科技成果,在大型储油库中应用尤为广泛。SCADA 系统在多个原油罐区的应用实践表明:当 SCADA 监控系统应用于储罐数量较多、计算数据量较大的环境中时,其监控画面较易出现画面无法操作的情况(即工作站产生宕机),必须通过重启工作站才能解决,给紧张繁琐的调度指挥带来较大的不便,同时存在安全隐患。因此,SCADA 系统适用于现场设备

的逻辑控制,但不适合进行复杂数据的统计运算。基于此,从现场应用的数据采集监控系统出发,提出了一种基于 MODBUS 和 OPC(Ole for Process Control)技术的多冗余原油罐区库存监控系统,并将其应用到某原油监控系统中,采用 OPC 和 MODBUS 技术采集现场罗斯蒙特雷达液位计数据,通过现场控制器 FCU 和计量软件 TankMaster 两种方式获取罐区罐容数据,对两种数据进行冗余,提高了数据采集监控系统运行的可靠性。

1 原油罐区库存监控系统

在原油罐区储罐液位测量中应用广泛的雷达液位计具有精度高、可靠性好的优点,不受油罐内气体、压力、温度、气象等因素影响,逐渐成为原油、成品油储罐

信息采集的主要设备。美国艾默生公司生产的高精度雷达液位计,采用连续调频波 FMCW 技术,集成了储罐液位、温度、压力、罐底水位等参数的测量功能,精度可以达到 0.5 mm。雷达液位计系统结构(图 1)包括储罐顶部的 REX 雷达、底部的现场单元 DAU、多点温度计、现场通讯单元 FCU、现场总线、调制解调器 FBM 以及上位机计量罗斯蒙特 TankMaster 软件等。其中,现场通讯单元 FCU 除了采集现场雷达数据,还可以与上位机通信传送数据,本身具有双向通信能力,最大可支持 32 个雷达的组态。现场通讯单元 FCU 与雷达 RTG 的通信采用 TRL/2 现场总线,其传输结果可靠、传输距离长(可达 4 km);罗斯蒙特 TankMaster 软件,是艾默生公司专门为自动罐区管理开发的软件系统,可以为罗斯蒙特储罐计量系统提供组态、维护、设置、库存管理和贸易交接功能。

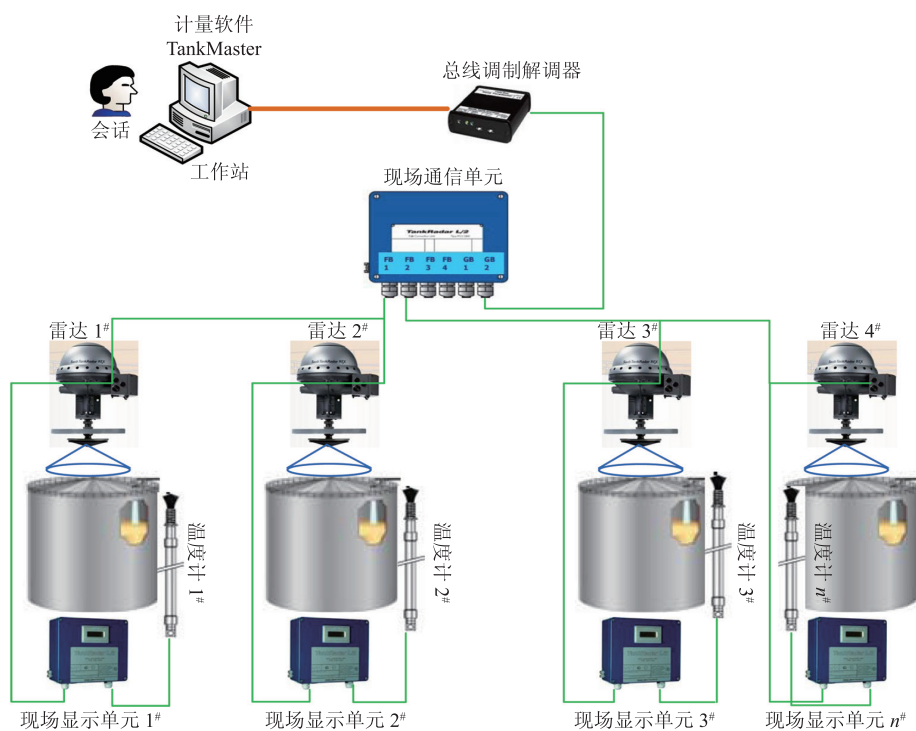


图 1 雷达液位计系统结构组成示意图

2 OPC、MODBUS 技术

2.1 MODBUS 通信方式

MODBUS 协议是 MODICON 公司于 1979 年推出的一种可靠的、开放式现场总线的通信协议,现在已经发展成为主流的现场总线协议,得到了众多厂商的支持^[4]。目前,众多的 PLC、DCS、智能仪表均支持该协议,并提供该协议接口。MODBUS 协议使用 ASCII

和 RTU 两种模式,二者在报文结构、功能命令上是相同的,仅帧信息的表示方法不同,ROSEMOUNT 雷达液位计采用的是 MODBUS RTU 模式。一个 MODBUS 信息包括设备地址(Device Address)、功能码(Function Code)、数据(Data)以及错误检查(Error Check)等信息。MODBUS 协议采用主从、半双工工作模式(图 2),在一个总线上仅有一台主机被允许,主机发送请求给从属设备,从机根据地址做出响应。

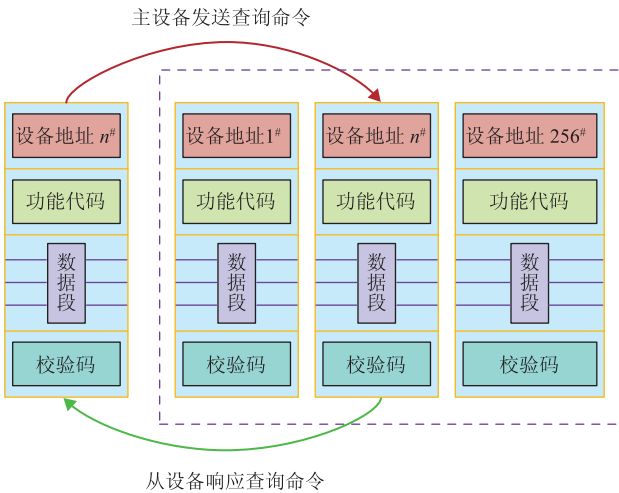


图2 MODBUS 协议主从响应流程图

2.2 TankMaster OPC 系统

OPC 是基于微软的 OLE/COM 技术开放式标准接口而建立的一套技术标准^[5]。OPC 采用客户/服务器方式,不需要额外的驱动和硬件,使用标准的 LAN 通信方式。TankMaster OPC 将各个硬件设备驱动程序和通信程序封装成独立的 OPC 服务器,组态软件 InTouch 作为 OPC 客户端无需详细了解硬件的性能特点,只需要按照规定的数据结构进行访问即可。由于 TankMaster OPC 遵循标准的逻辑结构(图3)很好地定义不同值的位号,因此只需要通过标准的 OPC 接口访问 OPC 服务器,就可以获取数据。

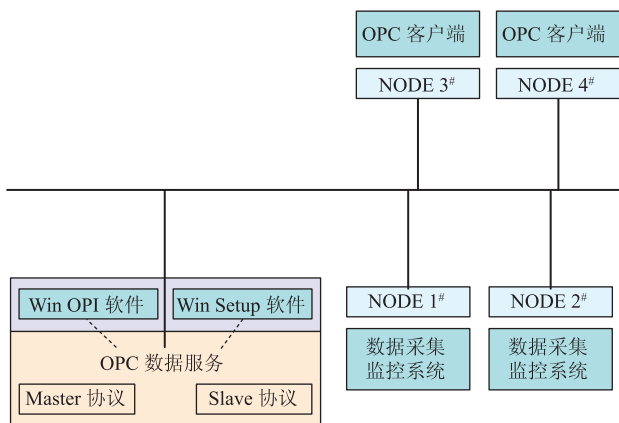


图3 TankMaster OPC 系统结构示意图

3 基于 OPC 和 MODBUS 技术的罐区监控方式

将需要复杂运算的数据通过 ROSEMOUNT 的 TankMaster 计量软件进行处理,并通过 OPC 的方式将数据传送给上位机组态软件 InTouch 中;PLC 通过

现场控制器采集雷达液位计数据必要的液位、温度数据,并在 InTouch 上进行数据的相关显示。该方式可以很好地减少 PLC、InTouch 由于负荷过大产生的宕机故障,提高 SCADA 系统的执行效率,同时具有储罐基本数据冗余采集、显示功能(图4)。该罐区库存监控系统具有以下特点:①双 FCU 冗余功能,如果一个 FCU 出现问题,另外一个 FCU 就会接管数据;②双 TankMaster 工作站冗余,正常工作是两个工作站同时读取数据,当一个出现问题,备用工作站就会自动提供 OPC 服务;③ PLC 与 OPC 之间相互冗余,PLC 和 OPC 方式获取的雷达液位基本数据可以相互冗余。

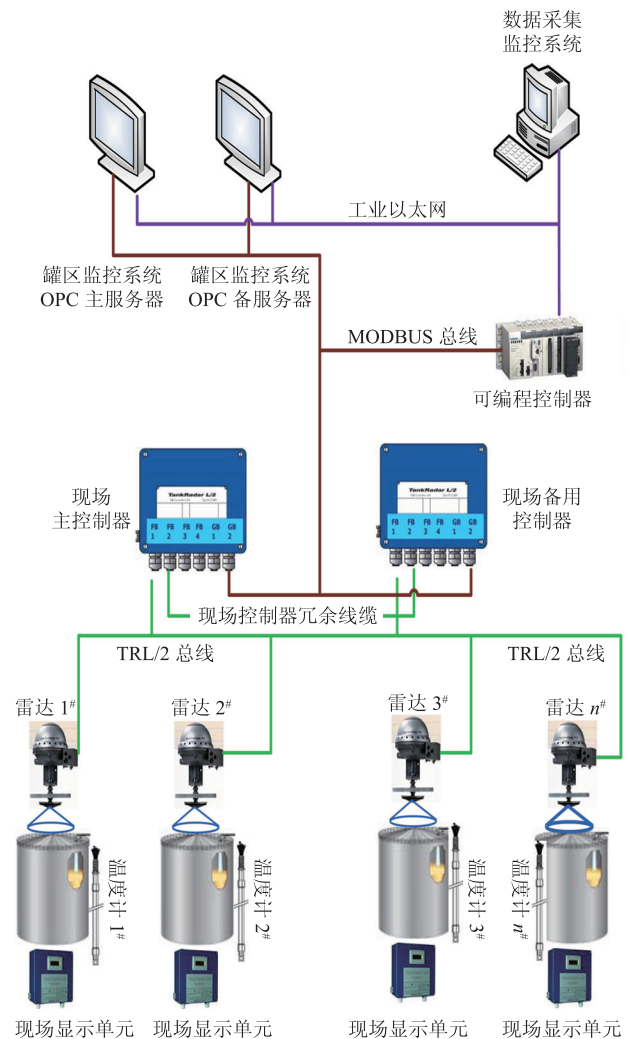


图4 罐区库存监控系统结构示意图

整个监控过程包括 PLC 通过 MODBUS 总线获取数据、InTouch 通过 OPC Server 获取数据两个过程,具体工作过程为:FCU 通过 Group Buses(组总线)向 PLC 和 TankMaster 软件传送数据。简单数据的采集(如液位、温度)是 PLC 直接通过 MODBUS 总线

获取,并将数据传输给 SCADA 监控软件进行显示;复杂数据的运算(如需要利用罐容表进行的计算)则通过 TankMaster 软件进行,并且提供 OPC Server 服务,SCADA 监控软件进而可以直接读取运算结果,减少复杂计算过程。

3.1 PLC 通过 MODBUS 方式与 FCU 通信的实现

可编程控制器 PLC 是 SCADA 系统数据采集的核心控制器,原油罐区库存监控系统采用的是施耐德 Quantum 67160 系列,该 PLC 具有较好的运算能力、冗余功能以及对 MODBUS 的良好支持。现场控制器 FCU 选用的是 ROSEMOUNT 2160,最大支持 4 路 MODBUS 总线,同时采集各个通讯端口的雷达数据,将数据传送给上位机。

MODBUS 功能码(表 1)用于定义数据类型和被请求的设备执行何种操作。从属设备地址与寄存器的类型有关,根据规范每种寄存器类型均有一个偏移量。

表 1 MODBUS 功能码

功能码	功能	寄存器地址
FC02	读取状态	寄存器数值+10001
FC03	读取保存寄存器	寄存器数值+40001
FC04	读取输入寄存器	寄存器数值+30001
FC06	写入单个寄存器	—
FC16	写入多个寄存器	—

PLC 轮询读取数据的流程(图 5)为:PLC 通过 MODBUS 总线发送查询指令,FCU 将相应雷达的数据传送给 PLC,再将这些参数写入 PLC 相应的寄存器

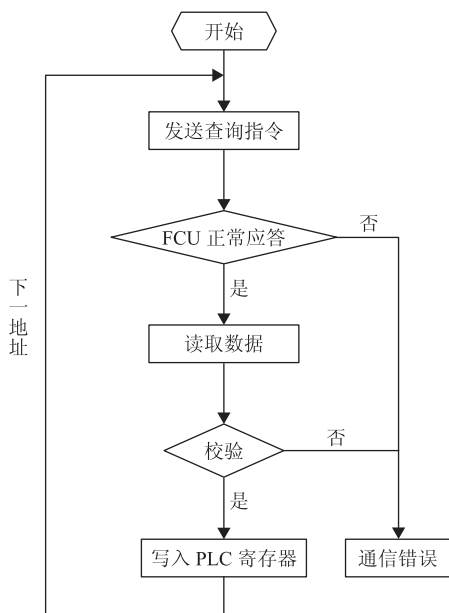


图 5 PLC 轮询读取数据流程图

内,以便上位机软件 InTouch 随时调用并根据程序逻辑执行相应的操作。

3.2 InTouch 与 TankMaster OPC 通信的实现

上位机软件选用美国 Wonderware 公司开发的基于组件的 MMI 系统,具有使用简单、组态灵活、组网方便、支持各种主流数据库等优点^[6-10]。InTouch 软件包里提供了 OPC link 软件,作为连接 InTouch 软件和 TankMaster OPC 之间的桥梁(图 6),OPC link 可以建立 OPC 服务于 InTouch 软件之间的数据通道,并可以通过标准的以太网访问 TankMaster 软件。InTouch 要完成数据的获取,需要在 OPC link 和 InTouch window maker 中进行相应配置。



图 6 OPC link 的数据桥梁作用示意图

(1)OPC link 端配置。作为数据通道的 OPC link 是 Wonder InTouch 软件所提供的外部 IO 设备支撑软件,可以将外部 OPC 数据同步转移给 InTouch 数据库中。OPC link 配置需要注意选择 Tank Server 服务,同时 OPC 名称按照标准添加。

(2)InTouch window maker 端配置。InTouch 中添加 TankMaster OPC 的访问名,使得 InTouch 软件可以通过 OPC link 调用 TankMaster OPC 服务提供的数据库,并将获取的数据以 I/O 数据的形式存储到 InTouch 的数据库中。

3.3 应用效果

基于 OPC 和 MODBUS 技术的原油罐区库存监控系统应用到某原油储备库中,两年多的运行结果表明其稳定可靠,实现了 SCADA 零故障率,无宕机情况发生。原油罐区库存监控系统实现了数据采集控制系统 SCADA 采集现场控制器 FCU 数据与计量软件 TankMaster 向 SCADA 系统传输数据的冗余配置,与 TankMaster 中液位数据及现场雷达液位计数据均一致。同时,由于多重冗余方式的应用,避免了设备故障或设备检修过程中可能产生的 SCADA 无法进行调度管理的问题。

4 结束语

OPC 技术和 MODBUS 总线这两种方式的引

入,实现了数据采集、数据显示、数据传输环节的全冗余,避免了单一方式某环节出现问题后的无数据显示问题,极大地提高了系统的稳定性。基于 OPC 与 MODBUS 技术的原油罐区库存监控系统可以推广到采用相同结构的 SCADA 系统中,同时对不同结构及不同总线形式的系统也具有参考价值。

参考文献:

- [1] 蒋政. 高精度雷达液位计在罐区自动测量监控系统中的应用[J]. 中国科技纵横, 2011(5): 253-255.
- [2] 于波, 言伯祥. SCADA 系统在阿布扎比原油管线项目中的应用[J]. 仪器仪表用户, 2013, 20(1): 47-49.
- [3] 孙坚华, 陈春香. 储油库工程 SCADA 系统的构成与特点[J]. 油气储运, 2011, 30(11): 853-858.
- [4] 李伟. 基于 Modbus 协议的工控节点设计与实现[J]. 计算机工程, 2010, 36(16): 226-231.
- [5] 郑连钢, 徐田龙. 基于 OPC 技术的 iFIX 与 S7-200PLC 的通讯实现[J]. 自动化技术与应用, 2013, 32(5): 70-72.
- [6] 徐德在, 吴胜昔, 向国海, 等. InTouch 在大型醋酸纤维生产监控中的应用[J]. 自动化仪表, 2013, 34(5): 43-45.

- [7] 吴宏斌. 基于 OPC 技术的塘燕线管道泄漏监测系统[J]. 化学工程与装备, 2013(6): 100-103.
- [8] 张翼成, 陈山羊, 张锦贤, 等. 石油仓储罐区监控系统设计[J]. 电子设计工程, 2014, 22(11): 23-25.
- [9] 朱晶, 齐向东. 基于 OPC、Modbus 以及 Modbus Tcp/Ip 的 iFIX 与 PLC 的通信[J]. 电子器件, 2013, 36(2): 260-264.
- [10] 吕亚锋, 郭利进, 成立存. 基于 MODBUS 及 OPC 技术的发电机组网络监控系统[J]. 工业控制计算机, 2014(8): 82-83.
- (收稿日期: 2013-10-08; 修回日期: 2015-08-12; 编辑: 李在蓉)



作者简介: 薛夫振, 工程师, 1984 年生, 2011 年硕士毕业于中国矿业大学检测技术及自动化专业, 现主要从事自动控制、电气工程的相关技术支持工作。

XUE Fuzhen, MS.D, engineer, born in 1984, graduated from China University of Mining & Technology, detection technology and

automation, in 2011, engaged in the technical support of automatic control and electric engineering.

Tel: 18622534395, Email: fzxuecumt@gmail.com

(上接第 1309 页)

问题及设计实例(上)[J]. 给水排水, 2003, 29(7): 1-5.

- [8] BALTZES R A. Column separation accompanying liquid transients in pipes[J]. Basic Eng ASME, 1967, 89(12): 837-841.
- [9] BROWN R J. Water column separation at two pumping plants[J]. Basic Eng ASME, 1968, 90(10): 521-531.
- [10] 吴荣樵, 陈鉴治, 范春生. 管道系统液柱分离现象的试验研究[J]. 水利水电技术, 1989(10): 57-63.
- [11] 陈福林, 刘明亮, 吴斌, 等. 长输天然气管道在地形起伏山区地段的清管[J]. 油气储运, 2012, 31(7): 549-552.
- [12] 邓涛, 宫敬, 于达, 等. 复杂地形对长距离输气管道试压排水的影响[J]. 油气储运, 2014, 33(12): 1326-1330.

(收稿日期: 2014-03-09; 修回日期: 2015-09-28; 编辑: 杜娟)



基金项目: 国家科技重大专项课题资金资助项目“煤层气田集输系统优化技术”, 2011ZX05039-002.

作者简介: 邓涛, 助理研究员, 1987 年生, 2015 年博士毕业于中国石油大学(北京)油气储运工程专业, 现主要从事油气管道 HSE 管理工作。

DENG Tao, Ph.D, assistant research fellow, born in 1987, graduated from China University of Petroleum (Beijing), oil & gas storage and transportation, in 2015, engaged in the management of HSE for oil and gas pipelines.

Tel: 13113381282, Email: dsai1987@petrochina.com.cn