

基于物联网的流量自控仪在油田注水中的应用

流量自控仪是把流量计、流量调节阀、智能控制器及通讯技术集于一体的流量智能控制装置。本文结合注水井的生产现状及其特点，研制开发了以基于物联网的流量自控仪为核心的注水井智能监控系统，通过在某油田数百口注水井上的推广应用，实现了注水井仪表设备的互联互通，注水工况的实时采集与发布、注水量的智能调配，提高了注水井管理的自动化、智能化水平。

一直以来，注水井生产都是到井场、阀组间、注水站采用人工调节方式来控制单井注水量。传统的注水系统存在以下问题：

- ① 注水量误差大。大多数油田采用的工作方式都是人工抄表、人工控制，由于井口电子水表测定的只是累积流量，造成现场注水井注水量没有瞬时流量数据，或者注水量误差大，不能准确反映注水量；
- ② 及时性差。由于井口情况只能通过值班人员现场巡井才能了解，造成井口出现问题后不能及时发现、了解和排除；
- ③ 巡井工作量大。由于水井分布范围大，造成现场工人的巡井工作量大，巡井人员在野外工作，工作环境差、劳动强度大；
- ④ 注水量调节困难。因油田开发策略的要求，注水井有可能需要改变配注量，目前大多采用人工方式来调节注水量，无法实现远程自动调节；
- ⑤ 安全性差。配水间、注水井、注聚合物井都处于高压状态，存在安全隐患；

- ⑥ 井场无供电。绝大多数的注水井井场无供电，常规的自动化采集系统不能适应注水井工况采集控制。因此，油田急需注水井工况自动测控系统实现注水量的全自动智能调节。

近年来，物联网技术正在逐渐应用到各行各业，为相关行业的技术进步起到了显著的加速作用。随着以物联网技术为基础的智能油田建设进程的加快，各油田在油气水井智能化建设方面已取得显著成效，对于油水井数据的实时采集、可靠传输和智能控制得到大量的应用，为油气生产过程的自动监控系统建设奠定了相应技术基础。

一、AFSC 流量自控仪的设计

AFSC 流量自控仪是把流量计、流量调节阀、智能控制器及通讯技术集于一体的流量智能控制装置，如图 1 所示。智能控制器将流量设定值与流量计检测到的流量值进行比较，当检测到的流量值超出设置值的控制精度时，智能控制器开启流量调节阀，自动调节流量到设定值。



图 1 流量自控仪结构图

- ① AFSC 流量自控仪采用电磁流量计内部无阻流件，防卡防堵，检定和维护都很方便。
- ② AFSC 系统具备自诊断功能，当设备运行故障时，液晶实时数显通告；设备具备自定义提醒功能。
- ③ AFSC 流量自控仪各功能模块器件均选用优秀工业级产品，使用温度可达 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ；系统安全性好，电源、信号进出口均有保护措施。
- ④ AFSC 流量自控仪实现了设备电子标签和数据采集、通信的标准化，简化了培训和维修,也使不同厂商的设备之间互联互通；为用户提供了更清晰、更多、更易用的控制和指示功能。
- ⑤ AFSC 流量自控仪所有传感器采用行业领先的低功耗数字化技术，设备采用模块化结构，具有强大的扩展性，可内嵌无线模块实现数据远传，为维护 and 升级提供了方便，也可依据用户个性化要求进行定制生产。
- ⑥ AFSC 流量自控仪支持标准的 Modbus RTU、Modbus ASCII、2.4G/zigbee 通讯协议；支持点对点、点对多点、Mesh 网络；提供多路对外数据接口，可配接显示器、按键、红外遥控器、笔记本电脑等多种现场读写设备进行校验及信息回放。
- ⑦ AFSC 流量自控仪可存储数据，具有看门狗及数据掉电保护功能，可长期自动记录工作状态信息、保存设定参数及历史数据；数据传输网络中断后能断点续传，保证了数据的安全性。

⑧ AFSC 流量自控仪具有结构紧促、耐高压、耐腐蚀结垢、微电脑控制、控制精度高、工况自检、远程通讯、手动自动两用等特点。特别适用于油田、化工、水处理、等行业对流量有严格要求的自动化控制装置。

智能控制器将检测到的阀前后压力进行比较,当阀前压力(干压)小于阀后压力(油压)时,自动关闭阀门,有效地防止了流体倒灌现象。

注水井流量自控仪主要由流量采集显示部分、流量控制部分、数据采集处理部分、数据传输部分及供电系统组成。

二、AFSC 注水智能系统设计

AFSC 注水智能系统由感知与控制层、传输层和应用层组成,(如图 2 所示)用户通过网络远程设置注水井日配水量,相关信息通过移动网络发送到自控仪,进行当前流量和设定值比对,利用 PID 算法自动调节阀门开度。同时将即时流量数据和累计流量数据以及各种压力数据,传送到 RTU,利用 CDMA\GPRS 等公用移动网络将数据回传到油田企业内部网,在水井服务器端经过系统分析计算自动生成相关报表并通过局域网在网页上发布。AFSC 注水智能系统具有注水井生产状况实时监控、生产动态分析预测、生产工况实时诊断、工艺参数智能优化等应用功能。

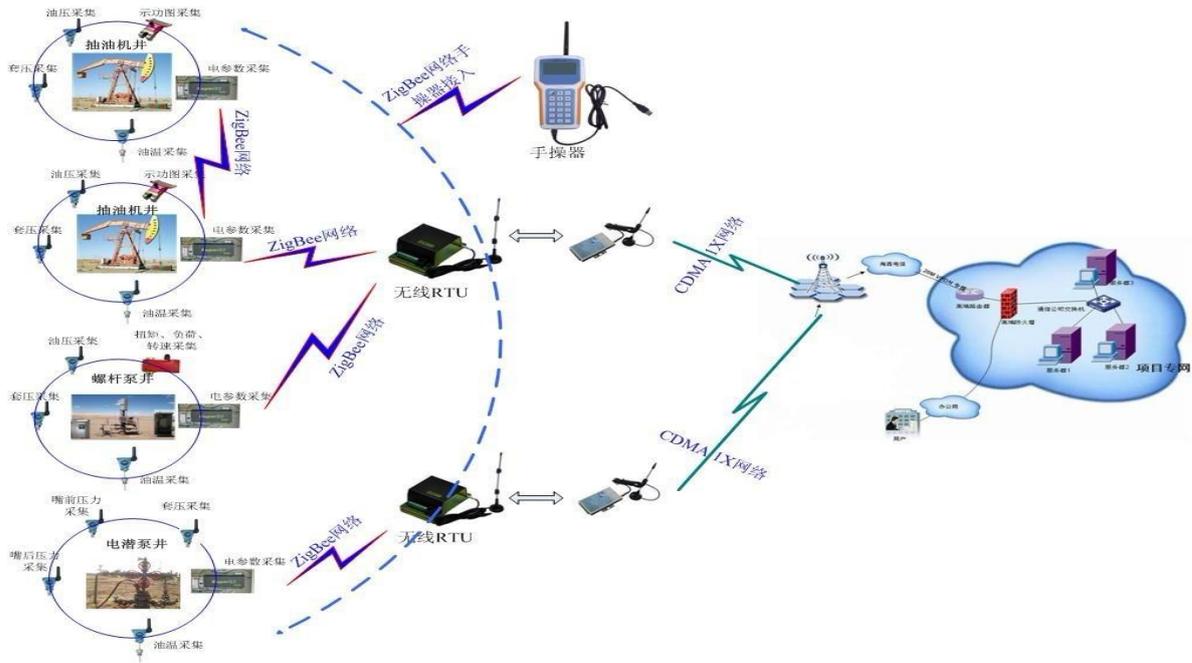


图 2 AFSC 注水智能系统设计

感知与控制层：采集控制终端 RTU、压力传感器、AFSC 流量自控仪（流量计+执行机构+调节阀）、太阳能电池供电系统等。

传输层：可配接 GPRS、CDMA EVDO、SCDMA、等多种远程通讯设备，实现本地和远程监视及设定参数。

应用层软件：数据管理、实时工况分析、故障诊断、系统效率及损耗分析、生产参数优化、效果评价、智能控制等。

三、AFSC 注水井智能监控系统具有以下特点：

- ① 整体结构可以很方便的实现安装和更换；
- ② 供电方式灵活：对于井场无供电的注水井，可以使用太阳能光伏供电、电池供电，对于井场可供电的注水井，可以采用工业供电模式；

- ③ 设置方便：系统设置菜单全中文化，具备手动控制和自动控制功能；
- ④ 低功耗：采用套筒式流量自控装置实现高压(35~45MPa)注水智能调控，高压差调控扭矩小、节能，整套设备额定功率仅为 15W；
- ⑤ 硬件接口与通信标准化：系统硬件接口和数据通信采用标准化设计，简化了培训和维修，各厂商之间的设备也能灵活互联互通，扩展了设备选择范围，降低了集成成本；
- ⑥ 设备性能可靠：采用工业标准设计，各功能模块器件均选用优秀工业级产品，使用温度可达-40℃~85℃；系统安全性好，电源、信号进出口均有保护措施；产品的研制、生产、检验严格按照 ISO9001: 2000 质量体系标准进行，使得各设备能够工作于野外环境。
- ⑦ 系统功能齐全：就地显示累积流量、瞬时流量；在流量范围内任意设定流量；自动调整流量，使瞬时流量保持稳定；有电流输出、电压输出、脉冲输出、RS485 等多种输出形式；

四、应用效果

截止到2015年10月底，该系统在某油田累计投入应用超过100多套，实现了不同厂家仪表的互联互通、注水参数的实时采集、注水

量的实时调配、相关报表的自动生成等，有效提高了注水井管理的自动化、智能化水平，降低了工作人员劳动强度和生成管理成本。

- ① 注水系统工况实时采集。（注水井）：油压、干线压力、温度、注水管流量、油管流量、电磁阀门开度等；（配水间）：干线压力、油压、温度、流量、电磁阀开度等。应用该系统后，可以实现对注水井生产参数和设备运行参数的实时采集与发布，注水参数的实时采集发布，取代了传统的人工巡视抄表，降低了工作人员劳动强度，保证了数据的准确性，提高了注水井管理的时效性和自动化水平。
- ② 实时分析优化。实现注水系统生产数据的实时管理、实时分析、实时优化、实时控制、智能预测等。具有注水生产动态实时监控、生产信息统计分析、生产工况实时诊断、工艺流程智能优化、关键告警集中表现、生产设备管理、生产指挥调度等应用功能。
- ③ 压力波动下实现恒流注水。系统可在自动运行模式下，根据设置的流量值进行流量的自动调节，实现平稳注水。
- ④ 阀门开度自动调节，精确完成配注。在注水过程中，根据采集的当前流量，与设定值进行比较，如果超出偏差范围，则根据 PID 算法自动调节阀门开度，安装该智能调控系统对注水量的控制十分精确，保证注水量误差在 1%以内，满足配注要求。

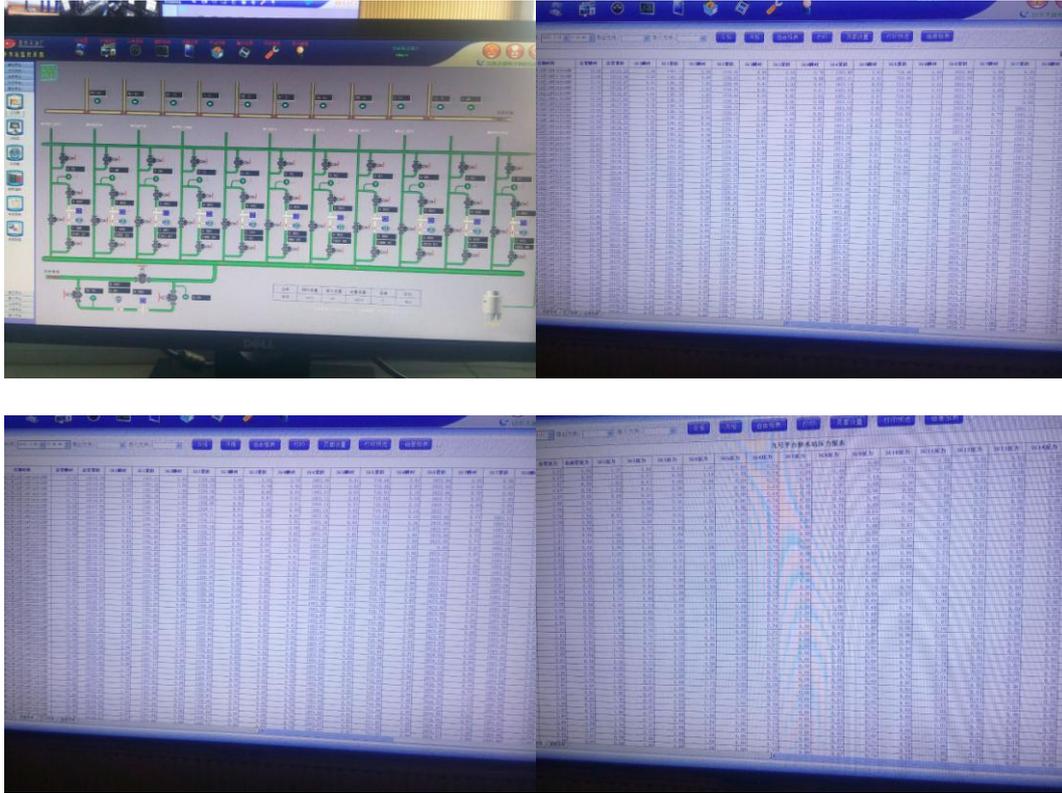
现场应用图片





现场系统数据历史报表





五、 结束语

基于物联网技术并结合注水井的实际特点,开发的 AFSC 流量自控仪和注水井智能监控系统,该系统安装方便,同时各采集设备与通讯模块均采用低功耗设计,支持电池供电或光伏供电,有效适应了注水井井场无供电的现状,同时 AFSC 流量自控仪采用先进的 PID 闭环控制技术,将流量计的流量参数与流量设置值进行比较,当实际流量与设定值不一致时,自动启动流量调节阀,使实际流量达到配注量,实现了注水量的智能调配。在通讯方面由于采用了标准化的表头开发,具备了物联网系统的自检功能,实现了不同厂家仪表之间的互联、互通与互换,极大地降低了仪表的日常维护工作量,提高了油田注水的智能化水平。