

## 油井热洗在线监督系统研发与应用

刘海滨

华北油田二连分公司工程技术研究所 内蒙古锡林浩特

**【摘要】**随着油田生产逐步向数字模式的转变，现场生产管理数字化要求逐步提高，以往由人工开展的油井热洗现场监督工作，也需要实现数字化转型，从而实现既减少现场监督人员，又提高油井热洗监督效率和洗井质量的目的。通过结合油井热洗工艺要求，设计基于物联网技术的油井热洗在线监督系统，实现油井洗井现场温度、压力、排量等工艺数据的数字化采集、远传、以及数据库化的数据管理，实现上述需求。

**【关键词】**油井热洗；清防蜡；洗井监督；物联网

### Development and application of online monitoring system for oil well hot washing

Haibin Liu

Engineering and Technology Research of The Erlian Branch, Huabei Oilfield Company

**【Abstract】**With the gradual transformation of oilfield production to digital mode, the requirements for digitalization of on-site production management are gradually improved. The on-site supervision of oil well hot washing previously carried out manually also needs to achieve digital transformation, so as to reduce on-site supervisors and improve the efficiency and quality of oil well hot washing supervision. By combining the requirements of oil well hot washing process, the online monitoring system of oil well hot washing based on Internet of Things technology is designed to realize the digital collection, remote transmission, and database based data management of process data such as temperature, pressure, and displacement at the oil well washing site to meet the above requirements.

**【Keywords】**oil well hot washing, wax removal and prevention, well washing supervision, Internet of Things

油井热洗<sup>[1]</sup>是十分重要的油井清防蜡<sup>[2]</sup>维护性措施，洗井监督是洗井过程中必要的管理环节，关系到洗井设计方案的合理性、准确性以及洗井参数的精准执行，是达到洗井质量和效果的必要保障。多年来这项工作在油田生产单位都是以派驻专职或是兼职洗井监督人员进行的。由于洗井过程较为漫长，少则 4-5 小时，多则 7-8 多个小时，监督人员保持长时间持续现场监督难度比较大，监督质量难以保证。

同时，洗井过程中运行参数的收集录取的准确性、及时性也关系到对油井洗井设计实施效果的反馈与印证，进而关系到再次洗井时设计方案的优化，人工监督的模式下，很难达到洗井全过程持续监督、洗井数据精准录取、系统<sup>[4]</sup>的保存。

图 1 为油井热洗井现场工艺图。



图 1 为油井热洗井现场工艺图

### 1 设计思路

#### 1.1 数据传输

油井热洗是油田生产日常管理中随机性比较强

的工作，具体时间、井场多不确定，洗井车辆、设备根据需要随时前往不同的油井现场，因此，洗井监督装置要具备良好的机动性，随着洗井队伍机动前往油田的各个井场开展工作。当前，物联网技术<sup>[3]</sup>已在数据采集、监测领域广泛用，油井热洗井工艺只有洗井温度、压力、排量、洗井时长 4 个参数，数据采集数量、传输的量都比较小，采用物联网技术实现油井热洗在线监督系统的数据采集与远程传输是最佳方案，图 2 为通过物联网+云服务器实现的油井热洗在线监督数据传输链路。

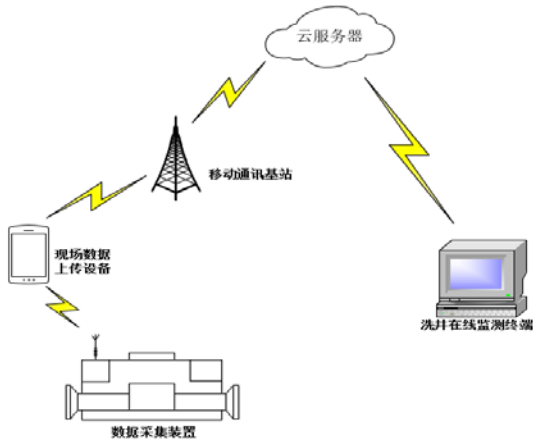


图 2 在线监督系统数据传输链路

### 1.2 数据采集装置

整套油井热洗在线监督系统硬件部分由数据采集装置、现场数据传输设备（智能手机）、云服务器、洗井在线监督 PC 终端组成，见图 2。装置进、出水口，采用标准卡箍接头，方便与油井进行连接。装置内部电子部分采用低耗设计，4\*AA 碱性电池供电，主管线上安装温度、压力、流量仪，采用 4-20mA 标准数据采集信号，主控电路板采集数据，经无线模块与现场数据传输设备（智能手机）连接，现场数据传输设备（智能手机）与公网连接，将数据上传到云服务器数据库进行统一管理。图 3 为装置工

作原理及实物图。油井热洗作业随机性强，工作环境较差，洗井在线监督数据采集装置，需要尽可能坚固耐用、外观小巧方便。因此，在满足现场参数需要的情况下，流量计外型尺寸应尽缩小，以便于封装到保护外壳内，不至过于笨重，现场拆装不便。

### 1.3 软件系统

软件系统由数据传输设备的热洗 APP 和云服务器数据库系统及洗井在线监督终端上的 PC 客户端软件 3 部分组成。数据传输设备为 Android 终端，内置 ant 模块，可选配公网 SIM 卡或者内网 SIM 卡，热洗 APP 为 Android 系统软件，主要是起到一个中间桥梁的作用，同时与数据采集装置及云服务器的 Microsoft SQL Server 数据库连接，进行数据交换与传递。图 4 为热洗 APP 软件界面洗井在线监督终端为 PC 客户端，是采用 Asp.net 及 C# 环境开发的 Web 系统，可将现场传到服务器上的实时洗井数据，通过数据图形化直观显示，并支持历史洗井数据的回放，方便洗井数据的随时查询与分析。图 5 为洗井在线监督 PC 客户端软件登录界面。

### 1.4 装置技术指标

- 管路直径：DN40
- 压力采集量程：0-25MPa，精度 0.5 级
- 温度采集量程：-20℃-120℃，精度 0.5 级
- 流量采集量程：2-30m<sup>3</sup>/h，精度 1 级；
- 环境温度：-40℃+85℃
- 介质温度：-20℃+120℃
- 相对湿度：≤95%
- 外形尺寸：550mm×280mm×120mm
- 重量：18Kg
- 供电：DC 14.8v，4\*AA 碱性电池，可更换
- 功耗：待机时<50uA 采集数据时<2mA
- 无线频率：2.4-2.5GHz

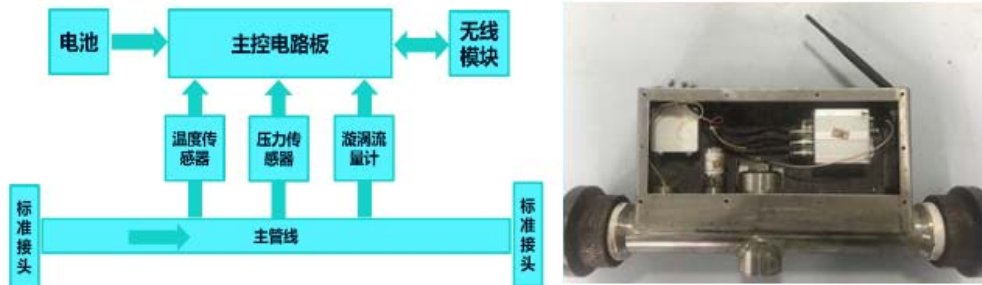


图 3 装置工作原理及实物图

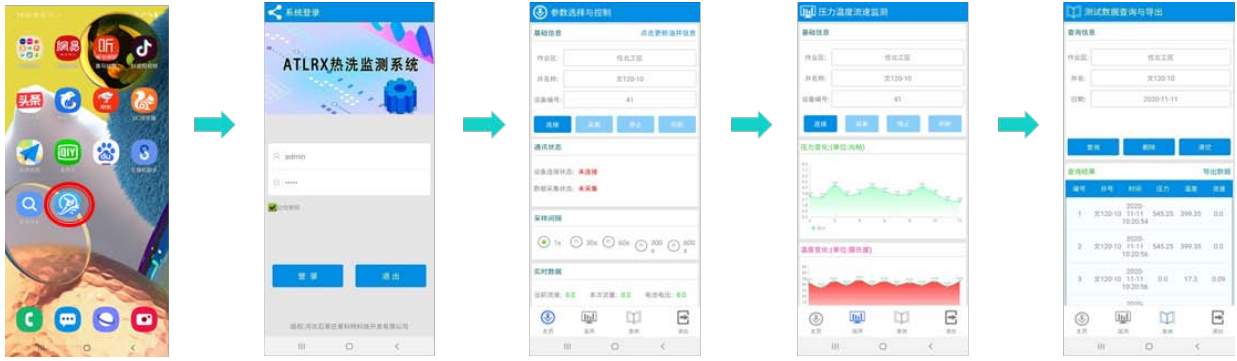


图 4 热洗 APP 软件界面



图 5 PC 客户端软件登录界面

## 2 现场实验与应用

### 2.1 现场设备安装与启动

数据采集装置在油井热洗作业前，通过卡箍与油井连接，并连接洗井泵车来水管线，工程技术人员将洗井设计参数通过热洗 APP 输入并传输到系统中，在热洗 APP 界面点数据采集按钮，下达监督指令，数据采集装置即与云服务器的 Microsoft SQL Server 数据库连接，并开始不断上传数据。图 6 为工程技术人员在现场录入工艺数据下达监督指令。

### 2.2 数据采集测试

油井热洗在线监督系统在应用时，可在热洗 APP 界面上设定采集设备的数据采集和上传服务器的周期，一般上传周期选择 60 秒。现场实验过程中，通过 PC 客户端对洗井实时监督时，实时数据更新比较快，技术人员察觉不到数据传输有任何延迟，

对于 6-10 小时左右的油井热洗过程，这个效果可完全满足洗井监督工作的需要。



图 6 录入数据、下达监督指令

### 2.3 数据误差

为了确定系统数据准确性，先后在多口油井进行测试，将洗井不同工艺阶段采集数据与洗井泵车

自带仪表数据进行对比。数据采集装置温度误差基本保持在 2%以内，水压误差保持在 5%以内，排量误差保持在 5%以内，数据采集误差完全满足油井热洗工艺数据采集精度要求，见表 1。

### 2.4 试验效果

油井热洗在线监督系统投入使用时，将数据采集装置安装到现场，通过热洗 APP 完成洗井参数设定，下达数据采集指令，工程技术人员即可离开现场，在办公室 PC 端即可进行洗井数据的实时监督。

洗井压力、温度、排量、洗井时长 4 个主要参数在 PC 客端系统以图形化数据曲线展示，数据监测方便直观。

洗井监督数据支持实时监测，技术人员可根据实时数据了解现场洗井工艺参数达标情况，及时通知现场洗井人员提温、升压、提排量操作，合理调整、控制工艺参数，提高洗井效果，同时数据也支持历史回放，方便技术人员随时查阅。图 7 为 PC 客户端软数据监督画面。

表 1 洗井不同阶段采集装置与洗井泵车出水参数对比值

工艺阶段	采集水温 °C	泵车出水温度 °C	误差(%)	采集水压(Mpa)	泵车出水压力(Mpa)	误差(%)	采集排量(m³/h)	泵车排量(m³/h)	误差(%)
预热	51	50	-2%	1.48	1.48	4%	5.8	5.5	-5%
溶蜡	64.5	64	-1%	1.05	1.1	-5%	7.1	6.8	-4%
冲蜡	83	85	2%	1.58	1.6	1%	8.5	8.3	-2%

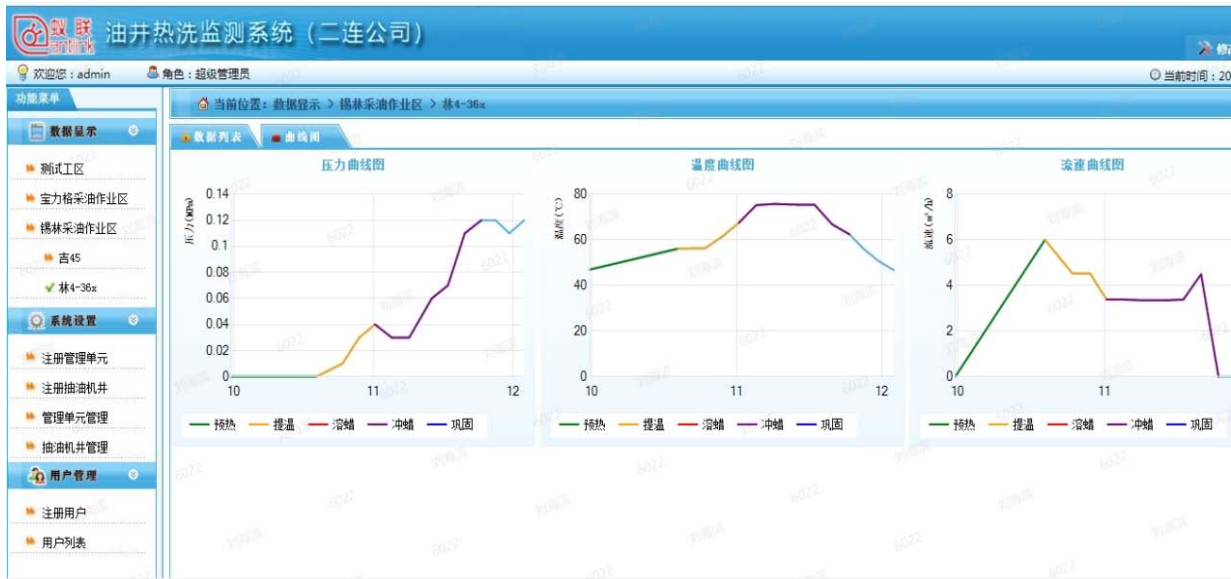


图 7 PC 客户端数据监督画面

### 3 经济效益预测

油井热洗在线监督系统，开发完成可供该油田 9 个基层作业区使用，每套硬件设备 3 万元，软件系统开展 25 万元，合计 9 个作业区需要投入 52 万元。

该油田年洗井监督工作量达 1900 余井次，涉及洗井费用 560 万元，9 个作业区共需要 18 名专职洗井监督，年人工成本 288 万元。通过热洗井在线监督系统的应用可有效提高洗井质量和效益，从而延长洗井周期，有效减少洗井数量，保守的按每年减少 20%的洗井工作量，即减少 380 井次，每口洗费

用 4000 元，每年可节约洗井费用 152 万元，同时每年可省去人工费用 288 万元，合计每年可创效 440 万元，由此直接经济效益预测，投入产出比是 1:8.5。

以上只是直接经济效益，如再计算每年减少油井检泵井次、原油产量损失等的间接效益情况，经济效果将更加可观，更为重要的是其大幅减少员工劳动强度，提高了洗井方案设计、优化、实施的技术水平，社会效益也十分显著。

### 4 认识

(1) 油井热洗在线监督系统，实现油井热洗工艺参数的远程采集，数据库化的管理，大幅提高了

油井热洗数据的收集录取、汇总分析的效率。

(2) 利用物联网技术, 实现洗井数据的收集录取、分析, 是利用洗井数据支撑洗井方案设计、优化十分必要的工作环节, 是提高洗井效果的必要保障。

(3) 油井热洗在线监督系统的现场装置的小型化、洗井车载安装可进一步减少现场操作员工的劳动量, 提高应用的便利性, 充分实现油田数字化转型模式下的减员增效。

### 参考文献

- [1] 习文伟.油井热洗温度监测仪的应用,2014 年第 9 期 石油石化节能
- [2] 张松.清防蜡工艺技术探讨,2014 年 3 月 27 东北石油大学
- [3] 周志敏, 李明涛.物联网在油田的应用,《信息系统工程》

2012 年 第 6 期 华北石油通信公司

- [4] 张天宇. 山城机械公司质量管理信息系统的设计与实现[D].东北大学,2016.

**收稿日期:** 2022 年 9 月 16 日

**出刊日期:** 2022 年 11 月 27 日

**引用本文:** 刘海滨, 油井热洗在线监督系统研发与应用[J]. 电气工程与自动化, 2022, 1(4): 67-71

**DOI:** 10.12208/j.jeea.20220056

**检索信息:** RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

**版权声明:** ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**