

基于物联网技术的油田节能监测平台研究

施海青¹, 井 丹², 党延辉¹, 敬兴龙¹

(1. 新疆华隆油田科技股份有限公司, 新疆 克拉玛依 834000;
2. 中石油新疆油田公司, 新疆 克拉玛依 834000)

摘 要:随着国际油价持续低迷,油田节能降耗工作成为各大油田降本增效的有效措施,及时准确地掌握、分析各项重要的能耗数据是节能降耗目标实现的基础;同时,随着智能油田建设的逐步推进,“石油云”、“油气生产物联网”等新课题、新应用迅速发展。对此,提出了一种基于物联网技术的油田节能监测平台的搭建方法。将传统的数据采集遥测系统与新型的智能传感技术及无线通讯技术等综合运用,搭建了一套节能监测平台,实现了对油田使用的抽油机、泵机组、注汽锅炉等能耗设备的集中监测,完成了数据采集存储、现场设备远程控制、无线数据高速传输等多项核心功能,并解决了部分重要能耗数据的分析及节能措施研究。

关键词:节能监测;物联网;智能油田;监测平台

中图分类号:TP302

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2018)04-0183-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2018.04.039

Research on Oilfield Energy-saving Monitoring Platform Based on IOT Technology

SHI Hai-qing¹, JING Dan², DANG Yan-hui¹, JING Xing-long¹

(1. Xinjiang Hualong Oilfield Technology Co., Ltd., Karamay 834000, China;
2. CNPC Xinjiang Oilfield Technology, Karamay 834000, China)

Abstract: With continual slumping of international oil prices, most of Oilfields take energy-saving and reducing consumption as effective measures to reduce costs and increase benefits. Timely and accurate grasp and analysis of the important energy consumption data is the basis of reaching the target of energy-saving and reducing consumption. At the same time, with the intelligent oilfield construction step by step, “Oil-Cloud”, “Oil and gas based on IOT” and other new issues, new applications have development rapidly. For this, we propose a way to build an Oilfield energy-saving monitoring platform based on IOT technology. The system integrates traditional data acquisition telemetry systems, intelligent sensor technology, and wireless communication technology, etc., to build a set of energy-saving monitoring platform. It has realized the centralized monitoring of the energy consuming equipment, such as pumping units, steam injection boiler and so on, and achieved the data acquisition and storage, on-site equipment remote control, wireless data transmission and other core functions. Besides, it has analyzed parts of the important energy consumption data and put forward some effective measures to reduce consumption.

Key words: energy-saving monitoring; IOT; intelligent oilfield; monitoring platform

0 引言

油田使用能源的方式和种类主要是机采、注汽、注水、集输、供水等工艺过程中所消耗的电、天然气、煤等^[1]。在油田生产过程中存在能耗较大、效率较低等问题,如中国石油天然气股份有限公司2016年15家油气田企业注水系统平均效率48.2%、泵机组效率74.9%、注水单耗8.29 kWh/m³。按照2015年工业与

信息化部发布的《石油和化工企业能源管理中心建设实施方案》,明确了各类型企业的能源管理中心通用建设内容和专项建设内容,并提出了软硬件建设和验收标准^[2]。文中以油田节能监测平台搭建入手,通过物联网技术、无线网络通讯技术等,实现对油田生产工艺过程中主要能耗数据的监测、掌握能耗设备运行状况、分析能耗效率、及时制定节能降耗措施、提升油田

收稿日期:2017-05-14

修回日期:2017-09-15

网络出版时间:2017-12-05

基金项目:国家物联网发展专项资金(财企[2013]297号);新疆维吾尔自治区电子信息发展专项资金(201622312)

作者简介:施海青(1971-),男,机电工程师,从事油田自动化、数字化、智能化及系统工程的技术研究工作。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20171205.1436.124.html>

3.1.2 LTE 与无线传感器网络及互联技术的研究

需要考虑网络动态、无线媒质的丢失特性以及移动业务特性,要求多个传感终端之间支持快速接入与可靠通信,支持自适应快速切换;设计基于 LTE 的物联网查询与汇报机制,包括 LTE 网络基站发现机制、作为采集节点的物联网路由选择方案设计、数据汇报机制和协议设计;中高层节点采用双模制式,通过协议转换,利用基站间的有线链接实现中高层节点—基站—基站—中高层节点的互联互通^[10]。

3.1.3 无线传感器网络与 LTE 电磁兼容性

为满足现场需要,需灵活采用不同的无线通信技术作为物联网的通信手段,如在实际的数据传输量较小时,采用如 Zigbee 等无线通信技术的物联网;而在视频安全监控上,所要求的数据传输量较大时,采用如 Wi-Fi 等无线通信技术的物联网;并且,在同一个融合网络中,将同时存在低速、中高速的物联网与 LTE 网络^[11]。

3.2 LTE 网络系统构建

LTE 网络系统包括 LTE 基站、LTE 核心网、CPE 终端设备,网络设备选择均达到 IP66 标准要求^[12]。网络搭建过程需考虑带宽因素,如该研究在现场试验过程中设计为机采系统每口井传感器需要的带宽小于 15 kbps,一个摄像头需要提供的带宽为 2 Mbps,一组井(6 口井)总带宽需求大概为 2.1 Mbps。网络峰值速率能够达到上行 36.54 Mbit/s,下行 71 Mbit/s,并支持多种带宽分配,频谱分配更加灵活,系统容量和覆盖显著提升。其他注汽、注水、集输、供水节能监测子系统网络构建方式与机采方式相似。

4 系统应用及节能降耗措施研究

将所有数据引入节能监测平台并进行实时分析,取代了以往靠统计人员通过大量的数据录入与分析的方式,能快捷全面地统计分析各种生产报表信息及统计分析结果,从而制定相应的节能降耗措施^[13]。

4.1 机采系统节能降耗

根据油田油井间抽制度选井原则,沉没度长期(超过 2 个月)小于 90 米、日产液量长期小于 1.2 吨/天,满足任何一个条件则间抽。系统可远程操控实现抽油机启停,实现间抽管理。

结合历史数据对比分析,及时发现耗电量上升大于 15% 的油井,结合电参、力参数据,发现造成高能耗原因,及时制定调参、加药热洗等解决措施,并利用实时视频监控措施流程是否规范。

利用电流实时监测,提高平衡管理水平,在线分析油井平衡情况,通过软件统计分析,筛选连续 10 天不达标井。万方数据

通过载荷实时采集,优化油井降粘工作,在线采集载荷数据,实时计算油井载荷比,筛选超出合理载荷比范围的油井。

依托单井电量计量,强化机采能耗管理,结合历史数据对比分析,及时发现 5~7 天内耗电量上升大于 15% 的油井,结合电参、力参数据,发现造成高能耗原因,并及时制定调参、加药热洗等解决措施,做到“日跟踪、周分析、旬落实”。

4.2 集输系统节能降耗

通过恒流远程控制,保证平稳合格注水,安装恒流注水装置,在后台可实现单井注水量远程调节,分层注水合格率提升。

分析耗气量数据,总结不同搭配方式气量变化规律,优化使用最少耗气量加热炉组合,结合气温及生产情况,及时停运采暖炉及掺水炉,减少气量消耗。

通过输送温度控制,降低原油输送和处理的加热耗电耗气。通过优化集输温度、加热炉提效单耗大幅下降。以某油田区块为例,通过该措施集输吨液单耗由 11.23 kgce/t 下降到 7.14 kgce/t,下降了 36.69%。

4.3 注水系统节能降耗

注水系统参量敏感性分析,通过对注水系统相关的注水压力、机泵效率、管网效率、电机负载率、注水量、日用电量、注水井流量、平均注水油压等生产数据进行分析,得出影响系统效率、注水标耗等各种因素之间的关联度,制定出相应的技术方案,并对实施后的注水能效利用率及节能效果开展分析与预测。以某油田为例,通过分析得出注水单耗与注水系统压力拟合程度为 0.91,如图 3 所示;机泵效率与注水压力相关性较低,关联程度为 0.19,如图 4 所示;机泵效率与单耗基本不相关,如图 5 所示。

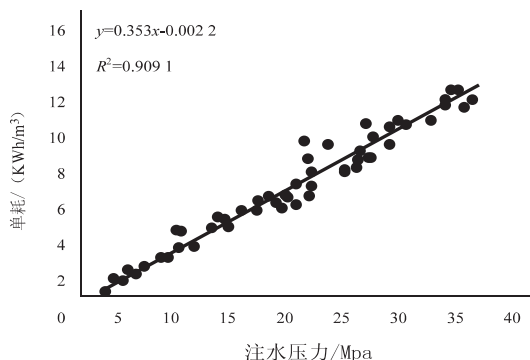


图3 注水压力-单耗拟合曲线

优化注水泵梯级配置,有效减少因管线憋压造成的能耗损失,提升注水系统效率。通过对离心泵和柱塞泵的减级改造,减少节流损失,并杜绝了回流。如某注水泵原泵参数为 DF80-150×12,流量 $Q = 80 \text{ m}^3/\text{h}$,扬程 $H = 1\ 860 \text{ m}$,现改参数为 DF90-150×10,流量 $Q = 90 \text{ m}^3/\text{h}$,扬程 $H = 1\ 500 \text{ m}$,实施后机组效率为

70.2%,运行功率降低 19.2%,注水单耗由原来的 7.8 kWh/m³降到 6.3 kWh/m³,年节电 118.2×10⁴ kWh。

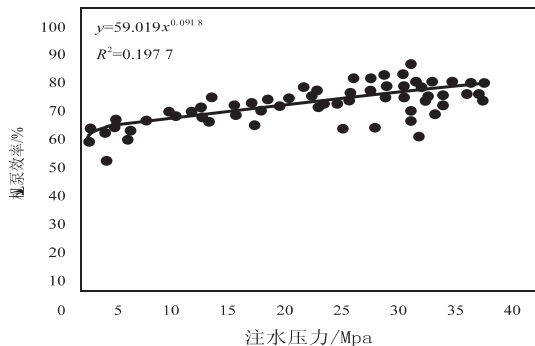


图 4 注水压力-机泵效率拟合曲线

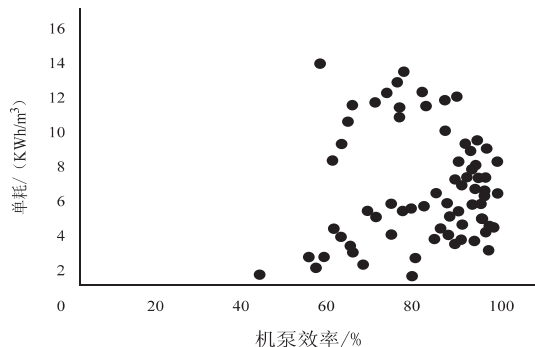


图 5 机泵效率-单耗拟合曲线

采取酸化增注等措施,降低压力上升较快的单井注水压力,开展水质治理工作,从源头改善因水质不配伍造成的管柱、地层结垢问题。

在逐步提高注水水质达标率的前提下,对局部分散注水的区块,实施局部聚垢除垢措施,减少管网压力损失,降低注水单耗。

针对部分油藏非均质性严重,层间储层物性差异大、剖面动用差异大、动用程度低、易水淹水窜的特点,采用分注井轮注、周期注水和分层注水。如某油田齐古组油藏实施层间周期注 35 井次、分层轮注 13 井次,累积增油 0.8 万吨,累积减少无效注水 9 万方,节约电量约 60.66×10⁴ kWh。

4.4 注汽锅炉节能降耗

加强稠油注汽井分类分治工作,加大对吞吐效益井优化注汽力度,减少低效注汽;加强节能数据监督,通过月通报制度,使得烟气含氧降低、锅炉热效率提高。通过节能监测对烟冷锅炉实施技术改造,以某注汽站 7 台锅炉为例,平均单耗降低 3.6 m³/t;平均过热度从 8℃降至 7℃,平均干度值降低 0.39。

5 结束语

智能油田的建设为物联网技术的应用提供了广阔的平台。文中以油田节能监测入手,以实时监测能耗数据、准确掌握能耗设备运行状况、高效分析能耗效率、及时制定节能降耗措施、提升油田生产现场管理及智能化水平以及最大限度降低能耗成本为目的,综合运用多项物联网相关技术,搭建了一套集中的系统化管理平台。该平台还可以结合到现有的油田生产管理系统中,综合运用大数据技术、云计算技术、专家诊断技术等开展更多具体的节能降耗措施及方案研究^[14]。

参考文献:

- [1] 王 赓,李爱仙,李铁男,等. 能源管理体系要求[S]. 北京:中国国家标准化管理委员会,2012.
- [2] 王 赓,李爱仙,李铁男,等. 能源管理体系实施指南[S]. 北京:中国国家标准化管理委员会,2012.
- [3] 张 豪,王益涵,吴 飞. 计算机节能技术综述[J]. 计算机技术与发展,2016,26(1):124-128.
- [4] 陈新发,曾 颖,李清辉. 数字油田建设与实践:新疆油田信息化建设[M]. 北京:石油工业出版社,2008.
- [5] 梁士军,廉守军,田春雨,等. 油田生产系统节能监测规范[S]. 北京:中国国家标准化管理委员会,2015.
- [6] 张 凯,姚 军,徐 晖,等. 油田智能生产管理技术[J]. 油气田地面工程,2009,28(12):62-63.
- [7] XU Z Q, HE J L, CHEN Z Y. Design and actualization of IoT-based intelligent logistics system[C]//IEEE international conference on industrial engineering & engineering management. [s. l.]: IEEE, 2012: 2245-2248.
- [8] 沈 骁,邵 震,刘 琛. WLAN 与 LTE 网络间 IP 流移动性的控制策略探讨[J]. 电信科学,2013,29(2):19-23.
- [9] 王营冠,张 智. 无线传感网技术[M]. 北京:电子工业出版社,2012.
- [10] 李姗姗,吴慧娟,卢祥林,等. 基于光纤传感网技术的智能油田综合监测系统[J]. 安防科技,2011(8):15-18.
- [11] FOROUZAN B A. Data communications networking[M]. 4th ed. 北京:机械工业出版社,2006.
- [12] 蒋 莹,吴 蒙. WSN 基于网络编码数据传输可靠性研究[J]. 计算机技术与发展,2013,23(4):148-150.
- [13] 尚福华,杨 慧,张吉峰,等. 基于 QPSO 的 BP 神经网络油田节能指标预测[J]. 计算机系统应用,2013,22(6):95-97.
- [14] MILLER M. Cloud computing[M]. 北京:机械工业出版社,2009.