

在线分析技术在含硫油井含水量测定中的研究与应用

李建中 赵海勇 苏春娥 秦 瑗 李雅颖

(中国石油长庆油田分公司第十一采油厂, 甘肃 庆阳 745000)

摘要: 单井原油含水率计量是采油生产的一项重要参数, 及时掌握井口原油含水率的变化, 对于油井的动态分析、工作状况及生产管理非常重要, 是动态变化调整及制定上产措施的重要依据。传统含水监测主要采用人工井口取样、化验室化验方式进行, 现场点多线长, 化验分析慢, 劳动强度大, 尤其是在含硫化氢油井上取样, 存在较大的安全风险。本文主要通过研究井口含水在线分析技术的原理, 在原有工艺的基础上, 进行了适用于含硫油井含水量测定的技术改进, 并进行了现场大量的应用, 结果表明: 含水在线分析技术的使用可有效减少节约化验成本、提高生产效率及减轻现场工人劳动强度。具有良好的推广前景。

关键词: 长庆油田; 油井含水率; 在线分析; 含硫油井

目前, 长庆油田第十一采油厂共有含硫油井 449 口, 主要分布在侏罗系油藏, 共涉及 14 个区块, 站撬 20 座, 日产油 1840t, 原始硫化氢浓度 10~20000ppm, 且所含硫化氢为原生态, 接触风险大。通过井口除硫剂投加治理后, 油管口硫化氢浓度依然较高, 与安全生产要求仍有一定差距。传统人工取样每口油井三天取一次, 取样数量有限, 连续性不够, 且取样后需要油水分离、化验分析才能得出含水率值, 所取化验样品的代表性、连续性、时效性均无法保证, 因此寻找一种能够井口含水在线分析技术, 同时避免取样硫化氢取样接触风险, 显得紧迫而必须。

原油含水分析仪是一种快速的在线测定水含量的仪器, 根据其工作原理的不同, 目前现场常用的原油含水分析仪主要可分为射频法、微波法、电容法、射线法、

电磁波五种, 鉴于其诸多优势, 近年来在油测定含硫油井含水量方面的应用越来越广泛。在测量含水率较低时, 主要采用电容法和微波法原理的含水分析仪, 这两类仪表分辨率较高, 并具有较高的测量稳定性, 通过内置的温度传感器可实现实时温度补偿。在含水率较高时, 则采用微波法原理的含水分析仪。

1 原油含水分析仪的选用

针对传统油井含水率监测中现场取样、分析化验带来的问题弊端, 2017 年起在长庆油田第十一采油厂含硫区域引进了井口含水在线检测技术, 并在 2020 年扩大了应用规模。该技术包括硬件部分为井口含水仪, 软件部分平台数据显示部分。

该含水分析装置综合了微波法与射频法特点, 应用了微波谐振腔探测技术并结合了低渗透油田含气高、含

表 1 含水分析仪应用情况统计表

作业区	2020 年 8 月					2020 年 10 月					2020 年 12 月				
	安装 (口)	上线 (口)	应用 (口)	上线率 (%)	应用率 (%)	安装 (口)	上线 (口)	应用 (口)	上线率 (%)	应用率 (%)	安装 (口)	上线 (口)	应用 (口)	上线率 (%)	应用率 (%)
作业区 1	249	197	105	79.1	53.3	373	236	115	63.3	48.7	373	280	188	75.1	67.1
作业区 2	26	25	9	96.2	36.0	37	26	11	70.3	42.3	37	23	12	62.2	52.2
作业区 3	15	12	8	80.0	66.7	15	15	9	100	60.0	15	14	8	93.3	57.1
合计	290	234	122	80.7	52.1	425	277	135	65.2	48.7	425	317	208	74.6	65.6

表 2 含水分析仪分项情况统计表

分项	系统含水 (%)			
	准确率 (%)	不准确率 (%)		
		小计	偏大	偏小
0 < 实际含水 ≤ 20	80.3	19.7	17.7	2.0
20 < 实际含水 ≤ 40	47.3	52.7	32.7	20.0
40 < 实际含水 ≤ 60	50.8	49.2	16.4	32.8
60 < 实际含水 ≤ 80	52.0	48.0	12.0	36.0
80 < 实际含水 ≤ 100	25.0	75.0	0.0	75.0
合计	64.7	35.3	19.5	15.8

砂大、易结蜡结垢、存在油包水、水包油等特点,采用了微波谐振腔射频测量原理,首创了微型气液分离装置,大大减小了井口伴生气及间歇性出液的影响,提高了测量准确性和稳定性。

该远程监测软件平台是基于现有的数字化通讯网络为基础,采用了标准的 modbus 协议与井场的含水分析装置测试数据,含水分析仪数据由井场主 RTU 进行管理通讯。在线含水分析装置远程监测软件是分为六大功能:井组分布、实时数据、曲线管理、综合管理、生产报表、油井管理。一个树型目录用于辅助查询或显示当前井组或油井,每小时采集 60 个数据点,根据数据点计算出瞬时值,每半小时向平台上传 1 个数据,从而计算出日平均值,月平均值。

2 原油含水分析仪的技术改进及现场应用

2.1 技术改进

在试验初期,现场上线率、应用率较低,经过大量的现场调研,做了 6 个方面的技术改进,对所用设备硬件部分、软件部分、数据传输部分做了改进和升级,提高了含水在线监测技术的应用效果。主要改进之处如下:

①针对探头易被原油中蜡、垢等堵塞的现象,将斜插式探头改为直插式探头,减少了探头堵塞;

②针对部分低液量井、间隙出液井、气体影响井等测试不准的现象,改变进液腔结构为圆柱形短节,增加探头接触面积,改变管道通径,使测试液连续均匀,解决测试数据跳跃变化幅度大的问题;

③软件平台优化:对软件平台进行迁移,通过划分服务器权限、优化内容等级、剔除异常值 3 项内容,提高后台服务器稳定性。针对数据上传软件平台后显示无效含水值过多,无法剔除异常点的问题,采取系统每半个小时采集一个点数据,一天 48 个点数据,剔除 5 个最大值、5 个最小值,其他数据计算算术平均值作为日平均含水;

④对表头单片机内置程序算法进行了优化,由算术平均改为加权平均,使含水计算更加科学合理。

2.2 现场应用

含水分析仪近应用情况如表 1 所示。

从试验初期上线率和应用率比较低,通过不断研究调研,技术改进,目前井口含水分析仪已安装 425 套,上线 294 套,设备上线率 74.6%,应用 208 套,设备应用率 65.6%,上线率和应用率均有了较大幅度上升。

测试了含水率对设备准确率的影响,结果如表 2 所示。

从表 2 中可以看出,实际含水在 0~20% 范围内,设备准确率较高 80.3%,实际含水高于 20%,设备准确率 49.0%,体现出了含水分析仪在长庆油田的普适性较高。

测试了液量对设备准确率的影响,结果如下图 1 所示:

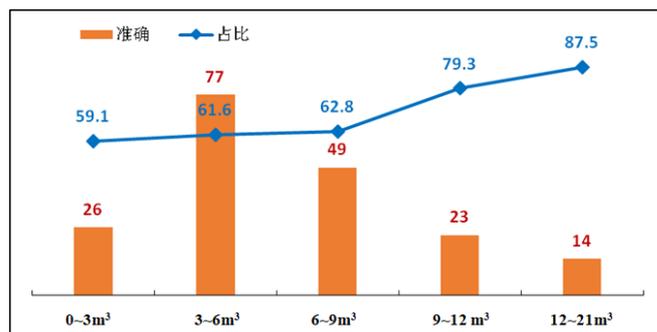


图 1 不同单井液量区间含水分析仪准确率分项目图

从图中可知,随单井液量上升,设备准确率逐步提高,单井液量大于 9m³,设备准确率大于 80.0%。说明测试管道的充满程度对设备准确率存在影响。

3 结论

①含水在线分析技术的使用可有效减少人工取样和化验次数,节约化验成本,避免员工在含硫油井取样时中毒风险,提高生产效率,减轻现场工人劳动强度;

②通过实时监测单井的含水变化,可直观掌握油井出油状况,给技术人员提供技术支持,提升自动化、信息化管理水平,适应油田智能化建设发展需要;

③从数据应用情况分析得出结论,实际含水在 0~20% 范围内,设备准确率较高 80.3%,实际含水高于 20%,设备准确率 49.0%;

④目前含水分析仪改进到了第三代,但对于低液量井,尤其是间出井、供液不足井、脱气量较大井,含水分析仪在采集数据时含水数据波动较大,影响了含水数据应用率。

参考文献:

- [1] 李志茂. 基于微波透射法测量油水两相流分相含率的实验研究 [D]. 杭州:浙江大学,2006.
- [2] 黄光辉,颜大军,邱培隼. 原油含水分析仪的应用 [J]. 油气田地面工程,2000,19(6):41-42.
- [3] 王少松,谈得芳. 新型在线含水分析仪在西北油田的应用 [J]. 化工自动化及仪表,2019,46(12):1051-1054.
- [4] 高宝元. 原油含水分析仪在线检定装置研发及应用 [J]. 石油化工自动化,2018,54(3):54-57.
- [5] 张国军,申龙涉,齐瑞,等. 原油含水率测量技术现状与发展 [J]. 当代化工,2012,41(01):59-62+72.
- [6] 董鹏敏,赵波,艾绳勇,等. 原油储罐油水界面动态检测系统的研究 [J]. 西安石油大学学报(自然科学版),2013,28(03):34-37+5+4.

作者简介:

李建中(1978-),男,高级工程师,2002年毕业于大庆石油学院石油工程专业,主要从事采油工艺及油田数字化管理工作。