



新疆油田原油含水在线监测技术应用跟踪评价

冷润熙¹ 郑朝新² 刘文琴²

1.新疆油田公司勘探开发研究院 新疆 克拉玛依 834000

2.新疆油田公司采油一厂 新疆 克拉玛依 834000

摘要: 基于射线法的FGH-S型原油含水分析仪是新疆油田公司采油一厂第一集中处理站实现原油含水率在线监测最重要的方式。通过回顾长达十四年(2002-2016)的监测数据,对其进行全寿命周期的应用效果跟踪评价。结果表明:FGH-S型原油含水分析仪适用于采油一厂第一集中处理站的在线含水计量。

关键词: 原油含水分析仪 在线监测技术 寿命周期

Application and Evaluation of Water Cut Online Monitoring Technology in Xinjiang Oilfield

Leng Runxi¹, Zheng Chaoxin², Liu Wenqin²

1. Research Institute Of Exploration and Development, Xinjiang Oilfield, Karamay, 834000, China

Abstract: The FGH-S type of water cut meter, which is based on ray method, is the most important way to monitor water cut online in No.1 centralized processing station of No.1 production plant. By reviewing 14 years (2002-2016) monitoring data, the application effect of water cut meter in whole life cycle is evaluated. The results show that The FGH-S type of water cut meter is Suitable for monitoring water cut online in No.1 centralized processing station.

Key words: water cut meter; online monitoring technology; life cycle

原油含水率是石油开采、化工行业中的一个重要指标,它直接关系到原油的开采、脱水、集输、计量、销售、炼化等环节。原油含水率测定方法经历了从人工取样化验到仪表在线测量的发展。人工取样化验主要采用蒸馏法、离心法、电脱法、卡尔-费休法等^[1];仪表在线测量主要采用密度法、电导率法、射频法、电容法、射频电容法、电磁波法(高频电磁波法、短波法、微波法)、射线法等^[2]。相较人工取样化验,仪表在线测量具有自动、智能、快速、环保等特点,但也存在仪表成本高、抗干扰能力差、稳定性逐年下降等问题,是原油含水率测定方法未来发展趋势。

1 原油含水分析仪对比

新疆油田使用的原油含水分析仪按照工作原理主要分为五类:射线法、电容法、微波法、射频法及密度法。

电容法、微波法和射频法原油含水分析仪的测量原理相似,都是利用油、水两种介质的介电常数差别测量原油含水率^[3-5]。密度法原油含水分析仪利用油、水的密度不同测量原油含水率^[6]。射线法原油含水分析仪利用油、气、水对射线吸收能力差异测量原油含水率^[7]。相较其它四类原油含水分析仪,放射法原油含水分析仪具有含水率测量量程宽、含气率适用范围广、运行稳定性好、定期维护简单等特点。

2 FGH-S型原油含水分析仪的结构、原理及技术参数

2.1 结构组成

FGH-S型原油含水分析仪由自动监测传感器和微型计算机数据采集处理系统两部分组成。

2.2 测量原理

FGH-S型原油含水分析仪采用放射性同位素镅(^{241}Am ,半衰期433年)作为低能 γ 光子射线源。当具有一定能量或初始强度的 γ 射线(低能光子源)穿过油、气、水三相混合介质时,低能光子会与介质的大量

分子产生相互作用,同时产生透射与散射现象。通过探测器分别测出透射方向的透射计数和散射方向(90° 或 120°)的散射计数。 γ 射线的透射和散射衰减强度都是含水率与含气率的函数,通过联立求解透射方程和散射方程就可以得到含水率与含气率。

2.3 技术参数

FGH-S型原油含水分析仪的特点是测原油含水率的量程宽($0\% \sim 100\%$),含气率范围为 $0 \sim 30\%$,现场含水率允许误差范围为 $\pm 3\%$,理论设计使用寿命为5年;不适用于含气率超过30%或油水密度差 $\leq 80\text{kg/m}^3$ 的原油含水率计量,仪器中含有辐射源,有一定的安全风险等。

2.4 调试方法

全水透射和透射斜率是FGH-S型原油含水分析仪调试的两个重要参数。

单向偏差是指含水仪显示值与电脱法化验值之间的所有差值全部为正或负。密度、含气等原油物性的变化会引起FGH-S型原油含水分析仪的监测数据误差出现单向偏差。调整全水透射值可解决单向偏差问题,减小累计误差。

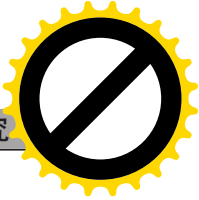
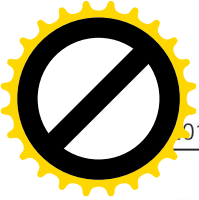
线性误差是指当电脱法化验值为低(高)值时,含水仪显示值较其偏高(低)。调整透射斜率值,改变透射方程的斜率,可消减线性误差。透射斜率值的调整范围为 $0.1 \sim 0.4$ 。

3 FGH-S型原油含水分析仪的现场应用

3.1 应用效果跟踪评价

3.1.1 含水率测量量程

第一集中处理站自2002年5月起陆续安装FGH-S型原油含水分析仪,用于测量各生产区块分线和沉降罐出口的原油含水率。之后通过不间断地抽样对比,获得了不同含水率值时的仪表测量误差。原油含水率范围为 $0\% \sim 98.9\%$ 时,测量误差范围在 $-2.87\% \sim 2.98\%$ 以内,符合仪表的允许误差 $\pm 3\%$ 范围。表明FGH-S型原油含水分析仪的含水



率测量量程宽。

3.1.2 使用寿命周期

截至2016年,第一集中处理站共安装FGH-S型原油含水分析仪16台,其中使用年限在10年以上的6台,使用7~9年的6台,使用0~5年的4台。经12台含水仪长达14年的使用验证,FGH-S型原油含水分析仪的实际有效使用时间可达10年(前5年运行稳定可靠;5~10年运行稳定性变差,需定期调试校正全水透射、透射斜率等参数维持仪表线性;超过10年运行稳定性丧失,定期调试校正后仪表也没有线性),为理论设计寿命的2倍。表明FGH-S原油含水分析仪的使用寿命周期长。

但考虑到测量系统运行超过5年后稳定性降低、数据可靠性变差、维护工作量增加等情况,建议在5年理论设计寿命之前正常轮换相应元件及配套系统。

3.1.3 安全性

FGH-S型原油含水分析仪表面的辐射吸收剂量为 $0.18 \mu\text{Sv/h}$ (与天然辐射本底吸收剂量当量持平)。

《GBZ125—2009含密封源仪表的卫生防护标准》中对仪表外围辐射的剂量控制要求: 5cm 时当量率 $H^* < 2.5 \mu\text{Sv/h}$ 或 100cm 时当量率 $H^* < 0.25 \mu\text{Sv/h}$,对人员的活动范围无限制。

因此,FGH-S型原油含水分析仪正常使用情况下是安全的。但考虑到放射源有丢失、泄漏等管理风险,所以要对其进行严格管理,如涉及放射源的安装、检查、维修的操作,应由取得放射工作人员资格证书的专业人员;在仪表安装场所的醒目位置设置清晰的“电离辐射警告标志”,等。

3.2 多因素影响测量准确性

FGH-S型原油含水分析仪运行过程中导致监测数据超差的主要因素有:人为误差、介质物性变化、硬件系统故障。

3.2.1 人为误差

人为误差主要是由于取样不当或做样不当造成的。

取样过程中,在流体介质不稳时取样并读数,电脱法和含水仪测量所用的样可能不是同一时刻的流体介质。这会引起电脱法测量值与含水仪显示值有较大偏差,但实际上两个值可能都是正确的;还有,当管线内气体量大时没有先放气就直接取样并读数,这可能会引起量筒内的液体体积因气体的存在而偏高,含水仪因气体的存在而测量有偏差。

做样过程中,加热温度不合适,过低会导致脱水效果不好,过高会导致液体飞溅;脱水时间过短也会导致脱水效果不好。过渡带不能很好分层还有一个重要原因是油样中存在絮状物。若电脱后量筒内存在过渡带,现场的经验做法是将过渡带体积读取为50%水和50%油。因此,脱水效果差会影响体积的读取,最终影响到电脱化验结果。

产生人为误差的根本原因是人为习惯性差异、操作不规范,相应的对策是严格执行操作标准,规范操作,取多组样化验对比,减小人为误差。

3.2.2 介质物性变化

管道内流体介质物性变化会引起透射计数和散射计数发生改变,最终影响FGH-S型原油含水分析仪的测量结

果。管道内流体介质是油、气、水三相混合物。

作业区的补层、上返等措施作业可能引起新老层之间的原油性质(如密度)有较大差异。相应的对策是重新取样化验,调试仪表参数,拟合方程线性;

虽然仪表采用的是油气水三相测量模型,但是仅能适用于低含气率(0~30%)的原油含水率测量。当含气量超过30%时,监测数据就会超差。含气量超过30%的原因主要有:稀油处理站的两相分离器附件故障,如过油阀坐封不死等;稠油处理站对进站的液温有要求,但掺汽量过大等。相应的对策是定期维护两相分离器(稀油)和控制掺汽强度(稠油)保证来液低含气率。

当作业区有热洗管线等作业时,管输原油中会夹杂部分的非地层水。但少量的非地层水一般不会引起透射计数和散射计数发生较大改变,因此对仪表的测量准确性影响较小。

3.2.3 硬软件系统故障

FGH-S型原油含水分析仪自2011年以来该系统先后在稀油处理站、稠油处理站发现监测数据超差(点样误差超3%、周期对比净化油误差超5%),线性度稳定性变差甚至没有线性。经过仪表、信息等专业技术人员对现场一次仪表、数据采集控制、上微机系统、传输等的检测和综合分析判断,确诊为硬件系统老化故障。

常见的硬件系统故障有:仪表硬软件故障、远传系统硬软件故障。硬件系统故障会产生监测数值不变、液量含水误差大、系统数据中断、数据采集和上微机系统死机、数据无法正常通讯等情况。引起故障的原因主要可分为:结构失效、单元模块损坏、电路断或短路、软件漏洞、老化等。对于非老化原因引起的故障,相应的对策是拆卸仪表后返厂维修;对于老化原因引起的故障,相应的对策是先对远传系统的软硬件进行分批维护,然后在远传系统可信的前提下,陆续整体轮换新的仪表。

4 结束语

1)在现场应用过程中,FGH-S型原油含水分析仪的测量准确性高,但受到三类主要因数(人为误差、介质物性变化和硬软件系统故障)影响。通过分析上述因素提出了相应对策。

2)FGH-S型原油含水分析仪适用于采油一厂第一集中处理站的在线含水计量。

参考文献

- [1] 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(1):59-62.
- [2] 徐清华.管道原油含水率测量技术的研究[D].沈阳:沈阳工业大学,2011.
- [3] 王国庆,张健.原油含水分析仪技术发展现状[J].油气田地面工程,2004(5):33.
- [4] 于洋,孙香.微波法原油含水率测量[J].仪表技术与传感器,2011(12):93-95.
- [5] 杨博.一种新型的原油含水率在线监测装置研究及应用[J].内蒙古石油化工,2014(24):21-23.
- [6] 邓洪财,刘益智,王国滨.应用密度法测原油含水率[J].黑龙江科技信息,2008(10):39-40.
- [7] 季鹏,马晓明,杨学维.在线式原油含水率自动监控系统的设计[J].微计算机信息,2007,23(11):86-88.