

## 综合录井井控监测技术应用现状

王益军 杨阳 张贵莲 刘云霞 曹丽萍

克拉玛依市三达检测分析有限责任公司, 新疆 克拉玛依 834000

**[摘要]**随着社会的发展,科学技术的进步,越来越多的新技术被研发出来。比如综合录井监测技术,通过使用该技术能够提升钻井参数的准确性和可靠性,而且能够保证石油地质工作的顺利开展。现阶段,综合录井技术被较常使用在石油地质勘探方面,却很少应用在钻井工程建设中。随着钻井工程的发展,逐渐需要使用到综合录井技术。目前对综合录井工程进行建设时,必须要重视到如何应用综合录井技术,提升钻井工程建设的质量和水平。在文章中,主要从技术和体制的角度分析了综合录井技术应用过程中存在的技术难点,提出了综合录井技术的发展方向以及应用建议,以期提升综合录井技术的应用能力提供一些帮助。

**[关键词]**井控监测技术;综合录井;应用现状

DOI: 10.33142/ec.v5i12.7300

中图分类号: TE142

文献标识码: A

### Application Status of Comprehensive Logging Well Control Monitoring Technology

WANG Yijun, YANG Yang, ZHANG Guilian, LIU Yunxia, CAO Liping

Karamay Sanda Detection and Analysis Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

**Abstract:** With the development of society and the progress of science and technology, more and more new technologies have been developed. For example, comprehensive logging monitoring technology can improve the accuracy and reliability of drilling parameters and ensure the smooth development of petroleum geological work. At present, comprehensive logging technology is often used in petroleum geological exploration, but rarely used in drilling engineering construction. With the development of drilling engineering, comprehensive logging technology is gradually needed. At present, when constructing the comprehensive logging project, we must pay attention to how to apply the comprehensive logging technology to improve the quality and level of drilling engineering construction. In the article, the technical difficulties in the application of comprehensive logging technology are analyzed mainly from the perspective of technology and system, and the development direction and application suggestions of comprehensive logging technology are put forward in order to provide some help for improving the application ability of comprehensive logging technology.

**Keywords:** logging control monitoring technology; comprehensive logging; application status

### 引言

随着经济的快速发展,各行各业对石油、煤炭和天然气等资源的需求量增加,应用这些资源也取得了不错的成效。因此,资源开发公司必须要通过先进的技术和方法对资源进行开采利用,对技术应用要点进行全面系统的掌握,确保资源开采工作能够顺利进行,并且取得预期的成效。而在资源开展作业中,必须要重视钻井井控工作这一关键环节。一旦钻井井控工作出现了问题,很容易出现井喷现象,使开采公司和作业人员处于不安全的环境下。由此可见,资源开采公司的相关作业人员必须要全面掌握录井技术的内容,保证在进行钻井工程作业时及时快速的对资源进行寻找,提高钻井作业的安全性。与此同时,应用综合录井技术时,必须要重视应用井控监测技术,对钻井作业的开展采取实时监控的管理状态,从而提升钻井工程建设的效率和质量,能够及时发现钻井作业中出现的危险因素,并且进行及时有效的处理,降低井喷带来的风险,保证作业人员的安全。

### 1 综合录井技术概述

对钻井工程进行建设时,可以应用综合录井技术,提升井下作业的安全性,提升钻井作业的效率,保证钻井作

业的开展能够取得较大的成效。对综合录井技术的应用价值进行分析,具体包括以下几个方面。第一,自动化程度高。通过应用综合录井技术,能够完整的收集整理相关的参数,为钻井工程的作业提供数据支持,如果在必要的情况下,工作人员可以打印这些数据资料,使其他工作人员能够准确的掌握钻井工程的各项数据参数,根据钻井工程的实际施工情况来开展钻井作业,不仅提升了钻井作业的效率,而且提升了钻井作业的质量。第二,钻井资料具有较高的完整性。通过应用综合录井技术,能够实现对钻井资料的自动化跟踪分析,尽可能的减少数据遗失现象的发生,使工作人员开展工作能够有准确的资料,降低钻井作业过程中的风险,提升钻井作业的安全,及时有效的反馈钻井作业区域的地层信息以及资源储存特性,最大程度的发挥资源开采的作用和价值,同时提高资源后续使用中的价值,以上就是综合录井技术的优势。<sup>[1]</sup>

### 2 综合录井井控监测技术的应用现状

#### 2.1 井控异常的综合录井参数特征

通常情况下,井场内会安装各种不同的传感器,这些传感器会直接或间接的获得很多数据参数,而综合录井仪

利用这些参数,对钻井工程进行全方位的监控,同时及时上报异常数据。在不受钻井设备和材料的影响下,异常参数可以直接反映出井筒压力的变化情况,对录井参数的异常变化进行研究,有利于对井筒压力的平衡状况进行评价。通常情况下,导致井控出现异常的原因如下。其一,地层流体进入井筒。在这种情况下,会出现井涌、井喷和溢流的现象。其二,井筒流体进入地层。在这种情况下,通常会出现井漏。(图 1)增加钻井中液烃类的气体含量,直接导致电导率和钻井液的密度降低,这种情况反映的是地层流体进入井筒,根据出口排量、井筒压力变化、总池体积增加的情况来确定是否出现井涌、溢流的异常情况。如果出口流量、泵压、泵冲以及总池体积呈现大幅度减少的情况,就表明钻井液液注的回压降低,这种情况反映的是钻井液流入地层,并且造成了井漏的现象。

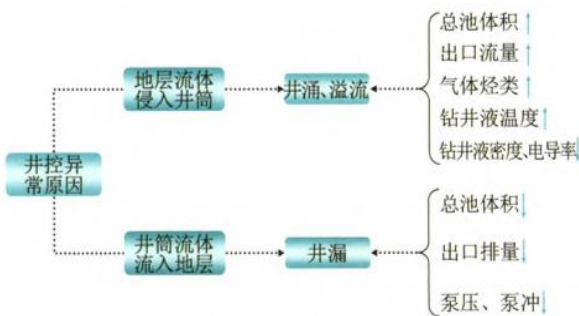


图 1 综合录井参数监测井控异常

## 2.2 起下钻过程中录井井控监测

在起下钻的过程中,通常会出现井控异常和失控的现象。所以,在起下钻期间必须要做好安全监控工作。根据起下钻的相关井控操作规定来看,重点监测起下钻的返浆和灌浆是录井的一大重要职责,必须要提升起下钻的安全性。如果起下钻的速度不符合井控安全标准,就会导致抽汲和压力过大,从而使地层的流体侵入井筒,进而出现井涌的现象,还会因为压漏地层而出现井漏的现象。使用井控监测技术对起下钻的速度进行实时监控,结合井眼直径、钻井液性能、地层状况、钻具组合等条件对起下钻的速度进行确定,如果起下钻速度过快,录井仪就可以自动报警。开展起钻工作时,为了使井内的压力达到平衡状态,必须要及时将与钻具体积差不多的钻井液量灌入井内。如果灌入量和钻具体积差不多,就表明井筒内的压力达到平衡的状态。开展下钻工作时,如果井筒反出的钻井液体积比钻具体积大,这种情况也说明地层流体出现了侵入井筒的情况。利用池液位的传感器对钻井液的变化情况进行监测,从而来确定地层流体是否侵入井筒。进行起下钻时,及时监测钻井液的出口流量,对井筒的流体状态进行判断,从而更好的控制井筒内的压力,并且做好早期预警工作。比如上海某公司开发了一种新型的超声波和电磁波的监

测装置,主要监测钻井液以及人口流量,并且监测的数据具有精确性。中国石油大学也利用涡轮流量计、电磁流量计以及分流式小截面的测量方法对钻井液返出量和井口防溢管中环空流体进行监测,能够精准的弄清楚出口排量的变化。为了对出口流量进行监测,可以使用流量计工具,有利于促进井控监测的安全和精准性。<sup>[2-4]</sup>

## 2.3 钻进过程中录井井控监测

整个钻进阶段,使用井控安全监测技术,有利于全面了解保护油气层和油气显示的情况。为了计算出 dc 指数,可以结合钻进阶段的转盘转速和转压等工程参数,对地层孔隙中的压力大小进行监测;为了对钻井液池体积的大小进行监测,可以使用超声波传感器的工具,对井内流体的情况进行监测;井筒内如果达到了平衡状态,可以表现为钻进阶段中的气测异常。对 df 指数、气测异常、钻井液池体积的检测结果进行分析,能够有效的监测钻井阶段的安全情况。

### 2.3.1 dc 指数法

如果钻进了不正常的高压地层时,通常会因为高压地层压实度不足、孔隙度大,而造成机械钻速增大的情况。由此可见,可以根据钻速大小来确定压实地层中孔隙压力的大小。西部某录井工程公司为了提升检测的精度,对指数检测法进行升级,具体包括对钻井液密度差、钻头磨损进行处理。根据 PDC 破碎岩屑的机理研究数据来看,必须要保证 PDC 钻进下具有科学合理的录井方法。研究 PDC 钻头地层中孔隙压力的监测技术,在 PDC 钻进模式下,提出了新型的 dc 监测模式,使异常高压过渡带的监测具有准确性。SM011 井自清水河组中部至三叠系为异常高压地层,钻后根据井段 3960.00~4608.00m 实测的地层孔隙压力计算的系数为 1.64。修正前 df 指数法回归该井段的地层孔隙压力系数为 1.55(图 2 左),与钻后实测误差为 0.09,利用修正后的 dc 指数法检测得到的地层孔隙压力系数为 1.61(图 2 右),与钻后实测值绝对误差为 0.03。<sup>[5]</sup>

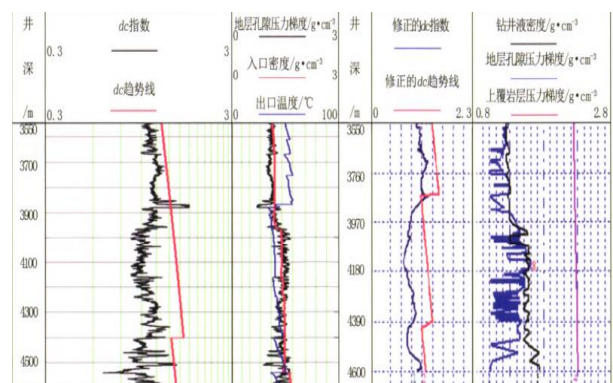


图 2 SM011 井地层孔隙压力剖面(左图为修正前,右图为修正后)

### 2.3.2 钻井液池体积法

对钻井液体积的增减大小进行实时、动态和准确的监测,能够对井涌、井漏等情况进行分析,从而为确定井筒地层状况提供数据支持。录井的操作人员必须要对钻井液池体积的大小进行实时监控,没有受到人工灌注的影响,如果一定时间内钻井液池体积出现了大于  $0.5\text{m}^3$  的变化,就可以直接确定钻井液出现了溢流和漏失的情况。在这种情况下,必须要做到一旦发现溢流就关闭井筒,即使没有确定出现溢流,也要关闭井筒进行检查。如果确实出现了油气显示、溢流、以及井漏等异常情况,就要及时上报。通过使用动态堵漏监测仪,并且可以结合体积法、密度法、质量守恒法来对井内是否出现井漏和溢流进行判断,最大程度的提高判断的及时性和准确性。除此之外,使用传感器可以判断流量的方向,如果是正方向就表明出现井漏,如果是负方向就表明出现溢流,为判断钻井阶段的溢流和井漏提供了技术支持。目前,塔里木和青海的油田都会使用到动态堵漏监视仪,并且取得了良好的堵漏效果。

### 2.3.3 气测异常法

一旦井筒内流入了地层流体,就会出现油气侵的情况,导致液柱体积变小,这个时候可以使用液位传感器对罐内液体的情况进行监测,确保能够及时发现井控异常现象。如果转入油气层,会出现气液显示的异常,甚至会出现气侵的现象,这种情况反映了油气层流体具有较高的压力系数,比钻井液的密度值还要高。对气测异常进行正确判断,同时做好预警报告工作,将问题反应给钻井及其工作人员,保证其采取井控措施具备大量的准备空间。利用气侵检测技术,能够根据压力波的传播速度、套管压力以及立管压力信号来对气侵程度、气柱高度、井底含气率进行判断,最终得到准确的含气量。通过对气侵监测技术进行研究和利用,有利于提升井控操作中的安全。<sup>[6]</sup>

### 2.4 有害气体的监控预警

通常情况下,地层流体具有较复杂的压力系统,一旦揭开油气层,就会导致地层流体进入井筒而出现溢流的现象。如果地层流体中有较多的酸性气体,就会导致运营的过程中出现剧烈膨胀,在这种情况下,就很容易导致出现井喷的现象。所以,必须要提升监测有毒有害气体的水平,保证井控操作中的安全。

举个例子:准噶尔盆地南缘 KA10 井在井深 3862.28m 出现  $\text{H}_2\text{S}$  气体异常,10:19 浓度检测值(气体体积分数)为  $1 \times 10^{-6}$ ,10:20 当浓度检测值(气体体积分数)达到  $10 \times 10^{-4}$  时及时报警,10:22 检测值(气体体积分数)达到  $31 \times 10^{-6}$  后开始下降,10:27 降到 0 后恢复正常钻进(图 3)。因此,在钻井阶段,必须要对  $\text{H}_2\text{S}$  气体浓度进行及时准确的预报,不仅需要做好井控安全预警,而且需要采取针对性的措施,保证井控安全。

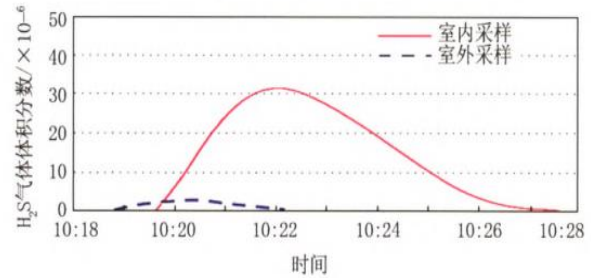


图3 KA10 井  $\text{H}_2\text{S}$  气体检测曲线

### 3 井控监测技术发展思考

与传统的井控监测技术相比,现阶段的井控监测技术取得了较大进步。但是该技术采集参数只适用于地面条件下,没有办法对地下参数进行采集。如果实现随钻测量和综合录井技术的结合,就可以全面的提升井控的安全性。控制井筒里的液柱压力大小,能够解决井筒中压力失衡的问题。对井筒里的液柱高低进行精确的测量,能够检测井筒压力,具体可以使用以下两种方法。第一,为了对井筒里的液柱面进行监测,可以在节流管的交汇处安装气枪声波发生器和接收装置,对回声声波的返回时间进行测定,从而计算出液柱的高度和压力。第二,对井筒液面进行测量,从而检测出溢流量。在钻井四通阀上安装液位的下限开关,在溢流管的下方安装液位的上限开关,还要在溢流管上安装出口流量传感器,在起下钻罐内安装液位传感器。根据这些开关和传感器提供的数据信息来判断是否出现井涌和井漏的情况。目前,上海某公司对这种技术申请了发明专利,能够保证井控监测工作的精细化。许多石油技术服务的公司也不断建设和完善随钻地层中的孔隙压力大小的测量系统,如果钻井液没有进入地层,测量系统就可以测量地层以及流体情况,得出相关数据,从而对地层孔隙压力以及相关物理参数进行确定,不仅能够为井控安全监测提供数据支持,而且为采油作业提供指导作用。所以,对随钻地层中的孔隙压力大小的测量系统进行研发和应用,能够保证井控安全监测工作的顺利开展。与传统的井控监测技术相比,现有的技术具有及时性、精确性、可靠性的特点。通过开发应用先进的机械、物理、电子等井控监测技术,实时监测井筒压力的平衡情况。现阶段,我国对这类技术的研发缺乏经验,必须要引进国外先进的技术,进一步提高我国井控监测技术的水平。<sup>[7]</sup>

### 4 结束语

综上所述,需要控制井控监测参数,不断加大对监测技术的投资和研究力度,实现井控监测技术和新井筒监测手段的有机结合,提升井控技术的水平,保证井控的安全,同时优化钻井工作。

#### [参考文献]

[1] 王建彬. 综合录井井控监测技术应用现状及发展思考



- [J]. 中国化工贸易, 2020, 12(1): 138-140.
- [2] 吴英伟. 综合录井井控监测技术应用现状及发展思考 [J]. 信息系统工程, 2019(10): 79-82.
- [3] 滕照伟. 综合录井井控监测技术应用现状及发展思考 [J]. 石油石化物资采购, 2021(16): 71-72.
- [4] 赵富波. 综合录井井控监测技术应用现状及发展思考 [J]. 信息周刊, 2019(52): 59.
- [5] 金业权, 喻海霞, 孙泽秋, 等. 层次分析法在地层因素诱发井控风险分析中的应用 [J]. 石油天然气学报, 2011(8): 1-3.
- [6] 袁波, 刘刚, 戴爱国, 等. 高温高压天然气井常见问题及安全钻井工艺 [J]. 国外油田工程, 2006(8): 5.
- [7] 苗树富, 邓国岩. 欠平衡钻井技术在板深 7 井的应用 [J]. 钻采工艺, 2000(1): 5.
- 作者简介: 王益军 (1965.11—), 男, 汉族, 籍贯: 陕西, 本科学历, 1989 年毕业于西安石油大学油田化学专业, 高级工程师, 从事油田污水处理技术工作 30 年, 现任克拉玛依市三达检测分析有限责任公司总经理。