

鹰眼系统在套管监测中的应用

柴满州 向绪金 杨清荣 戴恩汉

(中原油田分公司, 河南濮阳 457001)

摘要 介绍了鹰眼系统的组成原理及技术特点, 重点阐述了该系统在套管状况监测中的应用。分析了套管变形、套管错断、套管内腐蚀、射孔段的孔眼状况、井壁结垢状况、井下落物和鱼顶形状等多种类型的井况测试资料。现场应用 100 多井次证明, 鹰眼系统检测技术是一种先进准确的套管状况监测方法, 必将在井况诊断和确保增产、增注措施的实施中起到重要作用。

关键词 鹰眼系统 套管 监测 套变 套损 腐蚀 鱼顶

作者简介 柴满州, 1963 年生。1983 年毕业于武汉工业大学, 1993 年获西南石油学院工学硕士学位, 现为采油工程技术研究院测试工艺室主任, 高级工程师。

截至 2000 年底, 中原油田共有生产开发井 5503 口, 其中油井 3441 口, 气井 41 口, 水井 2021 口。自 1990 年以来, 油水井套管损坏呈大幅度上升趋势。全油田累计发生各类事故井 2873 井次, 其中落物 1286 井次, 套损 1587 井次。目前仍有事故井 1395 口, 其中各类套损井 814 口, 占目前事故井总数的 58.4%, 严重影响着中原油田的稳定和发展。

针对上述情况, 2000 年 1 月从美国引进了鹰眼电视测井仪, 该测井仪能直观地了解井下套管状况, 即套管变形、套管错断、套管内腐蚀。还可检查射孔段的射孔眼状况、井壁结垢状况、井下落物和鱼顶形状等。为井况诊断及防治和增产、增注措施的实施提供了准确的基础资料。

2000 年, 在采油三厂卫 95 块和采油二厂东区沙二下 1—8 等 2 个套损较为严重的区块, 用鹰眼电视测井仪开展井况普查, 共测井 46 口。2001 年在全油田范围内用鹰眼系统进行套损监测 64 井次, 准确地测取了井下套管状况资料。

1 鹰眼系统简介

1.1 工作原理

鹰眼系统是一种可见光井下电视测试系统。在井下仪器后置灯光源的照明下, 井下仪器的摄像头对套管内管壁和井筒进行摄像, 井下仪器的电子线路对图像信号进行放大处理, 产生频率脉冲信号, 通过单芯同轴电缆或多芯电缆将频率脉冲信号送至地面接收器, 地面接收器对其进行放大解码, 产生与

井下摄像头所摄像一样的图像, 该图像信号一路送往录像机和绘图仪进行录像记录和实时打印, 一路送往监视器进行监视。

1.2 系统的组成

该系统由地面仪器和下井仪器 2 部分组成。

地面仪器由电源/信号接收器、深度面板、深度计数器、监视器、字幕显示仪、录像机和热敏绘图仪等 7 部分组成。整个地面仪器体积小, 可根据上井的需要对其进行拆卸。

下井仪器由马龙头、加重杆、电子线路短节、扶正器短节、光源及摄像头短节等 5 部分组成。在现场测井时, 短节之间通过航空插头连接电子线路, 只用 3 个仪器顶丝连接短节外壳、用 2 道密封圈密封。仪器拆卸和连接十分简单, 密封性能很好, 便于上井途中仪器的运输。

1.3 主要用途

- (1) 探测井下落物的形状和位置;
- (2) 检测套管内壁的腐蚀情况和套管变形情况;
- (3) 检测套管或油管内壁结垢情况;
- (4) 检测射孔层位产液状况;
- (5) 检查射孔后套管的状况。

1.4 系统的特点

1.4.1 实时显示井下套管内壁状况和井筒状况
与超声波电视测井仪不同, 鹰眼系统在测井现场不需要借助于任何操作软件或资料处理软件, 采用录像带记录, 同时可对测井图像进行编辑, 在测井现场, 实时显示井下套管壁和井筒的图像, 且可根据需

要打印测井图像。

1.4.2 测井图像上直接显示测井深度和井温 该系统在下井仪器上安装了1个井温探头,在测井过程中直接显示测井温度。该系统有1个专用的深度面板和深度脉冲编码器。按测井要求预置测井深度和深度系数 K 。每次测井前确定深度系数 K 方法为:人工拉出100m电缆,同时深度面板上显示100m电缆所产生的脉冲数,其脉冲数与100的比值即为本次测井所需 K 值。

1.4.3 摄像头焦距可调 由于油管 and 套管的内径不同,测井所需的摄像头焦距也不同,为了适用测井要求,摄像头的焦距在地面是可微调的。如只检测油管内壁及井筒,摄像头的焦距调成油管内径;如只检测套管内壁及井筒,摄像头的焦距调成套管内径;如既检测油管内壁及井筒,又检测套管内壁及井筒,摄像头的焦距调成大于油管内径小于套管内径,由于该系统摄像头焦距可调,因此测井图像清晰度可以人为控制。

1.4.4 摄像头是广角镜头 由于测井时,井中摄像是从上往下的,所以摄像头采用广角镜头有利于对油管或套管内壁和井筒的全方位扫描。视角:水中为 55° ,气体中为 73° 。

1.4.5 光源灯后置于摄像头 后灯摄像技术可提供无障碍,广视角,清晰的图像。该系统井下仪器的光源灯放在摄像头后面,这有利于增加井筒内的可视度,减小仪器外径。

1.4.6 摄像头的镜头和光源灯的灯罩不沾油 该系统采用在摄像头的镜头和光源灯的灯罩上涂上一层抗亲油剂,这样原油不会沾附在摄像头的镜头和光源灯的灯罩上,不会影响测井摄像。

1.4.7 不需要特殊电缆或测井设备 鹰眼可使用任何总电阻小于 250Ω ,总电容小于 $1.5\mu\text{F}$ 的单芯测井电缆。在使用鹰眼系统时不需要特殊电缆或测井设备。

1.4.8 图像锁定 鹰眼提供了对监视器上感兴趣的图像锁定的功能。如果监视器上突然出现一个清晰的图像,只需扳动开关就可将图像锁定下来。直到开关复位,接下来的更新图像才被显示,打开锁定开关将使接收器停止更新图像并保存最后显示的图像。

2 鹰眼系统测井资料分析

2.1 检查套管错断

2.1.1 文273—5井 该井为一口油井,压裂时,套管损坏,井温测试发现156m处井温异常,初步断定为套漏。为了找出套漏原因,确定套损情况,2001年9月6日进行鹰眼系统测试,测试资料显示,第13根套管在6.96m处横向断开,深度为153.1m,断面见图1。根据此结论,该井实施了取套换套作业。



图1 文273—5井套管横向断开

2.1.2 卫18—22井 1984年10月17日投产,1986年1月分注。1996年8月曾因为找漏、堵漏大修作业,恢复正常注水。2000年8月16日 $\varnothing 114\text{mm}$ 铅模打印,打印深度1889.18m,据铅模分析套管劈裂。2000年8月27日~9月8日前后3次进行化堵,验套打压15MPa,30min降至0.2MPa,验套合格。2000年9月3日下 $\varnothing 114\text{mm}\times 0.4$ 铅模,铅印最小直径为104mm,分析为套管错位变形。为了解1858.71~1884.92m套管变形情况,2001年6月16日对该井进行测试,发现1885.11~1886.01m套管变形严重;1886.01m处套管错断。挤堵后,水泥从错断部位流出,见图2。

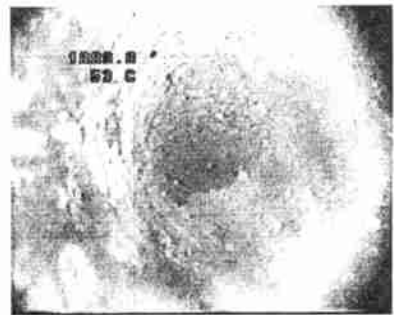


图2 卫18—22套管错断

根据测井结果,通过采用全井段下 $\varnothing 101.6\text{mm}$ 套管延迟固井工艺,恢复了正常注水,目前,已累计增注 $2.03\times 10^4\text{m}^3$,恢复控制储量 $6.2\times 10^4\text{t}$,水驱动用储量 $4.2\times 10^4\text{t}$,对应油井持续稳产。

2.2 探鱼头和砂面

2.2.1 文23—2井 该井是一口气井,2001年3月DDL—III监测表明在146.5~1090.7m段油管存在8

处漏失,初步断定该井段套管已严重腐蚀或穿孔。于是进行检管作业,油管因腐蚀严重掉进井中,鱼头状况不明。为了明确腐蚀状况、鱼顶位置和形状,2001年6月15日进行测井,发现测量井段基本无变形;鱼头以上井段套管完好,无变形;鱼顶位置在1318.0m。鱼头形状见图3,为 $\varnothing 63.5\text{mm}$ 油管本体翻卷变形。



图3 文23-2井鱼顶位置1318.0m

根据所测1318.0m处的鱼顶图片,选择相应类型的打捞工具,大修作业,打捞出掉入井中的油管,节约了作业时间,使该井恢复正常生产。

2.2.2 卫137井 该井为一口注水井,1991年7月作业时井下落物,鱼顶在2961.5m。2001年10月23日通过鹰眼电视测井后发现,鱼顶已被砂埋,砂面在2936.4m,见图4。



图4 卫137井2936.4m砂面

2.3 找漏

卫10-4是采油三厂一口老井,1983年4月10日投产,1998年6月25日转注。1997年1月22日大修,大修过程中发现套管在2533.76~2554.24m井段缩径变形,下 $\varnothing 114\text{mm}$ 工具加压80~90kN可通过。1999年6月10日卡漏,漏点2625.0~2633.0m。2001年7月1日对该井进行工程测井,发现套管基本无结垢;2514.6~2539.31m段有变形,最大变形达6mm;2631.3m处套漏,见图5。

根据鹰眼电视测井结果,实施卡封堵水,恢复正常注水。截至目前,累计增注 $0.56 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

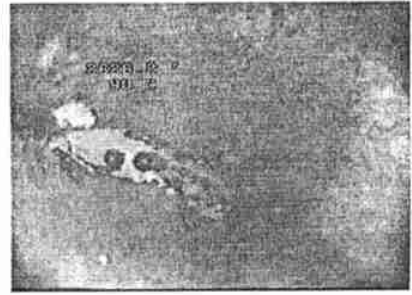


图5 卫10-4井2631.5m腐蚀穿孔出液

2.4 检查套管变形

胡47-6井是一口水井,1995年3月23日投注。2001年3月23日用 $\varnothing 116\text{mm}$ 通径规通井,在2173.98m遇阻,2001年3月23日~3月25日进行过压力23MPa的双重振源增注,2001年7月7日又下 $\varnothing 73\text{mm} \times 500\text{mm}$ 平笔尖,在2173.95m遇阻。为检测2024~2083段套管腐蚀变形情况及遇阻位套变情况,2001年7月8日进行鹰眼系统测井,发现套管在2024~2083m段没有腐蚀变形,而在2166m处严重变形,通道基本被堵塞,见图6。



图6 胡47-6井严重变形图

胡47-6井曾为抽油井,套管变形的原因是由于地层状况复杂,出砂严重,地层严重亏空坍塌。改为注水井后,长期处于高压注水状况(注水压力36MPa),受交变压力的影响,再加上地应力的作用,以致出现了严重的套管变形。基于此井的监测结果分析,对于处于该区的油水井,要进行特别的井况防治工作,采取有效的防治措施。另外,套管本身质量也是引起变形原因之一。

2.5 检查射孔状况

胡7-64井是采油五厂一口注水井,1998年8月投注,封隔器坐封不好,曾频繁换封。2001年7月2日用鹰眼系统和磁测井监测套管腐蚀情况及其漏失段,结果发现测量井段基本无结垢;1617.63~1622.53m段有腐蚀;1738.19~1745.39m段有套漏,见图7。

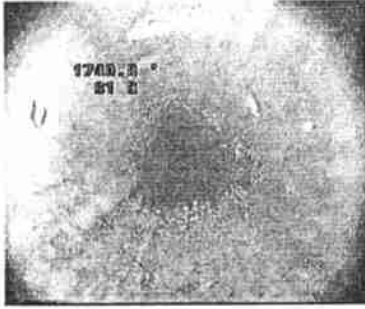


图7 胡7-64井炮眼

通过鹰眼电视测井发现炮眼位置 1709.63 ~ 1721.45m 及 1738.15 ~ 1744.49m, 与射开井段 1719.8 ~ 1755.1m 相差 10.17m, 因而确定封隔器质量没问题, 需确定坐封位置, 找准注水层位, 减少无效作业, 实施后效果良好。

2.6 检查射孔层位产液产气情况

用鹰眼电视测井可以检查射孔井段炮眼状况和产液产气情况, 在射孔层位找出产水层和产油层及了解炮眼堵塞情况, 为油气水井压裂、酸化、调剖和堵水的施工提供了准确的依据。

卫22-68 是一口注水井。2000年12月8日, 对该井进行了鹰眼电视测井, 由于测井前该井刚进行了酸化压裂, 通过测井发现, 酸化压裂效果较好。井壁基本无结垢, 射孔层位产液活跃(见图8), 也有炮眼堵塞的现象(见图9)。



图8 射孔眼出油

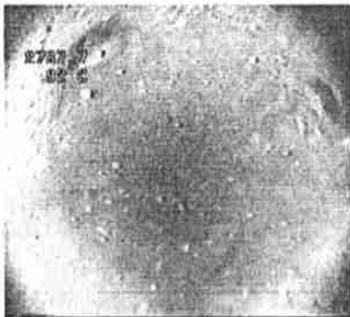


图9 炮眼堵塞

2.7 检查射孔段套管状况

为监测套管结垢及射孔井段状况, 判断出射孔对套管的影响。2001年4月26日对桥29-20井进行测试, 发现 2552.9m 处轻微螺旋破裂, 见图10。采油五厂根据测井结果, 换封下管柱, 恢复正常注水。

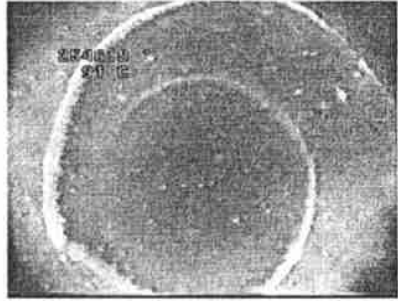


图10 套管破裂

3 鹰眼电视测井的具体要求

鹰眼系统对井液和井壁的要求较高。在对一口井进行测井前, 必须洗井和刮井壁, 且洗井液必须用清水完全替换, 并要求油水完全分离。特别是检查井壁内腐蚀、破损和变形, 如果不刮井壁, 井壁上有油污、水垢, 那会给测井解释造成假象; 在寻找井下落物位置并需确定其形状时, 如果不洗井和油水不分离, 则能见度很低, 不但看不到鱼头, 反而会造成摄像头碰到鱼头而使摄像头进水报废。因此, 要提高测井成功率, 真正发挥该仪器的作用, 必须做到以下几点。

(1) 如果只是找鱼头位置和确定其形状, 不需要刮井壁, 只需洗井, 用清水替换原井液, 待油水分离后, 才能测井。

(2) 如果要检查套管变形、破裂、错断和内腐蚀, 则必须刮井壁, 充分洗井, 并用清水替换原井液, 待油水分离后, 才能测井。

(3) 对井口有溢流的井, 必须关井, 使压力平衡后, 才能测井。

4 结论及建议

(1) 通过近2年的鹰眼系统的应用, 发现由于封隔器漏造成的油气水井重复作业的井数最多。从鹰眼电视测井资料解释成果来看, 造成这一后果的主要原因是, 在下封隔器前, 没有先对作业井进行套管技术状况检测, 在作业返工后才采取补救措施。这增加了作业工作量, 使事故井修复速度受到影响。

(2) 作业队在不知道井下落物的鱼头位置和形

无荧光防塌降滤失剂 KH-931 在深井钻井液中的应用

于培志 苏长明

(中石化石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要 在深井钻井工程施工中,常常遇到易塌井段,要求所使用的钻井液处理剂具有良好的抑制性和较高的抗温性能。通过对无荧光防塌降滤失剂 KH-931 性能分析,并结合现场应用情况,论述了该产品的性能特点,提出这种产品特别适用于深井、探井和易塌井段钻井工程中。

关键词 探井 深井 钻井 钻井液 防塌剂 降滤失剂

作者简介 于培志,1962年生。1994年获石油大学应用化学专业硕士学位,现在钻井所工作,高级工程师。

根据全国第2次油气资源评价结果,我国深部地层还有丰富的油气资源尚未探明,今后深井和超深井的钻井工作量将会有较大幅度的增加。随着井深的增加,所钻遇的地层越来越复杂,对钻井液体系的抗温性能、抑制性能、润滑性能等要求越来越高,为满足深部地层钻井工程的需要。无荧光防塌降滤失剂 KH-931,通过在天然改性材料上接枝烯丙基单体聚合物,把抑制性和降滤失性结合起来统一考虑,实现了一种处理剂具有防塌和降滤失双重作用效果。KH-931 的无荧光性及其抗高温性能,为其

在探井、深井和生产井中广泛应用奠定了良好的基础。

1 室内性能评价

1.1 抗温性能

试验采用6%膨润土浆,加入不同量的 KH-931,分别测定出钻井液常温性能和高温滚动老化后性能变化情况,老化16h,试验结果见表1。

从表1可以看出,KH-931产品具有较好的抗温降滤失性能。

状的情况下靠打的铅印来判别鱼头形状,进行打捞,这样造成无效打捞的可能性最大,应用鹰眼电视测井系统可减少无效工作。

(3)在油井转注前,用鹰眼系统、八臂井径仪和磁壁厚测井仪等对井下套管技术状况进行检测,避免转注井带病运转。

(4)在水井分注前,用鹰眼系统、八臂井径测井仪和磁重量测井仪等对井下套管技术状况进行检测,找出套管变形井段和变形量,保证封隔器坐封在套管没变形位置。

(5)在注水井突然吸水量大增和油井含水量突然上升时,应立即采取套管检测措施,找出套漏点。

(6)在作业打捞井下落物时,为了提高打捞效率,避免打捞事故的发生,应先用鹰眼系统对井下落物的鱼头形状和所处位置进行检测,然后根据测井图像,采取有效合理的打捞方法。

(7)对射孔后不出油或大量出水的油井,应该用鹰眼系统检查其射孔质量。

(8)对射孔井段实行重炮射孔时,应事先用鹰眼系统对将要实行重炮射孔的井段的套管状况进行检查,选择合理的射孔方法,避免由于射孔方法不当而造成套管严重变形甚至套管破裂或断裂等情况的发生。

参 考 文 献

- [1] 张守谦等.成像测井技术及应用.北京:石油工业出版社 1997-03:184~188

(收稿日期 2001-11-09)

[编辑 薛改珍]

STUDY ON THE MINIMUM DRIVING DEPTH OF OFFSHORE DRILLING RISER

by Yang Jin (Petroleum University), Peng Suping, Zhou Jianliang, Liu Shujie

Abstract A mathematical model is established for working out the shallow formation fracturing pressure under the sea floor, taking the engineering characteristics of sea floor earth into consideration. Based on this mathematical model and with further combination of different field operating conditions, the models for calculating the minimum driving depth of riser under two conditions, i. e., taking the riser as only a path for normal drilling fluid circulation, and considering of axial load on the riser at wellhead, are also proposed. These models have been applied in a few oilfields in Bohai Gulf area, and the calculating results met the real conditions perfectly.

Key words riser driving depth load shear strength

STUDY ON THE ECCENTRIC DEFLECTION CONTROLLING BHA AND ITS APPLICATION IN JIANGSU

by Feng Quanhui, Dou Zhengdao, Zhang Zonglin (Engineering Research Inst. of Jiangsu Petroleum Exploration Bureau), Wang Zhenying

Abstract The eccentric BHA is consisted of an eccentric sub and a certain amount of drill collars, and the placement of the sub various. Its deflection controlling mechanism and stress distribution have been studied and tested in the laboratory condition, and field testing and application carried out in Jurong area of Jiangsu, in drilling the abrupt structures in the Middle Paleozoic Era and the Cenozoic Era. Good results have been obtained, as the hole deflection was effectively controlled and penetration rate was also significantly improved.

Key words Middle Paleozoic Era abrupt structure drilling deflection control eccentric BHA drilling rate

APPLICATION OF THE EAGLE—EYE LOGGING SYSTEM IN CASING MONITORING

by Chai Manzhou, Xiang Xujin, Yang Qingrong, Dai Enhan (Zhongyuan Oilfield Branch Company)

Abstract The structures, uses and special features of the downhole TV imaging device, the Eagle Eye system are illustrated and its application in casing condition monitoring is stressed in this paper. Logging data of various hole conditions, such as casing deformation, casing collapsing, inner wall corrosion, pore state in the perforating section, borehole scaling, downhole fishes and their shapes, etc. are analyzed using this system. Field using results in over 100 wells show that this system is advanced and accurate for casing condition monitoring, and can be effectively used for downhole condition inspection and production improvement.

Key words eagle eye system well logging equipment casing monitoring casing deformation casing damage corrosion fish top

APPLICATION OF FLUORESCENCE FREE ANTI—SLOUGHING FILTRATE REDUCER KH—931 IN DEEP WELL DRILLING

by Yu Peizhi, Su Changming (Petroleum Exploration and Development Research Inst. of SINOPEC)

Abstract In deep well drilling, hole collapsing is likely to take place in some intervals, thus the drilling fluid systems are required to possess better inhibition capacity, better lubricity and higher temperature tolerance. A fluorescence free anti—sloughing filtrate reducer KH—931 is developed to meet these requirements, as it has the following advantages over good shale hydration and dispersion controlling capability, lower filtration, higher temperature tolerance and better compatibility with other additives. Drilling fluid treated by it is stable and easy for maintenance, and suits for drilling in the sloughing intervals. In addition, as it is free of fluorescence and causes little interference to mud logging, it is a better alternative for drilling the exploratory well and evaluation well.

Key words exploratory well deep well drilling drilling fluid anti—sloughing agent fluid loss additive

STUDY ON TECHNOLOGY FOR IMPROVING CEMENTING QUALITY IN WANGNANGOU BLOCK

by Zhu Zhe, Ma Haizhong, Chen Xingzhong, Qin Zhongkui, Wu Meiping, Li Yingxu (Changqing Petroleum Exploration Bureau)

Abstract Wangnangou Block has been one of the focuses for exploration and development in Ansai oilfield for recent years, yet cementing quality in this area is poor. Causes of interfering the zonal isolation are investigated, e. g., water—oil layers and bottom water reservoirs exist in the production zone, associated gas in the crude oil, and formation pressure imbalance, etc. According to these conditions, cement additive GJR of early strength and fluid loss controlling is added into the cement slurry so as to obtain such properties as early strength, minimal inflation and thixotropic behavior. This technology has been used in over 300 wells, and remarkable improvement on cementing quality has been achieved.

Key words Ansai Oilfield bottom water reservoir laboratory study cementing quality

MULTI—LATERAL WELL DRILLING TECHNOLOGY AND ITS FIELD PRACTICE

by Zhao Jinzhou, Tang Zhijun (Shengli Petroleum Administration)

Abstract To improve the overall benefits of exploration and development, research program on multi—lateral well