

# 焦页 XX-HF 井近钻头仪器“落鱼”打捞技术

徐云龙<sup>1</sup>, 张居波<sup>2</sup>, 席境阳<sup>1</sup>, 赵洪山<sup>1</sup>

(1.胜利石油工程有限公司钻井工艺研究院, 山东 东营 257017;

2.胜利石油工程有限公司西南分公司, 四川 德阳 618000)

**摘要:**涪陵页岩气二期开发过程中,为了能够及时发现地层变化,钻井平台部署的第一口井在三开井段一般使用近钻头仪器,以便及时调整井眼轨迹,提高优质页岩的钻遇率。动力钻具前面安装近钻头仪器和钻头,导致动力钻具传动轴负载增加,传动轴易发生疲劳破坏。焦页 XX-HF 井钻进至 3971.42 m 处,近钻头仪器无信号,起钻后发现动力钻具传动轴断裂,近钻头仪器和钻头落井。本井“落鱼”较短且处于水平段,“鱼头”难找,起下钻摩阻大,不易通过遇阻判断打捞工具是否接触“鱼顶”。通过对孔内情况仔细分析,制定可行的打捞方案,现场加工母锥打捞工具,最终成功将井下“落鱼”安全捞出。本井所采取的处理思路和技术措施对今后同类事故的处理具有一定的借鉴意义。

**关键词:**水平井;近钻头仪器;“落鱼”;母锥;涪陵页岩气田

**中图分类号:**P634;TE242 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2019)12-0035-05

## Fishing of the near-bit instrument in Well Jiaoye XX-HF

XU Yunlong<sup>1</sup>, ZHANG Jubo<sup>2</sup>, XI Jingyang<sup>1</sup>, ZHAO Hongshan<sup>1</sup>

(1.Shengli Drilling Technology Research Institute, Dongying Shandong 257017, China;

2.Shengli Drilling Southwest Branch, Deyang Sichuan 618000, China)

**Abstract:** During the second stage development of Fuling Shale Gas, in order to detect formation changes in time, near-bit instruments were used in the first well planned on the drilling platform, so as to adjust the well trajectory in time and improve the intersection rate of high-quality shale. Placement of the near-bit instrument and the bit in front of the power tool will increase the load on the drive shaft of the power tool and easily lead to fatigue damage of the drive shaft. When Well Jiaoye XX-HF was drilled to 3971.42m, no signal was received from the near-bit instrument. After pulling out the drilling string, it was found that the driving shaft of the power drill tool broke off and the near-bit instrument and the bit were lost in the wellbore. The fish in this well was short and in the horizontal section; thus it was difficult to find the head of the fish. It was also difficult to determine whether the fishing tool touched the top of the fish by resistance due to the high friction. Through careful analysis of the fish, a feasible fishing plan was worked out, and the fishing box tap was processed on the spot. Finally, the fish was lifted out safely. The ideas and technical measures adopted in this well can be used for reference in dealing with similar accidents in the future.

**Key words:** horizontal well; near-bit instrument; fish; box tap; Fuling Shale Gas Field

钻具落井是钻井过程中经常发生的事故。造成钻具落井的原因有多种,主要有应力疲劳破坏、腐蚀破坏、机械断裂及其它原因等,各种因素相互作用,相互关联。具体到某一口井钻具落井事故来说,可

能是一种或多种原因造成的<sup>[1-6]</sup>。涪陵页岩气二期区块的边缘井开发过程中,钻井平台的第一口井一般使用近钻头仪器,目的是及时发现地层变化,调整井眼轨迹,提高储层段优质页岩的钻遇率<sup>[7-11]</sup>。本

收稿日期:2019-02-20; 修回日期:2019-11-22 DOI:10.12143/j.tkgc.2019.12.007

基金项目:国家科技重大专项“复杂断块油田提高采收率技术”(编号:2016ZX05011002)

作者简介:徐云龙,男,汉族,1975年生,高级工程师,油气井工程专业,主要从事钻井工艺研究和技术推广工作,山东省东营市北一路827号钻井工艺研究院钻井所, xuy1228.oss@sinopet.com。

引用格式:徐云龙,张居波,席境阳,等.焦页 XX-HF 井近钻头仪器“落鱼”打捞技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(12):35-39.

XU Yunlong, ZHANG Jubo, XI Jingyang, et al. Fishing of the near-bit instrument in Well Jiaoye XX-HF[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(12):35-39.

文介绍了近钻头仪器落井后的打捞技术,为该类事故的处理提供一定的借鉴经验。

1 事故井概况

1.1 基础数据

(1)井身结构设计见表 1。

(2)井眼轨道设计见表 2。

1.2 事故发生过程

焦页 XX-HF 井三开井段使用斯伦贝谢的近

表 1 焦页 XX-HF 井井身结构设计

Table 1 Wellbore structure design of Jiaoye XX-HF

开次	钻头 尺寸/ mm	井段/m	套管 外径/ mm	套管 下深/ mm	备 注
导 第 1 层	914.4	0~40	720	40	建立井口
管 第 2 层	609.6	40~350	473.1	350	封雷口坡组不稳定地层
一开	406.4	350~1202	339.7	1200	封嘉陵江组及以上地层
二开	311.2	1202~3542	244.5	3540	封龙马溪组页岩气层之上的易漏、易垮塌地层
三开	215.9	3542~5540	139.7	5530	

表 2 焦页 XX-HF 井井眼轨道设计

Table 2 Well trajectory design of Jiaoye XX-HF

井深/m	井斜角/ (°)	方位角/ (°)	闭合方位/ (°)	垂深/ m	闭合位移/ m	南北坐标/ m	东西坐标/ m	造斜率/[ (°) · (100 m) <sup>-1</sup> ]	备注
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
2350.00	0.00	0.00	0.00	2350.00	0.00	0.00	0.00	0	造斜点
2537.08	28.06	247.28	247.28	2529.69	44.90	-17.35	-41.42	15	
3190.71	28.06	247.28	247.28	3106.48	352.39	-136.13	-325.04	0	
3855.27	88.47	1.34	294.61	3518.00	561.94	234.00	-510.90	15	A 靶
3865.56	87.68	1.54	295.57	3518.35	566.06	244.28	-510.64	8	
4077.62	87.68	1.54	312.09	3526.95	680.44	456.09	-504.95	0	
4155.58	93.72	0.00	316.66	3526.00	734.21	534.00	-503.90	8	C 靶
4158.61	93.48	0.00	316.82	3525.81	736.42	537.02	-503.90	8	
4887.72	93.48	0.00	338.28	3481.60	1361.47	1264.79	-503.90	0	
4957.37	99.05	0.00	339.31	3474.00	1426.00	1334.00	-503.90	8	D 靶
5504.18	99.05	0.00	344.95	3388.00	1940.56	1874.00	-503.90	0	B 靶
5540.00	99.05	0.00	345.22	3382.37	1974.75	1909.38	-503.90	0	口袋

钻头仪器钻进,当钻进至井深 3971.42 m 时,发现近钻头仪器无信号。然后,加压 80~120 kN 开顶驱钻进无进尺,泵压无明显变化。上提钻具,开泵循环,悬重、泵压仍无明显变化,决定起钻检查钻具。起钻后发现动力钻具传动轴主轴断裂,动力钻具转子顶部、斯伦贝谢近钻头仪器及钻头落井。

此时井深 3971.42 m,井斜 92.05°,方位 1.22°,垂深 3515.77 m,井眼轨迹已经进入水平段。层位:龙马溪组下段 2 号层;岩性:灰黑色炭质页岩;钻井液体系:油基钻井液,油水比 79:21,密度 1.50 g/cm<sup>3</sup>,粘度 60 s。

1.3 “落鱼”结构

“落鱼”结构:Ø215.9 mm PDC 钻头×0.33 m+近钻头仪器×1.08 m+动力钻具转子顶部×0.47 m(如图 1 所示)。“落鱼”总长度 1.88 m,“鱼顶”位置 3969.54 m。使用 5LZ172×7V 型单弯 1.5°动力钻具,纯钻时间 86 h,循环时间 124.25 h。

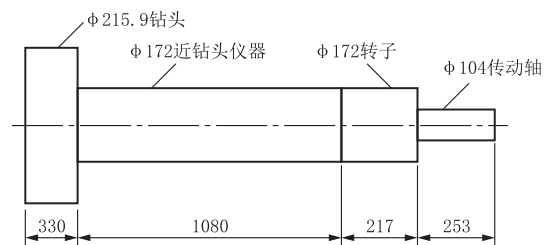


图 1 “落鱼”结构

Fig.1 Structure of the fish

2 钻具落井原因分析

(1)动力钻具质量问题是此次事故的主要原因。使用的 5LZ172×7V 型单弯动力钻具(1.5°),厂家给定动力钻具纯钻时间为 150 h,发生事故时纯钻时间为 86 h,动力钻具传动轴存在质量问题。

(2)井眼轨迹在水平段着陆前,地质人员调整靶点,要求 A 靶垂深上提 15 m,全力增斜,致使该造斜段“狗腿”度大,摩阻扭矩大,进入水平段后,使用“PDC 钻头+近钻头仪器+动力钻具(1.5°)+……”底部钻具组合复合钻进,动力钻具传动轴承受

的交变应力过大、过频,造成传动轴疲劳破坏是发生事故的间接原因。

### 3 “落鱼”打捞难点

(1)“落鱼”较短而且平躺在炭质页岩水平井段,打捞过程中容易出现碰垮井壁,有摸不到“鱼头”的可能性。

(2)“落鱼”质量较轻,在地面不容易通过悬重、泵压变化等地面参数判断是否打捞成功。

(3)造斜段“狗腿”度大,起下钻摩阻大,不易通过遇阻判断打捞工具是否接触“鱼顶”。

(4)与常规直井引扣及造扣方式不同,仪器“落鱼”只有 1.88 m,在造扣时加压过小“落鱼”易产生转动,加压过大在水平井段打捞工具易偏滑扣。

### 4 打捞工具选择

对于井下“落鱼”一般有外捞和内捞两种方法,分析本井的“落鱼”结构(见图 1),适合外捞的方法,一种是下入卡瓦打捞筒打捞动力钻具转子,一种是下入母锥,在传动轴上造扣进行打捞<sup>[12-15]</sup>。

#### 4.1 卡瓦打捞筒外捞

“落鱼”动力钻具转子顶部外径 172 mm,从“落鱼”尺寸上分析可使用 LT-T206 型卡瓦打捞筒(见图 2)。

#### 4.2 母锥外捞

另一种方法是下入母锥,造扣打捞外径 104 mm、长度 220 mm 的传动轴。对应的标准母锥为 MZ-NC38,外径 135 mm,被打捞外径尺寸为 95~118 mm。

### 5 “落鱼”打捞

#### 5.1 第一趟钻

打捞钻具组合:  $\varnothing 206$  mm 打捞筒  $\times 1.5$  m +  $411 \times 410$  安全接头  $\times 0.65$  m +  $411 \times 410$  回压凡尔



图 2 LT-T206 型卡瓦打捞筒

Fig.2 LT-T206 slip overshot

$\times 0.65$  m +  $\varnothing 127$  mm 加重钻杆 5 柱 +  $\varnothing 127$  mm 钻杆 +  $411 \times 520$  转换接头 +  $\varnothing 139.7$  mm 钻杆。

下钻打捞:2017 年 4 月 28 日 1:30 开始下入 LT-T206 型加长打捞筒,螺旋卡瓦内径  $\varnothing 172$  mm,12:30 下至 3579.40 m 处遇阻,最大钻压 200 kN,未通过,开顶驱,转速 30 r/min,保持钻压 20~30 kN,通过阻点。13:40 下至 3582.3 m 遇阻,钻压 120 kN,未通过,转动顶驱,转速 30~50 r/min,扭矩 10~20 kN·m,憋停顶驱,无法下入,起钻更换打捞工具。

在 3570~3590 m 井段,由于地质靶点调整需要,全力增斜,该井段“狗腿”度较大,最高到  $22.5^\circ/100$  m(见表 3)。LT-T206 型打捞筒外径尺寸大,长度较长,以上两种原因导致打捞筒无法下入,所以起钻更换打捞工具。

#### 5.2 第二趟钻

打捞钻具组合:  $\varnothing 199$  mm 加工母锥  $\times 0.8$  m +  $411 \times 410$  安全接头  $\times 0.65$  m +  $411 \times 410$  回压凡尔  $\times 0.65$  m +  $\varnothing 127$  mm 加重钻杆 5 柱 +  $\varnothing 127$  mm 钻杆 +  $411 \times 520$  转换接头 +  $\varnothing 139.7$  mm 钻杆。

下钻打捞:2017 年 4 月 29 日 1:00 开始下入现场改造的母锥,外径 199 mm(打捞内径 95~115 mm),

表 3 井身轨迹计算

Table 3 Well trajectory calculation

序号	测深/ m	段长/ m	井斜角/ (°)	方位角/ (°)	垂深/ m	投影位移/ m	南北位移/ m	东西位移/ m	闭合距/ m	闭合方位 角/(°)	全角/[ (°) · (100 m) <sup>-1</sup> ]
212	3561.01	9.64	51.53	339.75	3413.79	114.46	-12.17	-486.07	486.23	268.57	9.7
213	3570.75	9.74	52.82	341.78	3419.76	122.14	-4.91	-488.61	488.63	269.42	21.1
214	3580.69	9.94	54.43	343.71	3425.66	130.13	2.74	-490.98	490.99	270.32	22.5
215	3590.66	9.97	53.29	345.47	3431.54	138.18	10.50	-493.12	493.23	271.22	18.3

如图3所示。12:00下至井深3965.00 m循环,转动顶驱后的摩阻情况:上提120~160 kN。下放60~80 kN。13:00开始冲洗“鱼顶”,13:30探得“鱼顶”后,开始用母锥造扣打捞,造扣过程如下:第一次加压20 kN(显示钻压100 kN),顶驱设置为20 kN·m憋停,正转7圈憋停,停滞1 min,缓慢释放扭矩,反转1圈。第二次加压40 kN(显示钻压120 kN),顶驱设置为20 kN·m憋停,正转4圈憋停,停滞1 min,释放扭矩,反转3.5圈。第三次加压60 kN(显示钻压140 kN),顶驱设置30 kN·m憋停,正转11圈,扭矩从27 kN·m下降至10 kN·m,随后转动扭矩在8~20 kN·m波动。



图3 现场加工的母锥

Fig.3 Box tap made on site

3次加压造扣完毕,泵压由造扣前6.0 MPa上升至6.5 MPa,初步判断造扣打捞成功。4月30日0:30起钻完检查,打捞失败。检查母锥,母锥内有造扣痕迹,分析原因是由于动力钻具转子垫环脱落,顶住母锥前端,影响母锥造扣,导致没有成功捞获“落鱼”。

### 5.3 第三趟钻

打捞钻具组合:Ø199 mm加工母锥×0.7 m+411×410安全接头×0.65 m+411×410回压凡尔×0.65 m+Ø127 mm加重钻杆5柱+Ø127 mm钻杆+411×520转换接头+Ø139.7 mm钻杆。

对母锥进行再次加工,割去前端10 cm。4月30日5:00开始第三次打捞,4月30日15:00下至井深3965.00 m开始循环,16:30冲洗“鱼顶”,17:00探得“鱼顶”开始用母锥造扣打捞,造扣步骤同前,分3次加压造扣,观察扭矩变化,判断造扣成功后起钻。18:30母锥造扣完毕,5月1日4:30起钻

完,捞出全部“落鱼”(如图4所示)。



图4 “落鱼”成功打捞出井

Fig.4 Fish successfully fished out the well

## 6 结语

(1)动力钻具本身质量缺陷是造成该事故的主要原因,复合钻进造成动力钻具承受过大交变应力,造成传动轴疲劳破坏,是该事故的间接原因。因此,带有近钻头仪器的动力钻具,传动轴要进行特殊强化,造斜完成后起钻更换小度数的动力钻具,大度数动力钻具配合近钻头仪器尽量减少复合钻。

(2)选择打捞“落鱼”工具时,不仅要仔细分析“落鱼”结构,而且要分析实钻井眼轨迹,防止打捞工具无法通过“狗腿”度大的井段,导致打捞失败。

## 参考文献(References):

- [1] 蒋希文. 钻井事故复杂性与问题[M]. 北京: 石油工业出版社, 2002.  
JIANG Xiwen. Complexity and problems of drilling incidents [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002.
- [2] 冯志军, 冯果, 唐基伟, 等. 长宁X-H井长水平段Schlumberger旋转导向仪掉井处理[J]. 钻采工艺, 2018, 41(3): 110-111, 116.  
FENG Zhijun, FENG Guo, TANG Jiwei, et al. Treatment of the Schlumberger rotary steering tool lost in the long horizontal section of Well Changning X-H[J]. Drilling & Production Technology, 2018, 41(3): 110-111, 116.
- [3] 李守众, 常领, 高志强, 等. 桩古9-斜3井大井眼段落鱼打捞技术[J]. 西部探矿工程, 2010, 22(11): 59-60.  
LI Shouzhong, CHANG Ling, GAO Zhiqiang, et al. Fishing in the large wellbore section of Well Zhuanggu 9-X3[J]. West-China Exploration Engineering, 2010, 22(11): 59-60.
- [4] 韦孝忠, 李欣. 长庆气井水平井斜井段断钻具事故剖析[J]. 石油钻采工艺, 2002, 24(4): 37-38.



- WEI Xiaozhong, LI Xin. Analysis on drilling pipe breaking in drilling the deviated interval of a horizontal gas well in Changqing[J]. Oil Drilling & Production Technology, 2002, 24(4): 37-38.
- [5] 裘杰. 井内落鱼损坏状态预测方法[J]. 石油钻采工艺, 2003, 25(4): 37-38.
- XI Jie. Prediction method on damage states of falling drill string in the wellbore[J]. Oil Drilling & Production Technology, 2003, 25(4): 37-38.
- [6] 袁鹏斌, 吕拴录, 孙丙向, 等. 空气钻井过程中钻杆断裂原因分析[J]. 石油钻采工艺, 2008, 30(5): 34-37.
- YUAN Pengbin, LÜ Shuanlu, SUN Bingxiang, et al. Cause analysis of drill pipe fracture in air drilling[J]. Oil Drilling & Production Technology, 2008, 30(5): 34-37.
- [7] 文涛, 王伟, 唐俊. 涪陵页岩气水平井定向技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(7): 49-51.
- WEN Tao, WANG Wei, TANG Jun. Directional technology of shale gas horizontal wells in Fuling Area[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2016, 43(7): 49-51.
- [8] 臧艳彬, 白彬珍, 李新芝, 等. 四川盆地及周缘页岩气水平井钻井面临的挑战与技术对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(5): 20-24.
- ZANG Yanbin, BAI Binzhen, LI Xinzhi, et al. Challenges of shale gas horizontal well drilling in Sichuan Basin and its vicinity and the technical counter measures[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014, 41(5): 20-24.
- [9] 陶现林, 徐泓, 张莲, 等. 涪陵页岩气水平井钻井提速技术[J]. 天然气技术与经济, 2017, 11(2): 31-35.
- TAO Xianlin, XU Hong, ZHANG Lian, et al. Technologies of improving ROP in shalegas horizontal wells, Fuling Area[J]. Natural Gas Technology and Economy, 2017, 11(2): 31-35.
- [10] 杨海平. 涪陵平桥与江东区块页岩气水平井优快钻井技术[J]. 石油钻探技术, 2018, 46(3): 13-19.
- YANG Haiping. Optimized and fast drilling technology for horizontal shale gas wells in Pingqiao and Jiangdong Blocks of Fuling Area[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2018, 46(3): 13-19.
- [11] 龙志平, 王彦祺, 周玉仓, 等. 平桥南区页岩气水平井钻井优化设计[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2017, 44(12): 34-37.
- LONG Zhiping, WANG Yanqi, ZHOU Yucang, et al. Drilling optimization design of shale gas horizontal well in south block of Pingqiao[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2017, 44(12): 34-37.
- [12] 赵宏凯. 卡瓦打捞筒在大斜度井打捞中的应用[J]. 石油钻采工艺, 1999, 21(6): 49-50.
- ZHAO Hongkai. Application of the slip overshot in high angle well fishing[J]. Oil Drilling & Production Technology, 1999, 21(6): 49-50.
- [13] 钻井手册(甲方)编写组. 钻井手册(甲方)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1990.
- Drilling manual (Party A) preparation team. Drilling manual (Party A) [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1990.
- [14] 冯志军, 古光平, 王华平, 等. 龙 114 井高摩阻长落鱼事故处理[J]. 石油钻采工艺, 2013, 35(5): 129-131.
- FENG Zhijun, GU Guangping, WANG Huaping, et al. High frictional resistance long fish accident handling for Well Long114[J]. Oil Drilling & Production Technology, 2013, 35(5): 129-131.
- [15] 肖占朋, 甘涛, 喻婷. 角 65-2B 井定向钻具打捞工艺技术[J]. 钻采工艺, 2007, 30(3): 156-158.
- XIAO Zhanpeng, GAN Tao, YU Ting. Fishing of directional drilling tools in Well Jiao 65-2B[J]. Drilling & Production Technology, 2007, 30(3): 156-158.

(编辑 韩丽丽)