

塔河油田测井电缆打捞工艺技术及实例分析

罗荣, 罗凤鸣

(中国石化西北油田分公司工程监督中心, 新疆轮台 841600)

摘要:测井电缆是测井获取地层信息过程中重要的配套设备,一旦落井后,打捞难度大且处理周期长。结合塔河油田近年来电缆落井处理情况,分析了电缆落井原因及落井后电缆在井中的状态。研究了目前工区使用的钻具打捞和电缆打捞方法,并结合实例对工具使用及改进、打捞方法、异常情况处理进行了阐述。

关键词:测井; 电缆; 打捞矛; 塔河油田

中图分类号: TE28

文献标识码: A

Fishing technology of logging cable and example analysis in Tahe Oilfield

Luo Rong, Luo Fengming

(Engineering Supervision Center, SINOPEC Northwest Company, Luntai, Xinjiang 841600, China)

Abstract: Logging cable is an important matching tool in the process of obtaining strata information while logging. Once dropping well, fishing is very difficult and the processing cycle will be quite long. In recent years, according to the processing methods of lost cable in the Tahe Oilfield, the reasons for logging cable dropping and different states of logging cable in wells are analyzed. Combining with the techniques of drilling tool fishing and logging cable fishing in the current work areas, it states three dimensions: application and improvement of fishing tools, fishing method, abnormal condition.

Key words: logging; logging cable; spear; Tahe Oilfield

近年来,塔河油田发生了数起因电缆拉力性能下降、现场操作不当等原因引发的测井电缆落井事故。吴春国^[1]等结合电缆落井特征和实际打捞经验,给出了确定电缆落井后电缆头在井下位置及打捞工具下深的计算公式。薄和秋^[2]提出了断落在井内呈自由状态电缆的下缩经验值。宋宁^[3]等对电缆在井内成团后的打捞工艺进行探讨。张新锋^[4]等提出了抽汲使用钢丝绳及测试电缆井下打捞工具的设计和方法。本文按照电缆落井后在井中的状态分类,并结合近年来塔河油田测井电缆打捞实例,对常用 11.8 mm 测井电缆打捞工艺和工具设计进行了探讨。

1 测井电缆落井原因

根据对工区近年来测井电缆落井原因进行统计分析,主要包括以下 5 个方面:(1)钻具输送测井时,因钻、测双方的配合或操作原因,使电缆在井口被钻具吊卡碰断。此类事故发生几率小,但处理难度却最大。(2)电缆在使用过程中受到暗伤,但未及时发现,受伤部位额定拉断力下降,在高张力

测井过程中从该处断裂。结合工区情况来看,钻具输送测井作业时旁通处电缆在打压情况下容易形成暗伤。(3)穿心打捞时,因快速接头、打捞工具不匹配或是人为操作原因,造成仪器还未进入打捞筒就发生电缆断裂或从快速接头处落井。(4)由于长时间使用导致测井电缆额定拉断力下降或是人为操作不当,在发生井下遇卡后,尝试解卡过程中,在理论安全张力范围内断裂。(5)电缆在施工过含硫化氢或盐水井后,未及时进行清洗保养和检查,因腐蚀氢脆导致额定拉力急剧下降,在作业过程中张力稍有增加时,就会发生电缆断裂。

2 测井电缆打捞工艺

测井电缆落井后,在井内一般呈现 3 种状态:(1)电缆在测量过程中被拉断、穿心打捞时断裂或意外落井,在井内应呈现自由状态,表现为螺旋状卷曲在井中;(2)当电缆落井前在使用过高张力尝试解卡,在井内会呈现为紧贴井壁状态;(3)表现为钻具与电缆同时存在。

当有钻具与电缆同时存在时,处理方法笔者已

经在参考文献[5]中进行了论述,本文不再复述。其他2种电缆在井内状态,目前主要包括利用钻具(或油管)带打捞矛处理(钻具法打捞)和电缆带打捞矛处理(电缆法打捞)。

2.1 钻具法打捞

2.1.1 打捞工具的制作与选择

使用钻具法打捞时,工区常用的打捞矛主要包括常规打捞矛与带壁钩打捞矛2种。

常规打捞矛(图1)常利用2.875 in或3.5 in(1 in=25.4 mm)钻具或油管加工而成,矛体长约1.5~2 m,矛钩外径设计应遵循2个原则:一是略小于节箍或转换接头的外径,二是旋转直径比井眼直径小20~30 mm;矛钩采用沿矛体120°螺旋布设。

带壁钩打捞矛(图2)由与井眼尺寸相配套的套管(本体长1.5~2 m)制成,将套管丝扣下端套管本体部分切去2/3,在剩余1/3本体部分呈180°左右分别切割1~2个“三角”口,并在中间位置焊接3~4块三角形钢板,作为矛钩,同时将套管底端沿圆周切割后作为壁钩。

当电缆落井后处于紧贴井壁状态时,常规打捞矛由于矛钩旋转直径受到限制,无法有效将电缆从井壁剥离并使之挂到矛钩上,而带壁钩打捞矛前端的壁钩则可通过旋转有效将电缆从井壁剥离并在转动过程中将电缆缠绕在打捞矛本体上。因此,当井内电缆呈自由状态时,采用常规打捞矛进行打捞,而当电缆紧贴井壁或在斜井段打捞时,则采用带壁钩打捞矛进行打捞。

2.1.2 电缆鱼头深度确定

相关文献^[1]给出了电缆鱼头的理论计算公式。但笔者结合工区实际情况,认为采用测井仪器确定电缆鱼头的方法更加准确。

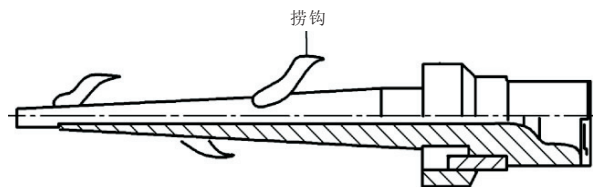


图1 常规打捞矛

Fig.1 Conventional spear

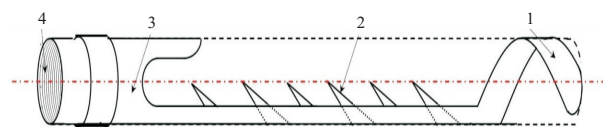


图2 带壁钩打捞矛

1.壁钩;2.矛钩;3.装置本体;4.丝扣

Fig.2 Fishing spear with wall hook

2.1.3 打捞方法

(1)把准备好的打捞矛连接到钻具(或油管)上,下至电缆鱼头以下50~80 m。在下放过程中,应该根据鱼头所在位置对钻具悬重和摩阻数据进行记录:当鱼头处于套管中时,可在钻具下至鱼头位置时记录其悬重及上提钻具时的摩阻;当鱼头处于裸眼段时,则应在套管口及鱼头位置分别记录其悬重及上提钻具时的摩阻,为后续判断是否打捞住电缆提供依据。

(2)打捞矛下至预定打捞深度后,转动转盘3~6圈后锁死转盘1 min左右后缓慢上提钻具。在上提过程中观察指重表,如悬重有增加现象,应缓慢上提,或上提一点停留一下,等悬重为一定值时,再进行正常起钻^[1]。在上提过程中,如悬重无任何变化,可在原打捞深度上多下一个立柱,继续试探,一般打捞深度不允许超过鱼顶100 m^[6];同时,转动圈数也可适当增加2~3圈,以增加矛钩挂住电缆的几率。当捞获电缆较少时,从钻井指重表的悬重上往往无法进行判断。但此种情况在上提时,悬重会有一个瞬间增加3~8 t后恢复正常的变化,是井下拉断电缆或从拉力棒处拉脱的反映。值得注意的是,不论是上提过程中悬重有增加或是瞬间增加后恢复的变化,都应该起钻检查,而不能下放钻具再次尝试,防止捞获电缆脱落。

(3)如果一次捞出电缆长度大于200 m,由于电缆在打捞过程中不可避免弯曲打扭,地面丈量误差较大,因此必须重新下仪器确定鱼头的准确深度后再进行后续打捞。

2.1.4 异常情况处理

(1)如果在穿心打捞过程中发生了电缆从快速接头以下断裂或落井,切忌原地来回活动钻具,应该立即起钻,防止电缆堆积成团,增加后续处理难度。

(2)下钻打捞时遇阻。如果打捞矛还未下至打捞深度发生遇阻,此时井内电缆可能已经成团,应立即活动转盘进行打捞,不可再往下推。对于成团电缆,如果使用常规打捞矛无法进行处理,可以先使用光杆笔尖在成团电缆上打通打捞矛下行通道,然后使用活动外钩打捞矛进行打捞^[3]。

2.2 电缆法打捞

电缆法打捞仅适用于套管井,且井场无钻井、修井机等动力系统,如测井深度标准井。利用电缆法打捞电缆,其难点主要体现在2个方面:一方面是打捞矛无法通过旋转的方式挂住电缆;另一方面是打捞电缆和落井电缆强度相当,一旦出现井下复



图3 电缆法打捞矛

1.矛钩;2.装置本体;3.挡绳盘;4.快速接头

Fig.3 Technique of fishing using logging cable spear

杂,无法丢手,容易引发次生事故。

2.2.1 打捞工具的制作

电缆法打捞矛的制作,可选择 50~60 mm 的圆钢进行加工,本体长约 1.5~2 m,将其一端车成针尖状,与电缆连接的一端车成能够和穿心打捞快速接头相连的丝扣,利用锥套将电缆和打捞矛通过快速接头进行连接。矛钩采用沿矛体 90°螺旋布设,矛钩外径与套管壁内径间距应略大于电缆直径(图3)。

同时,矛钩焊接的牢固程度应结合落井电缆与打捞电缆二者拉断力的差值,差值越大,牢固程度应越高。

2.2.2 打捞准备工作

(1)使用磁定位测井仪确定鱼头深度。(2)对断裂处电缆进行拉力试验,确定其拉断力,为选择连接打捞矛电缆及后续打捞过程中出现异常后提供处理依据。(3)选择新度系数较高且拉断力大于落井电缆的电缆连接打捞矛,一般建议采取使用 5 井次以内的电缆,一方面拉断力接近新电缆,另外一方面可以在一定程度上利用电缆未充分破劲

的自旋力量带动打捞矛旋转。

2.2.3 打捞方法

用电缆连接好打捞矛,并在打捞矛上部电缆上加装 4~5 根穿心打捞时使用的加重杆,提高打捞矛整体重量。

将打捞矛下至鱼顶以下 10~30 m 处,并在下至鱼顶深度时记录井口张力。由于无法旋转打捞矛,根据现场实践经验,可以采取下至打捞深度后停留 1 min 左右,然后快速上提 2~3 m 的方式进行打捞。

由于测井张力系统灵敏度较高,因此在上提至鱼顶以上 5 m 左右位置时,就可以准确判断是否捞获电缆,如张力无变化,则可以重复上述操作,直至捞获电缆为止。需要强调的是,打捞矛下深一定不能超过鱼头以下 30 m,防止缠绕电缆过多而发生井下遇卡。

2.2.4 异常情况处理

电缆法打捞可能出现的异常主要为上提过程中出现遇卡。在上提过程中出现遇卡,可能是电缆在打捞矛上缠绕过多,或是井内有沉砂造成仪器局部被埋。不论哪种情况,都可在电缆安全拉力范围内采取增加拉力并上下活动的方式进行处理。

3 实例分析

3.1 A 井电缆拉断落井事故

A 井三开采用 215.9 mm 钻头钻至 6 733 m,二开 244.5 mm 套鞋深度为 4 784.44 m。该井在进行三开放射性项目施工时(图4),上测至 4914 m 发

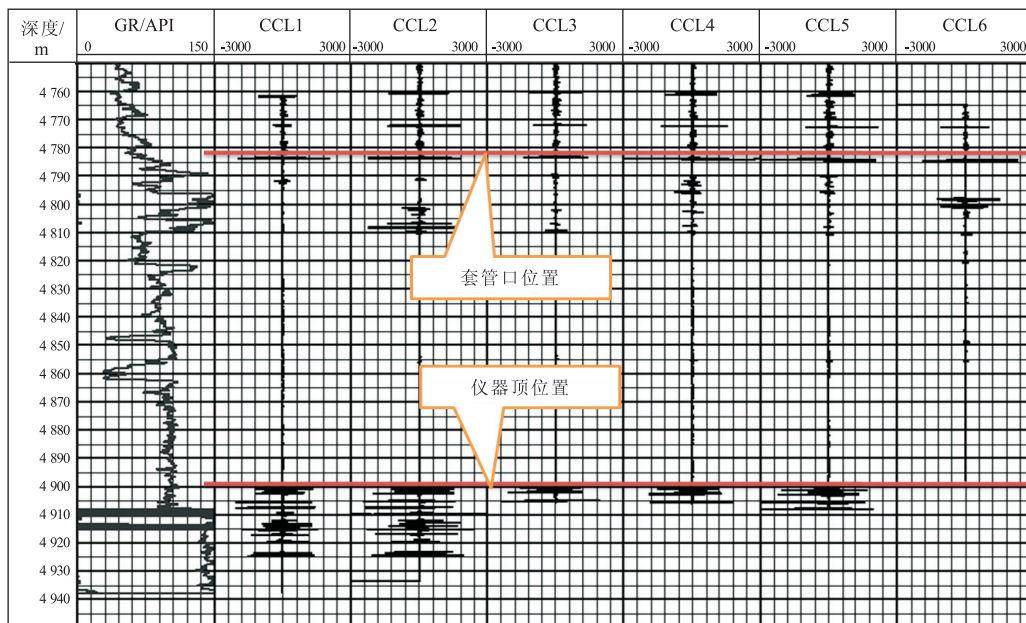


图4 6次打捞摸鱼情况

Fig.4 Six cases of fishing

生遇卡,在尝试解卡过程中,小队人员来回活动电缆导致电缆外层数根钢丝被摩断,并违规使用高张力,致使电缆在套管口附近断裂,近 140 m 电缆和放射性仪器落井。由于仪器和电缆停留位置有 2 套厚层砂岩,因此在发生电缆断裂后,仪器和电缆并没有落入井底,而是吸附在原处。本井先后进行了 7 次打捞(其中打捞电缆 6 次),摸鱼情况均显示仪器和电缆深度未发生变化(图 4),也印证了这一点。

6 次电缆打捞中,前 4 次使用外径 160 mm 的常规打捞矛,后 2 次使用 177.8 mm 加厚套管加工的带壁钩打捞矛。其中前 4 次使用外打捞矛仅第 1 次捞获 28.3 m 电缆,其他 3 次均捞空。根据摸鱼情况来看,第 2、3、4 次电缆和仪器鱼头位置基本都未发生变化,而且磁定位曲线上反映除顶部有近 20 m 电缆堆积外(第一次打捞将顶部电缆拉断所至),其余井段均显示电缆为紧贴井壁。

分析 3 次捞空原因应为常规打捞矛矛钩受到旋转半径的限制,无法将电缆从井壁剥落缠绕至打捞矛上。因此,针对电缆紧贴井壁的情况设计了带壁钩打捞矛,经过两趟打捞,顺利将电缆全部打出井,后下卡瓦打捞筒将仪器捕获。A 井 6 次打捞技术数据见表 1。

本井的成功处理,一方面验证了带壁钩打捞矛对紧贴井壁电缆打捞的有效性,另一方面也增加了对吸附电缆打捞的认识。

3.2 标准井电缆落井事故

工区测井标准井井深为 6 525 m,177.8 mm 套管下深为 6 518 m。某测井队在进行深度标定过程中,发生了电缆断裂,近 640 m 电缆和 4.1 m 校深仪器落井。后据了解,该队使用的电缆在施工过硫化氢井后未清洗保养,电缆发生腐蚀氢脆,从而导致电缆断裂。由于标准井井场无提升动力设备,因此决定采用电缆带打捞矛进行打捞。

通过摸鱼确定电缆头深度为 5 883 m,同时在车间对断点处电缆进行了拉断力试验,仅为 5 800 磅,但考虑到井内裸眼段中的沉砂影响,决定选用

表 1 A 井打捞技术数据统计
Table 1 Fishing data of well A

序号	打捞矛型号	打捞矛下深/m	捞获电缆长度/m
1	160 mm 常规打捞矛	4 870	28.3
2	160 mm 常规打捞矛	4 840	0
3	160 mm 常规打捞矛	4 810~4 850	0
4	160 mm 常规打捞矛	4 880	0
5	177.8 mm 带壁钩打捞矛	4 893	45
6	177.8 mm 带壁钩打捞矛	4 822	55

表 2 标准井打捞技术数据统计
Table 2 Fishing data of standard well

序号	打捞矛下深/m	打捞矛连接结构	捞获电缆长度/m
1	5 886	139 mm 打捞矛+挡绳盘	0
2	5 904	139mm 打捞矛	18.6
3	5 916	139mm 打捞矛	23.1
4	5 950	139mm 打捞矛	145
5	6 105	139mm 打捞矛	95
6	6 176	139mm 打捞矛	14.6
7	6 187	139mm 打捞矛	20.2
8	6 210	139mm 打捞矛	325 m 电缆及仪器

刚刚使用 3 井次的电缆带打捞矛进行打捞。打捞矛外径 139 mm,挡绳盘外径 149 mm。

本井先后进行了 8 趟打捞,其中第一趟带挡绳盘打捞下至鱼顶下 3 m 遇阻,打捞未果后决定去掉挡绳盘进行打捞。但由于落井电缆腐蚀氢脆较严重,后面多次打捞均只能捞获打捞矛附近的电缆。标准井 8 趟打捞技术数据见表 2。

在使用电缆打捞电缆时,是否需要在打捞矛上装配挡绳盘,国内通行做法认为测试钢丝或测试电缆的打捞均需要装配^[4,7]。但笔者认为,在 11.8 mm 电缆的打捞过程中,由于其在套管井中盘旋后,弹性系数远高于测试钢丝或测试电缆,电缆不易被下压成团,加之使用挡绳盘后打捞矛始终处于居中状态,反而不利用打捞矛挂住电缆。因此,可先采用安装挡绳盘试捞,如试捞未果,则将去掉挡绳盘,直接使用裸矛进行打捞。至于担心打捞矛被电缆缠绕而遇卡的问题,则可以通过严格控制打捞矛下深来预防。

4 结论与建议

(1) 选择合适的打捞工具,准确确定电缆头深度,严格控制打捞矛下深和转盘旋转圈数,是打捞电缆成功与否的关键。

(2) 打捞电缆是一项周期长、难度大的工作,需要施工人员有足够的耐心和信心。同时,打捞过程中应有专人负责,统一指挥,严格执行打捞方案。

(3) 目前,利用钻具法打捞,由于钻井指重计精度和测井电缆重量间存在数量级的差别,当捞获电缆较少时,地面往往无法利用钻井指重表进行准确判断。因此,可在打捞矛上端设计增加一支无线张力短节,其设计思路是利用钻井液循环驱动马达

闭裸眼,保持润滑剂含量在 2%以上。

4 应用效果评价

AT40 井区先后施工 AT40、AT40-1、AT40-2 和 AT40-1A 等 4 口井,根据现场施工对该井区三开盐上承压堵漏及穿盐施工做出应用效果评价。

(1)盐上承压堵漏。AT40 井第一次承压堵漏未成功,主要原因在于堵漏浆配方存在缺陷,调整配方后第二次承压堵漏成功,另外该井用堵漏浆承压时稳压 19.6 MPa(密度 1.45 g/cm³),满足设计承压值 14.47 MPa,但筛除堵漏浆后用井浆验漏时承压值不能满足要求,第二次用堵漏浆承压时稳压 17 MPa(密度 1.50 g/cm³),筛除堵漏浆后用井浆验漏成功。另外施工的 3 口井用堵漏浆承压时稳压 22 MPa 左右,验漏成功,堵漏一次成功。

(2)AT40 井采用密度 1.62~1.65 g/cm³ 钻穿盐膏层,扩孔密度 1.64~1.67 g/cm³,平均蠕变速率达到 0.37 mm/h,最大蠕变速率 3.49 mm/h,不能满足下套管要求,密度提至 1.69 g/cm³ 后,平均蠕变速率为 0.21 mm/h,最大蠕变速率 1.27 mm/h,满足下套管要求。另外施工的 3 口井密度在 1.65~1.68 g/cm³ 之间,测井蠕变速率满足下套管要求,施工中一切正常,套管一次性下到位。

5 结论与建议

(1)根据地层岩性特点合理制定承压堵漏方案,采用粗细结合,颗粒与纤维状结合,灰岩裂缝性漏失应加大纤维类及片状堵漏材料含量;砂岩地层堵漏配方以细颗粒为主,中粗及粗颗粒为辅,重点加大套管鞋处配方浓度。

(2)承压堵漏施工中应缓慢打压,出现地层破裂压力下降过快时,应延长打压频率,使地层及时闭合;另外,堵漏浆承压时应适当高于设计承压值,筛除堵漏浆后用井浆验漏时可满足设计要求。

(3)穿盐过程中钻井液密度选择是关键,建议揭开盐层之前提密度至 1.65 g/cm³,钻进过程中根据阻卡情况及时上提密度,总体保持在 1.65~1.70 g/cm³。

(4)穿盐期间保证沥青类防塌剂有效含量 2%以上,聚合醇防塌剂 1%以上,保持钻井液良好的防塌性能。

(5)桥浆堵漏存在封堵强度较低,抗温性较差、消耗量大等缺点,建议可采用优选的高效堵漏剂与桥浆复配使用,提高堵漏效率。

参考文献:

[1] 黄进军,罗平亚,李家学,等.提高地层承压能力技术[J].钻井液与完井液,2009,26(2):69-72.

[2] 徐同台,刘玉杰,申威,等.钻井工程防漏堵漏技术[M].北京:石油工业出版社,2000.

(编辑 徐文明)

(上接第 126 页)

给仪器供电,并利用发射脉冲将信号传递到地面。每次打捞完成后,只需将钻具起至鱼顶上端,开泵循环钻井液,就可准确判断打捞矛上是否挂住电缆,如没有挂住电缆,只需再次进行打捞即可,不需起钻至井口进行检查。

参考文献:

[1] 吴春国,任中启,刘爱军,等.钻井测井电缆打捞技术[J].石油钻探技术,2003,31(3):54-55.

[2] 薄和秋.电缆测井事故的预防及处理[J].石油钻探技术,

2002,30(2):10-12.

[3] 宋宁,张红霞,刘兵,等.通道式打捞成团电缆施工工艺[J].西部探矿工程,2014(6):35-36.

[4] 张新锋,雒继忠,金万平.井下绳类落物打捞工艺探讨[J].钻采工艺,2003(3):98-100.

[5] 罗荣,蒋建平,崔光.塔河油田测井工程事故处理及预防探讨[J].测井技术,2013,37(5):552-556.

[6] 魏新勇.深井测井故障处理及典型案例分析[M].北京:石油工业出版社,2013.

[7] 项红军.超深井多级套管绳类打捞工艺研究[J].中国石油和化工标准与质量,2012(3):92.

(编辑 徐文明)