

浅谈测井事故的认识与处理

高飞明¹ 岳文正¹ 焦伟² 李海燕³

(1. 中国石油大学(北京); 2. 中国石油安全环保技术研究院 HSE 评价中心;
3. 中国石油渤海钻探工程有限公司测井公司)

摘 要 在测井过程中,由于各种不可预见的复杂原因,测井事故不可避免。文章分析了形成测井事故的影响因素,如井径、钻井液性能、全角变化率、操作过程、套管鞋等。一旦测井事故发生,根据卡电缆、卡仪器、断电缆的事故特点来判断事故类型,再根据各种处理方法的优缺点来处理事故;提出一些注意事项,使测井事故防患于未然。

关键词 测井事故 事故原因 事故处理 打捞 预防

中图分类号: TE28 文献标识码: A 文章编号: 1005-3158(2011)06-0072-04

0 引言

测井现场的操作人员都希望在测井过程中畅通无阻地提升与下放测井仪器,顺利地完成任务。但在测井过程中,由于各种不可预见的复杂原因,测井事故不可避免。根据油田勘探开发的需要,超深井、大斜度井的数量不断增加,使井下事故发生更加频繁。测井事故的发生不但影响正常生产,还会造成严重的经济损失,甚至有可能使井筒报废。因此正确、有效地认识和处理测井事故就显得特别重要。

1 测井事故形成的原因

1.1 井径不规则

在钻井过程中,扩径和缩径常会出现。在钻井液浸泡、地层应力、滤液离子渗透等多种因素的作用下,井壁坍塌会导致井径扩大;盐岩、塑性泥岩在上覆岩层压力作用下向井眼中心蠕变会导致井径变小。纵向地质剖面上岩性的不一致会形成井径的不规则。在套管井内,因机械原因造成井径不规则的情况时有发生,如射孔枪穿孔后套管变形、井内落物、套管泄漏沙石进入套管等。不规则的井径极易导致测井时仪器遇阻、遇卡事故,尤其在测密度、地层倾角、地层压力等项目时,危险性更大。

1.2 钻井液性能的影响

影响电缆测井的钻井液性能参数主要包括泥饼质量、泥饼摩擦系数、密度等。若泥饼厚度大,则增加

了电缆和仪器的包角,且增加承受液柱压力与地层压力之差的面积,易造成电缆或电测仪器的粘卡。若泥饼摩擦系数过大,在相同的钻井液密度下,电缆和电测仪器与井壁的摩擦阻力就会很大,电缆的拉力也会相对增大,当电缆的拉力接近电缆本身的强度或绞车拉力时,就会发生电缆或仪器的粘卡。若钻井液密度过高,在液柱压力与地层压力之间压差增大时,会导致电缆和测井仪器摩擦阻力增加,当达到一定值时就会发生电缆或仪器的粘卡。该类测井事故一般发生在砂岩较发育的井段,因此在该井段进行测井作业的方案确定时应给予重视,以免发生粘卡。

1.3 全角变化率过大

在全角变化率过大的井眼中测井时,下放仪器过程中容易遇阻,靠通井收效甚微;并且在仪器上提过程中所受的阻力大,极易造成电缆起皮、卡仪器或卡电缆事故。对于井身质量差的井或设计要求高造斜率(单位造斜钻进进尺中形成的钻孔全弯曲角度大于 $30^{\circ}/100\text{ m}$)的定向井及井斜角大于 50° 的定向井,建议采用钻杆测井方式^[1]。

1.4 操作不当

因操作不当造成的电缆事故在测井事故中占有相当大的比例。下井前电缆检查不细,电缆在井下静止时间过长、遇卡后拉力过大等均会造成测井事故^[2]。这种事故最容易发生,也最容易避免,在电测过程中要时刻注意。即使正常测井作业时,也会因静止时间长造成仪器或电缆的粘卡(如井壁取芯)。

1.5 套管鞋的影响

测井仪器一般长几米到几十米不等,且一般成串被下放到井下同时测量,以节省总的测井时间。这样在定向井或大井眼里,测井仪器轴线容易与井眼轴线形成一个夹角,电测仪器不能顺利通过套管鞋,造成仪器被卡;或起钻时钻具节箍同套管鞋碰撞造成套管鞋变形,使得电缆卡入套管鞋裂缝中和仪器拉起到套管鞋处遇卡^[2]。

2 事故的处理

2.1 事故性质的判断

在测井作业过程中,发生的测井事故可分为卡电缆、卡仪器、断电缆三种基本类型。常见的测井事故处理方法主要有穿芯电缆式打捞、捞矛打捞、捞筒打捞等。一旦测井事故发生,首先要判断事故性质。在遇卡后,用测井绞车提升电缆,若表现为总张力增大(反应仪器和电缆受力的总和),而缆头张力不变(反应仪器受力情况),则可判断为电缆粘卡,此时可以逐步增大电缆张力,慢慢活动电缆,如果长时间活动仍不能解卡,则要考虑用穿芯解卡等方式解卡。若用绞车提升电缆表现为总张力增大,缆头张力亦增大,则可判断为仪器粘卡。一般带有推靠臂的仪器串遇卡的可能性较大,遇卡后如仍能正常开收推靠臂,则卡点应在仪器较粗的部位。在仪器遇卡时绝不能一次性拉死,最好的做法是:逐步增大拉力,每次增加量以900 N为宜,之后绷紧一会儿电缆;如果不能解卡,放松电缆,再提升电缆逐步增大张力,以前面的标准为准,在电缆绷紧过程中也可以打开推靠臂,使仪器适当活动,这样经过一定的活动往往会在张力逐步增大过程中,使仪器解卡^[3]。若仍不能解卡,则首先使用解卡剂浸泡解卡,无效才使用其他方法。

2.2 穿芯电缆式打捞

使电缆穿过整个钻具水眼,用钻具连接打捞工具下入井内进行打捞的一种工艺。这种打捞工艺在下钻过程中就可以解除电缆的粘卡,起到保护电缆的作用。同时,由于电缆有悬吊仪器和导向的作用,保证了打捞成功,并能很好的保护井下仪器。用穿芯法处理电缆测井事故,首先用T型卡夹紧测井仪器电缆,悬挂在井口防喷盒上方,保证电缆不损伤不松脱,在距离夹子15 m处将测井仪器电缆截断。将井下测井仪器电缆依次穿过卡瓦打捞筒、扶正筒及吊环后与绞车连接。再将电缆与扶正筒配接好,确保打捞器在井内起下过程中始终沿测井仪器电缆轨迹运移。将测

井仪器电缆摇紧,穿芯电缆式打捞器沿钢丝轨迹下到预定深度。轻起电缆,观察液压绞车张力系统和井口钢丝的承受载荷变化情况以确定是否打捞到仪器,若第一次未捞到仪器,均匀上起电缆,最好不要超过15 m(上起过多易造成测井仪器电缆打扭),然后下放打捞器,重复施工。当确认打捞到井下仪器后,均匀上起电缆和测井仪器电缆,注意保持电缆的起下速度和测井仪器电缆的起下速度同步,直到仪器起出井内,完成穿芯打捞任务。该工艺具有以下优点:打捞成功率高;能够完整保存仪器;打捞周期短,作业打捞投入费用低;适用于各种仪器的打捞,在水井调配水嘴解卡中应用更广泛;在斜井中,由于电缆沿井壁运行会摩擦成槽,致使钢丝嵌入槽内卡住仪器,以及套管磨损造成遇卡,而该工艺具有扶正功能,完全适用于上述情况的解卡^[4]。在打捞过程中各岗位之间要密切配合,尤其是测井绞车与钻台之间,钻台与二层台之间、司钻与钻工之间。任何失误都可能导致穿芯失败。

省去传统穿芯电缆式打捞先起钻、再通井的过程,随打捞测井技术(logging while fishing, LWF)这种新的施工工艺可看作是传统穿芯打捞工艺的技术扩展,其核心技术是传统穿芯打捞技术和钻具辅助测井技术的结合。它可在穿芯打捞过程中缩短作业时间,节省资金。传统打捞作业需要捞出仪器、井队通井、小队接电缆或换车、再下仪器测井;而LWF作业把打捞和钻具辅助测井有机地结合在一起,通过做鱼雷和加旁通实现继续测井^[5]。LWF重新建立仪器通讯使得操作工程师可通过井下张力短节来监视仪器的打捞,用井下张力的变化来判断钻具与仪器的接触情况并及时向司钻发出控制指令,防止钻具下压过量而损坏仪器,也容易判断打捞是否成功^[6]。但LWF旁通外的电缆容易受到挤压断裂,不适用于较小井眼;测量的最大距离为套管的深度,不适于裸眼段长、套管短的井。

陈7-斜19井自井口开始造斜至1300 m左右,倾角 $>25^\circ$ 。试井测试过程中上提仪器到1100 m处时仪器遇卡,此时仪器不能上提,只能下放。分析原因:一是该井油稠且井斜度大,造成电缆压向井壁,导致吸附遇卡;还可能是在下放过程中,由于钢丝携带的仪器碰撞、震动或磨损管壁,造成套管鞋脱落、破损,造成钢丝仪器遇卡。针对以上原因,依据穿芯电缆打捞工作原理进行打捞,一天内可一次打捞成功^[4]。

2.3 捞矛打捞

测井电缆与仪器一起落井是处理难度最大、耗时

最长的事故。主要处理方法是用捞矛打捞,其关键是确定捞矛的下井深度。由于落入井中的电缆在井内呈自由状态,很难确定电缆在井内的状态。捞矛下入太浅,电缆头位置不易确定,就会捞空,影响打捞速度;下入过深,捞获的电缆在上提捞矛过程中会聚集在钻杆接头和捞矛上,容易在井内形成堵、卡事故或拉坏捞矛。打捞电缆时,需要转动工具,使电缆缠绕在工具上,若转动圈数少则缠绕不紧,容易中途落井;多则容易缠绕成电缆疙瘩,造成起钻困难或卡钻事故。捞矛下井深度的确定非常困难,需要对落井电缆长度、测井情况、井眼状况、钻井液性能、井身轨迹等因素进行综合分析研究,原则上宁浅勿深^[2]。当电缆自井口拉断落井时,浅井可以自井口试探下捞,深井需要先电测出电缆头再下捞矛,一般在裸眼井中采用感应仪器,套管井中采用磁定位。为了防止打捞事故,在下捞矛打捞时,一定要注意观察下钻遇阻情况,发现遇阻立即起钻,而且要起至井口。

落井电缆在井内的状态主要有以下几种:

◆ 电缆粘附在井壁上 电缆从粘附段上部被拉断,打捞矛可以下到电测仪器附近。但为保证施工安全,下捞矛之前须先电测出落井电缆头所在位置。

◆ 电缆呈螺旋状卷曲在井中 一般发生在仪器先被卡住,然后电缆被拉断,或者由于地面设备、工具、操作问题造成电缆被拉断。

◆ 电缆一段贴在井壁上,另一段卷曲在井中 部分电缆发生粘附,该情况多发生在切穿过程中电缆拉断或因设备故障而发生电缆事故时^[1]。

夏 70-斜 05 井是临南油田的一口多目标定向井,该井完钻电测至井深 3397 m 时,出现电缆跳槽、天滑轮卡死现象,由于测井公司处理不当,3397 m 电缆断落井内,造成恶性落物事故。采用自行研制的捞矛,历时 740 h 成功地将落井电缆全部打捞出来,避免了该井的报废,挽回经济损失近 200 万元^[7]。

2.4 捞筒打捞

电缆测井过程中仪器落井后,必须进行打捞。由于测井仪器价格昂贵,且有一些仪器带有放射性物质,若不能捞获,不仅造成经济损失,还会造成环境污染。打捞电测仪器的工具主要有卡瓦打捞筒和筒易开窗捞筒。具有标准马龙头的电测仪器落井,可使用卡瓦打捞筒打捞。所选卡瓦打捞筒的内径要小于被打捞仪器直径 1~3 mm,既要防止打捞筒内径过小落物难以进入打捞筒,又要防止打捞筒内径过大,不能有效夹持落物。对于深井或定向井,下捞筒过程中,要分段用小排量顶通捞筒,防止捞筒和钻杆水眼堵

死。在下放捞筒到距电测仪器 2 m 左右时,应开泵冲洗捞筒 30 min 以上,把捞筒清洗干净。顶端已损坏或被沉砂埋住的落井仪器应该采用筒易开窗捞筒打捞,一般打捞直径小于 120 mm 的仪器时,开窗位置和倒刺的内接圆直径要根据仪器的结构形状确定。打捞时应尽量避免转动转盘或上下大幅度活动钻具,防止倒刺损坏。对于大尺寸井眼,应考虑加大引鞋,其外径应小于该井眼钻头直径 25 mm 左右。对于井径不规则的井眼,将捞筒的端口割成臂钩状将大大提高仪器进筒的几率^[1]。

斜井 13-238 井是文留油田的一口气举采油井。井下压力测试时因上起速度过快,仪器遇阻拔脱钢丝造成仪器落井,落井仪器直径 36 mm,长度 1000 mm。该井井口压力较高,下井打捞工具必须有足量配重,防止打捞工具下不去以及顶钻现象发生;根据仪器与录井钢丝脱开时痕迹及钢丝长度判断鱼顶形状,进而选用卡瓦打捞筒。工具串(自上而下)为:绳帽、加重杆、振荡器、安全接头、万向节、卡瓦打捞筒,成功起出全部井下打捞及测试工具^[8]。

3 结束语

事故给工作带来的损失常常非常严重,井下事故又往往导致地面事故的连锁反应,如电缆拉断,会造成瞬间短路而烧坏线路板,甚至使整个仪器电路烧坏。防患于未然非常必要。

◆ 良好的井身轨迹是预防测井事故的基础 直井钻井中,为保证井身质量和电测的顺利,对于全角变化率或井斜过大的井段,应及早采取填井方案。

◆ 畅通的井眼是预防测井事故的关键 一般来说,钻至电测井深后,要使钻井排量大于 3~5 L/s,充分循环洗井,然后短程起下钻,修整本只钻头所钻的井眼。定向井电测前要对整个斜井段进行短程起下钻作业,同时测油气上窜速度,确保井眼的畅通和电测安全^[1]。

◆ 优良的钻井液性能是预防测井事故的必要条件 根据前面的分析,钻井液性能差极易造成电缆或仪器的粘卡。完钻前要调整钻井液性能,使其有较小的滤失,形成薄而韧、且摩擦系数较小的泥饼。对于地层压力较高的深井和井斜较大的定向井,要考虑在钻井液中加入液体或固体润滑剂^[1]。

◆ 精心设计操作流程是防止测井事故的保证 测井前弄清井身结构及异常情况,对于恶劣的异常情况,处理后在进行电测;测井前与施工过程中,防止井内落物;确保绞车及测井悬挂系统应处于正常工作状

态;保证控制系统指示仪表灵敏、显示正确;定期检修电缆,及时更换破损电缆;测井施工中严格遵守操作规程;测井过程中,轻提轻放,平稳操作;当提拉疑似被卡仪器时,首先断开井下仪器与地面仪器的联接电源,防止缆芯短路烧坏地面仪器;上提与下放电缆时应收回推靠臂;充分利用绞车与井下仪器的安全控制装置;如果使用绳套联接下井仪器与电缆,必须仔细慎重固结,防止绳套松散、磨断,导致井下仪器脱落;严禁非操作人员操作^[9]。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 王兆东, 路立军, 雷军. 测井事故的认识及处理工艺[J]. 国外测井技术, 2008, 23(5):49-51.
- [3] 孟贵生, 赵瑛, 张利. 简述测井中的各种解卡方式[J]. 石油仪器, 2007, 21(5):81-83.

- [4] 初克建, 史晓梅, 郑建华. 穿芯电缆式打捞器在试井仪器解卡中的应用[J]. 油气井测试, 2005, 14(5):57-58.
- [5] Tollefsen E, Crary S, Flores B, et al. Logging While Fishing: An Alternate Method to Cut and Thread Fishing [J]. SPE Annual Technical Conference and Exhibition, 1996, 6-9:379-744.
- [6] 刘建辉, 胡涛, 李学永, 等. LWF 随打捞测井技术[J]. 石油仪器, 2005, 19(6):59-60.
- [7] 牟德刚, 吴德麟, 李渝江, 等. 夏 70-斜 05 井落井电缆打捞工艺[J]. 石油钻探技术, 1996, 24(4):13-14.
- [8] 袁业启, 何汉坤, 崔新兰, 等. 斜井 13-238 井测试仪器打捞的成功实践与认识[J]. 油气井测试, 2005, 14(3):46-47.
- [9] 谢明道, 王仲荣. 关于测井事故的预防与排除[J]. 大庆石油地质与开发, 1990, 9(1):75-77.

(收稿日期 2011-07-18)

(编辑 袁立凡)

油气田环境保护

ENVIRONMENTAL PROTECTION OF OIL & GAS FIELDS

《油气田环境保护》由中国石油集团安全环保技术研究院、中国石油天然气集团公司安全环保部、中国石油天然气股份有限公司安全环保部主办;是国内外公开发行的环境保护类科学技术性期刊;是中国科技核心期刊。期刊重点报道油气田及石油炼化领域的污染现状、治理技术、管理方法、试验研究、监测手段等方面的新成果、新技术、先进经验以及国内外现行标准与发展动态,是中国石油对内对外进行宣传、技术交流的重要窗口以及中国石油、中国石化、中国海洋石油、高等院校、科研院所等广大环保工作者互相学习、互通信息的桥梁和纽带。

《油气田环境保护》为双月刊,国际标准开本。国际刊号:ISSN 1005-3158,国内刊号CN 11-3369/X,全年定价108元。

《油气田环境保护》设有广告部,刊登国内外广告,欢迎前来洽谈广告业务。

中国
科技
核心
期刊



欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告

电话: 010-82379839, 82379850, 82379852

邮箱: YQT111@cnpc.com.cn