

渤海油田电缆测井遇卡原因分析及预防措施

郭会旺

中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司 天津 300459

摘要: 渤海油田在我国油田开采中占据重要位置, 尤其是近些年来通过不断地发展, 已经成为我国石油开采“重镇”。如今, 渤海油田已经建成集深井、定向井以及高温高压井于一体的全面开采模式, 开采效率较高, 对于我国石油生产起到重要作用。但是, 研究发现, 渤海油田油井全面开采, 问题也随之而来, 现代油井情况复杂, 测井施工难度逐渐增加, 测井时, 遇卡现象增多, 油井开采事故频发, 给油田生产造成影响。因此, 渤海油田生产技术创新的当务之急便是分析电缆测井遇卡原因, 针对原因, 结合先进技术, 实施有效预防措施, 保证电缆测井高质量完成。

关键词: 渤海油田; 电缆测井; 遇卡; 原因; 预防措施

Analysis of Causes and Preventive Measures for Cable Logging Jams in Bohai Oilfield

Huiwang Guo

CNOOC Energy Development Co., Ltd. Engineering Technology Branch, Tianjin 300459

Abstract: The Bohai Oilfield holds an important position in China's oil field development and has become a "key stronghold" in petroleum extraction through continuous development in recent years. Currently, the Bohai Oilfield has established a comprehensive production model that integrates deep wells, directional wells, and high-temperature and high-pressure wells. It operates with high efficiency and plays a significant role in China's oil production. However, studies have found that comprehensive production in the Bohai Oilfield also brings forth challenges. Modern oil wells are complex, and the difficulty of logging operations has gradually increased. There is an increasing occurrence of logging tool sticking incidents, and frequent accidents in oil well production, which impact oilfield operations. Therefore, the priority for technological innovation in Bohai Oilfield production is to analyze the causes of cable logging tool sticking and implement effective preventive measures based on advanced technology, ensuring the high-quality completion of cable logging operations.

Keywords: Bohai Oilfield; Cable logging; Encounter a card; Reason; Preventive measure

电缆测井是油田开发开采过程中的关键技术之一, 该技术的主要功能是通过测井获取油井地层物理参数, 从而为后续的油井开采提供精准数据。但是, 长期以来, 电缆测井饱受“遇卡”故障困扰, 尤其是在油田定向井、复杂储层井比例逐渐增加的情况下, 由于油井地层结构更为复杂, 导致电缆测井遇卡问题也随之增加, 给油田开发造成极大影响。因此, 各大油田技术部门都非常关注电缆测井遇卡故障技术研究, 从下井前、下井中等多个工艺环节研究电缆测井遇卡预防, 确保电缆测井良好完成。

一、渤海油田及电缆测井遇卡故障简要分析

1. 渤海油田主要情况分析

渤海油田是我国最大的海上油田, 也是目前中国第一大原油生产油田。渤海作为我国四大海域之一, 蕴藏丰富的能源, 据资源数据调查统计, 渤海海域面积约为 7.3 万 km², 勘探矿区面积达到 4.3 万 km², 总资源储量超过 120 亿 m³。另外, 石油资源方面, 渤海油田在 2022 年 3 月累计生产当量超过 5 亿吨, 年油气产量稳步上升。

另外, 油气开采技术方面, 渤海油田技术部门也屡有建树。目前, 渤海油田技术已经全面创新, 克服了高温高压、井漏、高扭矩等技术难题。但是, 渤海油田在全面发展的过程中, 技术方面也依然存在问题, 尤其是采用电缆测井的过程中, 测井遇卡问题比较频繁, 是该油田测井生产还未解决的技术难关, 已经影响到该油田生产^[1]。

2. 渤海油田电缆测井遇卡故障现状分析

渤海油田电缆测井遇卡问题是该油田生产中常见的问题之一, 每年油田电缆测井时都会遇到卡阻现象, 从而给油田生产造成极大影响。如, 研究发现渤海 C1 井、垦利油田群 KL10-1、渤中 13-2-2 井均会产生不同的遇卡故障问题。因此, 电缆测井遇卡问题已经成为渤海油田电缆测井的常见故障, 也是油田生产的“顽疾”之一。另外, 针对渤海油田电缆测井遇卡现状进行研究发现, 遇卡主要情况分为垮塌卡、缩颈卡、键槽卡、吸附卡、狗腿卡、括径卡、套管磨损卡等, 不同遇卡情况的原因不同, 受到的影响也有所不同。

3. 电缆测井遇卡故障危害分析

通过对渤海油田电缆测井遇卡情况进行全面研究发现,遇卡故障已经成为常见问题,并且油田电缆测井一旦遇卡后,造成的影响也非常严重,不利于油田电缆测井遇卡生产。

第一,渤海油田电缆测井遇卡将会影响油田正常生产。电缆测井遇卡,油田技术部门需要消耗大量时间处理遇卡问题,因此将会直接影响到后续生产安排,造成生产进度落后等附加影响,也有可能造成油田减产。

第二,渤海油田电缆测井遇卡故障如不能及时处理和解决,极有可能造成油井报废。长期遇卡故障对油井造成极大损伤,如果不能及时处理或者做好预防,极有可能影响油井生产,最终也可能造成油井报废^[2]。

二、渤海油田电缆测井遇卡原因深入分析

鉴于渤海油田电缆测井遇卡故障的深远影响,渤海油田技术相关部门已经重视起电缆测井遇卡故障预防,对故障产生原因进行分析,从原因入手实施故障预防。通过上述调查分析发现,渤海油田电缆测井遇卡的主要种类及原因包括多种类型,以下是对渤海油田电缆测井遇卡的主要原因进行全面分析。

1. 垮塌卡原因分析

垮塌卡情况是油田电缆测井遇卡的常见情况之一,研究发现,在油田电缆测井时,如果井壁或者周边地层因为失稳而出现垮塌,垮塌后形成的岩块或者土层碎屑极有可能进入电缆测井仪器,或是造成仪器卡阻,或者阻塞仪器运行,从而形成遇卡现象。

2. 缩径卡原因分析

测井时,如果井眼地层已经钻卡,部分地层区域的泥浆滤液会受到地质应力的影响而涌出井壁,包围井眼。井眼和井径也开始随之变小,最后小于测井仪器外径之后,就会造成一起卡阻。

3. 吸附卡原因分析

在钻井过程中,使用高密度钻井液的主要优势是确保井控安全,要求泥浆液柱压力超出地层压力,井壁和渗透层将会出现压差。而如果压差超过一定值之后,电缆测井仪器会受到压差推力影响而逐渐朝井壁靠近,仪器的摩擦力也开始增加,而如果仪器拉力无法与摩擦力平衡,小于摩擦力后,电缆测井仪器会受到摩擦力影响而吸附到井壁之上,继而形成吸附卡。研究发现,取芯作业过程中,电缆吸附卡频率最大,占有卡阻情况的 4/5 左右。

4. 键槽卡原因分析

电缆运行于井眼之中,井眼运行轨迹会影响到电缆轨迹,使二者朝统一方向运行。而在此时,电缆在移动过程中,如果与井壁形成摩擦,在长时间摩擦作用力之一,就可能形成键槽。键槽形成后很有可能与提井下仪器环节形成互相影响。如果此时,测径仪或者电缆绳经过移动已经进入键槽地段,将会造成仪器和或电缆绳卡阻现象。

5. 狗腿卡原因分析

钻井测井工作中,井眼轨迹会在钻进到某一深度的情况下产生突变,井斜突然增大、井眼方位也产生异变,最后形成井眼的弯曲运行轨迹,此时其轨迹形象地比喻为“狗腿形状”,该形状的运行轨迹也形成不规则经验。在不规则经验的情况下,如果测井仪器刚性长度大于狗腿井眼允许通过的长度,测井仪器就会遇卡。

6. 括径卡原因分析

经研究发现,括径卡产生的主要就是因为钻井速度过快,井壁修复与钻井速度未形成协调,很容易造成钻井具划眼、井壁垮塌、经验不规则等情况,最终也形成一种特殊的“大肚子”刑天,该形态时,如果测井仪器已经进入该区域,由于中间宽两头窄,极有可能造成遇卡现象。

7. 套管磨损卡原因分析

套管磨损卡主要包括套管鞋磨损以及套管开窗口磨损卡等两种情况,不同的套管造成的影响不同,产生原因有所不同。第一,套管鞋磨损卡是由于钻井过程中,钻井会在井下受到碰撞、挤压以及磨损等影响,从而造成套管鞋脱落、套管鞋破损等现象,而一旦出现该现象,套管鞋极有可能脱落到仪器之上,造成仪器卡阻等问题。第二,套管上开窗的侧钻井,套管窗口在钻穿过程中会形成齿状裂口,不是标准的椭圆形,电缆或仪器容易卡在窗口磨损的裂口处。

三、渤海油田电缆测井遇卡预防措施研究

通过上述研究发现,电缆测井遇卡故障多种多样。而其实,总结其因素主要包括两大方面。第一是由于下井前缺少预防、测量、检查,导致测井过程中造成垮塌、轨迹变形等多项问题,另外是由于测井过程中遇卡后,难以最快时间处理或者缺乏实时监测和控制,才导致电缆测井遇到影响。因此,鉴于此种情况,给渤海油田电缆测井遇卡预防和处理提出以下几点建议:

1. 下井前做好遇卡故障预防措施

通过上述遇卡原因统计发现,上述多处遇卡现象均是由于下井之后,井眼轨迹变化或者井壁垮塌引起,而深入分析其原因极有可能是由于测井之前未制定科学合理的技术方案,导致测井过程中出现特殊情况。例如,狗腿卡、括径卡、垮塌卡等常见遇卡情况,均是由于突然产生地层异常而最终造成遇卡情况。因此,在此建议在遇卡故障预防处理之前,一定要做好测井前的充足准备。包括详细调查地质录井记录,并且探测井身结构,了解到实际情况后制定详细的电缆测井报告。

例如,渤海油田电缆测井在预防狗腿卡的过程中,就通过测井参数和计算。如果井眼轨迹超过狗腿度 3° 以上时,则需要测算最大仪器的刚性长度,继而调整测井辅助仪器设备位置,确保测井稳定。以下公式 1 为仪器最大刚性长度计算公式。

$$\text{公式 1 } L=2\sqrt{(R+\text{Bit})^2+(R+\text{OD})^2}$$

式中: L 为仪器串最大刚性长度(米); R 为井眼曲率半径(米); $(R=5729.66/B)$, B 为每 100 米井斜变化量; Bit 为钻头尺寸(米); OD 为最大仪器外径(米)^[3]。

2. 下井后做好遇卡故障预防措施

电缆测井遇卡之后对电缆测井的影响比较大。因此,在此种情况下,需要相关技术部门在电缆测井遇卡之后,第一时间快速解决问题,保证电缆测井遇卡故障快速解决。研究发现,如果在电缆测井时,如果不能第一时间解决电缆遇卡故障,将会导致仪器被卡死。因此,为预防或者减少故障危害,要求下井后,一定要进行上提测量和定点测量,避免仪器探底后遇卡,最终导致仪器遇卡难以解决。

第一,连续上提测量。电缆测井时,仪器在探底之前,一定要在井底位置及附近区域进行拉力测量,同时测井仪器触底后,减少测底时间。连续上提测量时,如果遇卡时,根据情况做出正确判断和操作。如发现遇卡能量已经超过 1500 磅,则应该使仪器开始收腿、并且将仪器拉大到安全拉力范围之内。而在上提时如果超过 1500 磅,绞车应停止,待仪器收腿后尝试下放,若仪器串能够下放,应逐渐增加拉力尝试解卡,防止仪器直接卡死。通过实践应用发现,通过该方法能够有效预防和处理括径卡、缩颈卡等相关遇卡情况,有效提升测井工作效率。

第二,定点测量。定点测量可以对吸附卡故障进行有效

处理。通过定点测量,了解电缆测井时的压力、电缆测井时的井壁数据参数,从而调整电缆测井实际情况。例如,为预防吸附卡,可以在仪器中加入推靠借卡装置,该装置能够有效降低仪器卡阻风险,防治仪器因被吸附而产生遇卡情况^[4]。

3. 采用先进仪器设备解决遇卡问题

渤海油田近些年一直都在大力推进电缆测井遇卡故障研究。经过引进技术、技术创新等多种途径,研究出先进仪器设备解决遇卡故障。

第一,应用扶正器。扶正器装置的应用能够在测井仪器遇卡后将仪器扶正,确保仪器上提成功。通过对渤海油田遇卡故障预防研究发现,该油田采用的扶正器包括固定式扶正器和呼伦扶正器两种形式,可以在遇到吸附卡的情况帮助仪器移动,减少吸附对仪器的阻力,继而实现遇卡故障处理。

第二,多功能推靠仪器应用。该仪器在应用过程中,能够实现全面的管理,可以对缩径卡进行处理。如,在仪器遇卡后,启动推靠器,可以推进仪器前进,积极而解决遇卡故障^[5]。

第三,异向推靠借卡装置应用。通过对渤海电缆测井遇卡故障研究发现,遇卡故障主要包括吸附卡故障,经研究电缆吸附卡和仪器吸附卡是遇卡问题的主要情况。为针对性解除该遇卡故障问题,渤海油田采用推靠解卡装置。该装置分上下 2 个短节(如图 1),分别置于 EFDT 双探针短节的上部和下部。该装置在应用的过程中,如果电缆测试装置被吸附到井壁,EFDT 探针上下解卡短节开始伸出,以井壁为自称力,侧向推动仪器,从而是仪器解卡,防止吸附。渤海油田在应用了该仪器后使吸附卡故障得到有效解决。通过实践研究发现 BZX-X-X 井、JZX-X-A 井以及 JZX-X-B 井出现吸附卡故障都是应用 EFDT 探针短节与异向解卡装置进行处理。

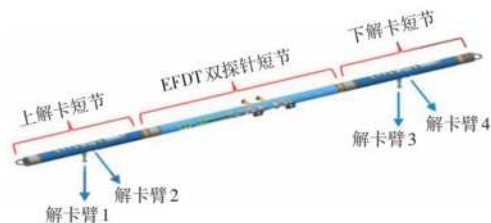


图 1 EFDT 探针短节与异向解卡装置组合图

四、结束语

通过对渤海油田电缆测井遇卡故障研究发现,渤海油田电力缆测井遇卡后,需要实施精准处理,根据不同遇卡情况,

采用针对性措施,使用合理的遇卡处理仪器,确保仪器遇卡有效预防和处理,提升油田测井效果。

参考文献:

[1]郝宜雷,刘汉杰,秦天宝,等.渤海油田某型号PDC钻头泥包原因分析及预防处理措施[J].山东化工,2021,50(10):120-121,124-124.

[2]王传阳,刁东镇,彭玉,等.连续油管内置电缆测试技术在渤海油田水平井中的探索与实践[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(6):155-177,180-180.

[3]张学成.渤海某油田A38井连续油管作业遇卡及处理措施[J].石化技术,2021,28(7):73-74.

[4]赵学礼,江荣,王东,等.水井作业遇卡原因及对策分析[J].石油石化物资采购,2021,000(016):P.197-198.

[5]张晓诚,张启龙,韩耀图,龚宁,刘鹏.渤海油田水源井出砂原因分析及预防措施[J].当代化工,2021,50(11):2614-2617,2624-2624.

作者简介:郭会旺,中级工程师,1991年生,2014年毕业于东北石油大学勘查技术与工程专业,现在中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司从事海上测井监督工作。通讯地址:天津市滨海新区海洋高新技术产业园区海川路2121号渤海石油管理局大厦C座804室。电话:17702233667, E-mail: guohw7@cnooc.com.cn