

# 大牛地气田水平井通井卡钻处理

孙庆春<sup>1,2</sup>, 赵利锋<sup>2</sup>, 刘涛<sup>3</sup>

(1. 西安石油大学石油工程学院, 陕西 西安 710065; 2. 中石化华北石油工程有限公司五普钻井分公司, 河南 新乡 437000; 3. 中国人民解放军 68612 部队, 宁夏 银川 750021)

**摘要:**卡钻的处理方法主要有:通过施加外力如上提、下放钻具转动转盘使钻具恢复自由状态;通过调整钻井液性能、打稠塞、注酸、注解卡剂、反循环等方法使被卡钻具与井壁之间的填充物转移或者破坏;通过反丝钻具打捞甚至套铣起出被卡钻具。大牛地气田 DPT-305 水平井通井过程中发生一起严重的卡钻事故。通过重浆+清扫液、注酸、注解卡剂、环空憋压等方法处理被卡钻具与井壁之间的填充物;通过固定转盘上下活动来对被卡钻具施加扭矩;倒扣等方式处理这起卡钻事故,最终解卡。总结了事故的成因,分析了处理过程的得失,为以后处理此类事故积累了经验。

**关键词:**水平井;通井;卡钻;解卡;大牛地气田

**中图分类号:**P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2015)09-0034-04

**Sticking Treatment in Drifting for a Horizontal Well of Daniudi Gas Field/SUN Qing-chun<sup>1,2</sup>, ZHAO Li-feng<sup>2</sup>, LIU Tao<sup>3</sup>** (1. College of Petroleum Engineering, Xi'an Petroleum University, Xi'an Shaanxi 710065, China; 2. Wupu Drilling Company of North China Petroleum Bureau, SINOPEC, Xinxiang Henan 453700, China; 3. Unit 68612, PLA, Yinchuan Ningxia 750021, China)

**Abstract:** The related treatment methods of sticking are mainly by up-lifting and down-lowering drilling tool or rotating turntable with external force to make drilling tool to restore free state; by adjusting drilling fluid performance, putting condensed slurry plug, acid injection, grouting pipe freeing agent and reverse circulation to move or damage the infillings between the pipes and borehole wall; by the use of reverse thread drilling tools to fish and even by casing milling to pull out the stuck drill. A serious sticking accident occurred in the drifting process in DPT-305 well of Daniudi gas field, and the final stuck freeing was completed by heavy slurry + cleaning fluid, acid injection, pipe freeing agent grouting and pressure holding in annular space; by fixing turntable and moving it up and down to apply torque to the stuck drill and by the use of reverse thread fisher. The causes of the accident are summarized and the analysis on the treatment process is made, which could be the reference experience for similar accidents in future.

**Key words:** horizontal well; drifting; sticking; sticking releasing; Daniudi gas field

## 0 引言

钻井工作是一个高风险的工作,需要面对复杂多变的地质和各种各样的复杂情况,如何解决已经发生的井下复杂情况,如何预防井下复杂情况的发生是钻井工作者永远的难题。随着大牛地气田施工的水平井逐渐增多,在水平井施工中发生的井下复杂情况也有所增加。DPT-305 井就是布置在鄂尔多斯盆地伊陕斜坡构造东北部的一口水平生产井,设计井深 4222.63 m,该井于 2014 年 7 月 9 日开钻,9 月 2 日完钻,Ø177.8 mm 技术套管下深 3002.00 m,完钻井深 4302.00 m,水平段长 1300 m,完钻层

位太原组太 2 段,地层岩性为灰白色中砂岩。在完钻通井过程中发生卡钻,对施工周期与材料消耗影响巨大。本文通过本次卡钻的处理来讨论水平井卡钻的处理及预防。

## 1 DPT-305 井通井卡钻事故情况

DPT-305 井完钻后组合双螺旋单扶正器钻具下钻通井,扶正器结构见图 1。通井钻具结构:Ø152.4 mm PDC 钻头+Ø88.9 mm 加重钻杆×1 根+Ø148.5 mm 单扶+Ø88.9 mm 加重钻杆×2 根+Ø88.9 mm 钻杆串。

收稿日期:2015-01-30; 修回日期:2015-06-28

作者简介:孙庆春,男,汉族,1987 年生,助理工程师,西安石油大学在读硕士研究生,从事石油钻井技术与管理工作,河南省新乡市洪门,1410593917@qq.com。

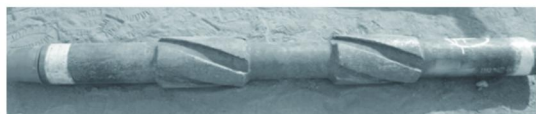


图1 扶正器结构

钻头出套管后下钻至 3086.00 m 遇阻,反复上提下放活动后通过。下至 3124.00 m 遇阻,接方钻杆开泵划眼至井深 3128.75 m 后卸方钻杆继续下钻,下钻至井深 3193.99 m 遇阻,接方钻杆开泵正常,上提遇卡,上提至 1200 kN(由于钻具老化故未继续加大上提吨位,以防止事故复杂化),下放至 200 kN 不能解卡(原悬重 620 kN),钻具卡死。扶正器位置 3181.92 ~ 3183.47 m。

卡钻时钻井液性能为:粘度 45 s,密度 1.23 g/cm<sup>3</sup>,失水量 5 mL/30 min,泥皮厚度 0.2 mm,含砂量 0.3%,pH 值 9,10 s 静切力 2 Pa,10 min 静切力 4 Pa,塑性粘度 24 mPa·s,动切力 8 Pa,坂土含量 42%,固相含量 9%。

## 2 卡钻原因分析

(1)卡钻井段岩性为砂岩,砂岩致密、坚硬,井径扩大率小,钻井液中固相含量高、泥皮厚,形成小井眼。通井钻具中扶正器含有双螺旋扶正块,组合刚性强,进入小井眼段发生卡钻,在卡钻初期由于操作不当,上提下放吨位大,导致卡点附近被压实,后期处理困难。

(2)由于重力作用,水平井段岩屑出现向井壁径向沉降的趋势。由于偏心环空流速的不均匀,即宽间隙处阻力小,流速快;窄间隙处阻力大,流速小,使岩屑易沉向下井壁且不易清除,在水平段钻进中形成岩屑床<sup>[1]</sup>。使钻具下部的扶正器产生相当大的扭矩以及上提下放困难。随着下钻发生岩屑床的滑移、堆积最终导致卡钻。

(3)在 3032.00 ~ 3061.00 和 3076.00 ~ 3104.00 m 两段,地层岩性为灰黑色泥岩、碳质泥岩和煤层,钻头出套管后即出现了遇阻现象,但是没有被重视,3086.00 m 遇阻后进行划眼,划过后没有循环携岩,加之循环的排量偏小,导致继续下钻时岩屑在钻头与扶正器之间堆积。

## 3 卡钻事故处理经过

发生卡钻事故后,现场采取了以下不同的处理

措施及方法。

(1)调整泥浆性能同时强力活动钻具。发生卡钻后,通过提拉法,在计算中消除摩阻力影响测卡<sup>[2]</sup>的方法,计算出卡点在扶正器以前靠近扶正器位置,调整钻井液性能并采用 17.6 L/s 的排量循环,同时上提最大 1240 kN、下放至 400 kN,并辅助扭转 25 圈的办法进行活动钻具均无效果。调整后钻井液性能为:粘度 38 s,密度 1.18 g/cm<sup>3</sup>,失水量 5 mL/30 min,泥饼厚度 0.2 mm,含砂量 0.2%,pH 值 9,10 s 静切力 2 Pa,10 min 静切力 4 Pa,塑性粘度 20 mPa·s,动切力 7 Pa,坂土含量 40%,固相含量 9%。

(2)泡酸。钻井液滤饼中含有碳酸盐成分,通过盐酸溶解滤饼中碳酸盐,从而破坏被卡钻具与井壁之间的填充物<sup>[3]</sup>。为了测试盐酸与滤饼反应程度,现场取浓度为 6%、8%、10% 的盐酸进行浸泡试验。通过试验,浓度越高,反应越快越彻底,考虑到产生的 CO<sub>2</sub> 气体和施工安全性,选定 8% 盐酸,根据计算先后注入 8% 的盐酸 2 次,每次 1.8 m<sup>3</sup>,浸泡井段 3134.00 ~ 3193.99 m,每 2 h 顶浆 0.28 m<sup>3</sup> 并上下活动、转动转盘。浸泡 24 h 后未能解卡,循环泥浆顶替出盐酸,替出盐酸浑浊,携带出大量泥皮。盐酸 pH 值约为 6,判断盐酸浸泡已经清理了卡点附近泥皮,随即大排量循环,并上下活动钻具、转动转盘但无效果。

(3)浸泡解卡剂。泡解卡剂前现场做了解卡剂泡泥饼小型试验。浸泡针对钻头、扶正器及以上几根钻杆,解卡剂配方:柴油 2.08 m<sup>3</sup> + 解卡剂 0.12 m<sup>3</sup>,浸泡井段 3144.00 ~ 3193.99 m。浸泡期间采取上提、下放、转动转盘等方式活动钻具,最高施加扭矩 33.39 kN·m,24 h 后循环替出解卡剂时,解卡剂与钻井液混合不易区分,无效。

(4)降压解卡 + 重力塞携带。泵入清扫液 30 m<sup>3</sup>(密度 1.03 g/cm<sup>3</sup>) + 重浆 5 m<sup>3</sup>(密度 1.40 g/cm<sup>3</sup>),至清扫液完全充盈钻具内环空之后静止。降低内外环空压差,释放因为内外环空压差把钻具压到井壁上的力<sup>[4]</sup>。静止结束后泵入重浆的同时排量提至 19.8 L/s,由于轻重浆的密度差,提高清扫液的反速,从而提高清扫液在井底时的冲刷效果,同时上下活动钻具并转动转盘,无效。

(5)对转盘施加扭矩 36.73 kN·m 后用钢丝绳固定转盘与方补心,固定好之后在 900 ~ 400 kN 上下活动钻具,每次活动距离在 0.5 ~ 1.0 m 之间。判

断由于钻具贴合下井壁,扭矩很难传递到卡点位置,即便每次活动钻具都会使扭矩向下传递,但是防止方补心离开转盘面造成危险,一旦上提势必先释放扭矩。因此把方补心固定于转盘之上,可以使扭矩逐步传递到卡点位置。在活动钻具的同时,往钻杆内替入密度  $1.03 \text{ g/cm}^3$  的轻浆,以降低钻具内液柱压力,造成内外环空压差以图解卡,2 h 之后打开回水闸门,使清水反吐后循环冲洗井底两周并上下活动钻具。施工 24 h,无效。

(6) 提高盐酸浓度再次注酸。判断前两次注酸因为盐酸进入地层途中会消耗一部分,这样盐酸的量和浓度都会降低,所以现场希望同时提高盐酸的用量和浓度来提高浸泡效果。通过现场小型试验发现高浓度盐酸对井内钻具有一定腐蚀作用,要小心使用。在注酸前后各注入  $4 \text{ m}^3$  稠塞,后泵入盐酸(14%)  $3.6 \text{ m}^3$ ,浸泡井段 3098.00 ~ 3193.99 m,每 3 h 顶浆  $0.3 \text{ m}^3$ ,并上下活动、转动转盘。24 h 无效。

(7) 注酸无效后,并未立即替出盐酸,而是选择反循环加压处理,通过关闭防喷器向井眼环空注入钻井液给环空加压从而将已形成的堆积岩屑破坏,解除卡钻<sup>[5]</sup>。施加扭矩  $38.95 \text{ kN} \cdot \text{m}$  关防喷器憋压 10 MPa,同时卡点以上钻具重力全部下放以利砂桥疏通。既可以通过反循环清除沉沙,同时利用高压使盐酸溶液浸泡到泥饼与扶正器接触位置,与之反应使卡点松动。静止 1 h 后泄压开防喷器,如此反复 3 次无效。

(8) 倒转转盘解卡。第一次倒扣  $840 \text{ kN}$  悬重施加扭矩,反向施加扭矩  $33.94 \text{ kN} \cdot \text{m}$  释放扭矩转盘回转 5 圈,判断卡点有松动,上提至  $1200 \text{ kN}$  未解卡,再次倒扣,反向施加扭矩  $34.50 \text{ kN} \cdot \text{m}$  悬重下降至  $440 \text{ kN}$ ,说明扣已倒开,但悬重太少,推断从  $1250.00 \text{ m}$  处倒开,下探“鱼顶”,在倒扣悬重位置未碰到“落鱼”,说明钻具解卡后下行,向下连续  $569.38 \text{ m}$  碰到“鱼头”,对扣成功后循环调整钻井液性能后起钻,起钻至遇阻井段  $3086.00 \sim 3194.00 \text{ m}$  之间依然有遇卡显示,通过上提下放活动和接方钻杆循环通过,钻头出井。

此次卡钻共损失台时 208 h,折合 8.67 天。

#### 4 卡钻事故处理总结

(1) 通过地面小型实验,盐酸浸泡对泥饼的腐蚀效果非常明显。浸泡完盐酸之后,再次通过提拉

法测卡点位置,发现卡点下移至扶正器位置。说明浸泡盐酸对扶正器附近堆积的岩屑、泥皮有很好的破坏作用,但终不能全部浸泡彻底,因此也就不能够解卡。通过废钻杆用 8% 的酸进行浸泡腐蚀并不严重,产生的气体不多。14% 的酸对于钻具的腐蚀特别严重,并产生较大量的  $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}_2$  气体。卡钻附近地层岩性为灰白色中砂岩,与盐酸不反应,导致泡酸效果不好。

(2) 解卡剂与泥饼反应弱于盐酸,泡解卡剂不如泡酸效果好。且解卡剂在钻井液中容易窜动,在使用解卡剂的时候,在解卡剂前后都应该用稠塞隔离。

(3) 活动钻具时由于一直采取的是正转强扭,钻具会贴在二开套管内壁或者井壁上,导致施加的扭矩不能完全传达到卡点位置,即便传到卡点位置最终也会使得卡点附近部分堆积的岩屑越扭越实。

(4) 前期的强扭、泡酸、泡解卡剂等各种处理,已经把卡点附近的堆积岩屑与泥皮清理的差不多了,因此为采取倒扣时解卡奠定了基础。在上提的状态下倒扣,由于钻具振动很大,开扣部位下部钻具向下的弹性冲击力加上自身重力,使得钻具倒开的瞬间解卡。相当于一次力量极大的向下震击,将被卡钻具震开。

#### 5 教训及建议

此次卡钻损失较大,教训是深刻的,说明现场人员没有认清通井的意义。通井第一是为了验证井眼是否通畅;第二是一旦发现有阻卡现象通过划眼实现扩孔目的,即使强行通过阻卡井段了,但并没有达到通井顺畅的目的。

(1) 三开钻进时提高钻井液粘度、密度<sup>[6]</sup>,保证足够的泵排量<sup>[7]</sup>,提高钻井液粘度可增加钻井液对钻屑的粘附力,减小钻屑在流动钻井液中滑脱速度,加大泥浆密度可以增加钻屑在泥浆中的浮力,保证足够的环空返速,从而达到清洗井壁的效果,避免岩屑床的形成,或者通过划眼、注推稠塞携带、短起下<sup>[8]</sup>等方式破坏已形成的岩屑床,

(2) 使用水力振荡器<sup>[9]</sup>,在钻进的过程中,水力振荡器通过钻井液水力的作用产生沿钻具组合或者钻杆轴线方向上的振动,减少卡钻风险。

(3) 通井时控制下钻速度,无阻卡时下钻速度  $40 \sim 50 \text{ s/根}$ ,不允许下钻过快;若下钻遇阻不允许

强压硬拉,通过遇阻位置之后反复提拉数次。若活动超过3次而遇阻位置未发生变化,接方钻杆划眼,钻压 $<10\text{ kN}$ ,划眼采用点划方式,不允许大段连续划眼。

(4)划眼时注意泵压、泵冲变化,以及柴油机负荷变化,发现异常立即停转盘,释放扭矩。划眼超过遇阻井段之后,上下活动通畅方可接单根。

## 6 安全风险提示

(1)泡酸前,一定要先做小型试验,包括泥饼破坏试验、钻具腐蚀试验,确定酸的浓度,切不可盲目注酸。

(2)需要循环出井内的酸时,先要计算返出时间,并注意观察井口,快出井口时适当降低排量,人员要远离井口或泥浆槽出口,以防止气体聚集涌出灼伤员工。

(3)井内返出的酸与泥浆混合液,对地面的泥浆破坏很大,应提前做好排放。

(4)出井钻具,特别是长时间浸泡酸的部位,要

详细检查,遇有腐蚀严重的钻具不可再入井。

## 参考文献:

- [1] 郭梁栋. 冀东油田大斜度大位移井岩屑床的解决方法[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2004, 31(5): 58-59.
- [2] 韩志勇. 卡点深度计算中消除摩阻力影响的方法[J]. 石油钻探技术, 2010, (1): 1-3.
- [3] 于永刚, 聂占业. 浴酸解除卡钻事故[J]. 钻采工艺, 2002, 25(6): 99-101.
- [4] 毛建华, 曾明昌, 钟策, 等. 压差粘附卡钻的快速解卡工艺技术[J]. 天然气工业, 2008, 28(12): 68-70.
- [5] 冯发勇. 长水平段水平井砂桥卡钻反循环加压处理方法[J]. 石油钻探技术, 2011, (6): 60-62.
- [6] 耿书肖, 张永青, 奚国银, 等. 水平井卡钻事故处理实践及预防措施探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(2): 9-13.
- [7] 赵金洲, 张桂林. 钻井工程技术手册[M]. 北京: 中国石化出版社, 2007.
- [8] 王吉现. 大牛地气田 DP31H 井钻井难点与对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(1): 14-18.
- [9] 董志辉, 徐云龙, 张玲. 中江 19H 井卡钻原因分析及预防技术措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(2): 37-40, 44.

(上接第33页)

## 4 结论与建议

(1)滨深 24-5-27 井钻井周期 36 天,比该区块已钻指标井提前 8 天完钻,提速空间来源于机械钻速的提高(全井平均机械钻速提高 15.27%)和生产组织的有序保障(二开、三开准备时间节省 31.68%)。

(2)启用精细控压钻井技术之前,应落实常规钻井技术向控压钻井转换的具体方案,以及控压钻井过程中可能钻遇的工况类型和应对措施。

(3)高效 PDC 钻头+螺杆复合钻井技术对实现深井超深井优快钻井提速具有重要意义,钻井过程中应在确保良好泥浆性能前提下,根据井身结构和所钻地层岩性,选择高效钻头钻进,在定向井中应特别注意钻头定向钻进时的工作特性。

(4)滨深 24-5-27 井在完井作业过程中发生了 2 次电测遇阻和 1 次测声幅遇阻,后续在该区块钻井时应注意避免发生类似井下复杂。

## 参考文献:

- [1] 石林,汪海阁,纪国栋. 中石油钻井工程技术现状、挑战及发展趋势[J]. 天然气工业, 2013, 33(10): 1-10.
- [2] 张金成,牛新明,张进双. 超深井钻井技术研究及工业化应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2015, 42(1): 3-11.
- [3] 闫光庆,张金成. 中国石化超深井钻井技术现状与发展建议[J]. 石油钻探技术, 2013, 41(2): 1-6.
- [4] 高德利. 油气钻井技术展望[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2003, 27(1): 29-32.
- [5] 徐学纯,邹海峰,高福红,等. 大港探区油气形成过程的古地温特征及其演化[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2003, 33(4): 457-463.
- [6] 周英操,崔猛,查永进. 控压钻井技术探讨与展望[J]. 石油钻探技术, 2008, 36(4): 1-4.
- [7] 周英操,杨雄文,方世良,等. PCDS-I 精细控压钻井系统研制与现场试验[J]. 石油钻探技术, 2011, 39(4): 7-12.
- [8] 王凯,范应璞,周英操,等. 精细控压钻井工艺设计及其在牛东 102 井的应用[J]. 石油机械, 2013, 41(2): 1-5.
- [9] 汪源,孙建军,彭秀兰. 复杂井眼环境下测井遇阻、遇卡情况分析对策[J]. 测井技术, 2010, 34(5): 501-504.
- [10] 罗荣. 超深井测井遇阻遇卡原因分析及解决对策[J]. 测井技术, 2012, 36(5): 543-546.
- [11] 张东海,赵润琦,秦现民,等. 中原油田完井电测和声幅测井预防阻卡研究[J]. 钻采工艺, 2002, 25(5): 20-22.
- [12] 代奎,王经天,王瑛琪. 大庆调整井测声变遇阻原因分析及对策研究[J]. 科学技术与工程, 2009, 9(18): 5320-5324.