

震击工艺在大斜度、水平井解除钻屑卡的应用

李斌

中石化集团公司河南油田分公司采油气工程服务中心

DOI:10.12238/pe.v3i1.11446

[摘要] 油、气、水井在生产过程中,经常会发生各类故障或措施需在井筒内打塞、封堵、封串,部分井在打塞、封堵、封串后需钻开水泥塞,而在钻塞的过程中,受井筒直径、井筒结构的影响,钻屑很难全部返出,在井筒的某个部位沉淀、堆积,造成钻塞管柱被卡,而处理水泥屑卡钻工序复杂,周期长,部分井因井斜影响而无法施工从而转为大修施工,需采取有效办法克服井斜的影响,解除钻屑卡死管柱,从而恢复正常施工,降低员工劳动强度。

[关键词] 打塞; 封堵; 封串; 钻屑

中图分类号: R459.2 文献标识码: A

Application of shock process in large slope and horizontal well

Bin Li

Oil production and gas Production Engineering Service Center of Henan Oilfield Company of Sinopec Group Company

[Abstract] Oil, gas, well in the production process, often occur all kinds of faults or measures need to plug in the shaft plug, plugging, sealing string, some Wells in plug, plugging, sealing string after the drilling of the cement plug, plug, in the influence of the shaft diameter, shaft structure, precipitation, accumulation, cause the drilling plug pipe column stuck, and processing cement chip drilling process is complicated, long cycle, part of the shaft due to the construction to overhaul construction, need to take effective way to overcome the influence of the shaft slip, so as to restore normal construction, reduce the labor intensity of employees.

[Key words] hit the plug; plugging; sealing string; drilling cuttings

引言

春光油田位于准噶尔盆地西缘原型油气系统南部,以春10、春52区块水平井稠油生产为主,全部采用 $\Phi 178.8\text{mm}$ 套管完井,水平井段在100~400m之间,生产井段在30~350m,受地质结构影响,全部采用机械防砂工艺生产,在生产过程中受注、焖、放、抽及固井质量影响,套管易出现破损、变形、错断等原因使油井出水、出砂、造成油井停产,需对破损、漏失、错断井筒进行处置,而封堵工艺是其中最为常用的堵漏措施,其工艺简单、操作方便、成本相对低,而封堵后需钻开封堵井段,在钻塞时受井身结构及排量的影响,钻屑不能全部正常返出井筒,部分大颗粒会在井筒的大斜度段或水平段沉淀、堆积,造成钻塞管柱卡死现象,而钻塞管柱卡死后处理工艺复杂、工序多、周期长,受井身结构的影响,常常出现处理不动,无进尺,从而转为大修施工,增加修井成本,降低了小修施工时效,严重时可能造成油井报废。因此加大斜度、水平井解除钻屑卡工艺在水平井打捞施工中的应用,克服钻屑卡钻造成的打捞难题,提高打捞成功率,减少作业占产时间,降低员工劳动强度,以提高企业的可持续发展。

1 目前大斜度、水平井处理钻屑卡钻的工艺技术

目前在各类处理钻屑卡钻的处理方式主要以倒扣、套铣、打捞、倒扣的方式进行处理,其步骤为:(1)当判断钻塞过程中出现钻屑卡钻后现场应急处置为持续开泵循环,看能否使循环通道畅通,若能畅通,可持续加大排量,缓慢活动管柱,看能否将管柱起出,若不能,看能否将管柱进行下放,还是不能,证明管柱被钻屑卡死较为严重,可加大上提负荷,看能否克服钻屑卡阻力,还是不能可适当的将工作液改为低密度盐水继续循环、活动管柱,直至解卡。(2)当被卡管柱循环不通,没有循环通道,只能活动解卡,还是不行时采取下击方式看看能否解卡,不能,证明卡死,需从卡点处倒开被卡管柱,起出卡点以上管柱。(3)采用下反扣套捞一体工艺管柱进行处理,直至全部处理完为止。但在2024年9月在春10II2-7-6HX1井在处理螺杆钻被钻屑卡死时,出现处理不动,各种套铣、打捞方式都没有成功,造成了作业施工效率极大的浪费,影响了油井利用率,对此,特别采取了震击工艺进行处理,取得了较好的效果,得到了各方的好评。

2 震击工艺在大斜度、水平井解除钻屑卡的应用

行业内震击工艺都是在卡点附件造成一定频率的震击,使

被卡管柱和工具解卡,采用的工具多为随钻震击器和打捞震击器,按震击原理分为液压震击器、机械震击器和自由落体震击器,按震击方向分上击器、下击器和双向震击器,都是通过一定频率的震击,使被卡管柱产生松动,从而解卡,以提高打捞活动解卡时间,提高施工成功率及缩短施工时间,达到提高效率的目的^[1]。而震击器受其直径、井内管柱、井筒结构、提升设备的限制,没有在小修施工中广泛使用,从而降低了小修处理复杂卡钻的成功率,需不断完善应用,而春10II2-7-6HX1井受井况影响无法采用各类打捞震击器来处理钻屑卡钻(原因是螺杆钻卡死且贴边,没有环空下各类打捞工具进行打捞),从而增加了施工难度:

2.1 卡钻原因分析

该井为水平,井深1367.22mm,水平段长从750开始至井底为202m,套管漏失点为1050.83-1053.33m、1138-1141m,井斜分别为73.560、89.780,封堵后钻塞至1055m后试压试不住,最高压力4MPa,证明第一漏点没有封堵成功,在起钻塞管柱8根后遇阻,采用正打压开泵循环,套管不返液,泵压保持在4MPa左右,工作液全部进漏点,继而采取大力上提、快速下放的方式进行活动解卡,活动多时无效,管柱卡死。而本次施工前对套管进行了通井、刮削、找漏等措施,钻塞前也进行了试压,判断套管无问题,造成扣卡钻原因为其一:工作液排量、流速影响,本井套管为 $\Phi 178.8\text{mm}$,理论钻屑在井筒的上返速度不小于 0.8m/s ,核算排量不小于 960L/min ^[2],而该井在钻塞时采用了一台400型水泥车,其最大理论排量为 450L/min ,远远低于 $\Phi 178.8\text{mm}$ 套管需要的理论排量,同时在钻塞过程中,该井钻塞井距过长,连续钻塞14根,因而造成了钻屑在水平段、大斜度段大量沉淀、堆积;其二起管柱时因钻头直距较大($\Phi 152\text{mm}$ 三牙轮钻头),将部分大直径钻屑从水平段刮至大斜度井段,司钻操作时没有仔细观察负荷变形,对存在的风险识别不到位,施工前没有进行应急处置演练及分析,对可能出现的卡钻现象没有制定处理措施,出现负荷不正常后采取措施不当,造成大量钻屑在大斜度井段内堆积而出现卡钻。

2.2 前期处理

出现卡钻后,采用先倒扣方式将部分管柱起出,然后上反扣钻杆及反扣工具采用套铣、打捞、倒扣的方式将井内被卡管柱部分捞出,留螺杆钻在井筒内,螺杆钻被卡死,其卡点最下部深度为979m,井斜610,从套铣情况看,螺杆钻被钻屑沉淀堆积卡死,且钻屑有被压实固化现象,硬度较大,采用正、返循环冲洗都不能将其冲开。

2.3 施工难度大原因分析

从套铣、打捞、倒扣情况看,螺杆钻上部油管严重靠边,油管接箍紧靠套管壁,导致套铣缓慢、更换多次才套至螺杆钻上部短节,短节捞出检查发现短节接箍被套铣掉一部分,证明管柱贴壁严重,在套铣螺杆钻时基本上没有进尺,螺杆钻卡点井斜为610,处于大斜度井段内,贴壁严重,由于前期采取了大力活动解卡,造成钻屑堆积挤压比较实,靠工作液的冲击力不能将钻屑冲开,从而造成套铣螺杆钻时无进尺,需改变打捞方式处理,而常

规方式以采用磨铣方式,而螺杆钻本体硬度高,磨铣困难,且螺杆钻卡死,并严重贴边,采用常规方式处理,可能在磨铣过程中对套管造成伤害,出现开窗现象,因而磨铣螺杆钻方式不宜采用,需采取分步处理,先处理卡的问题,在处理捞的问题,即先用办法将螺杆钻的卡处理掉,在想措施将螺杆钻捞出的工艺方式处理。

2.4 震击解卡的可行性分析

首先是由于本次卡钻是在钻塞后起管柱过程中出现的卡钻,前期套管通过通井、找漏、试压等工序验证过,判断套管无问题,不存在套管变形、错断、落物等卡钻问题,卡钻原因还是钻屑在大斜度井段内由于上返速度的影响造成沉淀堆积,起管柱时因钻头直距较大($\Phi 152\text{mm}$ 三牙轮钻头),将部分大颗粒钻屑从水平段刮至大斜度井段堆积造成,而不是水泥凝固卡钻,钻屑还存在一定间隙;其次是被卡螺杆钻长度不长,螺杆钻加钻头总长为4.95m,扣除三牙轮钻头长度,本体卡死部分在4.85m左右,具有震击活动解卡的可能。最后是震击方式的确定,由于螺杆钻卡死并贴边,无法打捞,所以打捞震击器无法使用,需考虑其他的震击方式,从前期套铣、打捞、倒扣情况看,螺杆钻鱼顶形状完整,没有出现不规则或变形现象,因而采用震击解卡时只需考虑与鱼顶的接触面及接触时震击力的传递,震击力的大小,因此,根据该井的实际情况,本井采取自由落体震击方式进行解卡。

2.5 现场应用

9月27日现场组配管柱进行震击解卡决定采用自由落体方式进行震击,水泥车开泵循环配合,其工艺管柱如下: $\Phi 140\text{mm}$ 平底磨鞋(以磨鞋为震击器)+ $\Phi 150\text{mm}$ 扶正器+ $\Phi 73\text{mm}$ 钻杆+活动水龙头;操作步骤如下:将管柱下至鱼顶以上5m时开泵循环,将井内的残余钻屑循环干净,缓慢下放管柱至鱼顶,继续循环至出口无钻屑为止,加压10KN,在防喷器上平面的管柱上做好记号,上提管柱1-2m后采用自由落体方式震击,从而快速下放管柱,依靠管柱重量来震击鱼顶,前期效果不明显,震击了3h无效果,后采取加大震击距离,将管柱上提至3-5m后再自由落体方式震击,效果明显,在震击几次后管柱明显下降,深度加深,下行0.3m后效果有不明,判断是接触到了沉淀固死的钻屑了,开泵大排量正冲,同时地面用液压前转动管柱,将磨鞋接触的钻屑磨掉并循环出井筒,循环正常后继续上提管柱3-5m后再自由落体方式震击,震击一定距离后开泵循环,进尺缓慢时转动管柱磨铣钻屑,如此反复进行,效果明显,历时7h将螺杆钻震击下去近5m后,下放管柱正常,不存在遇阻现象,证明螺杆钻已完全离开卡阻位置,继续采取开泵循环,出口正常后缓慢下放管柱,将螺杆钻推至灰面位置,循环正常后起出震击管柱,下正扣母锥进行造扣打捞,在造扣打捞前,在水平段采取大排量返循环冲洗,将井内残余的大颗粒钻屑全部循环出井筒,施工泵压1.5MPa,排量40L/min,缓慢转动管柱引鱼入腔,引入后泵压上升,最高上升至6MPa缓慢下降至3MPa,继续加压20KN,正转管柱20圈,缓慢上提,负荷增加不明显,再缓慢下放,深度升高,开泵验证,泵压3MPa,出口正常,反复操作2次,泵压、深度无变化,判断捞获,停泵后起出检查发现

捞获螺杆钻, 打捞成功^[3], 完成了卡死螺杆钻的震击解卡施工, 春10II2-7-6HX1采用自由落体震击工艺处理钻屑卡钻成功, 为下步处理类似问题开创了成功案例, 提高了参考依据。

3 大斜度、水平井采用震击工艺解除钻屑卡应注意事项

自由落体震击工艺在春10II2-7-6HX1取得了成功, 为下步处理这类问题提供支撑, 同时通过该井震击解卡成功也给我们提出诸多注意事项, 表现如下:

3.1井内鱼顶的保护

春10II2-7-6HX1井井内卡死落鱼为螺杆钻, 其钻头直径为 $\Phi 152\text{mm}$, 螺杆钻其直径为 $\Phi 89\text{mm}$, 其上接头直径为 $\Phi 89\text{mm}$, 接头没有完全贴边, 因此在选择震击的接触点时为面接触, 从而增加震击面, 防止震击过程中鱼顶被破坏, 因为本次采用了用过的 $\Phi 140\text{mm}$ 平底磨鞋, 以此保护鱼顶。

3.2需处理物的长度不宜太长

本次被卡物为螺杆钻, 其长度加上前端三牙轮钻头总长为4.95m, 长度不算太长, 因此在采取这种方式处理卡钻时, 要看被卡物的长度, 若长度过长, 不宜采用这种方式。

3.3卡阻落物的介子

本次卡钻的介子是封堵钻塞产生的钻屑, 为水泥颗粒, 颗粒间存在有间隙, 若为水泥卡, 不易采用这种震击方式解卡, 若是砂或钻过产生的结晶、结垢物, 存在有间隙的, 可采用此方法。

3.4震击力的选择

本次井身979m, 井斜为610, 本次采用的是 $\Phi 73\text{mm}$ 钻杆, 979m的钻杆自身重量为14175KG, 震击时需考虑井斜、工作液对震击效果的影响, 因此, 在采取这种方式震击时要考虑管柱自身的重量及井深的要求是否满足震击要求, 若是采用普通 $\Phi 73\text{mm}$, 可能达不到这种震击效果, 因此采用这种方式进行解卡处理时, 震击时需仔细考虑。

3.5循环通道需畅通

由于井内卡死螺杆钻的介子是钻屑, 因此在采取这种方式解卡时要考虑管柱是否能够循环, 不能循环不采用, 只有能循环的管柱采用这种解卡方式, 同时若是卡阻介子为砂、钻孔产生的结晶、结垢物时也可以采用这种方式, 若是工具卡、套变卡, 循

环通道可不考虑。

3.6扶正效果的选择

本井为大斜度及水平井, 因此在管柱组配时需考虑扶正问题, 在震击工具的上部加装扶正器, 使震击工具居中, 从而防止破损鱼顶, 若是直井, 可不考虑扶正问题。

3.7是否有活动空间

本次处理螺杆钻卡死问题, 首先是在起管柱8根后出现的卡钻现象, 证明螺杆钻下部有一定的活动空间, 若卡死物下部没有活动空间, 此法不可用。

4 震击工艺在大斜度、水平井解除钻屑卡取得的成果

2024年采用震击工艺在大斜度、水平井成功解除了钻屑卡死螺杆钻施工1口, 减少了需磨铣螺杆钻的时间, 规避了在大斜度井段磨铣卡死物可能开窗的风险, 防止破坏井筒结构, 其次是消除了螺杆钻报废的可能, 若采用磨铣, 螺杆钻就报废, 将增加施工成本, 不磨铣螺杆钻, 极大的缩短施工周期, 节约作业成本, 同时也降低了员工的劳动强度, 提高了作业时效, 为企业的可持续发展打下了基础, 也为下步该工艺在油田范围内推广应用创造了条件。

5 结论

大直径大斜度、水平井钻塞风险极大, 在施工前要充分考虑封堵工艺管柱间的距离, 最大限度的缩短距离, 从而减少钻塞长度, 条件可能的井尽量将钻塞距离控制在40m以内, 钻塞时尽可能提高循环排量, 提高钻屑的上返速度, 避免钻屑在水平段、大斜度井段的沉积, 从而消除风险, 在遇到类似因钻屑卡钻问题, 可提前进行震击解卡, 从而减少无效施工, 也为油田的可持续发展打下了基础。

[参考文献]

- [1]中华人民共和国石油天然气行业标准SY/T 5587.12-2018.
- [2]吴奇主编《井下作业工程师手册》石油工业出版社,2008,8:5.
- [3]中华人民共和国石油天然气行业标准SY/T 5587.14-2013.

作者简介:

李斌(1971—),男,汉族,四川渠县人,工程师,大学本科,石油工程。