

钻井过程中钻具吸附卡钻事故成因与处理技术

卢予北, 刘志国, 程存平, 吴青松

(河南省地勘局第二水文地质工程地质队, 河南 郑州 450053)

摘 要: 针对钻井过程中常遇的吸附卡钻事故, 就其成因、产生条件及处理技术方法进行了较为详细的论述。结合工程实例对新研制的 XS-1 型解卡剂作用机理进行了分析、应用并提出了具体的操作规程和注意事项。

关键词: 钻井; 吸附卡钻; 粘土层; 套铣法; 化学-物理法; XS-1 型解卡剂

中图分类号: TE28 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2004)12-0033-03

Causes and Treatment of Adsorptive Sticking While Drilling/LU Yu-bei, LIU Zhi-guo, CHENG Cun-ping, WU Qing-song (2nd Hydrogeology and Geo-tech. Team, Zhengzhou Henan 450053, China)

Abstract: Being dead against the absorptive sticking of drilling pipes frequently encountering during drilling, the causes, conditions and technical treatments of the problems were discussed in details. The act mechanism of the newly developing sticking reliever XS-1 was analyzed. The operation rules and points for attention were put forward.

Key words: drilling; absorptive pipe sticking; clay; box milling; chemi-physical method; sticking reliever XS-1

1 概述

石油、水文、地热、盐矿等所有的钻井工程钻遇常见的地层主要有: 第四系、第三系松散层、粘土、泥岩、页岩等水敏性地层。在这类地层中由于岩层遇水极易出现膨胀、缩径和剥落等问题, 从而严重威胁着钻具在井内的安全。所以, 在钻进过程中泥浆使用稍有不慎或者突遇停电、泥浆不循环的情况下, 很容易导致吸附卡钻事故(也称粘钻)。据统计, 在河南郑州、新乡、开封、周口、漯河等地区每年平均建造 600~1300 m 中深地热井约 30 眼, 其他 100~300 m 井 50~80 眼, 总投资 8000~12000 万元。而在这些地区钻井时, 常见的问题则是吸附卡钻事故频繁, 几乎每眼井都不同程度地遇到此类事故。轻者, 强拉或套铣则可在 2~5 天内处理完毕, 重者, 10~30 天处理完毕, 甚至造成钻具和水井报废, 从而造成巨大的经济损失。表 1 为几个典型的吸附卡钻事故情况。

特别是 2004 年 7 月在郑州北环同时进行地热井施工的 3 台钻机, 由于突遇停电和泥浆使用问题, 在 3 天内先后都出现了不同程度的吸附卡钻事故, 从而在时间和财力等方面造成巨大的浪费和损失。

2 吸附卡钻成因与特征

吸附卡钻事故的形成有地层客观原因和人为主

表 1 几个典型的卡钻事故情况统计表

项目名称	井深 /m	事故 位置 /m	处理 时间 /天	处理 情况	处理事 故费用 /万元
新乡七里营供水工程	800	720	30	处理好	8
开封某温泉宾馆	1200	460	21	报废	46
开封某洗浴城	1200	630	18	处理好	5
郑州市宋庄温泉	1200	780	7	处理好	2
郑州市柳林村	1200	760	16	处理好	3
郑州市某宾馆	1100	480	9	处理好	2

观原因两个方面, 这两种原因同时出现时则容易发生此类事故。

2.1 客观因素

主要是钻遇松散层、粘土层和泥页岩等地层, 特别是钻遇较厚粘土地层时, 最容易产生吸附卡钻事故。这些地层的共同特点是:

- (1) 地层岩性力学性能和稳定性差;
- (2) 具有较强的亲水性, 遇水极易产生膨胀、缩径和坍塌, 为水敏性地层;
- (3) 容易形成较厚的泥皮, 最大泥皮厚度可达 6 mm;
- (4) 其主要矿物成分为粘土矿物, 原生矿物有石英、长石和云母; 次生矿物主要有高岭石、水云母、蒙脱石、倍半氧化物(Al_2O_3 、 Fe_2O_3)、 $CaCO_3$ 、 $MgCO_3$ 、腐殖质等。

2.2 人为主观因素

在钻进过程中当遇到上述地层时,若遇到下述人为情况时则很可能导致吸附卡钻事故:

- (1) 泥浆失水量过大、井壁泥皮厚度 $> 2 \text{ mm}$;
- (2) 不提钻维修泥浆泵时间 $> 5 \text{ min}$;
- (3) 突然停电或设备故障,而没有及时提钻;
- (4) 当钻遇较厚水敏性地层时,没有经常上下提动井内钻具进行划眼;
- (5) 钻具最大外径与钻井直径间隙过小;
- (6) 井斜严重或使用弯曲钻杆。这些都是造成吸附卡钻的人为因素,其中任何一项都可能导致该类事故的发生。

2.3 吸附卡钻的特征

轻微的吸附卡钻特征是:在提钻过程中阻力较大,其提升力超过钻具自身重力的 $30\% \sim 100\%$,经过强力提升最终可使钻具拉至地面。

严重的吸附卡钻特征是:钻具拉不动,反复强力提拔,仅出现钻具材料的拉伸量。其拉伸量根据钻具的长短不同而不同,当拉伸量超过金属材料的极限值时,则钻具可能被拉断。

无论是轻微的吸附卡钻还是严重的吸附卡钻,其具有的共同特征是:

- (1) 粗径钻具或钻铤被吸附;
- (2) 泥浆都可以正常泵入和循环,这也是与埋钻事故最根本的区别。

3 传统处理方法及存在问题

吸附卡钻是钻井工程中常遇到的一种事故,特别是进行深层地热钻井时,由于井深和钻遇粘土层较多,更易发生吸附卡钻事故。传统的处理方法主要有:

- (1) 采用反丝钻杆将井内事故钻具一一返出,最后再用大一级的岩心管将井内钻头或钻铤套出;
- (2) 采用千斤顶配合强力提拔处理井内事故钻具;
- (3) 采用套铣法人工转动逐步向下铲取吸附在钻具上的泥皮和水化后的粘土。

前 2 种方法由于处理时间长、成本高、对设备和钻具的危害性大,逐步被淘汰。目前常用的是“套铣法”,它是广大钻探工作者在长期的实际工作经验中总结出的一种简单的处理方法。

3.1 套铣法处理原理

首先将事故钻具在井口固定好,卸去主动钻杆。根据被吸附卡钻钻具(钻铤)直径和井径,选择合适壁厚和长度的钢管或地质钻探岩心管(一般选择

$\varnothing 219 \text{ mm}$ 或 $\varnothing 245 \text{ mm}$),下端割成楔状(俗称马蹄口),焊接在钻杆上并加固。然后套在事故钻具上,通过人工来回旋转钻具逐根向下套铣,套铣过程中阻力较大或工具不下时,可把冲洗液对接到处理工具的钻杆上进行泥浆循环。最终将吸附卡钻的钻具与井壁分离,从而达到解卡目的。

3.2 套铣法的主要问题

该方法虽然可以解决一些事故,但是,它存在着一定的局限性和问题。当吸附卡钻位置较浅($\leq 400 \text{ m}$)或者被吸附卡钻地层较为松散并且粘土层较薄($\leq 5 \text{ m}$)时,采用该方法可达到解卡目的,否则很难处理。

与此同时,该方法存在着较大的危险性和其它问题:

- (1) 井内同时存在 2 套钻具,很容易引发其他问题,从而使井内事故复杂化,如 2 套钻具同时卡在井内、折断或套铣工具脱落井内等等;
- (2) 处理时间长、成本高和工人劳动强度大;
- (3) 井壁和粗径钻具吸附面积大时或者地层较硬时,该方法则无能为力。

4 化学-物理处理方法原理及实例

4.1 化学-物理处理方法原理

针对传统的套铣法存在的问题,我们根据化学和物理原理,在反复试验的基础上研制出一种 XS-1 型解卡剂,取得了显著效果。

该解卡剂主要作用原理有 2 个:一个是润滑,减小钻具和井壁间的摩擦阻力;另一个是破坏被吸附卡钻段的粘土结构,从而破坏其强度并使其溶解,最终达到解卡之目的。

图 1 为粘土矿物的基本结构图,它在一定条件下处于一个稳定状态,并具有一定的强度和粘结力。XS-1 型解卡剂中的 Cl^- 将直接与粘土中的 Al、Ca、Mg 和 Fe 等反应形成可溶性产物和大量的气体。此时,井内的事故钻具在钻机提升力和井内的气体气举作用下轻而易举地提升出井外。

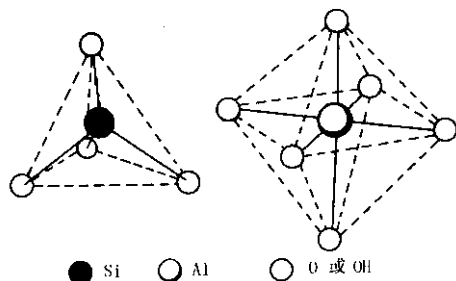


图 1 粘土的基本结构图

4.2 化学 - 物理处理方法应用实例

郑州某地热钻井工程,设计井深 1200 m,钻井结构为 0 ~ 220 m 井径 450 mm,220 ~ 1200 m 井径 311 mm。地层主要岩性为第四系砂质土、砂和粘土互层(较薄),其中 730 ~ 760 m 为较厚的一层褐色硬粘土(吸附卡钻段)。0 ~ 760 m 钻进时间仅用 15 天,当泥浆不循环时,操作人员进行泥浆泵检修后井内钻具拉不动。先后历经 15 天采用套铣法和强拉等方法均未成功,其事故钻具质量约 16 t,强力提拔最大达 55 t (500 kN),泥浆循环正常。在采用套铣法处理时先后加工 3 种规格的处理工具,在 734 m 处套铣工具很难下入,并使其下部的马蹄口管子又掉入井内,处理工具多次被卡,险些造成事故复杂化。

在传统处理方法不能奏效的情况下,我们结合实际地层和在试验基础上研制了 XS-1 型解卡剂,并通过泥浆泵送入井底,然后把事故钻具拉至 520 kN 拉力。经过 8 h 的浸泡和作用,事故钻具的拉力自动降至 270 kN,此时提升井内的事事故钻具,最后顺利处理完毕,由于本次处理事故使用了 4 t 处理剂,故产生大量的气体。所以,在起钻时间断性出现了 10 余次“井涌”现象。每次“井涌”持续时间 3 min 左右,并且返出的泥浆呈泡沫状,整个化学 - 物理处理吸附卡钻事故共用了 12 h,其中包括处理剂的配制、设备检修、泵入处理剂、替浆和浸泡等,其处理费用仅为传统方法的 1/10 左右。

图 2 是通过化学 - 物理方法处理上来的事故钻具,从图中可以看出,三牙轮钻头和钻铤被粘泥包裹,其中套铣管脱落后位于钻头上方,并且在套铣管和钻铤之间充满地层中的硬粘土。



图 2 套铣工具脱落和钻头包裹情况示意图

4.3 化学 - 物理处理规程及注意事项

化学 - 物理处理吸附卡钻是一种新的技术方

法,并且具有处理迅速、成本低、劳动强度低、安全可靠等特点。所以,在出现类似问题和事故时,优先推荐使用化学 - 物理方法。其操作规程和注意事项如下。

(1) 出现吸附卡钻事故后,首先根据地质资料和地层情况确定吸附卡钻的准确位置。

(2) 根据吸附面积或长度以及井径、钻具直径,计算出事故段环状体积,以便确定处理剂的具体用量。

(3) 根据井内事故钻具长度、地面管线长度、泵的直径计算井底至地面吸入管之间的体积,以便确定替浆量。

(4) 一次性配制好所需 XS-1 型解卡剂,分装 30 ~ 50 L 塑料桶内密封并运送至事故现场。

(5) 选择 1 m³ 铁制或塑料容器 2 个,平放地面或埋入地面以下,其中一个和泥浆泵吸管连接好,盛放配制好的处理剂;另一个盛放清水或现有的泥浆,以备替浆用。

(6) 泵入处理剂前一定进行泥浆泵检修,确保在短时间内迅速将处理剂泵入事故位置。

(7) 泵入处理剂和替浆结束后,将事故钻具拉至 300 ~ 500 kN 固定不动,并停止泥浆循环。然后注意观察钻压仪的数值变化,当数值逐步降低到井内事故钻具重力 1.5 倍左右时,即可提升钻具。

(8) 提钻时将会出现“井涌”或“井喷”现象。所以,注意安全和泥浆的回灌,保证井内液柱和地层压力的平衡。

(9) 提钻后,由于泥浆性能发生较大变化,故将原泥浆进行重新更换。

(10) 由于处理剂具有一定的腐蚀性,故在操作中注意人身和设备的防护工作。

5 结语

采用化学 - 物理方法处理吸附卡钻,是一种行之有效的技术方法。与传统的处理方法相比效果显著,并具有“安全可靠、迅速高效、操作方便、成本低和工人劳动强度低”等优点。实践证明,这种解卡剂在井内反应后其产物对地下水和环境没有危害。由于是一种新的技术方法,故在处理剂配制方面比较保守,今后将进一步完善和试验应用,以便使该项新技术得到广泛的推广应用。