

石油钻井工程防漏堵漏工艺分析

Analysis of Leakage Prevention and Plugging Technology in Oil Drilling Engineering

汤勇

Yong Tang

川庆钻探工程有限公司长庆钻井总公司 中国·陕西 西安 710016

Chuanqing Drilling Engineering Co., Ltd. Changqing Drilling Corporation, Xi'an, Shaanxi, 710016, China

摘要: 以某钻井工程为例, 分析该钻井漏失情况, 应用一定的防漏堵漏工艺。分析现场应用效果, 通过积极应用各项防漏堵漏工艺, 该钻井工程项目的井漏问题得到了有效的解决。通过对施工现场进行检查, 未发现井漏情况, 最终该工程项目施工顺利完成。

Abstract: This paper takes a drilling project as an example to analyze the loss of the drilling, and applies a certain leakage prevention and plugging process. Analysis the field application effect, through the active application of various leakage prevention and plugging process, the well leakage problem of the drilling project has been effectively solved. Through the inspection of the construction site, no well leakage was found, and finally the construction of the project was completed successfully.

关键词: 石油; 钻井工程; 防漏堵漏; 工艺

Keywords: petroleum; drilling engineering; leakage prevention and plugging; process

DOI: 10.12346/etr.v5i12.8882

1 引言

石油钻井工程是一项复杂而重要的工作, 它涉及到在地下深处钻取石油和天然气。然而, 在这个过程中, 一个常见的难题就是井漏。井漏是指钻井过程中, 液体通过井眼周围的岩石或地层裂缝泄漏到地层深处。

2 石油钻井工程防漏堵漏工艺概述

2.1 防漏堵漏工艺的重要性

井漏会对后期油气藏的产量产生重要的影响, 严重者会造成石油井坍塌、井喷等一系列安全事故。这种泄漏会带来一系列的灾害, 严重影响钻井工程的进度和安全。频繁泄漏会浪费大量的钻井液, 需要频繁的补充和更换, 这无疑会增加钻井工程的成本。泄漏会打断正常的钻井进程, 需要花费额外的时间和精力去修复泄漏, 这无疑会延误工程进度。泄漏的钻井液可能包含有害物质, 如果流入环境, 会对周围的环境造成污染和破坏。

2.2 防漏堵漏工艺相关要点

首先, 钻井速度是影响防漏堵漏工艺效果的重要因素之一。过快或过慢的钻井速度都可能导致井漏问题的发生。如果钻井速度过快, 可能会增加地层压力, 进而引发井漏。相反, 如果钻井速度过慢, 可能会使地层中的流体滞留, 导致井漏。因此, 合理的钻井速度对于防止井漏至关重要。其次, 开泵速度也是防漏堵漏工艺中需要注意的一个方面。开泵速度是指启动泵时, 从最低压力到正常压力所需的时间。如果开泵速度过快, 可能会导致地层承受的压力瞬间增大, 进而引发井漏。因此, 在启动泵时, 应缓慢增加压力, 以避免突然的压力变化对地层造成过大的冲击。再者, 开泵调控也是防漏堵漏工艺中不可或缺的一环。在施工过程中, 我们需要根据实际情况对泵的压力和排量进行调整。如果泵的压力和排量设置不当, 可能会引发井漏。因此, 实际施工中, 还需要根据地层的实际情况和工程要求, 合理调整泵的压力和排量, 以确保防漏堵漏工艺的效果^[1]。

【作者简介】汤勇 (1983-), 男, 中国甘肃庆阳人, 本科, 工程师, 从事陇东区块气探井钻井技术研究。

2.3 防漏堵漏工艺注意事项

对于石油钻井工程中的井漏问题，需要从多个角度进行深入分析，并采取有效的解决策略。通过降低泥浆密度、提升柔润度、全方位掌控、科学配比材料和设备、保证钻头转动以及在特殊地质条件下采取特殊措施等手段，可以有效地解决井漏问题，提高石油钻井工程的安全性和效率。在出现井漏问题后，首先要降低泥浆的密度，提升其柔软度，以减少对地层的伤害。同时，做好观察和避免意外情况。在开展钻井操作之前，需要对钻井进行全方位的掌控和认识，了解具体的详细信息，并制定紧急预案，确保在出现问题时能够及时解决^[2]。

3 防漏堵漏工艺在石油钻井工程中的应用——以某钻井工程为例

3.1 案例钻井概况

该钻井工程的地质条件复杂，地层岩性杂、胶结差，存在大小不一、纵横交错的各类裂缝，加之地层承压能力低，非常容易发生井漏。在以往的施工过程中，该工程的整体勘探开发难度大，复杂井漏频繁，损失严重，给钻井施工带来巨大的技术挑战。

3.2 钻井漏失情况

3.2.1 漏失类型

在以往的施工中，该矿经常会发生井漏情况，轻则无休止地堵漏，重则卡钻填井，造成重大钻井事故。漏失主要是以微孔隙、微裂缝渗透性漏失为主，主要漏失原因是岩石颗粒存在粒间孔、粒间溶孔和粒内溶孔。

3.2.2 漏失速度

统计该钻井工程漏失情况，在漏速角度，统计结果显示，漏速包括中漏、小漏和微漏三种类型，其中小漏和微漏占大多数（统计结果见表1）。个别井深出现失返性漏失，堵漏后均可建立循环。

表1 某钻井工程漏失情况统计

漏失速度类型	漏速大小	所占比例
微漏	≤ 5m ³ /h	20%
小漏	5~15m ³ /h	50%
中漏	15~30m ³ /h	30%

3.2.3 漏失频率

从该工程近年来完钻的20余口井统计可知，共发生井漏近百次。其中，须家河组须二段漏失次数最多，占总数66%；珍珠冲、大安寨、马鞍山、凉高山、东岳庙分别占13%、7%、6%、4%、3%；而须家河组中须二段漏失次数占须家河组漏失次数的79%。由此看出漏失次数最多的在须二段。

3.3 防漏堵漏工艺应用

3.3.1 静止堵漏

静止堵漏是一种常用的工艺类型，指的是在钻井过程中，

暂时停止钻进，利用一些材料将井筒与地层之间的缝隙堵住，以达到防漏的目的。在进行堵漏施工过程中，常用较多的材料主要包括水泥、泥浆、树脂等等。在静止堵漏工艺中，首先需要按照设计将堵漏浆注入并顶替，之后通过循环钻井液实施动态加压，促进堵漏浆可以顺利进入漏层。密切观察加压情况以及堵漏浆的注入情况，若观察到出口见返，则可以对压力进行适当的控制，适当降低压力，避免对未漏地层造成不良影响，导致其出现压裂情况。如果观察发现出口不返，或者观察到返出排量明显偏少，则选择将少量的堵漏浆注入漏层并静止一段时间进行观察，待观察30分钟左右之后，再次实施间断憋压施工。整个过程需确保堵漏时间不超过8小时，让堵漏材料通过滞留、膨胀完成封堵。不同的漏速大小下，可以采用不同的静止堵漏方式进行处理，见表2。

表2 不同漏速大小下的静止堵漏处理方式

漏速大小	处理方式
10~20m ³ /h	采用静止桥浆进行堵漏操作，对堵漏材料进行调整，适当改变其浓度，将堵漏材料的浓度值提升到25%左右水平
> 20m ³ /h 甚至失返性漏失	对光钻杆或者旁通阀予以更换，采用专项堵漏的方式，注入适量的堵漏浆。在顶替出钻具后起钻至堵漏浆以上，或安全井段，静止4~8h堵漏，将堵漏浆的浓度控制在25%~35%的范围内

3.3.2 水泥堵漏

水泥堵漏是利用水泥浆将渗漏的地层封堵住，以达到防漏的目的。水泥堵漏实施完毕后，往往可以获得较为理想的堵漏效果，且后维持时间较长，整体持续性较好。尤其是针对那些大裂缝地层以及复漏地层，实施水泥堵漏往往可以获得较为理想的堵漏效果。在本次工程项目的堵漏施工过程中，针对部分大裂缝低层，即选择采用水泥堵漏方式进行施工，并获得良好的堵漏效果。但是，水泥堵漏也存在一定的应用局限性。此种堵漏施工的整体施工工艺较为复杂，堵漏操作耗费的时间较长。

3.3.3 随钻堵漏

在实际应用中，应根据井漏问题的具体情况和现场条件，选择合适的防漏堵漏工艺。同时，还需要考虑材料的选择、工具的配置、施工的工艺等因素，以确保防漏堵漏的效果和安全。随钻堵漏是一种实时进行的防漏措施，即在钻井过程中，利用一些特殊的工具和材料，将地层中的渗漏通道堵住。常用的工具包括钻具、膨胀管、封隔器等。随钻堵漏工艺是一种利用特殊材料和颗粒，在钻进过程中根据漏失速度的不同进行调节，以提高钻井液的防漏性能。这种工艺的特点是，可以在不中断正常钻进的情况下，有效封堵钻进过程中遇到的复杂地层情况，降低钻井液的损耗，同时实现多层位堵漏。具体来说，SDL堵漏材料根据漏失速度的不同，加入量也会相应变化。这种材料由不同级配的封堵颗粒、纤

维及晶片组成,能够有效地封堵小漏和微漏的漏失地层。在钻进过程中,这些材料能够迅速发挥作用,有效地防止地层的渗漏。钻进期间配合使用目数较大的振动筛布,及时补充堵漏材料,保持堵漏剂的有效浓度。随钻堵漏工艺的优点明显,首先,它不会影响正常的钻进过程,因此不会浪费时间。其次,由于是在钻进过程中进行堵漏,所以损失的时间少,能够实现多层位堵漏。最后,由于是在钻进过程中进行,所以能够适应各种复杂的地层情况,降低钻井液的损耗。不同漏速大小下的随钻堵漏处理方式见表3。

表3 不同漏速大小下的随钻堵漏处理方式

漏速大小	处理方式	堵漏材料配方
5~10m ³ /h	对所使用堵漏材料的浓度进行适当的调整,将浓度提升到15%左右水平	井浆+2%细粒微裂缝填充剂+2%~3%核桃壳(细)(颗粒支撑材料,堵漏时起架桥作用)+3%超细碳酸钙(500~800目细颗粒支撑剂)+3%微裂缝填充剂+4%刚性填充剂
3m ³ /h ≤漏速 ≤ 5m ³ /h	用一定量的井浆(一般为20~30m ³),再加入浓度8%~12%堵漏材料,配成堵漏浆	井浆+2%细粒微裂缝填充剂+2%~3%超细碳酸钙(500~800目细颗粒支撑剂)+2%微裂缝填充剂+1%核桃壳(细)(颗粒支撑材料,堵漏时起架桥作用)+4%刚性填充剂

3.3.4 桥浆堵漏

桥浆堵漏是利用桥塞将渗透的地层隔开,然后在桥塞下方注入桥浆,将地层与井筒之间的缝隙填充起来。在钻井过程中,堵漏是一项重要的技术,它能够有效防止井漏所导致的各种问题,如井塌、地层坍塌等。桥浆堵漏工艺是一种常用的堵漏方法,其通过选择不同的堵漏材料和级配浓度,以达到最佳的堵漏效果。堵漏过程中使用的材料包括纤维状材料和鳞片状材料以及颗粒状材料,不同材料性能不同,综合使用可以发挥出互补作用,增强各自性能,获得良好的堵漏效果。在该工程项目进行桥浆堵漏施工的过程中,还结合工程不同漏层的具体性质进行了堵漏材料的选择和配置,获得了十分理想的堵漏效果。

3.3.5 桥浆堵漏

桥浆堵漏是一种相对简单的堵漏方法,且适用性很强,可以被应用于多种不同类型漏失通道的施工之中。在该工程

中,针对固井前的承压堵漏操作,选择采用桥浆堵漏方式进行施工。桥浆堵漏施工中,可以采用间歇挤注模式进行堵漏操作,以提高堵漏质量。在施工中,可以对桥浆进行有规律的间歇性挤压,并对挤堵期间的套管压力进行严格的控制,保证压力水平在4MPa以下,以避免出现更大的裂缝。总的来说,桥浆堵漏工艺是一种简单、方便且有效的堵漏方法,适用于各种钻井过程中的堵漏需求。但是,在持久性和稳定性方面桥浆堵漏存在一定的缺陷,可能会在起下钻、划眼、大排量洗井作业中被刮切和冲刷掉,造成复漏。因此,为了达到更好的效果,还需要根据具体情况进行适当的调整和优化。

3.4 现场应用效果

石油钻井工程中的井漏问题是一个常见的难题,需要采取有效的防漏堵漏工艺进行处理。通过合理选择和应用各种防漏堵漏方式,可以有效地解决这一问题,提高钻井作业的效率 and 安全性。通过积极的应用上述防漏堵漏工艺,该钻井工程项目的井漏问题得到了有效的解决。通过对施工现场进行检查,未发现井漏情况,最终该工程项目施工顺利完成^[3]。

4 结语

石油钻井工程中的井漏问题是一个复杂的问题,需要综合考虑多方面的因素来寻求最佳的解决方案。在石油钻井工程中的防漏堵漏工艺是至关重要的,结合工程井漏的实际情况,合理选用防漏堵漏工艺,能够有效地应对井漏的危害,保证钻井工程的顺利进行,同时保护环境,符合可持续发展的理念。当然,防漏堵漏工艺并非万能的,有时也需要结合其他技术手段,如加强地质勘探、优化钻井设计、使用新型井下工具等,来全面解决井漏问题。同时,也需要注意防漏堵漏过程中的环境保护和资源节约问题,确保在解决井漏问题的同时,不会对环境造成过大的负担。

参考文献

- [1] 陈建林.石油钻井工程中防漏堵漏工艺的应用[J].石化技术,2022,29(3):75-76.
- [2] 余定泽.石油钻井工程中防漏堵漏工艺的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(9):181-183.
- [3] 何锋.石油钻井工程的防漏堵漏工艺研究[J].石化技术,2023,30(3):206-208.