

# 钻井工程中井漏的预防及堵漏技术探索

雷江<sup>1</sup>,曹小飞<sup>2</sup>,熊小华<sup>3</sup>

(1.川庆钻探工程有限公司钻采工程技术研究院,陕西 西安 710018;2.川庆钻探工程有限公司长庆钻井总公司,陕西 西安 718000;  
3.川庆钻探工程有限公司长庆监督公司,陕西 西安 718000)

**摘要:**钻井工程中会遇见一种较为严重的情况——井漏,给钻井工程带来严重经济损失的同时,还会威胁现场人员的安全,处理起来也很困难,所以本文重点研究并给出井漏的预防方法和堵漏技术,避免和减少井漏带来的各类影响。

**关键词:**钻井工程;井漏;预防;堵漏

[DOI]10.12231/j.issn.1000-8772.2021.17.144

## 1 井漏原理分析及预防方法

### 1.1 井漏原理分析

**1.1.1 裂缝性漏失:**此井漏的发生与自然构成的地层裂缝关系密切。钻进过程中途裂缝发育的破碎区域,产生钻进困难又突然跳进等异常现象,极易遇到井漏,该井漏发生时漏失速度一般不高于100m<sup>3</sup>/h。

**1.1.2 渗透性漏失:**此井漏的发生与地层的砂砾岩发育水平高度相关。渗透率较高的区域内,工作流体介质容易在巨大压差的驱动下侵入高度发育的孔隙内,形成泥饼类地层阻碍物,其降低了工作流体介质的漏失损耗,该井漏发生时漏失速度一般不高于10m<sup>3</sup>/h。

**1.1.3 溶洞性漏失:**此井漏类型经常发生在石灰岩钻进过程中,容易在钻进时,井下钻具突放空、工作流体介质循环失效且不见流出,该类型井漏一旦未有效控制,会出现井喷、井壁坍塌等严重后果,该井漏发生时漏失速度高达100m<sup>3</sup>/h以上。

**1.1.4 碎裂性漏失:**此井漏的发生是因为地层发生碎裂而致使产生,常常产生在地层物性发育较差并且裂缝发育水平较低的地层部分,一旦产生,漏失速率波动限度较大。

### 1.2 预防井漏方法

**1.2.1 漏失层位的准确定位。**漏失层位的判断准确与否,直接关系到井漏的预防初始概率,然而伴随着对地下层位的各项认识是边开发、边认识的过程,判断漏失层位又是一项综合性极强的工作,从而导致该项工作极为困难。所以要求相关人员从地层特性、压力梯度具体情况、钻井区域内历史井漏时的钻井液性能和排量等诸多方面出发,有必要时要与科研机构开展相关认识研究,详细研究并给出漏失层位的精确位置、平面以及纵向变化规律,从地质解释的角度,最大程度的降低遇到井漏的概率。

**1.2.2 井身结构的合理合计。**井身结构设计与井漏直接相关。是钻井工程设计重要的内容,其涵盖了井眼直径、套管直径、钻头直径、套管级次、钻进深度等参数,尤其是遇到地层发育程度和物性复杂时,面对的地下压力也对井身结构提出了更为严格的考验。需要结合前期对地层的深刻认识,结合地层孔隙压力、地层破裂压力等具体情况,合理设计钻井液的密度,谨防井内压力达到地层破裂压力,必要时加载套管提高地层抵抗压力的能力。

**1.2.3 钻井液动压力的调整。**一是要从平衡压力的角度出发,合理的使用泥浆密度和类型,液柱压力介于破裂压力与孔隙压力之间,但在裂缝发育的地层中,需要低于孔隙压力,反之在漏失程度较低的区域,可以采用低稠态相聚合物或者水包油等类型钻井液实施近平衡钻井。二是钻井液环空压力消耗要降调。在保证钻屑携带能力的基础上,降低钻井液排量和塑性粘度,选用大尺寸环形空间和非膨胀护箍,选用小尺寸扶正器,降低钻井液非工作固相介质比例,易发生井漏区域控制钻屑浓度低于5%,增加钻井液比重时,严格控制其密度变化梯度小于0.05g/cm<sup>3</sup>,从环空压力波动上掌握井漏发生的主动权。三是激动压力要及时调整。下钻要严格调整速度,并要实时回注钻井液调整井内压力激增或突降,严防激动压力碎裂或断裂井壁;钻进过程中,要控制下管速度或时间间隔、启泵压力、泵排量变化,防止环空间隙变小,影响钻井液性能导致压力激动。此外还可以考虑钻井液添加堵漏剂来预防漏失。

## 2 堵漏技术研究

### 2.1 漏层位置的确定

**2.1.1 观察判定法。**观察判定法基于钻井情况和钻井液变化。该技术因其易懂、操纵便利,运用常见。观察判定的主要方法为:一是当钻进突遇漏失、尤其是裂缝层段时会出现钻井液短时间内漏失严重、钻进扭矩突增甚至憋跳,或者钻进较为发育地下溶洞层位、钻进则会突遇放空无法加压,此时可以高度怀疑已经钻遇漏失。二是观察钻井液的特性变化,例如钻遇含水层会导致钻井液密度降低,根据特性变化判断漏层。

**2.1.2 井温定位法。**井温定位法依靠钻井液温度来判断深度。该方法基于仪器测量的钻井液在井内温度变化的规律来计算漏层位置,当漏失层位出现钻井液大量漏失时,新进入循环温度较低的钻井液并迅速井温监测后,会呈现温度突增的情况,根据与深度的关系即可定位漏失层位。

### 2.2 堵漏技术的选择

**2.2.1 化学堵漏技术。**化学堵漏技术基于特殊化学堵漏剂而研发。主要依靠于堵漏剂的高性能,采用多层级技术手段,强化堵漏效果。该方法在封堵孔隙漏失效果显著,并且可以满足各类尺寸漏失层位的要求,日前在各类堵漏技术中发展较快。

**2.2.2 自适应堵漏技术。**自适应堵漏技术可以在不起下钻时,同时作业、同时封堵,投入小、起效快,可以在多个漏失层位同时应用。实施该技术时要注意:一是要仔细判断漏失量,对添加防漏液的钻井液比例和量级要科学调制;二是调制随钻防漏钻井液后,添加并搅拌40分钟自适应防漏堵漏剂,判断漏失层位后,在至其50米区域内,完成钻井液封堵和堵漏剂的转化,在此之间,一定要紧密观察钻井液液面变化和进出口流量,以备随时补充钻井液的不时之需。

**2.2.3 段塞堵漏技术。**该项技术的主要特征为在准确判断漏失层位的基础上,分批次、段塞式的注入堵漏剂实行封堵。在根据漏失具体情况,精准选择对应粘稠度和密度的堵漏剂,在漏失层位上方100米范围内下钻,首先泵入能覆盖漏失层段2/3的堵漏剂,然后再泵入全部量。对于漏失速率不高、卡钻几率较小的井下,尽量采用关闭憋压,环空压力保持5帕内,稳定30分钟后泄压开井,随后起钻至安全深度再增压憋至2小时;如果是漏失速率高、易卡钻井,憋压时要阶段性活动钻具,确保堵漏顺利进行。

**2.2.4 循环法堵漏技术。**循环法堵漏技术的应用范围较为针对性,对于裂缝规模不大、漏失层位较多且尚未全部钻至的井下层段,该技术应用时候需要水眼尺寸较大的钻头,添加自适应堵漏剂、并通过组分控制来保持钻井液的可泵性,同时为了防止卡钻发生,在循环堵漏技术实施期间要持续的活动钻具。

### 总结

井漏在钻井工程中首先要采取必要的各类技术措施预防出现,从设计和操作本质上避免井漏的发生。同时对于井漏还要准备好各类堵漏措施及材料,在准确判定漏失层位的基础上,采取针对性的堵漏措施,能够最大程度降低井漏的损失,及时有效的解决井漏问题,保障整体钻井工程的有效施工。