

钻井工程中井漏预防及处理措施分析与研究

焦冬有 刘仕彭 浩 (新疆贝肯能源工程股份有限公司, 新疆 克拉玛依 834001)

摘要: 对于社会生产生活而言, 石油的重要性不言而喻。本文主要对钻井井漏的相关概念、类型、原因进行了简要阐述, 然后查阅相关文献, 并且结合实际工作经验, 对钻井工程井漏预防措施进行了分析与探索。最后, 本文也提出一些井漏的处理措施, 以期有效降低井漏事故的发生概率, 进而提高钻井工程的质量和效率, 从而促进油田企业的可持续发展。

关键词: 钻井工程; 井漏; 漏失; 预防; 处理; 堵漏

0 引言

对于现今社会发展而言, 石油是其重要的能源供给, 是不可或缺的资源之一。但是, 据有关机构的统计数据表明, 我国的石油储量全球排名较高, 但是消费量却远远大于产量, 我国油田的产量严重不足, 石油的消费严重依赖进口, 对外依存度不断递增。石油资源不但是人类生活和生产的重要物质基础, 而且是国民经济发展和国防军备必不可少的储备资源^[1,2]。长此以往, 石油的对外依存度过高不但会影响我国社会主义经济的可持续发展, 而且还会危害我国的能源安全。因此, 油田企业应该不断提高石油勘探开发技术水平和质量^[2,3]。在石油勘探开发过程中, 钻井工程是一种十分关键的技术手段, 但是这种技术具有专业性强、风险性高、隐蔽性强、成本高等特点, 钻井工程的质量和效率直接影响了后续的勘探开发的效果和油田企业的经济效益。随着油田勘探开发的不断发展和深入, 油田企业的勘探目标慢慢转向更复杂更深部的地区, 而这些地区的地层复杂性更强、隐蔽性更深, 使得钻井事故频发, 严重影响了钻井工程的质量和效率^[2]。根据相应的资料可知, 在钻井过程中, 6%~8%的时间都花在了处理钻井事故上。其中, 对钻井工程质量和效率威胁最大的事故之一就是井漏。井漏是钻井工程中非常常见而且有很难处理的钻井事故之一, 一旦发生井漏, 如果处理不当, 将会引发更加严重的事故, 如井喷、井塌及卡钻等, 不仅会造成巨大的经济损失, 而且会严重耽误工程进度^[2-4]。

1 钻井井漏简介

井漏 (Mud Loss) 是指在钻井工程施工的过程中, 由于多种因素的影响, 将钻井液直接压入地层之中的一种井下事故^[2,3]。井漏发生的原因主要有以下 6 种: ①钻井过程中所钻遇的地层本身就存在一些自然漏失通道; ②钻井液的质量较差; ③作业人员操作不当, 导致地层中出现人为漏失通道; ④所钻遇的地层压力出现一定程度的亏空, 或者钻井液的密度比较高, 形成比较大的压力差; ⑤钻井液的黏度切力比较大, 使得开泵的压力也比较大, 进而形成压力激动, 最终导致地层出现憋漏; ⑥钻井液的携沙性能较差, 导致井壁受到污染, 或者失水过多, 井壁的滤饼的厚度较大, 加之操作不规范等因

素, 也会形成压力激动^[4-6]。

根据漏失速度, 井漏主要可以分为 4 种类型: ①渗漏 ($< 10\text{m}^3/\text{h}$); ②部分漏失 ($10\text{--}30\text{m}^3/\text{h}$); ③严重漏失 ($> 30\text{m}^3/\text{h}$); ④失返性漏失 (地面未返出流体)^[3-5]。

而根据漏失通道, 井漏也可以分为 4 种类型: ①溶洞性地层漏失; ②天然裂缝漏失; ③诱发裂缝漏失; ④高渗透性地层漏失 (图 1)。井漏是钻井过程中十分常见的井下复杂情况, 大部分的钻井工程都会发生不同程度的井漏。随着漏失的程度不断加深, 所造成的经济损失、工期延误等损失也会不断增加, 因此, 必须采取有效措施, 对井漏进行预防和处理^[4-6]。

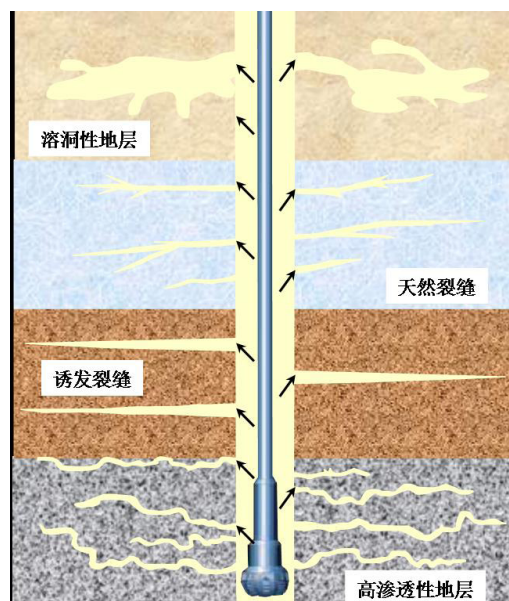


图 1 钻井工程漏失通道示意图

2 钻井工程井漏预防措施

不管发生什么情况的井漏事故, 究本溯源都是钻井液的液柱压力要超过地层的压力, 因此, 要想减少井漏事故的概率, 最重要的一点就是应该做好钻井工程的前期调研工作, 包括目的层的岩性、可钻性以及压力分布情况, 然后在作业过程中进行及时监测, 准备好不同类型的堵漏材料, 将钻井防漏的相关工作真正落实到实处。其次, 就是在作业过程中, 采取以下 5 种措施: ①对井身结构进行科学合理的设计以及优化。通过前期调研所获得的各种资料, 在开展井身结构设计以及优化的

过程中, 必须将压力不一致的层位进行区分, 不可以将它们放到相同的裸眼井段之中, 从而为后续的防漏以及井控工作做好充分的准确; ②当施工的层位位于上部的浅层, 因为地层容易钻探, 则钻井设备的钻速也较快, 如果钻井施工的排量仍然较低, 达不到钻井作业的相关要求, 会使钻井液的环空密度变大, 极易使地层出现憋漏现象, 因此在作业过程中, 必须要对仪器的钻速进行合理掌控, 并且结合钻井液携带岩屑的实际情况开展一定的循环工作, 从而确保井眼的干净; ③为了最大限度地减小钻井液的液柱压力, 并且在确保井壁稳定的情况之下, 作业中钻井液的密度应该尽可能地维持在钻井液设计的下限值^[3-5]; ④对于深度比较大的情况, 在钻井时应该采用分段循环的手段, 减小每个井段中的钻井液压力, 并且在开泵时要先使用小排量顶通, 等钻井液返出之后, 再结合泵压的实际情况, 慢慢地提高循环排量; ⑤作业人员应该详细了解每个地层的压力情况, 并且在进入比较容易漏失的地层之前, 在钻井液之中加入一些防漏堵漏的相关材料, 确保钻井作业可以顺利地穿过漏失性地层^[4-7]。

3 钻井工程井漏处理措施

3.1 确立井漏位置

一旦出现井漏事故, 作业人员应该尽快确定井漏所在的位置, 主要有以下4种方法: ①观察法, 这种方法是结合钻屑、岩心密度、钻井液的密度等资料来分析和确定井漏的位置; ②示踪剂法, 这种方法主要是判断钻井液在管路中的时间, 进而可以分析和确定井漏的位置; ③环控摩阻法, 这种方法主要是根据钻井液的漏失量、流动量等信息, 分析和确定井漏的位置; ④井温测量法, 根据井温的变化来分析和确定井漏的位置。

3.2 优选合适的堵截材料

在确定井漏位置之后, 钻井作业人员就可以开始针对井漏的区域进行堵截, 在进行堵截之前应该根据实际情况优选合适的堵截材料。在钻井过程中, 受到各种干扰因素较多, 应该选择具有较强吸水性以及加固性的材料, 提高堵截的质量和效率。其次, 如果井漏的缝隙较大, 钻井作业人员应该利用一些刚性颗粒状材料以及凝胶类材料, 然后进行合理搭配, 从而提高整体堵漏的效果。最后, 钻井企业还应该加强新型堵漏材料的研发和创新, 不断提高堵漏的效果, 从而满足钻井工程的需求^[6,7]。

3.3 利用科学有效的堵漏技术

3.3.1 段塞堵漏法

在使用该方法之前, 作业人员应该根据井漏的实际情况, 优选合适的堵漏剂, 再找准位置用堵漏剂进行堵塞。在注入的过程中, 作业人员应该控制注入量, 并且采用间隔/分次注入, 以便井漏区域可以实现更好的堵截。如果在注入时, 发现井漏的速度慢慢变小, 就应该停止注入^[6-8]。

3.3.2 化学堵截法

这种方法主要是将特种凝胶注入到漏层, 这种凝胶不会继续流动, 能够迅速填满缝隙、溶洞等地下空间, 在井漏的位置形成一定的隔离塞, 继而可以有效阻隔地层中的流体以及井筒中的流体。其次, 隔离塞具有一定的启动压力, 该压力要高于漏失的压力, 从而能够改善堵漏的效果^[6,7]。

3.3.3 循环堵漏法

这种方法比较适用于刚刚发生漏失, 但又不是全部漏失的区域, 并且这些区域的缝隙比较小。在堵漏的过程中, 作业人员应该使用大水眼的钻头对钻井液进行有效处理, 然后结合实际情况来确定堵漏液的密度。其次, 在这个过程中, 作业人员还应该使钻具不停活动, 以防出现卡钻的情况^[7-9]。

4 结语

综上所述, 钻井是一项成本高、风险高的系统工程, 对钻井质量和效率的要求比较高, 如果发生钻井事故, 不但会危及施工人员的人身安全, 也会给油田企业带来巨大的经济损失, 因此, 必须采取有效措施, 最大限度地降低钻井事故的发生概率。尤其是井漏事故, 油田企业必须予以重视, 认真对待, 积极采取有效的预防和处理措施, 尽可能地降低井漏事故的发生概率和危害性, 确保钻井工程可以安全稳定地进行施工, 进而提高钻井工程的质量和效率, 从而提高油田企业的综合效益。

参考文献:

- [1] 白小军, 张晓怡. 吴起油区钻井漏失预防与综合治理[J]. 化工设计通讯, 2021, 47(06): 29-30.
- [2] 鄂晓春. 钻井工程井漏预防及堵漏技术研究[J]. 清洗世界, 2021, 37(07): 137-138.
- [3] 吴江, 李炎军, 张万栋, 等. 高温高压地层漏失控制技术研究与应用[J]. 油田化学, 2021, 38(02): 204-209.
- [4] 石小龙. 钻井工程中井漏预防与堵漏技术的应用[J]. 中国化工贸易, 2020, 12(6): 142, 144.
- [5] 史祥贵. 钻井工程中井漏的预防及堵漏技术分析[J]. 西部探矿工程, 2021, 33(06): 57-59.
- [6] 郭涛. 石油钻井工程防漏堵漏工艺分析[J]. 中国化工贸易, 2020, 12(6): 173, 175.
- [7] 胡国金, 度海洋, 付琳, 等. 渤海火成岩发育区油田防漏堵漏技术认识与探讨[J]. 科学技术创新, 2021(09): 122-123.
- [8] 蒋宏伟, 石林, 郭庆丰, 等. 钻井过程中的地层漏失机理研究[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2013, 15(04): 88-91+94.
- [9] 蒙开坚, 宋建坤. 石油钻井工程防漏堵漏技术分析[J]. 中国化工贸易, 2020, 12(22): 195, 197.

作者简介:

焦冬有(1983-), 男, 汉族, 甘肃通渭人, 大专, 助理工程师, 主要从事钻井工程方面的工作。