

海上水平井钻井油层保护技术研究

张亮

中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司 天津 300459

摘要: 随着石油勘探的不断深入,水平井钻井技术在海上油气开采中愈发重要,但在钻井时,油气层常受到多种损害,对开采效率和油井寿命造成严重影响。为保护油气资源,提升开采效益,同时降低环境破坏,本文深入分析了水平井钻井中油气层的损害原因;针对这些问题,我们提出了一系列实用的油层保护技术措施,旨在确保钻井过程的高效与安全,同时减少对环境的不良影响,实现可持续的油气开采。

关键词: 海上水平井;钻井;油层保护

引言:水平井技术已在油气田开发中广泛应用,本文深入探讨了水平井钻井对油气层的损害原因,特别是在海上钻井时,固相颗粒堵塞、滤液侵入及水敏、盐敏、碱敏等损害尤为突出。为解决这些问题,我们提出了一系列油层保护技术,包括双保型钻井液、优质钻井液体、近平衡钻井、屏蔽暂堵及裸眼砾石充填完井技术。这些措施不仅可减少了对油层的损害,提升钻井和开采效率,还彰显了我们环保的承诺,力求在保护油气层的同时,也保护我们赖以生存的环境。

1 水平井钻井过程中油气层损害机理的特点

水平井钻井过程中油气层损害机理的特点确实值得深入探讨:(1)当钻井以水平方式进行时,井眼轨迹几乎与油气层平行,这导致接触面积的大幅增加,这种情况下,油气层暴露于钻井液和其中的固相颗粒的时间与面积都显著增长,这无疑提高了油气层受到损害的风险;钻井液中的滤液和固相颗粒有了更多机会侵入油气层,长时间停留可能导致堵塞,进而影响油气层的渗透率。(2)水平井钻井过程中的压差效应是一个不容忽视的问题。特别是在渗透率较高的油气层,压差可能更为明显,这种压差会促使更多的钻井液滤液及其中的固相颗粒被挤入油气层内部,进一步加重了对油气层的损害;而水平井的特殊结构,使得井底的压力控制变得尤为复杂,一旦操作不当,很可能导致油气层出现出砂现象,或是使已存在的裂缝闭合,从而影响油气的正常流动^[1]。(3)长时间的钻井作业可能加剧油气层的水敏、盐敏、碱敏等损害。钻井液与油气层岩石及其内部流体的长时间接触,增加了不兼容化学反应的风险,这些反应有可能改变油气层岩石的性质,进而影响其渗透率,对油气开采造成不利影响。

2 海上水平井钻井油层损害原因分析

2.1 固相颗粒堵塞

在海上水平井钻井作业中,钻井液的运用是不可或缺的,然而,钻井液中所含有的固相颗粒,尤其是膨润土和加重剂,有时会成为潜在的油层损害因素。这些微小的颗粒,在钻井过程中被钻井液有效地携带,并可能因井筒与地层间的压差而被迫侵入到油层的孔喉结构中,一旦这些固相颗粒在油层孔隙内沉积,它们会形成一种物理性的阻隔层。这种阻隔不仅直接阻碍了油气通过孔隙的顺畅流动,还可能导致油层的有效渗透率显著降低,原本具有高渗透性的油层,在这些颗粒不断堆积的影响下,其流动效率会大打折扣,进而影响油井的整体产能。如果这些堵塞物长时间不被有效清除,它们可能逐渐累积,形成更加致密的堵塞层,在极端情况下,这种堵塞甚至可能导致油井的完全失效,对海上石油勘探与开发事业构成重大经济损失的风险。

2.2 滤液侵入损害

滤液,这一钻井液中能够渗透到地层中的组分,其在与油层岩石的交互中可能触发一系列复杂的化学反应,这些反应不仅可能改变岩石的基础物理属性,如表面的润湿性,更可能引发新的化学沉淀的生成。当滤液中的某些化学成分与地层中的矿物质发生反应,特别是当这些成分与矿物质存在不兼容性时,可能会产生不溶于水的沉淀物,这些沉淀物在地层孔隙中的积累会逐步堵塞油气流通的通道,进而使得油层的渗透率逐渐下降,影响油气的开采效率。更为复杂的是,滤液的侵入还可能对地层中原有的油水分布格局造成冲击,一旦滤液与地层中的原油混合,不仅会稀释原油,导致其品质下降,更可能为后续的油气开采与加工分离工作带来额外的技术挑战;这种混合可能导致原油的物理和化学性质发生变化,进而影响其市场价格和应用范围。

2.3 水敏、盐敏、碱敏损害

油层中粘土矿物的存在是一个不容忽视的事实,这

些粘土矿物对于特定的化学物质,如水、盐和碱,展现出了高度的敏感性。当这些粘土矿物与上述化学物质接触时,可能会引发一系列不利于油气开采的变化;以水为例,当粘土矿物与水接触时,可能会发生水化膨胀现象。这意味着粘土矿物在吸水后其体积会明显增大,进而可能堵塞地层中的孔隙,影响油气的流动;此外,当粘土矿物遇到盐或碱时,可能会发生分散现象^[2]。在这种情况下,粘土矿物会在化学物质的作用下分解成更小的颗粒,这些微小颗粒随后在地层孔隙中积累,同样会降低地层的渗透率。特别需要指出的是,当钻井液中的离子浓度与地层水中的离子浓度存在明显差异时,上述敏感性损害的风险会显著增加,这种离子浓度的不匹配可能导致更剧烈的化学反应,进而加剧地层损害的程度。

3 海上水平井钻井液层保护技术措施

3.1 双保型钻井液体系

双保型钻井液体系是我们团队为应对石油钻井作业中井下安全和油层保护双重挑战而研发的创新解决方案。在石油勘探与开发领域,确保油层不受损害和作业安全是至关重要的,为满足这两大核心需求,我们推出了这一全新的钻井液体系,双保型钻井液体系的独特之处在于它兼顾了油层保护和环境保护,旨在实现经济效益与环境保护的和谐统一。我们深知,传统的钻井液可能对环境造成不良影响,因此在研发过程中,我们特别注重选用环保且对油层保护有利的成分。该体系的核心成分——天然高分子聚合醇,是我们经过深入研究后精心挑选的,这种聚合醇不仅具有良好的生物降解性,减少对环境的污染,同时其独特的物理化学性质也使其在油层保护方面表现出色。它能够形成一层保护膜,有效防止油层受到进一步损害;此外,我们还引入了先进的非渗透技术,进一步提升双保型钻井液体系的性能。在钻井作业接近或进入油层的关键阶段,我们特别添加了非渗透处理剂,这一举措显著降低了钻井液向地层中的渗透,从而有效减少了油层钻井过程中的漏失风险,提高了作业的安全性。通过这一系列的精心设计,双保型钻井液体系在保护油层完整性和稳定性的同时,也大幅提升了钻井作业的安全性,这一体系的广泛应用不仅为后续的油气开采工作奠定了坚实基础,更体现了我们对环境保护的坚定承诺。

3.2 优质钻井液体技术

在广袤的海洋上进行水平井钻井作业时,选择恰当的钻井液体系显得尤为关键,它对于油层的保护有着不可或缺的作用。钻井液,这一在钻井过程中循环流动的介质,其性能优劣直接影响着钻井的效率以及油层的安

全;我们对此有着深刻的认识,并因此坚定地推荐使用那些低固相、低滤失且抑制性能卓越的钻井液^[3]。这种被我们极力推崇的高性能钻井液,其特色在于低固相和低滤失性,这两个属性对于防止固相颗粒侵入并堵塞珍贵的油层至关重要,它们能够大幅度降低这样的风险,从而确保在钻井进程中油层始终保持通透。而其出色的抑制性能,更是为保持油层原始渗透率提供了有力保障,使得油气能够畅通无阻地流动;然而,我们的追求并未止步于此,为了更好地贴合每一片独特油层的特性,我们会深入研究油层的地质特征以及工程的具体需求。基于这些详尽的分析,我们会对钻井液的pH值和矿化度进行细致的调整;这样的微调旨在最大程度地减轻由水敏、盐敏、碱敏等敏感性因素所引发的油层损害。通过广泛而深入地应用这种优质的钻井液体技术,我们不仅能够更加有效地捍卫那些不可再生的油层资源,还能显著提升油气开采的效率和经济效益,这既是我们对技术不断精进、力求完美的体现,也彰显了我们对于油层保护这一重任的坚定担当。

3.3 采用近平衡钻井技术

近平衡钻井技术,无疑是现代钻井工艺中的一大革新,在传统的钻井作业过程中,地层压力的不稳定性经常导致井底压力产生大幅度的波动。这种难以预测的波动,不仅严重影响了钻井作业的稳定性和安全性,更可能给珍贵的油层带来无法挽回的伤害;为了从根源上解决这一问题,我们毅然决然地引入了近平衡钻井技术。此技术的精髓在于,通过精准而持续地调控井底压力,使之与复杂多变的地层压力保持一种微妙的平衡,为实现这一目标,我们借助先进的实时监测系统,不断追踪地层与井底的压力变化。根据这些实时数据,我们能够迅速而准确地调整泥浆的密度、泵的压力等核心参数,从而确保井底压力始终维持在一个既安全又高效的区间内。这种对压力进行精细管理的方式,不仅显著增强了钻井作业的安全性,更有效地减少了因地层压力急剧波动而对油层可能造成的伤害;事实上,自从广泛采用近平衡钻井技术以来,我们的钻井作业已经取得了显著的成效。不仅钻井的效率得到了大幅提升,而且因处理井涌、井漏等棘手问题所导致的非生产时间也明显减少,更为值得一提的是,由于对油层的保护更为周到,油气流动的通道也变得更加顺畅,这无疑为后续的油气开采工作奠定了更加坚实的基础。

3.4 应用屏蔽暂堵技术

屏蔽暂堵技术,这一在石油工业中被广泛认可并采用的油层保护方法,其效果可谓是立竿见影。该技术的

核心思想在于利用特殊设计的暂堵剂，这些暂堵剂的尺寸经过精心研发，与油层的孔喉尺寸达到了惊人的匹配度，这种高度的适配性确保了暂堵剂能够在钻井作业中发挥最大的效用。当钻井作业如火如荼地进行时，这种暂堵剂便迅速行动起来，它们在油层表面紧密地排列，形成了一层难以穿透的保护膜，这层保护膜就像是一道坚不可摧的城墙，固相颗粒和滤液在这道城墙面前只能望而却步，无法对油层造成任何侵害，从而确保了油层的纯净度和完整性得以完好保持。屏蔽暂堵技术的独到之处不仅在于它能够有效地保护油层的天然构造和渗透率，使得开采活动对油层的伤害降到最低，更在于它为后续的油气开采工作奠定了坚实的基础^[4]。有了这层保护膜的存在，后续的开采工作将能够在更加理想的环境中进行，这无疑会大大提高开采的效率和安全性；我们深知珍贵的油层资源不可再生，因此我们致力于通过积极推广屏蔽暂堵技术，为油气开采行业的高效运作和绿色转型贡献自己的力量，这既体现了我们对环境的尊重和保护，也彰显了我们可持续发展的坚定信念和不懈追求。

3.5 裸眼砾石充填完井技术

裸眼砾石充填完井技术，这一高级完井工艺，是海上水平井开发中的一项革命性创新；该技术充分展现了现代石油工程的精细与巧妙，为海上油气勘探与开发领域带来了新的可能性。在实施过程中，技术团队首先在裸眼水平段展开精准而细致的操作，将筛管小心翼翼地置入预定位置，这一步骤要求极高的精确性和专业性，因为筛管的稳定放置是整个完井工艺的关键。接下来，技术团队利用砾石对筛管与井壁之间的空隙进行填充。这一步的精湛之处在于，通过砾石的匀称填充，构建了一个高效、稳定且具备出色渗透性的挡砂屏障。这个屏障的强大功能如同身披坚固铠甲的战士，始终坚守在岗位

上，全力保护筛管免受地层砂的磨损和侵蚀。这一创新举措的影响深远。它不仅能显著延长油井的使用寿命，减少了日常维护的频率和成本，更关键的是，它有效地阻止了地层砂向井筒内部的迁移，这一重要功能的实现，为油井的长期稳定运行和持续高效产出奠定了坚实基础。通过广泛推广和应用这一先进的完井技术，我们成功地提升了油井的完井品质和开采效率；这一显著成果不仅为海上油气勘探与开发领域注入了新的活力，推动了行业的创新发展，更体现了我们对环境保护的深刻认识和坚定立场^[5]。

结语：综上所述，通过对水平井钻井过程中油气层损害机理的深入分析，我们认识到保护油层的重要性。为此，本文提出了一系列有效的油层保护技术措施，这些措施不仅能够显著提高钻井效率和油气开采效益，还能够减少对环境的破坏，实现经济效益与环境保护的双赢。未来，随着技术的不断进步和创新，我们相信会有更多高效、环保的钻井技术涌现，为油气勘探与开发事业注入新的活力。

参考文献

- [1]韩来聚,杨春旭.济阳坳陷页岩油水平井钻井完井关键技术[J].石油钻探技术,2021,49(04):22-28.
- [2]李云峰,潘俊英,周岩,朱宽亮,王在明.冀东油田浅层小井眼侧钻水平井钻井完井关键技术[J].石油钻探技术,2020,48(06):8-14.
- [3]惠晶晶.大位移水平井钻井提速技术研究[J].中国化工贸易,2020,12(21):91-92.
- [4]周志刚.大位移水平井钻井提速技术研究[J].化工设计通讯,2020,46(12):197-198.
- [5]何丕祥,胡成亮,熊英,袁润成,韩项勇,李伟.多重油层保护修井液研制与应用[J].非常规油气,2019,5(04):65-69.