

Research on the Application of Horizontal Well Drilling Technology in the Development of Thin Oil Layers

Daihui Wei

CNPC Chuanqing Drilling Engineering Company Limited, Changqing Drilling Corporation, Xi'an, Shaanxi, 710016, China

Abstract

The purpose of this study is to explore the application of horizontal well drilling technology in the development of thin oil layer, from the geological characteristics of thin oil layer, the principle of horizontal well drilling technology to engineering application, economic benefit and environmental impact assessment, and to explore the continuous improvement and future development direction. Through in-depth analysis of engineering cases under different geological conditions and comparison of successful and failure cases, this study summarizes the operation techniques and difficulties, and provides solutions and optimization measures. Investment and return analysis, productivity improvement and environmental assessment will further reveal the practical effects of the technology in the development of thin oil layers. Look at the future development trend of horizontal well drilling technology.

Keywords

horizontal well drilling technology; thin oil layer development; engineering application; economic benefit; environmental impact

水平井一趟钻技术在薄油层开发中的应用研究

魏代辉

川庆钻探工程有限公司长庆钻井总公司, 中国·陕西 西安 710016

摘要

本研究旨在探讨水平井一趟钻技术在薄油层开发中的应用, 从薄油层的地质特性、水平井一趟钻技术的原理、理论基础到工程应用、经济效益与环境影响评估, 探讨持续改进和未来发展方向。通过深入分析不同地质条件下的工程案例, 比较成功与失败案例, 本研究总结出操作技术和难点, 并提供解决方案和优化措施。投资与回报分析以及生产效率提升和环境影响评估将进一步揭示该技术在薄油层开发中的实际效果。展望水平井一趟钻技术的未来发展趋势。

关键词

水平井一趟钻技术; 薄油层开发; 工程应用; 经济效益; 环境影响

1 引言

随着对能源需求的不断增长, 对油田的开发技术提出了更高的要求。薄油层由于其特殊的地质特性对传统的开发方法提出了挑战。水平井一趟钻技术作为一种新兴的技术手段, 在提高油田开发效率、降低成本、减少环境影响等方面具有巨大潜力。本文将系统地研究水平井一趟钻技术在薄油层开发中的应用, 通过深入的地质力学分析、工程案例以及经济效益与环境影响评估, 旨在为相关领域的研究和实践提供有益的参考。

2 薄油层特性

2.1 地质特征

在石油勘探和开发中, 薄油层是一种常见的地质储层类型。其中, 薄油层的地质特征在很大程度上决定了油田的

勘探和开发策略。这些地质特征可能包括地层的复杂性、非均质性以及储层的分布规律。深入研究这些特征有助于更好地理解油藏的结构和性质, 从而为水平井一趟钻技术的应用提供更准确的基础。

2.2 储层性质

薄油层的储层性质是决定油田开发难度和采收率的重要因素之一。这包括储层的孔隙度、渗透率、油水饱和度等参数。在薄油层中, 由于地层狭窄, 储层性质的异质性可能更为显著, 这对于有效的油藏开发提出了额外的挑战。因此, 深入了解薄油层的储层性质, 对于确定适当的水平井一趟钻技术参数至关重要。

2.3 水平井一趟钻技术概述

水平井一趟钻技术是一种通过在井深方向上持续钻进并完成水平井段的高效方法。其核心在于在单趟操作中完成井的钻进和完井, 从而显著提高开发效率。

水平井一趟钻技术的核心原理在于通过专用的钻井工具和操作流程, 在单趟中同时完成钻进和完井。这要求对地

【作者简介】魏代辉(1984-), 男, 中国山东日照人, 本科, 工程师, 从事石油钻井技术研究。

层的结构、地质力学特性以及油层性质有深入的理解。透过精密的设计和高效的操作，水平井一趟钻技术可以最大程度地减少井眼建设周期，提高整体开发效率。

3 水平井一趟钻技术在薄油层开发中的理论基础

3.1 地质力学分析

3.1.1 岩石力学性质

薄油层地质力学分析是水平井一趟钻技术成功应用的基础。岩石的弹性模量、抗剪强度、岩石断裂韧性等性质直接影响了水平井的钻进和完井过程。深入了解薄油层中岩石的力学性质，如何在高温高压等极端条件下保持岩石的稳定性，是确保水平井操作安全和有效的关键。

3.1.2 地层应力分布

地层的应力分布对水平井钻进方向和井眼稳定性有着至关重要的影响。在水平井一趟钻技术中，理解地层的水平和垂直应力分布，以及油层中可能存在的应力差异，有助于确定合适的钻井路径和井壁支撑方案。地层应力的准确分析是水平井设计的关键要素之一。

3.2 水平井设计参数

3.2.1 井深和井斜角

水平井一趟钻技术中的井深和井斜角度的选择直接影响到井眼的水平延伸长度和油层的有效开采面积。合理的井深和井斜角设计需要综合考虑地质条件、岩石力学特性以及最终开采方案。这涉及通过数值模拟和实地勘探等手段，优化水平井的设计参数，以最大程度地提高采收率。

3.2.2 钻井液性质

钻井液在水平井一趟钻技术中发挥着决定性的作用。其密度、黏度、化学成分等性质需要根据地层特性进行调整，以确保在钻进过程中维持井壁稳定，防止井眼塌陷，同时尽可能减小对储层的侵入。因此，对薄油层的特殊地质条件，以及水平井钻进过程中可能遇到的挑战，需要进行详细的分析和实验研究。

3.2.3 钻头选择

钻头的选择直接关系到水平井一趟钻技术的效率和成本。不同的地质条件可能需要不同类型的钻头。例如，在硬岩层中可能需要耐磨性更强的钻头。合理的钻头选择需要考虑到地质结构、岩性、井深等多方面因素，以确保钻进过程中的效果最优化。水平井一趟钻技术在薄油层开发中的理论基础需要深入研究地质力学分析和设计参数的合理选择，以确保在薄油层复杂的地质条件下实现高效的油藏开发。

4 薄油层水平井一趟钻技术的工程应用

4.1 工程案例

4.1.1 不同地质条件下的应用案例

在不同地质条件下的水平井一趟钻技术应用案例提供了宝贵的经验和教训。例如，在研究薄油层的地质特征后，

该技术在含有多种岩性的地层中的应用可能表现出不同的效果。详细分析这些案例，探讨在不同地质背景下的适用性和优势，对于更精准地制定开发策略具有重要意义。

4.1.2 成功与失败案例比较

通过对成功和失败案例的比较分析，可以提炼出水平井一趟钻技术在薄油层开发中的成功要素和可能的风险因素。成功案例可能涉及技术参数的合理选择、地质力学的准确分析以及操作团队的高效协作等方面。而失败案例则可能由于未能充分考虑地质特性、不当的操作策略等原因导致。这种对比分析有助于总结出最佳实践，提高技术应用的成功率。

4.2 操作技术和难点

4.2.1 钻井过程中的挑战

在水平井一趟钻技术中，钻井过程中会面临多方面的挑战，尤其是在薄油层这种地质条件下。可能的挑战包括但不限于：地层不均匀性导致的钻头磨损、岩屑控制难度增加、井眼稳定性的维护等。对这些挑战的深入了解是确保工程顺利进行的前提。

4.2.2 解决方案和优化措施

面对各种挑战，工程团队需要制定相应的解决方案和优化措施。这可能包括使用更耐磨的钻头材料、调整钻井液的配方以适应地层特性、采用先进的测井和监控技术来实时监测井眼状况等。通过实际案例的应用，可以总结出在特定条件下最有效的应对策略，为未来类似项目提供指导。

5 经济效益与环境影响评估

5.1 投资与回报分析

5.1.1 项目投资

在薄油层水平井一趟钻技术的应用中，投资是整个工程的首要考虑因素。投资涵盖了诸如钻探设备、人力成本、材料采购等多个方面。通过详细的投资分析，可以确保项目获得足够的财务支持，并为工程的实施提供必要的经济基础。

5.1.2 回报分析

回报分析是评估项目成功程度的重要手段。这不仅包括油田开采的实际产量，还包括技术应用的效益、成本回收时间等因素。通过对投资与回报之间的关系进行深入分析，可以评估薄油层水平井一趟钻技术在经济层面上的可行性，并为决策者提供科学依据。

5.2 生产效率提升

5.2.1 采收率提高

薄油层水平井一趟钻技术的核心目标之一是提高采收率，这是项目取得经济回报的关键因素之一。通过更有效的油藏开发，该技术可以充分利用原本难以到达的油层资源。传统垂直井可能无法有效地开采薄油层中的油，而水平井一趟钻技术通过在地层中水平延伸，最大程度地接触油藏，实现了更高的采收率。这对于提高项目整体的油田开发效益至关重要。该技术的高采收率带来了显著的经济利益，通过更充分地开发薄油层中的油，项目可以在更短的时间内实现投

资回收,提高经济效益。而随着采收率的提高,项目的盈利空间也相应扩大,为未来的油藏开发奠定了更加稳固的基础。

5.2.2 操作周期缩短

水平井一趟钻技术的快速施工和减少井眼建设周期是该技术在生产效率提升方面的重要优势。相较于传统的垂直井,水平井一趟钻技术在单趟操作中完成了钻进和完井,显著减少了整个工程的周期。这对于降低生产操作的时间成本具有明显的优势。缩短操作周期对于项目整体效益至关重要。首先,它意味着更短的投资回收期,投资可以更迅速地转化为经济回报。其次,更短的操作周期也意味着更频繁的生产周期,从而提高了项目的经济效益。最后,通过提高生产效率,项目可以更灵活地应对市场波动和油价波动,降低投资风险,增强项目的竞争力。

5.3 环境友好性评估

5.3.1 土地利用优化

水平井一趟钻技术相较于传统的垂直井钻探,在土地利用方面具有显著的优势。通过在地下水平延伸,该技术减少了地表上的开发区域,从而更好地优化土地利用。这对于保护自然环境,减轻土地开发对生态系统的冲击具有重要意义。传统的垂直井可能需要在地表上占用大面积的土地,而水平井的优化土地利用有助于减少对生态系统的干扰。特别是在环境敏感区域或有限土地资源的地方,水平井一趟钻技术的应用有望减少生态破坏,更好地维护生态平衡。

5.3.2 减少污染和废弃物

水平井一趟钻技术通过更加精确的设计和施工过程,有效减少了钻井过程中可能产生的废弃物和污染。合理选择钻井液和其他化学品,并实施对岩屑的控制,有助于最小化对环境的负面影响。在传统的垂直井钻探中,由于井眼形成和油藏开采的不确定性,常常会产生大量的废弃物和有害物质。而水平井一趟钻技术通过精确的施工,减少了废弃物的产生,通过环保型的钻井液选择和严格的岩屑控制,有效降低了对土壤和水源的污染风险。这有助于提高项目的环境友好性,符合当今社会对可持续发展的要求。

5.3.3 能源效益提高

生产效率的提高和油藏采收率的增加意味着更少的资源浪费和更高的能源利用效率。这对于可持续能源开发和环保目标的实现具有积极的影响。在环境友好性评估中,不仅需要考虑到工程实施过程中对环境的影响,还需要关注生产效率的提升如何促进可持续开发,降低资源消耗和废弃物产生。综合考虑经济效益与环境影响的因素,有助于确保薄油层水平井一趟钻技术在可持续发展的框架内取得最佳平衡。

6 持续改进和未来发展方向

6.1 技术改进

6.1.1 钻井工具的创新

随着科技的不断进步,薄油层水平井一趟钻技术需要不断更新和改进其所使用的钻井工具。创新的钻井工具能够

更好地适应复杂多变的地质条件,提高钻进效率,降低成本,并减轻对地层的影响。例如,采用更耐磨、高强度的材料制造钻头,以延长其使用寿命,并提高在不同岩性中的适应性。

6.1.2 数据采集和监控系统

数据采集和监控系统在水平井一趟钻技术中的作用愈发重要。引入先进的传感器技术、实时数据传输和云计算等技术,可以实现对井下情况的高精度监测和远程控制。这有助于提高工程的透明度,及时发现问题并采取措​​施,最大程度地减小不确定性。同时,通过对采集到的大量数据进行分析,还可以优化钻井设计和工程实施策略,提高整体效益。

6.2 未来发展趋势

6.2.1 新技术的引入

未来,水平井一趟钻技术将面临更多新技术的引入,这涵盖了从机械工具到智能化、自主化的变革。例如,机器学习和人工智能在数据分析和预测中的应用,可以为工程团队提供更准确的决策支持。无人机技术的应用可以实现对井场的全方位监测和勘查,提高了勘探和施工的效率,减少了人员风险。

6.2.2 全球薄油层开发的前景

随着全球对能源需求的不断增长和传统油田的逐渐枯竭,薄油层的开发前景备受瞩目。未来,薄油层水平井一趟钻技术将在全球范围内得到更广泛的应用。尤其是在一些传统开采手段难以满足需求的地区,水平井一趟钻技术将成为提高采收率、延长油田寿命的重要手段。全球范围内的技术交流和经验分享将进一步促进该技术的不断发展。未来发展趋势还可能包括对环保和可持续性的更高要求。随着社会对环境友好性的关注增加,薄油层水平井一趟钻技术将面临更多的压力,要求在开发的同时最大限度地保护生态环境。在持续改进和未来发展方向中,技术改进将成为主要推动力,通过引入新技术和优化现有工具,提高水平井一趟钻技术的适应性、效率和可靠性。同时,未来的发展趋势将受到全球油气市场的变化和对可持续发展的日益强调的影响,因此需要不断调整和优化开发策略。

7 结论

薄油层水平井一趟钻技术作为一项高效、先进的油田开发手段,在薄油层的勘探和开发中展现出巨大的潜力。未来全球薄油层开发的前景看好,尤其在能源需求不断增加、传统油田逐渐枯竭的背景下,该技术将发挥更为重要的作用,有望为全球油田开发提供更为可持续、高效的解决方案。

参考文献

- [1] 鲍伟伟,徐杨,何滔,等.大港油田“一趟钻”轨迹控制技术[J].石化技术,2022,29(12):76-78.
- [2] 吴鹏程,汪瑶,付利,等.深层页岩气水平井“一趟钻”技术探索与实践[J].石油机械,2023,51(8):26-33.
- [3] 陈恩让,陈磊,曹辉.长庆致密气水平井一趟钻钻井液防塌技术研究与应用[J].石油化工应用,2023,42(10):30-33.