

Environmental risks and countermeasures for low permeability oil and gas field development

Xiaodong Ge Qin Zhuo Ye Chen

Technical Monitoring Center, Changqing Oilfield Branch, Xi'an, Shaanxi, 710018, China

Abstract

Due to the unique characteristics of low-permeability oil and gas fields, their development may bring severe environmental risks. The main risks include groundwater contamination, surface facility leaks, and improper wastewater treatment. In response to these risks, this paper proposes a series of strategies. First, advanced drilling techniques and equipment should be used to minimize groundwater pollution as much as possible. Second, maintenance and monitoring of facilities should be strengthened to prevent leakage incidents. Finally, advanced wastewater treatment technologies should be adopted to effectively reduce the impact of wastewater on the environment. The implementation of these strategies can effectively lower the environmental risks associated with the development of low-permeability oil and gas fields, protect the ecological environment, and achieve sustainable development.

Keywords

low permeability oil and gas field; environmental risk; coping strategy

低渗透油气田开发的环境风险及应对策略

革晓东 卓琴 陈焯

长庆油田分公司技术监测中心, 中国·陕西 西安 710018

摘要

由于低渗透油气田的特殊性, 其开发过程中可能带来严重的环境风险。主要风险包括地下水污染、地面设施泄漏及废水处理不当等。针对这些风险, 本文提出了一系列应对策略。首先, 采用先进的钻井工艺和设备, 尽可能减少对地下水的污染。其次, 加强设施的维护和监控, 防止泄漏事故的发生。最后, 采用先进的废水处理技术, 有效地减少废水对环境的影响。以上策略的实施, 可有效降低低渗透油气田开发的环境风险, 保护生态环境, 实现可持续开发。

关键词

低渗透油气田; 环境风险; 应对策略

1 引言

低渗透油气田, 因其储层物性的特殊性, 有着巨大的开发潜力和挑战性。然而, 随着我国对传统油气田的开发日趋深入, 开发过程中的环境风险问题逐渐显现, 主要体现为地下水污染、地面装置泄露以及废水处理不当等, 这些环境风险不仅滋生大面积的生态环境破坏风险, 也会对人类生活产生负面影响。有鉴于此, 探索低渗透油气田开发的环境风险应对策略, 已经确立为当前油气田开发领域关注的焦点。

2 概述

2.1 低渗透油气田的定义及特性

低渗透油气田通常指储层渗透率极低的油气藏, 这一特性使其储层流体流动困难, 开发挑战较大^[1]。一般而言,

低渗透储层的渗透率小于 0.1 毫达西, 因而需要采用特殊的增产措施才能有效开发。其主要特性包括致密的岩石结构和低孔隙度, 这导致流体在储层中的流动受限, 须借助增产技术如压裂或酸化等手段进行开采。低渗透油气田往往分布在复杂的地质构造区, 这进一步增加了开发的难度和成本。

由于这一特殊性, 低渗透油气田在开发过程中面临着更加显著的环境风险。这些风险主要源于开发过程中的技术操作复杂化、设备使用频繁以及产生的废弃物处理问题等。这类油气田通常需要高强度的压裂作业和化学剂使用, 这无疑加剧了潜在的污染风险。例如, 压裂过程中使用大量的水及化学试剂可能导致地下水污染, 尤其在地质分层复杂的区域, 污染路径更加难以预测和控制。大规模设施建设和运行也带来了设备老化、泄漏等问题, 废水处理不到位可能引发二次污染。

2.2 开发低渗透油气田的意义

开发低渗透油气田具有重要的经济和社会意义。在经济层面上, 低渗透油气田通常拥有丰富的油气资源, 通过合

【作者简介】革晓东 (1980-), 男, 中国甘肃天水人, 本科, 工程师, 从事油气田环境保护研究。

理的开发可以显著提高油气产量,从而推动能源供给,支撑经济发展。这些油气田虽然开发难度较高,但随着技术的进步,开发成本逐渐下降,具备较大的经济潜力。低渗透油气田的开发有助于提高能源的自给能力,减少对外能源依赖,增强国家能源安全。从社会层面来看,低渗透油气田的开发能够带动相关产业链的发展,如钻井技术和设备制造、废水处理技术应用等,从而创造就业机会,推动地方经济增长。通过对低渗透油气田的开发,促进了先进技术的应用与研究,这不仅推动了科技进步,也提高了行业整体的可持续发展能力。在环境层面,尽管低渗透油气田的开发存在一定挑战,但通过采取有效环境保护措施,可实现油气资源的合理开发与生态环境的协调发展^[2]。

3 低渗透油气田开发的环境风险

3.1 地下水污染

低渗透油气田开发过程中,地下水污染是一个关键的环境风险。低渗透地层通常具有较低的孔隙度和渗透性,这使得油气开采过程更为复杂和具有挑战性。开发过程中,常见的污染源主要来自钻井液、完井液以及其他化学添加剂。这些物质可能在钻探过程中渗入地下水系统,导致水质的恶化。在低渗透油气田中,由于岩层的天然屏障功能不足,地下水污染的风险可能更高。开采过程中可能会产生裂缝和未预计的泄漏路径,加剧污染的风险。为了降低此类风险,需要对钻井工艺进行严格控制,确保所有操作符合环保标准,并监测地下水质量以便及早发现问题。进一步,技术手段的优化,如使用环保型钻井液以及密闭式井下作业系统,可以在源头上减少对地下水的潜在污染。应加强对潜在污染路径的风险评估和监控,确保水资源的安全,减少环境风险对生态系统的不良影响。

3.2 地面设施泄漏

地面设施泄漏是低渗透油气田开发过程中一个显著的环境风险。由于油气田开发需要建设和维护大量的地面设施,如井口设备、管道和储存装置等,这些设施的恶化或操作不当可能导致泄漏事故的发生。设施泄漏不仅会导致油气资源的浪费,还可能造成土壤污染和空气污染,进而影响周边生态系统和人类健康。设备材料的老化、连接处的松动,以及由于外部条件而导致的设施损坏都是泄漏事故的潜在因素。为了防止地面设施泄漏带来的环境风险,需加强对设施的定期检查和维修,并采用抗腐蚀材料和漏报系统,及时检测和修复可能的泄漏点,从而有效控制泄漏风险。这些措施能够显著减少泄漏事故的发生率,保护环境安全。

3.3 废水处理不当

废水处理不当是低渗透油气田开发中一项重要的环境风险。由于低渗透油气田的特殊结构,在生产过程中产生的大量废水往往含有高浓度的有机物、重金属和其他污染物质。这些废水若未经过充分处理直接排放,可能会对周围土

壤和水体造成严重污染,影响生态系统的平衡和人类健康。不当的废水处理还可能导致资源的浪费和经济损失。必须严格规范废水处理流程,确保处理后污水达到环保排放标准,以降低环境风险。

4 应对策略概述

4.1 先进钻井工艺与设备的应用

在低渗透油气田开发中,先进钻井工艺与设备的应用是减轻环境风险的重要策略之一。该策略通过优化钻井技术来降低对地下水可能造成的污染风险。采用定向钻井和水平钻井等技术,可以最大限度地减少对环境的扰动。使用封闭式泥浆循环系统及环保型钻井液,有效控制钻井过程中切割物和化学物的释放,降低地层污染风险。先进钻井设备的引入,如智能化钻井平台和实时监测系统,不仅提高了钻井效率,也为环境风险的实时监控提供了支持。在钻井过程中,应用具有隔离功能的高性能套管及水泥浆技术,有助于确保钻井过程中地层的完整性,防止污染物渗入地下水系统。

4.2 设施维护与监控加强

设施维护和监控的加强是降低低渗透油气田开发环境风险的重要策略。通过定期检查和维修油气田地面设施,确保设备的正常运行和完好状态,减少因设备故障引发的泄漏事故可能性。采用智能监控系统实时监控设施的运行情况,可以及时发现潜在隐患并迅速采取措施。监控系统应包括传感器和数据分析工具,以便于对温度、压力及流量等关键参数进行实时监控,进而预防泄漏事故的发生。还应建立完善的应急响应机制,以快速高效地处理突发事件。加强员工的培训和演练,提升其应对突发泄漏事故的能力,对于减少环境风险具有重要作用。

4.3 先进废水处理技术的采用

先进废水处理技术在低渗透油气田开发中具有重要作用。通过采用高效的过滤和分离技术,可显著去除废水中的悬浮物及油脂,从而降低对环境的危害。膜技术的应用如反渗透和超滤,无论在去除重金属还是在削减有机污染物方面,均表现出优异效果。生物处理技术在降解有机物和净化水质方面提供了可持续的解决方案,尤其在去除复杂化合物时展现出高效性。将以上各种技术进行组合使用,能够进一步提高废水处理的效率与效果,确保废水符合环保标准,减少对生态环境的影响。

5 应对策略实施效果与评估

5.1 减少地下水污染的成效

采用先进的钻井工艺和设备对减少地下水污染的效果进行了评估^[3]。通过引入高精度定向钻井技术和环保钻井液,有效降低了钻井过程中对地下含水层的干扰和污染风险。这些技术的应用,使得钻井过程更加严谨,减少了钻井液泄漏导致的地下水污染事件的发生。配备了实时监测系统,能够及时检测和潜在的污染源,进一步保障了地下水的安

全。在多个低渗透油气田开发项目中的应用表明,新技术的采用显著减少了因钻井作业导致的地下水污染事件发生率。环境监测数据显示,周边水质指标保持在国家标准范围内,与传统钻井方法相比,污染风险大幅降低。这一成效不仅体现了先进技术对环境保护的积极作用,还为未来类似项目提供了宝贵的技术参考和保障。

5.2 防止地面设施泄漏的措施效果

在低渗透油气田开发的过程中,地面设施泄漏的预防是降低环境风险的关键之一。通过对设施的日常维护及监控措施的加强,有效减少了泄漏事件的发生。具体的维护措施包括定期检查和更换损坏的管道和阀门,使用耐腐蚀材料加强设备的耐久性。采用实时监控对设施进行全天候监测,及时发现和处理潜在的泄漏隐患。应用传感器和自动化技术提高了对异常情况的响应速度。在设施周围设置防护措施,例如防漏池和双层管道,进一步提升了泄漏防护能力。评估结果显示,这些措施显著降低了地面设施的泄漏率,从而保护了周边生态环境,确保油气田的可持续发展。

5.3 废水处理技术提升环境保护的作用

废水处理技术在低渗透油气田开发中的应用有效地提升了环境保护的水平。应用先进的废水处理系统,包括膜过滤和生物处理技术,使得处理后的废水中污染物浓度显著降低,达到环保标准。通过持续监测和实时调整处理工艺,进一步优化废水处理效果,确保废水排放对周围生态环境的影响最小化。针对不同类型油气田的废水特性,技术调整实现了对重金属、化学需氧量和油类物质的高效去除。

6 结论与建议

6.1 研究总结

低渗透油气田的开发面临着诸多环境风险,从地下水污染、地面设施泄漏以及废水处理不当三个方面进行了深入分析,并提出了相应的策略以降低该类风险。低渗透油气田因其特殊性,在开发过程中容易对地下水造成污染,通过应用先进的钻井工艺和设备,可以有效减少污染源对地下水的侵袭。地面设施的安全性至关重要,设施泄漏不仅会直接影响当地生态环境,还可能对人类健康构成威胁,采用先进的维护和监控技术能够显著降低泄漏事故的发生概率。废水处理不当则是另一个重要的环境风险因素,通过先进的废水处理技术,降低废水中有害物质的浓度和排放,实现对环境的更好保护。

实施措施后,研究显示地下水污染风险显著降低,地

面设施泄漏事故几率大幅减少,废水处理技术的提升有效减轻了对环境的不利影响。这些结果表明,通过采用前瞻性技术和强化管理措施,能够在低渗透油气田开发中实现与环境的协调发展。研究成果为进一步优化和完善油气田开发的环境管理体系提供了科学依据,促进了可持续开发理念的实践和推广。

6.2 建议及未来发展方向

在低渗透油气田的环境风险控制中,相关领域的专家需持续探索创新型技术与方法,以提高环境风险管理的整体水平。应加大对新型钻井技术的研发投入,力求创造出更加环保的钻井过程,进一步降低地下水污染的可能性。应推进设施预警监控系统的智能化与自动化,实现对潜在泄漏隐患的持续监测和快速响应,以保障设施运行的安全性和可靠性。在废水处理方面,研究人员需开发更高效、具有成本效益的处理系统,以确保废水能够被合理利用或安全排放,减轻其对生态环境的影响。与此加强多方合作和数据共享机制,以促进跨学科知识的整合,提升油气田开发的生态保护能力与可持续发展水平。

7 结语

本研究深入探讨了低渗透油气田开发过程中所面临的环境风险问题,并对如何有效应对这些风险提出了实用的策略。通过分析和研究,本文指出地下水污染、地面设施泄漏及废水处理不当等问题是低渗透油气田开发过程中的主要环境风险源,并提议采取先进钻井工艺与设备、加强设施维护监控、应用高效废水处理技术等措施,以减轻这些风险带来的不良影响。实施这些策略不仅有利于保护生态环境,也是促进低渗透油气田可持续发展的关键。然而,需认识到虽然本文提出了多项应对策略,实际操作中还存在一定的困难和挑战,如技术应用的可行性、成本控制以及监管制度的完善等。未来的研究需进一步深化对这些问题的探讨,优化策略实施方案,提高其效果的稳定性和持续性。综上所述,低渗透油气田的环境风险管理和应对策略的研究对于实现油气田的安全、高效与环境友好型开发具有重要意义。

参考文献

- [1] 刘斌. 油气田企业直面低油价的对策思考[J]. 天然气技术与经济, 2021, 15(01): 61-67.
- [2] 李秋实, 章瑞, 韩江, 等. 低渗透油气田场站无人值守技术研究[J]. 电子技术与软件工程, 2023, (07): 58-61.
- [3] 张化林. 水平井压裂技术在低渗透油田开发中的研究与应用[J]. 化工设计通讯, 2022, 48(10): 35-37+60.