

# 稠油开发中的井控策略与风险管理研究

王琨

胜利油田滨南采油厂采油管理七区

DOI:10.12238/pe.v2i2.7622

**[摘要]** 本论文全面研究了稠油开发中的井控策略和风险管理。首先,论文详细分析了稠油的特性及其对开采技术的挑战。接着,探讨了优化井控策略的不同方法,包括技术创新和风险评估。此外,通过国内外案例研究,本文展示了井控策略和风险管理在实际稠油开发中的应用及其效果。最后,论文总结了研究成果,并对未来稠油开发的趋势和挑战进行了展望。

**[关键词]** 稠油开发; 井控策略; 风险管理; 技术创新; 案例研究

中图分类号: C936 文献标识码: A

## Study on well control strategy and risk management in heavy oil development

Kun Wang

Binnan Oil Production Plant of Shengli Oil Field

**[Abstract]** This thesis comprehensively studies well control strategies and risk management in heavy oil development. Initially, it delves into the characteristics of heavy oil and the challenges it poses to extraction technologies. Subsequently, it discusses various methods for optimizing well control strategies, including technological innovations and risk assessment. Moreover, through domestic and international case studies, this paper demonstrates the application and effectiveness of well control strategies and risk management in actual heavy oil development. Finally, the study summarizes its findings and provides an outlook on future trends and challenges in heavy oil development.

**[Key words]** Heavy Oil Development; Well Control Strategies; Risk Management; Technological Innovation; Case Studies

## 引言

随着传统石油资源的逐渐枯竭,稠油的重要性日益凸显,尤其是在那些传统石油资源稀缺的地区。对稠油开发中的井控策略和风险管理进行深入研究,对于提升稠油开采效率和确保作业安全至关重要。这项研究不仅有助于理解稠油开采过程中的复杂性,还有助于开发出更有效的井控策略和风险管理方法。这对于石油公司在经济效益、环境保护和社会责任方面都具有重大意义。

## 1 稠油开发技术回顾

### 1.1 稠油的特性及开采难点

稠油是一种高粘度、高密度的原油,其特性使得它在地下的流动性相对较差。由于这些物理特性,稠油的开采比轻质油更具挑战性。稠油的开采难点主要在于其高粘度导致的低自然流动性,需要采用特殊的提取和处理技术来实现商业化开采。

### 1.2 常规与非常规稠油开采技术

稠油开采技术可以分为常规和非常规两大类。常规技术包括使用泵抽和注水法来增加油藏压力,促进油流。非常规技术则包括热力提高采收率(EOR)技术如蒸汽辅助重力泄油(SAGD)、周

期蒸汽刺激(CSS)和热水注入等。这些技术通过加热稠油,降低其粘度,从而提高采收率。

### 1.3 现有井控策略与技术分析

井控策略在稠油开发中扮演着关键角色。有效的井控策略不仅可以提高油井的生产效率,还能确保开采过程的安全性。当前的井控策略主要侧重于优化井间距、控制注入和生产参数,以及实施先进的监测和控制技术。此外,随着技术的进步,一些新兴的井控技术,如智能井技术和自动化控制系统,也开始在稠油开发中得到应用。

## 2 稠油开发中的风险管理

### 2.1 环境风险

在稠油开发过程中,环境风险是一个重要考虑因素。这些风险可能包括对地下水的污染、温室气体排放、生态系统破坏以及土地退化等问题。特别是在采用热力提高采收率(EOR)技术时,可能会产生额外的环境影响,例如大量的能源消耗和碳排放。因此,识别和评估这些环境风险,并采取适当的缓解措施是至关重要的。

## 2.2 操作风险

操作风险涉及到稠油开采的技术和管理层面。这包括设备故障、操作失误、技术不足或者管理不当等方面。例如,在实施SAGD等复杂技术时,不当的操作可能导致严重的井控问题,甚至引发地面沉降和井筒损坏等严重后果。因此,开发有效的操作风险管理策略,如培训员工、采用先进的监控系统和实施严格的操作程序,是确保开采安全的关键。

## 2.3 经济风险

经济风险在稠油开发中同样重要。这些风险可能来自油价波动、开采成本上升、投资回报率低等方面。由于稠油开采和处理成本相对较高,油价的波动可能对项目的经济可行性产生重大影响。因此,进行详尽的经济分析和建立有效的成本控制机制是管理这类风险的关键。

## 2.4 风险评估方法

为有效管理上述风险,采用系统的风险评估方法至关重要。这包括识别潜在的风险因素、评估风险发生的可能性和影响程度,以及制定相应的风险缓解策略。通常,这些方法包括定性和定量的风险评估技术,如故障树分析(FTA)、事件树分析(ETA)和蒙特卡洛模拟等。

## 3 井控策略优化

### 3.1 稠油井控策略概念

在稠油开发中,井控策略是指一系列旨在优化油井性能、提高采收率、降低风险、并确保作业安全的技术和管理措施。这些策略不仅涉及到油井的设计和施工,也包括生产过程中的监测和调整。稠油井控策略的核心目标是在保证经济效益和环境安全的前提下,实现稠油资源的有效开发。

3.1.1 井控策略的关键要素。**井位设计与布局:**考虑到稠油的高粘度特性,井位的设计和布局对提高油井的有效性至关重要。这包括合理确定井间距、井型选择(如水平井或斜井)以及井筒结构等。

**注采平衡:**在稠油开采中,维持合适的注采平衡是提高采收率的关键。这意味着要有效控制注入井和生产井之间的压力平衡,以优化油藏的开发效果。

**热力管理:**对于采用热力提高采收率(EOR)技术的稠油开发项目,热力管理是一个关键因素。合理的热量输入、温度控制和热效率优化对于提高开采效率和降低能耗具有重要意义。

**数据监测与分析:**实时数据监测和分析对于优化井控策略至关重要。这包括采集和分析诸如流量、压力、温度等关键参数,以便及时调整生产策略。

井控策略在稠油开发中扮演着至关重要的角色,它涵盖了从井位设计到生产管理的各个方面。通过优化这些策略,可以显著提高稠油的开采效率和经济性,同时确保环境安全和作业安全。

### 3.2 策略优化方法

为了有效提高稠油开采效率和安全性,策略优化方法在井控策略中扮演着关键角色。以下是几种主要的策略优化方法:

3.2.1 模型模拟与优化。**油藏模拟:**通过建立精确的油藏模型来模拟稠油的流动和热分布特性。这些模型可以帮助理解不同开采参数(如注入率、温度、压力等)对油藏性能的影响。

**优化算法应用:**利用各种算法(如遗传算法、模拟退火等)对井控参数进行优化,以找到最佳的生产策略。

3.2.2 技术创新与应用。**先进井型应用:**例如,使用多分支水平井技术,可以增加井与油藏的接触面积,从而提高采收率。

**智能井技术:**利用智能井技术进行实时数据监控和自动调整,以优化生产过程。

3.2.3 风险管理与决策分析。**风险评估模型:**构建综合风险评估模型,考虑技术、经济和环境风险,以制定更全面的井控策略。

**决策树和蒙特卡洛模拟:**使用决策树和蒙特卡洛模拟来评估不同策略下的预期结果和不确定性。

3.2.4 综合管理策略。**跨学科团队协作:**通过跨学科团队的合作,整合地质、工程、环境和经济等多方面的专业知识,以制定和执行综合的井控策略。

**持续改进与学习:**建立持续改进的机制,利用历史数据和经验进行学习,不断调整和完善井控策略。

通过上述方法的应用,可以有效地优化稠油井控策略,实现更高的资源回收率,降低开发风险,并提高经济效益。这一部分的内容对于理解如何通过各种技术和管理手段提升稠油开采的效率至关重要。

## 4 风险管理方法

### 4.1 风险管理框架构建

在稠油开发项目中,构建一个全面的风险管理框架是确保项目成功的关键。这个框架应当包含风险识别、评估、监控和缓解的各个环节。

4.1.1 风险识别。**系统化的风险识别过程:**这包括对所有潜在的技术、环境、经济和法律风险进行识别。

**利益相关者参与:**积极与项目的各个利益相关者沟通,以识别和理解他们的关切和预期风险。

4.1.2 风险评估。**定性和定量评估方法:**结合使用定性和定量的方法来评估识别出的风险,以确定它们的可能性和潜在影响。

**优先级排序:**根据风险的严重程度和发生可能性,对风险进行排序,以确定哪些风险需要优先关注。

4.1.3 风险监控。**实时监控系统:**建立实时监控系统,以持续追踪风险指标和警报。

**定期评估:**定期重新评估风险,考虑到项目进展和外部环境的变化。

4.1.4 风险缓解。**制定缓解计划:**为高优先级的风险制定详细的缓解计划。

**预案和应急措施:**为可能发生的风险事件准备预案和应急措施。

4.1.5 风险沟通和报告。**透明的沟通机制:**确保项目团队和利益相关者之间有关风险的信息通畅和透明。

定期报告: 定期向管理层和利益相关者报告风险管理的进展和挑战。

构建这样一个全面的风险管理框架,可以帮助项目团队有效识别和应对在稠油开发过程中可能遇到的各种风险,确保项目的顺利进行和成功。

#### 4.2 风险缓解策略

在稠油开发项目中,一旦识别和评估了风险,就需要制定和实施有效的风险缓解策略。这些策略旨在降低风险的可能性或其潜在的负面影响。

#### 4.3 技术风险缓解

先进技术的应用: 利用先进的开采技术和设备来降低操作风险,如使用自动化和遥控操作技术来减少人为错误。

强化技术培训和教育: 确保所有操作人员都接受适当的培训,以熟练掌握使用先进技术和设备的技能。

4.3.1 环境风险缓解。环境影响评估: 在项目启动前进行全面的环境影响评估,以识别潜在的环境风险并制定缓解措施。

实施可持续开发实践: 采取措施减少环境影响,如使用更环保的材料和方法,以及实施有效的废物管理和污染控制策略。

4.3.2 经济风险缓解。成本控制和预算管理: 通过精确的成本控制和预算管理来缓解经济风险。

市场和价格风险管理: 采用金融工具和策略来对冲油价波动带来的风险,如期货和期权合约。

4.3.3 法律和合规风险缓解。合规性审核和监控: 确保所有项目活动都符合相关的法律和监管要求。

法律顾问和咨询: 在关键阶段或面临复杂法律问题时,咨询法律专家的意见和建议。

4.3.4 应急准备和响应计划。建立应急响应计划: 为可能出现的风险事件制定详细的应急响应计划。

定期演练和更新: 定期进行应急响应演练,并根据需要更新应急计划。

通过实施这些风险缓解策略,稠油开发项目可以有效地减轻潜在风险,确保项目的安全、合规和经济可行性。

#### 4.4 安全管理与环境保护措施

安全管理和环境保护是稠油开发项目中不可忽视的重要方面。这些措施旨在保障作业人员的安全,同时减轻对环境的影响。

4.4.1 安全管理措施。安全文化的培养: 建立一个强化安全意识的企业文化,确保每位员工都了解并承担自己的安全责任。

安全规程和标准: 制定严格的安全操作规程和标准,确保所有作业符合最高的安全标准。

安全培训和演练: 定期对员工进行安全培训和应急演练,以提高他们对潜在危险的认识和应对能力。

事故预防和应急响应: 实施有效的事故预防措施,并准备应对可能发生的紧急情况。

4.4.2 环境保护措施。环境风险评估: 在项目的每个阶段进行环境风险评估,以识别和预防潜在的环境问题。

污染防控: 采用先进技术和方法来控制空气、水和土壤污染。

资源和能源效率: 优化资源使用和能源效率,减少废物产生,实施回收和再利用。

生态保护措施: 在开采活动中采取措施保护当地生态系统,包括野生动植物保护和栖息地恢复。

4.4.3 合规性和持续监控。合规性审查: 定期进行合规性审查,确保项目符合所有适用的安全和环境法规。

持续监控和报告: 实施持续的环境和安全监控系统,并定期向管理层和相关利益相关者报告。

通过这些安全管理与环境保护措施,稠油开发项目不仅可以保障人员安全和健康,还可以减少对环境的负面影响,从而促进可持续发展。

### 5 总结

本文综合考察了稠油开发中的井控策略和风险管理。主要成果包括: 稠油特性与开采挑战: 详细分析了稠油的物理特性及其对开采技术和策略带来的挑战。井控策略优化: 探讨了多种井控策略,如先进的井型设计、注采平衡、热力管理等,并强调了技术创新在提高采收率中的重要性。风险管理方法: 阐述了风险管理的全面框架,包括风险识别、评估、监控和缓解策略,特别是在环境保护和安全管理方面。案例研究与实践应用: 通过国内外案例研究,展示了井控策略和风险管理在实际稠油开发中的应用及其效果。

### 参考文献

[1] 贾焱,张倩,胡文昕,等.储层特征参数变化对油藏开发效果的影响[J].石化技术,2022,29(05):142-143+121.

[2] 姚大伟,刘峰.南堡陆地油藏小泵深抽工艺研究与应用[J].石油和化工设备,2022,25(11):108-111.

[3] 马俊杰,范明理,杨敏,等.靖安油田塞528延9油藏开发技术研究[J].石化技术,2016,23(02):211+217.

[4] 杨凯.油气田开发中的油藏工程地质问题分析[J].科技风,2021,(22):129-131.

[5] 解国军,金之钧,肖焕钦,等.成熟探区未发现油藏规模预测[J].石油勘探与开发,2003,(03):16-18.

### 作者简介:

王琨(1987--),女,汉族,山东省济南市商河县人,本科,助理工程师,准备参评中级工程师,研究方向: 采油地面工程。