

石油工程施工中的井下作业修井技术应用研究

刘金鹏

中海油田服务股份有限公司天津分公司 天津 300459

摘要：本文主要探讨了石油工程施工中的井下作业修井技术。首先阐述了井下作业修井技术的定义与范畴及重要性，包括国内外治理技术、动管柱与不动管柱技术等。接着分析了海上油气井开发现状及修井中的主要问题，如井下复杂环境带来的挑战、修井技术与设备局限性、成本控制与效益提升困境。然后提出了优化修井技术的策略，包括技术创新、设备更新与管理、成本控制与效益提升。最后介绍了新修井技术的应用，如气体泄漏分析、管柱泄漏定位和环空带压检测系统开发。

关键词：石油工程施工；井下作业；修井技术

引言：在当今能源需求日益增长的背景下，石油工程施工中的井下作业修井技术至关重要。随着科技的不断进步，海上油气井开发迅速发展，为全球能源供应做出了巨大贡献。然而，修井过程中面临着诸多挑战，尤其是井下复杂环境带来的问题。修井环空带压问题突出，不仅降低油气井安全性、影响正常生产，还增加了作业成本。为解决这些问题，国内外不断探索治理技术，从技术创新、设备更新与管理、成本控制与效益提升等方面着手。本文深入探讨井下作业修井技术的定义与范畴、重要性，分析海上油气井修井中的主要问题，并提出优化策略及介绍新修井技术的应用，旨在为提高石油工程井下作业的效率与安全性，推动行业可持续发展提供有益参考。

1 井下作业修井技术概述

1.1 井下作业修井技术的定义与范畴

井下作业修井技术在石油工程施工中占据着关键地位。其目标明确，即全力维持并恢复油气井的正常生产运行。这一技术的涵盖面极为广泛，从井口一路延伸至井底的每一个环节都在其涉及范围之内^[1]。具体而言，包括对井下管柱如套管、油管、抽油杆等的精心修复与及时更换。一旦套管出现损坏状况，修井技术便会迅速启动，运用专门的特定工具和精湛的工艺进行精准修复或者果断更换，以此来切实确保井内的良好密封性与高度安全性。与此同时，对井壁的加固以及防塌处理也至关重要，能有效防止井壁坍塌而对油气生产造成严重影响。另外，对油层堵塞的疏通和改造也是不可或缺的重要内容，借助各种先进技术手段，着力改善油层的渗透率和流体流动性，从而实现增加油气产量的目标。此外，对井下事故的妥善处理 and 有效预防同样是修井技术肩负的重要任务。

1.2 井下作业的重要性

(1) 修井技术相关技术现状。在石油工程施工中，井下作业修井技术至关重要。国内外对井下作业治理技术不断探索与创新。国外先进技术注重智能化设备的应用及高效工艺的研发。国内则在结合自身地质特点的基础上，积极引进国外先进理念，同时加大自主研发力度。通过不断改进修井技术，提高作业效率与安全性，确保石油资源的稳定开采，为国家能源安全和经济发展提供有力支撑。(2) 修井动管柱修井技术。不动管柱化学治理技术分类及应用，动管柱修井技术在石油工程施工中发挥着重要作用。它可根据不同井下情况，灵活调整管柱位置，进行有效的修井作业。而不动管柱化学治理技术则分为多种类型，如缓蚀剂技术、防垢剂技术等。这些技术在特定情况下应用，能减少对管柱的扰动，降低作业成本。两种技术各有优势，根据实际情况合理选择，可提高修井效率，保障石油工程的顺利进行。

2 海上油气井开发现状及修井中的主要问题

2.1 井下复杂环境带来的挑战。海上油气井开发目前正处于蓬勃发展的快速阶段。随着科技的日新月异，越来越多原本难以触及的海上油气资源得以成功勘探和开发。海上油气井的大力开发，无疑为全球能源供应提供了强有力的支撑，在满足不断增长的能源需求方面发挥着至关重要的作用。然而，在海上油气井修井过程中，确实面临着一系列严峻的主要问题。其中，修井环空带压问题显得尤为突出。修井环空带压会带来诸多不可忽视的危害。(1) 它极大地降低了油气井的安全性^[2]。在高压状态下，井口装置、管柱等关键设备极易受到损坏。一旦压力失控，甚至可能引发井喷等极其严重事故，这无疑对作业人员的生命安全构成了巨大威胁。(2) 环空带压会对油气井的正常生产造成严重影响。压力不稳

定会导致油气产量出现波动,甚至下降,这不仅影响了企业的经济效益,也对能源供应的稳定性产生了不良影响。此外,带压问题还会大幅增加修井作业的难度和成本。为了控制压力,需要采取特殊的措施,这不可避免地延长了作业时间,增加了设备和人力的投入。为了有效解决修井环空带压问题,必须大力加强技术研发。通过不断创新和改进修井技术,提高修井作业的安全性和效率。只有这样,才能确保海上油气井的稳定运行,为全球能源供应做出更大的贡献。同时,也需要加强对井下复杂环境的研究和理解,以便更好地应对各种挑战,保障海上油气井开发的顺利进行。

2.2 海上油气井修井技术与设备的局限性

随着全球对能源需求的不断增长,海上油气井开发正日益受到重视。目前,海上油气井开发取得了显著成就,技术不断创新,油气产量持续提升。然而,在修井过程中也面临着诸多主要问题。修井技术问题引入到环空带压修井治理研究具有重大的目的和意义。(1)环空带压是海上油气井修井中常见且棘手的问题,严重影响油气井的安全稳定运行。通过对修井技术问题的深入研究,可以更好地理解环空带压产生的原因和机制,为制定有效的治理措施提供理论依据。(2)目的在于提高海上油气井的修井效率和质量。精准的修井技术能够快速解决环空带压问题,减少作业时间和成本,保障油气生产的连续性。(3)意义在于增强海上油气井的安全性。环空带压可能引发井喷、爆炸等重大事故,对人员、环境和设备造成巨大危害。通过治理研究,能够降低安全风险,保护作业人员的生命安全和海洋生态环境。最后,有助于推动海上油气井开发技术的进步。在解决环空带压问题的过程中,不断创新和完善修井技术,为未来海上油气资源的高效开发提供技术支持。(4)成本控制与效益提升的困境。海上油气井开发在当前能源需求的推动下不断发展。然而,修井中的主要问题之一是环空带压,给作业带来了诸多挑战,同时也对成本效益产生了重大影响。一方面从成本方面来看,海上环空带压治理修井作业成本较高。首先,海上作业环境复杂,需要专业的设备和技术支持,这本身就增加了投入成本。例如,特殊的防喷设备、高压密封装置等,价格昂贵且维护成本高。其次,由于环空带压的危险性,需要配备专业的作业人员,他们通常需要经过严格的培训和具备丰富的经验,人力成本也相应增加。此外,治理过程中可能需要进行多次尝试和调整,延长了作业时间,进一步增加了成本。另一方面在效益方面,有效的环空带压治理修井作业能带来显著的效益。一方面,成功治理环

空带压问题可以确保油气井的安全稳定运行,避免因压力失控而导致的重大事故,减少经济损失和环境破坏。另一方面,恢复油气井的正常生产,提高油气产量,为企业带来可观的经济效益。同时,及时解决环空带压问题还可以延长油气井的使用寿命,降低后续开发成本。

3 优化石油工程井下作业修井技术的策略

3.1 技术创新与研发策略

在石油工程井下作业中,修井环空带压问题一直是困扰行业发展的难题。为了有效解决这一问题,对修井环空带压地面检测诊断技术进行创新至关重要。(1)在技术创新方面,应加大研发投入,引入先进的传感器技术和数据分析方法。通过安装高精度的压力传感器和流量传感器,实时监测环空带压的变化情况^[3]。利用大数据分析和人工智能算法,对监测数据进行深度挖掘,准确判断环空带压的原因和程度。例如,可以建立环空带压的预测模型,提前预警潜在的问题,为修井作业提供科学依据。(2)对于环空带压地面检测诊断技术的验证,需要进行严格的实验和现场测试。在实验室环境下,模拟各种井下工况,对检测诊断技术的准确性和可靠性进行验证。选择具有代表性的油气井进行现场测试,收集实际数据,不断优化技术参数和算法。通过验证,可以确保技术的实用性和有效性,为大规模推广应用奠定基础。(3)深入探讨生产管柱泄漏机理也是优化修井技术的重要环节。通过对管柱材料、结构和工作环境的分析,研究泄漏的原因和规律。可以采用先进的无损检测技术,如超声波检测、磁粉检测等,对管柱进行全面检测,及时发现潜在的泄漏点。结合环空带压地面检测诊断技术,综合判断管柱泄漏对环空带压的影响,制定针对性的修复措施。总之,通过对修井环空带压地面检测诊断技术的创新、验证和对生产管柱泄漏机理的探讨,可以有效优化石油工程井下作业修井技术,提高作业效率和安全性,为石油行业的可持续发展提供有力支持。

3.2 设备更新与管理策略

(1)设备更新换代。制定合理的设备更新计划,逐步淘汰老化、落后的修井设备,引进先进的、智能化的设备。像购置具有自动化控制系统的修井机、高精度的井下检测设备等,提高修井作业的机械化和自动化水平,降低人工劳动强度,提高作业效率和质量设备管理信息化。利用信息化技术,建立设备管理数据库,对设备的采购、使用、维护、维修等信息进行全面记录和管理。通过数据分析,实现设备的动态管理和优化配置,提高设备的利用率和管理效率。(2)设备操作人员培训。加强对设备操作人员的培训,提高其操作技能和设

备维护能力。定期组织操作人员参加培训课程和技能考核,使其熟悉设备的性能和操作流程,掌握设备的维护保养方法和常见故障排除技巧,确保设备的安全、稳定运行。

3.3 成本控制与效益提升策略

成本控制与效益提升可从以下方面着手。(1)优化修井方案,作业前充分了解油气井情况,制定科学方案,优化工艺和流程,减少不必要环节和浪费,如用先进检测技术准确判断故障,选合适技术工具提高成功率。(2)加强成本管理,健全制度,核算分析成本,严格控制设备租赁、材料采购和人工费用等支出,开展成本效益分析为决策提供依据。(3)提高修井质量和效率,通过技术创新和设备更新缩短作业时间,减少停产损失,提高生产效益,如采用高效技术设备快速完成任务恢复生产能力增加产量。(4)资源综合利用,回收利用修井作业产生的废弃物和剩余材料,如处理回收修井液、修复再利用废旧设备材料,降低成本。

4 石油工程施工中的新修井新技术的应用

4.1 气体泄漏途径分析

在石油工程施工中,了解气体泄漏途径至关重要。气体泄漏可能会对井筒安全造成严重威胁。通过对气体泄漏途径的分析,可以明确潜在的风险点。气体可能会通过井下管柱的裂缝、连接处的密封不良等部位泄漏。此外,地层中的裂缝或孔隙也可能成为气体泄漏的通道。对这些泄漏途径的深入研究,有助于制定针对性的预防和修复措施,为建立井筒安全屏障模型奠定基础。

4.2 井下管柱泄漏定位模型

建立井下管柱泄漏定位模型是新修井技术应用的关键环节。该模型可以准确地确定管柱泄漏的位置,以便及时进行修复。通过收集井下压力、温度等数据,并结合先进的数据分析算法,可以实现对泄漏位置的精准定位。例如,利用压力变化的梯度来判断泄漏点的大致方位,再结合温度分布等信息进行精确确定^[4]。这样的定位

模型能够大大提高修井作业的效率,减少作业时间和成本,同时也能增强井筒的安全性。

4.3 环空带压地面检测诊断系统开发

开发环空带压地面检测诊断系统是保障石油工程施工安全的重要举措。该系统能够实时监测环空带压情况,及时发现潜在的安全隐患。通过安装在地面的传感器,可以采集环空压力、温度等数据,并传输到控制中心进行分析处理。一旦检测到异常情况,系统会发出警报,提醒工作人员采取相应的措施。此外,该系统还可以与井下管柱泄漏定位模型等技术相结合,实现对井筒安全的全面监测和诊断,为石油工程施工提供可靠的技术保障。

结束语

综上所述,石油工程施工中的井下作业修井技术至关重要,尤其是在海上油气井开发中面临诸多挑战。从井下作业修井技术的定义与范畴,到海上油气井开发现状及问题,再到优化策略和新修井技术应用,我们看到了这一领域的复杂性与艰巨性。面对井下复杂环境、技术设备局限性以及成本控制难题,我们需不断创新技术、更新设备、加强管理、优化方案,以提高修井质量和效率,保障油气井安全稳定运行。新修井技术的应用为解决气体泄漏、管柱泄漏定位和环空带压检测等问题提供了有力支持。未来,我们应持续探索和改进,为石油工程的可持续发展和国家能源安全贡献力量。

参考文献

- [1]代成岩.石油工程施工中的井下作业修井技术[J].石化技术,2022,29(04):226-227.
- [2]刘雪薇.石油工程井下作业修井技术现状及工艺优化[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(12):217-218.
- [3]翟昌金.井下作业修井技术新工艺的探讨[J].化工管理,2020(16):203-204.
- [4]张猛,石磊,刘志军,徐晓锋.井下作业修井技术新工艺的探讨[J].化工设计通讯,2020,43(08):249-260.