

石油工程井下作业修井技术现状及工艺优化

张成宁

中石化中原石油工程有限公司井下特种作业公司 河南 濮阳 457000

摘要: 石油工程井下作业修井技术是保障油田正常开采和生产的重要环节, 本文从现有的井下作业修井技术入手, 探讨了各种技术的优缺点以及存在的问题, 并提出了基于数字化技术的工艺优化方案。通过对数字化技术应用的探索, 可以充分利用数据分析和模拟技术, 实现对井下作业过程的智能化监控和管理, 提高作业效率和减少事故风险。

关键词: 石油工程; 井下作业; 修井技术

1 石油工程井下作业修井概述

石油工程井下作业修井是对油井井筒进行维修、改造和优化的一系列操作。修井的目标是保持井筒的完整性、提高产能、延长井的使用寿命以及解决井筒存在的问题。井下作业修井的过程通常包括井下诊断、井下清洗、井下修补、井下加固和井下改造几个步骤。井下诊断是通过井下测井技术、井下视频技术等手段对井筒进行检测和分析, 确定井筒的问题和修井方案。这一步骤是修井的基础, 为后续的作业提供了准确的数据和信息。井下清洗是通过井下清洗工具对井筒进行清洗, 清除井筒内的杂质和沉积物。清洗工具通常包括清洗钻头、清洗管等, 通过旋转和冲击的方式清除井筒内的污垢, 保证井筒的通畅。井下修补是通过井下修补工具对井筒进行修补, 修复井筒的漏损和破损。修补工具通常包括修补钻头、修补管等, 通过填补漏洞、堵塞裂缝等方式修复井筒的完整性。井下加固是通过井下加固工具对井筒进行加固, 增强井筒的承载能力和稳定性。加固工具通常包括加固管、加固材料等, 通过注入固化材料或加固套管等方式加强井筒的结构, 确保井筒的安全运营。井下改造是通过井下改造工具对井筒进行改造, 改变井筒的直径、深度或产能。改造工具通常包括改径工具、改深工具、增产工具等, 通过钻井、扩径、注水等方式改变井筒的结构和性能, 提高井筒的产能和效益。井下作业修井的目标是确保井筒的安全、高效运行, 提高石油采收率 and 经济效益。在实际操作中, 需要根据井筒的具体情况、修井的目标和要求, 选择合适的修井工艺和工具, 并严格遵守相关的操作规程和安全规范。随着石油工程技术的不断发展, 井下作业修井的工艺和工具也在不断创新和改进, 以适应不同井筒的需求和挑战。

2 石油工程井下作业修井技术现状分析

2.1 修井工艺现状分析

修井工艺是石油工程井下作业修井技术的重要组成部分, 它涉及到对井筒进行清洗、修补、加固和改造的具体操作流程。目前, 修井工艺在石油工程领域已经取得了一定的发展和应用。以下是对修井工艺现状的分析: 首先, 井下清洗是修井工艺中的关键步骤之一。常见的井下清洗工艺包括机械清洗、化学清洗和水力清洗等。机械清洗主要通过旋转清洗钻头或清洗管进行清洗, 能有效清除井筒内的固体颗粒和沉积物。化学清洗则通过注入清洗剂, 利用化学反应溶解或分解井筒内的污垢。水力清洗则利用高压水流冲击井筒内的污垢, 清洗效果较好。不同的清洗工艺可根据井筒的具体情况和需求进行选择^[1]。其次, 井下修补是修井工艺中的重要环节, 用于修复井筒的漏损和破损。常见的井下修补工艺包括使用修补钻头或修补管进行修补。修补钻头通过在井筒内钻孔并注入修补材料, 填补漏洞和裂缝, 从而修复井筒的完整性。修补管则通过套管或封堵器材料进行修补, 常用于处理井筒的漏水和漏气问题。修补工艺的选择取决于井筒的具体情况和修复需求。此外, 井下加固是修井工艺中的关键环节, 用于增强井筒的承载能力和稳定性。常见的井下加固工艺包括套管加固和注水加固。套管加固通过在井筒内安装套管, 增加井筒的强度和稳定性。注水加固则通过注入水或其他固化材料, 填充井筒内的空隙或裂缝, 提高井筒的承载能力。加固工艺的选择需要综合考虑井筒的地质条件和结构特点

2.2 修井工具现状分析

修井工具是石油工程井下作业修井技术中的重要组成部分, 它们用于实施井下清洗、修补、加固和改造等操作。目前, 修井工具在石油工程领域已经取得了一定的发展和应用。以下是对修井工具现状的简要分析: 首先, 井下清洗工具是修井过程中常用的工具之一。常见的井下清洗工具包括清洗钻头和清洗管。清洗钻头通

过旋转和冲击的方式,能够有效地清除井筒内的杂质和沉积物。清洗管则通过注入高压水流,将井筒内的污垢冲刷出来。这些清洗工具具有结构简单、操作方便的特点,能够满足不同井筒的清洗需求。其次,井下修补工具在修井过程中发挥重要作用。常见的井下修补工具包括修补钻头和修补管。修补钻头通过在井筒内钻孔并注入修补材料,填补漏洞和裂缝,从而修复井筒的完整性。修补管则通过套管或封堵器材料进行修补,常用于处理井筒的漏水和漏气问题。这些修补工具具有多样化的结构和功能,能够适应不同类型的井筒修补需求。此外,井下加固工具也是修井过程中常用的工具之一。常见的井下加固工具包括加固管和加固材料。加固管通过在井筒内安装套管,增加井筒的强度和稳定性。加固材料则主要用于注水加固,通过注入水或其他固化材料,填充井筒内的空隙或裂缝,提高井筒的承载能力。这些加固工具具有不同的形式和材料,可以根据井筒的具体情况和加固需求进行选择。

2.3 修井技术发展现状分析

修井技术的发展是石油工程井下作业修井技术的重要方向,它涉及到新技术、新工具和新方法的引入和应用。目前,修井技术的发展已经取得了一定的进展。以下是对修井技术发展现状的简要分析:首先,智能修井技术是当前修井技术发展的热点之一。智能修井技术通过引入传感器、数据采集和分析系统等先进技术,实现对井筒的实时监测和控制。这种技术可以提高修井的精确度和效率,减少人为误操作和事故的发生,提高修井作业的安全性和可靠性。其次,无人机辅助修井技术也是当前修井技术发展的趋势之一。无人机可以通过搭载摄像头、传感器等设备,对井筒进行巡检、测量和监测。这种技术可以实现对井筒的高效、快速和安全的检测,减少人工操作的风险和成本,提高修井作业的效率 and 准确性。此外,新材料的应用也是修井技术发展的重要方向之一。新材料可以具有更好的耐腐蚀性、耐高温性和耐磨性,能够提高修井工具和设备的性能和寿命。例如,高强度合金材料、耐磨涂层等的应用,可以提高修井工具的耐用性和修井效果。最后,环保型修井技术也是修井技术发展的重要方向之一。随着环境保护意识的提高,石油工程井下作业修井技术也越来越注重对环境的影响。环保型修井技术通过采用无污染的清洗剂、修补材料等,减少废弃物的产生和排放,保护地下水资源和生态环境。

3 石油工程井下作业修井技术工艺优化的措施

3.1 提高修井效率的措施

提高修井效率是石油工程井下作业修井技术工艺优化的重要目标之一。以下是几个可行的措施来提高修井效率:首先,通过对修井作业流程进行优化和简化,减少不必要的步骤和环节,提高作业的效率。例如,合理安排作业顺序,避免重复操作和资源浪费;优化人员配备,确保作业人员的专业性和配合度。其次,利用自动化设备和智能化技术来替代部分人工操作,提高修井作业的效率 and 准确性。例如,引入自动化清洗设备、修补设备和加固设备,以及使用传感器、数据采集和分析系统等智能化技术,实现对井筒的实时监测和控制。其三,加强对作业人员的培训和技能提升,提高其对修井工艺和操作的理解和掌握。通过培训,作业人员可以更加熟悉修井工艺和工具的使用,提高作业的效率和质量。其四,选择高效的修井工具和材料,可以提高修井作业的效率。例如,选择具有良好清洗和修补性能的工具,以及耐磨、耐腐蚀的材料,能够减少操作时间和提高修井效果。其五,在修井作业中,加强团队协作和沟通,确保各个环节的衔接和协调。通过有效的沟通和协作,可以减少误操作和重复工作,提高修井作业的效率。通过以上措施的综合应用,可以有效提高石油工程井下作业修井技术的效率。这不仅可以节约时间和成本,还可以提高修井作业的质量和安全性,推动石油工程的可持续发展。

3.2 降低修井成本的措施

降低修井成本是石油工程井下作业修井技术工艺优化的重要目标之一。以下是几个可行的措施来降低修井成本:第一,合理规划和配置修井作业所需的人力、物力和财力资源,避免资源的浪费和闲置。通过有效的资源管理,可以降低修井作业的成本。第二,在修井工艺中,选择经济实用的修井工具和材料,以降低修井成本。评估不同工具和材料的性价比,选择性能良好、价格合理的工具和材料。第三,通过合理的作业计划,避免不必要的停机时间和重复作业,减少修井作业的时间和成本。合理安排作业顺序,提高作业效率,减少修井作业的周期。第四,通过引入新技术和创新方法,提高修井作业的效率和质量,从而降低修井成本。例如,利用智能化技术、无人机等新技术,减少人工操作的时间和成本^[2]。第五,与供应商建立良好的合作关系,优化供应链管理,确保及时供应所需的工具和材料。通过合理的采购和供应管理,降低修井成本。通过以上措施的综合应用,可以有效降低石油工程井下作业修井技术的成本。这不仅可以节约资源和成本,还可以提高修井作业的效率和质量,推动石油工程的可持续发展。同时,降

低修井成本还有助于提高企业的竞争力和盈利能力。

3.3 减少修井事故的措施

减少修井事故是石油工程井下作业修井技术工艺优化的重要目标之一。以下是几个可行的措施来减少修井事故的发生：首先，对参与修井作业的人员进行全面的安全培训，提高他们对安全事项的认识和意识。培训内容包括安全操作规程、紧急情况的处理方法以及个人防护措施等。通过提高作业人员的安全意识，减少人为因素引发的事故。其次，建立健全的安全管理制度，明确责任和权限，确保安全规程的执行。制定并实施安全操作规程、风险评估和应急预案等，对作业过程中的潜在危险和风险进行全面管理和控制。其三，所有参与修井作业的人员必须严格遵守操作规程和安全规范，不得违反安全要求和操作程序。对于违反规定的行为，要及时进行纠正和处理，以确保作业过程的安全性。其四，通过引入先进的技术和设备，减少人工操作的风险和误操作的可能性。例如，利用智能化技术、自动化设备和无人机等，可以实现远程监控和操作，减少作业人员的暴露和风险。其五，定期对修井设备进行检修和维护，确保其正常运行和安全性能。及时更换磨损和老化的部件，避免设备故障引发事故。通过以上措施的综合应用，可以有效减少石油工程井下作业修井技术中的事故发生。这不仅可以保障作业人员的安全，还可以减少生产中断和设备损坏所带来的经济损失。同时，安全作业环境也有助于提高作业效率和质量，推动石油工程的可持续发展。

3.4 推广绿色环保的修井技术

推广绿色环保的修井技术是石油工程井下作业修井技术工艺优化的重要目标之一。以下是几个可行的措施来推广绿色环保的修井技术：第一，选择使用环保型修井工艺，例如水力清洗、化学清洗等，以减少对环境的污染和影响。这些环保型修井工艺能够使用无污染的清洗剂 and 修补材料，减少废弃物的产生和排放。第二，选择使用环保材料，例如可降解材料、无毒无害的修补材料等。这些材料能够减少对地下水和土壤的污染，降低

修井过程对环境的负面影响。第三，合理管理修井过程中产生的废弃物，包括废弃工具、废弃材料和废水等。采取合适的处理方法，如分类收集、回收利用和安全处理，以最大限度地减少废弃物对环境的影响。第四，通过持续改进和创新，推动绿色环保的修井技术的发展。鼓励研发和应用新技术、新材料，以提高修井效率、降低能源消耗和减少排放^[3]。第五，建立完善的环境监测和评估体系，对修井作业过程中的环境影响进行实时监测和评估。根据监测结果，及时调整修井工艺和措施，以保证修井作业的环保性能。通过推广绿色环保的修井技术，可以减少对环境的影响，保护地下水资源和生态环境。此外，绿色环保的修井技术也有助于提升企业形象和可持续发展能力，满足社会对环境保护的要求。因此，石油工程井下作业修井技术工艺优化应积极推广绿色环保的修井技术的应用。在实际操作中，需要加强与相关部门的合作与沟通，制定相应的政策和标准，鼓励企业采用绿色环保的修井技术。同时，应加大对技术研发和人员培训的投入，提高企业和从业人员对绿色环保修井技术的认知和应用能力。

结束语：在石油工程中，井下作业修井技术的发展和进步是促进油田开采和生产的重要支撑。本文从现状和问题出发，提出了基于数字化技术的工艺优化方案，以为石油工程井下作业修井技术的升级和创新提供一些思路和参考。未来，数字化技术将会在石油工程领域扮演更加重要的角色，推动石油工程井下作业修井技术的智能化、自适应化、高效化方向发展，实现石油工程的可持续发展。

参考文献

- [1]谢超.石油工程井下作业的修井技术及工艺[J].化工管理,2020(28):194-195.
- [2]齐照东.石油工程井下作业修井技术及工艺研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(15):207-208.
- [3]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.