

# 石油井下修井作业及现场管理的优化

张 军

延长石油股份有限公司定边采油厂东仁沟采油队 陕西榆林 718600

**摘 要：**本文聚焦石油井下修井作业及现场管理的优化。概述修井作业流程与现场管理内容，分析其面临的技术难题、管理困境及外部因素影响。提出作业优化策略，涵盖技术创新应用与流程优化；阐述现场管理优化措施，包括人员、设备物资、安全与质量管理优化。通过系列优化举措，旨在提升修井作业效率与质量，降低安全风险与成本，增强油田开发效益，为石油井下修井领域提供理论与实践参考。

**关键词：**石油井下修井；作业优化；现场管理

## 引言

石油井下修井作业是保障油井正常生产、恢复产能的关键，现场管理则关乎作业安全、质量与效率。当前，石油井下修井作业面临复杂井况、老旧油井修复等技术难题，现场管理存在人员管理难、设备维护不到位、流程协同差等困境，还受自然环境、政策法规、市场等外部因素影响。在此背景下，探究石油井下修井作业及现场管理的优化策略，对提升油田开发效益、保障石油产业稳定发展具有重要意义。

## 一、石油井下修井作业及现场管理概述

### （一）修井作业流程与关键环节

石油井下修井作业是保障油井正常生产、恢复油井产能的核心技术手段，其流程具有系统性和连贯性，需严格遵循规范步骤推进。作业前期需开展全面的油井诊断，通过井温测试、压力监测、产出剖面分析等技术手段，精准判断油井故障类型，如套管损坏、结蜡结垢、储层堵塞等问题。诊断完成后进入施工准备阶段，包括作业方案编制、设备调试、人员配置及安全防护措施落实。核心施工环节涵盖起下管柱、修井液配置与循环、故障修复等操作，如针对套管破损采用补贴或更换技术，针对储层堵塞实施酸化解堵等<sup>[1]</sup>。作业后期需进行产能测试、井筒清理及现场恢复，确保油井产出指标达到预期。关键环节在于故障诊断的精准性、施工过程的技术把控及后期测试的全面性，每个环节的质量直接决定修井作业的整体效果。

### （二）现场管理的重要性与主要内容

石油井下修井作业现场环境错综复杂，不仅有着恶

劣的自然条件，还涉及多个工种的紧密协同作业，从地质勘探人员到机械操作人员，每个环节都紧密相连。同时，高危操作频繁，如动火作业、高空作业等，稍有不慎就可能引发严重后果。现场还运行着众多精密设备，对操作和维护要求极高。在此情形下，现场管理水平的高低直接决定着作业的安全、质量与效率，是修井作业得以顺利推进的关键保障。若缺乏有效的现场管理，安全事故极易发生，给人员生命和财产带来巨大损失；工期也会因各种问题而延误，影响油井的及时复产；成本超支现象更是屡见不鲜，降低作业的经济效益，甚至会对油井的长期生产效益产生负面影响。现场管理的主要内容涵盖多个方面，安全管理聚焦于风险辨识与防控，严格落实动火作业许可、高空作业防护、井控安全等措施，并定期开展安全巡检与应急演练。质量管理围绕施工工序展开，建立“三检制”，对管柱质量、修井液性能、修复精度等进行全程严格检测。进度管理通过制定详细施工计划，明确各工序时间节点，及时协调解决设备故障、人员调配等问题。成本管理则优化物资采购与使用，减少设备闲置与材料浪费，实现作业效益最大化。

## 二、石油井下修井作业及现场管理面临的挑战

### （一）修井作业技术难题

石油井下修井作业面临的技术难题集中体现在复杂井况应对、老旧油井修复及特殊储层作业等方面。随着油田开发进入中后期，大量油井出现套管变形、腐蚀穿孔等问题，部分井段因长期生产导致井斜度超标，增加管柱起下难度，常规修复技术易出现卡钻、漏失等情况。在深层页岩油、致密砂岩油藏修井中，储层敏感性高，

修井液侵入易引发储层伤害，导致产能恢复困难。高含硫、高压油气井作业中，井控风险极高，需精准控制修井液密度，防止井喷、硫化氢泄漏等事故。此外，水平井、定向井等特殊结构井的修井作业，对工具导向精度、轨迹控制要求严苛，现有技术复杂轨迹调整、水平段故障修复方面仍存在局限，且作业效率偏低，难以满足油田高效开发的需求。

## （二）现场管理困境

石油井下修井作业现场管理面临多重困境，首要问题是人员管理难度大。修井作业涉及钻井、地质、机械等多专业人员，部分一线操作人员安全意识薄弱，存在违规操作行为，且人员流动性较强，新员工技能培训周期长，导致操作熟练度参差不齐<sup>[2]</sup>。设备管理方面，修井设备多为大型精密机械，长期在高温、高压、高腐蚀环境下运行，易出现部件磨损、性能下降等问题，部分现场设备维护保养制度落实不到位，故障排查不及时，影响作业连续性。流程协同存在短板，各工序衔接缺乏高效沟通机制，如设备吊装与管柱施工衔接不畅易导致工期延误。现场数据管理滞后，施工过程中的压力、温度等关键数据多依赖人工记录，数据准确性和实时性不足，难以为管理决策提供精准支撑，增加质量管控难度。

## （三）外部因素影响

石油井下修井作业及现场管理受多种外部因素影响，自然环境因素最为突出。在沙漠、戈壁等偏远油田，极端高温、严寒或沙尘暴天气频繁出现，不仅影响人员作业效率，还会导致设备密封性能下降、电路系统故障等问题，迫使作业中断。沿海油田则面临台风、潮汐等影响，增加现场设备固定与人员撤离的难度。政策法规因素也不可忽视，环保法规日益严格，要求修井作业过程中实现修井液零泄漏、固废全回收，需投入额外的环保设备与处理成本，若处理不当易引发环保处罚。市场因素方面，石油价格波动直接影响修井作业的资金投入，价格低迷时油田企业可能缩减修井预算，导致先进设备与技术推广受限。同时，设备与材料供应链稳定性不足，关键配件采购周期延长或价格上涨，会导致作业成本增加、工期延误。

## 三、石油井下修井作业优化策略

### （一）技术创新与应用

技术创新是突破石油井下修井作业技术瓶颈的核心路径，需聚焦复杂井况应对与效率提升，加大先进技术研发与应用力度。在故障诊断环节，推广应用分布式光

纤监测、超声成像测井等技术，实现对井筒缺陷、储层伤害的精准定位与定量分析，为修复方案制定提供数据支撑。针对套管修复难题，引入膨胀管补贴、套管内侧钻等先进技术，膨胀管补贴技术可实现对破损套管的高效修复，且施工周期较传统技术缩短30%以上；套管内侧钻技术能在老旧套管内开辟新井眼，恢复油井产能。在储层保护方面，研发并应用新型低伤害修井液，采用生物降解型处理剂，降低对储层的渗透率伤害。推广智能化修井设备，如遥控操作修井机、自动化管柱处理系统，减少人工干预，提升高压、高风险环境下的作业安全性与效率，推动修井作业向智能化、精准化转型。

### （二）作业流程优化

作业流程优化需以“精简环节、提升协同、缩短周期”为目标，对修井作业全流程进行重构与优化。前期诊断阶段建立“多技术融合”诊断体系，整合测井、试井、动态监测等数据，通过大数据分析实现故障类型的快速判定，将诊断周期从传统的3-5天缩短至1-2天<sup>[3]</sup>。施工准备阶段推行“标准化预制”模式，根据常见故障类型提前预制修井液配方、管柱组合方案及工具配件套装，减少现场准备时间。施工过程中实施“工序并行”管理，在起下管柱的同时开展修井液循环调试、工具检查等辅助工作，消除工序衔接间隙。建立数字化流程管控平台，实时采集施工进度、技术参数等数据，通过平台实现各岗位信息共享与协同调度，及时发现并解决流程瓶颈问题。作业后期优化产能测试流程，采用快速产能评价技术，简化测试步骤，确保油井快速恢复生产，整体将修井作业周期缩短20%以上。

## 四、石油井下修井作业现场管理优化措施

### （一）人员管理优化

人员管理优化是提升团队整体效能的关键，需构建一套科学完备的“培训-考核-激励”一体化体系，以此提升团队专业素养与作业执行力。在培训环节，建立分层级培训机制至关重要。针对新员工，开展为期3个月的系统化培训，培训内容广泛，涵盖安全规范、设备操作、技术工艺等基础知识。为强化实操训练，采用师徒结对模式，让经验丰富的老员工与新员工结成对子，在日常工作中进行一对一指导，帮助新员工快速掌握实际操作技能。对于老员工，定期开展新技术、新设备专项培训，随着行业技术的不断发展，膨胀管修复、智能化设备操作等先进技术逐渐普及，通过专项培训确保老员工紧跟技术前沿，不被时代淘汰。考核制度是保障工作

质量的重要手段，实施严格的考核制度，将安全操作、施工质量、进度完成情况等关键指标纳入绩效考核体系。考核结果与薪酬、晋升直接挂钩，让员工明确工作目标与自身利益的关系。对于违规操作行为，实行“零容忍”处罚，以严肃的纪律规范员工行为。完善激励机制，设立“安全标兵”“技术能手”等荣誉称号，对完成优质作业、提出流程优化建议的人员给予物质与精神双重奖励，激发员工的工作积极性和创造力。建立班组协同机制，明确各岗位职责与协作流程，避免职责不清导致的工作推诿。定期开展班组技能竞赛与团队建设活动，增强团队成员之间的沟通与协作，提升团队凝聚力，减少因人员配合不当导致的作业问题。

### （二）设备与物资管理优化

设备与物资管理优化对于保障作业顺利进行、降低成本具有重要意义，需围绕“保障完好、精准调配、降低损耗”目标，建立全生命周期管理体系。在设备管理方面，制定详细的维护保养计划是基础。按日、周、月对修井机、井口装置、循环系统等关键设备进行巡检与保养，详细记录设备运行参数与维护情况。通过大数据分析技术，对设备运行数据进行深度挖掘，预判设备故障风险，实现预防性维护，避免设备突发故障影响作业进度。建立设备数字化台账，实时更新设备型号、使用年限、维修记录等信息，利用信息化手段确保设备调配精准高效，提高设备利用率。物资管理方面，推行“定额管理+动态库存”模式。根据作业量科学核定修井液材料、管柱配件等物资的消耗定额，避免过度采购造成资金浪费和库存积压。搭建物资管理信息平台，实时监控库存数量，当物资低于预警值时自动触发采购提醒，保障物资供应的及时性。优化物资存储管理，根据物资特性进行分区存放，对易燃易爆、腐蚀性物资采取专项防护措施，如设置专门的存储区域、配备防火防爆设施等，减少物资损耗。建立废旧物资回收利用机制，对废旧管柱、配件进行修复处理，经过专业检测和修复后重新投入使用，降低采购成本，实现资源的循环利用。

### （三）安全与质量管理强化

安全与质量管理是现场管理的核心，直接关系到作业的成败和人员的生命安全，需构建“风险前置防控、质量全程追溯”的管理体系。在安全管理方面，开展全员风险辨识培训是首要任务。针对动火、高空、井控等高危作业，提前制定专项风险防控方案，详细分析作业

过程中可能存在的风险点，并制定相应的防范措施。作业前进行安全技术交底，让每一位参与作业的人员清楚了解作业风险和安全要求。推行“网格化安全管理”，将现场划分为多个责任区域，明确每个区域的安全责任人，实行每2小时一次的巡检制度，及时发现并消除安全隐患。完善应急管理体系，配备足额应急设备与物资，如灭火器、急救箱等，定期开展井喷、火灾、硫化氢泄漏等场景的应急演练，提高员工在紧急情况下的应急处置能力，确保在事故发生时能够迅速、有效地进行应对<sup>[4]</sup>。质量管理方面，建立“工序质量标准库”，明确各施工环节的质量要求与检测方法，为质量控制提供明确的标准依据。实行“自检、互检、专检”三检制，每个工序完成后，先由施工人员自行检查，然后相邻工序之间进行互检，最后由专业质检人员进行专检，只有经检测合格的工序方可进入下一环节，确保每一道工序的质量都符合要求。定期开展质量复盘会议，对近期出现的质量问题进行深入分析，找出问题成因，制定针对性的改进措施，形成质量提升闭环，不断提高作业质量水平。

### 结束语

石油井下修井作业及现场管理的优化是一项长期且系统的工程。通过技术创新应用、作业流程优化，以及人员、设备物资、安全与质量管理的全方位优化，能有效提升修井作业效率与质量，降低安全风险与成本。未来，随着石油行业不断发展，需持续探索更先进的优化策略，以适应复杂多变的作业环境，推动石油井下修井作业及现场管理迈向更高水平，为石油产业的可持续发展提供坚实支撑。

### 参考文献

- [1] 马小刚.石油井下修井作业及现场管理的优化[J].化工设计通讯, 2021, 47(2): 9-10.
- [2] 肖寒.石油井下修井作业管理措施及修井技术优化研究[J].中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(15): 60-61.
- [3] 范釜源.石油井下修井作业管理及修井技术探究[J].石化技术, 2023, 30(03): 265-267.
- [4] 周阳.石油井下修井作业管理措施及修井技术优化分析[J].中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(03): 71-72.