

# 钻井工程中如何提高钻井效率

任庆访

中石化中原石油工程有限公司西南钻井分公司 四川 成都 610000

**摘要:** 随着油气资源需求持续攀升, 钻井工程在能源开发领域的地位愈发关键。本文聚焦钻井工程中提高钻井效率这一核心问题。首先对钻井效率相关理论进行概述, 接着从地质条件、钻井技术与设备、钻井参数、人员和管理、环境与经济因素等多方面深入分析影响钻井效率的因素。随后, 从技术路径层面探讨包括钻井参数动态优化、新型技术应用、钻井液体系创新及随钻监测与数据分析等提高效率的方法。最后, 提出完善管理体系、加强人员培训、优化供应链、推进环保协同及强化技术研发与成果转化等有效措施, 为提升钻井工程效率提供全面参考。

**关键词:** 钻井工程; 钻井效率; 影响因素; 提升路径

引言: 在能源需求持续增长与油气资源开发竞争日益激烈的当下, 钻井工程作为油气勘探开发的关键环节, 其效率高低直接关乎项目的经济效益与能源供应的稳定性。提高钻井效率, 不仅能够缩短钻井周期、降低开发成本, 还能提升油气产量, 增强企业在市场中的竞争力。然而, 钻井工程涉及众多复杂因素, 受地质条件、技术设备、人员管理等多方面制约。深入剖析影响钻井效率的因素, 探寻切实可行的提高效率路径与措施, 对于推动钻井工程技术的进步以及油气行业的可持续发展具有重要意义。

## 1 钻井效率相关理论概述

钻井效率是衡量钻井工程在经济与技术层面综合表现的关键指标, 它反映了单位时间内完成钻井工作的有效程度, 通常以单位进尺成本、机械钻速、建井周期等参数来量化评估。从经济角度看, 钻井效率关乎成本效益。较低的单位进尺成本意味着在相同资源投入下, 能钻达更深或更复杂的井段, 获取更多油气资源, 提升项目整体经济效益。这要求在钻井过程中, 合理控制设备购置、维护、人员薪酬以及钻井液等材料消耗等各项成本。技术层面, 机械钻速是衡量钻井效率的直接指标, 它取决于钻头类型、钻压、转速、钻井液性能以及地层特性等多种因素。先进的钻头设计, 如个性化定制的PDC钻头, 能更好地适应不同地层, 提高破岩效率; 合理的钻压与转速匹配, 可充分发挥钻头性能, 实现快速钻进。此外, 建井周期体现了钻井工程从开钻到完井的整体效率。缩短建井周期不仅能减少设备闲置时间, 降低人员长期作业成本, 还能加快油气田的开发速度, 使油气资源更早投入生产<sup>[1]</sup>。

## 2 影响钻井效率的因素分析

### 2.1 地质条件

地质条件对钻井效率影响显著。不同地层岩性差异大, 如软地层易钻进, 但可能存在井壁坍塌风险; 硬地层则钻速慢, 钻头磨损严重。地层倾角和断层也会干扰钻井, 倾角大使钻头易偏离设计轨迹, 断层处岩石破碎, 易引发卡钻等事故。此外, 地层压力系统复杂, 高压地层需特殊钻井液密度维持井内压力平衡, 防止井涌、井喷, 低压地层又易导致钻井液漏失, 这些都增加了钻井难度, 降低了钻井效率。

### 2.2 钻井技术与设备

先进的钻井技术是提高效率的关键。如旋转导向钻井技术, 能实时调整钻头方向, 精准控制井眼轨迹, 减少起下钻次数。而设备性能也至关重要, 高性能钻机动力强劲、运转稳定, 可提高钻进速度; 先进的钻头材质和设计, 能增强破岩能力, 延长使用寿命。但若技术落后、设备老化, 不仅钻速慢, 还易出现故障, 导致停钻维修, 严重影响钻井进度, 降低整体钻井效率。

### 2.3 钻井参数

钻井参数涵盖钻压、转速、排量等, 合理设置对效率影响巨大。钻压过大, 虽能增加破岩力, 但易使钻头过早磨损, 还可能引发井下复杂情况; 钻压过小, 则破岩效率低。转速同样需适配, 过高可能使钻头振动剧烈, 降低钻进质量。排量影响钻井液携带岩屑能力, 排量不足, 岩屑沉积, 造成重复破碎, 影响钻速; 排量过大, 又会对井壁造成冲蚀。所以, 精准优化钻井参数才能提升钻井效率。

### 2.4 人员和管理

人员素质与管理水平深刻影响钻井效率。经验丰富、技术熟练的钻井工人能熟练操作设备, 及时处理突发问题, 减少非生产时间。而管理人员若具备科学规划与调度能力, 可合理安排工序, 使各环节紧密衔接。反

之, 人员操作不熟练, 易出现误操作导致设备损坏或事故; 管理混乱, 会造成资源浪费、工序冲突, 使钻井作业无法高效有序进行, 进而降低钻井效率。

### 2.5 环境与经济因素

环境方面, 恶劣天气如暴雨、大风会影响钻井设备正常运行, 增加作业难度和安全风险, 导致停工。经济因素中, 资金是否充足影响设备购置、技术引进和人员培训。若资金短缺, 可能无法及时更新老化设备、采用先进技术, 限制钻井效率提升。同时, 原材料价格上涨会使钻井成本增加, 为控制成本可能减少必要投入, 影响钻井质量和进度, 综合作用下对钻井效率产生不利影响<sup>[2]</sup>。

## 3 提高钻井效率的技术路径

### 3.1 钻井参数动态优化技术

钻井参数动态优化技术旨在依据实时钻井工况, 动态调整钻压、转速、排量等关键参数, 以实现钻井效率最大化。该技术借助先进的传感器与数据分析系统, 实时采集钻井过程中的各类数据, 如扭矩、钻速、井底压力等。通过对这些数据的深度分析, 精准判断当前钻井状态, 进而自动调整参数。例如, 当地层硬度发生变化时, 系统能迅速感知并调整钻压和转速, 确保钻头始终处于最佳工作状态。与传统固定参数钻井相比, 动态优化可避免因参数不合理导致的钻速下降、钻头磨损加剧等问题, 有效提高机械钻速, 缩短钻井周期。同时, 还能降低非生产时间, 减少能源消耗和设备损耗, 在提升钻井效率的同时, 实现经济效益与环保效益的双赢。

### 3.2 新型钻井技术应用

新型钻井技术不断涌现, 为提高钻井效率提供了强大动力。激光钻井技术利用高能激光束瞬间熔化或气化岩石, 突破了传统机械钻井的局限, 尤其适用于硬地层和复杂结构地层, 大幅提高钻进速度。等离子钻井技术通过产生高温等离子体, 使岩石局部熔化并迅速冷却破碎, 具有高效、环保的特点。此外, 连续管钻井技术采用连续管代替常规钻杆, 减少了起下钻次数, 提高了作业效率, 尤其适用于侧钻、修井等作业。这些新型钻井技术的应用, 不仅改变了传统钻井模式, 还拓展了钻井的应用范围, 为在复杂地质条件下高效钻井提供了可能。

### 3.3 钻井液体系创新

钻井液体系创新对提高钻井效率至关重要。新型钻井液通过优化配方和性能, 能够更好地适应不同地层条件。高性能水基钻井液具有良好的抑制性、润滑性和携岩能力, 可有效防止井壁坍塌, 减少卡钻等事故的发生, 同时降低对环境的污染。合成基钻井液则结合了油基钻井液的优良性能和水基钻井液的环保优势, 在高温

高压条件下仍能保持稳定的性能, 提高钻井速度。此外, 智能钻井液可根据地层压力、温度等参数的变化自动调整性能, 实现钻井液的精准控制, 进一步提高钻井效率和安全性, 为高效钻井提供有力保障。

### 3.4 随钻监测与数据分析技术

随钻监测与数据分析技术是提高钻井效率的重要支撑。随钻测量系统能够实时获取井下钻头的位置、方向、地层参数等信息, 并将数据及时传输到地面。通过对这些数据的分析, 钻井工程师可以及时了解钻井进程和地层情况, 做出科学合理的决策。例如, 根据随钻测量的地层岩性数据, 调整钻井参数和钻头类型, 提高钻进效率。同时, 数据分析技术还可以对钻井过程中的异常情况进行预警, 如井涌、井漏等, 提前采取措施避免事故的发生。随钻监测与数据分析技术的结合, 实现了钻井过程的可视化、智能化管理, 为提高钻井效率提供了精准的数据支持和决策依据<sup>[3]</sup>。

## 4 提高钻井工程效率的有效措施

### 4.1 完善钻井工程管理体系

完善钻井工程管理体系是提升钻井效率的关键所在。从制度层面看, 需构建全面且细致的管理制度, 涵盖人员管理、设备管理、安全管理等各个方面。明确人员准入标准与培训要求, 保证工作人员具备相应技能与知识, 减少操作失误。针对设备管理, 制定严格的采购、使用、维护与报废流程, 确保设备始终处于良好运行状态, 降低因设备故障导致的停工时间。在流程优化上, 梳理钻井工程各环节, 去除繁琐、不必要的步骤, 实现流程的标准化与简洁化。利用信息化手段, 搭建实时沟通平台, 使各方能及时获取工程进展、问题反馈等信息, 快速做出决策与调整, 提升整体响应速度, 进而有效提高钻井工程的运行效率。

### 4.2 加强钻井作业人员培训与技能提升

加强钻井作业人员培训与技能提升, 是提高钻井工程效率的重要举措。在培训内容上, 应全面且有针对性。涵盖钻井理论知识, 如地质学、钻井工艺原理等, 让作业人员深入了解钻井基础, 为实际操作提供理论支撑。同时, 强化实践技能培训, 包括设备操作、故障排除等, 通过模拟真实钻井场景, 使人员熟练掌握各类设备的使用方法, 提升应对突发状况的能力。培训方式要多样化, 采用课堂讲授、现场实操、案例分析相结合的模式。邀请行业专家进行授课, 分享前沿技术与经验; 组织实地演练, 让人员在实践中积累经验; 此外, 建立长效的技能提升机制, 鼓励作业人员自主学习与深造, 为其提供学习资源和时间支持。定期开展技能考核与竞

赛，激发人员的学习积极性与竞争意识，对表现优秀者给予奖励，形成良好的学习氛围，从而不断提升作业人员的整体素质与技能水平，为钻井工程高效开展提供人力保障。

#### 4.3 优化钻井供应链与后勤保障

优化钻井供应链与后勤保障对提升钻井工程效率意义重大。在供应链方面，需构建稳定、高效的物资供应体系。与优质供应商建立长期合作关系，确保钻井设备、钻头、钻井液等关键物资的质量可靠、供应及时。通过信息化手段，实现物资需求的精准预测与库存的动态管理，避免物资积压或缺货情况的发生。同时，优化物流配送环节，合理规划运输路线与方式，降低运输成本与时间，保障物资快速送达钻井现场。后勤保障上，要提供全方位、精细化的服务。加强生活设施建设，为作业人员创造舒适的工作与生活环境，提高其工作积极性与归属感。完善医疗急救体系，配备专业医疗人员与设备，应对突发伤病情况。此外，建立高效的应急保障机制，针对恶劣天气、设备故障等突发状况，制定详细的应急预案，确保在第一时间采取有效措施，减少对钻井工程进度的影响，保障钻井作业的连续性与高效性。

#### 4.4 推进钻井工程与环保协同发展

推进钻井工程与环保协同发展，是提升钻井工程综合效益与可持续性的必然要求。在钻井设计阶段，应充分考虑环保因素，进行环境影响评估，依据评估结果优化钻井方案，尽量减少对周边生态环境的影响。例如，合理规划井位，避开生态敏感区域，降低对野生动植物栖息地的破坏。施工过程中，严格落实环保措施。采用环保型钻井液，减少对土壤和水源的污染；控制钻井废弃物的排放，对产生的岩屑、废水等进行分类收集与处理，实现达标排放或资源化利用。同时，加强噪声与粉尘控制，采用降噪设备与防尘措施，降低对周边居民生活的影响。此外，建立环境监测体系，实时监控钻井过程中的环境指标，一旦发现异常及时采取措施。加强对

作业人员的环保培训，提高其环保意识与操作技能。

#### 4.5 加强钻井技术研发与成果转化

加强钻井技术研发与成果转化，是提升钻井工程效率、增强行业竞争力的关键路径。在技术研发方面，应加大资金投入，鼓励科研机构与企业合作，聚焦行业前沿与痛点问题展开攻关。针对复杂地质条件，研发高效破岩工具与钻井工艺，提高钻进速度与成功率；探索智能化钻井技术，利用大数据、人工智能实现钻井过程的精准控制与自主决策，降低人为因素干扰。同时，注重环保型钻井技术的研发，减少对环境的负面影响。成果转化环节，需建立高效的转化机制。搭建产学研用深度融合的平台，促进科研成果与实际生产紧密对接。简化成果转化的审批流程，提供政策支持与资金扶持，降低转化成本与风险。加强对转化成果的跟踪评估，及时反馈问题并优化改进<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

在钻井工程领域，提高钻井效率是一项系统且持续的工程。从完善管理体系以保障有序运作，到强化人员培训提升作业能力；从优化供应链与后勤保障提供坚实支撑，到推动与环保协同发展实现可持续作业；再到加强技术研发与成果转化注入创新动力，各个环节紧密相连、缺一不可。未来，随着科技的不断进步与行业的持续发展，我们需持续探索创新，将更多先进理念与技术融入钻井工程。

#### 参考文献

- [1]束文生.钻井工程中如何提高钻井效率[J].中国化工贸易,2022(5):204-204.
- [2]秦凤彪.钻井工程中如何提高钻井效率[J].化工管理,2022(9):87.
- [3]吴臣.钻井工程中如何提高钻井效率[J].化工管理,2021(29):102-103.
- [4]韩洪涛.浅析钻井工程中如何提高钻井效率[J].中国石油石化,2021(z1):243-243.