

油田钻井工程安全管理措施及经济效益

童楚涵 段光亮 (延长油田股份有限公司, 陕西 延安 716000)

摘要: 油田钻井工程具有高风险、高投入的行业特征, 安全管理是工程顺利推进与效益实现的核心前提。本文聚焦油田钻井工程实际作业场景, 先识别设备设施、井下工况、人员操作及外部环境四类核心安全风险, 再从风险分级防控、设备全生命周期管控、人员能力培育、智能化监测应急四个维度提出系统化安全管理措施, 进而分析安全管理对成本优化、生产效率提升及长期品牌价值的转化效应。研究表明, 科学的安全管理体系可实现钻井工程安全与效益的协同发展, 为油田钻井工程高质量推进提供实践参考。

关键词: 油田钻井工程; 安全风险识别; 安全管理措施; 经济效益; 协同发展

中图分类号: TE28 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 006-0058-03

Safety management measures and economic benefits of oilfield drilling projects

Tong Chuhan, Duan Guangliang (Yanchang Oilfield Co., Ltd., Yan' an Shaanxi 716000, China)

Abstract: Oilfield drilling projects involve high risk and investment, with safety management as the core for smooth progress and benefits. Focusing on practical scenarios, this paper identifies four core safety risks: equipment, underground conditions, personnel operation and external environment, and proposes systematic safety management measures in four aspects: risk classification control, equipment life cycle management, personnel capacity development, and intelligent monitoring & emergency response. It analyzes the effects of safety management on cost optimization, production efficiency and brand value improvement. Research shows that a scientific safety management system achieves coordinated safety and efficiency in drilling projects, providing practical references for high-quality oilfield drilling development.

Keywords: oilfield drilling engineering; safety risk identification; safety management measures; economic benefits; coordinated development

油田钻井工程是油气资源开发的核心环节, 作业环境复杂、工艺链条长, 兼具高风险、高投入与高技术密集的行业属性, 安全管理水平直接决定工程成败与效益高低。当前, 油气行业对钻井工程的安全标准与效益要求持续提升, 传统管理模式已难以适配智能化、精细化发展需求。本文立足油田钻井工程现场实践, 摒弃纯理论探讨, 以风险识别为切入点, 系统梳理作业中的核心安全隐患, 针对性提出系统化管理措施, 并深入剖析安全管理与经济效益的内在关联, 旨在为推动油田钻井工程安全与效益的协同提升、实现行业高质量发展提供切实可行的实践路径。

1 油田钻井工程核心安全风险识别

1.1 作业现场设备设施安全风险

油田钻井工程依赖大型成套设备作业, 设备设施安全状态是现场作业的基础, 潜在风险覆盖选型、安装、运行及维护全流程。钻井平台、钻机、泥浆泵等核心设备长期处于高负荷、强振动工况, 易出现零部件磨损、密封失效、管线老化等问题, 若检测维护不及时, 极易引发设备故障甚至停机。井口装置作为井下与地面的关键连接节点, 防喷器、节流压井管汇等部件的密封性与操作可靠性不足, 是井喷、井漏等重大事故的重要诱因^[1]。同时, 钻井现场潮湿、多尘、易燃易爆的环境, 易导致电气设备短路、漏电, 不仅

影响设备运行, 还可能引发火灾、爆炸等次生灾害, 对人员生命和设备财产安全构成双重威胁。

1.2 井下复杂工况衍生安全风险

井下作业环境具有不可见性与多变性, 复杂工况是钻井工程的核心安全隐患。钻井过程中, 地层压力预测偏差易引发井涌、井喷事故, 地层岩性不确定性则可能导致卡钻、埋钻、断钻具等问题, 增加施工难度的同时, 造成钻具损坏、工期延长等损失。泥浆性能与地层条件不匹配, 会引发井壁失稳、坍塌及井下漏失, 若处置不及时可能导致井筒报废。此外, 深井、超深井钻井中的高温、高压环境, 会加剧钻具疲劳损耗, 提升井下工具失效概率, 同时对钻井液抗温、抗盐性能提出更高要求, 进一步放大井下作业风险, 严重制约钻井工程安全推进。

1.3 现场人员操作与管理安全风险

人员是钻井作业的核心主体, 操作行为与管理水平直接决定现场安全态势, 风险集中体现在操作与管理两大维度。操作层面, 部分作业人员安全意识淡薄、专业技能不足, 在设备操作、工况处理中易出现违规操作、误操作, 如防喷器操作不规范、井下工况判断失误等, 是引发安全事故的主要人为诱因。管理层面, 现场安全管理体系不完善, 存在安全责任落实不到位、监管缺位、培训流于形式等问题, 无法对操作行为形

成有效约束。同时,钻井作业劳动强度大、作业时间长,人员易疲劳作业、注意力不集中,进一步降低操作准确性,为安全事故的发生埋下重大隐患。

1.4 外部环境因素诱发安全风险

油田钻井现场多位于偏远区域,自然与社会环境的不确定性带来的安全风险不容忽视。自然环境方面,台风、暴雨、暴雪、沙尘暴等极端天气,会破坏钻井设备稳定性,强风可能导致平台倾斜、设备倒塌,暴雨易引发场地积水、泥石流,直接威胁人员与设备安全^[2]。高温、严寒气候不仅影响作业人员身体状态与操作效率,还会加速设备部件老化,降低运行可靠性。社会环境方面,现场周边交通、通讯条件受限,易导致应急救援物资运输、信息传递延迟,延误事故处置时机。此外,现场治安管理、周边群众协调不当引发的外部干扰,会破坏正常作业秩序,间接增加现场安全风险隐患。

2 油田钻井工程系统化安全管理措施

2.1 风险分级防控与隐患闭环治理

构建油田钻井工程风险分级防控体系,是实现安全管理前置化的核心举措。结合作业区域、井型特点及施工工艺,采用定量与定性结合的方法,对设备、井下、人员及环境风险开展分级评估,划分重大、较大、一般和低风险等级,制定差异化防控策略。针对重大风险点设立专项管控方案,明确责任主体与管控频次,安排专人驻场监督;对一般风险实施常态化监控,纳入日常巡查清单。同时,建立隐患闭环治理机制,通过现场巡查、智能监测、第三方排查等多渠道收集隐患信息,对发现的问题逐一登记建档,制定“一患一策”整改措施,明确整改时限与责任人员,整改完成后严格开展验收复核,实现“排查-登记-整改-验收-销号”全流程闭环管理,从源头遏制安全事故的发生,推动安全管理从被动处置向主动预防转变。

2.2 设备全生命周期安全管控

实施设备全生命周期安全管控,是保障钻井设备稳定运行的关键手段。在设备选型阶段,严格依据钻

井工程技术要求与安全标准,筛选具备防爆、抗振等性能的可靠设备,杜绝不合格设备入场。安装调试阶段,安排专业技术人员全程监督,严格执行安装规范,完成后开展全面性能检测与压力试验,确保设备达标运行。运行阶段,建立设备常态化巡检与定期维护制度,利用物联网技术与传感器实时监测设备运行参数,及时发现零部件磨损、性能衰减等潜在问题并处置,同时结合设备运行数据预判故障趋势,提前安排预防性维护^[3]。设备报废阶段,严格执行报废标准,对老旧、故障无法修复的设备及时淘汰,同时做好设备拆解、回收的安全防护,避免废油、残料污染环境,实现设备安全管理的全流程覆盖,最大限度延长设备使用寿命、降低故障风险。

2.3 人员安全能力培育与行为规范

强化人员安全能力培育与行为规范,是消除人为安全隐患的核心途径。构建分层分类的安全培训体系,针对管理人员、操作岗人员制定差异化培训内容,涵盖安全法律法规、岗位安全技能、应急处置流程等,采用理论授课、现场实操、案例警示、VR模拟等多元形式,提升培训实效性,确保作业人员持证上岗、规范操作^[4]。建立人员安全行为考核机制,通过现场视频监控、作业记录核查、班组互检等方式实时监督操作行为,对违规操作严肃追责问责,并将安全行为表现与绩效考核、岗位晋升直接挂钩。同时,加强现场安全文化建设,通过安全宣讲、技能竞赛、安全标兵评选等活动增强人员安全意识,引导形成“人人讲安全、事事讲规范”的作业习惯,从意识与行为层面筑牢安全防线。

2.4 智能化安全监测与应急处置

依托智能化技术提升安全监测与应急处置能力,是钻井工程安全管理的重要发展方向。搭建钻井工程智能化安全监测平台,整合井口压力、设备运行、环境参数等多维度监测数据,通过大数据分析 with 人工智能算法,实现对井涌、设备故障等安全隐患的实时预警、智能研判,为现场处置提供数据支撑。结合钻井

表1 智能化安全监测系统应用效果对比

监测指标	传统人工监测	智能化监测系统
隐患识别平均时间	45min	3min
事故响应启动时间	30min	2min
数据传输延迟率	12%	0.5%
隐患漏检率	8%	0.8%

工程常见事故类型制定针对性应急救援预案,明确应急组织机构、处置流程及物资调配方案,定期组织应急演练提升人员协同处置能力。智能化监测设备的应用可显著缩短隐患识别与事故响应时间,具体效果见表1。配备智能化应急救援设备,进一步压缩事故处置周期,最大限度降低人员伤亡与财产损失。

3 油田钻井工程安全管理经济效益转化

3.1 安全管理对作业成本的优化效应

安全管理体的落地实施,可从源头减少事故引发的直接与间接成本,实现钻井作业成本的精细化优化。直接成本层面,通过风险防控与隐患治理,能够降低设备故障维修、事故抢险救援等突发性支出,避免因设备损坏、井筒报废造成的资产损失。间接成本层面,有效的安全管理可减少因安全事故导致的工期延误,避免停工整改带来的生产效率损失,同时降低事故引发的环境治理、赔偿补偿等后续成本。此外,常态化的安全维护与设备管控,能延长设备使用寿命,减少设备更新换代的资金投入,通过全流程成本管控,将安全管理的投入转化为成本节约的实际效益,实现钻井工程成本结构的优化升级^[5]。

3.2 安全保障下的生产效率提升路径

稳定的安全环境是钻井工程生产效率提升的核心保障,科学的安全管理能够通过多重路径推动作业效率提升。一方面,安全管理措施的落实可减少设备故障、井下事故等突发情况,保障钻井施工的连续性,避免因停工处置问题造成的工期浪费,稳步提升钻井进尺效率。另一方面,人员安全技能与操作规范性的提升,能减少人为失误导致的施工返工,优化作业流程衔接,提升各工序的作业效率。同时,智能化安全监测系统的应用,可实现施工过程的实时监控与动态调整,及时优化施工参数,进一步提升钻井施工的智能与高效化水平。安全管理对生产效率的提升效果可通过具体指标量化,详见表2。

3.3 安全管理的长期价值与品牌效益

油田钻井工程安全管理的经济效益,不仅体现在短期成本与效率层面,更蕴含着显著的长期价值与品

牌效益。长期价值方面,持续的安全管理投入能够积累先进的安全技术与管理经验,形成标准化的安全管理体系,为后续钻井工程提供可复制、可推广的实践方案,降低新项目的安全管理试错成本。

同时,良好的安全业绩能够提升企业在油气行业的信誉与竞争力,为企业争取更多优质钻井项目资源,实现市场份额的稳步拓展。品牌效益层面,企业严格的安全管理与零重大安全事故的业绩,能够树立负责任的行业形象,增强与合作方的合作粘性,同时提升企业社会认可度,为企业的长期可持续发展奠定坚实的品牌基础。

4 结语

本文围绕油田钻井工程安全与效益协同发展展开研究,明确了核心安全风险,提出了系统化安全管理措施,并剖析了安全管理的经济效益转化路径。实践表明,科学的安全管理体系是钻井工程安全施工的根本保障,更是实现成本优化、效率提升与品牌增值的关键抓手。未来,油田钻井工程需持续深化安全与效益融合发展理念,依托智能化、数字化技术升级安全管理模式,不断完善安全效益协同机制,为油气行业高质量发展注入持续动力。

参考文献:

- [1] 彭宁,何应生,郭晓红.浅析华北油田钻井工程安全风险预警管理[J].石油化工安全环保技术,2024,40(1):22-25.
- [2] 秦亚男.建筑造价管理中提升工程经济效益的措施[J].居业,2025(1):147-149.
- [3] 姜涛,陈笑.钻井工程质量影响因素分析及措施研究[J].西部探矿工程,2025,37(7):45-47+51.
- [4] 张成恩.石油钻井工程安全风险辨识及安全管理对策[J].化工管理,2024(33):105-107.
- [5] 李宇静.强化油田基建工程施工安全管理的途径研究[J].油气田地面工程,2024,43(7):96-100.

作者简介:

童楚涵(1990.05—),女,陕西延安人,本科,中级工程师,注册安全工程师,研究方向:安全工程。

表2 安全管理实施前后钻井生产效率指标对比

生产指标	实施前	实施后	提升幅度
月均钻井进尺(m)	8200	9800	19.5%
单井施工周期(天)	45	38	15.6%
设备故障停机率	6.2%	1.8%	71.0%
工序返工率	4.5%	1.2%	73.3%