

井下作业安全管理对经济效益的影响分析

居彦鑫 (中海石油 (中国) 有限公司天津分公司, 天津 300241)

摘要: 为梳理并阐明井下作业安全管理所蕴含的经济价值及其内在作用机理, 本文依托风险控制、安全经济与系统管理等相关理论框架, 围绕安全管理与经济效益之间的关联展开分析, 系统梳理井下作业安全管理作用于经济效益的实现路径。结果表明, 较为完善的安全管理体系往往能够减少事故损失, 带动生产效率改善, 并对成本结构形成优化效应, 增强企业整体效益水平; 相关结论可为井下作业企业优化安全管理安排、推动安全目标与经营效益协同演进提供参考。

关键词: 井下作业; 安全管理; 投入结构优化; 风险控制; 经济效益

中图分类号: X937; F406.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 005-0044-03

Analysis of the Impact of Downhole Operation Safety Management on Economic Benefits

JU Yanxin (Tianjin Branch, CNOOC (China) Co., Ltd., Tianjin 300241, China)

Abstract: To clarify the economic value embedded in downhole operation safety management and its underlying mechanisms, this paper draws on theoretical frameworks including risk control, safety economics, and systems management to analyze the relationship between safety management and economic benefits. It systematically examines the pathways through which downhole operation safety management contributes to economic performance. The results indicate that a well-established safety management system can effectively reduce accident-related losses, improve production efficiency, optimize the cost structure, and enhance overall corporate performance. These findings provide a reference for downhole operation enterprises to optimize safety management arrangements and promote the coordinated development of safety objectives and business performance.

Keywords: downhole operations; safety management; cost structure optimization; risk control; economic benefits

伴随资源开发活动与地下工程规模持续扩展, 井下作业在能源、矿产及基础设施建设领域中的地位逐步凸显, 高强度、高风险的作业属性使安全问题常常成为影响企业稳定运行的重要约束因素, 一旦管理环节出现偏差, 既可能造成人员伤亡和设备损毁, 也容易引发成本抬升、生产中断等连锁效应, 由此对经济效益形成削弱。围绕井下作业安全管理与经济效益关系展开系统研究, 有助于加深对安全管理经济属性的理解, 并为企业优化管理决策与实现可持续发展奠定依据。

1 井下作业安全管理的理论基础

井下作业安全管理的理论基础主要来源于风险管理理论、安全经济理论、系统安全理论以及人因工程理论等研究成果, 这些理论分别从不同层面揭示了井下作业风险的生成逻辑及其可控空间, 其中风险管理理论侧重于危险源的系统识别、评估与约束, 指出通过管理环节前移可在一定程度上降低事故发生概率; 安全经济理论认为安全投入与事故损失之间存在替代关系, 在合理配置安全资源的前提下, 有利于实现安全水平与经济效率的相互平衡; 系统安全理论将井下作业界定为由人员、设备、环境与管理要素构成的复杂系统, 强调要素间协同运行对整体安全状态的决定性影响; 人因工程理论则聚焦于作业人员行为与心理

因素对安全结果的影响, 突出借助管理与技术手段降低人为失误发生概率的重要意义。上述理论共同构成了井下作业安全管理的理论支撑体系。

2 井下作业安全管理对经济效益的具体影响

2.1 事故风险控制与经济损失减少

井下作业环境复杂、危险因素高度聚集, 事故一旦出现, 往往伴随人员伤亡与设备损毁, 由此直接形成高额经济损失, 安全管理水平的增强, 通常会借助作业规范细化、违规操作概率压低以及潜在隐患前置消解, 从而对事故发生空间形成压缩, 使事故风险维持在相对可控区间, 随着事故发生频率与严重程度逐步回落, 不仅抢险救援、医疗救治及事故赔偿等直接支出随之收敛, 还可避免停产整顿、设备修复以及生产计划被打乱所引发的间接经济损失。从较长周期观察, 事故风险处于受控状态有助于企业产出预期保持稳定, 经营波动性相应下降, 对经济效益形成持续性支撑。同时风险控制环节的适当前移还能减弱企业对外部应急资源的依赖程度, 降低突发事故对合同履行、市场信誉及后续投资决策造成的连锁冲击, 强化长期经营的整体稳定性。

2.2 安全水平提升与生产效率改善

井下作业安全水平的强化, 通常会对作业条件与

生产组织状态产生改善效应,进而对生产效率形成正向影响,在安全隐患相对较少、作业秩序保持平稳的环境中,生产活动受到突发事件干扰的概率明显下降,作业连续性与计划执行率随之抬升,较为规范的安全管理安排有利于减少设备非正常停机与人员误操作现象,使设备利用率和人员有效作业时间得到延展,安全水平的提高还往往能够缓解作业人员心理压力,增强其操作稳定性与协作效率,从而在单位时间内形成更高水平的有效产出,带动整体生产效率持续改善^[1]。此外安全状态保持稳定有助于生产节奏趋于均衡,减少因临时调整带来的效率损耗,使生产组织运行更加有序,进一步巩固效率改善效果。

2.3 安全投入结构优化与成本控制

安全管理水平的增强,往往会引导企业在安全投入配置上趋于理性,使有限资源更集中地投向风险防控的关键环节,依托对事故成因与风险分布的系统梳理,安全投入安排逐步由事后补救转向事前预防,从而减少重复性与低效性支出,这一结构调整不仅有助于压缩设备频繁维修、事故处置以及停工整治所带来的隐性成本,还能够在相对较低的边际投入水平下,换取更为稳定的安全效果。伴随事故率与故障率持续回落,企业在保险费用、维护支出及应急处置成本方面的负担相应减轻,进而对整体运营成本形成有效约束,安全投入结构优化前后关键指标对比见表1。

2.4 安全管理水平对综合效益的作用

井下作业安全管理水平的强化,往往会对企业综合效益产生长期且深远的影响,安全生产状态保持稳定,有助于生产计划顺利推进,增强企业经营活动的可预期性,为规模化生产与持续运营营造条件,较好的安全管理表现通常能够提升企业在监管部门、合作单位及市场中的信誉水平,减少因安全问题引发的行政处罚、信用受损以及额外合规成本,安全管理所构建的稳定运行环境,还有利于资源配置效率逐步改善,

使企业在较长周期内维持相对平稳的收益状态,从而对综合经济效益形成持续推动。此外安全管理在企业内部协同运行中发挥着基础支撑作用,有助于降低管理摩擦与决策偏差,进一步巩固综合效益基础,从长期经营视角看,这种稳定性还能够增强企业应对外部风险波动的能力,维持收益结构的整体稳定。

3 基于经济效益提升的安全管理对策

3.1 完善安全管理制度,夯实运行基础

井下作业安全管理制度的完善过程,通常以作业流程作为主线,将安全管理要求系统嵌入生产组织的各个环节之中,使相关制度既体现规范约束功能,又具备实际执行层面的约束效力,在制度设计阶段,围绕不同作业阶段与作业类型,对作业许可条件、操作边界以及风险控制要求加以区分细化,使安全制度能够准确对应不同作业情境下的管理需求^[2]。借助分层、分类的制度构建方式,有助于避免制度表述过于笼统而难以落实的问题,使安全要求在具体作业场景中形成明确指向,同时该类结构安排还便于管理人员在实际执行中快速完成识别与判断,增强制度执行的针对性与一致性,减少因理解偏差引发的管理失效风险。

在制度运行层面,安全管理制度通常会与企业内部既有管理流程形成协同,使制度执行自然融入日常管理活动之中,通过将安全制度与生产计划编制、作业审批流程以及设备使用管理加以衔接,安全约束能够在关键管理节点中自动呈现,从而降低对额外管理行为的依赖程度。

3.2 加强人员安全培训,提升作业效率

人员安全培训通常应围绕井下作业的实际需求展开,将重点放置于高频作业环节与关键操作行为之上,使培训内容能够直接指向作业效率的改善方向,在培训内容设置方面,结合不同岗位的操作特征,对作业流程中的关键控制点与风险触发条件进行有针对性的说明,使作业人员在理解安全要求的同时,逐步明确

表1 安全投入结构优化前后关键指标对比(年度)

指标类别	指标名称	优化前(事后补救为主)	优化后(事前预防为主)	变化幅度(差值)
投入结构	预防性投入占比(%)	35	60	+25
	事后处置投入占比(%)	45	20	-25
设备维护	非计划检修次数(次/a)	18	10	-8
	计划检修完成率(%)	72	90	+18
停工损失	非计划停工时长(h/a)	120	70	-50
事故处置	事故直接处置费用(万元/a)	80	50	-30
保险支出	保险/保费支出(万元/a)	60	52	-8
综合成本	单位产量安全相关成本(元/单位)	8.5	6.2	-2.3
运营效率	设备可利用率(%)	86	92	+6

规范操作与作业效率之间的内在关联,借助安全培训与具体操作行为的相互嵌合,有助于降低作业过程中的不确定性^[3]。同时依托岗位对照清单强化记忆,并结合日常检查结果开展针对性提示,促使人员在反复实践中形成稳定认知,从而减弱操作偏差对效率的干扰,并通过经验共享提升整体协同水平,使作业运行与现场节奏保持一致。

在培训方式安排上,更适宜采用持续融入式路径,而非集中开展,通过在班前、班中与班后等环节,结合实际作业情况反复强化安全要点,使培训内容在高频应用中逐渐转化为稳定的操作习惯,此外引导作业人员参与培训内容的补充与完善,可使培训安排更加贴近实际操作需求,这种互动式培训模式,有助于提升整体培训成效,使人员在安全得到保障的同时,增强作业节奏的稳定性与连续性。通过设置轮换讲解与交叉示范机制,促使不同岗位人员相互理解操作要点,减少协作等待时间,避免因沟通不足导致节奏中断,并将有效做法及时纳入常态交流内容,以稳定班组运行效率与协作秩序,支撑连续作业目标的实现。

3.3 推进安全技术升级,降低运营成本

安全技术升级通常围绕井下作业中对安全风险与运行成本影响较为突出的关键环节展开,借助技术手段增强对作业状态的感知与识别能力,在技术应用过程中,可重点聚焦设备运行状态、作业环境变化等信息的持续获取,使管理人员能够及时掌握潜在风险动向,通过对关键参数变化趋势进行研判,有助于提前识别异常状态,为安全管理安排与运行决策提供数据支撑^[4]。同时相关技术信息可按照作业时段与设备类型加以分类呈现,便于管理人员快速定位重点区域,从而减少信息筛选所耗费的时间,提升技术支持对日常运行决策的响应效率。

在技术运行层面,更应强调安全技术与维护管理之间的协同衔接,使技术应用服务于成本约束目标,依托将监测结果与设备维护计划加以联动,维护作业更具针对性,减少因过度维护或滞后维护带来的资源浪费,而且技术系统在长期运行中逐步形成的数据积累,还可为运行规律分析与管理优化提供基础支撑,推动安全管理向精细化方向演进。此外相关数据可用于维护周期安排的进一步优化,减少非必要停机次数,从而在安全得到保障的同时,实现运营成本的有效控制。

3.4 构建长效管理机制,增强经济效益

长效管理机制的构建过程,通常以安全管理持续运行为核心目标,将相关管理要求纳入企业常态化管理体系之中,在机制设计层面,依托明确安全管理在

不同管理层级中的职责划分,可使安全管理任务在组织内部形成稳定传导路径,避免安全管理过度依赖个别岗位或阶段性安排,同时将安全管理内容融入日常管理流程,有助于保持安全管理工作的连续性与稳定性^[5]。此外在关键管理节点设置常态化检查与反馈要求,能够促使各层级持续关注安全管理执行状态,使相关管理动作在日常运行中形成固定节奏,减少随意性干预对管理稳定性的影响。

在实际运行过程中,长效机制更强调安全管理与生产决策之间的协调衔接,使安全因素在生产组织与资源配置环节中得到充分考量,比如在生产计划调整与作业安排阶段,将安全条件作为重要约束因素纳入决策流程,有助于避免因短期生产压力而弱化安全管理要求。在决策过程中同步评估安全条件变化,可提高生产安排的可行性与执行稳定性,减少后续调整频次,借助这种机制化运行方式,安全管理能够在不显著增加管理成本的前提下,为企业经济运行提供持续而可靠的保障。

4 总结

井下作业安全管理构成安全保障与经济效益协同提升的重要基础,在安全生产要求持续趋严、企业经营环境不断演变的背景下,井下作业安全管理将更加注重系统性、前瞻性与精细化方向的发展。未来有必要进一步推动安全管理理念与技术手段的深度融合,加强数据支撑条件下的风险识别与动态管控,提升管理机制对复杂作业环境的适应能力,同时安全管理需与企业长期发展目标保持协同,依托持续优化管理体系与运行方式,使安全投入逐步转化为稳定的经济回报,为井下作业企业实现高质量、可持续发展提供坚实支撑。

参考文献:

- [1] 郭丹丹.石油井下作业安全管理中风险识别与控制策略研究[J].现代职业安全,2025(04):78-80.
- [2] 刘海鹏.试论井下作业事故与井控技术应用[J].石化技术,2024,31(12):120-122.
- [3] 姜宗起.提高井下作业施工安全管理水平的策略[J].化学工程与装备,2023(04):218-219+227.
- [4] 许坤.井下作业修井机安全管理情况现状分析[J].化工安全与环境,2023,36(04):24-25.
- [5] 张璐,张俊楠,王哲,等.井下作业的井控安全管理[J].化学工程与装备,2022(08):297-298+308.

作者简介:

居彦鑫(1987-),男,汉族,天津人,大学本科,中级职称,研究方向:井下作业。