

石油钻井安全管理重难点问题及解决对策

刘 巍

中石化中原石油工程公司塔里木分公司安全环保管理中心 新疆 巴音郭楞蒙古自治州 841600

摘要: 石油钻井安全管理以视频监管全覆盖为技术基础,需平衡强力监管与柔性治理。当前面临管理失衡、文化培育不足、协同路径不畅及多场景平衡难题。通过重构“监管-激励-引导”模式、构建沉浸式安全文化体系、打造协同管理路径及强化技术赋能,可实现监管效能与员工安全自觉的双向提升,推动安全与生产效益的良性循环,达成全流程安全与可持续发展目标统一。

关键词: 石油钻井; 安全管理; 重难点问题; 解决对策

引言

石油钻井行业已实现作业全流程视频监管全覆盖,为安全管控提供坚实技术支撑。然而,在视频监管全覆盖背景下,行业普遍存在“重监管处罚、轻文化培育”的管理失衡问题,导致员工安全行为异化、数据价值未充分挖掘及多场景监管与人性化平衡挑战。本文旨在探讨视频监管下石油钻井安全管理的核心价值、重难点问题及解决对策,为行业安全管理升级提供理论参考与实践路径。

1 石油钻井安全管理的核心价值

当前石油钻井行业已实现作业全流程视频监管全覆盖,为安全管控筑牢了技术基础。安全管理的核心价值在于以视频监管为依托,平衡强力监管与柔性治理,实现“严管”与“善治”的统一。视频监管虽能实时捕捉违规操作、设备异常等显性问题,通过强力监管与处罚遏制侥幸心理,但仅靠此易引发员工抵触情绪,难以形成内生安全动力。科学的安全管理需以视频监管为支撑,保障作业人员生命健康与设备连续运行,更要通过安全文化培育与人性化管理,激活团队安全自觉,塑造企业责任形象。同时,通过优化科学管理路径,整合监管数据与安全资源,减少非计划停机、事故损失,实现监管效能、文化建设与生产效益的良性循环,达成全流程安全与可持续发展目标的统一^[1]。

2 石油钻井安全管理重难点问题

2.1 视频监管全覆盖下的管理失衡难题

视频监管全覆盖虽实现钻井作业全流程可视化,为安全管控提供技术支撑,却暴露出行业“重监管处罚、轻文化培育”的普遍失衡问题;部分企业将视频监管简化为刚性管控手段,过度依赖违规抓拍与处罚威慑,忽视员工安全认知的深层引导,导致员工安全行为从主动合规异化为被动避罚,甚至刻意规避监控、隐瞒操作异

常。视频数据多零散存储,海量碎片化信息仅用于事后追责,缺乏系统性整合与深度挖掘,无法与安全培训、风险预判形成联动,难以构建“监管-分析-改进”闭环,致使监管效能难以转化为实际安全能力。钻井作业兼具高强度与高风险,加之作业自然环境较为恶劣,员工工作社会环境单一闭塞,本就给员工带来较大身心负荷,过度严苛的处罚导向进一步加剧心理压力,易引发疲劳操作、注意力分散等隐性风险,反而削弱整体安全防线;盘活视频数据价值,弱化单一处罚导向,强化风险预防与理念引导,实现监管效能与员工安全自觉双向提升,是当前钻井安全管理的核心难题。

2.2 安全文化与人性化管理落地瓶颈

安全文化与人性化管理的缺失是行业普遍短板,难以适配视频监管下的管理升级需求,制约整体安全管控效能提升;培训多聚焦操作规范罗列与违规后果警示,缺乏科学性的贴合现场具体场景的针对性措施解决路径探求,尤其是针对复杂工况下的与安全科学、安全文化内容相结合的培训较少,个别内容脱离一线作业实际,无法让员工真正理解安全操作与自身岗位的深度关联,导致安全认知仅停留在表面,难以入脑入心。老员工的安全经验与实操技巧依赖口头传授,易因表述偏差、记忆疏漏出现传递断层,且标准化流程执行中忽视人性化关怀适配,新员工既要应对严苛监管带来的心理压力,又要在缺乏系统指导的情况下掌握复杂设备操作,陷入“技能不熟、安全无措”的双重困境,难以快速建立岗位安全认同感。人性化管理短板贯穿作业全流程,高强度井下作业中排班缺乏弹性调整,员工休息时间难以得到充分保障,封闭作业环境与持续负荷叠加催生心理压力,且缺乏有效的疏导渠道,逐步滋生侥幸规避监管、抵触安全规范的负面情绪;安全文化建设无长效支撑,多流于表面口号,与员工岗位表现、安全行为

形成深度绑定不足,无法通过正向引导强化安全意识,难以培育出全员主动坚守安全准则的良好氛围^[2]。

2.3 科学管理路径与监管体系协同不足

科学管理路径存在明显提升空间,核心问题在于视频监控与安全管理各环节协同不畅,形成模块割裂的管理壁垒。视频监管数据与地层风险识别、设备故障防控等核心模块缺乏有效联动,数据格式异构导致无法通过视频画面捕捉井下运行状态、员工操作习惯等细节,与井下反馈数据、设备异常相关参数验证,只能依赖传统技术手段开展风险研判,精准确度与效率双低。管理流程固化缺乏动态适配能力,设备维护保养周期、安全培训计划均未结合视频监管捕捉的作业负荷波动、操作短板分布情况调整,要么过度管控增加不必要的资源消耗,要么管控缺位让隐性隐患持续累积。智能技术赋能不足加剧协同脱节,多数视频监管仅停留基础可视化层面,缺乏针对钻井工况的AI智能分析与异常行为动态预警功能,难以精准捕捉参数突变、操作偏差等风险前兆,无法突破“事后追责”的局限,致使科学管理理念与技术监管效能难以深度融合,制约整体安全管控水平提升。

2.4 多场景下的监管实施难题

视频监管受限于摄像头覆盖范围的固有局限性,即便现场绝大部分施工区域都能实现可视化监控,但针对井下施工工序、井下地质动态变化,以及钻井参数实时反馈等关键环节,仍存在明显的监管短板,这也让复杂地质、高强度作业及多工种协同等场景的监管难度显著提升。复杂地质条件下,地层岩性突变、压力不稳会引发钻井参数频繁波动,视频监管仅能捕捉到现场操作异常的表象,对人为违规操作与地层因素导致的被动调整的反馈无前瞻性,易造成误判,影响监管精准性。高强度作业中,设备持续高负荷运转,叠加井下复杂的恶劣工况,参数波动的频率与幅度进一步加大,不仅对视频监管的异常识别形成干扰,通过相关参数的视频监管难以精准捕捉核心风险信号。多工种协同作业时,各工序交叉衔接密集,视频监控存在天然覆盖盲区,且易因聚焦单一操作环节,忽视工序衔接偏差、参数联动异常等系统性问题,最终导致监管出现漏洞。如何适配不同场景特性优化监管策略,精准识别各类风险、弥补监管盲区,是亟待破解的关键难题。

3 石油钻井安全管理解决对策

3.1 优化监管模式,实现刚柔并济

以视频监管为基础,重构“监管—激励—引导”的管理模式,推动视频监管从单纯的处罚工具向多元化管理载体深度转型。依托AI智能分析与行为识别技术,精

准捕捉违规操作、设备异常的细微表征,快速定位风险信号源头,实现事前预警前置、事中干预及时,事后精准分析纠错,大幅降低事后追责的占比与依赖。构建差异化激励机制,将视频监控捕捉的合规表现、主动排查隐患的实际成效与正向回馈直接挂钩,对长期坚守安全准则、积极规避风险的员工给予针对性认可,弱化处罚主导的管理逻辑,逐步消解员工因严苛管控产生的抵触心理。规范监管实施边界,明确监控覆盖范围仅限作业核心区域,数据用途严格限定于安全管理范畴,严守员工隐私底线,在强化监管效能的同时保障尊重。常态化梳理视频监控数据,系统提炼高频违规行为、典型操作短板与流程漏洞,将其转化为安全培训的精准素材与作业流程优化的核心依据,构建数据驱动、持续优化的管理闭环,让监管数据真正服务于安全能力的迭代提升而非单纯追责^[3]。

3.2 构建沉浸式安全文化与人性化管理体系

以安全认知渗透为核心,打通人性化管理与作业场景的深度融合路径,革新传统培训模式,融合VR技术构建高仿真钻井场景,还原井喷、井漏等突发状况的核心特征,以沉浸式体验强化员工对风险的感知与应对熟练度,摒弃单纯的理论宣讲与违规后果告知,融入安全认知、团队协作等核心要素,激活员工内生安全动力;建立“师徒结对+心理疏导”双向机制,老员工在传承实操技巧、钻井工况应对经验的同时,同步传递岗位安全素养,搭配动态精神状态监测,定期开展心理疏导服务,结合钻井作业高强度特性合理调配排班周期,保障员工充足休息时间,缓解井下作业与监管压力带来的双重负荷;打破单一考核维度,将安全意识、合规操作、隐患排查成效融入绩效评价,设置安全贡献、团队协作等专项激励,引导员工主动参与安全管控,摒弃被动执行的消极心态;搭建高效畅通的诉求传递渠道,精准收集员工对监管尺度、培训内容、作业安排的合理建议,建立快速响应与优化调整机制,让管理措施贴合一线作业实际需求,弱化管控疏离感,强化员工岗位归属感与集体认同感,实现安全认知与人性化的双向赋能^[4]。

3.3 打造协同化科学管理路径

推动视频监管与安全管理全流程深度协同,打破各模块割裂壁垒,优化科学管理体系。构建多元数据融合平台,对视频监控数据、钻井工程数据、设备运行数据开展标准化处理与实时联动,借助大数据算法挖掘数据关联特性;依托钻进参数等工程记录数据与设备运行参数的同步分析,精准识别钻具疲劳、设备部件磨损等潜在风险,提升风险预判的精准确度与时效性。引入智能管

理工具,基于视频捕捉的作业负荷变化、操作规范执行度,动态调整设备维护保养周期与培训重点,既避免过度保养造成的资源浪费,又杜绝保养缺位遗留的安全隐患。建立分层分类管理机制,针对复杂地质、高强度作业等不同场景明确监管侧重点:复杂地质场景聚焦井壁稳定性相关操作监控,高强度作业场景强化设备运行状态与员工操作连贯性监测,同时赋予现场管理人员适配工况的灵活裁量权,平衡刚性标准与实操需求。强化跨部门协同效能,由工程技术部门提供地层地质特性数据支撑,设备管理团队反馈部件损耗规律,安全管理团队整合工序风险疑点;三方共享视频与数据资源,联合开展风险研判、细化管控措施,推动科学管理贯穿钻井全流程,实现技术监管与实操管控的深度融合。

3.4 强化技术赋能与流程迭代

迭代升级视频监管技术矩阵,为钻井安全管理与人性化落地提供硬核支撑;引入AI智能识别与行为特征分析算法,基于钻井工况参数阈值构建动态预警模型,精准捕捉违规操作、员工疲劳状态及设备异常信号,大幅降低人工监控负荷,精准界定制度管理缺陷、人为违规与地层波动、设备老化等客观因素导致的操作偏差,为差异化处置提供精准技术支撑。优化视频监控点位布局,针对交叉作业、井下作业等监管盲区增设异常报警传感器,搭配抗电磁干扰设备与信号增强模块,确保复杂工况下监控画面清晰度与信号稳定性。建立常态化管理流程迭代机制,定期复盘视频监管数据、员工实操反馈,优化安全管控流程、应急处置细则与培训核心内容,剔除冗余管控环节,强化流程实操适配性。推动钻井安全管理数字化深度转型,依托边缘计算技术降低视频数据传输延迟,实现视频数据与安全管理平台的毫秒级联动,打通监管、培训、设备维护等核心环节的数据壁垒,构建闭环式管理链路,持续提升安全管理的精准度与高效性^[5]。

3.5 完善应急协同与文化落地保障

以应急处置能力提升为核心抓手,强化安全理念与管理措施的深度落地,实现应急响应与日常管控的有机

衔接;结合视频监管捕捉的高频风险点与钻井工况特性,优化模块化应急预案,细化不同事故场景的处置流程与操作要点,开展贴合井下真实工况的实战化演练,演练中兼顾应急效率与员工状态适配,合理分配作业负荷,规避高强度演练引发的疲劳风险,同步强化团队协作配合与应急处置熟练度。搭建高效应急响应联动链路,视频监控中心捕捉异常信号后,快速完成信号校验与分级传递,同步联动现场管理人员、应急团队与设备保障人员,厘清各岗位处置权责与衔接节点,杜绝信息滞后或职责模糊导致的处置混乱。聚焦安全理念场景化渗透,通过作业现场警示标识、内部宣教素材等形式传递核心导向,将视频监管的合规要求转化为员工自觉遵守的操作习惯,摒弃口号化宣传。建立多维度管理效果评估机制,整合应急响应时长、隐患整改闭环率、员工反馈意见与视频监管数据复盘结果,动态优化监管尺度与应急处置流程,剔除适配性不足的环节,形成持续迭代的长效落地机制。

结束语:本文系统分析了石油钻井安全管理在视频监管全覆盖下的核心价值与重难点问题,提出了优化监管模式、构建沉浸式安全文化体系、打造协同管理路径及强化技术赋能等解决对策。这些对策的实施将有效平衡监管刚性,提升员工安全自觉,推动安全与生产效益的良性循环,最终实现石油钻井全流程安全与可持续发展的统一,为行业安全管理升级提供有力支撑。

参考文献

- [1]徐建明.石油钻井安全管理重难点问题及解决对策[J].管理学家,2024(4):4-6.
- [2]刘志浩.海洋钻井顶驱装置常见故障分析与快速排查方法研究[J].石油石化物资采购,2025(1):16-18.
- [3]赵旭东,高培峰,王玉鹏.地质复杂区钻井工程的施工技术与风险管理[J].石油石化物资采购,2025(6):100-102.
- [4]程二九,王建军,郝素兰.液压系统故障智能诊断技术研究[J].中国设备工程,2025(10):191-193.
- [5]刘巨川.海洋石油钻井机械设备的管理与维护分析[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(9):62-64.