

石油天然气钻井安全生产管理与项目成本控制 协同机制构建

方宏强 (中石化华北石油工程有限公司五普钻井分公司, 河南 郑州 450000)

摘要: 石油天然气钻井工程乃是能源开发过程中的关键环节, 有着高技术密集、高资金投入以及高风险并存的鲜明特点, 在全球能源市场不断出现波动的同时企业又有降本增效的强烈需求的背景状况下, 如何做到安全生产投入和项目成本控制的平衡便是钻井企业需要面对的关键课题。本文依据安全经济学理论, 对钻井工程里面的安全投入以及事故损失之间相互关联的机理给予了深入剖析, 提出了构建基于风险预控的全生命周期成本协同模型的解决路径。

关键词: 石油天然气钻井; 安全生产管理; 成本控制

中图分类号: TE28 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2025) 035-0084-03

Construction of a Synergistic Mechanism for Safety Management and Cost Control in Oil and Gas Drilling Operations

Fang Hongqiang (Sinopec Huabei oilfield service corporation Wupu Drilling Branch, Zhengzhou Henan 450000, China)

Abstract: Oil and gas drilling engineering is a critical component of energy development, characterized by high technology intensity, substantial capital investment, and significant risks. Against the backdrop of ongoing fluctuations in the global energy market and the pressing need for enterprises to reduce costs and enhance efficiency, achieving a balance between safety investments and project cost control has become a key challenge for drilling companies. Based on the principles of safety economics, this paper provides an in-depth analysis of the interrelationship between safety investments and accident losses in drilling operations. It proposes a solution pathway centered on constructing a risk-prevention-based, life-cycle cost synergy model.

Keywords: Oil and Gas Drilling; Safety Management; Cost Control

1 钻井工程安全投入与项目成本的耦合机理分析

1.1 钻井安全成本的构成要素解析

钻井工程者所关联的安全成本, 并非如同笼统概念那样单纯, 而是一个依照多个维度展开的经济范畴, 在整个全生命周期进行审视的时候, 可发现安全成本主要是由保证性安全成本以及损失性安全成本这两大部分所构成。保证性安全成本是指那些用来预防事故的发生、消除事故隐患、保障生产系统安全运行期间所需要投入的所有费用, 具体而言^[1], 包含安全设备设施购置与维护费、安全技术措施费、安全教育培训费、劳动保护用品费以及安全管理人员的薪酬等内容, 这种投入是具有较强“预防性”的, 是一种主动的支出。所谓损失性安全成本, 实际上是指由安全事故的发生以及其后续处理所引发的各种直接和间接经济损失, 直接损失多样化, 比如由于事故带来的医疗抚恤和设备维修等可以清楚算出的费用, 而间接损失则多是隐藏且范围较广的, 像由于事故造成的钻机日费损失以及企业声誉受损导致的市场机会丧失等。从全生命周期来看, 如果在设计以及采购阶段合理地做出科学且

充分的安全投入, 一般便可在根本上消除或降低后续施工和运营阶段所面临的各类风险, 以此达成在全生命周期过程当中实现更优成本效益的目标。

1.2 事故损失与隐性成本的经济学度量

于钻井项目的成本核算环节中, 显而易见的事直接损失一般都可呈现出可量化的状态且受到关注, 然而隐性成本却往往被管理者所忽视, 这正是导致成本控制失效的关键因素所在, 依据海因里希法则可知, 在一起重大事故背后其实隐藏着无数次的轻微事故以及未遂先兆。钻井工程方面的隐性成本通常会涉及多重因素, 其中非计划性停工会引发钻机日费的损失, 与此同时泥浆材料会出现浪费情况, 地层损害所带来的后期增产措施费用也会有所增加, 因安全信誉下降而导致的市场准入受限等, 都属于隐性成本范畴。比如井控设备维护不到位, 有可能引发井涌甚至井喷, 虽然未造成人员伤亡, 然而处理井下复杂情况所耗费的时间以及物资, 却直接让单井成本拉高^[2]。

隐性成本的度量需要引入机会成本的概念。当发生安全事故时, 企业不仅损失了已投入的资源, 更损

失了利用这些资源创造价值的机会。对于深井、超深井项目，钻机日费高达数十万元，一旦因安全隐患整改或事故停工，其时间成本极其昂贵。不安全行为的管理分析表明，钻井施工现场的人员违章操作、设备带病运转等不安全行为，本质上是对项目资源的低效利用。累积而成的低效利用所蕴含的隐性浪费，很多时候会占据项目超支成本的较大比例。所以，要对隐性成本作出精准的度量，把安全风险转换成具体的经济指标，这是实现协同管理的前提。

2 当前钻井项目安全与成本管理割裂的现实困境

2.1 管理目标错位导致决策冲突

当前存在的钻井项目管理体制当中，安全管理部门跟经营预算部门通常各自独立，处于各自为战的状态，致使管理目标出现错位，成为阻碍协同机制构建的关键障碍，安全管理部门的核心关键绩效指标是“零事故、零伤害、零污染”，其工作重点是查找隐患并且落实整改，倾向采用最高标准的安全措施，对成本因素所考虑的内容相对较少，而经营部门的核心关键绩效指标是利润最大化以及成本控制率，其关注方面在于压缩开支以及控制预算，经常会对于那些看似没有直接经济效益的安全投入存在于谨慎甚至抵触的态度。

这种目标方面的分歧直接产生了决策领域里的冲突，处于项目招投标阶段，为了提升中标的几率，经营部门可能会把标价压得低一些，这样就会导致安全生产费用的预算出现不足的情况。在钻井施工过程当中的状况是，当施工周期紧张和安全标准规范出现冲突时，项目经理可能会为了能够赶工期确保进度而默许违章作业，牺牲安全标准，这种“两张皮”的管理方式，使得安全投入无法转变成实际的经济效益，反而因为频繁的整改和事故处理增加了一定的成本，形成了恶性循环。

2.2 信息孤岛阻碍风险成本量化

数据共享机制的缺失乃是造成协同管理难以实现的关键技术难题，当前多数钻井企业尽管构建起了安全管理信息系统以及 ERP 成本管理系统，然而这两个系统之间却存在着缺失有效数据接口的情况，形成了较为严重的信息孤岛现象。其中安全管理系统所记录的都是如隐患数量、违章次数以及事故率等实物量指标，而成本系统所记录的则是材料费、人工费以及折旧费等价值量指标。由于缺少一套能够统一各方面的转换模型，使得管理者难以从直观层面看到安全隐患背后所涉及的经济情况，而像是针对某项钻井工艺所开展的安全风险评估结果，无法直接与成本预算表建立起直接的映射关系，造成了资金安排缺乏针对性的情况，而成本超支的预警信息也同样难以与具体的安

全管理漏洞之间建立起关联，这种数据上的割裂，使得管理者无法去做这样一种基于风险的成本预测，以及基于成本的安全决策，只能依靠经验来进行定性的判断，很难达成精细化的协同管控。

2.3 现场执行层面的“两张皮”现象

施工现场的协同机制存在欠缺的情况表现得较为突出，一线作业人员常常把安全措施当成一种只用于应付检查的负担，而并非是保障自身安全以及控制成本的途径。这种在执行层面所出现的割裂情况又充分的体现在当人们为了安全而选择安全时所产生的形式主义现象中，有大体量的安全会议持续开展，有诸多繁琐的纸质台账存在^[3]，这些在基层管理人身上占据了大量精力，然而却没有真正对现场实际问题产生有效的解决，而这种低效的安全管理本身便是一种成本浪费，还由于缺少有效的激励机制，一线员工主动去发现隐患以及节约成本的积极性不高，使得安全与成本在基层操作单元没有办法实现有机的融合，导致制度在文件上“协同”，在现场却“分家”。

3 安全生产与成本控制协同机制的构建策略

3.1 基于风险预控的全生命周期成本协同模型

构造协同机制的关键头等大事，是要构建起一种依据风险预控理论、覆盖全生命周期成本的协同模型，此模型需要打破阶段间相互隔绝的壁垒，将安全成本管理融入设计、采购、施工、完井以及废弃处理的整个过程当中，在设计阶段要引入本质安全设计理念，采用优化井身结构、优选钻井液体系等技术方法，从最开始阶段就消除事故隐患，虽然可能会使设计费用有所提升，但是却能大幅度降低后续施工风险以及事故成本。

在模型应用的整个过程里，需要有效的引入作业成本法即 ABC，把安全作业当作独立的成本核算对象，去识别钻井过程中所存在的关键风险点，比如井控、起下钻以及吊装作业等^[4]，并对各个环节的风险等级以及其潜藏的经济损失给予评估，基于风险评估结果对安全投入预算进行动态调整，对高风险环节实施重点投入，像配置高性能防喷器、动力猫道以及自动化排管系统等，借助装备自动化升级来替代人工作业所带来的风险。

3.2 组织架构融合与跨部门联动机制

要消除部门隔阂，企业需要对自身的组织架构进行重新构建，确立一种可以把安全和经营紧密融合起来的联动机制，建议企业成立由分管安全生产和经营的副经理担任组长，安全和经营部门负责人共同参与的“安全成本协同管理领导小组”，这个小组要统筹制定项目中所有的安全预算以及成本控制计划，定期

召开联席会议，共同审议其中的重大安全投入方案，同时厘清成本超支的原因。构建跨部门联合验收考核体系，比如在设备采购环节时，由安全部门与经营部门联手对供应商展开资质审核以及产品性能的评估，以此确保所采购设备的安全性能可靠，同时也对采购成本加以把控。

4 实现协同管控的关键路径与实施策略

4.1 建立安全绩效与经济效益挂钩的复合考核体系

考核像个指挥棒，要达成真正的协同效应，就要对绩效考核体系进行重塑，改变以往那种单一维度的考核方式，建立起一种综合的评价模型，该模型中包含安全指标和经济指标，安全指标如设备设施检测率、隐患整改率等，经济指标如单井周期节约率、非生产性时间等，二者相互给予权重，建立起一种复合评价模型。同时，还要引入“安全成本率”这个新的指标，它等于安全总投入与项目总产值的比值，考核该比值是否处于合理区间，以此防止出现投入不足或是过度冗余的情况。

推行“安全效益分红”这种制度，倘若基层队在保证零事故的情况下，依靠优化安全管理流程使得成本得以降低且钻井周期提速，那么就要将节约资金的一定比例作为安全绩效发放给基层队，如果因安全管理不到位而导致事故或停工的情况，那么就需要追究相应安全责任^[5]，并从绩效工资中扣除因这带来的经济损失，依靠这种利益捆绑机制来激发全员参与安全成本控制的内生动力，让每一位员工都成为安全员，同时也起到核算员的作用。

4.2 强化标准化作业程序对成本的规避作用

标准化是降低变异性、控制成本的最有效手段，严格执行标准化作业程序(SOP)，可最大程度减少人为失误，降低事故概率，从而规避因返工、停工造成的成本浪费，企业要结合现场实际，不断细化和完善各工序的操作标准，其中针对高风险作业环节，必须制定详尽的“手指口述”操作法。

将标准化建设与成本控制紧密结合起来，大力推行标准成本管理，具体而言要做到以下几点：首先对每一个标准动作以及每一项标准配置开展成本定额测算工作，将这些成本定额作为成本控制过程中的基准线，以此来进行成本控制；其次定期开展对标管理工作，分析实际成本与标准成本之间的偏差情况，从安全管理方面去查找可能存在的漏洞，并且要通过纠正这些偏差，一方面提升安全管理水平，另一方面控制物料消耗，实现双向优化。

4.3 培育本质安全文化以降低管理交易成本

制度和技术可起到制约作用，而文化则属于软实

力范畴，培育一种以“我要安全”为内涵的本质安全文化，可大幅度降低监督、检查等管理交易成本，在安全意识融入员工血液，形成自觉习惯之后，外部的强制性管理成本就会呈现出下降趋势，企业要借助常态化安全教育、案例警示以及亲情感召等手段来营造浓厚的安全氛围。

倡导创建“无指责文化”，鼓励员工主动报告未遂事件和隐患，并且不予以惩罚，而是作为经验来分享，这可帮助尽早发现潜在风险，防止小问题发展为大祸患。另外，积极推广“精益安全”理念，依靠持续改进即PDCA循环来消除生产过程内的所有浪费，当本质安全文化得以形成之时，可以使协同机制从制度约束提升为文化自觉，为企业长久发展源源不断地提供精神动力。

5 结论

石油天然气钻井工程的安全生产管理以及项目成本控制并非如同此消彼长一般属于对立关系，二者之间存在相互依存、相互促进的密切联系，呈现出一种有机整体的状态，在整个全生命周期里，处于相互耦合的态势，以及相互依存的状态，构建了有机整体，是相互促进的形式，这两者之间并不是简单的相互排斥或者相互限制，在各自发挥各自作用的同时，还会相互促进对方发挥效果。剖析这两者在全生命周期内所呈现出的耦合机理，可以看到，科学合理的安全投入乃是规避巨额事故损失、实现项目整体效益最优化的关键前提，科学投入能够有效降低事故发生概率，保护生产过程中的人员及财产安全，避免事故。本文所提出的基于风险预控的全生命周期成本协同模型，借助组织架构的融合、装备自动化升级以及复合考核体系的实施，以此为钻井企业构建了一套切实可行的解决方案。

参考文献：

- [1] 窦文鹏. 石油天然气钻井工程风险识别与评价方法[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(16): 1-3.
- [2] 全国石油天然气标准化技术委员会(SAC/TC 355). 石油天然气工业钻井液现场测试第1部分: 水基钻井液: GB/T 16783.1-2025[S]. 中国标准出版社, 2025.
- [3] 窦文鹏. 石油与天然气钻井井控技术措施[J]. 石化技术, 2025, 32(08): 318-320.
- [4] 尹江. 石油天然气钻井设备修理级别分析应用研究[J]. 设备管理与维修, 2025, (10): 1-3.
- [5] 全国石油天然气标准化技术委员会(SAC/TC 355). 石油天然气钻井井控技术要求: GB/T 31033-2025[S]. 中国标准出版社, 2025.