

油气田开发过程中的安全风险识别与防控对策

白涛

中国石油新疆油田分公司百口泉采油厂, 新疆 克拉玛依 834000

[摘要]随着全球能源需求持续增长, 油气资源开发所面临的安全生产形势愈发严峻, 其安全挑战也日益变得复杂起来。油气田开发包含了钻井、采油、集输以及储运等诸多环节, 在每一个环节当中都存在着一定的潜在安全风险。文章全面且细致地分析了油气田地质方面的情况、设备设施相关状况以及自然环境等主要的风险类型, 提出了把定性分析、定量分析以及信息化手段综合起来运用的风险识别办法, 还构建起了一套系统化的防控策略体系, 该体系涵盖了安全管理体系的建设工作、隐患排查以及动态监测方面的内容、针对高风险作业的管控措施以及员工安全素质与安全文化的提升举措。研究得出, 科学合理且完备的风险识别与防控体系能够在很大程度上有效地降低事故发生的频率, 与此同时还能提高油气田的运营工作效率, 增加其经济效益。

[关键词]油气田开发; 安全风险识别; 风险防控体系

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18238

中图分类号: F27

文献标识码: A

Safety Risk Identification and Prevention Measures in the Process of Oil And Gas Field Development

BAI Tao

Baikouquan Oil Production Plant of PetroChina Xinjiang Oilfield Company, Karamay, Xinjiang, 834000, China

Abstract: With the continuous growth of global energy demand, the safety production situation faced by oil and gas resource development is becoming increasingly severe, and its safety challenges are becoming increasingly complex. The development of oil and gas fields involves many links such as drilling, oil extraction, gathering and transportation, and storage and transportation, each of which has certain potential safety risks. The article comprehensively and meticulously analyzes the geological conditions of oil and gas fields, equipment and facility related conditions, as well as the main types of risks in the natural environment. It proposes a risk identification method that integrates qualitative analysis, quantitative analysis, and information technology. It also constructs a systematic prevention and control strategy system, which covers the construction of a safety management system, hidden danger investigation, dynamic monitoring, control measures for high-risk operations, and measures to improve employee safety quality and safety culture. Research has shown that a scientifically sound and comprehensive risk identification and prevention system can effectively reduce the frequency of accidents, while also improving the operational efficiency of oil and gas fields and increasing their economic benefits.

Keywords: oil and gas field development; safety risk identification; risk prevention and control system

引言

油气田开发属于能源生产其中的一个重要环节, 其技术层面较为复杂, 所需投资额度颇为可观, 而且安全方面所存在的风险也颇高。伴随深层以及复杂地质油气田的不断开发, 其生产环境呈现出高风险、多变以及系统性的诸多特征。只要发生事故, 往往会致使人员出现严重伤亡情况, 设备遭到损坏, 同时还会引发环境污染问题。近些年来, 国内外油气田安全事故频频发生, 这无疑凸显出科学开展风险管理工作的必要性。本文通过对油气田开发的关

键环节加以梳理, 对潜在的风险类型及其成因展开分析, 再结合定性、定量以及智能化等多种方法来开展风险识别工作, 并且还提出了系统化的防控策略体系, 希望能够为油气田安全生产管理给予具备可操作性的理论方面的指导以及实践方面的方案。

1 油气田开发过程中的安全风险分析

1.1 油气田开发的主要环节与工艺特征

油气田开发乃是个多环节且工序繁杂的系统工程, 其中包含钻井、完井、采油、集输还有储运等诸多关键环节。

在钻井这个阶段,得在地质状况颇为复杂的条件下开展精准的钻探工作,同时还要施行完井方面的举措,以此来确保井筒能够保持稳定状态,进而促使油气得以高效地采收。到了采油阶段,所涉及的是抽油机或者注水井的相关作业,这就要求对井口的压力以及各项生产参数加以严格的把控,从而保证能够持续不断地有产能产出。而在集输以及储运阶段,涉及到的是原油以及天然气的输送事宜、分离操作、储存安排以及运输流程,每个环节都离不开数量众多的设备设施以及管线系统的支撑。油气田开发所呈现出的工艺特点,就是对技术装备有着极高的依赖程度,作业环境也异常复杂,而且各个工序之间是紧密相连、环环相扣的,任何一个环节要是出现些许偏差,都有可能给整体的生产安全带来不利的影响。除此之外,随着非常规油气资源开发工作的推进,作业所处的深度、所面临的压力以及温度条件的极端性又进一步提升了风险的不确定性,如此一来,油气田开发过程当中安全管理的复杂程度以及其必要性便得到了明显的强化。

1.2 油气田安全风险的类型与成因

1.2.1 地质条件复杂引发的风险

油气田所处地质条件差异显著,断层、褶皱、地层压力异常等情况屡见不鲜。这些复杂地质条件可能引发井壁坍塌、地层泄漏等问题,不仅影响油井正常生产,还可能导致严重安全事故。例如,在深层油藏开发时,过高的地层压力可能致使油井突然喷发,进而造成人员伤亡与环境污染。

1.2.2 设备设施故障风险

油气田生产高度依赖抽油机、注水泵、输油管道等大量设备设施。在长期运行过程中,设备易出现磨损、老化、腐蚀等状况。若维护保养不及时,极有可能引发设备故障,导致生产中甚至引发安全事故。例如,输油管道因腐蚀穿孔,可能引发原油泄漏,进而引发火灾与爆炸。

1.2.3 自然环境与外部干扰风险

油气田在开发期间,自然环境条件以及外部干扰均会对之产生影响,像气候变化、地震、洪水、台风还有地表环境出现的突发性变化等这类情况都包含在内。这些环境方面的因素,有可能直接或者间接地对生产设施的安全运行造成影响。就好比说,强风或者暴雨这类情形就有可能致使井口设施遭受损坏,又或者是让输油管道出现泄漏的情况;极端高温亦或是低温这样的环境状况,也极有可能引发设备出现失效的状况,或者使得操作过程中出现误差。除此之外,油气田所处区域的地质条件以及其周边的环境,同样会对作业安全形成潜在的威胁。比如地震所引发的地

层发生移动这种情况,就有可能对井口封隔设备造成破坏;而地表出现沉降或者遭遇洪水的话,则有可能致使输油管道发生破裂。自然环境以及外部干扰所带来的风险,具备突发性以及不可控性的特点,其产生的影响范围往往是比较广泛的,并且后果也比较严重。所以,在油气田的安全管理方面,就需要去做充分的环境风险评估工作,同时还要去设计应急预案,以此来减轻可能出现的潜在损失,进而保障人员以及设施的安全。

2 油气田开发过程中的安全风险识别

2.1 风险识别的原则与总体思路

油气田开发过程中的安全风险识别,需遵循系统性、科学性以及可操作性这几个原则。其一方面要涵盖整个生产环节,另一方面还得着重于那些重点环节以及关键风险因素。系统性这一方面来讲,风险识别得贯穿于油气田从钻井一直到储运的整个生命周期当中,要全面且细致地去分析各个阶段有可能会产生的各类隐患以及潜在事故类型,以此来保证风险识别所涉及的范围是足够的,并且完整无缺。就科学性这个层面而言,在开展识别工作的过程中,要依据实际的数据以及相关的技术标准,同时还要结合以往的历史事故案例还有生产方面的经验,运用合理的方式来针对风险展开分类、评估以及排序等工作,防止因主观判断而出现的种种偏差情况。至于可操作性,它要求风险识别所取得的成果能够给安全管理决策给予可执行的依据,方便在后续的防控措施里得以切实落地并实施。从总体的思路角度来讲,风险识别应当采用“自上而下、分层推进”这样的一种方式,也就是说要从油气田开发的总体环节开始着手,然后一步步地深入到具体的作业岗位以及操作环节当中去,并且要结合风险源、作业条件以及环境因素等多个方面的情况,针对每一个潜在的风险都进行细致的识别并且做好相应的记录工作,从而为定量分析以及防控策略的制定提供基础的数据支撑以及科学的依据参考。

2.2 定性与定量风险识别方法

油气田安全风险识别的方法主要有定性分析以及定量分析这两种形式,在实际的应用过程当中,它们是相互起到补充作用的。定性分析往往是凭借专家评审、对作业经验加以总结、分析事故案例等方式,针对风险类型、风险源还有潜在的危害展开系统的梳理工作,进而形成风险清单并完成优先级的排序,这种方法特别适合地质条件较为复杂、数据不够充足或者处于新开发阶段的油气田开展风险识别相关的工作。定量分析则是依靠统计数据、概率模型、故障树分析或者是风险矩阵这类工具,去对事故发

生的可能性、可能会造成的损失以及风险等级做出相应的计算与量化处理,如此便能够给高风险作业给予精确的控制参数以及决策方面的依据。在实际的操作环节当中,把定性分析所具有的全面性同定量分析所具备的精确性结合起来,既能保证风险识别不会遗漏掉关键的因素,又能科学地去评估风险的严重程度以及发生的可能性,进而为防控策略的制定给予数据方面的有力支撑以及科学合理的依据。

2.3 各阶段典型风险识别结果

在油气田开发进程里,各个不同环节都存在着各式各样的安全风险,并且这些风险所呈现出的特征以及发生的概率会随着作业阶段的不同而有所差异。就钻井阶段而言,其主要面临的是一些诸如地层压力出现异常情况、井壁发生坍塌状况以及钻具遭遇卡钻等问题所带来的风险。到了采油集输阶段,其主要存在的风险就包括抽油机还有泵站设备出现故障的情况、管道遭受腐蚀的现象以及井口压力出现波动等状况。而在储运以及管线这个环节当中,其风险主要集中在管道出现泄漏情况、储罐发生火灾事故、出现环境污染问题以及受到外部干扰等方面。借助将定性分析与定量分析相结合并运用信息化手段来开展综合识别的方式,就能够对各个环节所潜在的风险展开系统的梳理以及等级方面的评估,进而为相关企业制定具有针对性的防控措施给出科学合理的依据,最终达成油气田开发全过程处于安全可控的状态并且使风险得以最小化的成效。

3 油气田开发安全风险防控策略体系建设

3.1 构建系统化安全管理体系

油气田安全管理体系的构建对于实现全流程安全防控而言,是其核心基础所在。这一系统化的安全管理体系需要覆盖油气田开发的所有环节以及各个作业岗位,把安全管理理念、制度规范、技术标准与操作规程有机地整合到一起,进而形成层级清晰分明、责任明确清楚、可执行力度强的管理架构。在开展体系建设工作期间,要明确企业管理层、部门主管以及现场操作人员各自的安全职责,同时建立起横向的协调机制以及纵向的汇报机制,以此来保障安全信息能够在各个环节之间高效且顺畅地流通起来^[1]。除此之外,安全管理体系务必要和油气田生产计划、设备维护计划以及应急响应机制紧密结合起来,达成预防性管理与动态监控的有机统一状态。借助系统化的管理体系建设举措,油气田开发过程中的各类潜在风险便能够得到有效的识别、合理的分类以及持续的跟踪,进而将安全管理理念切实转化为具有可操作性的防控措施,由此全面提升企业的整体安全水平。

3.2 隐患排查与动态风险监测机制

隐患排查以及动态风险监测乃是达成油气田安全可控的重要举措。借助定期与不定期开展的隐患排查工作,便能够及时察觉到设备出现的老化情况、管道存在的腐蚀状况、井口压力呈现出的异常状态以及操作环节出现的不规范等问题,并且通过实施分类记录、剖析产生原因以及制定相应的整改措施,进而把风险扼杀在还未完全形成的阶段。与此再结合信息化监测方面的技术,就可以达成对井口压力、泵站运行的具体状态、管道流量还有环境条件的实时数据采集以及动态分析的目的,以此来针对潜在的风险展开持续不断的评估活动并发出预警信号^[2]。动态风险监测所构建起来的这一机制,不但加快了对突发风险做出响应的速度,而且还可以依据生产数据的变化情况去调整防控的相关措施,从而促使安全管理从静态管理模式逐步转变为动态管理模式。凭借隐患排查和动态监测相互间有机地结合起来,油气田企业便能够构建起一个以防患于未然为主导、防控措施相互融合并且能够依据实际情况动态调整的安全管理闭环体系,大幅度地降低事故发生的几率。

3.3 高风险作业安全管控

在油气田开发进程里,像钻井、注水、井口作业还有管道维修这类高风险作业环节,往往是极易诱发安全事故的地方。所以,针对这些高风险作业加以严格的管控就显得格外重要了。管控举措需要把审批、操作、监督以及应急响应等整个流程都纳入进来。在审批这个环节当中,得严格按照高风险作业审批的相关制度来执行,要把作业的具体条件、操作方面的要求以及安全防护方面的措施都给明确清楚。在操作环节,应当安排专业的人员,要遵守标准化的作业规程,并且要运用先进的监控设备来实时对作业的状态进行监测^[3]。在监督环节,借助现场的监控手段、巡视检查的方式以及对数据展开分析等途径,对作业的整个过程予以监管。在应急响应环节,得构建起完善的应急预案以及快速响应的机制,以此来应对可能出现的突发安全事件。通过针对高风险作业实行全方位的管控,能够把事故的风险降到最低限度,从而保障油气田生产的平稳与安全。

3.4 提升员工安全意识与文化建设

员工安全意识以及企业安全文化在油气田安全管理体系当中占据着极为重要的地位。安全意识的提升不能仅仅依靠培训教育这它还涉及到制度的执行情况、对风险案例展开的分析以及对操作规范所进行的强化举措。企业需要构建起系统的培训体系,依据不同的岗位以及不同的风险等级来开展专业的培训工作,以此保证员工能够对操作

流程较为熟悉,并且能够掌握风险应对以及应急处置的相关能力。与此要借助安全宣传、典型案例的警示作用以及奖惩机制,把安全理念逐步转化为员工的行为习惯,促使安全管理从单纯依靠制度的约束逐渐转变为员工自觉去遵循的状态。通过在安全素质以及文化这两方面同时加以提升,能够有效地降低人为因素所带来的风险,进而达成安全生产的可持续发展目标。

4 结语

油气田开发涵盖诸多环节、工序繁杂且作业环境复杂多变,其面临的安全风险呈现出多样、复杂以及突发的特点。对各个环节的风险类型及其成因加以分析,并且综合运用定性、定量以及信息化等手段来识别风险,便能够构建起科学且较为完备的评估体系。在这样的体系基础之上,构建系统化的安全管理机制、推行隐患排查并开展动态监测工作、强化针对高风险作业的管控举措以及提高员工的安全素质与安全文化水平,这些对于保障开发全程的安全

而言是极为关键的。科学的风险识别以及防控体系不但能够使事故发生的比率得以降低,而且还有助于提升生产方面的效率、对资源利用加以优化、确保环境的安全,进而为油气田企业给予实践层面的指导,推动整个行业朝着安全可持续发展的方向前进。

[参考文献]

- [1]袁文熙.夯实油田开发生产过程本质安全基础的对策及效果[J].石化技术,2025,32(4):390-392.
 - [2]朱凡求.油田气开发的综合风险评估与管理框架[J].现代职业安全,2023(11):48-53.
 - [3]张光玺.油田油气生产安全环保风险及管控措施探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(18):59-61.
- 作者简介:白涛(1988.4—),毕业院校:中国石油大学(华东),所学专业:石油工程,当前就职单位名称:中国石油新疆油田分公司百口泉采油厂,就职单位职务:生产运行部二级主管,职称级别:中级工程师。