

石油钻井工程事故的原因及防范措施研究

蔡春雷

中石化华北石油工程有限公司，河南 郑州 450000

DOI: 10.61369/ETQM.12238

摘 要：石油钻井工程属于复杂且具有高风险的行业，若发生工程事故，不仅会产生巨大的经济损失，还会对人员安全及周边环境造成威胁。基于此，文章重点探究石油钻井工程事故产生的主要原因，接着深入分析这些原因，并在此基础上提出具有针对性的防范措施，以此能够不断降低石油钻井工程事故发生率，切实提高工程项目开展的安全性，促使石油行业可持续发展。

关 键 词：石油钻井工程；事故原因；防范措施

Research on Causes and Preventive Measures of Petroleum Drilling Engineering Accidents

Cai Chunlei

Sinopec Huabei Oilfield Service Corporation, Zhengzhou, Henan 450000

Abstract: Petroleum drilling engineering is a complex and high-risk industry. If engineering accidents occur, which will not only produce huge economic losses, but also threaten personnel safety and surrounding environment. Based on this, the paper focuses on the main causes of petroleum drilling engineering accidents, and then in-depth analysis of these reasons, and based on this basis, put forward targeted preventive measures, in order to continuously reduce the incidence of petroleum drilling engineering accidents, effectively improve the safety of engineering projects, and promote the sustainable development of petroleum industry.

Keywords: petroleum drilling engineering; causes of accidents; preventive measures

众所周知，石油是我国社会发展的重要能源资源，而石油钻井工程是石油开采不可或缺的环节，其是否顺利进行会对石油资源的有效开发和利用产生直接的影响。从实际情况看，石油钻井工程往往具有不确定、高风险以及复杂性特点，在具体施工期间容易出现各种事故，如井漏、卡钻、井喷等。这些事故的发生会导致工程进度延误，增加成本，甚至会造成人员伤亡以及环境污染等情况。为避免这些情况的发生，深入把握石油钻井工程事故原因尤为重要，以便能够及时采取相关防范措施，确保工程项目安全进行。

一、石油钻井工程事故的原因分析

（一）地质因素

1. 地层压力异常

地层中存在的异常压力是影响石油钻井工程事故发生的重要地质因素之一。操作人员在钻井环节中遇到高压地层时，若没有及时准确地掌握地层压力情况，则容易造成井内压力失衡，进而引发井喷事故^[1]。比如：在深层油气藏中，因底层埋藏深度比较大，岩石孔隙中的流体会受到比较高的压力。这时钻井液的液柱压力难以有效平衡地层压力，最终发生井喷现象。

2. 地层岩性变化

不同地区的地层岩性存在较大的差异，有些地层岩石硬度比较高，且脆性大，因而在钻井过程中容易出现破碎和坍塌情况。比如在钻遇泥页岩地层时，因泥页岩本身就具有比较强的吸水性，所以在遇水后会发​​生膨胀和剥落情况，致使井壁失稳，进而

导致卡钻事故的发生^[2]。

3. 地层流体性质

地层中的流体，即天然气、水、石油等，本身具有的性质会对钻井工程产生较大的影响。首先，天然气的出现会在一定程度上增加井内压力的复杂性，在具体操作过程中若处理不当，则容易引发井喷事故。与此同时，地层水中含有的腐蚀性物质，具体包括二氧化碳、硫化氢等，会对钻井设备及管材造成腐蚀，进而降低设备的使用寿命。

（二）设备故障

1. 钻井设备老化

伴随石油钻井技术的不断发展，钻井设备的使用年限在不断增加。有些老旧设备因长期运行，致使其零部件磨损严重，性能下降，这使得设备在运行中容易出现故障。例如，钻井泵的活塞、缸套等部件在长时间使用后会​​出现磨损情况，致使泵的排量 and 压力不够稳定，进而影响钻井液的循环和携带岩屑的能力，进

作者简介：蔡春雷（1987.02-），男，汉族，河南舞阳人，硕士研究生，中级工程师，研究方向：石油钻井工程技术管理。

而引发井下事故。

2. 设备维护不当

设备的正常维护确保其安全运行的重要条件。但是，在实际生产环节中，因受各方面因素的影响，即工作任务重、人员素质参差不齐等，致使有些设备的维护保养工作未得到有效落实^[9]。比如，钻井设备的润滑系统没有及时添加润滑油，导致零部件之间的磨损不断增大，进而出现过热情况。另外，设备的定期检查和维修也容易被忽视，有些潜在的故障隐患没有在第一时间发现和排除，进而导致事故发生。

3. 设备选型不合理

结合实际，不同的钻井工程对设备性能和参数有不同的要求。若设备选型不够合理，则难以满足工程项目开展的具体需求，这会在一定程度上增加事故发生的风险。比如，在深井钻井中，操作人员选用的钻机功率不足，则可能难以提供足够的提升能力，钻压和扭矩，致使钻井速度比较缓慢，进而难以钻进^[10]。与此同时，设备的配套设施也尤为重要，如钻井液净化设备的处理能力若没有满足钻井液的循环要求，则会造成钻井液中岩屑含量过高。这不仅会严重影响钻井液的性能，还会引发井下事故。

（三）人为操作失误

1. 操作人员技术水平不足

石油钻井工程属于技术含量比较高的工种，因而对操作人员的要求较高，需要其具备扎实的专业知识和丰富的实践经验^[11]。但是，随着近几年我国石油行业的持续发展，对操作人员的需求量也不断增加。有些新入职的操作人员因缺少培训，使得其技术水平有限，在实际操作过程中很容易出现失误。比如，在进行下钻作业时，操作人员若没有对钻具的悬重和下放速度进行准确掌握，则可能会造成钻具碰撞井壁，最终出现钻具损坏或卡钻事故。

2. 操作人员安全意识淡薄

在保障石油钻井工程安全方面，操作人员的安全意识尤为重要。然而，部分操作人员在实际工作中抱有侥幸心理，对安全规章制度执行不到位，违规操作现象经常出现。比如，在井口附近吸烟、未按照规定佩戴个人防护用品等行为，这都有可能造成火灾、爆炸等重大事故的发生^[12]。

3. 操作人员工作疲劳

一般来说，石油钻井工程需要连续进行，工作强度大，这使得操作人员在作业中容易出现疲劳情况。疲劳容易使得操作人员注意力难以集中，且反应迟钝，进而增加操作失误发生的可能性。比如，在进行夜间作业时，操作人员因疲劳可能会忽视一些异常情况，如设备的异常声音、钻井液性能的变化等，最终错过最佳的处理时间，导致事故发生。

（四）管理不善

1. 安全管理制度不完善

调查发现，有些石油钻井企业现有的安全管理制度存在明显的漏洞，具体表现在对安全生产的各个环节缺乏具体的规定和要求。如，针对设备的采购、安装、使用以及维护等方面，没有根据具体情况建立完善的管理制度，致使设备管理混乱，这极大

地增加安全隐患^[13]。与此同时，企业安全管理制度的执行力度不够，虽然有企业制定相关的安全规章制度，然而在具体工作中并未得到有效落实，导致违规行为没有及时得到纠正和处罚。

2. 现场管理不到位

石油钻井施工现场具有一定的复杂性，面临各种危险因素。若现场管理不够到位，十分容易引发安全事故。例如：施工现场设备摆放过于混乱，物料堆放不规范，这会在很大程度上影响操作人员工作的开展，进而增加事故发生风险。另外，施工现场的安全警示标识未张贴或者不够清晰以及安全防护设施不完善等，都会给操作人员的安全造成威胁。

3. 应急管理体系不健全

在整个石油钻井工程安全管理中，应急管理为重要的组成部分。有些企业的应急管理体系不健全，缺乏具体的应急预案和应急演练^[14]。在事故发生时，因缺乏合理的应急处理措施，使得企业无法及时控制事故发展，最终导致事故不断扩大。例如：在发生井喷事故时，因应急预案不够完善，企业没有及时组织进行有效的压井和控制井口作业，这可能会出现井喷失控情况，从而引发爆炸、火灾等重大事故。

二、石油钻井工程事故的防范措施

（一）加强地质勘探与评估

1. 提高地质勘探精度

施工单位在进行石油钻井工程施工前，首先需要做好地质勘探工作，在这个环节中应合理应用现代化地质勘探技术和设备，以此不断提高地质勘探的精度。如，选用地震勘探、测井等技术，深入了解地层结构、岩性以及压力等信息，以此为钻井工程设计提供准确且有效的数据支持。其次，施工单位还要进一步加强地质资料的分析和研究，以便能够第一时间发现潜在的地质风险，最后制定具体的防范措施。

2. 建立地质风险评估体系

施工单位应根据具体情况建立完善的地质风险评估体系，主要对钻井过程中可能遇到的地质风险进行全面评估。根据地质风险的等级，制定符合需求的钻井工程方案和应急预案^[15]。例如：针对高风险的地质区块，操作人员应选用特殊的钻井工艺和技术措施，具体包括加重钻井液、加强井壁支撑与维护等，以期能够在最大程度上降低事故发生风险。

3. 加强地质监测与预警

在实际钻井环节中，施工单位应不断加强对地质情况的监测，以此能够及时获取关于地层压力、岩性变化等信息。在这一环节中，需要使用现代化监测技术和设备，即压力传感器、随钻测井仪等，这样能够对井下情况进行实时监测。一旦发现异常情况，会及时发出预警信号，同时会采取具体的措施进行处理，从而有效避免事故的发生。

（二）优化设备管理与维护

1. 合理选型设备

施工单位应结合石油钻井工程的具体需求，选择适合的选型

设备。在设备选择环节中,需要考虑各方面因素,包括设备性能、质量、可靠性等,以此在最大程度上保障设备使用符合工程要求。与此同时,施工单位需要注意设备的配套设施,要与设备的性能相匹配,以此保障设备运行的稳定性和可靠性。

2. 建立设备维护保养制度

施工单位应根据实际情况建立完善的设备维护保养制度,定期对设备进行维护和保养。在具体操作中,应根据设备的使用说明书和维护保养要求,对设备的各个部件做好检查、清洁、润滑、调整以及更换等。例如:通过定期更换钻井泵的活塞、缸套等易损件,着重检查设备的电气系统、液压系统等是否正常运行。与此同时,单位还应建立设备维护保养记录,以此能够对设备的维护保养情况进行全面跟踪和管理。

3. 加强设备更新换代

随着社会经济的不断发展,石油钻井设备在不断更换。对此,施工单位应立足实际,及时淘汰老旧设备,积极引进先进的设备和技术。现代化的设备在使用中不仅性能更加可靠,还具有较高的自动化程度和安全性能,进而达到降低事故发生风险的目的。例如:使用自动化钻井设备能够有效减少操作人员的劳动强度,进而不断提高钻井效率和安全性。

(三) 提升人员素质与培训

1. 加强操作人员培训

施工单位应不断加强对操作人员的培训,以此不断提高其技术水平和业务能力。针对培训内容,应围绕钻井工程理论知识、设备操作技能、安全规章制度等方面在培训环节中,将理论培训与实际操作培训进行结合,能够使得操作人员更好地掌握钻井设备的操作方法和保养技能。

2. 增强操作人员安全意识

施工单位应注重操作人员的安全教育,增强其在作业中的安全意识。在这方面,单位可通过开展安全培训、安全宣传等活动,让操作人员能够正确认识到安全工作的重要性,进而在作业中能够自觉遵守安全规章制度。例如:施工单位可组织操作人员观看安全事故案例视频,并对事故发生的原因和教训进行分析,以此不断提高操作人员的安全防范意识^[10]。与此同时,单位还需建立安全奖励机制,对安全工作表现突出的操作人员应做好表彰和奖励,这样做能够激励操作人员有效参与安全工作。例如:建立全员安全积分台账,调动员工参与安全管理的积极性。

3. 合理安排操作人员工作时间

施工单位需合理安排操作人员的工作时间,这样能够有效避免操作人员过度疲劳。为此,单位应根据石油钻井工程的特点,制定合理的工作排班制度,确保操作人员有足够的休息时间。同时,还要注意操作人员的心理健康,根据需求提供心理支持和帮助,以此缓解其工作压力。例如:休班期间,可组织员工参加EAP(员工帮助计划)培训班,不仅能提升自我认知,改善人际关系,缓解压力,而且能增强团队凝聚力,获得心灵成长。

(四) 完善管理制度

1. 建立健全安全管理制度

施工单位需根据各方面情况建立健全安全管理制度,明确安

全生产的各个环节和责任主体。在这一环节中,应制定具体的安全操作规范、设备管理制度以及人员培训制度等,以此能够确保安全管理制度有效执行。

2. 加强现场管理

施工单位应不断加强对石油钻井施工现场的管理,以此保障施工现场作业开展的有序性。在这个环节中,应合理规划施工现场设备摆放和物料堆放,设置明显的安全警示标识和安全防护设施。例如:在井口周围设置防护栏,这样可避免人员和物品掉入井内。同时,还要做好对施工现场的监督检查,以便能够及时发现和整改安全隐患。

3. 完善应急管理体系

施工单位应合理完善应急管理体系,根据具体情况制定符合需求的应急预案。应急预案包括多方面内容,即事故类型、应急预案措施、应急救援组织机构和职责等。与此同时,单位还应组织应急演练,以此能够对应急预案的可行性和有效性进行检验。

三、结语

综上所述,石油钻井工程事故发生受多方面因素影响,主要包括地质因素、设备故障、人为操作以及管理不善等。通过对这些因素进行深入分析,制定具有针对性的防范措施,以期不断降低石油钻井工程事故发生率,确保工程项目安全顺利进行,为实现石油行业可持续发展创造良好的条件。

参考文献

- [1] 鲍锦祥. 石油钻井工程事故的原因及应对策略[J]. 化工设计通讯, 2023, 49(2): 21-23.
- [2] 任建春. 石油钻井工程存在的风险因素与防控策略分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(22): 72-75.
- [3] 颜景若. 石油钻井工程防漏堵漏工艺的应用及经济性分析[J]. 中国化工贸易, 2024(24): 52-54.
- [4] 蒋晨峰. 中原石油工程公司钻井一公司: 开局就发力握紧主动权[J]. 中国科技纵横, 2023(2): 1-2.
- [5] 朱哲君, 赵大卫, 朱建立. 浅析“四位一体”安全管理在石油工程企业中的运用[J]. 石油化工安全环保技术, 2024, 40(4): 17-19.
- [6] 张志伍, 贺世莉. 石油钻井工程事故的原因及应对策略[J]. 化学工程与装备, 2023(12): 235-236+171.
- [7] 解健程. 浅谈石油钻井工程存在的风险及防范措施[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(07): 67-69.
- [8] 鲍锦祥. 石油钻井工程事故的原因及应对策略[J]. 化工设计通讯, 2023, 49(02): 21-23.
- [9] 刘强, 罗茂. 谈石油钻井工程事故的原因及应对策略[J]. 清洗世界, 2022, 38(09): 178-180.
- [10] 陈建林. 试论石油钻井工程事故的预警技术[J]. 石化技术, 2022, 29(04): 103-104.