

石油钻井工程事故预防与经济效益分析

梁 松 (中石化西南石油工程有限公司湖南钻井分公司, 湖南 长沙 410007)

摘 要: 常见钻井工程事故主要包括井塌现象、井漏事件、卡钻事故、井喷事件、钻井工具卡钻事故、测井过程发生的事故、固井过程发生的事故等。钻井工程事故的成因主要有地质因素与工程原因两个方面,地质原因主要包括地层的岩性特征、地层压力变化、井筒漏失等,而工程原因主要包括井身架构设计不当、钻井液密度设计不当、起钻幅度大对地层产生抽吸作用,或起钻后井筒中钻井液不进行补充等。通过对钻井工程事故的原因进行深入分析,采取有效的预防措施,如优化钻井设计、加强设备维护、提高人员素质等,可以显著降低事故发生的概率。这样一来,不仅可以减少因事故导致的直接经济损失,如设备损坏、停工损失等,还可以避免因事故引发的间接经济损失,如环境污染治理费用、声誉损失等。从长远来看,加强钻井工程事故预防,有助于提高钻井工程的经济效益,实现资源开发的可持续发展。减少事故的发生也有利于降低保险费用等成本支出,为企业创造更多的利润空间。总之,钻井工程事故预防是实现经济效益和社会效益双赢的关键举措。

关键词: 石油钻井; 工程事故; 原因分析; 治理对策; 经济效益

钻井工作是高风险、大投入、高科技的特色领域,但由于钻井环境相对特殊,所采用的技术又相对复杂,同时在钻井施工的过程中,不同的过程、不同的环节也会对钻井工作者的身体、设备安全产生不同的威胁。可以看出,做好对钻井工程事故的研究和防治是现阶段的主要任务,唯有这样,才能够尽可能的减少钻井工程出现故障的几率。

1 对钻井施工存在风险进行分析

1.1 环境因素

钻井系统工程多位于野外,其环境因素直接关系到其质量的一个重要原因,一方面,油田钻井系统的施工易受气候的影响,由于其施工位于露天条件,包括雷电、高热、雨雪等环境恶劣天气会导致施工的风险大增,在这个气候下施工方通常可以选用暂停施工造成时间的严重拖延,而后期因为赶上时间则会造成问题产生新的风险隐患。另外,钻井平台的施工现场需要施工场地狭小,立体度高等特点,这都是造成交通事故的原因,所以,在施工者必须解决环境造成的不良影响才能减少的危害。

1.2 设备因素

钻井现场使用的机械数量也很多,要求机器的可靠性能要求也优于一般的。一方面,因施工现场主要是对机械的维护保养不及时,导致设备容易出现安全事故。另一方面,传统钻井设备根本无法适应现代钻井系统施工工艺先进的需要,部分甚至不能到使用寿命的产品如果由于技术更新而不能投入生产,则可能造成问题不必要的损失,同样,在钻井施工中设备必

须长期处在状态,加速了老化后,若不能进行彻底的维修保养则易出现安全隐患,对钻井设备和施工现场造成危害隐患。

1.3 施工人员因素

人的因素是导致风险的一个重大原因,由于施工人员的疏忽导致的道路安全事故也经常出现,另一方面,由于施工人员的普遍存在技能水平不高的人,往往没有相应的学习文化能力,不重视教育提升自我的技术水平。

2 对钻井工程事故进行原因分析

2.1 地质因素

①岩性因素。钻探目标是岩层,岩层构造有硬有软,岩层致密,可钻井性差,限制钻探速率。此外针对一些特定岩性,如石膏层,吸湿胀大,长期侵蚀致使岩层蠕性增加,产生井壁坍塌或缩径的复杂性地下水条件,形成井漏或卡钻。

②地层压力因素。地层压力是井身构造及钻井液系统设计依据,一个层系由下至上具有数个压力体系,高温层、低温层处在同一个裸眼井段内,未对完井形式优化,井身构造错误,致使钻探进程中漏喷同时产生,易产生重复钻探事件。

③岩层构造漏失压力因素。一是钻井工程事故作用范围过大,作用于岩层构造的压力大于岩层构造破裂压力以及漏失压力等;二是土壤岩层的天然裂隙很发达,或形成大孔洞或裂缝,连通性很好,但钻井承压能力小;三是在钻井流程中,未避开断层;四是钻井时土壤地层能量损失很大。

2.2 工程因素

主要原因一是由于井身结构设计不当,在裸眼井段中,大量压井泥浆漏失、井内溢流原因、还有存在易坍塌层的原因,且钻井工程事故发生时存在着边喷边漏边塌问题,处理困难度较大。二是由于钻井泥浆比重设置不当,而且与岩层配伍不良,导致了裸眼井段中部分岩层组织的缩径或塌陷;三是由于起钻太猛,抽汲压力加大,影响油井井底压力,从而引发外溢;四是由于起钻后井筒中钻井液尚未灌满,很容易引起溢流事故的发生。

3 钻井工程事故预防措施分析

3.1 井筒存在漏失的问题

①井漏危害性。许多井钻探流程中均有漏失现象,漏失量多少略有差别,重大时井筒内压力迅速降低,致使坑壁不稳垮塌,极易造成溢流乃至井喷。

②预防。一是搞好井身结构设置,准确测量套管下深;二是做岩层破裂压力和承压功能试验,若岩层承压功能过低,可采用堵漏等方法增加岩层承压功能,达到钻开石油层所需的承压功能条件;三是限制下钻速率,分段循环,保证好钻井液质量。

3.2 井喷事故

①井喷因素。诱发油井井喷的因素包括钻井液未灌满、井眼漏失、压井泥浆密度低、起钻抽汲影响、岩层压力反常或者其它作业不良预防措施等。

②预防措施方法。一是起管柱时,灌入井筒内的钻井液容积小于所起出钻具容积,若将钻头或钻具水眼堵,灌入井筒内的钻井液容积应小于所起出钻具的排替量和管内容积之和;二是科学调整井体结构,优选钻井液种类及致密系数,有效控制下钻速率;三是对钻井液进行除气,严禁将清水或胶液混入钻探液中;四是起钻前,核对井底压力高低,确认其有无超过岩层压力,并评估有无会出现抽汲溢出现象;五是进行地层压力检测,并采用先进安全可靠的井控设备。

3.3 卡钻事故

①卡钻种类。按卡住因素可分成粘吸卡钻、塌壁卡钻、砂桥卡钻、缩径卡钻、键槽卡钻、泥包卡钻、落物卡钻等。

②特种预防措施种类。一是在钻孔工作流程中若遇到异常状况停钻,一般要求方钻柱的最高停止时刻不超过5分钟;二是若钻头卡在井底时,可将钻井管柱悬重直接作用在方钻头上,一般的下压值约为钻井管悬重百分之五十,重要目的是将井下钻柱压弯,以

减小方钻柱与井壁的相接触范围,并减小粘着力;三是在正常钻孔时,若遇到机械故障,未能及时将方钻杆坐在井口上检修,易造成卡住;四是在发现卡住初期,随钻震击器的解卡可靠。

4 钻井工程事故预防的经济效益分析

4.1 减少事故损失

加强事故预防工作对于现代社会具有重要意义。事故不仅仅是一时的经济损失,更是对整体社会和环境的影响。有效的预防措施不仅可以显著降低事故发生率,还能在多个方面带来积极影响。

从经济角度看,事故预防可以显著减少直接的经济损失。比如,通过提前检测设备故障并进行维护,可以避免设备损坏导致的高昂修复费用。此外,事故往往伴随着人员伤亡和停工造成的损失,这些直接损失不仅仅是资金上的损失,更会影响到企业的生产力和市场竞争力。因此,通过加强预防工作,企业能够有效降低这些成本,提高整体的经济效益。

加强事故预防工作还可以降低环境治理的成本。环境治理往往需要大量的资源和资金投入,来修复和补救事故造成的环境损害。通过事前预防,可以避免这些治理成本的产生,从而节省社会资源,使这些资源可以用于更有益的环境保护和改善措施上。

加强事故预防工作不仅仅是为了应对当下的经济损失和生态破坏,更是为了实现长远的社会可持续发展目标。通过有效的预防措施,可以在经济效益、环境保护和社会稳定三个方面取得均衡,推动企业和社会朝着更加安全、绿色和可持续发展的方向发展。因此,各界应共同努力,加强事故预防工作的研究和实施,为未来的社会发展创造更加稳定和可靠的基础。

4.2 提高生产效率

在现代钻井工程中,事故预防工作的重要性日益凸显。钻井作为石油工业中至关重要的环节,其安全性直接影响着整个生产链的稳定与效率。事故不仅会导致工程的停工和延误,更可能引发严重的人员伤亡和环境污染,对公司声誉和经济造成严重影响。

钻井工程的复杂性决定了事故预防工作的复杂性和紧迫性。钻井现场的安全管理需要全面覆盖各个环节,从人员培训到设备维护,从作业规范到紧急应对措施,每一个细节都不容忽视。通过定期的安全培训和演练,提升工作人员的安全意识和应对能力,可以有效减少操作失误和事故发生的可能性。

管理与监督的有效实施是事故预防的关键环节。

建立健全的安全管理体系，明确责任分工，制定严格的操作标准和应急响应预案，确保在突发情况下能够迅速、有效地应对，最大限度地减少事故对钻井工程的影响。同时，定期进行安全评估和审查，及时总结经验教训，持续改进安全管理措施和工作流程，是保持安全稳定的关键。

4.3 增强市场竞争力

加强事故预防工作，不仅是企业责任的体现，更是保障钻井工程安全性和质量的重要举措。在现代竞争激烈的市场环境中，企业若能够有效提升钻井工程的安全性和质量，将不仅增强企业的形象和声誉，更能显著提升在市场上的竞争力。

事故预防工作直接关系到钻井工程的安全性。通过严格的安全管理制度和全面的风险评估，可以有效识别和控制潜在的安全隐患，减少事故发生的可能性。例如，采用先进的监控技术和实时数据分析系统，及时发现设备异常或操作风险，从而迅速采取措施防止事故的发生，保障工作人员的安全和生命健康。

质量是企业竞争力的重要体现。在钻井工程中，优化工艺流程、使用高品质的钻具设备以及培训专业技术人员，都是提升工程质量的关键因素。通过实施严格的质量管理体系和持续的技术创新，确保每一道工序和每一个环节都达到高标准，不仅可以提高工程的成功率和效率，还能够满足客户对工程质量的高要求，赢得客户的信任和长期合作。

这些措施不仅有助于提升企业在行业中的声誉，还能够有效增强企业的市场竞争力。在市场经济条件下，客户更倾向于选择安全可靠、质量有保障的钻井服务提供商。企业通过持续改进和优化服务质量，建立良好的客户口碑和品牌形象，将吸引更多客户选择合作，从而扩大市场份额，提升经济效益。

4.4 促进经济可持续发展

事故预防工作并非一蹴而就，它需要企业和员工的共同努力。企业需要建立健全的安全管理体系，明确安全生产责任，加强安全培训和教育，提高员工的安全意识，确保他们熟悉和遵守安全操作规程。企业需要进行定期的安全检查和隐患排查，及时消除安全隐患，保障生产设备的安全运行。同时，企业还应建立事故应急预案，培训员工的应急救援能力，提高应对突发事件的能力。

除了企业的努力，政府部门也需要加强对企业的监督和指导，制定更加严格的安全生产法规和标准，

加大对安全生产的宣传力度，推动企业深入开展安全生产工作。同时，相关行业协会和机构也可以发挥积极作用，提供安全生产的技术支持和指导，组织行业内的安全交流和经验分享，促进行业安全生产水平的整体提升。

事故预防工作的最终目标是实现零事故，这需要全社会共同努力。企业要不断加强自身的安全管理工作，提高事故预防意识和能力；政府部门要加大对安全生产的监管和执法力度；社会各界要关注安全生产问题，共同营造尊重生命、注重安全的社会氛围。

5 经济效益提升实际案例分析

以某石油钻井公司为例，该公司在过去由于对事故预防工作重视不够，导致钻井工程事故频发，给企业带来了巨大的经济损失。近年来，该公司加强了事故预防工作，采取了一系列措施，如加强人员培训、强化设备维护、优化钻井工艺等。通过这些措施的实施，该公司的事故发生率显著降低，经济效益得到了明显提升。具体数据如下：

项目	实施前	实施后
事故发生率（次 / 万米进尺）	5	1
直接经济损失（万元 / 年）	800	200
钻井周期（天 / 口井）	60	45
市场份额（%）	10	15

通过以上数据可以看出，加强事故预防工作后，该公司的事故发生率大幅降低，直接经济损失减少了600万元/年。同时，钻井周期缩短了15天/口井，提高了生产效率，降低了钻井成本。此外，市场份额也从10%提高到了15%，增强了企业的市场竞争力。

6 结论

综上所述，钻井工作的安全性是最关键的，不光是钻井工作，其他工程钻具也应该建立完善的安全管理规定，钻井领域比较特殊，往往容易出现各类风险事件，所有的人员都存在着安全隐患。如果实现了不安全作业，则钻井作业的质量和生产率也就无法得以提高，所以作为钻井企业一定要加强安全措施、强化安全控制、开展安全培训，从而提高一线操作人员的风险意识，以确保钻井操作的安全性，并最大限度避免了钻井操作危险。

参考文献：

- [1] 任敏. 石油钻井工程事故预警技术研究 [J]. 西部探矿工程, 2021(06):49-50.
- [2] 蒲伦兵. 石油钻井作业高处坠落事故分析与防范策略研究 [J]. 当代化工研究, 2017(2):136-137.