

Research on Safety Hazard Identification and Prevention Measures at Oil Drilling Construction Sites

Peipei Li

Sinopec Zhongyuan Petroleum Engineering Co., Ltd. Drilling Company No.2, Puyang, Henan, 457001, China

Abstract

Petroleum drilling sites are characterized by dense equipment deployment, complex operational procedures, continuous work operations, and highly interconnected risks. Potential safety hazards often lurk in various processes—including well control management, high-altitude operations, drilling operations, hot work and electrical operations, machinery operation, and personnel operations. Inadequate hazard identification and insufficient risk assessment can easily lead to accidents such as well blowouts, mechanical injuries, fires and explosions, falls, poisoning, and asphyxiation. This article provides an in-depth analysis of the specific types of safety hazards in petroleum drilling sites, examines their root causes, and proposes a series of preventive measures: enhancing risk identification, strengthening well control management, standardizing operational procedures, improving personnel competency, and advancing information-based supervision, with the aim of elevating overall safety management standards in drilling operations.

Keywords

oil drilling; construction site; safety hazards; risk identification; prevention and control measures

石油钻井施工现场安全隐患排查及防控措施研究

李培培

中石化中原石油工程有限公司钻井二公司, 中国·河南 濮阳 457001

摘 要

石油钻井施工现场存在着设备比较密集、工序繁杂、作业持续不断、风险耦合性较强等特性, 安全隐患常常潜藏于井控管理、高处作业、起下钻作业、动火用电操作、机械运转、人员操作等各个环节之中。要是隐患排查不够细致、风险研判缺乏足够深度, 就极易引发井喷、机械伤害、火灾爆炸、坠落、中毒窒息等各类事故。此篇文章围绕石油钻井施工现场安全隐患的具体类型展开深入剖析, 探究隐患形成的缘由, 并且提出完善风险识别工作、强化井控管理力度、规范作业流程、提高人员能力素质、推进信息化监管等一系列防控举措, 期望能够提高钻井施工安全管理整体水平。

关键词

石油钻井; 施工现场; 安全隐患; 风险排查; 防控措施

1 引言

石油钻井属于油气资源开发中关键的一环, 其施工进程会涉及到钻机、泥浆泵、井控装置、吊装设备、发电系统、循环系统等多种类型的装备, 作业人员要在高压、高负荷、连续倒班的状况下进行复杂的操作。要是钻井现场出现安全事故, 通常会具备突发性很强、处置难度较大、影响范围较广的特性。目前, 不少企业已然建立了安全管理制度, 然而在现场执行的时候依旧存在隐患识别不够到位、交叉作业协调欠缺、班组安全意识比较薄弱、应急响应不太熟练等问题。对钻井施工现场安全隐患排查和防控措施展开研究, 对于保障人员生命安全、稳定施工进度、提高油气开发质量有着实际的意义。

【作者简介】李培培(1984-), 女, 本科, 工程师, 从事钻井工程HSE领域研究。

2 石油钻井施工现场安全隐患的主要表现

2.1 井控风险具有高危性和突发性

井控安全在石油钻井施工中属于核心风险。在钻进的时候, 地层压力、钻井液密度、井深的变化、构造条件, 均会对井筒压力平衡造成影响。要是钻井液密度不够、井漏处理不合适、起钻抽汲非常明显或者溢流发现比较晚, 就有可能引发井涌, 甚至出现井喷。井控风险发展速度较快, 泥浆池液面、出口流量、泵压和气测数据一旦出现异常, 现场就得立即进行研判。防喷器、节流压井管汇、远程控制台等设备要是维护做得不好, 应急处置能力就会被削弱, 所以井控管理要贯穿钻进、起下钻、固井、停泵观察的整个过程。

2.2 机械设备与起重吊装隐患较为集中

钻井现场有着众多设备, 像转盘、顶驱、绞车、游车大钩、泥浆泵、钻杆排放装置等, 它们长期都处于高负荷运行的状况。要是设备防护缺少、润滑不够、连接出现松动、制动功

能失灵、限位失效等情况,就很有可能引发机械伤害。在起下钻作业的时候,钻具悬吊的重量比较大,人员活动的空间也有限,要是指挥信号不清楚、吊卡锁销没有到位或者人员站位不合适,就容易造成碰撞、挤压、物体打击等情况。而在井场搬迁、套管吊运、工具吊装这些作业中,还得重视吊索具、吊点、风力条件,以此防止重物出现摆动、脱钩或者倾覆的状况。

2.3 火灾爆炸、中毒窒息和高处坠落风险交织

石油钻井现场存在柴油、天然气、硫化氢、电气设备等诸多危险因素,火灾爆炸风险不容忽视。动火作业、临时用电、油品储存、气侵泥浆处理等环节,都可能形成点火源与可燃介质接触条件。含硫气井还存在硫化氢泄漏风险,一旦检测设备失效或防护不到位,作业人员就可能中毒窒息。钻台、井架、罐面等高处作业区域,防护缺失或通道湿滑都会显著增加坠落风险。这些风险并非孤立存在,恶劣天气、疲劳作业、交叉施工会让隐患叠加,增加现场防控难度。

3 安全隐患形成的深层原因

3.1 风险识别不够精细,隐患排查存在盲区

部分钻井队在进行隐患排查工作时,往往会将重点置于比较明显的问题之上,像是设备外观出现损坏、现场存在杂物堆放、个人防护用品佩戴情况等,然而对于工艺参数异常、作业程序偏差、风险变化趋势方面却关注不够。钻井施工会受到地层、井深、井型、施工阶段等因素的较大影响,同一作业在不同井段的风险等级有可能全然不同。要是隐患排查依旧采用固定清单的方式,缺乏与当日作业内容、气象条件、设备状态、井下复杂情况的结合,那么就很难发现深层风险。比如起钻之前没有对抽汲风险进行评估,动火之前没有充分检测可燃气体,进入泥浆罐之前没有确认氧含量、有毒气体浓度,这些都属于典型的识别盲区。隐患排查并非只是简单地填表,而是要对现场危险源展开动态分析、持续验证。

3.2 现场制度执行存在偏差

石油钻井企业一般有着比较完备的安全制度与操作规程,然而制度能否切实转化为现场行为,最终还是要看执行力度如何。在实际的施工过程当中,部分班组为了赶进度、抢工期,或者是想减少停机时间,可能会简化作业许可流程,没有依照要求展开安全技术交底,甚至还出现违章指挥、冒险操作的情况。交接班不够细致也会致使隐患得以延续,上一个班所发现的设备异常、井下情况变化、未完成整改的事项,要是没有清晰地传递下去,下一班可能会在信息不充足的状态下继续进行作业。当承包商和外协人员参与井场作业的时候,如果安全培训、现场监管工作没有做到位,同样容易产生行为不一致、责任不明确的问题。制度执行出现偏差所带来的危害在于,其会逐步形成习惯性违章,进而让风险在日常作业中被低估。

3.3 人员安全能力与复杂作业要求不匹配

在钻井现场,存在着诸多事故现象,经分析可知,许多事故都和人的不安全行为相关联,而深入探究就会发现,这些不安全行为背后反映出的往往是安全能力存在欠缺的问题。有一部分新员工,他们对于钻井设备的结构、井控信号、危险气体的特性、应急流程等方面的知识掌握得不够深入,所以当面对异常情况的时候,很容易出现紧张情绪,或者在做出判断时比较迟缓。老员工尽管有着丰富的经验,可长期进行重复性作业,也有可能产生麻痹大意的心理,对于那种发生概率较低但后果严重的风险缺乏应有的警觉。要是培训内容仅仅停留在制度宣读、事故通报这个方面,缺少情景演练、实操考核、针对岗位的专门指导,那么人员能力的提高将会受到限制。安全管理最终是要落实到人的行为之上的,人员能力不足会对所有技术和制度措施的效果起到削弱作用。

4 石油钻井施工现场隐患排查方法

4.1 建立全过程、分层级隐患排查机制

钻井施工隐患排查工作需覆盖搬迁安装、开钻验收、钻进、起下钻、固井、试压、完井、设备拆迁等整个过程。各个不同阶段有着不一样的风险重点,在搬迁安装阶段要留意设备基础、吊装作业、临时用电等情况,钻进阶段需关注井控参数、机械运转、循环系统等方面,起下钻阶段应着重排查吊卡、卡瓦、刹车系统、人员站位等,对于含硫区块而言,还需加强气体检测、应急撤离条件的检查。分层级排查有着相应要求,班组要进行日常巡查工作,队级管理人员进行专项检查,项目部和企业安全部门组织综合检查。层级之间不能出现重复走过场的现象,而是应当形成互补,班组负责发现现场的细节问题,管理层对系统性风险进行分析,专业人员处理技术性隐患。全过程排查能够防止安全管理仅仅在开工验收或者上级检查时才集中力量去做。

4.2 运用风险清单与动态评估结合的方法

风险清单作为隐患排查很关键的工具,其必须持续保持动态更新状态。钻井队能够依据井型、地层压力、硫化氢风险、设备配置、施工计划等,去建立具有针对性的风险清单,把井控、起重、高处、动火、用电、受限空间、危险化学品等相关内容都纳入这个清单里面。每日班前会需要结合当天的作业任务,再次对风险清单加以识别,明确关键风险、控制措施、责任人员。针对高风险作业,要运用作业安全分析方法,把作业步骤拆解开来,逐一对可能发生的伤害、控制要求进行识别。比如说在更换泥浆泵缸套的时候,要考虑停机挂牌、压力释放、工具摆放、人员配合、试运转确认等各个环节。动态评估可让隐患排查从静态检查转变为过程控制,从而减少因为施工条件变化而产生的管理空档情况。

4.3 加强技术监测与数据化排查

现代钻井现场如今已经拥有了较多的监测条件,应当

充分运用这些数据来提高隐患排查的效率。在井控方面，可以借助综合录井、泥浆池液位监测、出口流量监测、气测数据、泵压变化来识别异常趋势，对于设备而言，能够对绞车制动、泥浆泵压力、顶驱扭矩、发电机负荷、关键轴承温度进行状态监测，在安全环境方面，可以通过可燃气体、硫化氢、氧含量、视频监控系统来掌握现场风险。数据化排查的价值就在于能够及时发现人工巡检难以察觉到的细微变化。比如说泵压持续出现小幅波动，这有可能提示井下存在复杂情况或者设备密封出现异常，硫化氢报警器偶尔发出低值报警，同样也需要对通风和气源情况进行排查。技术监测虽然不能替代现场管理，但是能够为隐患判断提供证据，让安全决策变得更加精准。

5 石油钻井施工现场安全防控措施

5.1 强化井控管理与关键设备保障

井控防控需秉持预防为主的原则，将压力平衡、早期识别置于核心地位。施工之前要精确把握地层压力、邻井资料、井控设计要求，合理地确定钻井液密度与井控装备配置。在钻进的过程当中，要严格执行坐岗观察制度，留意池体液面、返出流量、气测异常、钻井液性能的变化。防喷器、节流压井管汇、远程控制台、内防喷工具必须依照规定进行试压、维护、检查，以确保在关键时刻能够正常发挥作用。井控演练不能仅仅停留在口头流程上，应当围绕溢流发现、关井、汇报、压井、人员撤离展开实战化训练。对于高压、高含硫、复杂井段，还需要提高技术会商的频次，必要的时候调整施工参数、应急资源配置。井控安全一旦出现问题，后果非常严重，所以必须以最高的标准进行管理。

5.2 规范高风险作业许可与现场行为控制

在钻井现场，动火、吊装、高处、临时用电、受限空间、带压作业、交叉作业等各类作业活动，均需严格依照作业许可制度来执行。在作业进行之前，务必要完成风险分析、气体检测、隔离挂牌、防护确认、安全交底这些工作。而在作业过程当中，需要安排专门的人员进行监护。待作业结束后，要对现场进行恢复、复查。针对高处作业而言，应当设置稳固可靠的平台、防护栏杆、防坠措施，安全带使用时要做到高挂低用，遇到恶劣天气时，应停止不适宜进行的作业。对于吊装作业，要明确指挥人员，仔细检查吊索具、吊点、作业半径，同时禁止人员停留在吊物下方。临时用电必须符合防爆、防潮、接地等相关要求，电缆敷设过程中要避免被车

辆碾压或者受到油水浸泡。现场行为控制方面，还要着重突出反违章管理，对于习惯性违章行为，要及时予以纠正并追溯原因，绝不能因为未造成后果就放松处理。

5.3 完善培训、应急和安全文化建设

安全防控工作的最终落实需要依靠人员来完成。企业应当针对司钻、副司钻、井架工、泥浆工、电工、井控人员、外协队伍展开分类培训，以此让不同岗位的人员掌握与其职责相匹配的风险识别、处置能力。培训方式方面需要增加案例复盘、模拟操作、现场问答、应急演练等内容，同时减少单纯的会议式学习。在应急管理方面，要对井喷、火灾爆炸、硫化氢泄漏、人员坠落、机械伤害、极端天气等预案进行完善，从而确保报警、撤离、救护、联络、现场隔离等流程清晰明确。管理人员同样需要将安全表现纳入班组评价之中，进而形成一种“发现隐患有价值、整改隐患有责任、忽视隐患要追责”的现场氛围。

6 结语

石油钻井施工现场的安全风险呈现出多源、动态、高后果的特性，隐患排查与防控工作在整个施工过程中都不能松懈。像井控失效、机械伤害、吊装风险、火灾爆炸、高处坠落、有毒有害气体暴露等情况，都是现场管理工作中必须予以重视的关键内容。想要提高安全水平，不能仅仅依赖事后整改，而是要借助全过程排查、动态风险评估、技术监测、标准化作业等方式，在事故发生之前就消除隐患。并且，还要强化井控设备保障、高风险作业许可、人员培训、应急演练等工作，促使制度要求切实转化为现场的实际行动。只有把技术防控、管理责任、安全文化有机融合起来，才能够提高钻井施工的本质安全水平，保障油气开发安全、稳定且高效地推进。

参考文献

- [1] 官继民. 钻井作业现场的安全隐患排查及治理措施[J]. 居舍, 2019, (16):177.
- [2] 高伟军. 新疆油田石油行业固井施工作业现场的安全隐患排查与治理[J]. 化工设计通讯, 2019, 45(04):246.
- [3] 廖远程. 钻井作业现场的安全隐患排查及治理措施[J]. 化工管理, 2018, (30):54.
- [4] 王亮成. 钻井工程施工的安全隐患及注意事项[J]. 化学工程与装备, 2019, (07):295-296.
- [5] 宁宇祥. 石油钻井的安全隐患及对策分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(05):83-84.