

井下试油修井过程中的安全风险分析与防控措施

罗强 邓超 雷昆

中国石油青海油田分公司井下作业公司 青海 茫崖 816401

摘要：井下试油修井作业是油气勘探开发中的关键环节，然而，这一过程充满了诸多安全风险。本文深入探讨了井下试油修井过程中的安全风险分析与防控措施。井下试油修井作业作为油气田勘探开发的重要环节，其安全性直接关系到作业人员的生命安全和油气田的生产效益。文章首先概述了井下试油修井作业的内容与流程，以及作业环境的独特特点。接着，从人员、设备和环境三个方面详细分析了井下试油修井过程中的安全风险。最后，针对这些风险，提出了加强安全管理制度、提高作业人员安全意识、加强个人防护和作业环境管理、加强设备管理和维护以及制定应急预案和演练等防控措施，旨在为井下试油修井作业的安全管理提供有益的参考。

关键词：井下试油；修井过程中；安全风险分析；防控措施

引言：随着油气田勘探开发的不断深入，井下试油修井作业在油气田生产中的地位日益凸显。然而，由于井下试油修井作业环境的复杂性和危险性，作业过程中存在着诸多安全风险。这些风险不仅威胁着作业人员的生命安全，还可能对油气田的生产效益造成严重影响。因此，对井下试油修井过程中的安全风险进行深入分析，并制定相应的防控措施，对于保障作业安全、提高生产效益具有重要意义。将从人员、设备和环境三个方面出发，对井下试油修井过程中的安全风险进行全面剖析，并提出相应的防控策略。

1 井下试油修井作业概述

1.1 作业内容与流程

井下试油作业主要包括通井、洗井、射孔、诱喷等工序。通井是为清除井内套管壁上的杂物或毛刺，确保工具能顺利下井。洗井则是利用洗井液冲洗井壁和井底，将杂质携带出井，保证井内清洁。射孔是通过特定设备在套管和地层上打孔，使油气能流入井内。诱喷是采用各种方法使地层中的油气进入井筒并喷出地面，以测试油层产能和流体性质。修井作业分为大修和小修。小修通常包括更换井口设备、维修抽油杆等简单任务。大修则涉及修复套管、打捞落物、解堵等复杂操作。例如修复套管时，需先确定套管损坏位置和程度，然后采用合适的工具和方法进行修复，如补贴套管、更换套管等。打捞落物要根据落物的形状、大小和位置选择合适的打捞工具，操作过程中需谨慎小心，确保成功打捞且不损坏井内其他设备。解堵作业则需分析堵塞原因，采用相应的解堵剂或工具进行疏通，恢复井的正常生产能力。整个作业流程需要严格按照操作规程进行，以确保作业安全和质量^[1]。

1.2 作业环境特点

首先是复杂的地质条件，井下高温高压环境普遍存在，这对设备的耐高温、耐压性能提出了极高要求，地层中的流体可能具有高腐蚀性，会加速设备的损坏，增加作业风险。狭窄的作业空间，井下空间有限，给设备的安装、操作和人员的活动带来诸多不便，增加了作业难度和安全隐患。而且通风条件受限，有害气体不易排出，容易积聚，如硫化氢等有害气体可能导致人员中毒，威胁作业人员的生命安全。井下环境还存在诸多不确定性因素，地质构造复杂多变，可能出现断层、裂缝等情况，影响作业的稳定性和安全性，容易引发井壁坍塌等事故。自然环境因素也会对作业产生影响，如地震等地质灾害可能对井下设备和人员造成严重破坏，恶劣的天气条件可能影响地面设备的正常运行和物资运输，进一步增加了作业的复杂性和风险性。

2 井下试油修井过程中的安全风险分析

2.1 人员安全风险

作业人员技能水平参差不齐，部分人员缺乏系统专业培训，对先进设备和复杂工艺操作不熟练，易引发操作失误，如误关阀门导致压力异常等。安全意识淡薄现象较为普遍，一些人员心存侥幸，不严格遵守安全规定，在危险区域随意走动或不按要求佩戴防护装备。长时间高强度作业使人员易疲劳，注意力和反应能力下降，增加操作失误概率。此外，工作压力大可能导致人员心理负担过重，影响工作状态和判断能力，人员之间沟通协作不畅也会引发问题，信息传递错误或不及时可能导致操作衔接不当，进而引发安全事故。

2.2 设备安全风险

井下试油修井设备存在多种安全风险。设备老化严

重是常见问题,长时间使用导致的磨损、腐蚀等使设备性能下降,如提升设备钢丝绳磨损可能引发断裂事故。设备故障频发,动力系统、井口装置等关键部位易出现故障,像井口装置密封失效会导致油气泄漏。设备选型不当,未充分考虑作业实际需求,导致设备在运行中无法适应复杂工况,影响作业效率和安全。不同厂家设备兼容性差,组合使用时易出现协同问题。设备维护保养不到位,缺乏定期检查和及时维修,使小问题积累成大隐患。部分设备安全保护装置缺失或不完善,不能在出现异常时及时发挥作用。

2.3 环境安全风险

井下试油修井作业面临的环境安全风险不容忽视。地质灾害风险时刻威胁着作业安全,如地震可能导致井架倒塌、井口变形,滑坡和泥石流可能破坏地面设施和掩埋井口。复杂的地质构造,如断层、裂缝发育,会使地层稳定性降低,增加井壁坍塌和油气泄漏的几率。有害气体如硫化氢、一氧化碳等在地层中广泛存在,一旦泄漏,极易造成人员中毒和窒息事故,作业过程中产生的粉尘不仅危害作业人员呼吸系统健康,在特定条件下还可能引发爆炸。自然环境因素也带来诸多挑战,恶劣的天气如暴雨可能引发洪水淹没井口,大风可能吹倒井架等设备,雷电则可能击中设备引发火灾或爆炸^[2]。

3 井下试油修井过程中的安全风险防控措施

3.1 加强安全管理制度和操作规程

(1) 建立完善的安全管理制度体系。明确各级管理人员和作业人员的安全职责,确保责任落实到人。制定严格的安全考核制度,将安全绩效与个人薪酬、晋升等挂钩,形成有效的激励约束机制。设立安全监督机构,配备专业的安全监督人员,对作业现场进行全天候、全过程的监督检查,及时发现和纠正违规行为。(2) 制定科学合理的操作规程。操作规程应涵盖从设备安装、调试到作业运行、维护保养等各个环节,明确每一步操作的具体方法、技术要求和安全注意事项。在制定操作规程时,要充分结合实际作业情况和设备特点,确保其具有可操作性和实用性,要定期对操作规程进行修订和完善,以适应新技术、新工艺、新设备的应用和安全生产的新要求。(3) 加强对作业人员的培训教育,使其熟悉并严格遵守安全管理制度和操作规程。通过开展定期培训、专题讲座、案例分析等活动,提高作业人员的安全意识和操作技能。在新员工入职时,要进行全面的安全培训和岗位技能培训,经考核合格后方可上岗。在日常作业中,要加强对操作规程执行情况的监督检查,对违反操作规程的行为要严肃处理,确保操作规程的权威性

和严肃性。

3.2 提高作业人员安全意识和技能

在安全意识培养方面,要加强安全教育培训。定期组织安全知识讲座,向作业人员普及井下作业的安全风险、事故案例及防范措施,让他们深刻认识到安全工作的重要性。开展安全文化活动,如安全月活动、安全知识竞赛等,营造浓厚的安全氛围,使安全意识深入人心,强化现场安全宣传,在作业现场设置安全警示标识、标语等,时刻提醒作业人员注意安全。建立安全激励机制,对遵守安全规定、积极参与安全管理的人员给予表彰和奖励,对忽视安全的行为进行批评和处罚,引导作业人员树立正确的安全价值观。对于技能提升,要制定系统的培训计划。根据作业人员的岗位需求和技能水平,开展针对性的技能培训,包括设备操作技能、工艺技术技能、应急处理技能等。邀请行业专家和经验丰富的技术人员进行授课和现场指导,传授先进的操作经验和技术方法。加强实践操作训练,让作业人员在实际操作中熟练掌握设备的使用方法和工艺流程,提高操作的准确性和规范性。鼓励作业人员自主学习和技术创新,提供学习资料和技术交流平台,支持他们参加相关的技能培训和认证考试,不断提升自身的业务能力和综合素质^[3]。

3.3 加强个人防护和作业环境管理

(1) 个人防护方面,要确保作业人员配备合适且质量合格的个人防护装备。根据作业环境和风险特点,为作业人员提供安全帽、防护眼镜、耳塞、防毒面具、防护服、安全鞋等防护用品,并定期进行检查和更换,确保其防护性能有效,加强对作业人员正确佩戴和使用个人防护装备的培训和监督,使其养成良好的防护习惯。例如,在进入可能存在有害气体的区域时,必须严格要求作业人员正确佩戴防毒面具,并检查面具的密封性。(2) 作业环境管理方面,要对作业现场进行全面的风险评估和隐患排查。识别潜在的安全风险,如地质灾害隐患、设备摆放不合理、通道堵塞等,并及时采取措施进行整改。加强对作业现场的清洁和整理,保持工作区域整洁有序,避免杂物堆积引发滑倒、绊倒等事故。合理规划作业现场的布局,确保设备安装稳固、操作方便,且安全防护设施齐全有效。例如,设置明显的安全警示标识和防护栏,防止作业人员误入危险区域。(3) 加强对作业环境的监测和控制。对井下的温度、湿度、压力、有害气体浓度等参数进行实时监测,一旦发现异常情况,及时采取相应的措施进行处理。如在有害气体浓度超标时,立即启动通风设备,加强通风换气,降低有

害气体浓度,保障作业人员的生命安全和健康。

3.4 加强设备管理和维护

(1) 要建立健全设备管理制度。明确设备的采购、验收、入库、领用、使用、维护、保养、维修、报废等各个环节的管理流程和标准,确保设备管理工作有章可循。对设备进行分类管理,根据设备的重要性、使用频率和风险等级等因素,制定不同的管理策略和维护计划。(2) 加强设备的日常维护保养。制定详细的设备维护保养规程,规定维护保养的项目、内容、周期和责任人。定期对设备进行清洁、润滑、紧固、调整等保养工作,及时发现和处理设备的早期故障隐患,延长设备的使用寿命。例如,对抽油机等关键设备,要按照规定的周期进行润滑,检查各部件的紧固情况,确保设备运行平稳。(3) 重视设备的巡检和监测。采用先进的设备监测技术和手段,如无损检测、状态监测等,对设备的运行状态进行实时监测和分析,及时掌握设备的磨损、腐蚀、老化等情况,预测设备可能出现的故障,提前采取预防措施。建立设备巡检制度,安排专人定期对设备进行巡检,记录设备的运行参数和状态,发现问题及时报告并处理。(4) 加强设备维修管理。建立专业的设备维修队伍,配备必要的维修工具和设备,提高设备维修的质量和效率。对设备故障进行及时维修,严格按照维修工艺和标准进行操作,确保维修后的设备能够恢复正常性能和安全运行。建立设备维修档案,记录设备的维修历史和维修情况,为设备的后续管理和维护提供参考依据^[4]。

3.5 制定应急预案和演练

(1) 应急预案的制定应全面细致。针对可能出现的各类安全事故,如井喷、火灾、爆炸、有毒气体泄漏、人员伤亡等,分别制定相应的应急处置方案。明确应急组织机构及各成员的职责分工,确保在事故发生时能够迅速、有效地开展应急救援工作。详细规定应急响应程序,包括事故报告、预警发布、应急启动、现场处置、救援行动、后期处置等环节的具体操作流程和时间要求,要配备充足的应急资源,包括应急救援人员、设

备、物资、资金等,并明确其调配和使用方法。(2) 演练是检验和提升应急预案有效性的关键环节。定期组织不同规模和形式的应急演练,如桌面演练、实战演练、综合演练等。桌面演练主要用于检验应急组织机构成员对应急职责和程序的熟悉程度,通过模拟事故场景,讨论和推演应急处置过程,发现问题并及时进行整改。实战演练则更加贴近实际情况,组织全体应急救援人员和相关设备、物资参与,按照应急预案进行全过程模拟演练,检验应急响应能力、协同配合能力和现场处置能力。综合演练可以将多种事故场景和应急处置措施进行组合,全面检验应急预案的完整性和可行性^[5]。

结束语

综上所述,井下试油修井过程中的安全风险不容忽视,它直接关系到作业人员的生命安全与油气田生产的顺利进行。通过深入分析人员、设备和环境等方面的安全风险,我们提出了针对性的防控措施,旨在构建一个全面、有效的安全管理体系。未来,随着技术的不断进步和管理的日益完善,我们有理由相信,井下试油修井作业的安全性将得到进一步提升。同时,我们也应持续关注新的安全风险点,不断优化防控措施,为油气田的可持续发展提供坚实的安全保障。

参考文献

- [1] 刘志强. 井下试油修井过程中的安全风险分析与防控措施[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2018, 38(16): 145-146.
- [2] 王磊. 井下试油修井过程中的安全风险分析与防控措施[J]. 石油知识, 2018(17): 38-39.
- [3] 张明. 井下试油修井过程中的安全风险分析与防控措施[J]. 石油石化物资采购, 2018(2): 54-55.
- [4] 李华. 井下试油修井过程中的安全风险分析与防控措施[J]. 石油石化节能, 2018, 8(11): 45-46.
- [5] 王强. 井下试油修井过程中的安全风险分析与防控措施[J]. 石油石化施工安全技术, 2018, 36(2): 54-55.