

采油过程中安全生产工艺技术的管理与实践

赵 璐

大港油田第六采油厂 河北 沧州 061100

摘 要：本文探讨采油安全生产工艺技术，进行了全方位探讨。在采油设备安全技术领域，囊括设备完整性管理、自动化安全控制与设备防护技术；采油生产流程安全技术，则涉及油气集输、注水及井下作业安全技术。同时，详细阐述了采油安全生产工艺技术管理的关键环节，包含设备、工艺流程、安全监测与预警以及应急处理技术管理。借助采油厂与油田的实践案例，展现技术应用成效，为提升采油安全生产水平提供有力参考。

关键词：采油过程；安全生产工艺技术；管理实践案例

引言

在能源需求持续增长的当下，石油作为重要能源资源，其开采作业的安全至关重要。采油安全生产工艺技术不仅关乎石油生产的稳定进行，更与人员生命安全、生态环境保护紧密相连。随着石油开采环境日益复杂，传统采油方式面临诸多挑战，亟需先进、可靠的安全生产工艺技术来保障作业安全，提高生产效率，实现石油行业的可持续发展。对采油安全生产工艺技术的深入研究与应用迫在眉睫。

1 采油安全生产工艺技术概述

1.1 采油设备安全技术

采油设备在长期运行过程中，会受到各种因素影响而出现腐蚀、磨损等问题。设备完整性管理旨在通过定期检测、评估设备的结构完整性、材料性能等，及时发现潜在缺陷并采取修复措施。采用无损检测技术，如超声波检测、射线检测等，对设备的关键部位进行检测，确保设备在安全状态下运行。自动化安全控制技术广泛应用于采油设备中。例如，压力自动控制系统能够实时监测采油管线内的压力，当压力超出设定安全范围时，自动启动泄压装置，防止超压引发的爆炸等事故。液位自动控制技术可有效控制油罐等容器的液位，避免液位过高导致溢出。为防止设备受到外部环境侵蚀和意外撞击等损害，采用一系列防护技术。设备表面涂层防护，根据不同环境和设备材质选择合适的防腐涂层，如环氧涂层、聚氨酯涂层等，延长设备使用寿命。安装防护栏、防护罩等物理防护设施，对旋转部件、高温部位等进行防护，防止人员误触造成伤害。

1.2 采油生产流程安全技术

在采油生产中，油气集输、注水及井下作业的安全极为关键。油气集输时，管道安全是重中之重。借助负压波检测法、分布式光纤检测法等先进技术，可迅速定

位管道泄漏点。同时，优化管网布局，合理规划管道走向与管径，降低压力损失与安全风险。油气处理站配备防火墙、防爆电气设备等，严防火灾爆炸。注水环节，注水水质处理是核心，经过滤、杀菌、除垢等工艺，保障注入水达标，避免损害地层与设备。设置压力保护装置，维护注水压力稳定，并定期维护注水设备。井下作业环境危险，安装防喷器等先进井控设备，有效防控井口压力^[1]。采用自动化或半自动化井下工具，减少人员危险接触，再配合严格安全培训，提升作业人员安全意识与操作技能，全方位筑牢采油安全生产防线。

2 采油安全生产工艺技术管理关键环节

2.1 设备安全管理

2.1.1 设备选型与采购

采油作业环境复杂，设备选型直接关乎生产安全与效率。需依据采油作业实际需求与工况条件，审慎抉择。例如在高温、高压、高含硫等特殊环境下作业，要选择具备相应抗腐蚀、耐高压等特性的设备。所选设备必须严格符合国家安全标准，质量可靠且安全性能优良。采购环节中，对供应商资质审查极为关键，要求其具备丰富生产经验、完善质量管控体系以及良好市场信誉。同时，仔细核验产品质量检验报告，确保每一台采购设备从源头上满足安全要求。

2.1.2 设备安装与调试

设备安装是投入使用前的重要步骤，需严格遵循相关规范与操作规程。精确确定安装位置，保证设备运行平稳，避免因安装位置不当引发振动、偏移等安全隐患。连接部位要牢固可靠，如抽油机的各部件连接螺栓，需按规定扭矩紧固，防止松动导致设备故障。安装完成后，进行全面调试。测试设备运行参数，如泵类设备的流量、扬程、压力，电机的转速、电流、电压等，确保参数在正常范围。同时，着重检测安全保护装置性

能,如过压保护、过载保护、漏电保护等装置,只有各方面都达标,设备才能正常投入运行。

2.1.3 设备维护与保养

制定详细的设备维护保养计划是确保设备长期稳定运行的关键。定期对设备进行清洁,清除表面油污、灰尘等杂质,防止其进入设备内部造成磨损。对设备各运动部件进行润滑,选择合适润滑剂,按规定周期添加或更换,降低摩擦阻力,延长设备使用寿命。对连接部位进行紧固,检查螺栓、螺母等是否松动。调整设备运行参数,使其保持最佳工作状态。及时更换易损件,如密封件、滤芯等^[2]。运用设备故障诊断技术,如振动分析、油液分析、红外测温等,实时监测设备运行状态,提前预判潜在故障隐患并及时处理,减少设备突发故障对生产的影响。

2.1.4 设备更新与淘汰

根据设备使用年限、技术状况、安全性能等因素综合考量设备更新与淘汰。一般而言,设备使用超过设计寿命,其可靠性、安全性会大幅下降。对于技术落后、能耗高且无法通过技术改造提升性能的设备,应及时更新为新型高效设备。若设备存在严重安全隐患,经多次维修仍无法彻底消除,必须坚决淘汰,避免因小失大,保障采油作业安全。

2.2 工艺流程安全管理

2.2.1 工艺流程设计优化

在采油工艺流程设计阶段,安全因素应置于首位。采用先进、成熟、可靠的工艺技术,如高效油气分离技术、节能注水工艺等。优化工艺流程布局,尽量缩短物料输送距离,减少能量损耗与泄漏风险。合理规划设备布局,避免交叉作业,降低人员与设备相互干扰带来的安全风险。例如,将易燃易爆物料处理区域与人员办公区域有效隔离,设置必要的安全防护间距。

2.2.2 工艺流程操作规范制定

针对每个工艺流程环节,制定详细、准确的操作规范与操作规程。明确操作人员职责,使其清楚知晓自身工作范围与任务。详细规定操作步骤,如开泵、停泵顺序,阀门开启与关闭流程等。明确操作参数范围,如加热炉温度控制范围、油气分离器压力设定范围等。同时,列出安全注意事项,如在易燃易爆区域严禁烟火、操作高压设备需佩戴防护用品等,确保操作人员严格按照规范操作,减少人为失误引发的安全事故。

2.2.3 工艺流程风险评估与控制

定期对采油工艺流程进行风险评估,运用故障树分析、危险与可操作性分析等方法,识别潜在危险因素与

风险点。例如,分析油气集输管道可能因腐蚀、外力破坏导致泄漏,加热炉可能因超温引发爆炸等风险。针对识别出的风险,采用风险控制措施,如在管道上安装防腐涂层、阴极保护装置,设置安全阀、紧急切断阀等安全防护装置。制定应急预案,明确在发生事故时的应急处置流程与措施,降低风险发生可能性与后果严重程度。

2.3 安全监测与预警技术管理

2.3.1 安全监测系统建立与运行

构建完善的采油安全监测系统,实现对采油作业全过程实时监测。利用压力传感器监测设备与管道内压力,温度传感器监测环境及设备温度,气体传感器监测易燃易爆、有毒有害气体浓度^[3]。通过自动化仪表采集数据,并传输至监控软件。对设备运行参数、环境参数、人员安全状态等进行全方位监测,确保及时掌握采油作业现场情况。

2.3.2 监测数据采集与分析

安全监测系统实时采集各类监测数据,对数据进行整理、存储。运用数据分析技术,如趋势分析、对比分析等,挖掘数据潜在规律与趋势。通过对比不同时间段设备运行参数,判断设备运行状态是否正常。当发现数据异常波动时,及时深入分析原因,排查安全隐患。

2.3.3 预警机制建立与应用

设定合理预警指标与阈值,根据设备运行特性、安全标准等确定。如压力传感器设定超压预警阈值,当监测数据超出预警范围时,安全监测系统自动触发预警机制。通过声光报警吸引现场人员注意,同时通过短信通知、邮件提醒相关管理人员,以便及时采取应急措施,将事故消灭在萌芽状态。

2.4 应急处理技术管理

2.4.1 应急预案制定与修订

根据采油作业可能发生的火灾、爆炸、泄漏、中毒等各类事故类型,制定针对性应急预案。明确应急组织机构与职责,如指挥组、抢险救援组、医疗救护组等各自任务。详细规定应急响应程序,包括事故报告流程、应急启动条件等。制定切实可行的应急救援措施,如灭火方法、泄漏控制措施等。保障应急资源,储备充足应急物资与设备。定期对应急预案进行修订与完善,结合实际演练效果与新出现的安全风险,使其更具科学性与有效性。

2.4.2 应急培训与演练

组织采油作业人员参加应急培训,讲解应急预案内容,培训应急救援技能,如灭火器使用、急救包扎等方法。定期开展应急演练,模拟真实事故场景,检验应急

预案可行性与可操作性。通过演练,提高应急救援队伍协同作战能力,缩短应急响应时间,确保在事故发生时能够迅速、有序开展救援工作。

2.4.3 应急救援物资管理

储备充足应急救援物资,涵盖消防器材、防护用品、抢险设备、医疗急救用品等。建立应急救援物资管理制度,明确物资采购、入库、保管、领用流程。定期对应急救援物资进行检查、维护与更新,确保灭火器压力正常、防护用品完好无损、抢险设备能正常运行,时刻保持物资处于良好备用状态,为应急救援工作提供坚实物质保障。

3 采油安全生产工艺技术实践案例分析

3.1 某采油厂设备安全技术实践

在采油生产中,设备安全稳定运行是高效生产的基础。某采油厂积极实践先进设备安全技术,取得显著成效^[4]。该厂对抽油机、注水泵等核心设备实施严格的设备完整性管理。依据行业标准和设备特性,制定严谨的无损检测计划,每年至少全面检测一次。采用超声探伤、磁粉探伤等技术,对抽油机连杆、减速箱齿轮,注水泵叶轮、泵轴等关键部件仔细排查。发现部分抽油机部件因长期复杂工况,出现严重腐蚀和磨损。基于检测结果,迅速组建专业团队制定维修计划。对严重受损部件,严格按原厂规格更换;对轻微损伤部件,采用热喷涂、堆焊等工艺修复。通过规范的设备完整性管理,设备故障率大幅降低,保障了采油生产的平稳。在油气集输环节,安全风险管控是重点。该厂安装了压力自动控制系统和泄漏检测系统。压力自动控制系统通过高精度传感器实时监测压力,一旦超阈值,智能调节输送泵转速,必要时启动泄压装置,确保管道压力安全。泄漏检测系统运用分布式光纤检测技术,连续监测管道沿线参数。管道泄漏时,能快速捕捉参数异常,精准定位并发出声光报警。自引入这两项技术,成功避免多起管道超压和泄漏事故,提升了油气集输的安全性和稳定性,为采油生产整体安全提供了有力保障。

3.2 某油田生产流程安全技术实践

某油田致力于提升生产流程安全性,对油气集输与注水两大关键系统实施了一系列优化。在油气集输系统,该油田借助先进水力模拟软件对管网开展全方位建模。模拟不同工况下流体在管道内的流动,清晰识别出

压力损失大与能耗高的管段。以此为依据,重新规划部分管道走向,规避不必要弯折与迂回,使布局更趋合理。同时,结合流量需求与经济流速原则,科学调整管径,有效削减了管道压力损失,降低了能源消耗。在防腐层面,采用内涂层防腐与阴极保护协同的策略。优质耐腐蚀材料经专业喷涂工艺在内壁形成致密防护层,隔绝输送介质与金属本体;阴极保护通过施加直流电,抑制管道的电化学腐蚀,两者结合大大延长了管道使用寿命。在油气处理站,配备了先进的火灾报警系统,综合运用烟雾、温度、火焰传感器,实现对火灾早期迹象的快速精准探测,并搭配干粉灭火器、泡沫灭火系统等高效灭火装置,确保火灾初期能迅速扑救。注水安全同样是工作重点。油田建立起完备的注水水质处理系统,注入水先经多层过滤去除悬浮杂质,再通过杀菌工艺杀灭细菌,预防微生物腐蚀与地层堵塞,采用化学药剂和物理过滤结合的方式除垢。定期利用专业设备全项检测水质,保证符合注水标准。在注水系统中,安装高精度压力保护装置,设定合理压力范围,压力异常时迅速启动保护。流量控制系统精准调控阀门开度以控制注水流量。同时,严格执行设备维护保养计划,定期深度检修关键设备、更换易损件,保障了注水作业安全高效,为油田稳产增产提供了有力支撑。

结束语

采油安全生产工艺技术对石油行业发展意义重大。从设备管理到应急处理,各技术协同保障作业安全稳定,实践已验证其成效。但石油开采环境复杂多变,新挑战不断。未来,要持续加大研发投入,推动技术创新,强化技术管理,开展人员培训,提升应对能力,满足开采需求,保障采油生产安全高效,为能源供应与行业进步提供有力支撑。

参考文献

- [1]谢颖,宗亭良,韩济,等.钻井现场工艺安全管理措施分析[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(22):75-77.
- [2]王宏伟,董立超,刘洋,等.采油工艺生产决策与风险管控系统[J].信息系统工程,2022(12):23-26.
- [3]李俊宁.油田生产中采油的配套技术与工艺分析[J].数码设计(下),2021,10(6):172.
- [4]姚慧山.石油工程井下作业的修井技术及工艺[J].清洗世界,2022,38(8):173-175.