

石油化工工艺管道动火作业安全管理分析

张小英

国家石油天然气管网集团有限公司华南分公司 广东 湛江 524000

摘要: 石油化工工艺管道动火作业风险复杂、隐蔽且危害大,涵盖火灾爆炸、有毒有害、系统关联及作业环境风险。作业前,要严格执行作业许可与风险评估,做好工艺隔离、清洗置换及作业环境安全确认;作业中,需全程监护监控,强化人员与工艺纪律管理,做好交叉作业协调。同时,构建系统化安全管理保障体系,包括健全制度与责任制、强化人员培训与能力建设、完善应急响应预案,多管齐下保障动火作业安全。

关键词: 石油化工工艺;管道动火作业;安全管理分析

引言:石油化工工艺管道在化工生产中地位关键,承担着输送易燃、易爆、有毒、有害介质的任务。动火作业作为管道维护检修中的常见操作,因其风险具有复杂性、隐蔽性与巨大危害性并存的特点,对作业安全构成严峻挑战。从火灾爆炸、有毒有害、系统关联到作业环境风险,每一个环节都潜藏着引发重大事故的可能。为有效应对这些风险,保障动火作业安全,需从作业前的核心安全准备、作业过程中的关键控制措施,到构建系统化的安全管理保障体系等多方面入手,全方位筑牢安全防线,确保石油化工工艺管道动火作业安全有序开展。

1 石油化工工艺管道动火作业的主要风险特性分析

石油化工工艺管道作为化工生产的关键环节,通常承担着输送易燃、易爆、有毒、有害介质的任务。其动火作业风险呈现出复杂性、隐蔽性与巨大危害性并存的特点,对作业安全构成严峻挑战。(1)火灾爆炸风险:石油化工工艺管道内常常残留有易燃易爆物料,即便经过初步清理,管壁仍可能附着油垢、聚合物等物质。在动火作业时,高温环境会使这些残留物质挥发或分解,进而产生可燃气体。一旦可燃气体的浓度达到爆炸极限,又恰好遇到明火,便会瞬间引发剧烈的爆炸事故。这种爆炸不仅会造成管道本身的严重损坏,还可能波及周边设备和设施,引发连锁反应,导致整个生产系统的瘫痪,后果不堪设想。(2)有毒有害风险:管道内除了易燃易爆物质外,还可能残留或未彻底清除硫化氢、苯、氨等有毒物质。在动火作业过程中,这些有毒物质可能因管道的震动、温度的升高而发生泄漏,或者受热直接挥发到空气中。作业人员一旦吸入这些有毒气体,就会对呼吸系统、神经系统等造成严重损害,引发中毒症状,甚至危及生命。(3)系统关联风险:工艺管道在化工生产中相互连接,构成了一个庞大而复杂的生产系统。在进

行动火作业时,如果隔离措施不到位,能量或物料就可能从关联管线窜入作业点。例如,其他管道内的压力变化、物料流动等都可能对动火作业区域产生干扰,引发火灾、爆炸等事故,给作业人员带来极大的安全隐患。(4)作业环境风险:动火作业环境复杂多样,存在诸多潜在风险。在有限空间内作业,可能因氧气含量不足导致人员窒息;高处动火作业时,作业人员面临坠落的危险;同时,电气设备的使用也可能带来触电风险。这些风险相互交织,进一步增加了动火作业的难度和危险性^[1]。

2 动火作业前的核心安全准备

2.1 作业许可与风险评估

(1)作业许可:在石油化工工艺管道动火作业中,严格执行动火作业许可证制度是保障安全的首要前提。动火作业许可证绝非一张简单的纸面文件,它是作业合法性与安全性的关键凭证。未经严格审批程序获取许可证,严禁开展任何动火作业。审批过程中,需综合考量作业现场的实际情况、作业人员的资质与能力、作业设备的完好状况等多方面因素。只有当所有条件均符合安全要求,相关负责人签字确认后,作业许可证方可生效,作业人员才能依据许可证开展作业。(2)风险评估:开展全面的工作安全分析(JSA)或危险与可操作性分析(HAZOP)是动火作业前不可或缺的关键环节。通过JSA,对动火作业的每个步骤进行细致剖析,识别出可能存在的潜在危害,如火灾、爆炸、中毒等。而HAZOP则从系统角度出发,对工艺管道的各个环节进行深入分析,找出因操作偏差可能引发的不安全因素。基于这些分析结果,制定具有针对性和可操作性的控制措施,如设置防火隔离带、配备消防器材、加强通风换气等,将风险控制可接受范围内,确保动火作业安全有序进行。

2.2 工艺隔离与清洗置换

在石油化工工艺管道动火作业前,工艺隔离与清洗

置换是保障作业安全的核心环节，容不得半点马虎。(1) 工艺隔离方面，必须采取极为可靠的措施。安装盲板（“打盲板”）是首选且关键的隔离手段。阀门虽能起到一定的阻断作用，但仅依靠关闭阀门作为隔离方式存在极大风险，阀门可能因长期使用出现内漏，或者受压力、温度等因素影响而密封失效，导致管道内介质泄漏至作业区域，引发严重事故。因此，必须通过安装盲板，将作业管道与系统有效隔断，形成物理层面的硬隔离。(2) 清洗置换工作同样不容忽视。要对作业管道进行全面、彻底的吹扫、清洗，可采用蒸汽蒸煮或化学清洗等方式。蒸汽蒸煮能利用高温蒸汽去除管道内的油污、杂质和残留介质；化学清洗则针对特定污垢和介质，选用合适的化学药剂进行溶解和清除。通过这些方法，确保管道内所有可燃、有毒介质被完全清除。(3) 置换完成后，还需进行严格的分析确认。利用专业的检测仪器，对管道内的氧含量、可燃气体浓度等指标进行检测，确保其符合安全标准，为动火作业创造安全的条件^[2]。

2.3 作业环境安全确认

在石油化工工艺管道动火作业前，对作业环境进行全面且细致的安全确认，是确保动火作业安全顺利开展的关键步骤。(1) 在时间把控上，需在动火前30分钟内，安排专人使用经过严格校准（calibrated）的检测仪，对动火点周围以及管道内部进行详细检测。检测内容涵盖可燃气体、有毒气体的浓度以及氧含量，只有各项指标均处于安全范围内，方可进行后续作业。(2) 动火点周围环境的清理也至关重要。要彻底清除动火点周围最小安全半径内的所有可燃物，如杂物、油污、易燃布料等，从源头上消除火灾隐患。同时，根据作业规模和现场实际情况，配备足量且适用的消防器材，如灭火器、消防水带等，确保在突发火灾时能够迅速有效地进行扑救。(3) 还需对电气设备接地情况进行仔细检查，保证接地良好，防止因漏电引发触电事故。对焊接机具的完好性进行全面评估，查看其是否存在损坏、故障等情况，确保机具能够正常运行，为动火作业创造一个安全、可靠的作业环境。

3 动火作业过程中的关键控制措施

3.1 全程监护与监控

在石油化工工艺管道动火作业过程中，全程监护与监控是保障作业安全的核心举措，对于预防事故发生、及时应对突发状况起着至关重要的作用。(1) 必须严格设置专职监护人员，这是确保作业安全的关键防线。监护人需具备高度的责任心和专业的安全知识，在整个动火作业期间不得离开现场，要时刻保持警惕，密切关注作业人员

的操作行为和作业环境的变化。一旦发现作业人员存在违章行为，如未按规定佩戴防护用品、违反操作规程等，监护人有权利立即制止，并要求其纠正，防止因人的不安全行为引发事故。(2) 监护人还应具备应急处置的能力，熟悉各类事故的应急处理方法，能够在事故发生的第一时间采取有效的措施进行救援，最大限度地减少事故损失。(3) 要对作业环境，尤其是有限空间内的气体浓度进行连续或定时监测。利用专业的气体检测仪器，实时掌握可燃气体、有毒气体和氧含量的变化情况。一旦发现气体浓度异常，超出安全范围，应立即停止作业，组织作业人员迅速撤离现场，并采取相应的通风、置换等措施，确保作业环境安全后再恢复作业。

3.2 作业人员与工艺纪律管理

在石油化工工艺管道动火作业过程中，作业人员与工艺纪律管理是保障作业安全、高效推进的关键环节，必须予以高度重视和严格执行。(1) 所有参与动火作业的人员都必须经过系统且专业的专项安全培训。培训内容涵盖动火作业的理论知识、实际操作技能、应急处理方法等多个方面，确保作业人员具备足够的安全意识和专业能力。只有通过严格的考核并取得相应证书后，方可持证上岗，从源头上保证作业人员的素质符合安全要求。(2) 在作业过程中，作业人员必须严格遵守安全操作规程，这是保障作业安全的基本准则。同时，要正确佩戴个人防护装备（PPE），如防护服、安全帽、防护手套、防毒面具等，以降低作业过程中可能受到的伤害风险。(3) 要坚决杜绝超范围、超时限作业的情况发生。动火作业的范围和时限都有严格的规定，超出这些限制会大大增加事故发生的概率。并且，当工艺条件发生变化时，必须立即停止作业，重新进行全面的安全评估。只有确认新的工艺条件符合安全要求后，才能继续开展动火作业，确保整个作业过程始终处于安全可控的状态^[3]。

3.3 交叉作业协调

在石油化工工艺管道动火作业场景中，时常会出现多工种、多单位交叉作业的情况。这种复杂的作业模式虽能提高效率，但也极大地增加了安全管理的难度，因此，统一指挥与协调管理显得尤为关键。(1) 统一指挥是交叉作业安全有序进行的基石。要设立专门的指挥机构或指定总负责人，由其对整个交叉作业过程进行全面统筹和调度。该负责人需具备丰富的安全管理经验和强大的组织协调能力，能够根据作业的实际情况，合理分配资源，安排作业顺序，确保各工种、各单位之间的工作衔接紧密、有序。(2) 要建立科学有效的协调管理机制。明确各参与方在交叉作业中的安全责任，通过签订

安全协议等方式,将责任细化到每个单位、每个工种、每个岗位。各单位和工种之间要加强沟通与协作,及时共享作业信息,如作业进度、安全风险等。在作业过程中,若发现可能影响其他方安全的情况,应立即停止作业并通知相关方。通过这种紧密的协调配合,防止因沟通不畅、责任不清而引发安全事故,保障交叉作业的安全顺利进行。

4 构建系统化的安全管理保障体系

4.1 健全安全管理制度与责任制

在构建石油化工工艺管道动火作业系统化安全管理保障体系的过程中,健全安全管理制度与责任制是整个体系的坚实根基。要制定一套详尽且极具可操作性的动火作业安全管理规定,此规定需对作业流程中的每一个环节、操作规范里的每一项要求以及风险防控的各个要点,都作出细致入微的规定,为动火作业提供清晰、明确的指引。与此同时,要清晰且准确地界定审批人、监护人、作业人等各级人员在动火作业中的安全职责,让每一位参与者都明确知晓自身在作业过程中所承担的责任与义务。另外,还需建立一套严格的考核与问责机制,通过定期检查制度执行情况,对那些存在违规行为以及未切实履行职责的人员,予以严肃追责,从而确保安全管理制度能够真正落地生根、有效执行,为动火作业安全保驾护航。

4.2 强化人员培训与能力建设

在石油化工工艺管道动火作业系统化安全管理保障体系中,强化人员培训与能力建设是至关重要的环节。为有效提升全员安全技能与意识,需定期组织针对管理人员和操作人员的专项培训。培训内容紧密围绕动火作业展开,涵盖风险辨识,让人员能够精准识别作业中潜在的危险因素;详细讲解安全措施,确保每个人清楚在不同场景下应采取的防护手段;同时强化应急处置能力培训,使人员在面对突发事故时能迅速、正确地采取应对行动。培训结束后,通过严格考核检验学习成果,只有考核合格者方可参与动火作业,以此保障作业人员具

备足够的专业能力,为动火作业安全筑牢坚实防线。

4.3 完善应急响应预案

在石油化工工艺管道动火作业系统化安全管理保障体系里,完善应急响应预案是应对突发状况、降低事故损失的关键举措。需针对动火作业可能发生的火灾、爆炸、中毒等各类事故,深入分析其特点与危害,制定出具体、有效的现场应急处置方案。方案要明确各救援小组的职责分工、应急处置流程以及通讯联络方式等。同时,确保应急物资和器材配备齐全且状态良好,如灭火器、消防水带、防护服、急救药品等。此外,定期组织实战演练,模拟不同类型的事故场景,检验和提升各部门、各岗位人员的快速响应和协同救援能力,保障在事故发生时能迅速、有序地开展救援工作^[4]。

结束语

石油化工工艺管道动火作业风险重重,从风险特性分析到作业前核心准备,再到作业中关键控制,每一环节都关乎安全。构建系统化的安全管理保障体系,健全制度与责任制、强化人员培训、完善应急响应预案,是保障作业安全的重要支撑。只有将各项安全措施严格落实到位,不断提升安全管理水平,增强作业人员的安全意识与应急能力,才能在面对复杂多变的作业环境和潜在风险时,做到有备无患,有效防范和遏制事故发生,确保石油化工工艺管道动火作业安全、稳定、有序开展,推动行业持续健康发展。

参考文献

- [1]崔鸿,王博怀.石油化工管道焊接质量的控制措施[J].化工管理,2022(29):147-151.
- [2]卢磊.石油化工管道焊接工艺与质量管理[J].化工管理,2021(31):179-180.
- [3]孙伟锋(文/图).强化动火作业风险管控[J].现代职业安全,2023(12):14-17.
- [4]裴文强,刘拴龙,李勇.煤化工企业动火作业安全管理现状及措施[J].化学工程与装备,2023(3):251-253.