

关于油田储罐清理作业安全风险管控技术的探讨

孙永强（胜利油田分公司滨南采油厂，山东 滨州 256601）

摘要：本文旨在讨论油田储罐清理作业安全风险管控技术的研究与应用，阐述了油田储罐清理作业安全风险管控技术研究的目的和意义，分析了储罐清理作业现有安全技术措施及其应用效果，探讨了当前储罐清理作业安全风险管控技术研发与推广，提出了储罐清理作业安全技术推进策略。

关键词：储罐清理作业；风险管控；研究与应用；创新与发展

1 研究的目的和意义

油田生产过程中会使用不同类型的油水储罐。这些储罐在日常运行中需要定期清理及维修，以确保正常运行。然而，油田储罐清理作业存在着一定的安全风险，可能导致发生火灾爆炸、中毒窒息、机械伤害等事故的发生。随着油田提高采收率的各种措施的应用和储罐使用年限不断的延长，储罐清理作业频次越来越多，受限空间作业、可燃气体积聚、有毒有害气体、机械设备操作等因素使得储罐清理作业变得异常危险^[1]。为了保障储罐清理作业的安全性和高效性，必须对储罐清理作业风险管控技术进行研究，并提出适应当前的风险管控技术。

2 储罐清理作业安全技术研究与应用

为提高国内上游储罐清理作业的安全性，各相关领域的研究人员和企业已经采取了一系列的安全技术措施，并在实际作业中进行了应用。

2.1 储罐清理作业现有安全技术措施及其应用效果

无人值守储罐清理技术是近年来的一个创新，它通过引入自动化、遥感和无人机等技术，实现对储罐清理作业过程的无人值守监测和控制。该技术能够在不直接派遣作业人员进入罐内的情况下，完成储罐清理作业的各项任务。该技术减少了作业人员进入罐内的风险，避免了因作业人员误操作或事故而导致的伤亡事件。提高了储罐清理作业的效率 and 准确性，无人机等设备可以更快速地对罐内情况进行检测和评估，减少了作业时间和成本。在应急情况下，无人值守技术能够实时传输数据，为应急响应提供了更及时、全面的信息支持。

现场监测与传感技术是一种常见的储罐清理作业安全技术措施。通过在罐内安装各类传感器，实时监测罐内气体浓度、温度、压力等数据，并将数据传输至监控中心进行分析和处理。该技术可以及时掌握罐内的环境变化，一旦发现异常情况，可以立即采取措

施防止事故的发生。提供了大量实时数据用于分析和评估，为制定更科学合理的储罐清理作业方案提供了依据。部分监测与传感技术还可以联动控制其他设备，实现自动化作业，减少人为干预的风险。

通风换气技术是在储罐清理作业过程中，通过对罐内进行通风处理，将有害气体排出罐外，保持罐内空气清新的技术手段。该技术能够有效控制罐内有害气体的浓度，减少了有害气体对作业人员的危害。避免了罐内氧气不足造成的窒息等意外情况。通风换气技术结合现场监测与传感技术，实现自动化的通风系统，提高了通风效率，降低了作业风险。

总体来说，储罐清理作业现有安全技术措施的应用效果是显著的。这些安全技术措施通过自动化、传感监测、通风换气等手段，有效降低了储罐清理作业的风险，保障了作业人员和设备的安全，同时提高了储罐清理作业的效率 and 准确性。然而，仍需不断进行技术创新，结合实际作业情况，进一步完善和提升储罐清理作业的安全技术措施，以应对不断变化的安全风险。

2.2 储罐清理作业安全风险识别、评估与监测技术

为确保国内上游储罐清理作业的安全，必须对作业过程中的安全风险进行全面的识别、评估与监测。

2.2.1 风险识别技术

风险识别是储罐清理作业安全管理的第一步。在这一阶段，需要对可能存在的安全风险进行全面的排查和识别。目前主要采用以下技术来识别潜在的安全风险。通过制定风险检查表和遵循相应的安全标准，对储罐清理作业中可能存在的危险源、作业风险进行逐一排查，并进行记录和整理。定期对储罐清理作业现场进行安全检查和隐患排查，发现和识别潜在的安全问题，并及时进行整改和处理。对过往类似储罐清理作业事故案例进行深入分析，总结经验教训，以避免类似事故再次发生。

2.2.2 风险评估技术

风险评估是对已识别的安全风险进行定量或定性分析,以确定其严重程度和可能性,从而为制定针对性的安全措施提供依据。常见的风险评估技术主要有风险矩阵分析,将风险的严重程度与发生可能性绘制成矩阵图,便于直观地评估风险的级别,确定优先处理的重点;定量风险评估,基于数据和统计分析,对储罐清理作业过程中各项风险进行量化评估,如概率统计、数值模拟等;风险优先级排序,将已评估的风险按照优先级进行排序,有针对性地制定风险管控措施。

2.2.3 风险监测技术

风险监测是指在储罐清理作业过程中对关键环节、重要参数或风险源进行实时监测和预警,及时掌握作业状态和安全状况。现代技术的应用为风险监测提供了更多可能性。传感器技术:在储罐清理作业装置中设置传感器,实时监测罐内有害气体浓度、温度、压力等参数,当参数异常时自动发出预警信号;图像识别技术,基于计算机视觉技术,可以对储罐清理作业现场进行图像识别和监测,判断作业人员是否佩戴个人防护装备,是否存在违规操作等情况;远程监控,借助互联网和通讯技术,可以实现对储罐清理作业现场的远程监控,及时发现异常情况并进行处理。

综合运用上述储罐清理作业安全风险识别、评估与监测技术,可以全面掌握储罐清理作业中的安全状况,有效预防事故的发生,并在必要时及时采取应急措施,保障作业人员的安全与设备的完整。同时,随着技术的不断发展,这些技术也将得到进一步的完善和拓展,为储罐清理作业的安全管理提供更加可靠和高效的手段。

2.3 储罐清理作业现场安全管理与应急响应

储罐清理作业现场是安全风险高发区域,为确保作业人员的安全和设备的完整,需要采用科学有效的安全管理与应急响应。以下是一些在国内上游储罐清理作业中应用的现场安全管理与应急响应。

2.3.1 现场安全管理

实施作业许可制度,确保只有经过培训和评估合格的作业人员才能进入储罐清理作业现场,并根据其资质和经验分配相应的作业任务。在作业开始前,进行必要的安全交底,明确作业任务、安全注意事项和紧急情况应对措施,并定期组织安全教育培训,提高作业人员的安全意识和技能。现场双监护,负责对储罐清理作业现场进行实时监督和巡查,及时发现并纠

正不安全行为。严格执行防火与防爆措施,限制明火作业,使用防爆工具和设备,确保作业现场的火源和静电积聚得到有效控制。

2.3.2 应急响应

制定储罐清理作业现场应急预案,明确各类事故应急处理流程、责任人员及其职责,确保在发生意外情况时能够迅速做出反应。在储罐清理作业装置上设置紧急联锁装置,一旦发现异常情况,能够自动联锁切断,防止事故进一步扩大。定期组织储罐清理作业现场的事故应急演练,检验预案的可行性和有效性,增强作业人员的应急处置能力。配备专业的紧急救援队伍和医疗支援,确保在事故发生时能够迅速进行救援和医疗处置。运用信息通讯技术,建立应急通讯系统,实现现场人员、监控中心和应急指挥部之间的及时通讯与信息共享。储罐清理作业现场安全管理与应急响应的应用,可以最大程度地降低作业风险,提高事故应对能力。但要保证技术的有效性,还需要结合实际情况进行不断优化和完善。同时,作业人员要经过严格培训,增强安全意识,严格遵守操作规程,共同维护作业现场的安全与稳定。

3 储罐清理作业安全风险管控技术研发与推广

3.1 储罐清理作业安全技术研发与创新方案

开发智能监测系统,利用传感器、监控设备和人工智能技术,实时监测罐区内的气体浓度、温度、压力等参数,通过预警系统及时发现异常情况,确保作业人员及时采取应对措施。研发智能化储罐清理机器人,能够进入罐内进行清洁作业,减少作业人员进入罐内的风险。该机器人应具备自主避障、智能作业、远程操控等功能,提高储罐清理作业的安全性和效率。建立储罐清理作业虚拟仿真平台,通过计算机模拟罐区内的场景和作业过程,让作业人员在虚拟环境下进行培训和演练,增强应对突发情况的能力,降低事故风险。开发储罐清理作业人员培训与评估系统,制定详细的培训大纲和考核标准,确保作业人员具备必要的技能和知识,提高作业人员的安全意识和应急处置能力。建立储罐清理作业安全信息化管理平台,整合作业现场数据和安全监测数据,实现信息共享和数据分析,帮助管理人员及时了解作业现场的安全状况,做出科学决策。加大对储罐清理作业安全材料与装备的研发投入,开发符合国家标准防护装备和作业工具,提高作业人员的个体防护水平。继续完善储罐清理作业的安全管理标准与规范,针对不同类型的罐区和作业环境,制定详细的操作指南和安全措施,为作

业人员提供明确的操作指引。探索采用环保、清洁的储罐清理作业技术,减少对环境的污染和影响,推动储罐清理作业向更加环保和可持续发展的方向。加强与国际油气行业的合作与交流,学习先进的储罐清理作业安全技术和管理经验,借鉴其他国家的成功案例,促进储罐清理作业安全技术的引进和推广。

通过上述储罐清理作业安全技术研发与创新方案的推进,油田储罐清理作业的安全风险管控能力将得到进一步提升,为保障储罐清理作业人员的生命安全和健康,促进油田清洁生产,实现经济效益和社会效益的双赢目标打下坚实基础。

3.2 储罐清理作业安全技术在实际工程中的应用效果展示

某大型油田引进了智能监测与预警系统,在储罐清理作业中实时监测罐区内的气体浓度和温度。一次作业中,监测系统准确检测到罐内有可燃气体泄漏,立即发出预警信号,作业人员紧急撤离,避免了潜在的爆炸事故,保障了作业人员的安全。某油罐场引进了智能储罐清理机器人,该机器人能够自主进入罐内进行清洁作业。相比传统的人工储罐清理方式,机器人能够更加灵活地完成清洁作业,降低了作业人员进入罐内的风险,同时提高了储罐清理作业的效率。某油田采用储罐清理作业虚拟仿真技术,对作业人员进行定期培训和演练。

在一次突发情况下,作业人员迅速做出正确的应对措施,及时止损并妥善处理,避免了事故扩大化,虚拟仿真技术为作业人员的安全培训提供了有力支持。某石油公司采购了高品质的储罐清理作业防护装备,作业人员在穿戴该装备后,不仅可以有效抵御化学品的侵蚀,还能提供更加舒适的作业体验。在一次储罐清理作业中,一名作业人员因装备保护,成功躲避了从罐顶上方掉落工具,避免了重伤事故。某天然气处理厂建立了储罐清理作业安全信息化管理平台,实现了对所有罐区作业的实时监控和数据分析。通过该平台,管理人员可以及时发现潜在的安全隐患,并采取相应措施进行风险管控。平台的应用使得储罐清理作业的安全管理更加高效和科学。

这些实际工程中的应用效果充分表明,储罐清理作业安全风险管控技术的研发与推广在提升储罐清理作业安全水平和减少事故风险方面发挥了积极作用。这些成功案例也为其他油气田和企业提供了有益的借鉴,推动了整个行业的安全文化建设和技术水平的不断提升。

3.3 储罐清理作业安全技术推广与推进策略

为了更广泛地推广和应用储罐清理作业安全技术,需要采取一系列推进策略,包括以下几个方面。开展广泛的宣传活动,推广储罐清理作业安全技术的重要性和应用效果。同时,加强对作业人员的安全培训,提高其安全意识和技能水平,使其能够熟练运用新技术进行作业。在一些重要的油田联合站,开展储罐清理作业安全技术示范工程建设。通过成功示范,吸引更多企业参与和采用新技术,同时,在实践中不断完善和优化技术方案。积极参与制定储罐清理作业安全技术的标准和规范,推动行业内对安全技术的统一认知和规范化应用。标准的制定和推广将有助于提高技术的通用性和可操作性。持续创新与改进,储罐清理作业安全技术研发是一个不断创新和改进的过程,需要持续投入资金和人力资源进行技术更新和优化。通过持续创新,不断提高技术的性能和适用范围。设立储罐清理作业安全技术的奖励机制,鼓励技术创新者和应用者在安全领域取得突出成绩。这将激发更多企业和个人的积极性,促进技术的快速推广和应用。

通过以上策略的有机结合和全面推进,储罐清理作业安全技术的研发与推广将迎来更加广阔的发展空间。相信在不久的将来,油田储罐清理作业的安全风险管控将迎来质的飞跃。同时,这也将推动整个油气行业的安全管理水平和技术水平不断提升,实现经济效益和社会效益的双赢。

综上所述,本文探讨了油田储罐清理作业安全风险管控技术,但同时也认识到储罐清理作业安全风险管控技术仍然面临许多挑战和亟待解决的问题。未来的发展方向应包括:建立健全油田储罐清理作业的标准与规范体系,推动规范化发展;鼓励加大研发投入,开展储罐清理作业安全风险管控技术的创新研究;借助人工智能、物联网等智能化技术手段,提高储罐清理作业安全管理水平,降低人为错误风险;加强对从业人员的培训,提高其安全意识和应急处理能力;建立储罐清理作业安全信息共享平台,促进行业信息沟通与交流。展望未来,我们将不断探索创新,加强科研合作,推动储罐清理作业安全技术的升级。同时,也要加强制度建设和标准制定,提高安全培训与管理水平,形成全方位、立体化的安全管理体系,推动储罐清理作业安全管控水平提升。

参考文献:

- [1] 朱以刚. 进入受限空间作业的安全控制 [J]. 石油化工安全环保技术, 2007.