

石油管道储油罐安全措施研究

杨建锋（渭南市应急管理技术保障中心，陕西 渭南 714000）

摘要：在石油管道储油罐使用过程中，将面临油品易燃、油气中毒等多重危险因素，未能采取有效安全措施将导致事故频发，不利于石油储运行业健康发展。围绕石油储运面临的安全威胁展开分析，从火灾防控、中毒预防和防雷三个方面提出加强石油管道储油罐安全管理的多项技术措施，能够全面提升石油储运的安全性，有效降低安全事故发生几率，充分体现石油储运安全技术价值。

关键词：石油管道；储油罐；安全技术

0 引言

石油作为危险化学品，在存储和运输的过程中存在较多安全隐患，未能及时有效排查和处置将引发安全事故。管道、储油罐作为关键的油品输送和存储容器，具有分布广泛、类型多等特点，在操作、使用时存在一定安全风险。因此针对石油管道等储运设施应加强危险性分析，通过采取有效的安全措施确保储运设施安全、稳定运行，为强化石油安全生产管理提供有力技术支撑。

1 石油管道储油罐危险因素

1.1 油品易燃

石油作为烃类化合物，具有易燃易爆的特点，发生火灾的几率较高。首先，因为石油在储运过程中具有高温、高腐蚀等特性，而石油储运设施多采用金属材料制作，容易与油品产生化学作用，导致钢材腐蚀。与此同时，受冲刷腐蚀、土壤介质腐蚀等多种因素作用，油气容易发生泄漏，遇到明火后将引发火灾，在油气蒸汽浓度达到 1.3% 时将引发爆炸，给人员生命财产安全带来威胁。其次，在人员操作储油罐的过程中，为及时排放雨水将引发跑油情况。在调和、倒罐期间，未按规范程序作业，串油至储罐中，将引发冒油现象，导致现场遗留火灾隐患。再者，石油管道储油罐一旦发生腐蚀需及时修补，开展动火作业可能引发火灾事故。此外，在通过管道和储油罐储运石油的过程中，石油经过流动摩擦后将产生静电，一旦超出限度将引发爆燃事故。

1.2 油气中毒

在一定温度和密度条件下，油品将大量挥发，飘逸至空气中，通过人口鼻进入呼吸系统，造成人体器官受损，引发慢性或急性中毒。例如，在常温状态下，500g 的汽油能够蒸发出 0.2m³ 的蒸汽。随着温度提升，油气蒸发速度也随之加快。相较于空气，油气密度较

大，在无风时能够扩散至 50m 以外，在有风条件下可以向远处扩散。在空气中油气含量达到 0.28% 时，人持续吸入 4min 以上将感到头晕，而油气含量达到 1.13% 以上将引发急性中毒。为防止油气挥发，石油储油罐配备了呼吸阀、安全阀等确保储罐密封性良好，有效降低油品蒸发损耗。但经过长时间使用，储油罐的各种安全附件容易出现泄漏、堵塞等各种问题，导致储罐出现喷油、冒气等情况，使大量油气迅速蒸发，给人员安全带来威胁。此外，在清洗储油罐的过程中，未完成油气置换，直接开启人孔等进入储罐，将导致人员出现油气中毒情况。

1.3 雷击损坏

在长距离输送石油的过程中，需建设大型储油罐，高度能够达到 20m 以上，可能因遭受雷击而损坏。在雷雨天气，带电荷的云雨移动至罐区上方或周围时，集聚的电荷将发生碰撞，并通过大型金属物体放电。产生的闪电将直接击中储油罐，将导致万安以上的雷电流通过罐体进入大地，带来的热效应具有较强破坏性，可能造成浮顶和罐壁间密封起火。在罐区并未设置避雷针的情况下，单靠罐壁上固定的 1m 高避雷带引流，无法保证储罐接地良好，一旦放电不及时将导致顶部金属浮船单盘在高电压、大电流下产生火花。此外，即便配备静电导输线，依然难以有效防止雷击引发的火灾事故，因此给石油储运带来了严重安全隐患。

2 石油管道储油罐安全措施分析

2.1 火灾防控措施

2.1.1 做好设施防腐

考虑到储运设施长时间使用后将出现安全性下降的问题，需定期开展检修维护工作，以防出现油气泄漏问题。发现不符合标准的管道，需二次加工，做好管道内壁和外壁的防腐处理。为管道涂刷防腐层之前，

需完成内壁石油净化,然后涂刷防腐涂层,实际可使用环氧树脂提升内壁抗腐能力,有效减缓腐蚀作用发生。

针对管道外壁,可涂刷绝缘层,防止管道受土壤或电化学物质腐蚀。在防腐材料选用上,可选用聚乙烯胶带等国外先进材料,并在条件允许时使用绝缘管道或耐高温玻璃代替传统金属管道,全面降低管道腐蚀率。在储油罐防腐方面,应适当增加罐底厚度,并采用复合型材料制作防腐涂层,内层为环氧粉末,外层为聚乙烯复合材料,确保形成的涂层拥有较强机械性和防腐能力。此外,需加强储罐阴极保护,将储罐与电位更负的铝镁合金等金属连接,将辅助阳极在电源正极位置连接,使被保护金属构成阴极,在外加电流作用下与阳极形成电位差,提供大保护电流,减缓储罐腐蚀进程,延长设施使用寿命。

2.1.2 加强风险辨识

考虑到石油管道储油罐作业存在火灾风险,应利用风险识别理论展开系统分析,有效辨识各种安全风险,制定相应的风险防控措施,达到预防火灾事故发生的目标。按照危险化学品管控要求,在组织开展特殊检修作业、工艺流程调整工作等活动时,应加强危险源识别和评价,将结果存档的同时,采取有效整改措施。在危险源识别方面,可采用安全检查表法、严重潜在伤害评价法、故障类型及影响分析法等多种方法加强石油储运风险分析,结合风险严重程度划分为非常严重、较严重、一般严重等不同等级,采取不同的风险防范措施,编制事故应急预案,能够有效降低火灾事故发生风险。

2.1.3 规范动火作业

开展动火作业前,应全面落实石油储运区域安全检查工作,确定阀门严密性、报警器状态等,确保管道、储罐无渗漏问题,且现场配备的消防安全设施齐全。根据检查结果编制检查报告,交由上级部门审核后,才能开始动火作业。在动火作业期间,应实现油管线隔离,将下水系统内废油清理干净,并将动火区域和相连罐区下水系统隔离。使用测爆仪对容易积聚油气的位置进行检测,确认油气混合浓度比爆炸下限10%要小。办理施工许可证后,应检查进入罐内乙炔胶管不存在破损、接头等,绝缘性良好。现场应配备救援和通讯器材,作业时应加强现场监管,禁止交叉作业。在动火作业结束后应及时切断电源,并清理现场,确认无误后才能撤离。

2.1.4 监测油气浓度

环境中的油气浓度过高,也容易引发火灾事故。因此在石油管道储油罐运行过程中,需加强油气浓度监测,通过实时采集数据落实动态监管要求。使用可燃气体探测器对多种可燃气体浓度进行监测,在浓度超标时能够产生反应,从而精准识别气体浓度。如使用红外光学型探测器,可通过吸收红外线光源完成碳氢类气体检测。在石油管道和储油罐发生跑、冒、漏等情况时,环境中油气浓度迅速增加,在探测器检测到泄漏的油气后,可以与报警器联动,触发报警信号,确保人员及时处置,将火灾消灭在萌芽阶段。在大型罐区,应配备主动防护系统,由取样泵、氧气分析仪、可燃气体分析仪、电控装置等构成,能够通过管网和防护装置在密闭空间取样,检测确认各取样点混合气体成分及浓度。通过系统编程,设定各项指标限值,系统能够完成环境安全判定,及时发现火灾隐患,并向管理人员发出报警,保证石油储运设施的安全性。将气体分析结果和惰性气体保护装置联动,实现惰化保护闭环控制,能够在发现火灾隐患时采取主动防护措施,通过向密封空气充入惰性气体消除隐患,有效避免火灾事故发生。

2.2 中毒预防措施

2.2.1 优化储罐设计

为减少油气蒸发,应做好储油罐工艺设计。在储存大量轻质油品时,应优选内浮顶储罐,确保储罐拥有良好密封性,从而减小石油储运危险系数。在储罐容量较大时,则优选外浮顶储罐,可在不拆卸浮顶的前提下清理罐体内部,开展检查、维护等工作。该类储罐配备了防漏系统、断路器控制系统、静电接地系统等多种系统,能够防止因温度变化引发的安全风险,有效保护操作人员安全。

2.2.2 确保阀件正常

在储油罐使用过程中,确保呼吸阀等安全阀件正常工作,可以保证储罐拥有良好密封性,有效预防中毒事件发生。为此,需做好安全附件检查和维护,确保储油罐安全稳定运行。呼吸阀属于重要安全附件,能通过机械部件实现罐体内外气体交换,确保罐内压力稳定。对呼吸阀进行检查,可利用手动试验工具在阀盘上施加压力,确认压力比气体压力略大,验证阀盘能否在允许活动范围内灵活动作,防止阀件出现卡死等故障。在呼吸阀失效后,储油罐将通过安全阀调节内部压力,以免罐体超压。检查安全阀,在确认阀

体能够正常动作的同时,应检查液封油料是否出现变质或不足等问题,做到及时更换或添加,确保可以精准控制储油罐压力。每个季度开展阀件检查工作,应确认是否出现渗漏等问题,并确认内筒隔板是否出现入口旁通情况,发现阀件密封性不佳需及时处理,保证储油罐安全可靠运行。而呼吸阀和安全阀均安装在阻火器上,通过螺丝连接阀件开面法兰,在工作时需要将螺丝顶起,因此需一同检查和维护,避免因螺丝脱离导致法兰受力不均或阻火器掉落,引发阀件损坏问题。

2.2.3 规范人员作业

在清洗储油罐过程中出现人员中毒情况,主要与人员未能规范作业有关。为保证人员安全,需加强作业人员专业化培训,提高人员安全防范意识,确保人员严格按照规章制度作业。通过反复培训,能够使人员在清罐前按规定完成罐内油气置换,通过注入氮气防止周围空气进入罐内,然后彻底排气和通风,有效降低作业危险性。在进入储罐之前,需办理有限空间作业许可证,然后按要求检测罐内可燃气和氧气浓度,确认氧气浓度小于8%。检测合格后,人员应佩戴防毒面具进入罐体,并在规定时间内作业,最大限度保证人员安全。为减少人员不规范行为的发生,在人员作业时应加强现场检查、监督,发现不规范行为及时惩处,杜绝同类问题反复发生。

2.3 雷击预防措施

2.3.1 改造密封结构

为防止储油罐遭受雷击,应采取有效防雷阻雷措施,保证储油罐安全运行。首先,应完成储油罐密封结构改造,将机械密封变更为软密封,避免储油罐顶部存在金属突出物。为防止油气外溢,利用不带内隔膜的不锈钢板实现二次密封,在防雷的同时减少油气损失。通过实现二次密封和浮船的电气连接,能够有效避免密封空间内积蓄过多挥发油气,有效预防雷击和静电引发的火灾。

2.3.2 完善防雷设施

在罐区配备防雷设备的情况下,应为设备安装避雷针,保证设备可靠发挥阻雷作用。具体来讲,应设置直径至少8mm的引下线,将避雷针下端引下线和接地装置焊接连接。如果引下线使用扁钢,要求截面至少达到48mm²,厚度至少4mm,接地电阻小于10Ω,确保设备可靠接地。单独使用避雷针防雷,使针顶点向下呈45°,形成锥形保护空间。受到直击雷影响,

避雷针上将产生高点位,放电时容易产生跨步电压或反击电压,为避免储油罐受到伤害,应使接地电阻和避雷针间至少保持5m空间距离。在罐区周围安装避雷针,高度应达到罐体2倍以上,将形成30~40m的防雷区域,应确保储罐在这一范围内。

2.3.3 实施灾害预警

在储罐所处区域雷电灾害频发的背景下,应引进信息化技术加强储油罐管理。具体来讲,就是在罐区配备雷电预警系统,对20km范围内闪电实施三级预警。在区域出现雷电天气时,系统将向消防泵值班人员发送预警信息,提醒人员注意加强罐区监管。在闪电接近罐区时,将发出二级预警,使报警器发出蜂鸣声,提醒现场人员注意防雷避雷,使人员进一步明确相关情况。在闪电接近储油罐时,系统检测发现环境场强超出门限,将发出三级预警,系统自动向储油罐的密封圈内注入惰性气体,直至检测到的场强降低至正常范围后停止注气,确保油气浓度不超一半。根据预警信息,人员在必要时可启动火灾应急预案,将事故灾害后果控制在最小范围内。

3 结论

石油具有易燃易爆特点,产生的蒸汽则带有毒性,导致储运设施使用存在一定风险。而在建设大型储油罐时,则将面临雷击威胁,可能引发火灾事故发生。针对石油管道储油罐的各种危险因素展开分析,可知通过做好管道防腐处理、设备操作风险识别等工作,能够有效预防火灾发生。加强储油罐安全附件检查、维护,并规范人员作业,加强环境油气浓度监测,可以避免中毒事件发生。最后应通过改造储油罐结构等措施达到阻雷目的,为安全储运石油提供保障。

参考文献:

- [1] 于立才.石油管道化工防腐的安全技术探讨[J].中国设备工程,2023(07):225-227.
- [2] 戚云鹏.基于J2EE技术的石油管道安全管理系统设计[J].电脑知识与技术,2023,19(08):43-45.
- [3] 陈勇文.储油罐安全附件常见问题及维护措施[J].化工设计通讯,2022,48(08):13-15.
- [4] 刘骏.石油管道储运安全保障及事故预防措施[J].化工管理,2021(14):112-113.
- [5] 张友先.中小型石油储罐消防设计研究[J].建材与装饰,2020(10):67-68.
- [6] 朱艳军.石油化工工艺管道安装中常见的问题及对策[J].河南建材,2022(11):55-57.