

油品储运中的静电危害及防范措施

廖雯煜（中石化（天津）石油化工有限公司，天津 300270）

摘要：在油品储运中，静电是一种普遍存在的危险因素，油品储存、运输和装卸过程中，很容易产生静电，伴随着电压的升高和火花的释放，会引发火灾、爆炸等生产安全事故。石油化工企业油品储罐火灾事故具有破坏力大，影响范围广的特点。因此，有必要对油品储运系统中静电的发生机理和影响因素进行研究，引入科学、先进的安全技术和管理手段，促进油品储运系统安全、稳定地运行。本文将对油品储运中的静电危害及防范措施进行探讨，供相关从业人员参考。

关键词：油品储运；静电危害；防范措施

0 引言

石油产品的储存、输送和装卸等环节往往伴随着静电荷的产生，这种静电荷一旦积聚到一定程度可能引发严重的爆炸事故。这些事故会严重威胁着人民的生命和财产安全。静电在放电过程中可能点燃易挥发气体或蒸汽，进而导致火灾和爆炸，给整个石油行业带来巨大的安全风险。

1 油品储运中的静电危害分析

1.1 引发火灾和爆炸

油品本身就是易燃易爆的物质，所以任何能够引发火花的因素都必须被严格控制和防范。静电的积聚和放电过程能够产生火花，这些火花在油品储运环境中是非常危险的。当油品在输送、搅拌、过滤、混合等过程中与管道、容器、机泵等设备摩擦时，会产生静电荷。如果这些静电荷没有得到及时释放或中和，就会逐渐积聚起来。

一旦静电积聚到一定程度，就会形成高电压场，导致静电放电。这种放电过程会产生火花，而火花正是点燃油品所需的点火源。油罐区存放着大量的油品，一旦静电放电火花点燃油品，就会迅速蔓延成火灾。火灾在油罐区中难以控制，油品燃烧时会产生大量的热量和有毒有害气体，甚至常常伴随爆炸产生，对周围环境和人员造成极大的威胁。

1.2 导致设备漏电

漏电是指设备在正常不带电的金属部分与带电部分之间出现电位差，从而导致电流通过非预期路径流动的现象。静电产生的漏电现象发生在各种设备和管道上，当静电荷在设备或管道上积聚时会形成高电压场。如果设备或管道存在缺陷或接触不良等问题，就会导致漏电。漏电不仅会对设备本身造成损坏，从而增加了电击风险，一旦接触到漏电的设备或管道，就

会遭受电击。电击的严重程度取决于电流的大小和持续时间。轻微的电击导致操作人员身体疼痛、肌肉痉挛等不适症状，而严重的电击则导致心脏骤停、呼吸停止等致命后果。

2 油品储运中静电产生的原因分析

2.1 油品带电

油分子在相互接触和分离的过程，会导致正负电荷的转移，从而产生静电。通常导致油品带电的因素主要有：油品输送过程中与管道、阀门、机泵等的摩擦而产生的静电聚集；装卸油品过程中油液飞溅时产生的喷射带电；原油中杂质引起的带电；含水量增加引起的带电；摩擦起电等。

2.2 储罐内部带电

储罐的上部经过长时间的空气接触，通常在油液表面形成一层薄膜，这个薄膜会造成电荷积聚；储罐底部的沉淀物堆积也会导致局部绝缘失效，都会成为静电积累的来源。这一系列因素综合作用，使得储罐内静电积聚成为一个普遍而潜在的问题。

2.3 人体带电

在油品储运过程中，人体带电是一个常见且容易被忽视的问题，人体的放电以火花为基础，具有极高的危险性。人体带电的主要原因包括静电积累、摩擦带电、电场辐射等。当操作人员作业时，人体与阀门等物体接触摩擦，可带上 5 ~ 15kV 的静电高压。当人体带电超过 10kV 时，放电能量可达到 5mJ 以上，足以使可燃气体混合物发生燃烧或爆炸。

3 油品储运中静电的防范措施

3.1 限制油品静电产生

避免操作人员操作时产生静电，限制液体在管道和储罐中的流速对油品罐区预防静电至关重要。高速流动会加剧静电积累，灌装油品时，操作人员应从槽

车等大型容器的底部注入或将其注入管伸入容器底部；装油鹤管应采用防静电专用胶管，并伸至油罐底部。在装卸油的过程中，必须严格按照操作规程控制易燃液体在管道内的流速。

装卸油罐时在注入口未浸没前，初始流速不应大于 1m/s，当注入口浸没 200mm 后，可逐步提高流速，但最大流速不应超过 7m/s；装卸火车与汽车槽车时，鹤管埋没前流速 $\leq 1\text{m/s}$ ；鹤管埋没后流速： $V \times D \leq 0.5$ （汽车）， $V \times D \leq 0.8$ （火车）（但流速最大不得超过 5m/s）。（具体操作规程）。对于容量大的内浮顶油罐，可实行收付混合操作方式，使浮盘在较小的范围内浮动，减少浮盘以下空间的硫化亚铁外露与空气接触的机会；采取高液位操作，减少油罐气相空间，减少腐蚀范围。

3.2 促进电荷耗散

在油品中添加防静电添加剂（油品电导率大于 50pS/m），利用抗静电剂导电和抗静电性能，防止静电的产生和积累。油罐正在进行灌装、搅拌或循环过程时，禁止检尺、取样、测温等现场操作。在灌装、搅拌或循环停止后，应按操作规程要求的静置时间，静置一定时间后，才允许进行下一步工序的操作。

3.3 硬件设施控制

在油库管理中，针对油品静电的成因和影响因素，实施恰当的硬件设施控制是确保安全的关键。选择内壁平滑的金属材料制作输送管道；使管线的弯头和阀门数量最小化；使用适当的过滤器；选用符合要求的钢板用于油槽；在易腐蚀设备内表面采用喷涂耐腐蚀金属和涂镀耐腐蚀材料等技术；选择扬程略高的离心泵并在泵出口管路上安装单向阀；采用较低的机油装载和支付装置；在油槽中安装延伸管；安装静电接地、静电接地网等加强静电泄漏，防止静电积聚；使用反静电取样器或底部取样器等方法，共同提高静电控制水平，确保油罐区的安全性。同时，在罐顶安装喷淋，降低油罐温度，缓解硫腐蚀，及时消散硫化铁氧化放出的热量，确保油罐长时间平稳、安全运行。

3.4 强化现代技术应用

围绕油罐区当前安全管理难点，结合油罐区安全管理现实需求，充分借助前沿科技，打造智能工业 APP 模型，以信息化促进油罐区智能化管理转型升级。如将油库、油罐区安全信息数据库、视频监控、作业许可和作业过程管理、安全教育培训、风险分级管控和隐患排查治理管理、承包商管理、操作人员不安全

行为管控等上传至相关智能工业 APP，接入监管系统，全公司统一资源调度、应急联动，实现信息共享、上下贯通，提高油罐区的管理效率。将高新技术运用到油罐区的日常生产中，使用巡检机器人代替人来巡库，解放生产力，降低作业强度。利用智能机器人进行油罐清洗工作，降低作业风险。

3.5 加强外部环境安全防控

随着石油行业对环境因素敏感度的提高，外部环境的防控尤为重要，必须充分考虑到天气、自然灾害等对安全生产的影响，构建全面的风险防控体系。建立健全环境风险评估机制，实时监测环境变化，并将环境因素整合到安全生产过程中。针对气候变化带来的极端天气，企业应通过加固设施、提高基础设施建设标准等措施减轻这些外部因素的潜在影响。

3.6 安装离子静电消除器

油罐区应不断加大静电消除设备的投入。首先，在储罐楼梯口处、有易燃易爆危险品的罐区、泵房、装卸车作业区等存在安全风险的部位安装离子静电消除器，该装置是利用正负离子可调的非平衡双极性消电技术，消除附近的大多数静电，具有成本低、安装简便、占据空间小、耐用性久、可流动性、消电效率高等优点，能够从本质上改善现场的带电安全问题。还应在输油管道内设置静电缓冲装置，降低油液流动速度而保证了静电电荷的排除，实现安全运行。油罐区还应在储罐和装卸车等关键位置设置静电防爆设备，一旦发生火灾或爆炸，能够及时进行自动报警和应急处理，降低事故损失。

3.7 优化储运环境

油品中大部分物质都是碳氢化合物，这些物质普遍都具有挥发性。在储运过程环境不良的情况下，这些挥发物会进入到大气，导致自然环境受到污染；油品挥发还会造成油品的严重浪费。因此需要做好对油品储运环境的优化管理，合理控制储罐和管道的环境温度。高温环境下会加速油品蒸发，导致大量石油分子因为蒸发被损耗，造成资源浪费，同时影响油品的质量，对周围的环境和大气造成一定的影响。将这些蒸发气体了的进行收集、再利用。

通过蒸发气体的回收和处理，可以将其转化为液体，重新进入到油罐中。或者将油罐改装为内外悬浮的模式，并通过日常检查，保证油品储运环境的密封性以及各项密封零件能够发挥密封作用，并通过仪表对周围环境的相关指标与参数进行测量，来检测油品

的挥发情况。

3.8 选择绝缘材料制作设备和管道

对于需要长期储存油品的储罐及管道,应选择耐油、耐腐蚀、耐高温的绝缘材料,以确保机泵、阀门等设备和管道的长期稳定运行。对于输送过程中的油品,应选择具有较好耐磨性和耐冲击性的绝缘材料制作油罐车及管道,以应对油品在输送过程中可能产生的冲击和摩擦。

绝缘材料广泛应用于各种油品储运设备和管道,在储罐中使用绝缘材料制作储罐的内壁和隔板,以减少静电在储罐内部的传导和积聚;在油品输送管道中使用绝缘材料制作管道的接头和法兰等连接部件,以避免电流通过这些部件传导到管道内部。绝缘材料的使用不仅可以降低静电积聚的风险,还能提高油品运输的效率和安全性。通过减少静电的传导和积聚避免静电放电引发的火灾、爆炸等严重事故,保障工作人员的生命安全和企业的财产安全。

3.9 加强运输防火管理

在油品储运中必须采取密闭存储方式,油品密封设备在选材和安装中都要符合规范,结合油品的工艺技术和要求,选择耐高温和耐高压的材质;加强操作人员培训,严格按照操作规程操作。针对油品运输设备要做好防静电管理,减少设备在运输过程中与油品的摩擦。在管道和油罐的材料选择中,要选择防静电材质;参与生产和运输的人员,要统一穿着防静电鞋和工作服,使用防静电工具进行作业。在油品运输过程中必须采取静电接地,将静电导入到大地,减少静电积累,避免引发火灾。

通过设置阻火设备,比如水封井、单向阀等设备,可以有效预防运输中火焰进入到设备中,避免火焰在油罐扩展;同时设置防爆泄压设备,包括防爆片、安全阀等,通过这些设备的安装可以达到良好的防爆效果。

3.10 安装静电监测系统来实时监测

静电监测系统通常包括传感器、数据采集器、控制器和报警装置等组成,传感器被安装在油品储运设备的关键位置;数据采集器负责收集传感器传输的静电数据;控制器根据预设的静电安全阈值,判断静电水平是否超出安全范围,并控制报警装置发出警报;静电监测系统的应用能够实时监测静电水平,及时发现异常情况;系统的报警功能能够迅速提醒操作人员注意静电风险,确保他们能够及时采取应对措施,降

低安全风险。

在实际应用中静电监测系统需要根据具体的油品储运环境和设备特点进行定制,在储罐、管道、泵等设备的关键位置安装传感器,确保能够全面监测静电水平;根据设备的材质、尺寸和工作环境等因素,选择合适的传感器类型和安装方式;设置合理的静电安全阈值,确保系统能够准确判断静电积聚的风险。

3.11 树立安全意识

加强操作人员培训,定期安排油罐区防静电知识学习。通过播放油罐区安全、设备相关教学视频、班组课堂、知识讲座、考试等方式巩固加强专业知识,学习相关设备设施的操作方法。结合以往事故案例,编纂应急方案,开展实际操作演练,提高应急处理的能力。同时,做好日常的安全生产宣传工作。在油罐区内、外设置宣传栏目、张贴安全生产的标语和横幅,利用企业公众号等做好网络宣传,使操作人员时刻绷紧安全生产思想弦。

4 结束语

总之,油品储运过程中静电的产生和积累会带来严重的危害和安全隐患,其危害不容忽视,应高度重视并必须采取有效的防范措施,来确保油品储运的安全性。并通过油库硬件设备设施控制、强化现代技术应用、加强外部环境安全防控等防范措施,来有效减少静电的产生和积聚,降低静电危害,不断采用新技术、新工艺、新设备,为油品储运的安全提供有力保障。

参考文献:

- [1] 郭桂欣,徐斌.油品储运安全管理的有效措施[J].化工管理,2022,(24):79-81.
- [2] 张鑫.石化企业油品储运中的安全隐患及预防措施[J].化工管理,2022,(24):82-84.
- [3] 骆志满.油品储运系统静电灾害的防范措施[J].化学工程与装备,2022,(04):242-243.
- [4] 冯中远.油品储运安全管理的常见问题及措施[J].石化技术,2021,28(04):163-164.
- [5] 徐霄,刘建伟.轻质油品装卸和运输过程中静电安全技术的研究[J].科技资讯,2020,18(34):69-70+73.
- [6] 孙小荣.石化企业油品储运中的安全隐患及预防措施研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(19):70-72.
- [7] 赵强,赵翔.油品储运常见安全管理问题及其规避措施[J].冶金管理,2020,(13):114-115.