

铁路罐车火灾风险分析及应对

关 怀 (中油东北销售锦州分公司, 辽宁 葫芦岛 121000)

摘 要: 东北销售锦州分公司驻锦西石化办事处是锦西石化铁路运输计划的执行单位, 承担着锦西石化公司大多数的铁路运量, 一直负责调运锦西石化公司的汽柴油、航煤类产品, 随着铁路运输业务流向的不断扩大, 调运量逐渐增大, 因此, 火灾安全也尤为重要。由于厂内条件所限, 加上从业人员的消防素质不高, 安全意识不强, 极有可能导致罐车火灾爆炸事故的发生, 将造成巨大的经济损失和人员伤亡。笔者论述了铁路罐车油品装车的现状, 存在的安全隐患及现场对策, 并提出了自己的见解。

关键词: 油品罐车; 火灾; 风险分析

1 铁路油罐车油品充装过程危险性分析

铁路运输是我国成品油北油南运最重要的工具, 每年通过铁路运输的成品油占其输送总量的 60% 以上, 其中以车用汽油等轻质油品占绝大多数。成品油充装过程是铁路油罐车运输的重要环节, 因此, 在铁路油罐车充装过程中要重点考虑其防火防爆问题。成品油充装过程中发生的火灾爆炸事故具有较大的危险性, 因为成品油闪点、燃点和自燃点较低, 具有易燃燃烧的特性, 成品油热值越大, 火焰温度就越高, 辐射热强度也越大, 油蒸气的大量排放更是火灾、爆炸等恶性事故的隐患。油品的蒸气在空气中达到爆炸极限时, 遇火即能爆炸。爆炸极限越低, 危险性就越大。着火过程中, 燃烧和爆炸又往往交替进行。一般是先发生爆炸, 然后转为燃烧。超过爆炸上限时, 遇火先燃烧, 待浓度下降到爆炸极限时, 即会发生爆炸。火场及其附近的油罐车受到火焰辐射热的作用, 如不及时冷却, 也会因膨胀爆裂增加火势, 扩大灾害范围。强烈辐射易引起相邻油罐及其他可燃物燃烧, 还严重影响灭火战斗行动, 因此对铁路油罐车充装过程火灾爆炸危险性分析是十分必要的。

铁路油罐车油品的充装工艺: 根据我国铁路油罐车的现状, 担负运输的主型罐车主要有 G6、G9、G10、G11、G12、G14、G15、G17、G17A、G50、G60 等 10 余种, 目前笔者单位以 G60、G70 罐车为主, 主要装车油品为汽油、柴油、航空煤油、船舶燃料油等易燃油品。

铁路油罐车装油方式大体分为: 底部装油或称潜流装油; 上部装油或称喷溅装油。前者较为合理, 但底部装油也可能产生新电荷, 特别是当容器底部有积水或有其他品种的残余油品时, 也会产生很高的静电电位。后者更易产生静电, 当油品从鹤管高速喷出

时, 将因发生液体分离而产生电荷, 当油品冲出到容器壁还会造成喷溅飞沫而产生静电。同时上部装油促进油雾的产生, 也易使油气、雾气混合物达到爆炸浓度范围。此外, 顶部装油还会使油面局部电荷集中, 容易产生放电。

目前锦西石化公司铁路栈桥在用的铁路油罐车装油方式多采用喷溅装油, 一般装油时鹤管伸入罐车口 1m 左右。开启油储罐的放油阀门, 启动装油车油泵, 油品经输油管送到铁路装车栈桥总管, 由罐装工人放好鹤管后, 开启鹤管阀门, 油品输送入罐车容积 94.5% 后, 自动关闭鹤管阀门, 充装结束。

据统计国内较大的成品油静电事故中, 铁路油罐车装油事故占首位, 其次是油储罐装油事故, 因而对铁路油罐车装油时的静电要特别注意。成品油产品在流动、过滤、混合、雾、喷射冲洗、加注、晃动等情况下, 由于静电的产生速度高于静电的泄漏速度, 从而积聚静电电荷。当积聚的静电放电的能量大于可燃混合物的最小引燃能, 并且在放电时油品蒸气和空气混合物处于爆炸极限范围, 将引起静电释放。

喷溅装油静电危险性分析: 在喷溅装油的过程中, 活动套筒式小鹤管可以伸到槽车底部装油, 但在实际操作中一为方便, 二为减少油品损耗鹤管头不深入油内造成鹤管里阻力增加, 油会从套管间溢出, 所以都没有把鹤管精准插入槽车底部。这会使鹤管口附近的油面上集聚更多的电荷, 电位梯度增大, 容易放电。应该采用底部装油或将鹤管伸至接近罐底, 在装油后期油面电位达到最大值时, 油面上部没有突出接地体, 可避免局部电场增高。在局部范围内可避免因油柱集中下落形成较高的油面电荷密度。减少喷溅、泡沫, 从而减少新产生的静电荷。减少油品的雾化及蒸发, 可避免在低于闪点温度时点燃。

油罐车内静电分析：油料的电导率较大时，车内各部分油料的电荷密度容易趋向均匀。因电荷有同性排斥的作用，油中的电荷有流向油面的趋势，又因液体表面张力的缘故，油面电荷较多，这就是所谓的趋表效应。当油品流动较慢时，车内各部位的电位易趋向均匀，而电荷不均匀的现象较明显。鹤管装油时接近油面，其管口末端形成的不同对局部电容有不同的影响，从而引起电荷密度及电位的差异。油罐车在装油的整个过程中，油面电位是随着液面上而变化。最高电位出现在 1/2~3/4 容积处。一般说来，在鹤管油柱下落处的电荷密度较大，在车内中部位置电容较小，所以油罐车中心部位电位较高。

成品油充装过程其他危险性分析：

在成品油充装过程中，火车装卸栈台可能发生的火灾有：油罐车罐口起火，地面流散液体着火，油罐车翻车着火。引发火灾的原因有以下几方面：①车辆罐体变形，车况不佳，违章操作等；②使用的各种油类物质，遇到高温、明火、雷电、静电等因素引起火灾；③在有可燃气体和易燃物存在的场合，静电放电、雷电放电均可引爆火源，导致火灾、爆炸事故的发生；④由于油品中含有一定量的腐蚀性物质，它们对贮罐具有较强的腐蚀性，同时还受到电化学腐蚀，从而导致贮罐跑、冒、滴、漏，遇火源而发生事故；⑤装卸油品时，使用不防爆的工具，或由于不慎磕碰发火，也易引燃油蒸气；⑥装卸中，未安装导除静电装置或静电导除装置失灵，由于油品冲击，在车壁上集聚静电荷放电打火；⑦油罐车在敞盖作业的条件下，外来火种飞入或接近敞口油罐车，引燃油蒸气，引起火灾爆炸事故。

2 铁路罐车油品充装过程火灾爆炸事故预防对策措施

2.1 铁路罐车油品充装过程预防静电危害的技术措施

①铁路装油栈桥的固定设备原则上要求在多个部位上进行接地。其接地点应设 2 处以上，接地点应沿设备外围均匀布置，其间距不应大于 30m；②贮罐内壁应使用防静电防腐涂料，涂料体电阻率应低于 $100\text{M}\Omega\cdot\text{m}$ ；③对于电导率低于 50pS/m 的油品，在注入人口未浸没前，初始流速不应大于 1m/s ，当注入人口浸没 200mm 后，可逐步提高流速，但最大流速不应超过 7m/s 。如采用其他有效防静电措施，可不受上述限制；④在装油前，必须先检查罐车内部，不应有未接地的浮动物；⑤装油鹤管、管道、槽罐必须跨接和接

地；⑥装油完毕，宜静置不少于 20min 后，再进行采样，测温、检尺、拆除接地线等；⑦铁路油罐车未经清洗不宜换装油品；⑧作业人员充装操作时要身穿防护服，装油时鹤管应插到罐车底部不高于 0.2m 处，油品流速应小于 4.5m/s ，以防产生大量静电。

2.2 预防静电危害的管理措施

①管理部门应制定防静电危害具体实施方案，并加以监督检查。现场负责监督管理工作的人员必须掌握静电安全技术知识，当发现静电可能造成事故时，有权采取有效措施，并上报主管领导；②所有防静电设备、测试仪表及防护用品，要定期检查、维修，并建立设备档案。

2.3 铁路罐车油品充装过程其他危害对策措施

2.3.1 严格控制火源的对策措施

严格执行动火制度。维修、施工在禁区动火，必须执行动火审批，动火现场采取必要的救护消防措施。电气设备均应符合防爆等级要求，电器设备、设施老化或损伤应及时处理或更换。严禁把明火源带入禁火区域，严禁在禁火区域内吸烟，严禁携带手机。定期检查、检测防雷、防静电的连接件和接地设施始终处于良好状态。铁路专用线油品充装栈桥上的翻梯应装胶垫或胶轮，无胶垫或胶轮严禁使用。铁路专用线油罐车在充装作业前必须在车辆两端或尽头线来车一端不少于 20m 处，在车方向左侧钢轨上安装带脱轨器的红色防护信号。作业完毕清除线路障碍物后，方可撤除。防止车辆误进有充装罐车的线路。铁路油品充装栈桥爬梯口设置消除人体静电消除器。

2.3.2 防油品溢出或泄漏的对策措施

严格执行各项规章制度和操作规程，加强操作人员的安全教育和技术培训，提高操作人员的安全意识，严禁违章操作，避免发生充装过量或因鹤管位置未放好而发生溢油、冒油事故。加强设备、设施的维护、养护和定期检查工作，防止油泵、管网、阀门的漏油。加强充装过程油品液位的监控，以防充装过量或冒油。如装卸过程中出现溢油或罐车车体及走行部分有油品，必须处理干净后才可挂车。

2.3.3 铁路专用线管理对策措施

加强铁路专用线的正常维护、维修，及时消除各种病害，严禁带病使用，杜绝铁路罐车脱轨现象的发生，铁路专用线应当制定防止车辆溜逸的详细管理规定，并设置防溜逸设施机具（如铁鞋、车挡器等），否则，一旦车辆溜逸，会发生撞车、脱轨、颠覆、重

大火灾、人身伤亡等事故,造成重大的生命和财产损失。防溜逸设施要维护使用好,防止铁路罐车溜逸,以免罐车发生相互碰撞与铁路运输相关的任何同类设施,设备都不能侵入铁路机车车辆限界,铁路专用线也要遵守该规定,专用线的装车鹤管在车辆进入或牵出装车线时,必须处在栈桥上方并予以锁闭,以免侵入机车车辆限界。如车辆进入或牵出装卸线时侵界,就可能与机车、车辆相撞,造成机车、车辆、装车设备的损坏,严重时可引起油罐车火灾、爆炸事故。

2.4 铁路油罐车罐口火灾的扑救方法

铁路油罐车罐口发生火灾,一般形成稳定的燃烧。火焰呈火炬状,火焰温度较高,对装卸油栈桥、鹤管及油罐车本身有很大的威胁。可采用下列方法扑灭油罐车罐口火炬火焰:①火焰仅在罐口部位,可采用窒息法扑灭。一般可采用覆盖物盖住罐口,使油蒸气与空气隔绝,燃烧停止也可利用油罐车罐盖,使其关闭严密,熄灭火焰;②采用干粉灭火器,向罐口喷射,扑灭火焰;③火焰较大,可采用直流水枪,组成水幕,隔绝空气,扑灭火灾。一般情况下,采用数支直流水枪,从不同方向交叉射水,开始都对准火焰下部,然后同时上移水枪,将油气和空气隔开,扑灭火灾。也可采用泡沫钩管,挂在油罐车罐口上,用泡沫扑灭油罐车火灾。特别应注意,油罐车发生火灾后,应尽早采取冷却措施,对油罐口附近及其邻近建(构)筑物进行保护,防止火灾扩大。

2.5 发生油品溢流火灾的扑救

油罐车油罐破裂时,发生火灾随着油品流散,形成较大面积复杂的火灾现场。油罐车火灾,火焰辐射热大,很难接近火源。油品不断流散,对灭火人员也有一定的威胁。应根据不同具体情况,采取相应的灭火方法:①冷却油罐防止变形破坏。消防队伍达到火场后,灭火指挥人员应迅速查明火灾情况,应冷却燃烧油罐和邻近油罐,防止油罐进一步破坏;②扑灭流散的液体火焰。根据地形和地势,修筑阻火设施(筑堤、挖沟等),防止油品进一步流散,控制火势扩大。然后组织泡沫(或喷雾水流),对流散液体火灾发起进攻,将其扑灭。

2.6 大面积液体流散的油罐车火灾的扑救

油罐车颠覆造成数个或数十个油罐车起火,火灾现场极为复杂,这不仅对其他列车通行造成严重威胁,同时还可能由于油品流散,影响全厂及附近设施、建筑物的安全。扑救这种火灾,应根据地形和灭火力量,

选择突击方向和突击点,采取集中优势兵力(或在局部上集中优势力量),配合公司消防堵截包围,重点突破,穿插分割,逐个消灭的战术:①控制火势,防止蔓延。为防止火势扩大,应将未燃烧的机车、油罐车与着火的油罐车摘钩,拖到安全地点;②筑堤拦油,缩小燃烧范围。用沙土筑堤,将流散液体火焰,控制在一定的范围内;③扑灭火灾。在堵截包围、控制火势的条件下,将燃烧区实行穿插分割,然后逐片消灭。

2.7 扑救铁路油罐车火灾应注意的问题

①扑救初起火灾时,铺设的水带线路,不应妨碍列车通行;②保证火场用水;③疏散油罐车时,摘挂车辆应注意人员的安全。必要时应组织水流,对疏散人员进行保护。

3 结束语

通过对铁路罐车火灾爆炸事故原因及防范措施的分析,可知铁路罐车运输管理必须坚持人员和技术相结合,硬件和软件同时抓,重点与一般不松懈,抓住火灾爆炸发生、发展的规律和特点,有针对性开展安全工作。消除罐车火灾爆炸事故的基础条件和因素,将事故消灭在萌芽状态。总之,罐车火灾爆炸事故预防工作应做到以下几点:①提高员工素质,增强安全意识;②做好消防设备设施的配备,增加安全预防措施;③控制油品泄漏和装车时超装等不安全因素,从根本上消除火灾隐患;④使用防爆电器和防爆对讲机,控制电气点火源;⑤控制油品罐车和危险货物在站内的停留时间;⑥控制和消除各类静电危害;⑦现场设备采取可靠避雷措施,防止雷击;⑧严格用火管理,控制各类施工用火、尽量避免产生明火源。

参考文献:

- [1] 李海江. 某 LPG 罐车罐体爆炸原因分析[J]. 云南化工, 2020(12).
- [2] 刘洪亮, 朱艳锋. 液化石油气铁路罐车运输安全风险及对策分析[J]. 设备管理与维修, 2020(20).
- [3] 王志强, 刘硕, 王陶陶, 马婷婷. 基于相互作用矩阵的装配式建筑施工安全测评[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2020(05).
- [4] 潘梦真, 等. 基于改进相互作用矩阵的基坑施工安全风险评价[J]. 中国安全生产科学技术, 2020(03).

作者简介:

关怀(1983-), 男, 满族, 辽宁葫芦岛人, 本科, 研究方向: 石油储运工程。