

成品油储罐机械化清洗的风险分析及防控

郭文超（中国石油天然气股份有限公司河南销售仓储分公司，河南 郑州 450001）

张均伟（中国船级社认证公司四川分公司，四川 成都 610000）

摘要：对比原油储罐的清洗研究，成品油储罐清洗研究略显不足，特别是成品油储罐机械清洗中存在较大的风险，很容易引发爆炸、火灾等，造成较大的人身伤亡和财产损失。本文主要就成品油储罐机械清洗问题进行探讨，重点分析机械清洗的风险，指导做好成品油储罐机械清洗的风险识别，以实现风险的科学防范应对，避免或减少事故损失。

关键词：成品油储罐；机械化清洗；风险；识别；应对

为切实保证成品油质量，应定期清洗成品油储罐。目前成品油储罐机械化清洗是大方向，其使得成品油储罐清洗效率大大提升，更为安全环保。但要想真正替代传统的人工清洗，机械化清洗也要克服自身的风险缺陷，因此关于成品油储罐机械化清洗风险的分析与防控应对具有现实必要性。

1 成品油储罐机械清洗特点

成品油储罐机械清洗主要具有四个方面的特点。其一，存储介质的差异性明显。成品油储罐中绝大部分存储介质为汽油、柴油、煤油等，这些油气毒性强、易挥发、易扩散，对应的危险事故的发生概率较大。其二，清洗储罐类型特殊。成品油储罐有拱顶式储罐、内浮顶储罐等几大类，这些成品油储罐都不能在管顶处安装清洗机，多需在管壁人孔或排污口处安装清洗机，也在一定程度上加剧了清洗的难度，加大风险发生率。其三，清洗工艺较为特殊，成品油因为容易挥发且具有低闪点的特性，成品油储罐机械清洗时其清洗工艺流程较为特殊。罐底油回收作业中不能进行油中搅拌，且储罐内罐底容易沉积大量的泥质油泥，但又不能使用高温溶解手段，需要特殊处理应对。其四，设备具有特殊性。成品油机械清洗设备多由抽吸装置、过滤装置、清洗机等设备构成，因无法竖向安装清洗机，需从管壁人孔处进行安装，这也客观上要求改进清洗机喷射、旋转角度等参数。这些特性使得成品油储罐的机械化清洗具有较大的风险，需要重点关注与特别应对。

2 成品油储罐机械清洗常见风险

目前成品油储罐机械清洗有较多的风险，安全风险、环境污染风险、经济风险等等，其中安全风险是最为突出与首要的，因此本文针对安全风险做具体说明。安全风险主要表现为火灾、爆炸、中毒、窒息等相应的事故，其中燃烧爆炸风险较为常见。储罐内残油移送的施工过程中因罐内原油液位降低，支撑浮盘的立柱会回落到储罐底部，导致浮盘与液面之间有气相空间，储罐内部压力减小，空气于储罐与外界连通的缝隙进入罐内，形成爆炸性混合气体，若机械清洗操作不当会产生静电介质，继而出现闪爆或燃烧。此外安全风险中危险系数

较高的是人身中毒危险。储罐库区情况复杂、油气集中，清洗过程中人身中毒的风险较大，操作人员在油气浓度较高的人孔周边作业会直接面对油气，油气易挥发，很容易伴随人的呼吸进入内脏系统，导致作业人员出现窒息、中毒甚至死亡的事故。

此外触电风险也是不得忽略的风险。成品油储罐清洗过程中会产生静电，造成安全隐患，在清洗设备时必须确保接地有效，选择专用的铜质接电线进行接地连接，接线时依托储罐的接地网就近接入储罐的接地扁铁，并进行电阻测试，确保电阻满足规范要求。紧固接线螺栓，接线完成后施工项目部对接线情况进行全面检查，确保所有设备管线都完成了准确的接地保护设置。

3 成品油储罐机械化清洗的风险防控

3.1 确保设备设施安全

因为成品油储罐机械化清洗中会涉及到各种机械动力、电气设备，设备设施存在安全隐患或因为操作失误可能引发工作人员的触电事故、机械事故等。要想确保设备设施安全，应确保机械化清洗装置达到防爆标准，确保清洗设备始终处于安全正常运行状态，防爆、防静电性能优。清洗装置应进行导静电接地连接，且装置上所有设备设施应与清洗车形成等电位连接关系，要求清洗机与油罐人孔对位连接时，清洗机法兰应与油罐进行等电位连接，而引入油罐的气管、水管等金属部分应有可靠的接地和电气连接。在切换作业前应全面检查清洗设备设施，确保设备设施性能完好、功能齐全，也绝不能放过细节之处，如确保法兰对接面平滑无伤痕，确保电气设备无漏电、短路现象，确保电器元件及线路符合防爆要求且有效接地，确保各类仪器仪表经检验合格有效。

3.2 提升安全处理工艺

可燃气体与空气按一定比例混合若遇到明火或静电火花很容易引发火灾事故，若油罐中有残留的可燃气体，此时挥发的油蒸气与空气混合也容易引发爆炸，这要求我们必须重视工艺安全处理。检查工艺系统的隔离情况，重点是进出油管线、油气回收管线、液位仪报警系统等。完全断开与清洗罐油管相连的进出阀门管线，避免油气

进入。拆除油罐人孔盖上附属设备时应先加装盲板隔离,且有专人监护,选择防爆工具,在抬挪设备时也要做到轻拿轻放,尽可能地避免撞击、磕碰及摩擦。

3.3 在线监测油气浓度

在机械清洗作业期间进行油气浓度的在线检测,检测人员手持检测仪对油罐人孔周边氧气浓度、可燃气体浓度进行检测,若浓度超标应停止作业并及时进行泄露检查。清洗过程中利用置换装置置换油罐空气时严禁向罐内充氧气,正常的气体置换周期为15min,一个作业周期内确保氧气含量自动监测数据在19.5%~23.5%的范围内。进罐清渣前的油气浓度监测主要是确保罐内可燃气体浓度、氧含量在安全范围内,应选择不少于两个的罐内气体检测点进行检测,取样分析,确保油罐内可燃气体浓度与氧含量达标。进罐作业期间气体检测人员连续性地对罐内气体浓度进行监测,若发现浓度变化曲线大应加大监测频率,若监测到罐内油气浓度异常时及时发出停止作业的命令,并要求人员撤离现场,重新进行通风置换,直到油气浓度降到合理范围内。

3.4 现场防火防爆应对

要做好现场防火防爆工作,应着手多个方面。首先是工器具的安全使用,在机械清洗过程中,照明灯具、通讯器材等电器设备容易引发电气火花,特别是铁制工具在不断的摩擦撞击下会产生火花,如果管理不到位会引发油蒸气的燃烧,引发爆炸、火灾等事故,因此提前进行防爆工具、防爆灯具、应急通讯报警系统的安全检查,及时校对气体检测系统,确保检测数值准确。罐内作业时优选便携式防爆灯具或电压在12V以下的防爆安全行灯。作业现场使用的工具一率达到防爆标准,作业人员进罐清除油污水及沉淀物应选择木制、铜制、铝制等材质的工具以减少风险的产生。对于机械清洗后的罐底部液应选择铁制油桶盛放,不能喷溅式灌注油品。在进罐时应选择铝制扶梯,且确保扶梯无损坏。杂吊时选用防滑绳索且确保绳索完整无破损、断骨等机械损伤。作业中灌顶与罐下联络应选择防爆型的通讯设备,手机等非防爆通讯工具严禁携带。其次是作业区防火防爆应对,对于清洗装置自动系统来说,应至少距离油罐17.5m,而电器设备检查调试时也在距离清洗作业油罐17.5m远以上的安全地带进行,液位仪信号线及潜油泵电源线套管应提前进行封堵,并保护好电源信号线。油罐清理出来的污杂以及清理所使用的棉纱、墩布等要在特定地点按规定处理,不得乱丢乱放。油罐清洗对季节、天气也有明确要求,应避免严冬或盛夏,也应避开雷雨天气、大风天气。其三警戒警示及监护到位。在作业前先切断加油站油气回收装置及其他设备的电源,并悬挂好警示牌,由专人看守。在作业场地设置警戒区,并放置警戒标志或安全栅栏,用于提醒。停工期间油罐入口处应进行封闭,防止无关人员和物品进入到清洗场所,清洗车辆进出时应确保安全防火帽处于正常防护状

态。在作业场所及清洗装置周边的上风处配置干粉灭火器等常规消防器材,要求清洗机灌口安装及拆除时操作人员处于上风位置。加强对现场的安全巡查,安全责任人实时监控作业情况,及时发现问题,及时防范应对。要重视人员的教育培训,确保监护人员、作业人员掌握紧急情况下的逃生路线逃生方法,工作人员进罐后应定时地与罐外人员沟通,保持联络,罐外人员严密监控供气系统,也要确保人孔入口内外无障碍,方便紧急救援。要求施工机具、材料科学堆放,拿取有序,在清洗作业结束后,由安全监护人员和作业人员共同进行作业现场的清理并清点工具。

3.5 作业人员规范作业

正确佩戴安全帽,正确穿戴防静电服装,在清除罐底污杂时应佩戴防静电手套和防护帽,系住救生绳索,正确佩戴正压空气呼吸器或供风式防护面具,且在作业之前要详细检查这些配套装置是否能正常使用,确保其能真正发挥防护作用。在罐内作业时不允许摘下防护面罩,需要注意的是油气浓度测试及清罐作业时一律不准使用氧气呼吸器。也要严格控制进罐作业时间,应控制在15min以内,若作业温度较高应缩短作业时长,防止工作人员高温中暑。要重视日常应急模拟演练,指导工作人员对于可能发生的危险做出提前预判,并对其拟出适合的抢险决策方案,准备好应急所需的器具,使得工作人员具有丰富的应急处理经验。在演练时应尽可能地让演练场景接近实际情况,模拟演练与系统超前性探讨进一步提升作业人员应急处理能力,使他们安全高效地完成成品储油罐的机械化清洗工作。

4 结束语

成品储油罐清洗的主要目的是清洗储油罐底部及四周的渣油,及时排除储油罐内部可能存在的腐蚀、穿孔等风险,减少事故发生。目前我国成品油储罐机械化清洗还处于初步发展阶段,工艺流程不够成熟,在清洗过程中存在较大的风险,对于工作人员生命造成不小威胁,因此加大对成品油储罐机械清洗问题的探讨,通过设备设施的安全检查、工艺安全处理工艺的优化、油气浓度的科学监测、现场防火防爆的科学管控以及作业人员的规范作业来提升成品油储罐机械化清洗效果,同时做好清洗风险的防范与应对。

参考文献:

- [1] 景仲林,张映天,石爱豪,谢心洲.油气抑制技术在成品油储罐清洗中的应用[J].石油库与加油站,2020,29(05):20-23+5.
- [2] 尹才意.“五大检修”措施在成品油储罐检修中的应用[J].化工设计通讯,2020,46(09):32-33.
- [3] 闫进.成品油储罐机械化清洗的风险分析及防控[J].石油库与加油站,2018,27(04):33-35+6.
- [4] 高庆珊.成品油储罐清洗机器人视觉导航技术研究[D].北京:石油化工学院,2018.