

# 成品油储罐机械清洗风险与安全管理

刘 畅 (中国石化销售股份有限公司华南分公司, 广东 湛江 524000)

**摘要:** 为实现化工企业安全生产目标, 本文详细分析了成品油储罐机械清洗作业中的安全风险, 包括安全作业风险、环境污染风险、设备工艺风险等, 之后针对如何预防上述风险提出了详细的技术应对方案。最后文章总结了一套完整的成品油储罐机械清洗作业安全管理保障措施, 包括制定技术保障措施等, 希望为全面提升成品油储罐机械清洗作业水平提供支持。

**关键词:** 成品油储罐; 清洗风险; 安全管理

## 0 前言

在化工企业生产作业中, 国家相关规定明确提出了油罐运营部门定期开展油罐清洗作业的相关内容, 其目的是保障油罐安全运行, 消除潜在安全隐患。但有学者研究认为, 虽然我国成品油储罐机械清洗工作已经经历 20 余年的发展, 并且相关企业与工作人员已经积累了相对成熟的经验与做法, 但整体依然处于初级阶段, 无法彻底消除清洗环节的火灾爆炸、污染等风险<sup>[1]</sup>。因此为有效解决上述问题, 需要构建完整的成品油储罐机械清洗风险管理方案, 并打造成成熟的安全架构, 这也是本文研究的主要目的。

## 1 成品油储罐机械清洗风险识别

### 1.1 安全风险

①火灾与爆炸风险。在成品油储罐机械清洗作业环节, 火灾与爆炸风险不容忽视, 造成此类安全风险的原因是多方面的, 例如在成品油储罐清洗机械正常运行过程中可能会导致空气从缝隙中进入罐内而出现油气混合状态, 此时清洗设备存在密封不严、内部损坏等问题时, 会加剧油气介质泄漏, 进而引发燃烧火灾。或者在温水清洗等作业项目中, 油品可能会因为流动、冲刷、喷溅等一系列接触与分离现象而产生静电, 当静电达到一定水平时可能产生火花并造成闪爆问题。

②人身伤害危险。成品油储罐机械清洗的库区情况复杂, 导致作业人员面临更高的人身伤害风险。例如在回收残油期间, 为尽可能提升回收量, 往往需要从人孔人工放入抽油装置, 这需要安排工作人员在极高的油气浓度下操作, 部分工作人员近距离接触油、气等有害物质, 其中的有害物质可能会通过呼吸道进入人体而造成中毒反应。或者在清洗过程中, 虽然规范化的清洗操作能大量带走其中的轻组分, 但装置内部可能残留一定量的二氧化碳、硫化氢等物质, 导致

操作人员面临中毒、窒息等伤害。

### 1.2 环境污染风险

在成品油储罐机械清洗作业中, 环境污染风险问题不容忽视。从作业项目来看, 清洗的主要目的是清除成品油储罐机械内部残留的底油, 而现代研究证明, 底油中含有大量的烃、烷、醚、硫等化学成分, 具有腐蚀性、易燃性、爆炸性等特征, 可能会对周围环境、设施与人体造成危害<sup>[2]</sup>。但在清洗作业过程中, 难以彻底消除泄漏、洒落以及落地等问题, 进而引发残油的环境污染风险。

### 1.3 设备工艺风险

目前成品油储罐机械清洗工艺与设备的更新速度较快, 部分企业或技术人员对新技术内容的掌握较少, 由此引发设备工艺风险。部分单位对成品油储罐机械清洗存在错误认知, 不能保障按照规定定期清洗处理, 只在设备出现明显问题时再开展清洗工作, 但此时成品油储罐内已经存在大量沉积物, 包括腐蚀的铁锈、添加剂、重组分等, 上述情况将导致设备内部条件复杂, 无法取得满意清洗效果, 由此而引发风险。

## 2 成品油储罐机械清洗风险应对措施

### 2.1 安全风险控制方案

#### 2.1.1 火灾爆炸风险控制策略

为有效预防成品油储罐机械清洗过程中火灾爆炸风险, 工作人员应重点做好以下工作: ①严格控制设备内部的混合气体浓度, 即在作业期间持续注入氮气等惰性气体, 在上述气体的保护下可以在短时间内消除易燃易爆气体浓度过高的情况, 进而达到安全作业目标。②注意检查设备、管件与阀门等位置的检测, 随时观察设备的密封连接状态, 期间为能有效消除安全隐患, 需安排技术人员做气密性检测, 整个检测的主要目的是预防可能出现的跑冒滴漏等情况。③在清洗作业前强化与业主方的沟通交流, 掌握成品油储罐

机械的基本情况，必要时卡开被清洗设备与其他储存设备的连接位置，并严格执行移送设备、抽吸设备、油水分离设备、惰性气体发生设备、气体监测设备及相连接的管线、阀门等配套设施的接地保护，充分考虑到作业期间静电等问题可能造成的安全隐患，预防因为静电聚集等事件而引发的火灾爆炸风险<sup>[3]</sup>。

### 2.1.2 人身伤害风险的预防措施

现阶段整个成品油储罐机械清洗作业项目通常在油库或者联合站中进行，具有作业条件复杂、油气聚集浓度高的特征，因此为有效预防人身伤害风险，需要构建系统化的安全操作管理规范，其工作重点如下。

①在成品油储罐机械清洗作业前展开技术交底工作，详细介绍清洗作业中的各种人身伤害风险问题，并形成应对策略，其目的是在事故突发时能立即启动，避免工作人员受到伤害。②要求现场作业人员能按照规范穿戴相应的劳动保护用品，其目的是避免人员接触油品而遭到伤害，同时由于清洗作业自身的特殊性，部分人员可能进入储存设备内部开展清洗工作，上述工作人员在作业期间需正确佩戴防毒面具、正压式空气呼吸器等设备，预防作业期间吸入有害气体而造成身体伤害。同时也要定期开展正压式空气呼吸器、防毒面具的检测与保养，并定期组织工作人员开展技能培训，确保全体作业人员能正确、熟练使用保护设备。③在清洗作业期间应密切观察设备内部油气浓度变化情况，因此相关人员应严格按照规定检测相关气体的浓度变化，其规定的检测频率为每8小时检测2次以上，其中在进入储罐之前半小时内必须检测一次，对于测量结果显示氧气浓度不足19.5%的情况严禁人员进入。而对于检测结果显示油气浓度高于油品爆炸点下限20%的时候，根据该结果可判断整个作业范围处于危险状态，应安排作业人员有序撤离；气体检测结果显示油气浓度比油品爆炸下限低1%以上时，可允许操作人员在不佩戴防护设备的情况下作业，但需要将作业时长控制在6小时以内。

除上述内容以外，在成品油储罐机械清洗作业期间也要主动预防可能出现的其他人身伤害风险情况，主要内容包括：①在清洗作业的设备吊装环节，相关工作人员应严格执行《起重作业安全管理规定》、《危险化学品企业特殊作业安全规范》等相关要求，即在起重作业前应注意检查各类设备的运行状态情况，当检测结果未见异常时才能正常使用。同时在整个起重作业期间，需执行专岗专用模式，要求工作人员严格

执行岗位管理的相关分工，这是消除安全作业风险的关键。②在作业期间也要注意相关细节，如针对清洗过程中存在翻倒风险的物品，应采取保护措施；而对于存在安全风险的场所，在清洗作业期间也可合理运用绳索、栅栏等设备做好分区隔离，并竖立“严禁烟火”或者“严禁进入”等标识。

### 2.2 环境污染风险的控制措施

在成品油储罐机械清洗作业期间，要求工作人员不断加深环保意识，严格执行安全、环保作业规范，具体内容包括：①严格执行废水排放标准。在成品油储罐机械清洗过程中，相关废水的排放标准应严格执行《中华人民共和国环境保护法》的相关规定，即废水的pH值应控制在6~9之间，且每升废水中的悬浮物含量应控制在50ml以内<sup>[4]</sup>。②做好清洗后的处理。针对成品油储罐机械清洗后所产生的废液、油污等做好二次处理，使其达到排放标准，目前较为成熟的处理技术包括等离子放电技术、化学中性清洗技术等，上述技术能有效清除废水中的有机物与油质，进而达到排放标准。

### 2.3 设备工艺风险应对措施

①成品油储罐机械清洗的主要作业对象是用于存储、转运的各类油罐，因此作业期间必须考虑到油品、油气等特殊介质对作业安全的影响。因此为有效消除安全隐患，要求工作人员能准备满足特殊作业环境的设备，即耐腐蚀、防爆炸、抗静电的相关组件、关键的阀门等，将清洗过程中的风险降到最低。

②为预防可能出现的安全问题，所有压力设备必须安装安全阀，其目的是预防高压设备压力超过限值而引发爆炸等安全问题。同时为强化防爆效果，在清洗作业现场还需准备与气象匹配的防爆型电气设备与仪器，强化安全保护效果。

③在整个成品油储罐机械清洗安全管理中，防静电管理应贯穿于作业过程的始终，为实现上述目标，所有清洗设备及其附属设施均用地线做好保护，上述方法可有效预防因静电造成的触电风险。除此之外，作业人员在入罐前也应按照规定做好防静电保护，包括正确穿戴阻燃服和防静电鞋、橡胶手套，严禁穿着化纤服装，且在清洗环节也要预防各种原因造成的器材撞击问题。

## 3 成品油储罐机械清洗安全管理作业保障措施

### 3.1 制定技术保障措施

技术保障措施的工作水平与安全管理能力存在密

切关系，因此在成品油储罐机械清洗工作中应根据具体情况灵活制定技术保障方案。

### 3.1.1 选择适宜的维修保障技术

在成品油储罐机械清洗中，完善维修保障技术能达到预防储罐危害的目的，并将安全风险控制在萌芽状态。目前常见的维修保障技术内容如表 1 所示。

表 1 维修保障技术类型

维修保养方式	主要技术内容
状态监控修保	即基于设备的整体状态监控，并根据设备的异常状态展开维修
时间计划修保	该方法强调严格按照时间计划展开维修工作，但可以自定义修保时间间隔
紧急修保	是指在设备使用过程中出现异常情况展开维修，因此该方法在实际上来说是急迫条件下的保养技术

### 3.1.2 危险处理应急演练

从安全管理的角度来看，定期做好成品油储罐机械清洗安全的应急演练在保护工作人员安全中发挥着重要作用，其核心思想是在安全事件发生后能快速调动各种合理资源，在各方资源有效联动的基础上，降低安全事件损失。因此需定期组织相关人员开展成品油储罐机械清洗演练工作，根据演练过程中各方人员的表现以及演练结果评分等分析当前工作中的不足，尽量保证整个安全事件处理机制接近事实化，保证安全管理功能实现，全面提升安全管理水平。

### 3.2 打造机械清洗罐专项方案

本次专项清洗的基本操作流程如图 1 所示。

在图 1 所介绍专项清洗操作流程基础上，具体作业期间还需关注以下几方面内容：①清洗储罐前在罐壁人孔周围铺设塑料膜或彩条布，人孔下部铺设彩条布放托油盘，防止人员进出造成场区污染。进罐前需对清洗罐附近及其内部的可燃气体浓度进行检测，当

检测可燃性气体浓度合格后，方可进罐施工。同时相关工作人员应正确穿戴防静电阻燃工作服、安全帽，戴防毒面具、使用防爆头灯及防爆照明灯（不大于 12V）等设备，并系好安全绳。同时外部监护人员需随时监测现场作业情况，做到随时清点、登记作业人员，避免出现异常。针对清理出的废渣，应用有塑料膜的双层袋子装袋，下垫防渗漏薄膜、上盖防水布，在做好交接后再交由相关部门处理。②在清洗操作中，安排作业人员用高压清洗设备彻底清洗油罐罐底、罐底以上浮盘以下的罐壁、浮盘等位置，在清洗干净后即可刮除内部残留积水。同时可用气动隔膜泵抽出通过槽罐车转移含油污水至危废处理单位。③在清洗结束后即可做质量验收，如在清洗结束后应用洁布擦拭露出金属本色，且内部与遗留废弃物，消除内部的安全隐患，在确认无异常后即可安排相关人员签字验收。

## 4 结束语

成品油储罐机械清洗中存在诸多安全风险事件，本文所介绍的风险预防与相关保障措施具有针对性强、处理效果好等优点，能有效预防清洗中的安全事件，满足化工行业发展要求，值得关注。

### 参考文献：

- [1] 裴卓胜. 减少原油储罐罐底沉积物的措施 [J]. 化工管理, 2024, (17): 137-140.
- [2] 罗穗瑶. 加油站地下油罐清洗存在的问题与对策 [J]. 石油库与加油站, 2024, 33(01): 7-11+52.
- [3] 陈穗丰. 储油罐机械清洗可视化技术的研究与运用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(23): 184-186.
- [4] 刘啸, 宫吉超, 韩均. 港口大型原油储罐检修流程及安全控制措施 [J]. 水上安全, 2023, (02): 151-154.

### 作者简介：

刘畅 (1990.01-) 女，满族，籍贯：辽宁锦州，本科，助理工程师，研究方向：油库安全管理。

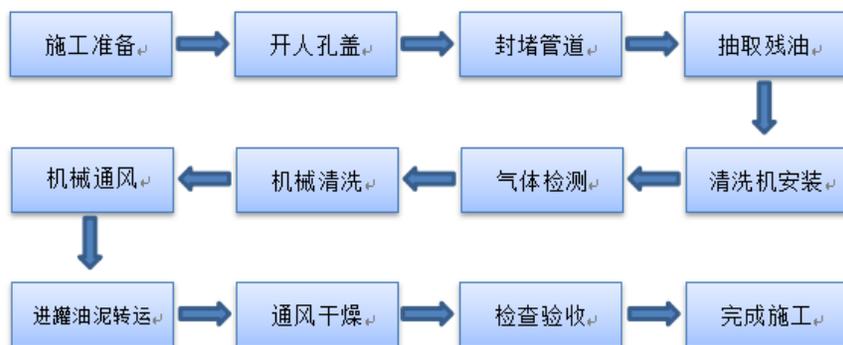


图 1 专项清洗的操作流程