

# 轻污油罐日常操作中的风险分析

梁 瑞 (中国石化四川石化有限责任公司, 四川 彭州 611930)

**摘要:** 轻污油罐日常收付料作业过程中存在送料速度快、送料温度高、油品性质较复杂等多种不利安全因素, 在操作过程中很容易造成超温、超压、负压甚至储罐着火爆炸等事故。在近年的事故案例中有典型的轻组分罐在收料过程中由于收料速度过快, 产生了大量的静电与罐内液体上部空间形成的高浓度的可燃气体相遇时会发生闪爆事故。事故案例中也有收料过程中没有控制好温度导致罐内温度达到了油品的闪点, 使得罐内轻组分大量挥发, 罐顶形成高浓度的可燃气体, 在遇到明火或者静电时发生了闪爆事故。这些事故案例教训深刻, 所以在轻油罐操作过程中必须提前对各种操作进行风险识别和危害因素评价, 采取合理有效的措施来控制。根据实际情况可以增设轻污油收料管线压力表, 温度计等仪表来监控温度和压力, 及时发现超温和超压的异常状态, 采取有效措施避免事故的发生。

**关键词:** 超温; 超压; 硫化氢; 油气

## 1 仓储运输部轻污油罐区日常生产简述

四川石化有限责任公司仓储运输部 431 单元轻污油罐是全厂生产装置的重要组成部分, 与装置生产密切相关。轻污油罐为两台氮封加内浮顶罐, 容积均为 5000m<sup>3</sup>, 可接受常减压、渣油加氢、柴油加氢、加氢裂化、重整、乙烯等装置日常退轻污油。轻污油罐区有两台污油输送兼倒罐泵, 用于轻污油外送原油罐区和倒罐。

由于轻污油罐接受全厂各个装置退的轻污油及乙烯退的火炬轻烃凝液, 组分轻且杂, 并且退的污油中含有硫化氢等有毒气体和加氢装置在开停工期间退的污油里可能含有少量溶解氢, 这些给轻污油罐造成了极大的风险, 很有可能造成储罐超温、超压, 罐顶呼出大量轻组分, 储罐脱水时含有高浓度硫化氢气体。

轻污油罐作为生产装置的配套储存设施, 主要用于接收、储存和中转上游生产装置生产异常情况下或开停工过程中产生的不合格汽油、柴油等轻污油, 如果轻污油中携带氮气、干气、液态烃等轻组分过多, 或温度过高, 就会导致轻污油罐压力迅速升高, 造成冲顶冒罐、油罐撕裂或管线断裂, 油气泄漏扩散, 严重时发生火灾、爆炸或硫化氢中毒等事故。

## 2 轻污油收料过程存在的隐患及风险削减措施

### 2.1 收油过程中存在的隐患

装置退的轻污油中可能携带氮气、溶解氢、液态烃等轻组分过多, 就会使得轻污油储罐压力迅速上升, 造成储罐浮盘损坏、油罐撕裂或管线断裂, 油气泄漏扩散。当油气扩散流动到有动火作业区域的明火时就会引起着火爆炸事故。

渣油加氢装置在开停工过程中退的轻污油温度一般都在 60-70℃ 之间, 而这个温度的污油在经过渣油加氢装置的空冷后, 仍然温度很高。记得有一次在渣油加氢装置开车过程中退的污油在收料管线用红外测温仪测得温度已经显示为 90℃; 这个温度严重超过了轻污油罐的控制温度 40℃, 当时外操巡检时轻污油收料管线附近有

浓烈的油气味, 收料管线烫手, 在这种情况下外操立即关闭了收料阀停止收料。如果不及时切断高温污油, 很有可能会造成储罐轻组分在高温环境下大量挥发可燃蒸汽, 遇到着火源或者蒸汽呼出过快产生静电时必然会导致着火事故。

### 2.2 收油过程中风险削减措施

#### 2.2.1 增设油气回收设施

为了避免收料时超温、超压引起的轻污油罐内大量可燃蒸汽和轻烃组分释放, 可以增设轻污油罐顶油气回收设施, 设定合理压力控制范围, 高于设定压力时阀门自动打开释放罐内上部空间可燃和轻烃气体, 经过油气回收分液罐吸收、膜分离器分离、吸附器吸附和解析等步骤后回收利用富油返回罐内, 充分降低烃类成分, 使得最终排放的烃类气体达到排放标准, 降低环境污染和着火爆炸事故风险。

#### 2.2.2 在收料管线设增设压力、温度远程仪表显示

许多事故的发生其实是可以避免的, 着火事故始终离不开三要素即可燃物、助燃物、着火源, 所以我们只要将其中一牢牢控制住, 那么事故就不会发生了。对于仓储部门来说, 生产装置送来的物理想理化性质不明, 一般通过内操的沟通和调度联系了解来料温度和来料流量等, 但是具体到分钟甚至秒钟却没有办法实现。所以会导致装置送来物料已经有数十分钟后, 储罐内压力和温度已经超过报警值后, 才能发现高温或高压物料已经送过来, 但是这时发现似乎有点晚, 不能在第一时间切断危险源; 这就给事故留下了可乘之机。

为了避免以上情况发生, 为了及时发现异常情况, 就应该在轻污油收料线上增设温度计和压力表, 当发现有温度, 压力超过指标时, 操作人员能够迅速做出反应, 立即切断危险源、避免事故的发生。

#### 2.2.3 设置轻污油闪蒸系统

轻污油中含有大量轻组分是造成轻污油罐事故的主要原因。正常情况下, 生产装置排放的轻污油为汽油或

柴油组分, 温度不大于 40℃, 轻组分含量低, 量较小, 轻污油罐运行相对安全。但在生产装置仪表或设备故障、操作失误、生产波动等异常情况下或者在生产装置开停工过程中, 向轻污油系统排放的轻污油中可能会携带大量的瓦斯气或液态烃等轻组分, 排放温度较高, 在此工况下, 轻污油中的轻组分迅速挥发为气相, 蒸气压升高, 浮顶沿导向装置漂浮上移, 造成冲顶冒罐、油罐撕裂或管线断裂, 导致油气泄漏扩散, 当遇到明火、静电、电气火花等点火源会发生火灾、爆炸事故, 如果油气中硫化氢含量高, 会造成人员硫化氢中毒事故。

设置轻污油闪蒸系统从根本上解决轻污油携带轻组分问题。闪蒸是一种用物理方法分离气液混合物的技术, 利用突然减压的方法, 使气液混合物或压力状态下液化的轻组分在低压或微正压的条件下汽化、释放, 从而实现气液相分离。通过分析各上游装置可能的轻污油排放量、排放温度、排放压力及其组成等数据, 根据工艺计算结果及现场实际情况, 在轻污油进罐前增设了闪蒸系统, 使装置退的轻污油在进入污油罐前先进行降压闪蒸, 使绝大部分轻组分闪蒸为气相后, 排入低压瓦斯系统回收利用。闪蒸后的罐底部液相轻污油通过泵打入轻污油罐, 从而实现了本质安全。

闪蒸系统应该设置闪蒸罐的液位、压力、温度等控制以及泵、气动阀门运行状态远传系统; 闪蒸罐设置液位高高开关和高高报警, 液位高高时自动切断闪蒸进料; 闪蒸罐底部液相管线设置液位控制阀, 以保证轻污油不会进入瓦斯系统, 气相不进入污油储罐; 闪蒸罐顶部气相管线及底部液相管线均设有紧急切断阀, 以保证在调节阀失灵时, 防止气、液相物料互串; 闪蒸罐附近要设置硫化氢报警仪和可燃气体报警仪。

### 3 轻污油罐脱水作业风险分析及措施

轻污油储罐脱水操作是部门的重点工作, 由于轻污油罐来自各装置污油罐, 送来的污油里都含有大量的水。轻污油罐必须脱完水后, 才能送至原油罐, 作为常减压装置的原料; 如果将含油大量水的轻污油送入原油罐区, 就会使得原油罐内含水过多, 造成脱水困难, 供料含水使得常减压装置波动。

由于近年来原油含硫量的提高及高硫原油加工量的逐渐增大, 使得各装置退的污油挥发性油气中夹带的硫化氢、二氧化硫、硫醇、硫醚等硫化物大大增加。这些含有硫化物的污油送到轻污油储罐内, 使得轻污油罐经常散发恶臭难闻的气味, 其中以硫化氢的毒害最为严重。操作人员脱水时经常可以闻到刺鼻的硫化氢气味。

硫化氢是一种无色易燃气体, 是强烈的刺激神经的毒物, 并具有特有的臭鸡蛋味。硫化氢在空气中的浓度只要达到 4~7mg/m<sup>3</sup>, 就会发出中等强度的臭味, 达到 30~40mg/m<sup>3</sup> 时臭味强烈。硫化氢对周围环境造成严重污染, 使人感到不适, 重者对人造成毒害, 甚至可能发生

窒息死亡事故。

为了避免人员中毒窒息, 在脱水过程中, 操作人员应该佩戴好防毒面罩, 并佩戴硫化氢报警仪, 最好一人脱水、一人监护; 如果脱水过程中, 硫化氢报警仪报警或者人员不适, 立即关闭脱水阀门, 将操作人员送到通风较好的地方; 在脱水器周围拉警戒线。

建议增设密闭脱水系统(包括: 自动脱水器出口密闭管线、卧罐、潜水泵), 轻污油罐脱水经过自动脱水器后用管线密闭连接到卧罐, 通过卧罐的污水输送泵将污水送至公用工程, 从而避免了轻污油罐脱水时导致操作人员硫化氢中毒事故发生。此系统可以借鉴 435 芳烃罐区密闭脱水设施。

### 4 加强日常管理和风险识别

轻污油罐首次收料过程中, 在浮盘未升起前严格控制收料速度不超过 1m/s, 在浮盘升起正常后控制收料流速不超过 4m/s; 收料过程中密切监控液位, 压力、温度等参数。如发现液位上升不正常、储罐超压、储罐超温等现象立即与相关装置联系, 关闭收料阀门, 停止收料操作。如果储罐温度已经达到 40℃ 以上, 应该用污油泵自生循环降温或者将另台低温轻污油倒入或者压入高温污油罐已达到降温效果。

加强培训, 提高操作人员对静电危害性的认识, 严格落实各项防静电措施, 坚持进作业现场前先触摸静电消除器; 在作业现场使用防爆手机、防爆工具, 按要求穿戴劳保着装。此外, 测温和采样时要用防静电绳及器皿。尽最大可能消除静电, 降低火灾风险。

加强生产装置开停工和生产异常管理。装置开停工、工艺调整、生产异常的处理等环节风险很大, 必须引起高度重视, 强化开停工过程和生产异常时的危害识别和风险评价。根据操作经验和发生的事件教训不断完善操作规程、事故应急预案。操作人员必须严格执行操作方案。在工艺变更和操作变更时必须经过多方审核, 审核通过后将变更内容写入交接班, 并且对班组长及操作人员培训交底。加强风险识别管理, 利用 HAZOP 分析技术对生产装置和轻油品罐区的设计及可操作性问题进行分析, 对生产装置中容易发生高压串低压的危险部位增加单向阀等可靠措施, 避免高压物料串入轻污油管线。

### 参考文献:

- [1] 中国石油化工集团公司安全环保局. 静电安全教育读本 [M]. 北京: 中国石化出版社有限公司, 2007.
- [2] 张武星, 李晓明. 轻污油罐运行风险分析与对策 [J]. 安全、健康和环境, 2015(04).
- [3] 赵静, 葛金辉, 李诚成. 轻污油罐罐底腐蚀泄漏分析及防护对策 [J]. 聚酯工业, 2020, 33(02): 33-35.
- [4] 曾一斐. 轻污油罐闪爆事故分析及对策措施 [J]. 石油化工安全环保技术, 2014, 30(01): 40-41.