

石油储罐油气蒸发损耗的成因与对策分析

李 辉 蔡泽千 (中海油惠州石化有限公司, 广东 惠州 516086)

摘 要: 无论是原油、轻质油品, 均存在轻烃组分, 挥发性相对较强, 当在储罐中储存时, 往往会伴随油气蒸发情况出现, 这不仅会造成能源浪费, 还会导致企业出现经济损失。其中, 油气蒸发属于气化现象, 属于石油系统工作重要问题, 要求行业应针对油气蒸发损耗问题, 加大研究力度, 明确成因, 提出相关管理措施。

关键词: 石油; 石油储罐; 油气蒸发; 油气损耗

当油品储存在罐内, 油气蒸发损害不仅会受到液体性质影响, 还会受到环境以及储罐结构的影响。因此, 要求行业应高度重视该项工作, 做好油气蒸发损耗成因, 并采取针对性措施, 确保能够降低石油损害, 避免油气蒸发对空气造成污染, 保障企业经济效益。

1 油气蒸发损耗危害

1.1 危害人体健康

油气中多含有烃类化合物。受到油气影响, 将会产生麻醉作用, 危害中枢神经系统。在油蒸汽浓度过高的情况下, 还会引发急性中毒。其中, 在病情较轻的情况下, 人体主要伴随恶心、头晕等症状, 这时可通过离开现场或经过治疗, 使症状迅速得到好转, 但是在病情严重的情况下, 将会使人体丧失意识, 甚至死亡。在油气存在的烃类化合物中, 芳香烃毒性最强, 芳香烃中存在苯, 属于致癌物质, 在急性接触的情况下, 不仅会影响中枢神经, 还会影响其他器官系统, 长期与苯蒸汽进行接触, 还会增加白血病患风险, 并伴随染色体异常等症状。甲苯、二甲苯在病理作用方面与苯基本一致, 多环芳香烃将会严重损害人体健康, 甚至具有致癌性^[1]。另外, 即使在浓度较低的情况下, 乙烯同样会危害植物健康, 使植物生长受到抑制。而环烷烃具有致昏性, 在浓度较高的情况下, 将会造成人体窒息。

1.2 导致能源浪费

油气属于汽油, 具有挥发性, 在与空气形成直接接触的情况下, 挥发速度相对较快。在汽油储存过程中, 同样会伴随油气挥发情况, 在进入到空气后, 将会引发大气污染, 导致区域内环境质量下降。与其他污染物排放不同, 油气排放具有较高的挥发量, 而由于石油具有不可再生性, 当前石油储量相对有限。因此, 油气蒸发排放将会导致资源浪费。结合当前石油工业整体发展, 我国油气损耗量相对较高, 而受到油气蒸发损耗影响, 将会导致能源浪费, 进而损害企业

经济效益。

1.3 引发环境污染

经紫外线照射, 石油挥发物在进入到空气后, 将会产生光化学反应, 进而形成光化学烟雾, 该情况在当前治理难度相对较高。光化学烟雾常见于夏季。受到其影响, 将会危害区域气候, 并且还会降低城市能见度, 减少地面辐射。

1.4 成品油质量下降

蒸发油气作为轻组分, 将会损害油品质量, 还会使油品不合格。以汽油为例, 由于轻馏分蒸发, 初馏点将会随之提升, 而由于蒸汽压下降, 将会使汽油启动性能逐渐变差, 进而造成汽油氧化速度加快, 使汽油呈现胶质状态。

1.5 威胁生产安全

轻质油品具有较强的挥发性, 并且还存在燃爆性, 具有较高的爆炸火灾事故发生风险, 不仅会损害工作人员生命健康, 还会威胁企业财产安全。油品燃烧速度较快, 基于轻质油品, 燃烧线、质量速度最高可在 5mm/min 、 $221\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$, 针对存在于储罐的油品, 虽然为密封状态, 但是火焰传播速度仍然较快, 具体可在 $2\sim 4\text{m/s}$ ^[2]。因此, 当发现油气燃烧后, 将无法对氧气进行供给, 进而对行业生产安全不利, 造成更大威胁。

2 油气蒸发损耗成因

油气蒸发损耗与储罐内部传质密切相关。出现传质情况后, 容器内存在的空气将会出现改变, 并逐渐形成混合气(空气、烃蒸气)。而受到外界环境变化影响, 混合气体参数也会出现改变, 在排出到大气后, 将会造成油品蒸发损耗。同时, 蒸发与油品馏分同样具有关联性。馏分沸点相对较低, 由于蒸发提高, 蒸发将会更加严重, 这也会导致油气损失更加严重, 进而影响油料质量。在油气蒸发损耗量方面, 汽油、原油相对较高, 而柴油、煤油相对较少, 润滑油几乎可

以忽略不计。当前油品储存在储罐内,将会伴随油气蒸发损耗量,而该情况不仅与液体性质存在关联,还会受到环境的影响,与储罐结构也具有联系,固定顶、浮顶储罐属于常见储罐,下文具体分析两种储罐油气蒸发损耗情况。

2.1 固定顶储罐

在该储罐中,具体分为垂直、水平固定顶储罐。其中,前者组成包括外壳以及固定点,并在整体上呈现锥形、拱形外观。该储罐可借助呼吸阀,实现无组织排放,其油气蒸汽损耗主要与温度、压力存在关联,还与液面高度密切相关。水平储罐承压能力良好,便于安装、拆卸,但由于储罐体积不足,在油品储存量方面存在局限性。该储罐分为地上、地下两种,地上储罐在油气蒸发损耗成因方面与垂直储罐基本相同,而埋地式储罐油气损耗原因主要与油液面高度存在关联,同时,因为地下环境具有稳定性,该储罐使用环境因素不会造成油气蒸发损耗^[3]。

分析该类储罐油气蒸发损耗成因。在静止储存损耗中,使用储罐储存油品属于静止储存,而这时油品液面同样保持静止,在液面上方将会出现混合气体,由于外界环境伴随昼夜变化,混合气体也会随之发生变化,这将会出现油气蒸发损耗,该过程在行业内也称之为小呼吸损耗。具体而言,在太阳升起后,外界环境变化,温度提升,太阳辐射强烈,储罐内温度也会呈现上升状态,这将会使油气蒸发速度提高,进而增加油气体积,混合气体压力增加,当压力充足,呼吸阀被迫打开,油气将会与混合油气共同排出罐外。在进入中午后,外界温度呈现下降趋势,液面气体体积开始收缩。部分油气开始冷凝,气体压力下降,真空阀被迫打开,空气的进入使罐内油气浓度呈现下降状态,也会使油气蒸发速度加快。而吸入空气后,将会导致温度对罐内压力的影响效果减弱,进而增加油气浓度。在进入第二天后,在相同的途径下,油气被呼出,并进入大气中。

在该类储罐中,不仅包括静止损耗,受到收发作业影响,同样会出现动液面损耗。在收油状态下,液面开始上升,受到压缩影响,上方气体压力将会随之增大,而在压力充足的情况下,呼吸阀被迫打开,气体将会得以呼出。而在发油状态下,油面将会开始呈现下降状态,这时由于气体压力下降,将会使真空阀被迫打开,空气吸入储罐内,进而降低混合气体浓度,使油气蒸发。在压力作用下,气体将会呈现回升趋势,

该情况可持续到下次呼气。该类损耗在行业内被称之为大呼吸损耗。

另外,储罐破损同样会引发自然通风损耗。储罐顶部空隙在高度上具有不一致的特定,由于混合气体往往具有较高的气密性,将会溢出在大气中,而这一过程中,空气也会得以进入,进而形成损耗。同时,该损耗与风力密切相关,即风力越高,损耗越严重。这是因为迎风面往往需要面对更大的压力,这也会导致内部压力不均,使损耗加剧。针对该情况,强调工作人员应做好管理工作,并加强对储罐的维修工作,定期对储罐外观以及使用状态进行检查,提高设备完好程度,避免出现自然通风损耗^[4]。

2.2 浮顶储罐

该储罐包括外浮顶、内浮顶储罐,并且在原油储存中较为常见,而在其他原料储存中应用较为少见。其中,外浮顶储罐组成包括壳体、浮顶,主要为钢材。在浮动顶中,包括浮仓、双盘两种形式,并且组成包括盖板、密封装置、属具等。通过使用外浮顶储罐,能够改善蒸发损耗。因为该类储罐浮顶、液体中间空间较小,不会因为液体储存量而受到负面影响,但由于该类储罐多存在密封不严现象,因此,储存物质具有较高的污染风险。内浮顶储罐是在固定顶储罐基础上,增加浮盘形成的储罐种类。其中,浮盘与外浮顶储罐基本一致,该类储罐不仅具有固定顶罐的优点,还具有外浮顶罐的优点,能够在控制油气蒸发损耗的同时,避免液体受到污染。针对该类储罐,由于浮盘存在密封不严风险,将会引发小呼吸损耗。同时,在浮盘、密封设备损耗的情况下,储罐内液面下降,部分液体将会在内壁中粘附,进而形成挂壁损耗,而在行业中被称之为大呼吸损耗。对比固定顶储罐,浮顶储罐造成油气蒸发损耗体积更小,并且气体空间不会因为油面高度而出现变化。借助浮顶储罐,能够消除气体空间,可降低油气蒸发损耗,具有明显优势。因此,浮顶罐在蒸发损耗量方面相对较少。

3 石油储罐油气蒸发损耗处理对策

3.1 固定顶储罐管理

3.1.1 确定储存工艺

通过明确油品储存工艺,可控制油品储存温度,这要求工作人员应结合具体情况,加强进出油流程管理,减少留空高度,降低油气蒸发损耗。在条件允许的情况下,可在相同油品储存油罐中间建立连通线,在满足生产需求的基础上,尽可能选择小容积油罐,

实现对油品的储存。同时,应做好调和时间控制,可配套切水器,提高该项工作自动化水平,进而确保整个油品管理工作的灵敏性。在油品运输方面,可选择密闭运输工艺。当前行业内涉及储罐种类较多,应做好储罐选择工作,减少油气损耗。其中,固定顶罐更加适合存在蒸气压的油品,而浮顶罐适合具有较高挥发性的油品,压力罐更加适合存在较高蒸气压的油品。通过合理选择油罐型式,能够提高企业经济效益,确保油品储存效果。加强油罐结构设计。除考虑经济性外,还应将成本因素考虑在内,优化油罐结构数据,确保设计科学性。同时,在油罐附件方面,为降低小呼吸损耗,应在使用呼吸阀的同时,安装挡板,进而降低油气蒸发损耗。针对固定顶罐,可配套密闭结构附件。在高温天气,可在拱顶罐中洒水冷却,降低油气蒸发损耗。在油罐外壁,可涂抹浅色涂料,降低太阳辐射。注意对罐内温度进行控制,因为储罐多处于露天环境,可涂抹防腐涂料,延长储罐使用时间。还可以使用太阳反射涂料对太阳辐射进行反射处理,进而对储罐温度进行控制,降低油气蒸发损耗。因为灌顶与储罐传热密切相关,并且也会受到温度影响。因此,可在灌顶处,涂抹太阳反射涂料,减少热量输入。针对油品运输工作,可采取封闭装卸技术。将油罐、气相线进行连接,避免油气蒸发。在油罐区,配套油气回收设备,对油品进行回收处理,应合理控制油品运输量,减少运输引发的油气损耗^[5]。

3.1.2 加强操作管理

保持油品集中保存,确保收油处于最高上限,禁止分散油品,进而减少气体总体积,改善油气蒸发损耗情况。通过合理控制温度,能够降低小呼吸损耗。量油取样工作应集中在清晨、天黑进行,保持温度平稳性,确保储罐内外温度相一致,减少呼吸情况,进而降低油气蒸发损耗。借助自动化仪器量表,加强控制工作,避免油气蒸发损耗。结合实际工作,在发油后应尽快进行收油处理,并适当提升泵流量,确保上部空间为新鲜空气,进而减少油气蒸发量,改善大呼吸引发的油气损耗。同时,应尽可能一次性完成收油处理,避免间断性收油,以免因为油气蒸发,使大呼吸损耗提升。在发油时,应合理控制发油速度,延长液面蒸发时间,进而控制油气浓度,确保在完成发油后,能够减少回逆呼出损耗。油品装车环节用时相对较短,并不会出现明显温度变化。而在槽车内,由于昼夜温差相对较大,装车时挥发的油气将会呈现扩散

状态,受到温度影响,形成自然对流。当白天油温相对较低时,液面蒸汽浓度将在油温的作用下,使上部气体温度更低,因此不会出现对流。在夜晚时,由于液面蒸汽温度相对较高,将会形成对流运动,进而使车内蒸汽浓度提升,受到对流运动影响,将会导致液面蒸发加剧。因此,夜晚油气蒸发损耗更加严重。应加强设备保养工作,并在定期内检查内部技术状况,通过建立完善的维修巡检流程,降低非技术性损耗。

3.2 浮顶储罐管理

由于浮顶储罐多伴随密封性不严情况,可配套密闭装置。进而改善油气蒸发损耗。密闭装置包括管式、弹性以及机械等,相比较而言,使用弹性密封,具有较强的灵活性。能够改善大型浮顶储罐尺寸差异引发的密闭性不足问题。并且在将来油问题考虑在内的情况下,能够使密闭材料处于液面之下,进而消除油气空间,实现油气损耗控制。但是由于弹性材料将会出现老化情况,进而导致弹性丧失,甚至出现变形情况。因此,针对大型浮顶储罐,可采取管式密封,借助环状圆筒,并填充轻柴油、水,在浮顶浮动过程中,经环状圆管挤压处理,能够起到填充间隙的作用,进而避免出现材料变形情况,使密封效果得到优化。

4 结论

油气损耗与企业效益密切相关。而油品在储罐内同样伴随一定的消耗量。因此,要求相关工作人员应切实加强油品管理工作,结合储存物料具体情况,对罐型进行选择,并做好隔热处理,加强对储罐的改进,确保能够提升储罐抗压性能,降低油气蒸发损耗情况,减少空气污染,提高企业综合效益。

参考文献:

- [1] 董瑞. 固定顶储罐油品蒸发损耗影响因素分析[J]. 广州化工, 2022, 50(14): 173-175.
- [2] 别墅. 石油储运过程中的危险有害因素与应对分析[J]. 当代化工研究, 2022(05): 21-23.
- [3] 宋建英, 高明, 金佳佳, 等. 石油储运过程损耗分析研究[J]. 粘接, 2022, 49(02): 39-41+45.
- [4] 王晓司, 张健, 高杭. 固定顶储罐呼吸损耗影响因素权重分析与控制策略研究[J]. 石油化工设备技术, 2020, 39(05): 57-62+72.
- [5] 孙薇薇, 李自力, 孙菲菲. 轻质油品储罐蒸发损耗规律的研究[J]. 石油化工高等学校学报, 2020, 30(04): 90-96.