

石油储运过程中的蒸发损耗与措施

蒋雪健 (中国石油天然气股份有限公司大连分公司, 辽宁 大连 116033)

摘要: 现如今, 全球化生态环境恶化程度日益严峻, 我国提出了“节能降耗、可持续发展”的理念。对于石油化工行业而言, 则应积极响应国家号召, 对石油储运过程中出现的蒸发损耗问题进行全面考虑, 明确这一问题发生的具体原因, 然后提出行之有效的解决措施, 以此来降低蒸发损耗, 降低油品存储运输成本, 减少不必要的石油资源浪费, 实现对生态环境的保护, 最终促进我国石油化工行业的健康可持续发展。

关键词: 石油储运; 蒸发损耗; 措施

石油作为一种不可再生资源, 也是世界上重要的燃烧原料, 其在很多项社会生活中起着极为关键的作用, 如: 化工生产、金属冶炼、交通运输等方面。可以说, 一个国家的石油储备与石油价格直接影响到各领域的发展, 而石油储运过程中容易发生油品蒸发与耗损问题, 若不对这一问题加以重视, 将会带来严重的经济损失和污染损失, 甚至会威胁到人类的生活。基于此, 在石油储运过程中, 应对石油所具有的极易挥发这一特性进行充分考虑, 进一步优化和改进石油储运过程, 采取科学的密封保存技术, 加强各个环节的管理工作, 以此来尽最大可能降低油品挥发与损耗。

1 蒸发损耗的概述

1.1 相关机理

1.1.1 液相油品气化

在相应温度下, 液体和液面上方的蒸汽会保持平衡, 这时蒸汽会产生一种饱和蒸气压, 一旦储罐中油品蒸汽未处于饱和状态, 则油品会不断气化, 油品馏分会逐渐减轻, 蒸气压会不断增大, 蒸发情况会愈加严重^[1]。据研究表明: 油品的温度、自由表面、自身性质与其液面上混合气体的压力, 均是影响油品蒸发速度的主要因素。随着油品温度不断升高, 则蒸发速度会越快; 随着油品的自由表面不断增大, 则蒸发速度越快; 随着液面上混合气体的压力不断增大, 则蒸发速度越慢; 随着油品中具有轻组分不断增多, 则相对密度越小, 会大大加快蒸发速度。

1.1.2 油气气相传质

由于浓度、压力和温度存在差异, 储罐内油品蒸汽往往会展现出分子扩散、热扩散及强制对流的气相传质形式。由于空气密度小于油气密度, 将会使油气分子自发的由高浓度朝着低浓度迁移的分子扩散; 由于储罐内温度分布不同, 将会使油气出现热扩散转移情况; 由于压力分布不均匀, 将会使高压区气体朝着低压区运动, 形成质量迁移的强制对流^[2]。

1.2 几种类型

1.2.1 自然通风损耗

即由于油罐等储油容器的密闭性较差而造成的油气损耗。主要体现为: 因为操作不合理、不正确, 如: 油口没有关闭而导致油罐内油气蒸发, 容器保养维护不到

位, 油罐在不同位置上出现砂眼或是腐蚀孔洞, 从而导致储罐内混合器的密度超过空气密度, 容器内的混合气会从下方孔眼进入大气中, 而空气会从上方孔眼进入到容器中, 最终出现自然通风损耗。

1.2.2 油品本身性质引发的损耗

由于油品中不同组分有着不同沸点, 当组分的沸点不断降低, 则蒸发损耗程度会越严重。

1.2.3 “小呼吸”损耗

即由于储油设备在储油过程中, 往往会受到温度、压力等外部环境因素的影响, 这就造成罐内存储的油品出现蒸发损耗, 也可称之为静态损耗, 尤其是在轻质油拱顶罐中最为突出。储油设备多放置在露天, 但白天会吸收诸多的热量, 然后借助罐体进一步传导给油品, 这就提高了油品温度, 使得油品中沸点比较低的组分受热汽化, 最后生成油气, 溢出储罐, 出现蒸发损失^[3]; 同时, 因为白天的太阳光照, 使得罐体内进入诸多热量, 罐内油品温度会随之升高, 导致油气蒸发的速度加快, 提高油气温度与罐内问题, 导致油气更快从油罐中排出; 可见, 随着外界温度不断升高, 将会造成“小呼吸”损耗量越来越大。另外, 当储罐越大, 敞口时总面积越大, 将会进一步增大蒸发面积, 从而导致“小呼吸”损耗不断增大, 反之亦然。

1.2.4 “大呼吸”损耗

油罐在收发油品时, 当罐内液面降低或是升高时, 其上部油气空间将会发生膨胀或是收缩情况, 从而减少或是增大油气蒸汽压力。当罐内油蒸汽和罐外空气之间存在差异时, 则会导致油蒸汽排出罐内, 或是空气进入罐内降低油蒸汽浓度而加快油品蒸发的速度。同时, 在油罐收油时出现的损耗, 可称之为收油损耗; 而在油罐发油结束后, 由于发油时油品蒸发程度过大而造成油品停发时油蒸汽排出罐外的损耗, 可称作发油损耗^[4]。

2 石油储运蒸发损耗的危害

2.1 严重浪费石油资源, 造成经济损失

通常而言, 相较于石油总量, 石油储运过程中的蒸发损耗量显然更少, 故而人们都不会在意这点蒸发损耗。然而据国内外相关调查发现: 从石油出井到炼制品加工销售, 油品消耗量约为 3%, 其中约 80% 的耗损是因为蒸发损耗引发的; 在 21 世纪前, 我国石油从出井道

原油库石油的损耗量为 30%。可见,石油储运过程中存在很大的石油资源浪费,这也造成了一定的经济损失。如:若一个加油站每年油品销售量为 1000t,则其与之对应受到油品蒸发损耗的影响,会产生 5-10t 的自然损耗,尽管这一数字看起来非常轻微,然而长年累月,加油站产生的石油蒸发损耗就会非常严重,从而造成其经济利益受到损失。

2.2 造成环境污染

石油的组成成分包括:各种直链或是支链的环烷烃、吡啶、硫醇、烷烃、硫醚、环烷酸、吡咯、喹啉及胺类等,上述成分均是有毒有害物质,尤其是吡啶的毒性最高。在石油储运过程中,石油中含有的各种物质非常容易挥发到空气中,从而在一定程度上破坏了生态环境,甚至威胁人体健康,若一个人长期生活这样的环境中,往往很容易出现慢性中毒,还会大大提高癌症发生率。

2.3 存在安全隐患

石油具有易挥发性,也具有一定的可燃性,当油品达到一定温度后,将会发生燃烧情况。若石油挥发速度越快,加上环境空间比较狭窄,那么势必会造成石油浓度急剧提升,从而埋下了很大的火灾隐患,甚至引发爆炸等安全事故。

2.4 降低了油品的质量

油品质量直接关系到油品价格的高低,只有油品质量越高,才能够有更高的油品价格,反之亦然。但石油储运过程中往往会蒸发一些烃类元素,该元素直接关系到油品质量,故而,石油储运中的蒸发很可能影响到油品质量。

3 有效降低石油储运过程中蒸发损耗的措施

3.1 优化和更新石油储罐

储油罐作为石油运输中至关重要的一部分,通过有效提升所有储油罐的储油水平,能够在很大程度上减少油品的蒸发损耗,可通过控制油气蒸发来降低对大气带来的不良影响,也可通过对油气蒸发条件进行限制,从而降低油气蒸发造成的负面影响^[5]。也就是说,在一定情况下,可适当减少倒灌的次数,通过对倒灌次数进行调整来减少因为罐内气温与温差比较大而引发的油品蒸发问题,可借助压力储存罐来对内部压力进行合理控制,通过上述措施就可以进一步提高储油罐的使用质量,并尽量避免由于储油罐储存质量不佳而造成的油品蒸发。针对油气会对自然环境和相关工作人员造成不良影响的问题,可通过使用浮顶油罐与内浮顶油罐等方式,来进一步减少油气的空间体积,以此来抑制油气自身的蒸发,并显著提升油气存储的安全性、环保效益与经济效益。

3.2 合理运用油气回收技术

为能够降低油品蒸发造成的石油资源浪费,可加强油气的回收利用工作,即对以下油气回收技术进行合理应用。

3.2.1 吸附油气回收

该回收技术主要适用于对一些已蒸发损耗的油气加

以回收。由于油气蒸发过程中会出现很多的混合气体,这些气体在常温状况下,能够借助活性炭等吸附材料来接触混合气体,并直接吸附空气排放出来的烃类蒸汽,待处于相对饱和的状态时,再借助吸附剂进行解析,就能够完成油品的回收。

3.2.2 气体连通法

该回收技术的应用原理为:发油储罐和收油储罐间互通,在发油时油品会进入到收油罐,使得其罐内压力逐渐上升,且顶出的气体会再次进入到发油罐内,以此来让油品在存储时能够形成一个相对封闭的空间,显著降低储油罐气体的损耗^[6]。

3.2.3 膜分离技术

该技术主要以分离膜为核心,进行浓缩、分离及提纯物质的新兴技术。在油气回收过程中,膜分离技术通过高分子膜材料来对油气分子、空气分子的不同选择透过性进行物理分离,当空气与油蒸气混合物在膜两侧压差作用下,依据溶解扩散原理,让混合气体中的油蒸气优先从膜中富集回收,且空气会被选择性地截留,这样就可以在膜的截留侧获得脱除油气的洁净空气,在膜的透过侧则可获得富集的油气。

3.3 不断优化石油储运的操作行为

在石油储运过程中,可采用集中存储的方式来显著降低储罐内部气体空间体积。但是这一过程中有可能会出现高温情况,这就使得油品蒸发量增大;从其积极作用而言,抽样工作人员可在温度较低的环境中完成一系列工作,且能够尽量避免以往石油储运中存在的油孔呼吸情况,确保其处于相对稳定的运行状态^[7]。通常来说,储罐收发油会消耗大量的时间,而储罐内部油品数量和气体温度均会出现一定的变化,即大呼吸与小呼吸情况会同时出现,若在收油过程中,储罐依然保持在很高的温度,既会造成储罐内部出现膨胀情况,还会大大增加油品液面蒸发量,在这一过程中,液面高度会保持上升状况,导致油品蒸发消耗量急剧升高。为此,选择在储罐降温时进行收油工作,能够显著降低不必要的油品消耗,也就是最好选择在温度较低的清晨或是傍晚时段进行收油工作;同时,相关操作人员在发油工作中,可降低自己的工作速度,以此来延长液面蒸发时间,减小油品在蒸发中的浓度,这样就能够显著降低石油储运中的蒸发损耗。

在当前石油储运过程中,油品几乎都存储在室内环境中,为有效减少由于接触空气而引发的油品消耗,相关操作人员采用氮封方式防止油品与外界空气接触,若储罐内部液面压力发生压力降低状况时,可对其进行氮气补充,并全面监控储罐内部压力状况;若出现压力上升情况,就必须停止氮气补充,让部分被压缩的氮气由呼吸阀处排除,从而构成一个连贯性系统,使得罐内内部氮气含量一直处于稳定状态,防止储罐发生变形问题。

3.4 严格管控相关设备

设备是影响石油储运中蒸发损耗的关键性因素之

一, 相关人员必须定期做好所有设备的检查与养护工作, 确保设备始终处于正常的运行状态, 充分提升设备的运行效率, 这样才能够显著减少油品的损耗量。具体做到以下几点: ①泵机组的管控。该设备主要用于抽吸原油, 且完成油品的装卸操作等, 故而必须确保该设备正常运行, 无泄漏问题; ②油罐车。该设备主要用于回收油气, 相关人员必须结合现场情况对油罐车进行合理改造, 有效设计油罐车的装有臂与鹤管分布方式, 从而有效回收油罐车收发油品过程中已泄露的油气, 显著减低油品的蒸发性消耗, 并在极大程度上提高油品的输送效率; ③严格检查储罐的相关附件与安全性装置, 定期对储罐开展耐压力测试, 保障其具备良好密封环境; ④尽可能降低大储罐内外温差的变化, 对输油温度进行科学控制, 防止出现大温差情况, 并对管道与设备进行相应的保温处理, 以此来提高油品的凝固点, 增强油品的流动性, 以此来显著降低损害情况的发生。

3.5 采用合理的安全系统监控

3.5.1 设置切断阀

目前很多原油库区均采用了切断阀作为安全系统的实施机构。然而在发生断电时, 切断阀依然保持原位, 在出现火灾时往往会烧断电缆, 造成阀门无法关闭, 火灾事故范围不断扩大, 造成更加严重的损失。基于此, 在切断阀设置过程中, 必须结合相关规范和要求, 将该装置合理设置到储罐的根部、来油管线等位置, 且需保证这一装置在失去动力源后依然可以归于安全位置, 从而保证在出现火灾或是其他安全事故时, 能够马上关闭, 切断油源, 防止事故迅速蔓延。

3.5.2 明确安全保护流程

针对原油库区的安全保护系统设计, 必须对该区域极易出现的各种安全事故进行充分考虑, 并对这些安全事故的位置、受危害程度等进行科学分级, 设计出三级切断控制逻辑, 让消防与过程控制之间形成有效地联动, 从而实现对安全事故的有效控制^[8]。具体包括: ①一级切断, 作为全场性切断, 当消防确定出现安全事故时, 会马上按下 ESD 按钮, 切断事故现场所有的操作阀与隔离阀, 并切断发油泵与卸车泵中的所有泵, 确保现场全部生产用电完全关闭, 只保留消防用电; ②二级切断, 作为区域切断, 当石油存储区域或是装车区域发生溢油或漏油情况时, 会马上触发二级切断, 关闭现场所有的隔断阀, 让所有泵停止运行; ③三级切断, 作为设备切断, 当储罐内部的液位明显超过标准, 或罐车出现静电溢油情况时, 可借助管理系统来马上切断设备单元, 让各设备的阀门与机泵等停止运行。

3.6 优化石油储运环境

3.6.1 采用合适的输油管道系统

在石油储运过程中, 主要采用管道运输、罐车运输、轮船运输等方式, 其中管道运输方式的安全性更高, 且应用范围最广。当前, 我国自动化技术水平显著提升, 管道运输也基本实现了自动化控制, 这就显著提升了石

油运输效率, 缩短了石油运输时间, 还能够大大降低储运工作人员的工作量。同时, 相关技术人员可以对自动化技术进行充分利用, 尽快发现石油储运过程中发生的各种问题, 对整个储运过程加以全过程、动态化监控, 从而大大降低安全事故的发生率。此外, 在输油管道运行过程中, 可对电子巡检系统进行有效利用, 以此来不断提升管道运输的安全系统, 防止管道出现滴油或是冒油情况。

3.6.2 提高相关工作人员的综合能力

在石油储运前, 相关单位需要组织全体员工进行专业、系统地培训, 在培训过程中可采用现场指导、多媒体视频培训、相关知识竞赛等方式, 让相关工作人员更加充分地掌握石油储运规范和要求、相关设备操作方法等, 从而强化其工作能力, 提高其工作效率, 最终确保石油储运工作的安全高效开展, 尽最大可能降低油品蒸发损耗量。

4 结语

综上所述, 当前全球能源日益短缺, 已影响到人类的生存和发展。基于这一背景, 我国提出了节能降耗的理念, 而降低油品蒸发损失已是现阶段我国能源保护工作中亟需解决的问题。尤其是石油储运过程中出现的蒸发损耗, 相关单位必须积极响应国家的号召, 不断优化和更新石油储罐, 合理运用油气回收技术, 进一步优化石油储运的操作行为, 严格管控相关设备等, 从而有效降低油品蒸发损耗量。

参考文献:

- [1] 张彦新. 油品储运过程中油品蒸发损耗的原因及降耗措施分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019(6):38-39.
- [2] 刘永强, 高明远. 石油企业油品储运过程中的环保安全问题及对策 [J]. 化工管理, 2021(24):112-113.
- [3] 王慧涵, 李颖, 陈曦, 李秀敏, 李春晓, 云箭. 石油企业油品储运过程中的环保安全问题及对策 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020,40(09):26-27.
- [4] 王涛. 石油企业油品储运过程中的环保安全问题及对策 [J]. 现代国企研究, 2019(12):35.
- [5] 关健, 薛永旭, 位聪, 张奕娇. 石油企业油品储运过程中的环保安全问题及对策 [J]. 化工管理, 2018(17):173.
- [6] 相红岩. 石油企业油品储运过程中的环保安全问题及对策 [J]. 今日财富, 2019(13):180.
- [7] 陈其振. 石油企业油品储运过程安全环保问题及对策分析 [J]. 化工设计通讯, 2020(8):210-211.
- [8] 赵宁, 赵志明. 油品储运蒸发损耗的原因及降耗措施 [J]. 内蒙古石油化工, 2020(3):49-50.

作者简介:

蒋雪健 (1993-), 汉族, 男, 山东烟台人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 石油单位储运方向, 负责各种油品的接收, 储存, 中转及出厂。