

油气储运中油气回收技术及优化措施

李晓伟（吐哈油田吐鲁番采油管理区，新疆 吐鲁番 838000）

摘要：在油气储运过程中，卸油、收发油以及存储油品三个阶段容易形成油气挥发，不仅浪费能源，还会污染环境，甚至引发火灾。对此，要采取有效措施回收挥发的油气。为实现高效率的油气回收，要对回收技术进行优化。本文简述了油气储运中油气回收的意义，浅析了油气储运中常用的油气回收技术，探究了油气储运中油气回收技术的优化措施，以期在油气储运中的油气回收提供借鉴。

关键词：油气储运；油气回收；优化措施

0 引言

油气能源对于社会经济发展具有至关重要的作用。在油气储运过程中，油气损耗、蒸发等问题会导致油气资源浪费。对此，要采取有效技术措施高效回收油气资源。油气回收技术能有效解决油气挥发泄漏、回收等问题，能保障油气储运效率和综合效益，还能减少溢出的丁烷、二甲苯等物质，极具环保意义。

1 油气储运中油气回收的意义

1.1 降低油气损耗

油气资源不可再生，且挥发性较强。在储运油气的过程中，油气极易发生损耗、蒸发，导致油气资源浪费。及时采取措施有效回收油气，能减少油气损耗，降低油气企业的经济损失，同时增加油气企业的综合效益，并在一定程度上缓解社会整体的能源短缺^[1]。

1.2 避免污染环境并规避安全隐患

在储运油气的过程中挥发的油气具有一定毒性，会对环境造成污染。挥发油气还会在一定程度上参与城市大气环境中的光化学反应，形成光化学烟雾。挥发油气接触到空气并与之形成混合物后极具爆炸性，且相对密度比空气大，极易积聚在通风条件差或者地势低洼的区域，当油气含量超出爆炸极限时，一旦遭遇点火源，即容易发生火灾事故或爆炸。油气企业采取有效技术措施回收油气能避免挥发油气对环境造成的污染，还能有效规避油气储运中存在的安全隐患^[2]。

1.3 减少对工人健康的危害

油气企业储运的油气通常具有较低的密度和较高的饱和蒸气压，因而挥发性较强。挥发油气一般包含醚、苯、卤代烃等有毒物质，极易刺激损伤人体的神经系统和呼吸道^[3]。工人长期吸入挥发油气容易出现恶心、头晕以及呼吸困难等不良症状，对身体健康危害极大。有效回收油气，能减少对油气企业工人身体健康的危害。

2 油气储运中常用的油气回收技术

2.1 吸附分离技术

吸附分离技术主要以硅胶或活性炭等固体吸附剂作为介质，利用固体吸附剂对油气与空气形成的混合气体所含各类组分具有的不同吸附性，将油气与空气有效分离。吸附分离技术已经发展得较为成熟，不仅对于油气具有较高的回收效率，且操作简单、能耗低。通常使用该技术净化烃类浓度含量较低的气态污染物。

油气回收系统通常包括两个单元的连续操作过程，一是利用吸附剂对油气进行吸附，二是利用真空分离系统完成减压脱附再生。吸附剂具有的吸附以及脱附等性能强弱决定油气回收的实际效率。

由于活性炭成本相对较低，因而在油气回收系统和相关设施中得到了广泛应用。但采用活性炭对油气进行吸附也存在诸多弊端：一是通过活性炭对油气进行吸附会释放热量，这就要求对温度实施严格有效的控制；二是如果需要回收的油气中含有固体颗粒，必须对之实施预处理；三是活性炭对于不同油气组分具有不同的吸附能力，特别是吸附烃类成分的能力存在局限；四是利用活性炭将油气吸附后如果不及时实施解吸处理，即无法有效将残留在活性炭中的污染物去除，且会导致其实际使用寿命缩短^[4]。

2.2 膜分离技术

烃类物质能优先从特殊高分子聚合膜中透过。膜分离技术即通过该原理，利用恒定压力确保油气分子优先从高分子聚合膜中透过，据此清洁、回收油气。高分子聚合膜具备的分离性能强弱决定其回收油气的效率。膜分离技术所使用的设备实际占地面积相对较小，不论回收何种浓度和流量的油气均不受限制，且具有连续的分离过程，在分离回收氧气的过程中不会释放热量，不仅回收油气的能力较强且产生的能耗较

少,对环境不会造成二次污染。

但该技术也有如下缺点:单纯依靠膜分离技术难以降低油气排放浓度;回收油气的过程需要在系统内部形成规模较大的油气循环,这就使系统产生较高的动态负荷并形成较高能耗;要求压缩机具备极高的防爆性能;采用膜分离技术的大型设备一般需要现场定制分离膜^[5]。油气回收系统如果采用膜分离技术,那么其投资建设和日常运行耗费的成本主要看膜具备的分离性能强弱以及其使用寿命的长短。如果油气浓度较高,且流量较大,采用膜分离技术对之进行分离回收想取得良好效果,需要开发性能较高的膜。

2.3 冷凝分离技术

冷凝分离技术主要通过挥发油气所含不同组分在物理特性方面的存在的差异,按照需要降低油气温度至特定范围,将沸点较高的组分冷凝形成液态,并将其析出。该技术的发展应用较为成熟,且可靠性高,不仅操作工艺简单,且具有较高的自动化程度,适合回收浓度较高的烃蒸汽。但该技术也有如下缺点:多级冷凝依赖大量的压缩机,因而形成较高能耗和运行成本;该技术的应用需保证待回收的油气具有较为稳定的浓度,并保持流动状态;对浓度较低的烃蒸汽进行回收需要将冷却温度控制为 -160°C ,这就阻碍低浓度排放的实现。在实际使用该技术时一般采用三级冷凝,据此保障油气回收率,并形成符合国家标准的排放浓度。

一般情况下,对油气实施预冷处理、一级冷却处理以及二级冷却处理之后,油气所含的大部分具有挥发性的各类有机化合物经过冷凝后即形成液体,从而完成油气回收^[6]。为保证高效率的油气回收,需采用液氮实施三级冷却,这种方法一般能实现超过90%的油气回收率。

2.4 油吸收技术

油吸收技术主要通过油气混合物所含各类成分在吸收剂中具有不同的溶解度完成对油气与空气的有效分离。该技术包括多种形式,根据使用温度不同可将该技术分为两类,一类是常压常温吸收法,一类是常压低温吸收法。前者是依托常压常温环境吸收烃类组分后再对之进行解吸,在实际中应用较多。后者回收油气的过程较为复杂,且在技术处理方面的难度较大,因而阻碍其在实际应用领域的推广。油吸收技术通常使用汽油、煤油、柴油、有机溶剂等作为吸收剂。在实际应用中究竟选择何种吸收剂应按照油气所含成分

并考虑其处理要求。

对不同油气合理选择适用的吸收剂能促进高效率的油气分离回收^[7]。使用该技术对浓度较高、流量较大的油气进行吸收处理,应选择具有较强适应性的吸收剂,确保对蒸发油气的快速回收。使用油吸收技术所需的设备投资相对较少,且耗费的运行成本相对较低,操作流程也较为简单。但随着国家相关排放标准越来越严格,油吸收技术对油气的吸收效率以及最终排放浓度很难满足标准要求。

3 油气储运中油气回收技术的优化措施

3.1 对多种技术工艺进行组合应用

当前,油气回收常用的几种技术工艺均具有一定的缺点,单纯采用一种回收技术不仅难以取得良好的油气回收效果,且无法符合排放标准的要求。对此,要根据油气回收的实际情况,对多种技术工艺进行组合应用。具体可从如下方面着手:

①将冷凝分离技术与吸附分离技术组合起来加以应用。据此实现对油气回收效果的改进,并充分降低能耗。首先,全面对油气混合物实施冷凝处理,再依托低温环境,利用活性炭构成的吸附床吸收油气,据此防止高温环境对吸附床造成的侵蚀,减缓吸附床的老化速度^[8]。

②将油吸收技术与吸附分离技术组合起来加以应用,据此有效吸收油气储运收发油阶段挥发的油气。在收发油阶段,利用引风机将挥发油气吸入吸收塔中,同时由自吸收塔顶部向下的吸收剂与自下而上运动的挥发油气形成逆向接触。再将塔内浓度较低的油气送入油气吸附系统,完成有效的吸附处理,最后通过真空系统对吸附剂吸附的烃类组分进行脱附,完成油气回收。上述优化措施能减少油气回收产生的能耗,并实现对吸附剂实际使用寿命的有效延长。

③将膜分离技术与吸附分离技术组合起来加以应用。在回收油气的具体过程中,当油气发生负荷波动时,仅凭膜分离装置难以直接对之进行处理。在油气回收的各类技术中,吸附分离技术具有最强的适应性。当油气发生负荷波动时,吸附装置能依托常压环境完成有效的油气处理。上述优化措施还能降低油气处理后的排放浓度,符合国家相关排放标准。

3.2 在油气储运设施内部构建监测平台

油气企业可以在油气储运设施内部构建网络化的监测平台,对卸油、收发油以及存储油品三个阶段以在线方式实施严格的环境质量监测,对获取的监测数

据实施有效的可视化管理^[9]。由相关人员依托平台对监测数据进行随时查看,对数据趋势进行科学分析。一旦监测数据显示发生异常,即实时发布平台预警,形成快速果断的应急响应。

3.3 大力研发油气回收装置

对油气回收装置进行评价,关键要看能耗指标。过去,低温分离法的瓶颈即在于能耗较高。对此,亟需大力研发油气回收装置,降低油气回收的能耗。具体可从如下方面着手:

①相关技术人员要进一步对油气回收装置进行升级改造,例如,对冷介质管道加强保温,据此减少油气回收装置产生的能耗。对自然风冷进行充分利用,将自然风冷设施安装于有散热需求的地方,促进设备的有效散热,实现整体上的高效率散热;

②构建系统化的油气回收处置机制,确保高效率的油气回收处置。在发油之后,通过油气回收设置的风泵装置获取相应的压力信号,确保油泵自行启动;利用节能电机并配备变频调速功能,按照实际情况,对电机转速加以调整,降低电机整体的能耗^[10];

③吸附分离技术需使用活性炭作为吸附剂,为增强其吸附油气的能力,需对该技术进行优化升级。在回收油气的过程中,需大力研究创新油气分离膜,拓宽油气分离膜的材质种类,尽量选用成本较为低廉的材料制作油气分离膜,对分离膜的加工工艺流程进行创新,实现对加工成本的有效控制,并增强膜分离应用的实际效果。

4 相关案例

例如,某油气企业通过活性炭吸附技术对油气进行回收,将活性炭吸附塔设置在油气系统内部。活性炭吸收塔结构简单,操作便捷,但气相吸收结束后,会存在一定的痕量油气。对此,要提高二次吸附效率。该油气企业采取如下优化措施:

①增设必要的冷凝装置。油气所含的轻烃组分较多,各组分所处温度条件不同,其蒸汽分压也不同。在适宜的环境条件下,各组分趋于饱和状态,并经过冷凝呈现为液态。在优化改进装置的阶段,增设必要的冷凝装置,通过分阶段冷凝回收,对温度分段进行合理调控,实现对传热温差的有效减小,保证高效率传热;

②实施动态监控。通过吸附技术对油气进行回收,极易损耗活性炭。对此,在后续回收油气的过程中,对运行数据加强监测,设置污染物质量浓度限值,及

时对活性炭进行更换,避免活性炭床运行超负荷导致质量下降。同时,对活性炭床加强监控,对其温度状态实施动态检测,一旦其温度大于200 ℉,即发出告警,防止活性炭床着火;

③设置连锁缓冲装置。将连锁装置设置于吸收塔和活性炭床之间,一旦床层温度大于临界值,即暂时将吸附罐阀门关闭,在缓冲罐内部转存高温油气,避免温度过高。设置换热器,通过间接降温,对贫油实施有效的预处理,保证高速率吸收,降低二次吸附相应的气相负荷,确保活性炭运行稳定。

5 结语

综上所述,油气储运中油气回收的意义在于降低油气损耗、避免污染环境并规避安全隐患、减少对工人健康的危害。油气储运中常用的油气回收技术主要包括吸附分离技术、膜分离技术、冷凝分离技术以及油吸收技术。为增强油气回收技术的有效性,可以通过对多种技术工艺进行组合应用、在油气储运设施内部构建监测平台、大力研发油气回收装置等措施对油气回收技术加以优化。

参考文献:

- [1] 杨立超. 油气回收技术在油气储运中的应用 [J]. 化工设计通讯, 2023, 49(09): 17-19.
- [2] 王龙海. 油气储运中油气回收技术的应用与优化 [J]. 中国设备工程, 2023, (17): 239-241.
- [3] 邓超. 油气储运系统中油气回收技术的应用 [J]. 山东化工, 2022, 51(22): 160-161+164.
- [4] 张红叶, 王宇航, 董一瑾. 油气储运中油气回收技术的应用与优化 [J]. 石化技术, 2022, 29(08): 189-190.
- [5] 郑斌, 王胜功, 杨春, 等. 油气储运中油气回收技术的应用与优化 [J]. 石化技术, 2021, 28(07): 65-66.
- [6] 刘晴, 赵得强, 李京, 等. 油气储运中油气回收技术的发展与应用探讨 [J]. 化工安全与环境, 2023, 36(11): 56-58.
- [7] 储旭. 油气储运中油气回收技术的应用与发展 [J]. 石化技术, 2021, 28(01): 169-170.
- [8] 张岳峰. 油气储运中油气回收技术的发展与应用探究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(09): 217-218.
- [9] 张虎虎. 油气储运中油气回收技术的具体应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(08): 236-237.
- [10] 王学科. 油气储运中油气回收技术的具体运用 [J]. 化工管理, 2020, (08): 126-127.