

石油储运中油气回收技术

林楠（中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司，浙江 宁波 315207）

摘要：石油储运过程中，油气回收技术的应用对于消除安全风险、节约能源、保护环境有着重要意义，有必要根据国家最低标准应用油气回收技术。分析油吸收技术、吸附技术、冷凝分离技术、膜分离技术的应用要点，提高油气回收效率，保障石油储运安全可靠。

关键词：石油储运；油气回收；吸收技术；吸附技术；冷凝分离

0 引言

油气储运系统作为石油原料运输的辅助装置，在装载或者贮存环节存在着挥发性气体污染风险，一旦没有妥善处理油气原料，储运系统散发的苯类物质与醇类物质将会对人体健康造成威胁。因此，有必要针对石油储运中的油气回收技术加以研究，防止气体挥发造成污染影响，提高油气回收效率。

1 石油储运中油气回收技术应用的必要性

一方面，油气回收技术的应用可以降低对油气资源的不必要浪费，有效缓解当前能源不足的问题。油气资源作为不可再生资源，在储运期间存在挥发性特点，储运时会出现蒸发与损耗等问题，有必要对该现象及时处理，避免油气资源损耗量过大，降低企业经济损失。油气回收技术的应用可以有效解决该问题，发挥技术的应用优势，最大程度上缓解资源短缺现状。

另一方面，油气回收技术的应用可以保护生态环境，降低污染气体的大范围排放。储运时会发生油气蒸发与损耗的情况，且挥发的气体有毒，容易对环境造成污染性影响，这一问题将会直接影响企业经济效益。现阶段国内石油行业坚持落实可持续发展的理念，且环境保护标准不断提升，有必要加强对回收技术的应用，尽可能的降低挥发性气体对环境的污染，减少油气储运环节的安全隐患。

2 油气回收技术的类型

2.1 油吸收技术

因为烃类气体的组成在油内的溶解度不同，应根据相应原理分离烃类气体。常见的油吸收技术主要包含低温、常温吸收方法，按照温度的不同进行油气吸收。大量生产油气时，可使用常温吸收技术，如果生产环境或者储运环节始终处于高压的工作状态，建议采用低温吸收技术，在低温冷却装置的应用下吸收天然气重组分。

采用 Aspen Plus 模拟计算软件，对油气吸收回收工艺加以优化，以原油油气 S1 和 S2 作为研究对象，以柴油 AbsFOV-I 为吸收剂，确立吸收系统模型，分析不同因素对油气吸收回收率与出口浓度产生的影响，优化工艺参数，为油气回收技术的应用提供科学数据参考^[1]。对油气吸收过程展开灵敏度分析，此时油气处理量是 1000m³/h，进料温度是 25℃，压力为 101.3kPa，表 1 为当前油气组成情况。

表 1 吸收塔进气组成

样品	体积分数（%）								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CO	CO ₂	Aira
S1	0.6	1.09	3.37	4.53	3.57	2.03	0.01	0.12	84.68
S2	1.27	3.09	6.36	7.63	2.72	2.23	0.03	0.23	76.44

图表中的 Aira 主要指混合气内 O₂、N₂、H₂S、H₂O、H₂ 体积分率的总和。优化油气加压吸收流程，废气进入压缩机后完成压缩，塔底进料再进入

吸收塔,塔顶喷淋吸收剂和油气相互接触传质,气相从塔顶排除,富液从塔底流出,优化相应工艺流程,如图1所示。其中油气的进气条件如下:要求25℃常压进气,模拟流量是1000m³/h,3000m³/h加压之后达到吸收效果。图1中B1和B2分别为压缩机与吸收塔;“1”为进口物流;“2”为加压出口物流;“3”为吸收剂的进口;“4”为吸收塔的出口尾气;“5”为吸收塔富液。

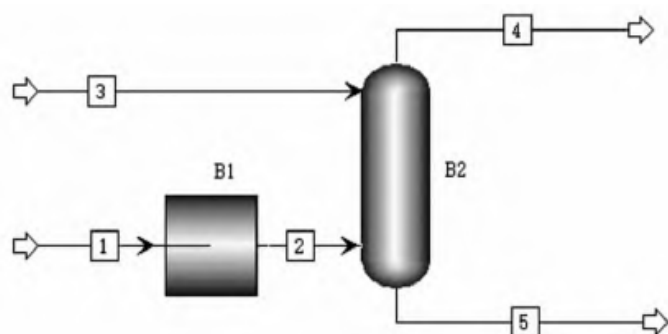


图1 油气加压吸收回收工艺流程

分析吸收压力对油气吸收效果的影响,需保持25℃的常压,将油气进气流量保持在1000m³/h,吸收剂的温度不变,分析在0.1MPa、0.2MPa、0.3MPa的吸收压力下,S1和S2样品的回收效果,判断回收率和出口浓度随着进液量的变化情况,从而得出以下结论:①吸收剂是30m³/h时,S1吸收压力达到0.2和0.3MPa时,与常压吸收状态相比,S1的吸收回收率提升了5.74%与13.62%,与此同时S1的出口浓度在0.2MPa时降低了43.47%,在0.3MPa压力下降低75.08%。S2吸收压力达到0.2和0.3MPa时,与常压吸收状态相比,S2的吸收回收率提升了11.96%与21.61%,与此同时S1的出口浓度在0.2MPa时降低了39.9%,在0.3MPa压力下降低71.42%;②吸收剂是90m³/h时,S1吸收压力达到0.2和0.3MPa时,与常压吸收状态相比,S1的吸收回收率提升了1.56%与2.76%,与此同时S1的出口浓度在0.2MPa时降低了51.3%,在0.3MPa压力下降低76.2%。S2吸收压力达到0.2和0.3MPa时,与常压吸收状态相比,S2的吸收回收率提升了3.07%与5.66%,与此同时S1的出口浓度在0.2MPa时降低了46.8%,在0.3MPa压力下降低72.3%;③吸收剂是110m³/h时,S1吸收压力达到0.2和0.3MPa时,与常压吸收状态相比,S1的吸收回收率提升了1.5%与2.5%,与此同时S1的出口浓度在0.2MPa时降低了62.7%,在0.3MPa压力下降低

低87.2%。S2吸收压力达到0.2和0.3MPa时,与常压吸收状态相比,S2的吸收回收率提升了2.12%与4.26%,与此同时S1的出口浓度在0.2MPa时降低了59.2%,在0.3MPa压力下降低83.7%。

经过研究发现,伴随着吸收剂进液量的增加,样品S1和S2的回收率也会增加,此时出口浓度下降。吸收剂的进液量处于100m³/h的时候,增加吸收压力可以提升样品回收率,同时降低出口浓度,尤其是进液量偏少的时候,油气回收率显著提升,随着吸收压力的逐步增大,回收率与出口浓度的增长和降低逐步平缓^[2]。因此,建议将吸收剂的进液量控制在100m³/h。

2.2 吸附技术

油气吸附技术主要依靠固体吸附剂吸附烃类气体,这一技术常常用在烃类气体较少的区域,但是要求天然气的气质处于较低标准,所以吸附技术的应用会存在一定局限性。吸附烃类气体时,一旦达到饱和状态将无法继续进行气体吸附,吸附之后必须将热气流联合固体吸附剂使用,以此实现烃类气体的有效分离,全方位保证油气产品品质,发挥吸附技术低成本、易操作的应用优势。

2.3 冷凝分离技术

油气回收时,应用冷凝分离技术需凭借油气的物理特性,对油气的各个成分加以研究,明确不同成分对冷凝温度的实际要求。当油气冷却到某一温度时才可以分离出较高沸点的烃类气体^[3]。随后再通过一系列加工措施得到油气产品,此时的冷凝分离油气回收技术操作更加简单,可根据冷却特点,将冷凝分离技术详细划分为吸收制冷技术、膨胀剂制冷技术以及热分离制冷技术集中。对于冷凝分离技术的应用,主要包含以下几种情况:①作为一种变相制冷的形式,压缩式制冷与传统制冷方式不同,需要依靠制冷剂达到预期制冷效果,比如使用丙烷和乙烷作为制冷剂;②吸收制冷需要依靠热能达到制冷目的,只需吸收油气的热能即可提升降温效果,但该技术的应用难度很大;③冷剂制冷是目前油气储运回收中最常用的制冷方式,且该制冷方式的应用更加稳定,可根据实际情况灵活调控制冷效果,制冷时不会受到气体成分的影响;④使用膨胀剂进行制冷时,应关注当前压力环境能否达到预期要求,且油气必须处于膨胀的状态,只有这样才能符合热量吸收的要求;⑤基于压力的角度来看,要求油气和外部气体间保持相应的压力差值,以此保证油气压缩的效果。复合剂制冷技术的应用通常

是将多种制冷机综合起来,同时采用多种制冷技术,联合吸附制冷技术后,将油气冷凝为液体,再采用吸附技术进行油气资源的回收,从而提高油气实际回收效率^[4]。

2.4 膜分离回收油气技术

基于分离膜的技术原理来看,主要是制作分离膜,按照油气成分和比例情况选择分离膜,通过分离膜的渗透率达到油气回收目的。膜分离油气回收工艺需将高分子膜作为分离化学物质的重要介质,发挥高分子膜对高分子优先渗透的特点,保证高分子膜可以有效透过油气浑噩无,基于分离操作的油气与空气能够彻底分开,再使用专用回收罐存储空气。不同的物质分子的分子体积差异较大,膜分离下的油气装置在回收期间容易受温度压力、分离系数、膜材料、气体组成元素等部分的影响,有必要加强对膜分离装置压力参数与运行温度参数的监测分析,采用智能化监测设备加强对系统参数的有效控制^[5]。使用油气回收技术负责回收储运与装卸环节的油气,避免大气污染,提高能源利用率。

3 石油储运中油气回收技术的应用要点

3.1 确定油气回收元素成分

当前轻质油已成为石油行业的重要材料,其物质元素构成比较复杂,部分固态物质和气态物质能够进入循环处理装置内,所以有必要加强对回收期间物质元素比例的重视,经过严格的计算确定油气回收的元素成分。应保证回收装置中的过滤器、冷凝器、气液分离器的使用效果,做好储运装置的安全维护,保持系统完整性,谨防安全隐患问题。

3.2 按照正确的油气回收操作步骤流程

针对油气回收的操作流程十分严格,有必要加强对回收装置各项参数的控制,保证回收处理之后的油气达到最高纯净度,防止有害物质被泄露。将醇类物质作为回收的重要成分元素,以组合式的吸附处理方式,联合冷凝处理工艺进行残留油气物质的高效回收。例如对于辛醇和丁醇混合的油气资源,在回收处理时可以将系统设置为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 苯类物质浓度标准和 $110\text{mg}/\text{m}^3$ 烃类物质浓度标准,先将混合的油气物质送入冷凝系统,再经过压缩装置和换热器达到油气分类效果。混合了水分的油气物质主要有气液两种形态,需加强吸附处理,利用活性炭吸附有毒物质,经过油气回收和吸附处理后提高油气纯净度^[6]。

3.3 妥善处理油气回收残留物

如果没有将回收装置妥善处理,此时附着在油

气回收装置侧壁与底部的残留物会呈现出缓慢挥发的特点,从而对人体健康造成威胁。对此,石油化工企业应根据残留的固液台物质展开正确回收,最大程度上利用可以循环的残留物,消除有毒有害物质。加强对油气储运装置的日常维护与管理,防止储运装置因为残留的液体与固体物质而腐蚀,避免储运装置出现裂缝与渗漏的情况。掌握油气回收与储运期间的安全隐患,储运装置自身存在安全风险点,所以应加强对储运装置的安全隐患排查,确立隐患排查机制,采用定期检测的方式优化装置系统,及时调整储运装置压力与温度参数,通过参数的有效调整,以智能化、数字化技术优化运行流程^[7]。

4 总结

总而言之,现阶段社会的发展始终离不开对油气资源的应用,储运环节油气损失会造成大量能源浪费,同时会对环境造成污染。因此,有必要采用油气回收技术,加强对油气存储与运输中蒸发、泄露油气的回收,综合利用吸收技术、吸附技术、冷凝分离以及膜分离技术,妥善处理油气回收残留物,从而最大程度上提高油气回收效率,保证油气储运全过程的安全性与稳定性。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 黄斌维,张斌.油气储运中油气回收技术的发展与应用探究[J].当代化工研究,2019(13):18-19.
- [3] 吴海文.油气回收技术在储运装卸系统中的应用[J].化工管理,2021(13):83-84.
- [4] 王劲,韩续增,刘庆龙,等.基于流程模拟的油气回收工艺技术风险分析[J].当代化工,2021,50(02):390-394.
- [5] 苏鲁书,周正阳,宫吉超.新型油气回收技术在油品装车中的应用[J].炼油与化工,2021,32(03):36-40.
- [6] 谢松豪.炼油厂储运系统油品损耗原因及降低措施探讨[J].化工管理,2020(08):140-141.
- [7] 周斌.基于吸收和蓄热氧化的油气回收技术研究[D].中国石油大学(华东),2017.

作者简介:

林楠(1988-),男,汉族,安徽全椒人,学士,工程师,主要从事炼油及化工企业油气储运的生产管理工作。