

油气回收技术在装卸储运系统中的应用

张永宾（河南省华威化工咨询服务有限公司，河南 郑州 450000）

摘 要：近年来，可持续发展理念已经成为时代发展的主题。在油气装卸储运系统中，科学合理的运用油气回收技术，对于消除潜在风险，节约能源，保护环境，实现安全和标准化操作具有重要意义。文章对油气回收技术在装卸储运系统中的应用进行综合概述，以分析其意义、特点和应用前景。

关键词：油气装卸储运系统；油气回收技术；节约能源；保护环境

0 引言

目前我国的石油公司常见装卸储运多类型石油和天然气，在储存过程中，由于大小呼吸导致油气损耗；在运输过程中，因装卸早晨油气泄漏损耗，以上两种状态的油气损耗量巨大，不仅会造成损耗浪费，且存在安全隐患。诸如罐区一座 1000^3 己烯-1 储罐月度损耗量可以达到 1.2 吨，且现场油气味道较重，对管理人员和操作人员造成职业健康危害。

油气回收技术就是把其中即将挥发的油气收集起来并进行处理。这些气体主要包括甲基叔丁基醚、酒精、辛醇、丁醇等，易于挥发，容易在空气中反应形成爆炸混合物，甚至能够毒害人的视觉器官和呼吸器官，形成安全严重威胁。

我国相关规定要求当尾气排放非甲烷总烃 $\leq 120\text{mg/m}^3$ ，苯 $\leq 12\text{mg/m}^3$ 才合格。2020 年修订发布的《储油库大气污染物排放标准》、《油品运输大气污染物排放标准》《加油站大气污染物排放标准》等均提出了严格要求。因此，油气回收技术作为人身安全、环境保护和资源循环利用的重要手段，在石油化工、汽车加油站等领域得到了广泛应用。

1 油气回收技术方法

油气回收指的是在装卸储运中收集、处理挥发气体的技术手段，不但能够避免油气对设备的损坏，也能提高油气回收，减少资源浪费。

1.1 吸附法回收技术及其特点

吸附法回收技术是利用吸附剂对油气分子的物理或化学吸附作用，将油气从气体混合物中分离出来，废气通过排气管排出的一种方法。常见的吸附剂具有高比表面积、高吸附容量和良好的选择性等特点，主要常见活性炭、也有分子筛、硅胶、活性纤维等吸附剂。一般而言，实践中吸附塔对烃类吸收率可达 99%，操作简单，回收效率高，但值得注意的是，吸附剂逐渐饱和需要再生或更换，废掉的吸附剂对环境也有一定

影响，且吸附过程中温度会升高，为了避免油气燃爆，常需要另外按照降温装置，一般与冷凝法相结合。

1.2 吸收法回收技术及其特点

吸收法回收技术是利用油气可与轻柴油、煤油或是专用吸收剂互相融合特点，将油气从气体混合物中分离出来。油气吸收过程主要包括物理吸收和化学吸收两种机制。物理吸收是基于油气分子与吸收剂分子之间的范德华力进行的，适用于吸收剂与油气之间无化学反应的情况。

化学吸收则是通过吸收剂与油气分子之间的化学反应来实现的，通常具有更高的吸收效率。典型的吸收法包括常温常压和常压冷却吸收法。吸收法原理简单，且吸收、解吸、回收可同步进行，但吸收剂的再生和废液处理也是需要考虑的问题，且单次回收率只能达到 70 ~ 80%，明显低于吸附法，也无法达到排放标准。

1.3 膜分离回收技术及其特点

膜分离技术是利用具有选择透过性的薄膜，主要是特殊高分子膜对烃类物质的选择透过特效，对混合物进行分离、提纯和浓缩的方法。在油气膜分离回收中，膜材料能够允许油气分子透过，而阻止空气分子通过，从而实现油气与空气的分离。影响油气分离效率的因素还有温度、分离系数、气体组成、和膜材料等。常见的膜分离过程包括渗析、电渗析、反渗透、超滤、微滤等。

该技术具有能耗低、操作简便、无二次污染等优点。然而，膜材料的性能和寿命限制了其在实际应用中的表现。油气膜分离回收技术可以与其他油气回收技术结合应用，如吸附法、吸收法等。通过结合不同技术的优点，可以实现更高效、更环保的油气回收。

1.4 冷凝法回收技术及其特点

油气冷凝法回收技术是一种基于物理冷凝原理的油气回收方法。其基本原理是通过将含油气的气体进

行降温,使油气分子达到饱和状态后凝结成液态,从而实现油气与空气的分离。 -184°C 是深冷工作温度值, $-73\sim 40^{\circ}\text{C}$ 是浅冷工作温度范围, $-35\sim 10^{\circ}\text{C}$ 是冷凝装置的工作温度范围。凝结后的液态油气通过收集系统进行回收,而降温后的气体则继续排出或循环使用。典型的回收装置包括冷凝器、制冷系统、收集系统以及控制系统等。

冷凝器负责实现气体的降温和凝结过程,制冷系统提供所需的冷量,收集系统则用于回收凝结后的液态油气。控制系统对整个回收过程进行监控和调节,确保回收过程的稳定性和高效性。该技术适用于高浓度、高价值的油气回收,回收效率高且稳定。但冷凝过程需要消耗大量能量,且设备投资较大。

1.5 生物法回收技术及其特点

生物法回收技术利用微生物对油气的代谢作用实现其去除。通过优化生物降解过程,可将油气转化为无害或低毒的化合物。该方法环保性强、运行成本相对较低,但在处理效率和降解速率方面还有待进一步提高。

总而言之,各种油气回收技术各有优缺点,目前常见需要油气回收场景的油气多是丰富、复杂的,包括天然气、苯、柴油等,在此背景下,单纯的吸附法或是冷凝法,都不能很好的实现回收效果,这就需联合应用多种油气回收技术,取长补短,根据具体的装卸储运系统和条件,选择合适的技术方案和设备,并加强对油气回收设备的维护和管理,确保其正常运行和有效使用。现在较为常用的方法是吸附与冷凝法的结合,实践中在 $-40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 下进行二次冷凝,以液化约85%的天然气和石油,多余的进入吸附系统,再减少体积和初步吸附后再次进入冷凝步骤,完成最终处理,这种联合应用有效结合了两种方法的优点,低温油气提高了吸收效率,也降低了安全隐患,且吸附后再进行二次冷凝,也减少了能源消耗。

此外,随着环保意识的提高和资源循环利用的需求增加,新型油气回收技术不断涌现。例如,深冷法回收技术、光催化回收技术、纳米技术、超声波技术、电化学技术等,在油气回收领域展现出良好的应用前景。这些新技术为油气回收提供了新的思路和方法,但仍需在实际应用中进一步验证和优化。

2 油气回收技术在装卸储运系统中应用的意义

2.1 油气回收技术有助于保证操作人员安全和健康

油气挥发蒸汽是火灾和爆炸事故的主要原因之

一。在装卸过程中,油气回收技术能够有效地收集和挥发处理的油气,在储运环节,油气回收技术可以帮助减少油罐、管道等储运设施中的油气泄漏,均可以大大降低火灾和爆炸隐患,保护工作人员和周围居民的人身安全。同时,挥发到空气中的油气可能包含有害的硫化物、氮化物、二甲苯、丁烷等,甚至很多加油站现场油气味道较重,油气回收技术将油气从空气中分离出来,有助于改善现场环境,保护现场工作人员身体健康。

2.2 油气回收技术有助于减少资源浪费

油气资源中的轻烃组分沸点较低,容易在装卸储运过程中挥发,据统计,仅在加油站“卸油——加油”环节的挥发量就高达2%~3%,而总计到全国,每年加油站“卸油——加油”环节中油气挥发损失可达20000吨。因此,应用油气回收技术,能回收可用气体进一步转化成能源或其他价值物质,这样可以实现油气资源的最大化利用,提高耗能企业经济利润,符合可持续发展的绿色环保理念。如可以将回收的油气供应给耗能工厂作为燃料,符合可持续发展的绿色环保理念。

2.3 油气回收技术有助于提升企业形象和竞争力

油气回收技术的研究和应用降低了企业油气方面的资源浪费,同时,也减少了因油气泄漏或挥发导致的设备故障和维修成本,确保了储运设施的正常运行,帮助石油化工油库企业获取了更高的经济效益和市场竞争能力。与此同时,也展示了企业对环保事业的积极态度,有助于提升企业的社会形象和公众认可度。

3 油气回收技术在装卸储运系统中应用需注意的问题

3.1 加强设备的选择与维护

油气回收技术应用中应充分考虑所需设备成本、运行成本、设备性能和安全性、使用年限等因素,确保在油气回收技术使用后能够获得较好的收益。对装卸储运系统中,特别油气回收装置的各个组成部分,如密闭接头、密封件、油气回收管路、集气罩、真空泵、滤清器等进行日常巡检,检查其是否存在损坏、磨损、腐蚀等情况,确保设备处于良好状态。如在我国常用的油气回收技术是冷凝法+活性炭吸附法,油气装卸过程中装车鹤管密封性必须严格检查。

定期对设备进行清洁,清除油污和杂物,保持设备的清洁卫生,有利于设备的正常运转。定期对油气回收设备的安全保护装置进行检查,如报警系统、紧

急停车系统等,确保在设备出现异常情况时能够及时采取措施。

对油气回收设备进行定期的维护保养,是确保其长期稳定运行的关键。维护保养工作包括设备的紧固、润滑、防腐等,以及对易损件的及时更换。通过维护保养,延长设备的使用寿命,降低维修成本。

3.2 强调操作规范与安全培训

油气回收技术应用后产生的废油应收集到特定的容器中,并严格按照规定的期限和方式进行转运和处理。储存废油的容器应符合相关国家和地区安全标准,并保持良好的密封性。

操作人员在实际操作中应严格遵守操作规程,不得擅自更改设备参数或操作流程。对于不熟悉的操作,应在专业人员指导下进行。操作规程的遵守有助于提高设备的使用效率,减少故障发生。加油站员工应接受油气回收系统的专业培训,了解系统的工作原理、操作规范和安全注意事项以及应急处理措施等,提高操作技能和安全意识,确保在操作过程中遵守所有的安全规定,避免操作失误导致的油气回收效果不佳或发生危险事故。

3.3 加强环境保护意识,关注技术发展趋势

油气回收技术应用单位和人员应转变理念,树立环境保护意识,在实践中应积极宣传和推广,积极倡导节能减排、资源循环利用;油气回收技术应用单位应制定紧急事故处理应急预案,例如油气泄漏或挥发导致静电火灾等,确保应用单位在发生紧急事故时能够根据预案立即采取措施防止事故的扩大,降低损失。

同时,应定期进行应急单位和操作人员演练和培训,提高其应急处理能力;油气回收技术应用单位应及时了解最新政策和标准的变化,关注油气回收技术的最新动态和发展趋势,根据需要及时更新和优化设备的技术参数和性能指标。在必要时,考虑采用新的回收技术和设备,以提高油气回收效率。

4 结语

综上所述,油气回收技术在装卸储运系统中的应用具有显著的安全、环保和经济效益,对于实现资源的最大化利用和降低环境污染具有重要意义。随着技术的不断进步和应用范围的扩大,相信这一技术将在未来得到更广泛的应用和推广。

但是值得注意的是,目前很多在使用中的油气回收系统都是国外引进,并不能完全适用于国内的加油站点环境,因此也很难达到全国加油站油气回收达标,

资金和技术都有待商榷。因此,要将油气回收技术研究作为长期研究,结合国内外科研成果,早日解决我国油气回收效率效果问题。

参考文献:

- [1] 贺治宇. 烃类储运与装卸过程中的油气回收技术措施 [J]. 化工管理, 2018(12):66.
- [2] 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.
- [3] 李玲. 油气回收技术在装卸储运系统中的应用 [J]. 化工管理, 2018(01):53.
- [4] 王帅, 李牧声. 油气回收技术在装卸储运系统中应用研究 [J]. 石化技术, 2017, 24(12):12.
- [5] 张莉莉. 油气回收技术在装卸储运系统中应用 [J]. 炼油与化工, 2014, 25(04):26-28+62.
- [6] 滕欣, 李阳, 刘晨曦, 等. 油气储运系统中的油气回收技术 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(11):157-159.
- [7] 陈楠楠, 王娜娜. 油气回收技术的发展与应用 [J]. 机械工程与自动化, 2024(03):213-214.
- [8] 梅舟营. 油气储运中油气回收技术的应用 [J]. 化工设计通讯, 2024, 50(03):34-36+59.
- [9] 卢永亮. 膜技术在石油化工油气回收系统中的应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(08):138-140.
- [10] 邹建, 闫进, 郭燕丽, 等. 浅析当代绿色加油站环保技术发展 [J]. 安全、健康和环境, 2023, 23(12):23-25.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 陈鸿章. 油气回收技术在装卸储运系统中应用研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020(06):55-57.
- [15] 彭晓明. 油气储运系统中油气回收技术的应用分析 [J]. 石油石化物资采购, 2023(7):85-87.
- [16] 刘帆. 探讨油气回收技术在装卸储运系统中应用 [J]. 炼油与化工, 2019(12):121-123.

作者简介:

张永宾(1982-)男,汉族,河南新乡人,本科,中级注册安全工程师,一级安全评价师,研究方向:石油化工企业安全、消防。