

油气储运中油气回收技术的应用分析

陈新刚 黄文印

陕西延长石油(集团)有限责任公司延安炼油厂 陕西 延安 727406

摘要: 油气储运中的油气回收技术,旨在高效捕集与处理逸散油气,提升资源利用率并减少大气污染。吸附法、吸收法、冷凝法及膜分离法为常用技术,各有优缺点,适用于不同浓度与规模的油气回收需求。随着技术发展,组合工艺及智能化应用逐渐提升回收效率与经济效益。政策与法规的支持也加速了油气回收技术的创新与推广,促进了环保与能源可持续发展的双赢局面。

关键词: 油气储运; 油气回收技术; 应用

引言: 随着全球能源需求的不断增长及环保意识的提升,油气储运过程中的油气逸散问题日益受到关注。油气回收技术作为解决这一问题的关键手段,不仅有助于提高资源利用效率,还能显著减少大气污染,保护生态环境。本文深入分析了油气储运中油气回收技术的应用现状,探讨了各种技术的优缺点及其在实际中的应用效果,以为行业提供技术参考与决策支持,推动油气回收技术的进一步发展与应用。

1 油气回收技术概述

1.1 油气回收的定义与分类

油气回收技术是指在油气生产、储运及销售等过程中,采取有效措施捕集、处理和回收逸散到大气中的烃类气体(如挥发性有机物VOCs),以实现资源的有效利用和环境的友好保护。这一过程对于提高能源利用率、减少大气污染具有重大意义。从技术角度来看,油气回收技术可根据其工作原理与操作方法的不同进行分类。首先,吸附法通过特定材料(如活性炭、沸石等)对油气分子的物理吸附作用实现分离与回收,适用于处理低浓度油气,但吸附剂的再生处理是该技术的一大挑战。其次,吸收法则是利用溶剂(如柴油、溶剂油等)对油气分子进行选择性吸收,具有回收效率高的优点,但需解决溶剂损失和再生能耗的问题。再次,冷凝法则是利用油气组分在不同温度下的蒸汽压差异,通过降低温度使油气冷凝液化从而实现回收,该法回收纯度高,但能耗相对较大。最后,膜分离法作为一种新兴的油气回收技术,依靠选择性渗透膜的特性使油气与空气分离,具有操作简单、能耗低的优势,但其核心技术的膜材料研发和制备仍需进一步优化。

1.2 油气回收技术的发展现状

随着全球对环保要求的日益提高和能源需求的不断增长,油气回收技术受到了前所未有的关注和发展。在

国外,油气回收技术已经相当成熟,不仅法律法规健全,且技术研发和应用处于领先地位。许多国家如美国、欧洲各国和日本等都制定了严格的VOCs排放标准,并强制要求石油炼化、油库、加油站等场所安装油气回收装置。相比之下,我国的油气回收技术起步较晚,但发展迅速。近年来,随着《中华人民共和国大气污染防治法》等相关法规的出台和完善,我国油气回收行业进入了快速发展阶段。政府对环保项目的资金扶持、政策激励和技术引进促进了我国油气回收技术的不断提升和创新。然而,我们也要清醒地认识到,与发达国家相比,我国在油气回收技术的应用广度、深度和效率上仍存在一定差距。主要体现在高效油气回收设备国产化程度不高、核心技术的研发创新能力有待加强、以及对小型加油站及零散油源的油气回收监管难度较大等方面。

2 油气储运中油气回收技术的具体应用

2.1 吸附法

原理: 吸附法是一种基于固体表面吸附作用的气体分离技术。在油气回收领域,吸附剂如活性炭、分子筛等因其多孔性和高比表面积,能够有效吸附混合气体中的油气分子。这种吸附作用通常是物理吸附,即油气分子与吸附剂表面之间通过范德华力相互作用。在某些特定条件下,也可能发生化学吸附,形成化学键。

操作过程: 吸附过程通常在专门的吸附塔或吸附床中进行。含油气的尾气首先经过预处理,去除其中的颗粒物、水分等杂质,以防止堵塞吸附剂。随后,尾气进入吸附塔,油气分子被吸附剂捕获并固定在其表面。随着吸附过程的持续进行,吸附剂逐渐达到饱和状态,此时需要进行脱附操作。脱附通常采用加热、减压或惰性气体吹扫等方法,使吸附剂上的油气分子解吸下来,并被收集或送回系统循环使用^[1]。

优缺点: 吸附法的优点在于适用范围广,能够处理

低浓度至中等浓度的油气；且回收效率高，通常可达到90%以上；同时，设备简单，操作灵活。然而，其缺点也较为明显，主要包括吸附剂的再生能耗较高，增加了运行成本；吸附剂的选择和再生技术复杂，需要定期更换或再生。

应用实例及效果：在油气储运领域，吸附法广泛应用于加油站的油气回收系统。通过安装在加油机排气口的吸附装置，有效减少了加油过程中汽油蒸汽的排放。实验数据表明，采用吸附法的加油站油气回收系统能够显著降低大气中的VOCs浓度，回收的油气可重新注入地下油罐或用于其他工业用途，实现了资源的有效回收和循环利用。

2.2 吸收法

基本原理与分类：吸收法是基于溶质在溶剂中的溶解度差异进行气体分离的技术。在油气回收中，常用的溶剂包括柴油、重油等。根据操作条件的不同，吸收法可分为常压常温吸收法和常压低温吸收法。前者在常压常温下操作，适用于处理浓度较低的油气；后者则在较低的温度下进行，以提高溶剂对油气的吸收能力，适用于处理高浓度油气。

优缺点：吸收法的优点在于吸收效率高，特别是对于高浓度油气的处理效果尤为显著；且技术成熟，操作稳定。然而，其缺点也较为明显，如溶剂的选择和回收处理复杂，可能导致二次污染；同时，设备占地面积大，投资和运行成本较高。

在油气储运中的应用情况：在油库和大型加油站的油气回收系统中，吸收法常被作为主要的回收技术之一。通过合理选择溶剂和优化操作条件，可以实现高效的油气回收和环保排放。但由于溶剂的消耗和再生问题，吸收法在实际应用中需要综合考虑经济性和环保性^[2]。

2.3 冷凝法

技术原理：油气混合物中的各组分具有不同的沸点和冷凝温度。通过降低混合气体的温度，使其中的油气组分逐一达到冷凝点并凝结成液体，从而实现油气与空气的分离。冷凝法的关键在于精确控制温度，以确保油气组分的有效冷凝和回收。

操作流程：冷凝法的操作流程通常包括气体预处理、降温冷凝、油气收集和尾气处理几个步骤。首先，含油气的尾气经过预处理，去除其中的颗粒物、水分等杂质，以防止冷凝器堵塞和腐蚀。随后，尾气进入冷凝器中，通过热交换器与冷却介质（如水、制冷剂）进行热交换，逐步降低温度。在降温过程中，油气组分逐一达到冷凝点并凝结成液体，被收集并送回系统循环使用。最

后，剩余的尾气经过进一步处理后排放到大气中^[3]。

应用效果及存在的问题：冷凝法在油气回收中具有回收纯度高、操作简单的优点，特别适用于高浓度油气的回收。然而，其也存在一些显著的问题。首先，冷凝过程需要大量的冷却介质和能耗，特别是在处理低浓度油气时，能耗问题尤为突出。其次，冷凝器的设计和维护较为复杂，需要精确的温度控制和有效的热交换设计。

2.4 膜分离法

技术特点及分离原理：膜分离法是一种基于选择性渗透原理的气体分离技术。在油气回收领域，膜分离法利用特殊材料制成的膜对油气和空气的选择性透过性进行分离。油气分子在膜两侧压力差的作用下，通过膜孔时受到阻碍程度较小，能够迅速透过膜；而空气分子则因分子量大、极性弱等原因，难以通过膜孔，从而实现油气与空气的分离。

应用前景与挑战：膜分离法在油气回收中展现出广阔的应用前景。其设备紧凑、操作简便、能耗低、无二次污染等优点使得其在多个领域得到关注。然而，膜分离法也面临一些挑战，如膜材料的选择和制备技术复杂，成本较高；膜的稳定性和寿命受多种因素影响，需要定期更换或维护；此外，对于高浓度油气的处理，单一膜分离法可能无法达到理想的回收效果，需要结合其他技术进行综合处理。

2.5 组合工艺

优势分析：针对单一油气回收技术在实际应用中的局限性，组合工艺通过不同技术的优化组合，实现了优势互补和性能提升。组合工艺可以根据油气浓度、组成、流量等条件进行灵活配置和调整，以达到最佳的回收效果和经济效益。例如，冷凝法+吸附法组合工艺可以充分利用冷凝法处理高浓度油气的优势和吸附法处理低浓度油气的特长；压缩+吸收+膜组合工艺则可以在保证回收效率的同时降低能耗和成本^[4]。

应用实例：在油气储运领域，组合工艺已被广泛应用于加油站、油库、装车站等场所的油气回收系统中。通过合理的工艺组合和参数优化，这些系统能够实现高效、稳定、低成本的油气回收处理。例如，某大型油库采用了冷凝法+吸附法组合工艺进行油气回收处理。该工艺首先将含油气的尾气进行预冷凝处理去除大部分油气组分；随后将剩余的低浓度油气送入吸附塔进行深度处理；最终实现了高达99%的回收率和极低的尾气排放浓度。

3 油气回收技术的优化与改进

3.1 提高技术水平

随着科技的飞速发展，油气回收技术的优化与提升

成为必然趋势。要提高油气回收技术的整体水平,需要采取一系列具体措施。首先,应积极引入新技术,如膜分离技术、吸附增强型膜技术等,这些新技术具有更高的分离效率和更低的能耗,能够有效提升油气回收效果。其次,针对现有技术进行优化改造,如通过优化工艺流程,减少无效操作环节,提高设备的运行效率和稳定性。此外,还可以加强对回收装置的材料和结构创新,选择更高效、耐腐蚀、耐磨损的材料,以延长设备使用寿命,减少维护成本。具体而言,引入膜分离技术的油气回收系统可以利用选择性透过膜将油气中的烃类分子与空气高效分离,其高渗透性、低阻力等特性使得该技术在节能降耗方面具有显著优势。而吸附增强型膜技术则是在传统膜分离的基础上,结合吸附剂的高吸附性能,进一步提高对低浓度油气的回收效率。在优化工艺流程方面,可以采用多级冷凝+吸附或压缩+膜分离等组合工艺,以充分发挥各种技术的优势,实现油气的深度回收。

3.2 智能化应用

智能化技术的应用为油气回收技术的发展带来了新的机遇。通过集成物联网、大数据、人工智能等先进技术,可以实现对油气回收过程的智能化监控与管理。智能化设备不仅能够实时监测设备的运行状态和油气浓度,还能根据数据分析自动调整操作参数,优化工艺流程,从而提高回收效率并降低运行成本。在智能化应用方面,首先可以建设油气回收监控系统,实现对各个油气回收站点或装置的远程监控和数据采集。通过数据分析平台,可以对采集到的数据进行深入挖掘和分析,找出影响回收效率的关键因素,为工艺优化和设备改造提供数据支持。同时,可以开发智能化控制软件,将优化后的工艺参数嵌入控制系统中,实现油气回收过程的自动化控制和智能优化。智能化技术在提高回收效率方面的作用尤为明显。通过实时监控和调整设备状态,可以避免因操作不当或设备故障导致的回收效率下降。在降低运行成本方面,智能化应用能够优化能源消耗,减少不必要的能源浪费。

3.3 政策与法规支持

政策与法规在推动油气回收技术发展方面起着至关重要的作用。首先,政府应出台更为严格的环保法规和排放标准,迫使企业和单位加强对油气排放的控制和管理。这不仅可以减少环境污染,还能为企业提供升级油气回收技术的动力。其次,政府应给予油气回收技术研发和应用适当的政策支持,如财政补贴、税收优惠、科技立项等。这些政策措施可以有效降低企业在油气回收技术升级中的资金投入和风险负担,提高其研发和应用的积极性。此外,还应建立完善的油气回收技术标准和评价体系,明确各类油气回收技术的适用范围、性能指标和检测方法。这不仅可以为企业的技术研发和产品生产提供指导依据,还能促进油气回收市场的健康有序发展。为了进一步完善相关政策与法规支持体系,建议政府加强与企业和科研机构的沟通协调,深入了解市场需求和技术现状。同时,还应加强国际交流与合作,借鉴国际先进经验和科技成果,为我国油气回收技术的发展提供更加全面和有力的支持。

结束语

综上所述,油气储运中的油气回收技术在提高资源利用率、减少环境污染方面具有显著作用。随着技术的不断进步与创新,各种回收方法展现出各自独特的优势与应用前景。未来,通过加强技术研发、优化工艺流程、推动智能化应用以及完善政策与法规支持,油气回收技术将实现更高效、更环保的发展,为油气行业的可持续发展贡献重要力量。

参考文献

- [1]臧光鹏.油气储运中油气回收技术的发展与应用[J].云南化工,2020,45(08):171-172.
- [2]韩福华.油气储运中油气回收技术的具体运用[J].石化技术,2020(03):17-18.
- [3]马志.试析油气储运中的油气回收技术[J].城市建设理论研究(电子版),2019(05):26-27.
- [4]姜德文.油气储运中油气回收技术应用探析[J].化学工程与装备,2019(12):117-118.