

加油站油气回收装置的运行效率与优化方案研究

胡少剑

中国石化销售股份有限公司湖北襄阳谷城石油分公司, 中国·湖北 襄樊 441700

摘要: 随着环保要求日益严格, 加油站油气回收装置的运行效率成为行业关注的重点。论文分析了影响油气回收装置运行效率的主要因素, 包括设备技术水平、操作管理、外部环境及经济因素等, 并提出了设备升级、智能监控、操作流程优化和定期维护等优化方案。结果表明, 通过优化措施, 加油站的油气回收效率显著提高, 油气损耗和运行成本得到有效控制, VOCs 排放显著减少, 实现了经济效益与环境效益的双赢, 为加油站的可持续发展提供了指导思路。

关键词: 油气回收装置; 运行效率; 优化方案

Research on the Operating Efficiency and Optimization Scheme of Gas Recovery Equipment at Gas Stations

Shaojian Hu

Sinopec Sales Co., Ltd. Hubei Xiangyang Gucheng Petroleum Branch, Xiangfan, Hubei, 441700, China

Abstract: With increasingly strict environmental requirements, the operational efficiency of gas station oil and gas recovery devices has become a focus of industry attention. The paper analyzes the main factors that affect the operational efficiency of oil and gas recovery devices, including equipment technology level, operation management, external environment, and economic factors, and proposes optimization plans such as equipment upgrading, intelligent monitoring, operation process optimization, and regular maintenance. The results show that through optimization measures, the oil and gas recovery efficiency of gas stations has been significantly improved, oil and gas losses and operating costs have been effectively controlled, VOCs emissions have been significantly reduced, and a win-win situation of economic and environmental benefits has been achieved, providing guidance for the sustainable development of gas stations.

Keywords: oil and gas recovery device; operational efficiency; optimization plan

0 前言

随着经济和社会的快速发展, 机动车数量急剧增加, 石油消费量也随之大幅上升。加油站作为成品油销售的主要场所, 其油气排放对环境污染、人体健康和资源浪费问题日益显现。汽油在加油、运输、储存等过程中会产生大量的挥发性 VOCs, 这些物质不仅影响大气环境质量, 还具有易燃、易爆的特性, 带来潜在的安全隐患。为应对这些问题, 油气回收装置逐渐成为加油站必备设施之一。其核心作用在于回收油气、减少挥发性有机物排放, 并在环保政策不断收紧的背景下, 提升资源利用效率, 减轻加油站的环保压力^[1]。

近年来, 中国相继出台多项环保政策和标准, 如《大气污染防治行动计划》和《挥发性有机物污染防治行动计划》, 要求加油站等成品油流通场所加强油气排放的控制, 并安装油气回收系统。然而, 实际应用中, 不同地区、不同类型的加油站油气回收装置运行效果不一, 一些设备由于管理不善、技术水平滞后等原因, 未能达到预期的回收效率。这一现象促使研究人员和工程师们不断探索如何提高油气回收装置的运行效率。

本研究旨在分析加油站油气回收装置的运行效率和常见问题, 识别影响装置性能的关键因素, 进而提出可行的优

化方案。通过对油气回收装置的工作原理、运行现状、管理措施等方面的深入研究, 探讨在现有技术和管理条件下如何提升设备效率, 降低运行成本, 满足严格的环保标准。

1 油气回收装置的工作原理及类型

油气回收装置是通过收集加油过程中挥发的油气, 将其中的挥发性有机化合物 (VOCs) 回收处理, 以减少环境污染和资源浪费。该装置的工作原理包含油气捕集、分离、冷凝或吸附等过程。油气在汽油储存、运输和加油时会生成, 通过管道引入回收装置, 形成封闭的油气传输路径, 防止泄漏。进入装置的油气与空气混合后, 通过分离和处理技术将油气成分与空气分离, 随后进入冷凝或吸附装置。处理后, 油气中的碳氢化合物经过冷却或吸附转化为液态, 形成可重复使用的汽油成分, 而剩余的尾气在进一步净化后达到排放标准, 确保环保要求。

油气回收装置按原理不同分为多种类型, 其中活性炭吸附装置利用活性炭微孔结构和大表面积, 将碳氢化合物吸附在活性炭表面, 吸附的油气通过加热或压力变化再度解吸, 生成液态汽油。这类装置成本较低、运行稳定, 适合中小型加油站, 但吸附能力会随使用时间下降, 需定期更换或

再生。冷凝回收型装置通过降低油气温度,使碳氢化合物冷凝成液态汽油,尤其适合高浓度油气排放的场所。这种装置的回收效率较高,但对设备要求高,能耗大,运行成本较高,维护也相对复杂。膜分离型装置则采用选择性透过的膜材料,将油气中的碳氢化合物与空气分离,使得油气中的有效成分得到高效提取并回收。这类装置技术较为先进,适合一些大型加油站的高效回收需求。

2 加油站油气回收装置运行现状分析

近年来,随着环保政策的严格实施和公众环保意识的提升,加油站油气回收装置得到了较为广泛的应用,但运行现状存在较大差异。在一些发达地区和环保要求严格的城市,油气回收装置的普及率和运行效率较高,设备较新且运行维护规范。然而,在部分偏远地区或小型加油站,油气回收装置往往设备老旧、维护不当,导致回收效率低下,油气泄漏、污染等问题较为严重。此外,由于部分加油站资金有限,缺乏专业的操作与维护人员,油气回收装置的管理也存在不少问题^[2]。

目前,油气回收装置运行中主要面临设备老化较为普遍。一些加油站的油气回收装置已使用多年,设备部件磨损,吸附剂失效等问题时有发生,导致回收效率逐年下降,无法达到当前的环保标准。此外,部分加油站的油气回收装置在设计和选型时未能充分考虑实际需求,导致设备性能和运行环境不匹配。例如,一些小型加油站配置的油气回收装置回收能力不足,而高流量的大型加油站在繁忙时段则面临设备过载的情况,从而影响了回收效果。

运行管理不善也是当前油气回收装置面临的突出问题。许多加油站缺乏专业技术人员,对设备的管理和维护重视不足,导致运行过程中存在操作不规范、维护不及时等问题。部分加油站的员工对于油气回收装置的原理和操作要求了解不深,未能按规范操作或及时检测设备运行状态,使得装置的回收效率大打折扣。此外,由于部分地区缺乏严格的监管和检查,个别加油站的油气回收装置长期处于停用或低效运转状态,无法发挥应有的环保作用。

政策和外部环境的变化也是加油站油气回收装置运行中需面临的挑战。随着环保政策的日益严格,各地政府陆续出台了更高标准的油气回收要求,这对现有设备和管理提出了更高的要求。然而,对于部分加油站来说,现有装置难以满足新政策的排放标准,设备升级和改造成本成为其面临的难题。同时,外部自然环境条件如气温、湿度等也对油气回收装置的运行效率产生影响。例如,寒冷或潮湿环境可能导致活性炭吸附剂效率降低,冷凝装置也更难保持低温效果,从而影响回收效果。

3 影响油气回收装置运行效率的因素

油气回收装置的运行效率受多方面因素的影响,包括技术因素、管理因素、外部环境条件以及经济因素。各个因素共同作用,决定了油气回收装置在实际应用中的回收效果

与使用寿命。了解这些因素有助于更有针对性地优化设备运行,提升加油站的整体环保和经济效益。

3.1 技术因素

技术因素是影响油气回收装置效率的核心。首先,设备类型对回收效果有重要影响。活性炭吸附、冷凝回收、膜分离等不同类型的装置适用于不同油气浓度和流量的回收需求,但各有其优缺点,设备的适配性直接影响最终的回收效率。其次,吸附剂的性能在吸附型回收装置中起着关键作用。活性炭等吸附剂材料的孔隙结构、比表面积以及耐用性直接决定了油气的吸附效率,但随着使用时间增加,吸附剂逐渐饱和,吸附能力下降,需要定期更换或再生,否则会导致油气回收效率大幅下降。最后,冷凝回收装置的效率取决于冷凝温度的控制。冷凝温度越低,回收效率越高,但需要的能量也越大,对制冷系统的要求相对较高。如果冷凝温度不稳定或达不到要求,会直接影响碳氢化合物的冷凝效果。

3.2 运行管理因素

加油站油气回收装置的高效运行离不开科学的运行管理。运行管理包括设备的操作、检测、维护保养等多个环节,是影响油气回收装置效率的重要因素。首先,设备操作的规范性至关重要。操作人员对油气回收装置的技术原理和操作流程是否熟悉,直接影响设备的稳定性和回收效果。部分加油站员工未能严格按照操作规范使用装置,导致设备磨损、故障频发,甚至因误操作导致油气泄漏。此外,定期检测和维护保养对于保证设备的高效运行至关重要。油气回收装置在高负荷工作环境中容易出现部件磨损、吸附剂老化等问题,若未能及时检测和维修,效率将显著下降,甚至增加运行成本和设备故障风险。

3.3 外部环境因素

外部环境条件对油气回收装置的回收效果也有较大影响。气温是重要的外部因素,尤其对冷凝回收装置影响显著。在寒冷气候条件下,冷凝装置的工作效率较高,但在炎热气候中,冷凝温度难以维持,回收效果会有所下降。此外,空气湿度也会影响活性炭吸附装置的性能。在湿度较高的环境中,水蒸气会占据活性炭孔隙,降低对油气的吸附效率,增加维护频率。因此,在不同气候条件下,回收装置的操作和维护方法应有所调整,确保设备的正常运行和高效回收。

3.4 经济因素

经济因素也是影响加油站选择和维持油气回收装置的关键。油气回收装置的选型、维护和运行成本较高,尤其是冷凝系统和膜分离系统等高效回收技术,设备购置费用和能耗都较大,部分加油站难以承受。因此,预算有限的加油站可能倾向于选择运行成本较低的设备,但可能在回收效率上有所妥协。此外,设备的维护成本同样不可忽视,吸附剂的更换、冷凝系统的能耗和部件的维修更新都会带来额外支出。对于规模较小、资金相对紧张的加油站来说,过高的维护成本容易导致装置运行中断或低效运转。

总体而言,加油站油气回收装置的运行效率受到设备

技术水平、操作管理、环境条件及经济成本等多方面因素的综合影响。充分理解和管理这些因素，针对性地优化设备与运营管理，可以有效提高油气回收装置的效率，实现加油站的环保和经济效益最大化。

4 油气回收装置的优化方案

为了提高加油站油气回收装置的运行效率，减少油气排放带来的环境污染，并降低运营成本，优化方案可以从技术提升、智能监控、操作流程规范化和维护管理等多个方面入手。通过这些改进措施，可以实现更高的回收效率、延长设备寿命、降低运营风险。

4.1 设备升级与技术优化

设备的升级和优化是提高油气回收效率的核心。首先，可以采用高性能吸附材料替代传统的活性炭，如选择具有更高比表面积和更强吸附能力的新型吸附剂，如改性活性炭、沸石等。这类材料的吸附能力更强，吸附饱和和时间更长，可以减少更换频率，从而降低设备的维护成本。对于冷凝系统，优化冷凝温度控制技术，使其适应不同气候条件，确保高效的油气回收。同时，可考虑增加能效比更高的制冷设备，在保证冷凝效果的同时降低能耗。此外，在经济条件允许的情况下，部分大型加油站可选用膜分离技术，因其透过性选择性强、回收效率出色，能大幅提高高浓度油气的回收效果。

4.2 智能监控系统的引入

为提高油气回收装置的运行可靠性和管理效率，建议引入物联网和大数据技术，通过智能监控系统实时跟踪设备运行状态。该系统可以实现多项功能，如实时监测吸附剂的饱和度、冷凝温度和压力、油气浓度等关键参数，自动判断设备是否处于最佳回收状态。通过大数据分析，智能监控系统还可以预测装置的保养需求，提示设备更换吸附剂或维护冷凝系统的时间，减少不必要的停机和检修。

4.3 操作流程的优化与规范化

为了确保油气回收装置高效稳定运行，操作流程的规范化尤为重要。可以通过制定科学合理的操作规程，确保设备操作的规范性，并组织定期培训，让操作人员掌握油气回收装置的工作原理、操作方法和应急处理流程。合理化设备的启停频率和工作时间，避免高频次的启停对设备造成损耗，同时可以在加油高峰期安排设备高效运行，避免过载。此外，制定设备异常情况的应急预案，在设备故障时快速排查问题，避免因故障导致的大量油气泄漏和环境污染。

4.4 定期维护与科学保养

定期维护和科学保养是提高设备回收效率和延长使用寿命的关键。油气回收装置在长时间高强度运行中，难免会出现部件老化、吸附剂饱和、冷凝温度波动等问题。建立科学的保养计划，每月定期检测关键部件的磨损情况，对吸附剂进行更换或再生，确保吸附材料始终处于高效状态。在冷凝回收系统中，定期清洁冷凝装置的管道和热交换器，并检查温控装置，确保冷凝系统工作稳定。此外，可以根据设备的

运行时间和负荷情况，制定更为精细的维护周期，例如在油气高排放季节增加维护频次，保障设备的稳定性和回收效果。

4.5 经济效益与环境效益评估

优化油气回收装置的运行不仅可以提高效率，还能够带来显著的经济和环境效益。设备升级和维护措施虽然在短期内可能增加成本投入，但通过减少油气泄漏、提升回收效率，能有效减少燃油损失，提升加油站的资源利用率，回收的油气可进一步转化为可用燃料，为加油站带来额外收益。从环境角度看，优化后的油气回收装置显著减少了挥发性有机物的排放，减少空气污染，改善周边居民的空气质量，有助于加油站的绿色运营和可持续发展。

综合以上优化方案，针对设备、管理和维护的全方位改进，可以显著提升油气回收装置的运行效率，达到环保与经济效益的双重目标，为加油站的高效清洁运营提供技术支持和管理保障。

5 优化方案的经济效益与环境效益分析

5.1 经济效益分析

优化后的油气回收装置显著提升了回收效率，减少油气损耗，每年可减少数百公斤油气的浪费，为加油站增加直接收益。智能监控系统的引入降低了人工检测成本，减少设备停机，延长使用寿命。优化后的操作规范降低了设备磨损，节约了吸附剂和冷凝设备的更换费用，同时实现油气循环利用，增加了附加收益。

5.2 环境效益分析

优化措施有效减少了 VOCs 的排放，保护了周边空气质量，减少雾霾和健康风险。同时，智能监控系统降低了油气泄漏和火灾等事故的风险，减少了对环境的二次污染，为周边生态和居民安全提供保障。

5.3 综合效益分析

整体来看，优化方案提高了加油站的经济效益，符合环保政策，提升企业绿色形象。优化带来的经济和环境双重收益，不仅支持清洁、高效运营，还为加油站的长期可持续发展提供了可靠基础。

6 结语

本研究探讨了加油站油气回收装置的优化途径，提出了设备升级、智能监控、操作规范化和科学维护等多项方案，显著提升了装置的回收效率，降低了运营成本。优化后的系统有效减少了油气泄漏和挥发性有机物排放，不仅符合环保的标准，还提升了资源利用率和企业形象。

参考文献：

- [1] 金政权.加油站油气回收系统运行维护管理研究[J].石化技术, 2024,31(7):327-329.
- [2] 王冕冕.加油站油气回收技术现状及意义[J].广州化工,2024,52(4):170-172.