

油气回收技术在油气储运中的应用

陈乾乾 满建辉（中检集团公信安全科技有限公司，山东 枣庄 277101）

摘要：随着我国经济的快速发展，对油气资源的需求日益增长。然而，在油气储运过程中，油气挥发损耗严重，不仅造成能源浪费，还加剧了环境污染。油气回收技术是一种有效的节能减排措施，广泛应用于石油化工、油气储运等领域；油气回收技术能够减少油气挥发，降低能源损耗，同时减轻环境负担。本文旨在综述油气储运中油气回收技术的应用，分析各种油气回收技术的特点，为我国油气储运行业提供技术参考。

关键词：油气回收技术；油气储运；应用

油气回收技术在油气储运中的应用是近年来逐渐受到关注的话题。随着社会对环境保护和资源利用的重视，油气储运过程中的环保问题越来越受到重视。油气回收技术作为解决这一问题的有效手段，正在被广泛地应用。在油气储运过程中，由于油气挥发而产生的污染问题已经引起了许多关注。挥发性有机化合物（VOCs）会对空气质量产生严重影响，进而影响人们的健康。油气回收技术是指通过各种技术手段，将油气在储运过程中产生的挥发性有机化合物进行回收和利用，以减少环境污染和资源浪费。

1 油气回收技术简介

1.1 油气回收的概念

油气回收技术是一种将废弃的工业油气进行处理和回收利用的技术。随着工业化进程的加快和能源需求的增长，工业油气的产量也日益增多，而这些废弃油气中含有大量的有害物质和能源资源，如果不加以处理和回收利用，将对环境造成严重的污染，并浪费了重要的能源资源。

1.2 油气回收的重要性

废弃的工业油气中常含有大量的有害物质，例如有机物、重金属、硫化物等，如果直接排放到环境中将对大气、水体和土壤造成污染，对生态环境产生严重影响，通过油气回收技术可以将这些有害物质进行分离和清除，从而减少对环境的污染。废弃油气中还含有大量的有价值的能源资源，通过油气回收技术，可以将废弃油气中的有用成分提取出来，并再利用，减少对传统能源的依赖，降低能源消耗，实现资源的可持续利用。油气回收技术可以将废弃油气中的有用成分提取和回收利用，按照市场价格销售，从而实现经济效益，同时，通过减少对传统能源的需求，还可以降低能源成本，提高经济效益。油气回收技术的应用，既可以降低环境污染和能源消耗，又可以提高资

源利用效率和促进经济发展，对社会可持续发展具有重要意义。

2 油气储运中存在的问题

2.1 油气泄漏问题

当油气管道破裂或油轮发生事故时，大量的油气会泄漏到海洋、河流和湖泊等水体中，这些泄漏物质会对水生生物和生态系统造成毒害，并破坏渔业资源，同时，泄漏物还会给沿岸地区的渔民和当地居民带来经济损失和健康风险，油气泄漏会将大量的化学物质挥发到空气中，并可能因风向变化扩散到周围地区，这些化学物质中很多都是臭气或有害物质，如硫化氢、苯、甲醛等，对人体健康产生危害。空气中的油气泄漏物还有可能引发火灾或爆炸，对周围环境和人群造成更严重的威胁。当油气储存设施或管道泄漏时，土壤会吸收泄漏物质，从而导致土壤污染，这不仅会影响植被的生长，还可能使污染物渗入地下水，进而威胁地下水资源的安全。泄漏事故会导致能源供应中断，给工业生产和民生带来困扰，同时清理泄漏物需要耗费大量的时间和资源，增加了社会和经济的成本负担。

2.2 油气蒸发问题

油气蒸发问题是在油气储运过程中存在的一个重要问题。油气的蒸发指的是油气从液态转变为气态的过程，这会导致油气储存量的损失以及对环境的污染。

在油气储存设施中，由于压力及温度的变化，油气中的一部分会发生蒸发而转变为气体态，这导致了储存设施中油气的减少。根据统计数据，每年全球范围内的油气蒸发量相当于数百万桶的油，这对石油和天然气产业造成了巨大损失。油气的蒸发过程会释放出有害物质，例如挥发性有机化合物（VOCs），这些物质对大气环境产生污染。VOCs是空气污染的重要因素之一，对人类健康和环境造成危害，此外，油气的蒸发还会对地下水资源造成污染，影响水源的安全。

2.3 油气异味问题

在油气储运过程中,由于油气中含有挥发性有机化合物(VOCs),会产生异味问题,这些VOCs在空气中挥发出来,会产生难闻的异味,对周围环境和人群造成困扰,油气异味不仅会对人体健康产生危害,还会给生活和工作环境带来不适。长期暴露在油气异味中可能引起头痛、眩晕、恶心、嗜睡等症状,对人们的身体健康造成潜在威胁,同时,油气异味也会导致人们的舒适感降低,影响生活和工作质量。

3 油气回收技术在油气储运中的具体应用

3.1 吸附回收技术

3.1.1 原理与应用

吸附回收技术是一种利用吸附剂吸附油气的技术,吸附剂具有较大的表面积,能够快速吸附油气,从而达到回收油气的作用。在油气储运中,吸附剂通常采用活性炭、硅胶、活性氧化铝等材料,这些材料具有较高的吸附性能和耐热性能,能够有效地吸附油气,减少油气蒸发和排放。吸附回收技术的原理是在储油罐、输油管道等设备中安装吸附回收装置,通过吸附剂对油气的吸附作用,将油气收集并回收,当吸附剂达到饱和状态时,可以通过加热再生方式将吸附剂中的油气解吸出来,重新恢复吸附剂的吸附性能,实现循环使用。

3.1.2 吸附剂的选择与再生

在选择吸附剂时,需要考虑其吸附性能、耐热性能、成本等因素。活性炭是常用的吸附剂之一,具有较高的吸附性能和耐热性能,能够有效地吸附油气。在再生过程中,可以通过加热再生方式将吸附剂中的油气解吸出来,恢复其吸附性能。再生过程中需要注意控制温度和时间,避免对吸附剂造成损害。

3.1.3 吸附回收装置的维护与管理

为了保证吸附回收装置的正常运行和延长其使用寿命,需要对其进行定期维护和管理,主要包括定期检查装置的密封性、更换失效的吸附剂、定期清洗装置等。此外,还需要对装置的运行数据进行记录和分析,及时发现和处理故障,确保装置的正常运行。

3.2 吸收回收技术

3.2.1 原理及应用

吸收回收技术的原理是利用吸收剂与油气发生化学反应或物理吸附,将油气从空气中分离出来。吸收剂的选择依据其吸收性能、化学稳定性以及成本等因素。在实际应用中,吸收回收技术适用于各类储油罐、输油管道等设备,可以有效降低油气蒸发和排放,保

护环境。

3.2.2 吸收剂的选择与再生

选择合适的吸收剂是吸收回收技术的关键。在挑选吸收剂时,需考虑其吸收性能、化学稳定性、成本等因素。例如,水作为一种无机化合物,在吸收油气时需要关注液体浓度和温度,防止对设备造成腐蚀。有机化合物如醇类、酮类等具有较好的吸收性能和化学稳定性,可有效吸收油气。吸收剂的再生是通过解吸油气,使其恢复吸收性能。通常采用加热再生方式,将吸收剂中的油气解吸出来。在再生过程中,需注意控制温度和时间,避免对吸收剂造成损害,此外,还可以通过添加化学物质促进吸收剂与油气的化学反应,进一步提高再生效果。

3.2.3 吸收回收装置的优化设计

为提高吸收回收效果,吸收回收装置的优化设计至关重要。根据储油罐、输油管道等设备的具体情况,设计合理的吸收回收装置,包括吸收剂的装填方式、吸收液面的控制、吸收装置的密封性等因素,同时,需关注吸收装置的运行效率和成本效益,合理选择吸收剂的类型和用量。

3.3 膜分离回收技术

3.3.1 原理及应用范围

膜分离回收技术的原理是利用膜材料对油气和水分的选择性透过性,将油气从混合气体中分离出来。膜材料通常具有较高的透气性、化学稳定性和机械强度,以确保分离效果和设备稳定性。在油气储运中,膜分离回收技术适用于储油罐、输油管道等设备,有效降低油气蒸发和排放。

3.3.2 膜材料的选择与制备

选择合适的膜材料是膜分离回收技术的关键。在挑选膜材料时,需考虑其透气性、化学稳定性、机械强度、成本等因素,常见的膜材料有聚合物膜、无机膜等。聚合物膜具有良好的透气性和化学稳定性,但机械强度相对较低;无机膜具有较高的机械强度,但透气性和化学稳定性略逊于聚合物膜。可根据实际应用场景和需求选择合适的膜材料。制备膜材料的过程中,需关注膜的制备工艺、厚度、孔径分布等因素,制备工艺包括溶液 casting、热蒸发、溶胶-凝胶等方法。膜的厚度一般在 $100\mu\text{m}$ – $500\mu\text{m}$ 之间,以保证油气分离效果;孔径分布对膜的透气性和分离效果有重要影响,通常要求孔径分布在 $0.1\mu\text{m}$ – $10\mu\text{m}$ 之间。

3.3.3 膜分离回收装置的性能测试与评估

膜分离回收装置的性能测试与评估是确保其正常

运行和优化参数的关键。性能测试主要包括油气分离效果、回收率、能耗等指标,通过检测装置出口的油气浓度,评估膜分离回收装置的油气分离效果。理想的油气分离效果应使出口油气浓度降至较低水平,以减少环境污染,评估膜分离回收装置对油气的回收能力。高回收率意味着更多的油气被回收,从而降低油气蒸发和排放,评估膜分离回收装置的运行能耗,包括电能、热能等。较低的能耗有利于降低运行成本,提高装置的经济性,在性能评估过程中,需关注装置的操作参数,如压力、温度、进气流量等,通过调整这些参数,可优化膜分离回收装置的性能,同时,对装置进行定期维护和检查,确保其正常运行。

3.4 冷凝回收技术

3.4.1 原理与应用

冷凝回收技术的原理是利用冷凝装置将热气体冷却,使其中的油气冷凝成液态,然后将液态油气进行收集和回收。冷凝装置通常采用冷凝器、冷却水和冷凝液收集器等组成,热气体通过冷却器时,被冷却水吸热,降低温度,使油气冷却并凝结成液态。冷凝液收集器将凝结的液态油气收集起来,进行回收利用,冷凝回收技术适用于各类储油罐、输油管道等设备中的油气回收,在这些设备中,由于油气的温度较高,容易蒸发和排放,对环境造成污染。冷凝回收技术可以通过将油气冷却,使其凝结成液态,从而减少油气的蒸发和排放。

3.4.2 冷凝回收装置的优化设计

为了提高冷凝回收效果,需要对冷凝回收装置进行优化设计。首先,根据储油罐、输油管道等设备的具体情况,设计合理的冷凝回收装置,包括冷凝器的结构、冷却水量的控制等因素。其次,为了减少能源消耗和提高设备经济性,需要对冷凝装置的能耗进行评估和优化,可以采用降低冷凝器运行压力、采用循环冷却水等方式,降低能耗。此外,还需关注冷凝液收集器的设计,确保液态油气能够被有效收集和回收。

3.5 光催化和生物降解技术

3.5.1 光催化技术的应用

光催化技术是利用光催化剂在光照下产生活性物种,通过活性物种与污染物发生化学反应,从而分解或转化污染物的技术。在油气储运过程中,通过加入光催化剂,将光照引入系统中,可以降解油气中的污染物,净化油气,实现回收利用。光催化技术的应用过程主要包括催化剂的选择、光照条件的控制和反应器的设计等,催化剂的选择需要考虑其对污染物的选

择性催化活性和稳定性,常用的光催化剂包括二氧化钛、半导体材料等。实验研究发现,二氧化钛是一种较为有效的光催化剂,其活性物种可以分解油气中的有机化合物,如苯、甲苯等。反应器的设计是光催化技术应用的关键,光催化反应器可以是批式、连续式或循环式的,其设计要考虑反应物流速、光催化剂的负载量和反应时间等参数,此外,反应器的密封性和材料的选择也需要考虑,以防止光催化剂的泄漏和材料的腐蚀。

3.5.2 生物降解技术的应用

生物降解技术是利用特定的微生物菌株对油气中的污染物进行降解的技术。在油气储运中,通过引入适宜的微生物菌株,利用其生物代谢能力对油气中的有机污染物进行分解,从而净化油气、回收有用物质。生物降解技术的应用过程主要包括菌株的筛选、生物反应条件的控制和反应器的设计等,菌株的筛选需要选择具有较强降解能力的微生物,如石油降解菌、石油氢化菌等,这些微生物具有特殊的代谢途径和酶系,可将有机污染物转化为无害物质。生物反应条件的控制主要包括温度、pH值、营养物质和氧气供应等因素,根据不同的微生物特性,需要为其提供适宜的生长环境,以促进其降解有机污染物的活性,此外,还需注意控制反应的时间,以保证降解的高效性和稳定性。

4 结语

油气回收技术在油气储运中的应用具有很大的潜力和重要意义。通过油气回收技术,可以减少油气蒸发和排放,降低能源损耗和环境污染,这些油气回收技术的应用将对我国油气储运行业的发展产生积极影响,减轻环境负担,提高资源利用效率,因此,进一步探索和推广油气回收技术在油气储运中的应用具有重要的实践意义。

参考文献:

- [1] 王慧涵,陈曦,等.油气储运安全环保管理案例研究[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(21):55-57.
- [2] 骆朋,等.油田油气管道储运的安全和防范思考[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(21):67-69.

作者简介:

陈乾乾(1989-),女,山东枣庄人,汉族,本科,毕业于济南大学,现有职称:中级工程师,研究方向:化工工程;工程技术。

满建辉(1991-),男,山东济宁人,汉族,本科,毕业于天水师范学院,现有职称:助理工程师,研究方向:化工工程;工程技术。