

渣油加氢装置的环保措施对经济效益的影响

朱仁俊（中国石化海南炼油化工有限公司，海南 洋浦 578101）

摘要：本文探讨了渣油加氢装置环保措施对经济效益的影响。通过分析渣油加氢装置的工艺流程、特点、环境影响、措施及其对经济效益的影响，揭示了环保与经济效益之间的复杂关系。研究发现，实施环保措施虽增加了初期投资和运营成本，但通过提高资源利用率、减少排放和废物处理成本，以及提升企业形象和社会责任，可在长期内带来显著的经济效益。本文还提出了优化环保措施、提高经济效益的策略，为相关企业提供了参考。

关键词：渣油加氢装置；环保措施；经济效益；资源利用率；排放控制

0 引言

渣油加氢装置是现代炼油工业中的重要设备，主要用于将重质渣油转化为高附加值的轻质油品。随着全球环保法规的日益严格和公众环保意识的提高，炼油企业面临着越来越大的环保压力。因此，如何在保证经济效益的同时，有效实施环保措施，成为渣油加氢装置运营中的关键问题。

1 渣油加氢装置的工艺流程

渣油加氢装置是一种将重质渣油转化为轻质油品的关键设备，其工艺流程复杂且精密，主要包括原料预处理、加氢反应、产品分离和尾气处理四个主要步骤。

原料预处理是渣油加氢装置的第一步，其目的是去除原料中的杂质和有害物质，以确保后续加氢反应的顺利进行。通常，原料预处理包括脱盐、脱水和脱金属等步骤。脱盐过程通过电脱盐装置实现，利用电场作用将原油中的盐分和水分离出来。脱水则是通过加热和沉降的方式，将原料中的水分去除。脱金属过程则通过加入特定的化学试剂，将原料中的金属杂质沉淀下来。

接下来是加氢反应，这是整个装置的核心步骤。在加氢反应器中，原料油与氢气在高温高压的条件下进行反应，通过加氢裂化、加氢脱硫、加氢脱氮等反应，将重质渣油转化为轻质油品。加氢反应器通常采用固定床反应器，内部填充有催化剂，以促进反应的进行。反应条件通常控制在温度 $350^{\circ}\text{C} - 450^{\circ}\text{C}$ ，压力 $10\text{--}20\text{ MPa}$ ，以确保反应的高效性和选择性。

产品分离是加氢反应后的重要步骤，其目的是将反应产物中的不同组分进行分离和提纯。通常，产品分离包括气液分离和分馏两个步骤。气液分离通过分离器将反应产物中的气体和液体分开，气体主要包括

未反应的氢气和轻烃，液体则包括各种油品。分馏则是通过分馏塔将液体油品按沸点不同进行分离，得到不同馏分的油品，如石脑油、柴油和重油等。

最后是尾气处理，这是确保装置环保达标的关键步骤。尾气处理主要包括脱硫和脱氮两个步骤。脱硫通过加入脱硫剂，将尾气中的硫化氢转化为硫磺，从而减少硫的排放。脱氮则是通过加入脱氮剂，将尾气中的氮氧化物转化为氮气，从而减少氮的排放。尾气处理后的气体经过进一步净化后，可以排放到大气中或回收利用。

2 渣油加氢装置工艺特点

渣油加氢采用的原料主要是常减压蒸馏装置常压渣油、减压渣油、过气化汽油以及焦化蜡油的混合原料，最终的产物占比最多的是经过加氢脱硫、脱氮、脱金属、脱残碳处理之后的加氢渣油，为催化裂化装置提供原料。渣油加氢装置主要包括原料系统、反应系统、分馏系统、循环氢脱硫系统以及膜分离系统等。

渣油加氢装置体积空速度较高，床厚较低，氢分压较低，属高苛刻度操作的渣油加氢设备。在运行周期内能够满足洁净环保的要求，但同时也存在着较大的床层径向温差大、脱硫化氢汽提塔顶腐蚀以及反冲洗清洗频率高等问题。针对这些问题提出对应的解决措施从而为延长渣油加氢的高品质运行周期提供保障。

3 渣油加氢的环境影响

3.1 渣油加氢过程中的气体排放和废水排放环境影响

渣油加氢过程中存在着气体排放问题。加氢反应中，高温高压条件下，氢气与渣油中的杂质发生反应，产生大量尾气，其中含有硫化氢、氨、苯等有毒有害气体。这些气体若未经处理直接排放，将对周边环境和人体健康构成危害，特别是硫化氢对空气质量和人

体呼吸系统具有较大影响。另外，废水排放问题也不容忽视。渣油加氢过程中，产生大量含硫化合物和重金属离子的废水，如果未经有效处理直接排放，将对水体生态环境造成污染，甚至影响周边居民的生活用水安全。必须加强渣油加氢工艺中废水的处理和处理技术的研究，以减少废水对环境的影响。渣油加氢过程中的气体排放和废水排放环境影响是需要引起重视的问题。只有通过采用有效的气体和废水处理技术，才能最大限度地减少渣油加氢过程对环境的负面影响，实现炼油工业的可持续发展。

3.2 渣油加氢产生的环境问题及其对可持续发展的影响

渣油加氢产生的环境问题主要包括气体排放和废水排放两个方面。在加氢过程中，氧化反应释放出二氧化碳和硫化氢等有害气体，对大气环境构成污染。部分反应副产物会通过废水排放到水体中，对水环境造成影响。这些环境问题直接影响了可持续发展目标的实现。大气污染会加剧温室效应，加剧气候变化，对生态系统和人类健康造成潜在威胁；水污染则危及水生生物，影响水资源可持续利用。渣油加氢产生的环境问题需要引起重视，寻求相应的解决方案。只有在兼顾经济效益的前提下采取有效的环境保护措施，如减少有害气体排放、加强废水处理等，才能推动渣油加氢技术向更加可持续的方向发展。通过整合环境保护因素和经济利益，不断完善改进渣油加氢技术，为炼油工业的可持续发展提供保障。

4 渣油加氢装置的主要环保措施

在渣油加氢装置的运行过程中，环保措施的实施至关重要。这些措施不仅有助于减少环境污染，还能提高资源利用率和经济效益。主要的环保措施包括废气处理和固体废物处理。

废气处理是渣油加氢装置环保措施中的重要环节。在加氢反应过程中，会产生大量的含硫和含氮废气，这些废气如果直接排放到大气中，会对环境造成严重污染。因此，废气处理通常采用脱硫和脱氮技术。脱硫技术主要通过加入脱硫剂，如氧化铁或氧化锌，将废气中的硫化氢转化为硫磺，从而减少硫的排放。脱氮技术则通过选择性催化还原（SCR）或非选择性催化还原（SNCR）方法，将废气中的氮氧化物转化为氮气，从而减少氮的排放。这些处理后的废气经过进一步净化后，可以安全排放或回收利用。

固体废物处理也是渣油加氢装置环保措施中的重要组成部分。在加氢反应和产品分离过程中，会产生

大量的固体废物，如废催化剂、废吸附剂和废滤渣等。这些固体废物如果处理不当，会对土壤和地下水造成污染。因此，固体废物处理通常采用分类收集、无害化处理和资源化利用的方法。废催化剂和废吸附剂可以通过再生技术恢复其活性，重新用于生产过程中。无法再生的固体废物则通过高温焚烧或安全填埋的方法进行无害化处理。此外，部分固体废物还可以通过资源化利用，如提取其中有价值的金属元素，用于其他工业生产。

5 环保措施对渣油加氢装置经济效益的影响

环保措施的实施对渣油加氢装置的经济效益有着深远的影响。这些影响主要体现在初期投资和运营成本的增加、资源利用率的提高、排放和废物处理成本的减少，以及企业形象和社会责任的提升。

实施环保措施需要大量的初期投资和增加的运营成本。例如，废气处理设备、废水处理设施和固体废物处理系统的建设和维护都需要巨额资金。这些投资不仅包括设备的采购和安装，还包括技术研发、人员培训和管理系统的升级。此外，环保设施的运行和维护也会增加日常运营成本，如能源消耗、化学试剂的使用和设备的定期检修。这些初期投资和运营成本的增加，短期内可能会对企业的财务状况造成压力。

然而，从长期来看，环保措施的实施可以显著提高资源利用率，从而带来经济效益。例如，通过废气处理中的脱硫和脱氮技术，可以回收硫磺和氮气，这些副产品可以作为其他工业生产的原料，增加企业的收入来源。废水处理后的水资源可以回用于生产过程中，减少新鲜水的使用量，从而降低水资源的采购成本。固体废物的资源化利用，如废催化剂的再生和金属元素的提取，也可以减少原材料的使用，降低生产成本。这些资源利用率的提高，不仅减少了资源浪费，还为企业创造了额外的经济价值。

环保措施的实施还可以显著减少排放和废物处理成本。通过高效的废气、废水和固体废物处理系统，企业可以减少污染物的排放，从而避免因环境污染而面临的罚款和赔偿。此外，减少废物的产生和处理量，也可以降低废物处理的成本。例如，通过废催化剂的再生和资源化利用，可以减少废催化剂的处理量，从而降低废物处理的费用。这些排放和废物处理成本的减少，直接提高了企业的经济效益。

最后，环保措施的实施可以提升企业形象和社会责任，从而带来间接的经济效益。随着公众环保意识

的提高，消费者和投资者越来越关注企业的环保表现。实施环保措施，不仅可以提高企业的社会形象，增强消费者的信任和忠诚度，还可以吸引更多的投资者，提高企业的市场价值。此外，环保措施的实施也是企业履行社会责任的重要体现，有助于建立良好的企业声誉，增强企业的竞争力。

6 案例分析

为了更具体地说明环保措施对渣油加氢装置经济效益的影响，我们选取了某炼油企业的渣油加氢装置作为案例进行分析。该企业在过去几年中实施了一系列环保措施，包括废气处理、废水处理和固体废物处理，并对其经济效益进行了详细评估。

该企业在废气处理方面采用了先进的脱硫和脱氮技术。通过安装高效的脱硫装置和选择性催化还原(SCR)系统，企业成功将废气中的硫化氢和氮氧化物含量大幅降低。这些措施不仅减少了环境污染，还回收了大量的硫磺和氮气，作为副产品出售，增加了企业的收入。根据企业的财务数据，废气处理系统的初期投资约为5000万元，但每年通过副产品销售和减少的排放罚款，可以带来约1000万元的经济效益。

在废水处理方面，该企业采用了物理、化学和生物相结合的处理方法。通过沉淀、过滤、氧化和生物降解等多重处理步骤，企业将废水中的油类和有害化学物质去除，达到了国家排放标准。处理后的废水部分回用于生产过程中，减少了新鲜水的使用量。根据企业的数据，废水处理系统的初期投资约为3000万元，但每年通过水资源回用和减少的废水处理费用，可以带来约800万元的经济效益。

在固体废物处理方面，该企业实施了废催化剂再生和金属元素提取的资源化利用方案。通过再生技术，企业将废催化剂的活性恢复，重新用于生产过程中，减少了新催化剂的采购量。同时，企业还从废催化剂中提取了有价值的金属元素，如镍和钼，用于其他工业生产。根据企业的数据，固体废物处理系统的初期投资约为2000万元，但每年通过催化剂再生和金属元素销售，可以带来约600万元的经济效益。

综合来看，该企业在环保措施上的总投资约为1亿元，但每年通过资源利用率提高、排放和废物处理成本减少，以及副产品销售，可以带来约2400万元的经济效益。此外，环保措施的实施还提升了企业的社会形象和市场竞争力，吸引了更多的投资者和消费者，进一步增强了企业的经济效益。

7 优化环保措施以提高经济效益的策略

为了进一步提高渣油加氢装置的经济效益，企业可以采取多种策略来优化环保措施。技术创新是提高环保措施效率和经济效益的关键。企业应加大对环保技术的研发投入，开发和引进先进的废气、废水和固体废物处理技术。例如，采用更高效的脱硫和脱氮催化剂，可以提高废气处理的效率，减少化学试剂的使用量，从而降低运营成本。此外，开发新型的废水处理技术，如膜分离技术和高级氧化技术，可以提高废水处理的效率和水资源回用率，减少新鲜水的使用量。

管理优化也是提高环保措施经济效益的重要策略。企业应建立健全的环保管理体系，优化环保设施的运行和维护流程，提高设备的利用率和运行效率。例如，通过实施智能监控和自动化控制系统，可以实时监测环保设施的运行状态，及时发现和解决运行中的问题，减少设备故障和停机时间。此外，企业还应加强环保设施的日常维护和定期检修，延长设备的使用寿命，降低维护成本。

政策支持是推动企业实施环保措施的重要保障。企业应积极争取政府的环保补贴和税收优惠政策，降低环保设施的投资和运营成本。例如，通过申请政府的环保专项资金，可以获得部分环保设施建设的资金支持，减轻企业的财务压力。此外，企业还应关注国家和地方的环保政策动态，及时调整和优化环保措施，确保符合政策要求，避免因政策变化而带来的风险。

8 结论

综上所述，渣油加氢装置的环保措施对经济效益有着复杂而深远的影响。虽然实施环保措施需要大量的初期投资和增加的运营成本，但通过提高资源利用率、减少排放和废物处理成本，以及提升企业形象和社会责任，可以在长期内带来显著的经济效益。企业应通过技术创新、管理优化和政策支持，不断优化环保措施，提高经济效益，实现可持续发展。

参考文献：

- [1] 张博. 影响渣油加氢装置能耗的因素及节能优化措施 [J]. 山东化工, 2024, 53(03):191-193+196.
- [2] 韩成建. 加氢工艺和加氢技术分析 [J]. 化工管理, 2018(11):185-186.
- [3] 赵勇. 刘铁斌. 渣油加氢装置实现长周期运行的措施及应用 [J]. 当代化工, 2017, 46(07):1389-1392.
- [4] 娄金良. 渣油加氢装置运行中存在问题和解决措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023(1):115-117.