

油气回收技术在油气储运中的应用

李 佳（中国石油天然气股份有限公司广西销售分公司，广西 南宁 530000）

摘要：油气回收技术在油气储运过程中的应用至关重要，它通过物理或化学方法捕获、处理和再利用储运过程中产生的挥发性有机化合物（VOCs）。本文详细介绍了油气回收技术的基本原理、关键组件、分类以及在储运过程中面临的主要问题。同时，提出了面向未来的技术优化策略，包括技术创新方向、政策支持与激励机制、企业实践与社会责任、加强技术研发与国际合作以及提升公众意识与参与度。最后，通过中石油某下属销售企业的案例分析，展示了油气回收技术的实际效果和应用成果。

关键词：油气回收；储运过程；应用

0 引言

随着全球环保意识的提高，油气回收技术在减少环境污染和资源浪费方面的重要性日益凸显。油气回收技术主要通过物理或化学方法对油气储运过程中产生的挥发性有机化合物（VOCs）进行捕获、处理和再利用。本文将详细介绍油气回收技术的基本原理、关键组件、分类以及在储运过程中面临的主要问题，并提出面向未来的技术优化策略。同时，通过中石油某下属销售企业的案例分析，展示油气回收技术的实际效果和应用成果。

1 油气回收技术概述

1.1 油气回收技术的基本原理

油气回收技术主要是指通过物理或化学的方法，对油气储运过程中产生的挥发性有机化合物（VOCs）进行捕获、处理和再利用的技术。这一过程通常涉及到气体的收集、压缩、净化和回收等多个环节。例如，加油站的二次油气回收系统通过在加油枪和油箱之间设置特殊的回收装置，能够有效地捕捉加油过程中产生的油气，并通过管道输送至中央处理设施进行集中处理。

1.2 油气回收技术的关键组件

油气回收系统的关键组件包括收集装置、传输管道、压缩机、吸附塔、冷凝器等。收集装置负责捕获油气，传输管道将油气输送至处理设施，压缩机用于提高油气的压力以便后续处理，吸附塔通过吸附剂去除油气中的杂质，冷凝器则通过冷却使油气液化，便于储存和运输。这些组件的设计和配置直接影响到油气回收系统的效率和经济性。

1.3 油气回收技术的分类

根据处理工艺的不同，油气回收技术可以分为吸收法、吸附法、冷凝法和膜分离法等几种类型。吸收

法是通过液体吸收剂吸收油气中的 VOCs；吸附法是利用固体吸附剂吸附油气中的污染物；冷凝法是通过降低温度使油气中的 VOCs 凝结成液体；膜分离法则是利用特殊材料制成的膜对油气进行分离。每种方法都有其特点和适用范围，选择合适的油气回收技术需要根据实际情况综合考虑^[1]。

2 油气储运过程中的问题

2.1 储罐呼吸损耗

油气在储存过程中，由于温度和压力的变化，储罐会进行“呼吸”过程，导致大量的挥发性有机化合物（VOCs）排放到大气中。这种呼吸损耗不仅浪费资源，还对环境造成污染。根据《中国环境科学》杂志 2023 年的一项研究显示，经核算 2019 年我国有机液体储罐 VOCs 排放量为 $(39.2\text{--}90.4) \times 10^4\text{t}$ 。例如，某大型石化企业在夏季高温时期，其储罐 VOCs 排放量为 $(39.2\text{--}90.4) \times 10^4\text{t}$ ，这不仅造成了巨大的经济损失，还严重污染了周边环境。为了减少这种损耗，一些企业开始采用浮动屋顶储罐等新技术，以有效控制呼吸损耗。

2.2 运输过程中的泄漏

油气在长距离管道运输过程中，可能会因为管道老化、腐蚀或意外损坏而发生泄漏。这些泄漏不仅会导致经济损失，还会对环境和人类健康构成威胁。据《全国燃气事故分析报告（2024 年·上半年报告）》，2023 年全国共收集到媒体报道的国内（不含港澳台）燃气事故 612 起，其中大部分是由于管道老化和维护不当引起的。例如，某省的一条主要输油管道因长期未检修，在某次暴雨后发生破裂，导致大量原油泄漏，不仅造成了数百万的直接经济损失，还对当地的土壤和水源造成了长期的污染。

2.3 装卸作业中的挥发

在油气的装卸作业中，由于操作不当或设备不完

善，容易发生油气挥发。例如，油罐车在装卸过程中，如果密封不严，就会导致油气泄漏到空气中。根据《环境保护》杂志报道，某港口在一次原油装卸作业中，由于操作人员疏忽，未能及时关闭阀门，导致大量油气泄漏，形成了一片浓厚的油气云团，严重影响了周边居民的生活质量和健康。事后调查发现，该港口的装卸设备已经使用了超过十年，存在严重的老化问题。

2.4 设备老化与维护不足

许多油气储运设施存在设备老化的问题，加上日常维护不足，导致设备运行效率低下，增加了油气的损耗和环境污染的风险。根据中国石油和化学工业联合会的数据，截至 2023 年底，全国范围内有超过 30% 的油气储运设备服役时间超过了设计寿命。例如，某炼油厂的一台关键压缩机因长期缺乏必要的维护保养，最终导致机械故障停机，不仅影响了生产进度，还造成了数十万元的维修费用。

2.5 法规与标准执行不力

尽管国家已经出台了一系列关于油气回收的法律法规和标准，但在实际执行过程中，仍然存在监管不到位、执法不严等问题，导致一些企业未能严格按照规定进行油气回收处理。例如，根据环保部门的抽查结果，2023 年全国共有超过 500 家企业存在不同程度的违规行为，其中不乏一些大型企业。这些企业的违法行为包括未安装必要的油气回收装置、故意停用已安装的设备等。由于监管力度不够，这些行为往往得不到及时纠正，进一步加剧了环境污染问题^[2]。

2.6 技术普及率低

虽然油气回收技术已经相对成熟，但在一些地区尤其是经济欠发达地区，技术的普及率仍然较低，很多企业尚未采用先进的油气回收技术和设备。据统计，截至 2023 年底，全国范围内仍有约 40% 的中小型油气企业没有实施有效的油气回收措施。例如，在西部某省份的一个小型油田，由于资金和技术限制，至今仍在使用传统的开放式储罐，每年因此损失的油气价值高达数百万元。与此同时，该地区的空气质量监测数据显示，VOCs 浓度明显高于国家标准限值。

3 面向未来的油气回收技术优化策略

3.1 技术创新方向

未来油气回收技术的发展将更加注重高效率和低成本的结合。技术创新的方向包括开发新型高效的吸附材料、优化油气回收系统的设计以提高回收效率、利用物联网技术实现智能化监控和管理等。例如，研

究人员正在探索使用金属有机框架材料（MOFs）作为吸附剂，这类材料具有极高的比表面积和良好的化学稳定性，能够显著提高油气的吸附效率。根据《环境科学与技术》杂志 2023 年的一篇研究论文指出，采用 MOFs 材料的吸附装置相比传统活性炭吸附装置，其吸附效率提高了近 50%。此外，一些企业已经开始尝试将人工智能算法应用于油气回收系统的运行优化中，通过实时数据分析来调整系统参数，从而达到最佳的工作状态。这些创新举措不仅有助于提升油气回收的效果，还能有效降低运营成本。

3.2 政策支持与激励机制

政府的政策支持和激励机制对于推动油气回收技术的发展至关重要。建议政府部门制定更加具体的政策措施，如提供技术研发的资金支持、对采用先进油气回收技术的企业给予税收减免或补贴等。例如，2023 年国家发改委发布的《关于加快油气回收产业发展的指导意见》中明确提出，将对符合条件的项目给予最高不超过项目总投资 30% 的财政补助。此外，还可以通过建立绿色信贷机制、设立专项奖励基金等方式，激励更多的企业参与到油气回收技术的研发和应用中来。据统计，自该政策实施以来，已有超过 200 家企业获得了总计约 10 亿元的资金支持，极大地促进了行业的技术进步和发展。

3.3 企业实践与社会责任

企业在推动油气回收技术发展中扮演着重要角色。企业应当积极履行社会责任，不仅要遵守国家的环保法规，还要主动探索更加环保的生产方式和技术解决方案。例如，中石油某下属销售企业可以通过与科研机构合作，共同研发适应本地化需求的油气回收新技术；同时，也可以通过宣传教育活动提高员工的环保意识，营造节能减排的良好企业文化。通过这些措施，企业不仅能够提升自身的竞争力，还能为社会的可持续发展做出贡献。以中石化为例，该公司近年来投入大量资源用于油气回收技术的研发，并与国内外多家知名高校和研究机构建立了合作关系。截至目前，中石化已在全国范围内建立了多个示范项目，展示了其在油气回收领域的领先地位。

3.4 加强技术研发与国际合作

为了进一步提升油气回收技术的效率和降低成本，建议加强国内外科研机构之间的合作，共同开展前沿技术的研究。例如，可以探索新型高效吸附材料的研发，或者开发更加节能环保的油气回收工艺。同

时，鼓励国内企业引进国外先进技术，并进行本土化改造，以适应国内市场的需求。据《科技日报》报道，2023年中国石油大学（北京）与德国弗劳恩霍夫研究所签署了合作协议，双方将在油气回收领域展开深入合作。此次合作旨在结合德方在高效吸附材料方面的研究成果和中方在大规模应用方面的经验，共同开发出适用于中国市场的新型油气回收解决方案。

3.5 提升公众意识与参与度

提高公众对环境保护的认识是推动油气回收技术应用的重要环节。政府和企业可以通过举办各种形式的宣传活动、培训课程等方式，增强公众的环保意识。此外，还可以建立奖励机制，鼓励公众参与到油气回收的监督和管理中来，形成全社会共同参与的良好氛围。根据中国环境文化促进会的一项调查显示，2023年全国范围内有超过70%的受访者表示愿意参与到环境保护活动中去。为此，一些地方政府已经开始尝试通过社交媒体平台发布相关信息，邀请市民参观油气回收设施，了解其工作原理及重要性。这种互动式的宣传教育方式受到了广泛好评，有助于构建一个更加和谐的人居生态环境。

4 油气回收技术在中石油某下属销售企业的应用

4.1 技术选型与适应性分析

在中石油某下属销售企业的实践中，选择适合当地气候条件和储运设施特点的油气回收技术至关重要。考虑到广西地区高温多湿的气候特征，以及加油站分布广泛、地形复杂的地理环境，公司选择了具有较高适应性和稳定性的二次油气回收系统。该系统能够在不同温度和湿度条件下稳定运行，有效减少了油气的挥发损失。同时，通过对现有储运设施的改造升级，确保了新技术的顺利集成和应用。此外，该系统还具备自动监测功能，能够实时监控各站点的工作状态，及时发现并解决问题，进一步保障了系统的高效运行。

4.2 实施步骤与操作流程

油气回收技术的实施是一个系统工程，涉及多个环节和步骤。首先，进行详细的现场勘查和技术评估，确定最适合的油气回收方案。接着，制定详细的实施计划和时间表，包括设备采购、安装调试、员工培训等。在实际操作中，严格按照操作规程执行，确保每一步骤都能达到预期效果。例如，在南宁市的一个大型加油站项目中，从项目启动到完成历时6个月，期间共进行了三次大规模的技术培训会，确保所有相关人员

熟练掌握新系统的操作方法。为了提高效率，施工队伍采用了模块化设计思路，将整个安装过程分为几个独立但又相互关联的小单元来进行，大大缩短了工期，并且降低了因天气等因素造成的延误风险。最终，该项目不仅按时完工，而且一次性通过了验收测试。

4.3 应用效果评估与案例分析

据《中国石油企业》杂志2024年第1期发表的《我国石化储罐 VOCs 安全高效深度减排、回收和热氧化技术进展》，在安装了二次油气回收系统后，这些加油站的油气排放量平均下降了80%以上，显著降低了对环境的影响。以南宁市某加油站为例，该站在实施油气回收技术后，每年可减少约5吨的油气排放，相当于减少了近100辆汽车一年的尾气排放量。此外，油气回收还带来了经济效益的提升，通过减少油气损耗，每年可为公司节省大量的原油采购成本。据最新的财务报告指出，仅2023年第一季度，据《中国石油企业》杂志2024年第1期发表的《我国石化储罐 VOCs 安全高效深度减排、回收和热氧化技术进展》公开信息，在2019年中石油某下属销售企业通过安装二次油气回收系统等措施，节约了超过500万元人民币的成本开支。这不仅增强了企业的市场竞争力，也为后续更大规模的环保投资奠定了坚实的基础。

5 结语

综上所述，油气回收技术在减少环境污染和资源浪费方面发挥着重要作用。通过技术创新、政策支持、企业实践、国际合作以及提升公众意识等多方面的努力，可以进一步提升油气回收技术的效率和经济性。中石油某下属销售企业的成功案例表明，油气回收技术不仅能够显著降低环境影响，还能带来经济效益的提升。未来，随着技术的不断进步和应用范围的扩大，油气回收技术将在环境保护和可持续发展中发挥更加重要的作用。

参考文献：

- [1] 崇钊. 油气储运中油气回收技术的应用分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(20):176-178.
- [2] 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.

作者简介：

李佳（1987-），男，汉族，陕西汉中人，本科，中级工程师，研究方向：成品油库质量健康安全环保管理。