

石油行业中油气回收技术的经济效益分析与决策支持

姚玉平（中国石油天然气股份有限公司甘肃酒泉销售分公司，甘肃 酒泉 735000）

摘要：在当今能源紧缺与环境保护日益受到重视的背景下，石油行业中的油气回收技术显得尤为重要。这项技术不仅关乎资源的有效利用，更直接影响到企业的经济效益和环保责任。油气回收，旨在减少在石油开采、炼制、储运过程中油气的挥发与泄漏，它既是节能减排的重要手段，也是提升企业经济效益的有效途径。本文旨在深入探讨石油行业中油气回收技术的经济效益，通过对比分析不同技术的成本投入与收益回报，力求为石油行业的可持续发展贡献智慧。

关键词：石油行业；油气回收技术；经济效益；决策支持

0 引言

随着科技的进步，油气回收技术不断革新，从冷凝、吸附、分离到吸收等多种方法的应用，都为石油行业带来了革命性的变革。这些技术的运用不仅降低了环境污染，更为企业节约了成本，提高了资源利用率。然而，如何在众多的油气回收技术中选择最适合本企业的方案，如何评估其经济效益，并据此作出科学的决策对于石油企业管理而言尤为关键。

1 石油行业中油气回收技术的经济效益分析

1.1 油气回收技术的成本与收益

油气回收技术的经济效益首先体现在其成本与收益的对比上。在实施油气回收技术时，企业需要投入一定的成本，包括设备购置、安装调试、运行维护以及人员培训等费用。这些成本虽然初期投入较大，但长远来看，油气回收技术带来的收益将远超这些成本。收益方面，油气回收技术能够显著降低油品在储存、运输过程中的损耗，提高资源利用效率。这些回收的油气可以再次利用，从而增加企业的经济效益。

此外，油气回收还能减少环境污染，降低企业因环保问题而可能面临的罚款或治理成本，这也是一种隐性的经济收益。经有资质的第三方现场采样检测：新安装的1台500型油气回收设备经有资质的第三方对回收率检测，进口浓度均值 $46.4\text{g}/\text{m}^3$ ，出口浓度均值 $1.71\text{g}/\text{m}^3$ ，处理率达到96.3%，随着地区季节性变化和温度差异经测算1000升汽油平均收益率达到 $0.6\%-0.8\%$ 。

1.2 油气回收技术的环境效益与经济效益的双赢

油气回收技术带来的环境效益与经济效益双赢局面，正是当前推动绿色发展和可持续性的重要实践。随着全球环境问题的日益突出，减少油气排放、提高资源利用效率已成为石油行业不可回避的责任。

环境效益方面，油气回收技术显著降低了挥发性有机物(VOCs)的排放，这些物质对大气环境有着潜在的危害。通过回收技术，不仅减少了空气污染，还为改善区域空气质量做出了实质性贡献。此外，减少油气挥发还有助于缓解全球气候变化，因为这些挥发的油气中含有温室气体，其减排对于减缓全球变暖具有重要意义。经济效益上，油气回收技术为企业节约了成本。原本会挥发到空气中的油气被有效回收，意味着更少的原材料浪费，这对企业而言是直接的经济效益。

同时，随着环保法规的日益严格，采用油气回收技术的企业能够更好地符合法规要求，避免因违规排放而面临的罚款和法律纠纷。此外，采用这项技术还能提升企业形象，展示企业对环保责任的积极担当。在消费者日益关注企业社会责任和环保问题的今天，这样的形象提升无疑会转化为市场竞争中的优势。

1.3 油气回收技术的市场潜力与长期回报

油气回收技术的市场潜力与长期回报在当前全球能源和环保的大背景下，显得尤为重要。随着全球能源需求的持续增长，油气资源的开采和利用成为各国经济发展的重要支撑。然而，在开采、运输和储存过程中，油气的泄露和挥发问题也日益突出，这不仅造成了资源的浪费，更对环境产生了不小的压力。在这样的背景下，油气回收技术的市场潜力得以凸显。越来越多的国家和地区开始制定严格的油气排放标准，对油气行业进行环保监管。这无疑为油气回收技术提供了巨大的市场空间。

企业为了满足这些环保要求，必须寻求有效的油气回收解决方案，这直接推动了油气回收技术的需求增长。从长期回报的角度来看，油气回收技术为企业带来的不仅仅是短期的成本节约。更重要的是，它有

助于企业在长期竞争中获得优势。采用油气回收技术的企业，在资源利用效率、环保性能等方面都将显著提升，这无疑会增加企业的市场竞争力。同时，随着技术的不断进步，油气回收的效率和效果也将持续提高，为企业带来持续的成本节约和环保效益。油气回收技术的创新和发展还将为企业开辟新的商业机会。例如，研发更高效的油气回收设备和优化相关技术流程，不仅可以提高企业的运营效率，还有可能引领行业技术革新，从而在市场中占据领先地位。

2 常见的油气回收技术类型

2.1 油气回收原理及活性炭再生工艺

油库或炼化板块，油库在给油罐车付油过程中，原空油罐里的油气和空气与装载的液态产品挥发的油气相混合，随着液体注满空的油罐车，液体把空气和油气从油罐车顶部挤出，在微正压的作用下，通过油气回收管道进入集气管道系统后流入气液分离罐，气液分离罐将油气中的液态油品分离出来，分离出来的液态油达到一定的液位后用泵将液态油抽回油罐，之后完全不带液体的油气流入油气回收装置。

进入油气回收装置吸收塔后，油气与吸收塔喷淋下来的液态油溶解吸收，剩余未被吸收的油气进入两个吸附罐其中的一个，每个吸附罐内都装填有活性炭，活性炭具有很大的比表面积，每公斤活性炭的饱和吸附量多达0.5kg的轻烃组分。油气流经活性炭时，油气中的轻烃组分绝大部分被活性炭吸附，剩余微量未被吸附的轻烃与空气，从吸附罐的顶部达标排放，随着活性炭吸附油气量的增加，活性炭逐渐达到额定吸附量后，必须进行再生，以继续发挥吸附作用。

吸附达到设定时间后，系统自动切换到另一个吸附罐继续吸附油气，启动真空泵，对完成吸附的吸附罐进行抽真空，打破活性炭与轻烃组分之间的吸附力，将轻烃组分从活性炭中释放出来，经真空泵输送到吸收塔中部，轻烃组分会不断向上运动，同时通过供油泵将库区汽油储罐内的汽油送入吸收塔顶部喷淋，两种介质经过比表面积非常大的填料层均匀分配，充分接触，轻烃组分不断的被汽油溶解吸收，吸收油气后的汽油被回油泵输送回汽油储罐内，达到油气回收的目的。剩余少量未被吸收的油气，从吸收塔顶部通过工艺管线，回到吸附罐，进行二次吸附。

吸附罐解吸再生完成后，进行破真空作业，将空气引入吸附罐，使吸附罐逐步的恢复至常压，完成再生流程。此时正在进行吸附油气的吸附罐，已完成吸

附流程，两个吸附罐进行切换，将完成真空解吸再生的吸附罐投入吸附油气作业，对吸附完成的吸附罐进行真空解吸再生，从而实现活性炭吸附、解吸再生的连续作业。

2.2 冷凝技术

冷凝技术作为油气回收的重要手段，其原理和应用值得深入探讨。该技术核心在于通过降低油气温度，使其逐渐转化为液态，从而实现油气分离，确保排放到外部环境的气体安全性。油气回收中，冷凝技术的选择通常针对高浓度油气的回收或减排场景。其工作原理基于蒸气压力差，通过调节温度和环境条件，使烃化合物（碳氢）达到过饱和状态。随后，经过一系列冷却降温程序，油气温度降至液态点，从而转化为液体油进行回收。经冷凝技术处理后的排出气体，与冷凝前的油气相比，更加清洁环保。

在实际应用中，冷凝处理装置的温度下限受多种因素影响，包括油气总挥发量、油气成分、尾气浓度值以及油气回收标准等。这些因素共同决定了冷凝技术的处理效果和适用范围。冷凝处理装置的使用过程包括制冷的预备阶段、机械运作阶段以及液氮处理阶段等多个工序。在各个阶段中，需要配备相应的处理装置以确保处理效果。特别是机械运作装置的温度标准与装置类型密切相关。例如，具备同时处理深冷和浅冷功能的装置，其温度范围通常处于-70℃至39℃；而单级功能的装置温度则处于-30℃至5℃。对于液氮装置，由于其具有极冷的处理效果，温度可低至-186℃，因此在特定场景下具有显著优势。冷凝技术的应用还涉及到设备的选型、布局以及操作维护等多个方面。企业在实际应用中，需综合考虑自身需求、场地条件、成本预算等因素，以选择最合适的冷凝技术方案。

2.3 吸附技术

吸附技术作为油气回收领域的一项重要技术，以其高效、环保的特点受到广泛关注。该技术主要利用吸附剂的特性，将油气中的油质与空气有效分离，从而实现油气的回收与再利用。其中，硅胶、活性炭等是常用的吸附剂，它们在油气回收过程中发挥着关键作用。以活性炭为例，当油气通过吸附装置时，活性炭凭借其多孔结构和巨大的比表面积，能够迅速吸附油气中的油分子。随着油分子的不断聚集，活性炭的吸附能力逐渐达到饱和。此时，通过减压技术使油分子集体脱附，再经真空装置过渡到油气回收系统进行

液态处理。

这一过程中，活性炭不仅实现了油气的有效回收，还保证了回收油气的纯净度。硅胶等材料的吸附原理与活性炭类似，它们主要针对油气进行吸附，而空气则很难被吸附于本体。因此，在油气回收过程中，多余的气体会从尾管排出并进入回收系统再利用，从而提高了油气回收的效率和资源利用率。在实际应用中，吸附装置内部会添置活性炭或具有专门吸附能力的处理装置。当油气进入装置内部时，会迅速被活性炭吸附并附着于显要位置。

随着回收的进行，装置会释放出相应的纯净空气，这些气体经由吸附装置的上方排出并进入外部空气层。这一过程中，活性炭的吸附量是有限的，需要在合适时机启动其他炭床继续回收。当回收一定量时，借助真空泵或其他设备将油气抽出炭床，实现炭床的循环使用。真空泵另一端连接的吸附器在油气回收过程中也发挥着重要作用。油气被抽到吸附器底端并聚集成堆后，吸附器顶端会自上而下喷洒正常油与吸收的油气合为整体。这一过程中，七至八成的油气与正常油体能够充分融合，产生的废弃油气再回到吸附装置内重复以上运作。这不仅提高了油气回收的效率，还降低了废弃油气的排放，实现了环保与经济效益的双赢。

2.4 分离技术

在油气回收领域，分离技术特别是膜分离技术，已经成为一种高效且先进的方法。该技术主要依赖于高分子膜材料的独特性质，实现油物质与油气的有效分离。这一技术的核心原理是利用高分子膜的强渗透性，以及通过施加压力产生的分离压力差，使油物质能够优先附着于膜材料并随后脱落进入回收系统，而油气中的空气则被完好地保留并排入大气层。膜分离技术的工艺流程清晰且简易，相较于其他油气回收技术，其在回收效率和排气浓度方面表现出更高的优越性。这种技术能够确保回收后的油气排放浓度更加符合大气环保标准，从而在满足工业需求的同时，也有效地保护了环境。

在应用膜分离技术时，必须采取严格的安全措施，确保操作过程的安全性。高分子膜材料的投入成本高且使用期限相对较短。这使得膜分离技术在经济上可能不如其他技术那么有优势。为了降低成本和提高材料的使用寿命，科研人员和工程师们正在努力研发新型的高分子膜材料以及优化现有的回收工艺。

3 石油行业中油气回收技术的决策支持

3.1 技术选择与评估

在技术选择阶段，企业应组建专业的技术评估团队或通过第三方咨询机构，以确保评估的专业性和客观性。评估团队需要对市面上主流的油气回收技术进行系统的研究，掌握各种技术的核心特点和优势。除了技术本身的特性，企业在评估过程中还需充分结合自身的实际情况。例如，企业的处理规模、预算限制以及操作维护能力等，都是影响技术选择的重要因素。如果企业处理规模较大，就需要选择能够承受高负荷、高效率的油气回收技术；而如果企业预算有限，则需要在保证技术性能的同时，尽可能选择成本较低的技术方案。

企业需要通过详细的成本效益分析，预测不同油气回收技术的投资回报率。这包括技术的初始投资成本、运行维护费用以及预期的经济效益等。通过对比不同技术方案的优劣，企业可以更加明确地选择出最具经济效益的技术。企业需要评估技术实施后对环境质量的影响，确保所选技术不仅符合企业的经济利益，也能满足社会的环保要求。这包括技术处理过程中产生的废弃物、排放物是否符合环保标准，以及技术是否能有效降低环境污染等。

3.2 风险管理与应对策略

在决策过程中，企业必须制定完善的风险管理计划。这包括识别潜在的技术风险、操作风险、市场风险以及法规风险等，并针对这些风险制定具体的应对策略。例如，技术风险可能源于技术本身的不成熟或不稳定。为了降低这种风险，企业可以在小范围内进行试点项目，通过实际操作来检验技术的可行性和稳定性。同时，建立健全的操作规程和安全管理制度，确保油气回收设施的安全运行。对于市场风险和法规风险，企业应密切关注行业动态和政策变化，及时调整经营策略和技术方案。此外，通过多元化合作和供应链整合，企业可以分摊风险，提高整体抗风险能力。

4 结束语

通过对石油行业中油气回收技术的深入分析和经济效益评估，这项技术不仅具有显著的环保效益，更能为企业带来可观的经济回报。合理的技术选择与应用，不仅能够提升企业的市场竞争力，也是实现企业社会责任与经济效益双赢的关键。在未来的发展中，油气回收技术将持续进步，为石油行业的绿色发展注入新的活力。