

# 油气集输系统节能减排措施及经济效益分析

王安达（中海石油（中国）有限公司天津分公司，天津 300459）

**摘要：**随着石油和天然气之类的石化能源消耗越来越多，环境污染问题变得愈发严重。油气集输系统如果能大幅削减二氧化碳、一氧化碳这类有害气体排放量，就可以使能源成本显著下降，运维效率全面提升，资产生命周期也能延长。本文从技术和管理角度探讨节能减排的模式，工艺优化、设备更新换代、智能控制等诸多方面都被纳入技术改进方案中。研究表明，依靠技术与管理措施协同发力，就能实现经济效益和环境效益双赢的局面。

**关键词：**油气集输系统；节能减排；成本降低；经济效益

中图分类号：F425

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）015-0076-03

## Energy saving and emission reduction measures and economic benefits analysis of oil and gas gathering and transportation systems

Wang Anda (CNOOC (China) Co., Ltd. Tianjin Branch, Tianjin 300459, China)

**Abstract:** With the increasing consumption of petrochemical energy such as oil and natural gas, environmental pollution has become increasingly serious. If the oil and gas gathering and transportation system can significantly reduce the emissions of harmful gases such as carbon dioxide and carbon monoxide, it can significantly reduce energy costs, comprehensively improve operation and maintenance efficiency, and extend the asset lifecycle. This article explores the modes of energy conservation and emission reduction from the perspectives of technology and management. Many aspects such as process optimization, equipment upgrading, and intelligent control have been included in the technical improvement plan. Research has shown that relying on the synergy of technology and management measures can achieve a win-win situation for both economic and environmental benefits.

**Keywords:** oil and gas gathering and transportation system; conserve energy ,reduce emissions; Cost reduction; economic benefits

### 1 油气集输系统的排放状况

油气集输系统在生产过程中，对环境的污染主要来自两个方面，一是运输过程中的废气排放，二是储气罐、油罐等容器的泄漏。该系统的废气排放主要包括二氧化碳、一氧化碳、亚氮氧化物、硫化氢、甲烷等有害气体。而储气罐、油罐等容器泄漏所产生的挥发性有机物（VOC）同样也会对环境造成较大的污染。油气集输系统的排放量主要受到以下几个因素的影响：生产过程中的能耗、输送距离、运输方式、储存方式、管道材料、运维管理等。一般情况下，生产过程中的能耗越高，油气集输系统的排放量也就越多。输送距离的远近对排放量的影响也非常明显，输送距离越远，该系统的排放量也就越大。在影响油气集输系统排放量的多个因素里面，运输形式和储存形式都占有一席之地，油罐车和油轮这些交通运输工具常常带来更多的废气排放，此类方式存在密闭性不严的问题，储存方式如果不合适，容器里的有害气体就可能发生泄漏，从而引发环境污染问题，以上情况都会对整体环保状况产生影响。

### 2 油气集输系统节能减排的技术措施

#### 2.1 系统优化设计技术

油气集输系统在能源供应环节中占据重要地位，优

化设计技术已被认为是削减能源耗损和废气排放的关键手段之一，尤其是针对大型油气企业而言，实际运行过程中通常伴随着大量的废气生成与能量耗散问题，因此如何实现最大程度的能源节省以及减轻环境承载压力，成为了一个格外显著且迫切需要解决的问题。

系统优化设计技术涵盖多个方面：

在油气采集、传输以及加工的过程中，工艺优化覆盖多个层面，工艺优化目前已成为研究中的重点所在，通过剖析与评估工艺流程来进行优化设计，不仅能够削减成本，还可利用物料选择与加工工艺等方法对产品加以优化，不同工艺流程均能被纳入优化的考虑范围。在采集阶段使用压缩等方式能够提升能源使用效率，合理调节油气流量与压力，减少废气排放和能耗，在整个过程中能量消耗及废气排放量也可随之降低，而在传输期间，压力损失与能源耗费也会相应得到削减。加工环节中的原油脱水脱气处理工艺优化及其运用便是较为典型的成功案例：首先对设备结构做出改进，增设沉降池、提升分离塔高度且缩小直径，聚丙烯酰胺（PAM）、盐酸酰胺这类新型助剂也投入使用，使旧工艺存在的一些情况得以应对。其次，经由改进操作控制方案、调整参数等办法，脱水率与脱

气率获得提高的同时，设备正常稳定运行的状态被维持住。再次，像陶瓷或者聚合物之类的材料在其中发挥效用，这样以来油汽混合物于场地内的分离时长能够延长，设备表面遭遇覆膜或者是堵塞的现象得以削减，同时耐腐蚀性、耐磨损能力以及使用寿命也实现一定程度的增长，进一步抬高了工艺效率。最后，采用膜分离技术、超声波技术以及离子交换技术等优化工艺，不但能提高效率与脱水脱气效果，运行的安全稳定性也得到了保障，生产成本大幅下降。

## 2.2 节能设备应用技术

首先，油气输送泵这类区域要达成能源精准集输以及碳排放严格把控，采用节能低碳设备便成为重要途径。例如在油气管道方面，先进低能耗高效率泵类被应用以后，对其流动过程进行实时监控与调节的操作也得以开展，现代化流量计和压力控制设备也被投入使用。

其次，监管与管控机制如果能够更趋严格，废气排放治理水平便可能得以提升。例如在气体储运环节中，压缩机气体排放问题显得相对严重，此时运用先进的净化装置，则超标排放废气的现象能够大幅降低。高效净化设备引入之后，废气可以得到精准控制以及污染物减排。

要达成节能减排的目标，必须把生产以及外输工作区域的水文气象条件以及温度、气压和湿度等各类自然环境因素都纳入考量范围进行整体权衡，节能减排设备的应用需要按照具体的情况来挑选并组合使用。就压缩机的选择而言，基本的工作压力、气体介质和流量需求等因素是绕不开的，这种情况下才能选出最适宜的节能型压缩机。依据现实状况选择恰当的节能设备是极为关键的一个环节，唯有将节能设备的选择与实际情形结合起来，才能够使其应有的作用得到发挥。

## 2.3 智能控制技术

智能控制技术可称为油气集输系统节能减排的关键技术之一，也是油气集输系统的自动监测与控制才得以达成的基础。智能控制技术可以实现动态能耗预测以及运行调度，数据采集工作交给传感器、仪器仪表，计算与控制任务则留给自动化控制系统，促使油气集输系统在控制层面的智能化和自动化水平提升，人为监测与操作时产生的误差失误不复存在，从而带动提升油气集输系统的运行效率和能源利用效率得到了提升。

智能控制技术应用范围内，其硬件组部分则覆盖了传感器、执行机构和自动控制装置等方面，其中传感器在这一技术中占据了格外重要的地位，包括温度传感

器、压力传感器、流量传感器以及水位传感器等类型，这些传感器能够对油气集输系统的运行状态进行实时检测。智能控制技术所涉及的软件部分包含智能优化控制算法、数据库以及控制系统软件等内容，数据经传输到计算机后即进入到自动化计算及控制环节。

智能控制技术在油气集输系统中得到应用之后，实现了对系统运行的实时监测、自动化管理以及优化操作，运行数据的采集与分析任务也被这一技术所完成。随着技术的持续发展，其重要性日益显现，在未来油气集输系统的建设和改造环节中，节能减排策略能够因此而合理设计并实施。

## 3 油气集输系统节能减排的管理措施

首先，建立节能减排体系。其核心是信息和数据的收集、分析和评价，对企业现有能源利用情况的规划和流程控制。在建立节能减排体系时，要明确定义目标和指标，规划好行动计划，对各个部门进行明确的职责分工和任务划分。此外，应采用有效的信息管理系统，了解和跟踪企业能源使用情况，及时掌握数据、提取信息，并对相关部门进行绩效评价。

其次，采用先进技术。在原油脱水处理方面，静态电场脱水（SEDD）技术是近年来发展非常迅速的一种技术。SEDD技术利用静电场原理，在一定电场条件下使水沉积，减少掺杂在原油中的水分。与传统的重力沉降相比，SEDD技术具有更快的处理速度、更高的处理效率和更小的空间占用。对于含水率大于5%的原油，采用SEDD技术处理是十分合适的。除了SEDD技术之外，薄膜分离技术也是当前的主流脱水技术之一。薄膜分离技术是通过在原油中引入特殊的过滤膜，利用压力差将水从原油中分离出来。一般来讲，通过薄膜分离技术处理过的原油含水率能够保持在2%以下，是非常优秀的处理效果。而且，薄膜分离技术还可以针对不同种类的原油进行灵活调整，使得处理效率更加优化。

在原油脱气工艺方面，目前广泛采用的是气浮法和分子筛吸附。气浮法是利用气升力将气泡从底部带到液相表面，达到分离气体的效果。这种工艺操作简便，能够处理大量的原油气体，适用于处理含有大量气体的原油。而分子筛吸附则是利用特定的物质，将气态组分在分子筛表面吸附，以达到去除有害气体的目的。

再次，注重评价和评估，通过合理的分析，找出节能减排的主要问题和瓶颈，制定有效的监测措施，及时采取纠正和改进措施。油气行业通常采用经济评价和能耗评估来检测和改进能源有效利用率，用以开展节能减排方案的制定。在实施评价评估时，应把

重点放在使用状况的详细记录和基于此发现的节能措施。

最后，要建设绿色可持续发展性型集输系统，为企业的发展提供稳定的生态和自然资源环境。企业在节能减排方案中应该重视环境问题，把绿色可持续发展性建设纳入重点关注方向。不仅应改造生产流程，优化能源和物料利用效率，更重要的是应确保环境质量的稳定和改善。企业发展必须要考虑到自身的外部环境，这样才能在未来的发展过程中具有可持续性。

#### 4 油气集输系统节能减排经济效益分析

油气集输系统的节能减排实践不仅是生态文明建设的必然要求，更是企业实现降本增效、提升核心竞争力的关键路径。通过技术革新与管理优化的协同推进，可在能源成本控制、生产效率提升、资产生命周期管理等多个维度产生显著经济效益。本节从技术措施、管理措施及综合效益三个层面展开系统性分析。

##### 4.1 技术措施的经济效益

工艺流程优化通过对能源利用方式重新构建，成本降低与效率提升得以实现，单位输量能耗有显著下降，压力波动缩减后管道应力损伤的缓解变得明显，年度维护开支大幅度减少，设备运行负荷被拉低，机械密封和轴承这类关键组件的寿命得到延展。以原油集输系统为例，传统工艺存在多级加热状况导致热能损耗严重。这种改良不仅直接削减了燃料消耗带来的成本支出，更重要的是当采用密闭输送结合变频调速的优化措施之后，大修次数及全生命周期维护费用都间接减少。

节能设备的应用展现出显著的边际效益递增特性。高效离心泵替代传统机型后，电机功率需求显著降低，单位电耗大幅下降。由于电力成本占集输系统总运行成本的近半数，这一改进直接转化为每年数百万千瓦时的电量节省。当多台高效泵组成智能泵站并通过变频协同控制实现流量动态匹配时，系统整体效率提升产生规模效应。

智能控制系统通过实时数据采集与动态优化算法创造增值空间。典型的SCADA系统集成温度、压力、流量等多参数传感网络，配合专家决策模块可实现燃烧器空燃比自适应调节，使加热炉热效率稳定维持在较高水平，较人工调节模式显著提高。管道泄漏预警准确率极高，大幅减少抢修作业导致的停工损失。

##### 4.2 管理措施的经济效益

节能减排体系的建立通过规范化管理创造多重价值。三级减排体系的实施使企业能够精准识别“跑冒滴漏”环节。某石油公司通过能源精细化管理发现，阀门内漏导致的天然气损耗占总用量的15%比例，整

改后年节约成本超百万元。基于PDCA循环的能源精细化管理机制促使员工节能意识显著增强，操作失误率明显下降，间接提高设备利用率。

定期能源评估犹如企业的“能源体检”，其经济效益体现在多个维度。某油田通过第三方评估发现加热炉排烟温度超标问题，投资更换高效翅片管后，年节约天然气消耗折合人民币超百万元，投资回收期极短。全方位的评估揭示的工艺瓶颈，为企业制定技术整改和革新提供依据。某石油集输管道公司通过热力计算发现局部保温层破损导致年散热损失显著，据此制定的分段保温方案使温降速率明显降低，输送能力大幅提升。

#### 4.3 综合效益分析

油气集输系统的节能减排效益呈现典型的“飞轮效应”。工艺优化与设备升级在投产后短期内即可通过能耗下降回收投资。挪威国家石油公司数据显示，典型改造项目的静态投资回收期集中在合理区间。随着智能控制系统的深度应用，系统运行效率以稳定速度持续提升，形成“效率提升→成本下降→研发投入增加→技术迭代加速”的良性循环。通过CCUS技术耦合、氢能管道改造等前瞻性布局，企业可抢占未来能源转型的技术制高点。

#### 5 结语

综上所述，随着社会经济的不断发展和能源消耗的增加，油气集输系统的节能减排已经成为行业发展的主要议题。在实际操作中，需要对油气集输系统的具体情况进行分析和研究，并根据实际情况综合考虑，采用多种手段互相配合，才能取得最佳的节能减排效果。在未来的研究工作中，需要注重理论和实践相结合的原则，提出具有实践意义的建议和措施，不断完善油气集输系统节能减排工作。

#### 参考文献：

- [1] 张楠.油气集输系统节能措施探讨[J].石化技术,2017;191.
- [2] 孙渡海.油气集输系统节能减排措施研究[J].化学工程与装备,2018.
- [3] 侯世珍,游丽英.油气集输系统节能减排措施研究[J].科学与财富,2016.
- [4] 朱梦影,董彩虹,张迪.油气集输系统节能研究进展[J].当代化工,2014;149-152.
- [5] 金涛,胡俊.油气集输系统节能减排措施研究[J].石化技术,2021,028(010):37-38,30.

#### 作者简介：

王安达（1989-），男，汉族，浙江慈溪人，本科学历，中级工程师，研究方向：石油工程，防灾减灾。