

绿色采油工艺在集输井站中的集成应用及环保效益

王作伟

辽河油田分公司曙光采油厂基建管理部

DOI：10.32629/jpm.v7i7.8996

[摘要] 本文旨在探索绿色采油工艺在集输井站中的集成应用及其环保效益，以应对当前石油行业日益严格的环保要求。通过案例分析及实地数据收集等方法，对绿色采油工艺进行系统研究。研究发现，节能型及环保型采油工艺在集输井站中的集成应用显著优化了能源利用并减少了污染排放。这些工艺应用使得集输井站能耗降低 20%，污染物排放量减少 30%，同时提高资源利用率。本文为石油行业的绿色转型提供重要的理论与实践依据，展示绿色采油工艺在集输井站中的广阔应用前景。

[关键词] 绿色采油工艺；集输井站；集成应用；环保效益

Integrated Application and Environmental Benefits of Green Oil Production Technologies in Gathering and Transportation Wells Stations

Wang Zuowei

Infrastructure Management Department, Shuguang Oil Production Plant, Liaohe Oilfield Branch

[Abstract] This study investigates the integrated application of green oil production technologies in gathering and transportation wells stations and their environmental benefits, addressing the increasingly stringent environmental requirements in the petroleum industry. Through case analysis and field data collection, a systematic evaluation of these technologies was conducted. The findings demonstrate that energy-efficient and environmentally friendly oil production methods significantly optimize energy utilization and reduce pollutant emissions at these facilities. Their implementation has lowered energy consumption by 20%, reduced pollutant emissions by 30%, and enhanced resource efficiency. This work provides crucial theoretical and practical foundations for the green transformation of the petroleum industry, highlighting the broad application potential of green oil production technologies in gathering and transportation well stations.

[Key words] Green oil recovery technology; Gathering and transportation well stations; Integrated application; Environmental benefits

引言

当前，石油行业采油工艺的技术革新与优化成为提升生产效率、保障能源供应的关键。然而，伴随着环保意识的增强以及环保法规的日益严格，传统采油工艺面临诸多挑战。尤其是在集输井站环节，作为油田开发的重要节点，其运行效率与环保性能直接关系到整个采油项目的可持续性。传统采油工艺在集输井站中的应用仍存在显著环保问题。例如，在油气集输过程中，由于设备老化或操作不当，往往导致能耗居高不下，同时伴随大量的污染物排放，包括油气泄漏、废水废气排放等。这些问题不仅对生态环境造成严重威胁，还可能影响企业的社会责任形象与经济效益。此外，部分油田企业在集输井站管理中未能充分重视绿色理念的融入，导致资源浪费与环境污染问题难以得到有效遏制，因此，研究绿色采油工艺在集输井站中

的集成应用及其环保效益，对于解决上述问题具有重要意义，不仅是技术发展的必然趋势，也是应对环境保护需求的迫切要求。

1. 绿色采油工艺概述

1.1 绿色采油工艺类型

1.1.1 节能型采油工艺

节能型采油工艺以降低能源消耗为核心目标，通过优化采油过程的技术手段实现高效生产。智能间抽技术是一种基于物联网和大数据分析的节能工艺，其原理在于通过对油井生产数据的实时监测与分析，动态调整抽油机的运行参数，从而减少无效抽油时间，降低电能消耗。该技术适用于低产液量油井，尤其在油藏压力较低或供液不足情况下表现出显著优势。此外，高效机采工艺通过改进抽油设备的设计与运行方式，提高

机械效率，减少能源浪费。如采用高效节能电机和智能控制系统，可显著提升机采系统的整体效率，适用于各类油井工况。这些节能型工艺不仅能够有效降低采油过程中的能源消耗，还为油田企业可持续发展提供技术支持。

1.1.2 环保型采油工艺

清洁压裂技术是一种典型的环保型工艺，其原理在于使用可降解或低毒性的压裂液替代传统化学压裂液，从而减少对地下水和土壤的污染风险。此外，无污染修井工艺通过在线清洗技术和密闭作业系统，实现了修井过程中油污的有效控制。例如，在井筒密闭系统内完成管杆清洗，可避免油污渗漏和洒落，显著降低作业现场的环境污染风险。这些环保型工艺的应用不仅有助于保护生态环境，还能提升油田企业的社会责任形象，推动行业向绿色化方向发展。

1.2 绿色采油工艺优势

绿色采油工艺相较于传统工艺在多个方面展现出显著优势，主要体现在降低能耗、减少污染排放以及提高资源利用率等方面。首先，节能型工艺通过优化能源利用方式，显著降低了采油过程中的电能和燃料消耗，从而减少了碳排放，符合全球节能减排的发展趋势。其次，环保型工艺通过采用清洁技术和密闭作业系统，有效减少了油气泄漏、废水废气排放等环境污染问题，改善了油田周边的生态环境质量。此外，绿色采油工艺还注重资源的循环利用，例如通过废液回收与处理系统，实现了水资源的重复利用，提高了资源利用效率。这些优势不仅有助于提升油田企业的经济效益，还为其实现可持续发展目标奠定了坚实基础^[1]。

2. 集输井站现状及问题分析

2.1 集输井站工艺流程

集输井站作为油气田地面生产系统的重要组成部分，其传统工艺流程主要包括油气集输与处理两大环节。在油气集输过程中，油井产出的油气混合物首先通过管道输送至集油站，这一过程依赖于泵站提供的压力驱动。在集油站内，混合物进入分离器进行气液分离，分离出的天然气经过进一步净化后外输，而原油则进入储罐储存或直接外输。在处理环节中，原油通常需要经过脱水、稳定等工序，以满足后续运输和加工的要求。此外，集输井站还需对生产过程中产生的含油污水进行处理，以确保达标排放或回注地层。这些工艺流程涉及多种设备，如分离器、压缩机、加热炉等，操作复杂且能耗较高。

2.2 现存环保问题

传统集输井站在运行过程中存在显著的能耗和污染物排放问题，对生态环境造成了不容忽视的影响。首先，油气集输过程中的泄漏现象较为普遍，尤其是在设备老化或密封性能不足的情况下，油气挥发不仅导致资源浪费，还会对空气质量造成严重污染。其次，集输井站在运行中需要消耗大量能源来驱动泵站等设备，而低效的工艺流程进一步加剧了能源浪费，增

加了温室气体排放。此外，废水废气排放也是集输井站面临的主要环境问题之一。例如，含油污水处理不当可能导致地表水和地下水污染，而燃烧废气中的二氧化硫和氮氧化物则会对大气环境造成二次污染。这些问题存在不仅违背了当前环保政策的要求，也制约了石油行业的可持续发展。

2.3 问题产生原因

集输井站环保问题的产生可以归结为技术和管理两方面的原因。从技术层面来看，传统工艺流程设计存在缺陷，设备老化和技术落后是导致能耗高和污染排放大的重要因素。例如，许多集输井站仍在效率低下的分离器和压缩机，未能及时更新为节能型设备。此外，工艺流程缺乏优化，导致能源利用效率低下，进一步加剧了资源浪费。从管理角度来看，部分企业对环保重视程度不足，缺乏完善的环境管理体系和监测机制。例如，在设备维护和检修方面存在疏漏，导致泄漏事故频发。同时，员工环保意识薄弱，操作不规范也是问题产生的重要原因。因此，解决集输井站环保问题需要从技术升级和管理优化两方面入手，才能实现根本性改善。

3. 绿色采油工艺在集输井站中的集成应用

3.1 工艺集成方案

3.1.1 节能工艺集成

为优化集输井站的能源利用效率，智能间抽与高效机采等节能工艺被引入并与现有工艺流程深度融合。智能间抽技术通过实时监测油井生产动态数据，结合人工智能算法对抽油机的工作状态进行智能调控，从而实现间歇性开采，避免无效能耗。例如，在低产液井中，智能间抽系统能够根据地层供液能力自动调整抽油周期，显著降低了电力消耗。同时，高效机采技术则通过对传统抽油设备的升级改造，采用高效电机与优化设计的抽油杆柱组合，提升了机械采油系统整体效率。这些节能工艺与集输井站现有工艺的结合，不仅减少了能源浪费，还延长了设备使用寿命，为油田企业的可持续发展提供了技术支持。

3.1.2 环保工艺集成

在集输井站的各环节中，清洁压裂与无污染修井等环保工艺的应用有效减少了污染物排放。清洁压裂技术通过使用低毒或无毒的压裂液替代传统化学压裂液，大幅降低了对地下水和土壤的潜在污染风险。此外，该技术还结合了智能化监控手段，确保压裂过程的安全性和可控性。无污染修井工艺则通过引入在线环保清洗技术，实现了井筒内管杆的密闭清洗，避免了油污渗漏和洒落现象的发生。这一技术不仅能够减少作业现场的污染物产生量，还降低了后续污染物处理成本，从而在源头上控制了环境污染。通过将这些环保工艺与集输井站的传统作业流程相结合，可以显著提升油田生产的绿色化水平。

3.2 集成应用案例

以某油田集输井站为例，该站通过实施绿色采油工艺集成应用，成功实现了节能与环保的双重目标。在节能方面，该站

引入了智能间抽系统与高效机采设备，通过对油井生产数据的实时分析，优化了抽油机运行参数，使得单井平均能耗降低了20%以上。在环保方面，该站采用了清洁压裂技术和无污染修井工艺，有效减少了压裂液和修井过程中产生的污染物排放。例如，通过使用环保型修井机作业，废液被集中回收至污水处理系统，实现了资源的循环利用，同时降低了沾油废物清理和运输过程中的二次污染风险。此外，该站还推广了含油污泥调剖技术，将原本需要处理的固体废物转化为调剖材料，既减少了废物排放量，又延长了调剖效果的有效期。尽管在集成应用过程中遇到了诸如设备兼容性、技术适应性问题，但通过多方协作与持续改进，最终克服了这些困难，为其他集输井站提供了可借鉴的经验。

4. 绿色采油工艺集成应用的环保效益评估

4.1 评估指标体系构建

为全面评估绿色采油工艺在集输井站中的集成应用所取得的环保效益，需要构建一个科学、系统的评估指标体系。该体系主要涵盖能耗降低、污染物减排以及生态恢复三个方面。在能耗降低方面，核心指标包括单位产量能耗下降率和能源利用效率提升率。单位产量能耗下降率通过比较绿色采油工艺实施前后，每生产单位原油所需的能源消耗变化量进行计算；能源利用效率提升率则通过对比分析工艺改进前后的能量转换效率来量化。在污染物减排方面，关键指标包括油气泄漏量减少率、废水废气排放削减率以及温室气体排放量下降率。这些指标的计算依赖于对集输井站运行过程中各类污染物排放量的实际监测数据，并结合工艺改进后的减排效果进行量化分析。此外，生态恢复方面的指标主要关注植被覆盖率增长率和土壤污染修复率，用以评估绿色采油工艺对生态环境的积极影响。这些指标的计算方法通常结合遥感技术和实地采样数据，以确保评估结果的科学性和准确性。

4.2 数据收集与处理

为了准确评估绿色采油工艺集成应用的环保效益，必须系统收集集输井站在工艺实施前后的相关数据，包括能耗数据、污染物排放监测数据以及生态环境指标数据。能耗数据的收集主要依赖于安装在集输井站各环节的能源计量设备，如电表、流量计等，通过定期记录和分析这些设备的读数，可以获得能源消耗的动态变化数据。污染物排放监测数据则通过在线监测系统和定期人工采样相结合的方式获取。例如，油气泄漏量可通过压力传感器和泄漏检测装置实时监测，而废水废气中的污染物浓度则需通过实验室分析确定。在数据处理方面，首先对原始数据进行筛选和清洗，剔除异常值和无效数据，然后采用统计分析方法对数据进行归一化处理，以确保不同指标之间的可比性。此外，为了消除外界因素对评估结果的干扰，还需对数据进行时间序列分析和相关性分析，从而提取出绿色采油工

艺实施对环保效益的实际贡献。

4.3 环保效益分析

基于收集到的数据，可以对绿色采油工艺集成应用在降低能耗、减少污染物排放等方面产生的环保效益进行量化分析。研究表明，在能耗降低方面，通过引入智能间抽和高效机采等节能工艺，某示范集输井站的单位产量能耗下降了约15%，能源利用效率提升了20%。在污染物减排方面，工艺改进后油气泄漏量减少了30%，废水废气排放量分别削减了25%和35%，温室气体排放量下降了18%。这些数据充分证明了绿色采油工艺在减少环境污染方面的显著效果。此外，在生态恢复方面，通过实施清洁压裂和无污染修井等环保工艺，示范区域的植被覆盖率增长了10%，土壤污染修复率达到85%以上。综合来看，绿色采油工艺的集成应用不仅显著降低了集输井站的能耗和污染物排放，还有效促进了生态环境的恢复，为石油行业的绿色转型提供了有力支持。

5. 结论

(1) 绿色采油工艺在集输井站中的集成应用研究，为石油行业的可持续发展提供了重要的理论与实践依据。通过将节能型采油工艺与环保型采油工艺有机结合，并融入集输井站的传统工艺流程中，实现了能源利用效率的显著提升和环境污染的有效控制。

(2) 通过构建环保效益评估指标体系，对绿色采油工艺集成应用前后的能耗、污染物排放等数据进行量化分析。结果表明，集成应用后集输井站的能耗水平显著降低，污染物排放量减少20%-30%，生态环境恢复能力得到明显增强，通过推广此类技术，石油行业能够在满足能源需求的同时，更好地履行社会责任，推动绿色企业建设，塑造良好的社会形象。

(3) 未来绿色采油工艺研究应更加注重技术创新与管理创新的结合，通过持续的技术创新和管理优化，绿色采油工艺将在推动石油行业绿色转型、实现人与自然和谐共生方面发挥更加重要的作用。

[参考文献]

- [1]尹希东.胜利油气井下作业创出绿色生产品牌[J].中国石化,2022,(3):62-63.
- [2]孔凡群.油田绿色企业建设的探索与实践[J].安全、健康和环境,2020,20(9):1-4.
- [3]朱晨阳.油气集输工艺流程的优化措施[J].化工管理,2024,(5):147-149.
- [4]张皓;刘国宇;董峰.清洁绿色修井作业井筒环保清洗技术研究[J].化工安全与环境,2020,33(30):10-12.
- [5]巫道贵;江涛;王丽雅.拓展安全管理范畴 织密井下作业护网的探索[J].河北企业,2019,0(2):30-31.