

地面油气集输工艺技术研究

刘江斌 丛 岩 赵竹林

中石油新疆油田公司准东采油厂 新疆 阜康 831511

【摘要】：地面油气集输在油气开采与加工利用之间起着关键衔接作用，直接影响到油气资源开发的效率、效益以及生态安全性，其工艺技术水平同油气产业高质量发展紧密相联。本文分析当前油气集输进程中存在的实际难题，最后从推进提效降能、创新生产工艺与模式、强化创新研发突破技术关口、打造一体化信息管理系统四个层面，提出地面油气集输工艺技术的改进途径，为油气集输工艺的优化升级提供思路。

【关键词】：地面；油气；集输；工艺技术

DOI:10.12417/2705-0998.25.19.039

前言

随着油气资源勘探开发朝着深层、非常规范畴拓展，开采条件日趋复杂，对地面油气集输工艺技术的适应性、高效性和环保性的要求不断提高，各油气田已广泛应用地面油气集输系统，呈现出多种工艺形式并存的局面。但在实际运行过程中，传统工艺与复杂的开采条件、绿色发展需求之间的矛盾逐渐暴露。现用的集输技术在能耗控制、工艺适配性、智能化水平等方面仍有提升空间，制约了油气开发综合效益的充分发挥。开展地面油气集输工艺技术研究，可对集输系统的工作逻辑与应用现状进行系统梳理，精准识别现存难题，查找科学恰当的改进办法，在优化集输流程、降低运营成本、减少环境破坏、提高油气开发整体水平方面具有重要的现实意义与实践价值。

1 油气集输系统的工作内容与分类

1.1 油气集输的主要工艺流程

油气田地面集输过程主要包括以下阶段：分离油、气、水三种组分；采集油气井生产数据；净化分离后的煤气，即去除水、酸性成分和氢；分离并去除原油中的轻馏分；对含油污水进行终端处理^[1]。

1.2 油气集输的典型流程与分类

按加热方式区分，地面油气集输流程包括不加热输送、热水伴热输送、蒸汽加热以及井场加热四类。存在气伴生、热力水力相互作用、蒸汽混合等现象，典型工艺如稀油掺混、活性水掺混。根据接入井内管材数量，集油流程可分为三管、双管和单管三种类型；从集输管网的拓扑结构看，有环形、M形、系列和树状四种管网；按石油集输站系统类型，涵盖石油库站系统和油间集输站系统两大类别；根据集输体系气密性差异，可分为全封闭和开放两种类型。

1.3 油气集输的核心设计原则与要求

油气田开发过程中，地面集输技术设计受多重要素制约，各油田技术特征和物性表现存在差异。进行油气集输作业时，需根据井区实际情况规划方案，减少石油开采中间环节，确保全生产阶段产油量稳定，高效采用封闭技术，使提纯后的合格

产品符合生产要求，随后全面回收再利用。采用智能化现代控制手段，降低人工劳动强度和工作周期，“三去三回收”是集输核心控制指标，需合理配置作业步骤^[2]。

2 地面油气集输工艺技术的常见应用技术

2.1 油气集输系统工艺

该技术遍及采油所有工序，覆盖原油开采至加工的所有环节，从单井原油产出到联合站集输的完整链路，需采用集输工艺进行集中收集，保障后续处理工序的实施，针对凝点与含蜡量双高的油田，采用原油集输方案更为可行，核心技术由单井计量、热处理、分级布站、单双管集输及大站处理组成，可有效应对高含蜡及高凝原油的输送挑战，实现开采与输送环节效率的协同优化。单井计量是对各井产量实施精准数据采集的过程，利于实施生产全周期的跟踪与调整；采用加热手段可使原油黏度下降且不易凝结，降低物料输送的阻力^[3]；多级布站结构表现为沿输油管线间隔配置多个工艺处理站点，分步骤加工原油并利用管道系统输送^[4]；针对不同组分的原油，可采用单管或双管方式进行原油收集，降低设备采购与运维开支；采用集中式加工方式，在关键站点对原油进行分离、精炼和稳定化处理，使原油符合后续工艺要求。

2.2 原油破乳与脱水技术

该技术可实现高含水油田输油管线中的原油品质保障，尤其适配黏度较高且凝点偏低的油田作业环节，工业中原油脱水多分两个环节完成：首道工序多采用聚合脱水配合沉淀处理方法，对高含水原油进行初步处理，缓解后续工艺压力，温度和压力的合理设置是脱水凝结的基础，令原油中的水分冷凝后从油相中脱离，采用热交换器实现原油升温，借助水油密度差达成分离。分离操作以重力驱动的自然沉降为基础原理，实现水分在油液中的重力分离，最终形成分离结果^[5]；第二阶段着重运用电脱水技术，实现原油的深度除水处理，符合原油贸易与加工利用的质量门槛，目前关键技术采用电场控制，调整水滴的形状及其移动轨迹，诱导液滴汇聚并下沉，实现水分高效分离，凭借技术突破，现代原油脱水技术正向机械化、自动化模

式演进，可增强脱水效能^[6]。

2.3 长距离原油管输工艺

该技术能实现原油从油区或储存站点，采用管道、航运及铁路等综合运输方案，交付至精炼厂或需求站点，需分阶段实施处理流程，需强化安全环保标准的实施，兼顾原油运输的高效与安全要求，热输送、冷输送加上恒温输送，组成输送工艺的三大类别。原油加热工序一般在管道输送的起点站进行，实时采集流动特性参数，抑制原油在低温条件下的组分离析，进而优化输送节奏，减少管道内阻力；采用常温输送能有效节省能源与设备投资，省去加热环节，适合黏度较小且流动顺畅的原油，无需加热即可在环境温度下实现输送，实施复杂度有限^[7]。采用叠层保温设计与流量实时调节的传输技术，实现原油输送系统的温度恒定控制，减少能量损耗与设施投入，主要采用管道、船舶、铁路与公路这四种运输方式，其中管道输送占据最大比重，在长距离运输及大规模运量场景中优势显著^[8]。需预先执行计量分析及压力温度调节等基础处理，再经由管道把原料输送至炼油厂；依照跨境贸易运输规定，须选用恰当的油轮容量，实现海洋与大湖间的货运流转；公路和铁路运输适合小规模、少量货物的运输需求，但成本效益低且吞吐量有限，采取适宜的输送手段及作业模式，实现安全与成本的双重优化，提高货运效率。

2.4 含水原油的混输技术

在长距离运输中采用该技术可显著获益，有效降低运输费用并提升输送效能。水相混合输送的关键是向油气流中加入水分，实现流体降粘，减轻管壁摩擦阻力，降低管线压力损失^[9]。采用水相混合可使流体密度增高，减少两相流分散现象，从而提高输送能力。此外，水相输送可抑制管道内壁蜡垢共同沉积，延长管道使用寿命。结合水相混合输送与电加热方案，可调控管道温度，防止液体在低温下冻结或析出晶体，同时缩减泵站建设规模、减少运行时长，优化输送工况。

3 油气集输过程中存在的问题

系统运行期间常出现能源利用效率不高、油气逸散等现象，水处理过程中产生的过量能源消耗称为高能耗。常规工艺设备在节能方面存在明显局限，需加大设备技术改造投入，才能抑制此类现象。运输过程中油气挥发直接导致资源损失，需采用更严密的封闭措施减少油气流失。该系统能耗可归纳为三个主要方面。

我国许多油气田目前已进入高含水开采阶段，原油开采时伴随大量水产出，使得采出原油含水比例不断提高、品质下降，油气处理复杂度显著增加，处理成本相应上升。原油后期处理难度加大，对设备性能要求逐步提高，导致设备承载压力上升，能源消耗逐渐增多。

采油作业依赖机械设备支持，因设备维护管理不到位，部

分设备老化严重，使得电能有效利用率较低，引发额外电力消耗，对改善设备性能作用有限。能量在设备转换过程中损失较大，造成显著电能浪费。鉴于国内自主创新能力有限，抽油机效能设计存在不足，电力消耗偏高，能量无法有效转化。

油田采油生产管理存在不足，油井掺水作业规划不合理，使得井下流体温度偏低，油井内流体流动阻力偏高，可能导致能量利用率下降。采油工艺中管线腐蚀问题突出，造成热量散失，企业应对加热装置进行保温处理，保障采油工序顺利进行。加热设备运行时未融入节能设计，会导致燃料消耗增加，加大油田财务负担。

4 地面油气集输工艺技术的改进方法

4.1 推进提质增效，降低能耗

在公司范围内开展节能知识宣传，借助宣传教育和实际案例，推广环保减排的成功做法，引导员工认识节能的实际意义与执行紧迫性，增强环保意识与责任担当。除常规宣传形式外，可利用 OA 系统、企业微信、B 站等网络传播途径，结合图表、动态展示和视频资料等，全面呈现节能降耗的价值与实施要点，提升员工参与度和执行力。应将节能降耗指标整合进绩效考核体系，构建节能示范个人与标杆集体等嘉奖体系，对节能成效显著的个人及集体给予公开表彰，涉及能源浪费与节能成效不佳的单位，采取告诫教育与经济处罚双管齐下，产生约束效力，要定期为技术及管理人员安排节能主题培训活动，使其熟练掌握节能技术及管理实务操作要点，提高攻克技术瓶颈的实操水平，推动技术创新与成果转化。

4.2 革新生产工艺与模式

实施油气集输系统升级创新，需参照各项工艺准则完成精准升级，第一步需界定现有工艺要求，设定改进工作效率、促进能源节约、强化安全管控等发展路径，继而针对在役设备的运行效率、剩余服务年限及工作状态进行专业检测，结合检测结果制定达到行业要求的工艺调整计划，依托当前工艺体系，开发新一代工艺方案，侧重改进其技术逻辑性，设备选配科学高效，实现生产效率全面增长。重点针对原油在主干管道内的实时流动状态进行监控，实时计算流量值与最大容纳上限，若检测到管网存在超负荷输油情况，应及时采取管控措施，并将自动调节阀门系统纳入实施步骤，利用动态流量数据驱动阀门开度的闭环调控，保障管网安全运行。

4.3 加大创新研发，突破技术瓶颈

随着国内科技应用能力不断增强，油气集输工艺展现出高效作业、智能控制和环保性能的优势。可采用旋流分离装置、电脱水设备等高效设施，对油水混合物进行快速分离，加快油水分离速度；也可使用环氧树脂、聚氨酯等优质防腐涂层材料进行防护，取得良好防锈效果。运用数字化模拟工具和智能算法，对输送路径和参数进行科学优化，降低能源损耗；选用节

能型泵与压缩机组合，减少物料输送的能源消耗。在油气集输环节引入分布式控制与数据采集监视系统，实现自动化管理，既能提高作业效率，又能增强安全可靠性。

4.4 构建一体化信息管理系统

将信息技术应用于油气地面集输作业，可显著提升集输工作效率，实现经济增长与环保协同发展。可基于物联网架构下的传感器技术管理油气集输，采用云计算和大数据分析技术，通过自动化流程将整合数据存储至云端，运用匹配算法模型进行动态分析。系统采集生产过程中的温度、压力、流量等实时数据，能实时监控油气井、输送管道、储罐等关键设备，为工程人员提供可靠、快速的判断依据，有助于提前发现异常并启动预警。采用数字化监控手段开展工作，能够对油气集输环节进行全面监管，便于快速识别缺陷，减少生产中断时间和能源浪费。集输作业各阶段实现自动化协同整合，减少环节间协同

延迟，从而提高系统整体效率，实现节能降耗。

5 结语

本文对地面油气集输工艺技术进行了系统性研究，总结了油气集输系统的工作内容、分类方式及核心设计理念，梳理了原油破乳脱水、长距离管输、含水原油混输等常见应用技术，分析了当前集输过程中面临的各类难题，并针对性提出了提质增效、工艺革新、技术研发、信息一体化等改进方法。地面油气集输工艺技术优化升级是突破油气开发瓶颈、提升整体效益的关键途径。随着油气产业向绿色化、智能化转型，地面油气集输工艺技术将朝低能耗、高适配、强智能、无污染方向发展。后续可进一步深化各改进方法的实操探索，加快新技术、新模式在集输系统中的推广应用，助力油气行业实现高质量可持续发展。

参考文献：

- [1] 万蕾.油气集输管网布局优化的发展措施[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(13):126-128.
- [2] 樊晓飞.油气集输管网腐蚀现状及防腐蚀技术探索[J].石化技术,2021,28(07):125-126.
- [3] 陈昊.油气集输注水站污水调控模式[J].化学工程与装备,2021,(07):272-273.
- [4] 吴明昊.油气集输联合站管理思路与方法[J].化学工程与装备,2021,(05):82-83.
- [5] 李俐莹.关于油气集输工程管网布局设计研究[J].石油石化节能,2021,11(04):13-15+7-8.
- [6] 张琴.应用油气集输工艺技术提升节能降耗水平[J].化工管理,2021,(09):173-174.
- [7] 王艺颖.地面油气集输工艺技术研究[J].化工管理,2021,(02):104-105.
- [8] 姜天雪.地面油气集输工艺技术[J].化工管理,2019,(28):204.
- [9] 路涛,赵梦苏,田云吉,李明,秦瑗.浅析地面油气集输工艺技术[J].化学工程与装备,2017,(05):88-89.