

油气田地面集输工艺流程优化策略研究

彭露

中国石油化工股份有限公司中原油田分公司 河南 濮阳 457100

摘要: 油气田地面集输系统是油气开采、处理与外输的关键枢纽,其工艺合理性关乎油气田开发效率、能耗及环保效益。当下我国多数油气田步入开发中后期,地面集输系统存在工艺落后、设备老化、能耗高、环保压力大等问题,制约高效绿色开发。本文梳理集输工艺现状,诊断核心问题,从技术与管理维度提出管道、设备、自动化、安全环保等优化技术策略,以及全生命周期管理、生产调度优化等管理策略,为工艺流程优化提供参考,助力油气田达成目标。

关键词: 油气田;地面集输;工艺优化;能耗控制

引言:油气田地面集输连接开采与后续处理、外输,承担收集、输送等任务,其工艺先进合理与否,影响油气田开发的经济、能耗及环保水平。随着我国油气开发向深层等领域推进,且节能环保政策趋严,传统集输工艺难适配新需求。当前,该系统普遍存在工艺设计不合理、设备老化、自动化低、环保治理差等问题,导致能耗高、效率低、隐患多。本文研究集输工艺流程优化策略,推动系统升级,支撑油气田高质量开发。

1 油气田地面集输工艺现状与问题分析

1.1 典型集输工艺流程概述

油气田地面集输工艺流程是指将油井产出的油气水混合物,通过管道收集、输送至处理站,经分离、脱水、增压、加热等一系列工艺处理,实现原油、天然气与污水的分离,最终将合格原油、天然气外输,污水达标处理后回注或排放的完整流程。目前,我国油气田常用的典型集输工艺流程主要分为两种:一是单管集输流程,即单条管道输送油井产出的油气水混合物,具有管道铺设工程量小、投资成本低、施工周期短的优势,广泛应用于中小型油气田及井距较近的区块;二是双管集输流程,采用两条管道分别输送原油与天然气,避免油气水混合物在输送过程中相互干扰,输送效率高、稳定性强,适用于高产井、高含水井及井距较远的大型油气田。另外,部分偏远区块采用混输泵增压集输流程,通过增压设备提升输送压力,解决远距离输送过程中压力不足的问题。整体来看,现有集输工艺流程已形成较为成熟的体系,但随着油气田开发年限延长与开发条件变化,逐渐暴露出诸多不匹配问题^[1]。

1.2 主要问题诊断

1.2.1 工艺设计缺陷

工艺设计缺陷是油气田地面集输系统核心问题之

一。其一,部分老旧油气田集输工艺流程设计久远,未考虑开发中后期产量递减、含水上升等趋势,流程冗余、输送路径不合理,增加输送阻力与能耗。其二,设计时对油气水混合物性质预判不足,分离工艺参数不合理,导致分离不彻底,影响产品质量,加剧管道腐蚀与设备磨损。其三,集输系统扩容设计不完善,产能提升后,原有流程处理能力不足,出现管道拥堵等问题,缺乏调整空间,难以适应产能变化,增加运行成本与安全风险。

1.2.2 设备老化

设备老化是多数老旧油气田地面集输系统的突出问题。受开发年限长、运行环境恶劣影响,大量集输设备如管道、加热炉等出现老化、腐蚀与损坏。管道老化腐蚀致油气泄漏,造成资源浪费与安全环保事故;加热炉老化致热效率下降,增加燃料消耗且有安全隐患;增压泵老化致增压效率降低、能耗上升;分离器老化致分离效果变差。此外,设备维护不及时、监测手段落后,维修成本高、停机时间长,制约集输系统运行效率。

1.2.3 自动化水平低

部分油气田地面集输系统自动化水平低,难满足精细化运行需求。其一,多数集输环节依赖人工操作,劳动强度大、成本高且易失误,影响工艺稳定性。其二,缺乏完善自动化监测与控制系统,关键参数监测精度不足,数据采集不及时全面,无法实时监控与动态调节集输流程。其三,自动化系统与集输工艺融合不深入,缺乏智能化决策功能,无法自动优化运行方案,导致工艺参数偏离最优值,能耗高、效率低,难以实现精细化管控。

1.2.4 环保压力

国家环保政策趋严,油气田地面集输系统环保压力增大,现有处理工艺难适配要求。其一,油气泄漏问题

突出,因管道老化等原因,部分集输环节有原油、天然气泄漏,污染空气、土壤与地下水。其二,污水处理不达标,部分处理工艺落后,含油污水无法降至排放标准,直接排放或回注均有问题。其三,废气排放超标,加热炉等设备燃烧燃料产生废气,部分设备无完善处理设施,直接排放不符合标准,面临处罚且增加治理成本。

2 油气田地面集输工艺优化技术策略

2.1 管道系统优化

管道系统作为油气田地面集输的核心载体,其优化是提升集输工艺效率、降低能耗的关键,主要从三个方面开展优化工作。一是优化管道布局与输送路径,结合油气田井位分布、产能布局及地形条件,删减冗余管道,缩短输送距离,减少油气输送阻力,降低输送能耗;对于远距离输送管道,采用变径管道设计,根据不同路段的输送量,合理调整管道直径,实现能耗最优化。二是加强管道防腐与老化修复,对老化腐蚀严重的管道,采用防腐涂层、阴极保护等技术进行修复,延长管道使用寿命;对无法修复的老旧管道,及时进行更换,选用耐腐蚀、高强度的新型管道材料,降低管道泄漏风险;同时,建立管道定期检测机制,采用超声波、光纤传感等技术,实时监测管道腐蚀、泄漏情况,提前预判故障并处理。三是优化管道输送参数,根据油气水混合物的性质与输送需求,合理调整输送压力、温度等参数,采用间歇输送、混输增效等技术,提升管道输送效率,减少能耗与资源浪费^[2]。

2.2 加热与增压设备优化

加热与增压设备是油气田地面集输系统的能耗核心,其优化升级对于降低集输能耗、提升运行效率具有重要意义。在加热设备优化方面,一是对老旧加热炉进行升级改造,采用高效节能加热炉替代传统加热炉,优化加热炉燃烧系统,提升热效率,减少燃料消耗;二是优化加热工艺参数,根据油气输送需求,动态调整加热温度与加热时间,避免过度加热造成的能耗浪费;三是推广余热回收利用技术,收集加热炉、分离器等设备产生的余热,用于预热油气水混合物、供暖等,实现能源循环利用,进一步降低能耗。在增压设备优化方面,一是更换老化低效的增压泵,选用高效节能增压泵,提升增压效率,降低电机能耗;二是优化增压泵运行模式,根据管道输送压力与流量需求,采用变频调速技术,动态调整增压泵转速,实现增压设备的经济运行;三是合理布局增压站,结合输送距离与压力需求,优化增压站位置与数量,减少增压环节,降低能耗与设备投资成本。

2.3 自动化与智能化升级

推动集输系统自动化与智能化升级,是实现集输工艺精细化、高效化管控的重要路径,主要从三个方面推进。一是构建完善的自动化监测系统,在集输管道、分离器、加热炉、增压泵等核心设备与关键环节,安装智能传感器、监测仪表等设备,实时采集压力、温度、流量、含水量等关键参数,实现数据的实时传输与集中监控,提升参数监测的精度与及时性。二是搭建智能化控制系统,采用PLC、DCS等控制系统,实现集输流程的自动化控制,包括设备启停、参数调节、故障报警等环节的自动操作,减少人工干预,降低操作失误率,提升工艺运行稳定性;同时,引入人工智能技术,构建智能化决策模型,根据实时监测数据,自动优化运行参数与工艺方案,实现集输流程的动态优化。三是推进数字化管理平台建设,整合集输系统的监测数据、设备运行数据、工艺参数数据等,构建数字化管理平台,实现数据的可视化展示、数据分析与趋势预判,为工艺优化、设备维护、生产调度提供数据支撑,提升集输系统的管理效率与决策科学性。

2.4 安全与环保优化

结合当前环保政策要求与安全管理需求,对集输工艺进行安全与环保优化,实现安全、环保、高效运行。在安全优化方面,一是建立完善的安全监测与预警系统,实时监测管道泄漏、设备故障、压力超标等安全隐患,设置多级预警机制,一旦出现异常情况,及时发出预警并启动应急处置方案,防范安全事故发生;二是优化安全防护设施,在关键设备、危险环节增设安全防护装置,如安全阀、防爆装置、泄漏收集装置等,提升系统安全防护能力;三是规范安全操作流程,制定完善的安全操作规程,加强员工安全培训,提升员工安全操作技能与应急处置能力,杜绝违规操作引发的安全事故^[3]。在环保优化方面,一是优化油气泄漏防控措施,加强管道、设备的密封性能,采用泄漏检测与修复技术,减少油气泄漏;二是升级含油污水处理工艺,采用高效油水分离、过滤、消毒等技术,将污水中的含油量、污染物含量降至排放标准以下,实现污水达标排放或回注地层;三是完善废气处理设施,为加热炉、锅炉等设备配备脱硫、脱硝、除尘等废气处理装置,降低废气排放浓度,满足环保排放标准,减轻环保压力。

3 油气田地面集输工艺管理优化策略

3.1 全生命周期管理

推行集输系统全生命周期管理,将管理理念贯穿于集输工艺设计、建设、运行、维护、报废的全过程,实现集输系统的长效优化与高效运行。在设计阶段,结

合油气田开发规划与产能需求,采用先进的设计理念与技术,优化工艺流程与设备选型,充分考虑后期运行、维护的便利性与经济性,避免设计缺陷;同时,开展能耗与环保预评估,确保设计方案满足节能、环保要求。在建设阶段,严格按照设计方案施工,加强施工质量控制,规范施工流程,确保管道、设备的安装质量,避免因施工不当导致的后期运行隐患;同时,加强施工过程中的安全与环保管理,减少施工对周边环境的影响。在运行阶段,建立完善的运行管理制度,规范工艺操作流程,优化运行参数,实现集输系统的经济运行;加强设备日常巡检与维护,及时处理设备故障与隐患。在报废阶段,对老旧管道、设备进行规范报废,做好废旧物资的回收利用与环保处置,避免环境污染,同时合理规划新设备、新管道的更换与升级,确保集输系统的持续优化。

3.2 生产调度优化

生产调度管理的优化完善,是提高油气田地面集输系统运行效能、降低能源消耗、保障生产连续稳定开展的关键举措。(1)搭建智能化生产调度平台,整合集输系统实时运行参数、产能统计数据、设备运行状态等各类核心数据,实现生产调度工作的可视化管控与智能化运作;依托该平台对集输各环节运行状况进行实时监测,精准识别生产过程中的瓶颈问题与异常情况,并迅速制定调整方案,保障调度工作的及时性与科学性。

(2)完善调度运行机制,构建灵活高效的生产调度架构,结合油气田产量波动、设备运行工况、市场外输需求等多种因素,动态调整集输工艺流程与生产作业计划,合理调配输送压力、介质流量等核心资源,有效规避管道输送拥堵、设备超负荷运行等问题,推动集输各环节协同高效运转^[4]。(3)强化各部门协同联动,明确生产调度、运行管控、设备维保、安全环保等相关部门的具体职责,建立规范化协同工作机制,保障生产调度指令全面落地执行;同时,加强与油气处理站、外输管线等关联单位的沟通协作,实现集输、处理、外输全流程的协同升级,进一步提升整体运行效率。(4)建立生产调度考核机制,将调度执行效率、能耗管控效果、安全环保达标情况等指标纳入考核范畴,充分调动调度人员的工作主动性与责任意识,全面提升生产调度管理的

规范化水平。

3.3 人员与制度保障

构建健全的人员与制度保障体系,对油气田地面集输工艺优化策略落地与长效运行意义重大。人员保障上,强化专业人才培养,定期开展集输工艺、自动化控制技术等多领域专项培训,提升员工技能与素养;针对智能设备操作需求开展针对性培训,让员工能熟练操作。加大高端人才引进,吸纳集输工艺优化、自动化智能化应用等领域人才,充实队伍、优化结构。完善人才激励机制,优化薪酬福利,设技术创新、节能降耗等专项奖励,激发员工创新活力与积极性;建立完善集输工艺管理、设备维护保养等系列规章制度,明确各环节管理标准与责任主体。加强制度执行监督,定期开展专项检查,严肃查处违规行为,确保制度落地。同时,结合工艺优化与技术升级,及时修订完善制度,保证制度与实际运行需求高度适配,为集输工艺优化提供全方位制度支撑。

结束语

油气田地面集输工艺流程优化,是推动油气田高效、节能、安全、环保开发的重要手段,也是应对开发中后期诸多问题的关键。本文系统分析现状,诊断出工艺设计、设备、自动化、环保等方面的核心问题,从技术与管理维度提出管道、设备优化,自动化升级,安全环保改进等技术策略,以及全生命周期管理、生产调度优化等管理策略,形成完整优化体系。实践证明其能提升效率、降能耗、减隐患。未来要结合新形势持续优化,推动集输工艺智能化、绿色化升级。

参考文献

- [1]张昊.油气田地面集输工艺技术研究[J].中国设备工程,2025(4):112-114.
- [2]王川洪,刘辉,赵雷,等.油气田地面集输工艺技术探析[J].中国化工贸易,2025(5):94-96.
- [3]耿迪.油气田地面建设工程设备安装及集输管道施工技术研究[J].石油和化工设备,2025,28(10):199-201.
- [4]蒋茂琴,杨恢旻,冯兆阳,等.致密气田地面集输工艺优化与井下节流工艺方案标准化设计[J].化工设计通讯,2024,50(3):31-33.