

市场经济环境下成品油物流配送与运输质量控制研究

伍国威（中国石油天然气股份有限公司东北销售广州分公司，广东 广州 511455）

摘要：随着市场经济体制的深化发展，成品油物流系统面临需求波动加剧、服务标准提升与成本约束强化的多维挑战。物流配送效率与运输质量控制直接影响能源供应稳定性与企业市场竞争力，成为行业转型升级的重要突破口。当前，成品油物流存在网络布局冗余、过程监管薄弱等问题，难以充分适应市场化竞争需求。本文立足成品油物流的行业特性，分析市场环境下成品油物流配送优化及运输质量控制策略，最后进行经济性分析，以期实现供应链价值创造与风险防控的有机统一，为行业可持续发展提供决策参考。

关键词：市场经济；成品油物流；配送优化；运输质量控制

中图分类号：F426.22 文献标识码：A 文章编号：1674-5167（2025）023-0120-03

Research on Quality Control of Logistics Distribution and Transportation of Refined Oil Products under the Market Economy Environment

Wu Guowei (Guangzhou Branch of Northeast Sales, China National Petroleum Corporation, Guangzhou Guangdong 511455, China)

Abstract: With the deepening development of the market economy system, the refined oil logistics system is confronted with multi-dimensional challenges such as intensified demand fluctuations, improved service standards and strengthened cost constraints. The efficiency of logistics distribution and the quality control of transportation directly affect the stability of energy supply and the market competitiveness of enterprises, and have become an important breakthrough for the transformation and upgrading of the industry. At present, the logistics of refined oil products is confronted with problems such as redundant network layout and weak process supervision, making it difficult to fully adapt to the demands of market competition. Based on the industry characteristics of refined oil logistics, this article analyzes the optimization of refined oil logistics distribution and transportation quality control strategies under the market environment, and conducts economic analysis to achieve the organic unity of supply chain value creation and risk prevention and control, providing a reference for the sustainable development of the industry.

Key words: Market economy; Refined oil logistics; Distribution optimization; Transportation quality control

市场竞争主体多元化与消费需求分层化趋势的凸显，对物流配送的敏捷性与运输质量的可靠性提出了更高要求。当前，行业在跨区域资源配置、多式联运衔接及全链条风险管控等方面仍存在系统性短板，难以有效平衡规模效益与精细化服务之间的矛盾。同时，绿色低碳政策约束与数字化技术渗透的叠加效应，正在重塑物流运营的价值链和监管范式。如何通过机制创新与技术赋能破解效率与质量的协同难题，成为提升能源供应链韧性与市场竞争力的关键命题。

1 成品油物流核心特征

成品油物流的核心特征由产品属性、网络形态及运营约束共同形塑。成品油作为易燃易爆危险品，其储运需遵循严格的安全规范与质量稳定性要求，形成以过程监管为核心的闭环管理体系。同时，市场经济环境下，消费需求呈现高频波动与区域分化特征，驱动物流网络向“多枢纽协同、弹性路由配置”架构演进，依赖智能预测与动态路径优化实现供需精准匹配。此外，成品油运输高度依赖管道、铁路、公路等多式联运体系，基础设施的互通性与节点衔接效率直接影响

整体物流效能^[1]。最后，环保政策趋紧与碳减排目标倒逼运输环节绿色转型，促使清洁能源载具应用与排放监控技术嵌入质量控制流程。

2 市场经济环境下成品油物流配送优化策略

2.1 基于需求波动的弹性网络布局

随着市场经济深化与能源消费结构升级，成品油需求的空间集聚性与时间波动性显著增强，传统静态物流网络已难以适应动态市场环境。因此，应构建弹性网络布局，依托地理空间数据分析技术，对区域经济活跃度、交通枢纽密度及人口流动规律进行多维度建模，形成分级储运节点的选址依据。在仓储体系设计中，重点强化核心枢纽的辐射调度能力与卫星节点的应急缓冲功能，通过模块化储罐群与智能分输系统的组合应用，实现仓储资源的灵活配置与快速响应。在此基础上，弹性网络的动态调控机制需与市场需求形成深度耦合。具体应引入自适应库存管理模型，将历史消费趋势、宏观经济指标及突发事件预警信号整合为需求预测变量，生成滚动更新的补货策略与库存阈值。同时，通过物联网技术对区域节点库存状态进

行实时监控,当监测到局部供需失衡时,自动触发跨节点调拨指令或临时启用备用储运设施,以有效应对区域性市场突发变动,确保物流网络的韧性与经济性同步提升。

2.2 多式联运资源协同调度与路径优化

在运输方式多元化与低碳化发展的背景下,多式联运体系的协同效率成为制约成品油物流成本的关键因素。构建跨运输方式的资源协同机制,需突破传统分段管理模式,建立涵盖管道、铁路、公路的全链条调度平台。应运用标准化数据接口整合不同运输载具的实时状态信息,形成统一的可视化资源池,重点解决运输工具周转率低、衔接等待时间长等系统性瓶颈。在干线运输环节,强化管道与铁路的协同作业能力,利用智能分输阀组与自动化编组系统的联动控制,实现大宗油品的高效集散与精准分流。

路径优化需构建多维约束条件下的智能决策模型,综合评估运输距离、载具能耗、通行许可时效及环境风险系数等关键参数,运用混合整数规划算法生成全局最优路径方案。针对复杂运输场景,开发具有自学习能力的动态优化引擎,实时融合交通管制信息、气象预警数据及突发事故通报,自动调整运输优先级与路径组合策略。同时,在运输执行层嵌入闭环反馈机制,通过载具定位终端与调度中心的实时数据交互,对偏离计划的异常情况实施快速干预,确保运输过程的可控性与方案执行的有效性^[2]。

2.3 智能算法驱动的动态配送决策机制

构建动态配送决策系统的核心在于建立多源异构数据的融合分析框架。整合炼厂生产计划、区域销售预测、运输资源状态及市场价格波动等多维度数据流,通过特征工程提取影响配送效率的关键变量。基于深度强化学习算法构建决策模型,模拟不同配送策略对供应链整体效益的影响,在满足服务质量约束的前提下,自主优化车辆调度方案、载具匹配规则及配送批次组合。该决策机制的落地实施依赖全流程数字化支撑体系的建设。在实践中,应搭建覆盖订单管理、资源调度、路径规划与执行监控的集成化平台,实现配送指令的自动生成与精准推送。在动态环境适应性方面,引入数字孪生技术构建虚拟仿真环境,对极端天气、交通中断等异常场景进行压力测试,预训练决策模型的应急响应能力。

3 市场经济环境下成品油运输质量控制策略

3.1 全链条质量追溯与标准化操作规范

随着成品油供应链精细化管理的深化,构建覆盖全流程的质量追溯体系成为保障油品运输安全的核心基础。针对成品油易燃、易挥发及易受污染的物理特

性,需建立从炼厂出库、中转仓储到终端配送的全程质量数据链。具体来说,应基于区块链技术开发分布式追溯平台,将每批次油品的检验指标、运输载具信息及环境监测数据写入不可篡改的加密区块,实现跨环节质量数据的无缝对接与实时共享。在运输环节,重点记录槽车清洁度检测结果、装卸时间戳及途中温湿度波动曲线,确保任一节点的质量异常均可快速溯源定位。

在此基础上,依据不同运输载具类型,细化管道输送、铁路槽车及公路罐车的差异化操作标准。对于管道运输,明确清管作业周期、压力阈值及杂质过滤装置维护规程;针对公路运输,则严格规定槽车清洗消毒流程、密封圈更换频率及静电接地装置检测标准。同时,部署智能化巡检设备,例如搭载近红外光谱分析仪的移动检测终端,可在装卸现场快速筛查油品水分含量与杂质成分,自动关联追溯编码并上传至中央数据库。为强化标准规范的执行效力,需构建“技术+管理”的双重约束机制。在组织层面,设立专职质量监督岗位,组建跨部门的质量稽查小组,定期对运输企业开展现场审计与流程合规性检查。在技术层面,开发嵌入式操作引导系统,将标准作业程序转化为车载终端的可视化指令。例如,在槽车装卸前,系统自动校验操作人员资质、设备状态及环境参数,只有满足预设条件才允许启动作业流程。此外,建立覆盖全员的质量培训体系,通过虚拟现实模拟运输场景中的典型质量风险点,提升一线人员的应急处置能力与规范操作意识,从而有效降低人为操作失误与设备故障导致的质量偏差风险,为成品油运输安全提供系统性保障^[3]。

3.2 运输环境实时监测与风险预警技术应用

近年,成品油运输环境复杂性的增加,外部条件对油品质量的动态影响愈发显著。因此,构建多维度的环境监测体系是预防运输过程中质量劣变的关键举措。针对成品油易受温度、湿度及震动干扰的特性,在运输载具中部署多模态传感器阵列,实时采集罐体内部温湿度、外部气压变化、车辆加速度等核心参数,并依托边缘计算节点对原始数据进行预处理,过滤噪声干扰并提取关键特征值,例如通过振动频谱分析识别异常颠簸导致的油品乳化风险,或利用温差梯度模型预测油品分层倾向,为质量风险预警提供精准的底层数据支撑。

基于监测数据的深度挖掘,需建立成品油运输质量风险的智能评估与预警机制。开发基于机器学习的动态风险分析模型,整合历史质量事故案例、设备运行状态及环境关联因子,构建覆盖运输全周期的风险

知识图谱。当实时监测数据触发预设阈值时，系统自动生成分級预警信号，针对轻微风险，向驾驶员推送操作调整建议，如降低车速或调整运输路线；针对中度风险，联动调度中心启动备用载具或应急仓储资源；对于重大风险，则触发跨部门应急响应流程，同步向监管机构报送事件信息，从而平衡风险处置效率与资源调配成本，避免预警过载或响应滞后问题。此外，为进一步提升预警系统的实用性，应部署数字孪生技术构建虚拟运输场景，将实时监测数据映射至三维仿真模型，模拟不同处置方案对油品质量的潜在影响。例如，在极端高温环境下，系统可预测不同降温策略对油品挥发性物质损失的量化差异，辅助制定最优处置方案。同时，建立风险事件案例库与策略优化引擎，利用强化学习算法对历史处置效果进行逆向分析，持续修正预警规则与响应逻辑。

3.3 绿色低碳导向的运输装备与工艺升级

在环保政策约束与质量安全需求的双重驱动下，运输装备与作业流程的绿色化改造成为成品油运输质量控制的战略方向。具体而言，应配备双层真空隔热罐体与惰性气体保护系统的特种槽车，通过物理阻隔与化学稳定协同作用，抑制运输过程中油品轻组分挥发与氧化反应。同时，优化罐体内部涂层材料，采用纳米级防腐蚀镀层技术，减少金属离子溶出对油品清洁度的影响，从载具设计源头筑牢质量防护屏障。与此同时，运用智能密闭装卸系统，集成磁力耦合对接装置与自适应密封组件，实现罐口零泄漏连接。在此过程中，要配套建设油气回收处理单元，将装卸环节挥发的油气经冷凝吸附后回输至储罐，降低环境污染风险，避免油品有效成分的损耗。在长距离运输中，部署车载式质量监测终端，实时追踪油品密度、含水量及酸值等核心指标，结合路况与环境变化动态调节罐内压力与温度参数，确保油品物化性质的全程稳定^[4]。

最后，应建立运输装备全生命周期档案，记录关键部件的维护更换周期与性能衰减曲线，制定预防性维护策略。同步完善绿色运输评价体系，将碳排放强度、质量事故率等指标纳入承运商考核标准，引导企业主动优化运输方案。例如，在路径规划中优先选择能耗与质量风险双优的线路，利用数字高程模型规避频繁海拔变化路段，减少运输震动对油品稳定性的干扰。

4 经济性分析

成品油物流配送与运输质量控制策略的经济价值，体现在供应链整体成本优化、质量风险转化能力提升及可持续发展效益积累三个维度。具体来说，弹性网络布局与智能调度系统的协同应用，能够显著降低仓储冗余与应急调拨成本。通过动态需求预测模型

匹配区域储运节点容量，避免了传统固定仓储模式下因需求预测偏差导致的资源闲置或紧急租赁支出。同时，多式联运资源协同平台的应用，提升了管道、铁路等大运量载具的利用率，减少公路运输的过度依赖，在保障时效性的同时有效压缩单位运输成本。

在此基础上，质量管控体系的经济转化效应逐步显现。全链条质量追溯系统大幅降低了质量争议引发的退货、赔偿等事后处置成本，标准化操作规范将人为失误导致的质量事故发生率压缩至可控阈值。运输环境监测与风险预警技术的部署，使得油品劣变问题得以在萌芽阶段识别处置，避免了整批次报废带来的经济损失。更重要的是，质量一致性的持续提升增强了终端客户的价格敏感度，为品牌溢价创造空间。例如，加油站网络因油品质量稳定性形成的客户黏性，可直接转化为重复购买率与市场份额的稳步增长^[5]。此外，新能源运输载具的规模化应用，显著降低了传统柴油车队的燃油消耗与尾气处理成本，同时规避了未来碳税政策可能带来的财务风险。智能化密闭装卸工艺的应用，使油品装卸损耗率趋近于理论极限，直接提升油品有效供给量。在监管层面，符合绿色运输标准的企业更容易获得政策倾斜与市场准入便利，例如在重点城市群运输资质审批中占据竞争优势。

5 结语

本文解析市场经济环境下成品油物流配送与运输质量控制的关键问题，提出供需动态适配、多式联运协同及智能决策驱动的优化策略，构建了涵盖追溯体系、风险预警与绿色技术的质量控制框架。通过经济性分析验证了策略在降本增效与风险防控方面的双重价值，为行业应对市场波动、提升服务品质及实现低碳转型提供了理论支撑与实践路径，具有重要的决策参考价值。

参考文献：

- [1] 冯树中. 市场经济条件下成品油物流配送与运输质量控制 [J]. 物流科技, 2024, 47(20): 30-33.
- [2] 周瑶. 成品油物流配送运输问题与对策探讨 [J]. 经济师, 2024(09): 294-295.
- [3] 胡永佳, 殷雪梅. 浅谈成品油配送效率与物流管理建议 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(22): 58-60.
- [4] 张宝江. 成品油物流配送运输优化分析 [J]. 中国储运, 2022(06): 131-132.
- [5] 赵振学. 基于成品油物流一体化的协同优化研究 [D]. 武汉: 武汉大学, 2021.

作者简介：

伍国威（1987—），男，汉族，湖北人，大学本科，助理工程师，研究方向：成品油化工。