

成品油质量影响因素分析及加强管理提升经济效益的策略

伍国威 (中国石化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: 在全球能源结构转型背景下, 成品油质量已成为衡量国家能源安全和技术水平的重要指标, 所以, 成品油质量稳定性不但关乎用能设备的安全运行, 更直接影响能源消费效率 and 环境治理成效。而当前成品油质量管理面临着原料品质波动、生产工艺复杂、储运环节污染等多重挑战, 亟须建立科学的质量控制体系以提升经济效益。本文聚焦成品油质量影响因素分析, 剖析质量管理对经济效益的影响, 旨在构建质量提升与成本优化的平衡机制, 为行业可持续发展提供决策依据。

关键词: 成品油质量; 影响因素; 质量管理; 经济效益

中图分类号: TE626 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2025) 022-0043-03

Analysis of Factors Influencing the Quality of Refined Oil Products and Strategies for Strengthening Management to Enhance Economic Benefits

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

Abstract: Against the backdrop of the global energy structure transformation, the quality of refined oil products has become an important indicator for measuring a country's energy security and technological level. Therefore, the stability of refined oil product quality not only concerns the safe operation of energy-consuming equipment, but also directly affects energy consumption efficiency and the effectiveness of environmental governance. At present, the quality management of refined oil products is confronted with multiple challenges such as fluctuations in raw material quality, complex production processes, and pollution in storage and transportation links. It is urgent to establish a scientific quality control system to enhance economic benefits. This article focuses on the analysis of the influencing factors of refined oil product quality, dissects the impact of quality management on economic benefits, and aims to establish a balance mechanism between quality improvement and cost optimization, providing a decision-making basis for the sustainable development of the industry.

Key words: Quality of refined oil products Influencing factors Quality Management Economic benefit

能源消费结构的持续升级对成品油质量提出了更高要求, 其品质缺陷不仅导致设备损耗和能源浪费, 还可能引发产业链下游的连锁性经济损失。当前成品油质量的形成涉及原油选型、炼制工艺革新、添加剂配伍性以及分销网络管控等多维度技术耦合, 任一环节的技术偏差均可能造成质量指标偏离。与此同时, 市场对高标号清洁油品的需求增长与质量控制成本攀升之间的矛盾日益凸显, 亟须探索质量要素与经济价值的最优配置路径。在此背景下, 系统解析质量缺陷的经济传导机制, 构建覆盖生产端到消费端的质量风险防控体系, 成为优化行业资源配置的关键突破口。

1 成品油质量影响因素分析

1.1 原料质量与供应链管理

随着全球原油资源多元化趋势的加速, 原料质量的波动性已成为影响成品油品质的核心变量。原油的硫含量、重金属杂质及烃类组成直接决定后续加工难度与产品性能, 例如高硫原油需依赖深度脱硫工艺才能满足环保标准, 而环烷基原油的芳烃比例则影响成品油的燃烧特性。供应链管理的复杂性进一步放大了

原料质量风险, 从原油采购、跨境运输到仓储环节, 若缺乏严格的品质检测与分类储存机制, 可能导致不同批次原料交叉污染或氧化变质。尤其在长距离管道输送中, 水分渗透、微生物滋生等问题可能改变原油的理化性质。

1.2 生产工艺与设备技术

在炼化行业技术升级的驱动下, 生产工艺参数的控制精度与设备效能对成品油质量的影响愈发显著。催化裂化、加氢精制等核心工艺中, 催化剂的活性保持、反应温度梯度的优化以及停留时间的精准调控, 直接决定成品油的馏程分布、辛烷值及硫含量等核心指标。例如, 加氢反应器中氢分压的微小偏差可能导致脱硫不完全, 进而影响柴油的润滑性与排放性能。与此同时, 设备技术的老化或自动化水平不足可能引发工艺波动, 如蒸馏塔分离效率下降会导致轻组分残留增加, 降低汽油的抗爆性^[1]。

1.3 环境与操作因素

在成品油生产、储运的全生命周期中, 环境条件与人为操作规范的交互作用对质量稳定性构成潜在威

胁。储罐的密封性不足可能导致空气中水分、氧气持续侵入,引发柴油氧化胶质生成或汽油馏分挥发损失,此类问题在高温高湿区域尤为突出。在操作层面,若缺乏标准化的作业流程,例如管线切换时的残油清理不彻底、添加剂注入比例失控等,均可能造成批次间质量波动。此外,质量检测环节的技术选择与执行力度同样关键,例如采用气相色谱-质谱联用技术可精准识别微量烯烃残留,而传统检测方法可能遗漏此类隐患。

2 成品油质量管理对经济效益的影响

2.1 质量波动对成本结构的连锁性冲击

随着炼化行业精细化运营的深化,成品油质量的非预期波动已成为扰动企业成本控制体系的关键变量。在原料预处理环节,硫含量或胶质含量的瞬时超标将迫使脱硫装置负荷陡增,显著提升催化剂消耗量与氢气用量,直接推高单位加工成本。生产过程中,若馏出口油品的辛烷值、十六烷值等核心指标偏离设定阈值,需启动二次调和或回炼流程,不仅增加蒸汽、电力等能源消耗,还会因生产节奏中断导致设备空转损耗。此外,下游客户因油品兼容性问题引发的设备故障索赔、法律纠纷调解等售后成本,往往伴随质量波动呈指数级攀升。此类成本压力通过供应链逐级传导,最终在财务端表现为利润率压缩与现金流稳定性下降。

2.2 质量合规性对市场收益的传导作用

在环保法规与区域市场准入标准差异化的背景下,成品油质量合规性直接决定企业的收益获取能力。当油品的硫化物、芳烃含量等关键参数突破区域监管限值时,将触发市场禁入机制,导致目标市场订单流失。例如,未能满足欧盟燃料质量指令的柴油产品将丧失欧洲港口交割资格,迫使企业转向低溢价市场消化库存,造成单位营收折损。与此同时,政府采购、大型物流企业集采等高端客户对质量认证体系的强制性要求,使得非合规企业被排除在优质订单池之中,进而削弱了企业的价格谈判主动权,更迫使其在低利润市场中陷入同质化竞争陷阱,长期制约收益增长空间^[2]。

2.3 质量风险向品牌价值的负向转化

在信息传播效率指数级提升的数字化时代,质量事故对企业品牌资产的侵蚀速度远超传统认知。成品油质量缺陷一旦引发加油站纠纷、运输设备故障等终端事件,将通过社交媒体与行业监管平台快速扩散,形成“质量-声誉-市场信任”的恶性循环。消费者对品牌安全性的质疑将直接转化为加油站客流量衰减与客户续约率下降,迫使企业投入超额营销预算进行形象修复。此外,资本市场对质量风险的高度敏感可

能触发投资者信心滑坡,表现为融资成本上升与股价异常波动。

3 加强成品油质量管理提升经济效益的策略

3.1 构建全链条质量动态管控体系

在成品油供应链复杂度持续升级的背景下,构建覆盖“原油采购-生产加工-储运分销”的全链条质量动态管控体系,成为平衡质量成本与经济效益的核心突破口。该体系依托原油物性数据库与工艺适配性分析模型,从原料端实现质量风险前置控制。通过集成近红外光谱、X射线荧光等快速检测技术,对入库原油的硫含量、金属杂质及烃类组成进行实时解析,生成原料加工优先级清单,指导炼厂动态调整脱硫强度、裂化深度等工艺参数,从而避免因原油品质突变引发的工艺失稳,从源头减少非计划性设备调试造成的能源损耗^[3]。

生产工艺环节的质量动态管控层面,基于分布式控制系统与实时优化技术,建立催化裂化反应深度、加氢精制氢油比等关键参数的自适应调节模型。例如,通过在线气相色谱仪对裂化产物中的烯烃含量进行秒级监测,结合反应动力学仿真,动态优化催化剂注入速率与反应器温度梯度。此类实时反馈机制可将馏分油辛烷值波动范围压缩至 ± 0.5 个单位内,从而降低后续调和工序的添加剂消耗量。同时,引入数字孪生技术对蒸馏塔、加氢反应器等核心设备进行虚拟映射,实现设备健康状态与工艺参数的协同优化,延长催化剂使用寿命。在储运与终端销售环节,质量动态管控体系重点突破环境因素与人为操作的交互影响。具体而言,应部署物联网传感器网络对储罐温度、氧含量及水分活度进行连续监测,结合油品氧化动力学模型预测质量衰减趋势。当检测到柴油十六烷值下降风险时,自动触发氮气密封系统或添加抗氧剂注入指令。在加油站端,通过区块链技术构建质量溯源链,将炼厂出厂指标、运输环境数据与终端油枪抽检结果实时关联。一旦发现油品馏程偏移或胶质含量异常,系统可自动追溯污染源并触发批次隔离协议,将质量事故处置时效从72h压缩至8h内。

3.2 推进数字化质量监控平台建设

随着炼化行业数字化转型进程的深化,构建覆盖成品油全生命周期的数字化质量监控平台,已成为破解质量管控碎片化难题的关键路径。该平台以物联网传感网络为基础架构,在炼厂蒸馏塔、催化裂化装置、成品油储罐等关键节点部署温度、压力、流量及成分传感器,实时采集油品馏程分布、硫含量、氧化安定性等核心参数。其依托5G通信技术实现毫秒级数据传输,结合边缘计算设备进行初步数据清洗与异常值

识别,形成从原料入厂到产品出厂的全景式质量数据流。这种实时化、可视化的监测能力,使工艺工程师能够动态追踪质量波动趋势,及时调整加氢反应器氢油比或重整装置空速,避免因参数漂移引发的批次性质量缺陷。

在数据集成基础上,数字化平台进一步引入机器学习算法构建质量预测体系。基于历史生产数据与在线监测信息的融合分析,训练出催化裂化产物辛烷值预测、柴油十六烷值衰减模拟等专用算法。例如,通过分析加氢精制装置进料性质与操作参数的关联性,该体系可提前 24h 预判精制柴油硫含量超标风险,并自动生成催化剂再生周期优化建议。此类预测性分析将传统“事后纠偏”模式升级为“事前干预”,显著降低工艺调整的滞后性。同时,平台内置的数字孪生模块可对调和配方进行虚拟验证,在调和罐实际投料前模拟不同组分比例对最终油品闪点、蒸气压的影响,从而减少物理实验次数与调和剂浪费。此外,面向供应链协同需求,数字化平台延伸开发质量追溯与决策支持功能。利用区块链技术建立不可篡改的质量数据链,完整记录每批次成品油从炼厂生产、管道运输到加油站储存的全流程质量档案。当终端检测到油品胶质含量异常时,系统可快速定位问题环节,若数据链显示运输罐车曾经历高温曝晒,则自动触发储罐氮封系统强化指令;若炼厂出厂检测数据存在边界值波动,则反向追溯催化剂活性衰减曲线。最后,平台整合的质量成本分析模块,能够自动关联质量缺陷事件与经济损失数据,生成不同管控环节的投入产出比评估报告,指导企业优化质量资源分配策略^[4]。

3.3 完善供应链质量协同激励机制

在成品油供应链上下游利益关联性强化的背景下,成品油质量管理经济效益的优化,还应从建立跨环节质量责任共担与利益共享机制入手,该机制以合同约定与绩效评估为双轮驱动,在炼厂、物流商、仓储服务商及零售终端间构建质量联动责任链。例如,在原油运输合同中嵌入质量风险条款,要求承运方对运输途中的温控偏差、水分渗透等可量化指标承担有限责任;在加油站特许经营协议中,明确油品储存周期与质量检测频次的履约标准。同时,依托区块链智能合约技术,将质量数据自动转化为各环节的绩效评分,动态调整运输费用结算系数或仓储服务费率,激发参与者主动防控质量风险的积极性^[5]。

在此框架下,供应链质量信息共享平台的部署成为协同治理的技术支点,运用跨企业质量数据交换接口,统一炼厂工艺参数、储罐环境监测数据、运输轨迹信息的标准化格式,实现油品从生产到消费的全链

路质量状态可视化。当系统检测到某批次汽油的蒸气压异常升高时,可自动追溯至炼厂调和工序的氧含量控制记录,同时交叉比对运输罐车的压力波动曲线,精准定位责任主体。为消除数据共享壁垒,建立基于质量贡献度的数据访问权限模型,物流企业提供越详尽的运输环境数据,可获取更高精度的炼厂工艺优化建议;零售终端上传越及时的油枪抽检结果,则能优先获得紧俏油品供应配额,从而推动供应链成员从被动合规转向主动协同。此外,设计质量绩效与市场收益挂钩的分成机制,例如将油品质量稳定性指标纳入区域销售代理商的返利计算体系,对年度质量零事故的物流企业给予优先合作权。同时,建立供应链质量奖励基金,从炼厂、物流、零售各环节按交易额比例提取资金池,用于资助质量技术创新项目(如储罐惰性气体保护系统升级)。在操作层面,开发质量成本分摊算法,当跨环节质量事故发生时,依据区块链存证的责任权重自动核算各方赔付比例,减少协商成本与法律纠纷,从而降低质量管控的边际成本,更通过重塑供应链价值分配秩序,形成“质量优化-收益共享-投入追加”的正向循环。

4 结语

成品油质量管理的经济效益优化本质上是技术革新与机制协同的系统工程。通过全链条质量风险防控、数字化监控体系构建及供应链利益共享机制设计,能够有效破解质量缺陷引发的成本失控与市场价值流失难题。未来,该行业需以质量数据为纽带,推动生产工艺精准化、管理决策智能化的深度融合,在保障能源安全与环境友好的基础上,实现质量投入与经济产出的动态平衡,为全球能源转型背景下的可持续发展注入新动能。

参考文献:

- [1] 李莉嘉. 成品油质量的影响因素及其质量管理[J]. 质量与市场, 2024(11):60-62.
- [2] 杨良. 成品油贸易中的税务风险分析及控制措施[J]. 车用能源储运销技术, 2025(02):13-15.
- [3] 周媛媛. 成品油质量的影响因素及其质量管理研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(12):39-40.
- [4] 赵志涛, 王春娟. 成品油质量流量计影响因素及校准研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(01):27-29.
- [5] 赵海洋, 贾亮. 成品油质量的影响因素及其质量管理[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(03):41-42.

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。