

粗苯生产过程中的成本控制与经济效益分析

叶 林（潞安焦化有限责任公司，山西 长治 046200）

摘要：在现代工业体系中粗苯作为重要的基础化工原料，其生产过程的成本控制与经济效益备受关注。随着市场竞争的日益激烈，以及环保要求的不断提高，粗苯生产企业面临着前所未有的挑战，深入研究粗苯生产过程中的成本控制方法，挖掘提升经济效益的潜力，成为企业实现可持续发展的关键所在。对粗苯生产的成本控制与经济效益进行分析，有助于企业降低运营成本和增强市场竞争力。基于此，本文章对粗苯生产过程中的成本控制与经济效益分析进行探讨，以供相关从业人员参考。

关键词：粗苯生产；成本控制；经济效益；提升对策

中图分类号：TQ241.1；F406.7 文献标识码：A

文章编号：1674-5167(2025)023-0046-03

Cost Control and Economic Benefit Analysis in the Production Process of Crude Benzene

Yelin (Lu' an Coking Co., Ltd., Changzhi Shanxi 046200, China)

Abstract: In the modern industrial system, crude benzene, as an important basic chemical raw material, has its production cost control and economic benefits receiving significant attention. With the intensifying market competition and continuously rising environmental requirements, crude benzene producers face unprecedented challenges. A deep study of cost control methods in the crude benzene production process, and exploring the potential to enhance economic benefits, is crucial for companies to achieve sustainable development. Analyzing the cost control and economic benefits in crude benzene production can help companies reduce operating costs and strengthen market competitiveness. Based on this, this article discusses the analysis of cost control and economic benefits in the crude benzene production process for reference by relevant professionals.

Key words: crude benzene production; cost control; economic benefit; improvement measures

在全球能源结构调整和碳减排政策深化的背景下，粗苯生产正面临成本攀升与环保合规的双重压力。作为芳烃产业链的关键原料，粗苯的市场需求持续增长，但传统生产工艺仍存在显著的经济性瓶颈。通过系统分析粗苯生产的成本构成与影响因素，旨在探索有效的成本控制路径与经济效益提升策略。

1 粗苯生产过程中成本控制的常见问题分析

1.1 原材料利用率低

在粗苯生产过程中原材料利用率低是影响成本控制的关键问题之一，以煤炭为例，部分焦化企业的煤炭转化率仅为70%~80%，剩余部分因热解不完全或工艺缺陷而未能有效转化为粗苯及其他副产品，造成资源浪费。焦炉煤气中粗苯的回收效率普遍偏低，部分企业回收率不足80%，远低于行业先进水平（90%以上）。研究表明，煤气净化环节的吸收剂选择不当或操作参数不合理是导致粗苯损失的主要原因。部分企业仍采用传统洗油吸收法，但其对轻质苯组分的吸附能力较弱，导致大量苯类物质随尾气排放，直接影响经济效益。

1.2 能源消耗过高

粗苯生产的能源消耗主要集中在蒸馏和分离环

节，其能耗占生产总成本的25%~30%。以粗苯蒸馏为例，传统蒸汽蒸馏工艺的吨产品蒸汽消耗高达1.5~2.0t，而采用负压脱苯工艺的企业蒸汽消耗量可降低至0.6~0.9t，能耗差距达40%~53%（传统工艺下限对比新技术上限）。生产过程中的余热利用率不足30%，大量200~300℃的高温废气未经过梯级利用直接排放，既未用于原料预热系统，也未配置有机朗肯循环发电装置。某焦化厂实测数据显示，仅蒸馏工段的热能损失占全厂总能耗的15%以上，若采用夹点技术优化换热网络，预计可使综合能耗降低8%~12%。

1.3 设备与工艺问题

粗苯生产过程中设备老化问题日益凸显，直接影响生产效率和运行成本。长期运行的蒸馏塔、换热器等关键设备因腐蚀和结垢导致传热性能下降，使得能源消耗增加，同时故障率上升，维护频率提高。频繁的停机检修不仅影响生产连续性，还增加了备件更换和人工维护的支出。许多企业仍采用传统的间歇式生产工艺，自动化水平较低，主要依赖人工操作，不仅生产效率难以提升，还容易因操作不当导致产品质量不稳定。与现代化连续生产工艺相比，传统方法的产能利用率较低，难以适应规模化生产的需求，制约了

企业的经济效益提升。

2 粗苯生产过程中成本控制的经济效益分析

2.1 经济效益驱动因素

粗苯生产过程中成本控制的经济效益源于全流程优化与资源整合，科学规划原材料采购，建立动态比价和供应链协同机制，平抑原料价格波动；应用清洁生产技术改进工艺，缩短反应周期、提高转化效率，降低单位能耗；创新设备运维，借助智能监测实施预测性维护，减少停机损失；推进生产管理数字化，实时分析工艺与能耗数据，实现精细化管控；深度开发能源回收网络，利用余热创造循环经济价值。各要素协同，构建起韧性成本管控体系，提升产品竞争力，增强企业抗风险能力。

2.2 成本与收益平衡点分析

通过构建成本 - 产量 - 利润模型分析表明，典型年产 1.4 万吨粗苯装置的年固定成本约 1700 万元（基于规模经济性折算），可变成本约 3200 元 / 吨。当粗苯价格维持在 4800 元 / 吨时达到盈亏平衡点，此时产能利用率需达到 82% 以上（即年产量不低于 1.15 万吨）。边际效益分析显示：产能利用率从 70% 提升至 90% (0.98–1.26 万 t/a)，单位生产成本可从 4650 元 / 吨降至 3950 元 / 吨，降幅达 15%，主要得益于固定成本分摊降低和能源利用效率提升；当产能超过设计负荷的 105% (1.47 万 t/a) 时，设备损耗加速导致维护成本年均增加 200–300 万元，边际收益下降 5%–8% (如表 1 所示)。

2.3 投资回报率 (ROI) 分析

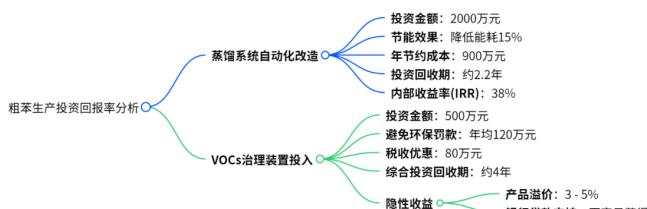


图 1 粗苯生产投资回报率分析思维图

技术改造的经济性评估显示：投资 2000 万元进行蒸馏系统自动化改造后，可降低能耗 15%，年节约成本约 900 万元，投资回收期约 2.2 年，内部收益率 (IRR) 达 38%。环保设施投入呈现差异化回报特征，投资 500 万元的 VOCs 治理装置虽直接经济效益有限，

但可避免年均 120 万元的环保罚款，同时获得 80 万元的税收优惠，综合投资回收期约 4 年。长期跟踪数据表明，环保合规企业的产品溢价可达 3–5%，且更容易获得银行贷款支持，这种隐性收益往往被传统财务分析所忽视但实际价值显著（如图 1 所示）。

3 粗苯生产过程中成本控制与经济效益提升的有效对策

3.1 优化原料配比与预处理工艺

在粗苯生产中，原料的质量和配比直接关乎生产效率与产品产出。通过精准的煤质分析，能够深入了解煤炭的各项特性。基于这些分析结果进行配煤优化，可有效提高粗苯产率。某年产 30 万吨粗苯的焦化企业通过实施配煤系统改造项目，取得了显著成效。该企业针对原料成本占比过高（42%）和粗苯收率波动大（4.2%–4.8%）的问题，首先建立了包含 12 个供煤矿点的煤质数据库，对各煤种的挥发分（28.5%–32.1%）、灰分（8.7%–9.2%）等指标进行系统分析。通过线性规划模型确定了最佳配煤比例（A:B:C:D:E:F=25:30:15:10:12:8），并增设煤调湿系统将入炉煤水分控制在 $6 \pm 0.5\%$ ，同时安装在线粒度监测仪确保 $<3\text{mm}$ 颗粒占比 $\geq 85\%$ 。改造后粗苯收率提升 7.1% 至 4.82%，吨粗苯煤耗降低 0.38 吨（原耗 5.2 吨），年节约原料成本达 9120 万元；煤气中苯含量提高 12.5% 至 $36\text{g}/\text{m}^3$ ，洗油消耗量降低 15.6% 至 38kg/t，初馏点稳定性提升 60%。项目采用近红外煤质快速分析仪将配煤调整响应时间从 8 小时缩短至 2 小时，并通过 CFD 模拟优化煤塔布料角度至 38° ，总投资 8500 万元在 11 个月内即实现投资回收，为行业提供了劣煤优用的成功范例（如图 2 所示）。

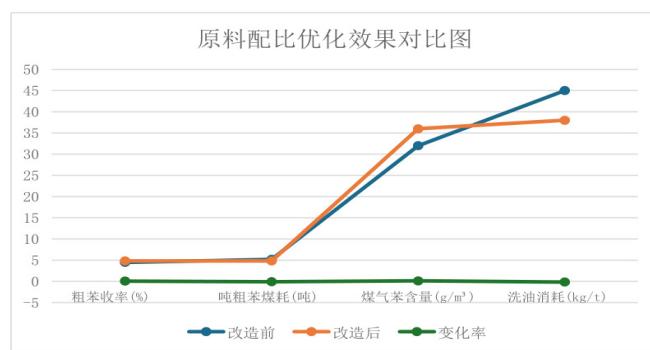


图 2 原料配比优化效果对比图

表 1 年产 1.4 万吨粗苯装置成本与收益分析

产能利用率	年产量 (万吨)	单位生产成本 (元 / 吨)	备注
70%	0.98	4650	
82% (盈亏平衡点)	1.15	4250 (估算，在 4650 和 3950 之间)	粗苯价格 4800 元 / 吨时盈亏平衡
90%	1.26	3950	
105% (设计负荷上限)	1.47	因维护成本增加导致成本上升，未具体计算	设备损耗加速，维护成本年均增加 200–300 万元，边际收益下降 5%–8%

3.2 引入高效节能蒸馏技术

传统蒸汽蒸馏在粗苯生产中能耗巨大，引入先进的负压脱苯技术成为破局关键。该技术通过真空泵降低蒸馏系统压力，使粗苯在较低温度下实现汽化分离，相比传统常压蒸汽蒸馏，可降低能耗 40% 以上。以某年产 1.4 万吨粗苯生产企业为例，应用负压脱苯技术后，通过真空泵系统精准调控蒸馏压力，减少蒸汽使用量，年节约蒸汽成本超 250 万元。负压环境下物料分离效率显著提升，产品质量更稳定。该技术有效减少了高温蒸汽使用产生的碳排放，不仅大幅降低企业生产成本，还契合国家“双碳”战略目标，为企业创造显著的经济效益与环境效益。

3.3 创新原料采购与供应链协同

构建动态原料采购体系，通过实时监测煤炭市场价格、品质波动及运输成本，结合粗苯生产需求，制定灵活采购策略。与优质供应商建立长期战略合作，签订年度框架协议锁定合理价格区间，降低市场价格波动风险；同时引入供应商竞争机制，定期评估供应商表现，确保原料性价比最优。利用数字化供应链管理平台，整合运输、仓储、质检等环节，优化物流路径，减少中间环节损耗。通过智能调度系统，根据生产进度精准安排原料配送，降低库存积压资金占用成本。据行业数据，通过供应链协同优化，可降低原料采购成本 8%-12%，减少仓储损耗 5% 以上，显著提升企业经济效益。

3.4 推进自动化控制系统升级

在粗苯生产过程中，精准控制各项参数至关重要。推进自动化控制系统升级，部署 DCS 集散控制系统和 APC 先进控制算法，可实现对关键参数如温度、压力、流量的实时优化调节。DCS 系统能够将整个生产过程中的各个控制节点进行集中管理和分散控制，操作人员可通过中央控制室对生产流程进行全面监控和调整。而 APC 先进控制算法则基于实时数据和复杂的数学模型，对生产过程进行动态优化。

在反应温度控制方面，能根据原料成分和反应进度实时调整加热或冷却量，减少人工干预误差 15-20%。这不仅提高了产品质量的稳定性，还能避免因参数波动导致的原料浪费和能源消耗增加，提升了生产效率和经济效益。

3.5 开展设备预防性维护管理

设备的稳定运行是粗苯生产的保障，开展设备预防性维护管理意义重大。基于振动分析和红外检测等技术手段，可实时监测设备的运行状态。振动分析通过采集设备运行时的振动信号，分析其频率、振幅等特征，判断设备是否存在故障隐患，如轴承磨损、部

件松动等。红外检测则利用设备表面温度分布情况，检测设备内部是否存在过热等异常现象。通过这些技术建立设备健康档案，对设备的运行状况进行长期跟踪和评估。

一旦发现设备部件出现老化迹象，提前进行更换，可将非计划停机时间压缩至年运行时间的 1% 以内。在某粗苯生产企业中，实施设备预防性维护管理后，设备故障率大幅降低，生产连续性显著提高，减少了因停机造成的生产损失，提高了企业的生产效率和经济效益。

3.6 实施清洁生产工艺改造

构建源头削减 - 过程控制 - 末端治理三位一体的技术革新体系，引入催化加氢精制、膜分离提纯等先进工艺替代传统酸洗法，可降低硫酸消耗量，同时减少废酸处理成本及环境污染风险。建立物料闭路循环系统，对解析气、洗油残渣等副产物实施资源化利用，将解析气导入加热炉作为辅助燃料促使能源综合利用率的提升。

配套建设智能监控平台，运用在线分析仪表实时监测关键参数，结合 AI 算法优化反应条件实现单位产品能耗下降。积极对接环保税减免、绿色信贷等政策红利，将碳交易收益反哺技术改造，形成政策激励与成本控制的良性互动。通过构建清洁生产绩效考评机制，将节能降耗指标纳入全员考核体系，配套开展工艺仿真培训，使员工操作规范率提升。

4 结束语

综上所述，粗苯生产企业要在复杂多变的市场环境中立足并实现可持续发展，必须高度重视成本控制与经济效益提升。通过对生产过程中各个环节的深入分析明确了当前存在的成本问题以及影响经济效益的关键因素，所提出的一系列优化策略，为企业提供了切实可行的改进方向。在实际应用中企业应结合自身实际情况，有针对性地实施这些策略，并持续跟踪与优化。

参考文献：

- [1] 周忠科, 张忠友, 王晋伟. 低碳能源技术前沿追踪的方法与应用 [M]. 北京: 企业管理出版社, 2023.
- [2] 张旭峰. 改性 Y 型分子筛对煤热解气态焦油催化改质的研究 [D]. 太原: 太原理工大学, 2023.
- [3] 霍海龙. 低阶煤电石生产新工艺综合效应评估及余能制氢研究 [D]. 北京: 北京科技大学, 2023.
- [4] 田亮. 作业成本法在 Z 焦化公司的应用研究 [D]. 天津: 河北工业大学, 2022.
- [5] 高纬迪. 基于生命周期的生物质厌氧消化 - 气化耦合发电系统综合评价 [D]. 天津: 天津大学, 2021.