

化工工艺优化对生产成本及市场竞争力影响研究

王国印 (大连市化工设计院有限公司, 辽宁 大连 116000)

摘要: 化工工艺优化是化工企业降低生产成本、提升市场竞争力重要手段, 本文在梳理化工工艺优化理论基础与发展现状基础上, 深入剖析工艺优化对生产成本影响, 包括原料利用率提升成本控制效应、能耗优化对生产成本降低作用、设备效率改进成本结构优化等, 本文还探讨工艺优化对企业市场竞争力提升机制, 分别从产品质量提升与市场竞争优势、生产效率改进对企业竞争位强化、技术创新驱动长期竞争力构建等方面进行系统阐述, 文章试图为化工企业实施工艺优化、增强市场竞争力提供理论参考和实践指导。

关键词: 化工工艺优化; 生产成本; 市场竞争力; 影响机制

中图分类号: TQ02 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2025) 028-0061-03

Study on the influence of chemical process optimization on production cost and market competitiveness

Wang Guoyin (Dalian Chemical Design Institute Co., LTD., Dalian Liaoning 116000, China)

Abstract: Process optimization in chemical engineering serves as a vital strategy for enterprises to reduce production costs and enhance market competitiveness. This study systematically examines the theoretical foundations and current developments of process optimization, with a focus on its cost-reduction mechanisms. Key impacts include improved raw material utilization efficiency, optimized energy consumption patterns, and enhanced equipment performance leading to cost structure improvements. The paper further explores how process optimization boosts corporate competitiveness through three dimensions: product quality enhancement and competitive advantage building, productivity optimization for competitive positioning, and innovation-driven long-term competitiveness development. These insights aim to provide theoretical frameworks and practical guidance for chemical enterprises to implement process optimization strategies and strengthen their market competitiveness.

Key words: chemical process optimization; production cost; market competitiveness; influence mechanism

市场经济环境下, 化工企业面临日益激烈市场竞争, 化工工艺作为化工生产核心, 优化程度直接影响着企业生产效率、产品质量、成本控制等关键竞争要素, 化工工艺优化旨在保证产品质量前提下, 最大限度提高原料和能源利用效率, 降低物耗和能耗, 从而降低生产成本, 提高企业市场竞争力, 化工工艺优化技术不断发展, 新工艺、新技术、新设备层出不穷, 为化工企业转型升级提供重要支撑, 本文拟在总结化工工艺优化发展现状基础上, 深入分析工艺优化对降低生产成本、提升企业竞争力作用机制, 以期为化工企业工艺优化实践提供借鉴。

1 化工工艺优化理论基础与发展现状

1.1 化工工艺优化基本概念与内涵

化工工艺优化是在化学反应工程、传递过程、系统工程等理论指导下, 运用先进技术手段和科学管理方法, 对化工生产过程进行系统分析、系统集成, 最终实现技术经济指标最优过程, 核心是在保证产品质量前提下, 通过优化工艺路线、改进生产工序、提高设备性能等措施, 最大限度降低物料消耗和能源消耗, 提高资源利用效率, 进而降低生产成本, 实现清洁生产, 化工工艺优化涵盖工艺路线选择、工艺参数优化、

设备选型与集成、自动化控制、能量回收等诸多方面, 是一项复杂系统工程, 工艺优化目标是在投入产出比、三废排放、安全生产等约束条件下, 寻求最佳技术经济平衡点, 最终实现企业经济效益、社会效益、生态效益统一, 是动态、持续过程, 需要根据市场需求变化、技术进步、环保要求等内外部因素变化, 不断调整优化目标和方案, 工艺优化还需要与设备管理、能源管理、安全管理等有机结合, 形成全过程、全要素、全方位持续优化机制, 只有在系统思维指导下, 综合运用各种优化技术和管理方法, 才能实现化工生产过程最优化, 达到提质增效、绿色发展目标^[1]。

1.2 工艺优化技术发展历程与趋势

化工工艺优化技术经历从经验型到科学型、从定性到定量、从局部优化到全局优化发展历程, 早期化工工艺优化主要依赖工程师生产经验和直觉, 带有浓厚经验主义色彩, 20世纪中后期化学反应动力学、传递过程、系统工程等学科发展, 为化工工艺优化奠定坚实理论基础, 此基础上数学规划、过程集成、智能优化等现代优化技术不断涌现, 工艺优化从定性走向定量, 优化深度和广度不断拓展, 进入21世纪, 计算机仿真、大数据分析、人工智能等新兴技术兴起,

推动化工工艺优化向智能化、精准化方向发展,多目标、多约束、全流程、全生命周期优化成为工艺优化新趋势,可预见化工工艺优化技术必将朝着更加科学、更加精细、更加智能、更加绿色方向发展,为化工行业高质量发展提供不竭动力^[2]。

1.3 国内外化工工艺优化研究现状

国外化工工艺优化研究起步较早,理论基础扎实,应用领域广泛,美国、日本、德国等发达国家高度重视化工工艺优化,将其作为化工企业核心竞争力重要组成,美国、德国、日本多家跨国化工企业均设立专门工艺优化研发中心,大力开发工艺优化新技术,近年来,过程强化、过程集成、多尺度建模等先进优化技术在国外得到广泛应用,相较之下我国化工工艺优化起步较晚,但发展迅速。

改革开放以来,我国高度重视化工工艺优化,将其作为化工行业升级换代重要抓手,清华大学、天津大学、浙江大学等高校和中科院过程工程研究所等科研院所在化工工艺优化基础理论和关键技术方面取得一系列原创性成果,中石化、中石油等大型石化企业成立工艺优化研究中心,大力开展工艺优化技术研发与应用,但与发达国家相比,我国化工工艺优化基础研究还有待加强,工业应用广度和深度还有待提高,未来我国要立足自主创新,加强产学研用协同创新,突破工艺优化关键核心技术,推动化工工艺优化向智能化、绿色化方向发展,为我国化工产业转型升级提供有力支撑。

2 化工工艺优化对生产成本影响分析

2.1 原料利用率提升成本控制效应

原料成本在化工产品生产成本中占有很大比重,提高原料利用率是降低生产成本关键举措,化工工艺优化可通过改进催化剂性能、优化反应条件、加强三废回收利用等途径,最大限度提高原料转化率和利用率,减少原料损耗,从而降低原料成本。合成氨工艺优化中,可采用性能更优铁催化剂,在较低温度和压力下实现更高氮氢转化率,减少合成氨原料氨损耗,在炼油过程优化中,可采用先进催化裂化和加氢精制工艺,大幅提高原油转化深度和收率,减少废渣、废气排放,实现资源梯级利用;化肥生产中,合理优化造粒工艺参数,可显著提高化肥成品率,减少废品和返工料产生,降低原料消耗;己内酰胺合成中,合理优化环己酮肟重排工艺,提高己内酰胺收率,加强副产环己酮回收,可进一步降低生产成本,结合来看,通过化工工艺优化,从源头上减少原料损耗,提高原料利用效率,强化副产物回收利用,是降低化工企业生产成本关键举措。

2.2 能耗优化对生产成本降低作用

化工生产是高耗能行业,能源成本在生产成本中占据重要地位,化工工艺优化可通过优化能量利用系统、实施热量回收、推广节能新工艺等措施,降低化工生产过程中能耗水平。化工装置能量系统优化中,可运用热力学第一、第二定律开展能量优化,通过设备布置优化、热网络设计等,最小化能量损失,提高能源利用率;具体工艺环节,可采用精馏塔供热优化、反应精馏强化等先进节能技术,在不降低产品质量前提下,大幅降低塔釜加热和精馏分离能耗,还可对生产过程中产生余热余压进行梯级回收利用,通过蒸汽回收、有机朗肯循环等方式最大限度减少能量浪费;工艺路线选择时,要本着节能降耗原则,优选能耗低、效率高新工艺,从源头减少能源消耗,除工艺技术优化外,能源管理体系建立与完善也是降低能耗、节约成本重要保障,化工企业应加强能源计量、能耗统计与能源审计,构建能源管控一体化平台,利用大数据分析等手段,实现能耗实时监测、动态分析、科学预测,挖掘节能潜力,积极推行清洁生产审核,从工艺、技术、管理等方面深挖节能空间,通过能耗“双控”,压实节能目标责任,将节能降耗措施落实到每个生产环节,通过技术与管理并重能耗优化,必将有效降低化工生产能源成本^[3]。

2.3 设备效率改进成本结构优化

化工生产设备投资大、更新快,设备折旧在生产成本中占有较大比重,提高设备利用效率是优化成本结构重要环节,化工工艺优化可通过设备选型优化、工艺布局优化、生产调度优化等途径,最大限度发挥设备生产效能,提高投入产出效益,在新建和改扩建化工装置时,要科学论证、合理规划,选用先进适用设备,避免盲目投资和重复建设;要优化设备布局,减少物料输送距离,提高生产效率;要加强生产组织优化,统筹安排检修计划,确保装置安全平稳运行;要加强设备预防性维护和状态检修,利用在线监测、故障诊断等技术提高设备运转效率,减少事故停工损失;设备柔性化、智能化升级也是提高设备效率、优化成本重要手段,通过工艺优化实现一套生产装置生产多种产品,可显著提高设备利用率,摊薄固定成本。加快智能制造技术在设备中应用,利用机器视觉、故障诊断、工况智能优化控制等技术,可实现设备智能感知、自适应优化,进一步提高设备运行效率和产品品质,通过设备自动化、信息化改造,实现人机交互、产供销一体化,可显著提高生产效率,降低人工成本。由此看出设备效率改进是优化生产成本结构重要突破口,既可实现单位产品成本下降,又可显著提升企业

生产柔性和响应速度。

3 化工工艺优化对市场竞争力提升机制

3.1 产品质量提升与市场竞争优势

产品质量是化工企业市场竞争力关键要素,化工工艺优化可通过提高反应选择性、优化分离纯化工艺、加强质量全流程控制等途径,确保产品质量稳定性和一致性,提升产品品质,增强市场竞争优势。在酚醛树脂合成工艺优化中,采用新型催化剂,优化反应物配比,可提高酚醛反应选择性,改善树脂产品热稳定性和力学性能;精细化工产品分离提纯环节,采用高效精馏、膜分离、色谱分离等新技术,可显著提高产品纯度和收率,要建立全流程质量管控体系,从原料进厂到产品出厂实施全方位质量监测,利用在线分析、工艺参数自动优化控制等手段,实现质量关键控制点实时监控,确保产品质量稳定可靠,产品质量提升意味着产品高附加值,企业议价能力和市场份额将随之提高,品牌美誉度和客户忠诚度也会随之增强。以质量为先导工艺优化,必将成为化工企业赢得市场竞争制胜法宝^[4]。

3.2 生产效率改进对企业竞争位强化

生产效率是衡量企业竞争力重要指标,化工工艺优化可通过强化过程、过程集成等手段,简化生产流程,减少中间环节,缩短生产周期,显著提高生产效率。化学反应过程强化中,通过耦合反应与传质过程,可大幅提高反应速率和转化率,缩短反应时间;过程集成优化中,通过工艺过程合理串联与并联,简化生产工序,减少中间储存和输送环节,降低能耗物耗,提高生产效率。

通过生产组织优化,缩短生产准备时间,减少设备切换频次,提高人员和设备利用率,可进一步提升生产效率,生产效率改进能有效提高单位时间产出水平,加快产品更新换代和市场响应速度,使企业在同质化竞争中脱颖而出,生产效率提高往往伴随着能耗物耗降低,单位产品成本将随之降低,必然增强企业价格竞争力,巩固企业市场位^[5]。

3.3 技术创新驱动长期竞争力构建

技术创新能力是企业可持续竞争力决定因素,化工工艺优化是技术创新重要切入点,自主研发新工艺、新技术,化工企业可构建起技术创新驱动长期竞争优势,尤其在新材料、新能源等战略性新兴产业领域,掌握核心工艺技术,是企业立于不败之关键。工艺创新路径选择上,既要立足自主研发,加大研发投入,攻克关键核心技术;又要加强产学研用协同创新,借力高校、科研院所研发资源,推进科技成果转化应用;要主动对标行业标杆,通过技术引进消化吸收再创新,

实现弯道超车;研发组织上,要建立健全以企业为主体、市场为导向技术创新机制,加强新产品、新工艺开发与应用,要建立科学创新绩效评价体系,完善科技人员激励机制,激发技术人员创新创造积极性,还要加强知识产权保护,完善专利布局,为核心技术筑起坚实保护屏障,通过技术创新驱动工艺优化,化工企业方可在关键技术上取得突破,拥有自主知识产权,形成难以模仿核心竞争力,在市场竞争中赢得主动。这种局面不难看出技术创新已成为化工企业实现弯道超车、构建长期竞争优势制胜法宝^[6-7]。

4 结语

化工工艺优化是一把双刃剑,其利在于通过技术创新,降低生产成本,提升产品品质,增强企业竞争力;其弊在于优化投入大、风险高、周期长,对企业技术、人才、资金等要素保障提出更高要求。这也就要求化工企业准确把握行业发展趋势和市场需求变化,科学论证优化项目必要性和可行性,风险可控前提下稳步推进,遵循成本效益对比原则,充分考虑各种工艺优化方案投入产出效益,择优选择,加强过程控制,及时跟踪优化进度和效果,动态调整优化方案,确保优化目标实现,建立多部门协同工艺优化推进机制,加强生产、技术、管理等部门沟通协作,形成工艺优化合力。

面对新时期化工行业新形势、新挑战,工艺优化已成为化工企业实现转型升级、提质增效战略选择,化工企业只有不断优化工艺,创新技术,推动传统工艺向绿色化、智能化升级,以技术创新驱动发展方式转变,方可在激烈市场竞争中赢得主动,实现高质量可持续发展,为建设“技术强国”贡献化工力量,唯有心无旁骛走好工艺优化这条“攻坚之路”,化工企业方能基业长青,化工强国宏伟蓝图必将在砥砺前行中铺展开来!

参考文献:

- [1] 李子月,宋宪胤,张健.精细化工生产过程中节能减排策略研究[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(11):63-65.
- [2] 魏馨.过程模拟优化技术在化工工艺设计中应用[J].化纤与纺织技术,2025,54(04):66-68.
- [3] 王佩琼.基于人工智能化工流程优化设计[J].云南化工,2025,52(03):93-95.
- [4] 姚宏.工业企业碳中和与绿色发展[M].北京:化学工业出版社,2022.
- [5] 莫淳.工业固废活化钾长石- CO_2 矿化提钾生命周期碳排放与成本评价[J].化工学报,2017,68(06):2501-2509.
- [6] 王静,张建国,李思阳.化工过程节能技术与能量系统优化研究进展[J].化工进展,2023,42(5):201-210.