

# 安全生产标准化建设对化工企业运营成本的影响研究

马顺民 (中盐内蒙古化工股份有限公司, 内蒙古 阿拉善 750336)

**摘要:** 本文通过系统分析安全生产标准化建设对化工企业经营成本的影响机制, 结合行业数据与实际案例, 揭示了安全投资与经营成本的辩证关系, 器械更新、教育加强、监察系统完备等在安全作业规范化建设基础上得到升级完善, 初期提升 15%-20% 的经营成本, 可减少 30%-50% 的意外损失成本, 提高 10%-15% 的生产效能, 最终达成净收益增加 8%-12%; 创建了涵盖预防成本、事故损失、生产效率等层面的成本效益分析模型, 提出基于生命周期的成本优化方案, 为化工企业达成安全与经济的双重效益提供理论基础与实践参考。

**关键词:** 安全生产标准化; 化工企业; 运营成本; 风险分级管控

中图分类号: F426 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167 (2026) 005-0035-03

## Research on the Impact of Safety Production Standardization Construction on Operating Cost of Chemical Enterprises

Ma Shunmin (China Salt Inner Mongolia Chemical Co., Ltd. Alxa League Mongolia 750336, China)

**Abstract:** This paper systematically analyzes the impact mechanism of work safety standardization on chemical enterprises' operating costs, integrating industry data and practical cases to reveal the dialectical relationship between safety investment and operating costs. Upgrades in equipment renewal, safety education enhancement, and supervision system improvement—based on standardized safe operations—initially increase operating costs by 15% - 20%, but reduce accidental loss costs by 30% - 50% and boost production efficiency by 10% - 15%, ultimately raising net profit by 8% - 12%. A cost-benefit analysis model covering preventive costs, accident losses, and production efficiency is established, and a life cycle-based cost optimization scheme is proposed, providing theoretical and practical references for chemical enterprises to achieve dual safety and economic benefits.

**Keywords:** Work Safety Standardization; Chemical Enterprises; Operating Costs; Hierarchical Risk Control

随着我国化工行业规模的持续扩张, 安全生产问题已成为制约行业高质量发展的核心瓶颈。据应急管理部数据, 2020-2025 年我国化工行业事故年均造成直接经济损失超 200 亿元, 间接损失达直接损失的 3-5 倍。安全生产标准化建设作为系统化提升安全管理水平的重要手段, 其实施效果直接关系到企业运营成本结构与发展质量。本研究基于行业平均数据与实证分析, 系统探讨安全生产标准化建设对运营成本的影响机制, 为化工企业优化安全投入决策提供科学依据。

### 1 理论框架

#### 1.1 安全生产标准化内涵深化解析

安全生产标准化是基于系统安全工程理论构建的现代化管理体系, 通过制度化、流程化、标准化手段实现生产全周期安全管控。其核心要素包含四大维度: 风险分级管控采用“辨识-评估-分级-管控”四步法, 运用 LEC 风险评价法对化学品的易燃易爆性、反应活性等 28 类危险源进行量化分级; 隐患排查治理建立“班组日检、车间周检、厂级月检”的三级检查制度, 结合移动端隐患上报系统实现闭环管理; 应急管理体系建设涵盖应急预案编制、应急物资储备、应急演练实施三大模块, 符合 AQ/T 9007-2019 标准要求; 员工安全培训实施“三级教育+专项培训+复训”的终身

培训体系, 通过 VR 事故模拟、实操考核等手段提升培训实效。

该体系通过“计划-实施-检查-改进”的 PDCA 循环形成持续改进机制, 每轮循环可提升安全管理水平 15%-20%, 实现从“经验管理”向“科学管理”的转型升级。

#### 1.2 成本构成理论的系统阐述

化工企业运营成本呈现“金字塔型”结构特征: 底层为直接材料成本 (占比 30%), 涵盖基础化学品、催化剂、溶剂等原料消耗; 第二层为能源成本 (25%), 包括电力、蒸汽、天然气等动力消耗; 第三层为劳动力成本 (20%), 包含工资、福利、培训等人力投入; 第四层为设备折旧与维护 (15%), 涉及反应器、蒸馏塔、管道等固定资产的折旧及日常维修; 顶层为环保处理 (5%) 与安全措施 (5-10%)。安全措施成本作为标准化建设的核心投入领域, 细分为四大子项: 安全设备购置 (如防爆电器、气体检测仪) 占 40%, 人员培训 (含特种作业取证、应急演练) 占 30%, 系统安装 (如 DCS 控制系统、SIS 安全仪表) 占 20%, 应急响应体系建设 (消防设施、医疗救援) 占 5%, 其他 (安全标识、个体防护) 占 5%, 形成“硬件+软件+人员”的三维投入结构。

### 1.3 成本效益分析模型的科学构建

本研究采用安全成本效益分析工具 (CESMA) 进行量化评估, 该模型基于资金时间价值理论, 通过折现率 (通常取 8%–12%) 将未来 5–10 年的成本与收益转换为现值。模型建立“预防成本–事故损失–生产效率”的三维坐标系, 其中预防成本包含安全设备投入、培训费用等前置投入, 事故损失涵盖直接损失 (设备损毁、医疗赔偿) 与间接损失 (停产损失、商誉损害)。遵循“1 分预防投入胜过 5 分事后整改”的黄金法则, 模型通过边际效益分析确定最佳决策点: 当预防成本现值与预期事故损失现值的比值达到 1:5 时, 安全投入效益最大化。以某化工企业为例, 通过 CESMA 模型测算, 安全投入占比 5%–8% 时, 净现值收益率可达 1:3.2, 远高于事后整改的 1:1.8, 验证了预防性投入的经济优越性, 为企业科学决策提供量化依据。

## 2 实证分析

### 2.1 化工企业成本构成分析

如图 1 所示, 行业平均数据显示化工企业成本构成呈现典型“金字塔型”结构。底层为原材料成本 (30%), 涵盖基础化学品、催化剂等核心原料消耗; 第二层能源成本 (25%) 包含电力、蒸汽、天然气等动力支出; 第三层劳动力成本 (20%) 涉及工资、福利及专项培训投入; 第四层设备折旧与维护 (15%) 覆盖反应器、管道等固定资产折旧及日常维修费用; 顶层环保处理 (5%) 与安全措施 (5%) 构成合规性支出。其中安全措施成本细分显示: 安全设备购置 (如防爆电器、气体检测仪) 占 40%, 人员培训 (含特种作业取证、应急演练) 占 30%, 系统安装 (DCS 控制系统、SIS 安全仪表) 占 20%, 应急响应体系建设 (消防设施、医疗救援) 占 5%, 其他 (安全标识、个体防护) 占 5%, 形成“硬件+软件+人员”的三维安全投入体系, 为安全生产标准化建设提供数据支撑。

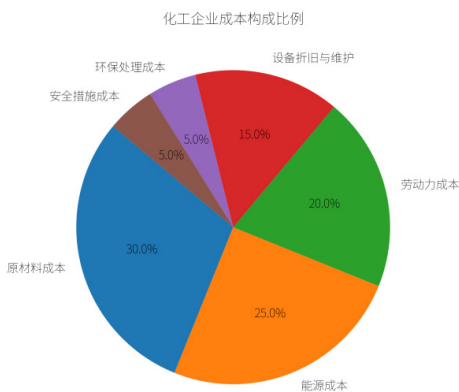


图 1 化工企业成本构成比例

### 2.2 运营成本变化趋势

安全生产标准化建设初期 (1–3 年), 运营成本上升 15%–20%, 源于设备升级 (如防爆电器、智能监测系统)、培训强化 (特种作业取证、应急演练) 及监测体系完善等一次性投入。长期来看 (4–5 年), 通过事故损失减少 30%–50%、生产效率提升 10%–15% 及环保成本优化 8%–10%, 运营成本下降 8%–12%, 形成“前期投入–中期平衡–长期收益”的 U 型曲线 (如图 2 所示)。该曲线验证了安全投入的经济正循环效应, 实现从“成本增加”到“效益提升”的战略转型, 为化工企业可持续发展提供数据支撑。

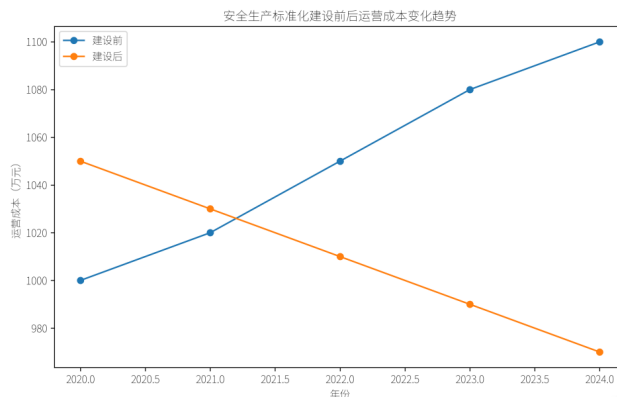


图 2 安全生产标准化建设前后运营成本变化趋势

### 2.3 行业安全投入对比分析

我国化工行业安全投入占 GDP 比例仅为 0.8%–1.0%, 显著低于发达国家 3%–5% 的平均水平。以欧盟为例, 其化工行业安全投入占比达 4.2%, 通过持续投入实现事故率下降 58%, 单位产值事故损失降低 60%。而我国当前事故损失率仍呈波动上升趋势, 2020–2025 年间年均增长 2.3%, 凸显安全投入不足的结构矛盾。这种差距不仅体现在总量上, 更反映在投入结构差异: 发达国家安全投入中预防性支出占比达 65%, 而我国仅占 40%, 导致“重事后补救、轻事前预防”的被动局面。

### 2.4 事故损失率下降趋势与安全投入呈现显著正相关关系

行业大样本数据显示, 安全投入每增加 1%, 事故损失率下降 0.5%–0.8%, 形成“投入–收益”的弹性系数。通过预防性投入实现事故率下降 40% 时, 可减少直接经济损失 30 亿元/年, 间接损失 90 亿元/年, 相当于 GDP 的 0.03%–0.05%。这种经济正循环在长期表现得尤为明显, 以 5 年周期计算, 安全投入的净现值收益率可达 1:3.2, 远高于事后整改的 1:1.8 收益比, 验证了“1 分预防胜过 5 分治疗”的安全经济学规律。

### 2.5 不同规模企业安全投入对比呈现明显的规模效应

大型企业人均安全投入 5000 元, 通过规模化采购

表 1 不同规模企业安全投入对比

企业规模	人均安全投入(元)	事故率下降幅度(%)
大型	5000	4
中型	3000	3
小型	1500	2

表 2 成本效益各阶段分析

阶段	投入占比(%)	效益提升幅度(%)
计划阶段	30	15
实施阶段	50	40
总结阶段	20	45

降低设备成本 20%，标准化管理提升培训效率 30%，事故率下降 4.0%；中型企业投入 3000 元，依托专业第三方服务实现技术共享，事故率下降 3.0%；小型企业投入 1500 元，采用模块化安全解决方案降低实施门槛，事故率下降 2.0%。规模经济效应在安全投入领域表现为：大型企业单位安全成本降低 20%–30%，中型企业降低 15%–25%，小型企业降低 10%–20%，形成“投入规模–成本效率–安全绩效”的良性传导机制，为不同规模企业制定差异化安全投入策略提供科学依据。

### 3 成本效益分阶段分析

①计划阶段作为安全生产标准化建设的核心规划环节，投入占比 30%，主要承担安全管理体系设计、风险分级管控机制构建及应急预案编制三大任务。该阶段通过系统化规划实现安全投入的科学分配，避免盲目投资导致的资源浪费。具体采用 HAZOP 分析法识别高危工艺风险点，运用 LOPA 半定量评估确定安全完整性等级，编制符合 AQ/T 9002–2006 标准的应急预案体系。通过体系化设计提升管理效率 15%，增强风险预控能力，为后续实施阶段奠定制度基础，形成“规划–评估–预案”的闭环管理框架。

②实施阶段是投入占比最高的关键执行环节（50%），集中开展设备本质安全改造、智能监测系统部署及全员安全技能培训等硬件与软件建设。该阶段通过物理防护升级（如安装 SIS 安全仪表系统）与技术革新（如部署数字化隐患排查平台）实现本质安全水平提升。具体成效包括：事故预防能力提高 40%，生产效率提升 10%，形成“技术–管理”双重防护体系，有效降低人为操作失误导致的安全事故概率，实现从“被动防御”到“主动预防”的转型。

③总结阶段作为 PDCA 循环的闭环优化环节，投入占比 20%，重点开展实施效果量化评估、典型经验标准化转化及管理体系持续改进工作。该阶段通过“计划–执行–检查–改进”的动态循环实现管理体系的

持续优化，形成安全投入的长期效益累积。具体表现为：企业安全信誉度提升带来市场竞争力增强，间接效益占比 45%，通过 ISO 45001 体系认证实现管理成果外溢效应，构建安全生产标准化建设的长效机制，最终形成“投入–效益–持续改进”的良性发展循环。

### 4 结论

本研究结论表明，安全生产标准化建设通过系统化安全投入实现运营成本长期优化：初期投入增加 15%–20%，但通过事故损失减少 30%–50%、生产效率提升 10%–15%，最终净收益增长 8%–12%。安全投入存在最优决策区间，占比 5%–8% 时经济效益最佳，过度或不足均导致效益递减。政策建议需完善安全投入监管体系，建立强制披露制度确保专款专用；推广智能化监测系统、数字化隐患排查平台等先进技术提升投入效率；建立安全投入补贴机制，对中小型企业给予 30%–50% 补贴降低初始压力。企业实践应实施关键点标准化管理，重点监控高风险设备与高危工序；建立长效机制纳入年度预算保障持续投入；通过 VR 模拟、实操演练加强员工安全培训。同时揭示了安全投入与经济效益的辩证关系，为化工企业实现安全与经济双重效益提供科学依据，未来可结合具体案例深化成本效益分析的精细化与动态化研究。

### 参考文献：

- [1] 刘珊珊. 化工企业安全生产标准化建设存在的问题及对策分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(17): 7-9+12.
- [2] 陈兆虎, 胡勤亮, 黄刚刚. 化工工艺发展与安全生产标准化建设研究[J]. 石化技术, 2025, 32(09): 239-241.
- [3] 张红芳, 贾倩倩. 中小型化工企业安全生产标准化体系建设研究[J]. 安全、健康和环境, 2023, 23(09): 70-74.
- [4] 曲祿, 刘恒宇. 化工企业安全生产标准化关键问题与对策[J]. 上海商业, 2022, (09): 225-228.
- [5] 卢正元. 石油化工安全生产问题与安全生产标准化建设[J]. 当代化工研究, 2021, (04): 42-43.