

# Analysis of Benefits Generated by Engineering Safety Investment and Opportunity Costs of Violations

Yuxiang Sun

Sinopec Nanjing Engineering Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210033, China

## Abstract

This article systematically explores the intrinsic connection between safety investment in the engineering sector and the economic benefits of enterprises, as well as the opportunity cost implied by violations, through a combination of theoretical analysis and practical cases. Research shows that reasonable safety investment can create economic benefits for enterprises by reducing accident risks, improving production efficiency, and optimizing corporate reputation. However, violations not only lead to direct economic losses but also generate high opportunity costs due to production disruptions, damage to the company's reputation and other aspects. This article aims to analyze safety violations for enterprises, thereby attaching importance to safety investment, providing a theoretical basis for safety management, promoting a virtuous cycle of safety investment and benefit growth, and reducing the negative impact of violations on the sustainable development of enterprises.

## Keywords

Safety investment Economic benefits; Violation of traffic rules; Opportunity cost Accident prevention

## 工程安全投入创效益与违章机会成本分析

孙玉香

中石化南京工程有限公司, 中国·江苏·南京 210033

## 摘要

本文通过理论分析与实际案例相结合的方式, 系统探讨工程板块安全投入与企业经济效益的内在关联, 以及违章行为所隐含的机会成本。研究表明, 合理的安全投入可通过降低事故风险、提升生产效率、优化企业声誉等途径为企业创造经济效益; 而违章行为不仅导致直接经济损失, 还会因生产中断、企业声誉受损等方面产生高额机会成本。本文旨在为企业对安全违章行为进行分析, 从而对安全投入加以重视, 为安全管理提供理论依据, 推动安全投入与效益增长的良性循环, 减少违章行为对企业可持续发展的负面影响。

## 关键词

安全投入; 经济效益; 违章行为; 机会成本; 事故预防

## 1 引言

随着我国经济向高质量发展转型, 安全生产已成为企业核心竞争力的重要组成部分。本文通过解构安全投入的效益生成机制与违章行为的成本构成, 为企业建立“安全即效益”的管理思维提供理论支撑, 助力企业在成本控制与风险防控间寻求最优平衡点。

## 2 安全投入与经济效益的关联性分析

### 2.1 安全投入的成本构成与分类

安全投入按主动性与支出性质可划分为两类:

#### 2.1.1 主动安全投入与被动安全投入

主动安全投入是企业为预防事故主动实施的资源配置,

包括安全培训(如特种作业人员资格取证)、各类安全防护用品购置(如护目镜、护耳罩、安全带、生命绳、安全网)、各类安全防护设备设施支出(如临边孔洞防护、机械设备的限位、各类安全保护装置、视频监控系统、防火防爆系统)等。

被动安全投入则是事故发生后企业被迫承担的费用, 包括事故救援、伤亡赔偿、环境修复、资产维修或重新购置等。例如: 某企业发生的人员与钢格棚坠落导致高处坠落人员死亡的事故, 仅赔偿费用就达 300 万元, 远超前期落实高处钢格栅安装所需防高坠落的安全措施发生的物料(安全网、生命绳、脚手架)、人工成本、个人安全防护用品等费用的 10 万元投入。

#### 2.1.2 保证性安全投入与损失性安全投入

保证性安全投入直接服务于安全生产体系运行, 如安全管理团队建设、隐患排查机制维护等。研究表明, 保证性投入每增加 10%, 事故发生率可降低 8%-12%。

【作者简介】孙玉香(1979-), 女, 中国山东潍坊人, 本科, 工程师, 从事工程类安全管理研究。

## 2.2 安全投入创造效益的作用机制

### 2.2.1 降低事故直接与间接损失

安全投入通过消除事故隐患，减少人员伤亡、设备损坏等直接损失。以高处作业为例，规范设置临边、孔洞的防护可使坠落事故概率降低90%以上，避免单次事故平均200万元的赔偿支出。

### 2.2.2 提升工作效率与运营质量

安全环境的改善可显著提升员工工作效率。据统计，安全投入充足的企业中，员工因心理压力减少而提升的工作效率达15%-20%。此外，安全投入能降低设备故障率，减少停机维修时间。

## 3 安全投入的经济优化策略

### 3.1 科学预算与动态调整

企业需结合历史生产安全事故数据与风险评估结果，制定分阶段安全投入计划。例如，某施工企业通过JSA（工作安全分析）确定高处作业安全风险，将30%预算用于高风险防范，使高处坠落事故率下降80%。

### 3.2 事前预防与事后处置的资源配比

研究表明，事前预防投入1元可减少事后处置成本5-10元。某化工园区建立“隐患排查——分级整改”机制，将年度安全费用的70%用于预防措施（如在线监测系统），三年间事故损失率下降82%。

### 3.3 技术创新与投入效益最大化

引入智能化安全管理工具（如AI视频监控、物联网传感器）可提升投入产出比。某物流园区通过智能仓储安全系统，将人力巡检成本降低40%，同时隐患发现率提升至98%。

## 4 违章行为的机会成本解构

### 4.1 违章行为的产生机理与表现形式

#### 4.1.1 行为动因分析

违章行为本质上是行为人对“成本-收益”的非理性权衡：

**侥幸心理：**认为“违章不一定出事”，如某工人未系安全带进行高处作业，自认为“经验丰富”可避免坠落；

**效率优先导向：**为缩短工期省略安全步骤，某建筑工地为抢进度在未验收脚手架的情况下安排作业；

**管理疏漏：**企业为降低成本削减安全监管岗位，导致违章行为缺乏监督。

#### 4.1.2 典型违章场景

作业人员是现场施工的主体，各项施工任务都是通过人来完成的，避免作业环节中人的不安全行为可以有效降低现场的安全风险。以高处作业为例：

**人的不安全行为：**无证上岗、违规操作设备、擅闯警戒区域等。2012年上海XX石化分承包商“11.26”高处坠落事故中，因吊装作业需要打开钢格栅过道中的盖板，未按要求设置硬防护措施和警示标志，导致其他作业人员从孔洞坠落死亡，直接经济损失500余万元。

**物的不安全状态：**主要表现在劳动保护不合格，不能对高处作业人员起到防护作用，以及高处材料存储不当，发生坠落伤人。

高处防护措施不到位，主要体现在临边作业未按要求搭设护栏、洞口未使用盖板进行遮盖，设备安装切除的劳动保护未及时进行恢复等。

### 4.1.3 环境因素

在施工环境不符合要求的情况下冒险作业，如遇六级以上大风，大雪、大雾、雷雨、冰雹等恶劣天气，为抢工程进度安排高处作业，给员工的人身安全带来极大的威胁。

为了有效地预防事故的发生，提高企业的安全风险意识，必须在作业前（即不安全行为）进行及时有效风险分析。事故的发生，尤其是在“心存侥幸”作用下产生的事故，实际上应该被看作是违章人员通过一定的“反复思考”和“最终决断”后而施行的一种“理性行为”。

### 4.1.4 管理缺陷

安全制度形同虚设、应急预案失效。某化工厂爆炸事故中，因未定期演练应急流程，导致事故扩大化，损失增加30%。

## 4.2 违章行为的直接成本与机会成本构成

### 4.2.1 直接成本

**事故损失：**包括伤亡赔偿、设备维修、环境治理等。某电厂违章操作导致锅炉爆炸，直接损失达2000万元；

**法律责任：**违规企业面临行政罚款、刑事追责。2023年某建筑企业因违规施工致坍塌事故，被处以500万元罚款并追究负责人刑事责任。

### 4.2.2 机会成本

**生产中断损失：**生产安全事故导致的停产期间，企业需承担固定成本（如员工工资、设备折旧）并丧失项目收益。某汽车厂因车间火灾停产一个月，损失产值1.5亿元；

**市场机会丧失：**客户因生产安全事故质疑企业履约能力，转向竞争对手。某制药企业因环保违规被曝光后，丢失价值8000万元的海外订单；

**声誉价值贬损：**负面舆论导致企业品牌估值下降。某知名餐饮企业因食品安全违章被曝光后，品牌价值缩水10亿元。

### 4.2.3 违章行为的成本-收益失衡模型

以某建筑企业违规拆除安全网为例：

**短期“收益”：**节省防护设施搭设成本2万元，缩短工期3天；

**潜在成本：**直接事故赔偿（假设高处坠落1人死亡事故）200万元；

**停产整改损失：**每日10万元 × 30天 = 300万元；

**项目违约赔偿：**500万元；

**企业信用评级下降导致项目滑标风险：**5000万元。

该案例中，短期2万元的“收益”可能引发超6000万元的总成本，成本-收益比达1:3000。这种失衡揭示了违章行为的本质风险——以极低概率的短期收益，换取极高风险的长期损失。

## 5 安全投入与违章成本的实证分析

### 5.1 安全投入创效益案例：某施工企业建筑施工项目

#### 5.1.1 投入举措

项目安全投入占工程造价 2%，重点用于：  
 现场智能安全监控系统投入 20 万元；  
 全员安全技能培训投入 5 万元；  
 设备本质安全化改造投入 5 万元；  
 施工现场安全措施费（临时用电、防护隔离带、生命绳、安全网等）投入 200 万元。  
 施工现场警示标识投入 10 万元。

#### 5.1.2 效益产出

事故率下降：从 2019 年的 0.8 次 / 万工时降至 2023 年的 0.1 次 / 万工时；  
 生产效率提升：员工效率提高 18%，年增产值 1.2 亿元；  
 设备维修成本降低：故障率下降 50%，年节省维修费用 100 万元；  
 市场溢价：因安全绩效优势，比同行项目中标率高 5%，年增利润 8000 万元。

### 5.2 违章行为机会成本案例：某化工企业泄漏事故

#### 5.2.1 违章背景

企业为降低成本，未按规定对老化管道进行压力检测，违规延长使用周期 6 个月。

#### 5.2.2 事故后果

直接损失：  
 泄漏处理及设备更换：1500 万元；  
 伤亡赔偿：300 万元；  
 环保罚款：500 万元。  
 间接机会成本：  
 停产整改：4 个月，损失产值 8000 万元；  
 订单违约：支付赔偿金 1200 万元；  
 银行收紧信贷：新增贷款利息增加 400 万元 / 年；  
 客户流失：3 家主要客户终止合作，年损失订单 1.5 亿元；  
 股价下跌：市值蒸发 3 亿元。

#### 5.2.3 成本总计

直接与间接成本合计超 8 亿元，而按期更换管道的成本仅需 200 万元，机会成本是合规投入的 400 倍。

## 6 事故风险防控与效益提升策略

### 6.1 强化违章行为的成本管控

#### 6.1.1 经济杠杆约束

建立“违章成本分摊制”：将事故损失按责任比例分摊至部门与个人。某企业规定，因违章导致事故的部门需承担 30% 的直接损失，责任人承担 5%-10%；

实施“安全抵押金”制度：管理层与关键岗位人员缴纳安全保证金，年度无违章则双倍返还，反之扣除保证金。

#### 6.1.2 技术手段防控

安装智能违章识别系统：利用 AI 视频分析技术实时监控作业现场，对未佩戴防护用品、违规操作等行为自动预警，

某建筑工地应用该技术后，违章率下降 75%；

推行“电子作业许可”：高风险作业需通过 APP 完成风险确认、安全措施核验等流程，未完成不得开工，避免纸质审批流于形式。

### 6.2 优化安全管理体系与文化建设

#### 6.2.1 全员参与机制

建立“安全提案”制度：鼓励员工提出安全改进建议，采纳后给予收益分成，某企业通过该制度收集建议 2000 余条，年节约安全成本 800 万元；

实施“安全积分”管理：通过 APP 或小程序鼓励员工参与隐患排查、应急演练等可累积积分，兑换培训机会或物质奖励，提升参与积极性。

#### 6.2.2 安全文化培育

开展“安全警示教育”“安全分享”等安全文化活动：每年组织员工参观事故纪念馆、观看事故案例视频，强化安全风险意识；

打造“安全标杆班组”：通过竞赛评选安全绩效优秀班组，给予荣誉与物质奖励，形成示范效应。

## 7 结论与展望

安全投入与违章成本的辩证关系揭示了企业安全管理的本质逻辑：合理的安全投入并非单纯的成本消耗，而是通过风险防控与效率提升实现效益增长的战略投资；而违章行为为看似节省短期成本，实则以极高的机会成本透支企业未来发展潜力。研究表明，安全投入与事故损失呈显著负相关，企业每增加 1% 的安全投入，可降低 3%-5% 的事故损失率。

未来，随着工业智能化发展，安全管理将向“精准化投入、智能化防控”方向演进。建议企业：

引入数字孪生技术，对安全投入进行虚拟仿真评估，优化资源配置；

利用大数据分析违章行为模式，制定针对性防控策略；  
 探索安全投入证券化等创新机制，拓宽资金来源。通过构建“投入 - 效益 - 投入”的良性循环，企业可实现安全与效益的协同增长，在高质量发展中筑牢安全根基。

### 参考文献

- [1] 方东平, 黄新宇, 李晓东, 等. 建筑业安全事故经济损失研究 [J]. 建筑经济, 2000 (3):13-16.
- [2] 罗云. 安全经济学 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [3] 姚庆国. 安全成本与安全经济优化 [J]. 煤炭学报, 2001 (6):333.
- [4] 马红伟, 陆刚. 安全成本及安全成本分析指标的确定 [J]. 徐州建筑职业技术学院学报, 2004 (3):39-42.
- [5] 杨文柱. 建筑安全工程 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2004:13-18.
- [6] 陆宁, 史玉芳, 高选强, 等. 施工工序子系统可靠性的确定方法研究 [J]. 西安建筑科技大学学报: 自然科学版, 2006, 38 (3):311.
- [7] 田元福, 李慧民. 我国建筑安全管理的现状及其思考 [J]. 中国安全科学学报, 2003 (12):15-16.