

# 电子化学品生产过程安全管理路径 及经济效益提升策略探讨

徐庆丰 (安徽润科信息咨询有限公司, 安徽 合肥 230000)

**摘要:** 电子化学品生产风险集中, 物料活性强、工艺敏感度高、设备要求严苛, 一旦安全管理松动便易诱发连锁事故, 影响生产稳定与经济效益。部分企业在制度建设、工艺控制、风险辨识、数字化支撑与应急准备上仍存短板, 形成安全与效益的矛盾。若以全过程风险治理为基础, 以关键工序控制为支点, 并结合数字化监测、智能预警和精细化应急机制, 安全基础即可稳固, 工艺稳定推动效率与产品一致性提升。安全投入虽具成本属性, 却因事故减少与停工风险下降而回报显著, 企业竞争力随之增强。

**关键词:** 电子化学品; 过程安全管理; 工艺控制; 数字化监管; 经济效益

**中图分类号:** TQ086      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1674-5167 (2026) 002-0040-03

## Discussion on Safety Management Pathways and Economic Efficiency Improvement Strategies in the Production Process of Electronic Chemicals

Xu Qingfeng (Anhui Runke Information Consulting Co., Ltd., Hefei Anhui 230000, China)

**Abstract:** The production of electronic chemicals involves concentrated risks, with highly reactive materials, sensitive processes, and stringent equipment requirements. Any loosening of safety management can easily trigger chain accidents, affecting production stability and economic benefits. Some enterprises still have shortcomings in system development, process control, risk identification, digital support, and emergency preparedness, creating a conflict between safety and efficiency. By establishing comprehensive risk governance, focusing on key process control, and integrating digital monitoring, intelligent early warning, and refined emergency mechanisms, a solid safety foundation can be achieved. Process stability will then drive efficiency and product consistency improvements. Although safety investments carry cost attributes, the significant returns from reduced accidents and lower shutdown risks enhance corporate competitiveness.

**Keywords:** Electronic chemicals; Process safety management; Process control; Digital supervision; Economic benefits

电子化学品产业在集成电路、新能源与光伏材料需求推动下持续扩张, 而高纯度要求、反应强度大、物料特性敏感等因素, 使风险在工艺链条内不断累积, 任何细微波动皆可能扰动产能与质量。行业竞争日趋激烈, 企业既期待效率提升与成本下降, 又承受安全基础薄弱、技术能力滞后、人员储备不足的压力, 安全与发展的矛盾因而更显突出。传统经验式管理已难以支撑高度敏感的生产环境, 而数字化监测、智能调控与制度化流程的引入力度不断增强, 使风险控制逐渐由被动反应转向前瞻识别、由粗放管理迈向精细治理, 安全管理在企业经营中的价值也随风险结构的变化而更为突出。

### 1 电子化学品生产过程的安全风险特征与管理需求分析

#### 1.1 电子化学品生产过程的主要安全风险类型分析

电子化学品在反应活性强、纯度要求高、介质特性敏感等条件下完成生产, 各类风险往往在物料、设备与工艺之间相互叠加, 危险性因而更具隐蔽性与链式特征, 物料的易燃性与腐蚀性使泄漏、闪爆等情形

易被诱发<sup>[1]</sup>; 若温度、压力或流量偏离设定区间, 反应便可能陷入失控状态, 而杂质超标又可能导致反应路径突变, 使产品质量与设备安全双双受到影响, 工艺敏感度越高, 安全管理越需要稳准精的控制能力, 安全与稳定相互依存的特征也愈加突出。

#### 1.2 当前企业在过程安全管理中的薄弱环节与治理需求

不少企业在快速扩产或工艺调整时期, 制度执行不够严密、监测手段仍显滞后、基层人员经验不足、风险识别方式较为单一等问题便会集中暴露, 管理链条稍有松动便可能影响工艺稳定性与生产节奏, 事故成本随之上升, 安全压力与经营压力叠加, 使管理体系承载能力不断逼近上限。行业发展进入提质阶段后, 企业对系统化风险治理的需求愈发迫切, 制度建设需要更细化、工艺控制需要更精准、数字化手段需要更加可视化、预警与应急响应需要更高协同性, 若安全管理水平得以提升, 生产连续性、设备可靠性与产品一致性便能更加稳固, 企业整体经济效益也会在风险下降、停工减少与资源利用改善的情况下逐步显现出积极的趋势。

## 2 电子化学品生产过程的安全管理路径

### 2.1 基于制度化与流程化的全过程安全管理体系建设

制度体系若扎实而细密,生产风险便更易被纳入可控范围,而电子化学品工艺敏感度高、反应链条长,使制度的系统性与严谨性更显关键。企业若围绕物料特性、工艺节点、设备状态与岗位职责建立连贯一致的操作规程与监督机制,制度的引领作用便会持续增强,安全认知亦能在组织内部逐渐深化<sup>[2]</sup>。风险评估若提前介入工艺变更、设备更新与材料替换,制度的预判价值便会显现,使管理层在资源配置与运行调度中的判断更具稳健性。制度的生命力源于执行,执行的稳定性又依赖流程标准化、责任明确化与监督常态化,制度审查、流程复核与操作校核若形成闭环,隐患暴露的窗口便会缩短,系统稳定性也会在制度支撑下不断提升。制度化管理虽偏向静态规范,却因其可追溯、可复制、可量化,使复杂工况中的生产活动更易维持稳态,是企业安全治理的骨架。

### 2.2 面向工艺控制的关键环节安全技术与监测手段应用

工艺稳定性是电子化学品生产的核心,而关键参数在反应区、输送管线与储存单元的恒定性越高,安全性便越稳固。温度、压力、流量与纯度之间常存在联动关系,轻微偏移若未被及时捕捉,风险链条便可能被激活,因此在线监测与自动调节显得十分重要。自动控制若能维持参数在安全区间,反应速率便更易保持平稳,设备负荷也能稳定在适宜范围,各类紧急切断结构与双回路保护机制若同步配置,局部异常便难以演变成整体失稳。高纯度电子化学品对杂质极为敏感,监测技术若能在纯度控制环节传递更细微的信号,工艺偏差便会在出现苗头时被压制。设备故障诊断若更精准,腐蚀、结垢与疲劳等隐性问題便能提前暴露,使维护节奏更加主动,生产节律更加平稳。工艺控制与安全技术融合越紧密,生产系统的可靠性越强,扩产、降耗与提质的空间随之更为广阔。

### 2.3 基于数字化与智能化的风险管控模式创新

风险管控若从经验判断迈向数据驱动,安全水平便更易提升,而数字化的渗透使设备端、监测点与记录系统中的信息得以互联,工艺参数的演变轨迹与设备状态的波动趋势因而更清晰可见,风险识别亦更具主动性。传感器网络若实现高频采样与多维捕捉,监测精度便显著提高,数字孪生技术若构建工艺虚拟映射,潜在的异常情境便能被模拟、预测与校正。智能算法在大量数据中识别风险特征,使预警信号更具方向性,使企业具备提前干预的能力。数字监管平台若能整合设备运行、物料消耗与参数趋势等信息,管理响应便会加快,跨工序协同亦更顺畅。一旦风险管理

由碎片化走向系统化,由被动反应走向主动预判,安全便不再只是防御手段,而是推动生产体系稳健运行的重要力量。

### 2.4 科学化应急管理体系的构建与响应能力提升

应急体系的成熟程度,是企业安全韧性的直接体现,电子化学品反应敏感、可燃性强与毒性潜在性高,使科学化应急准备显得尤为关键。应急预案若依据物料特性与工况特点进行分类设计,处置路径便会更为精准,使响应动作兼具速度与有效性。演练机制若常态化运行,人员在高压场景下的判断力便会更加稳固,应急流程亦更为顺畅。应急物资若与工艺特征紧密匹配,消防、堵漏、隔离与降温等措施在关键时刻便能发挥最大效能,而专业化队伍的建设又强化了现场的判断与执行能力。危险源分布图、疏散路线与联动停机机制若保持动态更新,应急启动的效率便会提升。区域联动若形成常态化机制,企业与园区、政府机构的协同便更高效,使大型风险事件的外溢效应得以控制。科学化应急体系的成熟,使企业在高风险环境中具备更强的自我修复能力,安全韧性因而不断增强。

## 3 安全管理促进电子化学品企业经济效益提升的策略探讨

### 3.1 安全管理对企业成本控制与生产效率的直接促进机制

安全管理基础若愈加稳固,成本结构便愈趋明晰,而生产系统的节奏也更易保持连贯,使企业在运行过程中能够减少失控因素,使资源配置更具预见性。事故概率下降之后,抢修、停产、物料浪费、赔偿支出等隐性成本会被显著压缩,而设备寿命的延长、工艺波动的减少、能源利用的趋稳,则进一步使单位产量成本呈现下降趋势。设备在稳定环境下运行时,其故障模式往往更易预测,维护节奏也更规律,使企业在生产组织与排班计划中具备更强的掌控力<sup>[3]</sup>。

某电子化学品企业的实践便表明安全管理对成本的积极影响十分明显。该企业在高纯酸装置中采用新型耐腐蚀结构,使管线长期处于稳定状态,微渗透问題得到明显缓解,而泄漏隐患因密封件的可靠性提升而大幅减少。生产线更新材料后的两年内,非计划停机由原先年均数次降至极低水平,设备检修费用随故障率下降而减少,物料消耗因系统密闭性提升而更加稳定,生产计划在连续运行中愈发顺畅。单位产品成本最终下降了约百分之七,使安全投入转化为实实在在的经济收益,安全与效益之间的正向关系由此得到了充分印证。

安全管理若能在制度、设备、人员三方面形成协同力量,生产效率便会在看似微小的改善中不断积累,

使企业在长周期运行中展现更强韧性,使成本与效率之间形成良性循环。

### 3.2 过程安全优化对产能质量与产品稳定性的促进作用

电子化学品的反应链条极为敏感,关键工艺区间若被稳固保持,产能释放便更充分,而质量因波动收窄而更趋一致。反应温度、传热效率、杂质来源、流量稳定等因素常相互牵连,参数一旦平稳,反应选择性便更集中,副产物生成量亦随之下降<sup>[4]</sup>。安全管理使工艺偏移更少,使设备在长期运转中保持可控,使批间差异不断缩小,高纯度与高一一致性产品也更易达标。

某电子级溶剂企业的生产优化印证了安全与质量的同步提升,其在反应段重新设计传热结构后,温度调节灵敏度显著提高,波动由  $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  收窄至  $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,反应速率更均衡,热积累风险显著减弱。工况稳定后,产品纯度波动缩小为原来的五分之一,副反应量减少,废品率下降三分之一以上,日产量提升近百分之十五,产能与品质因稳定工况而双获增益。

工艺安全若长期维持高水平,质量体系便更具韧性,企业在履约、市场拓展与供应链协同中的优势亦更易巩固,使安全管理逐渐成为支撑信誉与竞争力的重要力量。

### 3.3 数字化安全管理为企业经济增长带来的综合效益路径

数字化技术若深度嵌入安全体系,风险识别、生产调度、设备维护、应急响应等环节便会发生结构性变化,使企业能在更高维度上理解系统状态,使决策更具前瞻性<sup>[5]</sup>。实时数据若能以更高频率汇聚,使工况趋势在图像化呈现中愈加清晰,使原本隐蔽的变化轨迹更容易被捕捉,使风险的萌芽期得以提前暴露。预测型安全管理逐渐取代被动响应,使干预措施得以在风险累积前启动,使事故和波动的可能性明显降低。

某电子特气企业的数字化实践可谓极具代表性。该企业在氟系特气储罐区布设高密度监测阵列,使浓度、温度、压力等关键变量以秒级频率呈现在监控平台,而算法模型在识别某储罐夜间出现轻微压力上升趋势后,迅速指向阀门密封处可能发生的材料老化问题。若此迹象被忽视,泄漏与扩散风险将在短时间内被放大,而企业正因提前干预避免了可能的重大损失。设备维护节奏由于监测预判而更加精准,停机时间缩短,生产调度更加稳定,运营成本也因资源投入的精准化而显著下降。

数字化安全管理不仅使风险更易识别,也使生产组织更加紧凑高效,使管理边界在实时数据的牵引下更加明晰,使企业的整体运营能力在信息贯通中得到提升,使经营体系能在长期竞争中保持优势。

### 3.4 构建安全与效益协同提升的企业内部治理策略

安全管理若能在企业治理结构中实现深度嵌入,使制度、文化、责任、激励相互支撑,企业运行秩序便会更趋稳健,风险意识亦会在组织内部逐渐固化为共同准绳。治理体系若将安全责任细化到岗位,将绩效评价兼顾安全与效益,将培训重点放在工艺理解与现场判断,将沟通机制保持顺畅,企业内部的安全行为便易由外在约束转向内在自觉,组织运行也因行为一致性而展现更高稳定性<sup>[6]</sup>。某大型化工企业的实践为此提供了清晰案例,该企业建立“关键工况责任卡”体系,将温度与压力区间、现场检查要求、工况确认步骤等内容细化到岗位,使到岗人员必须完成工况核对,使班组交接时必须同步评估设备状态,使管理层在考核中将“工况稳定指数”列为重要指标。制度实施一年后,反应波动次数明显下降,关键设备故障率显著减少,工艺偏离情况大幅减少,而员工在隐患识别与异常处置中的主动性持续增强,安全文化在这种长周期互动中不断深化,使安全行为逐渐融入组织的运行逻辑,使效益改善由外部推动转向内部驱动。内部治理若能在安全与效益之间形成稳固合力,企业在竞争激烈的环境中便更能展现韧性,使未来发展的基础更加扎实,使安全管理成为带动整体进步的重要支点。

## 4 结语

在电子化学品行业日益复杂的工艺体系中,安全管理若愈加稳固,经济效益便更易在稳定运行的基础上持续累积,而制度的严密化、工艺的可控化、数字化的深化与治理结构的成熟化,又共同推动企业在风险收敛、资源优化与能力提升上形成长期优势,安全与效益因而呈现相互强化的走势,使企业在不确定性增强的产业环境中仍能保持韧性与竞争力,行业的高质量发展亦因安全根基的巩固而更具持续动力。

### 参考文献:

- [1] 杜朝. 信息系统在危险化学品安全管理中的应用[J]. 化工管理, 2025(32):53-56.
- [2] 蒋善臣. 危险化学品安全管理路径分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024,44(13):85-87.
- [3] 张庆猛. 关于化工安全管理的重点和要点研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022,42(24):84-86.
- [4] 汪徐春, 宋常春, 张雪梅, 等. 提升应用化学专业建设与区域经济发展的吻合度[J]. 广州化工, 2017,45(05):183-184.
- [5] 徐静. 电子化学品企业生产成本预算的精细化管理研究[J]. 市场周刊, 2025,38(10):124-127.
- [6] 吉丽娟. 试谈我国的化学品环境管理问题[J]. 中国市场, 2010(32):25-26.