

# Safety supervision of chemical enterprises and development of mechanical equipment

Zhaohui Ding

Anhui Quanjiao Economic Development Zone Management Committee, Huaibei, Anhui, 235100, China

## Abstract

The chemical industry, a high-risk sector, directly impacts social stability, environmental protection, and corporate economic benefits through its safety production standards. As production scales expand and processes become more complex, traditional safety supervision methods face numerous challenges. Mechanical equipment, a critical component of chemical production, plays a crucial role in enhancing the intrinsic safety of enterprises through advancements in technology, automation, and safety performance. This paper examines the safety management challenges faced by chemical companies under current conditions from two perspectives: safety supervision mechanisms and the technological development of mechanical equipment. It explores the role and future trends of mechanical equipment in ensuring safe production. Through case studies and institutional analysis, the paper aims to provide theoretical support and practical guidance for building a scientific, efficient, and sustainable safety management system in the chemical industry.

## Keywords

chemical enterprise; safety supervision; mechanical equipment; intrinsic safety; technology upgrading; accident prevention

## 化工企业安全监管与机械设备发展

丁昭辉

安徽全椒经济开发区管理委员会, 中国·安徽 淮北 235100

## 摘要

化工行业作为高风险产业,其安全生产水平直接关系到社会稳定、环境保护与企业经济效益。随着生产规模的扩大和工艺的复杂化,传统的安全监管方式面临诸多挑战。机械设备作为化工生产中的关键要素,其技术水平、自动化程度和安全性能的发展,对提升企业本质安全水平起到决定性作用。本文从安全监管机制与机械设备技术发展两个维度出发,分析化工企业在当前形势下面临的安全管理难题,探讨机械设备在保障安全生产中的功能定位及未来发展趋势。通过典型案例剖析和制度分析,旨在为推动化工企业构建科学、高效、可持续的安全管理体系提供理论支持与实践路径。

## 关键词

化工企业; 安全监管; 机械设备; 本质安全; 技术升级; 事故预防

## 1 引言

化工行业因其原材料易燃、工艺流程复杂、反应条件苛刻而被广泛认定为高风险产业。近年来,频发的化工事故不仅造成巨大人员和财产损失,也对环境安全和公众信任构成威胁,引发了社会各界对化工企业安全管理水平的深度关注。政府监管部门相继出台多项政策法规,强化企业主体责任,但在实际执行中仍存在制度空转、技术落后、隐患排查不到位等问题。同时,随着信息化、智能化技术的广泛应用,化工机械设备正经历一场从传统设备向智能装备转型的深层变革。新型设备不仅在提升生产效率方面发挥作用,更在安全自动化控制、防爆防护、风险监测等方面展现出显著

优势。因此,强化安全监管机制与推动机械设备技术升级,是提升化工企业整体安全水平的关键所在。本文意在厘清化工企业安全监管与机械设备发展之间的互动关系,从政策制度、技术支持、现场管理等角度展开分析,明确当前面临的主要问题,并提出有针对性的优化路径,为实现本质安全型企业提供参考依据。

## 2 化工企业安全监管的现状与困境

### 2.1 监管体系的制度构建与执行障碍

我国针对化工行业安全管理已经构建了较为系统的法律法规体系,包括《安全生产法》《危险化学品安全管理条例》等。然而,实际执行中,制度碎片化、条文适配性差等问题较为突出,导致一线监管难以落地。例如,一些地方政府监管力量不足、人员配置有限,难以实现对辖区内化工企业的常态化巡查与动态监管。

【作者简介】丁昭辉(1989-),男,本科,助理工程师,从事化学工程与工艺研究。

同时,企业端“重效益、轻安全”的问题仍未根本扭转。一些中小企业将安全成本视为额外负担,忽视安全投入,制度执行流于形式。此外,事故调查中常见“事前无人问、事后人人查”的现象反映出监管体系在事前预警与过程控制方面仍有明显缺陷,亟需从制度设计与资源投入两方面加以改进。

## 2.2 安全文化建设与员工意识薄弱

企业安全文化的缺失,是导致安全制度形同虚设的重要原因。在许多化工企业,安全被视为一项“配套工程”,仅在检查时才突击整改,未能内化为员工的日常行为规范。部分一线员工文化水平不高,缺乏对化工反应机制、设备风险的基本认识,操作不规范、应急反应迟缓等问题频发。

此外,企业对安全培训的重视程度不足,培训内容停留在纸面、流于形式,不能真正提升员工的操作技能与风险辨识能力。在高危岗位缺乏持续性教育与技能考核的背景下,任何技术或制度的完善都难以产生应有的安全效应。

## 2.3 信息化监管能力滞后于工业发展

随着化工行业迈入数字化转型阶段,信息技术在安全监管中的作用日益凸显。然而,目前不少监管部门仍停留在传统“人盯人”的监管方式,缺乏对大数据、物联网、AI智能识别等技术的有效应用,导致信息滞后、响应缓慢。

部分企业虽部署了智能化设备,但数据孤岛现象严重,监控系统与监管平台未实现对接,造成数据不能有效为监管决策服务。这种技术与管理的断层,使得监管手段难以适应现代化工生产的复杂性和动态性。

# 3 化工机械设备发展的演进与技术创新

## 3.1 机械设备在化工安全中的核心作用

在化工生产流程中,机械设备不仅承担着输送、反应、储存等基础功能,更直接决定着过程控制的稳定性与安全性。泵、压缩机、反应釜、换热器等核心设备若发生故障,极易引发泄漏、爆炸、火灾等重大安全事故。因此,提高设备的自动化控制能力与本质安全设计水平,是防范事故的关键。

机械设备的性能提升,可有效减少对人工操作的依赖,降低人为失误造成的风险。例如,通过在高温高压设备上集成智能温控与压力报警系统,可在异常状态发生前实现预测性预警,从而为安全管理赢得时间窗口。设备的防爆设计、自动泄压装置等结构优化,也显著降低了运行中的安全隐患。

## 3.2 智能化设备推动安全监管升级

随着人工智能、物联网、大数据等技术的成熟,智能化设备成为化工企业设备更新的重要方向。自动加药系统、在线监测仪表、远程诊断平台等智能装备,正逐步取代传统“人巡+手抄”的管理模式,提高信息采集的实时性与准确性。

如某大型化工园区引入智能传感器系统,实时监测压

力、流量、pH值等关键参数,并接入园区级监控平台,实现异常情况智能识别与自动响应。这一系统大幅缩短了响应时间,提升了事故处置效率,已成为化工机械设备智能化的典范。

智能维护技术的发展也为设备管理提供新思路。基于数据挖掘的预测性维护系统,可在设备出现故障前进行诊断预警,延长设备寿命、减少停机时间,有效降低企业运行成本,并大幅提升设备运行的本质安全水平。

# 4 安全监管与设备发展的协同路径探讨

## 4.1 构建以设备本质安全为核心的监管逻辑

传统安全监管多集中于行为规范与操作规程的执行情况,但随着化工企业生产系统的复杂化,仅靠人为遵守规章已难以保障系统安全。相较之下,以设备本质安全为核心的监管理念更注重从源头预防事故发生,通过对设备设计、材料选用、工艺结构的安全化处理,使风险在未被激发之前即被消除。

实践中,政府应完善化工项目的立项审批流程,设立设备安全性能的准入门槛。例如,要求关键设备在投入使用前必须通过第三方认证,对爆炸危险区域的电气设备强制执行防爆等级标准。同时,在审批阶段建立专家论证机制,对设备方案中可能存在的安全缺陷进行系统审查。

在企业运营阶段,应推行“动态监管”与“分级分类管理”制度,对涉及剧毒、易爆、压力容器等高风险设备实行全天候在线监控,并要求企业建立以生命周期为单位的风险识别与评估档案,对设备老化、腐蚀、故障率变化等关键参数进行持续跟踪,及时调整维护策略,真正实现“以防为主、防治结合”的监管转型。

## 4.2 推动智能技术与监管系统的深度融合

数字化监管能力的强弱,已经成为衡量一个地区化工安全治理现代化水平的重要指标。在传统模式中,监管人员主要依赖人工巡查与书面台账审核,这种方式不仅效率低下,也难以覆盖到企业日常运行的全部细节。数字化工具的引入,为监管体系提供了全新的支撑手段。

例如,通过部署工业物联网传感器,可实现对温度、压力、浓度、流速等工艺参数的实时采集,并同步上传至区域级安全管理平台。在平台端,监管机构可利用AI算法进行数据趋势预测与风险建模,及时识别安全隐患并推送整改指令。某些地区已经试点“智慧园区”系统,对入驻企业的能耗、水耗、废气排放及关键设备运行状态实行全周期数字监管,显著提升了监管效率。

## 4.3 加强人才保障与制度支持体系建设

设备安全监管与智能化转型的最终实现,必须依赖一支结构合理、素质优良的人才队伍。当前,不少地方在化工监管岗位上存在技术人员短缺、人员专业能力不足的问题,尤其是在对新型设备诊断、智能系统运维等方面存在“看不

懂、管不了”的现象。为解决这一瓶颈，亟须构建多层次、全周期的人才培养与激励体系。

一方面，应通过政产学研协同机制，鼓励高校设置安全工程、过程装备、工业自动化等应用型专业方向，开展面向一线监管和企业岗位的定向培养。企业亦可与高职院校合作共建实训基地，开展订单式人才培养计划，实现技术与需求的精准对接。

另一方面，建议建立专业技术职称与岗位绩效挂钩的机制，推动从业人员向专业化、职业化方向发展。政府可设立专项经费，支持骨干人才赴国内外先进企业交流学习，掌握前沿管理理念和技术工具。同时，要强化标准制度体系建设，在国家标准滞后的领域推动行业标准、企业标准先行落地，逐步形成以国家法律为核心、行业技术规范为支撑、企业操作规程为基础的多维制度体系。尤其要完善对设备全过程的安全管理标准，从设计、制造、安装、运行、检修到报废实现全生命周期的制度覆盖，为监管落地提供可执行的标准依据。

## 5 案例分析与国内外经验借鉴

### 5.1 典型事故反映的设备监管盲点

某省一家大型化工企业发生反应釜爆炸事故，事故发生时正在进行高温高压反应操作。由于设备管道老化严重，部分连接法兰已经发生锈蚀，但企业未按照规定周期进行检测与更换，值班人员也未发现异常信号。最终因气体泄漏遇明火引发爆炸，造成十余人伤亡，厂房严重受损，直接经济损失超过两亿元。

调查发现，企业虽制定了设备检修制度，但缺乏有效的执行与监督机制，存在“记录造假、巡检形式化”现象。更为关键的是，企业未建立设备故障数据库，也未引入智能监测系统，无法实现设备健康状况的动态掌控与预测维护。设备运行数据长期处于“信息孤岛”状态，既未上传到企业决策层，也未与外部监管部门实现共享。

这类典型事故揭示出我国化工企业在设备运行阶段的安全管理仍存在结构性短板，反映出制度落实不到位、技术手段滞后与监管信息割裂等多重问题。未来需以事故为鉴，强化事前治理思维，推动监管模式与企业管理体系的双重升级。

### 5.2 国际经验的启示与可行路径

国际上，发达国家在化工企业设备安全管理方面积累了丰富的经验，值得我国借鉴。德国在危险化学品监管中坚持“源头管控”原则，规定化工企业在引进新设备前必须通过TÜV（技术监督协会）进行独立第三方认证，确保其符合

本质安全要求。在运营阶段，则要求企业定期向政府提交设备风险评估报告，并接受突击检查。

美国的 OSHA（职业安全健康管理局）制度体系更加强调员工参与和信息公开。其“过程安全管理标准”（PSM）明确要求企业建立涵盖设备、人员、制度的全流程安全保障体系，同时将员工纳入事故分析、设备评估和应急演练全过程，提升整体安全文化水平。

新加坡则构建了基于大数据平台的安全预警系统，通过对园区内所有企业的实时数据进行分析建模，评估风险等级并动态调整监管频次，实现“分类分级监管”的精细化管理模式。

借鉴这些经验，我国应在保障制度权威性的前提下，鼓励行业自律与员工参与，引入第三方评估与智能平台协同监管的机制，推动安全治理从被动响应向主动防控转型。同时，加快本土标准体系建设，推动与 ISO、IEC 等国际标准的兼容对接，提高我国化工企业在全产业链中的安全管理话语权。

## 6 结语

化工企业安全监管与机械设备发展之间存在紧密的互动关系，任何一方的滞后都可能削弱整体安全水平。面对日益严峻的安全形势和复杂多变的工艺环境，单靠传统监管手段已无法满足新时代化工企业本质安全发展的需要。本文通过对当前安全监管制度的现状分析与设备发展路径的梳理，明确指出两者需协同发力，在制度层面强化源头控制，在技术层面推进设备智能化，在机制层面促进信息融合。只有将安全管理理念贯穿设备全生命周期，将数字化工具嵌入监管全流程，才能真正构建起防范事故的坚实防线。未来，化工企业应在安全理念、技术创新、人才建设和制度保障等多方面共同推进，不断探索更加科学、高效、低风险的发展模式。政府、企业与社会多方协作，方能实现从“监管安全”向“治理安全”与“本质安全”的深度跃迁。

### 参考文献

- [1] 肖军.对化工企业外来施工人员安全管理的探讨[J].安全、健康和环境,2007,(06):43-44.
- [2] 孙维生.责任关怀,化工企业必由之路[J].职业卫生与应急救援,2008,(03):125-128.
- [3] 关良.化工企业如何构筑消防安全屏障之我见[J].广西大学学报(哲学社会科学版),2009,31(S1):158+160.
- [4] 廖彰清.浅谈化工企业的安全管理[J].化工技术与开发,2011,40(01):63-64+56.
- [5] 陶莉玲.加强中小型化工企业安全管理的几点思考[J].广州化工,2012,40(14):241-242.