

基于风险分级管控与隐患排查治理的双重预防机制 构建与应用

李志超

广东 清远 511500

DOI:10.61369/ME.2025100019

摘要：本文围绕化工安全生产中基于风险分级管控与隐患排查治理的双重预防机制展开，阐述其原理、流程设计及搭建治理系统的方法，介绍化工生产技术融合应用的过程安全管理集成，通过实证分析验证该机制的成效、经济价值、合规性、多场景适配性及长效性，同时指出未来提升方向。

关键词：双重预防机制；化工安全生产；风险分级管控

Construction and Application of A Dual Prevention Mechanism based on Risk Grading Control and Hidden Danger Investigation and Management

Li Zhichao

Qingyuan, Guangdong 511500

Abstract : This article focuses on the dual prevention mechanism based on risk grading control and hidden danger investigation and management in chemical safety production. It elaborates on its principles, process design, and methods of building a governance system. It introduces the process safety management integration of chemical production technology integration, and verifies the effectiveness, economic value, compliance, multi scenario adaptability, and long-term effectiveness of this mechanism through empirical analysis. At the same time, it points out the direction for future improvement.

Keywords : dual prevention mechanism; chemical safety production; risk classification control

引言

2016年，国务院安委会办公室印发《标本兼治遏制重特大事故工作指南》，强调构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制的重要性。在此政策背景下，风险分级管控与隐患排查治理作为化工安全生产的关键环节备受关注。通过科学的风险分级管控原理及工具，结合隐患排查治理的全周期体系，化工企业可有效预防事故。从流程设计、系统搭建到技术融合应用，双重预防机制在多方面展现成效，经实证分析、融合应用及合规性审计验证其有效性与适配性。但该机制仍有提升空间，未来可借助新技术推动其不断完善。

一、双重预防机制理论基础

(一) 风险分级管控原理

风险分级管控原理旨在通过科学方法对风险进行识别、分析与评估，进而实施差异化管理。常见的分级工具如LEC评价法，通过对事故发生的可能性（L）、人员暴露于危险环境中的频繁程度（E）和一旦发生事故可能造成的后果（C）进行打分，三者乘积得出风险值，以此判定风险等级。风险矩阵法则是将风险发生可能性的高低、风险后果的严重程度分别划分为不同等级，组成矩阵，直观展现风险状况。在化工生产场景中，RPN风险优先数模型通过对失效模式的严重度（S）、频度（O）和探测度（D）进行量化评估，三者相乘得出RPN值，据此对风险进行排序与管

控，以有效预防事故发生，降低化工生产风险^[1]。

(二) 隐患排查治理机制

隐患排查治理机制旨在构建全周期治理体系，而PDCA闭环管理在其中发挥着关键作用。通过隐患识别，全面收集企业生产经营过程中的各类潜在隐患信息，从设备运行、人员操作、环境因素等多方面入手，做到不遗漏任何可能引发事故的隐患点。在识别基础上进行评估，运用科学方法判断隐患的严重程度和影响范围，确定优先治理顺序。随后展开整改工作，制定针对性的整改措施，明确责任主体和整改期限，确保隐患得到有效处理。最后通过验证环节，检查整改效果，确认隐患是否真正消除，形成闭环管理。这种全周期治理体系的构建，从隐患识别、评估、整改到验证，环环相扣，不断提升隐患排查治理的有效性，为企业

安全生产提供有力保障^[2]。

二、双重预防机制构建方法

(一) 风险分级管控流程设计

风险分级管控流程设计需建立基于 HAZOP 分析的动态风险评估模型。先对系统进行细致划分，确定分析节点与工艺参数，运用 HAZOP 分析方法，识别潜在的危险有害因素。通过分析偏离原因、后果及现有安全措施，判断其有效性^[3]。在此基础上，结合风险矩阵法等工具，对风险进行量化评估，确定风险等级。针对不同等级风险，制定相应管控策略，如对重大危险源实施重点监控，利用区域风险四色图直观展示区域风险分布情况，高风险区域采取强化管控措施，低风险区域保持常规管理，从而实现对风险的有效分级管控，为隐患排查治理提供明确方向，助力双重预防机制的有效构建。

(二) 隐患治理系统搭建

搭建隐患治理系统，需开发融合 MES 系统的隐患数据库。MES 系统能有效收集和整合生产过程中的各类数据，将其融入隐患数据库，为隐患分析提供全面、准确的数据支撑^[4]。同时，设计自动化预警阈值及分级响应程序至关重要。依据隐患的严重程度、发生可能性等因素，设定合理的预警阈值，一旦隐患数据触及阈值，系统自动发出警报，并根据预设的分级响应程序，针对不同级别的隐患启动相应处理流程，确保隐患得到及时、恰当的处置。此外，构建基于数字孪生技术的可视化治理平台。该平台借助数字孪生技术，以直观的图形化界面呈现隐患治理的全过程，使管理人员能实时掌握隐患动态，便于做出科学决策，提高隐患治理的效率与质量。

三、化工生产技术融合应用

(一) 过程安全管理集成

1. 设备完整性管理

在化工生产技术融合应用的过程安全管理集成中，设备完整性管理至关重要。把 RBI 检验技术与双重预防机制相结合，可对压力容器进行全面风险评估。通过对设备运行数据、介质特性、操作条件等多方面因素的分析，实现压力容器风险的动态评级，准确把握设备实时风险状态。在此基础上，智能调整检验周期，对于风险较低的设备适当延长检验周期，减少不必要的检验成本与停机时间；对于风险较高的设备缩短检验周期，加强监测，确保设备安全运行。这种融合不仅提升了设备完整性管理水平，更有效预防事故发生，为化工生产安全提供有力保障^[5]。

2. 工艺安全分析

在工艺安全分析中，借助 Aspen Plus 模拟软件开展 HAZOP 定量分析，可对化工生产过程进行全面且深入的剖析。该模拟软件能精准模拟复杂化工工艺，为 HAZOP 分析提供可靠的数据支持，通过量化潜在风险，让风险评估更为科学准确^[6]。同时，构建工艺参数异常波动的实时诊断模型至关重要。它依据生产过程

中的实时数据，运用先进算法，快速识别工艺参数的异常变化。一旦参数偏离正常范围，诊断模型立即发出预警，以便工作人员及时采取措施，避免事故发生。这种将 Aspen Plus 模拟软件与实时诊断模型相结合的方式，显著提升了工艺安全分析的效率与准确性，为化工生产过程安全管理集成提供了有力保障。

(二) 智能技术赋能体系

1. 物联网监测系统

在化工生产中，物联网监测系统起着关键作用。通过部署分布式光纤传感网络，可实现对化工生产环境及设备的全方位实时监测。该网络能敏锐捕捉温度、压力等关键参数的细微变化，并快速传输数据。同时，建立 DCS 系统与风险数据库的实时数据交互机制，DCS 系统收集到的生产运行数据能及时反馈至风险数据库，数据库依据这些数据进行风险评估与分析，为生产决策提供有力支持。基于物联网监测系统，操作人员可远程监控生产状态，及时发现潜在风险隐患。此系统实现了化工生产技术与智能技术的深度融合，借助先进的传感与数据交互技术，提高了化工生产的安全性与稳定性，有效预防事故发生^[7]。

2. 数字孪生应用

在化工生产中，通过构建三维工厂模型与预防机制的数字映射，能有效实现风险演变过程的可视化推演。借助数字孪生技术，可对化工生产系统进行精准建模，将物理实体与虚拟模型深度融合^[8]。在虚拟空间中，全方位呈现设备布局、工艺流程等。对于风险分级管控，可基于模型对不同风险源进行标注与分析，清晰展示风险在系统内的分布与变化趋势。在隐患排查治理方面，可模拟隐患产生及发展过程，提前预测可能引发的后果，以便制定针对性的排查策略与治理方案。这种可视化推演为化工生产的风险防控提供直观、高效的手段，助力工作人员深入理解风险演变，及时采取措施，保障生产安全。

四、实施成效与验证

(一) 化工企业实证分析

1. 实施效果量化

通过对装置报警频次下降率、未遂事件识别率等 18 项关键指标的统计分析，清晰展现出基于风险分级管控与隐患排查治理的双重预防机制在化工企业应用后的显著成效。装置报警频次下降，表明系统稳定性增强，潜在风险得到有效控制；未遂事件识别率提升，意味着企业对可能引发事故的潜在因素有了更敏锐的察觉，能及时采取措施加以防范。这些关键指标的改进直观验证了双重预防机制的有效性，为化工企业安全生产提供有力支撑^[9]。同时，这也为其他化工企业构建与应用类似机制提供了可借鉴的量化依据，进一步推动行业安全管理水平提升。

2. 经济价值评估

在化工企业实证分析的经济价值评估中，通过构建并应用基于风险分级管控与隐患排查治理的双重预防机制，实现了显著的经济效益。计算安全生产投入产出比发现，在双重预防机制实施后，投入产出比更趋合理。事故损失下降带来直接经济效益显

著,这得益于风险分级管控提前识别高风险环节并采取针对性措施,隐患排查治理及时消除潜在事故隐患,从而减少了事故发生概率及相应损失。据测算,化工企业在实施双重预防机制后,事故造成的经济损失明显下降,如设备损坏、停产损失、人员伤亡赔偿等费用都大幅降低^[10]。这充分验证了双重预防机制在化工企业经济价值提升方面的有效性,为化工企业长期稳定发展提供有力支撑。

(二) 管理体系认证

1. ISO45001融合应用

通过将基于风险分级管控与隐患排查治理的双重预防机制与ISO45001职业健康安全管理体系融合应用,取得了显著成效。企业依据ISO45001标准的框架,将双重预防机制的要求融入管理流程,风险识别更全面精准,风险分级更加科学合理。隐患排查治理流程与体系中的事件调查、纠正措施环节紧密结合,提高了隐患治理的效率与效果。员工的风险意识和安全操作技能也得到提升,减少了事故发生率。经过实践验证,这种融合应用有效提升了企业职业健康安全管理水平,使得企业在满足认证要求的同时,切实保障了员工的健康与安全,推动了企业安全生产的长效发展。

2. 合规性审计

构建符合GB/T33000标准的自评体系并通过应急管理部门现场审查后,在合规性审计方面成效显著。自评体系严格依照标准,对风险分级管控与隐患排查治理的各项流程、措施进行规范,确保企业操作符合国家标准要求。应急管理部门的现场审查,进一步从专业角度验证了双重预防机制的合规性。通过这一系列举措,企业不仅在内部建立起严谨的风险与隐患管理流程,且外部审查也确认其符合法规及标准。这种双重保障,使企业在安全生产合规层面,既实现内部自查自纠的有效性,又获得外部权威认可,为企业持续稳定运营奠定坚实基础,有力证明基于风险分级管控与隐患排查治理的双重预防机制构建与应用符合合规性要求。

(三) 行业推广验证

1. 多场景适配性

通过在炼化、精细化工等不同生产类型企业实施基于风险分

级管控与隐患排查治理的双重预防机制,验证了该机制具备良好的多场景适配性。在炼化企业,面对复杂工艺流程与高危作业环境,双重预防机制通过精准的风险评估,确定关键风险点,制定针对性管控措施,有效降低事故发生率。在精细化工企业,因产品多样、工艺复杂多变,该机制灵活调整风险分级标准与隐患排查流程,适应其生产特点,提高隐患排查效率与治理效果。这表明双重预防机制能够依据不同生产类型企业的特性,合理适配实施方案,为各类化工企业安全生产提供有力保障,在化工行业不同场景下具备广泛的推广应用价值。

2. 长效性验证

为验证双重预防机制的长效性,对机制运行三年期的持续改进效果与系统稳定性展开跟踪调查。从持续改进效果来看,随着时间推移,风险分级更为精准,隐患排查治理措施不断优化,例如在一些关键风险点上,通过持续收集反馈信息,调整风险管控措施,使得风险发生概率显著降低。从系统稳定性方面,三年来系统未出现因机制本身缺陷导致的重大故障或失效情况,各项流程如风险识别、评估、管控以及隐患排查、治理、复查等环节均能有序衔接、稳定运行。这表明基于风险分级管控与隐患排查治理的双重预防机制具备长效性,能为企业长期稳定的安全生产管理提供有力支撑,为安全生产形势的持续好转奠定坚实基础。

五、总结

双重预防机制在化工安全生产领域具有显著的创新应用价值。它通过对风险进行分级管控,能提前识别潜在威胁并采取针对性措施,有效降低事故发生概率;隐患排查治理则进一步保障生产环境的安全性,及时发现并解决问题,将事故扼杀在萌芽状态。然而,当前机制仍有提升空间。未来可借助基于BP神经网络的动态风险预测模型,实现对风险的实时、精准预测,为防控措施提供更有力支撑;利用区块链技术赋能治理信息追溯,确保隐患排查治理过程的透明与可追溯,提升整体管理效能。这两个方向有望推动双重预防机制不断完善,为化工安全生产提供更坚实的保障。

参考文献

- [1] 李志阳. “一带一路”工程双重预防机制构建理论模型及应用研究 [D]. 中国矿业大学(江苏), 2022.
- [2] 苏晓贺. 双重预防背景下机加企业安全风险管控与隐患治理研究 [D]. 首都经济贸易大学, 2022.
- [3] 彭雨蒙. 煤矿企业双重预防机制构建影响因素与作用机理研究 [D]. 中国矿业大学(江苏), 2023.
- [4] 王俊清. 化工企业隐患排查与风险管理技术体系研究 [D]. 山东科技大学, 2022.
- [5] 王连胜. 长清区安全生产风险隐患双重预防体系建设问题研究 [D]. 山东师范大学, 2021.
- [6] 梅增荣, 吴琼艳. 信息化在风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制建设中的应用探讨 [J]. 企业管理, 2020, (S2): 130-131.
- [7] 熊茂平. 风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制与信息化的融合 [J]. 质量与认证, 2022, (06): 70-72.
- [8] 杨昆霖. 化工企业安全风险分级管控与隐患排查治理双重预防机制建设 [J]. 化工管理, 2022, (09): 104-106.
- [9] 张国良. 建设安全风险分级管控与隐患排查治理双重预防机制的策略 [J]. 化工管理, 2021, (28): 115-116.
- [10] 李歌. 风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制体系研究 [J]. 化工管理, 2023, (12): 97-99.