

化工行业安全隐患排查与治理的技术路径分析

许业珍¹ 高炳伟² 王勇¹

1.浙江和邦安全技术有限公司；2.浙江泰鸽安全科技有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i5.8020

[摘要] 化工行业作为国民经济的重要组成部分，其生产过程涉及众多危险化学品和复杂工艺，安全隐患问题突出。本文深入探讨化工行业安全隐患排查与治理的技术路径，通过对化工生产各环节潜在安全隐患的分析，阐述了多种先进的排查技术手段，包括基于物联网的监测技术、大数据分析、风险评估模型等。同时，针对排查出的安全隐患，提出了有效的治理措施和技术方法，如本质安全设计改进、自动化控制升级、安全防护设施完善等。旨在为化工企业构建科学、高效、系统的安全隐患排查与治理体系提供理论支持和实践指导，降低化工事故发生率，保障化工行业的安全生产和可持续发展。

[关键词] 化工行业安全隐患排查；治理；技术路径分析

Technical Path Analysis of Safety Hazard Investigation and Management in the Chemical Industry

Xu Yezhen¹ Gao Bingwei² Wang Yong¹

1.Zhejiang Hebang Security Technology Co., Ltd.; 2. Zhejiang Taige Safety Technology Co., Ltd.

[Abstract] As an important component of the national economy, the chemical industry involves numerous hazardous chemicals and complex processes in its production process, with prominent safety hazards. This article delves into the technical path of identifying and addressing safety hazards in the chemical industry. Through an analysis of potential safety hazards in various stages of chemical production, it elaborates on various advanced inspection techniques, including IoT based monitoring technology, big data analysis, risk assessment models, and more. At the same time, effective governance measures and technical methods have been proposed for the identified safety hazards, such as improving intrinsic safety design, upgrading automation control, and improving safety protection facilities. Intended to provide theoretical support and practical guidance for the construction of a scientific, efficient, and systematic safety hazard investigation and governance system for chemical enterprises, reduce the incidence of chemical accidents, and ensure the safety production and sustainable development of the chemical industry.

[Key words] Safety hazard investigation in the chemical industry; government; Technical Path Analysis

一、引言

化工行业生产活动具有高温、高压、易燃、易爆、有毒有害等特点，一旦发生安全事故，往往会造成严重的人员伤亡、财产损失和环境污染。安全隐患排查与治理是化工企业安全生产管理的核心工作，准确识别和及时消除安全隐患是预防事故发生的关键。随着科技的不断进步，各种新技术在化工行业安全管理领域得到广泛应用，为安全隐患排查与治理提供了更有效的技术路径。深入研究这些技术路径对于提升化工行业整体安全水平具有重要意义。

二、化工行业安全隐患分析

(一) 工艺过程隐患

化工生产工艺复杂多样，从原料投入到产品产出涉及多个化学反应步骤。例如，反应温度、压力控制不当可能引发反应失控，导致爆炸、火灾等事故；工艺流程设计不合理，存在物料堵塞、泄漏等风险点。以氯乙烯合成工艺为例，如果氯化氢与乙炔的配比不准确，反应温度过高，就容易引发剧烈反应甚至爆炸。

(二) 设备设施隐患

化工设备长期运行在恶劣的工况条件下，容易出现磨损、腐蚀等问题。如管道、阀门等密封部件老化，可能导致物料泄漏；压力容器超期服役，安全性能下降，存在破裂爆炸的危险。此外，一些老旧设备的自动化程度低，操作繁琐，增加了人为

失误的可能性。

（三）储存与运输隐患

化工产品及原料大多具有危险性，储存过程中如果储存条件不符合要求，如易燃易爆物质未分类存放、仓库通风不良等，容易引发火灾、爆炸事故。在运输环节，车辆故障、驾驶员违规操作、装卸过程不规范等都可能造成危险化学品泄漏扩散，造成环境污染和人员伤害。

（四）人员操作与管理隐患

人的不安全行为是引发化工安全事故的重要因素之一。操作人员缺乏专业知识和技能，违规操作，如未按操作规程进行设备启停、加料卸料等；安全管理人员安全意识淡薄，安全管理制度执行不力，安全检查流于形式等，都使得安全隐患得不到及时发现和整改。

三、化工行业安全隐患排查技术路径

（一）基于物联网的实时监测技术

物联网技术在化工行业的深度应用，为化工生产的安全与稳定运行提供了强有力的支撑，其中实时监测功能尤为关键。在化工生产这一复杂且高危的领域，对设备和工艺参数的精准把控直接关系到生产安全。借助物联网技术，可以在关键设备和工艺节点巧妙部署各类传感器。温度传感器犹如敏锐的“体温探测器”，时刻感知设备运行时的温度变化，因为异常的温度波动往往预示着设备故障或反应异常；压力传感器则像严谨的“压力卫士”，精确监测管道、容器内的压力数值，防止因压力过高引发爆炸等严重事故；流量传感器如同精明的“流量管家”，实时掌控物料的流动速度和量，确保生产流程顺畅；气体检测仪更是不可或缺的“安全哨兵”，能够及时察觉有害、可燃气体的泄漏。这些传感器采集到的数据，会通过高速稳定的网络实时传输至监控中心。监控中心宛如化工生产的“智慧大脑”，一旦接收到的数据超出正常范围，系统便会迅速做出反应，立即发出警报。以危险化学品储存罐区为例，液位传感器实时监测液位高度，避免罐体溢出；可燃气体传感器时刻监测气体浓度，一旦浓度超标，警报声即刻响起，及时通知相关人员采取措施，将事故扼杀在萌芽状态，有力保障了化工生产的安全。

（二）大数据分析技术

利用大数据技术对大量的安全监测数据、事故案例数据、设备运行数据等进行分析挖掘。通过建立数据分析模型，可以发现潜在的安全隐患模式和规律。例如，分析设备故障数据，找出频繁出现故障的部位和时间段，提前进行设备维护和更换；通过对事故案例的大数据分析，总结事故发生的共性原因，制定针对性的预防措施。

（三）风险评估模型

采用科学的风险评估模型对化工生产过程中的风险进行

量化评估。常见的风险评估方法有危险与可操作性分析（HAZOP）、故障模式与影响分析（FMEA）、安全检查表法等。这些方法可以系统地分析工艺过程、设备设施等方面存在的危险因素及其可能产生的后果，并根据风险等级确定优先排查和治理的对象。例如，HAZOP 通过对工艺参数的偏差分析，识别潜在的危险工况和安全隐患，为制定安全措施提供依据。

（四）智能巡检技术

引入智能巡检机器人、无人机等设备进行巡检。智能巡检机器人可以按照预设的路线对化工装置进行自动巡检，利用图像识别、红外热成像等技术检测设备表面温度、外观缺陷等情况；无人机则适用于对大型化工园区、罐区等区域进行快速巡检，及时发现地面难以察觉的安全隐患，如管道泄漏、建筑物损坏等。

四、化工行业安全隐患治理技术路径

（一）本质安全设计改进

从源头减少或消除安全隐患，对新建化工项目进行本质安全设计至关重要。在当今化工行业发展趋势下，先进工艺技术的采用是实现本质安全的核心要素之一。通过深入研究和创新，选择那些反应条件温和、副反应少的工艺路线，能够极大地降低生产过程中的内在风险。简化工艺流程不仅可以减少设备数量和管道连接的复杂性，降低物料泄漏的潜在风险，还能提高生产效率，减少因复杂操作带来的人为失误可能性。在设备和材料的选择上，应优先考虑安全性能良好的产品。高质量、耐腐蚀、耐压的设备和材料能够承受化工生产中的恶劣环境，延长设备使用寿命，提高设备的可靠性和稳定性。这不仅有助于减少设备故障引发的安全事故，还能降低维护成本。例如，微通道反应器技术近年来在化工领域得到广泛关注和应用。其独特的结构设计使得反应体积小，反应物在微小的通道内充分混合，大大提高了混合效率。同时，微通道的高比表面积赋予了它优异的传热传质性能，能够快速有效地移除反应热，避免局部过热导致的反应失控。这种技术从根本上改变了传统反应器容易出现热点、反应难以精确控制的问题，有效降低了反应失控的风险，真正实现了本质安全化生产，为化工行业的安全生产开辟了新的途径。

（二）自动化控制升级

提高化工生产过程的自动化水平是保障安全生产的关键举措，其核心在于减少人为操作干预，降低因人为失误引发安全事故的可能性。随着科技的飞速发展，先进的分布式控制系统（DCS）和可编程逻辑控制器（PLC）等自动化控制设备在化工领域得到了广泛应用。DCS 系统具有强大的集中监控和分散控制功能，它能够将化工生产过程中的各个环节进行实时数据采集，并通过高速网络传输至中央控制室。操作人员可以在控制室的操作界面上直观地查看整个生产流程的运行状态，对温

度、压力、流量、液位等关键工艺参数进行精确控制。而 PLC 则以其灵活的编程能力和高可靠性，负责对现场设备进行逻辑控制，实现设备的顺序启动、停止以及连锁保护等功能。以化工精馏塔控制系统为例，通过 DCS 的实时监控和自动调节功能，可以确保精馏过程中温度、压力、流量等参数始终保持在设定的范围内。当某个参数出现异常波动时，系统能够迅速做出响应，自动调整相关阀门的开度或泵的转速，使工艺参数恢复正常。同时，系统还具备完善的连锁保护机制，一旦参数超出安全极限，会立即触发紧急停车程序，切断物料供应，防止因精馏塔内温度、压力过高引发爆炸、泄漏等严重事故，从而确保精馏过程稳定、安全地运行。

（三）安全防护设施完善

化工生产涉及众多危险化学品和复杂工艺，加强安全防护设施建设是保障企业安全生产和人员生命财产安全的重要防线。安全防护设施涵盖多个方面，包括防火、防爆、防毒、防泄漏等设施，每一类设施都在化工生产安全中发挥着不可或缺的作用。在防火防爆方面，设置防火墙、防火堤和防爆门等设施是防止火灾、爆炸事故蔓延扩散的关键措施。防火墙采用不燃性建筑材料构建，能够在火灾发生时阻止火势和烟雾的蔓延，为人员疏散和灭火救援争取宝贵时间。防火堤则围绕在储存易燃、可燃液体的储罐周围，当储罐发生泄漏时，能够有效拦截泄漏的液体，防止其四处流淌引发更大范围的火灾。防爆门则安装在有爆炸危险的场所，如反应釜、压缩机房等，在发生爆炸时能够承受一定的爆炸压力，防止爆炸冲击波对周边区域造成严重破坏。防毒设施同样不容忽视，通风排毒设备能够及时将生产过程中产生的有毒有害气体排出车间，保持车间内空气的清新，降低作业人员接触有毒气体的浓度。空气呼吸器则为作业人员在进入高浓度有毒环境或紧急救援时提供清洁的呼吸空气，保障其生命安全。此外，完善的泄漏收集和处理系统能够在危险化学品发生泄漏时迅速采取措施，将泄漏的化学品收集起来进行妥善处理，防止其对土壤、水体等环境造成污染，最大限度地减少事故对环境的危害。

（四）人员培训与教育

化工行业的安全生产离不开高素质的从业人员，加强对化工从业人员的安全培训和教育是提升企业安全管理水平、预防事故发生的重要环节。通过全面、系统的培训教育，能够提高员工的安全意识和操作技能，使其在日常工作中自觉遵守安全规章制度，正确操作设备，及时发现和处理安全隐患。对于操作人员而言，安全知识培训应涵盖化工生产的基础知识、危险化学品的特性、安全操作规程以及事故应急处理等方面。通过深入浅出的讲解和实际案例分析，让操作人员深刻认识到安全生产的重要性，熟悉工艺流程和操作规程的每一个细节。培训环节则注重实践操作，让操作人员在模拟环境或实际设备

上进行操作练习，熟练掌握各种设备的操作方法和技巧，提高其实际动手能力。演练演练活动则是检验和提升操作人员应急处置能力的重要手段，通过定期组织火灾、泄漏等各类事故的应急演练，让操作人员熟悉应急响应流程，掌握灭火器、消防水带、空气呼吸器等安全设备的使用方法，确保在突发事故发生时能够迅速、冷静、有效地采取应对措施。对于安全管理人员，培训内容则更加侧重于安全管理理念、法律法规、风险评估方法以及隐患排查治理技巧等方面。通过专业培训，提高安全管理人员的安全管理水平和隐患排查能力，使其能够运用科学的方法对企业的安全状况进行全面评估，及时发现潜在的安全隐患，并制定切实可行的整改措施，确保企业安全生产形势稳定向好。

五、案例分析

以某大型化工企业为例，该企业在安全隐患排查与治理方面采取了一系列技术措施。首先，建立了基于物联网的全流程监测系统，对生产装置的关键参数进行实时监测，实现了 24 小时不间断监控。其次，运用大数据分析技术对历史监测数据和事故案例进行分析，发现了一些潜在的安全风险点，并制定了相应的防范措施。在隐患治理方面，对老旧设备进行了自动化改造升级，提高了设备的运行稳定性；同时，加强了安全防护设施建设，增设了泄漏应急处理装置和消防设施。通过这些技术路径的实施，该企业的安全事故发生率显著降低，安全生产水平得到大幅提升。

结语

化工行业安全隐患排查与治理是一项系统工程，需要综合运用多种技术手段。通过基于物联网的监测技术、大数据分析、风险评估模型等先进技术实现全面、准确的安全隐患排查；采用本质安全设计改进、自动化控制升级、安全防护设施完善等技术方法对排查出的安全隐患进行有效治理。同时，要重视人员培训与教育，提高全员安全意识和素质。化工企业应结合自身实际情况，构建科学合理的安全隐患排查与治理技术体系，不断提升安全生产管理水平，确保化工行业的安全稳定发展。未来，随着科技的持续创新，更多先进的技术将应用于化工行业安全领域，为化工行业的安全生产提供更有力的保障。

【参考文献】

- [1]化工安全生管理产与事故应急措施[J]. 陈毅鸿.化工管理, 2024 (16)
- [2]化工安全生管理产与事故应急管理举措[J]. 魏娜.化工管理, 2024 (10)
- [3]新环境下化工安全生管理产及事故应急策略[J]. 张超; 赵瑞军; 高艳; 鄢永利; 刘晓艳.中国石油和化工标准与质量, 2024 (05)