

化工园区多米诺效应事故预防与应急策略研究

李瀛龙

南京安圣工程技术有限公司

DOI:10.32629/eep.v8i9.2863

[摘要] 化工产业作为国民经济的重要支柱之一,在推动经济发展的过程中,化工生产涉及到大量易燃易爆、有毒有害物质。其园区内一旦发生事故,必然会引起多米诺效应,从而造成严重的人员伤亡、财产损失以及环境污染。基于此,本文通过深入剖析化工园区多米诺效应事故的形成机理和影响因素,并站在园区角度提出具有针对性的事故预防和应急策略,旨在为化工园区提升事故防控和应急处理能力提供必要的参考。

[关键词] 化工园区; 多米诺效应; 事故预防; 应急策略

中图分类号: TQ08 文献标识码: A

Research on Domino Effect Accident Prevention and Emergency Response Strategies in Chemical Industrial Parks

Yinglong Li

Nanjing Ansheng Engineering Technology Co., Ltd.

[Abstract] As a crucial pillar of the national economy, the chemical industry involves the production of large quantities of flammable, explosive, toxic, and hazardous substances in its economic development. Accidents within chemical industrial parks inevitably trigger a domino effect, resulting in severe casualties, property damage, and environmental pollution. Therefore, this paper analyzes the formation mechanism and influencing factors of domino-effect accidents in chemical industrial parks and proposes targeted accident prevention and emergency response strategies from the perspective of the parks themselves, aiming to provide necessary reference for improving accident prevention and emergency response in chemical industrial parks.

[Key words] Chemical industrial park; Domino effect; Accident prevention; Emergency response strategy

引言

化工园区作为化工聚集发展地,企业之间存在空间间距近、工艺关联性强等特点,因此,任何一家企业发生事故,必然会引起连锁反应,即形成多米诺效应事故。而这些化工事故通常又具有突发性强、危害范围广泛以及救援难度大等特点,给人们的生命财产安全以及社会稳定带来了极大的威胁。因此,深入研究化工园区多米诺效应事故预防和应急对策,对保障化工园区安全运行以及促进化工产业可持续发展具有重要的现实意义。

1 化工园区多米诺效应事故预防策略

1.1 园区规划与布局优化

针对化工园区多米诺效应事故预防,对园区进行规划布局优化时,在选址环节,需全面考量周边环境,有效避开人口密集区和生态敏感区等区域,以降低事故发生时对人体环境造成的潜在危害。同时,气象条件也不容忽视,如避开常年主导风向的上风向容易受污染区域,以减少事故发生时有害物质的扩散影

响。在交通状况方面,需确保园区和外部交通干线连接顺畅,方便应急救援物资和人员快速抵达^[1]。此外,在对园区内企业进行布局时,应依据园区企业生产特点和工艺情况,对其进行科学合理的分区布置,以实现易燃易爆、有毒有害等高风险企业的合理分隔,防止事故连锁反应。对于高标准规划建设园区,要做好消防通道规划,确保消防通道的宽度、承载能力等符合消防要求,以确保消防车辆能迅速通行;并合理设置应急避难场所,配备必要的生活设施和应急物资,为事故发生时人员疏散和临时安置提供可靠保障。

1.2 企业安全生产管理

对于化工企业安全生产管理而言,应以强化企业安全生产主体责任为主。化工企业需明确从管理层到一线员工在安全生产中的职责,并将责任细化到每个岗位、每个环节,才能建立健全涵盖生产全流程的安全生产管理制度和操作规程,确保化工企业安全生产有章可循、规范有序。在对化工企业设施设备进行维护与管理时,可制定详细的设备维护计划,定期安排专业人

员对设备进行全面检测和升级,及时发现潜在的安全隐患,按照规定周期进行检修,并对那些磨损和老化严重的设备及时更换零部件^[2]。此外,员工作为化工企业安全生产的执行人,提高员工的安全意识和操作技能,则是预防化工事故发生的重要举措。化工企业可通过多样化的安全培训和教育方式,使员工深刻认识到安全生产的重要性,并定期开展应急演练,模拟不同类型的事故场景,最终使员工在实践中逐渐熟悉应急处置流程,提高员工应对突发事件的能力,有效降低化工园区多米诺效应事故的发生风险。

1.3 风险防控技术应用

为了从源头上降低化工园区事故的发生可能性,还需积极采用先进的安全技术和工艺。对于化工园区,可采用自动化控制技术以实现化工生产过程的精准调控,能有效减少人为操作失误带来的安全风险。其中,安全仪表系统能实时监测关键参数,一旦超出安全范围,会立即触发报警并采取相应的措施,有效避免事故的发生。而防火墙的安装则能为人员疏散和救援争取时间,泄漏检测报警装置能及时检测到物料泄漏,通知人员采取堵漏等措施,防止泄漏引发更严重的事故。除此之外,运用信息化技术手段建立化工园区安全监控和预警系统,需借助传感器、物联网等多项技术,对园区内企业的温度、压力、液位等安全参数进行实时监测,基于数据分析预测潜在风险,并及时进行处置,全方位提升化工园区的安全防范能力。

1.4 安全文化建设

安全文化建设是化工园区筑牢安全防线的深层基石,需着力培育化工园区特有的安全文化理念,将“安全第一、预防为主”的核心理念深植每个企业和员工心中,从思想源头上为预防事故奠定基础^[3]。同时,化工园区也应积极开展多种多样的安全文化宣传活动,通过举办安全知识讲座、安全主题展览、安全技能竞赛等活动,向企业员工普及安全法规、操作规范和应急处置等知识。还可利用社交媒体、园区公告栏等渠道,向社会公众宣传化工安全的重要性,以提高公众对化工园区安全风险的认知与防范意识,有助于形成全社会共同关注化工安全的强大合力。此外,在安全管理工作中表现突出的企业和员工,可给予相应的物质奖励和荣誉表彰,以激发其他化工企业参与到安全管理中,逐步提高整个化工园区的安全文化水平,使安全落地生根,并最终有效降低化工园区多米诺效应事件的发生概率。

2 化工园区多米诺效应事故应急策略

2.1 应急组织体系构建

化工园区在面临多米诺效应事故时,构建系统化、科学化的应急组织体系是确保有效处置的核心。该体系的建设应以应急管理理论为指导,遵循“统一领导、分级负责、协同联动、快速响应”的基本原则,以此形成完整的应急指挥架构。而首要任务是建立健全化工园区应急管理指挥机构,该机构应作为园区应急处置的最高决策与协调平台,实行“总指挥+副总指挥+专业工作组”的层级管理模式,明确界定各层级职责权限。应急管理机构应由园区管委会主要领导担任总指挥,分管领导担任副总

指挥,下设综合协调、数据赋能、抢险救援、舆情应对、专业处置及专家等专项工作组,各工作组依据《突发事件总体预案》的分类分级标准,开展专业化、精准化应急处置工作^[4]。在职责划分方面,需要基于“职能互补、权责明晰”的管理理念,构建科学的部门职责体系。应急管理主管部门承担全局性统筹协调与应急资源调度职能,消防救援部门负责火灾爆炸、泄漏等事故的现场扑救与救援工作,生态环境部门主导事故现场环境监测、污染防治及生态修复,医疗卫生部门负责伤员救治与卫生防疫工作。各职能部门应依据《化工园区应急管理条例》及相关规范,制定详细的工作流程与操作指南,确保应急处置过程中的责任边界清晰、工作衔接顺畅。

应急救援力量体系的构建应注重专业化与协同性,需建立“专业救援队伍+企业兼职队伍+社会志愿者队伍”的多层次救援力量体系。专业救援队伍由消防、医疗、环保等专业机构组成,具备丰富的实战经验和专业技术能力,企业兼职救援队伍熟悉本企业生产工艺、设备布局及物料特性,可在事故初期快速响应,开展先期处置。而社会志愿者队伍则主要承担辅助性工作,如现场秩序维护、人员疏散引导、物资分发等,各类救援力量应按照《化工园区应急救援队伍建设标准》进行规范化管理,定期开展专业培训与实战演练。基于上述体系化建设,化工园区可有效应对多米诺效应事故,最大限度降低事故损失,保障园区安全稳定运行,为化工行业高质量发展提供坚实的安全保障。

2.2 应急资源保障

化工园区在应对多米诺效应事故过程中,在应急物资储备层面,需建立分类分级、精准匹配的物资保障网络。针对火灾风险,应配置足量的消防基础设施,包括各类灭火器、消防水带、消防栓等,确保在事故初期实现火势有效控制。而对有毒有害物质暴露风险,应储备符合国家标准个体防护装备,如防毒面具、化学防护服、安全帽等,为救援人员提供专业安全保障^[5]。同时,应配备针对性急救药品与器械,确保在伤员救治的黄金时段内实施及时干预,最大限度降低人员伤亡。在应急装备配置方面,需注重现代化装备的科学化配置与专业化应用,消防车辆应按照园区规模与风险特征合理配置,确保快速响应能力。医疗救护车应配备标准化急救设备,保障伤员及时转运,智能装备如无人机系统可实现事故现场的快速三维建模与态势感知,为决策层提供精准的实时信息支持。各类装备的配置应符合《化工园区应急装备配置标准》,并定期开展技术性能检测与更新。应急资源动态管理系统是提升资源调度效能的核心,该系统依托物联网与大数据技术,实时采集并分析应急资源的分布位置、存量状态、可用性等关键数据,建立资源动态数据库。在突发事件发生时,系统能够依据预设的优化算法,自动生成资源调度方案,实现资源的精准匹配与高效利用,避免资源闲置与短缺并存现象,显著提升应急响应效率,最大限度降低多米诺效应事故造成的损失程度。通过该系统的持续优化,化工园区可构建起“资源精准配置、响应快速高效、处置科学有序”的应急保障新格局,为园区安全稳定运行提供坚实支撑。

2.3 应急处置流程

化工园区在应对多米诺效应事故时,构建科学化、系统化的应急处置流程,首要任务是系统化编制多米诺效应事故专项应急预案。该预案需基于风险评估模型,全面覆盖火灾爆炸、物料泄漏、连锁反应等典型事故场景,明确应急响应的标准化程序、操作细则及责任主体,涵盖事故信息接收、风险研判、响应启动、处置实施及事后恢复的全周期流程,确保应急行动具有高度的规范性与可操作性。

在事故突发阶段,必须严格执行预案启动机制,实施多维度应急响应,并立即划定警戒区域,设置物理隔离屏障与警示标识,阻断非必要人员进入危险范围,防止次生灾害发生。有序组织人员疏散,依据预先规划的疏散路径与避险点,引导人员快速转移至安全集合区^[6]。同步启动医疗救援联动机制,由专业医疗团队实施现场伤情评估、紧急处置及协调转运至指定医疗机构,最大限度保障生命安全。在应急处置过程中,需依托实时态势感知系统,动态优化处置策略,基于现场监测数据与风险动态评估,精准实施灭火控制、泄漏封堵、有害物质稀释等技术措施,有效遏制事故扩散与连锁反应。处置结束后,须开展系统性事故调查与效能评估,运用根因分析法深入剖析事故成因,量化评估应急响应效能,形成结构化经验总结报告,为应急预案的迭代优化提供实证依据,从而持续提升化工园区多米诺效应事故的预防预警与应急处置能力,构建“预防+响应+恢复”的闭环管理机制,为园区安全运行提供长效保障。

3 结束语

针对化工园区多米诺效应事故预防和应急管理,通常是一项较为复杂的工程,需要政府部门、企业以及社会各界共同努力、协同推进,才能有效降低多米诺效应的发生风险。同时,还需完善应急组织体系、充足应急资源保障和精准处理应急处置能力,才能最大限度减少损失,防止事态的发展,从而切实保障人民群众的生命财产安全和社会稳定发展。

[参考文献]

- [1]王琪.化工园区事故多米诺效应的防范及应急对策[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(18):65-67.
- [2]门金龙,朱柏坚,李菲,等.危险化学品实验室事故多米诺效应及防控策略[J].实验室研究与探索,2024,43(01):258-264.
- [3]沈晓丽,官博.雷电诱发化工园区多米诺效应链路概率预测[J].化工机械,2025,52(05):803-809+853.
- [4]倪平,高越,胡丽条,等.基于多米诺效应的南京化工园区洪水Natech风险研究[J].化工环保,2024,44(05):720-729.
- [5]楚志勇,张孝春.考虑多米诺效应的化工园区应急资源调配问题研究[J].安全与环境学报,2024,24(5):1658-1671.
- [6]韦洪龙,吴昊.基于QRA的多米诺效应在化工园区的应用[J].化工生产与技术,2023,29(05):25-28+45+8-9.

作者简介:

李瀛龙(1991--),男,汉族,甘肃靖远人,硕士,中级工程师,研究方向:化工安全。