

化工工程安全技术与安全控制分析策略

张月梅

湖南荣泰安全环保技术咨询有限公司 湖南 长沙 410000

摘要：随着化工产业规模持续扩张，安全挑战加剧。本文聚焦化工工程安全技术与安全控制展开分析。首先阐述化工工程中的物料安全管理、设备与管道安全、工艺安全设计以及自动化控制等关键安全技术；接着剖析化工工程安全控制中存在的设备老化维护不足、人为失误与管理漏洞、应急响应薄弱以及技术与工艺缺陷等问题；最后针对这些问题提出强化设备全生命周期管理、提升人员安全素养与管理效能、完善应急救援体系、优化技术工艺与创新、优化化工园区与企业布局等安全控制策略，为化工工程安全保障提供参考。

关键词：化工工程；安全技术；安全控制；分析策略

引言：化工工程作为重要的工业领域，在推动经济发展中发挥着关键作用。然而，化工生产过程具有高温、高压、易燃、易爆、有毒有害等特性，使得安全风险居高不下。一旦发生安全事故，不仅会造成人员伤亡和财产损失，还会对环境造成严重破坏，影响社会稳定。因此，化工工程的安全技术与安全控制至关重要。深入探讨化工工程安全技术要点，分析当前安全控制中存在的问题，并制定科学有效的应对策略，对于提升化工工程整体安全水平，保障化工行业健康可持续发展具有重大而深远的意义。

1 化工工程安全技术

1.1 物料安全管理技术

物料安全管理是化工工程安全的基础环节。化工物料种类繁多，性质各异，许多具有易燃、易爆、有毒、腐蚀等危险特性。在物料存储方面，要根据物料性质选择合适的存储方式和场所，如易燃液体需存放在阴凉、通风良好的防爆仓库，远离火源和热源。对于有毒物料，要设置专门的密闭存储设施，防止泄漏污染环境。在物料运输过程中，要确保运输工具符合安全要求，对物料进行妥善固定和防护，避免碰撞、摩擦引发危险。同时，要建立严格的物料出入库管理制度，对物料的数量、质量、规格等进行详细记录和核对，防止物料混淆或丢失。此外，还需定期对物料进行检测和分析，掌握其性能变化情况，及时调整存储和使用条件，确保物料在整个生命周期内的安全。

1.2 设备与管道安全技术

设备与管道是化工生产的核心载体，其安全运行至关重要。在设备选型时，要充分考虑化工工艺的要求和物料的特性，选择具有相应耐腐蚀、耐高温、耐高压等性能的设备。定期对设备进行维护保养和检测检修，及

时发现并处理设备存在的隐患，如磨损、腐蚀、松动等问题。对于管道系统，要合理设计管道布局，避免出现死角和积液现象，减少物料残留和腐蚀风险。同时，要安装必要的安全附件，如安全阀、压力表、温度计等，实时监测设备和管道的运行参数，确保其在安全范围内。此外，还要对设备和管道进行定期的压力试验和泄漏检测，防止发生泄漏和爆炸等事故。

1.3 工艺安全设计技术

工艺安全设计是化工工程安全的关键源头。在设计阶段，要全面评估化工工艺的危险性，采用本质安全设计理念，尽可能减少危险物料的使用量和工艺过程的危险性。例如，通过优化反应条件，降低反应温度和压力，减少副反应的发生。合理设置工艺流程和设备布局，确保物料流动顺畅，避免交叉污染和危险物料的积聚。同时，要设置必要的安全防护设施，如防火堤、防爆墙、紧急停车系统等，在事故发生时能够及时控制事态发展。此外，还需对工艺操作人员进行详细的培训和交底，使其熟悉工艺流程和安全操作规程，严格按照规定进行操作，保障工艺安全运行。

1.4 自动化控制技术

自动化控制在化工工程安全中发挥着日益重要的作用。通过安装先进的自动化控制系统，可以实现对化工生产过程的实时监测和精确控制。例如，利用分布式控制系统（DCS）对温度、压力、流量、液位等关键参数进行集中监控和自动调节，确保生产过程稳定在安全范围内。当参数出现异常时，系统能够及时发出警报并自动采取相应的控制措施，如切断物料供应、启动紧急冷却系统等，防止事故的扩大。此外，自动化控制技术还可以实现生产过程的远程操作和智能化管理，减少人员在危险区域的停留时间，降低人为操作失误的风

险。同时,通过对生产数据的分析和挖掘,不断优化控制策略,提高化工工程的安全性和生产效率^[1]。

2 化工工程安全控制存在的问题

2.1 设备老化与维护不足

化工设备长期处于高温、高压、腐蚀等恶劣环境下运行,极易出现老化现象。像反应釜内壁会因物料腐蚀逐渐变薄,管道也会因长期冲刷产生磨损。然而,部分企业对设备维护重视不够,维护计划不合理、执行不到位。维修人员专业水平参差不齐,不能及时发现设备潜在问题。一些企业为降低成本,减少维护投入,导致设备带“病”运行。设备老化与维护不足会使设备性能下降,增加泄漏、爆炸等事故风险,严重威胁化工工程的安全稳定生产。

2.2 人为操作失误与管理漏洞

人为因素是化工工程安全事故的重要诱因。操作人员安全意识淡薄,对操作规程不熟悉或抱有侥幸心理,易出现违规操作,如未按规定流程启停设备、未佩戴防护用品等。同时,企业管理存在漏洞,安全培训流于形式,不能有效提升员工安全技能和应急处理能力。安全管理制度执行不严格,监督考核机制不完善,对违规行为处罚力度不够,无法形成有效约束。这些人为和管理问题,为化工工程安全埋下了诸多隐患。

2.3 应急响应能力薄弱

部分化工企业应急响应能力有待提高。应急预案缺乏针对性和可操作性,未结合企业实际情况和潜在风险进行编制,对事故的应对措施不够细致全面。应急演练频率低,且形式化严重,员工对应急流程不熟悉,在事故发生时无法迅速、有效地采取行动。应急物资储备不足,种类不全,质量参差不齐,不能满足事故应急需求。此外,企业与周边应急救援力量的联动机制不完善,信息沟通不畅,导致在重大事故发生时无法及时获得外部支援。

2.4 技术与工艺缺陷

一些化工企业采用的技术和工艺存在缺陷。部分老旧工艺能耗高、污染大,且安全性能差,在生产过程中容易引发事故。新工艺、新技术在推广应用时,可能因研究不充分、试验不完善,存在未知的安全风险。企业对技术研发和创新投入不足,缺乏对先进安全技术的引进和应用,导致生产工艺落后,安全保障水平难以提升。技术与工艺缺陷使得化工生产过程中的危险因素增多,增加了安全事故发生的可能性和严重性^[2]。

3 化工工程安全控制的相关策略

3.1 强化设备全生命周期管理

强化设备全生命周期管理是提升化工工程安全水平的关键举措。在设备规划选型阶段,要依据化工工艺要求和物料特性,精准挑选性能可靠、安全系数高的设备,从源头上保障设备质量。采购环节需严格把控,选择有良好信誉和资质的供应商,确保设备符合相关标准和规范。设备安装调试时,要由专业人员进行操作,严格按照安装说明书和技术要求进行,保证安装质量,并进行全面的调试和检测,确保设备各项性能指标达标。运行过程中,建立完善的设备监测体系,运用先进的传感器和在线监测技术,实时掌握设备的运行状态,如温度、压力、振动等参数,及时发现潜在的安全隐患。同时,制定科学合理的设备维护计划,定期进行保养和检修,对易损件及时更换,确保设备始终处于良好的运行状态。设备报废阶段,要严格按照相关规定进行处理,对存在安全隐患且无法修复的设备,坚决予以淘汰,避免其继续投入使用引发安全事故。通过强化设备全生命周期管理,实现设备安全管理的系统化、规范化和精细化,有效降低设备故障率,保障化工工程的安全稳定运行。

3.2 提升人员安全素养与管理效能

提升人员安全素养与管理效能是化工工程安全控制的核心环节。在安全素养提升方面,要构建全面且有针对性的培训体系。定期组织安全知识讲座,涵盖化工生产中的各类安全法规、操作规范以及事故案例分析等内容,让员工深刻认识到安全的重要性。开展实操技能培训,通过模拟真实生产场景,让员工在实践中熟练掌握安全操作技巧和应急处理方法。同时,鼓励员工自主学习,为其提供相关学习资料和在线学习平台,并对学习成果进行考核与奖励。在管理效能提升上,建立科学合理的管理制度,明确各岗位的安全职责和 workflows,确保安全管理工作的有序开展。加强安全监督检查,成立专门的安全监督小组,定期对生产现场进行巡查,及时发现并纠正违规行为。运用信息化管理手段,建立安全管理数据库,对员工的安全表现、培训记录、事故隐患等信息进行实时记录和分析,为安全管理决策提供数据支持。此外,营造良好的安全文化氛围,通过开展安全文化活动、树立安全标兵等方式,增强员工的安全意识和责任感,使安全理念深入人心,从而全面提升化工工程的安全管理水平。

3.3 完善应急救援体系

完善应急救援体系对于化工工程安全控制至关重要,能有效降低事故损失和影响。首先,要制定科学详尽的应急预案。结合化工企业的生产工艺、设备设施以及周边环境等因素,针对可能发生的火灾、爆炸、泄漏

等事故类型,制定具有针对性和可操作性的预案。明确应急组织架构、各成员职责以及应急响应流程,确保在事故发生时能够迅速、有序地开展救援工作。其次,加强应急演练。定期组织不同规模和形式的应急演练,如桌面演练、功能演练和全面演练等。通过演练检验应急预案的可行性和有效性,提高员工的应急反应能力和协同作战能力。同时,对演练过程进行全面评估和总结,针对存在的问题及时修订预案和完善应急措施。再者,强化应急物资储备与管理。根据事故类型和应急需求,配备充足的应急救援物资,如防护用品、灭火器材、堵漏工具等,并定期进行检查和维护,确保物资处于良好状态。建立应急物资管理台账,实现物资的动态管理。最后,加强与周边应急救援力量的联动。与当地消防、医疗、环保等部门建立紧密的合作关系,签订应急联动协议,定期开展联合演练和信息交流,实现资源共享和优势互补,提高整体应急救援能力。

3.4 优化技术工艺与推动技术创新

优化技术工艺与推动技术创新是提升化工工程安全水平、增强企业竞争力的关键路径。

在优化技术工艺方面,对现有生产工艺进行全面评估与分析,找出存在安全隐患和效率低下的环节。通过改进反应条件,如调整温度、压力、物料配比等参数,使反应更加平稳、高效,减少副反应和危险物质的生成。优化设备布局和工艺流程,实现物料的顺畅流动和合理分配,避免物料积聚和交叉污染,降低事故发生的风险。同时,引入先进的工艺控制技术,实现对生产过程的精准监测和自动调节,确保工艺参数始终处于安全范围内。推动技术创新是化工工程安全发展的动力源泉。企业应加大研发投入,鼓励科研人员开展安全技术研究和创新。积极与高校、科研机构合作,共同攻克化工安全领域的关键技术难题。探索应用新材料、新能源,开发绿色、环保、安全的化工生产工艺。例如,采用新型催化剂提高反应选择性,减少废弃物排放;利用生物技术替代传统的高污染、高风险工艺。通过技术创新,不断提升化工工程的安全性和可持续性,为企业的长远发展奠定坚实基础。

3.5 优化化工园区与企业布局

优化化工园区与企业布局是保障化工工程安全、实现产业可持续发展的重要举措。从化工园区层面来看,要科学规划园区选址。避开生态敏感区、人口密集区以及地质灾害易发区,降低事故发生时对周边环境和居民的影响。合理确定园区规模和功能分区,按照化工产品的生产类别、工艺特点和安全风险等级,将园区划分为不同的功能区域,如生产区、仓储区、公用工程区等,并保持各区域之间足够的安全距离,防止事故连锁反应。同时,完善园区内的基础设施建设,包括消防、给排水、供电、通信等系统,确保在紧急情况下能够为园区企业提供有效的支持和保障。在企业布局方面,化工企业应根据自身的生产工艺和安全要求,合理规划厂区布局。将高风险的生产装置和储存设施布置在厂区的边缘地带,远离办公区和生活区。优化物料运输路线,避免物料在厂区内频繁交叉运输,减少运输过程中的安全风险。此外,企业之间应保持适当的安全间距,防止一家企业发生事故时波及周边企业^[3]。

结束语

化工工程安全技术与安全控制是化工行业稳定发展的基石,关乎人员生命、企业效益与环境生态。本文深入探讨了物料安全管理、设备与管道维护等技术要点,剖析了设备老化、人为失误等现存问题,并针对性提出强化设备管理、提升人员素养、完善应急体系等策略。未来,化工行业需持续重视安全技术与控制,不断引入新技术、新理念,优化管理流程。政府、企业与社会应形成合力,营造安全生产的良好氛围,推动化工工程安全水平迈向新高度,实现化工行业安全、可持续的繁荣发展。

参考文献

- [1]王小龙,王晓明.化工安全技术与安全控制研究[J].当代化工研究,2021(05):54-55.
- [2]许振斌.化工安全技术与安全控制研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(15):213-214.
- [3]周国相.化工安全技术与安全控制方法分析[J].石化技术,2020,27(07):252-253.