

# 化工工艺安全设计危险识别和控制

方庆良 陈海芳

浙江丽水有邦新材料有限公司 浙江 丽水 323000

**摘要:** 化工工艺安全设计是化工生产安全的核心保障,涉及风险评估、安全检查、专业知识应用等多个环节。通过采用新型材料、改变反应条件、优化工艺流程等工艺改进措施,以及安装防护设备、设置紧急停机系统等工程控制手段,有效降低了生产过程中的危险。同时,制定严格的操作规程、开展安全教育培训、实施应急响应计划等管理控制措施,进一步提升了生产安全性。此外,个人防护装备的配备也是保障员工安全的关键。

**关键词:** 化工工艺安全设计;危险识别与控制;个人防护装备

## 引言

化工生产因其高风险特性,对安全设计提出了严格要求。化工工艺安全设计旨在从源头上预防事故,确保生产过程的平稳与可控。通过全面识别潜在危险因素,并采取相应的控制措施,可以有效降低人员伤亡与财产损失。本文将从危险识别方法、控制措施及个人防护装备三个方面,深入探讨化工工艺安全设计的核心内容,为化工企业的安全生产提供指导。

### 1 化工工艺安全设计的重要性

化工工艺安全设计在化工生产安全体系中占据着举足轻重的地位,它构成了化工生产稳健运行的基础。这一设计旨在从根本上预防各类安全事故的发生,有效减轻潜在的人员伤亡与财产损失,进而为企业的持续健康发展提供有力支撑。深入探讨化工工艺安全设计的核心价值,我们不难发现,其聚焦于事故预防,更在于通过科学手段提升生产效率。在工艺设计的初步阶段,全面而细致地识别潜在的危险因素成为了一项基础且至关重要的任务。这要求设计者需具备深厚的专业知识与丰富的实践经验,精准捕捉工艺流程中可能存在的化学、物理及生物等多方面的风险点。针对这些识别出的危险因素,采取有效的控制措施显得尤为重要。这些措施旨在确保生产过程的平稳与可控,减少因操作失误、设备故障或外部干扰等因素引发的安全隐患。实施精细的工艺优化、增设必要的安全防护设施、强化设备维护与管理等手段,提升化工生产的整体安全性与稳定性。总的来说,化工工艺安全设计关乎企业的生产安全,更直接影响到化工产品的质量与市场竞争力。通过不断优化设计流程,加强危险因素识别与控制,化工企业能够在激烈的市场竞争中保持领先地位,实现可持续发展。化工工艺安全设计的持续改进与创新是企业发展的关键。企业应不断引入先进的设计理念和技术,如数字化模拟、风

险评估软件等,以提高设计的准确性和预见性。加强员工安全培训,提升全员安全意识,确保每个环节都能达到最高安全标准。

## 2 危险识别方法

### 2.1 风险评估

在化工工艺安全设计领域,风险评估堪称基石性工作,是保障化工生产安全的关键前置环节。风险评估旨在对化工工艺全流程进行系统性剖析,全面考量其中涉及的物理、化学、生物以及环境风险因素。从物理风险层面来看,需关注高温、高压、高流速等物理条件对设备、管道等造成的影响,如高温可能导致材料性能劣化,高压会使设备承受更大应力,高流速则可能引发管道磨损与振动。化学风险方面,重点分析各类化学反应的热效应、反应速率以及副反应的发生可能性,如强放热反应若热量无法及时导出,极易引发温度失控,导致爆炸等严重事故。生物风险主要涉及微生物对化工原料、产品或生产环境的影响,如某些微生物可能使原料变质,影响产品质量,甚至产生有毒有害物质。环境风险则聚焦于化工生产过程中废气、废水、废渣等污染物的排放对周边生态环境的潜在危害。为实现精准的风险评估,常借助专业软件进行模拟与分析。这些软件能够依据输入的工艺参数、物料特性等数据,构建虚拟的化工生产模型,进而预测潜在危险事件的发生概率及其可能造成的后果。通过模拟爆炸事故,可直观呈现爆炸冲击波的传播范围、超压峰值等关键信息;模拟有毒气体泄漏,能清晰展示气体的扩散路径与浓度分布,为后续制定针对性的控制措施提供科学、量化的依据,助力企业提前做好风险防范与应急准备。

### 2.2 安全检查

(1) 安全检查是对工作场所进行深入勘查的过程,旨在精准识别并有效消除潜在危险源,确保生产环境的

安全可控。(2)安全检查的实施需覆盖多个关键领域。在设备检查方面,需全面评估设备的运行状态、结构完整性及性能参数,利用专业工具实时监测设备运行参数,如压力、温度、流量等,确保其处于安全、稳定的运行区间。工艺流程检查则聚焦于流程设计的合理性与操作的流畅性,细致审视各操作步骤的安全合规性,排查物料堵塞、回流等潜在风险点。材料储存与处理环节的检查同样不容忽视,需确保储存条件符合物料特性要求,防止因不当储存引发的安全事故。(3)电气设备及安全附件的检查同样至关重要。在易燃易爆区域,电气设备的防爆性能、接地保护及线路绝缘状况需得到严格把关,以防止电气火花引发的火灾爆炸事故。安全阀等安全附件的定期校验也是确保设备安全运行的关键环节,需确保其能在设备超压时及时、准确地动作,将压力控制在安全范围内。通过全面、细致的安全检查,能及时发现并整改潜在安全隐患,为化工生产的平稳、高效运行提供坚实保障。

### 2.3 专业知识和经验的应用

在化工工艺危险识别过程中,经验丰富的工程师和技术人员凭借其深厚的专业知识与丰富的实践经验,能发挥不可替代的作用。他们对化工原理、化学反应机理、设备性能等专业知识有着深入理解,能敏锐洞察生产过程中可能出现的危险因素。如基于对反应动力学的掌握,判断在特定工艺条件下化学反应是否可能失控;依据对材料力学性能的了解,识别设备在复杂工况下的潜在失效模式。结合过往处理类似工艺和经验案例的经历,他们能快速识别当前生产环境和条件下可能存在的相似危险。如曾经处理过某一化工装置因管道振动导致物料泄漏的事故,当在新的项目中遇到类似的管道布置和运行条件时,就能提前预判管道振动风险,并提出诸如优化管道支撑、调整流速等预防措施。他们还能综合考虑现场的实际情况,如周边环境、人员操作习惯等因素,识别出一些特殊的危险因素。在人员密集的生产区域,考虑到人员疏散的便捷性,评估设备布局是否合理;根据操作人员的技能水平,判断某些复杂操作是否可能引发误操作风险,并针对性地提出改进建议,如简化操作流程、增加操作提示等。这种基于专业知识和经验的危险识别方法,具有很强的针对性和实用性,能有效补充其他识别方法的不足,为化工工艺安全设计提供宝贵的参考。

## 3 控制措施

### 3.1 工艺改进

(1)采用更安全的材料是工艺改进的一大重要方

向。在化工生产中,许多传统材料因耐腐蚀性、稳定性等方面的不足,成为安全事故的诱因。选用新型的耐腐蚀、高稳定性材料,如高性能合金、特种工程塑料等,成为提升设备安全性能的有效途径。这些新型材料能明显延长设备的使用寿命,还能在一定程度上降低反应过程中的不确定性,减少因材料问题导致的事故风险。

(2)改变反应条件同样是工艺改进的核心手段。许多化工反应在特定条件下可能表现出较高的危险性,如高温、高压环境易导致反应失控。科学调整反应温度、压力等条件,并引入合适的催化剂来改变反应速率和路径,使反应过程更加温和、可控。降低了对设备耐压、耐高温性能的要求,还减少了因操作不当而引发的超温、超压等安全事故的可能性。(3)优化工艺流程也是实现工艺改进不可忽视的环节。对整个生产流程进行重新梳理和设计,消除不合理环节,如减少物料的不必要迂回、中间储存等,可以有效降低物料泄漏、堵塞等风险。优化后的工艺流程还能提高生产效率,降低能源消耗,实现经济效益与安全效益的双重提升。总的来说,工艺改进作为化工工艺安全设计的重要控制措施,对于提升生产安全性、促进化工行业的可持续发展具有重要意义同时,随着科技的不断进步,应积极探索和应用新技术、新材料,提升工艺的安全性和环保性。通过持续改进和创新,为化工行业的高质量发展贡献力量<sup>[1]</sup>。

### 3.2 工程控制

工程控制是运用物理或机械手段,对化工生产过程中的危险进行直接干预和控制,是保障化工工艺安全的重要防线。安装防护设备是工程控制的基础措施。在化工生产现场,针对不同的危险类型设置相应的防护设施,如在可能发生物料飞溅的区域设置防护挡板,防止物料对人员造成伤害;在高温设备周围设置隔热防护层,避免人员烫伤,同时也能减少热量散失对周围环境和设备的影响。安全阀作为关键的安全附件,在化工设备中起着至关重要的作用。当设备内部压力超过设定的安全值时,安全阀自动开启,将多余的压力释放出去,防止设备因超压而发生爆炸等严重事故。安全阀的选型、安装和定期校验都有严格的标准和要求,必须确保其在关键时刻能够准确、可靠地动作。紧急停机系统是应对突发危险状况的重要工程控制手段。当化工生产过程中出现异常情况,如反应失控、重大泄漏等,紧急停机系统能够迅速切断设备的动力源和物料供应,使生产过程紧急停止,避免事故的扩大。该系统通常具备自动检测和手动触发两种启动方式,确保在各种情况下都能及时响应。此外,还可以设置通风系统来控制有毒有害

气体的浓度,安装泄漏检测装置及时发现物料泄漏等。这些工程控制措施相互配合,形成一个完整的安全防护体系,在危险发生时能够迅速发挥作用,保障人员和设备的安全<sup>[2]</sup>。

### 3.3 管理控制

在化工工艺安全设计中,管理控制作为核心策略,对于确保生产过程的安全性具有不可或缺的作用。(1)制定严格且详尽的操作规程是管理控制的基础。这些规程需全面覆盖化工生产的各个环节,精确规定操作步骤、操作参数及安全注意事项,确保操作人员能够遵循明确的指导进行作业,有效避免因误操作而引发的事故。特别是在处理危险化学品时,操作规程应细致入微,包括必要的防护措施、操作流程以及应急处理预案,以保障操作过程的安全无忧。(2)开展系统的安全教育培训是提升员工安全素养的关键。定期组织的培训活动,向员工深入传授化工工艺安全知识、危险识别技巧及应急处理技能,能增强员工的安全意识,还能确保他们掌握正确的操作方法和应急处置流程。培训内容需紧跟时代发展,及时更新,确保员工能接触到最新的安全技术和管理理念,不断提升自身能力。(3)实施周密的应急响应计划是管理控制的重中之重。化工企业应结合自身生产特性和潜在事故类型,制定详尽的应急响应预案,明确应急组织架构、职责划分、响应流程及救援措施。通过定期组织应急演练,使员工熟悉应急响应流程,提高应对突发事件的能力,确保在事故发生时能够迅速、有序地展开救援行动,最大限度地降低事故损失<sup>[3]</sup>。

### 3.4 个人防护措施

在化工生产环境中,尽管采取了多种工艺改进、工程控制和管理控制措施,但员工仍不可避免地面临各种潜在危险。因此,提供适当的个人防护装备是保障员工人身安全的最后一道防线。安全眼镜是保护员工眼睛免受化学物质飞溅、粉尘、强光等伤害的必备装备。根据不同的工作环境,选择具备相应防护功能的安全眼镜,如防冲击、防化学腐蚀、防紫外线等。在进行涉及危险化学品的操作时,佩戴密封性好、防护性能高的安全眼镜,能有效防止化学物质接触眼睛,避免造成眼部灼伤

等伤害。手套的选择应根据接触物质的性质而定。对于接触腐蚀性化学品的工作,应选用耐酸碱腐蚀的橡胶手套;对于接触高温物体的工作,应佩戴耐高温手套;对于需要精细操作且存在机械伤害风险的工作,可选择具备防切割、防滑功能的手套。手套的尺寸要合适,确保员工在佩戴后能够灵活操作,同时又能提供良好的防护效果。面具主要用于防护员工呼吸道免受有毒有害气体、粉尘等的侵害。在存在有毒气体泄漏风险的区域,员工应佩戴防毒面具,根据气体种类选择合适的滤毒罐,确保能够有效过滤有毒气体。对于粉尘较多的工作环境,可佩戴防尘口罩,防止粉尘吸入肺部,引发尘肺病等职业病。防护服是保护员工身体免受化学物质、高温、辐射等伤害的重要装备。根据防护对象的不同,分为防化服、隔热服、防辐射服等。在进行危险化学品生产、储存和运输等工作时,员工应穿着相应的防化服,确保身体各部位得到充分保护。防化服的材质和结构应具备良好的防护性能和透气性能,既能有效阻挡化学物质的渗透,又能保证员工在工作过程中的舒适性<sup>[4]</sup>。

### 结束语

综上所述,化工工艺安全设计是化工生产安全的重要保障。通过综合运用多种危险识别与控制措施,以及配备必要的个人防护装备,可以显著提升化工生产的安全性。未来,随着科技的不断进步和安全管理理念的不断更新,化工工艺安全设计将更加注重智能化、自动化技术的应用,以实现更高效、更可靠的安全管理。这将为化工行业的可持续发展提供有力支撑。

### 参考文献

- [1]曹广运.化工工艺安全设计中危险识别和控制研究[J].山东化工,2024,53(5):225-227.
- [2]张乐新,王学芬,王翠英.化工工艺安全设计中危险识别和控制探析[J].山东化工,2024,53(3):235-236.
- [3]张波涛.加强化工工艺安全设计危险识别和控制,助力化工企业经济发展[J].中国化工贸易,2022(14):43-45.
- [4]付文文.化工工艺安全设计中危险识别和控制[J].当代化工研究,2021(15):149-150.