

化工过程安全优化措施探讨

洪 星 李学颖

鲁西化工集团股份有限公司 山东 聊城 252000

摘 要：化工过程安全管控至关重要，其核心难点在于工艺参数精准控制难、设备状况复杂、人员因素影响大、应急处置机制不完善。为此，需从多方面优化：工艺参数上精准管控、优化路线、实时监控；生产设备上合理选型升级、做好维护检修、防控泄漏；人员操作与管理上强化安全培训、规范操作流程、提升安全意识。通过构建全方位、多层次安全管控体系，涵盖工艺、设备、人员、应急等维度，可实现化工生产全流程安全稳定运行，降低事故发生概率，保障人员生命安全和企业财产安全，推动化工行业可持续发展。

关键词：化工过程；安全优化；措施

引言：化工生产过程复杂且风险高，安全管控面临诸多核心难点，如工艺参数波动易致反应失控、设备老化腐蚀增加事故风险、人员误操作或违规操作埋下隐患、应急处置机制不完善扩大事故损失等。为有效应对这些挑战，实现化工生产全流程安全稳定运行，需从工艺、设备、人员等多维度开展安全优化工作。通过精准管控工艺参数、优化调整工艺路线、实时监控工艺过程；合理选型与升级设备、加强日常维护检修、防控设备泄漏；强化操作人员安全培训、规范操作流程、提升安全意识等举措，构建全方位、多层次的安全管控体系。

1 化工过程安全管控的核心难点

化工过程安全管控面临许多复杂且严峻的挑战，主要体现在以下四个关键方面。（1）工艺参数的精准控制是化工生产的核心环节，然而其波动极易引发反应失控。化工工艺对温度、压力、流量等参数极为敏感，这些参数的微小偏差都可能改变介质的物理化学性质，使反应速率偏离正常范围。例如，温度过高可能引发副反应，压力异常可能导致设备超压破裂，进而引发严重的安全事故。（2）设备状况直接影响化工过程的安全稳定运行。化工设备长期处于高温、高压、强腐蚀等恶劣工况下，不可避免地会出现老化、腐蚀、泄漏等问题。随着设备性能逐渐下降，其安全裕度降低，原本稳定的生产平衡被打破，增加了事故发生的可能性。（3）人员因素在化工安全中起着关键作用。操作人员若缺乏规范的操作技能和强烈的安全意识，就容易出现误操作或违规操作^[1]。比如，未按照操作规程进行设备启停、物料添加等操作，或者在危险区域未采取必要的防护措施，这些都可能成为引发安全事故的导火索。（4）应急处置机制的不完善也是化工安全的一大隐患。当突发隐患出现时，若不能及时响应，或者处置方法不当，就会使隐患

迅速扩大升级。部分企业缺乏完善的应急预案，应急物资储备不足，应急演练流于形式，导致在事故发生时无法有效应对，造成更大的损失。针对上述化工过程安全管控的核心难点，必须从工艺、设备、人员、应急等多个维度制定全面、系统的优化措施，构建全方位、多层次的安全管控体系，实现化工生产全流程的安全稳定运行。

2 化工工艺参数的安全优化

2.1 工艺参数的精准管控

化工工艺具有复杂性与特殊性，精准管控工艺参数是保障化工过程安全的关键。需依据不同化工工艺的具体特性，全面且细致地明确各生产环节中温度、压力、流量、液位以及反应时间等核心参数的安全阈值范围，以此构建起一套严谨、精准的参数管控体系。

选用高精度、高可靠性的检测设备，对工艺参数进行实时、精准采集，同时确保数据传输过程稳定、准确且及时，防止因数据偏差或传输延迟而引发潜在安全隐患。对于那些容易发生波动的关键参数，设置科学合理的分级预警机制。当参数值逐渐接近安全阈值时，系统自动发出不同级别的预警信号，促使操作人员迅速做出反应并调整参数。并且，引入先进的自动调节系统，依据实时参数变化自动进行动态平衡调节，最大程度减少人为调节可能产生的误差。此外，持续优化工艺参数的初始设定，充分结合介质特性与反应规律，避免因参数设置不当引发反应失控、介质泄漏等安全事故^[2]。

2.2 工艺路线的优化调整

在化工生产中，现有工艺路线可能存在诸多安全薄弱环节，对其进行优化调整是提升安全水平的重要举措。要深入剖析现有工艺，精准定位高风险操作环节，通过优化工艺路线予以减少。对复杂的工艺流程进行简化，去除不必要的介质输送和反应步骤。因为每增加一

次介质输送,就多了一份介质泄漏的风险;每减少一个反应步骤,就降低了反应过程中出现异常情况的可能性;在反应条件的选择上,优先采用温和条件,替代高温、高压等苛刻操作。高温高压环境下,反应的不可控性增强,反应失控的概率大幅提高,而温和反应条件能有效降低这种风险;此外,还需优化介质配比,严格控制易燃易爆、有毒有害介质的使用量。积极探寻并采用合适的替代介质,从源头上降低工艺风险,确保工艺路线既安全又合理,为化工生产的安全稳定运行奠定坚实基础。

2.3 工艺过程的实时监控

为切实保障化工工艺过程的安全稳定,构建一套覆盖全流程的实时监控至关重要。该系统应全面涵盖原料输入、反应进行以及产品输出等所有关键环节,达成对工艺过程的全方位、动态化跟踪;此监控系统需具备完备的功能体系,不仅要实现数据的精准存储,为后续的数据分析、工艺优化提供详实依据,还要具备强大的异常分析能力,能够迅速对工艺过程中出现的各类异常状况,如参数的异常波动、介质的意外泄漏、反应进程的异常变化等进行精准识别。一旦发现异常,系统应立即发出预警提示,以最快速度将信息反馈给操作人员,使其能够及时采取应对措施;此外,为确保监控系统始终处于良好的运行状态,需定期对其进行校准与维护,保证监控数据的准确性与可靠性,杜绝因监控失效而引发潜在的安全隐患,真正实现化工工艺过程的可视化管理与有效管控。

3 化工生产设备的安全优化

3.1 设备选型与升级

在化工生产中,设备选型与升级是保障生产安全的基础环节。由于化工介质具有腐蚀性、易燃易爆性等复杂特性,在选型生产设备时,必须进行全面且细致的考量。要依据不同工艺要求以及介质的具体特性,精准选择设备材质和规格,确保二者高度匹配。若设备材质与介质不兼容,极易引发腐蚀、泄漏等严重问题,进而威胁整个生产过程的安全;对于那些已经老化、性能显著下降且存在安全隐患的设备,不能拖延,应及时进行升级改造或者更换。要选用在安全性和可靠性方面表现更为卓越的新型设备,以此提升设备运行的稳定性,降低故障发生的概率;此外,在设备选型时,还应优先考虑具备自动防护、故障报警功能的设备。这类设备能够自动监测运行状态,在出现异常时及时发出警报,减少人为操作的干预,从而有效降低因设备故障而引发的安全风险,为化工生产的安全稳定运行提供坚实保障^[3]。

3.2 设备的日常维护与检修

化工生产中,建立一套完善且严谨的设备日常维护与检修体系是保障设备安全运行的关键。该体系需清晰界定维护检修的具体流程以及各岗位的责任分工,确保设备维护检修工作能够常态化、规范化开展;在日常工作中,要定期对设备进行全面巡检。巡检过程中,重点关注设备的密封性能,防止介质泄漏引发安全事故;仔细查看设备的腐蚀情况,评估腐蚀对设备强度和性能的影响;密切监测设备的运行状态,包括振动、温度、压力等参数是否正常。一旦发现设备存在微小隐患,必须立即进行整改,防止隐患进一步扩大,造成更严重的后果;对于关键设备和易损设备,要制定专项的维护检修计划。按照计划定期对这些设备进行全面检修和校准,保证其始终处于良好的运行状态。同时,认真做好每一次维护检修记录,详细记录设备的检修时间、内容、更换的零部件等信息,为后续的设备维护检修工作提供有价值的参考依据。

3.3 设备泄漏的防控优化

化工设备泄漏作为引发安全事故的关键隐患,必须对泄漏防控措施进行重点优化。设备密封部位的维护是防控泄漏的基础。要建立定期检查机制,全面且细致地查看密封件的完好程度,对于出现老化、损坏迹象的密封件,及时进行更换,杜绝因密封件失效导致的泄漏问题。同时,积极采用高性能密封材料,这类材料具备更优的耐腐蚀性、耐高温性和密封性能,能有效提升设备的密封效果,从源头上减少泄漏发生的可能性;对于输送易燃易爆、有毒有害介质的管道、阀门等设备,需安装专业的泄漏检测装置。这些装置能够实时、精准地监测介质泄漏情况,一旦检测到泄漏,立即发出清晰明确的预警信号,同时自动启动预先设定的应急处置措施,将泄漏危害控制在最小范围;此外,合理优化设备的安装布局也至关重要。应避免将可能泄漏的设备安装在人员密集区域或火源附近,防止泄漏介质扩散引发更严重的安全事故,切实降低泄漏带来的安全风险^[4]。

4 人员操作与安全管理的优化

4.1 操作人员的安全培训

在化工生产领域,强化操作人员的安全培训是保障生产安全的重要基石。培训内容需紧密围绕化工工艺操作规范、设备操作方法、安全隐患识别以及应急处置技能等核心要点展开,通过举办针对性的培训活动,切实提升操作人员的安全意识与实际操作技能;培训方式应注重理论与实践的深度融合,采用理论讲解与实操演练相结合的模式。理论讲解让操作人员深入理解化工工艺

和设备操作的原理与规范；实操演练则使其在实际操作中熟悉流程，积累经验。如此，操作人员能够精准识别工艺和设备运行过程中存在的安全隐患，规范自身操作行为，有效避免误操作和违规操作情况的发生；为确保培训效果，还需定期开展严格的培训考核。只有考核成绩合格的操作人员才能获得上岗资格，对于考核不合格者，必须进行再次培训直至合格。通过这种方式，打造一支专业素养高、操作规范的操作人员队伍，为化工生产的安全稳定运行提供坚实的人力保障。

4.2 操作流程的规范化优化

在化工生产领域，制定完善且细致的操作流程规范是保障安全与高效生产的重中之重。要紧密结合实际生产状况，精确界定各岗位、各环节具体的操作步骤、操作标准以及安全注意事项，为操作人员提供清晰、准确且具有可操作性的工作指引；对现有操作流程展开全面优化，去除冗余、不必要的操作环节。繁琐的操作流程不仅会降低整体生产效率，还会使操作人员因长时间重复操作而身心疲惫，增加疏忽和误操作的可能性。同时，要严格明确操作顺序，以刚性要求杜绝违规操作和颠倒操作顺序的情况，确保每一步操作都符合工艺逻辑和安全要求；针对高风险操作环节，建立双人操作、监护操作机制。通过操作人员之间的相互监督与协作，有效降低操作风险。此外，加强操作过程的监督检查力度不可或缺。安排专业人员定期对操作人员的操作行为进行细致检查，一旦发现不规范操作，立即予以纠正，保证操作流程得到严格执行，为化工生产的安全稳定运行筑牢坚实基础^[5]。

4.3 安全意识的强化提升

在化工生产中，强化操作人员的安全意识是保障生产安全的重要环节。可通过常态化的安全宣传、警示提醒等手段，持续向操作人员传递安全理念，使其牢固树立“安全第一、预防为主”的思想。让操作人员深刻认识到化工过程安全的重要性，明白任何细微的疏忽都可能引发严重的安全事故，从而自觉遵守操作规范，主动识别身边存在的安全隐患；定期开展安全警示教育活

动，聚焦因操作不当而引发的各类安全隐患案例，深入剖析事故原因和后果，引导操作人员从中吸取经验教训，坚决杜绝侥幸心理；此外，建立科学合理的安全激励机制也十分关键。对主动排查隐患、提出安全优化建议的操作人员给予物质和精神奖励，激发他们参与安全管理的积极性和主动性，形成全员参与、全员管控的良好安全氛围，为化工生产的安全稳定运行提供坚实的人员保障^[6]。

结束语

化工过程安全管控是一项长期、复杂且系统的工程，其复杂性与系统性不仅贯穿于化工生产的每一个环节，更深刻影响着整个化工行业的生存根基和未来发展前景，面对工艺参数、设备状况、人员因素和应急处置等方面的核心难点，我们通过工艺参数精准管控与优化、生产设备合理选型与维护、人员操作规范培训与安全意识提升等多维度举措，构建起了全方位、多层次的安全管控体系。未来，随着科技的不断进步和管理理念的持续创新，我们需不断优化和完善安全管控措施，以适应化工行业日益复杂的发展需求。只有持之以恒地抓好安全管控工作，才能实现化工生产的长治久安，为行业的可持续发展奠定坚实基础，为社会经济的稳定繁荣贡献力量。

参考文献

- [1]唐江明.现代化工仪表及化工自动化的过程控制探讨[J].化工管理,2021,(10):135-136.
- [2]孔凡锐.安全生产信息管理在化工企业的应用[J].氯碱工业, 2021, 57(09): 43-45.
- [3]赫飞.化工安全生产管理的问题和要点研究[J].清洗世界, 2022, 38(08): 176-178.
- [4]王旭.化工安全与生产管理措施[J].化工管理, 2022(21): 97-99.
- [5]赵玖超.化工工艺过程危险因素辨识与管控措施探讨[J].化工管理,2021(32):171-172.
- [6]李渊 闫志国 赵小红.化工过程本质安全化技术研究进展[J].化学工程与技术, 2021, 11(1), 11-18