

化工工艺设备管理中化工设备安全保障措施

严忠良 黄军军

浙江麦堆科技有限公司 浙江 嘉兴 314000

摘要：化工行业作为国民经济的重要支柱，其工艺设备的安全稳定运行意义重大，关乎企业效益、人员生命安全和生态环境。本文分析了化工工艺设备管理现状，指出设备类型多样、管理有成果但存在理念滞后、信息化水平不均、管理难度增加等问题。从构建安全管理体系入手，阐述安全管理制度与规范制定、管理组织架构与职责划分、安全管理流程优化。最后提出了化工设备安全保障具体措施，包含强化设备本质安全设计、完善设备维护保养体系、提升人员安全管理水平、运用先进安全监测技术、健全应急管理机制等方面，旨在为化工企业提升设备安全管理水平、保障生产安全提供参考。

关键词：化工工艺设备；管理体现构建；安全保障措施

引言：随着化工生产规模的不断扩大和工艺复杂程度的日益提升，化工工艺设备管理面临诸多新挑战。设备类型繁多、功能各异，管理内容涵盖采购到报废处置全流程，但当前部分企业设备管理存在理念落后、信息化水平参差不齐等问题。在此背景下，深入研究化工设备安全保障措施，构建完善的安全管理体系，提升设备安全管理水平，对于保障化工生产安全、促进化工行业可持续发展具有重要的现实意义。

1 化工工艺设备管理现状

化工行业在国民经济中占据重要地位，其工艺设备的安全稳定运行关乎企业效益、人员安全和生态环境。当下，化工工艺设备管理既有发展成果，也面临诸多挑战。从设备类型上看，化工生产涵盖反应、分离、传热、储存等多种设备，各自功能、性能、结构和运行要求差异巨大。比如反应设备作为核心，对温度、压力等参数控制精度要求极高；分离设备则用于满足生产和产品质量需求。在管理内容方面，多数化工企业已构建基础设备管理体系，涉及采购、安装调试、运行监控、维护保养和报废处置。采购时综合考量设备性能、质量、价格及供应商信誉；安装调试确保符合设计和工艺标准；运行监控通过传感器获取参数以发现异常。当前管理存在以下不少问题。（1）部分企业设备管理理念滞后，过于注重生产效率和经济效益，忽视长期投入与精细化管理，致使设备维护不及时，加速老化损坏。（2）管理信息化水平参差不齐，大型企业多引入先进信息系统，但中小企业信息化程度低，无法实时共享和高效分析设备数据，难以准确评估和预测设备运行状况。（3）化工生产规模扩大、工艺复杂，设备管理难度和风险增加，对管理模式和技术手段提出更高要求^[1]。

2 化工设备安全管理体系构建

2.1 安全管理制度与规范制定

安全管理制度与规范是设备全生命周期管理的关键。化工生产中，设备各环节都需严格制度约束。（1）采购环节，企业制定供应商准入制度，严格审核设备质量、安全性能与技术参数。像采购反应釜时，要求供应商提供质量检测报告、防爆认证等文件，还实地考察其生产车间，评估生产工艺和质量管控体系，可大幅降低设备故障率。（2）运行阶段。制定详细操作规程和安全作业指导书至关重要。以液化天然气储罐为例，要制定涵盖压力监测、温度调控到装卸操作的全流程规范，并执行“双人复核制”，防止人为失误引发事故。（3）随着化工行业技术发展和法规变化，需定期修订完善安全管理制度。引入PDCA循环管理理念，通过计划、执行、检查、处理四个阶段，持续优化制度，保障设备安全稳定运行。

2.2 管理组织架构与职责划分

化工企业应依据自身规模和工艺特点，设立专门设备管理部门，统筹设备管理工作，具体如下：（1）在组织架构中，明确各层级人员职责：管理层制定安全管理战略和目标，审批重大决策；设备管理部门负责维护计划制定、故障处理和技术改造；生产部门及时反馈设备运行异常；一线操作人员严格遵守操作规程，做好日常点检和维护。（2）部分企业推行“设备管家制”，由设备管理部门人员担任设备管家，对设备全生命周期负责。（3）建立跨部门协作机制，定期召开设备管理联席会议，设备管理、生产、安全环保等部门共同参与，解决跨部门问题，避免管理漏洞和职责不清。

2.3 安全管理流程优化

利用信息化技术构建设备管理信息系统,在设备关键部位安装传感器,实时采集温度、压力、振动等数据,通过物联网上传至管理平台,便于管理人员掌握设备运行状态,提前发现隐患。采用人工智能算法分析数据,异常时自动预警。优化设备故障处理流程,建立标准化的故障诊断、报修、维修和验收流程,缩短故障处理时间,减少停机损失。引入“故障树分析法”,系统分析故障根源,制定针对性解决方案。借助大数据分析和预测性维护技术,优化设备维护保养流程,合理安排维护计划,提高维护的针对性和有效性,提升设备管理整体水平^[2]。

3 化工设备安全保障措施

3.1 强化设备本质安全设计

化工设备的本质安全设计是保障设备安全运行的基础,对预防事故发生起着关键作用,具体措施如下:

(1) 精准计算运行参数与合理选材。在设计阶段,深入研究设备运行工况,以反应釜设计为例,反应过程中的压力、温度变化受多种因素影响,如反应物料的配比、反应速率以及反应热的释放等。设计人员需依据精确的化学反应原理和热力学、动力学数据,运用专业计算软件,详细核算这些参数的变化规律。根据物料特性,合理选择设备材质。对于具有强腐蚀性的物料,可选用特种合金钢,如含高铬、钼元素的不锈钢,其抗腐蚀性能优异;或者采用衬里结构,在设备内部衬上耐腐蚀的橡胶、陶瓷等材料,从源头上降低设备被腐蚀泄漏的风险。(2) 融入冗余设计理念。为确保设备在关键部件出现故障时仍能安全运行,应融入冗余设计理念。像安全阀、紧急切断阀这类对设备安全至关重要的部件,需设置备用系统。备用系统应具备独立的触发和运行机制,当主部件发生故障,如安全阀弹簧失效无法正常开启泄压,备用安全阀应能在设定压力下迅速动作,防止设备超压;紧急切断阀主阀故障时,备用阀能及时切断物料输送,避免危险进一步扩大。(3) 优化设备结构减少应力集中。设备结构设计不合理易导致应力集中,成为设备破裂的隐患点。在管道连接部位,传统的直角连接易造成流体冲击和振动集中,引发局部应力过大。通过采用平滑过渡设计,如使用弯管或特殊的连接管件,使流体流动更加顺畅,减少冲击和振动。在容器设计中,合理设计容器的形状和壁厚分布,避免出现尖角、突变等结构,降低应力集中系数,提升设备整体安全性。

3.2 完善设备维护保养体系

以下完善的设备维护保养体系是维持化工设备良好运行状态、延长设备使用寿命的重要手段。(1) 科学

制定维护计划。不同类型的设备,如反应设备、换热设备、分离设备等,其维护重点和周期不同。对于连续运行且负荷较高的设备,应缩短维护周期;而新投入使用的设备,初期维护侧重于检查安装质量和磨合情况,后期根据运行数据调整维护计划。日常维护主要进行设备清洁、润滑和紧固工作,确保设备表面无污垢、各部件连接紧密,减少磨损和腐蚀。定期维护则要对设备进行全面检查,包括设备内部结构、传动部件、电气系统等,调试设备性能,更换易损件,如密封件、滤芯等。专项维护针对设备出现的特定问题,如设备出现异常振动、泄漏等情况,或运行达到一定时长后,对关键部位进行深度检修,如对反应釜进行衬里检查、对换热器进行管束清洗等。(2) 严格执行维护标准与规范操作。维护人员必须经过专业培训,掌握各类设备的维护技能和安全注意事项。在维护过程中,严格执行维护标准和操作规程。采用先进的检测技术,如无损检测中的超声波检测、射线检测,可检测设备内部的裂纹、孔洞等缺陷;红外热成像检测能发现设备表面的温度异常,及时排查内部故障隐患。(3) 建立设备维护档案。档案内容包括每次维护的时间、维护内容、更换的零部件型号和规格、维护人员信息以及维护前后设备的运行状态等^[3]。通过对这些数据的分析,可总结设备故障发生的规律,预测设备可能出现的问题,提前调整维护计划,实现设备的预防性维护,提高设备的可靠性和运行效率。

3.3 提升人员安全管理水平

人员是化工设备安全运行的核心因素,以下措施对提升人员安全管理水平,保障设备安全至关重要。(1) 加强人员安全培训教育。丰富培训内容,不仅涵盖设备操作技能、安全知识,还包括事故案例分析和应急处理措施。在操作技能培训中,通过现场演示、模拟操作等方式,让操作人员熟练掌握设备的启动、停止、调节等操作流程,以及常见故障的处理方法。安全知识培训涉及化工生产中的危险化学品特性、防火防爆知识、个人防护用品的使用等内容。通过分析真实的事故案例,让员工深刻认识到违规操作的严重后果,从中吸取经验教训。应急处理措施培训包括火灾、泄漏等事故发生时的应急响应流程、救援方法以及疏散逃生技巧等。采用多样化的培训方式,如课堂讲授、现场演示、模拟演练等,提高培训效果。定期组织安全考核,以检验员工对培训内容的掌握程度,确保操作人员熟练掌握设备操作规程和安全要点。(2) 强化人员安全意识培养。通过安全文化建设营造良好的安全氛围,使安全理念深入人心。在企业内部设置安全宣传栏,展示安全知识、事故

警示案例；举办安全文化活动，如安全知识竞赛、安全演讲比赛等，提高员工参与安全管理的积极性。建立健全安全激励机制，对遵守安全规定、及时发现并排除安全隐患的人员给予物质和精神奖励，如奖金、荣誉证书等；对违规操作的人员进行严肃处理，包括批评教育、罚款、警告等，从制度层面约束人员行为，杜绝人为因素导致的安全事故。

3.4 运用先进安全监测技术

随着科技的发展，以下先进的安全监测技术为化工设备安全保障提供了强大支持。（1）实时监测设备运行参数。在设备上安装各类传感器，如压力传感器、温度传感器、泄漏传感器等，实现对设备运行参数的实时监测。压力传感器可精确测量设备内部的压力变化，当压力接近或超过设定阈值时，及时发出警报。温度传感器能监测设备关键部位的温度，防止设备因超温导致性能下降或发生故障。泄漏传感器可检测设备是否存在物料泄漏情况，一旦检测到泄漏，立即启动报警系统。利用物联网技术，将传感器采集的数据传输至监控中心，实现数据的集中管理和分析。（2）引入智能诊断系统。运用大数据分析、人工智能等技术对设备运行数据进行深度挖掘和分析。通过建立设备故障模型，收集大量设备正常运行和故障状态下的数据，运用机器学习算法训练模型，使其能够准确识别设备的运行状态和预测潜在故障。如通过对设备振动数据的分析，判断设备内部零部件的磨损情况。当振动幅度、频率等参数出现异常变化时，系统可预测设备可能存在的故障，如轴承磨损、转子不平衡等，提前安排维护检修，更换磨损严重的部件，避免设备故障的发生，实现从被动维修向主动预防维护的转变，提高设备的可靠性和安全性。

3.5 健全应急管理机制

以下健全的应急管理机制是应对化工设备突发事故、减少事故损失的重要保障。（1）制定完善的应急预案。针对不同类型的设备事故，如泄漏、火灾、爆炸等，制定详细的应急预案。应急预案应明确应急响应程序，包括事故发生后的报告流程、指挥体系的建立等；

规定具体的救援措施，如针对泄漏事故的堵漏方法、针对火灾事故的灭火策略等；规划人员疏散路线，确保在事故发生时人员能够迅速、有序地撤离；明确各部门和人员的职责分工，确保应急救援工作高效开展。（2）加强应急演练。定期组织实战化的应急演练，让员工熟悉应急处置流程，提高应急反应能力和协同作战能力。演练场景应尽可能模拟真实事故情况，包括事故的发生、发展过程以及可能出现的各种突发状况。在演练过程中，检验各部门和人员之间的协调配合能力，发现的问题并及时整改。（3）配备充足的应急救援物资和设备。应急救援物资和设备包括灭火器、消防水带、堵漏工具、个人防护装备等。根据化工生产的特点和可能发生的事故类型，合理配备相应的物资和设备，并确保其数量充足、质量可靠^[4]。定期对应急救援物资和设备进行检查和维护，确保其处于良好状态。建立应急物资和设备的管理制度，明确物资和设备的存储、领用、更新等流程，保证在事故发生时能够迅速调配使用，最大限度地减少事故损失。

结束语：通过构建完善的化工设备安全管理体系，从安全管理制度与规范制定、管理组织架构与职责划分、安全管理流程优化等方面着手，可夯实安全管理基础。采取强化设备本质安全设计、完善设备维护保养体系、提升人员安全管理水平、运用先进安全监测技术、健全应急管理机制等保障措施，能够有效降低化工设备安全风险，预防事故发生，保障化工生产的连续稳定运行。

参考文献

- [1]王宇财,杨培林,王兴军.化工工艺设备管理中化工设备安全保障措施[J].化工设计通讯,2021,47(8):76-77.
- [2]王亮,班羽,许庆楠.化工工艺设备管理中化工设备安全保障措施[J].石油石化物资采购,2023(6):124-126.
- [3]曹学斌.化工工艺设备管理中化工设备安全保障措施[J].魅力中国,2021(47):358-359.
- [4]潘成德.化工工艺设备管理中化工设备安全性保障的措施分析[J].化工管理,2020(9):109-110.