

化工空分设备的安全运行措施与管理

杨川宝

杭氧集团股份有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：本文聚焦化工空分设备安全运行。首先剖析其运行中设备、工艺、操作层面的安全风险。接着阐述安全运行技术措施，包括设备日常巡检维护、工艺参数管控、介质安全管控。随后介绍安全管理体系建设，涵盖设备全生命周期管理、安全管理制度完善、应急管理体系建设。最后强调人员安全管理与能力提升，涉及岗位人员资质、操作行为规范、安全意识培养。通过全方位措施保障化工空分设备安全运行。

关键词：化工空分设备；安全运行；措施；管理

引言：在化工产业蓬勃发展的当下，空分设备作为关键生产装置，其安全稳定运行至关重要。它不仅关乎化工生产的连续性和产品质量，更与人员生命安全、企业经济效益以及社会环境稳定紧密相连。然而，化工空分设备运行环境复杂，面临着设备、工艺、操作等多方面的安全风险，任何一个环节出现问题都可能引发严重事故。因此，深入剖析化工空分设备运行的安全风险，探索科学有效的安全运行技术措施、完善安全管理体系、加强人员安全管理与能力提升，成为保障化工空分设备安全运行、推动化工行业健康发展的迫切需求。

1 化工空分设备运行的安全风险

化工空分设备在运行过程中面临着诸多安全风险，这些风险主要源自设备本身、运行工艺这三个关键方面。精准识别核心风险点，是制定科学有效安全运行措施的坚实前提。（1）从设备层面来看，存在多种潜在风险。设备密封若失效，会导致氧气、氮气等介质泄漏，不仅造成资源浪费，还可能引发火灾、爆炸等严重事故。低温部件在长期运行中可能出现冻堵或损坏情况，影响设备的正常运行。高压管道会因介质腐蚀或长期承受压力而出现疲劳破裂，一旦发生泄漏，后果不堪设想。此外，仪器仪表失灵会使操作人员无法准确获取设备运行参数，无法及时调整操作，从而埋下安全隐患。（2）在工艺层面，精馏塔内工况失衡会破坏整个分离过程的稳定性，影响产品质量。吸附剂失效会导致对杂质吸附能力下降，使介质纯度不达标。冷量不足或波动会影响设备的制冷效果，进而影响整个生产流程。而介质纯度不达标可能引发一系列连锁反应，对设备和生产安全造成威胁。（3）操作层面的风险同样不容忽视。操作流程不规范、参数调整不当会直接干扰设备的正常运行状态。应急处置不及时会使事故影响范围扩大，造成更严重的损失。违规作业更是严重违反安全规定，极易引

发安全事故。这些风险点相互关联、相互影响，若不能及时有效管控，必将引发安全事故，严重影响生产的正常开展^[1]。

2 化工空分设备安全运行技术措施

2.1 设备日常巡检与维护措施

为保障化工空分设备安全运行，需建立科学完善的常态化巡检机制。要清晰界定巡检范围，涵盖空分设备的各个关键部位；合理确定巡检频次，依据设备的重要程度和运行状况灵活调整；详细明确巡检内容，着重排查关键部件和薄弱环节。（1）巡检过程中，对于压缩机、膨胀机、精馏塔、换热器等核心设备，要仔细检查其运行状态，留意有无异响、异常振动、介质泄漏、结霜等异常现象。对高低压管道和阀门，要严格排查密封情况，查看管道是否存在腐蚀，阀门有无卡涩，接口是否松动。同时，认真校验仪器仪表，如压力表、温度计、液位计、纯度分析仪等，确保其显示精度和运行稳定性，保证能精准反馈设备运行参数。（2）要制定具有针对性的维护计划。根据设备运行时长和实际工况，定期对设备进行清洁、润滑、紧固和校准操作，及时更换老化、损坏的零部件，防止因设备磨损、老化引发安全隐患。针对低温部件，定期检查保温层完整性；对于高压部件，定期开展压力试验，全面排查疲劳损伤和腐蚀隐患^[2]。

2.2 工艺参数管控措施

空分设备的安全稳定运行高度依赖工艺参数的精准与稳定，必须对关键工艺参数实施严格管控，防止参数波动造成工况失衡，进而引发安全事故。（1）重点管控的工艺参数涵盖多个方面。进气环节的进气压力、温度、流量直接影响后续分离效果；精馏塔的塔顶温度、塔底压力、回流比决定了精馏过程的分离效率和产品质量；换热器的换热效率关乎能量利用和设备运行稳定

性；吸附器的吸附周期和再生效果影响对杂质的去除能力；产品气体的纯度和压力则是衡量最终产品是否合格的关键指标。（2）要建立完善的参数监控体系，运用先进的监测设备，实时、精准地监测各类工艺参数的变化。同时，设置科学合理的参数报警阈值，一旦参数超出阈值，系统立即发出报警信号。操作人员接到报警后，需迅速排查原因，将参数调整至合理范围。在参数调整过程中，严格遵循“缓慢、平稳、逐步”的原则，杜绝参数骤升骤降，避免因工况突变导致设备损坏或介质泄漏。如调节精馏塔回流比、切换吸附器时，都要谨慎操作，密切观察相关参数变化，确保设备安全运行。

2.3 介质安全管控措施

空分设备所涉及的氧气、氮气等介质具有独特性质，必须采取针对性安全管控措施，有效防范介质泄漏带来的安全风险。（1）氧气具有强氧化性，这要求在设备选型和材质把控上严格谨慎。对于与氧气接触的设备、管道和零部件，要避免使用易氧化、易燃烧的材质，从源头上降低燃爆风险。因为氧气一旦与油脂、有机物等接触，极易引发燃爆事故，所以氧气管道和设备必须定期进行脱脂处理，确保无油脂残留，杜绝安全隐患。（2）氮气具有窒息性，在空分设备运行区域，良好的通风条件至关重要，可防止氮气积聚。在封闭或半封闭空间作业前，要提前检测空间内氮气浓度，保证其符合安全标准。作业过程中，还需配备应急通风设备和防护用品，以应对突发状况。（3）要强化介质储存、输送环节的管控。仔细检查储存容器的密封性能，确保管道连接牢固可靠，防止介质泄漏。定期检测介质纯度，防止不合格介质进入后续生产环节，避免因介质问题引发设备故障，保障空分设备的安全稳定运行。

3 化工空分设备安全管理体系建设

3.1 设备全生命周期管理

构建完善的空分设备全生命周期管理体系，需全面覆盖设备采购、安装、调试、运行、维护直至报废的各个环节，以此保障设备从初始投入使用直至最终报废的整个过程都处于安全可控状态。（1）在设备采购阶段，要依据生产实际需求和严格的安全标准，对设备进行细致筛选。优先挑选性能稳定、质量可靠且防护措施完备的产品，从源头上杜绝不合格设备进入生产环节，为后续安全运行奠定基础。（2）设备安装与调试阶段，必须严格遵循设备安装规范和技术要求开展工作。确保安装质量达到标准，在调试过程中，对设备进行全面细致的隐患排查，只有当设备各项性能指标均达标后，方可投入运行。（3）设备运行期间，建立详尽的设备运行档

案。完整记录设备运行参数、巡检状况、维护记录以及故障处理情况等信息，实现设备运行状态的可追溯性，便于及时发现潜在问题并采取措施。（4）设备报废阶段，要依照规范流程进行操作，对拆除的设备和零部件进行妥善处置，防止造成安全隐患或对环境产生污染^[1]。

3.2 安全管理制度完善

鉴于化工空分设备独特的运行特性，需全面完善各项安全管理制度，清晰界定各岗位人员的安全职责，严格规范操作与管理流程。（1）在设备操作方面，制定详尽且精准的设备操作规程。明确设备从启动、稳定运行到停机、切换等各个环节的操作步骤、具体操作要求以及必须注意的事项，严禁任何形式的违规操作，从操作源头上保障设备安全。（2）设备维护管理上，制定科学合理的设备维护管理制度。明确规定维护周期，依据设备实际运行状况和重要性确定不同设备的维护时间间隔；清晰界定维护内容，涵盖设备的清洁、润滑、紧固、零部件更换等各个方面；制定严格的维护标准，确保维护质量；明确责任人员，保证维护工作有序、高效开展。（3）制定安全隐患排查治理制度，明确排查频次、排查内容、隐患分级标准以及整改要求。建立隐患排查台账，对排查出的隐患实行闭环管理，跟踪整改情况，确保隐患及时、彻底整改到位。此外，建立安全管理考核机制，将安全运行和管理工作的考核纳入岗位考核体系，强化工作人员的安全责任意识，杜绝管理疏漏与违规行为。

3.3 应急管理体系建设

化工空分设备运行环境复杂，存在泄漏、停机、燃爆、窒息等多种潜在突发事件风险。为有效应对这些风险，必须建立完善的应急管理体系，全面提升应急处置能力。（1）制定针对性强、操作性高的应急预案。预案要详细明确各类突发事件的应急处置流程，从事件发现、报告到启动响应、现场处置各环节都要清晰界定；明确责任分工，确保每个岗位、每位人员都清楚自身在应急处置中的职责；制定具体可行的应急措施，涵盖设备抢修、人员疏散、现场管控等方面；同时列出注意事项，避免在应急处置过程中出现二次事故。预案需覆盖所有可能发生的安全事故类型。（2）配备充足且适用的应急物资。包括应急防护用品，如防毒面具、防护服、手套等，保障人员安全；应急救援设备，如通风机、堵漏工具、灭火器等，用于及时控制事态；应急通讯设备，确保信息畅通。定期检查应急物资的完好性和可用性，及时补充和更新。（3）定期组织应急演练，模拟各类突发事件场景，提升工作人员应急处置技能和协

同配合能力,确保突发事件发生时能快速、有序、有效处置,减少人员伤亡和财产损失^[4]。

4 人员安全管理与能力提升

4.1 岗位人员资质管理

空分设备操作与管理岗位对人员专业素养要求极高,必须确保岗位人员具备相应专业资质与操作技能,坚决杜绝无证上岗现象。为此,需构建严谨的岗位人员准入制度,清晰界定各岗位任职条件,从专业知识、技能水平、安全意识等多维度进行考量,选拔出既掌握扎实化工专业知识,又熟悉空分设备运行原理与操作流程,且具备强烈安全意识的人员充实到岗位中。对上岗人员要开展全面且系统的岗前培训,涵盖设备结构剖析、运行原理讲解、操作规程示范、安全风险识别以及应急处置演练等内容。培训结束后,严格考核,只有考核合格者才能正式上岗作业。此外,还应建立岗位人员定期培训制度,依据设备更新、工艺改进等情况,定期组织工作人员学习新知识、新技能,强化安全管理要求,及时更新其知识储备,使其能更好地适应设备运行和管理的动态需求。

4.2 操作行为规范管理

为保障空分设备安全稳定运行,必须强化岗位人员操作行为规范管理。一方面,要严格规范操作流程,坚决杜绝违规操作现象。工作人员必须严格依照既定操作规程操作设备,严禁擅自更改操作流程、随意调整工艺参数,确保每一步操作都有章可循、科学合理。作业前,需全面检查设备运行状态、仪器仪表精度以及防护用品完好性等,只有在确认不存在安全隐患后,方可开展作业。作业过程中,工作人员要高度集中注意力,实时密切关注设备运行状态和工艺参数变化,一旦发现异常情况,立即采取有效措施处理。作业结束后,按照规范流程停机,认真做好设备清洁、维护以及现场整理工作。另一方面,要加强现场监督检查力度,安排专人实时监督作业人员操作行为,及时纠正违规操作,对违规作业人员严肃批评教育并考核处理,营造良好安全作业氛围^[5]。

4.3 安全意识培养

加强岗位人员的安全意识培养,提高工作人员对空

分设备安全运行重要性的认识,增强安全防范意识和责任意识。通过安全培训、安全警示教育、安全例会等形式,向工作人员普及空分设备安全风险知识、安全运行措施和应急处置方法,让工作人员充分认识到违规操作、管理疏漏可能引发的严重后果;定期组织安全经验交流活动,分享安全运行和隐患排查的经验做法,提升工作人员的安全防范能力。同时,树立“安全第一、预防为主”的理念,将安全意识融入到日常工作的每一个环节,引导工作人员自觉遵守安全管理制度和操作规程,主动排查安全隐患,确保设备安全运行。

结束语

化工空分设备的安全运行是一项长期、系统且艰巨的任务,需要从技术措施、管理体系和人员管理等多维度协同发力。通过精准识别安全风险,采取科学有效的运行技术措施,构建完善的安全管理体系,加强人员安全管理与能力提升,能够全方位保障化工空分设备的安全稳定运行。这不仅有助于提高化工生产效率、保证产品质量,更能有效避免安全事故的发生,保护人员生命安全和企业财产安全,促进化工行业的可持续发展。未来,还需不断探索创新,持续优化安全运行策略,以适应化工行业不断变化的发展需求。

参考文献

- [1]吴艳东.现代煤化工空分装置噪声污染防治技术研究[J].中国煤炭,2022,48(8):98-103.
- [2]刘超.浅议石油化工设备防腐的有效措施[J].中国设备工程,2022(18):152-154.
- [3]葛一楠.中石化空分运行导则对钢石气体空分装置的指导意义[J].化工管理,2022(18):70-73.
- [4]马素娟,陈冬冬,曹震,王红杰.化工设备故障分析与维修的策略探讨[J].中国科技期刊数据库 工业A,2022(5):163-165.
- [5]刘鹏飞.基于化工设备管理的化工机械维修保养技术试析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022(3):115-118.