

化工设备与管道安全管理的重要性及其策略方法分析

张宝祥（山东京博聚烯烃新材料有限公司，山东 滨州 256500）

摘要：本文系统剖析了化工设备与管道的高风险因素和事故隐患，总结了泄漏、火灾、爆炸、中毒、腐蚀等典型事故的表现形式、原因机理及其可能带来的严重危害和损失。针对化工企业普遍存在的管理短板和薄弱环节，从健全管理制度、强化制度执行力、建立持续改进机制三个层面提出了针对性的策略建议。同时立足化工装置的特点，从设计制造源头、材质选型改进、实时监控诊断、人员教育培训、隐患排查治理、事故应急处置等方面，系统探讨了提升设备与管道安全管理水平的关键措施。

关键词：化工安全；设备与管道；管理制度；技术保障

近年来，国内外化工行业接连发生多起重特大事故，这也暴露出化工装置设备与管道安全管理的诸多薄弱环节。面对复杂多变的内外部环境，化工企业必须高度重视设备与管道的安全管理，采取有力措施切实加以强化，从根本上防范化解重大安全风险，为企业乃至整个行业的可持续发展提供坚实保障。本文拟从重要性和对策两方面，深入分析化工设备与管道安全管理问题，为化工企业提供可借鉴的思路和方法。

1 化工设备与管道安全管理的重要性

1.1 化工行业的高危性和潜在风险

化工行业因生产、使用大量危险化学品和易燃易爆物质，存在着诸多安全隐患和高风险。工艺过程复杂，流程环节多，涉及高温高压操作，且多数化学反应属于剧烈放热反应，极易发生失控并导致严重事故。许多化学品有毒、腐蚀性强，一旦泄漏或发生火灾爆炸，将对人体健康和环境造成严重危害。所用设备如储罐、反应釜、管道等往往承受着极端工况，极易出现失效故障，引发重大安全隐患。化工设备和管道容易发生的典型事故类型包括：

1.1.1 泄漏事故

各类存储和输送危险化学品的设备、管道等发生破损、开裂而导致化学品泄漏，形成有毒有害气体云团或液体流淌，威胁人身安全并污染环境。泄露的原因常见有设备材质选型不当、腐蚀老化、超压超温、部件失效、接口密封不严、操作失误等。

1.1.2 火灾事故

泄漏的易燃易爆化学品遇明火、高热、电火花等点火源，能瞬间发生火灾并迅速蔓延。或因设备摩擦、静电积聚、雷击、违章动火、电气故障等，引发化学品燃烧。另外，一些自燃或遇水燃烧的化学品，接触空气或水也会发生火灾。

1.1.3 爆炸事故

化学品泄漏后，若处于密闭或局限空间内，极易形成爆炸性气体混合物，一旦达到爆炸极限浓度，遇火源就会发生爆炸。有些化学品如硝化甘油等本身就具有爆炸性，遇撞击、震动也会爆炸。设备、管道因超压、高温等原因发生物理爆炸也时有发生。

1.1.4 中毒事故

有毒化学品挥发或泄漏，可经吸入、食入、皮肤接触等途径进入人体，造成急性或慢性中毒。有的化学品毒性强，致死量极低；有的毒物有累积效应，短时接触可能影响不大，但长期接触会严重损害健康。化工设备检修、清洗、抽样等岗位的人员，中毒风险尤其高。

1.1.5 腐蚀事故

许多化学品尤其是酸、碱、盐等有强腐蚀性，对设备与管道材质选择要求很高。如选材不当，或防腐涂层老化脱落，极易发生设备与管道腐蚀穿孔，导致泄漏或爆管事故。

此外，部分化工企业生产工艺和管理体系落后、防护措施不到位也是导致设备与管道事故频发的重要原因。如设计缺陷、工艺控制不严、超期服役、日常维护保养不到位、应急预案和措施缺失、员工安全意识和技能缺乏、违章指挥和操作屡禁不止等，都是引发事故的重要诱因。

1.2 化工设备与管道安全事故可能造成的严重后果

化工设备与管道一旦发生重大安全事故，其后果往往是灾难性的，损失巨大。首先是直接危及设备操作人员的安全，可能造成操作人员的中毒、烧伤、窒息等严重伤亡，给企业带来难以弥补的损失。同时事故还可能蔓延至周边设备和管道，导致连锁反应，危害面扩大。其次是造成巨额经济损失，包括直接的

设备损坏、原料损失,以及进一步引发的火灾、环境污染等造成的间接损失,数额惊人。严重时还可能引发当地社会的不安和动荡,使企业陷入被动境地。此外,化工事故对环境的影响也是难以承受的,有毒有害物质泄漏将污染大气、水体和土壤,破坏当地生态,危害居民健康。总之,化工设备与管道安全事故危害巨大,防范意义重大。

1.3 化工设备与管道安全管理对企业可持续发展的重要影响

化工企业的可持续发展最重要的基础就是设备与管道的安全运行,其安全管理水平直接决定着企业能否实现长足进步。如果管理松懈,将极大提高发生重大安全事故的风险,一旦发生,企业不仅将遭受巨额经济损失,品牌和信誉也将受到很大的破坏,企业发展可能陷入停滞甚至破产的境地。相反,如果化工企业高度重视设备与管道安全,建立起完善的管理体系,持续加强安全投入,切实做好设备与管道检查维护、操作规程执行、人员技能培训等工作,就能最大限度降低设备事故风险,为企业高效稳健运营提供坚实保障。这不仅可以避免直接和间接的经济损失,还能树立起负责任的社会形象,赢得客户和公众的信赖,增强企业核心竞争力,从而实现长远可持续发展。因此,加强化工设备与管道安全管理,是企业生存发展的头等大事,是一切工作的基础和前提。

2 设备与管道安全管理制度和规程方面的对策

2.1 建立健全设备与管道安全管理制度

建立健全管理制度是化工设备与管道安全管理的核心内容。首先要建立严格的安全责任制,明确企业主要负责人是设备与管道安全管理第一责任人,各级管理人员和操作人员也须履行相应的安全职责。同时要制定完善的设备操作规程,对设备的启动、运行、停机、检修、维护等各环节进行标准化管理,杜绝违章指挥和违规操作。操作规程要详细规定每种设备的操作步骤、工艺参数、安全注意事项,明确操作人员和检查人员的职责。对于关键设备与管道,要制定专门的的安全管理制度,从设计、制造、安装、使用、检修、报废全生命周期进行严格管控。必须坚持严格执行操作规程,对违章违纪行为须严肃问责。

2.2 加大设备与管道安全管理制度执行力度

再完善的制度,如果执行不力也难以发挥应有作用。在抓好制度建设的同时,更要狠抓制度执行,确保各项要求落到实处。要建立严格的安全责任追究机

制,明确各类违规操作的问责条款。对管理措施不落实、走过场,隐患排查整改不到位等失职渎职行为,要严肃追责,同时还要建立有效的考核激励机制,把设备与管道安全运行与绩效考核、职务晋升、薪酬奖励等挂钩,对安全责任心强、管理成绩突出的人员,要大力表彰奖励,树立正面榜样;而对懈怠职守、屡教不改的人员,要敢于亮剑,严肃处理,以儆效尤。同时加强日常的设备与管道安全管理制度执行情况检查,及时发现和纠正制度执行中的偏差,督促落实整改。只有从严管理,狠抓落实,设备与管道安全管理制度才能落地生根,切实发挥应有作用。

2.3 建立健全设备与管道安全管理制度的持续改进机制

企业内外部环境瞬息万变,设备与管道安全管理制度必须与时俱进,持续优化,才能始终保持旺盛的生命力。要密切关注国家最新颁布的有关法律法规和标准规范,及时修订完善相关制度,使之满足最新的合规性要求。同时要学习借鉴行业内先进企业的经验做法,不断更新理念,创新方法,优化本企业的管理制度和流程。定期开展设备与管道安全管理体系的内审和评估,系统查找各项制度存在的不足,有针对性地加以修订完善,切实提高制度的科学性、针对性和可操作性。要虚心听取一线员工对管理制度的意见建议,鼓励员工参与制度修订,充分吸收他们在一线工作中的经验教训,使制度更加贴近实际,易于操作。对设备与管道出现的新情况、新问题,要加强调查研究,及时总结、修订完善相关制度,使之更具前瞻性和指导性。只有常抓不懈,持续改进,与时俱进,才能使设备与管道安全管理制度始终充满活力,为企业安全生产保驾护航。

3 化工设备与管道安全管理的技术保障策略

3.1 加强化工设备安全设计和制造

化工设备安全运行的前提是合格的设计和制造。设计阶段,要充分考虑设备面临的高温高压、腐蚀泄漏等极端工况,选择恰当的材质,合理设置安全阀、爆破片等保护装置,从源头提高设备的本质安全性。要严格执行国家标准如 GB150、GB151 等,确保设计符合安全要求。制造阶段,要按规定进行 100% 的无损检测,消除材料缺陷和制造缺陷。对焊接等关键工序,实施全过程控制,确保执行规范焊接,焊缝质量达标。通过严把设计和制造关,将设备的安全性能提升到最优。

3.2 提升化工管道的材质选型和防腐蚀能力

化工管道的安全性能很大程度上取决于材质选型

和防腐蚀措施。要充分考虑输送介质的理化性质,科学选择管道材质。对于有毒有害、高腐蚀性介质,要选用奥氏体不锈钢、钛合金等高端材料,从根本上杜绝管道泄漏。要大力推广新型复合材料管道,利用其轻质高强、耐腐蚀、抗老化的优势,全面提升管道安全性能。要加强管道内外防腐,定期开展壁厚检测和剩余寿命评估,及时更换存在安全隐患的管段。要加强管道的支架、保温等辅助设施建设,从整体上提高管道系统的安全性和可靠性。

3.3 强化化工装置的实时监控和故障诊断

实时监控和故障诊断是设备与管道安全运行的重要保障。要在关键设备和管道上装配温度、压力、流量、液位等传感器,实现生产参数的实时采集,并利用DCS、PLC、SIS等工业自动化和信息化系统,对生产过程的中关键工艺参数进行超标预警和联锁控制。一旦发现异常及时采取应对措施,将事故消灭在萌芽状态。还要运用大数据分析、人工智能等先进技术,对海量的历史生产数据和安全信息进行挖掘分析,识别高危风险,预测事故发生的概率和后果,为风险评估和决策优化提供智能化手段。

3.4 加强人员教育培训

人的因素是化工设备与管道安全管理的根本,加强全员培训是治本之策。对于化工设备与管道作业人员,要开展专门的安全操作规程培训,重点学习工艺原理、设备构造、操作规范、安全注意事项、应急处置措施等,通过理论学习和实操练习相结合,使员工充分掌握作业的安全要领,熟悉各类异常工况的应对方法,增强安全风险意识和应急反应能力。并开展泄漏事故案例教育,剖析事故原因,吸取教训,强化员工的危机意识。组织设备与管道泄漏、火灾等应急演练,模拟各种极端情况,使员工在实战中强化应变能力。对于其他岗位员工,也要开展有针对性的安全教育培训,重点提高其对风险的辨识和防范意识,发现设备与管道泄漏等异常情况能及时报告并正确处置。建立完善的安全教育培训制度,对新员工、转岗员工、特种作业人员等分类施训,保证全员安全技能持续提升。

3.5 加强隐患排查治理

加强对设备与管道的检测,严格执行设备与管道安全技术规范和检测标准,采取定期检查、不定期抽查、在线监测等多种检测方式,及时发现存在的安全隐患和性能异常,并评估其危害和风险。对检测中发

现的隐患问题,制定详细的整改方案,明确整改期限和负责人,做到问题不解决不放过,隐患不消除不罢休。对于高风险部位,实施重点监管,纳入可靠性管理,确保万无一失。并依托信息化平台,实现隐患闭环管理,建立隐患整改台账,确保整改措施落地见效。对于存在安全缺陷、带病运转的设备与管道,要及时更新和改造。同时还要重视预防性维护,对重要部位、关键性能参数实行跟踪管理,定期开展维护保养,从源头上防范事故发生。

3.6 完善设备与管道事故的应急管理和联动机制

完备的应急体系和联动机制是控制设备与管道事故影响、避免次生灾害的关键。要针对设备泄漏、火灾、爆炸等典型工况,制定切实可行的应急处置方案,明确应急组织体系、响应流程、处置措施、救援调度、后期处置等各方面内容。合理配备个体防护、堵漏抢修、灭火冷却等应急资源,确保应急物资齐全完好、调用便捷高效。并定期开展应急演练,有针对性地训练员工在设备与管道安全事故发生后的应急响应和协同作战能力。

4 结束语

化工装置设备与管道的安全管理是一项复杂的系统工程,需要企业上下形成高度共识,持之以恒、久久为功。这不仅需要完善的制度体系和严格的执行力,更需要先进的技术手段和过硬的人员素质。只有多管齐下,标本兼治,将设备与管道安全视为企业的生命线,举全公司之力予以保障,才能实现装置的长周期安全稳定运行,推动化工产业的绿色转型和高质量发展,最终实现企业、行业、社会的多方共赢。

参考文献:

- [1] 丰玉玺, 窦晓玲. 化工企业特种设备安全管理问题及建议[J]. 化工管理, 2024, (07): 112-114.
- [2] 杨培林. 分析化工企业特种设备安全管理风险及对策[J]. 化工设计通讯, 2022, 48(11): 176-178.
- [3] 赵锦新, 李文秀, 高晓亮. 压力管道施工、检验和使用管理环节的探讨[J]. 中国特种设备安全, 2022, 38(01): 24-27+42.
- [4] 周宇鹏, 郑卓华. 天然气管道危险源识别及设备检修安全管理分析[J]. 中国新技术新产品, 2020(15): 141-142.
- [5] 艾青锋, 刘翔. 我国压力管道安全管理的隐患和应对措施[J]. 建材与装饰, 2020(08): 235-236.