

解析新型煤化工的安全风险防控策略

刘美丽

河南开祥精细化工有限公司 河南 三门峡 472300

摘要: 新型煤化工产业在能源领域地位重要,但面临诸多安全风险。原料与产品的危险特性、生产过程的复杂性、设备设施的可靠性以及环境保护问题等,均带来安全隐患。为保障产业安全发展,需强化原料与产品安全管理,优化生产过程控制,提升设备设施可靠性,加强环境保护与治理。通过采取这些防控策略,降低安全风险,推动新型煤化工产业可持续、安全运行。

关键词: 新型煤化工; 安全风险; 防控策略

引言

随着能源结构调整与化工技术的发展,新型煤化工产业蓬勃兴起。然而,其在带来经济效益与能源供应保障的同时,也存在不容忽视的安全风险。本文将深入剖析新型煤化工在原料与产品、生产过程、设备与设施以及环境保护与治理等方面的安全风险,并针对性地提出强化安全管理、优化控制、提升可靠性和加强环保等防控策略,旨在为产业安全运行提供理论与实践指导。

1 新型煤化工安全风险概述

新型煤化工产业作为现代能源化工领域的重要分支,其安全风险涉及生产全流程的多个环节。在原料预处理阶段,煤炭的破碎、筛分及储存过程存在粉尘爆炸风险,特别是高挥发分煤种在特定条件下可能形成爆炸性混合物,需重点关注防爆设计与粉尘浓度监测。设备选型与布局方面,大型反应器、换热器及压缩机组等关键设备的本质安全设计直接影响工艺稳定性,例如高温高压反应器的材质耐腐蚀性不足可能引发泄漏事故。在核心工艺环节,煤气化技术路线差异导致安全风险特征显著不同。气流床气化炉操作需精确控制氧煤比、气化温度等参数,否则易引发结渣、超温等异常工况;固定床气化工艺则需防范炉内结焦、灰渣堆积导致的停炉风险。合成气净化过程中,低温甲醇洗、变压吸附等单元存在低温冻伤、吸附剂再生失控等潜在危险,要求配套完善的应急联锁系统。产品转化环节的化学反应安全风险尤为突出。甲醇合成、烯烃聚合等过程涉及放热反应,若反应热移除不及时可能引发飞温事故;催化剂中毒、积碳等问题不仅降低产品收率,更可能造成反应器超压。液相加氢、氧化反应等工艺对操作参数波动极为敏感,需建立动态安全预警模型实时监测反应进程。储运系统面临多重风险叠加挑战。液化天然气(LNG)储罐的低温脆性、液化石油气(LPG)的蒸气压控制、成品

油管道的静电积聚等问题,均需通过本质安全设计、过程监控及应急处置相结合的综合防控体系加以应对。随着产业智能化升级,DCS/SIS等控制系统网络安全、工业大数据隐私保护等新型风险亦不容忽视。

2 新型煤化工安全风险分析

2.1 原料与产品安全风险

新型煤化工所采用的原料多为煤炭、煤焦油等。煤炭在储存过程中,因自身含有一定水分及挥发性成分,易发生氧化反应,若通风不良,热量积聚,可能引发自燃现象,造成火灾事故。煤焦油成分复杂,含有大量芳烃、酚类等物质,具有易燃、易爆、易挥发的特性。在运输和储存环节,一旦容器密封不严,发生泄漏,遇到明火或高热源,极易引发爆炸,同时挥发的有毒有害气体还会对周边环境及人员健康造成严重威胁。产品方面,合成气是新型煤化工常见的中间产物,其主要成分氢气、一氧化碳等均为易燃易爆气体。氢气爆炸极限范围宽,点火能量低,稍有不慎就可能引发剧烈爆炸。一氧化碳则具有强毒性,无色无味,在生产、输送过程中若发生泄漏,人员吸入后会导致中毒,严重时危及生命。以甲醇为例,作为重要的煤化工产品,其闪点低,属于甲类易燃液体,在储存和运输过程中,若遭遇高温、明火或静电火花,易引发火灾爆炸事故,且甲醇蒸气与空气可形成爆炸性混合物,增加了事故发生的风险^[1]。

2.2 生产过程安全风险

新型煤化工生产流程复杂,涉及多种化学反应,如气化、合成、加氢等。气化过程在高温高压条件下进行,对设备的耐高温、耐高压性能要求极高。一旦设备材质缺陷或操作不当,导致压力失控,就可能引发爆炸,大量高温高压气体瞬间释放,会对周边设施及人员造成毁灭性打击。合成反应通常在催化剂作用下进行,催化剂的活性和稳定性对反应至关重要。若催化剂中毒

失活,反应无法正常进行,可能导致反应物积累,引发超压、超温等危险情况。生产过程中的物料输送也存在诸多风险。例如,管道输送易燃、易爆、有毒物料时,管道磨损、腐蚀易导致物料泄漏。在长距离输送中,若未采取有效的防静电措施,物料与管道内壁摩擦产生的静电积累,可能引发静电放电,点燃易燃易爆物料。在不同反应单元之间的物料转移过程中,若阀门操作失误,会造成物料倒流、串料等问题,影响生产秩序,甚至引发安全事故。操作过程中,人工操作环节如巡检、设备启停等,若人员技能不熟练、责任心不强,误操作的概率增加,如错误调节阀门开度、未按规定顺序启停设备等,都可能打破生产系统的平衡,引发安全风险。

2.3 设备与设施安全风险

新型煤化工设备种类繁多,高温高压设备是其中的关键部分。如气化炉、合成塔等,长期处于高温、高压、强腐蚀的恶劣环境中运行,设备本体及密封部位易出现磨损、腐蚀、变形等问题。若未能及时发现并修复,设备强度下降,最终可能导致泄漏、爆炸等严重事故。以气化炉为例,其内部衬里在高温气流冲刷和化学侵蚀下,会逐渐变薄、脱落,失去对设备本体的保护作用,进而引发设备损坏。转动设备如泵、压缩机等,在运行过程中,由于机械部件的高速旋转,若润滑不良、轴承磨损,可能导致设备振动加剧,进而引发设备故障。转动部件的防护装置缺失或损坏,人员靠近时,易发生卷入等机械伤害事故。电气设备在煤化工生产环境中,面临着易燃易爆气体、粉尘的威胁。若电气设备不具备防爆性能,或在运行过程中产生电火花、过热等情况,极易点燃周围的易燃易爆物质,引发爆炸火灾事故。防雷、防静电设施不完善,在雷雨天气或生产过程中产生静电积累时,也可能引发安全事故^[2]。

2.4 环境保护与治理风险

新型煤化工生产过程中会产生大量的废水、废气和废渣。废水中含有大量的酚、氰、氨氮等污染物,若未经有效处理直接排放,会对地表水、土壤和地下水造成严重污染,破坏生态环境,影响周边居民的饮用水安全。废气中主要包含二氧化硫、氮氧化物、粉尘及挥发性有机物等。二氧化硫和氮氧化物排放到大气中,会形成酸雨,对植被、建筑物等造成损害。粉尘的排放不仅影响空气质量,还可能引发操作人员的尘肺病等职业病。挥发性有机物则会参与光化学反应,形成臭氧等二次污染物,危害人体健康。废渣中含有重金属及未反应完全的化学物质,若处置不当,重金属会通过雨水淋溶等方式进入土壤和水体,造成重金属污染,且废渣长期

堆积占用大量土地资源,还可能引发滑坡等地质灾害。在环保治理设施运行方面,若设备故障、工艺参数控制不当,会导致污染物处理效率下降,无法达标排放。例如,废水处理系统中的生化处理单元,若微生物菌群受到冲击,处理效果将大打折扣,致使废水中污染物超标排放,对环境造成持续危害。

3 新型煤化工安全风险防控策略

3.1 强化原料与产品安全管理

新型煤化工中,原料与产品的安全管理是风险防控基石。煤作为主要原料,其储存需谨慎考量。不同煤种特性各异,高挥发分煤易自燃,应采取分层压实、定期测温等手段,确保煤堆内部热量不积聚。例如在大型煤场,利用自动化测温系统,每隔数小时对煤堆不同深度进行温度监测,一旦温度异常升高,立即启动喷淋降温措施。运输环节同样关键,采用密闭式运输车辆,防止煤炭在运输途中洒落,减少粉尘污染与火灾隐患。对运输路线进行规划,避开人员密集区与环境敏感区域。产品方面,煤化工产品多为易燃易爆或有毒有害化学品。以甲醇为例,其储存罐需具备良好的密封性能与防火防爆设计。采用双层罐壁结构,中间填充惰性气体,可有效防止罐体泄漏引发事故。在装卸过程中,严格规范操作流程,利用专用装卸设备,控制流速,避免因流速过快产生静电引发火灾。对于产品质量把控也不容忽视,确保产品纯度与杂质含量符合安全标准,杂质超标可能导致产品稳定性下降,增加安全风险。对产品从生产到储存、运输全链条的安全管理,是保障新型煤化工安全运行的重要前提。

3.2 优化生产过程安全控制

生产过程安全控制对新型煤化工至关重要。在反应环节,精准控制反应条件是关键。煤化工反应复杂,温度、压力、反应物浓度等参数的微小偏差都可能引发严重后果。以煤气化反应为例,温度过高易导致设备结焦,降低设备使用寿命,甚至引发爆炸;温度过低则反应不完全,影响生产效率与产品质量。通过先进的自动化控制系统,实时监测反应参数,并根据预设值自动调节,如采用DCS(集散控制系统),可精确控制反应温度在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 范围内波动。物料输送过程也需严格管理。管道材质要根据输送物料特性选择,对于腐蚀性物料,采用耐腐蚀合金管道,并定期进行壁厚检测。输送易燃液体时,控制流速,防止因摩擦产生静电。例如在输送苯等易燃液体的管道中,设置静电接地装置,定期检测接地电阻,确保静电及时导除。优化工艺流程,减少物料在系统内的停留时间,降低物料泄漏风险。在装置布局

上,合理规划各生产单元间距,满足防火防爆要求,便于事故状态下人员疏散与救援。对生产过程每个环节的精细把控,是提升新型煤化工安全性的核心举措^[3]。

3.3 提升设备与设施可靠性

(1) 设备选型与采购环节。设备选型必须紧密依据工艺需求以及运行环境。对于高温高压设备,务必选用优质的耐高温高压材料,像加氢反应器就要采用抗氢钢材材质,以此确保设备在恶劣工况下能够长期稳定运行。在采购设备时,需严格审查供应商资质,要求供应商提供详细的设备设计、制造与检验报告,从源头上保障设备质量。(2) 设备日常维护保养工作。建立完善的设备巡检制度十分关键。巡检人员要按照规定路线与时间间隔,对设备运行状况展开检查,涵盖设备振动、温度、声音等参数。借助红外测温仪、测振仪等工具,及时察觉设备潜在故障。比如,通过监测机泵轴承温度,若温度异常升高,这可能预示着轴承磨损,此时就需及时安排维修。要定期对设备进行保养,包括更换易损件、添加润滑油等,进而延长设备使用寿命。(3) 关键设备保障与评估升级。对于关键设备,要设置冗余备用系统,以便当主设备出现故障时,备用设备能自动切换投入运行,保证生产的连续性。还要对设备设施进行定期安全评估,根据评估结果及时对老旧设备进行升级改造,从而提高设备整体可靠性。

3.4 加强环境保护与治理

新型煤化工加强环境保护与治理,对安全风险防控意义重大。废气处理方面,煤化工生产会产生大量含硫、含氮废气及粉尘。采用先进脱硫、脱硝、除尘技术,降低废气污染物排放。如采用SCR(选择性催化还原)脱硝技术,在催化剂作用下,使废气中的氮氧化物与氨气发生反应转化为氮气和水,脱硝效率可达80%以上。利用布袋除尘器捕集粉尘,通过脉冲清灰方式保证

除尘效果。减少废气排放不仅是环保要求,也能降低因废气泄漏引发的中毒、爆炸等安全风险。废水处理同样关键。煤化工废水成分复杂,含有大量有机物、氨氮及重金属。采用物化与生化相结合的处理工艺,先通过混凝沉淀去除废水中的悬浮物与部分重金属,再利用生物处理工艺降解有机物与氨氮。处理后的中水可回用于生产环节,实现水资源循环利用,减少新鲜水取用量。对于废渣,分类收集处理,危险废渣交由有资质单位处置,一般废渣进行综合利用,如将气化炉炉渣用于生产建筑材料。通过有效环境保护与治理,降低新型煤化工对周边环境的影响,减少因环境污染引发的安全隐患,保障生产活动长期稳定运行^[4]。

结语

综上所述,新型煤化工产业的安全风险防控至关重要。从原料到产品,从生产过程到设备设施,再到环境保护,每个环节都需高度重视。通过强化管理、优化控制、提升可靠性和加强治理等一系列防控策略的实施,能够有效降低安全风险,减少事故发生。未来,应持续关注新型煤化工产业的安全发展,不断完善防控策略,促进其在安全、绿色的轨道上实现可持续发展。

参考文献

- [1]李明.新型煤化工工艺在焦化厂应用中的安全性与经济性分析[J].中国化工贸易,2024(33):40-42.
- [2]张广欣.新型煤化工企业基于风险管理的特殊作业监护人管理的探索与实践[J].广东安全生产,2023(2):124-126.
- [3]靳智溟,宋刚.新建新型煤化工企业安全生产标准化创建常见问题及解决方案探究[J].山西化工,2021,41(1):129-131.
- [4]郝乐.关于煤化工企业安全风险及安全管理的相关研究[J].中国化工贸易,2020,12(2):29,32.