

化工企业生产过程中异常工况的应急处置预案制定与实施

任伟

(彤程新材料集团股份有限公司, 上海 200120)

【摘要】本文围绕加氢装置紧急停车后恢复开车环节,从加氢工艺、加氢反应特征以及反应设备载体等多个维度出发,详细分析化工企业生产过程中的风险载体,提出异常工况的识别方法后,重点阐述了异常工况事故场景以及风险应对措施,旨在提高化工生产的安全性及可靠性,促进化工行业的长效健康发展,以期为从业人员提供参考和借鉴。

【关键词】化工企业;异常工况;应急处置;加氢装置

引言:

在化工企业生产经营的过程中,由于生产对象与内容较为特殊,因此面临的技术挑战以及风险隐患较多,而应急工况处置是应对风险隐患的关键举措,这种风险控制措施主要面向事故预防更前置的应急处置,当化工企业的工艺与设备出现异常情况,但并未报警且事故未发生之前,就需要通过应急工况处置,实现对风险隐患的有效控制。因此以加氢装置紧急停车后恢复开车环节为导向,深层次分析并研究化工企业生产过程中异常工况的应急处置方法,对于我国化工行业的可持续健康发展,意义深远。

一、化工企业生产过程中的风险载体

(一)加氢工艺

在化工企业生产经营的过程中,加氢工艺作为重要的化学反应,在石油炼制以及有机合成等领域应用广泛,这种工艺的主要原理为将氢气引进有机物中后生成氢化反应。在加氢工艺投入运行期间,催化剂会将氢气吸附到表面上,与有机物产生反应后,催生氢化物,其中氢化、脱氢以及裂解等,都属于加氢工艺的关键环节,这种工艺技术的优势特征较多,如改善油品质量、提高产品附加值以及环保友好等,但也存在一系列问题,即风险系数较高,主要体现在以下几方面:

其一,高温高压操作:加氢工艺对温度和压力条件要求较高,长期运行在高温高压环境下,一旦设备装置出现裂缝或者变形等不良现象,就可能会诱发爆炸或者泄漏等事故^[1]。

其二,易燃易爆物质:加氢工艺的原料较为特殊,常用的氨气、氢气等,这些原料的危险系数较高,在高温高压的工况下,极易出现爆炸、燃烧等问题,若操作不当,就会诱发严重的安全事故。

其三,副产物毒害:在加氢工艺运行过程中,不可避免地会产生各种副产物,如硫化物或者氮化物等,这些物质本身含有有毒、有害成分,对人体

和设备的危害较大。此外,催化剂中毒以及管道堵塞等问题,也是化工加氢工艺的风险点。

结合上述内容可知,加氢工艺是化工企业生产过程的风险载体之一,在异常工况的识别与处置中,要提高对加氢工艺的重视程度,以便于及时排查出潜在的风险隐患,并采取行之有效的措施解决风险问题。

(二)加氢反应特征

加氢工艺的反应特征较多,常见的有体积缩小、放热反应以及氧气消耗等,但从风险隐患的角度出发,反应物料的燃爆危险性,对于化工企业安全生产的不良影响较大。这种反应特征指的是在氨气、氢气等各种物料反应的过程中,受高温高压的影响,容易出现爆炸问题。以氢气为例,这种物质的爆炸极限在4%—75%左右,呈现出了高燃爆危险特征。并且受高温高压工况的影响,加氢工艺还可能会出现氢脆的问题,如氢气与钢材在温度以及压力较高的工艺环境下,若产生接触,就会导致钢材的强度大幅度下降,一旦诱发氢脆问题,就可能会造成安全事故。

(三)工艺参数分析

加氢工艺的技术指标和参数涉及的内容较多,其中包括氢化温度、氢流量、预温以及反应时间等,为提高加氢工艺的运行质量和效率,在生产制造产品的过程中,化工企业需要根据产品对质量性能的需求,对加氢工艺参数进行灵活的调整和设计,常规的工艺参数,如表1所示。

表 1 化工企业生产过程中加氢工艺参数

序号	加氢工艺	主要参数
1	氢化温度	450-500℃
2	氢流量	1.5kg/min
3	预温	270-300℃
4	振荡频率	0.05-150mhz
5	反应时间	3-4min
6	催化剂添加量	1%-10%

通过对表1的观察和分析可知,加氢工艺的技术

指标和参数较多,在实际运行期间,对各项参数的准确程度均提出了较高的要求,一旦出现过大的误差,如氢化温度过高或者过低、催化剂添加量不合理等,就会埋下风险隐患,产生异常情况^[2]。

(四) 反应设备载体

对于加氢工艺而言,反应设备较多,且不同反应设备的类型、功能作用以及操作形式等存在较大的差异性,如高压分离器、低压分离器、新氢缓冲罐、分馏塔顶回流罐等,这些反应设备在加氢工艺中发挥着至关重要的作用,但也对操作质量和管理效果提出了较高的要求,若管理维护不当,出现人工操作失误等不良现象,就会干扰到化工企业生产的安全性与稳定性,不利于生产活动的顺利推进。

二、异常工况的辨识

(一) 异常报警与异常工况

在加氢装置紧急停车后恢复开车环节容易出现异常工况,影响到生产活动的正常开展,为及时解决异常工况,提高生产质量和效率,要建立健全异常工况的报警和识别机制,实现对异常工况的精准识别与快速处理,从根本上杜绝安全事故的发生,促进生产质量和效率最大化。通过对加氢工艺的深入调查和研究可知,在紧急停车后恢复开车环节,可能会出现的异常工况,体现在以下几点:

其一,双氧水分解反应设备设施温度异常升高、压力异常升高,如配置釜、碱洗塔、净化塔、过滤塔、浓缩蒸发器等装置设施,可能会出现温度和压力异常变化的现象。

其二,气液分离器、逆流氧化工艺的氧化塔底部液位发出低限限位报警。

其三,并流氧化工艺的氧化塔上塔气液分离器液位剧烈波动,引发高限限位报警问题。

其四,逆流氧化工艺的尾气液位槽的液位出现异常波动,触发高限限位报警;萃取塔顶界面长时间处于高位运行状态,造成高限限位报警^[3]。

加氢装置紧急停车后恢复开车环节较为特殊,在这一工艺环节中,面临的不可控因素较多,上述问题都属于异常工况,若报警及时提醒相关人员快速疏散,并采取行之有效的应急措施,能够降低异常工况带来的不良影响,避免出现严重的人员伤亡事故。但在化工企业实际生产期间,为赶工期、抢进度,遇到异常工况后,存在处理方式不正确的情况,如人员大量集中在事故现场、一边开车投料一边大修收尾、停车检修后对相关设施检查不到位,处置不全面。这些问题的存在,是导致加氢装置发生严重安全事故的关键原因之一。对此,现代化工企业要正确认识到异常工况识别与报警的重要性,针对生产工艺的薄弱环节,采取动态化监测、全方位管理的工作模式,精准识别出异常工况后直接报

警,并有序疏散人员,严格控制事故现场的人员数量,快速落实应急处置预案,高水平解决异常工况。此外,还需注意的是,若加氢装置自动发出预警,生产人员要重视报警问题,立即对相关设施展开系统性、全面性的检修,确定故障问题的位置以及成因后,落实有针对性的处置措施,达成“高质量、高效率”的安全处置目标。

(二) 异常工况与事故应急预案

针对加氢装置紧急停车后恢复开车环节的异常工况,要制定完善精细的事故应急预案,并定期开展应急演练,确保所有人员都能熟练掌握事故应急预案中的内容,遇到异常工况后快速响应,有效应对风险。

首先,要制定科学的开车方案审查机制,并严禁边开车边检修收尾。在规划设计开车方案的过程中,化工企业可参照《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》等规章制度,对试车、开车等环节进行明确的规定,如试车作业现场的人数、开车作业现场的人数、开车投料以及工况异常期间现场的人数等,通过明确且严格的规章制度以及生产方案,规范、约束生产人员、检修人员的行为,将群死群伤事故的发生概率控制在最小范围内。同时,开车方案还应涉及风险辨识相关的内容,即在正式开车前,要求相关人员对风险点进行审查,确定不存在任何隐患问题后,再有序推进开车工艺^[4]。

其次,要加强对开车过程的全面管理。化工企业要安排专业的人员,对开停车的安全情况进行系统的排查,确保现行的规章制度以及管理条例等能够落到实处。在实际检查开停车安全的过程中,要将重点放在两方面,一方面是开停车前后以及开车过程,如开车前的风险辨识、开停车方案的落实情况、开车前装置设备、管道的冲洗、吹扫以及气密试验等是否按照规定推进,若发现上述安全管理措施,未能落到实处流于形式,要严肃追究相关人员的责任,并加大处罚力度,通过这种方式,提高开停车方案以及安全管理机制的执行效力,起到用制度管安全的效果,减少异常工况的出现。另一方面是在开展物料的投放作业时,要对相关工艺参数进行全方位的监测,其中包括物料的压力、液位、温度以及流量等,确保各项工艺参数均处于合理范围内,实现对异常工况的有效控制。另外,还要做好上游工艺与下游工艺之间的衔接,保证二者衔接的流畅性与合理性,针对重要的工艺环节要签字确认,严禁出现简化操作或者违规操作等不良现象。

最后,化工企业要利用完善成熟的事故应急预案,强化异常工况的处置能力,将“安全第一”的意识,全面贯穿落实到各个生产环节等,一旦发生异常情况。严禁出现不停车处置、带压处置、带料处置等

问题。在实际处置异常情况的过程中，相关人员要根据应急预案中的内容，立即暂停投料、置换以及泄压等工艺，经过异常识别和分析，确定故障的成因后，从专业与客观的角度出发，有针对性地处置异常情况，在这一过程中不允许无关人员在事故现场停留，尽可能用最少的人员，最快地解决异常工况。

三、异常工况事故场景以及风险应对措施

（一）异常工况的总体处置原则

1. 退守安全状态，安全退守方式包括但不限于：全装置停车、局部停车、停止加热、紧急冷却、停止进料、终止反应、卸料泄压、单元隔离等。对于加氢装置不同的异常工况来说，首先应界定该类异常工况选择最合适的推手状态，并据此指导制定应急措施：如反应釜出现异常工况且停车后，要将进料阀关闭，并停止加热，确定反应釜的异常原因为放热反应后，要快速开启冷却系统，在这一期间，若发现冷却系统存在故障问题，要对物料进行分散转移处理，顺利转移到正常工况的反应釜中，应对风险问题。

2. 现场处置人员最少化。当异常工况出现，现场情况不明，无法保证人员安全的情况下，禁止人员进入现场，尽量先通过DCS、联锁、消防系统等手段进行前期处置。步确定现场可进入后，最多2人的考虑是2人同行可互相提醒、照应，一旦有突发状况又可以互相救援。尽可能地控制现场紧急处置的作业人员数量，非应急处置人员严禁前往现场，并对风险区域进行警戒隔离，限制无关人员靠近或进入。

3. 全面辨识分析风险稳妥处置。原则上异常工况出现时，必须严格依照异常工况处置程序进行处置，若发生异常工况预案外的异常情况，必须全面辨识分析风险后安全处置，切忌胡干蛮干，导致风险进一步的失控或扩大；譬如在加氢装置投入运行过程中，若温度或者压力存在异常工况，经过风险识别，确定异常的原因为反应失控后，要将淬灭剂加入到泄放装置中，并将物料转移到泄放装置内，不允许就地排放。

4. 有效防止能量意外释放。在现场紧急处置的时候，必须考虑由于隔离不当、随意开展带压堵漏作业、能量未隔离或隔离方式错误等可能导致风险扩大的错误操作；譬如在加氢装置出现超压异常后，需要将物料紧急泄放时，应将物料转移到泄放装置内，不能随意就地排放。

5. 全局考虑统一指挥。异常工况处置时应考虑异常工况处置与其他管理要素之间的关系。一方面异常工况处置完毕后，可将异常工况视同为事故/事件管理，应分析导致异常工况的原因，同时改进相关的管理程序，避免类似的异常工况再次发生；另一方面，如果异常工况达到了应急响应的条件，应

该按应急程序进行处置。

化工企业在处置各类异常工况时，要遵循专业性、及时性、合理性以及客观性等原则，联系异常工况的主要诱因，落实风险应对措施，以典型异常工况为例，在风险处置的过程中，就要将上述技术原则落到实处。

通过对典型异常工况处置措施的分析可知，在应对各类风险问题时，主要是对异常工况的诱因进行准确地辨识，在此基础上，应用科学合理的风险应对措施后，能够控制异常工况的影响范围，快速恢复生产。整个风险应对过程充分体现出客观性、专业性以及及时性等原则，能够在最大程度上保证风险的应对效果。

（二）异常工况处置措施

异常工况处置措施应针对识别出的异常工况类型，在遵照异常工况总体处置原则的基础上，制定具有可操作性、针对性的应急处置措施。譬如某化工企业流化催化裂化装置在停车过程中出现爆炸情况，经过工况识别后，确定爆炸事故的成因，反应器缺乏停工蒸汽隔离，使得再生器内部的空气通过反应器进入到下游的主分馏塔与气体吸收装置内，产生爆炸性混合气体，并且发生异常工况后，该企业的处置措施缺乏合理性与专业性，导致事故处置不当。对此，吸取该事故的经验，其他化工企业在处置异常工况的过程中，要提前制定精细化的事故应急预案，并遵循时效性以及专业性等工作原理，及时遏制事故，降低不良影响，减少人员伤亡。

结论：

综上所述，化工企业在生产过程中，针对生产工艺与生产设备较为复杂的问题，要加强风险预防与安全管理，及时精准地排查出潜在的风险隐患，并落实科学有效的控制措施，利用现代化管理模式，提高生产质量和效率，为生产人员创设一个安全可靠的工作环境，促进化工行业的长久稳健发展。

参考文献：

- [1]陈超.化工企业开停车过程中的安全风险及控制措施[J].中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(11): 54-56.
- [2]柴红卫.化工企业安全生产事故发生原因及处理措施[J].化工管理, 2023, (29): 107-109.
- [3]陈玉柱, 谢宇.化工企业特殊时段的安全风险及防范措施[J].化学工程与装备, 2023, (07): 239-240+243.
- [4]张小兵, 陈哲, 仵林静.环境风险企业应急预案专家评审模式解析——以化工企业突发环境事件应急预案评审为例[J].河北科技大学学报(社会科学版), 2023, 23(01): 85-92.