

乙二醇装置环氧乙烷精制

单元风险分析及风险管控技术探究

李源泉 (浙江石油化工有限公司, 浙江 舟山 316200)

摘要: 乙二醇和环氧乙烷均属石油化工业内较为重要的原料, 伴随国内聚酯业日益迅猛化发展, 对乙二醇实际需求及要求持续增长, EO/EG 业也获取了更多发展生机, EO/EG 国内生产力及其产量呈逐年增长趋势。但因乙二醇装置当中环氧乙烷的精制单元在实际运行期间, 极易受各方面因素影响而存在各种潜在风险, 对此, 只有做好风险管控技术工作, 才能更加有效地避免风险问题的发生, 维持乙二醇装置当中环氧乙烷的精制单元的良好运行状态, 为聚酯业后期发展助力。故而, 本文主要围绕着乙二醇装置当中环氧乙烷的精制单元潜在风险及其有效性风险管控开展深入的研究及探讨, 期望可以为后续更多技术专家和学者对此类课题的实践研究提供有价值的指导或者参考。

关键词: 精制; 环氧乙烷; 乙二醇; 装置; 单元风险; 管控技术

0 引言

乙二醇装置当中环氧乙烷的精制单元往往潜在着较多风险因素, 只有做好乙二醇装置当中环氧乙烷的精制单元潜在风险及其有效性风险管控技术总结分析工作, 才可更好地维护乙二醇装置当中环氧乙烷的精制单元运行安全。故本文以某某石化厂区内乙二醇装置为例, 分析环氧乙烷的精制塔爆炸事故, 借助 LOPA 的风险分析手段, 围绕着乙二醇装置当中环氧乙烷的精制单元实施有效性风险分析。对于环氧乙烷爆炸的精制塔, 考虑到事故爆炸最终后果, 借助风险分析基础理念, 对环氧乙烷的精制塔产生爆炸事故问题的真实原因予以有效分析, 积极构思处若干整改建议获措施。通过有效性的风险分析, 更好地实现对环氧乙烷的精制塔各种重大风险的科学辨识, 积极落实各项安全措施, 对防控乙二醇装置当中环氧乙烷的精制单元潜在风险现实意义较为突出。

1 简述环氧乙烷实际精致单元操作工艺及环氧乙烷基本物化特性

1.1 在环氧乙烷实际精致单元操作工艺层面

乙二醇的汽提塔内低醛区的釜液, 经过精制塔的进料泵, 把部分液体内环氧乙烷予以精制塔处理。塔顶部冷凝装置中, 对塔顶气体实施冷凝处理, 放置于精制塔的回流罐内, 借助回流泵实现塔回流处理, 剩余含有 10% 原料环氧乙烷部分用为塔顶部的馏出物予以采出处理, 确保甲醛得以脱除。塔顶采出及塔盘内含乙醛所有馏出物及时汇合, 再返回至乙二醇的汽提塔内。不含有环氧乙烷相应塔釜液, 借助精制塔内釜液泵逐渐通过精制塔实现进料, 借助釜液换热装置予以冷却处理, 送入环氧乙烷的吸收塔釜内, 以再沸装置对环氧乙烷的精制塔实施间接加热处理^[1]。

1.2 在环氧乙烷基本物化特性层面

环氧乙烷, 其从属潜在危险性的易燃、有毒性物质。

环氧乙烷总体分子结构当中有氧原子和三元环, 此三元环从属不稳定性的一种结构, 能将氧释放出来, 它的爆炸上限基本上可达 100%。环氧乙烷有着很低的闪点很, 一般是 -17.7°C , $\geq 3\%$ 环氧乙烷这种空气的混合物极具可燃性。蒸气和空气结合会有广阔范围爆炸性的混合物逐步形成。如果遇到了明火或者是热源, 极易发生燃烧爆炸等危险问题。如果遇到高热, 则有剧烈分解发生, 以至于容器会发生爆炸或破裂等事故问题。倘若接触到高活性的催化剂、氢氧化物、碱金属等, 比如铝、锡、铁等无水的氯化物、铁和铝氧化物等会产生大量放热现象, 最终诱发爆炸事故。此外, 它的蒸气重于空气, 较低位置扩散距离较远, 如果遇到火源, 则极易着火回燃。

2 风险分析及其风险管控技术

2.1 实例分析

2.1.1 事故问题

某石化工厂环氧乙烷的生产装置在岗人员于 5 时听到现场发生了异常的放空声, 以进料及加热蒸汽切断措施来紧急处理该塔, 现场实施细致检查确认时发现该环氧乙烷 T-430 精制塔顶部安全阀存在着起跳现象。监控视频系统显示出, 6 时 38 分, 塔釜再沸装置上面封头周边冒白烟。7 时, 再沸装置上面封头周边白烟明显变大。7 时 2 分 49 秒, 再沸装置上面封头周边起火。现场技术人员及时告知厂区内车间领导, 启动现场风险管控应急预案, 及时组织人员实施灭火, 7 时 4 分 43 秒时报警。精制塔于 7 时 5 分 37 秒时发生了一次爆炸, 7 时 7 分 12 秒时发生了二次爆炸。此次爆炸事故严重损坏了环氧乙烷的精制塔, 轻伤 1 人, 直接经济损失初步估算是 46 万元左右。结合事故具体发生过程, 此事故是环氧乙烷的精制塔产生超压问题, 导致精制塔发生了爆炸事故问题^[2]。在一定程度上, 环氧乙烷的精制塔形成超压风险有着较多成因, 包含着环氧乙烷的精制塔内釜再沸装置过大蒸汽量、环氧乙烷的精制塔顶内冷凝装置循环水已

中断、环氧乙烷的精制塔顶部回流过小流量、环氧乙烷的精制塔所在压力的控制阀门过小开度,这些情况均会促使环氧乙烷的精制塔产生超温超压现象,引发火灾爆炸。

2.1.2 风险分析及其控制整改

一是,风险分析层面。了解到该石化厂内爆炸后果,结合中石化的风险矩阵现行标准,此危险场景的后果即E,事故问题初始原因是压力控制的回路故障,实际初始频率是0.1次/a,故风险等级判定是E6,从属重大红色不可接受的风险区。EO精制塔的超压风险保护层一般如下:实行报警和人员响应,EO精制塔的压力、温度报警和人员响应;实行SIS联锁,EO精制塔的压力呈高联锁状态,进料关闭、紧急切断加热蒸汽阀;实行物理保护,EO精制塔的安全阀带产生爆破片,安全阀和放空设施内设连续性氮气的吹扫系统。如此,此场景风险可降到E1等级蓝色低风险区。如果并无其余因素,此EO精制塔的超压风险有可控性。但经最终事故调查了解到,精制塔的回流罐顶处压力高的高联锁、高报警、控制回路均共用取压点,环氧乙烷的精制塔顶部冷凝装置回流罐的管线内部甲醛过高含量情况下,甲醛聚合致使仪表的导压管堵塞,环氧乙烷的精制塔产生报警、控制联锁等失效现象,环氧乙烷的精制塔整个系统超压,火灾爆炸严重事故发生。该情况之下,EO精制塔的超压风险只含一层安全阀的保护层,场景为E4橙色较大风险等级区域,务必围绕此EO精制塔的较大超压风险区,实施整改计划有效制定;二是,有效整改风险管控技术措施层面。如果没有其余因素,则精馏塔的超压风险极具可控性,但经分析了解到,精馏塔的超压风险所在保护层共因失效层面问题存在,这与独立性保护层的独立性、有效性等原则相违背,故需注重排查装置的仪表合理设置,DCS的控制系统、联锁报警仪表、取压点等均需独立设置好,避免共因失效现象再次产生。

2.2 其余重大风险风险管控技术措施

环氧乙烷的精制塔除超压风险外,还存在着较多环氧乙烷的精制单元层面风险因素。环氧乙烷的精制单元装置以环氧乙烷的精制塔、塔釜泵、回流泵、回流罐为主,需积极落实相应的风险管控技术措施:一是,环氧乙烷的精制塔处回流罐过低液位风险,环氧乙烷的精制塔内回流泵极易抽空汽蚀,泵损坏设备,机封会产生泄漏问题,导致环氧乙烷逐渐向着外部泄漏,火灾爆炸层面事故问题必然发生,环氧乙烷的精制塔及其回流罐则会回火,二次爆炸在所难免。通过分析案例当中石化厂的爆炸后果,结合中石化的风险矩阵现行标准,此危险场景为E后果,回流罐实际液位控制的回路为事故初始成因,初始是0.1次/a频率,风险为E6等级重大红色风险不可接受区。经以上保护层有效设置,此风险场景实际风险等级降为E1低风险蓝色区域。环氧乙烷的精制塔内回流罐和回流泵务必严格依照实际要求予以合理设计,风险把控于可接受范围;二是,环氧乙烷的精制

塔实操缺乏稳定性,有极大的温度变化现象。EO精制塔的加热蒸汽过小流量及塔釜过高液位,均促使塔底出现过低温度,提高了塔釜的EO实际含量,蒸汽开度过大变化情况下,塔釜换热装置内部EO会产生大量汽化,塔压必然升高,环氧乙烷的水会合生成一定乙二醇,所在再吸收塔则会产生发泡现象,环氧乙烷甚至会大量分解,而塔釜再沸装置会冒烟起火,该塔内部环氧乙烷因回火而爆炸。故EO精制塔过低温度,对塔釜实施升温操作期间,务必细致观察加热蒸汽实际汽流量的变化情况,防止蒸汽流量过高变化所致塔釜快速升温;三是,精制塔的回流泵产生回火爆炸,此环氧乙烷从属易回火爆炸一种物质,环氧乙烷纯度越高,越具回火爆炸的威力,精制塔的回流泵实际运行期间,精制塔及回流罐更加容易回火爆炸,二次爆炸安全事故问题极易发生。故设计期间,务必着重考虑到回流最小管线上面和回流泵的进出口处管道设紧急切断操作阀,回流泵呈高温状态时,阀物料可被快速切断,避免回流泵发生着火现象,防止环氧乙烷的精制塔和回流罐会发生严重性回火爆炸;四是,环氧乙烷的精制单元有死区存在,且环氧乙烷极易因自聚分解而生产出氧气,设备局部管道极易有闪爆极管道泄漏相关事故发生。在一定程度上,环氧乙烷自身分解爆炸成因以设备局部管线有热点及死区存在、环氧乙烷过小流动性、某部位存在堆积现象等为主,促使环氧乙烷逐步被分解。故设计期间,务必防止设备有死区还有热点部位产生,注重温度监控的增设,将环氧乙烷实际流动性有效增强。

3 结语

综上所述,通过本文在对相应事故案例及其各项因素风险的有效分析可了解到,乙二醇装置当中环氧乙烷的精制单元潜在风险集中表现于乙二醇装置当中环氧乙烷的精制塔潜在着超压层面风险,需独立设定压力控制、安全连锁及报警系统,分离设定压力的取源点等,才更好地避免该风险因素产生;精制塔的回流罐液位属于关键性控制参数,过低液位极易促使回流泵的抽空受损,最终诱发火灾,由于环氧乙烷比较容易回火,以至于精制塔与回流罐极易有二次爆炸问题发生,故回流泵的进出口位置,管线应设紧急性的切断阀,对回火爆炸可起到有效预防作用。从总体上来说,乙二醇装置当中环氧乙烷的精制单元潜在风险相对较多,但无论是何种风险,就是有根据可循,这就需广大技术员能够结合运行工况,做好风险分析工作,积极落实针对性、科学性风险管控技术措施,以维持乙二醇装置当中环氧乙烷的精制单元安全可靠地运行状态。

参考文献:

- [1] 李文立. 环氧乙烷/乙二醇装置风险分析[J]. 石化技术, 2020, 27(19): 159-160.
- [2] 王炜. EO/EG装置转产精制环氧乙烷工艺的方案研究[J]. 石油化工设计, 2020, 37(11): 324-325.