

EVA 树脂生产装置长周期运行对于企业效益影响因素分析

孙继超 (江苏斯尔邦石化有限公司, 江苏 连云港 222000)

摘要: 国家“双碳”总体目标对持续化工生产装置的持续运行水准给出了更高的要求, 要求化工生产装置的持续运行不但能够带来很明显的经济收益, 并且可以有效防止进一步的空气污染。本文通过对 EVA 装置长周期运行的具体情况进行研究, 统计分析了近 10 年以来 EVA 装置停止运营的主要原因, 找到了危害装置长周期运行的重要因素, 为提高企业经济效益为目的, 从工艺管理、设备维护、技术攻关和人员管理等方面给出了装置长周期运行的可行性对策。

关键词: 高压装置; 长周期; 经济效应

工业生产在社会经济中起到重要作用。伴随着国家宣布 2030 年即将进入二氧化碳排放高峰期, 2060 年逐步完成碳排放交易的国家目标, 化工生产装置的持续平安稳定运行是十分重要的。设备的停运可能是机械故障或是人为因素原因引起的设备停运, 无论什么因素多导致, 设备停运不但导致巨大财产损失, 还会造成大量碳排放量, 违反国家二氧化碳排放高峰期和碳排放总体目标。乙烯-乙酸乙烯聚合物 (EVA) 生产制造装置的停产, 伴随着系统中氮和丁二烯的换置, 成本上升, 二氧化碳排放升高。通过实践经验证明, 增加化工厂设备长期性运行, 维持工厂长期性运行水准, 不但能减少工厂产品成本, 并且能有效降低有机废气 (VOC) 的排出。统计分析了我中国某乙烯-乙酸乙烯共聚物生产装置近些年停止运营的主要原因, 给出了可行性建议, 从而达到装置长期性运行水准。

1 EVA 概述

1.1 产品性能简介

EVA 树脂 (通称乙烯-乙酸乙烯共聚物) 这是继密度高的聚乙烯 (HDPE)、密度低聚乙烯 (LDPE)、线形密度低聚乙烯 (LLDPE) 之后的第四种乙烯类高聚物。乙烯-乙酸乙烯共聚物的醋酸乙烯成分为在 40%-50% 之间, 熔化流动性速率为 0.3-400g/10min。

乙烯-乙酸乙烯共聚物分子链中引进 VA 单体, 减少了晶粒大小, 优化了柔韧度、抗冲击性能、填充料相容性、封合性, 此外还具备良好的 ESCR、光学性能、抗低温性。因此, EVA 广泛用于发泡塑料、仓储货架膜、包装薄膜、注塑制品、起泡注塑制品、共

混剂、胶粘剂、电线电缆、太阳能电池包装薄膜、热熔胶粘剂等行业。除此之外, 乙烯-乙酸乙烯共聚物还可以用于其他树脂的改性材料原材料。近些年世界各国市场对于乙烯-乙酸乙烯共聚物的需要量越来越大, EVA 发展前景广阔。

1.2 市场情况

在 EVA 中下游消费结构中, 泡沫材料仅占的需求一半, 其次电缆线和热熔胶, 占 EVA 消费的 74%。但近些年, 伴随着 EVA 光伏发电膜、预涂膜等国内高新技术产品的高速发展, EVA 光伏发电和镀层所需要的 EVA 量逐年递增。随着时间的推移, 未来 5 年伴随着 EVA 中下游新产业的发展, EVA 中下游消费结构占有率将产生明显变化。

1.3 装置概述

本章以乙烯-乙酸乙烯共聚物生产制造装置为例, 该乙烯-乙酸乙烯共聚物生产制造装置从美国某企业引入釜式技术性, 建成投产后每年产量达 4 万吨级。以乙烯和 VA 为主要原料, PE 为调理剂。设备通常采用高压本体聚合加工工艺, 如高密度聚乙烯, 乙酸乙烯酯和调理剂 (PE) 进行 2 段压缩后, 压缩加工至工艺压力, 才能进入反应器, 以有机过氧化物为引发剂加入反应器后, 即可引起缩聚反应。根据高压汇聚能够制取乙酸乙烯成分为 5-40% 之间、分子含量 (2-5) 10^4 的乙烯-乙酸乙烯共聚物。熔化高聚物根据高、中、低电压分离设备进入后, 开始进行挤塑、制粒、干燥等环节, 被做成颗粒状的乙烯-乙酸乙烯共聚物商品。该装置具备超高压高温的特征, 连锁点较多, 连锁保护对策级别高, 生产工艺流程及设备略微变化,

容易造成装置泊车的现象。改怎样平稳装置的运行，增加装置运行周期时间，是装置管理人员和专业技术人员长期性探索的难题之一。

2 危害高压设备长周期性运行问题分析

表 1 2010-2020 年 EVA 装置非计划停工

年份	停车次数	停车时间(h)	年度最长运行周期(d)	设备原因导致停工		电仪原因导致停工		其他原因导致停工	
				次数	占比(%)	次数	占比(%)	次数	占比(%)
2010	11	472.25	159	5	45.45	3	27.27	3	27.27
2011	15	1405.20	50	5	33.33	3	20.33	7	46.67
2012	15	664.20	72	7	46.67	6	40.00	2	13.33
2013	9	972.63	166	2	20.00	4	44.44	3	33.33
2014	5	458.53	97	3	22.22	2	40.32	0	0
2015	7	1484.28	94	4	60.00	2	28.46	1	14.29
2016	10	1489.47	91	2	57.14	4	40.00	4	40.00
2017	10	814.10	124	2	20.00	7	70.00	1	10.00
2018	7	482.30	114	3	42.86	3	42.86	1	14.29
2019	11	529.80	230	6	54.55	2	18.18	2	25.00
2020	8	631.50	92	2	25.00	4	50.00	3	27.27

EVA 装置交付使用近 20 年以来，设备衰老、仪器故障设备和电路老化、仪器设备自身的产品质量问题是导致装置关机的重要原因。设备故障问题主要出现在一级压缩机、二级压缩机、反应器、引发剂泵等关键设备。EVA 装置在 2016 年和 2021 年依次进行了两次大规模的维修。从表 1 中可以看到，越临近检修时间，计划外关机时间就越久。2010-2020 年以来保持最长运行记录的是 2013 年的 166 天，其次是 2010 年的 159 天；2016 年维修后，最多运行周期时间仅是 124 天。2011 年和 2012 年非计划终止频次为 15 次，非计划终止的主要原因通常是设备和电气设备出现问题，这两项问题导致关机的占比为 80%，在其中内部原因占 91%，外部原因仅 9%。外在因素通常是外界电力不

稳，乙烯原材料不够，在所难免导致设备需要关机。内部原因中，计划外泊车多见反应器压差高造成互锁泊车，约占泊车频次的 25%，次之为双级压缩机常见故障、引发剂泵常见故障、反应器搅拌故障、常见故障和单极压缩机故障。

2.1 反应器压差高限警报问题

反应器出入口阀是 EVA 装置的主要阀，掌握着反应器压力。装置建成后，两个相同的压力调节阀搭配使用，但是随着时间的推移，阀壳、高压闸阀、阀座等由于生产加工不断被磨损，导致数据信号和动作不一致，造成延迟时间等故障现象的出现，这种现象也导致许多计划外关机，拆换频率增加，维护保养成本上升。压力调节阀寿命断，有忽然泄露风险，严重危害设备安全性长周期运行。

2.2 压缩机故障问题

该装置采用两次压缩，一次压缩机将 2MPa 的乙烯加压到 20MPa，二次压缩机是将 20MPa 的乙烯加压到 160MPa。由表 1 可以得出，2010-2022 年期间因二次压缩机故障造成的非计划停车 19 次，一次压缩机故障停车 8 次，共 27 次，占总非计划停车次数的 26.47%。二次压缩机故障点主要集中在二次机底部风机故障或压力低、熔断杆报警（误报）以及段间组合阀故障，而一次机故障点主要集中在压缩机一段气阀故障和压缩机填料泄漏。由此可见，大型压缩机组在石化装置压缩并输送工艺介质过程中的重要性，是石化装置安全可靠运行的基本保障。

2.3 引发剂泵故障问题

引发剂泵用以将一定量的制取好定量的引发剂引入反应器中，保证反应器反应环境温度。从表 1 可得，2010-2022 年期间引发剂泵常见故障占 10.78%，达到 11 次。引发剂泵故障原因主要在组合阀常见故障和阻塞，造成引入量不稳、反应器温度波动、互锁关机。

2.4 反应器搅拌电机及滚动轴承

本装置的反应器为釜式反应器，要不断拌和才能保证反映原材料在釜内充足混和，反映温度与压力分布匀称。工厂基本建设至今，两部搅拌器和两部搅拌电机搭配使用，产生故障原因同样是因为使用寿命太长，设备磨损，维护周期减少，维护保养成本上升。反应器内搅拌电机和轴承的故障原因主要在拌和输出功率扩大和拌和电机过热所引起的互锁终止。

2.5 总结

① EVA 树脂生产装置长周期运行的风险主要有泄

漏、压力容器、安全阀超检及生产安全隐患等；

②为最大限度地降低装置运行安全风险对设计、设备制造、安装和操作等环节均应进行危害识别和风险评估；

③在 EVA 树脂生产装置中应积极采用基于风险的设, 备检验技术为合理确定压力容器检验周期等提供科学依据；

④通过采取必要预防和控制措施, EVA 树脂生产装置连续运行 6 年其安全风险属于可容许风险。

3 EVA 树脂生产装置长期性运行的对策与建议

EVA 树脂生产设备长周期运行的关键在于及早发现和清除潜在风险和全过程出现异常。一切安全事故, 无论大小, 都是一个量变与质变的一个过程, 务必历经正常情况、潜在性情况、安全事故情况。在设备转变至安全事事故之前的环节中及早发现, 将问题解决在萌芽阶段是保障设备长周期运行的关键所在。

3.1 提升生产过程管理, 保障生产制造顺利开展

EVA 树脂生产平稳运行是流程管理的重要环节, 加工过程的稳定度与工艺参数的变化水平是决定装置运行周期的最直接要素。生产过程中的参数频繁的变动会严重影响工厂生产产品的质量, 还会继续冲击和毁坏设备和管路, 危害设备性能。设备和管道的清洗、薄化和积垢加快, 将会减少生产制造设备和工艺管道的使用寿命, 提升设备毁坏和泄露的风险, 明显的时候会造成装置的出现意外关机。因而, 要达到 EVA 树脂生产过程的稳定运行, 降低加工工艺起伏, 防止设备超温、过压、过载运行等现象的出现。

3.2 提升巡检管理, 查验安全巡检品质

安全巡检工作人员通过“看、闻、听、摸”清除生产制造中存在的安全隐患, 最后避免安全事故的发生, 保证系统长期性运行。专业技术人员每日对组装进行全方位深层次的监督检查, 重点检查关键设备和特殊管路的运行状况并做好记录。生产车间操作人员安全巡检是及早发现生产制造安全隐患的重要方式之一。依据各个部门巡查线路、具体内容、次数及要求, 对本部门隶属设备、管路、闸阀、仪表盘等进行全方位细致的查验, 避免“泄露”的现象出现。提供组长检查品质, 在厂区检查中, 需要注意厂区的关键所在设备, 包含制冷压缩机、引发剂泵、搅拌电机等出现异常时, 及时向上报告并处理。

3.3 提升设备运行维护, 增加设备使用期限

高度重视 EVA 树脂生产装置的监管与维护, 关键

确保重要设备的稳定运行, 创立程序和仪表盘维护工作组, 重点保护重要设备。设备正确的使用及日常用心维护保养是设备管理方法的重要内容和必要条件。工作人员应做好设备日常维护巡检工作, 保证队组巡回检测到位、维护保养设备到位、设备工作人员安全巡检及时。做好预设设备的管理, 确保预备设备常常处在优良预留情况, 按照规定工作频率周转, 有计划地转换预留设备, 尤其是冬天要对设备进行防冻措施。

4 结语

分析危害 EVA 装置长期性运行的影响因素, 剖析危害装置非计划停车的外部环境要素, 采用改善措施, 有效管理生产流程, 提升设备管理方法, 提升设备运行高效率。工厂长期性平安稳定运行, 不但可以减少工厂维护费用, 提升企业的经济效益, 推动工厂节能减排, 而且还能大幅度减少工厂 VOC 排出, 达到我国“双碳”发展战略基本要求, 有利于完成我国“双碳”总体目标, 具有重要的实际意义。

参考文献:

- [1] 李超, 王继琼. EVA 树脂生产技术及市场现状 [J]. 天津化工, 2017, 31(3): 29-32.
- [2] 黄诚, 彭粉成, 朱桂生. EVA 树脂生产技术与应用研究进展 [C]. // 2015 年全国乙醛、醋酸及其衍生物技术、市场研讨会论文集, 2015: 75-80, 65.
- [3] 冯瑶瑶. EVA 聚合树脂生产工艺及性能影响因素 [J]. 化工管理, 2019(36): 184-185.
- [4] 齐云霞. 浅谈工业生产中 EVA 产品性能影响因素 [J]. 石化技术, 2021, 28(7): 180-182.
- [5] 崔小明. 我国 EVA 树脂的生产技术及市场分析 [J]. 维纶通讯, 2018, 38(3): 1-17.
- [6] 齐云霞. 浅谈工业生产中 EVA 产品性能影响因素 [J]. 石化技术, 2021, 28(7): 180-182.
- [7] 池亮. 乙烯-醋酸乙烯 (EVA) 树脂生产及市场分析 [J]. 化学工业, 2022, 40(1): 81-86.
- [8] 广东凯林科技股份有限公司. 耐高温的 EVA 热熔胶及其生产装置: 中国, CN201811463667.X [P]. 2021-08-13.
- [9] 李奇, 姜春明, 谢守明, 等. 石化装置长周期安全运行风险分析和对策 [J]. 中国安全生产科学技术, 2007 (4): 91-94.
- [10] 万雷. 搞好设备管理是实现炼化企业生产装置长周期运行的基础 [J]. 石油化工设备技术, 2001, 22(5): 12-14.