

如何降低高压聚乙烯装置停车次数及延长运行周期的探究

康秦宝 马 雷 刘晓勇

国能榆林化工有限公司 陕西榆林 719302

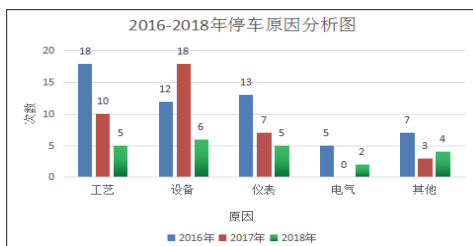
摘要: 本文以国能榆林化工有限公司年产30万吨高压聚乙烯装置2016年、2017年、2018年停车次数、原因进行统计分析,查找影响装置稳定运行的主要因素,并制定出减少装置停车次数的应对措施,达到装置停车次数降低、运行周期不断提高、实现长周期运行。

关键词: 高压聚乙烯; 停车因素; 应对措施

1 装置概况

本文以国能榆林化工有限公司高压聚乙烯装置为基础,本装置采用德国Basell公司的LUPOTECH TS[®]高压管式反应器,采用脉冲反应器技术,装置以乙烯(ethylene)为主要原料,以丙烯(propylene)和丙醛(propionic aldehyde)为调整剂,以过氧化物为引发剂,分四点注入反应器的不同区域,合理利用反应热来副产低低压蒸汽;反应器上设有紧急卸压阀,能够快速降压保护反应器;装置生产压力高、温度高、安全联锁多、操作难度大,停车次数多。生产均聚聚乙烯(PE)产品,设计产品牌号14个,一条生产线,年生产LDPE(颗粒)树脂30万吨。

2 导致高压聚乙烯装置停车的主要原因分析



由图可以看出,停车原因主要集中在工艺、设备和仪表专业。

2.1 过氧化物泵入口压力低

从装置运行和趋势记录分析,2016年全年因过氧化物泵入口滤网压力下降造成被动停车共有6次,占2016年全年过氧化物系统停车次数11次的54.54%,2017-2018年也出现了多次过氧化物入口压力波动以及造成的停车,过氧化物泵入口压力低对装置稳定运行带来不利,确认过氧化物泵入口滤网压力是导致装置停车的主要原因之一。

作者简介: 康秦宝,男,1988年2月,汉,陕西榆林,本科学历,工程师,毕业院校:榆林学院,研究方向:高压聚乙烯技术,聚烯烃方面,邮箱:674667130@qq.com。

素之一。

2.2 粒型不合格

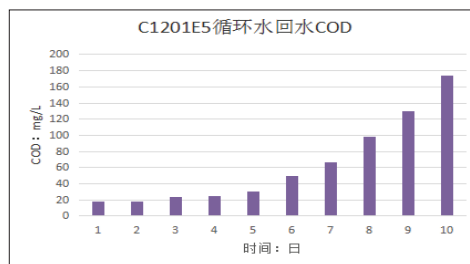
根据2018年更换切刀次数和原因统计分析,制表如下:

序号	更换时间	更换切刀原因
1	4月27日	装置检修,为了保证粒型更换切刀
2	5月31日	装置超温分解后,更换切刀
3	6月21日	装置检修后,更换切刀
4	7月23日	装置检修,为了保证粒型更换切刀
5	7月27日	切刀进退刀压力波动,产品粒型不合格
6	8月26日	切刀磨损导致粒型不合格停车更换切刀
7	9月17日	粒型不合格被迫停车更换切刀

从数据可以看出,2018年全年因粒型不合格导致被迫停车共有3次,占2018年全年停车次数22次的13.64%,粒型不合格造成被迫停车次数虽较少,但是由于切刀使用寿命较短,粒型频繁出现不合格,装置多次提前利用检修更换切刀,切刀更换频繁严重制约了装置长周期运转,确认粒型不合格是导致装置停车的主要原因之二。

2.3 一次机段间换热器垢下腐蚀内漏

^[1]2017年一次机段间换热器E5出现了回水COD上升现象,经排查为换热器出现内漏情况,由于E5操作压力较高,泄漏至循环水侧的乙烯量较大,经物耗对比分析,装置单耗增加了0.8-1%,且在循环水侧出现明显气泡后需要停车对换热器消漏。调查2017年调查连续10天的COD分析检测数据(控制指标COD ≤ 20mg/l),整理制图如下:



通过 COD 检测数据可以判断出换热器泄漏情况, 由于装置循环水场设计原因和西北地区风沙气候, 水质容易受气候影响在换热器管束形成垢层, 垢下腐蚀造程换热器泄漏的可能性经常存在, 采取措施预防换热器垢下腐蚀能够有效确保装置稳定安全运行, 确定换热器垢下腐蚀泄漏是导致装置停车的主要因素之三。

2.4 风送系统故障

调查整理 2016 年-2018 年停车台账, 因风送系统故障原因导致的停车次数和原因统计如下表

序号	年份	停车时间	停车原因
1	2016年	1月16日	风送系统换向阀 XV51031 故障, 导致挤压联锁停。
2		8月3日	XV51031 阀门故障导致串料, 停车处理
3		8月27日	风送系统阀门故障, 停车处理
4	2017年	1月20日	脱气风机切换阀故障导致脱气系统无法启动, 停车处理
5		3月30日	XV51031 切换故障, 停车处理
6	2018年	1月10日	AB5101 系统总线压力 PI5101A-1 低, 导致 V5103 料位高联锁挤压压缩机停。
7		7月23日	PV51007B 执行机构漏风, 脱气风机重启锁启动, 停聚合

由历史运行记录可以看出, 风送系统出现故障多集中在换向阀问题, 且在 2016 年和 2017 年都出现该问题, 2018 年也因输送系统总线压力低和脱气系统压力调节阀故障导致停车, 确认风送系统故障是导致装置停车的主要因素之四。

2.5 挤压机变频器温度高

调查 2016 年-2018 年停车台账, 统计因挤压机变频器温度高于 40℃ 导致挤压机停车, 统计如下表:

序号	年份	停车时间	停车原因
1	2016年	5月11日	风送系统换向阀 XV51031 故障, 导致挤压联锁停。
2		5月20日	挤压机变频器温度高, 挤压机停
3	2017年	5月22日	挤压机变频器温度高, 挤压机停
4		5月31日	挤压机变频器过滤器堵塞, 变频器超温联锁停车
5		6月1日	挤压机变频器过滤器堵塞, 变频器超温联锁停车

由上表可以看出, 因挤压机变频器温度高导致挤压机联锁停车发生多次, 追查原因为挤压机变频器冷却水为循环水, 在 5-6 月份时因气温突然回升, 且空气中柳絮等杂质较多, 使循环水品质降低, 撤热能力降低, 影响挤压机变频器制冷效果, 确认挤压机变频器温度高是导致装置停车的主要因素之五。

2.6 一次机卸荷阀故障

由于一次机卸荷阀故障停车影响较大, 迫使装置停车转入检修压缩机卸荷器, 根据调查装置历史运行记录, 整理因一次机卸荷阀故障致停车时间和次数, 制表如下:

序号	年份	停车时间	停车原因
1	2017年	2月16日	检查一次机 2 段出口 4 台排气阀和卸荷阀
2		5月4日	一次机 3 号缸卸荷器定位套焊缝开裂导致振动联锁停车, 停工检修
3		5月9日	一次机 3 号缸出口气阀阀片失效计划停工更换气阀
4		6月9日	一次机 1 号缸卸荷器护套断裂计划停工检修
5		8月9日	处理一次机 4 段异响问题
6		9月27日	一次机 3 号缸异响, 停车检查

^[2]由上表分析可以看出, 2017 年全年因压缩机卸荷阀故障产生异响造成停车共有 6 次, 占 2017 年全年压缩系统停车次数 11 次的 54.55%, 2018 年装置运行期间也曾多次利用检修机会检查卸荷阀和更换, 虽然未发生停车检修, 但卸荷阀异响现象仍然存在, 卸荷阀导致停工的风险依旧存在, 确认一次机卸荷阀故障是导致装置停车的主要因素之六。

2.7 反应超温分解

反应一区温度 TI13010-13084 任意一点温度高于 350℃, 装置超温造成反应分解。调查停车原因台账统计制表如下:

序号	年份	停车时间	停车原因
1	2017年	6月29日	因 TSHHHH13014-20 联锁触发 EP1 停车
2	2018年	5月13日	因 TS13014 和 TS13015 超温联锁触发 EP1, 停工处理
3	2018年	5月31日	因 TS13014 和 TS13015 超温联锁触发 EP1, 停工处理
4	2018年	12月24日	TSHHHH13014 和 15 联锁, 反应超温分解

由上表可以看出装置历年因超温分解 4 次, 且原因均未查出, 多集中在反应一峰温度上升区域, 反应超温后触发安全联锁 EP1, 反应器内物料被排出, 且需要乙烯单体进行置换, 物料损失较大, 同时由于乙烯单体碳化污染反应器, 造成后续产品出现黑色粒子等问题, 严重制约了装置安全经济运行, 确认反应超温分解是导致装置停车的主要因素之七。

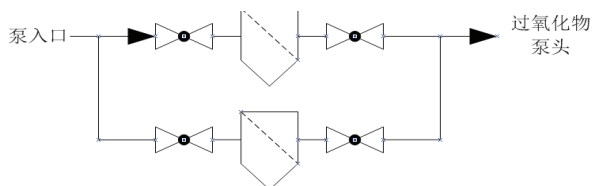
3 采取的措施及效果

3.1 针对过氧化物泵入口压力低导致停车采取的措施及效果

3.1.1 过氧化物泵入口滤网改造

1) 2019年1月利用备用过滤器对P1001进行改造, 经过1个月验证改造效果可行。

2) 2019年3月过滤器到货后, 对剩余过氧化物泵进行了改造。增加泵入口过滤器备用线, 实现在线切换过滤器功能器, 改造如下图:



3.1.2 过氧化物使用前检查

1) 制定对入库过氧化物外观(浑浊、毛絮、结冰)、批号、生产日期的检查标准和检查要求。

2) 发现入库过氧化物异常异常时与厂家技术人员处理。

3) 在发现滤网堵塞时将外观存在问题的过氧化物更换新桶备用

3.1.3 定期分析入库过氧化物的颗粒度与水含量

1) 将入库备用过氧化物取样沉淀。

2) 观察外观有无异常。

3) 联系分析及时分析过氧化物的颗粒度和水含量检测, 是否符合要求。

3.1.4 更改过氧化物泵入口滤网的目数

1) 查询过氧化物泵指导书对介质特殊要求标准。

2) 根据查询结果将过氧化物泵输送泵滤网由5um更换成10um。

3) 滤网切换后验证观察温峰是否稳定

^[1]对策实施后, 调查统计2019年全年停车分析后, 没有一次因过氧化物泵入口压力低原因导致停车, 在过氧化物泵入口滤网使用后切换滤网对温峰无影响, 改造实施措施可靠。

3.2 针对粒型不合格导致停车采取的措施及效果

3.2.1 优化挤压机操作参数

1) 通过调整挤压机切刀、进退刀压力、筒体温度等参数, 在拖尾粒出现时降低颗粒水温度、模板温度和提提高挤压机切刀转速等措施, 粒型得到改善, 切刀更换时间由20天左右提高至40天, 粒型不合格产生频率大幅度降低。

2) 对比LDPE与PP切料机操作运行参数, 降低了筒体温度, 将筒体温度由220℃调整至190℃。

3.2.2 更换切料机液压油

1) 2018年利用装置停车超过24h机会, 更换切料机液压油。

2) 每次停车合理安排了清理油箱、管线及各仪表阀门等附件。

3.2.3 处理切刀油路

1) 更换切料机液压油翘块。

2) 检查进刀液压油油缸、刀轴等。

对策实施后, 调查统计2019年全年停车分析后, 在3月19日和6月22日出现2次因粒型不合格导致停车, 较2018年7次明显减少, 效果显著, 对策实施有效。

3.3 针对一次机段间换热器垢下腐蚀内漏导致停车采取的措施及效果

3.3.1 定期跟踪检查循环水水质

1) 加强对换热器回水视镜观察。

2) 定期取样分析循环水回水水质。

3.3.2 制定循环水定期冲洗要求

制定循环水定期冲洗计划和要求, 利用停车检修机会通过全开循环水水阀对换热器进行冲刷, 消除管束上黏附的垢层, 避免产生垢下腐蚀。采取措施后, E1-E6换热器循环水阀位平稳, 换热效果良好; 整体来看, 一次机段间换热器换热效果良好, 尤其E4和E5效果显著, 措施有效。

3.4 针对风送系统故障导致停车采取的措施及效果

3.4.1 定期清理脱气风机入口过滤器

1) 风送系统脱气风机AB5102设计两用一备, 为八个脱气料仓提供脱气风, 每台风机入口单独设置过滤器, 过滤器采取两级过滤, 过滤器初级过滤采用小孔金属滤网, 二级过滤采用滤筒(过滤精度5μm), 因榆林地区风沙大, 脱气风机入口过滤器易堵塞, 遇上冬季霜、雪天气, 需开门运行才能保证风机入口压差不连锁, 频繁切换启停风机不利于风机安全稳定运行, 切换不及时会导致产品因脱气风脏出现色粒问题, 为延长单台风机连续运行时间和避免色粒产品的出现, 制定定期滤网清理方案, 保证风机入口压差不连锁。

3.4.2 制定脱气风机流量低运行调整方案

1) 解除A仓脱气风流量连锁, 逐渐关闭A料仓脱气风流量计前蝶阀, 降低A仓脱气风风量, 直至所有料仓脱气风量高于5700Nm³/h。

2) 调整期间为避免V5101A料仓被污染和出现负压, 同时避免7台料仓运行导致脱气风机出口温度上升, A料仓顶部抽气阀暂不切至大气, 但必须保证A料仓风量不得低于2000Nm³/h。

3) 在清理风机入口、出口滤网需要切换启停风机时, 调整期间为了避免因风机瞬间流量低于连锁值触发ESD5101, 要求解除所有料仓脱气风连锁, 解除后各料仓脱气风如在2-3分钟无法恢复至连锁值风量时, 手动触发未完成脱气料仓ESD保护, 并更换进料目标料仓, 触发保护料仓直至ESD时间结束后拖入脱气风满足12h

脱气时间才能送包装；风机切换结束后，待风量稳定后按照切换风机操作恢复料仓连锁。

3.4.3 改造输送线上的换向阀

将换向阀 XV51031 移至二层平台水平布置，减少因粒料堆积卡涩换向阀，并在阀门处缠绕电伴热，减少冬季阀门换向卡涩，切换不及时的问题

3.4.4 输送风系统其他换向阀均增加电伴热

根据装置季节工况，分析发现风送系统换向阀冬季存在换向故障较高的问题，经分析判断为冬季执行机构温度低导致卡涩，为防止卡涩造成风送系统故障，所有换向阀增加了电伴热后动作正常。

对策实施后，调查统计2019年全年停车分析后，没有一次因风送系统原因导致停车效果显著，对策实施有效。

3.5 针对挤压机变频器温度高导致停车采取的措施及效果

3.5.1 变更变频器冷却介质

通过与相关设计工程公司沟通，将冷却介质由循环水变更为更洁净、温度稳定的冷媒，解决因滤网堵塞导致循环水量下降，换热效果不佳，变频器温度高的问题。

3.5.2 定期更换去离子水罐

^[4]定期更换变频器去离子水罐，解决挤压机去离子水电导率高的问题，减少变频器去离子水长时间使用变质对变频器的影响。

3.5.3 制定清理变频器滤网频率

每次利用检修停挤压机的机会清理挤压机电机冷却水、变频器滤网，提高冷却水流量，增加冷却效率。

将原有循环冷却水停用，改为更干净的冷媒使用。对策实施后，调查统计2019年全年停车分析后，没有一次因挤压机变频器温度高连锁导致停车，效果显著，对策实施有效。

3.6 针对一次机卸荷阀故障导致停车采取的措施及效果

3.6.1 改善一次机四段卸荷阀定位套结构

将原有定位套直径放大一倍，轴密封厚度增加一倍，定位套外径小于卸荷器阀头20mm，提高运行过程中的稳定性，减少定位套故障概率。

3.6.2 配套定位套与卸荷阀

1) 改变阀内径来维持稳定性。将阀内径缩小至原阀内径2/3，压缩机正常运行时气缸吸入压力约65bar，改善可动态稳定性。

2) 依据定位套及新吸入阀尺寸配套。

3.6.3 提高一次机四段卸荷阀阀头密封

将卸荷器阀头与吸入阀的硬密封设计，改善为透镜垫式密封，使卸荷器与吸入阀密封稳定性高。

3.6.4 增加一次机四段卸荷阀弹簧弹力

增加弹簧力至原来1.2倍，有效的改善了运行过程中轴窜动问题。

对策实施后，调查统计2019年全年停车分析后，再无此类原因导致停车效果显著，对策实施有效。

3.7 针对反应分解超温导致停车采取的措施及效果

3.7.1 保证过氧化物注入系统稳定

1) 减少注入量波动。调整优化反应一区浓度，将过氧化物浓度由17.23%降低至14.01%。反应热分解都发生在反应一区，适当降低反应一区过氧化物浓度，减少因过氧化物注入波动造成反应温峰波动的影响。

2) 保证过氧化物泵做功正常，将过氧化物泵头位移引入DCS监控，有异常及时汇报调整处置。

3.7.2 消除引发剂杂质因素

1) 监控易造成分解的杂质，配合化验室制定叔丁基过氧化物中杂质分析方法并制定分析计划。

2) 减少储存环节杂质的产生，对危化品库、装置现场库制冷系统进行排查消除温度上升造成的分解隐患。

3.7.3 减少配制环节对浓度的干扰

仪表专业排查配制柜内流量阀、流量计，进行整定和检定，保证配制柜内配制阀、流量计稳定可靠。

3.7.4 加强原料乙烯成分的监控

加强对原料乙烯中的活性组分乙炔的监控，重新整定二次机入口分析色谱，确保杂质分析准确监控乙炔杂质含量不高于指标值。

对策实施后，调查统计2019年全年停车分析后，未出现因反应超温分解原因导致停车，效果显著，对策实施有效。

4 结束语

本文针对导致装置停车的主要因素进行总结并对应采取了技术改造、优化操作流程和制定特殊方案等措施，攻克了制约装置稳定运行的一些瓶颈问题，极大地提高了装置运行平稳率，由2016年装置停车55次降到2019年装置停车13次。物耗降低0.001t/t，综合能耗降低7.88kgce/t。延长了装置运行周期，在降低装置停车次数实现长周期运行的同时给企业也带来了良好的经济效益和品牌效益。

参考文献：

[1] 国能榆林化工有限公司.30万吨/年高压聚乙烯装置操作规程，2016。

[2] 郭钦生.影响高压聚乙烯装置长周期运行的原因分析及对策[J].广东化工，2017，44(10)：178-179。

[3] 高压聚乙烯装置挤压造粒系统对产品质量的影响因素分析及对策.刘晓勇：2016-01-23。

[4] 高压低密度聚乙烯生产工艺技术探究及思考.金山.陆红楠.刘灿刚.刘群：《炼油与化工》：2021-01-10。