

乙烯装置碱洗塔运行维护及检修处理

余支旺

国能宁夏煤业烯烃二分公司裂解车间, 宁夏 银川 750000

[摘要] 乙烯装置碱洗塔属于化工企业的重要生产设备, 乙烯装置碱洗塔的使用性能直接关系到化工生产的质量与效率实现。乙烯装置在长期使用的情况下, 通常就会出现压差升高、塔顶二氧化碳或一氧化碳积累等问题, 不利于乙烯装置保持良好的可靠性及安全性, 化工企业人员应对其采取必要的维护、检修措施。基于此, 本篇文章着重探讨乙烯装置碱洗塔的运行维护、检修处理实施要点, 以期达到节约化工生产资源以及改善装置运行实效的目标。

[关键词] 乙烯装置碱洗塔; 运行维护; 检修处理

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14778

中图分类号: TQ221.211

文献标识码: A

Operation, Maintenance, and Repair of the Alkali Washing Tower of Ethylene Plant

YU Zhiwang

Cracking Workshop of Guoneng Ningxia Coal Industry Olefin Second Branch, Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract: The alkali washing tower of ethylene plant is an important production equipment for chemical enterprises. The performance of the alkali washing tower of ethylene plant is directly related to the quality and efficiency of chemical production. In the long-term use of ethylene plants, problems such as increased pressure difference and accumulation of carbon dioxide or carbon monoxide at the top of the tower often occur, which is not conducive to maintaining good reliability and safety of the ethylene plant. Chemical enterprise personnel should take necessary maintenance and repair measures for it. Based on this, this article focuses on exploring the key points of operation, maintenance, and repair of the alkali washing tower in the ethylene plant, in order to achieve the goal of saving chemical production resources and improving the operational efficiency of the plant.

Keywords: alkali washing tower of ethylene plant; operation and maintenance; repair

引言

乙烯装置碱洗塔在化工企业的乙烯生产过程中发挥关键作用, 企业人员只有充分重视乙烯装置碱洗塔的运行指标监测, 才能在及时察觉装置异常的前提下展开全面维护, 在根本上预防乙烯装置碱洗塔的重大运行事故。目前随着乙烯生产规模的持续扩大, 乙烯装置碱洗塔的事故表现形式也更加复杂, 化工企业人员需要在明确乙烯装置常见故障的同时加大运维检修力度, 采取行之有效的措施降低故障处理成本。

1 乙烯装置碱洗塔的系统功能

1.1 碱洗塔系统

碱洗塔的基本功能在于脱除裂解气中的酸性气体, 本系统主要采用“三段碱洗”工艺流程。碱洗塔可分为四个区域, 位于塔底部的三个区域主要利用氢氧化钠来洗涤裂解气。离开压缩机四段排出罐的裂解气在碱洗塔的进料加热器中, 能够被“急冷水”予以加热处理, 然后进入到碱洗塔底部^[1]。采用加热形式可有效避免裂解气中的烃类气体冷凝, 还能够为碱洗塔内的化学反应提供适宜的温度。碱洗塔设计为三段“碱洗”与一段“水洗”, 在三个碱洗段的空内, 裂解气能够与碱溶液实现逆流接触, 按照从下至上的顺序, 逐步提高碱性液体的浓度。为确保三个碱洗段的碱液循环反应得以顺利实施, 关键在于采用弱碱循

环泵、中碱循环泵、强碱循环泵予以维持化学反应的正常进行, 并需要在塔顶部位利用洗涤水循环泵维持整个循环反应的有序实施。具体而言, 水洗段的重要功能即为去除裂解气中的碱性物质, 避免下游设备遭受碱性腐蚀。锅炉给水可直接进入水洗段, 在碱洗塔的洗涤水冷却器中被冷却, 如此能够弥补水分气化、排放过程中的损失, 采用间接形式将裂解气冷却至接近露点温度, 防止水分过多气化, 并且使得碱洗塔顶的激冷器工作负荷尽可能降低。

通常来讲, 化工企业人员需保证限定于 10℃ 以内的丙烯冷却剂 (液态) 温度, 并且借助激冷器的化学反应原理, 将碱洗塔顶部的裂解气进行分解处理, 最终将其送入到装置的分离罐内。进入裂解气干燥器进料分离罐的物料将会被分为气液两相, 携带液滴的脱除物进入裂解气的干燥器, 积存起来的液体主要为烃水混合物, 然后在裂解气的干燥器进料分离罐中被分为液态烃。纯水成分在烃水界面的控制作用下, 将会被送回压缩机四段的吸入罐, 液态烃在罐液位的控制下被干燥器的进料泵送往干燥器的进料聚结器^[2]。此外, 储存于新鲜碱液罐内的新鲜碱液将会由碱液泵送入强碱循环泵的过滤器, 或者被送入中碱循环泵的过滤器, 以此弥补碱液流失造成的损耗, 保证三个碱洗段的碱液浓度适中。

如下图, 为乙烯装置碱洗塔的基本工艺流程:

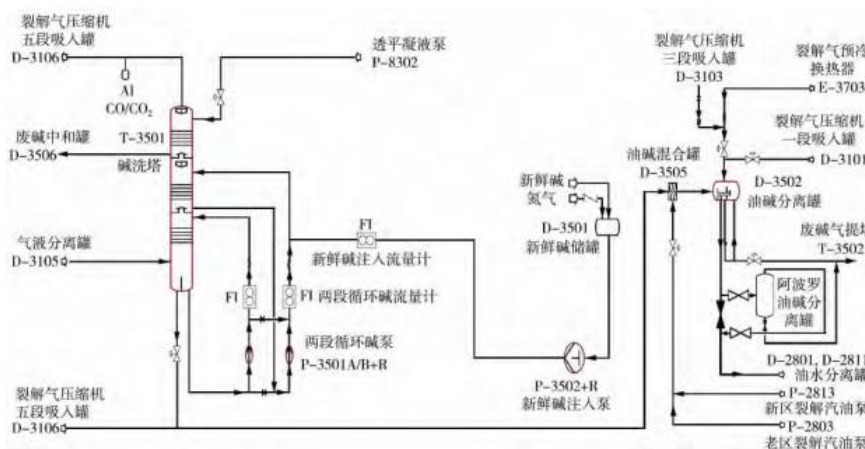


图1 乙烯装置碱洗塔的工艺流程

1.2 干燥、再生及燃料系统

分离罐能够用于裂解气的分离操作,裂解气在分离后就会进入到反应装置的干燥器,在此阶段对于多余的微量水进行彻底清除。裂解气在脱除多余水分的基础上,将会进入到干燥器的底部,裂解气在此阶段呈现自然流动的现象,最终进入到换热器设备中。具体而言,裂解气干燥器设计为装有3A分子筛的两台容器,分别为操作设备以及再生设备,平均每个操作循环的周期超出36小时。每台干燥器应包括两个吸附床层,分别为主床层与保险床层,二者之间设有微量水的分析仪器,可实时监测微量水的含量变化,并能够有效预防水分子的穿透效应影响。

液态烃主要存储于干燥器中,在进料泵的作用下进入聚结器,以此实现分离游离水的目标,经过脱水处理后的液态烃将会送入高压脱丙烷塔。液态烃干燥器属于液相干燥器设备,其中包含两台装有3A分子筛的装置,平均每个操作循环的周期应超出48小时。高压脱丙烷塔的重要功能即为裂解气进入深冷分离系统之前,除去其中的碳四以上重组分。裂解气的压缩机第五段与高压脱丙烷塔共同组成一个完整的开式热泵,高压脱丙烷塔的塔顶气体经过进出料的换热器,经过逆向加热而后经过压缩机的五段进行压缩处理^[3]。位于压缩出口的气体经过冷却后,再次进入前加氢反应器脱除一部分的乙炔成分,然后经过第二干燥器实施脱水处理。干燥后的气体经过丙烷冷却剂的冷却作用后,进入回流罐装置。

2 乙烯装置碱洗塔的运行维护要点

2.1 明晰工作职责

乙烯装置碱洗塔的运行维护流程较为复杂,企业人员需结合碱洗塔设备的使用情况,明确制定设备运行维护的总体方案,并做到合理分配相关岗位人员的维护权限及责任。具体而言,化工企业人员应负责乙烯装置碱洗塔所有设备及管线的操作、维护与保养,企业人员在岗期间应当坚守岗位,认真执行相关操作并按时填写操作记录。遵守并严格执行企业的各项工艺纪律以及安全技术规定,定期

做好设备巡检工作。企业人员在岗期间需接受班长领导,对于生产运行中出现的问题应当及时向班长或者有关领导如实汇报,以期实现妥善地处理、解决,化工企业人员应协商解决相关问题。

2.2 监测温度与压力

碱洗塔的温度控制直接影响到化学反应效率,在碱洗阶段适当提升操作温度有助于化学反应的加速运行,且能够保证有机硫得到彻底脱除。但是某些碱洗塔内的反应温度过高,导致生成气体中混入过多的二氧化碳及硫化氢,不利于裂解气的纯净度达标。设定过高的碱洗塔反应温度,还会直接影响到裂解气中的烃类物质发生聚合反应,增加管道堵塞事故的发生率^[4]。反之,过低的装置温度将会增加碱液的粘稠度,导致析出过多的沉淀物,同样会增加管道设备的堵塞风险。过低的塔内温度还会导致裂解气携带较多的液态物质,不利于控制吸入罐的液位。由此可见,技术人员需充分重视碱洗塔的温度控制,保持碱洗塔的稳定运行。碱洗塔的反应控制要点还在于塔内压力监测,适度增加塔内气体压力的做法能够有效滤除二氧化碳,对于净化碱洗塔的化学反应产物具有重要作用。然而在塔内气体压力过大的情况下,裂解气就会在压强作用下迅速升高露点,造成碱洗塔内的重烃发生冷凝反应,并导致碱性液体出现浓缩。因此经过综合分析,可设计为2MPa左右的塔内操作压力。

2.3 控制循环碱与裂解气浓度

在化学吸收反应的进行阶段,技术人员针对反应装置的碱液浓度进行合理的提升,客观上达到顺利脱除二氧化碳的良好效果。并且,采取适度提升碱液浓度的做法还能显著降低装置运行中排出的固体废弃物与废液,同时达到降低装置运行能耗的效果。循环反应中的碱液浓度如果呈现过大的指标,那么碱液将会大量附着在塔内底部,造成管线设备出现较为严重的结晶情况,甚至对于乙烯装置的正常运行造成不利的影响。具体在操作中,企业人员应随时根据装置的负荷变化给予相应调整。通常对于塔内采样

操作的间隔时长应控制在 8 小时左右,技术人员还要准确判断塔内中段以及下段的循环碱液浓度,控制在 1.5% 以内的游离碱质量分数,并且限定在 7% 以内的总碱质量分数^[5]。企业人员还要重视监测裂解气的浓度,确保各种工况下的塔顶裂解气控制在 $1\text{mL}/\text{m}^3$ 的二氧化碳最大浓度,以及 $300\text{mL}/\text{m}^3$ 的硫化氢最大浓度。企业人员经过监测发现酸性气体的浓度有所增加,则应当及时补充新鲜碱液。

2.4 密切重视压差改变

乙烯装置碱洗塔需要配备压差表,用于监测塔内各段的压差变化情况,将自动测量设备应用于监测碱洗塔在不同反应阶段的装置压差。经过自动测量得出的塔内压差如果超出最大的允许值,则表明塔内已经存在析出结晶物的安全隐患。过大的塔内压差还有可能造成重烃聚合、泡沫状的结晶堵塞管道、裂解气携带液体等后果出现,此时需要立即开启冲洗阀,做到彻底清理碱洗塔网的附带杂质,直至塔内的整体压差呈现下降的趋势。现阶段的化工企业人员应重视人工智能设备在塔内运行监测中的应用,充分依靠人工智能设备监测塔内运行的异常,据此采取行之有效的改进措施。

3 乙烯装置碱洗塔运行维护中的常见问题

3.1 二氧化碳超标

乙烯装置碱洗塔的出口部位经常发生二氧化碳超标的现象,导致二氧化碳大量积累于塔出口位置的重要原因即为装置运行负荷未达到基本要求,或者由于塔内温度、压力指标存在误差而造成二氧化碳的浓度过高。尤其是在裂解炉的切换操作中,普遍存在二氧化碳浓度超标的情况。例如,某化工企业的乙烯装置碱洗塔出口部位二氧化碳最高浓度可达每升 400mg。对比化工行业的同类装置而言,在碱洗塔参数以及进料条件相同的情况下,该企业装置的二氧化碳浓度指标呈现偏高的迹象。

3.2 黄油生成过多

在大部分碱洗塔二氧化碳泄漏的过程中,企业人员均发现碱循环段的碱液中含有较多的黄油。黄油的存在并参加循环反应,在很大程度上会影响塔内气体的吸收效果,并且造成塔顶的二氧化碳穿透。企业人员在装置运行过程中发现,碱洗塔的塔釜“撇除黄油侧”经常出现低液面指示,黄油外送调节阀实际无开度,而且反应塔内的下碱循环段流量出现频繁的波动。碱洗塔的现场各段碱循环碱液经过采样操作,并经过静置后可观察到下碱段中的含油量较多。

3.3 碱液循环量偏小

碱液循环量偏小将会直接造成碱洗塔发生故障的比率增加,例如在裂解炉的切换操作中,碱洗塔的出口部位二氧化碳以及硫化氢经过检测超标,其中非常重要的根源即为酸性气体出现大量的穿透现象。此外,企业人员如果未能及时清理裂解炉的装置表面,或者碱洗塔的循环量存

在过低的情况,那么裂解炉的水煤气就会呈现不充分反应的迹象,也会导致碱液的循环量相对较小。解决以上难题的关键在于碱液循环装置的扩能改造,采用设备扩能的方法予以应对。

4 乙烯装置碱洗塔的检修处理

4.1 塔盘与管线检修

乙烯装置碱洗塔设有浮阀塔,化工企业人员在常规检查中发现,塔盘上部的部分浮阀已经出现松动、脱落等情况,需立即对其采取必要的补救措施。具体在检修塔盘设备的过程中,关键是要更换存在严重破损的浮阀塔,保证在较短时间里恢复浮阀塔的正常使用寿命。企业人员还要重视管线堵塞的情况,通过定期冲洗管线去除其中的结晶析出物^[6]。例如在某次设备巡检工作中,企业人员察觉到塔釜循环碱液的设备底部存在厚度较大的结焦层,急需对其实施人工清理。在此情况下,企业人员开启循环泵的入口过滤装置,并且将消防水持续通入到反应塔的中部,直至排出的水流恢复清澈。设备检修人员采用目测的形式,等待水流清澈之后停止冲洗操作。

4.2 除沫网检修

碱洗塔设有两层的除沫网,其主要位于水洗段与塔内中段。某化工企业在设备大修阶段,企业人员经过排查发现除沫网的表面已存在比较严重的结焦,需采用更换网状结构或者高压水清理的措施加以处理。技术人员首先借助高压水予以冲洗清理,然而由于除沫网的面积过大导致冲洗效果未达到理想情况。企业人员经过协商后,决定对于除沫网采取更换处理的措施。经过整体更换后的除沫网能够恢复正常使用,并能够显著改善乙烯装置的整体运行效率。

4.3 积液槽检修

积液槽属于非常关键的碱洗塔设备,存在堵塞或结焦隐患的积液槽将无法正常使用。碱洗塔总共设有两个积液槽,其分别位于中段碱洗采出腔以及水洗段废水采出腔。某化工企业在大检修期间,重点针对积液槽进行焦渣清理,并采取水密实验的形式,对于积液槽的泄漏部位进行补焊。经过补焊处理后的积液槽不再出现漏液情况,可确保积液槽的致密与完整。

如下图,为乙烯装置碱洗塔的积液槽漏点补焊:



图2 积液槽的漏点补焊

5 结束语

综上所述,乙烯装置碱洗塔的运行维护工作旨在保证乙烯装置的使用过程安全,据此实现预防设备运行故障的目标。通常来讲,影响乙烯装置碱洗塔安全使用的常见因素应包括设备温度、压力、流量、循环碱浓度等,以上因素都会对于乙烯装置的碱洗塔稳定性形成显著的影响。具体在实施乙烯装置碱洗塔的运行维护以及故障检修处理过程中,最根本的就是要明确故障形成根源,妥善处理塔内积液、温度与压力异常等情况。化工企业人员应当注重工作经验积累,充分利用自动化设备辅助开展运维养护工作,从源头入手改善乙烯装置碱洗塔的运维管理效率。

【参考文献】

[1]叶冲.MTO 装置碱洗塔塔盘堵塞原因分析及应对措施[J].广州化工,2024,52(4):139-141.

[2]蒋良雄.基于 CFD 分析方法的氢气碱洗塔腐蚀失效分析[J].压力容器,2023,40(4):67-73.

[3]王文,罗灵力,张志飞,等.优化碱洗塔操作 控制裂解气压缩机段间凝液 pH 值[J].乙烯工业,2023,35(1):19-21.

[4]谢明.乙烯装置碱洗塔运行问题原因分析及对策[J].乙烯工业,2022,34(3):13-16.

[5]胡清,高飞,马会霞,等.减少乙烯装置碱洗塔黄油的技术进展[J].石化技术,2020,27(11):119-121.

[6]董欢,薛丽娜,王可心.乙烯装置碱洗塔运行维护及检修处理[J].乙烯工业,2016,28(3):52-56.

作者简介:余支旺(1993.11—),男,宁夏大学化学化工学院,化学工程与工艺,国能宁夏煤业烯烃二分公司裂解车间,压缩机操作工,助理工程师。