

# 炼化厂乙烯精馏塔管道腐蚀原因及对策

郭永科 (中国石化海南炼油化工有限公司, 海南 洋浦 578001)

**摘要:** 在炼化厂的生产过程中, 乙烯精馏塔作为关键设备之一, 其稳定运行对于整个生产流程至关重要, 但乙烯精馏塔管道腐蚀问题一直困扰着炼化企业的发展, 本文将对乙烯精馏塔管道腐蚀的主要原因进行探讨, 并对此提出相应的应对措施。通过分析管道的材料的特性和运行状况, 对其产生腐蚀的原因进行了深入的分析, 在此基础上, 针对降低管道腐蚀速率、延长管道使用寿命、确保乙烯精馏塔稳定运行、促进炼油工业经济发展等问题, 有针对性地提出有效的防护对策。

**关键词:** 炼化厂; 乙烯精馏塔; 管道腐蚀

**中图分类号:** TE986

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-5167 (2025) 018-0124-03

## Corrosion Causes and Countermeasures of Ethylene Distillation Tower Pipeline in Refinery

Guo Yongke (Sinopec Hainan Refining and Chemical Co., Ltd., Yangpu Hainan 578001, China)

**Abstract:** In the production process of refineries, the ethylene distillation tower is one of the key equipment, and its stable operation is crucial for the entire production process. However, the corrosion problem of ethylene distillation tower pipelines has always plagued the development of refining enterprises. This article will explore the main causes of corrosion of ethylene distillation tower pipelines and propose corresponding countermeasures. By analyzing the characteristics and operating conditions of pipeline materials, a thorough analysis was conducted on the causes of corrosion. Based on this, targeted and effective protective measures were proposed to reduce the corrosion rate of pipelines, extend their service life, ensure the stable operation of ethylene distillation towers, and promote the economic development of the refining industry.

**Keywords:** Refinery; Ethylene distillation tower; pipeline corrosion

乙烯精馏塔是一种管道系统承担物料输送、热量传递等重要功能的炼化厂生产乙烯过程中的关键设备, 但由于长期处于复杂的工艺环境中, 管道极易发生腐蚀, 不仅乙烯精馏塔的正常运行会受到影响, 造成产品质量下降, 而且在造成巨大经济损失和人员伤亡的同时, 还可能引发安全事故, 因此, 对乙烯精馏塔管道腐蚀原因进行深入研究, 并采取有效的保护对策, 是一项非常有现实意义的课题。

### 1 乙烯精馏塔管道腐蚀的影响

#### 1.1 降低生产效率

保证整个生产环节顺利进行的重要因素是乙烯精馏塔在炼化厂的生产过程中占有极其关键的位置, 管材腐蚀时, 其内壁粗糙度会逐渐升高, 而粗糙度的升高会使流体在管材内流动时受到的阻力增大, 这是流体力学原理描述的, 这种阻力增大的直接后果就是物资运送效率的降低, 物料输送效率的降低, 将对炼化厂大规模持续生产整个生产计划造成不容忽视的影响。更严重的是, 随着腐蚀程度的不断加重而发生, 一旦出现这种情况, 就会出现管内物料外泄的情况, 该装置不得不停车检修, 以避免物料泄漏引发的一系列连锁反应等更严重的后果, 在整个炼化厂生产链条中, 乙烯精馏塔的重要的一环, 其停车检修将使整个

炼化厂持续稳定的运转状态被打破, 这种持续稳定的运行状态被打破, 势必造成整个炼化装置的生产效率明显下降。

#### 1.2 威胁安全生产

易燃易爆材料的传递常涉及乙烯精馏塔, 一旦管道因腐蚀而泄漏, 就会向周围环境泄漏, 在炼化厂这样的工业环境中, 存在点火源的可能性很高, 比如明火或者静电, 这些点火源在泄漏的易燃易爆材料遇到时极易造成严重的安全事故, 如火灾或人员爆炸等, 这不仅会对炼化厂本身的设施、设备造成毁灭性的损害, 而且还可能对周围的其他设施造成影响, 对人员也会造成影响。此外, 一些有毒有害的物料也可能在乙烯精馏塔的管道内传递, 这些物料的泄漏会污染土壤、水源等周边环境, 同时也会危害到身边的身体健康, 可能会引起健康方面的问题, 如中毒等, 无论是火灾、爆炸还是有毒有害物质泄漏, 都会给企业带来巨大的经济损失, 给社会带来严重的安全隐患。

#### 1.3 增加维修成本

管材腐蚀也会带来企业生产经营过程中维修费用的上升, 炼化企业必须定期对管道进行检测, 需要投入专业设备和人员, 这是一笔不小的开支, 才能保证乙烯精馏塔管道的正常运行, 而且, 检测出管道有锈

蚀问题,有时甚至需要对管道进行局部或全部更换,这就需要对管道进行维修,这些材料、设备和维修和更换工作所需费用都是一笔不小的开销。如果没有及时发现锈蚀情况,然后出现突然的故障,这时就需要紧急停车检修了,与常规的计划保养相比,紧急停车保养的费用会更高,由于紧急停车将整个生产计划打乱,同时还需要调集更多的人力物力,在短时间内紧急抢修,从而造成生产损失,这种突发状况不仅使维修费用增加,而且由于生产损失更大,进一步加重企业经济负担。

## 2 乙烯精馏塔管道腐蚀原因分析

### 2.1 物料因素

①化学物质腐蚀。乙烯精馏塔内有硫化氢、二氧化碳等物质及少量乙烯、乙烷和杂质,硫化氢与管道金属发生化学反应,当有水时,硫化氢会形成湿的硫化氢环境,以铁为例,硫化氢与铁反应生成硫化亚铁和氢气,反应方式为  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS} + \text{H}_2$ ,二氧化碳溶于水形成碳酸对管道产生酸性腐蚀,如铁与碳酸反应生成碳酸亚铁和氢气,反应式表现为  $\text{Fe} + \text{HCO} \rightarrow \text{FeCO}_3 + \text{H}_2$ 。②冲刷腐蚀。在乙烯精馏塔管材中,高速流动的物料会造成管材内壁的冲刷,流体流动状态改变,在管道的弯头、三通、阀门等处产生湍流,使管壁冲刷加强,冲刷作用会使管道表面的保护膜受到破坏,从而使腐蚀介质直接接触到金属,使腐蚀速度加快,此外,管材本身的物理化学性质,如乙烯、乙烷等,也可能对管材腐蚀造成一定程度的影响。可能与管材产生潜在的相互作用,如乙烯的分子结构和化学活性,虽然在特定条件下,乙烷相对稳定,但也可能间接影响腐蚀,杂质的存在不仅是由于参与化学反应而引起腐蚀,还可能使物料的总物理性质发生变化,如流体粘度的改变,从而对冲刷腐蚀程度产生影响,同时可能出现不同材料之间的协同效应,使管道腐蚀程度共同加剧。

### 2.2 环境因素

①温度影响。气温方面的影响,乙烯精馏塔在运转时,其管内温度往往在高位运行,温度是化学腐蚀过程中的关键因素,温度升高必然会加快化学反应的速度,这是根据化学反应动力学原理得出的,这种现象在乙烯精馏塔管道上表现为腐蚀过程加速。具体地说,如硫化氢与铁的反应速度在高温下会明显加快,腐蚀程度也会因此而加剧,另外,温度也不是恒定的起伏会造成管道的热应力,两种因素叠加热应力和腐蚀作用,大大增加了管道的损伤风险,更容易发生腐蚀现象<sup>[1]</sup>。②湿度影响。从电化学腐蚀的角度来说,管道表面会形成一层水膜,当空气中的一定的数值,

这种水膜实质上是电解质溶液,它的存在创造了电化学腐蚀的必要条件,物料中的微量水分,即使在比较干燥的环境下,也可能在局部形成管道内壁潮湿的环境,这种局部潮湿的环境,对腐蚀的产生同样具有不可忽视的作用。

### 2.3 材质因素

①材质选择不当。在乙烯精馏塔管道的设计环节中,很重要的一点是要考虑物料的特性和作业环境,如果不充分注意,就有可能在管道材料的选择上出现错误,从而造成腐蚀,就拿含硫化氢的材料来说,一般碳钢管材的抗腐蚀能力要弱一些。普通碳钢在此物料的运转环境中,不能抵抗硫化氢的冲刷,故易出现腐蚀现象,相反,在同样的材料环境下,合金钢管道耐硫化氢腐蚀性能好,可以有效地避免腐蚀的发生,这是由于合金钢管道自身的特性所致。②材质质量的影响。当合适的管材确定下来之后,不能忽略材质本身的好坏,若材质有瑕疵,如杂物、气孔等,则此瑕疵便成为腐蚀之始,由于这些缺陷会使金属的连续性受到破坏,从而造成局部电化学的不均匀,在这种情况下极易发生局部腐蚀,也避免不了腐蚀问题的产生,即使当初选用的管材。

### 2.4 设计与施工问题

①设计不合理。如果管道结构设计不合理,在这些部位出现了积液和积料,就会导致腐蚀介质浓度升高,从而造成腐蚀加剧的情况发生,如某些乙烯精馏塔管路系统,使某些区域形成积液死角,原因是结构设计时流体的流动特性考虑不够充分,在这些死角,不断聚集腐蚀介质,不断增加浓度,这就造成了管道腐蚀过程的加快。同时,如果管材的支承和吊架设计出现问题,就会出现管材受力不均的情况,造成受力集中的情况,这种应力集中在腐蚀介质存在的情况下,容易造成应力腐蚀的破裂,例如,吊架间距设置过大,由于自身重量的管道的中间部分可能会产生过大的弯曲应力,在腐蚀介质的作用下,这里非常容易发生应力腐蚀开裂。②施工质量问题。在管道施工时,焊接质量不过关,会出现很多毛病,如果在焊缝中出现气孔、夹渣、未焊透等瑕疵,就会使焊缝中的耐腐蚀性降低,从而成为一个敏感的腐蚀部位,焊接工艺的参数选择不当或实际施工中焊工操作不熟练等都可能导致实际施工中乙烯精馏塔管道焊缝存在这些缺陷<sup>[2]</sup>。此外,管道表面的防护层也会因安装管道时产生的磕碰、刮擦等情况而受到破坏,一旦防护层遭到破坏,直接暴露在腐蚀环境中的管材,必然会增加腐蚀危险,与其他硬物发生碰撞或管材在搬运、安装过程中被工具刮伤,都会使管材表面的保护层受到破坏,从而使



腐蚀速度加快。

### 3 乙烯精馏塔管道腐蚀防护对策

#### 3.1 优化物料处理

①脱除腐蚀介质。在乙烯精馏塔的物料处理中,从源头上减少腐蚀的关键在于脱除腐蚀介质,物料必须使用有效的工艺手段去除其中的腐蚀成分,才能进入乙烯精馏塔,如常用的腐蚀介质硫化氢,可用胺类洗剂进行脱除处理,胺洗法的原理是将硫化氢从物料中分离出来,使醇胺溶液与硫化氢发生化学反应。而对于CO<sub>2</sub>来说,无论是物理吸收,都是去除二氧化碳的可行途径,物理吸收法是利用物质间物理溶解的特性,通过化学反应使二氧化碳吸收,从而使二氧化碳从物质中分离出来的一种物理吸收法,通过这些对腐蚀介质进行脱除的方法,可以使物料中腐蚀介质的含量明显降低,从而使腐蚀发生的可能性降低。②添加缓蚀剂。添加缓蚀剂也是一种有效的防腐蚀策略,用于物料的处理,缓蚀剂可以在有效阻隔腐蚀介质与金属管道金属表面形成一层保护膜,达到减缓腐蚀速度的目的,有机缓蚀剂可用于乙烯精馏塔管道,但在确定防蚀剂的配方和添加量时,对材料的特性和操作状况都需要有充分的考虑,同时,由于两者如果不兼容,可能会对生产工艺产生不利影响,因此,对缓蚀剂与物料的兼容性也要特别注意。

#### 3.2 改善运行环境

①控制温度和湿度。需要严格控制乙烯精馏塔的运行温度出现温度或温度波动过大的情况,通过对工艺运行条件的优化,确保管内温度在适宜的范围内保持稳定,同时也不能忽视监测和控制环境湿度,对于那些处于潮湿环境中的管材,可以采取降低环境湿度的措施,如通风、换气、除湿,由于水膜是电化学腐蚀发生的重要条件之一,可以通过降低湿度来抑制电化学腐蚀,因此来减少水膜在管道表面形成的几率。②防止结露。在管道的保温设计上,要确保因温度的变化,使管道表面不结露,从而达到良好的保温效果,可在管道表面增设防潮层或使用特殊保温材料等避免水分堆积的易发生结露部位,因为水分一旦累积,就会形成腐蚀发生的有利条件,而这种隐患可以通过以上方法得以排除,保证管道的正常使用,从而保证乙烯精馏塔的稳定安全地进行整体操作。

#### 3.3 合理选择与维护管道材质

①选择正确的材料。合理选择管道材质,根据乙烯精馏塔内物料的特性、运行温度、压力等各种条件进行选择是必不可少的,如管材中含有硫化氢等腐蚀性介质时,像铬钼钢那样的耐硫化氢腐蚀性合金钢应优先选用,材料的耐蚀性能、经济性等因素都需要在

选材过程中综合考虑,这样才能保证所选用的材质在经济上符合又符合物超所值的要求。②加强材质检验与维护。保证管道安全运行的重要环节是对管道材料的检验和保养,它的化学成分、力学性能、金相组织等都要经过严格的测试,才能在购买和安装管道之前投入使用,只有测试结果达到要求的材料。在管道运行过程中,超声波检测等都会定期对管道进行无损检测,管道内部的缺陷和腐蚀情况可以通过这些检测手段及时发现,可采取局部更换管材或进行修补处理的方式,确保管材安全运行,一旦发现管材某些部位腐蚀较为严重<sup>[3]</sup>。

#### 3.4 优化设计与规范施工

①优化管道设计。在管路设计阶段,对物料的流动特性、腐蚀因素等都要有充分的考虑,管材结构设计要优化,避免出现液体和物料堆积在管材上的部件,对管路的弯头、三通等部位,减少管壁被流体冲刷,应合理设计管路管壁,对管线的支撑、吊架等也要合理安排,使管线均匀受力,减少集中受力现象的发生,此外,还应在管道设计中预留一定的腐蚀余量,使管道的使用寿命得以延长。②规范施工操作。保证管材质量的关键在于加强管材施工过程的管理,施工人员必须严格按照设计要求操作,严格按照施工。在焊接环节,要保证焊接质量,选择合适的焊接材料,并对焊缝进行无损检测,只有在焊缝质量合格的情况下,才能进入下一道工序,对焊缝的焊接管材安装时,要注意对管材表层进行保护,防止发生碰伤、刮伤等现象,安装完毕后,要保证管道系统的密封性和清洁度,对管道进行严格的试压、吹扫等工作。

### 4 结论

炼化厂乙烯精馏塔管道腐蚀是由多种因素共同作用的结果,包括材料,材料,以及设计和施工,从优化材料处理、改善运行环境、合理选用和维护管道材料、优化设计和规范施工等多个方面综合采取防护对策,才能有效防止管道腐蚀,确保乙烯精馏塔稳定运行,同时,企业要加强对管道腐蚀情况的监控和管理,定期对管道进行检测和评估,对腐蚀隐患及时处理,保证炼化厂经济效益。

#### 参考文献:

- [1] 刘旭霞,王涛,任重,刘希武.醋酸乙烯装置精馏塔回流管道开裂失效原因分析[J].石油化工腐蚀与防护,2023,40(01):56-60.
- [2] 徐军.石化生产中精馏塔控制和节能优化路径研究[J].中国石油和化工,2024(08):76-78.
- [3] 黄俊文.精馏塔压力热旁通系统设备及管道布置研究[J].云南化工,2022,49(08):114-117.