

常减压蒸馏装置常压塔低温系统腐蚀与防护

胡嘉洋

中国石化海南炼化化工有限公司 海南儋州 578101

摘要: 本文主要针对常减压蒸馏装置常压塔低温系统腐蚀问题及保护措施进行分析研究。文章在进行研究的过程中, 结合实践案例, 总结常减压蒸馏装置常压塔低温系统腐蚀位置和机理, 同时总结了腐蚀处理和防腐处理措施。通过本文研究发现: 低温系统腐蚀中管线、塔顶腐蚀比较严重, 直接影响到系统运行, 因此需要针对性实施防腐措施, 确保系统应用良好。

关键词: 常减压蒸馏装置; 常压塔低温系统; 腐蚀与防护

Corrosion and protection of low temperature system of atmospheric column in atmospheric and vacuum distillation unit

Jiayang Hu

Sinopec Hainan Refining and Chemical Co., Ltd. Hainan Danzhou 578101

Abstract: This paper mainly analyzes and studies the corrosion problems and protection measures of the low-temperature system of the atmospheric column in the atmospheric and vacuum distillation unit. In the process of research, combined with practical cases, the paper summarizes the corrosion position and mechanism of the low-temperature system of the atmospheric tower in the atmospheric distillation unit and summarizes the corrosion treatment and anti-corrosion treatment measures. Through the study of this paper, it is found that the corrosion of pipelines and tower tops is serious in low-temperature system corrosion, which directly affects the system operation. Therefore, it is necessary to implement anti-corrosion measures to ensure the good application of the system.

Key words: Atmospheric and vacuum distillation unit; Low temperature system of atmospheric tower; Corrosion and protection

一、案例研究

本文为确保研究具有实践性, 针对某常减压蒸馏装置的运行腐蚀问题进行分析, 该装置应用过程中出现了比较严重的腐蚀现象, 其中主要问题表现为空冷器泄露、塔顶管线腐蚀、顶部塔盘腐蚀断裂等。为处理和预防腐蚀问题, 该装置维护人员实施了多种措施解决腐蚀问题, 以下表 1 为该设备的主要运行参数统计, 为后需要的腐蚀研究提供数据基础。

表 1 常压塔塔顶系统设备参数统计分析

位号	名称	材质
C-202	常压塔	20 R + 022Cr19Ni10
E-210A/B	常顶循 1 号换热器	10 号 (管束)/20 R (壳体)
E-210C/D	常顶循 2 号换热器	10 号 (管束)/20 R (壳体)
A201A ~ I	常顶空冷器	20 号 (管束)/20 R (壳体)
E-201W/X	常顶后冷器	20 号 (管束)/20 R 壳体
D-201	常顶回流罐	20 R

二、腐蚀状况研究

该设备应用多年, 造成不同程度的腐蚀问题。以下是对该装置低温系统不同位置的不同腐蚀情况进行研究。

2.1 常压塔塔顶腐蚀

该常压塔塔顶第一个孔内部塔壁受到腐蚀影响, 内壁表层出现密集蚀坑点, 观察测量发现, 腐蚀坑坑深 0.4 - 1 mm。常压塔顶第 1 - 5 层塔盘受到腐蚀影响已经出现了断裂情况, 将塔顶塔盘曲线, 发现盘表面有腐蚀污垢, 对污垢研究确定主要成分包括 Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeS 及 $FeCl_3$ 等。最后, 塔顶腐蚀最严重的位置为第 2 层塔盘支撑圈, 该位置与溢流堰塔壁上存在较深蚀坑, 受液盘与器壁连接的角焊缝处存在腐蚀沟槽。除此之外, 在顶循附近的受液槽、支撑圈和溢流堰等内件均存在大小不一, 程度各异的坑蚀。

2.2 塔顶油气管线腐蚀问题

由于长时间受到腐蚀影响, 塔顶油气线受到腐蚀问

题也比较严重。本次研究发现,塔顶油气线受到腐蚀,尤其是水平直管段位置腐蚀严重,腐蚀问题已经造成油气管线减薄,测量发现线路的厚度为 5.55 mm,对于正常线路和其他部位线路,厚度减少为 4 mm。另外,针对油气管线进行整体线路进行检查可以发现,常顶空冷器入口管线腐蚀问题也比较严重,该位置管道壁最初厚度为 8mm、而当前测量为 2mm、由于腐蚀影响已经造成 6mm 衰减,严重影响都油气运输的安全性。

2.3 腐蚀泄漏问题

腐蚀泄漏问题是比较常见的问题,而本次调查研究中发现,该低温系统的腐蚀泄漏问题已经非常严重,多个位置出现腐蚀泄漏问题。

①常顶油气空冷器入口侧管束与管箱接触部位出现油气泄漏。

②腐蚀问题研究中发现,常顶后冷器 E/201W 的换热管束位置出现腐蚀现象,主要问题是表面附着坚硬锈垢,锈垢的情况密集,并且锈蚀情况不够均匀,腐蚀坑问题也比较严重,比较多,测量发现,腐蚀最深位置达到 0.9 mm。

三、腐蚀原因探究

通过腐蚀问题可以发现,低温系统大部分结构都出现了不同程度腐蚀问题,本文进一步对该低温系统的腐蚀原因进行探讨,以下是对该系统的腐蚀原因进行分析:

3.1 HC₁-H₂S-H₂O 腐蚀分析

研究发现,HC₁-H₂S-H₂O 腐蚀是低温系统腐蚀的主要原因,在低温系统过程中,释放的 HC₁-H₂S-H₂O 等物质,给系统造成了严重的腐蚀影响。研究发现,HCl 物质主要是由原油中的无机盐 MgCl₂ 和 CaCl₂ 水解后形成,在生产中 MgCl₂ 在 120 °C 温度下会发生水解现象,而当温度升高 340 °C 时,水解成分将达成 90%。而在成分中 CaCl₂ 的水解需要在 210 °C 进行,当温度升高为 340 °C 时水解效率为 10%;另外,研究发现 NaCl 的水解温度为 340 °C,此时水解效率仅仅为 2%。H₂S 主要来自原油中的硫化物在 260 °C 以上的分解产物。H₂O 主要来自原油中含有的水以及塔顶三注防腐时注入的水。因此每当三种物质水解程度不同时,将会在内部产生腐蚀性较强的酸性气体,不断腐蚀问题,而意识的腐蚀问题得不到处理,将会造成更为严重的腐蚀问题。

3.2 铵盐腐蚀问题

研究发现,低温系统的腐蚀性影响也包括铵盐腐蚀问题。塔顶油气受到严重的影响,一定程度上也影响到铵盐问题。实际上,铵盐腐蚀比较严重,研究发现如果塔顶油气中的 HCl 与 NH₃ 的占比较大是,位于较高位置的露点部位,在气相作用下,使 HCl 与 NH₃ 直接反应继而析出 NH₄Cl 晶体,而该晶体是造成腐蚀问题的主要原因。研究发现,NH₄Cl 晶体析出的温度受到 HCl 和 NH₃ 分压影响,该分压可通过测定塔顶回流罐水相中的氯化物和氨的含量,并根据系统中的水的

饱和蒸汽压和烃分压来估算。

NH₄Cl 晶体析出之后沉积在常压塔顶部和油气管线内部,久而久之造成管线腐蚀影响。该晶体析出之后,也会造成常顶水质污垢现象,污水问题中含有较多的氯离子,长期运动状态下,造成比较严重的腐蚀问题,继而影响到常温系统正常运行。本文为了针对该腐蚀原因进行处理,针对常顶污水水质进行检测研究,如以下表 2 所示。通过表 2 发现,污水中的 CL 元素严重超标,是腐蚀性严重的主要原因。

表 2 常顶污水水质

含有成分	平均值 (mg·L ⁻¹)	最大值 (mg·L ⁻¹)	最小值 (mg·L ⁻¹)	标准值 (mg·L ⁻¹)
ρ (Cl ⁻)	856.83	1 214.50	646.20	≤ 30.00
ρ (Fe ²⁺)	2.68	3.35	2.26	≤ 3.00
pH 值	7.00	9.00	5.50	7.00 ~ 9.00
ρ(S ²⁻)	1 101.01	1 250.34	998.60	
ρ (NH ⁺⁴)	166.50	222.00	123.00	

四、腐蚀防护措施应用

通过本文研究已经提出了腐蚀问题的主要原因。而针对腐蚀问题,本文也提出了针对性的防腐措施,以下是对防腐措施进行总结:

4.1 优化工艺

对工艺进行优化能够有效解决腐蚀问题。因此,本次防腐措施应用过程中,相关针对腐蚀原因提出了工艺化措施。

①研究发现优化塔顶注水工艺能够有效预防腐蚀问题,调整初凝区结构位置,防继而实现设备防腐。研究中,设计将注水方式改为汽提净化水流程,对注水量也进行了改变。设计过程中要求新工艺的注水点加入 25% 比例液相水,选择十倍管径为注水口,并且采创新使用喷头注水形式。考虑压力降及工艺物流的特性,选择流动性喷头,设计保持注水水流速度与管线内部流速相同,确保有足够的压力降实现水滴的均匀分布,设计过程中,为确保喷水能够实现全管壁覆盖,要求喷头位置设置为管径的中间位置,角度覆盖为 45°,通过此工艺优化,能够防止注水凝结,从而造成腐蚀垢现象,同时优化注水,也能够减少水汽与其他成分融合,形成酸性物质^[1]。

②弃用氨水,改用有机胺中和剂。工艺优化过程中,采用有机胺中和剂代替氨水,从而实现防腐。研究中发现,有机胺中和剂在应用后能够以最快速度进入到低温系统的初凝部位,并与盐酸形成中和作用,使

水体、管线内部的 PH 值保持稳定,继而也会缓解腐蚀问题,控制铵盐沉积。通过上述腐蚀问题研究可以发现,铵盐腐蚀影响十分重要,主要原因是铵盐水流动到各个区域,并且整个生产工艺也应用大量的氨水,从而形成铵盐。因此,更换有机胺中和剂能够有效地预防铵盐腐蚀影响^[2]。

另外,工艺优化的过程中,提出将顶循温度比露点温度高 14 ℃ 以上,从而实现局部露点的有效控制,确保注水控制有效。上述研究发现,露点温度升高,也会导致腐蚀问题。因此,本方法可以有效解决腐蚀问题。

4.2 腐蚀监测技术应用

本次研究发现,低温系统腐蚀问题造成了塔壁和管线变薄等问题。该问题的安全隐患也比较大。因此,为了监控腐蚀问题,本次防护措施优化,提出建立定点测厚措施,针对常压塔以及管线变形测厚,确认腐蚀问题,继而实施针对性预防。

① 主要将常压塔的塔顶封头位置、塔 5 层以上塔壁、各侧线抽出口短节位置、进料结构塔壁及塔底封头等位置增加布点。

②空冷入口,塔顶抽线位置都要求进行测厚,测厚过程中,采用 WAND 技术,针对各位置进行测厚,发现腐蚀问题造成结构减薄的问题后一定及时进行处理。以下表 3 为本次研究中,常压塔塔顶测厚布点进行统计^[3]。

表 3 目前常压塔塔顶定点测厚布点

管线名称	工艺介质	布点数量 / 个
E-210A/B	常顶油气	50
E-210C/D	常顶油气	48
E-201W/X	常顶油气	9

五、常减压蒸馏装置常压塔低温系统防腐措施优化建议

该常减压蒸馏装置在防腐措施应用之后,腐蚀问题得到了有效的改善。但是,根据多年的设备防腐经验,笔者认为常减压蒸馏装置防腐措施还不够完善,而针对

该装置低温系统腐蚀问题,笔者也提出了多点建议:

①防腐过程中,针对油气挥发的线初凝区位置进行防腐改进,设计应用耐腐蚀材

料,将传统碳钢改进为双相钢、钛材等材料,从而起到良好的防腐效果。另外,现代钢材中碳钢镀 Ni-P 的工艺也能够起到良好的防腐作用,已经得到了实践验证。初凝区之外的位置采用其他工艺防腐,并做好定点测厚和在线监测。例如,空冷器灌输位置涂刷 SHY-99 涂层进行防腐,SHY-99 防腐涂料为低粘度、高固含量产品,单道涂层干膜厚度比其他换热器涂料的厚度要高,可减少涂装道数即可达到涂层厚度要求,濮阳市海林特种设备制造防护有限公司,海林特种设备制造防护,提高涂装效率。并且涂层光洁均匀、柔韧坚硬、导热性能好,物理机械性能和化学性能的稳定^[4]。

②对空冷器入口处进行定期清洗清洁,空冷器控制的过程中,定期做好清洗,防止喷头位置出现堵塞现象,继而实现防腐应用^[5]。

六、结束语

常减压蒸馏装置常压塔低温系统在实际应用中极易受到腐蚀影响。通过本文结合具体案例的研究和探讨,已经提出了多种防腐措施,希望能够对常减压蒸馏装置常压塔低温系统防腐和保护有所帮助。

参考文献:

- [1] 关庆林,徐向英.常减压蒸馏装置常压塔低温系统腐蚀与防护[J].石油化工腐蚀与防护,2021,38(3):5-5.
- [2] 张典元.常减压蒸馏装置塔顶换热器腐蚀泄漏及预防措施[J].石油化工腐蚀与防护,2020,37(3):5-5.
- [3] 毛哲.4.5Mt/a 常减压蒸馏装置流程模拟及操作优化研究[D].大连理工大学,2020.
- [4] 柏宜群,余峰,陈敦平,等.常减压蒸馏装置常顶低温系统防腐策略[J].石油化工腐蚀与防护,2022(002):39-39.
- [5] 马红杰,赵玉生,张文泽.掺炼高氯原油常减压蒸馏装置腐蚀风险分析及防护[J].石油化工腐蚀与防护,2021,38(5):5-5.