

常减压换热器装置防腐预防及分析

李智刚

福建联合石油化工有限公司, 福建 泉州 362800

[摘要] 石油化工集团公司常减压装置的4个换热器与原油进行热交换,上部油气管道从一侧通过,原油在壳层上运输(进口45度,出口70度)。四种换热器的管子均为碳素钢材质。2007年,在常减压装置的四个换热器及石油、天然气管线上,采用镍磷化处理,到目前为止,已运行6年。然而,从2016年至今,管道束流已发生了多起渗漏,严重影响了设备的正常运行,给工作人员的生命安全带来了极大的威胁。

[关键词] 常减压换热器; 装置防腐; 预防措施分析

DOI: 10.33142/ec.v6i11.9919

中图分类号: TE986

文献标识码: A

Corrosion Prevention and Analysis of Atmospheric and Vacuum Heat Exchanger Equipment

LI Zhigang

Fujian Refining Petrochemical Company Limited, Quanzhou, Fujian, 362800, China

Abstract: The four heat exchangers of a certain petrochemical company's constant pressure drop device exchange heat with crude oil. The upper oil and gas pipeline passes through one side, and the crude oil is transported on the shell layer (45 degrees at the inlet and 70 degrees at the outlet). The pipes of the four types of heat exchangers are all made of carbon steel. In 2007, nickel phosphating treatment was applied to four heat exchangers in atmospheric and vacuum distillation units, as well as oil and natural gas pipelines. So far, it has been in operation for 6 years. However, since 2016, there have been multiple leaks in the pipeline bundle, seriously affecting the normal operation of the equipment and posing a great threat to the safety of staff.

Keywords: atmospheric and vacuum heat exchanger; equipment anti-corrosion; analysis of preventive measures

引言

常减压换热器是石油化工生产中重要的设备,用于将高温高压的蒸汽与低温低压的液体进行热量交换。由于常减压换热器工作环境恶劣,容易受到腐蚀和磨损的影响,因此必须采取有效的防腐措施。

1 换热器腐蚀调查

1.1 管板和管束膨胀接头腐蚀

换热器腐蚀更换两条管束后,对系统进行了严格的检测和调试工作,以确保系统的各项功能都能够正常运行。在换热器外部腐蚀情况的检查中,我们发现换热器的管板和管束膨胀接头已经严重地腐蚀,这可能会导致接头处出现漏液现象,从而对系统的正常运行造成严重影响。

为了保证系统的稳定性和可靠性,对换热器进行了全面的维修和更换工作。首先,更换了两条管束,以保证系统的正常运行。同时,还对换热器焊接处进行了检查和修复,以避免焊接处出现漏液现象。在换热器内部检测过程中,发现管板内部已生锈严重,这可能会导致管板破裂或者失效。因此,对管板进行了彻底的清洁和打磨工作,以保证其表面的平整度和光洁度。

通过对换热器的外表面进行了检查,并发现了一个直径为1.5的穿孔。这可能是由于换热器在长时间运行过程中,受到外部物体或者化学物质的侵蚀所导致的。为了保证系统的安全性和可靠性,决定对穿孔进行修复和处理

工作。在完成所有维修和更换工作后,对系统进行了严格的测试和调试工作,以确保系统的各项功能都能够正常运行。测试结果显示,系统在经过维修和更换管束后,各项性能指标均达到了预期要求。通过这次全面维修和更换工作,系统将能够更好地满足客户的需求和要求,为客户的工作提供更加高效、稳定和可靠的保障。

1.2 热交换器管束出现大量侵蚀坑点

对于换热器两根换热管的解剖分析,发现热交换器管束出现了大量的侵蚀坑点,包括最大的8个0.8~8毫米坑。这些坑点可能会导致管束的强度减弱,从而影响系统的稳定性和可靠性。此外,还发现U管腐蚀处上半部分表面比下表面严重得多。这可能是由于上半部分的应力更大,导致下半部分的腐蚀速度更快。因此,需要对上半部分表面进行更加严格的检测和修复,以避免整个换热器出现腐蚀失效的情况。

对于管束的应力减少并不严重的问题,这是由于我们在维修和更换管束时,对管束进行了充分的支撑和固定,以确保其不会受到外部压力或者振动的影响。此外,也加强了对于换热器内部压力的监测和管理,以确保系统的安全性。综上所述,通过本次换热器维修和更换工作,可以成功解决管束侵蚀的问题,并确保了系统的稳定性和可靠性。

1.3 检查换热器焊缝腐蚀情况

针对换热器焊缝检查缝隙腐蚀情况进行分析,发现换

热器管束断面焊接处的镀镍磷镀层良好,并未发现严重的腐蚀现象。这一结果表明,在焊接过程中采用了高质量的焊接材料,并采取了适当的焊接工艺,以确保焊缝的密封性和耐腐蚀性。

对管束内表面的各项指标进行检查,结果显示其各项指标均正常。这说明在换热器正常运行过程中,内部表面没有发生任何严重的腐蚀现象。然而,也发现在换热器出现腐蚀泄漏主要发生在管板上顶部管束焊接位置。这一发现说明换热器在出现腐蚀泄漏时,管束焊接位置往往是受到腐蚀影响最为严重的地方。

因此,需要进一步检查该位置的焊接质量,并采取相应的措施进行修复和预防措施,以避免类似问题再次发生。例如,对换热器管束进行全面的检测和评估,以确定可能存在的隐患和问题。对该位置的焊接质量进行全面检查,包括焊缝是否完整、有没有气孔、夹渣等问题。如有必要,对存在问题的焊缝进行修复或更换工作。

同时,也将采取以下预防措施,例如,在换热器焊接过程中,严格遵循相关焊接规范和标准,确保焊接质量。对换热器进行定期检查和维修,确保其运行状态良好。加强工作人员的培训和教育,提高其对换热器腐蚀问题的认识和预防意识。通过以上措施的实施,希望有效地降低换热器的腐蚀率,延长其使用寿命,确保设备的稳定运行和高效节能^[1]。

2 常减压换热器装置腐蚀原因分析

2.1 应力腐蚀

常减压换热器装置应力腐蚀是指在高温、高压、低合金钢材质下,由于材料内部组织应力、腐蚀介质和温度等因素的影响,导致换热器管道和元件表面产生凹凸不平的腐蚀现象。这种腐蚀形态通常呈现为凹坑或凸起的形式,对于设备的正常运行和安全都具有很大的危害性。

分析应力腐蚀的危害,如降低换热器的换热效率,导致传热效果不佳。造成管道和元件的局部变形和损坏,影响设备的稳定性和安全性。降低材料的力学性能,使材料更容易发生裂纹和失效。在高含盐、高含氧环境中易形成局部电池效应,加速设备的老化失效。

因此,提出预防应力腐蚀的措施。如,采用高温合金钢等具有较高抗腐蚀性的材料制造换热器,以减少材质内部组织应力的影响。在设计时采用合理的结构形式和工作条件。对换热器表面进行适当的涂层处理,例如防腐漆、防腐剂等,以减少腐蚀的发生。在运行过程中,保持合理的操作温度和压力,避免高温、高压环境下的长时间运行。定期对换热器进行清洗和维护,清除表面的污垢和垢物,以提高其传热效率。在设备停用期间,将换热器内部水分干燥并充满干燥氮气或惰性气体,以防止内部形成电池效应。定期检查设备内部是否有泄漏现象,并及时进行维修和处理。

2.2 换热器“一脱三”情况进行分析

在常减压换热器中,恒压电除法和常顶三注正常注射条件是两种常见的除盐方式。通过对比这两种方式的运行情况,可以发现含盐量只有 15.5%, pH 值低于只有 20%的通过率是导致换热器的热交换性能下降的重要原因之一。

在常减压换热器中,盐分会对管道和元件的传热性能产生影响。当盐分浓度较低时(如 15.5%),腐蚀现象相对较少,但当盐分浓度较高(如 30%以上)时,腐蚀现象就会变得更加严重。此外, pH 值也是影响换热器性能的一个重要因素。例如, pH 值低于只有 20%,这也表明设备的运行环境存在一定的问题^[2]。

因此,为了保证设备的正常运行和安全,需要对热交换器进行定期的清洗和维护,以清除表面的污垢和垢物,并根据实际情况合理调整操作条件,以达到最佳的除盐效果和热交换性能。此外,在使用过程中还需要注意避免高温、高压环境下的长时间运行,以及停用期间对内部进行干燥处理,以防止内部形成电池效应。同时,定期检查设备内部是否有泄漏现象也是非常重要的。

3 常减压换热器装置保护方法

3.1 降低石油加工中卤素的含量

一方面,加强“一脱三”管理是指在生产过程中,对油进行严格的检测和处理。通过使用先进的检测设备和工艺,可以及时发现并去除油中的卤素。同时,还可以采用吸附、膜分离等方法来去除油中的卤素。

另一方面,地表水代替电脱盐和注水是一种环保、可持续的解决方案。地表水具有天然的矿物质和微量元素,可以提供丰富的营养给植物生长和动物繁殖。同时,地表水的处理相对简单易行,不需要进行复杂的处理过程。

3.2 稳定原油品种, 加强总量控制

稳定原油品种, 控制系统油和硫含量数量不应超过 0.55%是一个非常重要的要求。这意味着在生产过程中,必须严格控制原材料的质量和数量,以确保产品的质量和稳定性。

首先,稳定原油品种是指在生产过程中,原材料的种类和质量应符合标准要求。这包括对原材料进行严格的检测和分析,确保其符合相关的标准和规定。同时,还需要建立完善的质量管理体系和监管机制,对原材料的质量进行定期检查和评估。

其次,控制系统油和硫含量数量不应超过 0.55%是一个重要的限制条件。这个限制条件旨在确保产品中油的质量和稳定性不受影响。通过严格控制油的数量和质量分布情况,可以减少混合带来的问题。例如,“一脱三”管理和地表水代替电脱盐和注水等措施,都可以有效地减少混合带来的问题。

最后,“劣质原油应储存在一个单独的储罐内以减少

混合带来的问题”也是一个重要的措施建议。此外，还需要建立完善的质量管理体系和监管机制，对原材料的质量进行定期检查和评估。同时，还需要加强生产过程中的环境保护措施减少对环境的影响。

3.3 应力消除，方法选择、材料筛选

在焊接过程中，为了保证焊接质量，需要进行严格监测。在焊接热处理过程中，要消除焊接后的应力，保证焊缝的稳定性和可靠性。为了达到这一目的，可以采用加热、保温、冷却等方法对焊缝进行热处理。在实际操作中，还需要根据具体的焊接工艺和材料选择合适的焊接参数和热处理方式。

在腐蚀防护方面，需要选择合适的方法来保护焊缝不受腐蚀。例如，可以采用管状涂料涂装的方法来对焊缝进行防腐处理保护。但需要注意的是，在施工过程中不做防腐处理，以免影响焊缝的质量和可靠性^[3]。

在选择合适的管材材料时，要考虑到多方面的因素。首先，要根据具体的应用场景和需求来选择材料。例如，在中国使用较多的 08Cr2AlMoRe 材料是一种不错的选择，因为它具有较高的强度、韧性和耐腐蚀性，能够满足大多数情况下的使用需求。其次，还需要根据具体的工程环境和要求来选择材料。例如，在一些特殊的环境中，需要选择具有特殊性能的材料来满足要求。此外，还需要考虑到材料的加工工艺和使用成本等因素。

对于焊接过程中产生的应力，需要采取相应的措施来消除。根据具体情况，可以选择不同的方法来消除应力，如采用适当的焊接参数、增加焊缝厚度、改变焊缝形状等方法。同时，在焊接过程中还需要注意避免过大的热输入和过大的冷却速率，以保证焊缝的稳定性。

4 常减压蒸馏装置常顶换热器的防腐措施

4.1 局部酸蚀和侵蚀处理

有机胺在常减压蒸馏装置常顶换热器主设备故障中的应用因素是在初始凝固区发生的局部酸蚀和侵蚀。在生产中，为了保证设备的正常运行和减少故障的发生，需要采取相应的措施来解决这一问题。

常用的措施之一是将有机胺注入塔顶形成氯化铵，形成侵蚀后，鳞片腐烂。这种方法可以有效地清除管道内的污垢和积碳，提高换热效率。但是，需要注意的是这种方法只适用于有机胺具有一定的腐蚀性的情况。如果有有机胺的腐蚀性过高，可能会对管道造成更大的损害^[4]。

另外一种解决方法是使用固定的管板衬里铁，来代替传统的管板衬里方式。这种方法可以有效减少盐顶现象的发生，提高换热效率。但是，需要注意的是这种方法需要对设备进行改动较大，且成本较高。因此，需要充分考虑其经济性和实际可行性。

针对盐顶现象的解决办法，可以在换热器内部设置清洗系统，定期对盐进行分析，并对积盐进行清洗。这种方法可以有效地减少盐顶现象的发生，但是需要对设备进行

较大改动，且清洗效果受水质和盐分含量的影响

另外，还可以通过调整换热器的运行参数来解决盐顶现象的问题。例如，可以适当提高电流密度和温度差值，以增加热传导效率；或者调整塔底温度和液体流量等参数，以降低塔底的液相压力。但是需要注意的是这种方法可能会影响换热器的稳定性和平衡性。

4.2 坚持原油调碱处理

坚持原油调碱处理方法，可直接中和原油中含有的酸和易水解的 CaCl₂ 形成不易水解的氯化钠，并减缓 HCl 的过程中形成。在 4% 的水溶液注入后，残留量控制在 2μg/g 以下。在焦化原料时，停止碱的注入，当用作催化原料时，停止注入。每天注射两次后，对样品中的含量进行分析^[5]。

对于含有腐蚀性物质的原油，必须进行烧碱的浓缩处理。首先需要准确测量烧碱的浓度，然后进行浓缩处理。在浓缩过程中要注意避免局部碱液浓度过高的情况发生，以免对设备造成损害。在处理过程中，要保证操作人员的安全，穿戴好相应的防护设备。此外，还要定期对处理效果进行评估，及时调整和优化处理方案。

通过原油调碱处理方法可以有效地降低原油中的酸性物质含量，减缓 HCl 的形成，从而提高原油的质量和稳定性。同时，还可以避免因局部碱液浓度过高而导致的设备损害和安全隐患。此外，坚持原油调碱处理方法有助于提高生产效率和产品质量。在焦化原料时停止碱的注入，以免对催化剂产生不良影响。当用作催化原料时，停止注入，避免因过多碱液导致反应失控。

5 结束语

定压型换热器管束内壁的腐蚀以酸碱、刮擦为主，而对壳体上的原油油面无明显的腐蚀。镍磷涂层是影响换热设备低温腐蚀的主要因素，而局部缺陷对换热设备的腐蚀也有很大影响。在此基础上，对换热器进行了腐蚀处理，并对焊缝进行了腐蚀处理。在某些腐蚀情况下，发生了局部凝结，但没有引起渗漏。通过加强“一脱三”，提高换热器自身的品质、材质等，也能有效地提高其传热效率，延长其使用寿命。

【参考文献】

- [1] 甘俊民. 常减压装置换热设备防腐涂料应用技术总结 [J]. 扬子石油化工, 2021 (1): 3-4.
- [2] 孙保平. 常减压装置低温部位换热器选材对比 [D]. 天津: 天津大学, 2021.
- [3] 杨锋, 王建军, 任刚, 等. 常减压装置塔顶工艺防腐智能加注系统应用总结 [J]. 炼油技术与工程, 2022, 52 (8): 46-49.
- [4] 孙文君, 郭雷. 常减压装置常顶换热器腐蚀的研究 [J]. 石油和化工设备, 2021 (2): 102.

作者简介: 李智刚 (1982—), 男, 工程师, 2007 年毕业于大庆石油学院过程装备与控制工程专业, 现从事炼化化工设备管理工作。