

化工换热器的腐蚀问题及防腐措施

庄丽珍 袁永永

宁波巨化化工科技有限公司 浙江 宁波 315200

摘要: 换热器在化工制造过程中不可或缺,在制造过程中,若将设备的工作温度长期保持在很高的水平,在很大程度上就会减少设备的使用寿命,更严重的还可能造成机械损伤。换热器利用换热系统减少了设备工作过程中的工作温度,以确保其能够更长时间内正常工作。换热器锈蚀的影响因素很多,长时间处在高温状态、工作运行强度过大、人为损伤等均可以造成换热器使用寿命下降,同时还会对设备的安全运行产生一定的负面影响。

关键词: 化工; 换热器; 腐蚀问题; 防腐措施

引言: 换热器是化工行业中常见的热量交换装置,但由于换热器的工作介质通常是高腐蚀介质,并伴随着相应的高温 and 高压,使得化工设备换热器受到了很大的热腐蚀危害,影响了设备的正常工作。换热器和换热管的表面锈蚀易导致换热器渗漏,造成安全使用问题,所以研究化工设备换热器的锈蚀原因及其防锈方法十分必要。

1 化工换热器的概念

化工设备中的换热器能够将热冷流体中的能量传递给其他流体,传热过程中热流不会随着时间变化。合理、有效地运用换热器可以确保流体温度达到相关规定标准,提高企业的能源利用效率。化工换热器的使用范围十分广泛,通常用于石油化工厂、热电厂等场所。由于设备使用量巨大,化工换热器设备腐蚀问题是不可避免的风险,需要采取适当的防腐措施。目前使用较多的换热器类型包括蓄热式换热器、混合式化热器和间壁式换热器。在煤炭、石油和电力行业等领域,换热器发挥着不可或缺的作用,直接影响企业的经济效益。一旦换热器出现腐蚀问题,设备将发生故障,最终导致设备损坏,给企业带来一定的经济损失。

2 化工设备换热器常见的腐蚀问题

2.1 化工设备换热器表面磨损腐蚀

化工设备换热器在运行过程中,其中金属材质组件就必然会碰触到高腐蚀性介质,在设备介质流动的影响下,金属组件外表皮就可能存在明显的腐蚀性损伤,即磨损,长此以往,就会使得换热器存在安全问题,弱化设备运行稳定性。因为腐蚀性介质本身性状不能体现恒定性,不仅会呈现液态,也会呈现固化和化状态。但通常而言,使得设备出现腐蚀性损伤的介质都具有流动性,在较长时期的接触和摩擦条件下弱化设备表皮的防护能力,并且在空气中氧化与金属表皮腐蚀的条件下提升腐蚀进展,继而使得换热器受到腐蚀性损伤^[1]。

2.2 化工设备换热器换热管“水”侧腐蚀

在具体科研和一线作业过程中了解到,换热器设备在较长时期运转过程中,其中水介质也容易对设备造成腐蚀性损伤,这主要是归因于,在化工设备系统在运行期间,其中水介质酸碱值没能体现均衡性,在空气中的溶解性也较强,并在热能转换时,伴随水介质与阴离子间的化学反应,这样就可能会致使腐蚀现象的存在。所以,想要防止腐蚀化现象的再度出现,就应当先优化升级设备管线的防腐性和渗水性,提升其热传导和耐热能力。

2.3 化工设备换热器内部沉积物下的电化学腐蚀

如果换热器在日常作业中,其中介质存在不能体现匀速流动或体现缓滞状态,就可能会使得设备内部堆积杂质。而在一般条件下,所堆积杂质的状态都不会体现恒定性,具有明显的多变性。如果杂质混于介质流动,并与设备表皮相触碰,长此以往,就可能会导致设备表皮显露出腐蚀性损伤,并且一些杂质如果堆积于设备的凹陷处,就可能在空气环境中发生化学性反应,进而导致明显的腐蚀现象。如出现阴极还原反应,还原碱性溶液或酸性溶液,加大腐蚀力度;出现阳极氧化反应,导致设备金属物质溶解,加大腐蚀力度。

3 化工换热器的防腐方法

3.1 使用防腐涂料

防腐涂料是化工换热器中防腐的主要手段,可以有效避免腐蚀问题的出现。常见的防腐涂料有无机防腐涂料和金属防腐涂料,如电镀、火焰喷涂等。当完成了喷涂防腐涂层工作以后,就必须把化工换热器安装在高温下进行烘烤以使涂膜紧密粘合。金属涂料具备可变性的优势,但无机防腐涂料相对薄弱。如果无机金属镀层发生了裂纹或破洞,将形成巨大的腐蚀区域,进一步增加了换热器的锈蚀速率,并严重影响其使用寿命。所以,在使用化工换热器的过程中,都需要做好定期的检测维

护,及时发现并修复出现的腐蚀问题,从而延长换热器的使用寿命。

具体的操作方法,是确保设备工作温度不得小于 3°C 或者空气相对湿度不得大于85%,此为先决条件,首先必须要把金属换热器表面上的锈迹全部清洗干净,并做好除油工作,在确保金属的自然本体全部裸露后,对换热器表面的喷涂要求必须经过严密把管,要同时达到防腐与增温的要求,而换热器的表面防腐蚀涂料厚度也应尽量的掌握在 $80\sim 250\mu\text{m}$,因为换热器的防腐涂料太厚会造成换热器导热能力减弱,防腐涂料也就不坚固。管道外壁的防腐涂料可通过浸渍的方式进行施工,换热器外壳也可采用泵进行喷漆。在喷涂的过程中,必须坚持两遍引漆、四层涂装,并确保每层涂料的厚度在 $25\sim 40\mu\text{m}$ 之间。化工换热器的防腐蚀涂层喷涂工作完毕后,需要检验防腐涂料表面是否光洁,是否存在裂缝等,同时需确保涂料厚度均匀一致,检验无误后才可投入使用。红单环氧可作为主要的耐腐蚀防锈材料,它具有很强的防锈和耐腐蚀性能,能够抵抗大多数的酸碱介质,同时具有耐高温、机械性强、硬度高和附着力强等特点。红单环氧能够有效隔离介质中的污垢,使水垢等凝聚物质不易附着在金属表面上。在介质的推动作用下,凝聚物质随水流流走,对换热器金属表面起到一定程度的保护作用。由于红单环氧涂层中具有良好的导热性能,因此涂层厚度通常控制在 $80\sim 250\mu\text{m}$ 之间。这种涂层不会生锈、不会结垢,能够极大地提高热流水的效率,保证换热器的换热性能。聚氨酯甲酸酯涂料是目前应用最广泛的涂层。聚氨酯涂层具有良好的附着力和抗氧化性,能在高聚物分子上形成闭环氢键,吸收一定的外部热量,在生成氢键的过程中,聚氨酯涂层能够展现出热抗磨损的特性^[2]。聚氯乙烯树脂也是一种广泛应用的涂层材料。这种涂层通过高分子制备工艺获得,具有一定的防水、防霉能力。在 45°C 的环境下,聚氯乙烯涂层对含浓度在90%以下的硫酸和含浓度在50%以下的硝酸水具有良好的抵抗性。此外,聚氯乙烯涂层也具有较好的抗盐酸、碱性化学物质、盐溶液、海水以及各种有机物质的防腐蚀能力。

3.2 加强对化工换热器的腐蚀监测以及修复工作

化工换热器在工作中处于腐蚀性环境中,很容易受到引起腐蚀的物质的侵蚀。这提高了换热器的腐蚀效率,导致流体介质泄漏,发生重大生产安全事故,严重影响化工企业的生产进度,甚至造成公司经营效益的下降。为避免此类安全隐患发生,公司的有关工作人员需要定期对换热器进行程序化检测。检测过程中,如果发

现安全隐患,必须及时向有关部门汇报问题,及时解决隐患,以防止在今后的工作过程中发生难以挽回的经济损失^[3]。

例如在化工企业或者在产品操作的环境中,比较常见的腐蚀检测手段就是进行排气检测、取样分析等,此外还有一些方法像涡流测试、壁厚检测等新技术测试手段也需要得到运用。当管道中气体液通过二种互不相溶介质的对流换热后就需要进行排气测试,首先可以先对换热器的最高压一侧出口管道的空气排出情况进行测试,再看其中是不是确实存在着二个不同的空气介质,如果有气体性介质也有液甚至是所有液性介质中都有气体,则就可以确定为换热器漏气;取样分析的方法与汽车排放检测的基本原理比较接近,但主要使用的场景都是在排放检测设备使用不便的状况下实现的,而在相互传热的两种介质间互相融合,对于管道中存在的泄露状况则无法进行排气检测,此时就必须通过取样分析的方法加以检测,再经过化验分析才能进行确定换热器中是否出现了泄露的状况;在需要对换热器壳体厚度变薄的状况进行检查后,可以通过壁厚测量的方法,来协助研究人员判断设备壳体的腐蚀情况,但通常情况下都是通过声波测厚仪来检查的,所以这个方式应用起来就比较简单,测试的数据也相对较为准确,惟一的缺陷在于无法对换热器进行实时在线测试;在要求对换热器管束中的锈蚀现象进行检查时,也可以采用热涡流检测技术,当使用热涡流检测探头的时候,检测装置会进行更换真空管,在仪器上的热激励检测导线上产生了一定的电磁场,磁场就会顺着空气管束的轴线传播,随后又传递到热检测电流互感器上,在仪器探头经过热管壁厚度逐渐降低的部分时,磁场在电流互感器内的运动次数就会降低,并随着热壁厚度减小而逐渐的降低,工厂工作人员以此为依据,来确定热换气的厚度逐渐减小的具体位置,以利于后期设备的维护、更新、报废也是有益的使用依据^[4]。针对换热器中易产生安全隐患的部分需要进行并做好针对性的维护操作,由于换热器的腐蚀现象主要是由于换热器上的换热管变薄所造成的,因此需要定时更新换热器的换热管;一旦换热管发生了扩张、缩短的现象,以及换热器的某个部分发生了的改变,必须及时的对换热器做好防腐蚀检修措施。此外,还必须对换热器内的换热管路做好防膨胀、防渗漏、防腐蚀的工作。还必须建立一些仪器日常保养管理制度,经常、合理的对化工换热器进行检测和保养。此外,经常组织有关的人员开展安全常识教育是非常有必要的,能够有助于职工增强安全工作的能力,建立赏罚分明的机制,增

强职工开展防腐监督工作的主动性,开展认真落实化学工业的换热器防腐管理工作,才能提高化工企业防腐效果与时俱进,增加机器设备的利用年限,增加公司的产品价值。

3.3 及时对换热器进行清洗以及保养工作

为了确保化工换热器装置的正常工作运转,必须对装置进行定期的清洁和保养。定期清洁装置可减少化工沉积物和细菌对装置的侵害,保证机器设备的正常运行,降低系统的腐蚀风险,并延长化工换热器装置的使用寿命。主要清洗方式包括机械清洗和化学清洗。化学清洗方式又包括海绵球清洗、树胶和碱剂清洗以及盐酸清洗等。针对换热器垢面的机械清除技术一般采用高压射流技术,但通常需要先进行化学处理。机械清洁的洗涤方式能够有效的减少换热器的磨损量,此外,机械清洁的投资成本相对较低。在进行机械清洗之前,需要进行预试验工作,确定最佳水压范围,避免水压过高或过低对清洗过程造成干扰或对换热器设备造成损坏。当换热器的管内、管外外壳内部产生污垢层时,应采用机械清除方法。在对碳钢和不锈钢材料进行机械冲洗时,水压应限制在50~70MPa以避免设备破裂产生不必要的质量损失^[5]。

由于换热器内部锈蚀问题难以采用传统的清洁方式进行清理,因此通常采用海绵球进行清洗。在使用海绵球清洗换热器时,需要对垢层组成和腐蚀问题的主要环境因素进行充分调研,并根据需要选择不同型号的海绵球进行表面清洗。一般情况下,如果换热器内部的污垢较硬,通常可以选择使用砂式海绵球进行清洗。将砂式海绵球深入到换热器内部一定深度,继续冲刷污垢面,直至彻底剥离。采用栲胶和碱剂的洗涤方式前,应先把这两个化学制剂加入到换热器必须洗涤的地方,在洗涤操作进行前,必须先对洗涤操作进行预试验,严格把好洗涤环节中栲胶类化学品的数量。一般情况下,1t水必须加入5~10kg的栲胶,这样防腐蚀的处理方式才能够减少水换热器的磨损情况,与此同时使用栲胶和碱剂清洁能

够便于人员使用,提高清洁流程的稳定性,减少清洁的经营成本。使用盐酸进行换热器系统清洗有成本低、使用广泛等优点,同时盐酸清洗具有剥离、输送、溶解等作用,能够清除换热器内部的碳钢和不锈钢垢层。在清洗过程中需要添加适量的缓冲剂,以避免盐酸对整个系统产生过度腐蚀。进行盐酸清洗实验时,需要安装保护器具,以防止盐酸对人体造成副作用^[6]。在使用化学制剂时,应合理掌握物质配比,以达到最佳的清洗效果。即使进行了防腐蚀处理,换热器内部仍然存在一定的腐蚀风险,因此需要进行定期保养,以延长其使用寿命。

结束语

综上所述,化工设备换热器在整个化工产品制造流程中起着非常重要的作用,并直接关系到整个化工企业的制造效率。化工设备换热器的运行介质中存在高腐蚀的特征,易于出现腐蚀现象从而降低了装置的使用寿命和使用性能,所以需要加大对化工设备换热器锈蚀问题和常见防腐问题的深入研究,并总结有针对性的防锈方法,以提升化学企业的经济性,从而推动化工企业的可持续发展。

参考文献

- [1]刘健,王文国.化工换热器的腐蚀问题及防腐措施[J].中国化工贸易,2021(35):151-153.
- [2]亢凯.浅析化工设备换热器的常见腐蚀与防腐[J].中国设备工程,2021(17):49-50.
- [3]赵洪会.化工生产必备设备换热器的防腐蚀方法研究[J].石油石化物资采购,2021(21):31-32.
- [4]刘亮,张小龙.化工换热器的腐蚀问题及防腐措施[J].化工设计通讯,2022(09):41-43.
- [5]潘向东,马占国,贺启学,等.石油和天然气化工管板式换热器的腐蚀与防护研究[J].石油和化工设备,2021,24(6):123-125.
- [6]邓庆龙.化工设备换热器的常见腐蚀与防腐研究[J].化工设计通讯,2020,46(2):58-59.