

化工压力容器腐蚀影响因素及防腐探讨

黄明胜¹ 莫钦彦²

1. 身份证号码: 452129198711192054

2. 身份证号码: 420111197208155656

摘要: 压力容器是化学装置中的一个关键部件,它在工业生产中起着举足轻重的作用。压力容器的腐蚀将严重地影响到正常生产过程,如压力容器内装有极度、高度危害或者易燃易爆介质的可能造成严重的安全事故。本文对化学压力容器的物理腐蚀、化学腐蚀、电化学腐蚀进行了分析,并从材料、环境等几个方面论述了其腐蚀的原因,并提出了合理选用材料、添加缓蚀剂、提高焊接质量、采用电化学防护、使用防腐涂料、应用防护衬层、强化管理与保养等措施,为化工压力容器的安全稳定运行提供了借鉴和参考。

关键词: 压力容器; 腐蚀; 影响因素; 防腐策略

Discussion on corrosion influencing factors and corrosion prevention of chemical pressure vessels

Mingsheng Huang¹, Qinyan Mo²

1. ID No.: 452129198711192054

2. ID No.: 420111197208155656

Abstract: Pressure vessel is a key component in the chemical device, which plays an important role in the industrial production. Corrosion of pressure vessels will seriously affect the normal production process, such as pressure vessels containing extremely, highly hazardous or flammable and explosive media may cause serious safety accidents. This paper analyzes the physical corrosion, chemical corrosion and electrochemical corrosion, and discusses the causes of corrosion from material, environment, adding corrosion inhibitor, improving welding quality, electrochemical protection, anticorrosive coating, protective lining, strengthening management and maintenance, for the safe and stable operation of chemical pressure vessel.

Keywords: Pressure vessel; Corrosion; Influencing factors; Anti-corrosion strategy

引言:

压力容器是化工生产装置中的一个重要设备,在整个化工过程中占有举足轻重的地位。压力容器的腐蚀,不仅会对化工生产的过程造成很大的影响,而且还会造成重大的安全事故。金属材料的腐蚀与应力是造成金属材料断裂、失效的重要原因。压力容器的运行环境及其本身设计、制造、安装过程存在的缺陷等综合因素影响,压力容器在不断运行中受到外部机械载荷、介质环境、热载荷等单独作用或者共同作用下,造成材料性能下降、结构不连续甚至产生失效破坏。腐蚀减薄是压力容器损伤模式中比较常见的一种,也是危害程度比较高的,采用相应的防腐蚀措施,可以在一定程度上抑制腐

蚀过程,提高装置的使用寿命,确保化工生产的安全、稳定进行。

一、化工压力容器常见腐蚀类型

1. 物理腐蚀

物理腐蚀是指由金属组成的容器在物理上的溶解而造成的损伤,其破坏与化学或电化学反应无关,只是一种物理上的改变。比如,用来装金属的钢容器会慢慢地被融化的金属融化,随着时间的推移,会产生很大的物理侵蚀。

2. 化学腐蚀

化学侵蚀是指在容器的表面,与化学成分发生直接的化学反应,从而造成容器的损伤。在腐蚀过程中,金

属原子与氧化剂进行电子交换, 在此过程中没有电流。

3. 电化学腐蚀

电化学腐蚀是压力容器腐蚀的最重要因素, 它的危害远远大于化学和物理腐蚀, 这是由于在化工领域中普遍存在的电解质溶液, 它为电化学腐蚀提供了一个很好的环境。从电化学的角度来看, 电化学腐蚀的产生是由阴极和阳极引起的。在电化学腐蚀时, 阳极的金属会失去电子, 以离子的形式进入到电解液中, 而在阴极, 则会被氧化剂捕捉到。电化学腐蚀可以是一个单独的电化学过程, 也可以是机械和生物等的结合体, 从而形成一个非常复杂的化学反应。

二、化工压力容器腐蚀影响因素

1. 材料特性

材料的性质是影响容器腐蚀的最重要的因素, 其原因是: ①物料的的化学性质和杂质含量直接影响到电化学反应的速度, 而在容器中加入了相对惰性的杂质, 则会使腐蚀速度加快。②腐蚀速度受金属材料表面的晶型和氧化状况的影响, 颗粒越粗糙, 越容易发生晶间腐蚀, 而在表面覆盖一层氧化膜可以有效地改善腐蚀速度。例如, 在腐蚀介质的作用下, 由于晶间贫铬的存在, 使焊缝金属发生了晶间的腐蚀, 并沿着晶间向内延伸, 沿着晶界向外破坏, 使其强度基本丧失。在焊接过程中, 热影响区、焊缝和熔合线都会发生晶间腐蚀。③在容器的生产过程中, 由于锻烧、冷却和冲压等因素的作用, 会使金属发生变形, 从而形成强大的内应力, 从而加速腐蚀, 特别是当 H_2S 存在时, 会导致压力容器的腐蚀和断裂。④合金元素对容器腐蚀有很大影响, 例如, 不同合金元素含量和种类对硫化氢腐蚀的敏感性也不同。丽建立等研究发现, 抗硫化氢腐蚀主要以Cr, Al, B, Ti, V, Cu等为有利元素, S, P, Mn, Ni是不利元素。M.Elboujdaini等对不同组份条件下的国产管线钢的抗硫化应力裂纹(SSCC)性能进行了分析, 发现C、Mn、P含量不同的钢在同一试验条件下, SSCC的断裂时间和断裂应力随C含量的不同而不同^[1]。

2. 环境因素

在化学生产中, 经常会遇到酸、碱、盐等腐蚀性介质, 这些介质会导致压力容器的腐蚀。一般情况下, 金属容器可以抵御介质的侵蚀, 但是如果介质浓度、酸碱度、氧气含量超出容器的承受范围, 或与敏感介质的介质发生接触, 则会引起很大的腐蚀。环境因子的作用主要表现为: ①工作环境。不同工况下, 其抗腐蚀性能也存在差异。例如, 在工作温度超出了规定的温度范围后,

会显著加速腐蚀断裂; 在酸性条件下, 碳钢容器的脆断反应速度显著提高; 在较低pH下, 不锈钢容器的应力腐蚀速度明显加快; 高温水条件下, 随着溶氧浓度的增加, 容器的腐蚀速度也会加快。②介质温度。根据有关的研究, 温度每升高 $10^{\circ}C$, 反应速率就会增加1~3倍。温度越高, 介质对流越快, 介质电阻越小, 电化学腐蚀就越有利。随着介质温度的升高, 腐蚀速度加快。③压力。增加压力可以增加气体的溶解性, 从而加速有关的电化学反应, 同时, 压力也会使金属的腐蚀加速。④介质流速。介质流速越快, 对流扩散越明显, 介质的速度越快, 就越容易造成金属表面的保护膜和腐蚀产品的脱落, 从而导致空泡和湍流, 从而导致容器的空泡和撞击。⑤操作因素。许多腐蚀事故是因为没有按规定的工艺过程进行作业, 如果工人的技术不合格或没有按规定的进行, 那么腐蚀的速度会显著增加。

三、压力容器腐蚀防护策略

1. 合理选用材料

为了防止压力容器的腐蚀, 关键在于选择适当的材质。根据《固定式压力容器安全技术监察规程》及《压力容器》有关要求, 企业在生产过程中, 应尽量避免或减小应力集中, 以达到防止应力腐蚀的目的; 另外, 要重视质量控制, 保证压力容器出厂时不会有裂缝或裂纹, 保证产品的品质。使用单位, 应根据使用环境选用不同的合金材质, 使用碳钢的压力容器, 一般情况下都能使用, 但在某些特定的场合, 需要使用不锈钢、铜制、钛等材质的容器, 这样的容器才能耐腐蚀。合理的选择不仅要考察其耐腐蚀性能, 还要考虑其毒性、易燃性等特性, 以保证生产的安全。

2. 添加缓蚀剂

加入缓蚀剂是防止压力容器腐蚀的又一方法。缓蚀剂是一种特殊的化学成分, 可以减缓容器的腐蚀。在制造压力容器时, 通过在其金属表面加入适量的缓蚀剂, 可以在压力容器和外界的液体之间形成一道屏障, 防止液体和液体发生化学反应, 从而保证容器内的物质不会被损坏。缓蚀剂的主要功能是防止金属和介质的电化学腐蚀, 从而对阳极和阴极的反应起到很好的抑制作用。按要求选用的缓蚀剂有: 沉淀膜型缓蚀剂和吸附膜型缓蚀剂^[2]。结果表明, 缓蚀剂的加入是一种高效的防腐措施, 在化学工业中得到了广泛的应用。

3. 改善焊接质量

根据以往的经验, 在压力容器的焊缝中, 由于焊缝存在间隙而产生应力腐蚀的可能性较大。因此, 为了防

止压力容器的腐蚀, 应通过改进焊接工艺, 重点改进焊缝的金相结构, 提高整体的抗腐蚀能力。在不锈钢焊接中, 电弧焊和氩弧焊接是目前应用最广泛的两种焊接方式, 不管采用何种焊接工艺, 都要严格按照操作规程进行操作, 主要有: 用质量检验合格的焊条, 根据不同金属的特性进行适当的预热, 焊接后及时进行热处理, 最后用超声波和射线检测焊缝。

4. 采用电化学防护

电化学防护是将金属物质转化成阴极, 防止其与外界的溶液发生反应, 从而防止它们之间产生电化学反应, 从而防止腐蚀。有两个主要的方式来完成这个任务: 一种是用具有高还原能力的金属如铝、锌等取代金属作为阳极, 从而使其与溶液不起反应; 另外一种连接直流电源, 通过控制介质流到金属容器中, 这样才能保证金属容器不会被腐蚀, 但这需要不断的电力供应, 而且维修费用也很高, 两者的办法都是将金属表面变成阴极。

5. 应用防护衬里

压力容器在使用时, 经常会遇到腐蚀性很强的液体, 但是因为工艺和造价的问题, 生产厂家无法用耐腐蚀的金属来制造容器, 只能在容器上加上一层保护膜, 这种材料包括玻璃钢, 聚四氟乙烯, 钛, 不锈钢, 搪玻璃等。

四、结论

化工行业属于高技术、高风险的行业, 任何一个环节的失误都可能造成巨大的损失, 因此, 化工企业必须提高警惕, 防范各种风险。

参考文献:

- [1]胡安定. 炼油化工设备腐蚀与防护案例[M]. 北京: 中国石化出版社, 2020.
- [2]宋宁. 基于化工压力容器选材与补强设计分析[J]. 现代制造技术与装备, 2020(12): 43-44.
- [3]饶谋生. 浅谈化工压力容器腐蚀的影响因素及防腐策略[J]. 化工管理, 2018(23): 44.
- [4]程学咏. 关于化工压力容器防腐策略的探索[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2018, 38(05): 19-20.
- [5]王彬彬, 高鑫. 化工压力容器防腐措施探讨[J]. 科学家, 2017, 5(16): 48-49.
- [6]郭琦, 薛光磊, 殷亚芳, 陈璐, 刘洋. 化工压力容器防腐策略探索[J]. 产业与科技论坛, 2017, 16(10): 50-51.
- [7]沈书乾, 郭福平, 李海三, 齐洪洋, 李程. 化工压力容器腐蚀影响因素及防腐策略[J]. 石油化工设备, 2017, 46(02): 59-63.