

缓蚀剂在化工机械设备腐蚀防护的应用和经济成本控制

边 江 (青海盐湖镁业有限公司, 青海 格尔木 816000)

摘 要: 随着我国社会主义市场经济的迅速发展, 化工行业正朝着机械化、自动化方向发展。而化工机械设备由于高强度作业, 且常处于高压、酸碱、高温等环境中, 导致化工机械在实际工作中常出现腐蚀现象。通过添加适量的缓蚀剂到介质中, 可以形成一层保护膜, 防止金属表面与介质直接接触, 提高设备的耐腐蚀性能, 延长其使用寿命, 以实现在腐蚀防护上的最佳经济效益。本文就化工机械设备腐蚀的特点和种类进行了简要分析, 并提出了环保型缓蚀剂的实际应用, 以供相关专业人士参考。

关键词: 环保型缓蚀剂; 化工机械设备; 腐蚀防护; 应用; 经济成本控制

缓蚀剂在化工机械设备腐蚀防护中的应用和经济成本控制不仅对设备的正常运行和安全生产至关重要, 也直接影响着企业的经济效益和可持续发展。它的使用, 不仅可以有效改善化工机械设备的腐蚀问题, 使化工机械设备长期稳定运行, 还有利于化工企业实现绿色发展、可持续发展。因此, 化工企业在化工机械设备检修过程中, 要注重使用环保型缓蚀剂, 降低腐蚀给企业带来的经济成本, 不断推动我国化工行业朝着现代化方向迈进。

1 化工机械设备腐蚀的特点

1.1 普遍性和广泛性

众所周知, 腐蚀具备普遍性和广泛性, 在自然界中, 腐蚀是极为常见的氧化还原反应, 比如金属、木材等都会发生氧化还原反应。但这种反应常受环境因素影响, 腐蚀效率与环境因素密不可分, 在潮湿、酸碱等环境下, 腐蚀效率较快, 在干燥、无氧等环境下, 腐蚀效率较慢, 因此, 腐蚀作为氧化还原反应的一种, 具备广泛性和普遍性特征, 在任何物质上都会发生。

1.2 持续性

腐蚀不是一蹴而就的, 它是一个长期的过程, 所以腐蚀具备持续性特点。腐蚀, 即材料变形或损毁, 这一过程是无时无刻不在发生的, 但由于物质的不同, 腐蚀发生的快慢也存在较大区别, 而腐蚀过程便是一个持续性的累积过程。某些物质相对稳定, 其腐蚀速率极慢, 甚至很久都没有出现明显的变化, 而某些物质较为活跃, 比如金属等, 甚至几分钟内便可观察到明显的变化。

1.3 非线性发生

腐蚀并非绝对的, 它需要多种因素共同配合下才可进行, 所以物质腐蚀的速度受多诸多影响, 只有满足腐蚀条件的因素才可推动腐蚀的进行, 而在相对稳

定的环境下, 腐蚀的发生速率则是较慢的, 甚至人眼难以看出其变化。由此可见, 物质腐蚀是非线性发生的, 并非线性过程, 物质腐蚀常受环境影响, 随着环境的变化而不断变化, 其发生速度亦是如此。

1.4 自发性和必然性

总的来说, 物质腐蚀是一种自发过程, 这一过程是必然发生的, 且无法避免, 所以腐蚀具备自发性和必然性。所以有必要采取有效措施来实现物质腐蚀的优化控制, 从化学角度来看, 便是从不稳定态向稳定态的转化。许多金属较为活跃, 常发生氧化还原反应, 如钢、铁等, 而金属的腐蚀便是金属提纯的反面, 而金属的腐蚀是自发性的且具备必然性^[1]。

2 化工机械设备腐蚀的分类

目前, 化学行业的自动化、机械化水平日益提高, 在实际中, 由于高强度的工作压力, 同时化工机械设备常处于潮湿、酸碱等环境下, 化工机械设备常出现腐蚀现象。

常见的化工机械设备腐蚀主要有三种, 即电化学腐蚀、化学腐蚀和其他腐蚀, 具体分析如下:

2.1 电化学腐蚀

电化学腐蚀是金属腐蚀中最为常见的一种腐蚀方式, 主要表现为: 金属材料与电解质溶液接触后, 金属材料会进行原电池反应, 活跃的金属便会发生氧化还原反应, 这便是电化学腐蚀。由于化工行业工作环境大多为潮湿环境, 其中常有电解质盐溶液, 在机械运行过程中, 化工机械设备便会出现原电池反应, 随着时间的推移, 机械设备的电化学腐蚀程度会日益加深。

2.2 化学腐蚀

金属与强氧化性物质直接接触后, 金属会发生氧化还原反应, 主要表现为金属出现腐蚀, 这种腐蚀过

程便是化学腐蚀的一种,也是常造成金属腐蚀的原因之一。在化工企业中,一旦出现化学腐蚀,会导致化工机械设备被损耗。由于化工企业的业务较为广泛,常与酸碱类物质打交道,比如:盐酸、硫酸等,这些物质很容易与化工机械设备发生反应,导致化工机械设备出现化学腐蚀,而化学腐蚀常出现在管道、阀门等部门。

2.3 其他腐蚀

除上述两种腐蚀类型,化工机械设备还存在其他腐蚀。受环境因素影响,这也导致化工机械腐蚀呈现出多样化,根据其形态可将腐蚀分为两种,即整体腐蚀、局部腐蚀。就化工行业而言,机械设备的局部腐蚀常表现为焊接应力腐蚀、缝隙腐蚀以及疲劳服饰等。

3 环保型缓蚀剂在化工机械设备腐蚀防护中的应用

3.1 环保型缓蚀剂的制备材料

丁香是生活中一种较为常见的植物,它主要生长于亚洲、南美洲的不同区域。丁香这种植物,具备较高的药用价值,在医学行业中,它常用于治疗牙齿治疗,尤其在牙痛等牙齿问题的临床治疗中具有重要作用^[2]。另外,丁香油、丁香叶、丁香乃至干燥后的花蕾都有不同的药用效果,可用于制备不同的药物。除此之外,丁香还具备抗腐蚀效果;一般而言,丁香植物经提取后产生的油中含有72%~90%的丁香酚,即丁香植物香气产生的主要成分,同时这种提取物还可作为环保型缓蚀剂的原料。本文主要研究丁香籽提取物作为环保型缓蚀剂的实际效果。

3.2 环保型缓蚀剂的制备

3.2.1 材料

安排实验人员于农贸市场购买丁香籽若干,将其作为环保型缓蚀剂的提取原料。首先实验人员将丁香籽进行粉碎,从中取出30g丁香籽干粉末,并将其浸泡于1L的蒸馏水,同时对其进行加热,使混合溶液保持在70℃,而实验人员需要对其进行持续搅拌(搅拌时间为3h)。这一过程完成后,利用过滤器对溶液进行过滤,从而得到澄清溶液,此时实验人员需将溶液在4000r·min⁻¹下离心5min。完善离心工作后,将溶液取出,再对其进行加热(70℃下24h),最后实验人员利用过滤器将溶液中未溶解的物种分离出来,并取出一定量作为实验对象,在测试溶液中开展形态学研究和电化学研究。

实验中主要使用的材料还包括钢板(由93%Fe、

2%P、2%Ni、1%Cr、1%Si以及1%Mn组成),实验人员将样品钢板进行切割,尺寸为3cm×10cm,并利用碳化硅纸对钢板进行抛光,碳化硅纸级别主要有四种,分别为400#、600#、800#和1000#,这一工作完成后,需用蒸馏水对其进行清洗。另外,此实验中还利用清水来稀释37%HCL溶液用于模拟侵蚀环境。

3.2.2 FT-TR 和 UV-Vis 测试

由于丁香籽提取物的化学性质并不明确,相关实验人员还对其植物化学性质进行了测定,开展了FT-IR测试和UV-Vis测试,实际操作中主要利用了FT-TR和UV-Vis光谱技术,主要实验仪器有Cecil sc9200,并通过Perkin Elmer开展实验。在实验进行过程中,相关实验人员得出丁香籽提取物的FT-IR光谱记录主要在400~4000cm⁻¹波数间,而UV-Vis主要在200~800nm的波长内进行实际操作。

3.2.3 表面表征

在形态测试中,实验人员将钢板样品切割为1cm×1cm的尺寸,同时将其放于1mol·L⁻¹HCL溶液中,置放时间为5h;这一操作完成后,将钢板样品取出,并用蒸馏水洗涤,且进行干燥处理。而后实验人员利用Dual scope DS 95-200 Denmark显微镜技术对钢板表面的SEM变化进行了仔细分析。另外,实验人员还利用OCA 15 plus型显微镜开展了钢板样品的湿润度测试。

3.2.4 EIS 和动电位极化测试

电化学测试,即PDP,主要实验器材:Gill-Acu仪器,电极电池(3个)。此测试中,含有纯铂、Ag/AgCl和MS电池分别作为参比电极、辅助电极以及工作电极;测试的动电位条件为-250~250mV,扫描速率为1mV·s⁻¹,每个实验实际共操作了3次。

3.3 环保型缓蚀剂的可靠性测试

为进一步验证环保型缓蚀剂的可靠性,实验人员还开展了深入研究分析,通过光谱测试,表面分析以及吸附等温线来判断丁香籽提取物作为环保型缓蚀剂是否具备可靠性,具体分析如下:

3.3.1 光谱测试

经过FT-IR测试和UV-Vis测试,实验人员得出了丁香籽提取物的实际表征,详见图1。通过图1,不难看出,丁香籽提取物的FT-TR结果,其红外光谱显示出芳香环中存在O-H、C-H、C=O以及C=C键,其中COOH和C-O官能团的波数各不相同,分别为3420cm⁻¹、2924cm⁻¹、1717cm⁻¹、1610cm⁻¹、1386cm⁻¹和1044cm⁻¹。通过这些数据,有效地证明丁香籽提取

物中存在诸多基团,不但包括芳环,丁香素,还包括正水杨酸、鼠李素以及水杨酸甲酯^[3]。红外光谱与紫外光谱所得出的结果相同,两者结论一致,所以可将丁香籽提取物作为环保型缓蚀剂的制备材料。

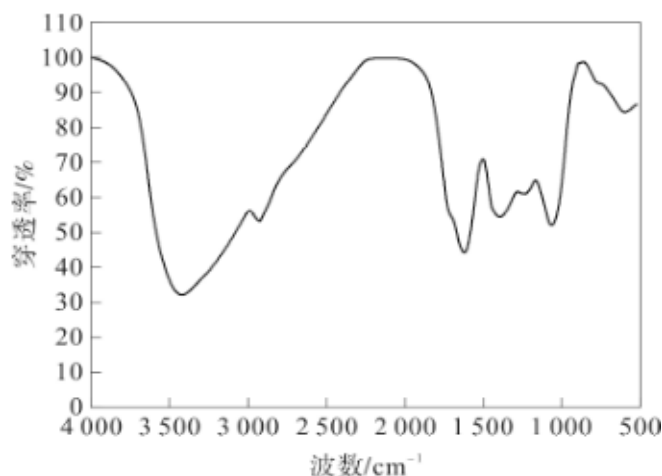


图1 丁香提取物 FT-TR

3.3.2 表面分析

实验利用 SEM 测试,开展钢板样品的表面分析,深入研究了丁香籽提取物质量浓度对钢板样品表面形貌的实际影响。空白钢板样品的表面图像呈现出均匀性主要是因为腐蚀程度的加深,腐蚀产物的增加,将钢板的表面物质完全覆盖,使其高度呈现出不均匀的图像。相反,钢板样品在加入丁香籽提取物的溶液中浸泡后,其不均匀性得到了明显改善,这也直接说明了丁香籽提取物对腐蚀性环境有一定的抑制作用,具备金属防腐的效果。为进一步验证实验效果,相关实验人员还开展了接触角测试,获得了更多的表面化学信息。可见,丁香籽提取物质量浓度与接触角呈正比关系,即随着丁香籽提取物质量浓度的上升,接触角也会逐渐上升,反之,接触角则会下降。这一结果也反映出缓蚀剂分子在 MS 表面的吸附作用,有效地降低了其湿润度,这种高疏水性有利于降低金属受腐蚀性离子的影响,加大地降低了其对基质的侵蚀作用。这也进一步验证了丁香籽提取物分子的实际吸附作用,在金属缓蚀方面具有重要作用。

3.3.3 吸附等温线

众所周知,缓蚀机制与缓蚀剂的吸附效果密切相关,尤其是缓蚀剂成分在金属基质上的实际吸附效果。缓蚀剂的主要工作原理:缓蚀剂分子在金属基质表面进行物理吸附或化学吸附,从而在其表面形成钝化层,从而起到缓蚀的效果。在缓蚀剂的实际应用中,主要是缓蚀剂

分子与水在金属表面进行吸附竞争,活性位点上的水分子很容易被缓蚀剂分子所取代,从而发挥出缓蚀剂的实际效果。为进一步验证丁香籽提取物的吸附效果,相关实验人员还构建了吸附等温线,采用了 Langmuir 等温吸附模型,此实验中所采用的 Langmuir 等温线具备高线性,具备较高的参考价值和应用价值。另外,实验人员还构建了朗缪尔等温线参数,具体参数如表 1 所示,其中,平衡常数(K_{ads})和标准吉布斯自由能(ΔG_{ads}^0),鲜明地展现出了丁香籽提取物在金属基质表面的吸附效果,而 ΔG_{ads}^0 的值处于 $-34\sim-36\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 间,有效地验证了丁香籽提取物在金属基质表面的物理吸附效果和化学吸附效果。由此可见,丁香籽提取物可作为环保型缓蚀剂的制备原料^[4],其防腐良好,同时具备绿色、环保的特点,可在实际中进行使用。

表1 不同质量浓度丁香籽提取物
在 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸中的朗缪尔等温线参数

质量浓度 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	K_{ads} ($\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$)	ΔG_{ads}^0 ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)
200	19.444	-34.41
400	18.990	-34.35
600	16.1717	-33.96
800	14.257	-33.66

综上所述,步入新时代,国家倡导节能环保理念,同时随着环境保护力度的加大,对各行各业也提出了更高的要求。但就化工行业而言,化工设备的损坏常因腐蚀引起的,这就需要化工企业采取有效的防腐手段和防腐剂,而环保型缓蚀剂的出现,不但可以帮助化工企业进行设备检修,还极大地提高了化工企业的经济效益、安全效益和环境效益,降低运营成本,有利于推动化工行业朝着现代化方向发展。

参考文献:

- [1] 梁保华,苏志丽.环保型缓蚀剂在化工机械设备腐蚀防护中的应用[J].当代化工,2023,52(8):1968-1974.
- [2] 刘孟鹏.石油化工机械设备腐蚀的监测与防护[J].清洗世界,2022,38(7):169-171.
- [3] 朱红涛.化工机械设备电化学腐蚀与防护方法研究[J].百科论坛电子杂志,2020(11):430-431.
- [4] 邵在进.化工机械设备的腐蚀原因与含氟材料防护应用研究[J].科技风,2020(7):167.