

炼油化工装置管道腐蚀维护及保养

龙庆兴（中石油广西石化分公司，广西 钦州 535000）

摘要：炼油化工行业发展过程中，管道属于重要的部件，但是管道腐蚀问题直接影响到生产安全和效率等方面，因此突出了炼油化工装置管道腐蚀维护和保养的重要性。本文主要分析了炼油化工装置管道腐蚀问题，提出针对性的维护和保养措施，对实际工作发挥出参考作用，降低腐蚀问题发生率，保障炼油化工装置运行的安全性，合理平衡炼油化工企业的成本和效益。

关键词：炼油化工装置；管道腐蚀；维护工作；保养工作

中图分类号：TE988

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）024-0142-03

Corrosion Maintenance and Care of Pipelines in Refining and Petrochemical Facilities

Long Qingxing (PetroChina Guangxi Petrochemical Branch, Qinzhou Guangxi 535000, China)

Abstract: During the development of the refining and petrochemical industry, pipelines are considered important components; however, the issue of pipeline corrosion directly affects production safety and efficiency. This highlights the importance of corrosion maintenance and care of pipelines in refining and petrochemical facilities. This article primarily analyzes the problems of pipeline corrosion in refining and petrochemical facilities, proposes targeted maintenance and care measures, serves as a reference for practical work, reduces the incidence of corrosion issues, and ensures the safe operation of refining and petrochemical facilities while reasonably balancing the costs and benefits of refining and petrochemical enterprises.

Keywords: Refining and petrochemical facilities; pipeline corrosion; maintenance work; care work.

在国民经济发展过程中炼油化工行业发挥重要的作用，可以为各领域发展提供能源。在炼油化工生产阶段，管道系统负责输送各类介质，管道连接各种生产装置，可以根据指定工艺路线实现物料流动，保证生产工作的稳定性。如果管道发生腐蚀问题，不利于正常开展生产流程，影响到行业发展的稳定性。开展炼油化工装置管道腐蚀维护和保养工作，可以及时发现管道腐蚀问题，降低泄漏事故的发生率，保障生产装置运行的稳定性。

1 炼油化工装置管道腐蚀机理

1.1 化学腐蚀

管道材质和介质之间发生化学反应，将会因此损坏管道。炼油化工装置中的介质包含酸性物质，和管道材料之间将会发生反应。例如原油中的硫化氢接触铁质材料，将会产生硫化亚铁，在管道上附着之后，引发管道结构松动，加剧腐蚀问题，不断消耗管道金属。温度因素关系到化学腐蚀速度，提高温度之后，将会加剧分子运动，提高化学反应速度，加剧腐蚀问题。

在压力方面，高压会向管道材料内部渗透介质，提高腐蚀速度。介质成分是腐蚀程度的影响因素，如果介质中包含强酸和强碱等等物质，管道化学腐蚀问题的发生率因此提高。

1.2 电化学腐蚀

电化学腐蚀将会产生原电池，引发管道腐蚀问题。在电解质溶液中，不同贵金属材质会构成腐蚀电池。例如炼油化工装置运行中，连接碳钢管道和不锈钢管道之后，因为碳钢电位较低，因此作为阳极，不锈钢为阴极，在碳钢方向向不锈钢流向电子，提高腐蚀问题发生率。电化学腐蚀常见类型包括氢腐蚀和吸氧腐蚀，通常是在酸性环境中发生析氢腐蚀，将会析出氢气，加快腐蚀金属。在中性和碱性环境中经常发生吸氧腐蚀，在阴极反应产生氧气，将会加剧金属腐蚀。

1.3 微生物腐蚀

在管道腐蚀过程中微生物发挥重要的作用，其中常见的微生物为硫酸盐还原菌，在缺氧环境中，电子受体为硫酸盐，将会氧化有机物，从而产生硫化氢，导致管道保护层被破坏，在腐蚀环境中直接暴露金属材料。例如硫酸盐还原菌会产生硫化氢，和金属发生反应将会产生硫化物，提高腐蚀速度。温度关系到微生物腐蚀，在适宜的温度环境中，将会快速繁殖微生物，提高腐蚀速度。硫酸盐还原菌的适宜生长温度在20~40℃范围内。湿度也是重要因素，在适宜的湿度环境中微生物将会加快繁殖和活动，如果环境过于干燥和潮湿，不利于硫酸盐还原菌的生长。此外营养物质中包含碳源和氮源，促进微生物生长，引发微

生物腐蚀问题。

2 炼油化工装置管道腐蚀维护技术

2.1 涂层保护

落实炼油化工装置管道维护工作，涂层保护措施效果明显。常用的涂层材料包括环氧煤沥青和聚烯烃胶黏带等。其中环氧煤沥青涂层的耐水性和耐化学腐蚀以及电绝缘性等性能良好，具有很强的附着力，在腐蚀环境中可以有效保护管道，在埋地管道和水下管道中适用于涂层保护措施。聚烯烃胶黏带具有良好的柔韧性和耐老化性等，有利于提高施工便利性，优化各种管径管道的防腐效果，而且适用于各种复杂地形和狭窄施工空间。

在涂层施工过程中需要严格处理管道表面，将管道表面的油污和锈迹等去除之后，提高表面的清洁度，优化涂层附着效果。主要是利用刷涂和喷涂等方式，要求施工单位结合涂层材料特点合理选择施工技术。注意对涂层厚度进行严格控制，避免出现气泡和针孔等问题。在使用涂层方式的过程中，需要保障涂层完整性，及时修复破损的涂层，可以采取具备修补措施，或者重新涂装，优化涂层防护效果。

2.2 阴极保护

阴极保护技术将管道金属作为阴极，对管道腐蚀发挥出控制作用。落实牺牲阳极阴极保护方式，在电化学腐蚀过程中，优先腐蚀负电位的金属，完成电子释放之后，将会对管道金属发挥出电子保护。常用的牺牲阳极材料包括镁合金和锌合金等，镁合金电位为负，将会产生较大的驱动电压，但是消耗速度较快，在电阻率较高的土壤环境中可以利用。

锌合金具有稳定的电位，因此消耗速度相对较慢，适用于海水和低电阻率的土壤中。铝合金具有较小的密度和较大的电容量，但是在某些特殊环境中，该材料的活化难度较大。外加电流阴极保护，指的是利用外部电源向管道施加阴极电流，在管道表面形成阴极极化。通过电流合理调节，保证管道电位符合保护电位范围。

2.3 缓蚀剂应用

不同类型的缓蚀具体的适用场景是不同的，例如利用胺类和咪唑啉类的有机缓蚀剂，分子结构中包括极性基团和疏水基团，在金属表面将会形成致密吸附膜，可以有效保护金属材料，适用于酸性介质和中性介质中。利用铬酸盐和钼酸盐等无机缓蚀剂，可以在金属表面形成养护膜，可以使金属的耐蚀性得以增强，但是一些无机缓蚀剂会污染周围环境。

在对缓蚀剂选择阶段，工作人员需要结合管道材质和介质成本以及温度、压力等因素选择缓蚀剂。例

如在酸性介质中，碳钢管道中可以选用有机缓蚀剂。在中性水介质中可以秀安永钼酸盐类的无机缓蚀剂。

3 炼油化工装置管道保养策略

3.1 定期检查

为了保障炼油化工装置管道运行的稳定性，需要制定科学的检查计划，制定的计划需要囊括各方面检查内容，其中基础内容为管道外观检查，通过对管道表面的腐蚀痕迹和变形等问题进行检查，确定管道运行状态。此外需要测量管道厚度，如果减薄了厚度，说明发生了腐蚀问题。此外需要分析腐蚀产物，可以确定腐蚀类型和发生原因。选择检测方法的过程中可以利用无损检测技术，例如在管壁厚度检查过程中可以利用超声波检测技术，在对管道内部缺陷识别过程中可以利用射线检测技术，在监测铁磁性材料表面缺陷的时候可以利用磁粉检测技术。

3.2 管道清洗

以管道实际情况为基础选择合适的清洗方式，可以保证管道养护效果。化学清洗指的是利用管道污垢。利用腐蚀物和化学试剂的反应，来完成清洗工作。如果管道内部出现严重的结垢问题，可以利用化学清洗方式去除顽固污垢，但是化学清洗方式很容易腐蚀管道材料，因此需要结合环保要求选用化学试剂。物理清洗指的是利用机械力和水力等方式将管道中的杂质清除，例如可以利用高压水完成清洗工作，这种方法比较简单，而且不会干扰外部环境，但是这一方法很难清洗附着牢固的垢层。为了合理选择清洗周期，需要综合考虑管道使用频率和输送介质等因素。同时对清洗质量标准严格控制，严格把控清洗剂浓度和清洗时间以及清洗流速等，优化整体清洗效果，控制管道腐蚀问题。

3.3 合理存储

管道存储环境关系到腐蚀程度。首先需要保证环境温度的合理性，温度不合理将会加剧腐蚀管道。例如在高温环境中，将会提高化学反应速度，引发严重的腐蚀问题。此外需要合理控制湿度，在高湿度环境中，将会在管道表面出现结露问题，引发腐蚀问题。优化整体通风条件，可以及时将管道潮气去除，降低腐蚀问题发生率。

其次在存储阶段需要做好标识管理工作，通过清洗地标识管道的材质和规格以及日期等，有利于提高管道管理和使用的便利性。

最后要注意合理选择堆放位置，避免相互挤压和摩擦管道之间，否则管道表面的保护层将会因此损伤。此外需要采取合适的防护措施，例如需要覆盖防水布，或者均匀地涂抹防锈油，避免外界腐蚀介质接触管道，

保障管道的安全性，避免发生腐蚀问题。

4 炼油化工装置管道腐蚀维护和保养未来发展建议

4.1 新型材料研发应用

在发展炼油化工行业过程中，逐渐提高了管道耐腐蚀要求，因此相关技术人员需要加大力度研究新型耐腐蚀管道材料。因为高性能合金材料的耐腐蚀性良好，同时还具有较高的强度，适用于高温环境中，因此在管道材料领域中可以提高该材料利用率。例如含铬、镍等合金的材料，可以适用于复杂的腐蚀环境，因此形成钝化膜，避免腐蚀介质接触管道基体。复合材料综合各种材料优势，例如复合耐腐蚀树脂基体和增强纤维，可以提高整体材料的耐腐蚀性，同时可以增强强度和韧性，保证管道适用于各种工况。利用新型复合材料，可以优化炼油装置管道使用性能，使管道使用寿命得以延长。

4.2 推广智能化监测技术

利用智能化监测技术，可以提高管道腐蚀监测水平。例如利用物联网传感器可以对管道温度和压力以及腐蚀速度等数据进行实时采集，利用网络传输向监控中心快速传输数据。在管道合适位置布置传感器，有利于全面监测管道腐蚀问题。再如利用大数据分析技术，可以深度挖掘监测数据，对管道发展趋势进行分析，预测可能会发生腐蚀问题的部位和时间，提高落实维护工作。

对比人工检测方式，智能化监测方式的效率和准确性更加显著，有利于及时发现管道腐蚀问题，避免发生事故问题，在今后的管道腐蚀监测工作中具有较大的推广价值。

4.3 融合维护和保养技术

炼油化工装置管道维护和保养技术的侧重点不同，因此在今后发展过程中要注意融合多种技术。例如结合涂层保护和阴极保护，利用涂层为管道建立防腐屏障，如果涂层出现破损，阴极保护也可以及时防护破损部位，避免进一步发展腐蚀问题。

在清洗管道的时候，可以综合利用化学清洗和物理清洗，首先利用化学药剂对管道中的污垢进行溶解，再利用高压水射流等物理措施全面清除管道中的杂物，优化整体清洗效果。在制定保养方案的时候，可以综合利用定期检查和合理存储方式，提高整体解决方案的综合性，保障管道运行的安全性，合理减少维护工作的投资。

5 案例分析

炼油化工装置管道使用后对腐蚀问题属于重要的安全隐患，以下是具体的案例分析：某石化企业加氢

装置停工期间，在管道弯头部位残留硫化物和氯化物等腐蚀性杂质，和冷凝水之间形成电化学环境，例如硫化氢和水蒸气之间结合之后形成酸液，会对装置的金属管道造成腐蚀，逐渐减薄管壁，降低了设备机械性能，甚至引发了管道泄露问题。环境和温度也会影响到管道腐蚀，如果提高温度，将会加快腐蚀，如果湿度较大，将会在管道表面形成水膜，促进电化学腐蚀。在适宜温湿度条件下，将会加快繁殖微生物。

根据案例可知，炼油化工装置管道停用之后腐蚀控制发挥着重要的作用，企业需要加大力度检查和监测停工期的腐蚀问题，结合介质和环境等因素选择合适的材料和工艺，采取针对性的防护措施，降低腐蚀问题发生率，保障整体装置运行的安全性，延长设备使用寿命。例如该企业针对发生的腐蚀问题，采取排净存水、氮气保护等措施，获得显著的效果。并且在后续工作中，提高腐蚀监测和管理力度，通过实时监测，及时发现腐蚀问题，落实针对性的处理措施。通过科学管理，在根源上减少腐蚀问题，降低了装置安全问题，有效控制经济损失。

6 结束语

本文结合炼油化工装置管道腐蚀发生机理，提出了管道腐蚀维护和保养措施，对实际工作的开展提供参考，保障炼油化工装置管道运行的稳定性，降低腐蚀问题发生率，避免出现泄漏等安全问题。

参考文献：

- [1] 姜鞠良, 朱淑平, 李珊. 建设工程给排水管道的防腐处理技术与研究 [J]. 中华建设, 2025,(05):118-120.
- [2] 陈坤峰. 供热管道金属材料应力腐蚀开裂的检测与维修方法 [J]. 冶金与材料, 2025,45(04):80-82.
- [3] 侯晓犇, 刘宁, 尹俊颖. 天然气集输倾斜管道腐蚀行为及缓蚀剂分布研究 [J]. 中国腐蚀与防护学报, 2025,45(03):780-786.
- [4] 董佳鑫, 高经华, 刘天慧. 石油管道内壁腐蚀机理分析与防护技术研究 [J]. 科学技术创新, 2025,(09):5-8.
- [5] 韩笑. 海洋油气管道腐蚀的影响及防护技术研究 [J]. 全面腐蚀控制, 2025,39(03):195-198+204.
- [6] 刘静, 刘尊年, 刘荣达, 等. 原油管道内腐蚀在线监测技术现状及发展趋势 [J]. 材料保护, 2025,58(03):16-27.
- [7] 纪伟杰. 乙烯装置长周期运行管道腐蚀原因及对策 [J]. 中国化工贸易, 2025(18):166-168.
- [8] 艾志斌, 杨铁成, 陈学东, 等. 应用 RBI 技术提高我国石化装置承压设备安全保障技术水平 [C]// 第三届石化装置工程风险分析技术应用研讨会论文集, 2007:1-10.