

油气集输管道管线防腐技术探究

刘康康（山东开元工程技术有限公司，山东 滨州 256600）

贺 磊（山东正源计量检测有限公司，山东 滨州 256600）

摘 要：油气集输管道作为负责将油气从油气田输送至炼油厂和储存设施的关键基础设施，其质量对于集输存储等工作的开展都具有重要影响。然而管道在使用过程中可能受到腐蚀影响，导致管道强度降低，引发泄漏等安全隐患。本文从油气集输管道管线防腐技术应用的必要性分析入手，对常见的防腐技术进行了归纳总结，并结合当前出现的新技术，对油气集输管道管线防腐技术的发展前景及趋势展开了探讨。

关键词：油气集输管道；管道管线；管线防腐技术；防腐技术

0 引言

油气集输管道在油气开采、输送和分配过程中发挥着重要作用。然而，管道腐蚀问题可能导致管道失效、泄漏等安全事故，给油气集输带来严重隐患。因此，研究并推广先进的防腐技术对于保障油气集输管道的安全运行具有重要意义。本文将分析油气集输管道管线防腐技术的应用必要性，总结常见的防腐技术，并探讨未来发展趋势。

1 油气集输管道管线防腐技术应用的必要性分析

油气集输管道作为连接油气田、炼油厂和储存设施的关键基础设施，其作用至关重要。然而，由于长时间的使用和受到内外部因素的影响，管道容易出现腐蚀问题，给油气集输带来诸多安全隐患和环境问题。因此，深入分析油气集输管道管线的功能和被腐蚀的危害，有助于更好地理解防腐技术在油气集输中的重要性，并找出技术改进的关键。

1.1 油气集输管道管线功能概述

油气集输管道是连接油气田、炼油厂和储存设施的关键基础设施，主要负责将开采出的油气进行收集、输送和分配。其主要功能体现在六个方面，第一方面，收集油气，从油气田采集油气，通过集输管道输送至处理设施。第二方面，输送油气，将收集的油气通过管道输送至炼油厂、储存设施或销售终端。第三方面，分配油气，在输送过程中，根据需要对油气进行分级、分输，以满足不同设施的需求。第四方面，控制输送过程，通过调节管道内的流速、压力等参数，确保输送过程的安全、稳定和高效。第五方面，检测与维护，对管道及其附属设备进行定期检测和维护，确保管道的安全运行。第六方面，环境保护，在油气集输过程中，对管道管线采取相应的措施能够减少油气对环境的影响，防止泄漏、污染等问题的发生。

1.2 油气集输管道管线被腐蚀的危害

在油气集输管道管线使用的过程中，一旦出现腐蚀问题，会从多方面对运输工作以及环境等产生威胁。其危害具体体现在六个方面，第一方面，降低管道强度和可靠性，管道腐蚀会导致管道壁厚减薄，强度降低，从而影响管道的承载能力和使用寿命。严重时，可能导致管道破裂，造成重大安全事故。第二方面，影响输送效率，管道腐蚀会导致管道内径减小，流速降低，从而影响油气输送效率。此外，管道腐蚀还会导致管道局部阻塞，进一步降低输送效率。第三方面，增加维护成本，管道腐蚀需要定期进行检测、维修和更换，这将增加企业的维护成本和运营成本。第四方面，引发污染环境，管道腐蚀可能导致管道泄漏，油气泄漏会污染土壤、水源和空气，对生态环境和人类健康造成严重威胁。第五方面，影响炼油厂和储存设施的安全，如果管道腐蚀导致管道破裂或泄漏，将影响炼油厂和储存设施的正常运行，甚至引发火灾、爆炸等严重事故。第六方面，降低油气质量，管道腐蚀会导致管道内部的金属离子进入油气中，影响油气的质量，对下游加工和销售环节造成影响^[1]。

而应用防腐技术，能够有效避免或减轻油气集输管道管线腐蚀问题的发生，从而避免上述危害的形成。因此防腐技术的应用与研究对于油气集输至关重要。

2 油气集输管道管线腐蚀原理

要了解防腐技术的作用原理首先需要明确油气集输管道管线腐蚀的引发原因，油气集输管道运行的过程中，会受到内部介质（油气）和外部环境因素（如土壤、水、气等）的共同作用，导致管道发生腐蚀。其腐蚀诱因可分为以下几种：

2.1 内部腐蚀

在油气集输过程中,管道内部的油气成分复杂,常含有硫化氢、二氧化碳、氮气、水蒸汽等杂质。这些杂质在管道运行过程中,与管道内壁金属发生化学反应,形成电化学腐蚀。例如硫化氢在高温、高压条件下,会与金属发生反应,形成硫化物,导致金属硫化物应力腐蚀开裂。此外,管道内部的积水、沉积物等也容易滋生细菌,细菌代谢产物也会对管道内壁造成腐蚀。

2.2 外部腐蚀

油气集输管道通常埋设于土壤中,土壤中的水分、盐分、氧气等物质,会通过管道与土壤的接触面,进入管道内部,与管道内壁发生化学反应,形成腐蚀物质。其中,土壤中的盐分,如氯离子、硫酸根离子等,对管道的腐蚀尤为严重。盐分在潮湿环境下,会形成电解质溶液,使管道表面形成电解腐蚀。此外,土壤中的微生物也会附着在管道表面,形成生物膜,进一步加速管道的腐蚀。

2.3 应力腐蚀

在油气集输过程中,管道会受到内外部介质的共同作用,产生应力。当应力超过管道的强度极限时,管道就会发生应力腐蚀开裂。应力腐蚀开裂的发生,需要同时具备以下条件:首先,管道材料存在缺口、裂纹等缺陷,以便应力集中;其次,管道所承受的应力大于其屈服强度;最后,管道在腐蚀环境中运行。在上述条件下,管道在内外部介质的共同作用下,会发生应力腐蚀开裂,导致管道失效^[2]。

3 常见油气集输管道管线防腐技术

通常情况下,为了防止油气集输管道发生腐蚀,技术人员会采取以下集中措施防止腐蚀问题的发生:

3.1 选择耐腐蚀材料

为提高油气集输管道管线的抗腐能力,通常情况下,在设计阶段,技术人员会根据管道的使用环境和介质特性,选择合适的金属材料或非金属材料,以提高管道的耐腐蚀性能。例如在含硫化氢等腐蚀性气体的环境中,可以选择镍基合金、钛合金等具有较高耐腐蚀性能的材料。此外,还可以选择具有耐腐蚀性能的非金属材料,如聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)等。这些材料具有良好的耐腐蚀性能和较低的维护成本。

选择耐腐蚀材料的优点为可以提高管道的抗腐蚀能力,延长管道使用寿命,降低维护成本。但是耐腐蚀材料的成本通常较高,且在设计 and 选材过程中需要充分考虑管道使用环境和介质特性,以保证材料性能

的充分发挥。因此在采用此种措施时,需要了解管道所处环境和介质特性,选择合适的金属材料或非金属材料。

3.2 对管道内外表面进行处理

对管道表面进行处理,是较为简单且成本相对较低的防腐方法,技术人员会对管道的内外表面进行处理,通过喷涂防腐漆、热喷锌、冷喷锌等,形成保护膜,以阻止腐蚀介质的进一步侵蚀。防腐漆可以分为有机硅防腐漆、环氧防腐漆、聚氨酯防腐漆等,具有优良的耐腐蚀性能。热喷锌和冷喷锌是一种金属涂层,通过将锌喷涂在管道表面,形成锌保护层,可以防止管道腐蚀。

对管道表面处理方法简单、成本较低,能有效延长管道使用寿命。但是处理效果会受施工质量和环境因素影响较大,可能需要定期进行维护。在进行处理时需要掌握合适的处理方法确保处理效果^[3]。

3.3 采取阴极保护措施

阴极保护措施是通过向管道施加负电位,使管道成为阴极,从而减缓或阻止管道的腐蚀。阴极保护分为外加电流阴极保护和牺牲阳极阴极保护。外加电流阴极保护是通过外加电流,使管道处于负电位,从而减缓腐蚀。牺牲阳极阴极保护是利用金属的电位差异,将一种更容易腐蚀的金属(如锌)连接到管道上,使其成为阳极,从而保护管道。

阴极保护方法的优点为实施简便,能有效减缓或阻止管道腐蚀。但是需要定期检测和调整阴极保护参数,对电力供应和控制系统要求较高。在使用时需要正确选择阴极保护方法,如外加电流阴极保护、牺牲阳极阴极保护,并确保阴极保护参数设置合理。

3.4 采取电化学保护措施

利用电化学原理,对管道进行保护,是采用牺牲阳极保护、金属保护等方法进行防腐处理。牺牲阳极保护是通过连接一种更容易腐蚀的金属(如锌)到管道上,使其成为阳极,从而保护管道。而金属保护是利用金属的电位差异,将一种更不容易腐蚀的金属(如铂)连接到管道上,使其成为阳极,从而保护管道。

电化学保护方法的优点为能针对性地保护管道,降低管道腐蚀速度。但是也需要定期检查和更换保护设备,对维护和管理要求较高。在采用此种方法时需要选择合适的电化学保护方法,如牺牲阳极保护、金属保护,并确保设备正常运行^[4]。

3.5 利用防腐涂料处理

使用特殊防腐涂料,对管道进行涂覆,也能够阻

止腐蚀介质的侵蚀。防腐涂料通常分为有机硅防腐涂料、环氧防腐涂料、聚氨酯防腐涂料等,具有优良的耐腐蚀性能。这些涂料可以有效阻止腐蚀介质(如硫化氢、二氧化碳等)对管道的侵蚀,延长管道使用寿命。

防腐涂料方法的优点为能有效阻止腐蚀介质对管道的侵蚀,延长管道使用寿命。但是涂料的选择和施工质量对防腐效果影响较大,可能需要定期进行重涂。在采用此种技术时,需要选择高性能的防腐涂料,并确保施工质量。

3.6 进行土壤改良

在外在作用方面,为了避免腐蚀问题的发生,技术人员还会对管道周围的土壤进行改良,如添加防腐剂、调整土壤酸碱度等,以降低土壤对管道的腐蚀性。土壤改良剂可以添加到土壤中,改变土壤的酸碱度,从而降低土壤的腐蚀性。此外,还可以采用特殊的防腐剂,如有机硅防腐剂、聚丙烯酸盐防腐剂等,对土壤进行处理,以提高土壤对管道的防腐性能。土壤改良的优点为能够降低土壤对管道的腐蚀性,提高管道的抗腐蚀能力。但是土壤改良需要长期进行,且可能受到土壤环境和施工技术的影响。在采用此种方法时需要选择合适的土壤改良剂,并确保施工质量。

4 油气集输管道管线防腐技术发展前景与趋势

近年来,随着油气集输管道建设的快速发展,一系列油气集输管道管线防腐新技术逐渐出现,并在未来发展中呈现出绿色环保、智能化和多功能一体化等趋势。因此,持续研究和推广先进的防腐技术,对保障油气集输管道的安全运行具有重要意义。以下三种油气集输管道管线防腐技术代表了未来发展的方向:

4.1 绿色环保防腐技术

随着环境保护意识的提高,绿色环保防腐技术在油气集输管道防腐领域越来越受到关注。例如采用水性涂料、生物基涂料等环保型涂料,不仅可以减少有害物质的排放,降低对环境的影响,还可以提高涂层的附着力、耐磨性和抗老化性。此外,微生物防腐技术、土壤改良技术等绿色环保技术也将得到进一步发展和应用,为油气集输管道提供更加可持续的防腐解决方案。未来,绿色环保防腐技术将继续优化,以满足更严格的环境保护要求,为油气集输管道提供更安全、更环保的防腐措施。

4.2 智能化防腐技术

而随着物联网、大数据、人工智能等技术的快速

发展,智能化防腐技术在油气集输管道防腐领域逐渐崭露头角。例如通过远程监测和数据分析,实时掌握管道腐蚀状况,实现精准防腐,利用人工智能技术,对管道进行智能诊断和预测,提前发现并解决腐蚀问题,降低管道故障风险。此外,智能化技术还可以辅助优化防腐措施的实施,提高管道防腐效果。未来,智能化防腐技术将进一步融合物联网、大数据和人工智能等技术,实现管道防腐的智能化、精细化管理,提高油气集输管道的安全性和可靠性。

4.3 多功能一体化防腐技术

在未来,油气集输管道管线防腐技术将朝着多功能一体化方向发展。多功能一体化防腐技术通过将多种防腐技术相互结合,能够提高管道抗腐蚀性能。例如将防腐涂层技术与阴极保护技术、电化学保护技术等相结合,形成一种具有优异抗腐蚀性能的管道防护系统。这种系统可以针对不同环境和介质,灵活调整防腐策略,提高管道的安全性和可靠性。此外,多功能一体化防腐技术还可以结合智能监测系统,对管道进行实时监测和预警,提前发现和处理潜在的腐蚀问题,进一步提高管道的安全运行水平。随着科技的不断进步,多功能一体化防腐技术将不断优化和发展,以满足油气集输管道在不同环境和介质下的防腐需求,确保管道的安全运行,为我国油气集输行业的发展提供有力保障。

5 结语

综上所述,防腐技术在油气集输管道管线中的应用十分必要,要充分发挥其作用,并合理选择防腐技术,需要了解当前不同防腐技术的特征以及应用条件,并持续加强技术研究。结合当前防腐技术的发展情况,在未来发展中油气集输管道管线防腐技术将呈现出绿色环保、智能化和多功能一体化等趋势。因此,持续研究和推广先进的防腐技术,对保障油气集输管道的安全运行具有重要意义。

参考文献:

- [1] 李崇娟. 油气集输管线防腐技术研究与应用 [J]. 设备管理与维修, 2023(18):187-188.
- [2] 李丹妮. 油气集输管线内防腐技术分析 [J]. 全面腐蚀控制, 2022,36(12):116-117.
- [3] 张准奎. 油气集输管线防腐技术探析 [J]. 石化技术, 2022,29(07):123-125.
- [4] 韩晓宇, 李忆虹, 张永刚. 油气集输管线防腐技术研究与应用 [J]. 清洗世界, 2021,37(11):61-62.