

常减压装置常顶管道腐蚀泄漏原因分析及建议

刘 通（中石化（天津）石油化工有限公司，天津 300270）

摘 要：本文旨在深入分析和探讨常减压装置常顶管道的腐蚀与泄漏问题。通过对 0.8Mt/a 常减压装置中发生的一起具体泄漏事件的研究，文章详细阐述了腐蚀的机理、原材料介质的作用以及防腐措施和运营管理的现状。此外，结合实际案例，本文比较分析了不同事件中的共性和特殊性，进而提出了针对性的防腐和泄漏预防建议。通过这些分析，本文旨在为常减压装置常顶管道的腐蚀控制和泄漏预防提供实用的指导和建议。

关键词：常减压装置；常顶管道腐蚀；泄漏；原因

在现代炼油工业中，常减压装置是关键组成部分，主要用于原油的分馏和精炼。这些装置中的常顶管道在整个过程中扮演着至关重要的角色。然而，管道的完整性受到各种因素的影响，其中腐蚀和泄漏是最常见且最具破坏性的问题。管道的腐蚀不仅影响生产效率，还可能导致严重的安全风险和环境污染。因此，针对这些常见问题的研究和改进措施对于确保设备运行的安全和可靠性至关重要。本文将深入探讨这些问题的原因并提出有效的预防和改进建议。

1 蒸发线管道事故分析

1.1 事故背景与概述

在 0.8 Mt/a 的常减压装置中发生的特定泄漏事故发生在关键的蒸发线管道上，这一管道负责处理高温、高压的原油分馏物。事故发生的环境和条件复杂，包括连续的设备运行、原油的化学性质，以及管道材料的耐腐蚀性。这一事件凸显了在极端工况下，如何有效管理和维护关键设施以确保其安全性和可靠性的重要性。对这些因素的深入分析不仅有助于理解事故的直接原因，还对制定有效的预防措施至关重要。这种分析应包括对事故发生时原油的特性、操作过程中的温度和压力控制，以及管道材料选择和维护策略的详细审查。通过这种全面的分析，可以得出有关如何优化操作流程、改善材料选择和加强维护计划的关键见解，以减少未来类似事故的发生。

1.2 腐蚀原因分析

在 0.8Mt/a 的常减压装置中发生的泄漏事故的腐蚀原因分析揭示了与原油中硫含量高度相关的问题。硫化物在高温高压条件下尤为活跃，特别是在管道的某些部分，容易引起严重的腐蚀。硫化氢（ H_2S ）和其他硫化物与金属接触时，会加速腐蚀过程，导致管道材料快速劣化。除了硫含量，原油的其他化学成分、操作过程中的温度、压力条件，以及管道材料的

选择和耐腐蚀性都是影响腐蚀程度的关键因素。因此，为了制定有效的防腐措施，理解这些因素的相互作用至关重要。此外，考虑到原油质量的变化和操作条件的波动，需要采用动态的防腐策略，以适应不断变化的腐蚀风险。

1.3 操作管理因素

在保持管道完整性方面，操作管理是关键的因素。事故分析表明，不足的操作管理会显著增加管道腐蚀和泄漏的风险。首先，不适当的温度控制和压力调节可能导致管道处于不稳定的操作条件下，加剧了腐蚀的可能性。正确的操作参数对于降低腐蚀速率至关重要，因此操作人员需要严格遵守操作规程，确保温度和压力保持在安全和稳定的范围内。其次，有效的监控系统是防止腐蚀和泄漏的关键。监控系统能够实时监测管道的状态，包括腐蚀速率、温度和压力的变化。如果监控系统不足或不准确，可能会导致对腐蚀问题的延迟识别，从而失去了采取及时补救措施的机会。因此，监控系统的有效性对于管道的健康管理和风险控制至关重要。此外，维护策略也是防腐和泄漏预防的关键。定期的检查和及时的维修工作可以有效地预防潜在的腐蚀问题。维护计划应该包括定期的管道检查、腐蚀监测和及时的维修工作，以确保管道系统的完整性得到有效维护。

2 腐蚀机理

2.1 腐蚀机理概述

常顶管道的腐蚀机理主要受原材料介质特性的影响。在处理含硫原油时，硫化物在高温高压条件下与管道材料发生化学反应，导致腐蚀。此外，原油中的酸性物质如硫酸盐和有机酸，也会对管材造成侵蚀。这些腐蚀过程通常随着温度和压力的增加而加剧。因此，了解和控制原材料的化学性质及操作条件对于预防和减缓腐蚀至关重要。

在处理含硫原油的过程中,管道内的金属与硫化氢(H_2S)等硫化物发生反应,产生硫化物,这些硫化物会与金属表面发生化学反应,形成硫化物沉积物。这些沉积物会附着在管道壁上,形成硫化物皮膜。这个硫化物皮膜是腐蚀的催化剂,可以加速金属的腐蚀速率。此外,硫酸盐和有机酸也会附着在管道壁上,进一步加剧腐蚀。

腐蚀过程受温度和压力的影响很大。通常情况下,随着温度和压力的升高,腐蚀速率也会增加。高温会促使化学反应更加活跃,而高压则有助于硫化物等腐蚀物质渗透到金属内部,引发更严重的腐蚀问题。

2.2 原材料介质属性分析

原油成分中的硫化物和酸类物质对常顶管道的腐蚀有重大影响。硫化物,尤其是硫化氢(H_2S),在高温高压条件下容易引发管道材料的腐蚀反应,加速金属的腐蚀速率。硫化氢会与金属表面发生反应,生成硫化物,这些硫化物沉积在管道内壁,形成硫化物皮膜,进一步促进腐蚀的发生。此外,原油中的酸性物质,如硫酸盐和有机酸,也对管道材料产生侵蚀作用,导致金属的腐蚀和腐蚀产物的沉积。

操作条件对于管道腐蚀过程的影响显著。高温会加速腐蚀反应的速率,因为在高温下,化学反应更为活跃和剧烈。高压也会影响管道内介质的流动情况,可能导致腐蚀物质在金属表面的不均匀分布,进一步加剧腐蚀问题。

2.3 腐蚀类型细分

在常顶管道中,主要的腐蚀类型包括酸性腐蚀和硫化物腐蚀。这两种腐蚀类型对管道的结构完整性和使用寿命都具有严重影响。

首先,酸性腐蚀主要由原油中的酸性物质引起。这些酸性物质与管道材料发生化学反应,导致金属表面的损坏和腐蚀。酸性腐蚀通常表现为管道内壁的局部腐蚀和腐蚀坑,这可能导致金属材料的薄化和最终的泄漏。其次,硫化物腐蚀是由于原油中的硫化氢(H_2S)和其他硫化物与管材发生化学反应引起的。硫化物腐蚀的特点是在管道内壁形成硫化物皮膜,这会进一步促进腐蚀的发生。硫化物腐蚀可能导致金属材料的局部腐蚀、腐蚀坑的形成以及金属材料的脆化。

3 案例研究分析

3.1 类似事故案例比较

在炼油行业中,常减压装置的常顶管道腐蚀和泄漏是一个普遍的问题。例如,某炼油厂的常顶管道发生了严重的腐蚀泄漏事故。事故调查显示,原油中的

高硫化物含量是主要的腐蚀原因。此外,由于操作不当,如温度和压力的波动,加剧了管道的损坏。在此案例中,防腐措施如定期维护和使用腐蚀抑制剂被忽视,导致了事故的发生。

通过对这一案例的分析,我们可以看到,高硫化物原油、操作不当和防腐措施的缺失是导致腐蚀和泄漏的主要因素。此外,监控和维护的不足也加剧了问题的严重性。因此,针对这些因素的有效控制和管理对于预防类似事故至关重要。通过对类似案例的分析,我们可以更好地理解腐蚀和泄漏的成因,从而为设计有效的预防措施和改进方案提供实证基础。

3.2 共性与差异性分析

在对比不同案例时,我们发现腐蚀和泄漏事件的一些共性。这些包括原油的化学性质(如高硫含量)、操作条件的不稳定(温度和压力波动),以及防腐措施的不足。然而,每个案例也展示了独特的挑战,比如不同的设备年限、维护历史和操作管理的差异。这些差异性要求我们在制定预防和控制措施时,需要具体情况具体分析,采取更定制化的策略。通过理解这些共性和差异,我们可以更有效地预防和应对腐蚀和泄漏事件。

4 防腐策略与运营管理:常顶管道腐蚀与泄漏的预防与控制

4.1 防腐措施的现状与评估

当前的防腐措施主要包括使用防腐涂层和腐蚀抑制剂。防腐涂层的作用在于在管道表面形成保护层,这一层能有效阻止腐蚀介质与管道金属的直接接触,从而降低腐蚀速率。另一方面,腐蚀抑制剂通过改变腐蚀反应的化学过程来减缓金属的腐蚀速度。这些措施在不同的操作环境下效果各异,其效果受温度、压力和化学介质变化的影响。因此,正确选择和应用防腐措施,需要基于具体的操作环境和管道材料特性进行定制。

除此之外,定期的管道检查和维护也是重要的防腐措施。通过定期检查,可以及时发现腐蚀的迹象和潜在的泄漏点,进而采取适当的修复措施。此外,改进材料选择也是一种有效的策略。选择更耐腐蚀的材料,如不锈钢或涂有特殊防腐涂层的材料,能够提高管道的耐久性和可靠性。

在实际操作中,应综合考虑各种因素,包括成本效益、操作条件以及环境影响,来选择最合适的防腐策略。例如,在高硫含量的原油处理过程中,可能需要更加强化的防腐措施,而在温和条件下,标准的维

护和监测可能就足够。此外,随着技术的进步和新材料的开发,应定期评估和更新防腐策略,以确保它们能够满足当前的操作需求并适应未来的挑战。

4.2 运营管理实践的优化

运营管理的优化对于防止管道腐蚀和泄漏至关重要。这包括对操作条件的精确控制,如温度和压力的稳定维持,以确保这些变量保持在安全和有效的范围内。此外,定期维护计划的实施对于早期发现潜在腐蚀和泄漏问题至关重要。这些计划应包括定期的管道检查、腐蚀监测和及时的维修工作。通过这种方法,可以显著减少因操作管理不当导致的腐蚀和泄漏风险。有效的运营管理还应包括对操作人员的培训,确保他们了解腐蚀和泄漏的风险,并能够执行正确的操作程序。同时,应使用先进的监控技术,比如传感器和自动化系统,以实时监控管道状态,提前预警潜在问题。通过这些综合措施,可以提高管道系统的可靠性,降低意外事故的风险,从而保证生产的安全和连续性。此外,应定期回顾和更新操作管理策略,以应对操作环境的变化和技术的进步。总之,运营管理的优化是一个持续的过程,需要不断地评估、调整和改进,以适应不断变化的工业环境和技术发展。

4.3 监控系统的重要性

监控系统在及时识别和处理腐蚀及泄漏问题方面发挥着关键作用。有效的监控系统能够实时监测管道状态,包括腐蚀速率、温度和压力的变化,及时预警潜在的腐蚀和泄漏风险。这不仅有助于及时采取补救措施,避免更大的损失,还可以提供关键数据以支持长期的运营管理和防腐策略优化。因此,投资于高效的监控系统对于管道的健康管理和风险控制至关重要。从策略角度看,应定期评估监控系统的性能,确保其能够有效检测腐蚀和泄漏的早期迹象。同时,监控数据的分析和处理对于预测潜在问题和制定预防措施至关重要。此外,应积极采用新技术和方法,如机器学习和人工智能,来增强监控系统的预测能力和准确性。通过持续的技术更新和优化,监控系统可以更加有效地支持管道的安全运营。

4.4 长短期策略的提出

4.4.1 短期策略

短期策略的目标是迅速有效地响应当前的腐蚀和泄漏风险。首先,加强现场监控和定期检查非常关键。这包括提升监控设备的精度和覆盖范围,确保能够及时发现潜在的腐蚀点。同时,加强对管道系统的物理检查,如使用超声波或X射线技术进行管道壁厚测量,

以评估管道的腐蚀状况。其次,优化操作条件对于预防腐蚀至关重要,这涉及精确控制处理原油的温度和压力,以及调整化学添加剂的使用,以减少腐蚀性介质的影响。加强员工培训也是必要的,这不仅包括传授基本的腐蚀知识,还应包括教授如何在日常操作中识别和处理腐蚀和泄漏问题。此外,应急响应计划的制定和演练也是短期策略中的重要部分,确保所有员工在发生腐蚀或泄漏事件时都能迅速且有效地采取行动。通过这些综合性的措施,可以在短期内显著降低腐蚀和泄漏事件的发生概率,保障设备的安全运行和生产的连续性。

4.4.2 长期策略

长期策略的核心是持续的投资和改进,以适应技术发展和操作环境的变化。首先,投资于更先进的监控技术和设备,例如智能传感器和自动化系统,能够大幅提升监控能力和数据分析效率。其次,开发和实施全面的维护计划非常重要,包括定期更换易腐蚀部件和定期进行综合性的设备检查。此外,持续评估和改进防腐措施也是必需的,这意味着需要定期审查现有措施的效果,并根据最新的技术进展和操作环境的变化进行调整。例如,采用新型防腐材料和技术,加强管道的设计和制造过程,以及使用高效的腐蚀抑制剂。同时,定期培训员工,提高他们对腐蚀控制的知识和技能。通过这些长期策略,可以确保管道系统的稳定运行和长期可靠性,减少环境风险,并优化总体运营成本。

综上所述,本论文的关键发现强调了在腐蚀控制中持续监控和改进措施的重要性。通过深入分析常顶管道的腐蚀机理、现有的防腐措施、运营管理实践,以及监控系统的作用,我们提出了针对性的短期和长期策略,以有效预防和控制腐蚀和泄漏。这些发现强调了在动态变化的操作环境中,持续优化和改进防腐策略的必要性,以确保设备的安全和可靠运行。

参考文献:

- [1] 马红杰,赵玉生,张文泽. 掺炼高氯原油常减压蒸馏装置腐蚀风险分析及防护[J]. 石油化工腐蚀与防护,2021,38(5):23-26,48.
- [2] 吴健. 原油硫含量升高对常减压蒸馏装置腐蚀的影响及应对措施[J]. 石油化工腐蚀与防护,2021,38(4):57-59.

作者简介:

刘通(1993-),男,汉族,河北献县人,本科,助理工程师,研究方向:化学工程与工艺。