

# 油气管道防腐技术的应用

陈天晴 涂洪辉

中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司 重庆 渝中 400016

**摘要:** 油气管道防腐技术是保障管道安全运行和延长使用寿命的重要手段。本文简要介绍了油气管道及其危害,分析了油气管道腐蚀的影响因素,并对油气管道防腐技术的应用进行了深入探讨,以期对油气管道的安全、稳定运行提供保障。

**关键词:** 油气管道;防腐技术;应用

## 引言

油气管道作为能源供应的重要通道,在现代社会的发展中起着关键作用。然而,由于长期暴露于恶劣的环境条件和化学腐蚀的影响,油气管道容易受到腐蚀和损坏,从而引发事故和泄漏。为了确保油气管道的安全运行和减少环境风险,防腐技术成为不可或缺的一环。

## 1 油气管道及其危害

### 1.1 油气管道概述

简单来说,油气管道是指将石油、天然气等能源从生产地输送到消费地的管道系统。在输送过程中,经过加压、加热等工艺处理,使得石油和天然气能够顺利通过管道到达目的地。在这个过程中,管道的材质和结构、输送压力和温度等因素都会对输送效率和质量产生影响。因此,油气管道的建设和运营需要充分考虑这些因素,确保能源传输的可靠性和安全性。并且,根据材质和结构的不同,油气管道可以大致分为金属管道和非金属管道两大类。金属管道主要以钢管为主,采用高强度材料制成,具有较高的承压能力和耐腐蚀性。而非金属管道则采用如塑料、橡胶等非金属材料制成,主要应用于一些特殊领域。此外,根据输送介质和用途的不同,油气管道还可以分为原油管道、天然气管道和成品油管道等不同类型。这些管道在材质、结构、输送压力和温度等方面都有所区别,需要根据实际情况进行设计和建设。此外,油气管道的应用领域广泛,涉及到能源、化工、城市供暖等多个领域。其中,在能源领域,油气管道连接着能源生产地和消费市场,使得能源能够高效、安全地输送到目的地。在化工领域,油气管道输送的石油和天然气是重要的原料来源,通过管道输送可以更好地保证原料的质量和稳定性。在城市供暖领域,油气管道可以实现高效、稳定的热能传输,为城市供暖提供可靠保障。同时,油气管道还可以应用于电力领域,如建设长距离输电线路,实现电力的远距离传输。

### 1.2 油气管道的危害

在全球能源行业中,油气管道具有举足轻重的地位。然而,随着管道的普及和长时间运行,一系列危害和安全问题也随之浮出水面。(1)由于管道长时间运行,或是维护保养不到位,很容易出现泄漏现象。泄漏不仅会造成能源浪费,还会对环境和人类生活带来负面影响。例如,石油和天然气都是易燃物质,泄漏后可能引发火灾,给生命和财产安全带来威胁。(2)油气管道在运输过程中,可能会受到各种物理损害,如管道腐蚀、磨损和疲劳裂纹等。这些损害会影响管道的强度和稳定性,增加管道破裂和泄漏的风险。(3)在现代能源管理中,油气管道通常与信息技术相结合,形成自动化、智能化的管理系统。然而,这也带来了信息安全风险。黑客攻击、网络病毒等可能会对管道系统造成严重影响,甚至导致能源供应中断。

## 2 油气管道腐蚀的影响因素分析

### 2.1 内部因素

油气储运环节中的管道腐蚀受到内部因素的影响,其主要是由于介质组成的成分和输送条件的差异而引起的腐蚀现象。在储运过程中,管道内部会暴露于各种化学物质和气体中,这些物质可能与管道材料发生反应,导致管道腐蚀。而为了减轻或消除腐蚀带来的不利影响,有必要加强对管道的处理工作。例如,在油气存储环节中,氢气是一种常见的内部因素,会导致管道腐蚀。当油气通过管道时,其中可能含有氢气,而氢气与管道材料接触后会发生化学反应,生成氢化物,并破坏管道的结构完整性。因此,及时清除管道中的氢气物质是非常重要的。尽管清除氢气可以减少腐蚀风险,但仍然存在其他物质,如少量的二氧化碳等,它们会与管道中的水融合形成酸性物质。并且,这些酸性物质具有较高的腐蚀性,会给管道带来严重的影响。酸性物质与管道内壁发生化学反应,导致管道表面产生腐蚀现象,进而降低管道的强度和耐久性。这种腐

蚀可能会导致管道泄漏或甚至爆炸,对油气储运环节造成严重的安全隐患。

## 2.2 外部因素

除了内部因素外,外部因素也会引起管道腐蚀。其中,温差变化、气候变化和土壤酸碱值变化等因素都会对管道的腐蚀性造成严重影响。一方面,在管道施工初期,需要做好相关的准备工作,以应对这些外部因素的影响。首先,需要根据实际情况进行预估和评析,了解施工区域的具体环境状况。这样可以更好地掌握管道所处环境的特点,并制定相应的防腐措施。例如,在气候变化较为剧烈的地区,可以考虑采用更耐腐蚀的材料来建设管道,或者加强防腐层的厚度,提高管道的耐久性。另一方面,随着使用时间的延长,管道的腐蚀程度必然会加深。因此,还需要定期进行管道的检测和维护工作,及时发现和修复腐蚀损伤,确保管道的安全运行。针对不同类型的腐蚀,可以采用不同的防腐方法,如物理防腐、化学防腐或电化学防腐等。

## 2.3 管道自身因素

目前,管道自身的材质是影响腐蚀的重要因素之一。不同材质的管道在面对不同环境和介质时,其抗腐蚀性能各异。常用的管道材质包括钢铁、镀锌钢管、镀塑钢管、不锈钢等,这些材质在面对不同的化学物质时会有不同的腐蚀倾向,从而影响管道的运输安全。另外,运输和存储不当也是导致管道腐蚀的重要原因之一。如果管道内部的油气无法得到适当的保护,比如没有隔离措施或防腐涂层不完善,就会加速管道的腐蚀过程。同时,管道中的油气在运输过程中可能会因为温度和压力变化而发生化学反应,产生酸性物质或其他有害物质,进而引发管道的腐蚀。

## 3 管道防腐技术的应用

### 3.1 有机防腐涂层技术

管道防腐技术是确保油气管道安全可靠运行的关键措施之一。其中,有机防腐涂层技术作为一种广泛应用的方法,可以有效防止管道腐蚀,延长管道使用寿命。有机防腐涂层技术主要利用有机涂料在管道表面形成一层致密、连续、均匀的薄膜,阻止腐蚀介质(如氧气、水汽、微生物等)渗透到管道表面,从而防止管道腐蚀。常用的有机防腐涂层材料包括环氧涂料、聚氨酯涂料、氯化橡胶涂料等,这些材料具有不同的特点和适用范围。其中,环氧涂料是一种常用的有机涂料,具有良好的附着力和化学性能,可以有效地保护管道不受腐蚀介质侵蚀。聚氨酯涂料在防腐性能上更为优越,具有较高的耐磨性和耐化学性,适用于一些高腐蚀环境下的管

道防腐。而氯化橡胶涂料则具有较高的耐久性和耐候性,适用于户外暴露条件下的管道防腐<sup>[1]</sup>。此外,有机防腐涂层技术具有以下优点:一方面,有机防腐涂层可以适应不同的环境条件,包括高温、低温、潮湿、盐雾等。另一方面,有机防腐涂层施工方便,不受管道形状和尺寸的限制。并且,有机防腐涂层材料成本相对较低,使用寿命长,从而能够降低总体成本。

### 3.2 无机非金属防腐层

管道防腐技术是保障管道系统安全运行的重要手段,其中常用的无机非金属防腐材料包括搪瓷、玻璃、磷化膜和阳极氧化膜等。这些材料具有优异的防腐性能,可在管道表面形成一层致密的镀膜,有效隔离管道与外界环境的接触,防止腐蚀和锈蚀的发生。(1)搪瓷是一种常见的无机非金属防腐材料,其具有高致密度和光滑表面,能够阻隔水、氧和化学介质的渗透,从而有效保护管道不受腐蚀。搪瓷涂层适用于各种金属表面,如钢管、钢板、铸铁等,广泛应用于石油、化工、水处理等领域。(2)磷化膜是一种通过化学转化处理形成的无机非金属防腐材料。在金属表面进行磷化处理,能够形成一层致密的磷化膜,提高金属表面的耐腐蚀性和耐磨性。磷化膜具有良好的防锈、耐腐蚀和润滑性能,适用于各种金属表面,如钢铁、铝、锌等,广泛应用于石油、化工、汽车等领域。(3)阳极氧化膜是一种通过电化学方法在金属表面形成的无机非金属防腐材料。在金属表面进行阳极氧化处理,能够形成一层致密的氧化膜,提高金属表面的耐腐蚀性和耐磨性。阳极氧化膜具有良好的防腐和耐磨性能,适用于各种金属表面,如铝、铜、铁等,广泛应用于水处理、化工、电力等领域。

### 3.3 化学药剂

在油气储运管道中,化学药剂的选择和应用对于管道的安全、稳定、长周期运行具有重要意义。常见的化学药剂包括除硫剂、杀菌剂、缓释剂和除氧剂等。第一,油气储运过程中,含硫化物是常见的有害物质之一。这些含硫化物在高温高压条件下容易发生化学反应,生成腐蚀性较强的硫化氢,对管道造成严重腐蚀。为了有效去除含硫化物,除硫剂被广泛应用于油气储运管道。除硫剂是一种专门针对含硫化物的化学药剂,能够有效去除管道中的硫化氢,其主要成分包括氧化剂、催化剂、还原剂等。通过一系列化学反应将有害的硫化物转化为无害的物质,从而达到管道防腐的目的<sup>[2]</sup>。第二,在油气储运过程中,管道内微生物的生长和繁殖是不可避免的。而杀菌剂是一种专门针对微生物的化学药剂,能够有效杀灭管道中的细菌、真菌、藻类等微生

物。其主要成分包括氧化剂、有机卤素化合物、含氮有机化合物等，通过破坏微生物的细胞膜、干扰其代谢过程等途径，达到管道防腐和防垢的目的。第三，缓释剂是一种专门针对垢质和沉淀物的化学药剂，能够通过缓慢释放有效成分，达到管道防垢和除垢的目的。其主要成分包括有机酸、无机酸等，通过与垢质和沉淀物发生化学反应，将其分解为无害物质，并随水流排出管道。第四，除氧剂是一种专门针对氧气的化学药剂，能够有效去除管道中的溶解氧。其主要成分包括还原剂、氧化剂等，通过化学反应将溶解氧转化为无害物质，从而降低管道腐蚀速率，保证管道安全稳定运行。

### 3.4 阴极保护技术

阴极保护技术是一种常用于防止金属结构腐蚀的有效方法，该技术利用电化学原理，在金属结构表面施加适当的电流，使其成为阴极，从而减少或消除金属腐蚀的发生。在实际应用中，阴极保护技术已被广泛使用，并得到了业界的一致认可。首先，通过施加适量的电流，可以改变金属结构表面的电位，使其处于一个较低的电位区域。这样做的结果是，金属结构上会形成一个保护性的氧化膜，从而减少了金属与外部环境中的氧、水等物质接触的可能性。这种保护膜能够有效地阻断腐蚀反应的进行，从而延长金属结构的使用寿命。其次，阴极保护技术在一些特殊环境下尤为重要。例如，对于埋深较大的油气输运项目而言，管道的腐蚀问题一直是个头疼的难题。由于这些管道通常埋在地下，受到土壤中的湿度、含盐量以及氧气的影响，容易发生腐蚀。而阴极保护技术可以通过施加电流来消极地保护管道表面，减少金属结构与土壤中的化学物质接触，从而降低了管道腐蚀的发生概率<sup>[3]</sup>。最后，正确应用阴极保护技术对于海水中的油气输运项目也具有重要意义。海水中的盐分含量较高，同时还存在着微生物和其他有害物质，这些因素都会加剧金属结构的腐蚀速度。然而，通过采用恰当的阴极保护措施，可以将金属结构的电位调整到一个适宜的范围内，形成保护性的氧化膜，有效地防止腐蚀的发生。

### 3.5 选择优质的防腐性高的管道材料

在油气储运过程中，管道长期处于恶劣的环境中，

遭受着土壤、水、微生物等腐蚀介质的侵蚀，而选择优质的防腐管道材料，可以显著提高管道的抗腐蚀能力，保障油气储运的顺利进行。优质的防腐管道材料应该具备以下特点：（1）管道材料必须具备足够的强度，能够承受各种外力负荷，如土壤压力、外部重力等，同时还要具有足够的韧性，以抵抗地震、位移等引起的应力变化。（2）土壤中的电解质、微生物等会对管道造成腐蚀，因此，管道材料应具有优异的耐土壤腐蚀性能，能够减缓腐蚀速率，延长管道使用寿命。（3）管道材料的透气性对于防止腐蚀介质的渗透至关重要<sup>[4]</sup>。优质的管道材料应具有适当的孔隙率和渗透率，能够有效排放腐蚀介质，防止介质在管道内部形成水膜，从而减缓腐蚀速率。（4）管道材料的透水性对于防止水分的积聚同样重要。良好的透水性可以使管道内部的水分及时排出，避免水分在管道内部滞留，从而防止电化学腐蚀的发生。（5）管道材料的焊接性能对于施工和维护过程至关重要。优质的管道材料应具有良好的焊接性能，能够满足焊接工艺的要求，确保管道的完整性和密封性。此外，为了确保管道材料的质量和可靠性，还可以进行相关的检验和测试，以确保管道材料符合相关标准和要求。

### 结束语

综上所述，油气管道防腐技术是保障管道安全、稳定运行的关键。通过采用优质的防腐涂层、缓蚀剂、阴极保护等技术，可以有效地减缓管道内外壁的腐蚀速率，延长管道使用寿命。未来，随着科技的不断进步，防腐技术将会更加完善和高效，为油气管道的安全、稳定、长周期运行提供更加可靠的保障。

### 参考文献

- [1]吕良辰.试论油气储运管道防腐技术的应用现状[J].化工管理,2019(18):119-120.
- [2]薛鹏,宋尚鑫,童文辉.试论油气储运管道防腐技术的应用现状[J].科技创新与应用,2019(06):159-160.
- [3]姜宜君.油气储运过程中的管道防腐现状及解决措施[J].科技创新导报,2020,17(14):19-20.
- [4]王刚.油气长输管道阴极保护系统的影响因素与措施研究[J].全面腐蚀控制,2021,35(01):75-77.