

# 油气储运中管道防腐技术

周起龙（辽宁安科安全评价有限公司，辽宁 沈阳 110175）

**摘要：**油气储运作为重要的能源领域，管道防腐技术在其中扮演着至关重要的角色，随着石油和天然气需求的不断增长，管道系统的安全稳定运行成为了当务之急，管道防腐技术的应用可以有效预防腐蚀、减少泄漏事故的发生，保障油气运输的可靠性、安全性和环境友好性。本文将探讨不同类型的管道防腐技术，旨在为油气储运领域提供科学、可行的防腐解决方案，推动行业的可持续发展。

**关键词：**油气储运；管道；防腐技术

## 0 引言

油气储运中的管道防腐技术对于保障管道的安全和延长使用寿命起着关键作用，目前常用的管道防腐技术包括外防腐、内衬防腐和电泳防腐等。外防腐采用涂料、包裹层等方式，可以有效地隔离管道与环境接触，防止腐蚀；内衬防腐则是在管道内部涂覆防腐层，可以减少流体对管道表面的侵蚀。电泳防腐技术通过将反应溶液施加在管道表面，形成均匀、密实的防腐膜，提高了防腐效果。综合运用这些技术可以提高管道的耐腐蚀性能，减少管道故障和事故的发生，保障油气储运的安全与稳定。

## 1 油气储运中管道防腐的重要性

油气储运中的管道是连接油气生产、加工、储存和消费环节的重要纽带，承担着油气资源的输送和供应任务。然而，由于长期受到外界环境、介质腐蚀、压力变化等因素的影响，管道防腐层会逐渐失效，导致管道内壁的金属暴露在外界环境中。这种情况一方面会引发管道的进一步腐蚀加速，甚至造成管道泄漏，对环境和人员安全构成威胁；另一方面，也会降低管道的输送能力，增加能源损耗和经济成本<sup>[1]</sup>。

管道防腐的重要性主要表现在以下几个方面：保护石油和天然气资源：油气储运管道是宝贵的能源资源输送通道，通过有效地防止管道的腐蚀和泄漏，可以保护并延长管道的使用寿命，最大限度地减少能源资源的浪费。确保运输安全：油气储运管道的泄漏对环境和人员安全有重要的影响。通过加强管道的防腐工作，可以减少管道的腐蚀损坏和泄漏风险，降低事故发生的可能性，维护运输过程的安全性和稳定性。

提高输送效率：管道内部的腐蚀物会附着在管道壁上，形成摩擦阻力，增加能源的消耗和输送成本。通过有效的防腐措施，可以保持管道内壁的光滑和清洁，减少流体摩擦损失，提高输送效率，降低能源成本。

减少维修和更换频率：管道防腐的有效实施可以减缓管道的腐蚀速度，延长管道使用寿命，减少维修和更换的频率，降低维护成本和投资风险。

综上所述，强化油气储运中管道的防腐工作具有极其重要的意义，只有通过科学、可靠和系统的防腐措施，才能保证油气储运管道的安全、高效和长期稳定运行。

## 2 油气储运管道防腐的影响因素

### 2.1 油气性质因素

油气的性质是影响油气储运管道防腐工作的重要因素之一，不同类型的油气具有不同的化学组成和物理性质，对管道的腐蚀产生不同的影响。首先，油气中的酸性物质是主要的腐蚀因素之一，某些油气含有一定比例的硫化物、酸性气体等，它们会与管道材料接触后产生一系列的化学反应，从而导致管道的腐蚀，例如，硫化物会与氧气结合形成硫酸，在潮湿的条件下能够加速管道金属的腐蚀。

其次，油气中的含水量也会对管道的腐蚀产生影响，水分能够促进电解质的形成和扩散，加快管道的腐蚀速度。特别是在存在氢离子的情况下，水分和其他腐蚀因素相互作用，会引起局部腐蚀和金属的应力腐蚀开裂。此外，油气中的固体颗粒和杂质也是影响管道腐蚀的因素之一，颗粒和杂质会在管道内壁附着，形成局部腐蚀点，加速管道的腐蚀，特别是含有硬质颗粒的油气，会对管道内壁形成刮擦和磨损，导致腐蚀更容易发生。

### 2.2 外界因素

外界环境因素对油气储运管道的防腐工作起着重要作用，这些因素包括温度、湿度、土壤条件、气候等，会直接或间接地影响管道的腐蚀状况。温度是影响管道防腐的主要外界因素之一，高温环境会加速腐蚀过程，使金属材料更容易受到侵蚀；而低温条件下，

管道易受冷凝水和冰晶的影响,导致腐蚀发生。湿度是另一个重要的外界因素,高湿度和潮湿的环境容易引起管道腐蚀,尤其是在存在氧气和氯离子等腐蚀介质的情况下,同时湿度还会促进管道内水分的蒸发和凝结,加速腐蚀的发生<sup>[2]</sup>。

此外,土壤条件也对管道的防腐有着重要影响,土壤中含有一定的溶解氧、酸性物质和化学盐等,与管道金属接触会引起腐蚀,特别是在潮湿和具有一定电导率的土壤中,腐蚀速度较快。最后,气候条件也会对管道腐蚀产生影响。例如,海洋气候下的高盐度和强风腐蚀,山区的高湿度和大范围温差等都可能导致管道腐蚀的加剧。

### 3 油气储运中常用管道防腐技术

#### 3.1 内部防腐技术

内部防腐技术是指对管道内部表面进行防腐处理,以防止腐蚀和污染物的产生和累积,常用的内部防腐技术包括涂层、封堵和电化学防护等。

首先,涂层是内部防腐技术中较为常见的方法,涂层可以形成一个保护层,覆盖在管道内壁上,起到隔离管道金属材料与介质的作用,防止腐蚀的发生。常见的涂层材料包括环氧树脂、聚乙烯、玻璃钢等,根据介质的性质和工况的要求选择合适的涂层材料,涂层施工过程中,需要注意涂料的选择、预处理、均匀涂刷、固化等工艺要求,以确保涂层效果。

其次,封堵技术也是一种常用的内部防腐方法,封堵技术通过向管道内注入特定的封堵物质,如泡沫塑料、水硅胶等,填充管道的空腔,减少介质与管道内壁的接触,从而防止腐蚀的发生,这种技术适用于较小直径的管道和复杂的管道结构。

另外,电化学防护技术也被广泛应用于管道的内部防腐,该技术通过外加电流或电位来改变管道的电化学环境,使金属处于一种不易腐蚀的状态。常见的电化学防护方法包括阴极保护和阳极保护。阴极保护是通过使用阴极材料如铝、锌等来吸收腐蚀电流,减缓管道腐蚀;阳极保护则是通过在管道上安装阳极,使阳极上的金属材料牺牲,吸收腐蚀电流,从而保护管道不受腐蚀。

内部防腐技术在油气储运中起到至关重要的作用,通过选择合适的涂层材料、封堵技术和电化学防护方法,可以有效地保护管道的内部表面,延长管道的使用寿命,降低腐蚀和污染物对油气储运系统的影响<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 外部防腐技术

外部防腐技术是指对管道外部表面进行防腐处理,以防止腐蚀和外界环境对管道的侵蚀,常用的外部防腐技术包括涂层、绝热套管和阴极保护等。

涂层是外部防腐技术中最常见和有效的方法之一,涂层可以形成一个保护层,覆盖在管道外表面,阻隔外界介质和环境气氛对管道的侵蚀,涂层材料通常选择耐腐蚀性强的材料,如环氧树脂、聚乙烯、聚氨酯等,并根据具体的工作环境和条件选择合适的涂层类型。在涂层施工过程中,需要注意涂料的预处理、涂刷工艺和固化要求,以确保涂层的质量和效果。

绝热套管也是常用的外部防腐技术之一,绝热套管可以在管道外部形成一个隔热层,防止管道受到环境温度的影响而发生腐蚀。绝热套管通常由保温材料和防护材料组成,例如岩棉、玻纤、聚氨酯等,通过包覆在管道外部起到保温和防护作用,从而延长管道的使用寿命。阴极保护也是一种常用的外部防腐技术。阴极保护通过在管道表面安装阳极,并施加电流,将阳极上的金属牺牲来保护管道金属不受腐蚀,阴极保护技术可以抵消金属在土壤或水中的腐蚀电流,从而减缓或阻止管道的腐蚀,常见的阴极保护方法包括埋式阳极、嵌入式阳极和外加电流阴极保护等。

### 4 加强油气储运中管道防腐效果的措施

#### 4.1 加强对管道周围环境的监测与管理

管道周围环境的监测与管理是确保管道防腐效果的重要手段,在管道运行和使用过程中,外界环境的变化和影响可能会对管道的防腐性能产生一定的影响。因此,通过加强对管道周围环境的监测与管理,可以及时发现和解决可能存在的问题,保障管道的防腐效果。

首先,需要定期对管道周围环境进行监测,监测内容包括环境温度、湿度、土壤腐蚀性、化学物质浓度等参数的监测,通过监测这些参数的变化情况,可以了解管道周围环境是否存在对管道产生腐蚀的因素,并及时采取相应的措施进行防护。

其次,需要对管道周围环境进行合理的管理,管理措施包括定期进行清理、维护和修复工作,保持管道周围环境的良好状态。例如,及时清除管道周围的杂草和垃圾,防止堆积物对管道的损害;修复易受损部位的保护层,确保防腐层的完整性;控制周围环境的化学品和污染物的排放,减少对管道的腐蚀<sup>[4]</sup>。

最后,还应建立完善的环境监测和管理制度,确保监测数据的准确性和有效性,通过制定相关的政策和法规,加强对管道周围环境的管理和监督,并建立专业的团队进行监测和管理工作,提高对管道防腐效果的控制和管理能力。

加强对管道周围环境的监测与管理是加强油气储运中管道防腐效果的重要措施,通过定期监测管道周围环境的参数变化,合理管理管道周围环境,可以及时发现和解决问题,保障管道的防腐效果,确保油气储运的安全性和可靠性。

#### 4.2 合理选择防腐材料

在加强油气储运中管道的防腐效果方面,选择合适的防腐材料至关重要,根据不同的工作环境和条件,选择具有良好耐腐蚀性的防腐材料,不同工作环境会受到不同程度的腐蚀性介质、温度和湿度等因素的影响,因此需要根据具体情况选择不同的材料。一般来说,常见的防腐材料包括环氧树脂、聚乙烯、聚氨酯等。这些材料具有优异的耐腐蚀性能,可以有效地抵御外界介质和环境气氛导致的腐蚀。

还应选用符合标准和规范的防腐材料,各国都有相应的标准和规范用于指导油气储运中管道的防腐工作,在选择防腐材料时,必须确保材料符合相关标准和规范的要求。这些标准和规范通常包括防腐材料的物理性能、化学稳定性、耐腐蚀性等方面的要求,选择符合标准的材料可以提高防腐效果和使用寿命。

此外还需要考虑施工条件和技术要求,防腐材料的选择也应考虑施工的条件和技术要求。不同材料在施工过程中可能需要特定的处理、涂刷工艺和固化要求等,在选择防腐材料时需要考虑施工方面的因素,确保施工操作正确、质量合格。

加强油气储运中管道的防腐效果需要合理选择防腐材料,通过根据工作环境和条件选择具有耐腐蚀性、符合标准和规范要求材料,并结合施工条件和技术要求,可以有效提高管道的防腐效果,确保油气储运的安全可靠性。

#### 4.3 定期进行管道的防腐检测与维护

在油气储运过程中,管道可能受到多种因素的影响,如环境条件、介质性质、操作和维护等,这些因素可能会导致管道的防腐层损坏或腐蚀加剧。因此,通过定期对管道进行防腐检测与维护,可以及时发现问题并采取措施修复,保证管道的防腐效果和使用寿命。防腐层是保护管道不受腐蚀的重要层,因此需要

定期检测其完整性和附着力,常用的检测方法包括视觉检查、厚度测量、涂层附着力测试等。通过这些检测方法,可以了解防腐层的状况,并及时采取修复措施,防止腐蚀物质侵蚀管道表面。

防腐维护工作包括清理污垢、修复损坏层、补充涂层等,定期清理管道表面的污垢和杂质,防止其对防腐层的破坏;对于损坏的防腐层,应及时进行修复,保证其完整性;在有必要的情况下,可以补充涂层,增加管道的防腐能力。通过这些维护工作的实施,可以有效延长管道的使用寿命,确保油气储运的安全性和可靠性。此外,还应建立完善的防腐检测与维护制度,明确检测和维护的时间、方法和责任人,通过建立规范化的工作流程,保证检测和维护工作的科学性和规范性。同时,也需要培训作业人员,提高其对防腐检测与维护工作的专业水平。

定期进行管道的防腐检测与维护是加强油气储运中管道防腐效果的重要措施,通过检测防腐层的完整性和附着力,及时进行维护和修复工作,可以保证管道的防腐效果和使用寿命,确保油气储运过程的安全性和可靠性<sup>[5]</sup>。

## 5 结语

在油气储运中,管道防腐技术的应用至关重要,通过采用合适的外防腐、内衬防腐和电泳防腐等技术手段,可以有效地延长管道的使用寿命,减少腐蚀和损坏的风险。随着技术的不断发展,管道防腐技术也在不断创新和完善,以适应更加复杂多变的工作条件和环境要求,对于保障油气储运安全、提高运输效率和降低成本具有重要意义,未来将继续致力于研究和推广先进的管道防腐技术,为油气储运领域提供更加可靠、安全的解决方案。

#### 参考文献:

- [1] 孟琳琳. 油气储运中管道防腐技术研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(02): 22-24.
- [2] 刘晴, 赵得强, 李京等. 油气储运管道的腐蚀机理与防腐技术研究[J]. 全面腐蚀控制, 2023, 37(08): 123-124+128.
- [3] 徐舒. 油气储运中的管道腐蚀成因与防治对策[J]. 化工管理, 2023, (23): 103-105.
- [4] 常胜龙. 油气储运中输油管道防腐工艺的研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(15): 13-15.
- [5] 杨旭, 田鑫荣. 油气储运工程过程中管道防腐问题的分析和研究[J]. 全面腐蚀控制, 2023, 37(07): 116-122.