

天然气输送管道防腐问题的探讨

韩景欣（河北中石油昆仑天然气有限公司，河北 石家庄 050000）

摘要：本文主要探讨了天然气管道防腐问题。首先介绍了天然气管道腐蚀的类型和因素，其中包括电化学腐蚀、杂散电流腐蚀和微生物腐蚀等。然后分析了天然气管道腐蚀的因素，包括土壤因素，大气因素，输送介质因素，外界因素，最后提出了天然气管道防治腐蚀相应的措施，包括管道图层保护、电化学阴极保护、天然气净化处理和其他措施，以期提供参考价值。

关键词：天然气管道；腐蚀；防治措施；图层保护；阴极保护

天然气是一种清洁、高效、安全的能源，被广泛应用于各个领域。然而，天然气管道的腐蚀问题是制约其安全运行和使用的重要因素之一。针对这一问题，人们开展了大量的研究和工程实践，并提出了各种防腐措施。

1 天然气管道的腐蚀类型

1.1 电化学腐蚀

电化学腐蚀是天然气输送管道中最常见的一种腐蚀类型，是由于金属表面与介质中的电解质之间形成的电化学反应引起的。在电化学腐蚀过程中，金属表面的阳极区域会发生氧化反应，金属会被氧化成离子，释放出电子，形成离子空洞，导致金属表面出现腐蚀现象。电化学腐蚀的速度与介质中的离子浓度、温度、流速、金属材质等因素有关。

1.2 杂散电流腐蚀

杂散电流腐蚀是指天然气输送管道由于外部电力系统引起的电流干扰，导致管道金属表面出现腐蚀现象。杂散电流的产生主要是由于电力系统中存在的故障或设计缺陷，使得电流在输电线路或地下管道中发生漏失。当这些电流进入管道系统时，会产生电位分布不均，导致管道金属表面出现腐蚀现象。杂散电流腐蚀的危害性很大，可以导致管道壁厚减薄、裂纹等安全隐患。

1.3 微生物腐蚀

微生物腐蚀是指由细菌、真菌、藻类等微生物引起的管道腐蚀现象，也被称为生物腐蚀。微生物腐蚀广泛存在于自然环境中，也是天然气输送管道中的一种常见腐蚀类型。微生物腐蚀的发生是由于微生物在管道内繁殖，产生酸、氢气等物质，形成腐蚀性环境，进而引起管道金属表面的腐蚀。微生物腐蚀的特点是腐蚀速度较慢，但危害性较大，可能导致管道壁厚减薄、孔洞和裂缝等安全隐患。

2 天然气管道腐蚀的因素

2.1 土壤因素

天然气管道输送过程中，长期受到各种外部因素的影响，其中土壤因素是导致天然气管道腐蚀的主要因素之一。以下是土壤因素对天然气管道腐蚀的具体影响，土壤含水量，土壤中含有的水分是天然气管道腐蚀的重要因素，水分能够促进腐蚀物质的产生，形成腐蚀性环境。因此，当土壤中含水量过高时，管道的腐蚀速度也会加快。土壤化学成分，不同的土壤具有不同的化学成分，其中一些元素如氯、硫等可以加速管道腐蚀的发生。特别是在含有酸性物质的土壤中，管道的腐蚀速度更快。土壤温度，土壤温度也是影响天然气管道腐蚀的因素之一。当土壤温度升高时，管道金属表面的氧化反应也会加快，从而增加管道腐蚀的速度。土壤含氧量，土壤中氧气的含量也会影响天然气管道腐蚀。当土壤中氧气含量过高时，管道的腐蚀速度也会加快。土壤湿度，土壤湿度对于天然气管道的腐蚀也有一定的影响。在较高的湿度条件下，管道金属表面容易形成微生物腐蚀的环境，加速管道腐蚀的发生。总之，土壤因素是天然气管道腐蚀的主要因素之一。在天然气管道的设计、施工和维护中，必须充分考虑土壤因素的影响，选择合适的管道材料，采取相应的防腐措施，以减少土壤因素对天然气管道腐蚀的影响。

2.2 大气因素

大气因素是天然气管道腐蚀的一个重要因素。天然气管道常常处于室外暴露环境中，受到大气中的氧气、水蒸气、二氧化碳、硫化物等气体的侵蚀，导致管道腐蚀。其中，氧气的作用是加速钢管表面的腐蚀，水蒸气会形成酸性环境，促进管道内壁的腐蚀，而二氧化碳和硫化物则会形成碳酸和硫酸等酸性物质，对管道金属材料产生腐蚀作用。此外，大气因素也与气

候和地理位置有关。在高温多雨的地区,管道易受到水侵蚀;在海洋沿岸地区,管道则容易受到海水侵蚀;而在工业污染比较严重的城市地区,大气污染物也会对管道的腐蚀产生不利影响。

2.3 输送介质因素

输送介质是指天然气管道内传输的气体,包括甲烷、乙烷等气体。输送介质因素是影响天然气管道腐蚀的重要因素之一。首先,输送介质中可能含有的水分、硫化氢等物质会加速天然气管道内部的腐蚀。水分会促使管道内部产生电化学反应,导致腐蚀加速。而硫化氢是一种具有腐蚀性的气体,容易与金属发生反应,形成硫化物,导致管道内部产生腐蚀。因此,在管道设计和运行过程中,需要对输送介质的含水量和硫化氢含量进行严格的控制和监测。其次,输送介质中的颗粒物和污染物也会对管道产生腐蚀。颗粒物和污染物可能存在于输送介质中,通过管道摩擦和冲击,会导致管道内壁产生磨损和划痕,从而形成腐蚀的微观痕迹,加速管道的腐蚀。最后,输送介质的温度和压力也会影响管道的腐蚀。在高温高压的环境下,管道材料容易受到氧化和腐蚀的影响,从而降低其耐腐蚀性能。总之,输送介质因素是影响天然气管道腐蚀的重要因素之一。在管道的设计、施工和运行过程中,需要对输送介质的质量、温度、压力等参数进行严格的控制和监测,以减少管道的腐蚀和延长其使用寿命。

2.4 外界因素

外界因素是影响天然气管道腐蚀的重要因素之一,它包括管道周围环境的物理、化学和生物因素等。具体来说,外界因素主要包括以下几个方面,首先,气候环境是影响天然气管道腐蚀的主要因素之一。如高温、多雨、高湿、多雾等气候条件下,容易形成一定的腐蚀环境。同时,风沙、降雪、冰雹等自然灾害也会对天然气管道的表面造成机械伤害,进而促进腐蚀的发生。

其次,周围环境的化学因素也是天然气管道腐蚀的重要原因之一。例如,管道周围的土壤和水体中存在的氯化物、硫酸盐、碳酸盐等化学物质都具有一定的腐蚀性,对管道表面的金属材料形成腐蚀环境。此外,管道周围可能存在的有机物、酸雨等环境因素也会影响管道的腐蚀情况。再次,管道周围的生物因素也可能对天然气管道造成腐蚀。例如,某些微生物、海藻、海洋生物等会在管道表面形成一定的生物膜,通过代谢作用产生的酸性物质和氧化物都会加剧管

道的腐蚀情况。总之,外界因素是天然气管道腐蚀的重要因素之一,需要在管道设计和维护中充分考虑和控制,从而保证天然气管道的安全运行。

3 天然气管道防治腐蚀的措施

3.1 管道图层保护

管道图层保护是一种重要的天然气管道防腐蚀技术,是利用涂层、包覆物等方式对管道表面进行保护,减少管道与外界环境的接触,从而延长管道的使用寿命。其主要措施包括,涂层保护,涂层保护是一种常用的管道图层保护技术,常用的涂层材料包括环氧树脂、聚氨酯、聚乙烯等。涂层保护主要是通过对管道表面进行喷涂或涂刷等方式,形成一层具有防腐蚀、耐磨损、耐高温、耐寒冷等性能的保护层,从而有效地防止管道腐蚀。包覆物保护,包覆物保护是一种比较常见的管道图层保护技术,常用的包覆物材料包括聚乙烯、玻璃钢、铝合金等。包覆物主要是通过对管道进行覆盖或包裹等方式,形成一层具有防腐蚀、耐磨损、耐高温、耐寒冷等性能的保护层,从而保护管道不受外界环境的影响。绝缘保护,绝缘保护是一种常用的管道图层保护技术,常用的绝缘材料包括聚氨酯、聚乙烯、玻璃纤维等。绝缘保护主要是通过对管道进行包裹或包裹等方式,形成一层具有绝缘、防腐蚀、耐磨损、耐高温、耐寒冷等性能的保护层,从而减少管道与外界环境的接触,防止管道腐蚀。总之,管道图层保护是一种非常有效的管道防腐蚀技术,能够有效地保护管道不受外界环境的影响,延长管道的使用寿命。在实际工作中,需要根据不同管道的具体情况,选择合适的图层保护技术,制定合理的管道防腐蚀方案,确保管道的安全运行。

3.2 电化学阴极保护

电化学阴极保护是一种管道防腐蚀技术,主要是利用阴极保护的原理,通过向管道表面施加外电源,使管道表面成为阴极而不发生腐蚀。其主要措施包括,

外加电流阴极保护这是一种常用的电化学阴极保护技术,主要是通过向管道表面施加外电流,使管道表面成为阴极而不发生腐蚀。该技术需要通过外部电源、电极、电解液等设备来实现,通常在管道的一端安装阴极保护装置,在管道的另一端接地,通过外部电源施加适当的电流,使管道表面成为阴极,从而达到防腐蚀的效果。阳极保护,阳极保护是一种利用阳极保护的原理,通过在管道表面铺设一定数量的阳极,使管道表面成为阳极而不发生腐蚀。该技术通常需要在管道的周围埋设一定数量的阳极,并通过外部电源

施加适当的电流,使阳极释放电子,从而形成保护电位,避免管道表面发生腐蚀。半导体阳极保护,半导体阳极保护是一种利用半导体阳极保护的原理,通过在管道表面涂覆一层半导体材料,使管道表面成为阳极而不发生腐蚀。该技术通常需要在管道表面涂覆一层半导体材料,并通过外部电源施加适当的电流,使半导体材料形成保护电位,避免管道表面发生腐蚀。总之,电化学阴极保护是一种非常有效的管道防腐蚀技术,能够有效地保护管道表面不发生腐蚀,延长管道的使用寿命。在实际工作中,需要根据不同管道的具体情况,选择合适的电化学阴极保护技术,制定合理的管道防腐蚀方案,确保管道的安全运行。

3.3 天然气净化处理

天然气净化处理是指通过一系列工艺处理,将原料天然气中的杂质和有害物质去除,使天然气符合使用标准的一种技术。净化处理能够有效地减少管道内的腐蚀、堵塞等问题,提高管道的使用寿命和运行安全性。下面将介绍一些常用的天然气净化处理技术。酸气脱除,天然气中的酸性气体如 H_2S 和 CO_2 等对管道的腐蚀非常严重。酸气脱除是通过化学反应将酸性气体转化为稳定的盐类和水等物质,从而去除酸性气体。常用的酸气脱除技术包括胺法脱酸和物理吸附脱酸等。

脱水处理,天然气中含有大量的水蒸气,如果不及去除,会导致管道内的腐蚀和水合物等问题。脱水处理是通过吸附剂或干燥剂将水分去除,使天然气的水分达到规定的标准。常用的脱水技术包括分子筛吸附、干燥剂吸附等。脱硫处理,硫化氢是一种有害气体,会导致管道内的腐蚀、堵塞等问题。脱硫处理是通过化学反应将硫化氢转化为硫酸盐等物质,从而去除硫化氢。常用的脱硫技术包括催化氧化脱硫、碱性脱硫等。气体分离,天然气中除了甲烷之外还有其他的气体成分,如乙烷、丙烷等,如果不及分离,会对管道的运行产生不利影响。气体分离是通过物理和化学手段将天然气中的不同成分分离,得到符合使用要求的天然气。总之,天然气净化处理是一种非常重要的技术,能够有效地解决管道内的腐蚀、堵塞、水合物等问题,提高管道的使用寿命和运行安全性。在实际工作中,需要根据不同管道的具体情况,选择合适的净化处理技术,制定合理的管道净化处理方案,确保管道的安全运行。

3.4 其他措施

除了管道图层保护、电化学阴极保护和天然气净

化处理等常见的腐蚀防治措施外,还有其他一些措施可以帮助减少天然气管道的腐蚀问题。下面将介绍一些常用的其他措施。管道内部清洗,定期对管道内部进行清洗是减少管道腐蚀的有效方法。清洗可以将管道内的污垢和沉积物去除,避免这些杂质对管道造成的腐蚀和堵塞等问题。清洗方法可以根据管道的具体情况选择,如高压水冲洗、化学清洗等。管道监测,对管道进行实时的监测是及时发现腐蚀问题的重要手段。管道监测可以通过物理、化学、电学等手段进行,如超声波检测、防腐层厚度测量、电化学腐蚀监测等。管道漏气监测,管道漏气不仅会对环境造成危害,还会加速管道的腐蚀。因此,对管道漏气进行及时监测和处理,可以有效减少管道的腐蚀问题。漏气监测可以通过气体传感器、无损检测等手段进行。管道保温绝热,对管道进行保温绝热可以降低管道的表面温度,减少管道内部的腐蚀。保温绝热材料可以根据管道的使用情况和环境温度等因素选择。管道降噪,在天然气管道运行过程中,会产生噪音和振动等问题,这些问题不仅会影响管道的运行效率,还会对管道的腐蚀产生不利影响。通过降低管道的噪音和振动,可以有效减少管道的腐蚀问题。降噪方法可以通过隔音、吸音等手段进行。总之,除了常见的管道图层保护、电化学阴极保护和天然气净化处理等措施外,还有其他一些措施可以帮助减少天然气管道的腐蚀问题。在实际工作中,需要根据管道的具体情况,选择合适的防腐措施和方法,确保管道的安全运行。

4 总结

综上所述,天然气作为一种清洁、高效、安全的能源,在现代社会的各个领域发挥着重要作用。然而,由于天然气管道的腐蚀问题,其安全运行和使用受到了极大的影响。通过对天然气管道腐蚀的类型、因素和防治措施进行探讨,可以发现,不同的防腐措施适用于不同的腐蚀类型和因素,而且需要在实践中加以验证和优化。因此,未来需要继续加强天然气管道防腐工作的研究和实践,以提高天然气管道的安全运行和使用水平。

参考文献:

- [1] 刘虎文,张燕东,葛保法.市政燃气管道施工中关于防腐问题的探讨[J].商品与质量,2019,000(040):260.
- [2] 高司晨,王义福,焦超.天然气输送管道的腐蚀与保护探讨[J].中国化工贸易,2019,11(011):13.
- [3] 陈运海.天然气管道输送过程中管道防腐的研究及防腐方法[J].中国新技术新产品,2019(10):2.