

# 石油天然气管道腐蚀与防护技术探讨

马 赛 李 磊

国家管网集团西气东输公司银川输气分公司 宁夏 银川 750000

**【摘要】**石油与天然气是现代工业中重要的能源与化工原料，在运输时的安全问题非常关键。管道运输是石油、天然气运输的主要方式，管道运输的安全与否直接影响着能源供应是否稳定。但是受各方面因素的制约，石油天然气管道经常会在服役期间遇到腐蚀问题，不仅会影响到其正常工作，甚至会造成严重安全事故。所以，深入探究石油天然气管道腐蚀及防护技术具有十分重大的现实意义与价值。文章旨在通过对目前石油天然气管道主要腐蚀原因及机理进行分析，探究有效防护技术与措施，以期对提升管道安全性及使用寿命起到一定借鉴。

**【关键词】**石油；天然气；管道腐蚀；防护技术

引言：当前，管道运输已成为国内油气运输首选模式，以运输效率高，安全性卓越，经济效益高著称。为保证油气产品安全输送至预定目的地，油气管道施工一般要穿越很长一段路程，期间要面对复杂环境条件。由于石油和天然气在运输过程中易受温度和压力变化等因素的影响而造成不同程度破坏。石油与天然气由于具有易燃，易爆，易扩散等特点，管道泄露后会对所经过的环境造成不利影响，危害周围人员安全，还会造成严重经济损失与环境污染。另外，因为石油天然气的输送介质是易燃物或者是有毒气体等，所以很容易对管道的运行造成腐蚀。所以加强管道腐蚀防护措施就变得格外关键。

## 1 石油天然气管道腐蚀的原因

### 1.1 管道内部环境原因

石油天然气管道的腐蚀不仅局限于外部，内壁与输送介质的长期接触也会造成管道内部腐蚀。石油天然气管道中的油气本身含有许多氧化性物质，包括水、氧、氯离子等物质和各类有机硫化物。在运输过程中，石油天然气与管材金属接触，易发生一系列化学反应和电化学反应，使金属表面形成各类硫化物之类的化学物质，进而腐蚀管道。此外，管道内含水量、酸碱度高低也会影响内壁腐蚀速度。由于石油天然气管道通常深埋在地下，易受到土壤的挤压，而在输送石油天然气过程中会出现压力的变化，对管道内壁造成损伤，导致内部腐蚀的发生。例如外界压力过大或压力出现循环性波动时，会使管道内壁出现细小裂痕，导致防护涂层产生裂隙，并且会随着管道的持续震动而不断扩大，导致内涂层剥离，对管道的保护作用失效，无法隔绝金属材料与输送介质的接触，甚至在管壁与涂层之间形成良好的腐蚀环境，导致腐蚀加重。

### 1.2 管道自身质量原因

石油天然气管道发生腐蚀与其自身质量因素有着

密不可分的关系，不同管道材料的抗腐蚀能力不同。例如某些金属材料因为自身微晶结构和化学成分特点，会与特定介质产生电化学反应与化学反应，导致管道壁腐蚀。即便是同一材质，材料本身质量是否合格达标也会严重影响管道抗腐蚀能力。例如：若钢材质中微晶结构的细度未达到合格标准，会影响其稳定性，使其更容易受到外界因素的影响，产生腐蚀。除了外界环境和自身材质的影响之外，施工质量也是影响着管道腐蚀速度与程度的重要原因。若管道安装施工时工人施工方法不当，未充分做好防腐措施，或是因为专业能力和操作熟练度不足导致出现安装失误，都会影响施工质量，加快管道腐蚀速度。

### 1.3 管道周围外界环境原因

大部分石油天然气管道被铺设在地下，周围土壤环境会对管道造成巨大影响。土壤的成分十分复杂，含有大量水分、二氧化碳、酸性盐类物质，还有各种金属离子，易与管道发生离子导电或电化学反应，还有各类化学反应，导致管道腐蚀。而土壤中的水分含量、酸碱度、电阻率、温度高低等因素也影响着管道腐蚀速度与程度。一般情况下，土壤环境温度高、湿度高、酸性强或土壤水分交替变换快，都会加快管道材质的各种电化学反应和化学反应，导致腐蚀速度加快。而通常管道铺设得越深，周围土壤温度就越高。管道腐蚀还会受到土壤中各类微生物和周围植物根系的影响，其他杂散电流也会造成干扰，导致电极反应的形成，加重管道的电阻率腐蚀。若管道暴露在空气中，那么管道材料中的某些金属物质接触到空气中的水、二氧化硫等物质，也会出现化学腐蚀和电化学腐蚀。

## 2 石油天然气管道腐蚀的防护技术

### 2.1 涂层保护技术

涂层保护是石油天然气管道腐蚀防护中最主要的方法之一。在管道内壁和外壁涂覆涂料，树脂等防腐材

料,可有效隔离管道与周围环境的接触,防止腐蚀的产生。这类防腐材料耐候性,耐腐蚀性以及绝缘性等都很突出,可以在很长一段时间内保护管道免受外界因素对管道的腐蚀。

为达到有效涂层保护的目,必须要有先进涂层技术。常见涂层技术有热喷涂,电喷涂,粉末涂装。这些工艺可根据管道材料,涂层材料及施工条件来选用。以热喷涂技术为例,该技术可通过高温使防腐材料熔化后喷洒在管道表面上,从而形成致密保护膜;电喷涂技术是一种通过静电场使防腐涂料附着于管道表面的技术,它具有涂层均匀和附着力高等优点;粉末涂装技术就是用静电喷涂的方法把防腐粉末均匀的喷涂到管道的表面上,它具有耐久性强,外形美观的优点。

## 2.2 阴极保护技术

阴极保护通过对管道施加外加电流将其变成阴极来减小腐蚀速率,是管道腐蚀防护的有效技术。阴极保护技术可分为外加电流法与牺牲阳极法。

外加电流法就是利用外部电源向管道供给电流,从而将管道变成阴极。要达到外加电流法就必须建立恒电位仪或者恒电流仪来控制电流大小及方向。外加电流法具有能远距离保护管道,适合长距离和大口径管道等优点。然而外加电流法需外加电源且维护费用昂贵。

牺牲阳极法则是用比管道金属活泼的金属作为阳极,通过电化学反应提供电流。通常使用的牺牲阳极材料是镁,铝和锌。牺牲阳极法具有无需外部电源和施工方便等优点,适合小口径短距离管道使用。但牺牲阳极法保护距离远,阳极材料需经常更换。

实际使用时,需根据管道材料,长度,口径和输送介质的特性来选用适当的阴极保护方法。还要注意管道绝缘、排流等措施以免电流损失、扰动。

阴极保护技术能够有效地延长油气管道使用寿命,确保油气安全输送。执行阴极保护时需按特定的参数设计与施工以保证最佳的保护效果。

## 2.3 缓蚀剂保护技术

缓蚀剂防护是管道腐蚀防护的有效技术之一,向管

道内加入缓蚀剂可延缓腐蚀速率。缓蚀剂就是能吸附于管道表面并能形成保护膜以防止腐蚀介质接触管道而使腐蚀速率减小的化学物质。

缓蚀剂吸附原理就是利用分子之间的相互作用力使缓蚀剂分子从管道表面吸附下来。缓蚀剂分子会在管道表面生成致密保护膜,可有效隔绝腐蚀介质和管道金属接触以减小腐蚀速率。

缓蚀剂有很多种,按作用机理可分为阳极型,阴极型及全能型。阳极型缓蚀剂多用于钢铁和其他阳极材料管道中,可抑制阳极溶解和减小腐蚀速率。阴极型缓蚀剂多用于阴极材料为铜和铝的管道中,可抑制阴极反应和减小腐蚀速率。全能型缓蚀剂适用于各种材质管道,既能抑制阳极反应又能抑制阴极反应并能降低腐蚀速率。

## 3 结束语

由于介质和环境因素的作用,油气管道容易出现失效和损坏。随着科学技术水平不断提高,人们逐渐认识到了石油与天然气管道防腐技术在保护生态环境方面具有非常重要作用。我国在石油和天然气管道的防护技术方面仍有很大的进步潜力,而环境友好、高效的腐蚀防护方法和智能化的腐蚀检测技术将是未来的关键研究领域。目前我国在油气管道防腐方面取得了一定成果,但仍存在一些问题。为了更有效地降低由腐蚀引发的油气泄露危险,必须对管道的品质和焊接过程持有严格的标准,并进行巡查以及对管线附近地区的安全进行广泛宣传。

### 【参考文献】

- [1]余鹏宇.油气储运管道防腐技术的现状与应用研究[J].化工管理,2018(12):61-62.
- [2]陈敬和.管道外腐蚀直接评价技术[J].油气储运,2011(7):523-527.
- [3]刘彦礼.近年我国油气管道防腐技术的应用[J].化学工程师,2008(2):28-31.