

防腐技术在石油天然气管道工程中的应用分析

刘 虎（淄博港华燃气有限公司，山东 淄博 255000）

摘要：石油天然气对现代社会发展起着重要作用，可以为机器电力设施运转提供驱动力，而保证社会正常运转。燃气管道是城乡基础建设的重要组成部分，能够为居民生活和工业生产提供支撑，但燃气管道也面临着腐蚀的威胁，而给居民生活和环境造成不利影响。本文将针对燃气管道工程管道腐蚀发生的原因和类型进行分析，并总结防腐技术的应用情况，以期促进石油天然气管道运输健康持续发展。

关键词：石油天然气；管道工程；防腐技术；粘弹体防腐

0 引言

石油天然气能源已经成为各行各业不可缺少的动力支撑，近年来其需求量持续上升，给管道运输工程也带来了一定的压力和挑战。管道腐蚀是石油天然气管道工程最为常见且严峻的问题之一，会导致管道出现破损、泄漏等问题，而影响石油天然气的正常运输，最终给社会经济发展产生深远的负面影响。因此，在石油天然气管道工程中要加强对管道防腐的重视，积极采用先进的科学技术做好管道防腐保护，让其既能够满足抗冲击、附着力良好、抗弯强度等物理性能，又能够与当前的环境保护理念相结合，从而为社会的生产生活提供支撑。下面将具体探讨防腐技术在燃气管道工程中的应用情况，具体综述如下。

1 石油天然气管道工程的腐蚀原因和类型

伴随着现代工业和社会经济的持续进步，对各类能源的需求也在不断增加，目的是为了更有效地满足人们在生产和生活方面的需求，应对传统的能源开发、运输技术进行优化创新。在设计石油天然气管道时，要注重防腐技术的应用，这不仅能够提高管道施工质量，还能够促进石油天然气运输活动发展。如果如果运输管道存在腐蚀问题，会严重缩短管道使用的周期，而影响管道的长期稳定性和安全性。如果因腐蚀导致管道损坏还会导致石油燃气泄漏，不仅浪费能源，也会影响当地的土地资源、水资源等造成破坏，而影响自然生态环境的稳定性。

1.1 管道工程腐蚀发生原因

1.1.1 管道材质

钢材是石油天然气管道重要的运输材料，但是该材料属于金属，一旦其温度和湿度条件不适宜就极易出现生锈和腐蚀问题。生锈和腐蚀会破坏管道的颜色，影响其外观，同时也会损害其本身的机械性能，而无法满足石油天然气管道正常运行的需求。

1.1.2 运行应力

在管道运输的过程中会受到石油天然气应力波动的影响，而导致管道壁出现微裂纹或者腐蚀。裂纹会在长期应力的作用下不断扩大，并且与应力腐蚀、裂纹增加形成恶性循环。一旦裂纹或腐蚀情况严重导致管道破裂，就会造成大量的原油或天然气泄漏，而给当地的居民生活和工业生产带来巨大的威胁。

1.1.3 自然环境

石油天然气运输管通常是铺设在土壤中，因此会受到当地自然环境的温度、土壤酸碱度、大气相对湿度、微生物的影响。比如土壤呈强酸性时，其氢离子浓度含量高会加速对管道腐蚀的速度；温度升高会加快化学反应，促使腐蚀加速，而温度过低则会因热胀冷缩，破坏管道表面的防腐涂层；水中的钙离子、氯离子、硫酸根离子等离子成分也会影响管道的腐蚀，或者形成水垢而导致垢下腐蚀；水流速度过高会加强对管道表面的冲刷，进一步加剧管道腐蚀；微生物中的好氧微生物和厌氧微生物都可能会加速管道的腐蚀。

1.2 管道工程腐蚀的类型

1.2.1 外腐蚀

石油天然气运输管道在地下区域时，会因地下各种干扰因素，而对其外壁造成不同程度的腐蚀。如果是架空形式的运输管道，通过在表面涂抹防腐剂能够获得一定的防腐效果。但是防腐剂也会受到地下环境的化学反应，因此其整体的腐蚀程度仍然比较严重。针对于管道外腐蚀的情况，应进行电化学测试对管道情况进行检测，及时对异常情况进行处理确保管道运输处于正常状态。

1.2.2 内壁腐蚀

内壁腐蚀主要是因石油天然气对运输管道造成的腐蚀和损坏。天然气中还有不同的成分，其中的杂质

会与管道产生化学反应，加之其化学反应具有固定性，因此极易造成严重腐蚀。在运输管道中，如果水溶的比例过高并满足特定的比例要求，那么会在管道内部生成亲水性的膜物质，这会进一步提高管道的腐蚀效率，并在管道内形成多种化学反应，导致腐蚀问题越加严重。因此，为了保证石油天然气管道运输的稳定性，其管壁材质必须具有一定的防腐性能。

2 管道防腐技术的应用

在石油天然气管道建设时，要选择最合适的建设材料，保证运输管道结构的稳定性和安全性。结合燃气管道运行的情况进行分析，避免腐蚀问题阻碍石油天然气管道工程的建设和发展，并且还会给后续生产生活使用埋下安全隐患。

2.1 管道外部防腐技术

2.1.1 控制管道外腐蚀的措施

在石油天然气运输管道外部涂抹涂层可以有效解决管道腐蚀的问题，尤其是长期埋于地下的管道，可以有效规避土壤、水质、温度等因素给管道造成的不利影响，而降低腐蚀发生风险。在设计石油天然气管道工程时，需要由专业的技术人员对管道及其设备的铺设等情况进行实地勘察和设计，加大对管道设备的控制力度，最大程度的降低各种因素对管道造成的腐蚀。管道工程施工的过程中，相关人员应在前期准备阶段了解管道的防腐设计、措施，确保后续施工顺利、达标。而在后续使用管道期间，要加强相关人员管道防腐的意识，积极落实各种管道防腐措施，全面预防管道腐蚀问题发生。

2.1.2 选择合适的管道涂层

涂层外防腐技术通过在石油天然气管道的表面涂抹质量的涂料，可以隔绝氧气与管道表面接触，而减少管道腐蚀发生。无机非金属涂料是涂层防腐技术的主要材料，以具有绝缘特性的玻璃陶瓷为主，可以有效阻隔管道与空气接触，避免发生化学反应，保证管道能够长期处于稳定状态。改良涂层应用纳米技术对有机材料和无机材料进行处理，以临界处理的方法将其应用于石油天然气的管道运输工程中，可以发挥出更稳定、更理想的防腐蚀性能。改良涂层的应用还有助于加强石油天然气管道的防水能力，规避水质对管道造成的不良影响，从而进一步提高管道工程的防腐蚀能力，延长运输管道的使用周期。

此外，环氧涂层也是近年来一种新型的管道外壁涂层材料，相比于无机非金属涂料具有更优良的防腐

蚀性。环氧涂层最大的优势在于可应用于不同材质的石油天然气管道中，并且都能够发挥较好的防护效果。但是环氧涂层的制作方法和调配难度较大，会给实际应用增加困难。聚酯胺涂层防腐质量好、耐冲击性强、耐磨性强、耐微生物腐蚀强，并且操作简单，既能够用于燃气管道修复也能够起到防腐蚀作用，整体的性价比较高。

2.2 管道内部防腐技术

2.2.1 管道内壁腐蚀控制措施

使用添加缓和剂的方法加强内壁腐蚀反应控制，选择复合型材料既能够获得理想的防腐效果，又能够降低成本。使用内涂层和衬里保护让管道内壁与易造成腐蚀的相关物质进行隔绝，而减少管壁与其他物质产生化学反应，从根本上规避内壁腐蚀问题发生。在进行石油天然气管道工程建设过程中，可在管道中放置一定量的铬元素，可以减缓管道内壁的腐蚀速度。或者是添加适量的乙二醇等物质，让其对管道内壁的水合物进行抑制，而减缓管道腐蚀的速度。

2.2.2 管道内壁防腐技术应用

石油天然气自身的质量和成分都会对管道内壁造成一定的腐蚀，而影响管道工程进度和管道使用周期。与运输管道外壁相比，内壁与空气接触具有局限性。为了能够确保石油天然气管道内壁金属离子的稳定性，加强规避腐蚀反应的同时降低腐蚀反应发生的可能性。通过在石油天然气管道工程中的实际应用情况发现，选择“液态涂料高速旋转喷涂技术”可以在运输管道内壁进行内防腐。内涂镀层技术可以发挥防腐蚀功效，延长管道的使用寿命，并且还能够提高石油天然气储运管道的质量。

为保证其应用效果，应在涂装前对管道内壁进行彻底清洁，保持内壁清洁干燥，才能确保涂层与管道壁紧密结合。另外，结合管道内部的腐蚀反应使用缓蚀剂可以提高管道的防腐能力。缓蚀剂等化学药剂可以去除管道中的溶解气体，提高管道内部的稳定性和安全性。如果应用除氧剂则能够促使管道吸收大部分氧气，而减少管道内的氧化反应，达到减轻腐蚀的效果。为了确保缓蚀剂在管道内有足够的存放空间，我们需要从管道内部开始，这样可以让缓蚀剂更好地展示其特性，并实现出色的防腐效果。

2.3 细绳阳极保护技术

细绳阳极保护技术采用锌合金、镁合金但具有高度还原性的金属作为保护电极，可以降低原电池消耗

的能量,其核心在于将镁、铝等金属进行焊接形成新的电极结构,从而实现电化学反应。但是为了避免阳极用量相对增加,在安装前要精确控制阳极与电极棒的距离,避免焊接松动导致管道损坏、爆炸等不良事件发生。

因此,在使用细绳阳极保护技术时,要确保阳极位置的准确性,以便后续方便更换阳极,从而保证石油天然气管道保持良好的耐腐蚀性能。

2.4 粘弹体防腐新技术

粘弹体材料是一种新型环保材料,具有良好的耐腐蚀性能、机械性能和粘结性能,同时又能够发挥热稳定性和耐水性。粘弹体材料由环氧树脂、固化剂、促进剂等成分组成,在强酸、强碱、强氧化剂等环境中都可以表现出良好的抵抗作用,并且还具有较好的抗冲击和抗弯强度,适用于多种复杂环境的管道工程。在应用时,通过喷涂或滚涂的方式进行施工,对管道表面进行处理则能够达到防腐层施工的要求。

施工前需将管道表面进行清洁,或使用空气压缩机对管道内壁进行清理,保证涂层能够与管道表面牢固结合。为了确保粘弹体涂层能够与管道表面紧密结合,可使用高压无气喷涂并喷涂3~5次,达到良好的涂层附着力和厚度。

由于粘弹体材料固化时间较长,因此施工时尽量选择气温较低的时间,以免粘弹体材料出现降解。若是在施工中发现粘弹体材料出现收缩,可以用砂纸进行打磨。应用粘弹体材料适用于石油天然气管道工程复杂环境,因此可以将其用于管道防腐。

3 石油天然气管道工程防腐技术的发展

如果防腐技术应用不到位导致无法发挥及原有的效果,则可能会导致管道的防腐措施无法发挥作用,而影响管道的稳定性和安全性。现阶段的管道腐蚀以化学腐蚀、电化学腐蚀等问题为主,因此应用防腐技术时要将其作为关键点,进行深入研究。在后续的石油天然气管道工程施工中,要持续加大对防腐措施的开发,全面提高运输管道的防腐蚀水平,满足石油天然气管道工程的高质量发展。

积极借鉴国内外优秀经验,采取有效的管道防腐处理技术,并加强管道施工等监督控制力度,促使防腐技术能够发挥真正的效用。同时,石油天然气管道防腐剂要积极引用先进性、科学化的技术,为石油天然气运输创造安全的环境,从而提高能源运输的效率,为社会经济发展提供保障。

4 结语

总而言之,在石油天然气管道工程建设中要重视管道防腐技术的应用,加强控制预防腐蚀问题出现,以免引起经济损失和安全事故。我国经济快速发展,对石油天然气资源的需求量不断上升,因此对石油天然气的管道运输也有了更高的标准和要求。管道运输仍然是石油天然气的主要运输方式,但其中存在的管道腐蚀问题则会对管道使用周期、安全性造成严重威胁。通过积极引入先进的防腐技术可以提高管道外壁和内壁的防腐性能,从而减少腐蚀发生,降低各种安全事故的发生风险。

此外,为了更好的保证居民生产生活、生态环境安全,后续还要加强对管道安全的风险预警和监测,实时了解石油天然气管道运行情况,及时采取修复、保护措施,灵活应用各种防腐技术,维护管道的完整性。

参考文献:

- [1] 汪仙明,靳培培,王傲,等.石油天然气管道腐蚀与防护[J].辽宁化工,2023,52(11):1602-1605.
- [2] 王西,张园园,李红强.石油天然气管道运输安全防护管理及其应对方式分析[J].清洗世界,2022,38(10):178-180.
- [3] 刘犇,贺佳,于海超.关键防腐技术在石油天然气管道工程中的应用研究[J].当代化工研究,2022(18):129-131.
- [4] 李德刚.石油天然气管道的腐蚀与防护研究[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(21):20-21.
- [5] 黄汉奇.防腐涂料在石油天然气管道中的应用探讨[J].全面腐蚀控制,2021,35(08):157-158+161.
- [6] 杨永亮.石油天然气管道腐蚀及其防护措施研究[J].当代化工研究,2021,(02):90-91.
- [7] 关初阳.石油天然气管道腐蚀及其防护措施研究[J].清洗世界,2020,36(11):81-82.
- [8] 杨延辉.石油天然气管道工程的关键防腐技术分析[J].全面腐蚀控制,2020,34(11):102-103.
- [9] 王徽.工程技术经济分析在石油管道建设中的应用[J].价值工程,2018,37(23):261-262.
- [10] 赵凯,杨平锋.管道防腐技术在油气储运中的全程控制与应用[J].中小企业管理与科技,2015(34):237.
- [11] 李武荣,辛艳超,史进,等.RBI技术在天然气管道中的应用[C]//第十届“石化装置工程风险分析技术应用研讨及经验交流会”论文集.2016:88-91.