

城镇天然气管道输送过程中管道的防腐方式

李漪潇（淄博国能燃气有限公司，山东 淄博 255200）

摘 要：城镇天然气管道的安全与可靠输送是至关重要的，但如果在传输过程中遭遇严重的腐蚀问题，可能会导致天然气泄漏，带来潜在的安全隐患。因此，对整个天然气管道进行必要的防腐处理显得尤为重要。为了保障天然气管道的安全和可靠输送，对管道进行必要的防腐处理至关重要。了解腐蚀的具体表现和常见因素，并采取有效的防腐措施，有助于降低腐蚀风险，延长管道的使用寿命，从而确保城镇天然气输送的安全与稳定。

关键词：天然气管道；腐蚀问题；防腐方法

天然气，作为当前我国能源体系中的重要一环，其输送的可靠性与安全性无疑是至关重要的。为了确保天然气能够稳定、安全地输送到每一个城镇，必须深入了解影响其输送效果的各种因素，尤其是那些可能引发严重后果的因素，如腐蚀问题。腐蚀，这一无声的破坏者，对天然气管道的影响是深远且复杂的。一旦管道受到腐蚀，不仅会导致天然气的泄漏，还会威胁到整个输送系统的安全与稳定。而探究其成因，更是需要从多个角度进行深入分析。

1 管道腐蚀的形态

1.1 点蚀

也被称为孔蚀，其指的是一种局部性的腐蚀形态，并且在管道金属上经常可以看到它的身影。其形态以点状、针状等形式出现，因此得名。与均匀腐蚀不同，点蚀是一种高度局部化的腐蚀，通常只影响管道的某一小部分区域。点蚀对于管道系统的破坏性和隐患非常大。由于其局部化的特点，点蚀往往不易被及时发现，导致腐蚀不断加深，最终造成管道穿孔或破裂。尤其是在输送气体和液体的管道系统中，点蚀的破坏性更为显著，不仅会对环境造成污染，还会对人们的生命和财产安全构成威胁。

1.2 均匀腐蚀

均匀腐蚀是一种常见的管道腐蚀形式，其特点是金属表面大面积、均匀地受到腐蚀。这种腐蚀通常发生在管道金属表面与腐蚀介质直接接触的区域，例如，管道的外表面、埋地管道与土壤接触部分等。均匀腐蚀的发生与环境因素密切相关，如土壤中的酸碱度、湿度、微生物等。此外，管道材料的选择和使用环境的不匹配也是导致均匀腐蚀的重要原因之一。

1.3 丝状腐蚀

丝状腐蚀是一种特殊类型的腐蚀，主要发生在管道保护膜的下方。也被称为漆下腐蚀或膜下腐蚀，这

种腐蚀形态对于管道的长期安全运行构成了严重威胁。这种腐蚀的发生位置具有隐蔽性，往往难以被及时发现，因此其危害性不容忽视。丝状腐蚀的发生与多种因素有关，例如环境湿度、土壤性质、管道材料等。由于其发生的特殊性，常规的防腐措施可能难以有效应对。因此，我们需要深入研究丝状腐蚀的成因和机理，以制定更为有效的防腐策略。

2 天然气管道输送过程中管道腐蚀原因

土壤腐蚀是管道腐蚀的主要因素之一，其影响深远且复杂。首先，管道在穿越各种物化性质的土壤区域时，会遭遇到各种不同成分和性质的土壤。这些土壤中的化学物质、水分、氧气和导电性等物理性质，为电化学反应提供了有利的环境。这种电化学反应会导致管道表面的腐蚀，因为不同金属部件的金相构造具有显著差异，使得它们在电化学反应中的地位和作用也不同，进一步加速了腐蚀过程。防腐层是保护管道免受腐蚀的重要屏障，其作用不可小觑。然而，随着时间的推移，防腐层可能会出现老化、龟裂、剥离等问题，这主要是因为防腐层材料在长时间受到环境因素（如紫外线、温度变化、化学物质等）的影响下，逐渐失去了原有的保护性能。此外，在施工过程中，防腐层可能会因为人为原因或机械损伤而受损，这也为土壤腐蚀提供了入口。除了土壤中的物理和化学因素外，还有许多其他因素可以导致管道腐蚀。例如，土壤中的有害物质可能会侵入管道内部，与管道材料发生反应，导致腐蚀。此外，金属管道表面会与大气中的水蒸气形成水膜，当大气中的有害杂质溶解在这层水膜中时，就会形成电解液，从而引发化学腐蚀。此外，细菌也是导致管道腐蚀的重要因素之一。一些特定的细菌，如硫酸盐还原菌、铁细菌和氧化菌等，会在适当的条件下大量生长，并侵蚀管道材料。特别是在湿度较高的环境中，这些细菌的腐蚀速率会大幅

度提升。

3 管道防腐的传统办法

3.1 管道外层防腐

在管道防腐中,使用涂料进行涂敷是一种常用的方法。为了达到更好的防腐效果,需要进行一系列的前处理工作,如除锈等,以确保金属表面干净、平滑。接下来,将涂料均匀地涂抹在经过处理的管道表面,这层防腐涂层的作用是隔离管道与各种腐蚀性介质,防止它们直接接触。为了确保防腐效果持久,选择的涂料应具备优良的物理性能、介电性能和稳定的化学性能。此外,这种涂层应能在较宽的温度范围内保持稳定。对于管道外层的防腐,通常分为内壁防腐和保温涂层两部分。内壁防腐的目的是防止管道内部的腐蚀,通过降低摩擦阻力、提升输量来改善管道的使用性能。在进行内壁涂敷前,需要对管道内壁进行表面处理,确保其表面干净、平滑,以便涂料能够牢固地附着在管壁上。

3.2 电化学阴极防腐保护及其数据管理

腐蚀环境不仅会导致管道金属破损,而且会引发大阴极小阳极现象,进而促进腐蚀进度,可能诱发孔洞。为此,金属管道保护广泛采用阴极保护措施。依据所给出的极化电流措施的异同,一类是牺牲阳极的阴极保护,另一类是外加电流的阴极保护。就牺牲阳极的阴极保护策略而言,通过将腐蚀电位较保护管道金属更负的合金或金属与管道金属结合,构成电偶电池。负电性金属的溶解引发电流生成,保证金属管道实现阴极极化。这是因为低电位金属在电偶电池中充当阳极,金属管道在接触后腐蚀速率加剧,因此,这种措施被命名为“牺牲阳极”。阴极保护是通过接入外部直流电源,向管道金属供应阴极电流来实现的,使其阴极极化,进而进入免蚀区域获得保护。

全面掌控阴极保护数据的管理、分析和评估,涵盖阴极保护设施、检测桩等方面。对检测桩的数据进行管理分析,提供密间隔管地电位、杂散干扰等数据管理。此外,还涵盖了自动识别、直流与交流干扰等方面的内容。同时,对阴极保护站的关联检测数据实施管理分析,包括防雷设备日常记录、恒电位仪日报等,既要实施相关数据处理又要进行统计分析。

3.3 环境控制

首先,土壤湿度是影响管道腐蚀的重要因素之一。在湿润的环境下,管道金属表面容易形成电解质溶液,从而引发电化学腐蚀。因此,控制土壤湿度是降低腐

蚀风险的有效手段。可以通过排水措施、土壤干燥等方法来降低土壤湿度,从而减少电解质溶液的形成,降低腐蚀速率。其次,土壤性质也对管道腐蚀产生影响。某些类型的土壤可能含有腐蚀性物质,如酸性土壤中的酸性物质或盐碱土壤中的盐分等。这些物质会加速管道的腐蚀过程。因此,改善土壤性质也是降低腐蚀风险的重要措施。可以通过添加改良剂、更换土壤等方法来降低土壤中的腐蚀性物质含量,从而延长管道的使用寿命。最后,微生物也是影响管道腐蚀的环境因素之一。某些微生物在代谢过程中会产生酸性物质或氧化剂,这些物质会加速管道材料的腐蚀。因此,控制微生物的生长也是环境控制的重要方面。可以通过定期清理管道表面、使用防生物涂层等方法来抑制微生物的生长,从而降低腐蚀速率。

3.4 排流保护

排流保护是一种针对杂散电流造成的管道腐蚀问题的有效方法。杂散电流是一种不按照规定路线流动的电流,它可能从周围的设施如电气铁路、电解工厂等流入土壤中,从而对埋地管道造成腐蚀。排流保护的原理是通过将管道作为阴极,利用特定的设备将杂散电流从管道上引出,并将其导向更加适合的导体,如钢筋混凝土构筑物等,从而避免管道受到杂散电流的腐蚀。在实际应用中,排流保护的方法需要根据管道的实际情况进行选择。对于存在正极与负极交变现象的管道,排流保护的效果尤为显著。通过正确地选择排流设备,调整排流参数,可以有效降低管道的腐蚀速率,延长管道的使用寿命。

3.5 改善金属的本质

改善金属的本质是提高管道耐腐蚀性的重要手段之一。通过合理的材料选择和合金化,可以显著提高金属的耐腐蚀性能,从而延长管道的使用寿命。选择耐腐蚀材料是改善金属本质的关键。在管道工程中,常用的耐腐蚀材料包括不锈钢、铜、镍等。这些材料具有较好的耐腐蚀性能,能够抵抗多种化学物质的侵蚀。例如,不锈钢是一种含有铬、镍等元素的合金钢,具有优异的耐腐蚀性能,广泛用于石油、化工等领域的管道建设中。除了选择耐腐蚀材料外,合金化也是提高金属耐蚀性的有效方法。通过在金属中添加合金元素,可以改变金属的内部结构和性能,提高其耐蚀性。例如,在钢中加入镍元素可以形成不锈钢,提高钢的耐腐蚀能力。此外,通过合理的合金配比,还可以获得具有更优异耐腐蚀性能的合金材料。在实际应

用中,改善金属本质的方法需要根据管道的具体使用环境和腐蚀介质进行选择。例如,对于强酸、强碱等腐蚀性介质,需要选择具有优异耐蚀性的材料或进行表面处理;对于土壤中的杂散电流腐蚀,可以采用排流保护等措施。

4 管道防腐技术的提升与优化

4.1 外层防腐涂料的新开发研制

尽管目前大部分涂料已经在国内生产并得到应用,但仍需承认,与国外先进技术相比,国内的技术还存在一定的差距。为了确保管道的安全与长期稳定运行,必须正视并解决这一差距。加大研究力度,不断改进和优化涂料技术,是避免不必要管道腐蚀的关键。

例如,聚乙烯材料在某些环境下容易出现环境应力开裂的问题。这是因为环向大分子取向导致非取向方向开裂,这给管道的长期使用带来了隐患。同样,热收缩套在温控和收缩方面存在不同步的问题,这也影响了涂层的均匀性和稳定性。需要深入研究涂料的性能、环境适应性以及生产工艺等方面的知识。通过与国际先进技术接轨,引入先进的理念和设备,可以逐步缩小与国外的技术差距。同时,加强产学研合作,推动科研成果的转化和应用,也是提升我国涂料技术水平的重要途径。

4.2 腐蚀管道的快速而准确定位技术

进行管道运行和防腐系统的数据化管理,能够为管道的安全运行提供有力保障。通过数据化管理,可以实时监控管道的状态,及时发现潜在的安全隐患,并对其进行评估。这不仅有助于预防事故的发生,而且为维修和保养提供了准确的依据。然而,也必须正视我国在管道防腐检查技术与国外先进水平之间的差距。目前,我国所采用的管道防腐检查技术相对落后,无法满足日益增长的能源需求和经济发展的战略要求。这种技术上的不足,不仅影响了管道的使用寿命,还可能对国家的能源安全造成威胁。因此,必须加速对管道防腐检查技术的研究和开发。这需要政府、企业和科研机构共同努力,投入更多的资源,引进和吸收国际先进技术,加强自主研发能力。同时,还需加强与国际社会的合作与交流,通过共享经验和知识,共同推动管道防腐技术的发展。

4.3 关注阴极保护的关键参数

评估金属构筑物在阴极保护下是否完全受护,通常利用参比电极确定金属的保护电位。电位保护堪称阴极防护的一大核心要素,阴极保护状态即为此处所

指,管道金属停止腐蚀所需的电位数。从其目的来看,主要是希望实现腐蚀现象的彻底遏制,将管道金属电位极化与表面最活跃的阳极点初始电位保持一致。就实践过程而言,需在保护效率与效果之间寻求平衡,为此,通常会指定保护电位区间,以使金属管道在保持防护的前提下,持续以较缓慢的速度实现均匀腐蚀。同时,保护电流是另一个重要指标,其指的是需施加保护的结构单位面积的电流保护值。由于多种因素制约着电流密度的保护效果,像是金属表层状况、温度区间以及管道金属类别等方面都包含在内,所以,要以实际情况为转移确定出来最为贴切的保护电流值。保护电流密度的选择对于阴极保护的效果和效率至关重要,过高的电流密度可能导致过度腐蚀或电解破坏,而过低的电流密度则可能无法提供足够的保护。所以,需要定期监测和调整保护电位和保护电流这两个关键参数。这可以通过使用电位测试仪、电流计等设备来完成。同时,还需要对管道金属的表面状态、环境条件等进行定期检查和维修,以确保阴极保护系统的正常运行和有效性。

5 结语

综上所述,由于我国地域辽阔,城镇天然气在运输过程中需要穿越各种复杂的环境。这使得管道在运输中容易受到腐蚀和破坏。一旦管道出现穿孔,就会导致天然气泄漏,这种做法无疑加剧了能源的浪费,环境污染问题依然严峻。因此,探究城市天然气管道腐蚀的根本因素,并实施高效的管控与防护行动,对于城镇天然气的安全运输来说有着深远的影响和重要的意义。

参考文献:

- [1] 伍禹臣.天然气管道输送过程中管道防腐的研究以及防腐方法的创新[J].中国高新技术企业,2013(2):19-21.
- [2] 黄河.天然气管道防腐技术与探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2013(15):82.
- [3] 孙祥太.天然气管道输送过程中管道防腐的研究以及防腐方法的创新[J].化工管理,2015(4):210.
- [4] 窦磊.天然气管道施工质量管理方法[J].中国石油和化工标准与质量,2018,38(21):43-45.
- [5] 吴登辉.油气储运管道防腐技术现状与进展研究[J].石化技术,2018,25(9):174.
- [6] 吴登辉.油气储运管道防腐技术现状与研究进展[J].石化技术,2018,25(9):187.