

长输天然气管道管道保护措施研究

吉 靖

四川新兴油气建设工程有限公司 四川 成都 610000

摘要：长输天然气管道是能源输送的关键纽带，对于维护能源安全和支撑经济持续发展具有不可替代的作用。由于外界环境及输送介质的侵蚀，管道内外壁容易发生腐蚀，威胁其结构完整性和运营安全性。因此，采取有效的保护措施至关重要。通过优化施工作业，选用合适的化学缓蚀剂，提高管道铺设的质量标准，以及运用先进的涂层技术和阴极保护手段，能够显著降低腐蚀速率，从而延长管道使用年限并保障供气连续性。

关键词：长输天然气；管道保护；保护措施

引言

随着全球能源消费结构逐渐向清洁能源倾斜，天然气作为替代煤炭和石油的主要能源之一，在全球能源供应中所占的比例日益增加。长输管道作为连接气田与最终用户的关键输送环节，其安全高效运营，维护社会稳定以及推动经济发展具有至关重要的作用。然而，管道腐蚀问题一直是威胁其安全的主要因素。了解不同类型的腐蚀机制并采取相应的保护措施，对于确保供气稳定、减少经济损失具有显著意义。

1 长输天然气管道保护工作的意义

在当今社会，随着经济的飞速发展，能源需求日益增长，而天然气作为一种清洁、高效的能源，在能源结构中的地位日益凸显。长输天然气管道作为连接天然气资源与生产消费地的重要纽带，其安全稳定运行直接关系到当下能源安全、经济发展和社会稳定。长输天然气管道保护工作的意义在于保障能源供应，更在于维护当下安全、促进经济发展和实现社会和谐^[1]。首先，天然气是当下重要的战略资源，其供应安全直接关系到当下的能源安全 and 经济发展。长输天然气管道作为天然气供应的主要通道，一旦受到破坏或损坏，将直接影响天然气的正常供应，甚至可能引发能源危机，加强长输天然气管道保护工作，确保管道的安全稳定运行，对于保障能源安全具有重要意义。其次，天然气作为一种清洁、高效的能源，广泛应用于工业、商业和民用等领域。长输天然气管道的建设和运营，为天然气资源的开发利用提供了有力保障，促进了相关产业的发展和经济增长，天然气的使用也有助于减少环境污染，推动绿色经济的发展，保护长输天然气管道的安全稳定运行，对于促进经济发展具有重要意义。最后，天然气作为民生工程的重要组成部分，其供应安全直接关系到人民群众的生活质量和社会稳定。长输天然气管道的安全稳定运行，能够

确保天然气的正常供应，满足人民群众的生活需求，提高人民的生活质量，加强管道保护工作还能够减少安全事故的发生，保障人民群众的生命财产安全，维护社会的和谐稳定。随着技术的不断进步和创新，也为长输天然气管道保护工作提供了更多的手段和方法，提高了管道保护的效率和效果。

2 长输天然气管道腐蚀类型

2.1 外壁腐蚀

(1) 大气腐蚀。对于架空管线，主要受到大气腐蚀的影响，大气腐蚀是由大气中的水、氧、酸性污染物等物质的作用而引起的。在潮湿的大气中，当水汽浓度超过临界湿度（如铁的临界湿度约为65%），金属表面会形成一层很薄的水膜，从而发生均匀腐蚀。若大气中存在酸性污染物，如CO₂、H₂S、SO₂等，腐蚀速度会显著加快。在干燥的大气中，金属表面会形成不可见的氧化膜，导致金属失去光泽，这种腐蚀的速率相对较小，破坏性也较低。(2) 土壤腐蚀。对于埋地管线，土壤腐蚀是主要的威胁，土壤是一个复杂的电解质体系，其中含有多种腐蚀性物质，如盐分、水分、氧气等。这些物质与管道金属发生电化学反应，导致管道腐蚀，土壤中的微生物活动也可能加速腐蚀过程。(3) 海水腐蚀。对于海底管道，海水腐蚀是一个严重的问题，海水成分复杂，含有各种盐分和电解质，这使得海水成为一种天然的电解质溶液。海水中的氯离子对金属的腐蚀性极强，能破坏金属表面的氧化膜，加速腐蚀过程。

2.2 内壁腐蚀

第一，点蚀是天然气运输管道金属上的局部腐蚀形态，具体表现为点状、针状或小孔状，这种腐蚀形态对于包括天然气在内的各种气体及液体运输管道系统的破坏性与安全隐患影响最大^[2]。点蚀很难被检查到，因为它通常发生在金属表面的局部区域，而且腐蚀速率可能非

常快,导致管道在短时间内出现穿孔或泄漏。第二,均匀腐蚀会导致天然气运输管道的金属表面出现大面积较为均匀的腐蚀情况。这种腐蚀形态通常出现在暴露的金属管道表面,如架空管线或埋地管线的裸露部分。均匀腐蚀虽然不会导致突然的管道破裂,但会逐渐削弱管道的壁厚,降低管道的承载能力。第三,丝状腐蚀是一种特殊的腐蚀形态,通常出现在管道保护膜的下方,也被称作是漆下腐蚀和膜下腐蚀。这种腐蚀形态与涂层或保护膜的质量和使用时环境密切相关。丝状腐蚀会导致管道金属表面的局部破坏,严重时可能引发管道的泄漏或断裂。

3 长输天然气管道保护措施

3.1 严格控制施工作业宽度

在天然气管道施工过程中,严格控制施工作业带的宽度是确保工程顺利进行并减少对周围环境破坏的关键措施。施工作业带宽度的合理规划不仅关系到施工进度和效率,更直接影响到生态环境的保护以及周边社区的生活安全。(1)明确施工作业带的宽度限制。通过科学评估施工区域的地形、地质条件以及管道铺设的具体要求,合理确定作业带的最小宽度,确保施工活动能够顺利进行。这一限制也避免了因超占、多占土地而引发的资源浪费和生态破坏问题。(2)严格遵守作业带行走规定。这有利于保持施工现场的整洁和有序,减少施工对环境的扰动,还能有效防止因设备和人员随意行走而导致的安全事故。规范施工人员的行为,如禁止在作业带外吸烟、乱丢垃圾等,也是减少对周围环境破坏的重要措施。(3)实现多重目标。通过严格控制施工作业带的宽度和规范施工行为,我们可以实现多重目标,这有助于保护施工区域及其周边环境的生态平衡,减少施工活动对生态系统的破坏,这有助于降低施工成本,提高资源利用效率,实现绿色施工和可持续发展,这还能确保施工活动的顺利进行,保障工程质量和安全,为天然气管道的长期稳定运行奠定坚实基础。

3.2 科学合理的选择缓蚀剂防腐

第一,缓蚀剂作为一种有效的防腐手段,其选择与应用需要综合考虑多方面因素,我们需要明确管道所使用的金属材料,因为不同的金属材料对缓蚀剂的适应性有所不同。选择合适的缓蚀剂,能够确保其与管道材料之间形成良好的兼容性,从而最大限度地发挥防腐效果,第二,管道所处的介质条件也是选择缓蚀剂时需要考虑的重要因素。例如,在酸性介质中,我们需要选择能够耐受酸性环境的缓蚀剂;而在海水等腐蚀性较强的介质中,则需要选择具有良好抗腐蚀性能的缓蚀剂,只有根据介质条件选择合适的缓蚀剂,才能确保管道在各

种环境下都能得到有效保护^[3]。第三,在缓蚀剂的应用过程中,涂抹和注入是两种常见的方式。涂抹缓蚀剂可以直接在管道表面形成一层保护膜,隔绝管道与腐蚀性介质的接触;而注入缓蚀剂则可以将缓蚀剂输送到管道内部,与管道内壁接触并发挥作用。无论采用哪种方式,都需要确保缓蚀剂涂抹或注入均匀、无遗漏,并定期进行检查和维护,以确保防腐效果的持久性。第四,在选择和使用缓蚀剂时,我们还需要注意以下几点,要选择正规厂家生产的缓蚀剂,确保产品质量可靠;在使用缓蚀剂前,需要进行充分的试验和评估,确保缓蚀剂与管道材料和介质条件相匹配;要严格按照缓蚀剂的使用说明进行操作,避免误用或滥用;要定期对管道进行检查和维护,及时发现和处理腐蚀问题。

3.3 加强管道埋设质量管控

(1)材料选择与质量控制。在长输天然气管道的建设过程中,材料的选择与质量控制是首要任务,优质的管材和防腐材料是确保管道埋设质量的基础,必须严格按照标准和行业规范,选用具有良好耐腐蚀性和机械性能的管材,并对进入施工现场的管材进行严格的质量检测,确保材料质量符合规定要求。(2)设计与施工规划。在管道埋设前,应进行充分的设计和规划,设计人员应充分考虑地形、地貌、气候等因素,合理规划管道的走向和埋设深度,应制定详细的施工方案,明确施工步骤、技术要求和质量标准,还应对施工区域进行地质勘探,了解地质条件,确保管道埋设的合理性。(3)施工过程中的质量管控。在施工过程中,应加强对管道埋设质量的管控,应确保施工人员具备相应的专业技能和资质,严格按照施工方案和技术要求进行施工,也应加强对施工现场的监管,确保施工过程中的安全和质量,更应加强对管道焊接、防腐等关键环节的质量检测,确保管道埋设质量符合规定要求。(4)埋设深度是影响管道安全性的重要因素。过浅的埋设深度可能导致管道受到外界因素的影响,如土壤侵蚀、洪水冲刷等;而过深的埋设深度则可能增加施工难度和成本,应根据实际情况合理确定管道的埋设深度,并加强对埋设深度的监测和控制。(5)防腐措施的实施。防腐措施是确保管道长期稳定运行的关键,在管道埋设过程中,加强对防腐措施的实施和监管,应选用具有良好防腐性能的防腐材料,并按照规范要求涂刷和包裹,加强对防腐层的检测和修复工作,确保防腐层的完整性和有效性。

3.4 长输天然气管道的涂层防护技术

第一,涂层防护技术的核心在于其独特的防腐机理,涂层材料具有良好的耐腐蚀性和密封性,能够有效

隔绝管道与外界环境的接触,避免腐蚀性物质对管道的侵蚀。涂层材料还具有良好的附着力和耐磨性,能够紧密贴合管道表面,形成一层坚固的保护层,有效抵御外界的物理冲击和化学腐蚀^[4]。第二,在涂层防护技术的实际应用中,不同的涂层材料和技术方案各有优劣。煤焦油瓷漆防腐涂层以其较低的成本和显著的防腐性能而受到广泛关注,它对温度的要求较高,需要在一定的温度范围内才能发挥出最佳的防腐效果。相比之下,PE双层防腐涂层技术则具有更为优异的耐腐蚀性、耐磨性和耐候性,能够适应更为复杂的环境条件。而双层熔结环氧粉末涂层技术则以其独特的工艺和理想的机械性能,在天然气管道防腐领域展现出广阔的应用前景。第三,涂层防护技术的应用提高了管道的安全性和稳定性,也带来了显著的经济效益和社会效益,涂层防护技术有效降低了管道的腐蚀风险,减少了因腐蚀导致的管道损坏和泄漏事故,保障了天然气的安全运输,涂层防护技术延长了管道的使用寿命,减少了管道的维修和更换频率,降低了运营成本,涂层防护技术还具有环保节能的优点,减少了能源消耗和污染排放,符合可持续发展的要求。

3.5 长输天然气管道阴极保护技术

长输天然气管道,作为能源输送的重要动脉,其安全性与稳定性至关重要。在这些庞大的管道系统中,腐蚀问题一直是一个不可忽视的挑战。为了应对这一挑战,长输天然气管道阴极保护技术应运而生,成为了保障管道安全运行的关键技术之一。(1)阴极保护技术基本原理。阴极保护技术,简单来说,就是通过电化学手段防止金属腐蚀的方法,其基本原理在于,当金属处于电解质中时,其表面会发生电化学反应,导致金属逐渐溶解,这就是我们通常所说的腐蚀。而阴极保护技术则是通过在被保护金属表面施加一定的电流,使其电位降至低于周围环境的电位,从而使金属表面成为电化学反应中的阴极,抑制腐蚀反应的进行。(2)牺牲阳极阴极保护。就是利用电位更负的金属或合金作为阳极,与被保护的天然气管道连接,形成一个原电池。在这个原电池中,阳极金属会逐渐溶解,释放出电子,这些电子会

流向被保护的管道,使管道表面产生阴极极化,从而抑制腐蚀反应的进行。这种方法简单易行,不需要外加电源,但阳极金属的消耗速度较快,需要定期更换。(3)外加电流阴极保护。它则是通过外加直流电源,以及辅助阳极和参比电极等设备,在被保护的天然气管道上施加电流,使管道表面产生阴极极化。这种方法可以根据管道的实际情况调整电流的大小和方向,更加灵活和可靠。由于电流是外加的,因此不会消耗阳极金属,具有较长的使用寿命。(4)阴极保护技术的应用。它有效地抑制了管道的腐蚀反应,延长了管道的使用寿命,降低了维修和更换的成本,阴极保护技术还可以减少因腐蚀造成的管道泄漏和损坏等安全事故的发生,保障了管道的安全稳定运行,阴极保护技术还具有环保、节能等优点,符合可持续发展的要求。

结语

有效的保护措施能够预防和减缓腐蚀对管道的损害,确保供气系统的可靠性和稳定性。当前,通过采用高标准的施工技术、先进的防腐材料以及持续的维护监测,我们已经能够较好地应对管道腐蚀问题。未来随着新材料、新技术、特别是信息技术和物联网技术的不断发展和应用,管道保护将趋向于更高效率和智能化方向,相信会有更多先进的保护措施被应用于长输天然气管道的保护工作中。

参考文献

- [1]张旭,曹奇林.基于PLC的长输天然气管道RTU阀室配电保护系统设计研究[J].中国石油和化工标准与质量,2021,42(08):130-132.
- [2]宋伟聪,黄建成.长输天然气管道腐蚀的形成与防护措施[J].清洗世界,2021,38(03):59-61.
- [3]周岳洪,李通,吴远银.长输天然气管道保护措施探析[J].中国石油和化工标准与质量,2021,42(04):29-31.
- [4]吴相,汪久虎.长输天然气管道防腐层及阴极保护技术中存在的问题及解决措施[J].科技创新与应用,2021(11):155-157.