

天然气长输管道防腐及运输风险防控策略

柯善风（江西省天然气管道有限公司，江西 南昌 330000）

摘要：为了满足社会对天然气的需求，天然气长输管道得到了广泛的应用和发展。天然气长输管道作为天然气从生产地到消费地输送的重要通道，承担着巨大的责任。然而，受到环境、工艺、操作等多方面因素的影响，天然气长输管道在运输过程中面临着腐蚀、磨损、冲击等多种风险。防腐技术的应用能够有效延长管道的使用寿命，降低管道的运行风险；而对运输风险的分析 and 防控策略的制定，则能够及时发现和解决潜在风险，确保管道的安全运行。本文将围绕天然气长输管道防腐及运输风险防控策略展开研究与探讨旨在为天然气长输管道的安全运行提供参考和指导，为天然气行业的发展做出贡献。

关键词：天然气；长输管道防腐；运输风险；防控策略

0 引言

为了确保长距离天然气传输管路的安全可靠运营，一般直接选择将其深埋地下进行铺设。而作为构成天然气长输管道的关键性材料，金属材质在经历地下水 and 土壤等环境因素长时间的影响下，极易遭受复杂而剧烈的化学腐蚀现象，从而导致管线的强度逐渐减弱，甚至可能会破坏整个管道结构，使得管线的使用年限大幅度缩减，这无疑给管线的安全稳定运行带来了巨大的潜在风险。因此，我们有必要采取适当且合理的防腐防护措施来保护埋地长输管线中的金属管道，以期达到延长其使用寿命的目的。

1 天然气长输管道腐蚀的因素分析

1.1 钢制材料且其制造工艺产生相应的影响

在选择使用钢材作为管道的主要材料时，无疑也为管道内部产生腐蚀现象留下了可能性。钢材的成分主要由各种金属构成，而这些金属物质在相对湿度与温度固定的环境条件下，极易遭受腐蚀影响。尤其是钢管的制作过程中所运用到的微晶结构技术，这种独特的构造要求钢管制作过程中必须高度精确，若在外观上出现细微的瑕疵或者缺陷，则这些问题部位极有可能面临腐蚀甚至破裂的风险。因此，无论是钢管的制作原料还是具体制作工艺都有可能对钢管遭受不同程度的腐蚀损害。

1.2 环境腐蚀

关于地下管道所处的环境，无可避免地它们将会遭受腐蚀的影响，而这些影响腐蚀管道的因素，除了土壤本身外，还有细菌和杂散电流等多种复杂因素。土壤以黏滞体的形态存在，包含了固体相、液体相以及气体相三种状态，其间的孔洞空间充满了水分和空气。土壤腐蚀的现象则是从土壤之中的水发挥了离子

导电性的效应开始发展而来——金属材质的电化学特性具有非均质性，同时也表现在土壤的物理化学性质上，因此，这些因素共同构成了土壤腐蚀的必要条件。细菌在参与电极反应的过程中，将铁元素与可溶硫酸盐转化为氢气进行反应，这种反应通常在缺氧的土壤环境中发生，因此，细菌腐蚀主要发生在缺氧的土壤环境中。另外一种对金属管道具有腐蚀破坏力的物质便是杂散电流，其中腐蚀作用主要分为交流杂散电流和直流杂散电流两种类型。直流杂散电流的腐蚀原理与电解腐蚀相似；至于交流杂散电流如何产生腐蚀作用？实际上，二次感应交流电的相互叠加形成了电化学电池，这类电池依附于管道表面，尽管其对管道的腐蚀程度并不严重，但集中腐蚀的能力却相当强大，同样是必须要防范的一种腐蚀方式。

1.3 管道的腐蚀防护效果不够

对于地下管道防腐措施方面，通常会采取阴极保护以及防腐覆盖层这两种手段来进行防护。特别是在防腐覆盖层的实施过程中，其关键在于对现场环境中可能产生的腐蚀介质具有较强的抵抗能力。然而，在实际操作中，由于受到现场环境因素的影响，防腐覆盖层有可能出现与钢管剥离的情况。若未能及时调整相关参数，便会导致腐蚀死区的形成并进一步扩大。因此，为了有效防止管道腐蚀现象的发生，必须确保防护效果的充分发挥，以满足防护需求。

1.4 管道的应力抵抗能力

在管道的日常运营过程中，输送的高压以及压力的频繁变动势必会对其造成影响，应力腐蚀问题也因此应运而生。应力腐蚀的生成机制在于过高的压力致使管壁承受了过大的使用应力，进一步导致了管壁裂纹的萌发，随着应力的持续作用，裂纹将会逐步扩大，

如此反复循环之下，最终令管壁从破裂走向被腐蚀的境地。不同应力水平的管道无疑对于应力的抵抗能力存在差异，抵抗力较强者，通常在普通状况下发生裂纹的概率相对较低，从而赋予它们在一定程度上抵御应力腐蚀的能力。

2 天然气长输管道防腐技术

2.1 防腐材料选择

为确保天然气长距离输送管道的安全稳定运行，有必要选择适宜的防腐材料以延长其使用寿命，降低维修保养的成本投入，从而提升管道传输过程的安全性及稳定性。在这个过程中，防腐材料的选取应充分考虑以下几点因素：①材料的耐腐蚀性能。天然气在长距离运输过程中极易遭受内外环境的腐蚀侵害，因此，选择具备优良耐腐蚀性能的材料显得尤为关键。通常情况下，不锈钢、镀锌钢、聚乙烯、玻璃钢等材料均表现出较强的耐腐蚀性能，能够有效抵御腐蚀物质的侵袭，保护管道免受腐蚀破坏。②材料的耐高温性能。天然气在长距离运输过程中可能会遭遇高温环境，因此，选择具备优异耐高温性能的材料同样至关重要。例如，耐高温聚乙烯薄膜、聚氯乙烯薄膜以及氟塑料等材料，它们在高温环境下仍能保持良好的性能，不易发生形变或熔化现象。③材料的耐磨损性能。天然气长距离输送管道在运输过程中难免会经历摩擦和震动，因此，选择具备优秀耐磨损性能的材料亦显得尤为重要。例如，陶瓷耐磨涂料、聚乙烯耐磨涂料以及橡胶耐磨板等材料，它们均可有效减轻管道的磨损程度，进而延长管道的使用寿命。④材料的环境适应性。由于各个地区的环境条件各异，对管道防腐材料的需求自然也会有所区别。因此，在选择防腐材料时，必须充分考虑到环境适应性的问题，确保管道在各种环境条件下皆能保持良好的性能。总而言之，在天然气长距离输送管道防腐技术中，防腐材料的选择无疑占据着举足轻重的地位。唯有选择适宜的材料，方能有效抵挡腐蚀、高温及磨损等多种因素的影响，确保管道运输过程的安全性及稳定性。

2.2 防腐施工技术

在天然气长输管道的防腐工程领域，防腐施工技术的实施直接关系到管道的长期稳定运转以及安全防範的程度。为了确保管道能够在腐蚀和外部环境的双重压力下保持其稳定性和安全性，必须在施工过程中精心挑选适宜的防腐材料并采取行之有效的防腐措施。首先，来谈谈防腐材料的选择问题。在天然气长

输管道的防腐工程实践中，通常会运用防腐涂料、阻隔膜以及防腐层等多种材料进行防腐处理。其中，防腐涂料作为一种常见且实用的防腐材料，它能够在管道表面形成一层均匀而致密的保护膜，从而有效地阻止金属与外部介质的直接接触，发挥出隔离和防护的重要功能。在选择防腐涂料时，应优先考虑那些具备优良耐腐蚀性能、附着力强以及耐高温特性的产品，以保证管道在各种复杂多变的工作环境下均能得到有效的防腐保护。接下来，再来探讨防腐施工技术的相关内容。防腐施工技术主要涵盖了表面处理、防腐涂覆以及热缩套管等多个工艺流程。首先，在进行表面处理阶段，需要对管道表面进行细致入微的除锈、打磨以及清洗等一系列操作，以确保管道表面洁净无瑕，为防腐涂料的附着和保护提供有利条件。接着，便是防腐涂覆环节，可以通过涂刷、喷涂等多种方式将防腐涂料均匀地涂抹在管道表面，进而形成一层厚度适中且均匀的保护膜。

此外，还可以采用热缩套管技术，即将预先制作好的热缩套管套设在管道之上，通过适当的加热使其自然收缩，最终形成一层紧密贴合的保护层，进一步提升管道的防腐效果及耐久性。在天然气长输管道的防腐施工过程中，同样不能忽视防腐工艺的操作规范和质量控制。施工团队成员需熟练掌握防腐涂料的选用技巧、施工技术以及操作要点，以确保施工质量达到预期标准。

同时，也需要在施工现场加强监督和检查力度，确保防腐施工的顺利推进和高效执行。综上所述，天然气长输管道的防腐施工技术无疑是保障管道安全稳定运行的关键所在。唯有通过科学合理地选择防腐材料、精细化的施工工艺以及严格的质量控制，才能够有效地防止管道遭受腐蚀破坏，延长管道的使用寿命，确保天然气运输的安全顺畅。

3 天然气长输管道风险防控策略

3.1 安全管理措施

为了确保天然气长途输送管道运输的安全无虞，施行了一系列重要的安全管理措施，其中囊括如下诸多方面：首先，一项关键措施便是运用现代成熟的探测设备以及尖端科技，建立起一套完整且严密的管道运输安全监测系统，以便实时监测管道运输全流程中的各项参数，例如温度、压力、流量等，进而及时地发现任何异常现象，从而能及时采取相应的措施应对。其次，为了确保持续性，制定了定期的维修保养计划，

对整个管道运输系统实施细致入微的检查和维修, 保证所有的设施都处在良好状态并且运行安全可靠。当发现任何设施的缺陷或者故障时, 会立即进行修复, 全力确保管道运输系统的顺畅运作。此外, 还会为负责管道运输的员工提供全面的安全教育和专业的培训, 以提升他们的安全意识和操作技能, 使他们更加重视管道运输的安全问题, 并强化他们的责任感, 确保他们在日常工作中严格遵循安全操作规程。再者, 建立了完善的管道运输风险评估和管理机制, 对可能出现的各种安全风险进行深入的分析和评估, 并采取切实可行的措施来降低风险发生的概率, 从而确保管道运输系统的安全稳定性。最后, 制定了详尽的管道运输安全管理制度和应急预案, 组建了高效的紧急救援队伍和机制, 确保在突发事件发生时, 可以迅速启动应急响应机制, 有效地处理事故, 最大程度地减少损失。同时, 也会加强对管道运输企业的合规监督与管理, 严格执行相关的法律法规和行业标准, 构建一个完善的安全管理体系, 对于任何违反规定的行为, 都会给予严厉的惩罚, 以确保管道运输企业始终遵守安全生产规定, 从而保障天然气长输管道运输的安全稳定。

3.2 紧急救援预案

紧急救援预案是指在天然气长输管道运输过程中, 针对可能发生的突发事件或意外情况进行的一项应急措施计划。其目的是为了最大程度地减少事故造成的损失, 保障人员的生命安全和管道设施的正常运行。紧急救援预案包括了以下内容:

3.2.1 应急预案的制定

①应急预案的编制主体: 由天然气长输管道运输企业负责编制, 相关部门协助完善; ②预案修订和更新: 根据管道设施运行情况和法规、标准的更新, 定期修订和更新应急预案; ③应急预案的保密性: 应急预案的内容属于敏感信息, 需加强保密措施, 避免泄露给外部人员造成不必要的风险; ④应急预案的宣传和培训: 对管道运输企业内部和相关部门人员进行应急预案的宣传和培训, 提高应急响应的及时性和有效性。

3.2.2 紧急救援组织机构

①应急指挥部: 成立应急指挥部, 统一指挥协调应急救援工作; ②应急救援队伍: 建立应急救援队伍, 包括专业应急救援人员和救援装备; ③应急救援队伍的培训和演练: 定期组织应急救援队伍的培训和演练,

提高应急处置的能力和效率。

3.2.3 应急响应措施

①紧急通讯系统: 建立完善的紧急通讯系统, 确保信息传递及时准确; ②紧急救援方案: 根据不同的事故类型, 制定相应的紧急救援方案, 包括人员疏散、现场抢险等; ③物资准备: 准备应急救援所需的救援物资和设备, 保障救援工作的顺利进行。

3.2.4 事故分析和总结

①事故调查和分析: 对发生的事故进行调查和分析, 找出事故原因, 提出改进措施; ②事故总结: 对应急救援工作进行总结, 总结经验教训, 不断完善应急预案和救援措施。

3.2.5 其他特殊情况处理

①天气变化应对: 根据不同的天气情况, 调整应急救援措施和工作方案; ②公众安全保障: 保障周边居民和公共设施的安全, 避免事故蔓延和扩大。

4 结束语

综上所述, 我国国民经济和广大人民群众日益增长的日常生活对天然气能源的强劲需求, 天然气长输管道逐渐走入了人们的视线并离的生活越来越贴近。因此, 有必要进一步提高天然气长输管道的运行安全度, 这无疑是极其必要且紧迫的。为确保天然气长输管道的安全运营, 不仅对于保障社会的长期稳定发展至关重要, 同时对于保护公众公共安全亦具有举足轻重的地位。唯有全面识别天然气长输管道运行过程中的各种安全风险, 增强广大民众的管道保护意识, 提升管道经营企业的管理水平, 以及加强对长输管道周边环境的有效管理, 方能实现天然气的安全、及时、高效地输送到各类型用户手中。

参考文献:

- [1] 石志超. 天然气长输管道防腐及运输风险防控策略[J]. 全面腐蚀控制, 2022, 36(4): 99-100, 104.
- [2] 张晨雨, 张伟, 杨云龙, 等. 天然气长输管道防腐及运输风险职能防控策略[J]. 石油化工建设, 2023, 45(9): 143-145.
- [3] 江永强. 天然气长输管道防腐及运输风险防控措施[J]. 化工设计通讯, 2021, 47(5): 42-43.
- [4] 张小兵, 刘超, 王鲁鹏, 刘鑫. 基于PCM联合检测技术的某天然气长输管道防腐层检测及开挖验证[J]. 全面腐蚀控制, 2023, 37(6): 118-122.
- [5] 晏金龙. 天然气长输管道防腐的重要性及防护措施[J]. 当代化工, 2013, 42(4): 434-435.