

天然气管道输送过程中管道防腐方式研究

孙天贺（中海石油（中国）有限公司天津分公司，天津 300450）

摘要：天然气作为清洁能源中的一种，对生态环境的污染相对较小，在部分领域已经逐步取代传统的燃料资源得到推广应用，能够在一定程度上缓解我国的能源短缺问题。但受到天然气物理属性的影响，在输送中主要采用管道输送的方式，容易出现管道腐蚀的问题，导致输送的风险上升，因此需要采取有效的管道防腐方式。本文首先结合实际情况总结影响天然气管道腐蚀的主要因素，最后提出天然气管道输送过程中的管道防腐方式，希望能够起到一定的参考作用。

关键词：天然气；管道输送；管道防腐

0 引言

天然气现阶段已经在全球范围内得到了广泛应用，与群众的工作与生活产生密切的联系，社会对天然气的需求也在持续提升，因此需要对天然气的生产与输送进行持续性的优化。特别是天然气的输送环节，不仅关系到天然气的使用成本，而且会影响天然气的应用效率。但管道腐蚀问题给天然气的输送环节造成了较大的阻碍，为保证天然气管道输送的稳定性与安全性，就需要采用合适的方式对天然气输送管道进行防腐。

1 天然气管道腐蚀的影响因素

1.1 天然气组成成分

天然气并非由单一成分构成，而是由多种成分共同组成的可燃气体，因此在输送过程中，天然气的组成成分就有可能与管道材料发生反应，导致天然气输送管道被腐蚀。比如，二氧化碳是组成天然气的主要成分，溶解于水后会与水反应生成碳酸，持续腐蚀天然气输送管道。天然气中的硫化氢与金属管道接触时会与之发生氧化反应，生成金属硫酸盐，导致管道内壁光滑度降低，天然气泄漏风险提升。天然气中还含有含汞化合物，会导致金属管道出现钝化与局部腐蚀的问题，需要采用碳钢、合金、不锈钢等材质的管道。由于天然气组成成分复杂，因此难以保证管道防腐方式的普适性，都需要根据实际情况作出针对性调整，保障管道防腐方式的科学性与适应性。

1.2 涂层材料与工艺

涂层是天然气输送管道防腐中最为常见的防腐方式之一，能够起到隔绝天然气与外部环境的作用，在管道内部与外部防腐中都能起到良好的作用，因此涂层材料与工艺能够直接影响天然气管道腐蚀的范围与严重程度。现阶段市场上存在多样化的防腐涂层材料，

在功能、品质与使用环境上存在着较大的差异，因此选择适宜的涂层材料是发挥涂层作用的前提。因此相关工作人员需要遵循对天然气管道涂层的规范标准，综合考虑管道材质、天然气成分、外部环境等因素选择合适的涂层材料。比如，当天然气管道所处环境较为潮湿时，其外部涂层就应当选择环氧酚醛类材料；而当天然气中的含硫量较高时，则需要使用环氧型涂料。

除涂层材料的种类之外，涂层工艺同样会影响到管道的防腐蚀性能。一般情况下，天然气输送管道防腐涂层工艺的选择需要考虑涂层材料以及管道的结构、走向等因素，需要重点关注焊道部分涂层的涂装，并在涂装全过程中保障涂层的完整性与连续性。相关人员需要依次完成表层处理、上底层处理与中间层处理，同时保证施工人员操作的规范性，最大程度上发挥涂层的保护效果，避免安全隐患。

1.3 外部环境

天然气输送管道绝大多数情况下都处于户外环境中，天然气输送管道的腐蚀风险也会随着环境因素的变化而发生变化。比如，透气性不佳的土壤中存在的氧化菌、还原菌等细菌会腐蚀天然气输送管道的表面，导致管道外部腐蚀的风险提升。而海洋天然气输送管道主要位于海床覆土下，海水作为一种电阻率较小的电解质，其中氯离子含量较高，导致管道容易出现电偶腐蚀与点蚀的问题，而海水的冲击会使管道的腐蚀进一步加剧。因此外部环境是天然气管道腐蚀的主要影响因素，相关人员需要加强对外部环境因素的管控。在天然气输送管道的设计过程中，需要完善施工程序，并从材料、技术等角度对施工内容进行全面控制，采用科学的方式对施工情况与施工进度进行监控，保障管道防腐施工质量满足相关标准。

2 天然气管道输送过程中的管道防腐方式

2.1 加强管道喷涂防腐

正如上文所说,喷涂防腐是现阶段天然气输送管道的主要防腐方式之一,是通过在管道的内部、外部喷涂涂层的方式为天然气管道施加保护,加强管道喷涂防腐能够实现对地下天然气输送管道腐蚀问题的有效预防。

首先,施工人员可以采用双层喷涂防腐技术。为提升管道喷涂防腐的效果,相关人员可以将熔结环氧粉末作为管道涂层,并在管道表面单层喷涂,在此基础上喷涂改性熔结环氧粉末作为外部防护层,实现对天然气输送管道的双层防腐,提升管道的抗腐蚀能力。不仅如此,双层喷涂防腐还能够通过材料的合理叠加,为天然气输送管道附加耐高温、抗冲击等性能。

其次,施工人员可以对热喷涂防腐技术进行优化,提升其适用范围,使之在管道内部也能发挥隔离的效果。一般情况下,热喷涂技术是将金属铝或锌加热后喷涂在天然气管道表面,以此提升防腐涂层的附着力,保障涂层对天然气输送管道的保护效果。但想要将这一技术应用到天然气输送管道内壁,就需要对热喷涂技术的材料进行调整,避免使用铝、锌等较为活跃的金属材料,而是要选择惰性与抗氧化性更强的合金或氧化物材料。

最后,施工人员还可以开发聚脲弹性体这一新型材料,在天然气输送管道的防腐涂层上叠加聚脲弹性体材料,发挥其在延展性、致密性与连续性上的优势,防止外界的腐蚀物质接触天然气输送管道,同时提升其对外部环境温度变化的适应性。

2.2 采用外加电流阴极保护技术

外加电流阴极保护技术是电化学防腐保护技术的分支,指的是在需要被保护的天然气输送管道表面额外施加电流,让天然气输送管道成为阴极,通过引导与抑制金属转移的方式起到防腐蚀的作用,主要用于土壤电阻率较低的环境中。

本质上来说,外加电流阴极保护技术就是通过牺牲阳极的方式实现对阴极,也就是天然气输送管道的保护,通过定期更换阳极的方式为管道创造免蚀区,以此达到防腐的目的。相关人员需要先将阴阳电位平衡连接到天然气输送管道上,并将阴阳电位平衡保存到电解液中,保持管道内的阴阳电位平衡或电位同频变化。

需要注意的是,在应用外加电流阴极保护技术时,

需要满足以下几个要求。第一,介质需要具备导磁性,满足电气连续性的要求,因此只能用于金属材料管道中;第二,保护管道与非保护管道之间需要保持电绝缘。

2.3 使用缓蚀剂对管道进行防护

在天然气输送管道的内部防腐上,相关人员可以采用的防腐方法多种多样,缓蚀剂的使用范围广,效果较好,能够有效控制天然气输送管道的腐蚀速度,延长管道的使用寿命,同时有着起效快、成本低、操作便捷的优势。

缓蚀剂保护天然气输送管道的原理是利用缓蚀剂中分子极性基团的吸附作用,将其吸附在管道的表面,使金属表面的电荷状态发生相应变化,降低管道腐蚀相关化学反应的活跃程度,以此实现对天然气输送管道的防腐处理。另外,缓蚀剂中同样存在部分非极性基团,能够在天然气输送管道生成相应保护膜,对电荷转移起到一定的控制作用,强化缓蚀剂降低管道腐蚀效果的作用。基于不同缓蚀剂的作用原理,可以将其分为物理吸附与化学吸附两类,分别基于电荷间的静电吸引力与金属配位键的相互作用。

2.4 推动管道防腐的信息化管理

天然气管道的铺设需要耗费大量资金,施工完成后需要长时间使用,因此想要高效率,高质量地完成天然气的输送,就需要关注管道的防腐。天然气输送管道防腐工方式的落实效果受到材料、施工规划与人员素质等诸多因素的影响,因此施工管理过程中也需要考虑多方面的因素,以此满足天然气输送的需求,实现对防腐方式的有效运用,为天然气输送管道的状态与使用寿命提供保障。因此相关人员需要推动推动管道防腐的信息化管理,监控天然气输送管道在不同时间段的使用情况,在天然气安全输送标准的要求下对天然气的输送量进行控制,合理分配不同时间段天然气输送管道的工作量,以此起到缓解管道腐蚀问题的作用。而随着信息技术的发展与完善,天然气输送管道的防腐方式也可以向着便捷高效的方向进一步发展,促进管道防腐工作的信息化管理。比如,相关技术人员可以为天然气输送管道的防腐工作建立专门的数据库,实现对相关工作的全过程监控,结合天然气输送管道的防腐需求与管道建设的实际情况,选择恰当的防腐方式并设定可行的防腐管理目标,促进天然气输送管道防腐管理工作的有效落实。

在天然气输送管道防腐数据库的构建与运行过程

中,相关人员需要做好内部信息数据的更新与管理,在保证数据真实性与精确性的同时构建稳定、高效的数据调用端口,实现对内部数据的便捷调用。通过对天然气输送数据的整合与分析,技术人员就可以对天然气输送管道腐蚀情况的评估,在大数据技术的支持下实现对管道防腐工作的精确控制,并指导相关人员选择适宜的防腐方式。而为了发挥大数据技术与数据库在数据处理能力方面的优势,相关人员还需要从制度的角度出发,健全天然气输送管道防腐数据的管理指标,并规范技术人员与施工人员的操作,提升天然气输送管道防腐工作的质量,降低管道腐蚀问题出现的概率。为保障信息化管理的安全性,技术人员需要做好数据库与网络平台的安全防护,并对管理系统进行更新,提升信息化管理的安全性及可靠性。

2.5 关注天然气管道的日常维护

天然气输送管道的日常维护使其防腐工作中的重要组成部分,直接影响到防腐方式的有效性与延续性,因此相关人员需要关注天然气管道的日常维护,并从维护管理制度、维护技术与维护人员三个方面入手,为日常维护工作的质量提供保障。

首先,要对天然气日常维护管理制度进行完善。不同地区的自然环境不同,天然气输送管道防腐工作的侧重点也存在一定的差异,因此各地区需要结合区域内天然气输送管道的实际情况,在我国安全生产相关法律法规的指导下安排天然气输送管道的巡查人员,通过观察外观与监控设备的示数判断管道的腐蚀情况以及是否存在泄漏风险。与此同时,相关部门还需要制定天然气输送管道的巡检维护制度,以此明确维护工作的内容、方式以及对风险与事故的处理方法。比如,相关部门需要针对天然气输送管道的腐蚀与泄露问题作出应急预案,提升相关工作人员对风险与事故的响应速度。当巡查人员发现天然气管道存在泄露风险,或已经发生泄露事故时,需要及时上报并撰写工作记录,以便后续进行复盘与查询。

其次,需要在天然气输送管道的日常维护工作中采用更为先进的维护技术与设备,需要结合区域的实际需求与条件,选取适宜的维护技术,避免盲目追求先进技术,导致出现技术与实际问题不匹配的情况。与此同时,为保证先进技术优势的有效发挥,相关人员还需要从制度层面保障相关工作人员的工作状态与规范性。

最后,相关部门还需要关注对高素质管道维护人

才的培养。在天然气输送管道的日常维护工作中包含维护、诊断与维修等方面的内容,对相关工作人员提出了更高的要求。为实现天然气输送管道的高效运行,同时延长其使用寿命,相关部门需要加强对管道维护人员的培养,通过案例分析的方式,将过往工作中的经验传授给其他人员,并结合情境模拟、实践练习等方式提升其理论知识结合实践操作的能力,尽可能做到将天然气输送管道的腐蚀、泄漏风险消灭在萌芽中。

2.6 完善管道防腐施工监管机制

为实现天然气输送管道防腐方法的有效落实,相关部门还需要关注防腐施工,完善相关管理机制,通过保障施工质量实现管道防腐作用的发挥。

施工方需要结合传感设备与现场巡查实现对管道防腐技术落实情况的实时监控,尽可能排除干扰施工的环境因素,并按照设计标准对施工质量进行考核,实现对技术落实情况的客观评价。在现场巡查的过程中,相关人员需要关注施工人员的防腐操作,避免其出现操作不规范或操作失误,确保防腐方式得到合理应用的同时引导施工人员养成规范操作的习惯。在管道防腐工作结束后,相关人员需要总结管道防腐施工期间出现的问题,并对问题进行溯源,以此提出针对性的解决方案。

3 结论

综上所述,天然气管道腐蚀受到天然气组成成分、涂层材料与工艺以及外部环境因素的影响。想要在天然气的管道输送过程中强化管道防腐效果,就应当对管道防腐的方式进行优化与更新,加强管道喷涂防腐,采用外加电流阴极保护技术,使用缓蚀剂对管道进行防护,推动管道防腐的信息化管理,关注天然气管道的日常维护,完善管道防腐施工监管机制。

参考文献:

- [1] 蔡明.天然气管道输送过程中管道防腐的研究及防腐策略探析[J].清洗世界,2022,38(08):64-66.
- [2] 黄明敏.浅析天然气管道输送过程中管道的防腐方式[J].天津化工,2023,37(02):129-131.
- [3] 张建.天然气管道防腐与日常维护[J].化学工程与装备,2022(05):97-98.
- [4] 李飞飞.天然气管道防腐层及阴极保护[J].清洗世界,2022,38(08):106-108.
- [5] 黄健雄.中低压城市燃气城镇燃气安全运行管理研究[J].化工设计通讯,2022,48(11):185-187.