

管道防腐工艺在油气储运中的设计与应用刍议

张剑南（维欧（天津）能源技术服务股份有限公司，天津 300450）

摘要：目前，在我国的能源体系中，天然气、石油始终占据核心地位，在天然气与石油储运的实践中，输送管道极易被腐蚀，如此不但会进一步降低储运品质，而且会留下极大的安全隐患。基于此，本文从外界因素、油气性质、防腐失败等方面分析了油气储运管道腐蚀的具体原因，然后从管道涂层防腐、缓蚀剂、缓蚀剂、学习防腐工艺等方面探究了管道防腐工艺在油气储运中的设计与应用，最后提出了注意事项，进而减少管道腐蚀，保证安全输送。

关键词：管道防腐工艺；油气储运；设计；应用

我国的油气资源丰富，然而，由于能源分布不均，导致在使用实践中需频繁调度。而作为能源储运的重要载体，管道肩负着能源调度工作的核心任务。由于受到若干种因素的相关影响，使得储运管道遭到腐蚀的情况频繁出现，这就需要技术人员一定要正确看待油气储运实践中产生的问题，将现实情况结合起来设计以及采用有效的防腐工艺，便于保证油气储运工作的深入开展，进而推动国内能源事业的全新发展。

在此基础上，本文分析了油气储运管道腐蚀的具体原因，然后从管道涂层防腐、缓蚀剂、缓蚀剂、学习防腐工艺等方面探究了管道防腐工艺在油气储运中的设计与应用，最后从合理选择管道材料、深入研发防腐技术等方面提出了注意事项，现具体论述如下。

1 油气储运管道腐蚀的具体原因

1.1 外界因素

1.1.1 施工因素

在油气储运管道的相关施工中，忽略防腐策略的落实，或是采取不合理的防腐工艺，都会对防腐成效产生极大的影响。例如，在对油气储运管道进行安装时，现场堆放了很多管材。这些管材在放置一段时间后，也许会产生防腐涂层受损与锈蚀等问题。安装人员在管道施工中未仔细检查，直接使用这些管材，也会使得后期产生腐蚀问题。以及在安装实践中，由于未遵守有关流程，比如管道接口密封不严，于是会引发油气泄漏。受到油气污染之后，管道也会不断加快腐蚀速率。

1.1.2 介质因素

针对油气储运管道来说，其分布环境重点包含露天铺设、水下埋藏、地下埋藏等三种形式。环境介质分别是空气、水、土壤。在各种介质下，油气储运管道受到破坏、腐蚀的因素也不同。

1.2 油气性质

第一，原油中不但存在氢、碳元素，而且存在重金属、杂质等，正是原油中存在的腐蚀性介质，天然气中含有的氧、二氧化碳、硫化物等物质与金属直接作用，产生化学腐蚀。通常来说，管道中所运输的是原油，其中包含各种各样的杂质，在管道的变径与弯头、罐底等处会累积大量酸性物质，由于这些物质拥有强烈的腐蚀性，于是会对金属管道造成腐蚀。第二，石油与天然气等物质中均含有硫化物，如硫醇与硫化氢等，这些物质拥有极大的腐蚀性。

1.3 防腐失败

在对管道进行铺设前，全部施工单位均会对管道开展防腐工作，然而管道防腐的综合成效却欠佳，这是由如下原因引起的。第一，施工单位使用的防腐策略自身品质不达标；第二，由于外界因素带来的影响，导致防腐工作逐渐丧失了防腐成效。详细来说，能够从如下几点进行讨论：首先，防腐层受损或脱落，一般来说，在安装油气储运管道前，施工单位要在管道表面涂抹一层防腐涂层，这一涂层是经过对防腐喷漆进行涂抹来实现，部分施工人员为了追赶进度，没有仔细清理管道表面，使得管道表面不太平整，防腐喷漆也不能在管道表面实现平整的覆盖。另外，在对防腐喷漆进行涂抹的过程中，部分施工人员在控制温度时也存在不足之处，导致管道表面与防腐喷漆无法完全贴合，造成了防腐涂层剥离与脱落情况的产生，防腐保护流于形式化。其次，在阴极保护防腐策略的应用过程中，由于阳极出现氧化反应被完全氧化，使管道进一步产生腐蚀情况。

2 管道防腐工艺在油气储运中的设计与应用

2.1 管道涂层防腐

在油气储运中过程，管道涂层防腐是对管道防腐

成效产生影响的重点，能够从如下几点实施强化：

首先，检验管道防腐涂层的综合品质，在涂抹完防腐喷漆后，需检查管道防腐涂层的具体情况，且检验防腐涂层的综合品质，一旦管道防腐涂层产生问题时需在第一时间开展记录以及上报，由有关员工对防腐涂层实施补充、修复工作，充分确保输油管道的品质，防止引起严重的管道腐蚀。其次，选择高品质的防腐喷漆，在施工的时候，防腐喷漆的性能与质量也会严重影响防腐涂层的效果，在防腐喷漆的选择过程中，需选择稳定性高以及贴合性强的防腐喷漆，提升防腐涂层的综合品质，减少防腐涂层开裂的风险。最后，对涂抹防腐喷漆时的环境进行控制，施工人员需充分提升自觉意识，严谨、认真地开展工作，重视环境温度，且采取对应的策略调整喷漆温度，使防腐喷漆能够与管道表面实现完全贴合。除此之外，在对防腐喷漆进行涂抹前，不能忽略工作品质，为了在第一时间完成相关工作而未清理管道表面，而需清理杂质后，再打磨不平滑的部分，使防腐喷漆能够贴在管道表面，减少防腐涂层剥离或脱落的风险。

2.2 缓蚀剂

2.2.1 吸附膜型缓蚀剂

这一缓蚀剂之所以能够将缓蚀作用施展出来，是因为在其分子结构中具有疏水基团、亲水基团，可以被电荷所吸附，在阴极、阳极区域依次形成分子膜，更好地减缓有关的电化学反应，进而实现防腐的核心目的。

2.2.2 沉淀膜型缓蚀剂

这一缓蚀剂可以与金属离子结合起来，形成一层表面络合物或者沉淀物，进而有效阻止了金属的腐蚀。比如，锌盐在阴极部位发生 $Zn(OH)_2$ 沉淀，具有保护膜的功效。因为这一缓蚀剂未直接与金属表面结合，且它是多孔的，所以未完全附着于金属上。

2.2.3 氧化膜型缓蚀剂

这一缓蚀剂的机理是阻滞金属的离子化过程，能够使金属的表面形成氧化膜。氧化膜型的缓蚀剂包括钼酸盐、钨酸盐、亚硝酸盐、硼酸盐与铬酸盐等。这些缓蚀剂是经过抑制腐蚀反应的阳极来进一步达到缓蚀的作用，在金属离子、阳极作用后形成氧化物，进而在阳极上产生一层保护膜。在这一缓蚀剂的应用实践中，介质中氯离子的含量、输送介质的温度与流速都会影响氧化膜，于是，在这一缓蚀剂的应用过程中，需按照工艺要求，选择适宜的缓蚀剂，同时适当增

缓蚀剂的具体浓度。

2.3 阴极保护

在油气储运管道实践中，电化学腐蚀是比较普遍的一种腐蚀因素。阴极保护能够填补防腐涂层保护的不足之处。尤其是在部分极端的环境下，防腐涂层易受到外界环境的极大影响，使得管道表面的涂层受到损伤。内部管道得以裸露，从而腐蚀范围不断扩展，也就无法起到保护作用。阴极保护则能够更好地避免出现这种问题。然而阴极保护也有相关适用范围，要求技术工作人员将施工条件结合起来决定是否与技术适用标准相符。

2.3.1 阴极保护技术

按照保护形式的区别，阴极保护能够划分成两类，即外加电流阴极保护与牺牲阳极保护。以后者为例，定向与持续流动的电子，是确保阴极保护可以施展防腐成效的核心条件。然而在复杂环境下，电子的综合移动速率很慢，保护成效并不佳。基于这一问题，提出了与外加电流有关的阴极保护方案。利用导线、直流电源，为保护油气管道以及金属之间建立电流关系，其中保护金属、油气管道分别为正极、负极，人工提高了电子流动速度。这些电流设备通常安装于管道的两侧。

2.3.2 技术应用条件

首先，腐蚀介质自身一定要具有优良的导电性能，如此才可以使电荷实现定向移动，实现持续、有效的保护；其次，管道材料的主要化学性质需保持稳定，如此才可以吸引电子，减少耗电量，方便开展长时间的保护；第三，需使用绝缘策略，避免电子的不断流失。唯有同时满足以上条件，才可以在油气储运管道中创建起持续与稳定的阴极保护系统。

2.4 学习防腐工艺

由于受到多种因素的极大影响，使得储运管道遭到腐蚀的情况频繁出现，这就需要技术工作人员一定要正确看待油气储运实践中产生的问题，将现实情况结合起来设计以及采用有效的防腐工艺，便于保证油气储运工作的深入开展，进而推动国内能源事业的全新发展。从调查国内油气储运实践中管道防腐工作的实施情况来看，一些施工单位在学习防腐工艺时还存在一些不足，我国管道防腐工作持续推进，对应的防腐工艺也在日益优化，可还是有一些施工单位采取以前的防腐工艺以及技术，没有革新工艺、技术，极大地降低了管道防腐工作的综合成效。从如今的全新发

展阶段入手,施工单位为了提高管道防腐工作在油气储运实践中的品质,提升油气储运工作的实施成效,则需深入学习先进、高效的防腐工艺。详细来说,施工单位需重视输油管道防腐工艺的全新进展,且强化对有关工艺、技术的投入,主动引入高科技。除此之外,还能够定期组织员工开展培训,学习管道防腐工艺知识且将其应用到工作实践中,从自身综合素质出发,结合实际与理论,最大限度地提高输油管道的实际防腐成效。

3 油气储运管道防腐的注意事项

3.1 合理选择管道材料

为了有效降低管道腐蚀率,需选择适宜的管道材料,便于降低腐蚀风险。

第一,一定要选择性能优良的管道材料,不但要具备优良的透气性、黏着力,而且应具有良好的电绝缘性以及牢固性,如此才可以更好地提升储运管道的品质,进而为降低管道腐蚀率打下基础。第二,在管道材料的选择过程中,一定要全面考量管道环境,按照管道铺设方式进一步选择对应的管道材料。例如,对于地下铺设方式与水下铺设方式来说,相关人员分别需选择耐土壤腐蚀性、防水性较强的管道材料。

3.2 深入研发防腐技术

近年来,尽管我国管道防腐技术获得了迅猛的发展,可是与发达国家之间还是存在很大的差距。现实中,在防腐技术的选择中,大部分施工单位还是面临着单一化的问题,可供选择的防腐技术有限。在此基础上,一定要深入研发防腐技术,按照现实情况设计出有关防腐技术,以更好地满足国内油气储运的具体需求。除此之外,在研究以及开发防腐技术时,需充分考量成本因素、防腐性能,唯有设计出大量高性能与低成本的防腐技术,才可以在施工活动中获得广泛应用,进而更好地提升防腐技术的实效性。除此之外,还需重点培养防腐技术人员,在设备、经费上提供支持,保证技术工作人员可以在施工活动中顺利投放科研成果,且在实践过程中持续改进、优化,进而服务于国内的能源事业。

4 结语

总而言之,本文从管道涂层防腐、缓蚀剂、缓蚀剂、学习防腐工艺等策略入手,以实现管道防腐工艺在油气储运中的有效运用。作为连接油气各项步骤的渠道,油气储运工程重点涵盖装卸与储存、长途输送管道、城市输配系统、油气田集输等。作为油气储运

设备中必不可少的一个组件,管道在油气储运实践中面临管道腐蚀、油品挥发以及火灾等安全隐患,其中管道腐蚀带来极大的影响。在油气储运时,可以提升能源输送的综合效率,确保运输有序开展,管道腐蚀问题需获得相关人员的高度重视,且进行优化。

参考文献:

- [1] 周毅,周鹤扬.关于油气储运中的管道防腐问题的研究与思考[J].石油石化物资采购,2022(3):25-27.
- [2] 王书鸣.浅议管道防腐技术在油气储运中的全程控制与应用[J].工业A,2021(9):0234-0234.
- [3] 宗振宁.石油天然气管道腐蚀与防护措施研究[J].工程技术,2021(10):0124-0125.
- [4] 黄立新,阿丽亚·托合提,宋坚波,等.油气集输管道内腐蚀及内防腐技术探讨[J].工程技术,2021(9):0350-0351.
- [5] 张立初.管道防腐技术在油气储运中的全程控制与应用策略[J].全面腐蚀控制,2022,36(10):119-120.
- [6] 李鹏程,曲先寨.油气储运过程中的管道防腐问题研究与分析[J].工程技术,2021(5):0105-0106.
- [7] 赵书华,黎少飞,王树立,等.高压直流输电接地流对油气管道干扰及腐蚀规律数值模拟[J].油气储运,2022(04):458-465.
- [8] 姜佳男.关键防腐技术在石油天然气管道工程中的应用研究[J].工程技术,2022(11):0142-0144.
- [9] 曹柏瑜,刘星宇.试析油气储运质量安全管理存在的问题和对策[J].工程技术,2021(9):201-201+203.
- [10] 黄宇飞.浅谈青海油田采油一厂管道内腐蚀及内防腐技术的应用及潜在的问题[J].工业A,2021(4):178-180.
- [11] 张毅.油气储运中输油管道防腐工艺的发展与应用[J].商品与质量,2020(12):196-197.
- [12] 曾宪伟,郝卫军,王涛,等.浅谈油气储运中输油管道防腐工艺的发展与应用[J].中国石油和化工标准与质量,2013(24):1-2.
- [13] 赵丽.油气储运中输油管道防腐工艺的发展与应用研究[J].石油石化物资采购,2020(20):9-9.
- [14] 虎丹妮,王浩瑜,虎珍妮.浅谈油气储运中输油管道防腐工艺的发展与应用[J].化工管理,2017(30):11-12.

作者简介:

张剑南(1983-),男,本科,中级工程师,研究方向:石油工程(专攻钻井工程、采油工程)。