

探析油气储运中管道防腐工艺

张艳菊（北京石大东方工程设计有限公司，山东 东营 257000）

摘要：我国油气资源十分丰富，但地域分布不均。为满足社会发展对油气资源的需求，需利用储运管道跨区域调度能源。现阶段，在油气储运管道运行过程中容易出现腐蚀问题，对油气资源运输效率与安全造成了严重影响。对此，要充分重视油气储运管道的防腐设计与施工，结合管道材质与运输介质，科学应用先进防腐工艺，有效防范管道腐蚀风险，高效完成油气资源储运任务。

关键词：油气储运；管道腐蚀；防腐工艺

1 油气储运中管道腐蚀的影响因素

1.1 环境因素

油气管道受环境温度、环境介质等外界因素的影响较大，如果没有提前采取必要的防范措施，则容易出现腐蚀问题。

1.1.1 温度

从本质上来讲，油气管道的腐蚀属于化学反应范畴，而温度决定着反应速率。通常情况下，环境温度越高，油气管道的腐蚀速度越快。此外，油气管道内外温度的影响因素众多。例如，在运输油气资源时，将会有摩擦情况出现于管道内部，随之升高管道温度。管道厚度普遍较大，且密封性优良，难以在短时间内及时消散摩擦产生的热量，进而持续升高储运管道内部温度，导致管道腐蚀速率大幅度增加。此外，出现腐蚀问题后，管道内壁光滑度降低，管道与油气的摩擦面积进一步增大，随之升高摩擦温度。

1.1.2 介质

现阶段，主要在露天环境、水下环境以及地下环境中铺设管道，空气、水、土壤是影响管道腐蚀的环境介质，不同的介质会对管道腐蚀产生差异化的影响。例如，若采用露天铺设方式，雨雪、风吹日晒等天气将会导致管道表面防腐涂层的老化速度显著加快，难以发挥防腐涂层的保护功能，进而出现严重的腐蚀问题。特别是在沿海区域敷设管道，空气中含有较多的盐分，将会进一步加剧管道腐蚀问题。

1.2 油气性质

一方面，原油含有大量的非碳氢元素，包括氮、硫、氯等，在储运中会向多种类型的腐蚀性介质转化。天然气中含有的硫化物、二氧化碳等容易与金属发生化学反应，随之出现腐蚀问题。管道运输的原油尚未被炼化，含有的杂质较多，在储运过程中会有大量酸性物质积累于管道罐底、阀门、三通等部位。此类物

质的腐蚀性较强，导致金属材质的管道遭到腐蚀。另一方面，油气资源含有硫化氢、硫醇等硫化物，腐蚀性特征明显。同时，管道内部的温度与压力较高，进一步加剧硫化物的腐蚀作用。

1.3 油气管道自身因素

油气是从石油中提取的，其化学结构比较复杂，其中有些特殊物质会增加腐蚀的概率，破坏管道的应用性能，形成一定的安全隐患。

1.3.1 硫化氢对管道的腐蚀

经研究发现，硫化氢化学性质特殊，其形态非常不稳定，它一旦遇到水就会迅速溶解，由于其亲水性极强，遇水后会产生酸性物质，酸性物质附着在油气管道内壁，久而久之就会腐蚀管道，不可忽视。

1.3.2 硫化钠对管道的腐蚀

除了硫化氢之外，硫化钠也是重要的腐蚀物，油田开发和油气输送中会遇到许多强碱物质，这些物质的存在，会加重对油气输送管道的威胁，在综合条件作用下，碱性物质会腐蚀管壁，造成巨大安全隐患。硫化钠作为不稳定的碱性物质，在氧化状态下会释放出较大的能量，促使管壁金属物质被消耗，从而诱发腐蚀问题。当然在现实油气输送中，硫化钠对管道的影响没有统一的标准，腐蚀程度不是固定的，要取决于外部环境变化以及本身的硫化钠浓度大小。研究表明，在高浓度的硫化钠的管道运行环境下，一旦外部气温上升，管道的腐蚀速度会加速，腐蚀程度也会提高。

与之相反，在低钠浓度的环境下直观性的腐蚀影响将减轻，腐蚀影响趋于稳定，危害程度具有延时性。综上所述可以看出，管道腐蚀速度和程度与硫化钠浓度密切相关。除此之外，油气管道材料选择，也应作为防腐工作的内容之一，不容忽视。稳定性高的金属材料，会阻碍腐蚀速度的提高，确保油气管道功能发挥。

2 常见管道防腐工艺

2.1 电化学防腐

电化学防护通常采用两种方法：一是牺牲阳极保护法，主要应用在小型油气管道的防腐工作中，也就是在管道外部连接一个更低电位的金属；或者，将金属材料涂在管材表面上作为外涂层，以较小的电位金属作为阳极，而在这种情况下，金属管道就可以作为原电池的阴极，从而进行原电池反应；利用阳极金属的消耗来达到对阴极金属管道的保护效果。这种方法需要对阳极的消耗情况进行替换和补充，以达到最佳的保护效果。二是采用外加电流法，这种方法经常用于大型油气管道的防腐工作中，将经过整流和变压的电源正极，金属管道与负电极连接，从而形成一个封闭循环，生成电流，这种方式必须符合外接电流持续性条件，以达到金属管道的阴极防护效果。另外，安装监测装置可以提高管道内部的防腐蚀效果，以减少内部腐蚀的可能性，保证了油气的安全输送。

2.2 管道内涂层防腐

在管道内表面喷涂防腐涂层，其防腐原理是利用防腐涂层将管道表面和被侵蚀的物质隔开，从而防止管道的腐蚀。在管道内表面涂上防腐涂层，可以有效地防止管道内部的腐蚀，从而提高油气管道输送的效率，采用玻璃复合材料作为管道的内表面，也可以达到良好的防腐效果，其优点是其自身的抗腐蚀性较好，应用强度比较高，尤其是在压力和温度比较大的管道情况下，其使用的效果是比较理想的。在油气管道的整体防腐工作中，不仅要重视防腐材料的质量，更要重视管道衔接和管道原材料的质量。要对各生产厂商的原材料进行检验，在确定了生产厂商的原料品质都是良好的情况下，选择价格相对合理的原材料采购，保证施工质量的提高。

2.3 防腐层和阴极保护技术配合使用

由于输油管道大多埋于地下，所以要十分重视针对土壤特性而做出的防腐工作，在此过程中，阴极保护与防腐涂层结合使用防腐技术被广泛地应用其中，已在国内数万公里油气管道应用实践中体现了良好的性能，取得了良好的效果。阴极保护技术的本质是化学方法，是一种利用电化学腐蚀原理而得出的电化学保护技术，通过人工做出应急保护系统的阳极，使其相关材料作为主要氧化反应的一方面，这就可以实现在阴极输油管道重要金属方面的腐蚀作用大为削弱，也就是说通过电流的正负极和利用相关材料，从而减

轻管道的腐蚀程度。这一方法良好运用的前提必须是要寻找合适的阳极和阴极，二者都必须具有相关的电介质，才能达到阳极吸引电流增加腐蚀，从而保护阴极的作用。阴极保护技术最常用的方法为牺牲阳极法、排流保护和附加电流阀等，需要根据实际情况进行相关的选择。

2.4 环境腐蚀防控

在油气长输管道防腐施工中，管道下沟和回填是决定其施工作业效果的一个关键环节。这是由于在管道下沟和回填作业的过程中，极易受不稳定因素的影响，导致新防腐层的破坏。因此，在管道下沟和回填过程中，施工人员要注意提高施工的质量。一方面，在进行管道下沟及回填施工时，必须保证管沟底部的平坦，并在其上铺上一层筛过的细沙土。另一方面，根据作业指导书的规定，在管道顶部铺上一层细砂，铺层厚度为 300mm 后，即可进行原土石的回填工作。要指出的是，在管道下沟及回填作业过程中，现场施工人员要对自己的操作进行严格的规范，以免因为自身操作出现差错而影响到整个防腐施工的质量。

3 管道防腐工艺优化

3.1 严格选择防腐材料

油气管道材料选择至关重要，应作为防腐工作的内容之一。站在腐蚀机理角度分析，在油气输送过程中硫化氢这种物质值得关注，其与管道金属的反应相对密切和频繁，在此种条件下容易形成管道腐蚀。究其根本在于其酸性物质腐蚀能力高，入侵性极强，可破坏金属管道表面，使管道表面拥有斑点，从而增加泄漏风险。实践中发现，不同的管壁材质其受腐蚀后的表现不同。由此可以推测出，想要实现科学防腐，管壁材质的选择也作为重要的参考。通过综合对比发现，碳钢的防腐性实际上不如不锈钢，不锈钢材质非常稳定，应用该材料作为油气管道时可提高管道的性能，延长油气输送体系的寿命，应用过程干扰性低，具有极强的稳定性。特别是当不锈钢贴合管道，会形成坚硬保护膜，从而抵御外界物质破坏管壁，起到抗腐蚀的效果。同时，它有着良好的阻隔性，在不锈钢材料包裹下可以阻断发生化学反应，阻隔硫化氢等物质，确保管道内壁完整性。深度分析发现，不锈钢本身优势显著，材质包含的弱性物质众多，导致不锈钢化学性质非常弱，这样也将降低与其他物质反应的可能。不锈钢就像是保护膜，阻断了酸性或者碱性物质对管壁的侵犯，可保障管道表层的稳定。此外，不锈

钢的耐磨性好,所以不锈钢成为了油气输送管道的重要选材,应用不锈钢管壁,可延长管道使用寿命,保障油气管道输送的经济效益。

3.2 优化防腐施工技术

要进一步优化油气储运管道的防腐技术,对技术内容加以丰富。要采用诸多新技术内容。目前比较流行的电化学技术,该技术在应用过程中发挥出色,能够确保诸多技术内容能被有效应用。具体来说,在技术内容中就主要结合多点技术展开研讨分析,确保技术应用到位,如此也能满足技术应用有效性,确保多点技术内容全面优化,确保油气管道防腐措施有效调整到位。在这里,要特别强调更多技术应用内容,保证优化技术操作,建立良好的油气管道技术分析机制,做好阴极化处理过程,确保技术机制分析处理到位。在整个技术操作过程中,需要思考管道表面所形成的各种电流内容,确保管道防腐功能有效应用,建立油气管道相关防腐措施,确保油气储运到位。再一点,要采用内部处理技术,配合特殊防腐剂进行防腐处理,结合管道内部的多项影响因素展开分析,采用缓解腐蚀防腐优化措施,结合更多技术内容建立防腐机制,确保技术内容优化,满足防腐技术应用内涵,加强防腐效果。

3.3 日常维护管理的强化

首先,在设计燃气管道的过程中要充分考虑到管道实际情况,严格遵照城市燃气管道的技术和法规标准;施工过程中应严把产品质量关,严格按照施工标准进行检查,不留下任何安全隐患。

其次,为保障燃气管道安全使用,避免事故发生,企业应该建立完善的安全管理制度,真正坚持“安全第一,预防为主”的方针,加强安全生产宣传,加强人员安全生产培训,杜绝或减少违规操作的发生,将安全生产责任落实到个人。

最后,政府相关部门要充分意识到部门监督的重要性,认真贯彻落实相关规定,对违规施工、违规建设的燃气管道进行相应的停工停产检查,严格监督企业进行后续的整改;对新竣工的燃气管道严格按照相关流程进行审查和验收,一旦发现隐患,要求企业立即整改,直到检验合格后才能投产使用。

3.4 加强油气输送管道腐蚀的监测技术

在石油管道铺设过程中,由于管道经过的地质、气候、水温状况存在差异,主要是土壤的性质和含水量方面有着一定的不同,所以同一条运输线上的不同

段的管道遭受的腐蚀程度也存在差异,需要加强对管道腐蚀方面的监测,及时发现问题并解决。相关技术人员要充分引进先进的监测理论和技术,可展开相应的实验,针对规定时间内各阶段管道的侵蚀状况进行数据采集并分析,得出侵蚀发展的规律,做好安全方面的防护工作。

4 防腐技术的发展

尽管我国在油气管道防腐技术方面取得了很大的进步,部分技术水平也确实达到了世界最高水平,但这并不意味着国内管道防腐技术可以与国外防腐技术旗鼓相当,我们要充分认识到自身的不足,学习国外先进技术,全面提升自身技能水平。目前国内的油气管道防腐技术还有很多需要改善的地方,例如涂料价格昂贵,质量稳定性差,性价比低,都是我们亟需解决的问题。另外在管道的生产环节要加强质量监督管理,管道出现的新腐蚀问题要及时向上反馈,推动腐蚀技术的进一步完善。政府和企业应该增加防腐科研经费的投入,使其研发出更加适合我国实际情况的防腐技术。日常实际应用过程中,要加强对油气管道的监督和管理频率,定期检查和维护管道内外壁,建立阴极保护与涂层防护一样重要的意识,加强阴极电位保护和防腐涂层保护,以尽量提高管道的使用时间。

5 结语

鉴于目前全球油气资源储运方式,短期内管道运输仍是主流,管道作为油气储运的重要载体,其腐蚀问题不容小视,管道腐蚀不仅关系到能源储运的安全性,更关系到国民经济的发展和能源的开发。企业管理者要明确油气管道防腐工艺的重要性,保护输油管道的安全,能够减少管道维修成本,维护油气运输的稳定性,提升企业的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 安超,郑民君,刘洪涛等.油气集输管道完整性检测与评价技术研究[J].石油和化工设备,2022,25(09):70-72.
- [2] 闫宇陶.油气站场埋地管道防腐层选用分析[J].全面腐蚀控制,2022,36(08):25-27.
- [3] 孟祥辉.油气管道施工工艺优选与安装工程控制[J].全面腐蚀控制,2022,36(08):54-55+58.
- [4] 邴李峰.注水管道腐蚀因素及防腐措施分析[J].全面腐蚀控制,2022,36(08):98-99.
- [5] 徐海狮.油气集输管道的腐蚀机理及防腐技术研究[J].化工管理,2022(24):131-133.