

天然气管道防腐层及阴极保护研究

吴玉凯（贵州燃气（集团）仁怀市燃气有限责任公司，贵州 仁怀 564500）

摘要：如今我国天然气技术在发展过程中逐渐成熟，在天然气产量逐渐增长的情况下，天然气作为一种清洁能源被广泛的使用，在使用天然气的时候必须要借助管道进行运输，因此天然气管道的相关建设质量会影响到最终的使用情况，也会影响到天然气的供给，天然气管道在防腐层中需要做好阴极保护措施，如果运用不恰当也会出现一些问题。如果天然气管道发生腐蚀会导致天然气泄漏现象，影响到人民群众的生命财产安全，严重的会引发火灾事故。

关键词：天然气管道；防腐层；阴极保护

0 引言

天然气能源在我国社会发展中的力量是不可小觑的，地位也是日益上升，如何进行天然气输送是我国相关研究工作的重要环节。管道是天然气主要的运动场所和工具，在实际的天然气管道运输中要加强对防腐层的关注，做好阴极保护。实际上由于天然气管道防腐层和阴极保护的问题产生了诸多的事故和现象，如果处理不好会严重影响到管道的使用寿命，影响天然气使用安全。

本文围绕着天然气管道防腐层及阴极保护研究展开论述。

1 天然气管道腐蚀危害

常见的由于管道腐蚀造成的危害体现在以下几点：

首先如果管道被腐蚀穿孔，管道腐蚀产物会和天然气相互混合，这就相当于天然气中混入的杂质，不仅会影响纯度，而且会影响天然气的整体质量，如果管道腐蚀比较严重，还有可能会造成天然气在穿孔中泄漏，污染环境，损耗天然气资源，使管道公司的维修费用和成本上升；

其次，管道发生腐蚀如果情况较为严重就可能大范围泄露，天然气将会进入到土壤破坏土质层，对周围的自然环境造成严重污染，这一污染是不可逆的，当前我国环境保护呼声越来越高，如果环境污染较为严重，将会遏制天然气资源的自身进步；

此外，如果天然气泄漏遭到明火容易一点就着，发生火灾及爆炸现象，不仅会影响运输，还有可能会造成附近人员伤亡。管道腐蚀之后的产物会附着在管道内壁，推动管道腐蚀进程的继续加速。由此可见，如果天然气管道运输出现了防腐上的问题，所造成的危害和后果还是相当严重的。

2 天然气管道腐蚀原因分析

2.1 管道材质和工艺问题

天然气的运输管道一般都是钢材质，这主要是为了提高管道的强度和抗压能力。可以选择用来制造的钢材是较多的，但是所有的钢材都有腐化的可能，尤其是遇到高温高湿度的环境中，腐蚀速度会明显加快，当管道材料腐蚀到一定程度的时候会引发开裂和大面积溃烂的情况。同时在天然气管道制作的时候普遍采用的是微晶结构，这种微晶结构对材质的要求是比较高的，如果材质表面存在着小瑕疵，在使用一段时间之后，钢管就会由于材质问题引发严重的开裂现象。

2.2 埋地腐蚀危机

天然气运输管道会深埋在地下由此会引发一系列的腐蚀问题。首先管道材质属于金属类型，金属材质本身就有独特的电化学性质，有些材质性质还不均匀，而土壤作为最重要的生长介质，它本身也具有一定的物理属性和化学属性，也存在一定不均匀现象，这就为二者之间发生电化学反应提供了天然的土壤。在电极反应的过程中，管道金属也会容易受到细菌的侵蚀，比如造成铁和硫酸盐溶液相互反应转化成氢化物。此外在埋设管道进入土壤的时候，有可能会受到地下杂散电流的影响，造成更大的腐蚀破坏。

2.3 管道防护做不到位

一般来说，埋在地下的金属天然气运输管道会采用双重保护模式，第一种模式叫做阴极保护模式，第二种模式叫做防腐覆盖层模式，而无论采用的是哪一种防护模式，最关键的是需要利用该技术抵御现场环境中可能会存在的腐蚀要素，如果保护措施做不到位，深埋在地下的管道可能会被土壤物质剥离覆盖层，因此若要提高天然气管道的防腐效果，需要采用有效的措施加强保护。除此之外在天然气管道实际铺设的

时候需要考虑到地形地段等复杂因素的影响,还需要确保金属管道具有不错的防腐性能。为了确保管道具有不错的抗腐蚀能力,可以采用阴极保护技术,这项保护技术具有电化学特质,是以传统技术为基础进行创新而改进之后的一种技术,在管道技术不断研发的过程中,阴极保护技术也在不断的更新自我,提高了管道防腐的实际效用。

3 天然气管道防腐层保护技术

3.1 增设涂层方法

增设涂层的方法具有广泛的使用价值。从理论的角度来看,管道腐蚀是正常的现象,不能够完全避免,只能想办法降低天然气管道的腐蚀进度,减少周围腐蚀因素对管道的破坏性影响,大体上的方式可以分为物理方法和化学方法两个层面,增设涂层就属于物理方法。

3.1.1 煤焦油瓷漆

这种方法指的是在运输区之外在管道上镀上一层煤焦油搪瓷,这一技术是比较成熟的保护技术和方法,煤焦油瓷漆具有不错的防腐功能,同时还能够提高管道的绝缘性,具有实用寿命长,经济实惠等特点,但是这一技术在使用的过程中也有一些缺点,比如对管道温度的要求比较高,如果输送管道的温度已经超过了这一材料的规定温度,就有可能造成涂层融化,不仅不能起到保护效果反而有可能造成新的污染,因此要注意煤焦油瓷漆不要在管道加热的时候涂上去。同时煤焦油瓷漆机械性能较差,经常会被地下管道或其他周围的硬性物质干扰,如果附近的土壤中石块比较多,特别是硬土块比较多,可能会对防腐层造成破坏现象,因此煤焦油瓷漆需要注意避开石块硬度比较高的地区。

3.1.2 PE 双层结构技术

PE 双层结构具有不错的防腐效能,同时还有很强的抑制细菌作用,特别是对管道周围的细菌有防腐作用和效果,防止细菌干扰,但是它也并不是尽善尽美的技术,也存在一定的问题,一方面 PE 双层结构技术不能够暴露在阳光下使用,否则会不可避免的受到紫外线的干扰和影响,甚至会造成结构老化,失去防护效果,另一方面这类的材料不能够和天然气管道结合的太紧,需要保持一定的结合空间,否则会降低防护效果。

3.1.3 PE 三层结构

PE 三层结构是在双层结构基础之上改进而成的新

技术,全面提高了管道的抗腐蚀性能,同时 PE3 层结构可以和管道之间进行紧密的缠绕和结合,充分使其防护性能得到良好的发挥。除此之外,PE 三层结构具有了环氧粉末的保护,因此不会畏惧紫外线和阳光,可以直接暴露在空气中使用。

3.2 电化学防护技术

天然气长输管道的电化学保护工作经常采用的方式是牺牲阳极来保护阴极,这也就成为阴极保护法,实际运用的时候可以在传输管道的外侧增加一种更加活跃的金属材料,这种金属材料比原本的管道材料化学性能更加活跃,在整体上构成一个流通的原电池。在这一个原电池之中,阳极是活跃金属阴极是管道。如果发生了腐蚀现象,管道将在这一装置中被保护,在防腐措施的实际运用中需要考察到管道的厚度长度,还要综合考量所处的地下环境,选择活跃金属的摆放位置,计算重量等参数。除了电化学防护之外,还有一种外加电源的方法也叫阴极保护法,在实际运用过程中这样的方式运用频率较高,比较常见,外加电流阴极保护法就是通过外加电流,把电源正极连接在难溶性辅助阳极上强制形成阳极区;把电源的负极连接在受保护的阴极上,强制形成阴极区。阳极与被保护的阴极均处于连续的电解质中,使被保护的阴极接触电解质的全部表面都充分而且均匀地接受自由电子,从而受到阴极保护。其优点是方便用于水箱里的大型热交换器、油加热处理器和其他容器保护,缺点是需要外部电源持续的供给,费用上升。

3.3 地上跨越处的管道防腐

在天然气管道防腐层修复和保护工作中需要考虑到输气管道的实际情况,根据不同的管道运行情况让修复方案更加具有针对性。其中在地上跨越处管线防腐工作处理时需要做好管道的输气检测工作,可以采用小钢锉和钢线刷这些材料清除原有的防护层,原有的防火墙被清除干净之后再进一步修复工作,这样的方法可以提高线路修复的实际效果。除锈工作等级需要达到 ST3 级,完成除锈工作之后展开涂漆,具体工作时需要采用环氧带锈底漆,涂刷工作要进行两遍,控制涂刷镀层的厚度大于 $70\mu\text{m}$ 。此外要注意,在管道最外层要涂刷一层总干膜,涂刷的时候还是要关注防腐层的厚度,厚度要大于 $140\mu\text{m}$,这样的防腐层修复技术能够提高天然气输气管道的地下防腐能力,从长远的角度做好对管道和输气管线的持久维护,具有更好的修复和维护效果。

3.4 做好埋深处管道防腐层防护

为了确保长线管道能够正常的输送天然气,需要加强对天然气输气管道的实时检测,做好故障排除。在这一过程中需要对埋深处的管道进行防护层的修复,同时还要考虑到管道埋设的具体位置,以基础信息作为参照和依据。在输气管道埋线的部分经常处于地下环境中,暴露在空气中的管道部位也需要同样的重视。修复埋深处管线的时候,工作人员可以用肉眼目测和电火花检漏相结合的形式和手段来进行,如果在检测过程中确实发现地下管道埋深处的防腐层出现了问题或故障,需要对这一区域进行拔除并展开除锈工作,除锈等级需要在 sa2.5 以上级别。除锈工作完成后要加入无溶剂液态环氧涂料,确保后续修复工作能够正常进行,这样的修复形式能够最大限度的确保输气管道正常运作。工作人员要制作数据记录表,根据数据记录表查看几号位置一般情况下不会发生腐蚀,暂时不用维修,这样的方法能够分清轻重缓急,把问题的轻重程度安排一个次序。一般来说,如果在阴极保护状态之下不会发生自然腐蚀的现象,只有断开保护之后才有可能会出现漏电或破损的问题,需要加强监测工作。

4 天然气管道防腐层及阴极保护工作建议

4.1 选择合适的防腐涂层

为了让天然气管道达到应有的防腐效果,在选择涂层的时候要谨慎合理,防腐涂层的添加是最为主要也是最为常见的方法手段,它是通过介质干扰的物理原理防止腐蚀物和钢管之间产生接触,从根本上阻断电化学腐蚀的问题产生,在采用涂刷防腐层技术的时候需要综合考虑多种因素,让防腐涂层的性能能够满足施工安装的要求。外部防腐涂层需要具有较强的隔水性、屏蔽性和电绝缘性,对涂层的涂刷方法要求却不高,尽可能避免防腐涂层存在本身的质量问题和质量缺陷,要确保涂层具有不错的附着力,防止出现裂缝、孔洞等现象。涂层涂刷完毕之后还要进行检测,查看绝缘电阻是否恒定,查看材料的抗剥离能力如何,还要检测是否存在抗化学介质的破坏因素,在长距离运输中还要检测运输距离过长会不会导致涂层分解和氧化。一般来说选择的涂层介质需要具有一定的抗弯曲性、耐磨性和抗冲击力,暴露在空气中的涂层则需要具有抗紫外线和抗风化的能力。

4.2 并联防护

并联防护是阴极保护的主要手段,采用的原理依

然是牺牲阳极保护阴极。在使用并联防护方法的时候首先要注意管道和外界环境需要绝缘,这是阴极保护成功的前提,这里依然可以用到涂层的方式,采用涂层能够使阴极保护电流降低,也能够使电力的分散能力上升,同时管道防腐层在涂刷的过程中难免会产生一小点空隙或破损点,如果不及时展开阴极保护可能会造成腐蚀穿孔,因此要及时采用阴极保护手段防止发生涂层穿孔的现象发生。防腐涂层能够对管道外壁进行全面防护,有效的规避了管道腐蚀问题,或者让腐蚀现象均匀化,不集中在一点。除此之外,如果不能准确的确定防腐层破损的位置,会导致防腐防护工作无法正确展开,可以对整体管道采用阴极保护,合理的运用防腐涂层,让涂层保护和阴极保护技术共同利用,形成并联防护,作为两道屏障共同对管道起到保护作用。

5 结语

综上所述,在运送天然气的时候管道是最安全的方式,通过管道运输天然气不会有很大的损耗。但是在当前阶段,由于管道产生的事故也不在少数,这就证明管道运输也不是绝对安全的,也存在一定的缺陷,最普遍的问题就是管道腐蚀。为了解决这些问题需要对管道做好防腐处理,利用阴极保护的形式提高管道运输的安全性。

参考文献:

- [1] 李飞飞.天然气管道防腐层及阴极保护[J].清洗世界,2022(08):106-108.
- [2] 李云海.长输天然气管道防腐层与阴极保护常见缺陷分析[J].全面腐蚀控制,2021(08):126-127+134.
- [3] 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.
- [4] 王晓影.天然气储运中的管道防腐问题分析[J].化工管理,2021(36):121-122.
- [5] 胡铮.天然气长输管道防腐层及阴极保护技术中存在的问题及解决措施[J].全面腐蚀控制,2021,35(10):160-161.
- [6] 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(05):42-43.
- [7] 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.
- [8] 寿乐勇.天然气长输管道内腐蚀原因分析及控制措施[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(16):31-32.