

天然气管道输送过程中管道防腐的研究及防腐方法

金一龙（国家管网集团川气东送天然气管道有限公司，浙江 嘉兴 314000）

摘要：天然气在输送过程之中发生事故的主要原因之一就是其输送管道的腐蚀，而管道的防腐工作是否到位则会直接影响到天然气在输送过程之中的可靠性与安全性，并且输送管道的寿命长短也与其息息相关。随着社会经济的迅猛发展，能源市场的需求也随之增加，促进了天然气管道的进一步发展。而如何进一步创新天然气输送过程之中的管道防腐研究成为当前的主要研究方向，具有十分重要的意义。本文则针对其输送的运行特点以及腐蚀的影响因素进行了分析，并针对此提出了相关措施，以此来保障管道可以在实际运行过程之中更具安全性与可靠性。

关键词：天然气长输管道；腐蚀因素；防腐层；阴极保护法

目前，随着我国社会经济的迅猛发展，人们的生活质量随之提升，而能源消耗也随之不断增加。由于我国是人口大国，所以能源消耗也比较多，因此，在能源方面较为贫乏。而我国战略国策的一部分就是多元化能源的实现，并确保国内不可再生能源的稳定性。天然气属于清洁能源，已经成为了当前人们生活以及工业领域之中不可或缺的一部分。当前各个国家都在想发设发确保自身有稳定的来源，我国天然气来源主要分为两部分，分别是国外购买与自己开采。我国天然气主要分布在西部较为荒凉的陆地区域以及海底，国外多数国家与各大洲也大都涉及到一部分。各个国家为了确保燃气可以稳定的供应，在输送之时都采取了长输管道运输这一方式。我们耳熟能详的西气东输以及俄欧管道等都是长距离的天然气输送项目，为了避免输送管道遭到自然破坏或者人为破坏，确保管道输送的安全性，就需要将管道置于地下。长输管道这一工程非常庞大且繁杂，其所涉及的地质结构与人居环境复杂、距离较远，因此，确保其稳定安全的输送是一个具备较大难度的工作。

1 天然气长输管道的运行特点

长输管道的单长可以达到 3km 以上，是一种长距离的运输工具，其中包括有东西不同地质结构、问题的运输、跨国运输以及海路运输等等，管道具备内外温差较大、口径大、常年连续且不间断的高压、不同程度的腐蚀以及容易遭到各种因素的破坏等特征。长输管道由于其自身距离较长这一因素，所以其所涉及到的环境经常发生变化，因此，将其埋置地下是最好的选择，但是在遇到公路、铁路以及河流等地质条件之时，为了避免它们之间相互影响，更多的会选择将管道架在空中。由于其裸露在空气之中，非常容易受

到雨水、大气等物质的腐蚀，并且会受到人为以及雷电的破坏。置于空中也具备一定的优势，那就是方便工作人员进行监测以及维护等工作。通常做法是埋置于地下，由于其属于高压工作，温度较低，可以起到保温的作用，不受外界恶劣环境与天气的影响，除此之外，其也不影响地表工作，占地空间较小。与此同时，其也具备较大的缺点，由于土壤具备较大的腐蚀、漏点、生锈等问题监测起来存在难度，并且不易被发现，这就为后续管道的监测以及维护工作带来了较大的挑战。针对我国当前的输送管道来看，陆地输送基本上采取的都是将管道埋置于地下这种方式。在后续维护工作之中最大的困难就是难以监测管道的实际情况，检查其是否存在腐蚀、生锈以及漏点等问题，缺乏焊接技术。管道在正式运行之后，要确保管道输送工作可以稳定且安全的进行下去，就需要进行维护与保养工作，这一任务十分艰巨。

2 天然气管道腐蚀的影响因素

2.1 外界因素的影响

外界环境之中有很多因素都会影响到管道的正常运行，比如大气、土壤以及雨水等都会对输送管道产生不同程度的腐蚀。管道会在外界空气的影响之下出现氧化；河流以及雨水等水质受到环境污染的影响往往都呈现出酸性的特征，而地下水在与土壤长时间的接触下，会对地下管道产生复杂的反应，使得管道遭到化学腐蚀。

其一，大气腐蚀。大气中的水蒸气冷却后会在金属表面形成水膜，其会使得空气中的某些酸性气体溶解，这就会使得管道遭受到电化学腐蚀的作用。气候条件和污染物是影响大气腐蚀的主要因素。干燥的环境之下金属管道受到其影响较小，但是当其周围环境

的相对湿度达到 80% 以上, 就会加快对于金属管道的腐蚀。因此, 地沟之中的管道或者架构管道非常容易在潮湿环境下遭到腐蚀。其二, 土壤之中具备固态、液态以及气态, 具备多孔性, 其空隙之中布满了气体与水分, 容易产生离子导电性。输气管道的结构各不相同、其各部分所处土壤之中的化学、物理性质也各不相同, 这就使得管道之中的金属容易发生电离作用, 尤其是管道两端, 极易发生氧化还原反应。其三, 杂散电流腐蚀。这一腐蚀现象又被称之为干扰腐蚀, 属于电化学腐蚀, 对管道的腐蚀来源于大地之中的流散电流, 同时, 腐蚀部位由电流的极性以及大小决定, 当管道敷设在高压输电线周围之时, 其管线会受到交流电的影响与腐蚀, 不仅对设备会产生较大的影响, 也会对周围人们的身体健康造成一定的危害。

2.2 内部因素的影响

由于受到管道设计不合理、资金短缺以及条件有限等因素的影响, 管道的方案设计、材料采买以及实际施工之中都会存在施工方式不适宜、管道质量不合格以及防腐措施不到位等情况而导致管道原有的防腐层遭到损坏。这样会使得管道运行受到影响, 严重情况下还会引发安全问题。除此之外, 输送管道的内壁之上会附着很多水分子, 使得管道出现电化学的腐蚀现象。

2.3 生产运行的影响

随着社会经济的不断发展, 各种施工方式也随之出现, 如果不加强对于管道的监管, 就会使得管道防腐层破坏的可能性大大增加, 管道也可能被杂散电流侵蚀。因此, 负责管道建设与维护的任务十分艰巨。除了需要加强巡护, 及时找出问题来保障管道所处的外界环境安全之外, 还需要注重与其他施工单位之间的沟通, 避免各部门施工项目之间相互产生不良影响。

3 天然气管道的防腐措施

影响天然气腐蚀的因素较多, 且复杂多变, 造成的腐蚀程度也各不相同, 只有针对管道进行更加全面的防护工作, 才可以使得输送工作更具安全性, 延长管道的使用寿命。针对不同类型的腐蚀需要采取不同的措施来进行防腐工作, 防腐方式主要有以下几种:

3.1 涂防腐层

在输送天然气的过程之中, 输送沿途的地形较为崎岖, 也会在很大程度上受到途中天气以及温度的影响。因此, 在进行管壁防腐层材质的选择上需要进行综合考虑, 确保管道的正常输送, 使得天然气的输送

更具合理性、可靠性以及经济性原则。

3.1.1 外部防腐层

天然气输送管道的第一道防腐蚀线就是外部的防腐层, 其可以避免土壤与空气直接接触管道, 防止其在运行过程之中遭受到土壤与空气的腐蚀。针对土壤腐蚀这一情况, 可以在外部防腐层增加碎料绝缘层或者水泥砂浆、喷涂沥青层或者环氧粉末等。沥青在价格上具备较大的优势且本身具备的防腐效果较好, 可以确保外部防腐层的防水性以及电绝缘性, 因此, 在天然气输送管道的外部防腐层方面具备广泛的应用前景; 大气对于管道的腐蚀无法做到彻底避免, 因此, 对于大气的防腐措施重点在于隔离大气之中的酸性物质。这就需要在管道实际施工过程之中, 进行全方位的除锈以及刷涂处理, 当然, 在条件允许的范围内, 可以采取专用玻璃布来包裹管道, 从而避免管道遭到大气的腐蚀, 确保其输送管道的稳定性。

3.1.2 内部防腐层

内部防腐层指的就是管流与管内壁之间的隔离空间, 这一空间的主要作用就是避免腐蚀物质直接接触金属管道。在其管道内部进行涂层, 不仅可以避免其与管道直接接触, 起到防腐作用, 还可以进一步降低管道与管流之间的摩擦阻力, 使得输送量有所提升。一般来说, 管道内部防腐层的材质可以选择合成树脂或者环氧树脂等, 涂层厚度一般在 0.038~0.2mm 之间。自二十世纪七十年代以来, 天然气的输送管道内部防腐层与外部防腐层的材质往往一致, 这样可以方便其同时进行涂层的涂覆。

3.2 阴极保护法

腐蚀电位就是在金属没有外加电流的情况下达到一个稳定腐蚀的状态之时测量得到的电位, 也称之为自然电位, 其可以将金属失去电子的难易程度表示出来。腐蚀电位越负越容易失去电子, 电子的得失分别称为阴极区与阳极区。由于失去电子, 阳极区就会发生腐蚀的情况, 比如, 铁原子失去电子就会变成铁离子, 并进入到突然之中发挥腐蚀性。而阴极保护法就来源于阴极区, 其得到电子就会受到保护。主要的方法包括以下三种:

3.2.1 牺牲阳极保护法

这一方法需要将被保护金属与一种金属或者合金相连, 这种相连的金属或者合金需要电位更负, 从而使得被保护的金属可以阴极化, 这样可以使得被保护金属体受到防护。这种保护方式具备很多优势: 适

用于无电源地区与短距离地区;不会出现过保护的情况;施工技术简单;不会对与其相邻的地下金属设备产生干扰;安装费用与后期维护费用相对较低;可以兼顾管道的接地与保护工作;日常管理简单、工作量小等。相应的,其也存在很多不足之处:如果受到较强的杂散电流的干扰,其保护作用就无法发挥出来;牺牲阳极这一方法会使得保护时间受到限制;土壤电阻率会使得其适用范围遭到限制;并且其驱动电位较低,保护电流较难进行调节。

3.2.2 外加电流保护法

借助外部的电源来使得保护设备周围环境的电位高于保护设备,从而使得其周围环境成为阴极,这样被保护的设备就不会由于失去电子而出现腐蚀的现象。目前这一方法是长输管道之中常用的保护方法。具备很多优点:可以用于恶劣腐蚀环境之下或者高电阻率环境之下;可以长期保护不溶性阳极材料;采取的防腐绝缘层较好,其保护范围也会随之增加;除此之外,可以完全保护那些有裸露的部位或者防腐绝缘层质量较差的部位。但是这一种方法需要具备外部电源,会干扰与其相近的其他金属设备,并且需要投入的成本费用较高,后期维护费用也较高。

3.2.3 排流保护法

天然气的输送管道沿线如果出现与高压输电线近距离且平行的情况,会容易受到电气化铁路以及高压输电线的影响,从而加剧管道的腐蚀。因此,在进行输送管道工程施工之时,应当使得其线路尽可能的远离这些干扰因素,避免受到其影响减少管道的使用寿命,降低其经济效益。

3.3 加缓蚀剂

缓蚀剂具备成本低、使用方便以及见效快等特点,因此,受到了人们的广泛关注与重视。缓蚀剂的作用原理一般就是电化学、成膜以及吸附理论,其中的原子通过管壁金属与化学键之间的融合有效形成一层保护膜来起到防腐作用,从而保障管道的正常运行。在管道输送天然气的过程之中,最为常用的缓蚀剂包括有吗啉类、胺类以及咪唑啉类等等,其中咪唑啉类可以在酸性环境之下发挥较为明显效果。但是缓蚀剂会在一定程度上危害环境,并且也会影响到天然气,因此,在进行缓蚀剂的选择与使用上需要根据实际管道情况进行综合的考量。

3.4 改善管道金属

可以根据使用环境以及用途来选择不同材质的管

道,使得其耐腐蚀性更具针对性。其中最为常见的方法就是在管道金属之中加入合金这一元素。比如,可以在钢材质之中添加镍,使得其成为不锈钢的材质,以此来进一步增强管道的耐腐蚀能力。

3.5 保护环境

对于减少并防止金属腐蚀输送管道方面,保护环境也发挥着十分重要的作用。提升空气质量可以进一步减少酸性气体的含量,这样就会大大降低大气腐蚀的程度。除此之外,除去介质之中的氧、控制环境湿度以及减少腐蚀介质的浓度都可以有效防止或者减少金属对于输送管道的腐蚀。

3.6 管道防腐管理与运行数据化

将管道的日常安全作为管理的目标,并且建立一个运行、检测数据、常规评价、基础信息为一体的管理系统,使得管道的腐蚀问题可以及时发现并有效解决,以此来避免发生事故,提升管道输送过程之中的安全性。在将其数据化、系统化的过程之中需要考虑到以下三点需求:其一,建设数据库之时需要依据国家的相关标准进行建立;其二,需要建立综合的评价运用系统;其三,借助地理信息技术实现防腐系统的可视化目标。

4 结语

总而言之,引发天然气管道发生事故的主要原因之一就是管道的腐蚀,因此,采取科学有效的方式进行防腐是当前天然气运输工程之中必不可少的一项任务。但是,由于当前技术的限制,每一项防腐措施并不能对所有环境下的管道都起到作用。所以,需要针对管道所处的实际环境情况来采取相对应的措施,以此来提升管道运行的安全性与稳定性,延长其使用寿命,最大限度的发挥其经济效益。

参考文献:

- [1] 王朝晖,旭光.管道阴极保护的探讨[J].管道技术与装备,2004(1).
- [2] 张玉宝,王强,琴图雅.管道内防腐技术现状及发展[J].中国新技术新产品,2010(6).
- [3] 苏建国,龙媛媛,高峰,杨为刚,刘超.油田埋地管道管体腐蚀不开挖检测技术现状与应用[J].中国特种设备安全,2008(10).
- [4] 刘亮.天然气长输管道焊接质量的控制[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(23):33-34.
- [5] 刘晨.天然气长输管道建设工程的管理及安全控制分析[J].化工管理,2019(32):160.