

对长输天然气管道防腐层及阴极保护技术分析

杨 露 (江西省天然气管道有限公司, 江西 南昌 330096)

摘 要: 随着我国油气集输技术的快速发展, 在当前油气集输系统中阴极保护技术的应用非常广泛, 但是由于集输管道通常情况下深埋在地下, 在运行过程中会受到多种因素影响。天然气管线腐蚀是造成管线泄露断裂等事故的直接诱因, 受天然气特殊的物理性质决定, 一旦发生管线泄露等问题, 会造成严重的环境污染以及火灾爆炸事故, 危害后果难以估量。因此天然气管线在安装前会进行防腐处理, 提高防腐性能确保管线的使用寿命以及使用安全性。防腐涂层和阴极保护是目前应用最广泛的防腐剂技术。鉴于此, 文章对长输天然气管道防腐层及阴极保护技术的应用进行了研究, 以供参考。

关键词: 天然气管道; 防腐层; 阴极保护

0 引言

天然气管线腐蚀是造成管线泄露断裂等事故的直接诱因, 受天然气特殊的物理性质决定, 一旦发生管线泄露等问题, 会造成严重的环境污染以及火灾爆炸事故, 危害后果难以估量。因此天然气管线在安装前会进行防腐处理, 提高防腐性能确保管线的使用寿命以及使用安全性。防腐涂层和阴极保护是目前应用最广泛的防腐剂技术。

1 长输天然气管道防腐层及阴极保护常见缺陷

1.1 防腐层破损

防腐层破损是防腐层在使用过程中的常见现象, 出现该现象的主要原因是由于防腐层材料质量相对较差, 使用寿命短。在这个过程中, 可能会由于防腐层使用寿命较低而引起的防腐层破损。另外, 天然气管道的防腐层直接与土壤进行接触, 在进行建设过程中, 由于在回填过程中管道发生碰撞, 导致防腐层产生破损, 因此在实际操作过程中工作人员需要对回填土方进行检查, 防止因为外力而引起的防腐层破损。

1.2 防腐层脱落

通过对天然气管道防腐层问题进行调查后可以发现, 防腐层非常容易发生脱落现象, 产生防腐层脱落现象主要有两种类型, 第一, 内防腐层脱落, 第二, 外防腐层脱落。对于内防腐层脱落的原因是由于天然气中含有一定的水分, 天然气在输送过程中由于温度的变化这些水分会被析出, 进而导致对内防腐层进行浸泡, 造成内防腐层脱落。而外防腐层脱落是由于土壤中也含有水分, 进而造成外防腐层发生脱落。

1.3 防腐层起泡

防腐层发生起泡的原因主要是由于防腐层与管道之间的粘结力不足, 通常情况下, 工作人员应当结合

天然气管道所经过的区域, 选择不同的防腐层材料, 并且选择合适的施工工艺进行操作。如果所采取的防腐材料与施工工艺不合理, 很有可能导致天然气管道防腐层发生起泡。

1.4 阴极保护失效

阴极保护失效是一种常见的问题, 阴极保护主要分为牺牲阳极的阴极保护和外加电流的保护方法。对于牺牲阳极的阴极保护法需要在管道外壁增加活跃的金属材料, 确保管道与金属材料之间能够形成原电池结构, 防止天然气管道发生腐蚀。而该方法在使用一段时间之后, 金属材料可能会被完全腐蚀, 而导致阴极保护失效。

1.5 阴极保护电流不足

对于外加电流的阴极保护方法, 需要在天然气管道沿线部位设置相应的保护站场, 通过向管道中引入一定的电流, 进而对管道起到保护作用。然而在实际操作过程中, 所加入的电量应当进行严格计算, 当电流较小时无法对管道起到保护作用, 当电流较大时可能会发生其他类型的风险问题, 当阴极保护使用一段时间之后, 很有可能发生电流不足现象, 因此就会造成应急保护失效, 导致管道出现严重的腐蚀现象。

2 长输天然气管道防腐的重要性

要想切实保证天然气的供给要求, 对长输天然气管道进行相应的保护是非常重要的。虽然近年来在天然气的运输方面, 管道属于最为安全、最少损耗天然气的运输方式, 但是现阶段, 管道事故产生的数量也逐渐上升, 证明在管道运输的过程中, 也存在缺陷, 在此过程中, 引起管道事故最为普遍因素就是金属腐蚀。在实际的管道运输的过程中, 管道腐蚀可能造成的危害包括以下几个方面: 第一, 一旦管道被严重腐

蚀，腐蚀的产物将与其中的天然气产生混合，导致天然气当中混入杂质，进而严重影响天然气的质量。第二，若管道腐蚀非常严重，极有可能造成天然气泄漏，不仅会严重损失天然气资源，而且对于管道公司而言，也将产生严重的财产损失。第三，若腐蚀的程度达到了可能泄漏的程度，泄漏的天然气将会进入土壤，进而对环境造成严重的污染，而且此类对环境的破坏是不可逆的，在现阶段，环境保护问题日益突出的情况下，对环境的严重污染将严重限制天然气资源的发展。第四，一旦遭到泄漏的天然气直接遇到火源，极易产生火灾以及爆炸事故，不仅会对天然气的运输产生影响，而且还会造成人员伤亡。第五，在管道遭到腐蚀以后，腐蚀的产物将附着与管道内壁，进而加速管道腐蚀进程。所以，在实际的天然气管道运输的应用过程中，管道防腐具有非常重要的意义。

3 天然气长输管线防腐层防腐技术的应用

3.1 地上跨越处管道防腐层的防腐技术

为了达成更好的防腐效果，天然气管线在铺设时需要根据具体的施工环境选择相应的防腐措施。也需要充分的对长输管线的实际运行特点进行充分考量。从而制定符合实际情况的防腐措施。例如在进行地上跨越处的管线防腐层施工时，由于管线长期暴露，应对管线表面进行彻底的清理，一般使用钢锉以及钢丝线刷将原有防腐涂层进行彻底的清理，清除表面杂物必要时需要进行剖光处理。利用此种修复防腐层的措施可有效加强天然气输气管线所具有的防腐能力，并且同时还能够对输气管线的持久性进行有效的维护，维护效果与修复效果同样突出。

3.2 增加埋深处管道防腐层的防护技术

为了保障确保天然气的工作效果，保证输气管线能够稳定安全的完成天然气的传输工作，需要确保深层管线的防腐效果，定期对深埋管线的防腐层进行检测，对已经出现防腐层失效的管线进行防腐层修复。检测方法一般采用目测或者电火花检测，在检测时如果发现防腐层存在不合格区域，需要进行除锈工作。

4 天然气管道阴极保护技术

4.1 日常管理维护

利用阴极保护能够对一定程度内的防护层损伤形成保护作用，这样就能够有效避免管道出现腐蚀现象。但是随着其损伤面积和数量的不断增加，阴极保护系统将会失效，这与现场开挖所发现的防腐层损坏基本符合。首先，为了能够对防腐层的防护作用进行良好

保护，进行防护层选择的过程中需要遵循以下一些原则：针对直管段要尽可能选择3PE防腐，在出现穿越现象的情况下要进一步提升其等级。防护层选择过程中应该结合管道铺设周边环境来进行具体确定。管道铺设之前首先需要针对整个管道防腐层是否存在破损点进行严格检验，在此基础上采取补伤或补口等处理措施，完成施工后还需要对处理结果进行严格检验。管道补口补伤技术在应用过程中还需要保障其与原防护层具备良好的相容性，因此需要对材料进行合理选择；其次针对新埋设的天然气管道应该严格按照标准要求来进行阴极保护系统安装，如果管道未采取阴极保护措施需要及时追加安装。以此来避免其缺陷进一步扩大。

4.2 外加电流阴极保护技术

带印迹电流阴极保护技术的工作原理是金属结构与直流电源的极线相连，使辅助模式能够有效地与直流电源的plus极线相连。连接后，有一个过程，即电子向阴极表面流动，指受保护的长距离线路。当外部电子不能及时对电解质溶液中的某些物质作出反应时，它们聚集在阴极表面，阴极表面电极电位向负方向移动，形成阴极极化，金属结构中的电子释放过程受到阻碍。阴极电流不断增大，累积电子逐渐增多，金属结构表面产生的负极电位增大，而微阳极释放电子的能力越来越弱。金属结构表面形成的阴极极化达到一定数值时，微阴极和微阳极产生等效电位现象，阳极和阴极之间的电位差为零，主电池因腐蚀而停止。

4.3 电化学防护

在实际的长输天然气管道的电化学保护过程中，经常使用的是牺牲阳极的阴极保护法。这种化学传输管道防腐方法的原理非常简单，在实际的应用过程中，在传输管道外部增设一种比管道所用金属材料更加活泼的金属材料，进而构成原电池。在此原电池当中，阳极为活跃金属、阴极为管道，在实际的腐蚀现象发生的过程中，管道将被保护。在实际运用此类防腐措施的过程中，应当对管道的长度、壁厚以及其所处的环境进行综合考量。进而对活跃金属的位置及重量进行详细的计算。

4.4 做好并联防护工作

在应用牺牲阳极法和急阴极保护法时，应进行并行保护，以取得最佳效果。首先，管线应与外界电气隔离。该工艺是研制阴极保护系统的先决条件。镀层工艺可以大大降低阴极保护所需的电流，也能大大提

高性能整流能力。二是管线的防腐涂料不能避免破损部位的发生,如果阴极保护得不到及时实施,管线就会受到腐蚀和穿孔的影响。因此,应及时实施阴极保护措施,防止涂层穿孔。第三,防腐涂料可以全面保护管道外墙,有效避免腐蚀问题的发生,使腐蚀现象均匀,有效处理防腐涂料的破损部位。最后,腐蚀防护涂层的损坏位置无法有效确定,使得腐蚀防护涂层难以顺利修复。当阴极保护措施适用于整个管线时,则合理应用防腐涂料和阴极保护措施,同时采取这两种措施,可确保管线保护的长期有效性。

4.5 有效使用阴极保护电源设备

在天然气管道阴极保护技术方面,应充分重视阴极保护电源,尤其是恒电位仪设备。随着我国经济的快速发展,电源设备的外形与内部结构也发生了较大的改变,当前的电源设备不但可以进行自动调节,且还可以有效保护电位,提升了抗交流干扰能力,实现了电位的远程检测工作。工作人员应根据保护设备所在区域电力情况以及系统保护方法确定电源的具体类型,交流电属于阴极保护的常用电源,运行期间当交流电力不稳定时,应及时选择其他电源设备,比如可以选择风力发电机、热力发生器以及太阳能电池等。当电力条件良好时,还可以联合使用2个或2个以上的供电方案。除此之外,阴极保护技术中使用的直流电源应具备以下要求,电源及电压应具备持续特征,且可以在一定范围内进行调节,事故停电时间应小于24h,并使用可靠性能较强的防雷装置。当前,我国对阴极保护站进行了专门设置,专业工作人员定期检查恒电位仪的运行情况,准确记录相关的运行参数信息。整流器属于阴极保护中主要使用的电源设备,一般安装于室外,相较于恒电位仪,整流器操作更为便捷,且时间更短,所带来的效益水平更高。

4.6 使用阴极保护测试桩与参比电极

阴极保护测试桩与参比电极等绝缘设备均属于天然气阴极保护的重要组成部分,在阴极保护方面具备十分重要的作用。当前我国市场中存在种类较多的阴极保护测试桩与参比电极设备,测试桩主要包括钢管材质、混凝土以及非金属材料等类型。除此之外,绝缘接头的安装流程较为简单,没有过多复杂的要求,具备较高的使用频率。

4.7 应用跨域地方特殊保护

天然气管道的建设需要经过较多的区域,甚至需要穿越公路与地铁。为了有效保证长输管道的承重能

力,应将保护套管使用至管线外,以达到良好的保护效果。同时,还应将较为柔软的绝缘材料应用至主管道与套管中间,并确保两者之间使用绝缘支架,在提升绝缘性的基础上提高保护效果。但在实际应用过程中,此项技术的使用具备较大困难,很多阴极保护电流会穿透套管壁,并进入主管道中,以致发生腐蚀问题,降低了保护效果。为了有效改善此问题,提升保护效果,应在套管中安装镁带的阳极保护设备。除此之外,还应采用机械打磨措施外露管道的钢芯,在明确管道的最佳焊点后,利用铝热焊方法进行焊接。除此之外,还应做好各个焊点间的捆扎工作,确保镁带的有效性,并做好焊点的防腐处理工作,以切实增强长输管道的防腐性能。

4.8 应用绝缘设备

为了将电流控制在特定范围内,避免电流的相互干扰问题,应有效利用绝缘装置。在杜绝电流流失的基础上进一步提升阴极保护的作用。由此,在实际工作中,相关人员应在天然气管道的每个站点均使用绝缘接头。但在发生雷击问题时,绝缘接头会发生静释火花,为了杜绝此类问题的发生,应在安装绝缘接头时,做好各处接地性电池的安装工作,以免其遭受雷击,提升阴极保护的效果。

5 结语

综上所述,对于长输燃气管道来说,由于受到土壤环境多变、杂散电流干扰等因素,在加之现有的保护层存在一定的缺陷,因此燃气管道更容易出现腐蚀现象。采用牺牲阳极防腐保护技术能起到较好的效果。在技术实施过程中,要结合实际对阴极保护技术进行科学应用,并制定完善的维护方案,以保证阴极保护技术的效果得到最大化发挥,保证管道使用的安全性与稳定性。

参考文献:

- [1] 潘东民,于银海.强潮流海域长输管道带压修复方案设计及应用[J].中国海上油气,2019,31(01):146-154.
- [2] 郭子胥.采用干空气干燥长输管道的施工技术探究[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(01):227-228.
- [3] 刘莫函.长输管道设计优化模型建立与计算研究[J].佳木斯大学学报(自然科学版),2018,36(05):802-804.
- [4] 王伟.天然气长输管道阴极保护的有效性影响因素探讨[J].化工管理,2016(29):12-15.
- [5] 谢荣勃,薛富强.输管道阴极保护有效性及相关影响因素分析[J].化工管理,2015(14):906.