

石油化工工艺管道的腐蚀及防护技术应用

李树照 崔之建 高文远 杨富祥 (东营市赫邦化工有限公司, 山东 东营 257091)

摘要: 当前, 随着经济的高速发展, 国家对能源的需求越来越大, 特别是对石油和天然气的需求越来越大。管道运输作为石油储运的基本方式之一, 对石油品质及运输效果有着直接的影响。为了保障油气资源运输的安全性、可靠性, 石油化工管道就必须要做好管道防腐, 在石油管道的使用阶段易受到外界条件的影响, 会出现程度不一的腐蚀性问题, 无法实现对石油管道的最大化利用, 在缩减管道使用寿命的同时且易引发重大安全事故, 造成一系列不可估量的生态及经济损失。因此, 这就要求企业在详细了解和掌握石油化工工艺管道腐蚀现象形成原因的基础上, 科学探索并落实针对性的管道防腐蚀策略, 提高管道腐蚀防护技术并对其应用, 以便为化工生产安全顺利开展提供有效保障。

关键词: 工艺管道; 管道腐蚀; 管道防腐; 防护技术

0 引言

石油是与一般商品在现代社会具有不同战略地位的世界性战略资源。全球最为关注之一就是石油的安全供应问题, 而石油企业直接经营石油, 关系到国家的稳定和繁荣, 关系到群众的生活和生产。我国的石油、天然气这些资源储备量多, 加上我国人口众多, 油气资源消耗量也多, 那么油气管道的安全输送是一个非常重大的问题。到目前为止, 我国的输油管道总长度已经达到了 1.7 万多千米。如此长度的输油管必然会受到外部因素的腐蚀, 既危害人类, 又危害自然环境, 造成大量的经济损失。因此就此问题本文对石油化工工艺管道腐蚀因素、防腐技术应用以及发展策略做出了分析。

1 石油化工工艺管道腐蚀原因

石油管道以地埋管、海底管道和空中管道为主。因为安装方式、环境因素的不同, 石油化工工艺管道的腐蚀因素和特点都大有不同。

1.1 埋地管道

管道埋地后, 由于地理环境和土壤结构的差异, 如土壤中盐分含量、含水量、含氧量、及其他微量元素的含量等因素的差异, 金属各部分的电位不同。负电位是阳极, 而阳极容易发生腐蚀; 正电位是阴极, 腐蚀程度小。在表面测量的电势是多个阴极和阳极电位山的组合电势, 称为金属的腐蚀电位, 也有的称为自然电位。不同部位的结构, 环境中的氧含量不同, 造成不同部位的金属存在电位差。氧含量高, 电子消耗大, 所以金属电位相对较正, 形成阴极。氧含量低, 电子消耗低, 金属电位为负, 形成阳极。例如, 柏油马路以下的管道, 由于柏油路面隔绝了地面的氧气, 造成地下缺氧, 出现负电位, 成为最先被腐蚀的阳极。

在含盐量高、含水量大或渗透性差、含氧量相对较低的土壤中和电阻率较低的部分, 都会造成石油管道出现负电位, 从而形成阳极造成管道的腐蚀。

并且土壤中含有大量的细菌和微生物, 据研究, 几乎在工程中的各个领域都存在着微生物的腐蚀现象, 如工业水的输送, 石油的输送, 气体的输送, 石油化工的生产和处理设备。特别是对直接关系国民经济命脉的油气田管道、设备等, 微生物在经济损失中的腐蚀可占全部经济损失的近 20%。

1.2 海底管道

海水腐蚀是指海水中的金属构筑物被腐蚀的情形, 海水中的金属构筑物被腐蚀的情形是指海水中的金属构筑物。海水是一种电解质溶液, 含有较高浓度的氯离子和多种盐类, 氯离子也是腐蚀性最强的物质之一, 海水中还含有多种悬浮生物和溶解气, 腐蚀性很强。海水的腐蚀率一般要远远高于土壤, 而且腐蚀率的形态和复杂程度都要高出许多。当海水中的盐分升高、溶氧量升高、温度升高、流速升高时, 海水中的腐蚀性就会增加。由于海洋生物的不同, 金属的腐蚀速度也会有所提高或减慢。海底管道腐蚀因素大致可分为以下几个方面:

1.2.1 海水腐蚀

铁作为负极失去电子成为亚铁离子, 最终生成三氧化二铁, 即锈蚀, 海水本身是一种腐蚀性很强的液体, 其中富含的氯化钠会使钢铁生锈, 因为钢铁输油管和所含的铁和碳构成一个微小的原电池。同时, 氯化钠的存在也提供了大量自由移动的阴阳离子, 使电池反应速度加快, 从而使钢铁的锈蚀速度加快, 所以以钢铁为原料的石油化工管材会因为海水之中遭到严重的腐蚀。

1.2.2 氧化腐蚀

由于海水中含有大量的氧气在管道外,当海水暴露在管道表面时,会使氧气发生氧化反应,使表面产生腐蚀作用。

1.2.3 腐蚀性沉积

海水中含有大量腐蚀性沉积,管道外部表面暴露在海水时,它们会吸附在表面上,随着时间的推移对表面进行腐蚀。

1.2.4 外力磨损

管道外表面裸露在海水中时,会受到海浪、大型海洋生物的冲撞,或者是施工维修时造成的挤压、碰撞等外力影响,也会产生腐蚀作用。

1.3 架空管道

架空管道既没有埋在地下,也没有敷设在海水之中,就只是架空暴露在地面之上,虽然没有埋地管道和海底管道那样外部因素较为恶劣,但是管道长时间暴露在空气中也会发生一定的腐蚀现象,称之为大气腐蚀。管道表面的潮湿程度是决定腐蚀的主要因素。所以人们常根据金属表面的潮湿程度,将大气腐蚀分为干性大气腐蚀、潮性大气腐蚀、湿性大气腐蚀等几种类型。

1.3.1 干性大气腐蚀性

在这种情况下,在金属表面完全没有水膜,大气中基本上没有水汽存在。这类腐蚀比较简单,腐蚀速度较小,破坏小、破坏作用小,因此该腐蚀作用常常被忽略。

1.3.2 潮性大气腐蚀

水汽在低凹处或固体微粒缝隙中凝结,形成极薄的水膜,即使空气相对湿度低于100%,也会因毛细凝结现象而产生水汽,当金属表面粗糙或金属表面有灰尘、缝隙或腐蚀性产物时。这层水膜起电解的作用,会造成严重的电化学腐蚀,这种类型的腐蚀称为潮性的大气腐蚀。

1.3.3 湿性大气腐蚀

在这种情况下,石油管道表面的水分已经发生凝结,形成了肉眼可见的水膜。在空气相对湿度达到百分之百的时候或者下雨天气时极易发生。

1.4 管道内部腐蚀

前面说了不同铺设环境的石油化工艺管道被腐蚀的因素大有不同,但是它们有一个绝对相同的特征那就是都是输油管道,管道内部的输送物质都是一样的。管道中原油中的腐蚀性成分主要是来自原油中含有的水分、硫化氢、二氧化碳、细菌以及各种盐类。但是经过一系列加工处理环节之后,再进入行长距离

运输的原油,其腐蚀性的成分一般都是微乎其微的。成品油的主要成分是各种碳氢化合物,而这些碳氢化合物都属于非电解质,所以长距离的原油和成品油管道内部腐蚀的特点就是腐蚀速度低,而这种腐蚀速度往往是不被考虑的。但是需要注意的是,油品中所含的一些水分和泥沙等固体杂质,在输油管的低洼地段、弯头等部位,如孔洞等,会发生沉降,造成管道内部腐蚀。在管道的设计和施工过程中,这样的死角应该需要有效地避免。并且如果有腐蚀性细菌存在于油品中,就会加速电化学腐蚀管道内壁。资料表明,某成品油管线,其油品经过海上油轮运输至储罐再进行长距离输送,曾因油品中渗入海水,出现了严重的细菌和藻类腐蚀的现象。

2 石油化工艺管道防护技术

结合石油化工艺管道被腐蚀的多种因素,目前已经有了多种管道防腐措施。

2.1 石油沥青防腐

石油沥青防腐采用的石油沥青作为防腐材料,是国外最早的地下油气长输管线的防腐措施。石油沥青防腐层是把充分浸渍了石油沥青的玻璃布缠绕在管道外表面的一种针对埋地管道的一种防腐措施,是目前国内使用最多的管道防腐措施之一,其优点是原料多且价格便宜,技术相对成熟,缺点是吸水率大、易老化、耐菌性差且受温度影响较大,容易被芦苇等植物根系破坏。

2.2 煤焦油瓷漆防腐

煤焦油瓷漆是一种吸水率低、附着力好、耐植物根系渗透、抗菌、绝缘性好、使用温度在零下二十五到八十度之间、使用寿命长达六十年以上的一种防腐涂料。与石油沥青防腐层相比,煤焦油瓷漆经高温煤焦油分馏,加入煤粉和填料等多道工序后,更具有耐水性和防腐性但煤焦油瓷漆稳定性相对来说较差,当处在极低的温度当中时,容易变得很脆,容易破碎,造成防腐层脱落,从而失去对管道的保护作用。并且采用焦油瓷漆时施工过程中产生的烟雾中含有大量的有毒有害物质,不仅破坏了自然环境,也对人体健康造成很大的危害。

2.3 熔结环氧粉末防腐

熔结环氧粉末(Fabe)是一种以环氧为原料的粉末,由环氧树脂、固化剂、填充物、颜料等组成的单组分漆。FBE防腐层钢管粘接能力极强,防腐性能优越,机械性能好,是一种性能优良的材料。缺点是较高的吸水率和有限的抗冲击能力,要求较高的除锈质量和较昂贵的费用。

2.4 环氧煤沥青防腐

环氧煤沥青漆防腐是基于焦油瓷漆基础上改良的一种防腐技术,环氧煤沥青漆是一种双组分固化涂料,由环氧树脂、煤焦油沥青、固化剂、填充剂等组成。我国从上世纪的七十年代就开始应用,使用温度在零下二十度到一百度之间。它的防腐性能介于我国石油管道和供水管道工程中应用较多的煤焦油瓷漆、熔融环氧粉和聚乙烯之间。但因为同样会造成环境污染,所以该防腐技术受到了一定程度的禁止。

2.5 3PE 防腐

德国在 80 年代率先研发推出的 3PE 防腐层,其组成为:环氧粉末涂料底漆+共聚胶层+聚乙烯外防护层,结合了聚乙烯的抗机械刮擦保护性能,使其性能更加完善。此类防腐层的优点是具有极高的绝缘电阻值和极强的粘接力,具有良好的机械性能,如耐冲击、耐磨损等,对于植物根茎的穿透也有很好的防护能力。所以在管道施工和敷设条件比较差的情况下,采用这种防腐技术是一个非常好的选择。但这类防腐层价格较高,对钢管表面处理和涂敷工艺要求较高,难以进行防腐层的补口,需对施工工艺进行严格把关,才能保证其质量。

2.6 聚乙烯胶粘带防腐

聚乙烯胶粘带的主要优点是绝缘电阻高,抗杂散电流性能好,施工方便,而且聚乙烯胶粘带防腐具有独特的冷流特性,因此在防腐和修补过程中能达到自修补的功能,达到完全保护的效果,其组成全部采用完全环保的材料,这种材料对自然环境的影响极小,符合现代防腐设计的理念,因此聚乙烯胶粘带的防腐性能和施工属于环保新材料。缺点是抗土壤应力较差,管道修复及管件防腐均适用该防腐措施。

2.7 聚丙烯纤冷缠带防腐

产品基材为丁基橡胶改性沥青作防腐胶层的改性 PP 编织纤维布。具有施工简便,耐冲击,耐老化,抗拉伸性强,耐紫外线照射,具有较高的粘接强度等特点。

2.8 阴极防腐技术

运用阴极保护技术,有效地改善了石油埋设管道因泥土、化学物质等引起的耐久性衰退,减少了腐蚀情况,有效地保证了管道的使用年限。这种管道防腐措施是以金属管道自身向周围发送一定电子,发生电化反应,它的应用避免了由于电子氧化阳离子的产生而引起的金属腐蚀,从而保证了管道的安全性。在阴极防腐保护技术中,是为了保证管材表面具有一定的电流,利用电流使管材阴极极化,从而减少管材因土

壤等化学成分而腐蚀的现象,并将腐蚀状况降到最低,通过一定的发电装置将足够的电流输送到受保护的钢质管材上,以保证管材在石油化工过程中的安全性和耐久性。

2.9 外防腐补口技术

管道补口的工艺是对整个长输管线的使用寿命有着直接影响,是油气管道防腐最薄弱的环节之一。

3 学习借鉴,开发创新

输油管道因为腐蚀遭到破坏后产生的油污泄漏和反复维护保养带来了巨大的经济损失,同时也给自然生态环境和人员生命安全造成重大威胁,而且由于腐蚀导致管道穿孔破裂,这种情况在我国输油管道内部也屡见不鲜。有数据显示我国就因为管道腐蚀造成的钢铁损失就达到了 6 千多万 t,加上其维修费用产生的经济损失已经远远超过了石油管道本身的价值。

我国采用的石油化工工艺管道防腐技术最开始都是由国外引进的,到目前为止我国的管道防腐技术发展的已经相对成熟,也有一些自己研发的防腐技术,并且获得了发明专利。但是相对一些发达国家的石油化工工艺管道的防腐技术来说,还是有很大的欠缺。就目前的情况来看,我们不仅要学习和引进国外先进的石油化工工艺管道防腐技术,更要通过自身的发展和创新,更好、更经济、更科学、更实用的研究石油化工工艺管道防腐技术。

4 结语

石油化工工艺管道建设工程的发展,对于石油开采和运输中是必不可少的一个过程。石油管道建设的优劣甚至关系到石油公司的生产和生存,关系到公司的未来和命运,更关系到我国整个石油化工产业的命运。石油资源堪称“液体黄金”,作为国民经济的动力血脉,石油企业也被拔高为国家经济的支柱产业。而输油管道与输油率、输油质量等直接相关,甚至与国家安全和社会稳定相关,都直接影响着中国社会经济的发展速度、质量和进程。因此,必须高度重视和重视石油化工工艺管道施工中的管道防腐措施,重视其施工速度和质量,重视解决其施工中的各种矛盾和问题,这是一件非常有必要的事情。在石油化工企业工艺管道腐蚀与防护研究中,相关人员需要从经济角度和生产需求方面考虑防护对策,使管道在运行过程得到保护,使其后期运行维护更加方便,在做好当前管道防腐工作的同时,石油化工工艺管道在管道防腐处理方面也要创新防腐措施,使管道的防腐能力更强,为中国石油天然气事业增光添彩,从经济角度和生产需求出发,更加稳健地屹立于世界石油行业。