

石油天然气管道腐蚀及其防护措施研究

邓丽雯（江西省天然气集团有限公司，江西 南昌 330096）

摘要：目前，我国在能源方面的发展已经处于前所未有的鼎盛时期，对石油和天然气的广泛使用，必然会将管道腐蚀问题逐渐放大。对石油和天然气的大量运输，必然会导致石油和天然气运输管道的腐蚀问题，当问题逐渐放大时，则会给管道造成穿孔，进而对天然气和油气生产带来不可估量的巨大损失，且管道的腐蚀问题也直接影响到天然气管道的使用寿命。随着我国在天然气运输行业的不断发展，现如今绝大多数天然气运输管道已经步入“中老年阶段”，这也间接增大了管道运输的安全隐患，为可能发生的安全事故埋下祸根。现如今，为了保障石油天然气行业的健康稳定发展，就必须对管道运输过程中的腐蚀问题加强重视，在防腐工作进行当中采取防护措施，以防止天然气、石油等在运输时，由于腐蚀问题对管道的安全运行所带来的危险。

关键词：石油天然气；管道腐蚀；防护措施

0 引言

近年来，随着我国在天然气管道运输方面的发展，其中管道网络已经逐渐成型，而天然气管道往往都会在地面铺设，且借助较远距离的管道进行输送，从而实现对石油和天然气的有效运用，使其在各项经济性方面得以提升。

另外，在对天然气性质以及各项运输方式相互进行比较以及生产现场的具体状况来看，管道运输是最好的天然气和石油的运输方式。

天然气传输管道通常都铺设于地下，因此便会受到来自土壤的影响，会在很大程度上会由于土壤酸碱度等问题而给天然气管道造成腐蚀，从而造成石油和天然气的运输能力降低，且管道出现承压能力和机械强度下降的现象，这将导致由于煤气泄漏而发生的灾害，严重的可能会出现燃烧爆炸等问题，给企业经济以及人们的生命财产安全和社会的和平稳定带来不可估量的严重损失。

1 石油天然气管道腐蚀原因分析

石油天然气运输管道长期埋于地下，且一般为钢质管道，在运输时必然会造成石油天然气管道的腐蚀问题，通过对管道腐蚀问题进行研究，找出腐蚀问题出现的原因，以此来实现对天然气管道的腐蚀及防护措施改进。

1.1 土壤和电化学腐蚀

通常来说，石油天然气运输管道会埋于地下，在地下对石油和天然气进行长距离输送，能实现石油天然气等资源的高效利用，为天然气企业带来更大利润。虽然在对天然气管道铺设时会进行实地考察，但由于各地土壤性质不同，天然气长输管道通常来说在建设

时会跨越各种不同的地理区域，各个区域内的土壤性质也不尽相同，而在对天然气管道铺设时通常都是采取同一种管道铺设，因此便会使得相同的管道材料应对不同的土壤性质，这便使得难以对各个不同地段的石油天然气管道进行精确管理，会对管道造成大小小不同地段、不同情况的腐蚀，且土壤可能会出现酸碱度改变等问题，因此存在较大幅度上的土壤腐蚀问题，由此而造成管道出现机械强度下降，承压能力不足的情况。

另外，土壤中存在各种腐蚀性介质，都会给天然气运输管道带来腐蚀问题，且各种介质中大多数都含有溶解性，其中包括细菌和杂散电流，这便给管道周围环境出现形成原电池的条件，从而给管道造成腐蚀穿孔现象，严重威胁天然气管道的安全运输。

而对于金属管道来说，对管道的保护工作贯穿于各个阶段，企业都会借助阴极保护方式对管道进行防护，而当防护工作做得不够到位，阴极保护效果不佳时，则会给管道带来十分严重的腐蚀问题，大大降低管道的使用寿命。

通过对腐蚀问题的综合探究，我们不难发现，土壤是一种十分常见的胶体，其中还有固态、液态和气态三种形式，在土壤缝隙内包含着大量的水和空气，而天然气的土壤腐蚀问题绝大多数都是由于导电金属在水中而导致的由土壤内发生离子迁移，导致离子自由移动，并在水中进行电子的转移，形成导电性。

而管道一般都是金属材料金属材料具有电化学性质，但这种电化学性质却不是均匀存在的，由此便出现了天然气管道造成腐蚀的原电池，形成电化学腐蚀。

再加上土壤本身的化学性质和物理性质等都不均匀,二者共同作用,都促成了土壤的较强腐蚀问题,对杂散交流电流的管理工作进行时对其二次感应电流进行叠加。虽然这种有原电池而造成的辅食作用比较小,但由于它具有集中腐蚀的特性,因此整体来说,腐蚀强度不容小觑,必须对其引起充分重视,并采取适当的防护措施对其进行改善。

1.2 管道的钢制材料由于外界环境而带来的腐蚀问题

用来制造石油天然气运输管道的材料一般都是钢制材料,而在钢质材料制造过程中会出现各种不同的工艺手段,且不同的制造工艺,对于石油天然气运输管道的使用寿命也存在很大影响,这便为管道出现腐蚀现象埋下祸根。且钢制材料通常来说会受到外部环境的温度以及空气中的湿度和其周围土壤环境等影响各种因素共同作用,便很容易导致管道出现腐蚀。通过对钢管的各种制造工艺进行研究,便可发现,在钢管制造工艺过程中,微晶结构是最常见的工艺结构,但钢质材料的微晶结构对于周围环境的要求是较高的,当外部环境出现变动或者钢质材料表面出现缺陷时,便会使微晶结构部分出现严重的腐蚀和开裂现象,当问题发生后也无法进行及时避免,以至于灾难到后面便不可收拾。因此在钢制材料制造过程中,对材料的选择以及制造工艺的使用都应当严格把关,以减少有材料及工艺的原因而对钢制材料使用寿命的影响,减少不必要的腐蚀。

另外,在石油介质中包含一定量的硫元素,而硫元素的存在也是导致管道出现腐蚀的重要原因之一。当硫元素与其他化合物发生反应,从而在管道中出现一定程度的硫沉淀化合物,例如与管道中的铁元素发生反应,并进一步形成硫酸亚铁化合物,首先来说,硫酸亚铁的存在就是对管道腐蚀问题带来的结果,其次硫酸亚铁包含着游离的酸根与水蒸气结合反应,形成水解,进一步加剧天然气管道的腐蚀情况。而在天然气运输过程中存在着运输应力,当运输应力出现一定程度的波动,便会造成管道腐蚀。由于应力的存在便会使管道受力不均而出现破裂现象而管道破裂,经过一段时间之后便会呈现膨胀扩张的态势,最终形成十分巨大的缺口管道。应力水平对外界的抵抗存在差异,因此便会出现引力腐蚀,当输送压力对管道造成一定影响,同时也存在压力波动的影响时,就会导致管道破裂破裂,受到应力的冲击持续扩大。管道破裂程度加大也会进一步造成更大的应力冲击,如此恶

性循环最终会造成管道的大面积腐蚀,因此就应当对外界影响的差异作出针对性的抵抗措施,当管道存在不用的应力水平,对于盈利不能做出均衡的抵抗,因此便可观察得出当应力抵抗能力强,不会出现太大裂缝,当应力抵抗能力弱,便可能出现十分严重的辅食现象,造成太大裂缝。

2 石油天然气管道的防腐技术

2.1 石油天然气管线防腐层技术的整体发展趋势

目前,富油管道材料被广泛应用的种类包括 FBE、PE、石油沥青以及目前开发的快速多层复合涂层。据调查,FBE 具有良好的理化性能和高温适应性,作为一种管道涂层材料已经成为世界上对涂层材料的首选。

随着社会的发展和科学技术的进步,煤焦油的位置和消费水平都在逐渐下降,特别是在新型管道中,挤出 PE 在国外得到了广泛的应用,但由于其对温度的不适应性而不能得到广泛的应用。长期以来,石油沥青材料由于其用量具有明显的不稳定性,因此在发达国家中不被正常的使用,只是勉强的在科技水平不够发达的第三世界国家中使用。过去,我国使用沥青和玻璃管随着社会的不断发展,科学技术、新材料、新技术的大量涌现而逐渐退出石油天然气管道的运输材料行列。

中国也尝试使用国外的涂料和技术,目前,中国的防腐涂层技术相对先进,与世界先进水平相差不大,并将随着管道行业的发展而逐渐增加。中国积极发展基础理论,探索新的检测方法,致力于解决管道腐蚀问题,运输管道腐蚀问题得到及时改善,促进了中国油气管道防腐技术的发展,保证了能源产业的优化发展。

2.2 石油天然气管道防腐技术的表现形式

总的来说,管的腐蚀形式主要分为内外腐蚀两种。针对运输管道腐蚀状况的变化,应采取针对性的防腐措施。目前,内涂层技术得到了很好的推广和应用,内防腐技术可分为几大类,主要是缓蚀剂技术、内涂层技术和复合管技术。更具体地说,在缓蚀技术方面,该技术已被专门应用于缓蚀剂的测定和注入通道中,以达到缓蚀的目的。

对于内层涂料来说,该技术起源于其他国家,目前得到了广泛的应用,但中国进入市场较晚,技术发展缓慢,技术差距较大。目前,中国油气管道的辐射防护涂料主要为环氧、增强、酚醛和聚氨酯。第三类

工艺复合展馆主要由陶瓷和其他材料组成。与其他工艺相比,玻璃复合钢管可以发挥重要的作用。首先,玻璃钢复合钢管可以提高钢管的强度,其次,能有效地改善腐蚀性能。

3 石油天然气管道腐蚀防护措施研究

3.1 管道的阴极保护技术

如果管道在防腐层的保护下深度埋设,再与外部环境隔离,就能有效防止道管被地面腐蚀,增加了金属对腐蚀电路的抵抗力,大大降低了腐蚀电流,最终将可以起到良好的防止腐蚀的作用。然而,运输或施工管道时要小心,对管道的腐蚀电池造成损伤是不可避免的,它具有小阳极/大阴极的状态,这由电池的腐蚀决定,会产生更大的腐蚀电流,大大加速了道管的腐蚀速度。因此如果只依靠涂层防护就不能达到利常的腐蚀效果。

通过对电化学腐蚀原理的研究,可以发现,将金属转化为阴极可以有效保护道管,这就是所谓的阴极保护。因此,使用辅助阳极,可以将直流电流输送到天然气管道内,还能有效保护管材。通过这种方式,阴极电流流入道管,削弱涂料破损处的腐蚀。目前,占总投资约1%的大量资金用于有效保护运输管道,运输管道具有良好的防腐性能。除此之外,早在1984年,为防止运管腐蚀,有效延长运管的使用寿命,我国已将阴极保护引入立法。

3.2 石油天然气管道防腐层的防护技术

为了避免管道损坏,必须考虑到输送管道的实际运行特点,根据不同的输送条件进行有效的维护。在维修延伸到地面的通道中的腐蚀层时,应使用钢或钢缆去除保护性腐蚀层,并确保有效清除腐蚀影响。防锈操作后涂漆,使用润滑两滴锈病雕刻,润滑层的厚度必须在 $70\mu\text{m}$ 以上。最后,在管道的最低层应用时需要一个厚度超过 $140\mu\text{m}$ 的坚固把手。这一防腐措施既提高了天然气管道的防腐保护,又保持了天然气管道的连通性,特别是便于维修。使用防腐层涂料来将石油天然气管道与包裹,使其与外界环境隔离,是防腐的根本手段。目前,管道输送已成为油气输送的重要方式,运输距离已经扩大到沙漠、沼泽、冻土甚至海洋。

随着运输方式的逐步多样化,对防腐工作的性能提出了更高的要求。化工业的快速发展,不仅为防腐企业的进步提供了可能,而且随着许多新材料、新工艺的出现,也为防腐企业提供了更多的发展机遇,使

用聚合物或复合材料进行腐蚀防护的时代正在发生变化。

目前,三层PE、FBE和煤焦油搪瓷在中国应用广泛。经济合理性也是选择时要考虑的重要因素之一,即如果可以选择几种可行的技术方案来满足相同的施工要求,则应首选经济合理的解决方案。

为了在经济上保持理性,我们需要了解两件事,首先,如果一根管道不适合维修,但前两种需要长期使用,那么必须首先考虑维护它的高或低成本。另一方面,如果管道易于维护,不应长期使用,则应进行适当的投资,管道通常很长,因此必须通过许多不同的地质单元,需要改变运行参数,因此需要不同的腐蚀层,但它们不应该分成太多的部分,否则它们将难以有效地管理组织。此外,不同防腐层的成本不同,大大增加了防腐工程的成本。很难选择与每种防腐材料相匹配的修复材料。

由于必须考虑不同材料的绝缘强度的影响,这使得阴极保护的设计更加困难,环保的法律方面对管道建设也有更高的要求,特别是在人口稠密地区,防腐层不会对环境造成污染和混乱。

4 结语

总的来说,对石油天然气进行管道运输具有十分明显的优势,因此具有十分良好的发展前景。在管道运输过程中所要面临的最重要的问题便是管道腐蚀问题,且该问题受到外界环境影响,形成原因复杂,因此,加强对天然气管道的防腐问题研究便显得十分重要,通过采取适当防护措施对各种腐蚀原因进行分析并制定防护措施,以此来改善管道腐蚀问题,为我国能源事业的发展做出贡献。

参考文献:

- [1] 吴玉得. 加强石油天然气管道运行安全隐患管理的策略研究[J]. 石化技术, 2020, 27(11): 212-213.
- [2] 潘煜. 关于石油天然气管道的腐蚀与防护措施分析[J]. 当代化工研究, 2017(11): 31-32.
- [3] 万小梅. 油气管道运行管理中存在的安全隐患和优化途径[J]. 化工管理, 2017(07): 127.
- [4] 彭春波, 薛传华. 石油天然气长输管道腐蚀检测修复及防范探讨[J]. 长江大学学报(自然科学版)理工卷, 2010, 7(02): 237-239.
- [5] 潘煜. 关于石油天然气管道的腐蚀与防护措施分析[J]. 当代化工研究, 2017(11): 31-32.