

化工管道防腐技术的适用性及经济性探讨

胡邵腾（衢州钴新材料有限公司，浙江 衢州 324000）

摘要：目前我国对化工材料的需求量逐渐增加，在对化工材料进行运输过程中，需要选择合理的运输方法。管道运输是化工材料运输过程中最常见的方法，也是成本最低的方法，但是由于部分化工材料具有腐蚀性，所以经常出现管道被腐蚀的情况。为了能够有效避免这一问题，提高材料的安全性，同时减少经济损失，所以需要采用合理的方法和技术对这一问题有效解决，也针对管道防腐技术的经济性和适用性进行分析，提高材料的运输效率和运输质量，推动化工行业发展。

关键词：化工管道；防腐技术；适用性；经济性

化工企业在发展和建设过程中对化工材料的需求量逐渐增加。所以化工材料的运输逐渐受到化工企业的重视，很多企业针对化工材料的运输问题进行合理规划，但是却忽略了化工材料的腐蚀性问题，可能会导致管道出现漏洞，甚至可能会导致管道损坏。为了能使这一问题得到有效解决，就需要根据发展的实际情况合理应用化工管道防腐技术，同时保障化工管道防腐技术的经济性和适用性。

1 化工管道防腐技术的原理和特点

1.1 聚烯烃胶粘带技术

聚烯烃胶带的品种主要包括聚丙烯增强纤维胶带和聚乙烯胶带以及配套底漆。聚乙烯交代以及配套底漆是燃气管道当中的常用的。聚烯烃胶带指的是将丁基橡胶作为主要成分的橡胶层，通过热复合到聚丙烯或者聚乙烯为成分的基材层防腐材料。橡胶层能够使产品的粘结力，密封性和吸水性得到保障。基材层能够使材料的耐老化性、透水率、拉伸强度和抗冲击剂得到保障。产品的使用方法主要包括除焊缝、除锈、干燥污物、毛刺、油。除锈应该达到 Sa2 级或者 St3 级，然后进行刷底漆。底漆的表干以后可以进行缠带操作，缠带必须要防腐层结构要求和防腐层等级要求。

1.2 辐射交联聚乙烯热收缩带技术

辐射交联聚乙烯热收缩带主要包括压敏型热收缩带和热熔胶型热收缩带。在工程当中所应用的通常为热熔胶型热收缩带，主要由于这一技术的应用和开发时间相对于较早，而且技术较为成熟，预压敏性热收缩带相比具有更低的经济成本，应用较为广泛。

1.2.1 热收缩带

热收缩带指的是通过热熔胶和交联聚乙烯基材复合而成的一种材料。基材指的是通过高能粒子辐射的聚乙烯材料，耐热老化、机械强度、耐紫外线辐射、

耐环境应力开裂、耐化学介质腐蚀等都是这一材料的重要特点，而且这一材料还具有较长的使用寿命。具体使用方法如下：对管道表面的油脂、毛刺、焊渣和污垢等附着物进行清除，对表面缺陷进行及时修补。如果除锈能够达到 Sa2.5 级以后，则涂刷没有溶剂环氧防腐漆。在实际安装过程中需要对火焰的强度进行合理控制，必须要缓慢加热，不能够对热缩带上的任意位置进行长时间的烘烤。在加热过程当中，通过指压法可以对胶的流动性进行检查，经过缠绕以后在边缘位置溢出热熔胶，通过固定片对其进行固定。经过完全收缩以后，需要沿着轴向进行均匀加热，充分融化内层胶。

1.2.2 热缩压敏带

热缩压敏带所应用的是丁基橡胶改性压敏胶和辐射交联高密度聚乙烯背材的共同结构。热敏压缩带具有较强的自修复能力、耐微生物腐蚀能力、耐化学腐蚀能力、耐水性能、抗机械应力伤害、抗土壤应力剪切能力以及抗阴极剥离能力。热缩压敏带的具体使用方法如下：如果工程在温度低于 -5°C 的环境当中施工，那么在施工开展之前应该做好热缩压敏带的保温工作，并对管体预热温度进行有效适应。在管道表面和管体防腐层的搭接位置不能存在焊渣、毛刺、飞溅物、油污、泥土和焊瘤等，除锈等级必须达到 Sa2.5 级或者 St3 级。在对热缩压敏带进行安装时，需要先应用双面压敏胶条对焊缝进行填充，再将热缩压敏带的中心线和焊缝位置相对应，使其实现左右对称，对焊缝进行环绕一圈以后进行搭接。搭接位置需要应用固定片进行固定，应用火焰加热器自中心位置向四周均匀加热，使热敏压缩袋的中心位置优先完成环形收缩，然后对两侧位置进行加热，直到全部完成收缩。对表面焊缝继续加热，直到边缘没有明显的缝隙和翘

边，同时有压敏胶均匀溢出，才能够停止加热。对表面进行辊压处理，保障边缘的平整性，对表面气泡进行驱除。

1.3 粘弹体技术

粘弹体系防腐产品主要是针对一些异型设备和埋地管进行设计的，属于一种新型防腐产品，主要应用在阀门、法兰和泵位置。粘弹体系是一种永远都不会发生固化的聚合物，具有冷流特性，在防腐过程中可以有效实现自修复功能，起到良好的保护效果。在对粘弹体进行施工时，不需要涂刷底漆，也不会产生开裂、硬化和脱落的情况，具有超强的粘结力，也具有较好的耐化学性质，能够彻底防止微生物的腐蚀和水分的侵入，具有一定的独特性。具体使用方法如下：

首先需要对管道的表面进行除锈、除焊渣、除油污和毛刺处理，而且手工除锈需要达到 St2 级。粘弹体在实际应用过程中需要严格按照相关规定进行操作，在缠绕过程中不需要施加张力，搭接长度为 10mm。如果出现褶皱需要对褶皱部分轻压，排出空气，连接基底表面和粘弹体，适合应用螺旋缠绕方法对外护带进行安装。

2 化工管道防腐技术发展现状

2.1 国内发展现状

在我国管道防腐技术发展和应用过程中，为了提高管道的使用寿命，缓解腐蚀程度，通常会应用防腐层保护方法阴极保护方法。对于管道来说，应用防腐层能够在一定程度上明确了管道的使用寿命。从 20 世纪 80 年代开始，我国开始出现了防腐新技术，胶带、环氧粉末和夹克等诸多材料被逐渐应用，在 90 年代出现了熔结环氧粉末防腐层和三层聚乙烯防腐层，这些技术被广泛应用。随着我国经济和社会的不断发展，防腐技术也在不断完善，逐渐将三层聚乙烯、煤焦油瓷漆和熔接环氧粉末应用其中。大部分的防腐层材料应用的都是三层聚乙烯、煤焦油瓷漆和熔结环氧粉末，一些不重要的管道应用的防腐材料为沥青。

2.2 国外发展现状

国外在开展防腐工作时，最早将煤焦油瓷漆和煤焦油沥青作为主要材料，但是这些材料在应用过程中，如果管道温度大幅度提高，就会产生氧化反应，从而出现剥离和蜕变的情况。在 20 世纪 40 年代至 20 世纪七十年代，西方地区出现大量的防腐材料，包括石蜡、沥青和夹克等，还出现了胶带防腐，但是如果在

应用过程中，土壤本身具有较强的腐蚀性，那么就会出现防腐层剥离的情况。在 20 世纪 60 年代，西方地区出现了双层挤塑聚乙烯材料的防腐层，由于管道本身的情况较为多变，这种材料具有一定的易剥离性和易损坏性，所以在实际应用过程中并未取得良好的效果。在 20 世纪 90 年代，开始将三层聚乙烯和熔结环氧粉末作为防腐层的主要材料，这些材料在应用过程中可以与阴极保护进行有效融合，提高防腐能力和附着能力。

2.3 化工管道防腐技术中存在的不足

熔结环氧粉末和三层聚乙烯材料的应用较为广泛，而且具有良好的防腐效果。但是这两种材料在应用过程中本身存在一定的问题。熔接环氧粉末本身没有较高的机械强度，而且也没有较强的抗冲击性能，如果出现地震情况或者火山爆发情况，那么管道会出现破裂和中断。三层聚乙烯材料具有较高的成本，而且管道补口难度较大，焊接位置也容易出现各种问题，从而对防腐效果造成影响。

3 化工管道腐蚀原因

管道在建设过程中最主要的就是对化工材料进行运输，与我国的经济建设存在紧密联系。在管道运输开展过程中，会受到多种外界因素的影响，也会出现管道腐蚀的情况，可能会导致资源浪费，如果情况严重甚至会发生较大的安全事故，产生巨大的经济损失。

3.1 化学腐蚀

大部分的化工管道材料都是钢材，在材料当中含有多重活跃金属元素，化学物质与金属元素接触以后可能会产生较为激烈的化学反应，从而对管道进行腐蚀。化工管道在实际建设和应用过程中，会有很多暴露在外界的管道，在空气当中还有多种元素，包括二氧化硫和氧气等，这些都会与管道外侧发生化学反应，从而对管道进行腐蚀。除此之外，在高温环境下，在化工管道当中存在的活跃金属可能会发生氧化反应，导致管道腐蚀。

3.2 微生物腐蚀

微生物腐蚀是常见的化工管道腐蚀因素之一，微生物腐蚀指的是真菌和多种微生物附着于化工管道上，并且进行活跃的活动，从而引起管道腐蚀。根据相关研究和调查表明，有超过 30% 的管道腐蚀都属于微生物腐蚀。由此可以看出微生物腐蚀具有较强的危害性。很多化工管道长期密封于地下，在土壤当中，

包含多种不同的微生物,这些微生物长期接触管道外壁,会导致管道外壁发生腐蚀,即便微生物只能活跃于管道外壁,同样也会增加对管道的腐蚀几率,从而出现腐蚀问题,如果长期不处理就会对管道造成严重的损害,也会产生较大的经济损失。

3.3 电化学腐蚀

电化学腐蚀也是一种常见的化工管道腐蚀问题。电化学腐蚀产生的主要原因是管道内部的电解质和金属相接触而造成的。大部分的化工管道主要材料都是金属,金属表面具有较强的吸附能力,在潮湿的土壤环境当中,能够使管道外部形成一层水膜,导致金属和水相接处,产生电化学反应,引起电化学腐蚀。如何管道当中的铁元素经过电化学反应以后,可能会成为游离的铁离子,铁离子在管道表面游走,如果进入到水膜当中就会与之产生氧化反应,从而产生红褐色的铁锈,严重影响管道质量。

4 化工管道防腐技术的适用性对比和经济性对比

4.1 适用性对比

针对以上几种防腐材料和实际工艺进行对比,具体内容见表1。

4.2 经济性对比

根据对市场价格的调查和询问能够了解到,热收缩带平均43元/m²,聚乙烯胶粘带平均27元/kg,热缩压敏带平均274元/m²,粘弹体防腐胶带平均360元/卷。通过对材料价格进行计算,能够得到最终工程成本。在实际计算过程中需要对以下问题进行充分了解:

第一,在应用聚乙烯胶粘带进行施工时,需要缠绕两层,而且要对搭接的宽度进行计算,经过计算能够了解到这一材料的消耗大约是施工面积的2.7倍。第二,在应用热收缩带进行施工时需要对接宽度进行考虑和计算,具体材料消耗量约为实际施工面积的1.8倍。第三,在热缩压敏带应用过程中需要考虑到搭接宽度的问题,消耗量为总施工面积的1.2倍。第四,在应用粘弹体进行施工时,材料的应用数量大约1.2倍。

5 结束语

总体而言,化工管道腐蚀是当前化工行业发展过程中面临的主要问题。由于化工材料的应用数量大幅度增加,给化工管道运输工作带来了较大的压力,如果由于腐蚀问题导致化工管道产生泄漏,那么会降低化工管道的运行效率,甚至会造成较大的经济损失。目前我国针对化工管道问题提出了多种防腐技术方案。本文针对这些方案进行详细,主要包括聚烯烃胶粘带技术、辐射交联乙烯热收缩带技术和粘弹体技术,通过这些技术的应用能够有效提高我国化工管道防腐能力,保障管道的安全稳定运行。

参考文献:

- [1] 吴让建. 石油化工管道防腐检测技术设计及应用研究[J]. 石油和化工设备, 2021, 24(11): 170-173, 164.
- [2] 王瑾, 江铭峰. 油田地面工程管道防腐工程技术的应用探讨[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(9): 188-189.

表1 防腐工艺适用性对比

项目	热缩压敏带	热收缩带	聚乙烯胶带	粘弹体
补口结构	热缩压敏带 / 无溶剂环氧和热缩压敏带	无溶剂环氧底漆和热收缩带	无溶剂环氧底漆和聚乙烯胶粘带	粘弹体和聚乙烯胶粘带
表面处理要求	手工除锈 St2 级 / 喷砂除锈 Sa2.5 级	喷砂除锈 Sa2.5 级	手工除锈 St3 级	钢丝刷除锈 St2 级
施工性能	无需对管体预热	需对管体及 PE 搭接部位表面进行预热	无需对管体预热	无需预热
	烘烤时间较短, 只需使基材收缩	烘烤时间较长, 需要使热熔胶完全熔化	手工缠绕, 无需烘烤	手工缠绕, 无需烘烤
粘接密封性	与 PE 粘接性能优异	与 PE 粘接稳定性较好	与 PE 粘接稳定性差	与 PE 粘接性能优异
防腐长效性	耐干、湿热老化, 长效性能好	施工质量影响较大, 长期粘接稳定性较好	受环境影响较大, 长期稳定性差	耐干、湿热老化, 长效性能好
适用性	可以低温施工	低温施工较困难	低温失去粘性, 施工困难	可以低温施工
	可用于新建管线补口和在役管线修复	多用于新建管线或改建管线补口	多用于地质环境较好地段在役管线修复	可用于新建管线补口和在役管线修复