

玻璃鳞片胶泥在煤气管道中的应用

冯丽洁, 张秉毅 (天津科瑞达涂料化工有限公司, 天津 300457)

摘要:介绍了煤气管道的防腐要点, 呋喃树脂、环氧改性糠醇树脂的性能, 以及玻璃鳞片的规格与用量、惰性填料对涂膜耐化学性、施工性的影响。通过试验研制出玻璃鳞片胶泥, 成功地应用于首钢搬迁工程的煤气管道中, 有效地保护了管道, 提高了使用寿命。

关键词:煤气管道; 防腐涂料; 呋喃树脂; 环氧改性糠醇树脂; 玻璃鳞片

中图分类号: TQ 635 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-4312(2010)05-0056-03

Application of Glass Flake Daub in Gas Piping

Feng Lijie, Zhang Bingyi

(Tianjin Colouroad Coating & Chemicals Co., Ltd., Tianjin 300457, China)

Abstract: The importance of anticorrosion of gas pipes and performance of furfural resin, and epoxy modified furfuryl alcohol resin were described. The specification of glass flake and the amount used, the inert fillers and their influence on the chemical resistance and application of the coating film were also discussed. The glass flake daub developed was successfully applied in gas piping of Beijing Steel Corporation relocation project, protecting the pipeline effectively and enhancing the service life.

Key Words: gas pipe; anticorrosion paint; furfural resin; epoxy modified furfuryl alcohol resin; glass flake

0 引言

首都京唐钢铁联合有限责任公司钢铁厂项目(首钢实施搬迁调整)工程巨大, 设备安装后首先需要解决的是金属结构的防护。炼铁项目是首钢的重要组成部分, 炼铁所需的煤气作为一种快捷、环保的燃料须对其进行有效的贮存和输配, 煤气对贮存和输配的钢结构腐蚀问题直接影响煤气使用的运营成本和运行安全。煤气管道在投入运行后造成的腐蚀可分为管道外腐蚀和管道内腐蚀^[1]。本研究主要解决的是管道内腐蚀问题。

煤气管道内壁是直接和煤气接触的部分, 主要腐蚀因素是煤气中的杂质, 受净化条件的限制, 煤气中的 H_2S 、HCN、 CO_2 、 O_2 、萘、甲苯不溶物、碳素等杂质或多或少地残存于煤气管中。当环境温度低于煤气露点时, 将导致煤气管壁结露, 严重时会产生冷凝水, 在煤气管道下部容易积存液体和固体粒子的低凹处易被腐蚀成蚀损斑状, H_2S 、HCN、 CO_2 等腐蚀性气体与水共存时, 易生成氢硫酸、氢氰酸和碳酸, 对煤气管道发生酸腐蚀。同时, 还会发生电离, 形成电介质, 在管道与电介质界面上发生电化学腐蚀, 生成 FeS 而沉积于管壁上。

另外, 煤气中含有微量的氧, 与煤气管壁接触时会发生氧化腐蚀, 生成的氢氧化亚铁就是管道腐蚀的第一阶段产物, 煤气中的氧将它继续氧化成为氢氧化铁。由于氢氧化铁在水中的溶解度低于氢氧化亚铁, 所以在管道上沉淀析出, 沉淀开始时

是非晶态, 并在管壁表面形成多孔的结合较差的腐蚀产物。该腐蚀物对管壁并无保护作用, 相反起着传递铁离子和氧的作用, 使腐蚀继续蔓延, 腐蚀产物与氢氰酸发生络合生成六氰合铁, 进一步加速管壁的腐蚀。腐蚀生成物硫化亚铁、氢氧化铁、络合氰化铁等沉积于管壁, 再加上煤气中萘的结晶析出, 从而导致了煤气管道堵塞。

从以上分析可知, 要防止煤气管道的腐蚀与堵塞, 首先, 完善煤气生产净化工艺, 提高脱萘和脱硫(氰)效率, 减少煤气中的腐蚀成分含量。其次, 采用隔绝法, 在煤气管道内壁涂敷防腐层, 隔绝铁基体与腐蚀介质的接触。同时要求防腐层表面光滑, 配合管道的应有坡度, 设置适量水封, 以利于冷凝液和结晶萘的流出。煤气管道内壁使用防腐涂料时必须满足以下条件: (1) 由于煤气流动对管道内壁有一定的冲击和磨擦, 因此要求涂层有较强的附着力、耐腐蚀性和耐冲击性; (2) 由于煤气管道内有腐蚀性气体, 因此要求涂层具有耐化学性能, 并能耐酸和氧的侵蚀; (3) 由于煤气中有冷凝液析出, 因此要求涂层能耐水浸泡; (4) 涂层必须光滑, 以减少冷凝液和固体析出物的流动阻力, 保持管道畅通^[2]。

本课题采用环氧呋喃玻璃鳞片胶泥施工于首钢搬迁的煤气管道内壁中, 有效地防止了煤气、细菌、悬浮颗粒等腐蚀, 涂层在恶劣的环境条件下耐各种化学介质的腐蚀, 提高了煤气管道的使用寿命。

作者简介: 冯丽洁(1971—), 女, 工程师, 主要从事重防腐涂料研究。

1 试验部分

1.1 原料及配方

玻璃鳞片胶泥所用原料及配方如表1所示。

表1 玻璃鳞片胶泥配方
Table 1 Glass-flake mastic resin recipe

原料	规格	wt/%	厂家
环氧呋喃树脂	固含量 80%	40~50	自制
有机膨润土膏	固含量 10%	1~3	浙江华特化工有限公司
白珠粉		5~10	贵州贵阳科新应用化工厂
云母粉	500目	10~20	安徽坤大矿业发展有限公司
滑石粉	325目	10~20	山东莱州玉东滑石粉有限公司
石英粉	325目	10~20	郑州金源微粉材料有限公司
玻璃鳞片	200目	15~30	河北省文安县五阳防腐材料厂
环氧呋喃树脂固化剂	固含量 50%	8~9	新加坡高聚化学有限公司

1.2 涂料制备

将环氧呋喃树脂、玻璃鳞片、有机膨润土膏、白珠粉、云母粉、滑石粉、石英粉依次加入罐内,搅拌均匀后,高速分散至细度合格。施工时按照配比加入环氧呋喃固化剂。

1.3 涂膜性能

涂膜性能见表2。

表2 涂膜的性能
Table 2 The performance of the film

项目	测试结果	标准
漆膜外观	漆膜平整光滑	GB/T9761—1988
细度/ μm	100	GB/T1724—1989
干燥时间	表干/min	10
	实干/h	48
		GB/T1728—1989
固含量/%	95	GB/T1725—1989
铅笔硬度	3H	GB/T6739—2006
附着力/级	1	GB/T9286—1998
耐冲击性/cm	50	GB/T1732—1993
抗流挂性/ μm	1 000	GB/T9264—1988
适用期/h	6	
耐酸性 (25% H_2SO_4 , 15 d)	不起泡,不脱落	GB/T1763—1989
耐碱性 (25% NaOH , 15 d)	不起泡,不脱落	GB/T1763—1989
耐盐水性 (3% NaCl , 15 d)	不起泡,不脱落	GB/T1763—1989, 甲法

2 涂层配套

为了使试验结果更有说服力,基于对煤气管道腐蚀因素的分析,本研究做了4种防腐涂料的配套方案,并配以不同的中间漆,如表3所示。中间漆及配套涂料体系的性能如表4、表5所示。

表3 配套方案
Table 3 Matching plan

配套方案	底漆	中间漆	面漆
1	环氧防腐底漆	环氧中间漆	聚氨酯面漆
2	氯化橡胶底漆	氯化橡胶中间漆	氯化橡胶面漆
3	乙烯基底漆	环氧呋喃中间漆(胶泥)	乙烯基面漆
4	丙烯酸聚氨酯底漆	丙烯酸聚氨酯中间漆	丙烯酸聚氨酯面漆

表4 中间漆的性能指标
Table 4 Intermediate performance index

化学介质	中间漆			
	环氧中间漆	氯化橡胶中间漆	环氧呋喃中间漆(胶泥)	丙烯酸聚氨酯中间漆
25% H_2SO_4	12 h 起泡	3 h 起泡	161 h 起泡	55 h 起泡
25% NaOH	408 h 无变化	20 h 起泡	408 h 无变化	408 h 无变化

表5 配套涂料体系的性能指标
Table 5 The performance index of matching coating system

化学介质	配套1	配套2	配套3	配套4
25% H_2SO_4	114 h 起泡	150 h 起泡	384 h 起泡	384 h 起泡
25% NaOH	408 h 无变化	408 h 无变化	408 h 无变化	408 h 无变化

注:底漆膜厚控制在80 μm ,中间漆膜厚控制在40 μm ,面漆膜厚控制在60 μm 。每道涂层喷涂时间间隔大于24 h,涂覆底漆、中间漆、面漆后在室温放置7 d后做耐化学介质实验。

从表4可以看出,环氧呋喃中间漆(胶泥)耐酸、耐碱性能超过了环氧、氯化橡胶、丙烯酸聚氨酯中间漆。从表5可以看出,乙烯基底漆-环氧呋喃中间漆(胶泥)-乙烯基面漆配套涂层的耐酸性能优于环氧防腐底漆-环氧中间漆-聚氨酯面漆、氯化橡胶底漆-氯化橡胶中间漆-氯化橡胶面漆,与丙烯酸聚氨酯底漆-丙烯酸聚氨酯中间漆-丙烯酸聚氨酯面漆性能相当,从性价比考虑,选择乙烯基底漆-环氧呋喃中间漆(胶泥)-乙烯基面漆配套涂层。

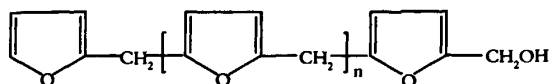
3 结果与讨论

3.1 基料树脂的选择

3.1.1 呋喃树脂

目前常用的防腐蚀涂料有环氧类、聚氨酯类、聚氯乙烯类、有机硅类、酚醛、醇酸、高氯化聚乙烯以及无机锌底漆、有机锌底漆等。因管道内壁不直接受阳光照射,对腐蚀涂料耐紫外线能力要求不高,但要求涂层耐渗性能高,耐煤气中各种

腐蚀介质能力强。呋喃树脂是以呋喃甲醇(糠醇)为主要原料合成的高分子化合物,黏度低,是一类热固性树脂,在结构上有较多的呋喃环,在固化过程中没有低分子化合物释放,拥有优异的耐强酸、耐强碱、耐溶剂性能,又有较高的耐热性,连续使用温度可达 300 ℃ 以上,因此呋喃树脂是最常用的铸造粘结剂^[3]。结构式如式(1)所示。



式(1)

3.1.2 环氧改性糠醇树脂

呋喃树脂虽然拥有良好的耐腐蚀性和耐热性,但漆膜的干燥性和机械性能欠佳。本研究利用环氧树脂结构中含有高极性和活泼的环氧基,能与金属表面形成化学键,且有很强的附着力等特性,对糠醇树脂进行改性。将 E-20 环氧树脂与糠醇树脂按(6:4)~(7:3)的质量比配合,以冷混或在 120~130 ℃ 热混的方法即可得到改性树脂,热混树脂漆膜的机械性能较冷混好,可以得到耐腐蚀性和机械性能都比较好的涂料。改性后的树脂克服了糠醇树脂脆性大、粘结强度差的缺点,综合了环氧树脂和呋喃树脂的一些优点,如优异的耐酸、耐碱及耐高温性,优异的附着力,潮湿面的固化性,渗透性强和固化速度快等^[4]。

3.2 玻璃鳞片的选择

玻璃鳞片增强涂料是 20 世纪 50 年代美国开发制造的一种重要的高性能防腐涂料。在涂层中的玻璃鳞片和钢表面的平行取向达到了极高的湿气不渗透性,玻璃鳞片有着较高的纵横比(鳞片长度与厚度比),腐蚀成分要从外界渗入到钢基材表面需要经过一段漫长而曲折的“道路”,从而使防腐性提高。此外,与其他材料相比,玻璃的硬度高、化学惰性强,可提高耐磨性、耐化学品性、耐热性、防火性,且有较好的耐久性。玻璃鳞片的选择需兼顾防腐性能及施工性能,一般选用经过硅烷偶联剂表面处理的硼硅酸盐玻璃鳞片,厚度为 2~5 μm。玻璃鳞片的片径大小直接影响涂层的耐渗透性,水蒸气透过性及沸水的吸收性随鳞片片径的增大而降低,即玻璃鳞片纵横比较大的鳞片耐水性也较好。但随着鳞片纵横比增大,排出空气能力的变差,喷涂困难,一方面影响施工速度,另一方面造成涂层表面粗糙,影响外观质量。选用 200 目玻璃鳞片,耐腐蚀性能、喷涂施工性能及外观等综合评价较好。

玻璃鳞片的含量与涂层的耐腐蚀性密切相关,随着其含量增加,涂层的耐渗透性提高;但达到某一用量后再增加其用量,涂膜耐渗透性提高不明显,如果过量的玻璃鳞片在涂层内无序堆积,反而有可能会使涂膜内形成空隙、气孔等缺陷,影响涂膜致密性。如表 6 所示,玻璃鳞片的含量在 15%~35% 可以获得较好的耐介质渗透性能^[5]。

3.3 惰性填料的选择

一定量的片状惰性填料与玻璃鳞片配合使用,不仅能降低成本,同时能起到增效的作用,提高玻璃鳞片的悬浮性、耐酸碱性以及贮存稳定性,如选用经特殊剥离的“高纵横比”的云母

表 6 玻璃鳞片含量与水蒸气渗透性的关系
Table 6 The relations between the glass-flake content and water vapor permeability

检测项目	w(玻璃鳞片)/%					
	0	10	15	25	35	45
水蒸气渗透性	5.65	2.80	1.40	1.25	1.00	0.80

粉,其具有耐温、耐酸、耐碱、耐候性、高绝缘、低导热性、耐化学腐蚀性,以及高温下的稳定性。

4 防腐涂料的施工

4.1 涂装前的表面处理

钢管表面处理的好坏直接影响防腐层在钢管表面的粘接力和使用寿命。表面处理包括清除钢管表面的氧化皮、锈蚀、油脂、污垢,并在钢管表面形成适宜的粗糙度,以增加涂层与金属的附着力,本研究主要采用喷砂并以手工除锈作为补充。钢管表面处理执行国际标准 ISO 8501 和国家标准 GB/T 8923—1988,表面除锈等级达到 Sa2.5 级,粗糙度等级参照 ISO 8503—1/3 中的 30~70 μm,清洁度等级参照 ISO 8502—3 中的 3 级,施工规范参照 TSCF《Guide For Ballast Tank Coatings Systems & Surface Preparation》(压载仓涂料体系及表面处理指南)。

4.2 涂料的施工

(1)在钢管表面进行喷砂、除锈处理后 4 h 之内刷涂乙烯基底漆 2 道,干膜厚度要达到 60~70 μm。

(2)涂刷乙烯基底漆 8 h 之后涂抹玻璃鳞片胶泥,干膜厚度要达到 1~1.6 mm。

(3)涂抹玻璃鳞片胶泥 48 h 后,待玻璃鳞片胶泥完全干燥,刷涂乙烯基面漆,干膜厚度要达到 100 μm。

5 结 语

开发了适用于煤气管道防腐的环氧呋喃玻璃鳞片胶泥,其具有优异的耐酸、耐碱等耐化学品性能,高耐渗透性,耐煤气中各种腐蚀介质能力强。满足了首钢搬迁工程煤气管道的防腐要求,取得了一定的经济和社会效益。

参考文献

- [1] 林安,周苗银. 功能性防腐涂料及应用[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [2] 郝向阳. 煤气管道防腐探讨[J]. 山西焦煤科技,2004(5):15-16.
- [3] 马文虎,陈开来. 工程塑料手册[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [4] 王受谦,杨淑珍. 防腐涂料与涂装技术[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [5] 彭时贵,黄振东. 铁路货车用环氧沥青玻璃鳞片涂料的研制[J]. 涂料工业,2006,36(9):23-25.

收稿日期 2010-02-10(修改稿)