

HBE Coating for Oil and Gas Trunks Line

Chen Bian*, Liguang Liang, Bao'an Wu, Guofang Jing

China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd., Langfang Hebei

Email: *906964107@qq.com, 479670539@qq.com, gj-5c-wba@cnpc.com.cn, jingguofang@cppmde.com

Received: Apr. 10th, 2020; accepted: May 12th, 2020; published: Jun. 15th, 2020

Abstract

HBE coating is characterized by strong adaptability, high adhesion, good bonding, high mechanical strength, rapid curing and dense coating, HBE is widely used in the coating construction of oil and gas pipelines. This article briefly describes the technology, construction defects and quality control measures.

Keywords

HBE, Technology, Application

*通信作者。

HBE防腐在油气集输管道的应用

边 晨*, 梁立国, 武保安, 荆国防

中国石油管道局工程有限公司, 河北 廊坊

Email: *906964107@qq.com, 479670539@qq.com, gj-5c-wba@cnpc.com.cn, jingguofang@cppmde.com

收稿日期: 2020年4月10日; 录用日期: 2020年5月12日; 发布日期: 2020年6月15日

摘 要

HBE防腐具有适应能力强、附着力高、防腐层粘结力大、机械强度高、涂敷时固化速度快、涂层密实的特点, 广泛应用于油气管道的防腐施工。本文简要阐述HBE焊口防腐技术工艺特点、常见施工缺陷和质量控制措施。

关键词

HBE, 技术工艺, 应用

Copyright © 2020 by author(s), Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

HBE (High-Build Liquid Epoxy Coating)高强度液体环氧涂料是一种应用于地下管道外防腐的防腐材料, 具有适应能力强、附着力高、涂层密实、硬度高等特点; 由于不含有机溶剂以及挥发性有机化合物含量较低, 不会造成空气污染, 环保性能好; 施工时采取喷涂施工, 施工速度快, 固化时间短, 工效高。鉴于其优异的物理化学性能, 世界知名涂料公司 Sigma 公司已研制生产出无溶剂船舶涂料系列产品, 广泛用于船舶、潜艇、巡洋舰、航空母舰等防腐涂装保护, 日本关西涂料公司也在大力开发此类涂料, 并取得一定成果。另外, 在石油石化行业, 已成功应用于埋地油气管道管体防腐[1]、储罐内壁防腐。而对该工艺焊口防腐的应用案例, 国内外少有报道。本文将 HBE 焊口防腐为应用实例, 对 HBE 防腐过程中存在的问题及解决方式进行论述。

2. HBE 的特点和技术指标

HEB 涂料采用 HEMPLE 厂家生产, 由基料和固化剂组成, 为双组分包装。一组为无稀释剂高强度环氧涂料, 型号为 87559, 一组为固化剂, 型号为 98550, 技术参数见表 1。清洗喷枪枪头采用 HEMPEL'S 08450 稀释剂进行清洗。HBE 涂料具有以下特点:

- 1) 良好的防锈性和耐化学介质腐蚀性。因环氧树脂成膜后的分子链上含有很稳定的碳碳键和醚键, 结构致密, 经固化后抗渗性能优异, 具有耐水性、耐油性[2]。
- 2) 良好的物理机械性能, 附着力好, 漆膜坚韧、耐磨[3]。成膜后分子结构中的苯环上羟基已被醚化,

所以质量稳定,涂膜刚柔结合,耐磨性好。另外,因涂膜分子中含有的极性羟基与相临界面产生引力,如与金属表面上的游离键起反应,而形成牢固的化学键,因而大大地加强了涂膜的附着力[2]。

3) 优良的电绝缘性,耐离散电流、耐热、耐温度剧变等。环氧树脂本身是热塑性高分子化合物,加入固化剂后能在几小时内交联固化,形成不熔的高分子涂层。

4) 适应施工环境温度范围大,对于施工环境要求低,固化时间短,具有良好的低温固化性能。采用空压机和枪头进行喷涂施工,施工简单方便,生产效率高。

5) 喷涂单层厚度大,可达 50~100 μm 每层,100%固体,无化学溶剂,对环境无污染[4]。

6) 应用范围广,可广泛应用于油气管道防腐、焊口防腐、管件和弯管防腐。

Table 1. Coating material parameter data sheet

表 1. 防腐涂料技术参数表

序号	技术特性	数据
1	颜色	棕铝色
2	比重(g/cm^3)	1.45
3	混合比例	基料 87559:固化剂 98550 = 4:1 (体积比)
4	固体体积含量	90% \pm 1%
5	干燥时间	7 小时
6	覆涂间隔	最小 10 小时,最大 6 个月
7	完全固化	7 天
8	涂装方式	喷涂
9	涂膜厚度	湿膜 $\geq 675 \mu\text{m}$,干膜 600~1000 μm
10	混合后使用时间	20 $^{\circ}\text{C}$ 条件下 1.5 小时

3. 施工工艺及注意事项

3.1. 表面处理

钢管在喷涂前必须进行表面喷砂除锈,除去钢管表面油脂和污垢,施工中要求除锈等级达到 Sa2.5 级,并且要求表面无焊瘤、无棱角、无毛刺。喷砂材料采用石榴石,石榴石硬度、含盐量等参数必须符合规范要求,材料技术参数见表 2。

喷砂过程需要注意的技术要点如下:

- 1) 金属基体喷砂前,需要检测动力空气中是否含有油污,将吸油纸缠于管道上,用喷砂嘴对其进行喷扫,检测吸油纸表面情况,若吸油纸无油污及其他污渍,则可进行正常喷砂,否则需要更换动力空气。
- 2) 为保证喷砂表面具有一定锚纹深度,需调节使喷砂枪口处压力至少达到 90 psi。
- 3) 喷砂开始后每 2 小时进行一次露点测试,喷砂的环境温度必须高于露点温度 3 $^{\circ}\text{C}$ 以上。
- 4) 在喷砂过程中,钢管的表面温度不能超过 50 $^{\circ}\text{C}$ 。
- 5) 喷砂过程中至少清除管体相邻防腐层 5 mm 宽,同时向两侧至少打薄 50 mm 宽的防腐层,保证平滑过渡。打薄边界需呈一条直线,将美纹纸按边界缠与管体上。

喷砂完毕后进行检测,主要检测技术参数如下:

- 1) 喷砂处理完毕,对金属基体表面进行粗糙度以及锚纹深度检测,粗糙度达到 Sa2.5,锚纹深度达 50~100 μm (2.0~4.0 mils)为合格。
- 2) 采用盐分测试仪(布雷斯勒法)检测金属基体表面盐浓度含量,低于 20 mg/m^2 为合格,如若不符合

条件, 则使用高压水清除污染物。

3) 对基体表面进行含氯量测试, 残余含氯量不能超过 40 mg/m^2 , 否则使用高压水清除污染物直至达标。

4) 钢管表面基体预处理合格后, 应该在低于 50% 的湿度情况下 2 小时内喷涂底漆。

Table 2. Garnet material parameter data sheet

表 2. 石榴石技术参数表

序号	分析物	结果
化学成分分析		
1	二氧化硅(SiO_2) %	42.1
2	三氧化二铝(Al_2O_3) %	18.9
3	三氧化二铁(Fe_2O_3) %	32.2
4	氧化钙(CaO) %	2.80
5	氧化镁(MgO) %	3.13
6	二氧化钛(TiO_2) %	0.19
其他成分累计值		
7	二氧化碳(CO_2) %	<0.01
8	水溶性氯(Cl) ppm	8
9	水溶性硫酸盐(SO_4) ppm	13
10	碳酸钙(CaCO_3) 二氧化碳(CO_2) %	<0.01
物理性能分析		
1	导电率	31.1 ms/m 在 19.0°C
2	氯化物	8 ppm
3	硬度	8 摩氏硬度
4	含水量	0.30%
5	比重	2.53 g/cm ³

3.2. 喷涂

3.2.1. 喷涂前准备

1) 油漆和漆料应存储在 $4^\circ\text{C}\sim 40^\circ\text{C}$ 的密闭、防晒环境中, 存储时间不超过 18 个月。

2) 将基料与固化剂按 4:1 体积比进行混合并且搅拌均匀, 混合料大于 5 L 时采用电动搅拌以保证混合均匀。

3) 由于混合后进行放热反应, 为降低固化速度, 将混合后漆料放置于冰桶中进行降温。

3.2.2. 喷涂

1) 喷漆干膜厚度为 $600\sim 1000 \mu\text{m}$ 。

2) 漆膜表面应光滑, 颜色一致, 无皱皮、起泡、流挂、漏涂等缺陷。

3) 喷涂时外部环境温度控制在 $20^\circ\text{C}\sim 30^\circ\text{C}$, 温度太高会导致出现流挂现象, 建议夜间施工, 避开高温时段。

3.2.3. 喷涂后检测及补漏

喷涂后要进行漆膜厚度检测、电火花检漏、剥离试验等检测项目, 不合格的要进行补漏处理。

1) 漆膜厚度检测

漆膜厚度必须从表面随机选取 6 个点进行测试, 其中最小厚度值应该满足规范要求。喷漆后检测合格标准为: 湿膜厚度: $\geq 675 \mu\text{m}$; 干膜厚度: $600\sim 1000 \mu\text{m}$ 。

2) 电火花检漏试验

检漏过程中焊道焊口处电火花检漏电压为 2.4 KV, 管体检漏电压为 2.0 KV (由于 2.0 KV 电压未检测出初始端检测破损小孔, 后调至 2.8 KV), 以检测无漏点报警为合格。

3) 剥离试验

剥离试验每月度抽检, 扭矩力值大于 600 lb/in 为合格(09-SAMSS-113)。根据施工实践由于温度影响, 高温会导致扭矩力值偏低, 建议温度较低时间段做剥离试验, 以满足试验要求。

4) 漏点修补

发现喷漆露点时, 补漏时从漏点中心 50 mm 处进行逐渐补喷。小于 1450 mm^2 的防腐损伤采用抹子清理表面, 并用手工补漆的方式修补, 大于 1450 mm^2 补伤需要重新喷漆, 补伤时和已有防腐层的搭接长度为 $10\sim 20 \text{ mm}$ 。

3.3. 喷涂常见质量问题和预防措施

由于缺乏 HBE 防腐相关经验, 施工前期出现的质量问题主要集中在橘皮现象以及干膜厚度不达标两类。根据施工过程中的摸索, 总结出出现质量问题的原因和预防措施如下:

3.3.1. 橘皮现象(Orange Peel)

橘皮现象是指漆膜表面不平整, 呈现凹凸的状态、波纹状, 集中出现在管道底部, 主要原因是操作不当导致局部漆料聚集过多。主要预防措施如下:

1) 喷嘴距金属基体距离 $80 \text{ cm}\sim 100 \text{ cm}$ 为宜, 目前现场做法使用吊管机将相应焊口起吊一定距离, 保证有足够空间进行喷涂。目的是一方面使出自喷嘴的漆料充分雾化后附着于基体, 呈雾化状态, 有助于分散漆料[5], 避免造成局部湿膜堆积。另一方面保证足够的距离使得稀料到达基体的冲击力减弱, 避免对已喷涂的湿膜造成冲击导致局部聚集。

2) 对同一位置喷漆次数不超过三遍, 三遍之后转移相邻其他位置(一遍表示摆动一个来回)。如若多次对同一位置进行喷漆, 使得局部漆膜过厚, 极易产生橘皮现象。

3) 当基体湿膜厚度达到 $850 \mu\text{m}$ 左右时, 可以进行下一道口的喷涂, 三道口作为一个循环, 当第三道口湿膜厚度同样达到 $850 \mu\text{m}$ 时, 返回第一道口再进行 $1\sim 2$ 遍喷涂, 可避免橘皮现象出现。

3.3.2. 干膜厚度

据项目标准要求干膜厚度需达到 $600\sim 1000 \mu\text{m}$ 之间, 通过控制湿膜厚度来保证干膜厚度非常关键。根据施工实践经验, 为使干膜厚度大于 $600 \mu\text{m}$, 需保证湿膜厚度至少为 $850 \mu\text{m}$ 。

4. 结论

经现场试验, HBE 高强度环氧漆涂料适用于埋地管道焊口防腐。根据该涂料的特有性能, 以及对现场操作方式的多次试验, 通过调整喷嘴到金属基体的距离以及现场喷涂方式, 已掌握一套防腐效率高、施工质量好、返修频率低的 HBE 焊口防腐施工方法。

参考文献

- [1] 钱阳. 环保型无溶剂环氧防腐涂料的设计及应用研究[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2015.

- [2] 张跃强, 翁建伟. 厚浆型环氧漆在高水头电站中钢管的应用[J]. 中国水运: 下半月, 2012, 12(10): 261-262.
- [3] 杭剑萍, 张松. 高强度耐磨环氧油漆应用[C]//中国造船工程学会. 全国内河船舶与航运技术学术会议, 2006: 216-218.
- [4] 唐志坚, 周贵成, 张平. 环氧煤沥青(厚浆型)防腐涂料在水下管道工程中的应用[J]. 给水排水, 2003, 29(7): 73-75.
- [5] 周立新, 杨卓如, 叶楚平. 双组分水性环氧涂料固化成膜机理探讨[J]. 电镀与涂饰, 2009, 28(2): 43-45.