

双层结构石油沥青-聚乙烯外防腐技术

王海秋¹ 王凤涛² 1 大庆油田工程有限公司 2 大庆油田采油二厂

摘要: 双层结构石油沥青-聚乙烯外防腐技术是利用具有优良防腐性能的石油沥青, 替代二层PE防腐结构中不具备防腐性能的胶层, 形成内层结构为改性石油沥青防腐层, 外层结构为改性聚乙烯防护层的复合结构。改性沥青防腐层厚度要求至少应达到0.7 mm以上, 改性聚乙烯防护层厚度应达到聚乙烯胶带防腐层的厚度。在挤出石油沥青时要尽量选取较低的挤出温度(即在软化点附近)以避免沥青流淌造成厚度不均。双层结构石油沥青-聚乙烯外防腐管具有双重保护作用, 防腐性能优良, 可节约防腐成本15%。

关键词: 双层结构; 石油沥青; 聚乙烯; 防腐层设计; 挤出成型工艺; 评价

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.11.034

由于材料和结构上的差异, 不同防腐管道在防腐性能、经济性及用途方面均有各自的特点: 三层结构聚乙烯防腐管具有很强的防腐性能和抗冲击性能, 在油田安全性要求高的大口径和天然气管道中得到一定程度的应用^[1], 但其造价很高; 二层结构聚乙烯防腐技术在油田注入管道中应用较多, 由于其不具有三层结构聚乙烯防腐技术的粉末涂料防腐层, 一旦外护层受到破坏则会导致管道迅速腐蚀; 石油沥青(或改性沥青)防腐技术因其价格的优势, 一直应用于油田天然气和注入管道中, 但其外护层为聚氯乙烯工业薄膜缠绕保护, 在有外力作用下工业薄膜极易损坏, 水易透过薄膜的缺陷进入石油沥青防腐层, 因此石油沥青防腐层用于高含水、芦苇、沼泽等地带时其防腐性能呈下降趋势^[2]。

针对油田管道外防腐技术现状研发的双层结构石油沥青-聚乙烯防腐层, 既能够发挥聚乙烯防护层的外保护作用, 又能够发挥石油沥青防腐层的防腐性能, 同时改变了石油沥青防腐层传统的淋涂、浇涂工艺, 使其能够通过挤出工艺成型, 可长效防腐, 且具有优异的经济性能。

1 石油沥青-聚乙烯外防腐层设计

1.1 结构设计

双层结构石油沥青-聚乙烯外防腐技术是利用具有优良防腐性能的石油沥青, 替代二层PE防腐结构中不具备防腐性能的胶层, 形成内层结构为改性石油沥青防腐层, 外层结构为改性聚乙烯防护层的复合结构。

1.2 厚度设计

双层结构石油沥青-聚乙烯防腐层起防腐作用的是内层的改性沥青防腐层, 起保护作用的是外层

的改性聚乙烯防护层。改性沥青防腐层厚度不需要达到传统石油沥青防腐层的厚度, 可以借鉴再生橡胶防腐层和聚乙烯胶带防腐层的厚度要求, 其厚度应至少达到0.7 mm以上。改性聚乙烯防护层亦不需要达到聚乙烯防腐层的厚度, 可以借鉴聚氨酯泡沫夹克的厚度要求, 至少应达到聚乙烯胶带防腐层的厚度。双层结构石油沥青-聚乙烯防腐层厚度要求见表1。

表1 双层结构防腐层厚度要求

钢管公称直径 DN / mm	改性沥青防腐层 最小厚度/mm		改性聚乙烯防护层 最小厚度/mm	
	普通级	加强级	普通级	加强级
$DN \leq 100$	0.7	1.0	0.7	1.0
$100 < DN \leq 250$	1.0	1.3	0.8	1.2
$250 < DN \leq 500$	1.2	1.6	1.2	1.5
$DN \geq 500$	1.5	2.0	1.8	2.0

1.3 成型工艺设计

聚乙烯防护层本身具有较高的强度, 在作为改性石油沥青防腐层的外防护层时, 改性石油沥青防腐层不需要再用玻璃丝布增强, 因而彻底改变了传统的淋涂、浇涂成型工艺。双层结构防腐管成型工艺流程见图1。

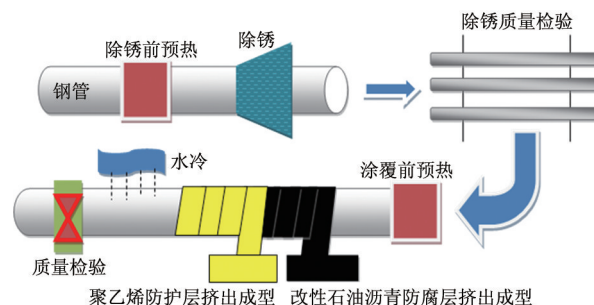


图1 双层结构石油沥青-聚乙烯防腐管成型工艺流程
石油沥青的熔体属于假塑性液体, 随剪切应力



的增加, 表观黏度会下降, 这为石油沥青防腐层通过挤出机挤出提供先决条件。但在 190 °C 时 (聚乙烯塑料的熔融指数测定温度) 石油沥青处于黏流状态, 熔融指数大于 25 g/min, 高密度聚乙烯 5000S 的熔融指数则在 1.5 g/min 左右。在挤出石油沥青时要尽量选取较低的挤出温度 (即在软化点附近) 以避免沥青流淌造成厚度不均。因此, 需要对石油沥青防腐层进行一定的改性, 改性剂可选择橡胶类和热塑性树脂类。除解决石油沥青自身的脆性问题外, 还要提高石油沥青的高温黏度, 以解决由于沥青流淌而造成的防腐层厚度不均和层间剥离的现象。

2 外防腐管成型试验及性能评价

2.1 外防腐管成型试验

双层结构石油沥青-聚乙烯外防腐管成型试验制样步骤:

(1) 钢管。喷砂除锈等级为 Sa 2.5 的碳钢管管, 管道规格为 $\varnothing 76 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$ 。

(2) 钢管涂覆前预热, 温度为 160 °C。

(3) 涂覆改性石油沥青防腐层 (粒状 10[#]石油沥青与改性剂 SBS 预混合后经螺杆挤出机挤出成型)。

(4) 涂覆改性聚乙烯防护层 (高密度聚乙烯与改性剂 SBS 预混合后经螺杆挤出机挤出成型)。

2.2 技术评价

双层结构石油沥青-聚乙烯外防腐管测试指标涵盖防腐层和成管性能指标, 测试结果见表 2。

由表 2 可以看出, 双层结构石油沥青-聚乙烯防腐管成管附着力和抗阴极剥离性能不低于二层结构聚乙烯防腐层要求, 即剥离强度 $\geq 70 \text{ N/cm}$, 抗阴极剥离性能 $\leq 15 \text{ mm}$ 。该产品与传统沥青防腐管道相比, 防腐性能优良, 聚乙烯外防护层坚固耐

表 2 双层结构防腐层性能测试结果

测试指标	改性前石油沥青 指标要求	改性后石油 沥青指标要求	双层结构聚乙烯 指标要求	测试方法	备注
软化点/°C	131	102		GB/T4507	防腐层
针入度 (25 °C, 100 g, 5 s) /mm	0.5	1.1		GB/T4509	防腐层
延度 (25 °C, 5 cm/min) /cm	1.5	3		GB/T4508	防腐层
熔体流动速率 (190 °C, 5 kg) /g · (10 min ⁻¹)		7.6	5	GB/T3682	粘接层
低温脆性/°C		< -20	< -50	GB/T5470	粘接层
拉伸强度/MPa		15.7	17.4	GB/T1410.2	粘接层
断裂伸长率/%		112	634	GB/T1410.2	粘接层
剥离强度/N · cm ⁻¹		73	74	GB/T23257-2009附录 J	成管性能
抗阴极剥离性能 (65 °C, 48 h) /mm		14	13	GB/T23257-2009附录 D	成管性能
适用温度范围/°C	0~80	-20~80	-50~80		

用, 耐热、耐老化、抗拉、抗压, 产品质量稳定。

2.3 经济评价

双层结构石油沥青-聚乙烯外防腐管与二层结构聚乙烯防腐管相比成本低, 节约防腐成本约 15%。同时, 改性石油沥青防腐层通过挤出工艺成型, 改变了石油沥青防腐层传统的浇涂、淋涂工艺, 大大降低了对环境的污染, 具有良好的经济效益和社会效益。

3 结论

(1) 能够挤出成型的双层结构石油沥青-聚乙烯防腐技术既有防腐性能优良的改性石油沥青防腐层, 又有极佳防护效果的聚乙烯防护层, 具有优异的双重防护效果。

(2) 改性石油沥青防腐层与底材具有较好的附着性能, 其剥离强度能够达到 70 N/cm。

(3) 该技术改变了石油沥青防腐层传统的成型工艺, 更加环保, 较二层结构聚乙烯防腐层具有更高的性价比。

参考文献

- [1] 肖冶, 郭志国, 张玥琳. 管道外防腐三层 PE 涂层补口材料的选择[J]. 石油工程建设, 1998 (3): 36-37.
- [2] 陈向新, 李莲. 长输管道外防腐层的选择[J]. 油气储运, 1999, 18 (8): 20-24.

[第一作者简介]王海秋: 高级工程师, 2004 年毕业于大庆石油学院金属材料工程专业, 从事油田管道、设备的防腐技术与设计。

(0459) 5902478、wanghaiqiu@petrochina.com.cn

收稿日期 2015-05-19

(栏目主持 樊韶华)

