

富树脂内衬层对提高玻璃钢管道腐蚀性能的作用

张丽 大庆油田工程有限公司

摘要: 大庆油田已进入三次采油阶段, 新的驱油技术不断涌现, 各种驱油介质的加入使得介质环境越来越复杂, 为此对管道的耐蚀性及抗渗性能提出了新的要求。富树脂内衬层是玻璃钢管道内表面树脂含量较高的内衬层, 其成型工艺是采用连续纤维缠绕与手工铺设的复合结构。对富树脂内衬层的玻璃钢管内表面和截面进行了电镜扫描测试, 从扫描测试结果可以看出, 管道内表面有一层完整、均匀的富树脂层, 树脂致密并将纤维完全包裹起来, 减少了贫胶现象, 可有效阻挡介质向基体区和界面区的渗入, 提高管道的防腐和防渗效果。

关键词: 玻璃钢管道; 富树脂内衬层; 腐蚀机理; 结构特点; 模拟试验

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.10.044

玻璃钢管道具有优良的耐蚀性, 其内壁光滑, 输送能耗及安装维护费用低, 具有较好的绝缘性能, 不需阴极保护, 使用寿命长, 综合经济效益好, 对输送介质无二次污染, 被广泛应用于石油及化工行业的介质输送。目前大庆油田已进入三次采油阶段, 新的驱油技术不断涌现, 各种驱油介质的加入使介质环境越来越复杂, 介质的分子半径越来越小, 工艺条件也越来越严苛, 为此对管道的耐蚀性及抗渗性能提出了新的要求, 以保证管道的产品质量, 确保油田经济高效开发和产能建设工程的安全生产。

1 玻璃钢的腐蚀机理

玻璃钢是一种多相结构材料, 其腐蚀因素主要取决于组分材料的固有特性, 并且和界面特性也密切相关。介质对玻璃钢的腐蚀主要有两种情况: ①玻璃钢管道内表面吸附了介质分子, 介质分子向玻璃钢基体渗透、扩散, 使树脂基体产生化学降解和机械降解; ②树脂与介质不发生反应, 而是介质分子渗入玻璃钢内部, 破坏树脂基体的次价键, 与介质发生溶剂化作用出现溶胀和溶解, 特别是在应力(外加应力或内部应力)和介质的共同作用下, 树脂还会出现银纹, 并且进一步生长成裂纹, 直至发生脆性断裂。

2 玻璃钢管道的结构特点及性能

2.1 结构特点

目前油田在用的玻璃钢管道主要由树脂和纤维两种材质构成, 其中基体树脂的作用是将纤维紧密包裹黏合在一起, 在纤维间传递载荷, 并使载荷均衡分布, 同时阻挡介质对纤维结构层的腐蚀与渗

入, 其耐蚀性及耐热特性直接影响玻璃钢管道的性能。玻璃纤维起到了支撑骨架及承载内外载荷压力的作用, 其成型工艺是将预浸环氧基体树脂的纤维束按照一定的铺层设计连续缠绕到芯模上, 并进行加热固化修整脱模。这种成型工艺生产的玻璃钢管道只有两层结构, 即结构层和外护层。

玻璃钢管道的结构层采用等强度设计, 即从内至外采用连续纤维缠绕。在缠绕过程中, 因缠绕力的作用管道外表面无外力阻挡, 树脂会自然存留结构层外表, 树脂在不饱和官能团作用下发生固化, 形成富树脂层并起到外层保护的作用, 即外护层。而内表面由于芯模的阻挡, 树脂因缠绕力的作用, 多余的树脂会流出, 无法在管道内表面形成均匀连续的富树脂层, 管体内表面容易出现贫胶现象。

2.2 内表面微观形貌分析

从玻璃钢管道内表面扫描电镜测试结果可以看出, 无内衬富树脂层的玻璃钢管道内表面(30×30 mm)有13个缺陷点, 每个缺陷处的玻璃纤维完全裸露。在输送介质的过程中, 纤维直接与介质接触, 腐蚀介质便从缺陷处渗入至树脂与纤维间的界面区和纤维的毛细孔中, 使树脂-纤维的黏结力下降而引起分离, 并在树脂与纤维黏结不充分处形成渗透压, 介质便以毛细方式急速渗透到界面的孔隙中, 加速了界面的脱黏剥离。

2.3 富树脂内衬层的作用

富树脂内衬层是玻璃钢管道内表面树脂含量较高的内衬层, 其成型工艺是采用连续纤维缠绕与手工铺设的复合结构, 在芯模表面铺设一层预浸树脂的玻璃纤维/聚酯毡带或玻璃纤维布, 形成厚度为0.2~0.5 mm的富树脂内衬层, 然后将预浸环氧基体



树脂的纤维束按照一定的铺层设计连续缠绕到内衬层上, 并进行加热固化修整脱模, 形成富树脂内衬层的玻璃钢管。

对富树脂内衬层的玻璃钢管内表面和截面进行了电镜扫描测试, 见图1。由图1可以看出, 管道内表面有一层完整、均匀的富树脂层, 树脂致密并将纤维完全包裹起来, 减少了贫胶现象, 可有效阻挡腐蚀性介质渗入树脂基体内部引起玻璃钢的溶胀, 降低介质中小分子通过树脂层表面渗透到玻璃纤维的速度, 提高管道对介质的防腐性能。

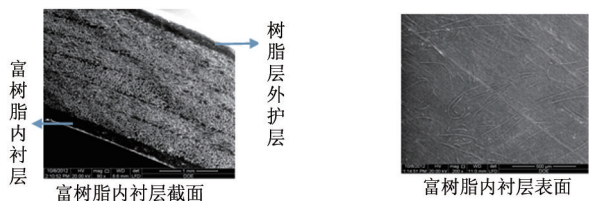


图1 富树脂内衬层电镜扫描测试

2.4 性能分析

(1) 树脂含量和巴氏硬度。对两种成型工艺生产的玻璃钢管道树脂含量和内表面巴氏硬度进行测试, 见表1。由测试结果可以看出, 由于管道内壁富树脂层的增加, 使得玻璃钢管道内表面巴氏硬度大幅度下降, 树脂含量有了较大的增加。

(2) 腐蚀模拟试验。对两种成型工艺的玻璃钢管道, 在碱含量分别为850、425 mg/L的三元介质中, 进行了同等试验条件的腐蚀模拟试验, 见表

2。由表2可以看出, 有富树脂内衬层的玻璃钢管道的失效时间远超过没有富树脂内衬层的玻璃钢管道。由此可见, 富树脂内衬层可以有效阻挡介质向基体区和界面区的渗入, 提高了管道对介质的耐蚀性; 树脂对纤维的有效包裹, 提高了管道的防腐和防渗效果。

表1 玻璃钢管道树脂含量及巴氏硬度对比

无内衬层玻璃钢管道		有内衬层玻璃钢管道	
树脂含量/%	内表面巴氏硬度	树脂含量/%	内表面巴氏硬度
25~27	72~81	32~37	45~60

表2 不同碱含量三元介质中的腐蚀模拟试验数据

试样编号	碱含量/ mg · L ⁻¹	模拟试验 时间/h	失效 部位	管道类型
1	850	503	管体	无富树脂内衬层
2	850	4152	未渗漏	有1 mm富树脂内衬层
3	425	1589	管体	有1 mm富树脂内衬层
4	425	648	管体	无富树脂内衬层

3 结论及建议

(1) 富树脂内衬层可以有效阻挡介质对管材的渗透和浸蚀, 提高了管道输送油田介质的使用效果和寿命。

(2) 建议石油化工行业的玻璃钢管道采用内衬富树脂层, 以提高管道的使用寿命。

收稿日期 2015-04-22

(栏目主持 樊韶华)

(上接第108页)

2.2.2 连续加药

在脉冲加药间歇时连续投加不同浓度的BC-2001型杀菌剂, 其试验数据对比见表1。由表1可知, 当脉冲投加200 mg/L BC-2004杀菌剂24 h, 加药周期8 d, 加药间歇时连续投加BC-2001杀菌剂15 mg/L时, 细菌含量满足大庆油田注水指标, 且加药成本最低。

表1 脉冲与连续加药相结合方法的试验数据

连续加药 浓度/ mg · L ⁻¹	连续加药 时间/ d	脉冲加药 周期/ d	日投 药量/ mg · L ⁻¹	药剂 费用/ 元 · 立方米 ⁻¹
30	11	12	44.2	0.419
25	9	10	42.5	0.403
20	7	8	42.5	0.403
15	7	8	38.1	0.361
10	5	6	41.7	0.395

3 结论

(1) BC-2001型杀菌剂在低浓度下能较好地控

制细菌, 适宜低剂量连续投加; BC-2004型杀菌剂具有杀菌速度快的特点, 适宜脉冲投加。

(2) 杀菌剂交替投加机制: 脉冲投加200 mg/L BC-2004杀菌剂24 h, 脉冲加药周期8 d, 脉冲加药间歇时连续投加BC-2001杀菌剂15 mg/L。采用脉冲与连续加药相结合的方式, 药剂费用仅为0.361元/立方米。

参考文献

[1] 聂臻, 李秀伦, 姚占力, 等. SJ-10新型油田注水用杀菌剂的研究[J]. 石油与天然气化工, 2000, 29 (2): 83-85.

[作者简介] 刘威: 工程师, 2012年毕业于吉林大学高分子化学与物理专业, 从事油田化学剂研究和应用工作。

(0459)5903868、liuwei_dqdod@petrochina.com.cn

收稿日期 2015-01-30

(栏目主持 樊韶华)

