

## 临盘油田油井缓蚀剂的筛选和评价

陈莉<sup>1</sup>, 刘巍<sup>2</sup>, 李忠<sup>3</sup>, 戴彩丽<sup>2</sup>

(1. 胜利油田临盘采油厂工艺所, 东营 257061; 2. 中国石油大学(华东)石油工程学院油田化学系, 东营 257061;  
3. 孤岛采油厂技术质量安全监督中心 东营 257061)

**摘 要:** 临盘油田含油层系多, 油水关系复杂, 地层水矿化度高(40 000~60 000 mg/L)且呈弱酸性, 地层温度高(~110 ℃), 给油田生产设备造成了严重腐蚀。针对临盘油田的实际情况, 通过静态挂片法和电化学法对现场使用较好的 SLP-4、BS-X、IMC-30-Q' 等几种缓蚀剂进行了室内筛选和评价。试验结果表明 BS-X 型缓蚀剂是一种适合临盘油田油层条件的缓蚀剂; 当 BS-X 缓蚀剂的浓度为 20 mg/L 时缓蚀率达 91.9%。

**关键词:** 缓蚀剂; 油井; 筛选; 评价

中图分类号: TG174.42

文献标识码: A

文章编号: 1005-748X(2008)12-0774-02

### Selection and Evaluation of Corrosion Inhibitors Used for Oil Wells in Linpan Oilfield

CHEN Li<sup>1</sup>, LIU Wei<sup>2</sup>, LI Zhong<sup>3</sup>, DAI Cai-li<sup>2</sup>

(1. Linpan Oil Production Company of Shengli Oilfield, Dongying 257061, China;  
2. China University of Petroleum, Dongying 257061, China;  
3. Gudao Oil Production Company of Shengli Oilfield, Dongying 257061, China)

**Abstract:** Linpan oilfield has series of oil-bearing strata, complex relationship between oil and water, high mineralization degree and weak acidic formation water, high formation temperature. All these factors caused several corrosion of oilfield facilities. Aimed at the actual situation of Linpan oilfield, several kinds of corrosion inhibitors (SLP-4, BS-X, IMC-30-Q') have been screened and evaluated by static coupon corrosion test and electrochemical method. Experimental results showed that BS-X inhibitor was suitable to Linpan oilfield. When the concentration was 20 mg/L, the BS-X inhibitor efficiency reached 91.9%.

**Key words:** corrosion inhibitor; oil well; screen; evaluation

## 0 引 言

临盘油田 1992 年投入开发, 1994 年开始注水后, 水处理设备、油井管柱、混输管线及其设备腐蚀问题逐渐暴露。临盘油田含油层系多, 油水关系复杂, 地层水矿化度高(40 000~60 000 mg/L)且呈弱酸性, 为强腐蚀性介质, 井温高达 110 ℃。现场挂片测试, 2005 年临南联合站来水平均腐蚀率为 1.752 6 mm/a, 超行业标准 23 倍, 个别月份高达 4.696 3 mm/a, 超行业标准 61 倍。

由于油水井油、套管腐蚀十分严重, 2001 年, 临盘油田注入水质改性后, 注水井腐蚀问题基本解决, 但油井腐蚀随产出液含水的上升越来越严重。截止 2005 年底, 临盘油田油井总数 203 口, 套损油井共计 76 口, 占油井总数的 37.4%。2005 年临盘油田

套管腐蚀破损油井共 11 口, 影响当年产油量 4293 t, 影响当年自然递减率 1.83%。

逐年增加的套损井数, 带来了作业及大修工作量的大量增加, 造成大批治理资金的被迫投入。极大地影响经济效益的提高<sup>[1,2]</sup>。针对临盘油田的实际情况, 对现场使用较好的 SLP-4、BS-X、IMC-30-Q 等几种缓蚀剂进行了室内筛选和评价。

## 1 试验方法

### 1.1 仪器和药品

恒温水浴(精度±1 ℃); 分析天平(感量 0.1 mg); 游标卡尺(精度 0.02 mm); N80 钢片(规格 76 mm×13 mm×1.5 mm); M398 型电化学腐蚀测试系统(美国普林斯顿); 磁力搅拌器。

缓蚀剂: SLP-4(胜利化工); BS-X(季胺盐型, 博兴宝山化工有限公司); IMC-30-Q(沈阳中科)。

盐酸洗液(质量分数为 10% 盐酸+1% 六亚甲

收稿日期: 2007-11-22; 修订日期: 2007-12-26

基四胺);无水乙醇(分析纯);丙酮(分析纯);盐酸(分析纯);氢氧化钠(分析纯)。

腐蚀介质:临南油田油井产出水。

## 1.2 试验方法与步骤

(1) 静态挂片法 将已称量的 N80 钢片分别挂入已加和未加缓蚀剂的试验介质中,根据中华人民共和国石油天然气行业标准 SY/T 5273—2000《油田采出水用缓蚀剂性能评价方法》进行试验。

(2) 电化学评价法 试验过程中电解池用氮气保护,将缓蚀剂溶液按设计质量浓度用移液管加入电解池中,同时将工作电极、辅助电极和参比电极装入电解池中。将电解池置于已恒温的水浴中,同时用磁力搅拌器搅拌。采用动电位扫描法,扫描幅度为 $\pm 150$  mV,扫描速度为 $0.166$  mV/s,延迟时间为 $60$  s。测量、计算的数据按 GB/T 8170 中的有关规定进行。

## 2 结果和讨论

### 2.1 静态挂片法结果

对缓蚀剂 BS-X、IMC-30-Q'、SLP-4 进行缓蚀试验,平均腐蚀速率和缓蚀率随加药浓度的变化如图 1、图 2、图 3 所示。试验温度条件为 $90^{\circ}\text{C}$ 。

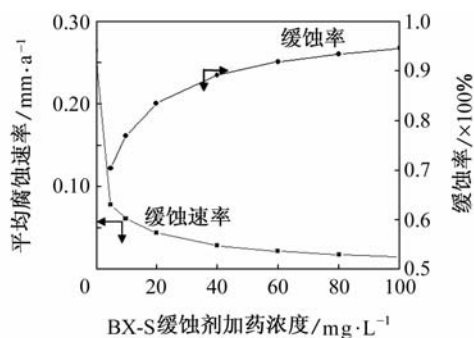


图 1 BS-X 缓蚀剂缓蚀效果

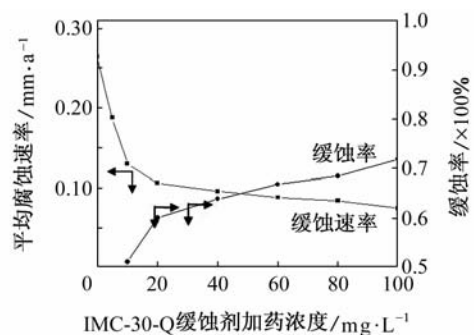


图 2 IMC-30-Q' 缓蚀剂缓蚀效果

图 1 表明,BS-X 缓蚀剂具有良好的缓蚀性能,加量为 $5$  mg/L 时,平均腐蚀速率即可降到 $0.0783$

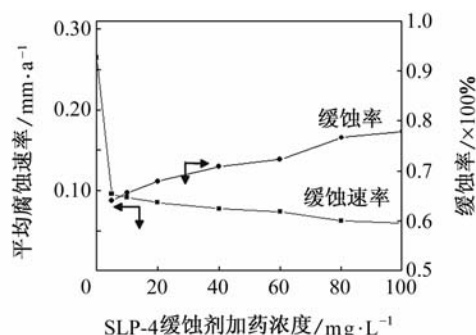


图 3 SLP-4 缓蚀剂缓蚀效果

mm/a,缓蚀率为 $70.4\%$ ,加量达到 $100$  mg/L 时,平均腐蚀速率即可降到 $0.0143$  mm/a,缓蚀率为 $94.63\%$ 。

图 2 表明,缓蚀剂 IMC-30-Q' 在临盘油田水质条件下,缓蚀性能一般,加量 $100$  mg/L 时,平均腐蚀速率可降到 $0.0745$  mm/a,缓蚀率为 $71.82\%$ 。

图 3 可见,缓蚀剂 SLP-4 在临盘水质条件下具有较好的缓蚀性能。加药浓度为 $60$  mg/L 时,平均腐蚀速率降到 $0.0732$  mm/a,缓蚀率为 $72.3\%$ 。

综上所述,在所评价的三种缓蚀剂中,BS-X 的缓蚀效果最好。

### 2.2 电化学法结果

对筛选出的缓蚀剂 BS-X 进行了电化学评价。当缓蚀剂 BS-X 的浓度为 $5$  mg/L 和 $60$  mg/L 时的电化学极化曲线见图 4。

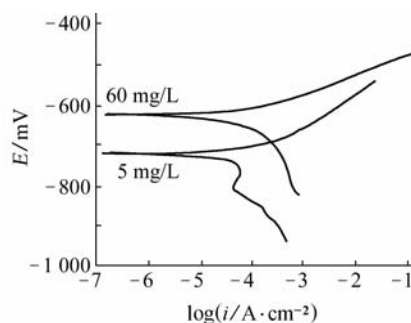


图 4 BS-X 缓蚀剂浓度为 $5$  mg/L 和 $60$  mg/L 时极化曲线

其它由试验结果得到的电化学参数见表 1。

从图 4 中可以看出,缓蚀剂 BS-X 的作用特征为:在使用浓度较低时(如 $5$  mg/L、 $10$  mg/L),缓蚀剂对腐蚀的阴极过程有较强的抑制作用,体系自然腐蚀电位发生负移,缓蚀作用类型为阴极型;随着缓蚀剂使用浓度的增加,体系自然腐蚀电位变为正移,表现为对腐蚀的阳极过程有较强的抑制作用,缓蚀作用类型变为阳极型,说明该缓蚀剂的缓蚀作用类型为混合型。缓蚀剂的添加量为 $20$  mg/L 时体系

(下转第 784 页)

## 5 混凝土外涂层技术

涂层由于施工方便,适用性广,并随着现代科技的发展不断进步,因此涂料涂装是应用最为广泛的防腐蚀保护技术。

(1) 渗透型(硅烷、硅氧烷、有机硅树脂等) 这种工艺实际上是对混凝土表面进行憎水处理,从而使得液态水及其溶解的腐蚀性离子无法渗透进入混凝土内部。其优点是硅烷和硅氧烷可以穿透基材并在其中形成几毫米深的保护性防水层,使混凝土表面具有优异的防水性能,并有很好的透气性。其缺点是因其表面憎水层不影响孔隙和毛细管的水气穿透性,对防止混凝土碳化没有帮助。其实际应用效果与使用的产品质量及其施工过程控制有关,在海洋环境的长期保护效果尚待观察。

(2) 封闭型(硅酸盐(酯)、氟化硅等) 理论上是通过封闭剂与混凝土中的成分反应,利用其封闭产物堵塞混凝土表面的毛细孔,但实践证明保护效果甚微。

(3) 水泥基覆层(聚合物改性水泥、结晶材料等) 主要是聚合物改性水泥砂浆,以往通常起装饰作用,也有一定防护效果。最新的产品声称加入“晶体生长材料”,可迁移到基材的微孔中,然后结晶,从而堵住微孔,但真正防腐蚀保护效果尚待验证。

(4) 有机防腐蚀涂层(环氧、聚氨酯、氯化橡胶

等) 这类涂层具有施工简单、效果可靠、价格适中等优点。混凝土防腐蚀涂层应具有良好的抗渗透性、高的附着力、良好的耐碱性、良好的耐大气老化性、长期可靠的防腐使用寿命、良好的施工性能、对海洋环境不产生污染、适中的价格、高的性价比。目前应用的混凝土防腐涂料主要是从钢结构防腐涂料借鉴而来,其优点在于配套体系经过在钢结构防腐领域的长期实际应用,发展较为成熟,效果可靠。根据涂层特性,分为刚性涂层和弹性涂层两种体系。刚性涂层体系一般的配套方案为光照部位采用环氧封闭底漆、环氧中间漆和抗紫外线面漆,无光照部位采用环氧封闭底漆、环氧或聚氨酯煤沥青涂料。这些都是经长期工程实践的成熟体系,价位适中,施工方便。由于混凝土结构在长期使用后会产生裂纹,或者原有裂纹会扩展变大,因此其上的弹性涂层体系保护涂层也就随着产生开裂,为保证涂层的完整性,必须定期进行局部的修补。

近年来,一种新型的弹性聚氨酯抗开裂涂层体系逐渐得到发展和应用。其最先应用于功能性地坪,其断裂延伸率可达 50%~100%,抗基材开裂,行走舒适。因为地坪涂料和混凝土构件防腐涂料基材性质相近,所以该涂料的转移应用十分方便。随着市场的发展成熟而降低成本以后,该技术将成为沿海混凝土结构防腐的理想手段。

(上接第 775 页)

表 1 添加缓蚀剂 BS-X 前后的极化曲线电化学参数

BS-X 浓度 mg/L	自然腐蚀电位 mV	腐蚀电流密度 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	缓蚀率 %
0	-704.2	121.6	—
5	-719.2	19.7	83.8
10	-685.0	13.6	88.9
20	-651.9	9.8	91.9
40	-637.8	7.1	94.2
60	-620.3	5.4	95.6

的腐蚀电流密度由  $121.6 \mu\text{A}/\text{cm}^2$  降到了  $9.8 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ ,缓蚀率 91.9%。

从表 1 可以看出,添加缓蚀剂后,腐蚀电流密度明显减少,表明缓蚀剂对油井产出水的腐蚀具有较好的抑制作用。

## 3 结 论

(1) 静态挂片试验的三种缓蚀剂 BS-X、IMC-

30-Q 和 SLP-4 中,BS-X 的缓蚀效果最好。

(2) 使用浓度较低时,BS-X 缓蚀剂对腐蚀的阴极过程有较强的抑制作用,随着缓蚀剂使用浓度的增加,表现为对腐蚀的阳极过程有较强的抑制作用,该缓蚀剂的缓蚀作用类型为混合型。

(3) 缓蚀剂 BS-X 的添加量为 20 mg/L 左右时,缓蚀率达到了 91.9%,对临盘油田 N80 钢在油井产出水中的腐蚀起到了很好的抑制作用。

## 参考文献:

- [1] 胡鹏飞,文九巴,李全安. 国内外油气管道腐蚀与防护技术研究现状及进展[J]. 河南科技大学学报. 2003, 24(2):100.
- [2] 吴明菊.  $\text{CO}_2$  驱三次采油地面系统的腐蚀研究与治理[J]. 油气田地面工程,2004,23(1):16.