

# HZ 缓蚀阻垢剂的研制与应用

王胜利 杜清珍 林春庆 谭哲峰 王兆凤 刘怀庆

(中国石油华北油田分公司,河北任丘 062552)

**摘要** 针对 j22、j58 断块由于腐蚀结垢严重影响油田正常生产的问题,分析了油井采出水及垢物成分,弄清了油井腐蚀结垢的原因和类型。在此基础上,通过室内筛选、配伍等试验,研制出 HZ 缓蚀阻垢剂。通过现场应用,缓蚀率达 80%,阻垢率达 95% 以上,具有较好的缓蚀阻垢效果。

**关键词** 油井 腐蚀 结垢 缓蚀阻垢剂 研制

**作者简介** 王胜利,1972 年生。1993 年毕业于华北石油学校,现在采油工艺研究院工作。

随着油田的深度开发,原油含水逐年上升,目前华北油田各采油厂部分油井含水高达 70% 以上。由于含水增加,使得腐蚀结垢现象日益突出,尤其是 j22、j58 断块,由于腐蚀、结垢严重,造成抽油杆、管经常发生断脱、腐蚀穿孔,导致检泵频繁,增加生产成本,影响正常生产。如 j25 井仅生产半年新油管就被腐蚀至大面积穿孔,致使该井无法正常生产; j27 井生产仅 3 个月,蚀坑深度达 1.1mm,结垢厚度 1.3mm 左右,垢下腐蚀更为严重。为解决生产中存在的这一问题,有针对性地开展了油井防腐防垢技术的研究工作。

## 一、油井腐蚀结垢原因分析

1. 产出水分析 为了分析 j22、j58 断块油井腐蚀结垢的原因,取现场采出水样进行分析,见表 1。

表 1 油井产出水水质分析结果

单位:mg/L

井号	矿化度	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	总铁	SRB	TGB
								/个·mL <sup>-1</sup>	
j5	8800	110	9.5	4449	278	798	1.5	100	0
j27	7100	254	17	3651	279	503	1.0	100	0
Y35	4600	195	8.2	2222	280	424	0.5	100	100
j13	23 000	219	38	12 828	127	1528	1.0	0	0
j15	19 000	149	33	10 108	113	1505	0.7	0	0

由表 1 说明:该断块油井采出水中具有较高矿化度和高浓度的成垢离子,这就具备了腐蚀结垢的潜在因素,一旦环境条件发生改变,就有可能腐蚀和结垢。在原油从地层到地面的开采过程中,温度、压力是逐渐下降的,再加上抽油泵的抽汲作用造成原油脱气,破坏了水中离子原有的平衡,因此,井筒下

部的油管、抽油杆等设备腐蚀、结垢较严重。

2. 垢物分析 j27 井既有腐蚀又有结垢,垢物质地硬,呈层叠状,现场取样时为黑色,放置干后,红色、白色、黑色交织在一起,有弱磁性,加 1:1 盐酸后,有大量气泡产生并有强烈的 H<sub>2</sub>S 气味,垢物全部溶解,表面漂浮一层黑色物质,说明垢中含有一定量的有机物,垢的主要成分为 FeS、CaCO<sub>3</sub> 和 MgCO<sub>3</sub> 等,腐蚀主要为细菌腐蚀和电化学腐蚀等。这与现场实际情况相吻合。

基于上述腐蚀、结垢的原因,开展了油井防腐防垢的室内研究工作。

## 二、室内试验

### 1. 缓蚀剂的筛选

(1) 试验方法。采用静态挂片法即将符合 SY5273 中试片尺寸及表面状况要求的 N-80 钢片称重,挂入盛有 1000mL 油井新鲜采出水的细口瓶中,加入 10mL 的除氧剂,在 70℃ 的烘箱中,恒温放置 6~7d,测其腐蚀速率和缓蚀率

$$F = 8.76 \times 10^4 \Delta G / (t \rho s)$$

$$R = (\Delta G_1 - \Delta G_2) / \Delta G_1$$

式中,  $F$  为腐蚀速率 mm/a;  $R$  为缓蚀率,%;  $\Delta G$  为钢片失重, g;  $t$  为测试时间, h;  $\rho$  为钢片面密度, g/cm<sup>2</sup>;  $s$  为钢片表面积, cm<sup>2</sup>;  $\Delta G_1$  为空白挂片失重, g;  $\Delta G_2$  为加药后挂片失重, g。

(2) 缓蚀剂的筛选。在大量室内试验的基础上,选出了 2 种效果较好的缓蚀剂,在 100mg/L 的浓度下,对不同井的采出水进行了缓蚀效果测定,结果见表 2。

表2 不同缓蚀剂的缓蚀效果对比

药剂	F/mm·a <sup>-1</sup>	井号				
		j5	j27	Y35	j13	j15
空白	F/mm·a <sup>-1</sup>	0.0232	0.0221	0.0230	0.0407	0.0484
H-1	F/mm·a <sup>-1</sup>	0.0068	0.0061	0.0082	0.0062	0.0097
	R/%	70.7	72.9	66.7	84.8	79.9
H-2	F/mm·a <sup>-1</sup>	0.0041	0.0036	0.0065	0.0055	0.0093
	R/%	82.6	88.4	70.3	86.5	80.8

由表2可知同种缓蚀剂对于不同油井的情况,其缓蚀效果不同。其中H-2缓蚀效果优于H-1,缓蚀率均达到70%以上。因此,以下试验均选择了H-2进行性能考察。

2. 阻垢剂的筛选 试验方法见SY/TS673/1993。在大量室内试验的基础上选取了2种效果较好的阻垢剂。为了使所选阻垢剂具有较强的针对性,选取不同油井的水样对这2种阻垢剂在70℃、10mg/L的条件下进行了筛选,结果见表3。

表3 不同阻垢剂的阻垢率对比

药剂	不同井号、不同时间							
	j5		j25		j27		Y35	
	1d	3d	1d	3d	1d	3d	1d	3d
Z-1阻垢率/%	100	99	100	100	90	86	95	94
Z-2阻垢率/%	99	96	100	100	100	96	90	86

由表3可知,Z-1、Z-2在10mg/L的浓度下,对不同井均具有良好的阻垢效果,且放置3d后效果变化不大,说明其热稳定性较好。考虑其成本,在以后的试验中只选择了Z-1。考虑到浓度的影响,又选用j27井的采出水在70℃测定不同浓度Z-1、Z-2的阻垢率,结果见表4。

表4 浓度对阻垢效果的影响

药剂	Z-1			Z-2		
	浓度/mg·L <sup>-1</sup>	阻垢率/%	阻垢率/%	浓度/mg·L <sup>-1</sup>	阻垢率/%	阻垢率/%
	8	10	12	8	10	12
	94	100	98	88	99	100

由表4可知,在一定范围内阻垢率与加药浓度呈线性关系。

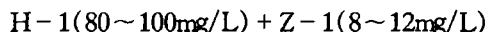
3. 缓蚀阻垢性能的配伍性 将选出的效果较好的缓蚀剂H-2在不同浓度下与10mg/L的Z-1复配,利用j27井的采出水测其阻垢率和缓蚀效果,结果见表5。

表5 缓蚀阻垢性能配伍试验

H-2用量/mg·L <sup>-1</sup>	阻垢率/%	F/mm·a <sup>-1</sup>	R/%
0	0	0.0232	—
80	95	0.0049	79.7
90	94	0.0047	80.5
100	95	0.0041	82.8

由表5可知,2种药剂复配后,随H-2用量的增加,阻垢率变化不大,缓蚀率有所增加,说明2种药剂具有较好的配伍性。

在上述室内试验数据的基础上确定了HZ缓蚀阻垢剂的配方为:



4. 与破乳剂、清防蜡剂的配伍性 为验证所选的HZ缓蚀阻垢剂对原油脱水和并筒清防蜡是否影响,选用生产单位现用的破乳剂和清防蜡剂进行了配伍性试验,结果见表6。

表6 缓蚀阻垢剂与破乳剂、清防蜡剂的配伍性

观察时间/min	空白油样脱水/mL	加破乳剂脱水/mL	加破乳剂缓阻脱水/mL	防蜡剂+0.3g白蜡	防蜡剂+缓阻剂
10	11	16	16	未溶	少许溶解
20	13	19	20	未溶	部分溶解
30	15	20	20.5	少许溶解	部分溶解
40	16	20	21	少部分溶解	全部溶解
60	17	20.5	21	部分溶解	—

表6说明,缓蚀阻垢剂对原油破乳和清防蜡没有负面效应,相反由于缓蚀阻垢剂中含有一定量的有机活性成分,在某种程度上,对原油破乳和清防蜡具有协同效应,起到了促进作用。因此,缓蚀阻垢剂与破乳剂、清防蜡剂具有较好的配伍性。

### 三、现场试验

该技术在j22和j58断块采用油套环空间歇注入的加药方式进行5口井现场试验,取得了显著的效果,试验见效率为100%。从检泵情况分析,现场试验油井加药前平均检泵周期为107d,加药后,截至2001年6月底,5口井平均连续生产370d未因腐蚀结垢而检泵;室内分析表明,试验井的腐蚀速率都得到了明显控制,加药前静态腐蚀速率平均达0.0315mm/a,加药后普遍下降到0.0060mm/a以下,总铁离子浓度由加药前的1mg/L左右下降到加药后的0.1mg/L左右,平均缓蚀率达到80%;加药后钙离子明显上升,阻垢率平均达95%以上。说明HZ缓蚀阻垢剂具有较好的缓蚀效果和抑制油井产出水结垢的能力。如j27井,该井加药前平均检泵周期为86d。于2000年10月加入HZ缓蚀阻垢剂,至2001年6月底,该井正常生产已达320d未进行任何检泵,并继续生产。室内对产出液进行静态挂片测试,腐蚀速率由加药前0.0226mm/a平均降至加药后的0.0046mm/a,平均缓蚀率为80%;铁离子浓度由加药前的1mg/L平均下降至加药后的0.1mg/L,钙离子由加药前的216mg/L平均上升至加药后的

# 非常规压裂水井增注技术

高印军 赵晓 宋友贵 赵明 余忠

牛增前

(大港油田公司勘探开发技术研究中心,天津大港 300280) (大港油田集团公司钻采工艺研究院,天津大港 300280)

**摘要** 针对常规水井压裂理论在实际应用中施工周期长、强度大、成本高、容易形成水窜和二次污染等问题,研究了注水井非常规压裂增注技术。模拟计算出非常规压裂的造缝长度,对6口井进行了试验,取得了明显的效果,为提高注水井注入效果提供了一项实用有效的技术。

**主题词** 注水井 (非常规压裂) 波及系数 (造缝长度)

**作者简介** 高印军,1970年生。1992年毕业于长春地质学院应用地球物理系,现从事油田开发研究工作,工程师。

## 一、问题的提出

1. 常规压裂存在的问题 常规压裂即用支撑剂支撑产生长、宽裂缝,并使裂缝始终处于张开状态,其成功与否,受地应力方向、支撑剂的合理分布等因素的影响,且在难以确定裂缝方位是否有利的情况下,长裂缝有可能因注入水指进而降低波及面积。因此常规压裂在提高波及面积、减小二次损害方面存在一定的不完善性,施工中存在问题:

(1) 施工周期长、强度大、成本高。常规施工必需更换井口,起下井内管柱,并用大量的前置液和携砂液将支撑剂带入地层,工作量大、占井时间长。

(2) 用高粘度冻胶携砂施工要满足支撑裂缝并达到加砂的目的,必须以提高裂缝长度来完成。但从提高波及系数减少水窜方面考虑,裂缝长度和受地应力影响的裂缝方位都应严格加以控制。

(3) 常规压裂裂缝的导流能力是有限的,同时对于水井而言,压裂液产生的残渣会对支撑带和地层造成永久伤害。

(4) 常规压裂工艺不能满足长期有效注水要求。

2. 非常规压裂及其特点 非常规压裂水井增注技术,是在注入压力达到地层破裂压力的基础上,使地层形成1条微小裂缝,利用注水压力使微裂缝保持张开状态,满足注入水在较大的渗滤面积下注入地层,可以提高波及系数。针对不同地层,可以确定支撑剂的使用与否。对破裂压力较高地层,为了在注水过程中容易撑开裂缝,施工时可使用少量的支撑剂铺置在缝口处,可减小注水的启动压力。压裂介质采用不稠化的清水、清洗液防膨液,这样既避免了长裂缝易造成水的指进,又消除了对储层的堵塞,避免了压裂造成的二次伤害,对有效注水起到了积

230mg/L,阻垢率达到100%。

## 四、结论

1. HZ缓蚀阻垢剂使用成本低,稳定性好,与破乳剂、清防蜡剂等具有较好的配伍性,不污染地层。

2. 对j22、j58断块油井适应性强。具有防腐防垢双重功能,经现场试验,缓蚀率 $\geq 80\%$ ,阻垢率 $\geq 95\%$ 。

3. 该技术现场应用工艺简单,具有延长检泵周期、减少作业投资、提高油井生产时率作用,同时具有较好的经济效益和社会效益。

4. HZ缓蚀阻垢剂适用于以SRB、电化学等引起的腐蚀及由碳酸盐等酸溶盐造成结垢的油井。

## 参 考 文 献

- 1 穆建帮,张锡波,范靖,林文兴,徐桂宏,张连社. GS-1油井缓蚀剂的研究与应用. 油气采收率技术, 2000, 7(2): 58~60
- 2 王用民. 油井井口加药泵. 华北石油设计, 1990, (2): 20~27
- 3 李化民, 苏显举, 马文铁, 王思长, 刘芬芝. 油田含油污水处理. 北京: 石油工业出版社, 1992-03
- 4 陈家坚, 高洪雷, 曹殿珍. 含二氧化碳的油气井用缓蚀剂的研究. 华北石油设计, 1988, (1): 11~18

(收稿日期 2001-07-18)

[编辑 郑秀娟]

low-damage acid fluid system for using acidizing Bingu14-Ceping1 Well is developed. The "Multiple Injection and Retarded, Acid and Diverting Acid" program is carried out in acidizing treatment. The design parameter was optimized and designed. The effect was evaluated.

**Subject heading** horizontal well matrix acidizing long date corrosion inhibitor retarded acid temporary plugging agent

#### **COMBINATION PLUG REMOVAL TECHNOLOGY ABOUT $\text{ClO}_2$**

by Wei Yuejin, Hao Mingquan, et al (No.3 Production Plant, Huabei Oilfield Co.)

**Abstract** The laboratory evaluate and apply area about  $\text{ClO}_2$  was introduced, and the field construct effect was analyzed. The  $\text{ClO}_2$  agent can make polymer and bacterium oxidation and decomposed, so their viscosity was descended rapidly and fluidity was become well. The  $\text{ClO}_2$  agent has better plug remove to the organically plugging. The composite  $\text{ClO}_2$  agent reaction with ferrous sulfide can production solubility molysite. When it reaction with acidizing fluid, the composite agent can plug removal off carbonate rock and clay plugging material.

**Subject heading**  $\text{ClO}_2$  composite material plug removal laboratory testing field testing

#### **RECONDITION INJURY CASING WITH PLUGGING AGENT IN OIL AND WATER INJECTION WELLS**

by Yang Zhenjie, Li Meige, et al (Drilling Engineering Technology Academe, Zhongyuan Petroleum Prospect Bureau)

**Abstract** With the technology of recondition injury casing with plugging agent in oil and water injection, the problems of chemistry agent halt and stay, of interface cementation intension, of security about constructing with plugging agent. The new agent YLD-1 can form fibre net structure rapidly, so it can efficiency halt and stay in the annulus and in the thief zone. The rigidity and intension of interface transition layer has been improved by virtue of the reaction production with active material of the agent and cementation material, moreover, the slightly expansion effect of the agent. The technology was used in twenty wells, which successful rate is 94%.

**Subject heading** oil well water injection well casing injury plugging agent recondition

#### **CORROSION MECHANISM AND PREVENTIVE MEASURE ABOUT CARBON DIOXIDE WELL**

by Tan Shihai, Zhang Wenzheng, et al (East China Petroleum Bureau of Xinxing Petroleum Company)

**Abstract** When production  $\text{CO}_2$  dissolution in water in the well, it can production carbonic acid who may cause electrochemical corrosion of metal, which make casing and production center tube corrosion severity. This would cause well off production or out of use if not examined and repaired in time. The corrosion mechanism and affect factor were discussed through three corrosion types example analysis. So the main preventive measures were put forward; inspect wellbore pipe string timing; optimize casing program; optimize corrosion resistance casing and tubing; add corrosion inhibitor; etc. After using the system preventive measures, the gas production well in Subei obtained notability effect, the gas production period over ten years.

**Subject heading** carbon dioxide well corrosion theory preventive measure effect

#### **DEVELOPMENT AND APPLICATION OF HZ CORROSION INHIBITOR AND SCALE RETARDER**

by Wang Shengli, Du Qingzhen, et al (Oil Production Technology Institute, Huabei Oilfield Co.)

**Abstract** The production water and scale ingredients were analyzed aim at the problem that since scaling severity affect oil production in j22 and j58 fault. So the causation and types of oil well corrosion and scaling were made clear. Base on it, the HZ corrosion inhibitor and scale retarder was developed though laboratory filter and match. Field testing indicated: the rate of corrosion reached 80%, the rate of scale retarder over 95%.

**Subject heading** oil well corrosion scaling corrosion inhibitor scale retarder development

#### **INJECTION INCREASE TECHNOLOGY IN UNCONVENTIONALITY FRACTURING WATER INJECTION WELL**

by Gao Yinjun, Zhao Xiao, et al (Prospect and Production Research Center, Dagang Oilfield Combine Company)

**Abstract** This paper studies and analyzes the faultiness of the conventionality water well fracturing theory during applying in how to improve the sweep efficiency and how to reduce water breakthrough, and bring forward a set of applied technique about water injection increase of unconventionality fracturing technique. Reservoir engineers have been simulated and calculated the fracture length of unconventionality fracturing well. After the set of technique has been applied in 6 wells, excellent results are obtained. This paper sets up a kind of realizable technique that can improve water injection.

**Subject heading** water injection well unconventionality fracturing sweep efficiency fracture length