



## 介绍两种新型降阻酸

四川石油管理局井下作业处

朱德兴

四川碳酸盐气藏深井酸化, 长期停留于解堵酸化水平, 重要原因之一是普通酸经直径较小的 $2\frac{1}{2}$ "油管酸化深井, 施工水马力大部分消耗于克服管路摩阻, 实际作用在产层的压力不大, 因而酸化深度小, 增产效果不理想。同时大批老井, 采用小酸量、小排量酸化或重复酸化, 往往收效不大, 由于种种原因(如套管强度低等), 又不能承受大排量施工高压, 故甚难加以改造。显然, 大幅度降低酸液摩阻十分必要。

近来, 四川石油管理局井下作业处研制成功两种新型降阻酸: 降阻酸-3 (FRA-3) 与降阻酸-4 (FRA-4)。两种酸都是均匀酸液, 粘度及密度同普通酸相当, HCl含量都可为15~22%, 均可用于 $110^{\circ}\text{C}$ 左右4000m深井。

FRA-3使用500~1500ppm降阻剂FR-203, 在线速度5.7~7.8m/s实验条件下, 降阻53~64%; FRA-4使用500ppm降阻剂FR-204, 在线速度6.8~12.0m/s实验条件下, 降阻50%左右。两种酸均适应于现场配制完毕就开始泵注, 或者连续混配边配边注。FRA-3放置8小时以内, 而FRA-4放置96小时以内, 降阻性能保持稳定。因此, FRA-4适应于场站分析混调, 可在施工前4天以内先行配制。

FRA-3与FRA-4含有缓蚀剂, 在温度为 $93^{\circ}\text{C}$ 的常压下, 腐蚀速度均可控制在 $3\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 。它们还含有化学相容性良好的表面活性剂, 使残酸对

水的表面张力降低60%。经放置, 缓蚀性能和降低残酸表面张力性能皆稳定。

### 现场酸化作业

从1984年11月至1986年6月, 对川东地区张家场、福成寨、卧龙河三个气田的13口气井, 使用降阻酸酸化获得成功。其中10口井使用FR3-A, 3口井使用FRA-4。现场酸化作业如下:

#### 一、酸液配制

##### 1. 配制前检查

(1) 验明井场的工业盐酸体积与浓度, 以及降阻剂、缓蚀剂和表面活性剂等各种添加剂的规格、质量和数量。

(2) 验明酸罐内无机机械杂质, 罐内壁衬胶完好, 无油污及粘附物。

##### 2. 配制程序

(1) 向编号酸罐内注入计算量清水;

(2) 向其中加入规定量缓蚀剂与表面活性剂, 循环均匀;

(3) 向其中加入规定量工业盐酸, 循环均匀;

(4) 用预留量清水稀释规定量降阻剂, 混入上述预配酸液中;

(5) 验明作业所需各种药剂业已全部混配, 酸液已达额定总体积, 充分循环至全液均匀为止。

##### 3. 配制后检查

(1) 目测酸液确属均匀溶液, 颜色符合要

1.0万 $\text{m}^3/\text{d}$ , 气井带水情况无明显变化, 7月24日停止注气。停举后, 产水量稳定, 产气量从 $10\frac{1}{4}$ 万 $\text{m}^3/\text{d}$ 。

该井经过75天的连续气举生产, 排水35000 $\text{m}^3$ , 已恢复连续自喷生产。

第二次气举的特点是: 1. 气井日排水量大; 2. 气举凡尔工作正常, 连续排水时间长, 累计排水量

大; 3. 气举参数设计合理, 套压、油压、气量、水量基本稳定; 4. 气井增产效果明显, 经济效益高。

气举见效快的主要原因是: 1. 气井产层渗透性好, 地层压力较高, 单井单位压降产气量大; 2. 酸化解堵效果良好; 3. 气举参数设计合理, 保证气井稳定排水; 4. 现场工作人员严格按设计操作, 保证气井正常生产。

求, 粘度接近常规酸。

(2) 测取酸液密度值, 分析酸液HCl含量。

#### 4. 成品酸液

按照施工设计, 13口井使用的酸液为:

(1) HCl含量一般为20%左右, 一口井低至16%, 三口井高达22%。

(2) 酸液体积由60m<sup>3</sup>至126m<sup>3</sup>不等。13口井酸液总体积为1181m<sup>3</sup>, 平均每口井91m<sup>3</sup>。

#### 二、酸液放置

完成配酸到开始注酸, FRA-3的放置时间应控制在8小时以内, 实际一般在4小时以内。FRA-4的实际放置时间, 两口井在8小时以内, 一口井为18小时。

#### 三、酸液泵注

全系油管酸化, 其中11口井为不动原生产管柱, 单独的降阻酸空井酸化, 另2口井下酸化工具, 为前置液压裂、降阻酸酸化。

8口井全为2 $\frac{1}{2}$ "油管, 深达4420m, 5口井为3"与2 $\frac{1}{2}$ "组合油管, 深达4600m。其中有4口井井温达11°C左右。

泵压一般为50.0~70.0MPa, 最高不超过78.0MPa, 排量一般为1.80~2.30m<sup>3</sup>/min, 最高为2.65m<sup>3</sup>/min。

从开始高压挤酸起到高压挤顶替液活性水结束, 60m<sup>3</sup>降阻酸作业历时50分钟, 120m<sup>3</sup>降阻酸作业历时64分钟。

#### 四、候酸反应

一般关井1小时以内。

#### 五、残酸返排

开井放喷, 一般顺利。例如, 1984年11月29日C-9井施工后, 经过1小时关井候酸反应, 开始放喷, 排液160m<sup>3</sup>。

#### 增产效果

FRA-3酸化10口井, 其中5口井在2 $\frac{1}{2}$ "油管排量1.80~2.35m<sup>3</sup>/min下, 降阻51~68%; 排量在2.50m<sup>3</sup>/min下, 降阻80%。

FRA-4酸化3口井, 在2 $\frac{1}{2}$ "油管排量2m<sup>3</sup>/min左右情况下, 降阻50~73%, 最高达75%, 平均为60%。

增产效果见表1。降阻酸酸化13口气井中, 5口

降阻酸酸化增产效果

表 1

序号	降阻酸	井号	层位	平均孔隙度 (%)	平均渗透率 (10 <sup>-8</sup> μm <sup>2</sup> )	净增产天然气 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d)
1		Z-5	C <sub>2</sub>	3.46	24	13.91
2		Z-14	C <sub>2</sub>	3.91	110.8	0.55
3		C-9	C <sub>2</sub>	3.90	45	5.60
4		W-91	C <sub>2</sub>	2.46	5.2	—
5	FRA-3	W-14	Tc <sup>5</sup>	—	6.2	—
6		W-52	C <sub>2</sub>	2.90	37	0.86
7		C-21	C <sub>2</sub>	3.06	29.7	—
8		C-13	C <sub>2</sub>	6.80	54	5.86
9		W-74	C <sub>2</sub>	5.78	40	1.45
10		C-25	C <sub>2</sub>	3.10	31.5	—
11		C-20	C <sub>2</sub>	3.80	35	7.61
12	FRA-4	Z-16	C <sub>2</sub>	4.50	29	6.08
13		W-28	Tc <sup>4</sup>	1.00	<1.0	—
13口井合计						41.92
13口井平均						3.22

井无效, 其余8口井均不同幅度增产。若按天然气井口价格0.13元/m<sup>3</sup>计算, 可增加总产值1989万元。扣除13口井酸化总成本209万元, 总盈利1780万元。按13口井平均, 每口井增产3.22×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>/d, 一年盈利136.9万元。

可见, 对2 $\frac{1}{2}$ "油管、110°C左右的4600m深井, 利用现有设备, 能以2m<sup>3</sup>/min以上排量实现深度酸化。同时, 对石炭系气层的中、低产井及生产压差大而完善程度差的老井, 能在不动原生产管柱情况下, 实现大排量深度酸化, 增产效果明显, 经济效益大, 从而为老井改造开辟了一条新路。

本文部分数据, 由熊广燕同志提供, 特表谢意。