

渡口河、罗家寨气田飞仙关组气藏已获气井产能分析

中国石油西南油气田分公司勘探开发研究院 郑伟 周静 易澜

渡口河、罗家寨气田位于四川省宣汉县和重庆市的开县境内。在三叠系飞仙关组中均发现了储量较大的气藏,渡口河探明储量 $271.65 \times 10^8 \text{ m}^3$, 罗家寨探明储量 $538.40 \times 10^8 \text{ m}^3$, 控制储量 $326.72 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。对已获气井产能的分析关系到对气藏高效、合理的开发。

各气藏已获气井测试产能

利用渡口河、罗家寨气田各气井地层压力及完井测试产量和流动压力采用下式计算各井一点法无阻流量。

$$q_{\text{AOF}} = \frac{6q_g}{\sqrt{1 + 48 \left[\frac{p_i^2 - p_{\text{wf}}^2}{p_i^2} \right] - 1}}$$

式中: q_{AOF} 为无阻流量, $10^4 \text{ m}^3/\text{d}$; q_g 为实测产量, $10^4 \text{ m}^3/\text{d}$; p_{wf} 为实测井底流压, MPa; p_i 为原始地层压力, MPa。

渡口河气田飞仙关气藏目前已完钻井5口(渡1、2、3、4、5井), 获气井4口, 水井1口, 罗家寨气田飞仙关气藏目前已完钻井6口, 获气井4口(罗家1、2、5、6井), 微气井1口(罗家4井), 报废井1口(罗家3井)。在没有进行酸化解堵措施条件下, 各井测试产量和无阻流量见表1。

已获气井产能分析

从计算的各井无阻流量结果可以看出, 各单井产能大, 在没有采取产层净化措施的情况下获无阻流量百万级气井5口, 经过对各井钻井、完井、试井资料综合解释, 对该地区已获气井产能作如下分析。

1. 渡口河、罗家寨气田飞仙关组气藏各气井在钻井、完

0.052 mm/a, 缓蚀率为86%, 说明 SPI-C11(D) 泡排剂具有较好的缓蚀能力。

SPI-C11(D) 型泡排剂的现场试验

现场试验的要求为: ①要求出水井具备深井、高温、高矿化度条件; ④要求出水井有较高的气液比。通过现场调研, 我们选择了云和2井作为试验井, 并在2001年7月14日~2001年8月6日进行了泡排及洗井作业。从作业效果看出: ①加入泡排剂前油套压差3.41 MPa, 加入泡排剂后油套压差2.30 MPa。由于加入 SPI-C11(D) 型泡排剂, 降低了油套压差, 减少了井筒积液, 气井的井口压力得到提高。④在相同的配产条件和生产制度下, 平均日产水量由试前的 5.7 m^3 增至试后的 6.9 m^3 , 平均日产气量由试前的 $5.9 \times 10^4 \text{ m}^3$, 增至试后的 $6.1 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。气井带水生产能力有一定增强。④加

表1 渡口河气田飞仙关组气藏气井完井测试产量与无阻流量数据表

井号	地层压力 (MPa)	流动压力 (MPa)	测试产量 ($10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)	无阻流量 ($10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)
渡1	45.288	43.47	44.15	223.45
渡2	46.225	11.44	18.0	18.67
渡3	45.781	44.05	54.18	286.24
渡4	45.479	40.98	18.36	50.85
罗家1	40.472	39.868	45.84	494.43
罗家2	40.207	37.353	63.2	216.46
罗家5	30.717	25.678	73.06	149.53
罗家6	41.8856	36.691	31.32	75.53

井过程中, 产层存在严重污染

(1) 各井钻井泥浆相对密度大, 且浸泡时间长

渡口河、罗家寨飞仙关组气藏为高含硫化氢气藏, 在钻井、完井过程中, 出于安全完钻考虑, 使用的钻井泥浆相对密度大于地层压力系数(该地区飞仙关组地层压力系数一般为1.06~1.23, 而采用的泥浆相对密度为1.43~1.66 g/cm^3), 且浸泡时间长(通常在20d以上), 导致泥浆污染产层降低产层渗透率, 影响气井产能。该地区在钻井、完井过程中, 钻井液对产层的伤害是客观存在的。

(2) 试井解释结果显示各井表皮系数为正值

从目前已进行过试井解释的9口井可以看出, 各气井表皮系数均为正值。表皮系数分布范围12~65, 表明钻井液的

注泡排剂前该井在原有配产基础上不能稳定带水, 生产制度不稳定, 通常采用提气带水的方式来维持气井的生产。在加注泡排剂后, 从7月14日到8月6日实现了气井的“三稳定生产”。 $\frac{1}{4}$ 云和2井在以前生产过程中, 井底有黑色沥青状异物, 易造成井口针形阀和地面管线堵塞, 通过加注泡排剂进行洗井作业后, 基本上解决了这一问题。 $\frac{1}{2}$ 对比云和2井试前和试时的生产卡片也可以看出, 加注 SPI-C11(D) 型泡排剂后, 对气井激励很大, 改善了气井自身的带水能力, 生产的稳定性也得到了提高。

通过现场试验认为: SPI-C11(D) 型泡排剂适用于云和2井这样的高矿化度气水同产深井的泡排作业。

(编辑 韩晓渝)

侵透渗透对井筒附近地层产生了严重的伤害。

2. 完井测试无阻流量偏低

渡口河、罗家寨气田飞仙关组气藏由于在钻井、完井过程中钻井液对产层的伤害,中测试井解释结果显示各气井表皮系数均为正值。因此,目前完井测试各气井无阻流量偏小,若对产层进行解堵净化措施,或生产一段时间后,随着天然气的产出,将产层污染物带出或部分带出,各气井产能将有一定幅度的增加。

3. 酸化解堵提高气井产能切实可行

(1) 渡口河、罗家寨气田飞仙关组气藏储层孔渗条件好,基础产能大,残酸液易排出,不易对产层造成二次伤害。

渡口河、罗家寨气田飞仙关组气藏储层的孔渗性能好于川渝地区部分碳酸盐岩气藏,而川渝地区部分碳酸盐岩气藏酸化后气井产能都有明显的增加,因此若对各气井进行酸化解堵措施,可以提高气井产能。

(2) 金珠 1 井、坡 4 井酸化增产成功表明,对高含硫气井采用酸化措施提高气井产能切实可行。

金珠 1 井、坡 4 井为川东北地区飞仙关组的一口高含硫气井,酸化前金珠 1 井产能为 $0.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,解堵酸化后,产能增至 $7.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。坡 4 井完成测试仅产微气,解堵酸化后,测试产量达到 $6.71 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

(3) 川东石炭系气藏酸化增产措施表明对高渗气藏进行酸化解堵增产效果明显。

川东地区石炭系气藏气井酸化前后的基础资料对比显示,各气井测试产能酸化前后都有明显的增加。

(4) 渡 4 井潜在的储层段孔隙度纵向上连续性较好,孔隙发育段与渡 3 井相近,位于储层中下部,储层有效厚度 67.59 m, $\text{iv} + \text{㉔}$ 类储层所占比例为 68.25%,加权平均孔隙度 9.17%,试井解释渗透率 $9.57 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,表皮系数 49.63。该井在钻井完井过程中,使用泥浆比重为 1.43,其压力系数为 1.091 9,完井测试一点法无阻流量为 $65.48 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。从该井的构造位置(位于构造南高点)、储层性能分析,渡 4 井应为一口高产气井,但测试无阻流量仅 $65.48 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。经分析认为:渡 4 井在钻井过程中,钻井液对产层造成的伤害是严重的,使用的泥浆比重 1.43,大于地层压力系数 1.091 9,且浸泡时间长达 66 天,因此,该井潜在产能大,若对该井实施酸化解堵措施,净化产层着重对 $\text{iv} + \text{㉔}$ 类储层进行改造,有可能使该井成为百万级气井。

4. 酸化解堵主要针对各井 $\text{iv} + \text{㉔}$ 类储层

在钻井、完井过程中,钻井液和洗井液对飞仙关组产层的伤害是明显的,同时也是严重的,所造成的污染堵塞总是首先选择性的发生在具有良好储渗性能的 $\text{iv} + \text{㉔}$ 类储层中,最终对气井产能带来极大影响。因此,酸化解堵主要是针对各井 $\text{iv} + \text{㉔}$ 类储层,该认识被川东地区石炭系部分气井酸化后生产测井证实,如池 54 井酸化前测试产量仅 $3.52 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,试井解释证实表皮系数高达 27.5,流动效率仅 19.6%,生产测井表明只有 iv 类储层 6 m 产气。酸化后测试气产量大幅提高至 $63.55 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,增产幅度近 20 倍,试井解释表皮系数已降至 -0.9,流动效率高达 111.1%,生产测井发现有 2.5 m 的 ㉔ 类储层开始有气体产出,说明酸化作业既解除了钻井完井对 $\text{iv} + \text{㉔}$ 类储层带来的污染堵塞,对储层还起到了一定的改善作用,效果十分明显。

$\text{iv} + \text{㉔}$ 类储层所占的比例大,则酸化解除污染的效果就越明显。若 $\text{iv} + \text{㉔}$ 类储层所占比例小,则酸化效果会降低。对渡口河、罗家寨飞仙关组气藏 6 口气井储层进行分析发现, $\text{iv} + \text{㉔}$ 类储层所占比例较高,除罗家 1 井为 41.58%,其余各井均大于 50% 因此若实施酸化解堵措施,对提高各气井产能效果无疑将是显著的。

结 论

渡口河、罗家寨气田飞仙关组气藏储层的孔渗性能好于川渝地区部分碳酸盐岩气藏,各单井产能大,在没有进行产层净化措施的条件下获无阻流量百万级气井 5 口,由于属于高含硫气藏,在钻井过程中处于安全的考虑,使用重泥浆压井,由于储层孔渗性好,且泥浆浸泡时间长,造成对储层的严重伤害。试井解释结果显示各气井表皮系数均为正值。因此,目前完井测试各气井无阻流量偏小。特别是渡 4 井在钻井过程中,钻井液对产层造成的伤害是严重的,该井潜在产能大,若对该井实施酸化解堵措施,净化产层着重对 $\text{iv} + \text{㉔}$ 类储层进行改造,有可能使该井产能大幅度提高。金珠 1 井、坡 4 井酸化增产的成功说明对高含硫气井采用酸化措施提高气井产能切实可行,渡口河、罗家寨各气井 $\text{iv} + \text{㉔}$ 类储层发育,因此,渡口河、罗家寨气田飞仙关组气藏若对各井进行酸化,对提高各气井产能其效果无疑将是显著的。

(编辑 韩晓渝)