建南气田南飞三气藏水侵特征分析

石艳娜 (江汉油田分公司采气一厂, 重庆 400100)

摘要: 天然气藏开发过程中的气井产水现象是广泛存在的, 认识气藏气水活动规律对下步勘探开发具有重要意义。通过对南飞三气藏各生产井产出水分析, 总结气藏地层水的性质、类型、活跃性及水侵路径, 提出下步合理的勘探建议。

关键词: 建南气田; 南飞三气藏; 矿化度; 地层水类型

1 气藏概况

建南气田位于湖北省利川市和重庆市石柱县境内, 构造处于四川盆地东缘的石柱复向斜中部, 为保存完整的膝状背斜构造^[1]。建南南高点位于重庆市石柱县境内, 为南飞三气藏, 构造轴线为北东方向, 呈缓“S”型展布。

南飞三气藏地质储量南飞三气藏地质储量 $65 \times 10^8 \text{m}^3$, 目前已动用地质储量 $48 \times 10^8 \text{m}^3$, 累计产气 $15 \times 10^8 \text{m}^3$ 。截止 2019 年 6 月, 建南气田南飞三气藏日产气 $16 \times 10^4 \text{m}^3$, 月产气 $482 \times 10^4 \text{m}^3$, 月产水量 $285 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

南飞三气藏水侵路径的传统认识是边水沿裂缝带不均匀推进, 气藏西南部以裂缝窜入水侵为主, 但是气藏相对高部位 A 井试气即见地层水, 构造相对低部位的 B 井等井在生产至今未见地层水。同时见地层水各井气水性质不相同, 说明了建南地区气水关系复杂。

2 地层水性质

2.1 试气过程中

建南气田南飞三气藏共有试气井数 19 口, 其中气藏的西南部底部位气井试气即见地层水。通过水样性质全分析表明, 存在三种矿化度, 即建 27 井总矿化度 14 万左右、建 61 井总矿化度 18 万左右和建 68 井总矿化度 11 万左右三种类型的地层水。

2.2 生产过程中

生产过程中见地层水的气井主要有 4 口井, 为建 68 侧 1 井、建 61 井、建 27 侧平 1 井和建 35-支平 1 井, 其他气井为凝析水和作业水。

建 68 侧 1 井 2005 年 8 月正式投产, 投产即见地层水。气水体性质稳定, H_2S 含量在 0.499% (6.84ppm), 氯离子含量 62332mg/L , 总矿化度 101253mg/L , pH 值 6.6, 呈现弱酸性, 水型为氯化钙型。

建 61 井 1992 年 6 月正式投产, 投产即见地层水。气水性质稳定, 硫化氢含量 0.784%, 甲烷含量 94.894%。氯离子含量 96745mg/L , 总矿化度 143446mg/L , pH 值 6.4, 水型为氯化钙型。

建 27 侧平 1 井于 2003 年 10 月正式投产, 可分为二个阶段。第一阶段 (2003.11~2007.10) 低产水未见地层水阶段, 日产水 $1.1 \nearrow 2.3 \text{m}^3$, 水气比小于 $1 \text{m}^3/10^4 \text{m}^3$ 。第二阶段 (2007.11~至今) 产水上升阶段见地层水阶段, 日产水 $2.08 \nearrow 9.19 \searrow 2.8 \text{m}^3$, 水气比 $1 \nearrow 5 \text{m}^3/10^4 \text{m}^3$ 。气水分析表明, 气体性质稳定, 硫化氢含量 0.573%, 甲烷含量 95.72%。2007 年 10 月后见地层水, 氯离子含量 $31196\text{--}84070 \text{mg/L}$,

总矿化度 $52209\text{--}140595 \text{mg/L}$, pH 值 6.41, 水型为氯化钙型。

建 35-支平 1 井间断生产, 目前处于关井状态, 套压 8.9MPa, 油压 0。该井投产压力低, 钻遇 463.2m 的气层产量不理想, 投产即见水, 为典型的受水侵影响而低产的井。气水分析表明: 硫化氢含量 0.505%, 甲烷含量 95.43%。稳定氯离子含量 80000mg/L , 矿化度 130000mg/L , pH 值 6.52, 水型为氯化钙型。

3 地层水类型

建 68 侧 1 井水气比基本保持稳定, 比值保持在 $10\text{--}15 \text{m}^3/10^4 \text{m}^3$; 累产气量与累产水量曲线呈现直线型, 没有出现气藏边水上翘现象的产水特征; 日产气量在 $3.5 \times 10^4 \text{m}^3$ 左右时, 日产水量在 40m^3 左右; 日产气量在 $0.8 \times 10^4 \text{m}^3$ 左右时, 日产水量在 15m^3 左右。符合层间水无水产气期短或没有、伴有气大水大、气小水小的特点。对照何晓东^[2]孔隙水、层间水及变数产出动态特征理论模型, 表明建 68 侧 1 井的地层水为层间水。同时结合测井数据, 在井段 3883.4~3900.6m, 电阻率 $576 \Omega \cdot \text{m}$, 含气饱和度 78.5%, 解释为气层; 井段 3916~3918m, 电阻率 $154 \Omega \cdot \text{m}$, 含气饱和度 68.3%, 解释为水层; 井段 3926~3946.9m, 电阻率 $1118 \Omega \cdot \text{m}$, 含气饱和度 84.2%, 解释为气层; 地质模型符合气层中间夹薄水层模型。从生产动态特征到地质测井解释, 表明建 68 侧 1 井所产地层水为层间水, 打破了一直以来认为的边底水的观点。

建 61 井水气比低, 产水量低, 无明显上升的趋势, 累计产水量没有出现后期上翘情况, 表明水体有限, 这与地层边水延裂缝水窜大不相同。临建 63 井试气后不产气水, 表明建 61 井所产水不是边底水, 是层间水。

建 27 侧平 1 井水气比低, 气水比跳跃上升, 气水比值在 $10 \text{m}^3/10^4 \text{m}^3$ 以下, 累计产水曲线呈直线型, 不存在上翘现象; 该井是受到邻井水侵的影响而产水。

建 35 支平 1 井生产时间短, 气井出水类型不能判断。

4 水体活跃性

利用建南气田飞三气藏中部气井历年来的静压测试数据, 按照厚度加权平均, 计算得到气藏历年的平均压力。绘制压降曲线图, 从压降曲线图上可以看出, 气藏累计采气量和视地层压力呈一条直线, 表明气藏是弹性气驱气藏, 未受到水侵的影响。

采用曲线拟合法判断原理得到该井 ψ (平均视压力 $(P_z) / (p_i/Z_i)$) 与 R (采出程度) 之间的关系, 数据点落在 45° 线上, 表明气藏主体未受到水侵的影响。计算气藏水侵替换系数, 地层压力在 30MPa 时, 水侵替换系数为 0.096,

地层压力为 25MPa 时,水侵替换系数为 0.062,根据天然气可采储量计算方法行业标准(SY/T6098-2000),各开发阶段的水侵替换系数小于 0.4,表明建南飞三段水侵处于次活跃水侵到不活跃水侵状态。

5 水侵方向

建 61 井在建 27 侧平 1 井大量出水后压力稳定、气产量增加,水产量未增加。建 27 侧平 1 井在 2007 年 11 月见地层水,见水后水气比增加,临建 61 井在该井见地层水后,气产量从 $1 \times 10^4 \text{m}^3$ 上升到 $1.6 \times 10^4 \text{m}^3$,水产量约 2-2.6 m^3 ,井口压力约 12MPa。分析建 61 井地层水不会向高部位推进,建 27 侧平 1 井地层水不是来自建 61 井。结合建 27 侧平 1 井与建 68 侧平 1 井气水性质不同,建 27 侧平 1 井地层水不是来自建 68 侧平 1 井。最后结合老井建 27 井在试气过程中即产地层水,而且建 27 侧平 1 井在试气过程中累计返排量超过了入井液量,表明建 27 侧平 1 井附近存在沉积水体。根据建 68 侧 1 井和建 61 井动态分析和气水数据表明,二者附近也分别存在沉积水体。

建 27 侧平 1 井、建 68 侧 1 井和建 61 井三者附近的沉

(上接第 225 页)采样口;所述快捷插头位于手柄底部与 1# 导管螺纹相接;所述 1# 导管、2# 导管与阀体进出口焊接相接;2# 导管通过螺母连接过滤式调压阀进口,然后通过 2# 定位隔板定位连接夹具,2# 定位隔板通过螺钉连接凹型锁块,夹具与气体采样袋气嘴插入式连接。

3.2 操作实施步骤

按压按钮下压阀杆,轴向移动控制指压阀组件,气路开启,气体经过过滤和调压组件,进入取样袋与气体采样袋气嘴插入式连接。

3.3 特点

该用于油田气检测的气体采样器改进后,防爆软管两端安装嵌入式快捷卡扣耐压,拆装快捷,可单手控制对铝箔气体采样袋充装作业。还可过滤油污及杂质进入铝箔气体采样袋,调节设定铝箔气体采样袋安全压力,同时在采样时,能够通过挤压橡胶填料纵向膨胀缩小孔径,锁紧插入式铝箔气体采样袋气嘴,确保气体采集完整不外泄。

4 结论

通过对该气体采样器改进,使得气体样品采集检验分

(上接第 224 页)可预防又一次非正常停机。

4 经济效益计算

据统计数据显示,大修前,共发生 9 起非正常停机事件,相当于平均每年发生 2 次,按每次 24h 计算,则:

大修后平均每天处理量(24h)=3300t/天

每吨原料油加工至成品油,其增值利润=96.5 元/t

大修后 4 年内未发生一次非正常停机,即此次活动减少了 7 次停产损失,每次按停产 24h 计算,则每年挽回的经济效益为:

$3300\text{t}/\text{天} \times 96.5 \text{元}/\text{t} \times 7 \text{次} = 222.915 \text{万元}$

积水体矿化度不同,分析原因可能为成藏过程中的溶蚀作用不同形成的。

6 结论和下一步建议

①建南南飞三气藏存在三种矿化度不同的水体;②建南南飞三气藏地层水类型为层间水,生产动态和地质测井解释均符合层间水特征;③建南南飞三气藏水体次活跃水侵到不活跃水侵状态;④下一步部署开发井位时应避开地层水存在和水侵区域。

参考文献:

- [1] 杨兰芳.建南气田南飞三气藏水线推进情况及影响分析[J].江汉石油职工大学学报,2011(11).
- [2] 何晓东.有水气藏特性及开采对策浅议[J].天然气勘探与开发,2011(7).

作者简介:

石艳娜(1986-),性别:女,民族:汉,籍贯:河北唐山,学历:本科,现有职称:中级工程师,研究方向:气藏工程。

析作业时更为方便。通过配备的压力表可以准确的采集气样,不会造成超压过量,甚至导致气体泄漏,从而对人身安全、环境造成影响,同时提高了样品采集效率,延长了使用周期,降低了生产成本。

参考文献:

- [1] 宋大伟,薛少威,许峙彬.调压过滤器:中国,CN106422590A[P].2017-2-22.
- [2] 卢建航,等.一种气体采样袋:中国,CN201621312741.4[P].2016-2-13.
- [3] 曹玉鑫.MP 型气体采样器[J].环境与健康杂志;1990,(04).
- [4] 曹玉鑫.四种类型气体采样器计量准确度[J].环境与健康杂志,1993,(02).
- [5] 王跃明,周宗福,沈亚莲.AQP-1 型气体采样器[J].矿业安全与环保,1984(02).

作者简介:

柴熠东(1980-),男,汉族,河南濮阳人,助理工程师,主要从事油气储运工作。

5 结束语

近几年来,石化行业已逐渐实现三年一修或两年一修,改变了过去一年一修的陈旧管理模式,因此确保设备的长周期运转,就意味着为企业多创效益。今后仍将继续努力,总结经验并借鉴学习他人的管理经验,为保证企业的优质长周期运转作出新的贡献。

参考文献:

- [1] 王书敏,何可禹.离心式压缩机技术问答[M].北京:中国石化出版社,2005.
- [2] 宋天民等.炼油厂动设备[M].北京:中国石化出版社,2015.