

# 空心玻璃微珠在沈 289 井欠平衡钻井中的应用

陈思路

(中国石油长城钻探工程有限公司 工程技术研究院, 辽宁 盘锦 124010)

**摘 要:** 沈 289 井在钻进地层压力系数 0.93 的高凝油潜山油气藏时, 采用了空心玻璃微珠和水包油钻井液体系相结合的钻井液技术, 实现了人工诱导欠平衡钻井。实钻结果表明, 该复合钻井液技术可以有效降低钻井液密度, 达到了保护油气层、正确评价油气层的目的。这为在辽河油区大面积低压潜山油气藏推广应用欠平衡钻井技术探索了一条新的技术途径。

**关键词:** 欠平衡钻井; 空心玻璃微珠; 水基钻井液; 沈 289 井

**中图分类号:** TE254<sup>+</sup>.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0890(2010)01-0060-03

沈 289 井是部署在辽河坳陷大民屯凹陷前进断裂构造带沈 288 块潜山的一口探井, 设计井深 3 900 m, 目的层位为太古界高凝油潜山油气藏, 主要岩性为混合花岗岩。邻井沈 288 井实测地层压力系数为 0.93。为保护油气层, 达到提高勘探精度、正确评价油气层的目的, 设计在三开  $\phi 152.4$  mm 井眼 3 180.3~3 900.0 m 井段采用欠平衡钻井技术。国内外文献表明<sup>[1-5]</sup>, 空心玻璃微珠技术能有效降低钻井液密度。因此, 该井在油气显示较好的前提下采用空心玻璃微珠技术实施了人工诱导欠平衡钻井。

## 1 欠平衡钻井难点

该井欠平衡钻井主要有两大难点: 一是地层压力系数仅为 0.93, 需采用密度 0.83 kg/L 的钻井液体系才能实现储层欠平衡钻井, 而此前辽河油区应用水包油钻井液体系达到的最低密度仅为 0.90 kg/L, 且应用空心玻璃微珠来降低钻井液密度在国内外只有试验性应用, 在辽河油区试验应用则尚属首次, 很难预测其有效性, 且该井为探井, 具有一定的风险; 二是由于冬季施工, 储层油品为高凝油, 循环至地面凝固后会产生堵塞管道等现象, 影响欠平衡钻井施工。

## 2 主要技术措施

1) 在施工现场储备 26 t 空心玻璃微珠, 待钻至地质录井认为油气显示较好的层位时, 加入空心玻

璃微珠调整钻井液密度实施人工诱导, 以达到欠平衡钻进的目的。

2) 在欠平衡钻井过程中, 如果有高凝油返出地面, 则打开循环罐加热器, 并尽可能在出口处采用人工排除的方式撤出高凝油。

3) 实现欠平衡钻进时控制井口套压, 以降低井底负压差, 减少原油流入井筒的量。

## 3 现场施工情况

沈 289 井自井深 3 180.30 m 应用密度 0.95 kg/L 的水包油钻井液体系开始进行欠平衡钻进, 钻至井深 3 495.26 m, 岩性为混合花岗岩, 油气显示为荧光和油迹级别。鉴于地质录井确定该层位油气显示较好, 但未达到欠平衡效果, 甲方决定将水包油钻井液密度调整为 0.91~0.92 kg/L, 加密度 0.45~0.47 kg/L 的 HGS6000 型空心玻璃微珠再将钻井液密度降至 0.83 kg/L, 对油气层进行人工诱导欠平衡钻进。

钻井液的配方为: 原浆 36.0% (密度为 0.92 kg/L 水包油钻井液) + 36.0% 柴油 + 1.4% TW80 乳化剂 + 5.6% 水 + 21.0% 空心玻璃微珠。

收稿日期: 2009-02-16; 改回日期: 2009-12-04

**作者简介:** 陈思路(1979—), 男, 四川射洪人, 2002 年毕业于西南石油学院石油工程专业, 工程师, 主要从事气体及欠平衡钻井工艺技术方面的研究。

**联系方式:** (0427)7829097, lh-chensil@cnpc.cn

3.1 空心玻璃微珠试验过程

回收原密度 0.95 kg/L 钻井液 60 m<sup>3</sup>,用 54.6 t 柴油和 2.2 t T-80 配制新水包油钻井液,并将钻井液密度调至 0.91 kg/L。分两次加入 13.5 t 空心玻璃微珠,将钻井液密度降至 0.83 kg/L。后又加入

表 1 钻进过程中钻井液的性能							
井深/m	温度/℃	密度/kg·L <sup>-1</sup>	漏斗黏度/s	塑性黏度/mPa·s	动切力/Pa	滤失量/mL	泥饼厚度/m
3 495	15	0.83	132	44	25.0	12	0.3
	90	0.83	60	27	14.5	12	0.3
3 547	15	0.84	151	55	26.5	12	0.3
	90	0.84	87	36	17.5	12	0.3
3 616	15	0.86	98	44	20.5	4	0.3
	90	0.86	52	27	13.5	4	0.3

该井钻至井深 3 635 m 时钻井液密度 0.84~0.85 kg/L,经液气分离器出口向振动筛涌钻井液,钻井液量增加 12 m<sup>3</sup>,循环罐液面有原油,停泵关井,井口套压最高升至 6.73 MPa,考虑到井底欠压差值过大,大量高凝油产出会影响后续欠平衡施工安全,于是用卤水将钻井液密度提高至 0.98~0.99 kg/L,继续钻进,空心玻璃微珠试验结束。

图 1 为空心玻璃微珠试验过程中钻井液密度的变化情况。A 点密度 0.91 kg/L,为加入空心玻璃微珠前钻井液密度;B 点密度 0.84 kg/L,是第一次加入 9.75 t 空心玻璃微珠后的密度;C 点密度 0.83 kg/L,是第二次加入 3.75 t 空心玻璃微珠后的密度;D 点密度 0.85 kg/L,钻进过程,空心玻璃微珠部分破碎;E 点密度 0.84 kg/L,开离心机清除破碎微珠,降低含砂量;F 点密度 0.88 kg/L,空心玻璃微珠部分破碎且含砂量较高;G 点密度 0.83 kg/L,油气显示较好,第三次加入 2.25 t 空心玻璃微珠降低密度,同时开离心机维护;H 点密度 0.86 kg/L,部分微珠破碎,钻井液密度增大;I 点密度 0.84 kg/L,

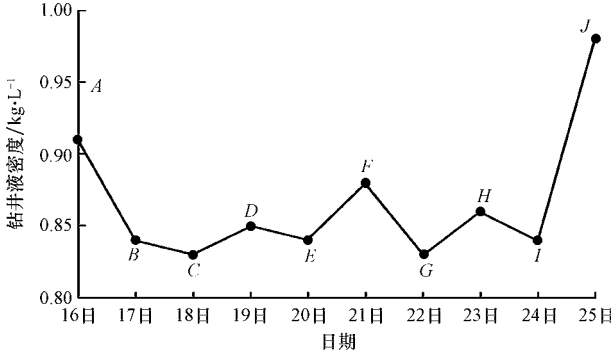


图 1 空心微珠试验中钻井液密度的变化

2.25 t 空心玻璃微珠维护钻井液性能。顺利钻至井深 3 616 m,实现点火,人工诱导欠平衡钻井成功。试验过程中钻井液的主要性能见表 1。由于空心玻璃微珠在钻头高剪切作用下会产生破碎,增加钻井液密度,因此钻进过程要根据钻井液密度和性能变化情况,适时启动离心机除去破碎的空心玻璃微珠。

3.2 油气显示描述

该井从三开欠平衡钻进开始时全烃值一直很低,钻进过程中不到 2%,后效全烃测值最高为 33%。应用玻璃微珠钻井液钻进后,全烃值在正常钻进时的变化范围为 2%~10%,实现后效点火后,全烃值最高达到 66%,继续钻进,全烃值稳定在 5%~20%,2 d 后全烃值逐步上升,并达到 100%,实现钻进过程点火,人工诱导欠平衡钻进成功。

自首次在钻进过程中点火成功以后,钻井液密度低于 0.95 kg/L 时全烃值基本可以达到 90%以上,在单根峰和起下钻后效时还出现了井涌现象,火势变大。后用卤水加重钻井液,全烃值和火势有所减小,但随着钻进,全烃值又逐渐升至 90%以上,钻井液密度为 0.95~1.00 kg/L,全烃值为 60%~90%。

随着钻井液密度的降低和油气层段的开启,全烃值升高,在调整钻井液密度后仍然产生高全烃值和大火焰,且循环罐内有原油,可见钻进井段存在多套压力层系。直至钻至完钻井深 3 793 m,钻进过程一直点火。

3.3 空心玻璃微珠取样分析评价

笔者分别从包装袋、振动筛出渣口及离心机出渣口三处各取一样品,通过沉降分离法进行了现场试验分析,结果如下:

1) 包装袋内的样品出现两层,上层为白色不明

物,下层为完好的微珠,其厚度分别为1和8 mm,按该厚度计算出该样品中各自所占的比例:不明物11%,完好的玻璃微珠89%。分析认为,原材料中89%为密度0.45~0.47 kg/L的微珠,11%为密度低于0.45 kg/L的微珠。

2) 离心机出渣口样品出现三层,最上层为完好的微珠,中间层为破碎的微珠,下层为岩屑,其厚度分别为2、6和4 mm,按此厚度计算出该样品中各自所占的比例:完好的玻璃微珠16%,破碎的玻璃微珠50%,岩屑34%。分析认为,离心机的使用对空心玻璃微珠具有一定的消耗,但分离出破碎微珠及岩屑有利于钻井液体系密度的降低。

3) 振动筛出渣口样品出现两层,上层为完好的微珠,下层为岩屑及破碎微珠混合物,其厚度分别为3和27 mm,按此厚度计算出该样品中各自所占的比例:完好的玻璃微珠10%,岩屑及破碎微珠混合物90%。分析认为,空心玻璃微珠由于质轻粘附在岩屑上被筛出,会造成一部分完好空心玻璃微珠的消耗。

### 3.4 应用效果

该井三开欠平衡钻进段长612.7 m,应用空心玻璃微珠配合水包油钻井液钻进段长120.74 m,钻进过程中持续点火井段180.00 m,欠平衡钻进获得了成功。投产后,该井初期日产油74.6 t,后期日产油16.8 t,截止目前累计产油14 994.7 t。而采用常规钻井方法钻的邻井沈288井,压裂后投产,初期日产油40.7 t,后期捞油生产,累计产油852.2 t。两井相比,应用空心玻璃微珠钻井液欠平衡钻进的油井,产量提高效果显著。

## 4 结论与建议

1) 空心玻璃微珠和水包油钻井液相结合可以有效降低钻井液密度,实现了低压潜山油气藏的人工诱导欠平衡钻井,达到了保护油气层、提高勘探精度和正确评价油气层的目的,应用效果良好。

2) 从空心玻璃微珠的使用情况看,应选强度更高的空心玻璃微珠,以减少空心玻璃微珠的破碎率,降低低密度钻井液体系的维护费用。

3) 应用空心玻璃微珠转术在有效降低钻井液密度的同时,还能保持钻柱内钻井液的纯液相状态,可以推广应用到低压油藏水平井钻井中,解决常规随钻测量仪器在多相流中不能有效传递信号的问题。

## 参考文献

- [1] 叶艳,鄢捷年. 高强度空心玻璃微珠低密度水基钻井液室内研究及应用[J]. 石油钻探技术, 2006, 34(3): 41-44.
- [2] Medley G H, William C Maurer, Ail Y Garkasi. Use of hollow glass spheres for underbalanced drilling fluid[R]. SPE 30500, 1995.
- [3] Medley G H, Jerry E Haston, Richard L Montgomery, et al. Field application of lightweight hollow glass sphere drilling fluids[R]. SPE 38637, 1997.
- [4] Manuel J, Jose G Blanco, Kosa L Marquez, et al. Field application of glass bubbles as a density-reducing agent[R]. SPE 62899, 2000.
- [5] Blanco J, Ramirez F, Mata F, et al. Field application of glass bubbles as a density reducing agent in an oil base drilling for marginall low-permeability/low pressure reservoirs[R]. SPE 75508, 2002.

[审稿 鄢捷年]

## Applications of Hollow Glass Bubbles in Underbalanced Drilling on Well Shen-289

Chen Silu

(Engineering Research Institute, Greatwall Drilling Engineering Company Ltd., CNPC, Panjin, Liaoning, 124010, China)

**Abstract:** Considering Well Shen-289's formation pressure gradient of 0.93 in gas condensate Qianshan oil reservoir, hollow glass bubbles with oil-in-water drilling fluid system were used to realize artificial induced underbalanced drilling. The variations of drilling fluid density and the associated maintenance methods were introduced. The test result indicates that this drilling fluid technology can reduce the drilling fluid density effectively, which widens the control limit of density during liquid underbalanced drilling and expands application range of liquid underbalanced drilling technology. Combined with horizontal well and multi-lateral well techniques, this technology can develop low pressure reservoir effectively. The application of this technology explores a new way to protect reservoir, enhance exploration, evaluate reservoir and improve single well's production for Liaohe Oilfield's low pressure reservoirs.

**Key words:** underbalanced drilling; hollow glass bubble; water base drilling fluid; Well Shen-289