

大牛地气田水平井固井技术分析与实践

李正国

华北石油局井下作业大队 HB1401 固井队

摘要: 本文分析了影响水平井固井质量的因素和难点,并通过对鄂尔多斯盆地大牛地气田水平井固井设计、施工数据和固井质量的分析对比,提出了解决水平井固井难题的技术、工艺措施,在该工区 DP3 井进行了现场应用并取得了较好的效果。

关键词: 水平井固井 水泥浆性能 顶替效率

水平井钻井技术是高效开发低渗薄层油(气)藏的最佳技术手段。随着大牛地气田勘探开发力度的进一步加大,近两年开始逐步开展低孔、低渗岩性气藏水平井开发的试验性研究,以达到提高单井产能的目的。由于水平井(大斜度井)受井眼轨迹改变和重力作用等问题的影响,增加了水平井固井的难度,因此,系统分析影响水平井固井质量的各种因素,深入研究和探讨水平井固井技术,对于提高水平井固井质量有着十分重要的意义。

1 影响水平井固井质量的因素和难点分析

1.1 由于井眼轨迹的变化和重力作用的影响,套管在通过大斜度井段和水平井段时与井壁之间的摩阻增大,导致套管下放困难。

1.2 水平井固井要求水泥浆的性能不仅要有很好的防气窜效果,而且要具有低滤失、零析水、微膨胀和很好的流动性和沉降稳定性。

1.3 在钻井过程中为了井内安全,要求钻井液密度适当过平衡,具有较高的粘度和切力,而固井要求钻井液具有较低的粘度和切力,需要很好地解决钻井和固井对钻井液性能不同要求的矛盾。

1.4 相对直井而言,水平井的井壁稳定性较差,循环洗井时的排量控制都比较低,不利于彻底清除水平井段低边沉积的岩屑,从而影响顶替效率。

1.5 水平井固井要提高顶替效率需要解决好以下问题:

① 由于井斜角的影响,大斜度井段和水平井段套管所受的重力方向不再是轴向而是径向,这一重力极易导致套管偏心,使套管低边的钻井液驱动困难,容易窜槽,从而影响水泥浆的顶替效率。

② 水平井的钻井液性能偏重考虑了井壁稳定的因素,泥浆比重、粘度一般比较高,流动性差,固井时严重影响顶替效率。

③ 水泥浆的流变性和沉降稳定性是相互制约的,水平井固井的水泥浆体系要求浆体必须具有良好的稳定性,而浆体的流动性又是提高顶替效率的必要条件,需要借助合适的外加剂调节其性能来满足固井的需要。

④ 合理地设计前置液性能和用量是提高顶替效率、防止各种流体之间窜槽的关键。

2 大牛地气田水平井固井设计、施工数据对比分析

2.1 大牛地气田水平井的井身结构对比见表 1(井径扩大率按 10%计算)

表 1 大牛地气田水平井井身结构对比表

| 序号 井身 开数 结构 | 井身结构 1 | | 井身结构 2 | |
|----------------------|---|------------|--|------------|
| | 井眼尺寸*套管尺寸 | 井眼环容 (l/m) | 井眼尺寸*套管尺寸 | 井眼环容 (l/m) |
| 一开井段 | 12 ¹ / ₄ " *9 ⁵ / ₈ " | —— | 17 ¹ / ₂ " *13 ³ / ₈ " | —— |
| 二开井段 | 8 ¹ / ₂ " *7" | 19.5 | 12 ¹ / ₄ " *9 ⁵ / ₈ " | 45.0 |

2.2 大牛地气田水平井固井水泥浆体系性能对比见表 2

表 2 水平井固井水泥浆性能对比

| 井号 水泥浆 开数 类型 | DP35-1 | | DF1 | | DF2 | | |
|-------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | 低密度 | 常规浆 | 低密度 | 常规浆 | 低密度 | 常规 | |
| 密度 (g/cm ³) | 1.25 | 1.89 | 1.25 | 1.89 | 1.23 | 1.90 | |
| 稠化时间 (70℃×30) | 452 | 124 | 235 | 139 | 490 | 2 | |
| 稠化过渡时间 min | 170 | 19 | 39 | 20 | 15 | 1 | |
| 可泵时间 min | 282 | 105 | 196 | 119 | 475 | 2 | |
| 失水 (6.9MPa×30℃)ml | 38 | 7.2 | 20 | 4.6 | 40 | 1 | |
| 抗压强度 (70℃×24h) | 3.5 | 23.8 | 3.8 | 23.5 | 3.7 | 2 | |
| 自由水 ml | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0 | 0.1 | 0 | |
| 流动度 mm | 241 | 228 | 254 | 225 | 246 | 2 | |
| 相容性 | 与前置液、钻井液相容性好 | | | | | | |
| 沉降稳定性 | 没有分层，静置后上下密度差<0.03 | | | | | | |
| 流性指数 | n | 0.8137 | 0.8498 | 0.9299 | 0.7332 | 0.7232 | 0.281 |
| | K (Pa·s ⁿ) | 0.1100 | 0.1793 | 0.0837 | 0.3564 | 0.6834 | 0.457 |