

龙凤山油气田高性能防塌水基钻井液技术

胡永锋（中石化江汉石油工程有限公司钻井二公司，湖北 武汉 430000）

摘要：龙凤山油气田位于松辽盆地长岭断陷南部的龙凤山次凹，以三开制井身结构为主，二开钻遇层位为四方台组-泉头组中上部，岩性主要以大段泥岩为主，泥岩欠压实、易造浆、水敏性强，易吸水膨胀剥落，引起缩径和地层坍塌，严重的造成缩径卡钻，极大的影响了二开生产时效。针对二开钻遇难题，对井壁失稳机理进行分析，开展井壁稳定物理和化学研究，研制出了一种性能稳定、抑制防塌能力突出、携砂能力强等特点的高性能防塌水基钻井液体系，结合工程防垮手段，有效改善了井壁稳定状态。

关键词：龙凤山油气田；缩径坍塌；水基钻井液；抑制防塌；井壁稳定

龙凤山构造位于北正镇断阶带东南端，东侧为新安镇次凹，是长岭断陷最大的次级断陷。自上而下钻遇层位主要为第四系、四方台组、嫩江组、姚家组、青山口组、泉头组、登娄库组、营城组、沙河子组、火石岭组，其中二开井段钻遇层位为四方台组-泉头组中上部，段长约1800m，二开四方台组岩性为泥岩与粉砂岩、泥质粉砂岩互层，嫩江组-姚家组岩性主要以泥岩为主，夹泥质粉砂岩，青山口组-泉头组岩性为泥岩与泥质粉砂岩略等厚互层。二开井段岩性均为砂泥岩互层和大段泥岩，该区块泥岩特征欠压实、水敏性强、易吸水膨胀，容易引起缩径和地层坍塌形成不规则井径，造成起下钻及下套管频繁遇阻、钻头泥包、堵塞喇叭口等技术难题，严重的造成缩径卡钻，发生井下故障。因此，如何处理好二开井壁稳定，保障技术套管顺利下到位，是二开提速提效的关键。

1 钻井液技术难点

龙凤山构造二开钻遇地层岩性特征见表1：

表1 二开钻遇地层岩性特征表

地层	垂深 (m)	层厚 (m)	地层特点
四方台组	700	300	泥岩欠压实，易造浆，蒙脱石含量高，水敏性强，易垮塌。
嫩江组	1200	500	蒙脱石含量高，泥岩水敏性强，易吸水膨胀剥落。
姚家组	1340	140	蒙脱石含量高，泥岩水敏性强，易吸水膨胀剥落。
青山口组	1730	390	蒙脱石含量高，泥岩水敏性强，易吸水膨胀剥落。
泉头组	2373	643	伊利石含量高，泥岩段长，易吸水膨胀剥落。

1.1 井壁稳定问题

从二开钻遇地层岩性特征表可以看出，四方台组泥岩欠压实，造浆现象突出，钻井液粘度上升较快，易垮塌；嫩江组-青山口组蒙脱石含量高，泥岩水敏性强，易吸水膨胀剥落；泉头组伊利石含量高，泥岩段长，易吸水膨胀剥落。二开钻遇全井段存在泥岩缩径、井壁垮塌风险，该区块多口井在二开起下钻、电测、通井及下套管期间遭遇不同程度遇阻，井壁失稳现象严重。

1.2 钻头泥包问题

二开泥岩段可钻性好，快速钻进时岩屑量大，若不能及时返出，软泥岩水化分散后，钻井液泥质或固相含量增加，钻进过程中吸附在钻头表面造成钻头泥包。

2 技术思路和对策研究

2.1 总体技术思路

针对二开地层泥岩段易缩径垮塌难点，以地层岩性为依据、岩石力学为基础、地层压力为系统，对井壁失稳机理进行分析，开展井壁稳定物理和化学研究，优选钻井液材料，优化钻井液体系，结合工程防垮和钻井液防垮方案，改善井壁稳定性状态，延长井壁垮塌周期，实现二开安全钻进。

采取物理和化学综合防塌方法，以化学防塌为主，结合物理手段，保证密度支撑，施工过程中要做到以下几点：

钻井液密度对稳定井壁至关重要，施工中加强井下情况判断，控制合适的施工密度，达到有效支撑井壁的目的；采取沥青类防塌材料与超细封堵类材料搭配，联合封堵泥岩微裂缝，改善泥饼质量，提高钻井液护壁能力；优化流型，加强钻井液抑制性，使用好固控设备，防止钻井液固相污染。

2.2 配方体系确定

选用两种以上包被、絮凝剂（K-PAM、FA-367、PAC-LV）复配，总含量控制在0.5%以上作为主抑制剂，通过抑制泥页岩及钻屑分散，与水分子竞争黏土的活性来降低黏土膨胀，能改善钻井液的流变性能，有效地包被钻屑，抑制地层造浆，防止钻头泥包，其中钾离子的存在，能防止软泥页岩和脆硬性泥页岩的水化和剥落，起到稳定井壁的作用，而且还具有良好的携带性能，能获得最佳的井眼清洁效果。再复配不同粒径的随钻封堵材料，在井壁外形成一层保护层，阻碍水或钻井液渗入地层，有效的抑制地层水化膨胀，防止井壁坍塌。

2.3 综合防塌对策

根据二开各层位泥岩特征，对钻井液密度设计和各项参数进行了优化，见表2。

表2 二开钻井液密度及性能参数预控表

采用化学防塌，增加钻井液抑制性能的同时，也要结

地层	密度 (g/cm ³)	粘度 (s)	API (mL)	静切力 (Pa)	动切力 (Pa)	塑性粘度 (MPa·s)
四方台组	1.15-1.18	40-50	5-8	1-5/3-8	3-10	10-25
嫩江组	1.18-1.20	40-50	4-5	1-5/3-8	3-10	10-25
姚家组	1.18-1.20	42-50	4-5	1-5/3-8	3-10	10-25
青山口组	1.18-1.25	42-50	4-5	1-5/3-8	5-15	10-25
泉头组	1.20-1.30	42-55	≤ 4	2-5/3-10	5-15	15-30

合采取相应的物理防塌手段，维护井壁稳定，两种措

施双管齐下, 综合进行防塌。

2.3.1 钻井液措施

进入嫩江组前将密度提至 1.18g/cm^3 , 进入泉头组前将密度上提至 1.20g/cm^3 , 保证足够的液柱压力支撑井壁; 嫩江组、姚家组地层掉块现象突出, 进入该地层前加大防塌剂用量, 保证钻井液中防塌剂含量大于 2%; 采用沥青类防塌剂与超细、随钻类钻井液材料复配, 增强物化封堵, 达到综合防塌的效果, 防塌剂以复配胶液形式补充, 超细及随钻类按照钻进进尺进行补充; 要严格控制钻井液失水, 嫩江组、姚家组失水控制在 5mL 以内, 泉头组失水控制在 4mL 以内; 中完在易塌井段注入防塌封闭浆封闭易垮塌井段。

2.3.2 工程措施

保持大排量, 钻进过程中排量保持在 64L/s 以上, 保持对井壁的冲刷和携带; 控制钻时在 $3\sim 5\text{min}$ 钻进, 防止快钻速时岩屑未能及时返出附着在井壁上, 造成缩径和钻头泥包; 每钻进 $200\sim 300\text{m}$, 进行短起下一次, 1500m 之前每次短起下起至套管内。

3 应用效果

高性能防塌水基钻井液体系具有抑制泥岩及钻屑分散、降失水作用, 可以有效的抑制地层造浆, 能防止软泥岩和脆硬性泥岩的水化膨胀和剥落掉块, 起到稳定井壁的作用。在某井施工过程中, 钻井液最高密度为 1.21g/cm^3 , 比以往二开二开钻井液最高密度降低 0.09g/cm^3 , 没有发生井壁垮塌。

(上接第 89 页)下, 依次向上逐个打开观察孔, 利用负压吸入空气引燃水煤气和挥发分, 进而引燃炉料进行升温。

2.2 压力控制

对于压力的合理控制也是影响工艺的主要因素。斯列普活化炉内部是微正压, 所以压力的控制也应该在合理的范围之内。如果温度过低, 那么在反应过程中所产生的煤气会随着气流进入空气管道, 当其余燃烧条件具备时, 很容易发生爆炸, 造成安全事故。反之, 如果温度提高了, 导致活化炉的内压逐步升高, 活化炉烟道内的火焰太长, 可能会进入水平气道与炭燃烧, 炭损耗增加, 活性炭的生产得率下降。经过实践研究, 斯列普活化炉的压力应该控制在 $20\sim 60\text{Pa}$ 。

2.3 加料与卸料

炭化料在进入活化炉内, 加料的次数与时间控制不同, 对活性炭的质量产生一定的影响。通常情况下, 加料的时间控制为 8h 间隔。加料的斜槽角度应该控制合适, 炭化料不得低于料槽口 10cm 。炭化料的下深度应该控制在 80cm 以内, 除非是需要更换炭化料, 可以增加 20cm 的深度。

卸料也是至关重要的一环。当炭料在炉内较长时间, 可能造成炉体堵塞的现象。卸料的时间应该是每 1h 进行一次, 尤其在夜间工作时, 必须保证卸料的频率。在实际生产出, 容易出现长时间不卸料的情况, 长时间将会影响活化炉的使用寿命。加热过程中, 因为通入大量蒸汽, 以及其他原因, 导致炉料在料道内膨积堵塞, 可以在卸料时观察到下料明显减少。或者在巡检过程中, 每隔一段时间手动卸料, 检查下料情况, 如果发现有一些料道下料量明

从二开测量井径数据来看, 最大井径在 1259m 处, 为 375.77mm , 扩大率为 20.75% , 最小井径在 1975m 处, 为 316.34mm , 扩大率为 1.65% , 平均井径为 330.99mm , 平均井径扩大率为 6.36% 。

4 结论

高性能防塌水基钻井液体系在龙凤山区块二开井段使用过程中性能稳定、抑制防塌能力突出、携砂能力强, 有效解决了该区块二开泥岩井段缩径垮塌的技术难题, 该体系值得在工区内进行推广应用, 同时在体系中增加适量的随钻封堵剂, 能增加钻井液的护壁能力, 提高井壁稳定性。

参考文献:

- [1] 杨兴福, 刘海军, 李海军, 黄科. 龙凤山气田抗高温防塌钻井液研究与应用 [J]. 广州化工, 2017, 45(20): 79-81.
- [2] 褚奇, 李涛, 王栋, 胡雪峰, 付强, 殷拥军, 杨军. 龙凤山气田强抑制封堵型防塌钻井液技术 [J]. 钻井液与完井液, 2016, 33(05): 35-40.
- [3] 申明, 韦西海, 薛成, 于刘军, 宋乐, 霍其其, 孙燕, 王丰明. 强抑制防塌型钻井液技术在圆探 1 井的应用 [J]. 精细石油化工进展, 2017, 18(06): 6-9.
- [4] 马毅超. 封堵型防塌水基钻井液技术研究 [D]. 成都: 西南石油大学, 2016.

作者简介:

胡永锋 (1983-), 工程师, 2007 年毕业于长江大学应用化学专业, 获理学学士学位, 长期从事钻井液技术研究工作。

显小于其他料道, 说明已经堵塞。如果发现有堵料问题, 需要从炉体上方加料口, 用长钢钎从上捅下, 进行引料操作。打开加料口水封槽后, 可以看到有明显成堆或者鼓起的部分, 就是堵塞的料道口, 从这里插入, 遇到阻力需要进行旋转压入。在完全插入后, 来回抽插几次, 确保完全疏通。

2.4 加热半炉与冷却半炉切换周期

由于斯列普活化炉是冷却半炉与加热半炉之间相互交替工作, 两者之间的时间控制应该平衡, 失去平衡之后, 就会导致炉内两部分的温差较大。根据实际操作经验, 将切换的时间周期控制在 30min 内较为合适。两半炉的切换是通过两半炉的空气切换阀、蒸汽切换阀及烟道切换阀相互转换实现的。切换后, 应将切换阀重新检查一次, 看看各切换阀的位置是否合适。

3 结束语

综上所述, 在进行斯列普活化炉相关操作的过程中, 需要随时对炉体的温度、压力等参数监控, 通过严格控制与调整工艺保证活化炉的完美运行, 避免发生闷炉等问题。只有严格控制生产工艺, 才能保证生产一线的产量与活性炭的质量, 延长活化炉的使用寿命, 促进企业经济效益的提升, 竞争实力的提高。

参考文献:

- [1] 肖宏生, 张文辉. 煤基活性炭生产用斯列普活化炉生产工艺探讨 [J]. 洁净煤技术, 2001(01): 56-59.
- [2] 刘丽春. 关于煤基活性炭生产用斯列普活化炉生产工艺的研究 [J]. 工艺技术, 2019(8): 34.