

# 陇东油水平井粘吸卡钻预防技术

柳伟荣<sup>1</sup>, 李坤<sup>1</sup>, 张茗翔<sup>2</sup>

1. 中国石油集团川庆钻探工程有限公司长庆钻井总公司, 陕西 西安 710021

2. 中国石油集团川庆钻探工程有限公司长庆固井公司, 陕西 西安 710021

DOI:10.61369/ERA.2026020021

**摘 要 :** 陇东区域油水平井表层套管下入石板层30米, 封隔黄土层。洛河地层承压能力低<sup>[1]</sup>, 经常发生井漏, 延长组目的层由于常年注水导致地层异常高压<sup>[2]</sup>, 施工后期易发生粘吸卡钻。本文通过分析粘吸卡钻发生的原因, 从钻具内外压差、泥饼质量、钻具静止时长等方面展开分析, 制定了优化井身结构、洛河地层承压堵漏、改善钻井液性能、强化固控设备除固效果、注水井停注泄压、优化钻具组合和井眼轨迹、缩短钻具连续静止时间等措施, 降低粘吸卡钻的发生机率。

**关 键 词 :** 水平井; 压差; 泥饼; 粘吸卡钻

## Prevention Technology of Viscous Jamming in Longdong Oil Horizontal Well

Liu Weirong<sup>1</sup>, Li Kun<sup>1</sup>, Zhang Mingxiang<sup>2</sup>

1. China Petroleum Group Chuanqing Drilling Engineering Co., Ltd. Changqing Drilling Corporation, Xi'an, Shaanxi 710021

2. China Petroleum Group Chuanqing Drilling Engineering Co., Ltd. Changqing Cementing Company, Xi'an, Shaanxi 710021

**Abstract :** In the Longdong region, oil horizontal wells are installed with surface casing down to a 30-meter-thick slate formation to seal the loess layer. The Luohe Formation exhibits low pressure-bearing capacity<sup>[1]</sup>, frequently causing wellbore leakage. The formation of the Yanchang Formation has developed abnormally high pressure due to prolonged water injection<sup>[2]</sup>, increasing the risk of sticking and drill bit jamming during later construction phases. This study analyzes the causes of sticking and jamming, examining factors such as the pressure differential between drill string components, mud cake quality, and static idle time. To mitigate these issues, the paper proposes measures including optimizing wellbore structure, implementing pressure-sealing techniques for the Luohe Formation, enhancing drilling fluid performance, improving solid control equipment efficiency, implementing water injection well depressurization, optimizing drill string configuration and wellbore trajectory, and reducing continuous static idle time of drill strings.

**Keywords :** horizontal well; pressure difference; mud cake; sticking

## 引言

自2022年来, 陇东区域石油钻井使用钻井液不落地工艺<sup>[3]</sup>, 老浆重复利用, 部分固控设备除固效果差, 油水平井使用复合盐钻井液体系, 钻井液固相含量高、泥饼厚, 钻头易泥包, 二开后第一趟起钻易遇阻, 倒划眼期间处置不当易发生粘卡<sup>[4]</sup>。延长组由于连续多年超前注水, 地层异常高压, 压井后钻井液加重后固相含量大幅增加, 泥饼增厚, 洛河地层内外压差加大, 加剧了粘卡发生机率。

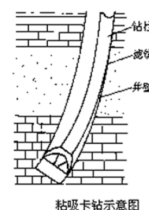


图1 粘卡示意图

## 一、粘吸卡钻的原因

### (一) 钻井液性能不佳

钻井液失水大、滤饼质量差是造成粘吸卡钻的重要原因<sup>[5]</sup>。滤饼质量的好坏直接关系到井下安全陇东。此外, 钻井液有害固相含量高也是造成粘吸卡钻的原因之一。

### (二) 钻具静止状态下的电场作用

由于水基钻井液滤饼有很强的负电场, 钻柱具有很强的正电荷, 两者之间产生了相互吸附作用。两者之间的吸附力与两者的电荷量成正比, 而与两者距离的平方成反比。钻柱在运动状态时, 滤饼与钻柱之间有一层水分子或胶体离子相隔, 保持一定的距离, 在两者之间发生的只有摩擦力而无吸附力。但是在钻具静

作者简介: 柳伟荣 (1981.01-), 男, 浙江金华, 副高级, 本科, 石油钻井技术研究。

止不动时，由于井眼不可能是垂直的，因此总有部分钻具在其自身重力作用下贴向下井壁，缩小了钻具与滤饼之间的距离。当缩小到正、负电场互相作用时，就易发生粘吸卡钻。

### （三）井身结构设计不合理

同一裸眼段存在不同的压力系统。钻井液密度必须要满足高压层的需要，因而在低压层井段就产生较大压差，进而发生粘吸卡钻。

### （四）井斜和方位变化大

井斜大，方位变化频繁，狗腿严重，水平井由于钻具自身重量的作用，在静止时，钻具易贴向井壁低边，造成粘吸卡钻<sup>[6]</sup>。

## 二、陇东区域油水平井预防粘吸卡钻的难点

### （一）井深结构简单，洛河承压能力低

为了降低投资成本，陇东区域油井水平井普遍使用二开浅表层井深结构，表层套管封隔黄土层、进入石板层30米固井。洛河组渗透率高、胶结疏松，存在松散层，钻进工程中易井漏失返。

### （二）钻井液泥饼虚厚

油井水平井使用复合盐钻井液体系，部分井存在加料不足、抑制性差等问题，泥岩分散造浆，虚泥饼厚。

### （三）固控设备老化、除固性能差

个别井固控设备老化、维护保养不到位，未能有效去除钻井液中有固相，导致钻屑分散造浆。

### （四）目的层异常高压，易溢流

延长组由于长期超前注水，地层异常高压，钻开目的层时易发生溢流。压井过程中加入大量加重剂，钻井液密度和固相含量大幅上升，薄弱地层内外压差剧增，泥饼厚度增加。

### （五）偏移距大，钻具与井壁接触面积大

陇东区域沟壑纵横，井场多数在山顶、半山腰、沟底。由于地形受限，部分水平井偏移距大于500-1000米，二开后井眼轨迹首要任务是消除偏移距，大偏移距大幅增加了斜井段长200-400米，接触面积大幅增加。

## 三、应对措施

### （一）合理设计井身结构

确定合理的井身结构也是预防粘吸卡钻的重要措施，避免在同一裸眼井段存在不同的压力系统。陇东区域洛河易漏、地层承压能力低，采油二厂、采油十二厂延长组普遍异常异常高压。对注水量大、注水时间长的高风险井，优化井身结构，使用套管封隔洛河层。

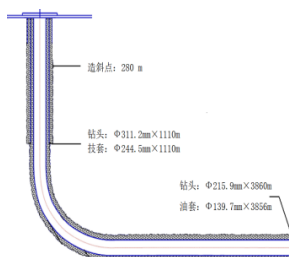


图2 二开井身结构

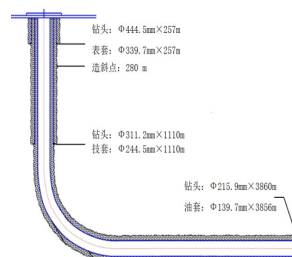


图3 三开井身结构

### （二）改善钻井液性能

通过加入腐殖酸类降失水剂 WN2-4，改善滤饼质量，降低滤失量。钻井液转换后控制失水6-8ml，入窗时失水 < 3ml，泥饼厚度 < 0.5mm。在钻井液中加入足量润滑剂，改善滤饼和钻具之间的润滑性。同时加入阳离子处理剂，把滤饼表面吸附的负离子改变为正离子<sup>[7]</sup>，把负作用力场改变为正作用力场，提高钻井液体系抑制性，抑制钻屑造浆。合理降低钻井液密度，在保证井下安全的前提下，尽可能采用较低钻井液密度，适当降低钻井液粘、切，改善其流变性，也是预防粘吸卡钻的方法之一，避免人为造成过高内外压差。

### （三）强化固控设备使用

淘汰老旧的固控设备，使用性能良好的 GZS 多层多功能钻井液振动筛、LW660/CSN-920 离心式除砂除泥一体机、GLW360-1260N 高速离心机三级固控设备，加强维护保养，提高除砂除固效果。

### （四）超前注水区落实停注泄压

在二开前，及时排查周围注水井情况，对井底距离小于500米的注水井申请停注，对地层主应力方向的注水井申请泄压，降低地层异常高压情况<sup>[8]</sup>。钻开目的层前提前加重，加强井控坐岗，第一时间发现溢流，降低地层流体进入井筒数量，降低压井难度。

### （五）优化钻具组合

使用螺旋稳定器，不用钻铤，简化钻具组合，减少粘吸卡钻发生。

### （六）控制井身质量

严格控制井身质量，尽量减少井眼中的“狗腿”。在大偏移距井眼轨迹设计时，在稳斜消偏段结束后，避免产生降斜井段，确保轨迹平滑。

### （七）减少钻具静止时间

粘吸卡钻只能在钻具静止时发生<sup>[9]</sup>，因此，尽可能减少钻具在井内静止时间是预防粘吸卡钻的重要手段，特别是在使用高密度钻井液时要格外注意加强钻具活动。

## 四、应用效果

2025年共优化水平井井身结构24口井，其中二开结构深表层套管封洛河14口井，三开优技术套管封洛河10口井，解决了同一裸眼井段地层压力系数相差过大的问题。对未封隔洛河组、钻进消耗量大的12口井，实施桥塞堵漏<sup>[10]</sup>、打水泥堵漏，提高承压能力。

在钻井液转换时加入5-7%KCl溶液，后续钻进期间每日加入1-2吨KCL，提高钻井液抑制性，提高钻井液中阳离子含量，抑制泥岩分散造浆，降低粘卡风险。

钻井液初转后阶梯式逐步提密度，井斜60度达到1.20g/cm<sup>3</sup>。五蛟、镇468区块入窗密度 $\geq 1.30\text{g/cm}^3$ ，合水入窗密度 $\geq 1.25\text{g/cm}^3$ ，环县、庆城入窗密度 $\geq 1.25\text{g/cm}^3$ ，华池、南梁区块入窗密度 $\geq 1.23\text{g/cm}^3$ 。（老城、蒿咀铺长6有黑色泥岩，井斜70°时密度 $\geq 1.25\text{g/cm}^3$ ）。

在二开开始录井后，全排量过振动筛，降低钻井液中固相含量。钻井液转换体系上罐后，每日定时开启一体机、离心机，降低

钻井液中有害固相含量，控制转换钻井液体系后含砂量 < 0.5%。

表1 陇东油水平井堵漏统计表

序号	井号	漏层	漏点深 (m)	漏速 (m/h)	堵漏过程	耗时 (h)
1	QH54-1	洛河	632/680/708/716	失返	粗堵挤封5次, 2次轻珠, 1次不分散纤维水泥, 9次纯水泥	527
2	HH41-3	洛河	811	12	13%QD-1 挤封1次	2
3	HH67-2	洛河	940	50	中细堵漏浆挤封3次	4
4	HH69-6	洛河	685	失返	粗堵挤封1次, 13方轻珠低密水泥1次	2
5	QH80-18	洛河	628/974	失返	中粗堵挤封3次	8
6	QH54-2	洛河	670	失返	纯水泥1次, 清珠1次, 高失水固结+清珠1次	26
7	HH69-7	洛河	666/1385	80	中细堵漏浆挤封1次, 11方纯水泥1次	14.3
8	QH48-5	洛河	713	失返	中细堵漏浆挤封1次	5
9	QH80-17	洛河	615	失返	中细堵漏浆挤封1次, 高失水20方挤封1次, 轻珠水泥14方1次	8
10	HH67-4	洛河	990	失返	粗堵漏浆20方	12
11	华 H69-8	洛河	680	失返	中细堵漏浆挤封1次, 轻珠水泥14方1次	14
12	华 H49-5	洛河	720	失返	中细堵漏浆挤封	8

全年对周围注水井提交停注泄压申请95份, 停注注水井236井次, 较好地降低了溢流风险, 降低了钻井液加重带来的粘卡风险。

油水平井中钻具组合优化为: 215.9PDC\*0.38m+7LZ165\*7.0\*210螺旋扶\*7.83m+ 回压阀\*0.51m+MWD\*0.76m+127NDP\*9.67m+127HWDP\*18.98m+411\*460\*0.5m+ 水利震荡器\*1.94m+461\*410\*0.49m+127HWDP+127DP。该钻具组合使用无磁抗压缩钻杆、G105加重钻杆和普通钻杆, 不使用钻铤。G105钢材屈服强度724兆帕, 当下压压力大于264KN时将产生弹性变形。井深2000-2100米悬重600-650KN, 全部下压能使下部钻具弯曲变形。如因设备原因造成不能活动钻具时, 将钻具放至井底, 将钻柱悬重的1/2 ~ 2/3压在钻头上, 把下部钻柱压弯, 减少钻柱与井壁的接触面积, 以减少粘附力。

偏移距 > 500米水平井实施27口, 全部实现消偏结束后稳斜扭方位。在滑动钻进vv时及时观察工具面变化情况, 滑动钻时慢、工具面不变化时, 及时上提钻具。下套管期间勤活动套管, 缩短连续静止时长。

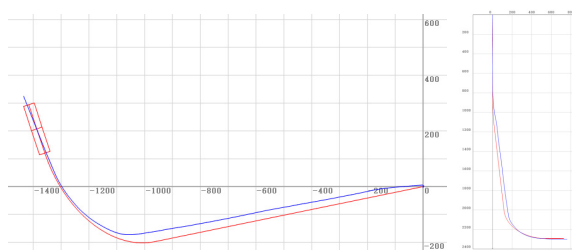


图4 水平投影图



图5 垂直剖面图

通过上述措施的有效落实, 有效地预防住粘吸卡钻问题, 确保钻井作业的安全进行。

## 五、结论

1. 使用套管封隔洛河层, 或对洛河层进行堵漏、打水堵漏, 有利于预防洛河发生粘卡。
2. 钻进期间钻井液中 KCL 含量 > 5% 有利于提高钻井液抑制性、泥饼阳离子电极性, 有利于抑制泥岩造浆。
3. 合理确定较低钻井液密度, 阶梯式提密度, 充分发挥三级固控设备作用, 降低固相含量, 有利于控制钻井液泥饼厚度。
4. 钻具组合中使用无磁抗压缩钻杆、加重钻杆、螺旋稳定器, 大偏移距水平井优化井眼轨迹扭方位时稳斜钻进, 有利于减少钻具与井壁接触面积, 降低粘卡发生机率。

## 参考文献

[1] 谢凌祥, 黄龙, 杨慧壁. 浅析长庆油田洛河组堵漏方法 [J]. 中国新技术新产品, 2012, (12): 124. DOI: 10.13612/j.cnki.cntp.2012.12.028.

[2] 李亮, 胡建国, 阎纪辉. 超前注水是低渗透油田开发的重要途径——以长庆油田三叠系延长组油藏为例 [J]. 新疆石油地质, 2001, (03): 232-234+277.

[3] 周佰刚, 马孟磊, 杨暎, 等. 废弃水基钻井液不落地高效处理技术研究 [J]. 钻采工艺, 2021, 44(03): 108-111+115.

[4] 白海鹏, 刘学清. 欠饱和-饱和盐水钻井液的特点与应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(13): 134-135.

[5] 熊清, 李俊文, 袁永强. 长庆油田粘吸卡钻的预防和处理 [J]. 化工管理, 2017, (36): 8.

[6] 雷万能, 朱忠喜. 粘吸卡钻的成因及处理 [J]. 内蒙古石油化工, 2007, (11): 84-86.

[7] 贺娟娟. 氯化钾钻井液在陈古1井的应用 [J]. 西部探矿工程, 2016, 28(10): 27-28.

[8] 张楠, 肖坤. 利用压降测试曲线判断注水井停注工况 [J]. 石化技术, 2024, 31(09): 210-212+218.

[9] 廖利军, 林世波. 粘吸卡钻的“防”与“治” [J]. 江汉石油职工大学学报, 2013, 26(04): 19-20+23.

[10] 蒲晓林, 罗向东, 罗平亚. 用屏蔽桥堵技术提高长庆油田洛河组漏层的承压能力 [J]. 西南石油学院学报, 1995, (02): 78-84.