

垂直钻井系统在顺北 9X 井应用分析

王才学 (中石化胜利石油工程塔里木分公司, 新疆 库尔勒 841000)

摘要: 垂直钻井系统 (Vertical Drilling System, VDS) 是一种主动防斜系统, 其防斜打直效果不受钻压影响, 有利于提高钻速, 可广泛应用于高陡构造与大倾角等易斜地层和自然造斜能力强的条件下的深井、超深井和复杂结构井直井段。顺北 9X 井桑塔木组顶深 6775m, 底深 7700m, 厚度 925m, 地层倾角 4° ; 钻井过程中井斜有增大趋势, 邻井顺北 53-2H 井桑塔木组井斜最高 11.26° , 顺北 57X 井四开井斜最高 5° /6615.12m, 井底位移 84m/7439m, 邻井阿东 1 井五开却尔却克组侵入体井段侧钻前后均出现井斜增加, 为控制井斜多采用吊打甚至下单弯螺杆纠斜, 严重制约了生产进度。顺北 9X 井尝试使用 POWER-V+ 螺杆钻桑塔木组, 取得成功, 井斜控制非常理想, 机械钻速也得到释放。

关键词: 垂直钻井系统; POWER-V+ 螺杆; 桑塔木组; 井斜控制

1 钻井过程描述

2021 年 2 月 24 日 20:30 测试江汉螺杆、MWD 工作正常后, 接江汉 PDC 钻头 +Power-V 钻具组合开始下钻, 2 月 26 日 2:00 主动划眼到底, 小钻压造型后开始钻进, 转速 60rpm, 排量 27l/s, 钻压 8-12t, 钻进扭矩 15-16kN.m, 空转 13-14kN.m, 打了 5m, 钻时 50-75min/m, 怀疑泥包钻头, 上提钻具排量提到 29l/s, 转速 80rpm 循环, 期间尝试到底钻进效果不是很大, 后泵入密度 1.70 的稀浆 40m^3 冲洗钻头, 边钻进边观察, 扭矩、钻时逐渐恢复正常。

本次钻遇地层主要是奥陶系桑塔木组, 良里塔格组和恰尔巴克组。在奥陶系桑塔木组钻进过程中, 钻时 8-30min/m, 钻进扭矩 20-25kN.m, 空转扭矩 15-16kN.m, 接立柱过程中划眼无异常显示。在奥陶系良里塔格组钻进过程中, 钻时 10-20min/m, 钻进扭矩 22-24kN.m, 空转扭矩 15-16kN.m, 上提有挂卡显示, 一闪而过。在奥陶系恰尔巴克组钻进过程中, 钻时 7-15min/m, 钻进扭矩 22-24kN.m, 空转扭矩 15-16kN.m, 起钻过程中间断挂卡 10t, 活动通过。3 月 4 日 8:00 三开钻进至井深 7600m, 返出岩屑为灰色含泥质泥晶灰岩, 保证井下仪器安全, 起钻下常规钻具卡层。

1.1 钻遇地层及岩性

地层: 桑塔木组; 岩性: 灰色灰质泥岩、灰色泥岩、灰色泥质灰岩。

地层: 良里塔格组; 岩性: 灰色泥质灰岩。

地层: 恰尔巴克组; 岩性: 棕色灰质泥岩、灰色含泥质泥晶灰岩。

1.2 钻井数据

钻进井段 7098m-7600m, 段长: 502m, 纯钻时间 109h, 机械钻速 4.61m/h。

行程速度: 2021 年 2 月 24 日 20:30 测试完螺杆、MWD 仪器后接钻头下钻, 3 月 6 日 10:00 钻头起出钻台面, 行程时间: 229.5h, 行程速度 2.19m/h。

1.3 钻井参数

钻压 80-120kN; 转速 40-45r/min+ 螺杆; 排量 28-30L/s; 泵压 23-25MPa; 扭矩 16-25kN.m, 空转扭矩 15-16kN.m。

1.4 钻具组合

241.3mmPDC 钻头 *0.35m+Power-V*4.17m+631*411(本体外径 202mm, 内径 72mm)+ 螺杆 *7.93m(H7LZ185-3WG- 0°)+7" 浮阀 *0.62m(本体外径 178mm, 内径 72mm)+ 坐键接头 *0.69(本体外径 170mm, 内径 78mm)+ 无磁钻

铤 9.33m+ $\varnothing 236\text{mm}$ 欠尺寸扶正器 (本体外径 236mm, 内径 71mm)+177.8mm 钻铤 9 根 + 屈性长轴 *2.47m(厂家: 高峰)+7" 随钻震击器 (厂家: 高峰, 型号 JZ178-II)+177.8mm 钻铤 3 根 +411 $\times$ 520*0.78m(本体外径 176mm, 内径 75mm)+139.7mm 加重钻杆 15 根 *140.27m+139.7mm 钻杆 +149.2mm 钻杆。

1.5 钻井液性能密度

密度 $1.75\text{g}/\text{cm}^3$; 粘度 60s; 塑粘 31MPa.s; 动切 10Pa; 静切 3/11Pa; 失水 2.8mL; 泥饼 0.5mm; HTHP (150°C) 11.0mL; pH9; 含砂 0.1%; 固含 28%; 坂含 $18\text{kg}/\text{m}^3$; Cl^{-} 76300mg/L, K^{+} 22500mg/L; Ca^{2+} 200mg/L; Kf 0.0875。

1.6 起钻头情况描述

型号 KS1652DGRX; 厂家: 江汉, 入井新度 100%, 出井新度: 50%。水眼: $4*9.5+3*8.7\text{mm}$, 内排齿 I: 2/8; 外排齿 O: 3/8; 磨损特征 D: WD; 轴承 / 密封 B: X; 直径 G: 0mm; 其他磨损特征 O: WT; 起钻原因 R: BHA。起出钻头保颈齿 5 颗钝化, 内锥有冲蚀现象。

1.7 工具型号

螺杆型号: H7LZ185-3WG- 0° , 厂家: 江汉, 尺寸: 185mm; 垂直钻井系统: 斯伦贝谢 POWER-V, 纯钻时间: 109h; 循环时间: 12h; 累计使用时间: 121h。

1.8 钻头入井前照片

见图 1。



图 1



图 2

(下转第 119 页)

- [7] Zhao X X, Dong B, Chai Y M, et al. Ionic liquid assisted hydrothermal synthesis of uniform MoS₂ microspheres using (NH₄)₂MoS₄ as precursors[J]. Materials Research Innovations, 2013, 18(5): 365-369.
- [8] Yang X, Sun H, Zhang L, et al. High Efficient Photo-Fenton Catalyst of α -Fe₂O₃/MoS₂ Hierarchical Nanostructures: Reutilization for Supercapacitors[J]. Scientific Reports, 2016, 6: 31591.
- [9] Tang D M, Kvashnin D G, Najmaei S, et al. Nanomechanical cleavage of molybdenum disulfide atomic layers[J]. Nat. Commun., 2014, 5: 3631.
- [10] Novoselov K S, Jiang D, Schedin F, et al. Two-dimensional atomic crystals[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2005, 102(30): 10451-10453.
- [11] 杨海艳. 二维二硫化钼制备及其对聚碳酸酯热稳定性和拉伸性能改性研究[D]. 太原: 中北大学, 2019.
- [12] 周克清. 典型聚合物基二硫化钼纳米复合材料的制备及其热稳定性与燃烧性能研究[D]. 北京: 中国科学技术大学, 2015.
- [13] Luo H, Xu C, Zou D, et al. Hydrothermal synthesis of hollow MoS₂ microspheres in ionic liquids/water binary emulsions[J]. Materials Letters, 2008, 62: 3558-3560.
- [14] Tian Y, He Y, Zhu Y F. Low temperature synthesis and characterization of molybdenum disulfide nanotubes and nanorods[J]. Materials Chemistry and Physics, 2004, 87(1): 87-90.
- [15] Lee Y H, Zhang X Q, Zhang W, et al. Synthesis of large-area MoS₂ atomic layers with chemical vapor deposition[J]. Adv Mater, 2012, 24(17): 2320-2325.
- [16] Peng Y, Meng Z, Zhong C, et al. Tube- and ball-like amorphous MoS₂ prepared by a solvothermal method[J]. Materials Chemistry and Physics, 2002, 73(2-3): 327-329.
- [17] Sano N, Wang H, Chhowalla M, et al. Fabrication of inorganic molybdenum disulfide fillerenes by arc in water[J]. Chem Phys Lett, 2003, 368: 331-337.
- [18] Kang M A, Kin S J, Song W, et al. Fabrication of flexible optoelectronic devices based on MoS₂/graphene hybrid patterns by a soft lithographic patterning method[J]. Carbon, 2017, 116: 167-173.
- [19] 向文峻, 于京, 马即同, 等. 二硫化钼磁性纳米复合材料的制备及其对水体中偶氮染料的吸附性能研究[J]. 当代化工研究, 2020(04): 133-134.
- [20] Chen X, Zhang J, Jiang X D, et al. Curved surface TiO₂ nanodisks coupled with MoS₂ as heterojunction photocatalysts with enhancing photocatalytic activity[J]. Materials Letters, 2018, 229: 277-280.
- [21] Guo N, Li H, Xu X, et al. Hierarchical Fe₃O₄@ MoS₂/Ag₃PO₄ magnetic nanocomposites: Enhanced and stable photocatalytic performance for water purification under visible light irradiation[J]. Applied Surface Science, 2016, 389: 227-239.
- [22] Ran F, Zou Y, Xu Y, et al. Fe₃O₄@MoS₂@PEI-facilitated enzyme tethering for efficient removal of persistent organic pollutants in water[J]. Chemical Engineering Journal, 2019, 375: 121947.
- [23] Liu J, Yang Y, Bai J, et al. Hyper-Cross-linked Porous MoS₂-Cyclodextrin-Polymer Frameworks: Durable Removal of Aromatic Phenolic Micropollutant from Water[J]. Anal. Chem, 2018, 90: 3621-3627.
- [24] 刘开妍. 单过硫酸盐/亚铁/硫化钼体系降解对氯苯酚效能及机理研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2019.
- [25] Yang S, Li Q, Chen L, et al. Ultrahigh sorption and reduction of Cr(VI) by two novel core-shell composites combined with Fe₃O₄ and MoS₂[J]. Journal of Hazardous Materials, 2019, 379: 120797.
- [26] Wang Z W, Zhang J, Wen T, et al. Highly effective remediation of Pb(II) and Hg(II) contaminated wastewater and soil by flower-like magnetic MoS₂ nanohybrid[J]. Science of The Total Environment, 2020, 699: 134341.

作者简介:

林镁清 (1999-), 男, 汉族, 云南保山人, 本科生, 研究方向: 吸附材料的设计与制备。

通讯作者:

崔璐娟, 高级实验师。

基金项目:

国家级大学生创新创业训练计划项目 (202010742097)。

(上接第 116 页)

1.9 钻头出井后照片

见图 2。

2 临井对比情况

①本井使用江汉 KS1652DGRX 钻头 + 垂钻 + 螺杆钻进情况 (7098m-7555m): 在灰色灰质泥岩中平均机械钻速: 16min/m; 在灰色泥岩中平均机械钻速: 15min/m;

②顺北 111 井使用江汉 KS1352DGRX + 螺杆钻进情况 (6873.55-7117.7m): 在灰色灰质泥岩中平均机械钻速: 23min/m。

3 结论

①使用垂钻工具 + 螺杆在桑塔木组钻进, 在灰色泥岩中平均机械钻速 19min/m; 通过邻井岩性和钻时对比, 比单用螺杆能够一定程度提高机械钻速;

②使用垂钻工具 + 螺杆组合能有效纠控井斜, 释放钻井参数; 但在钻进过程中扭矩偏大, 对于井下情况判断会产生误判。而且钻具组合相当于三扶, 刚性较强, 本井在上提钻具过程中间断挂卡 10t, 通过活动恢复正常;

③ POWER-V+ 螺杆钻具组合对井眼稳定性要求高, 对泥浆防塌润滑要求高, 井下掉块控制不好时慎用。