

多类型冲击器在塔里木油田 TB 区块的应用研究

朱岩 汤鹏 (中国石油股份有限公司塔里木油田分公司, 新疆 库尔勒 841000)

摘要: 塔里木油田 TB 地区构造差异大, 地质条件复杂, 钻井难度高。其二开裸眼段长约 5000m 且同一裸眼段存在两个甚至多个不同的压力系统, 岩性复杂等因素降低了机械钻速。基于此, 现场采用扭力冲击器、复合冲击器 + 专用 PDC 钻头提速技术起到了增速、提效的作用, 实现 TB 区块二叠系以下地层钻井提速记录, 值得进一步推广应用。

关键词: 钻井提速; 复合冲击器; PDC 钻头; 扭力冲击器; TB 地区

塔里木油田作为我国能源开发的主力区域, 近几年的勘探开发力度不断加大, 深井超深井陆续勘探并获得丰富的油气勘探成果。TB 区块是实现塔里木油田增储上产的有力地区, 也是油气产能建设的主要产能区, 其平均设计井深在 6800m 左右, 地层深而且井下安全风险高, 给钻井带来很大挑战, 很大程度上影响油气勘探的重大突破和勘探进程。钻井实践表明, TB 地区二开钻进是钻井提速的关键, 近年来提速工具发展迅速, 其中尤以扭力冲击器和复合冲击器应用最为广泛, 在四川盆地、柴达木盆地、塔里木盆地均进行不同程度的应用。

1 工程地质概况

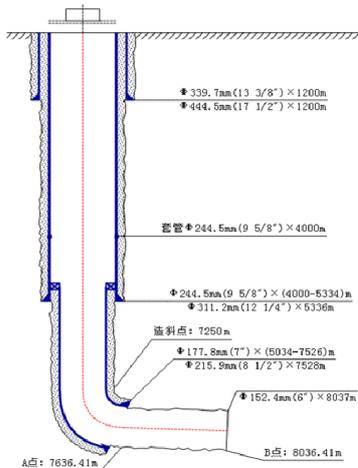


图 1 常见井身结构图

TB 区块位于新疆维吾尔自治区阿克苏地区库车县与沙雅县交界一带, 目的层为奥陶系上统或中统碳酸盐储集层, 储集空间主要为大小各异的裂缝带及溶洞。目前该区块主要井型为三开斜井, 辅助井型有老井侧钻及四开斜井。钻遇地层依次为第四系、新近系、古近系、白垩系、侏罗系、三叠系、二叠系、石炭系、泥盆系、志留系和奥陶系, 不同的沉积条件导致岩性及可钻性各异, 各地层压力悬殊, 当前的井身结构设计和复杂的地质条件成为制约该区块提速的最大瓶颈, 急需开展技术攻关与现场试验, 加快钻井速度、缩短钻井周期。经过多年的探索研究, TB 地区目前所钻井井身结构优化设计为三开井型, 最常用的钻井程序是: $\Phi 406.4\text{mm}$ 钻头 $\times 1500\text{m} + \Phi 241.3\text{mm}$ 钻头 $\times 6700\text{m} + \Phi 171.5/168.3/152.4\text{mm}$ 钻头 $\times 6866\text{m}$ (图 1)。

2 扭力冲击器的应用

2.1 工作原理

井下 PDC 钻头的运动是极其无序的, 包括横向、纵向和扭向的振动及这几种振动的组合。钻具的不规则振动会损坏单个 PDC 切削齿, 导致钻头寿命降低, 也会引起切削过程中切削齿与地层打滑, 降低切削效率, 不规则振动引起的扭矩波动还会干扰定向轨迹控制, 增加定向施工难度、产生不规则井眼并降低井身质量。

扭力冲击器需要配合专用抗冲击型 PDC 钻头一起使用。其破岩机理是改变井下钻头切削地层时可能出现的横向、纵向和扭向振动, 对钻头施加冲击力以冲击破碎岩层, 并利用转盘加以旋转剪切岩层, 实现提高机械钻速。扭力冲击器巧妙地将钻井液流动的动能转换成扭向的、高频的、均匀稳定的机械冲击能量, 使 PDC 钻头达到连续高效破岩 (图 2)。

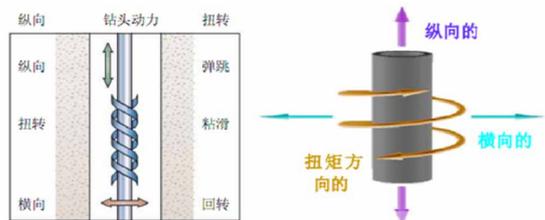


图 2 常规钻具及扭冲钻具井下钻柱受力状态

2.2 技术特点

①扭力冲击器内部机械结构合理, 钻井液流通道通畅, 无任何橡胶件、电子元器件。另外, 即使扭力冲击器失效, 它也只是相当于一个钻头短节和 PDC 钻头一起继续旋转并不影响继续钻进, 不引起其他风险; ②使用扭力冲击器, 使 PDC 更有效地剪切破碎地层; ③扭力冲击器由于是从扭向上产生的稳定均匀的高频冲击, 所以只适用于 PDC 钻头; ④在地层岩性不发生大的改变的情况下, 参数不变时, 经扭力冲击器及钻头钻出的井眼轨迹圆滑稳定, 从某种程度上能够达到“定向”效果。

2.3 现场应用及效果

扭力冲击器配合阿特拉钻头使用效果良好, 当前的常用四种阿特拉钻头 (U513S、U513M、U613S、U613M) 基本满足下部地层的钻进使用。现场应用表明: 扭力冲击器的使用井段明显长于不使用扭力冲击器, 大大减少了起下钻次数; 使用扭力冲击器井段机械钻速远高

于未使用扭力冲击器的机械钻速，平均提高机械钻速172.2%，提速效果达到2-3倍；部可钻性较好地层使用扭力冲击器尽量使用低钻压、高转速，下部可钻性差地层则采用相反参数。

2.4 扭力冲击器使用注意事项

2.4.1 入井前井眼准备

①与工具方预先做好交流工作，准备相应变扣接头；②工具入井之前了解井的基本情况：包括：钻机性能、当前地层、井深、该井段上部使用钻头情况、机械钻速、是否有复杂情况、钻井液参数、钻井液清洁情况；③由于扭力冲击器内部元件间隙约5mm左右，所以在使用中井口钻具水眼内需加入钻杆滤清器；④充分循环清洁钻井液，尽可能降低钻井液含沙量和固相含量。钻井液密度不大于 1.30g/cm^3 ，超出该密度，可能会影响井下工具的使用效果；⑤施工排量满足要求，排量28-341/s，确保设备有足够的动力。

2.4.2 连接工具、下钻

①工具、钻头在搬运及井口连接过程中应尽量避免与硬物磕碰，必要时使用毛毡等软垫进行包裹，防止先期损坏；②PDC钻头本体较短，无法使用B型钳进行上卸扣，必须使用专用上扣工具。扭力冲击器本体上部为上扣位置，其他位置禁止夹持；③下钻过程避免大井段划眼；④为避免堵水眼发生，尽量在钻具组合中加入浮阀，以防钻井液中沉沙或岩屑倒灌入如工具内部，影响使用；⑤到底前10m以上小排量开泵顶通循环，冲洗井底。由于长裸眼段起下钻时间长且钻井液滤失消耗大，一般泵压较高，需处理钻井液才能逐渐恢复正常；⑥中途顶通循环应尽量避免在上层套管中进行。

2.4.3 钻进

①确保排量、泵压正常，然后开始接触井底；②造型参数50转、2-4t、造型长度0.2-0.5m；③正常钻进参数：转速范围50-85转，钻压8-16t。钻压根据实际情况调整，低于8t可能会导致工具工作效率降低。转盘（顶驱）转速视岩性及钻时情况进行调整，岩性疏松地层或机械钻速较快层为可将转速调整至70-80rpm，在致密地层或其他特殊岩性地层，可将转盘转速保50-60rpm；④钻进中及时分析记录各参数尤其是扭矩及钻时情况，分析井下工具及钻头情况；⑤钻遇特殊岩性地层，勤观察返出岩屑，依据所切削的岩屑颗粒形状判断钻头磨损情况；⑥观察并记录各种钻井参数，有异常情况便于对比；⑦当机械钻速连续变慢，首先判断是否地层原因。如机械钻速逐渐递加，判断井下工具和钻头情况，及时判断，及时起钻；⑧刹把操作平稳，防止顿、溜钻，均匀送钻。

3 复合冲击器的应用

3.1 工作原理

复合冲击器在扭力冲击的基础上集成了轴向冲击功能，增强了硬地层的钻进效率，轴向冲击增强了PDC钻头的吃入能力。专用PDC钻头独有的锥形冲击齿，配合扭力冲击大大提高了高硬、高研磨地层的可钻性，部分

解决了托压现象，减小了摩阻；改善了钻压传递改和跳钻现象，消除了钻压峰值，保持钻压的稳定。工具的内部结构为纯金属机械结构，通过换向机构将钻井液水力能量转化为高频、稳定的周向冲击和轴向冲击能量。可以提供13-20Hz的冲击频率，总能量冲击功500-800J、冲击力700-1000kg，地面扭矩波动幅度小。

3.2 复合冲击专用钻头

HP系列复合冲击器专用钻头是采用新速通专利技术设计、专门配合复合冲击器使用的新型PDC钻头（图3）。这种PDC钻头与复合冲击器联合使用可大大提高钻头在高硬度、高研磨性地层的钻进能力，能显著提高机械钻速，延长使用寿命，大幅度降低钻井成本。



图3 复合冲击专用钻头

3.3 现场应用及效果

复合冲击器+专用PDC钻头提速技术起到增速、提效的作用。创造塔里木油田TB区块二叠系以下地层平均机械钻速最高和单只钻头进尺最高等多项记录，为其他区块及施工方提供较好的参考（表1）。

表1 复合冲击器现场使用数据

序号	钻头尺寸/mm	钻头型号	钻遇地层	钻进井段/m		进尺/m	纯钻/h	平均机械钻速m/h
1	241.3	HP315M	S	5591.7	6159.3	567.6	102.5	5.5
2	241.3	HP605S3	C、D、S	4993	6443	1510	262	5.8

泥浆含砂量对工具的正常运行至关重要。施工泥浆含砂量远远高于复合冲击器正常工作要求的范围，制约了工具的井下寿命，为保证复合冲击器能够稳定运行，建议泥浆含砂量控制在0.5%以内；井下动力钻具的性能是复合冲击器正常运转的必要条件，如现场需要用到配合螺杆钻具，建议其使用寿命不低于150hrs；钻头的选型应更加科学、合理。施可通过优化钻头结构来进一步提高机械钻速。复合冲击器所使用的钻头应具有更好的抗冲击能力，钻头主切削齿旁分布有减震齿，有效保护了钻头。目前在TB区块，二叠系下部地层单趟最高进尺1510m、单日最高进尺240m，单只平均机械钻速6.4m/h三项指标由新速通复合冲击器保持。

参考文献：

- [1] 靳大松, 霍如军, 张家振, 等. 塔里木油田富源区块钻井提速关键技术[J]. 钻采工艺, 2021, 44(1): 125-128.
- [2] 李宁, 周小君, 等. 塔里木油田HLHT区块超深井钻井提速配套技术[J]. 石油钻探技术, 2017, 45(2): 10-14.
- [3] 王美冬. 塔里木油田TB地区钻井提速研究[D]. 荆州: 长江大学, 2020.
- [4] 任鹏. 扭力冲击钻井提速机理及在哈拉哈塘的应用研究[D]. 中国石油大学(北京), 2016.