

旋冲钻井技术在内蒙古意1井的应用

索忠伟¹, 尹慧博¹, 张海平¹, 白彬珍¹, 陈卓²

(1. 中国石化石油工程技术研究院, 北京 100101; 2. 吉林大学应用技术学院, 吉林 长春 130012)

摘要: 为了提高内蒙古意1井3000 m以深下部井段机械钻速, 采用了射流冲击器旋冲钻井提速技术。根据地层岩性特点, 通过冲击器台架性能测试, 优选出了冲击器的冲击功及冲击频率, 确定了旋冲钻井参数。射流冲击器配合牙轮钻头应用井段为3675~3817 m, 通过合理确定水力参数及冲击器的性能参数, 取得了预期的提速效果, 达到了提速增效的目的。冲击器纯钻共计185 h, 总进尺142 m, 采用旋冲钻井技术, 在相同地层及钻头条件下, 旋冲钻井2趟钻进进尺较以前转盘钻进4趟钻进进尺多10 m, 提高机械钻速达42%, 为白音查干区块钻井提供了一项新的技术手段。

关键词: 旋冲钻井; 射流冲击器; 提速

中图分类号: P634 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2014)03-0018-03

Application of Rotary-percussion Drilling Technology in Yi1 Well of Inner Mongolia/SUO Zhong-wei¹, YIN Hui-bo¹, ZHANG Hai-ping¹, BAI Bin-zhen¹, CHEN Zhuo² (1. SINOPEC Research Institute of Petroleum Engineering, Beijing 100101, China; 2. Applied Technology College of Jilin University, Changchun Jilin 130012, China)

Abstract: In order to improve the ROP of lower section under 3000m depth in Yi1 well of Mongolia, hydro-efflux hammer rotary-percussion drilling technology was used. According to the characteristics of the formation lithology, the impact power and the frequency were selected by the hammer rig testing to determine the rotary-percussion drilling parameters. The hydro-efflux hammer was used in the section of 3675m to 3817m with the cone bit. With the reasonable hydraulic parameters and performance parameters of the hammer, the desired high ROP was achieved. The net drilling time of the hammer was 185h with total footage of 142m; under the conditions of the similar stratum and the bit, the footage of 2 rounds rotary-percussion drilling was 10m more than that of previous 4 rounds rotary drilling, and the ROP was increased by 42%, the rotary-percussion drilling technology became a new technical means for Baiyinchagan area.

Key words: rotary-percussion drilling technology; hydro-efflux hammer; ROP improving

0 引言

在油气勘探开发中, 钻井是必不可少的基本环节。旋冲钻进技术是当前解决硬岩钻进难题最有效的技术方法之一, 其与普通回转钻进技术相比能够提高钻进效率30%以上。旋冲钻井技术是传统的旋转钻井与冲击钻井相结合的一种钻井方法。就是在旋转钻井的基础上, 增加一个冲击器产生的高频冲击作用, 通过钻头把周期性的冲击载荷作用在地层上, 实现冲击载荷与静压旋转联合作用破碎岩石。由于在钻进过程中施加了高频的冲击载荷, 使岩石形成体积破碎, 从而提高了钻井速度^[1-3]。实现旋冲钻井的主要工具是液动冲击器, 它是一种以钻井液为动力, 直接在钻头上施加冲击能, 实现冲击载荷与静压旋转联合破岩的工具^[4]。具有结构简单、性能可靠、启动灵活、工作稳定、冲击载荷可调可控、循环压降较小(2 MPa左右)等特点, 其井下工作寿命

一般在100 h以上, 不工作时相当于一根短钻铤, 可转为转盘钻井继续钻进^[5,6]。

意1井位于内蒙古乌拉特后旗乌力吉苏木西南约3.7 km, 预探苏一底部构造圈闭、巴二上部和巴一顶部岩性圈闭含油气情况, 兼探苏二上部构造圈闭含油气情况; 了解苏二上部、苏一下部、巴二上部、巴一顶部储层发育情况。该井钻进到3000 m后, 钻时持续变慢, 国产钻头使用寿命较短, 一般在40 h左右。采用进口钻头, 钻头寿命提高, 但钻时仍然很慢, 在这种情况下, 引进了旋冲钻井技术。

1 冲击器结构及性能参数确定

选用YSC-178型射流冲击器, 射流冲击器由射流元件、缸体组件、冲锤、砧子、八方套及外筒等主要部件组成。其工作原理为: 依据射流附壁作用, 当高速流体流经射流元件时产生有规律的附壁切换,

收稿日期: 2013-11-13; 修回日期: 2013-12-25

基金项目: 国家“863”计划项目“高效破岩冲击器的研制及旋冲破岩工艺技术研究”(2006AA06A109-3-2)

作者简介: 索忠伟(1970-), 男(汉族), 辽宁锦州人, 中国石化石油工程技术研究院高级工程师, 地质工程专业, 博士, 主要从事钻井工程及地质工程领域科研工作, 北京市朝阳区北辰东路8号北辰时代大厦916室, suozhongwei123@163.com。

使缸体中的活塞带动冲锤产生往复运动,造成对砧子的高频冲击作用,砧子将该冲击能量传递给钻头,提高钻进效率。冲击功过小,提速效果不明显,冲击功过大,会加速钻头的磨损,甚至会产生崩齿。因此,合理的确定冲击器结构及性能参数有利于旋冲钻井提速和井下安全。通过台架性能测试得出了冲击器结构参数与性能参数的对应关系。根据应用井段的地层特点及配套钻头类型优选出冲击器性能参数。

根据地质设计及上部井段实钻资料,冲击器钻进井段为巴音戈壁组二段,该地层岩性以泥岩为主,现场泥浆泵排量在 25 ~ 28 L/s,考虑到冲击器破岩效果和对钻头的影响,冲击器冲击功确定在 140 ~ 264 J,冲击器频率确定在 10 ~ 14 Hz 之间。确定冲击器结构参数为:外径 178 mm,长 2480 mm,上接头扣型 410,下接头扣型 430;其性能参数为:排量 25 ~ 28 L/s,冲击功 140 ~ 264 J,冲击频率 10 ~ 14 Hz,冲击器压耗 1 ~ 3 MPa,分流孔 9 mm × 2,锤重 63 kg,行程 55 mm。

2 旋冲钻井技术现场应用情况

按照施工方案确定的旋冲钻井参数,在意 1 井巴音戈壁组巴二段 3675 ~ 3817 m 井段应用了旋冲钻井技术提速,使用的钻头为 HF637GHM 牙轮钻头(见图 1)。

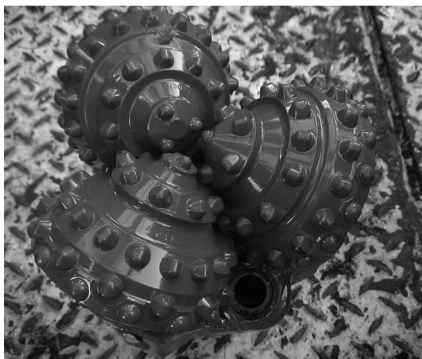


图 1 新钻头

钻具组合为:钻头 HF637GHM + 冲击器 + Ø158.7 mm NDC × 1 根 + Ø158.7 mm DC × 1 根 + Ø214 mm LF + Ø158.7 mm DC × 19 根 + Ø127 mm DP。

2.1 冲击器的钻台试冲

通过钻台试冲检验冲击器工作的稳定性。冲击器上接一柱加重钻杆,同时与方钻杆接好,下接测试接头,同时接好回水管线,将测试接头坐稳在转盘

上。开泵,记录冲击器开始工作时的排量,此排量为冲击器启动排量。逐渐提高排量,检验冲击器在不同排量下的工作情况,同时记录其对应排量下的泵压值。表 1 为冲击器钻台试冲数据。

表 1 冲击器钻台试冲数据记录

步骤	排量/(L·s ⁻¹)	泵压/MPa	冲击器工作情况
I	12	1.1	启动,工作正常
II	14	1.5	工作正常
III	18	2.2	工作正常

钻台试冲结果表明:当排量 12 L/s 时,冲击器正常启动,随着排量的提高,冲击器冲击频率和冲击功相应增大,试冲表明冲击工作正常,可以入井。

2.2 旋冲钻井的钻进情况

本次共计应用 2 套冲击器进行了 2 井次的现场应用。

2.2.1 第一套冲击器的应用情况

第一套冲击器应用井段为 3675 ~ 3753 m,钻遇地层岩性为灰色和暗紫色泥岩。钻井参数为:钻压 160 ~ 180 kN,转数 60 ~ 75 r/min,排量 25 ~ 28 L/s;泥浆主要参数:密度 1.35 g/cm³,粘度 84 ~ 134 s, pH 值 10。冲击器入井工作 128 h,纯钻 101 h,进尺 78 m,平均机械钻速 0.77 m/h。

起钻原因:

- (1) 钻头达到了正常钻井情况下的使用寿命;
- (2) 避免钻头掉齿,保持井底清洁。

旋冲钻井第一趟起出井钻头情况见图 2。钻头 2 号轮第二圈牙齿有崩齿,与前面转盘钻井钻头崩齿情况相同(地层含砾造成),其他牙轮牙齿情况基本完好。



图 2 第一趟钻出井钻头

2.2.2 第二套冲击器的应用情况

第二套冲击器应用井段为 3753 ~ 3817 m,地层岩性为灰色和暗紫色泥岩。钻井参数:钻压 160 ~ 180 kN,转数 60 ~ 75 r/min,排量 25 ~ 28 L/s;泥浆

主要参数:密度 1.35 g/cm^3 , 粘度 $84 \sim 134 \text{ s}$, pH 值 10。冲击器入井工作时间 118 h, 纯钻时间 84 h, 进尺 64 m, 平均机械钻速 0.76 m/h 。

起钻原因:

(1) 钻速下降明显, 最后 1 m 钻时达到 122 min;

(2) 钻头达到了正常钻井情况下的使用寿命。

旋冲钻井第二趟起出井钻头情况见图 3。钻头第二排齿崩齿较多, 第二趟钻地层含砾增多, 有跳钻现象, 加剧了钻头的崩齿。



图 3 第二趟钻出井钻头

2 套冲击器入井工作时间共计 246 h, 井下纯钻时间共计 185 h, 总进尺 142 m。

3 旋冲钻井技术提速效果分析

3.1 钻头使用寿命和机械钻速

对比了采用旋冲钻井技术和转盘钻井钻头使用寿命及机械钻速, 对比结果见表 2。

表 2 旋冲钻井与转盘钻井钻头寿命及钻速对比

型号	起止井深 /m	总进尺/m	纯钻时间/h	机械钻速 /($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)	钻进方法
HF637GHM	3478.00 ~ 3510.00	32.00	40.83	0.78	转盘
HF637GHM	3510.00 ~ 3538.00	28.00	40.00	0.70	转盘
HF637GHM	3538.00 ~ 3571.00	33.00	46.00	0.72	转盘
HJT637G	3571.00 ~ 3623.00	52.00	76.50	0.68	转盘
DS55DX2	3623.00 ~ 3675.00	52.00	96.50	0.54	转盘
HF637GHM	3675.00 ~ 3753.00	78.00	101.00	0.77	旋冲钻井
HF637GHM	3753.00 ~ 3817.00	64.00	84.00	0.76	旋冲钻井
HF637GHM	3817.00 ~ 3856.00	39.00	61.00	0.64	转盘

从表 2 可以看出, 意 1 井使用的 HF637GHM 钻头机械钻速总体偏低, 随着井深的增加, 机械钻速也逐渐变慢。尝试了休斯牙轮钻头, 钻头寿命提高, 但钻时更慢。

使用旋冲钻井技术, 提速效果显著:

(1) 在相近地层情况下, 旋冲钻井平均机械钻速较上部相邻井段使用休斯牙轮钻头平均机械钻速提高 42%, 较下部相邻井段提高 20%;

(2) 应用旋冲钻井 2 趟钻进尺 142 m, 比相邻井段使用同型号钻头转盘钻井 4 趟钻进尺 132 m 多 10 m, 节省 2 趟钻的时间, 节约 2 只钻头。

3.2 经济效果

在使用相同型号钻头情况下, 应用旋冲钻井 2 趟钻进尺 142 m, 而常规钻井 4 趟钻进尺 132 m, 少用 2 个钻头, 节约 9 万元, 少下 2 趟钻, 节省辅助时间 2 天, 节约 20 万元。应用旋冲钻井技术取得了明显的经济效益和综合效果。

3.3 综合提速提效分析

表 3 列举了旋冲钻井与转盘钻井相邻井段钻井参数。从表 3 可见, 旋冲钻井钻压和转速较常规钻井低, 旋冲钻井主要是靠冲击动载破岩, 这有利于减少对钻头的磨损和疲劳破坏, 进而延长钻头的使用寿命。转速选择较低, 是根据地层情况和冲击器的破岩效果综合考虑。转速越低钻头的磨损也会相应减少。因此, 提高了钻井的破岩效率, 相同地层、同型号钻头情况下, 应用旋冲钻井技术单只钻头进尺较常规钻井提高 97%。

表 3 旋冲钻井与转盘钻井相邻井段钻井参数对比

钻头型号	起止井深 /m	纯钻时间 /h	排量 /($\text{L} \cdot \text{s}^{-1}$)	钻压 /kN	转速 /($\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$)	钻进方法
HF637GHM	3478.00 ~ 3510.00	40.83	25 ~ 28	200	65 ~ 70	转盘
HF637GHM	3510.00 ~ 3538.00	40.00	25 ~ 28	200	65 ~ 70	转盘
HF637GHM	3538.00 ~ 3571.00	46.00	25 ~ 28	200	65 ~ 70	转盘
HJT637G	3571.00 ~ 3623.00	76.50	25 ~ 28	200	65 ~ 70	转盘
DS55DX2	3623.00 ~ 3675.00	96.50	25 ~ 28	210	65 ~ 70	转盘
HF637GHM	3675.00 ~ 3753.00	101.00	25 ~ 27	180	60 ~ 65	旋冲钻井
HF637GHM	3753.00 ~ 3817.00	84.00	25 ~ 28	180	60 ~ 65	旋冲钻井
HF637GHM	3817.00 ~ 3856.00	61.00	25 ~ 28	200	65 ~ 70	转盘

4 冲击器井下工作寿命分析

2 套冲击器出井后, 第一套冲击器出井为节省时间未进行钻台试冲。现场应用结束后拆开分析, 内部活塞有表面磨损, 活塞上端面及冲锤锤头有明显的打击痕迹, 变形一方面可以反映冲击器在井下长时间的工作情况, 另一方面也反映了工具在材料和加工工艺等方面仍需要继续改进。活塞上端与冲锤下端产生较小的变形不会影响工具的性能参数, 但若变形量较大, 则行程增大, 冲击功增大, 冲击频率减小, 将偏离原设计的性能参数。工具也随之加速磨损, 寿命降低, 甚至会造成对钻头的破坏。因此, 活塞和冲锤的加工材料、加工工艺尚需进一步改进。

(下转第 24 页)

(4)对泥岩具有较强的抑制水化分解能力。一般在沙层和泥岩的钻进中,易出现塌孔、缩径等现象。使用多功能剂体系泥浆无这类现象出现,钻进极为顺利,每次下钻都能一通到底。

(5)使用和维护便捷简单。采用多功能剂,大大简化了配浆过程,在现场使用时,不需要特殊维护,极为方便。

6 结论

(1)采用多功能剂配制浆液时,仅需用2.5%左右的多功能剂直接与水混合搅拌,不需再加入其他钻井液处理剂,所配制的钻井液各项性能即可满足钻探要求。该钻井液配制使用简便,非常适合在野外地质钻探中使用。

(2)当地层中存在易溶性盐,岩心易出现溶蚀情况时,可将多功能剂冲洗液中加入易溶盐(镁基)转换成易溶盐(镁基)多功能剂冲洗液,达到保护矿层和岩心,保障岩心采取率的目的。

(3)与以往常用的柴油冲洗液相比,镁基多功能剂冲洗液不仅可以满足钻探工艺的需求,又可以

极大的节约钻探成本。

(4)通过在老挝农波矿区南部的成功应用,证明该多功能剂在易溶盐(镁基)冲洗液中具有较强的耐盐、抗污染和增粘能力,并且对泥岩具有较强的水化分解抑制作用。采用其配制的盐水和易溶盐(镁基)多功能剂冲洗液体系具有较好的护壁及保心作用,适合于在易溶盐钻探和钾盐钻探中使用。

参考文献:

- [1] 石国成,路耀祖,徐新文,等.试探盐背斜与固体钾盐矿的关系——以老挝农波盆地钾盐矿为例[J].青海大学学报(自然科学版),2010,28(6):69-72,84.
- [2] 钟晓勇,袁秦,秦占杰,等.老挝甘蒙省晚白垩世农波组下段孢粉分析及成钾时代[J].地球学报,2012,33(3):323-330.
- [3] 付帆,胡继良,王新萍,等.地质钻探新型多功能复合剂研究与应用[J],探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S2):153-156.
- [4] 温佩,武文洁,赵立辉.膨润土的改性及应用研究进展[J].化工技术与开发,2008,37(2):27-31.
- [5] 陈爽,高文翰.膨润土改性及其应用展望[J].中国环境管理,2008,(6):27-28.
- [6] 肖娟,郭会明.膨润土改性及应用进展[J].当代化工,2009,38(6):626-628.

(上接第20页)

第二套冲击器起钻后进行了钻台试冲,试冲结果:当排量提至18 L/s,冲击器启动,启动排量增大,工作频率较入井前钻台试冲明显降低。起钻后钻台试冲证明,冲击器起钻前在井下仍正常工作。工具拆开后,冲击器内部零件的使用情况与第一套情况基本相同。两套射流冲击器本体完好,均可以继续使用。证明工具在该区块配合牙轮钻头寿命是匹配的。

5 结论

(1)2套冲击器使用寿命均达到了100 h以上,旋冲钻井机械钻速比常规钻井机械钻速高42%;

(2)旋冲钻井应用井段,泥浆粘度在84~134 s,验证了射流冲击器对泥浆粘度良好的适应性;

(3)在中硬地层中,通过采用合理的旋冲钻井

参数,有利于保护钻头,延长钻头的使用寿命,降低钻井成本;

(4)意1井的应用实践证明,旋冲钻井技术在白音查干区块提速效果显著,具有继续推广应用的价值。

参考文献:

- [1] 徐小荷,余静.岩石破碎学[M].北京:煤炭工业出版社,1987.
- [2] 菅志军,殷琨,蒋荣庆,等.增大液动射流式冲击器单次冲击功的试验研究[J].长春科技大学学报,2000,30(3):303-306.
- [3] 屠厚泽,高森.岩石破碎学[M].北京:地质出版社,1990.
- [4] 索忠伟,殷琨,徐克里,等.射流式液动锤内部动力过程的数学模型及仿真分析[J].吉林大学学报(地球科学版),2007,37(1):200-203.
- [5] 陶兴华.提高深井钻井速度的有效技术方法[J].石油钻采工艺,2001,(5):4-8.
- [6] 王雷,郭志勤,张景柱,等.旋冲钻井技术在石油钻井中的应用[J].钻采工艺,2005,(1):8-11.