

扭力冲击器在大庆油田肇深 17 井的试验应用

李欢欢, 王玉玺, 李秋杰

(大庆钻探工程公司钻井工程技术研究院, 黑龙江 大庆 163413)

摘要:大庆油田深井提速已经开展多年,取得了良好的效果,2012 年不断试验提速新技术,在肇深 17 井试验引进 TorkBuster 扭力冲击器,取得了新进展,获得了较高的机械钻速。扭力冲击器工作井段平均机械钻速达到 4 m/h,最高达 8 m/h,相同井段同比常规钻井节省起下钻至少 5 趟以上,节省周期 13 天。与同区块肇深井比较,钻速有较大的提升。扭力冲击器在肇深 17 井的试验成功,为大庆油田营城组及以下地层钻井提速提供了新途径。

关键词:扭力冲击器;钻井提速;PDC 钻头;大庆油田;肇深 17 井

中图分类号:TE242.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2013)04-0044-04

Experimental Application of Torque Compactor in Well Zhaoshen 17 in Daqing Oilfield/LI Huan-huan, WANG Yu-xi, LI Qiu-jie (Drilling Engineering Technology Research Institute of Daqing Drilling & Exploration Engineering Corporation, Daqing Heilongjiang 163413, China)

Abstract: Drilling speed rising in deep wells has experienced with good effects in Daqing oilfield for many years and the new technologies were tested in 2012. TorkBuster torque compactor was introduced for testing in well Zhaoshen 17, the average ROP was 4 m/h even up to 8 m/h. Compared to the conventional drilling in the same interval, at least 5 pipe trips and 5 working days were saved. The successful application of torque compactor in well Zhaoshen 17 could be a new approach to drilling speed rising in Yingcheng group and the below formations in.

Key words: torque compactor; drilling speed rising; PDC bit; Daqing oilfield; well Zhaoshen 17

近年来,大庆油田开展了钻井提速提效专项技术攻关,随着空气钻井、复合钻进、钻头优选和防斜打快等技术的不断完善,钻井速度逐年提高。对于深井,由于下部地层岩石的硬度和强度大,可钻性差,同时平均地温梯度达到 4.1 °C/100 m,4000 ~ 5500 m 深的井,其井底温度高达 160 ~ 220 °C,严重地影响了钻井工具的使用,造成井下复杂和固井难度增加,尤其是下部井段每起下钻一次,所耗时间增长。为了解决大庆深部地层钻井周期长、常规牙轮钻头单只进尺少、螺杆钻具寿命短等一系列问题,2012 年 9 月,在肇深 17 井开展了扭力冲击器配合 PDC 钻头提速现场试验,探索大庆深层钻井提速新途径。TorkBuster 扭力冲击器试验提速效果明显,机械钻速提高 150% 以上,平均可节省起下钻 5 趟以上,节省钻井周期 13 天以上。

1 扭力冲击器的工作机理及技术特点

1.1 扭力冲击器工作机理

在井下,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,即产生“粘-滑现象”,如图 1 所示。(a)所示是钻头在

井底的正常理想钻进状态,但这种理想化的状态是不存在的;(b)所示是当钻头刚刚出现“吃入”地力不足时,钻头出现暂时停顿的现象,这时钻头开始积蓄能量;(c)所示是钻头无法继续钻进,而转盘在旋转,扭矩的能量就积蓄在整个钻杆上,钻杆处于扭曲状态;(d)当钻柱上的扭力应力突然达到剪切破碎地层所需的扭矩时,则钻柱上积蓄的能量突然得到释放,钻头会突然加速,以极快的速度进行破岩,造成钻头损坏。这样会损坏单个 PDC 切削齿,导致钻头寿命降低,引起扭矩波动干扰定向控制和随钻测井(LWD)信号,以及产生不规则井眼降低井身质量。

TorkBuster 扭力冲击器是美国阿特拉(ULTE-RA)UD 公司的专利产品,它由钻井液流量分配器、动力冲击部分、驱动短节以及钻头接头组成。泥浆从上接头经过泥浆流量分配器流进冲击器并二次分配到管状接头内,来源于泥浆的巨大能量使得接头内的 2 个动力锤相互反转起来,产生的机械冲击能量由驱动短节内的驱动轴集中均匀地传送到钻头上,持续稳定的高频冲击扭力可达 750 ~ 1500 次/min,其破岩机理是以冲击破碎为主,并在钻头上增

收稿日期:2012-11-22; 修回日期:2013-03-18

作者简介:李欢欢(1981-),女(达斡尔族),黑龙江人,大庆钻探工程公司钻井工程技术研究院设计中心工程师,机械设计制造及其自动化专业,从事钻井工程设计工作,黑龙江省大庆市八百垅,lihuanhuan@cnpc.com.cn。

加一个额外的旋转方向的均匀稳定的高频冲击力,大幅度提高剪切效率,减少反冲扭力,主要作用是在保证井身质量的同时提高机械钻速。这时候 PDC 钻头上就有 2 个力在切削地层,一个是钻盘提供的扭力,一个是 TorkBuster 扭力冲击器提供的力,并且这个力直接作用到钻头本身,对钻杆并不产生任何作用和改变整个冲击能量的荷载,从而大大降低钻头的粘滑现象,大幅提高钻进速度,延长钻头寿命。

PDC 钻头与扭力冲击器配合使用后,消除了井下钻头运动时可能出现的一种或多种振动(横向、纵向和扭向)的现象,使整个钻柱的扭矩保持稳定和平衡,巧妙地将泥浆的流体能量转换成扭向的、高频的、均匀稳定的机械冲击能量并直接传递给 PDC 钻头,使钻头旋转过程始终保持连续性,延长钻头的寿命。见图 1(e)。

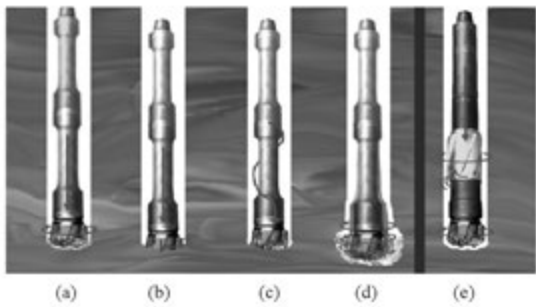


图 1 井底钻头及钻具工作示意图

1.2 扭力冲击器技术特点

扭力冲击器外部物理尺寸紧凑,内部机械结构合理,泥浆流道通畅,无任何橡胶件,无任何电子元器件。扭力冲击器将泥浆的流体能量通过带有金刚石敷面的涡轮组的上部动力站,经过中间的转换构件传递到同样带有金刚石敷面的涡轮组的下部动力站;泥浆首先进入过滤系统,内部的多组构件由装有特殊材料的加重棒的偏心块由芯轴带动(一体式)扭向反复作用,在给钻头驱动轴一个径向推力的同时,使钻头产生高频冲击力;由于形成了高频的、均匀的机械冲击能量,使钻头在井底能始终保持连续的高频切削,提高剪切效率,消除钻头运动时可能出现的一种或多种有害振动,消除“粘-滑现象”。

在旋转钻井或定向钻井组合上,直接配上扭力冲击发生器,再加上扭力冲击发生器和 PDC 钻头独特的倒扣式连接,大大减少了滑脱现象。由于通过扭力冲击发生器作用到 PDC 钻头的是一个高频的、均匀的扭力冲击,相比不用扭力冲击发生器的普通的 PDC 钻进,滑脱、卡钻现象会成倍地减少,而且能

极大地提高机械钻速和钻头寿命。

2 扭力冲击器在肇深 17 井的应用情况

2.1 肇深 17 井基本情况

肇深 17 井是位于松辽盆地东南断陷区徐家围子断陷徐西-肇州斜坡带的一口预探井,设计井深 3855 m,目的层位是营城组火山岩、砾岩,兼探登娄库组、沙河子组、基底。三开首先采用牙轮钻头钟摆钻具组合钻进,钻至 3246.16 m,3245 m 测斜 1.6°,地层为登三段底。

2.2 试验情况

2012 年 9 月 2 日从 3246.16 ~ 3730 m 进行扭力冲击器 + PDC 钻头提速试验,9 月 9 日结束钻进,提速效果明显。累计进尺 483.84 m,平均机械钻速 4 m/h,扭力冲击器累计使用时间 144 h。

2.2.1 钻具组合

肇深 17 井现场使用的钻具组合为:Ø215.9 mm 钻头 + Ø180 mm 扭力冲击器 + 配合接头 + Ø165 mm 钻铤 + Ø214 mm 扶正器 + Ø165 mm 钻铤 + Ø214 mm 扶正器 + Ø165 mm 钻铤 + Ø127 mm 钻杆。

2.2.2 钻井参数

肇深 17 井现场使用的钻井参数为:钻压 80 ~ 140 kN,扭矩 7 ~ 12 kN·m,转速 55 ~ 60 r/min,排量 33 L/s,泵压 14 ~ 15 MPa,泵冲 105。

2.2.3 试验效果

扭力冲击器在肇深 17 井配合阿特拉 U613MPDC 钻头使用,其使用效果统计为:使用井段 3246.16 ~ 3730 m,地层是登二段、营城组,进尺 483.84 m,纯钻时间 121 h,机械钻速 4 m/h,井底井斜 1.86°。

2.2.4 分段统计

肇深 17 井扭力冲击器使用效果按使用层段统计结果见表 1。

表 1 扭力冲击器分层段效果统计			
地层	井段/m	进尺/m	机械钻速/(m·h ⁻¹)
登二段	3246.16 ~ 3335	88.84	8
营城组砂砾岩段	3335 ~ 3436	101	3
营城组火成岩段	3436 ~ 3720	284	3.8
合计	/	473.84	4

注:火成岩主要为流纹质凝灰岩、火山角砾岩、流纹岩。

2.2.5 工具、钻头情况

扭力冲击器使用后状况良好,配合扭力冲击器使用的阿特拉特制 PDC 钻头总体效果很好。

2.2.5.1 钻头情况

钻头 U613M 出井照片见图 2,六刀翼详细磨损情况见图 3。



图 2 U613M 出井照片



图 3 U613M 六刀翼详细磨损情况

U613M 钻头出井状态良好,仅是牙齿 3 级磨损,直径为 0.5 级磨损。

2.2.5.2 扭力冲击器使用情况

扭力冲击器入井之前的照片见图 4(a),钻完 483.84 m 进尺后出井照片见图 4(b)。

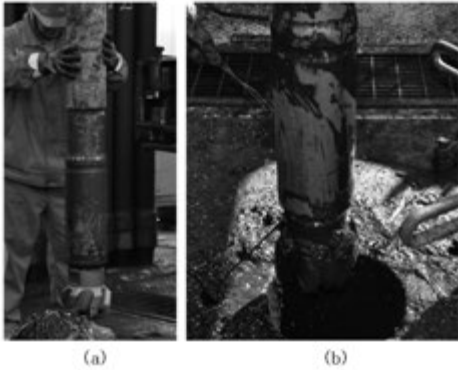


图 4 扭力冲击器入井和出井照片

扭力冲击器出井后状况良好,经过探伤得出,具备不出井继续钻进的能力,但因为已达到钻探目的,因此,在设计深度 3730 m 起出。

2.3 效果对比

2.3.1 同本开次使用的上一只牙轮钻头对比

三开从 3192.58 ~ 3246.16 m 使用一只 HJT637GH 牙轮钻头钻进 53.58 m,最后使用扭力冲击器钻至 3730 m 完钻,其入井机械钻速 8 m/h。详细数据见表 2。

表 2 U613M 和本开次上部使用的牙轮钻头对比

钻头型号	井段/m	地层层位	纯钻时间/h	平均机械钻速/(m·h ⁻¹)	进尺/m
HJT637GH	3192.58 ~ 3246.16	登二段	34.33	1.56	53.58
U613M	3246.16 ~ 3730	登二段、营城组、沙河子组、基底	121	4.00	483.84

从表 4 可看出,扭力冲击器使用前的上趟钻使用牙轮钻头,其平均机械钻速 1.56 m/h,而扭力冲击器平均机械钻速为 4 m/h,机械钻速提高 156%;而进尺多了 430.26 m,提高了 803%,层位更是钻穿营城组和沙河子组,钻达基底。可见扭力冲击器配

合专用 PDC 钻头在本井使用较适合该层位,效果远比使用牙轮钻头更好。

2.3.2 和未用扭力冲击器的邻井效果对比

肇深 17 井和未用扭力冲击器的 4 口邻井的详细对比见表 3。

表 3 和邻井未用 TB 的深井对比

井号	井段/m	地层层位	平均机械钻速/(m·h ⁻¹)	进尺/m	钻头数量/只
肇深 12	3307.59 ~ 3921.00	登娄库 - 营城组	1.76	613.41	8
肇深 13	3354.00 ~ 3793.56	登娄库 - 营城组	1.52	439.56	3
肇深 14	3064.59 ~ 3819.54	登娄库 - 营城组	1.03	754.95	9
肇深 16	3272.85 ~ 3752.85	登娄库 - 营城组	2.74	480.00	5
肇深 17	3246.16 ~ 3730.00	登娄库 - 基底	4.00	483.84	1
平均机械钻速提高百分比/%			127.27	钻头数量节约百分比/%	525

通过统计肇深 17 邻井 4 口井登娄库以下钻速,常规牙轮钻进平均机械钻速为 1.76 m/h,而该井段

本次采用扭力冲击器钻进机械钻速为 4 m/h,机械钻速提高了 1 倍多。试验井段 3246.16 ~ 3730.00 m,累计进尺近 483.84 m,耗时 7.2 天。如果用常规牙轮钻进需要约 5 只牙轮钻头,进尺时间约为 15.2 天,时间节约 8 天;起下 5 趟钻,每趟起下钻需要用时约 24 h,约合 5 天。用扭力冲击器共计节省起下钻 5 趟,节省约 13 天时间。

2.4 经济效益对比

若使用 U613M PDC 钻头、扭力冲击器等,钻完该段井段所需花费包含钻头费用、扭力冲击器费用以及钻机费用,共需大约 159 万元。

若使用牙轮钻头钻进,则按邻井使用牙轮钻头钻进效果,可估出本井段大约需要 5 只 HJT637GH 钻头,还需要减震器 1 只以及钻机费用,共计大约需要 241 万元。

用扭力冲击器比常规钻进成本结余 = 常规钻井成本 - 扭力冲击器钻井成本 = 241 - 159 = 82 万元。

3 结论与建议

(1) 扭力冲击器配合专用 PDC 钻头钻进较牙轮钻头常规钻进提速效果明显,从钻速及周期上相比牙轮钻头都有突破,尤其登娄库井段,与上趟钻相比机械钻速提高 4 倍,总体平均机械钻速提高近 2 倍。

与肇深邻井钻进效果相比,提速效果同样明显,平均机械钻速提高近 2 倍。

(2) 扭力冲击器配合 PDC 钻头钻进,节约了周期、成本,在肇深 17 井使用扭力冲击器钻进,节省了 82 万元,经济效益可观。在合适的井段应用扭力冲击器配合专用 PDC 钻头钻进,能够大幅度提高机械钻速并缩短钻井周期,降低钻井成本,具有广阔的应用前景和较大的经济效益。

(3) 扭力冲击器在肇深 17 井的成功应用为后续该技术在大庆油田的实施,积累了宝贵的经验,建议继续推广应用该项技术,延长其应用井段。

(4) 该次成功应用突破了硬且研磨性高的地层只能使用牙轮钻头的情况,为探索提速新技术提供了宝贵的经验。

参考文献:

- [1] 吕晓平,李国兴,王震宇,等. 扭力冲击器在鸭深 1 井志留系地层的试验应用[J]. 石油钻采工艺,2012,34(2):99-101.
- [2] 郭元恒,何世明,宋建伟,等. TorkBuster 扭力冲击器在元坝地区提高钻速中的应用[J]. 天然气技术与经济,2012,6(3):52-54.
- [3] 周祥林,张金成,张东清. TorkBuster 扭力冲击器在元坝地区的试验应用[J]. 钻采工艺,2012,35(2):15-19.
- [4] 张怀文,马玉俊. TorkBuster 扭力冲击器应用研究分析[J]. 辽宁化工,2012,41(8):841-843.

(上接第 43 页)

在设计改进的基础上钻机投入批产并销售到昆明、广州、吉首、怀化、镇江等地施工,客户反应 YCR260 型钻机比市场上其它同档次钻机稳定性好,加压力大,入岩性能好。

8 结论

YCR260 型钻机的研制贯彻了正确的指导思想,借鉴国际标杆产品的优点,结合国内市场情况进行创新,保证了技术路线的合理性和先进性,使钻机有很高的技术水平和创新性。

在确定 YCR260 型钻机性能参数时,充分考虑我国市场的需求特点,采用适度领先于国内外同档次机型的原则,使本机性能参数具有较强市场竞争力。在结构设计上,通过主卷扬后置改善钻机稳定性、加大提升力并减少钢丝绳咬绳机会。采用有限元分析软件对工作装置部位进行有限元分析,在满足强度的情况下尽可能降低桅杆质量,同时适当增加底盘质量,降低钻机重心,并通过合理确定平衡重的质量,使钻机具有很高的稳定性和较大的加压力。

通过液压系统的创新设计,使钻机动力头具有低速大扭矩功能,并实现平稳倒立桅和上车回转的柔和制动。采用先进的电控技术,实现对整机的有效监控和节能降耗。通过多功能接口设计,使钻机可进行 2 种全护筒施工。

现场使用表明,钻机主要技术参数合理,可靠性较高,稳定性好,入岩能力强,钻进效率高。

参考文献:

- [1] 黎中银,焦生杰,吴方晓. 旋挖钻机与施工技术[M]. 北京:人民交通出版社,2010.
- [2] 黎中银,陈智. 旋挖钻机工作安全稳定性研究[J]. 建筑机械,2010,(5).
- [3] 章宏甲,黄谊,王积伟. 液压与气动传动[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [4] 周红军,蒋国盛,张金昌. 国产旋挖钻机市场现状分析及发展建议[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(8).
- [5] 周红军. 旋挖钻进技术适用性的初步研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(8).
- [6] 赵伟民,冯欣华,姜文革,等. 旋挖钻机常用钻桅截面结构的有限元分析[J]. 建筑机械化,2006,(12).