

旋转冲击钻井工具在塔河油田 12 区块应用效果分析

王利中, 王凤春

(中石化西南工程湖南钻井分公司, 湖南 长沙 410007)

摘要:简述了旋转冲击钻井工具的特点以及使用原理,其较以往其它提速工具不同之处是结合了机械冲击和水力脉冲破岩两方面的破岩能力。重点分析了该工具在塔河油田 12 区块使用后的提速提效对比情况以及不同地层的提速情况。目前该工具已经在塔河油田 12 区块多口井进行了使用,都取得了明显的效果,最低提速为 25%,最高提速近 45%。分析认为,该工具对于 12 区块哈拉哈塘组地层而言,提速效果不很理想;对于使用常规“PDC + 螺杆”钻具组合可钻性较差,机械钻速不高的井段和地层钻速提高明显,原来钻速较低的井段,钻速提高越快,比如卡拉沙依组和东河塘组地层钻速提高明显很多,最高达到 60% 以上,一般也在 30% 以上;同时使用该提速工具后,钻时变得逐步均匀,每米钻时趋于平均,钻头的破岩能力均向化。

关键词:旋转冲击钻井工具;钻井提速;机械冲击破岩;水力脉冲破岩;塔河油田

中图分类号:TE242 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2015)11-0054-04

Analysis on Application Effect of Rotary Percussive Drilling Tool in 12 Block of Tahe Oilfield/WANG Li-zhong, WANG Feng-chun (Sinopec Southwest Petroleum Engineering Co., Ltd., Hunan Drilling Branch, Changsha Hunan 410007, China)

Abstract: The paper briefly introduces the characteristics of rotary percussive drilling tool and the working principle, especially the combination of mechanical compact and hydraulic pulse excavating. The drilling efficiency comparison before and after the application of this tool in 12 block of Tahe oilfield and other different formations were analyzed. The tool was used in several wells of 12 block with efficiency increasing 25% at least to nearly 45%. Through the analysis, it was found that the efficiency increasing was not ideal in Halahatang formation of 12 block, but for those well sections and formations with poor drillability and low ROP by PDC + screw drill assembly, the drilling efficiency was obviously improved. For example, the drilling efficiency in Kalashayi and Donghetang formations were improved up to more than 60% and generally above 30% with uniform drilling hour per meter and homogeneous rock breaking capacity.

Key words: rotary percussive drilling tool; drilling; mechanical compact excavating; hydraulic pulse excavating; Tahe oil-field

钻井提速一直都是钻井人追求的目标,随着技术的不断进步,钻井提速效果也越来越明显,现在钻井提速的技术呈现多样化^[1-8],一方面是优化钻头选型,优化钻具组合,优化钻井液性能,优化钻井参数,提高水马力,另一方面是优化工具,或者强化机械冲击破岩^[5-6],或者强化水力脉冲破岩^[1,5,7],从而提高机械钻速。旋转冲击钻井工具是在研究了各种钻井提速方法的基础上结合了机械冲击和水力脉冲破岩的双重优点,研制的一种新型提速工具。本文将对旋转冲击钻井工具在塔河油田 12 区块的使用情况进行介绍和分析。

旋转冲击钻井工具是中国石油大学(华东)与中国石化华北工程公司在分析了原有钻井提速工具的基础上结合了机械冲击和水力脉冲破岩研制的一种新型钻井提速工具。目前研制的旋转冲击钻井工具产品系列见表 1。可分别针对不同尺寸井眼进行使用。

表 1 旋转冲击钻井工具产品系列

型号	外径/ mm	长度/ mm	排量要求/ (L·s ⁻¹)	上部扣型	下部扣型
JB - ZJXC - 178	180	1230	≥32	NC50 或 NC46	4 ½ REG 或 6 ½ REG
JB - ZJXC - 203	203	1320	≥42	6 ½ REG	6 ½ REG
JB - ZJXC - 230	230	1460	≥50	7 ½ REG 或 NC61	6 ½ REG 或 7 ½ REG

1 旋冲提速工具简介

1.1 旋转冲击钻井工具产品系列情况

1.2 提速原理

收稿日期:2015-03-05; 修回日期:2015-11-10

作者简介:王利中,男,汉族,1963 年生,经理,高级工程师,主要从事钻井工程工作,湖南省长沙市梓园路 29 号,1094187416@qq.com。

所谓旋转冲击钻井工具就是自激振荡式旋转冲击钻井工具,该工具是利用钻井液高速流经自激振荡旋转冲击器而产生一种水力脉冲力直接作用于地层,从而加快破岩速度,提高机械钻速的一种提速工具。

旋冲提速工具的提速原理主要表现为 2 个方面,一方面是机械冲击,另一方面是水力脉冲破岩,其较以往其它提速工具的不同之处在于结合了两方面的破岩能力。

机械冲击:钻井液高速流经自激振荡器,形成水力脉冲作用于冲击传递杆,产生低幅高频机械冲击力传递至钻头,提高钻头破岩效果;

水力脉冲:钻井液高速流经自激振荡器所产生的水力脉冲再向下传递,经钻头水眼喷出,形成脉冲射流作用于井底,强化井底清洗,改善井底岩石的受力状况,降低岩石破坏强度。图 1 为旋转冲击钻井工具的原理图。

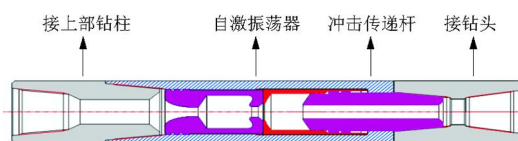


图 1 旋转冲击钻井工具的原理图

1.3 旋冲提速工具特点

(1) 采用优化的自激振荡式水力元件将调制的水力脉动转化为直接作用于钻头的机械冲击力,能量利用效率高,工具压力损耗小;

(2) 由自激振荡式水力元件产生的钻头冲击力具有“小振幅、高频率”的特点,对钻头和地层的适应性强;

(3) 工具近钻头安装,不改变钻井参数和钻具结构,适应性强;

(4) 稳定可靠,可免维护使用 200 h 以上;

(5) 经济效益明显,节约钻井周期,减少起下钻次数,尤其适用于长裸眼井段。

2 旋冲提速工具的使用要点

旋冲提速工具由于安装在近钻头位置,对钻具组合以及钻井参数与常规螺杆钻具组合的参数基本一致,但要注意以下几点。

(1) 保证有足够的钻压作用到钻头上。根据该工具钻压要求,钻压最小值应达到:

$$W_c = 10C\Delta P$$

式中: W_c ——闭合钻压, kN; C ——系数, ZJXC-178 型工具取 1.1634, ZJXC-203 型工具取 1.4374, ZJXC-230 型工具取 1.7143; ΔP ——钻头压降, MPa。

根据该式计算,钻压一般应在 60 ~ 100 kN 之间,根据井深的变化而变化,具体情况视现场实际确定。

(2) 排量的要求。排量一定要能够满足旋转冲击钻井工具工作的排量,按照工具设计要求,一般排量为: ZJXC-178 型工具 > 32 L/s, ZJXC-203 型工具 > 42 L/s, ZJXC-230 型工具 > 50 L/s,所以对目前使用的 203 型工具而言,要求排量 > 42 L/s,这点在深井施工很难满足,一般在 5500 m 孔深以后排量只能满足 38 L/s,所以要保证该工具的正常施工,需要尽量使用大水眼钻具,以保证足够的排量。

(3) 使用时间。一般要求该工具在井下运行应控制在 200 h 以内,超过 200 h 后,如还能正常使用,要时刻注意井下情况,确保工具施工的安全,同时使用超过 200 h 的工具要求返厂维护,更换易损件,以备下次使用时能够安全运行,同时对于再次入井工具,一定要控制好使用时间。如果钻井液的密度相对较高,一般超过 1.45 g/cm³,或加重剂为铁矿粉等,井下工作时间要相应减少,时刻观察井下情况,一旦发现泵压和钻时出现异常要及时提钻。

3 旋冲提速工具在塔河油田的应用分析与对比

3.1 与 12 区块邻井应用效果对比

目前该工具已经在塔河油田多口井使用,都取得了明显的效果。其中在塔河油田 12 区块使用了多口井,都得到了明显的提速效果,最低提速为 21%,最高提速超过了 45%,下面针对 12 区块试验井提速情况进行具体分析。

3.1.1 试验井 TH12273 井使用情况

TH12273 井位于 TH12248 井、TH12250 井以及 TH12257 井附近,该井在二开 5060 ~ 6039 m 井段使用了旋冲提速工具,邻井没有使用该工具,为分析其提速效果,将该井工具使用情况的钻速与邻井进行对照比较,可以看出机械钻速提高明显,达到了预期的效果。表 2 为 TH12273 井试验井段钻速与邻井同井段钻速对照表。

从表 2 可看出,试验井 TH12273 井使用该工具后钻速提高明显,最低提高了近 30%,最高超过了 40%,平均超过了 35%,说明该工具在该井段提速效果能满足预期的效果,可以在该区域推广应用。

表 2 TH12273 井与邻井钻速对照

井别	井号	井段/m	机械钻速/ ($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)	机械钻速 提高/%
试验井	TH12273	5039 ~ 6039	4.56	
	TH12248	5039 ~ 6039	2.68	41.2
对比井	TH12250	5039 ~ 6039	2.87	37.1
	TH12257	5039 ~ 6039	3.21	29.6

3.1.2 试验井 TH12272 井使用情况

TH12272 井位于 TH12256 井、TH12266X 井附近,该井在二开 5172 ~ 6318 m 井段使用了旋冲提速工具,邻井没有使用该工具,对该井使用情况与邻井对照比较,可以看出机械钻速提高明显,达到了预期的效果。表 3 为 TH12272 井试验井段钻速对照表。

表 3 试验井 TH12272 井与邻井机械钻速对比

井别	井号	井段/m	机械钻速/ ($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)	机械钻速 提高/%
试验井	TH12272	5172 ~ 6318	6.84	
对比井	TH12256	5172 ~ 6138	5.04	35.5
	TH12266X	5111 ~ 6277	4.38	45.5

从表 3 可看出,该工具在该井段实现了提速的目的,提速效果非常明显,提速高达 45%,实现了提速提效的目的,满足提速要求。

3.1.3 试验井 TH12370 井使用情况

TH12370 井位于 TH12348 井、TH12349 井附近,该井在二开 5585 ~ 5864 m 井段使用了旋冲提速

工具,主要地层为卡拉沙依组,岩性为浅灰色砾质中细砂岩、褐色泥岩。邻井没有使用该工具,从使用情况与邻井对照比较,可以看出机械钻速提高明显,达到了预期的效果。表 4 为 TH12370 井试验井段钻速对照表。

表 4 TH12370 井与邻井钻速对照

井别	井号	井段/m	机械钻速/ ($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)	机械钻速 提高/%
试验井	TH12370	5585 ~ 5864	3.03	
对比井	TH12348	5605 ~ 5906	2.50	17.5
	TH12349	5662 ~ 5912	2.09	31.0

表 3 显示,使用旋冲提速工具后钻速提高也是非常明显,最低提高了 17.5%,平均超过了 25%。

3.1.4 小结

从这 3 口井的使用效果分析看出,尽管各井所处地层的可钻性不一致,但总体使用工具后都实现了提速的目的,而且提速效果非常明显,最低提速超过了 25%,最高达到了 45%,说明旋冲提速工具完全适合在该区块使用。

3.2 分地层使用效果对比分析

为更好地说明工具试验的提速效果,针对试验井 TH12273 井分地层进行使用效果分析,能更清楚地看到该工具的提速情况。表 5 为 TH12273 井的使用该工具的地层以及岩性情况。

表 5 TH12273 井试验井段地层及岩性

地 层	井段/m	岩 性
三叠系哈拉哈塘	5060 ~ 5198	灰、深灰色泥岩夹浅灰色砂岩、泥质粉砂岩,灰黑色炭质泥岩,浅灰色细粒、中粒砂岩夹深灰色砂质泥岩
三叠系阿克库勒	5198 ~ 5409	深灰色泥岩、粉砂质泥岩夹灰白色粉砂岩,浅灰、灰白色砾质粗粒砂岩、细粒砂岩夹深灰色泥岩;深灰、灰色泥岩夹浅灰色细粒砂岩,浅灰色细粒、中粒、粗粒砂岩夹深灰色泥岩
三叠系柯吐尔	5409 ~ 5474	深灰、褐灰、灰黑色泥岩夹灰色泥质砂岩、细粒砂岩
石炭系卡拉沙依	5474 ~ 5775	棕褐、深灰色泥岩、粉砂质泥岩与浅灰、灰色细粒砂岩、泥质粉砂岩呈略等厚互层,褐灰、灰色泥岩
石炭系巴楚	5775 ~ 5990	黄灰色泥晶灰岩夹深灰色泥岩;棕褐、深灰色泥岩、粉砂质泥岩;灰色含砾细粒砂岩、细粒砂岩、浅灰色粉砂质泥岩与灰色、棕褐色泥岩呈略等厚互层
泥盆系东河塘	5990 ~ 6039	中上部灰白色细粒石英砂岩;下部灰白色细粒砂岩与浅灰色泥岩呈略等厚互层

该井段地层特点为:三叠系哈拉哈塘组地层以砂岩为主夹少量泥岩,相比较而言可钻性较好,阿克库勒组地层为三叠系的二、三砂组,地层岩性也是以砂岩为主,中间夹泥岩,可钻性也较好,但泥岩钻时相对较慢,卡拉沙依组地层以泥岩为主,可钻性相比较而言要差,钻速相对较慢,且井段相对较长,该井该地层有 300 余米,因此该井段一般耗时较长,巴楚组地层含有砾石注意对钻头的磨损,但可钻性较卡拉沙依组地层要好,东河塘地层砂岩相对较多,可钻性较好,但

含有石英砂岩,对钻头易磨损注意钻压的控制。

为能直观地认识各地层钻速的变化,对试验井 TH12273 井和邻井各地层钻速进行了统计对比,具体结果见表 6。表 6 可以直观地看出,该工具对各地层的适应性。同时为便于分析,对 TH12273 井以及邻井的钻时进行了统计,具体见图 2。

从上面分析可以看出,旋冲提速工具对各地层都具有较好的适应性,但对于不同的地层提速效果表现各不相同,主要表现在以下几方面。

表 6 TH12273 井各地层钻速与邻井钻速对照

井号	地层	井段/ m	段长/ m	钻速/ ($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)	钻速提高/ %
TH12273	T_3h	5060 ~ 5198	139	5.40	
	T_2a	5198 ~ 5409	211	6.25	
	T_1k	5409 ~ 5474	65	6.04	
	C_1kl	5474 ~ 5775	301	4.37	
	C_1b	5775 ~ 5999	224	3.28	
	D_3d	5999 ~ 6039	40	5.22	
TH12248	T_3h	5060 ~ 5197	138	4.14	23.33
	T_2a	5197 ~ 5407	210	3.60	42.40
	T_1k	5407 ~ 5471	64	4.51	25.33
	C_1kl	5471 ~ 5767	294	2.32	46.91
	C_1b	5767 ~ 5987	220	1.95	40.55
	D_3d	5987 ~ 6039	52	2.58	50.57
TH12250	T_3h	5060 ~ 5138	79	7.04	-30.37
	T_2a	5138 ~ 5372	234	3.15	49.60
	T_1k	5372 ~ 5422	50	2.25	62.75
	C_1kl	5422 ~ 5725	303	3.01	31.12
	C_1b	5725 ~ 5943	218	2.29	30.18
	D_3d	5943 ~ 6000	57	2.72	49.63
TH12257	T_3h	5060 ~ 5168	109	7.73	-43.15
	T_2a	5168 ~ 5385	217	2.88	53.92
	T_1k	5385 ~ 5445	60	7.47	-23.68
	C_1kl	5445 ~ 5752	307	3.70	15.33
	C_1b	5752 ~ 5972	220	2.05	37.50
	D_3d	5972 ~ 6032	60	3.10	40.61

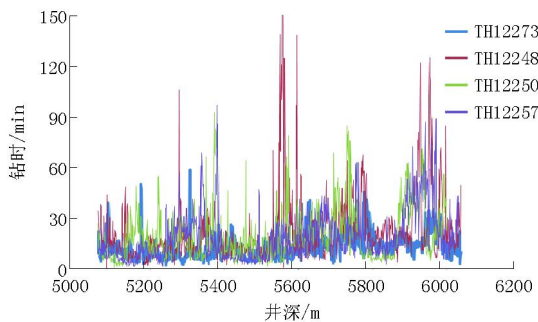


图 2 TH12273 井与邻井钻时曲线

(1)对于 12 区块哈拉哈塘组地层而言,提速效果不很理想,基本没有提速或者提速效果不明显。

(2)对于使用常规“PDC + 螺杆”钻具组合可钻性较差、机械钻速不高的井段和地层钻速提高明显,在试验井段可以看出,原来钻速较低的井段,提高的速度较快,比如卡拉沙依组和东河塘组地层钻速提高明显,最高达到 60% 以上,一般也在 30% 以上。

(3)从图 2 可看出,使用该提速工具后,钻时变得逐步均匀,每米钻时趋于平均。从图 2 不难看出,试验井 TH12273 井的每米钻时没有超过 60 min 的,但对于常规井,最高的每米钻时有超过 150 min 的,

最少的也有超过 90 min 的,说明使用该工具后,钻头的破岩能力均向化,对地层的切削能力趋于均匀。

4 结论和建议

4.1 结论

从上面分析可以得出,该工具在塔河油田 12 区块使用具有良好的提速效果,主要表现在:

(1)该工具适用于 12 区块各试验地层,具有较好的提速效果,而且对于可钻性较差的地层提速效果更明显;

(2)该工具使用后能够有效均衡钻头受力状况,保证钻头破岩能力均衡化,钻速趋于平均;

(3)该工具的使用较方便,没有特别的要求,基本可以按照常规钻具使用要求进行。

4.2 建议

(1)进一步保证工具的使用时间,目前在塔河油田螺杆钻具和 PDC 钻头使用中,相对时间都在 250 h 以上,该工具使用时间只控制在 200 h 左右,不能同螺杆钻具与 PDC 钻头组合同步,将会影响钻井时效,要实现该工具与螺杆钻具 + PDC 钻头钻具组合的同步。

(2)进一步加强该工具与软地层或者可钻性好的地层的配伍性,使其在可钻性强的地层上钻速提高,实现全井段提速提效的目的。

参考文献:

[1] 鄢松意,陶瑞东,陈建华,等. 自激振荡式旋转冲击钻井工具在大港板深 19-64 井的应用[J]. 石油钻采工艺,2012,(6):114-116.

[2] 崔龙连,汪海阁,张富成,等. 频率可调脉冲提速工具深井提速现场试验研究[J]. 石油机械,2013,41(12):34-37.

[3] 许杰. 关于对钻井提速新技术的研究与探讨[J]. 中国新技术新产品,2014,(13):124.

[4] 顾洪成,吴琪,徐依洁,等. 新型井下固液水力旋流分离器及其钻井提速技术[J]. 钻采工艺,2014,37(4):33-35,2-3.

[5] 陈然,周智. 关于石油钻井提速技术发展的研究[J]. 工业技术,2012,(5):7.

[6] 张海山,葛俊瑞,杨进,等. 扭力冲击器在海上深部地层的提速效果评价[J]. 断块油气田,2014,21(2):249-251.

[7] 左凯,马认奇,李宁,等. 水力脉冲提速工具作业性能分析[J]. 石油矿场机械,2014,43(3):19-22.

[8] 刘天科. 自激振荡式旋转冲击钻井工具在胜利油田的应用[J]. 石油钻采工艺,2012,(4):54-56.

[9] 许京国,尤军,陶瑞东,等. 自激振荡式冲击钻井工具在大港油田的应用[J]. 石油钻探技术,2013,(4):116-119.