

双摆主动减震器在三口井的应用分析

伍俊¹,李伟慧²,王军民²,许威²,覃丹双²

(1.胜利石油工程有限公司西南分公司,山东东营 257000;

2.中原石油工程有限公司井下特种作业公司,河南濮阳 457164)

摘要:四川、贵州地区地层复杂,部分地层钻进时跳钻严重,从而导致机械钻速低、钻头寿命短、钻具发生断裂等情况,造成钻井施工难度大。双摆主动减震器将以往的被动减震改为主动减震,通过增强抵抗力来抵抗震动,具有良好的应用前景。文章介绍了在中石化勘探南方分公司所属的三口探井的钻井施工中,应用了双摆主动减震器,在一定程度上减少了跳钻,保护了钻头,取得了较好成效。

关键词:双摆主动减震器;钻头;纯钻时间;钻井工程

doi:10.3969/j.issn.1673-5285.2013.11.008

中图分类号:TE921.2 文献标识码:A 文章编号:1673-5285(2013)11-0029-04

勘探南方分公司所属区块,部分地层软硬交错、岩性破碎或含砾岩较多,如下沙溪庙组、千佛崖组、自流井组珍珠冲段,在这些地层钻进时跳钻严重,钻头失效快,钻具震动强烈,正常施加钻压困难,较大的影响了钻井速度。

目前的井下减震装置一般为补偿钻具长度的伸缩类阻尼减震器,如弹簧式被动减震,或者为液压式被动减震。弹簧式减震容易导致弹簧疲劳失效,最终载荷还是加在钻铤上。液压式被动减震装置对其自身的活塞密封性能要求比较高,在高井围压下,活塞要克服围压工作,极大地增加了活塞密封负荷,造成液压油易泄漏,液压油泄漏后,就失去减震功能,工作性能不稳定,并因内部活塞无阻尼伸缩的冲击,引发重大的钻具安全隐患。为了解决跳钻难题,决定使用双摆主动减震器,通过3口井实钻情况表明,这种减震器的使用效果较好。

1 结构、工作原理及优势

1.1 双摆减震器结构和工作原理

本减震器分为三个部分,传动耦合段、减震段及过滤段。过滤段起初步过滤泥浆,缓释泥浆冲击的作用。传动耦合段上有定子和转子,转子将泥浆的冲击力转

换为动力,转子轴承组套及外磁内筒一起旋转运动,通过筒内分布平衡外磁瓦与隔离筒内的平衡内磁瓦的磁力耦合作用,将扭矩传递到耦合轴。耦合轴通过花键连接,将扭矩传递给减震段的平衡轴,平衡轴的一端用轴承组作为轴向支撑和径向支撑,外边设有过度接头和轴承端盖密封,另一端有轴承作为径向支撑,外部由平衡筒与过度接头相连密封。平衡轴中部间隔铰接有一组偶数个摆块,摆块沿平衡轴周向均匀分布,且在同一平面内摆向相反的摆块数量相等。

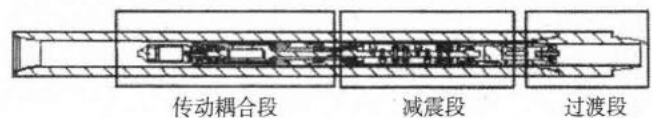


图1 双摆主动减震器

双摆减震器为主动减震,当钻铤作突然震动时产生一个方向的加速度 a_1 ,通过转子传递到平衡轴上,高速旋转的摆块由于惯性作用,产生一个相反方向的加速度 a_2 通过减震轴传到钻铤上来平衡 a_1 ,以达到减震效果;即发生源产生多少震动载荷,此减震装置在能力范围内产生多大的抵抗力抵抗震动。工作性能稳定可靠、减震效果好,并且本减震器外筒是固定的无伸缩活动部件,即使减震器内部损坏也不影响正常钻井。

1.2 双摆减震器的特点和优势

(1)主动减震器在钻井中与主钻铤配合使用。钻头

* 收稿日期:2013-09-12

修回日期:2013-09-28

作者简介:伍俊,2010年毕业于长江大学石油工程专业,助理工程师。

产生的钻铤跳动振幅,被减震器以陀螺自稳力主动抑制,以此消除钻头切削地层的跳动对钻柱产生的激振而带来的钻柱各种涡动状态及扭振,延长钻具的整体使用寿命,提高钻头切削稳定性;减震器外筒无相对伸缩运动,是固定外筒,所以工程安全上等同普通钻杆。

(2)将以往的被动减震改为主动减震,通过控制动力源的转速、摆块的数量以及减震轴的节数可以适应不同范围的抵抗震动,减震结构简单,稳定性和密封性好,工作性能稳定可靠、减震效果好。

2 双摆减震器在 3 口井应用

2.1 元坝 28 井应用情况

元坝 28 井是位于四川盆地川中低缓构造带北缘元坝区块长兴组Ⅲ号生物礁带的一口预探直井,设计井深 7 170 m,使用情况为:

(1)第一次钻井井段 3 234~3 731 m,钻遇地层为上沙溪庙和下沙溪庙组,岩性主要为棕红色泥岩、灰色细砂岩、灰色泥质粉砂岩。本井段底部钻具组合为 $\Phi 311.2$ mm T1635 PDC 钻头+随钻捞杯+浮阀+ $\Phi 228.6$ mm 双摆减震器+ $\Phi 228.6$ mm DC $\times 2$ 根+ $\Phi 308$ mm 扶正器+ $\Phi 228.6$ mm DC $\times 1$ 根+731 \times 630+ $\Phi 203.2$ mm DC $\times 6$ 根+631 \times 410+ $\Phi 177.8$ mm DC $\times 6$ 根,钻进钻压 40~110 kN、转速 80~95 r/min、排量 52 L/s、泥浆密度 1.31~1.54 g/cm³、粘度 39~62 s。进尺 497 m、纯钻时间 160 h、机械钻速 3.08 m/h,起出钻头主切削齿较好,第一主刀翼和第二副刀翼有少许齿脱落。

(2)第二次钻井井段 3 731~3 893 m,钻遇地层为下沙溪庙组和千佛崖组,岩性主要为紫红色泥岩、灰色粉砂岩。本井段底部钻具组合为 $\Phi 311.2$ mm HJT537GK 牙轮+随钻捞杯+浮阀+ $\Phi 228.6$ mm 双摆减震器+ $\Phi 228.6$ mm DC $\times 2$ 根+ $\Phi 308$ mm 扶正器+ $\Phi 228.6$ mm DC $\times 4$ 根+731 \times 630+ $\Phi 203.2$ mm DC $\times 9$ 根+631 \times 410+ $\Phi 177.8$ mm DC $\times 6$ 根,钻进钻压 280 kN、转速 57 r/min、排量 48 L/s、泥浆密度 1.54~1.82 g/cm³、粘度 62~81 s。进尺 162 m、纯钻时间 170.7 h、机械钻速 0.95 m/h,因钻头使用时间到期而起钻,起出钻头掉齿 2 颗、外径减少至 309 mm,轴承未旷动。

(3)第三、四次使用 EM1316E PDC+螺杆+双摆减震器钻具组合,钻遇地层雷口坡组至嘉陵江组二段,钻遇主要岩性为灰色白云岩、灰色灰岩、石膏岩,钻压 30~110 N、转速 40+螺杆、排量 30 L/s。第三次钻进井段 5 247.9~5 670.2 m,进尺 422.3 m,纯钻时间 177 h,机

械钻速 2.39 m/h;第四次钻井井段 5 670.2~6 118.9 m、进尺 448.7 m、纯钻时间 267 h,机械钻速 1.68 m/h。

应用分析:双摆主动减震器在元坝 28 井使用情况良好,保护钻头的效果好,钻头牙齿掉齿少、纯钻时间长、进尺多,钻进参数也得到了强化,机械钻速较快。



图 2 元坝 28 井第一次起出的 PDC

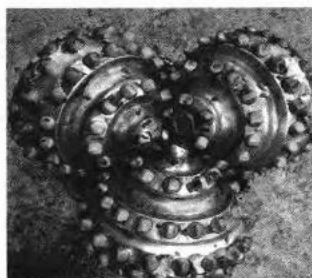


图 3 元坝 28 井起出的牙轮

2.2 安顺 1 井应用情况

安顺 1 井是位于黔南坳陷安顺凹陷普定复向斜带安顺岩性圈闭的一口风险探井,井型为直井,设计井深 5 600 m。

该井使用双摆减震器钻进井段 4 978.06~5 096.11 m,钻遇地层为融县组,岩性主要为灰色白云岩。本井段底部钻具组合为 $\Phi 241.3$ mm HJT617GL+630 \times 410 双母+回压凡尔+双摆减震器+ $\Phi 177.8$ mm 钻铤 17 根,钻进钻压 160~200 kN、转速 50~55 r/min、排量 32 L/s、泥浆密度 1.53 g/cm³、粘度 88 s,进尺 118 m、纯钻时间 134 h、机械钻速 0.88 m/h,因后期出现憋跳钻起钻,钻头断齿 20 颗,轴承未旷动。

同型号但未使用双摆减震器的钻头在井段 5 096~5 178 m 使用,进尺为 82 m、纯钻时间 97.5 h、机械钻速为 0.84 m/h,因需取芯而起钻,钻头掉齿 6 颗。

应用分析:两只钻头使用钻进参数相同,相对比在机械钻速、钻头磨损程度等方面,双摆主动减震器效果不明显;因第 2 只钻头需取芯而起钻,单只钻头进尺和纯钻时间不好对比,但使用双摆减震器纯钻时间达到 134 h,且对牙轮轴承保护好,断齿原因主要是地层岩性过于致密所致。

2.3 天星 1 井应用情况

天星 1 井是位于四川盆地米仓山前缘天星坪构造

圈闭的一口风险探井,井型为直井,设计井深 3 050 m。本井钻进至井深 2 022 m 进入筲竹寺底部后,使用 2 档转盘转速 77 r/min 加压至 100 kN 便跳钻严重,只能使用 1 档转盘转速钻进,影响机械钻速,该井使用双摆减震器入井 11 次,钻遇地层为筲竹寺组至震旦系灯影组,岩性主要为泥晶、硅质、含碳白云岩,使用情况统计(见表 1)。

底部钻具组合和钻进参数均为:Φ241.3 mm 钻头+Φ220 随钻打捞杯+翻板阀+Φ177.8 mm 双摆减震器(或水力加压器)+Φ177.8 mm 钻铤×2 根+Φ237 mm 螺扶×1.89 m+Φ177.8 mm 钻铤×5 柱,钻进钻压 160~180 kN、转速 47 r/min、排量 30 L/s、泥浆密度 1.45 g/cm³、粘度 48 s。

2.4 应用分析

(1)在使用双摆减震器和水力加压器之后,跳钻现象无明显改善,仍然无法使用 2 档转盘转速 77 r/min 钻进;因地层致密,部分钻头牙齿磨损严重,每次随钻捞杯均捞出大量掉齿,但双摆减震器对轴承的保护较好,长时间使用后均未出现旷动。现场多次对钻具进行

现场探伤,均未发现钻具疲劳出现质量问题,对钻具有较好的保护作用,取得了良好的效果。在钻进过程中由于地层的高研磨性,钻时慢,机械钻速低。

(2)相比前后未使用减震器的井段,岩性基本无变化,但机械钻速并没有提高,两只钻头因跳钻和完钻原因起钻,纯钻时间等无法比较;相比使用水力加压器的井段,单只钻头进尺、机械钻速、纯钻时间、起出钻头磨损度均相差不大;相比第 9 号使用水力加压器的牙轮钻头轴承出现旷动,双摆减震器保护牙轮轴承效果较好。

(3)本井在井深 2 707 m 至 2 710 m 发生渗透性漏失,正常钻进时泵压 12 MPa,加入随钻堵漏剂后,泵压增高至 11~14 MPa,分析可能是减震器底部筛网被堵漏材料堵塞,造成泵压升高。如要使用大颗粒高浓度堵漏浆,双摆减震器可能会造成钻具堵塞,存在较大风险,若要进行堵漏作业,应慎用。

3 结论与认识

(1)由于双摆主动减震器的结构特点,把自身的陀

表 1 天星 1 井双摆减震器使用情况表

序号	钻头型号	钻井井段 /m	进尺 /m	纯钻时间 /h	机械钻速 /(m·h ⁻¹)	工具编号及入井次数	起出钻头	起钻原因
1	HJT537GK	2 022-2 040	18	20.2	0.89	无减震器	新钻头,无明显损伤	跳钻严重
2	HJT537GK	2 040-2 151	111	110.9	1	双摆 1	入井新度 95%,掉齿 27 颗,外径 241 mm,轴承未旷动	钻时变慢
3	HJT537GK	2 151-2 187	36	32.2	1.11	双摆 2-1	入井新度 85%,无明显损伤	需取芯
4	HJT537GK	2 191.4-2 273.4	82	135.7	0.6	双摆 2-2	新钻头,牙齿磨光,外径 238 mm,轴承未旷动	钻时变慢
5	HJT537GK	2 273.4-2 356.5	83.1	103.2	0.81	水力加压器 1-1	新钻头,牙齿磨光、外径减少至 239 mm,轴承未旷动	钻时变慢
6	HJT537GK	2 356.5-2 409	52.5	80	0.66	水力加压器 1-2	新钻头,牙齿磨光、外径减少至 239 mm,轴承旷动,轮与牙轮本体间隙较大	钻时变慢
7	HJT537GK	2 409-2 435.5	26.5	42.9	0.62	双摆 3-1	新钻头,无明显损伤	钻时变慢
8	HJT537GK	2 435.5-2 516.7	81.2	138.3	0.59	双摆 3-2	新钻头,牙齿磨光、外径减少至 239 mm,轴承未旷动	钻时变慢
9	HJT537GK	2 516.7-2 531.8	15.1	16.5	0.92	双摆 4-1	新钻头,无明显损伤	取芯
10	HJT537GK	2 537-2 566	29	51.3	0.57	双摆 4-2	入井新度 90%,牙齿磨光、外径减少至 239 mm,轴承未旷动	钻时变慢
11	HJT537GK	2 565.9-2 644.5	78.6	107	0.73	双摆 4-3	入井新度 90%,牙齿磨光、外径减少至 239 mm,轴承未旷动	钻时变慢
12	HJT537GK	2 644.5-2 735.2	90.7	126.2	0.72	双摆 5-1	新钻头,牙齿磨光、外径减少至 239 mm,轴承未旷动	钻时变慢
13	MD537X	2 735.2-2 755.9	20.7	25.7	0.81	双摆 5-2	新钻头,无明显磨损	需取芯
14	MD537X	2 762-2 787	25	27.5	0.91	无减震器	入井新度 85%,无明显磨损	完钻

(下转第 52 页)

表2 G43区块历年压力状况对比表

时间	地层压力/MPa	保持水平/%	流压/MPa	生产压差/MPa	采液指数/(m ³ /MPa·d)	采油指数/(t/MPa·d)
2010年	12.76	76.8	4.5	8.26	0.17	0.09
2011年	14.32	86.2	4.9	9.42	0.20	0.10
2012年	15.75	94.8	4.6	11.15	0.25	0.16

5 结论和建议

(1)裂缝发育区供液能力与含水上升之间矛盾比较突出,控水难度较大;精细注采调控,可一定程度上控制含水上升速度;实施调剖试验,效果较好。

(2)有针对性的采取适合的解堵措施,可有效提高油井单井产能。裂缝发育区前置酸压裂效果较好,酸化解堵效果次之;非裂缝发育区需根据物性、能量充足情况优选解堵措施。

(3)通过综合治理 G43 区块各项指标变好,整体开发形势转好,递减减小,含水上升率下降,水驱状况保持稳定,地层压力上升。

参考文献:

- [1] 李道品.特低渗透油田高效开发决策论[M].北京:石油工业出版社,2003:88-100.
- [2] 邹艳霞.采油工艺技术[M].北京:石油工业出版社,2006:330-331.
- [3] 张琪.采油工程原理与设计[M].山东:中国石油大学出版社,2006:245.
- [4] 付永明,吴玉昆.特低渗透油田解堵技术研究与应用[J].新疆石油天然气,2009,4(1):63-64.
- [5] 庞岁社,李花花,赵新智.长庆低渗透油藏油层解堵技术综述[J].石油化工应用,2012,31(7):3-4.
- [6] 邹艳霞.采油工艺技术[M].北京:石油工业出版社,2006:388-389.

(上接第31页)

螺自稳来自动抵抗钻柱大部分涡动及振动,提高钻头切削地层的稳定性,从而延长钻头和钻具的使用寿命,提高了钻头平均进尺和纯钻时效。

(2)使用双摆主动减震器在安顺1井和天星1井的机械钻速没有明显提高,但保护PDC钻头切削齿和牙轮钻头轴承效果好。

(3)元坝28井使用双摆主动减震器配合PDC+螺杆钻进,机械钻速和单只钻头进尺较高,减少起下钻次数,节约了钻井成本,建议在稳定地层配合使用复

合钻进。

(4)天星1井在转速77 r/min,加钻压至100 kN便出现跳钻现象,双摆主动减震器在特殊地层减震效果不佳,需研制更高性能的双摆主动减震器。

参考文献:

- [1] 范春英,张国田,郭建庄,等.液压机械式钻柱减震器的研制[J].石油机械,2009,37(9):68-73.
- [2] 双摆主动减震器产品说明书.