

# GFT 型防塌减阻剂的性能评价与现场应用

蔡晓文<sup>1</sup>, 陈锡庆<sup>2</sup>, 熊正强<sup>3</sup>, 王世俱<sup>1</sup>, 张 军<sup>1</sup>, 纪卫军<sup>3</sup>

(1. 甘肃煤田地质局一四五队, 甘肃 张掖 734000; 2. 青海省水文地质工程地质环境地质调查院, 青海 西宁 810008; 3. 北京探矿工程研究所, 北京 100083)

**摘要:**为解决现有沥青软化点高、分散性差、较低温度条件下润滑性差及稳定孔壁能力不强等问题, 研制了以沥青及树脂材料为主要原料, 软化点为 35 ℃ 的 GFT 型防塌减阻剂。这种防塌减阻剂具有稳定性好, 润滑能力强, 在不增加钻井液粘度的同时, 可有效降低钻井液的滤失量; 沥青质粒子的附着能力强, 可有效充填与封堵孔壁微裂缝、微孔隙, 粘接破碎岩块或颗粒, 提高孔壁稳定性。淡水膨润土基浆中加入 1% 的 GFT 型防塌减阻剂, 其润滑系数降低率达 80% 以上。经青海鱼卡煤田勘探区 ZK30-7 孔及 ZK30-8 孔 2 个钻孔的现场应用, 证明了 GFT 型防塌减阻剂对破碎地层具有良好的护壁效果; 同时能显著降低钻具扭矩, 体现出优良的润滑性能。

**关键词:**孔壁稳定; 防塌减阻剂; 软化点; 润滑性

**中图分类号:** P634.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1627-7428(2014)07-0039-03

**Performance Evaluation and Field Application of GFT Anti-collapse and Drag Reduction Agent/CAI Xiao-wen<sup>1</sup>, CHEN Xi-qing<sup>2</sup>, XIONG Zheng-qiang<sup>3</sup>, WANG Shi-ju<sup>1</sup>, ZHANG Jun<sup>1</sup>, JI Wei-jun<sup>3</sup>** (1. 145 Brigade, Gansu Bureau of Coal Geology, Zhangye Gansu 734000, China; 2. Qinghai Institute of Hydrogeology and Engineering Geology and Environmental Geology, Xining Qinghai 810008, China; 3. Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China)

**Abstract:** In order to solve the high asphalt softening point, poor dispersibility, poor lubricity at relatively low temperature and weak borehole wall stability, GFT anti-collapse and drag reduction agent was developed mainly preparing by asphalt and resin material with the softening point at 35 ℃. This agent exhibits its advantages of good stability and lubrication; it can effectively reduce the filtration of drilling fluid without the viscosity increasing; due to the strong adhesion ability of asphaltene particle, the agent can effectively fill and seal the microcracks and microporosity of borehole wall and bond broken rocks or particles to increase the stability. With 1% GFT anti-collapse and drag reduction agent adding into freshwater bentonite slurry, the lubricating coefficient decreases is up to more than 80%. Through field application of GFT in boreholes of ZK30-7 and ZK30-8 in Yuqia coalfield exploration region, it is proved that GFT anti-collapse and drag reduction agent has good wall protection effect in broken formation, and can significantly reduce the torque of drilling tool with its excellent lubricity being present.

**Key words:** borehole stability; anti-collapse & drag reduction agent; softening point; lubricity

在地质找矿钻探工作中, 经常会钻遇松散、破碎地层以及水敏性地层, 导致扩径、塌孔、卡钻及埋钻等复杂孔内事故。通常采用加入防塌剂、水泥固结、套管封隔以及侧钻等处理方法。腐植酸钾、沥青、聚合醇、铝化合物、硅酸盐及成膜树脂等是常用的防塌剂<sup>[1]</sup>。从钻井液维护及经济性角度来看, 沥青类材料是提高此类地层稳定性的最佳防塌剂。现有沥青类防塌剂的软化点均高于 60 ℃, 低温时软化变形差、导致封堵裂缝并胶结岩块的效果不好, 达不到稳定孔壁的目的。据此, 北京探矿工程研究所研制出了一种具有软化点低、润滑性能好的新型 GFT 型防塌减阻剂。

## 1 GFT 型防塌减阻剂的制备

以沥青为原料, 在 110 ~ 130 ℃ 搅拌下加入适量的树脂材料制得油相。将所需的乳化剂加入水中, 加热溶解制得乳化剂水溶液; 在 70 ~ 90 ℃ 搅拌下将油相加入到乳化剂水溶液中, 待搅拌均匀后, 即得 GFT 型防塌减阻剂。

## 2 GFT 型防塌减阻剂的性能评价

### 2.1 GFT 型防塌剂的外观与主要性能指标

GFT 型防塌剂为水包油型黑色凝胶体乳液, 其主要性能指标为: 胶体稳定性 100%, 水分极易分散, 软化点 35 ℃。

GFT 型防塌减阻剂具有胶体稳定性好、易分散

收稿日期: 2014-04-14

作者简介: 蔡晓文(1967-), 男(汉族), 甘肃秦安人, 甘肃煤田地质局一四五队工程师, 探矿工程专业, 从事煤田勘探工作, 甘肃省张掖市, 770929891@qq.com。

及软化点低的特点,即可以方便运输,又简化了现场配制程序,达到封堵裂缝、胶结岩块提高孔壁稳定性的目的。

## 2.2 GFT型防塌减阻剂对淡水基浆性能影响试验

为检测 GFT 型防塌减阻剂在使用过程中对淡水基浆流变性能及降滤失性能的影响,测试了 GFT 型防塌减阻剂在不同加量条件下对泥浆性能的影响,测试结果见表 1。

表 1 不同加量的 GFT 对淡水基浆性能的影响

加量 /%	表观粘度 /(mPa·s)	塑性粘度 /(mPa·s)	动切力 /Pa	滤失量/[mL· (30 min) <sup>-1</sup> ]
0	8.5	4	4.5	14
1	9.0	5	4.0	13
2	9.0	5	4.0	10
3	9.5	5	4.5	6

从表 1 看出,GFT 型防塌减阻剂的加入使淡水基浆的表观粘度和塑性粘度略有增加,而滤失量却明显降低。说明以胶体粒子形式加入的沥青,可提高淡水基浆的塑性粘度,因而使泥浆的整体粘度增大。由于沥青质的加入,提高了形成泥皮的速度和质量,降低了泥浆的滤失量。

## 2.3 GFT 型防塌减阻剂对钻井液润滑性能的影响

为测试 GFT 型防塌减阻剂对钻井液润滑性能的影响,测试了在不同加量条件下钻井液的摩擦系数,测试结果见表 2。

表 2 不同加量的 GFT 型防塌减阻剂对淡水基浆润滑性能的影响

加量/%	摩擦系数	摩擦系数降低率/%
0	0.439	-
1	0.083	81.0
2	0.087	80.3
3	0.088	80.0

从表 2 可以看出,当 GFT 型防塌减阻剂的加量为 1% 时,淡水基浆的摩擦系数为 0.083,泥浆的摩擦系数降低了 81.0%。当加量进一步增加时,淡水基浆的摩擦系数基本保持不变,摩擦系数降低率均在 80% 左右。这是由于 GFT 中的沥青粒径较小,极易吸附在物体的表面,当吸附达到饱和,形成一个润滑层后,再增加其加量,钻井液的润滑性能不再提高,但完全可以满足钻探施工对钻井液润滑性能的要求。

## 2.4 GFT 型防塌剂对其它类型钻井液性能的影响

为检验 GFT 型防塌减阻剂对不同类型钻井液性能的影响,同时也为检测与其它添加剂的配伍性,分别将 GFT 型防塌减阻剂加入到 2 种地质钻探常

用的无固相聚合物钻井液与 LBM 低固相钻井液中,测试了钻井液的性能变化,具体结果见表 3、表 4。由表 3 和表 4 可以看出,GFT 型防塌减阻剂加入到这 2 种钻井液体系后,均能降低钻井液的滤失量,且对粘度、切力影响不大,这与在淡水基浆的试验结果相一致。同时也可以看出 GFT 与有机处理剂和随钻堵漏剂的配伍性好,降低了钻井液的摩擦系数,提高了钻井液的润滑性,钻井液的性能满足钻井施工的需要。

表 3 GFT 型防塌减阻剂对无固相聚合物钻井液性能的影响

配方	表观粘度 /(mPa·s)	塑性粘度 /(mPa·s)	动切力 /Pa	滤失量/[mL· (30 min) <sup>-1</sup> ]	摩擦 系数
1 号	9	7	2	20.5	0.248
1 号 + 1% GFT	9	7	2	19.5	0.185
1 号 + 2% GFT	9	6.5	2.5	18	0.154

表 4 GFT 型防塌减阻剂对 LBM 低固相钻井液性能的影响

配方	密度 /(g· cm <sup>-3</sup> )	表观粘度 /(mPa· s)	塑性粘度 /(mPa· s)	动切力 /Pa	滤失量 /[mL·(30 min) <sup>-1</sup> ]	摩擦 系数
4% LBM	1.02	8.0	7	1.0	12	0.264
4% LBM + 1% GFT	1.02	8.5	7	1.5	10	0.213
4% LBM + 2% GFT	1.02	8.0	6	2.0	8	0.195

## 3 GFT 型防塌减阻剂在青海鱼卡煤田勘探区现场应用

### 3.1 鱼卡煤田勘查区地貌地层概况

鱼卡煤田位于柴达木盆地北缘中部鱼卡断陷二级构造单元内,区内地势西高东低,西侧为赛什腾山。北侧和东侧为达肯大坂山,南侧为绿梁山,为北西向展布的狭长盆地。上部以砂岩、粉砂岩为主,夹杂泥岩,地层倾角 80°,裂隙较发育,地层比较破碎;下部煤层顶板为薄层炭质泥岩,侏罗系含煤地层全区范围分布,含煤地层为中侏罗统大煤沟组和石门沟组,主要可采为 M5、M7 煤层。

### 3.2 施工设备与孔身结构

ZK30-8 号钻孔采用了 XY-8 型油压立轴式钻机及 NBB-300 型泥浆泵。ZK30-7 号钻孔采用 DX2-2000 型顶驱钻机及 NBB-300 型泥浆泵。2 个钻孔均采用提钻取心工艺。钻孔结构简单,均采用 Ø113 mm 钻头一径到底。

### 3.3 GFT 型防塌减阻剂现场应用

在该勘探区施工时,存在以下 3 个主要问题:(1)钻进至侏罗系(孔深约 50 m)后,破碎地层逐渐增多,经常发生掉块现象,起下钻经常遇阻;(2)煤层多为粉质煤,且存在煤层较厚(在 100~200 m 之

间)、地层倾角大等多种因素,造成了煤层孔壁不稳定,坍塌严重;(3)由于地层倾角大,孔斜不易控制,通常钻进至孔深 500 m 左右时,钻孔偏斜  $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。开孔后,采用由膨润土、高粘纤维素及腐植酸钾组成的细分散钻井液体系,在钻进至分散性强的泥岩地层时,由于现场没有固控设备,钻井液的固相含量明显增加,流动性迅速变差,一般每进尺 50 ~ 70 m 时就需换掉约一半的泥浆。

由于细分散淡水钻井液体系抑制性差,不能解决泥岩分散造浆以及煤层厚度大且易坍塌、易偏斜等问题,ZK30-7 孔及 ZK30-8 孔分别在孔深 703 m 及孔深 572 m 开始使用低固相聚合物钻井液,并加入一定量的 GFT 型防塌减阻剂。现场使用的钻井液配方为:淡水 + 3% 膨润土 + 0.2% ~ 0.3% 水解聚丙烯酰胺(PHP) + 1% ~ 2% GFT + 0.5% ~ 1.0%  $\text{NH}_4\text{HPAN}$  + 1% 润滑剂 GLUB + 石灰石粉。

由于条件限制,现场仅测试了钻井液的漏斗粘度、密度、滤失量、泥皮厚度及含砂量,测试结果见表 5。

表 5 现场使用的钻井液性能

孔段/m	漏斗粘度/s	密度/( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	滤失量/[ $\text{mL} \cdot (30 \text{ min})^{-1}$ ]	泥皮厚度/mm	含砂量/%
572 ~ 916	25 ~ 35	1.05 ~ 1.15	8 ~ 15	0.5	0.5
916 ~ 1280 (煤层)	30 ~ 40	1.25 ~ 1.35	$\leq 6$	0.5	0.5

现场使用的低固相聚合物钻井液在加入 GFT 型防塌减阻剂后,顺利完成了 2 个钻孔的施工任务。ZK30-7 孔从孔深 703 m 开始使用 GFT,至终孔 1048 m 结束;ZK30-8 孔从孔深 572 m 开始使用 GFT,至终孔 1280 m 结束。2 个钻孔均取得了很好的技术效果,主要体现在以下几个方面。

(1)采用含有 GFT 型防塌减阻剂的低固相聚合物钻井液体系后,钻进效率明显提高(详见表 6)。

表 6 同一勘查区不同钻孔时效对比

孔号	冲洗液名称	钻探工作量/m	用时/d	平均时效/m
ZK-08	细分散淡水钻井液	953	111	0.36
ZK30-7	低固相聚合物钻井液 + GFT	345	27	0.53
ZK30-8	低固相聚合物钻井液 + GFT	708	49	0.60

表 6 是使用 GFT 前后的时效对比情况。从表 6 可以看出,ZK-08 采用细分散淡水钻井液体系钻进时,钻进时效低,经常出现掉块、坍塌,钻至孔深 953 m 时提前终孔,平均时效为 0.36 m。ZK30-7 孔及

ZK30-8 孔采用含有 GFT 型防塌减阻剂的低固相聚合物钻井液后,孔壁稳定,平均时效约为 0.60 m。

(2)钻井液具有较好的抑制性能。由于钻井液的抑制性强,粘度低且稳定,岩粉沉淀效果好,一般施工 10 ~ 15 d 或进尺 100 ~ 200 m 时仅需排放少部分的钻井液,不仅提高了钻进效率,还大幅度降低了钻井液成本。

(3)钻井液具有良好的护壁性能。进入煤层后(ZK30-7 孔为 1050 ~ 1245 m,ZK30-8 孔为 916 ~ 1048 m),增加了 GFT 型防塌减阻剂的加量,钻井液的滤失量较小,降低了滤液对地层的破坏作用。同时由于 GFT 中的沥青质粒子附着性强,充填并封堵了地层中的裂隙,提高了孔壁的稳定性。

(4)钻井液具有良好的流动性能和润滑性能。含有 GFT 型防塌减阻剂的低固相聚合物钻井液流动性及润滑性好,降低了钻井液循环系统的流动阻力,泵压从 4 MPa 降至 3 MPa;钻具的回转阻力也明显下降,电流从 65 ~ 70 A 降至 50 ~ 60 A。

## 4 结论

(1)GFT 型防塌减阻剂稳定性好、易分散,在不增加钻井液粘度的条件下可有效降低钻井液的滤失量。

(2)GFT 防塌减阻剂中的沥青质粒子附着力强,可有效充填孔壁微孔隙或微裂缝,较好地解决煤系地层坍塌问题,并能提高钻井液的润滑性能。

## 参考文献:

- [1] 丁锐. 钻井液防塌剂的作用方式及分类[J]. 石油大学学报(自然科学版),1997,22(6):125-128.
- [2] 鄢捷年. 钻井液工艺学[M]. 山东东营:中国石油大学出版社,2001.
- [3] 中油长城钻井有限责任公司钻井液分公司. 钻井液技术手册[M]. 北京:石油工业出版社,2005.
- [4] 郭健康,鄢捷年,王奎才,等. 强抑制性 KCL/硅酸盐钻井液体系及其在苏丹六区的应用[J]. 钻井液与完井液,2005,22(1):14-18.
- [5] 于培志,牛新明,苏长明,等. 西部新区复杂地层钻井液技术[J]. 钻井液与完井液,2005,22(2):29-32.
- [6] 李会娟,鲍卫和,马忠平. 聚合物防塌钻井液在天津地热定向井的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(6):53-55.
- [7] 童强,杨丕祥. 护壁防塌泥浆在贵州晴隆沙子煤矿 ZK209 号孔中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S2):294-297.