

泡沫泥浆防塌特性初探

成都理工学院 陈礼仪

泡沫泥浆体系的研制和应用,使钻井液的防塌研究向前迈进了一大步,其优良的防塌护壁能力已得到了充分的肯定。如四川省地矿局 113 队在施工 ZK 14302 钻井时,钻遇水敏性极强的地层,岩粉大增,孔壁出现严重掉块。该井段以往使用低固相泥浆钻进时,只要一停钻,岩屑就会大量沉淀,重新开始时,都要扫孔排屑很长一段时间才能到底。改用充气泡沫泥浆钻进,井内干净无需划眼一直到井底。井底电测时,因大风暴雨停钻达六天之久,钻具也畅通无阻一下到底,顺利地完成了电测工作。又如某地质队在煤系地层施工,因钻机动力曲轴变形,停钻修理达 9 天,计 216 小时,待柴油机修复后下钻仍一次到底,井壁稳定,无掉块、垮塌情况。

钻井防塌对冲洗液性能的要求

引起井壁坍塌的原因很复杂,它与岩石强度、孔隙压力、水化效应、自然和构造应力以及由于钻进而引起的应力变化有关。其中特别重要的是页岩的稳定问题。研究表明,页岩的坍塌主要是由于在钻进过程中页岩含水量的改变所致。页岩本身原有的含水量取决于它的粘土矿物种类、所处离子的环境和岩心的致密程度。正常的规律是,页岩的含水量随着其沉积年代的增长,埋藏深度的增加以及在这些年代中粘土矿物从蒙脱石转变成伊利石的增多而降低。对井壁稳定性的实验研究认为,它与粘土矿物成分、膨胀和分散能力有关。易分散的蒙脱石型页岩接触到淡水,就会产生塑性变形而破损,变得胀大而松软,使井径缩小。如果井内有盐的溶液,则受渗透压作用的影响,低浓度部分的水向高浓度部分渗透,页岩的渗透性膨胀受到抑制,但仍会发生碎片的剥落。而不含蒙脱石的硬页岩,水则沿着裂纹面、解理面及夹层进入页

岩,然后才使井壁受到浸蚀而使井眼扩大。为了保证井壁的稳定,泥浆化学处理剂的主要任务是:①形成致密泥饼以减少失水量;②改变泥浆滤液的性质,尽量减少滤液的分散性;③在使泥浆稳定的前提下,尽量采用低 pH 值的钻井液体系;④采用对页岩具有保护性的材料,防止页岩的表面水化与渗透水化作用。

泡沫泥浆的防塌特性

与其它钻井液一样,泡沫泥浆的防塌效果不是某一方面作用的结果,而是许多因素综合作用的结果。泡沫泥浆的泥皮特性、低失水特性、独特的流变特性,以及气泡的粘弹可压缩性都是构成泡沫泥浆优良防塌性能的重要因素。

(1) 泡沫泥浆的泥皮特性

就泥浆本身特点而言,泥皮遭到破坏是造成井壁坍塌的重要原因之一。泥皮犹如裸露井眼的外衣,起到保持和支撑井壁的作用。泥皮遭到破坏的主要原因是泥皮本身粗糙、结构疏松、结构粘度低。其结果是自由水析出较多,渗过泥皮侵入井壁,引起水敏或松散地层失去保护层,引起井壁坍塌。

泡沫泥浆是在优质低固相泥浆中加入发泡剂经充气而成的。其泥皮薄而致密,有韧性,透水性比优质低固相泥浆的泥皮还低,有较强的阻止自由水侵入的能力。加之泡沫泥浆中的泡沫具有疏水性质,井中部分泡沫吸附在泥皮上,形成疏水泡沫壁。另外,井壁上吸附的泡沫虽非连续,但在井壁总面积中却有相当比例,也会部分阻止自由水的侵入。再则,泡沫泥浆具有较高的结构粘度,反映了粘土颗粒的网状结构,聚合物的长链架桥结构以及泡沫致密的群体结构,大大限制了自由水流动及其对泥皮的渗透作用,保护了井壁。

(2) 泡沫泥浆的低失水特性

泥浆的失水是造成井壁坍塌的最主要原因,特别是水敏性地层更是如此。泡沫泥浆具有低固相泥浆低的失水特性,其主要原因是:①泡沫泥浆具有较一般低固相泥浆还要高的结构粘度。这种粘度反映了粘土颗粒间所形成的网状结构。聚合物长链的架桥结构,泡沫致密的群体结构,大大抑制了自由水的流动,增大了流动阻力。②泡沫表面属混合膜结构,具有高分子粘弹性质,粘度值要比泥浆中的自由水的粘度高百倍,甚至千倍,这不仅大大增加了流动阻力,而且所形成的纵横交错的分子牵引力,抑制了自由水的流动,由于泡沫吸附性强,泡沫彼此结合形成了坚实的、致密的泡沫群体结构,吸附了惰性岩粉,在井壁层间建立了疏水性的不透水屏蔽—泡沫吸附壁,阻止了自由水的侵入,使井壁得到了稳定。③高分子聚合物的多点吸附,在井壁形成坚固的防水薄膜层,能有效地阻止水与孔壁接触,起到了成膜包被作用,能有效地降低失水量。

(3) 泡沫泥浆的粘弹特性

在泡沫泥浆中有许多小气泡,而气泡具有一定程度的可压缩性和膨胀性,所以它对冲洗液的激动有缓冲作用,故能在一定程度上起到防塌作用。

当起钻时,钻具快速上提,可对井壁产生抽汲作用。而当冲洗液中有气泡时,随着钻具的上提,气泡膨胀,由于气泡膨胀而填补了一定空间,减轻了对井壁的抽汲作用,起到了缓冲效果,而使井壁稳定。

当下钻和开泵时,冲洗液会对井壁产生一定的压力。因为有泡沫的存在,气泡可以被压缩,因而减轻了对井壁的挤压作用,有利于保持井壁。

在停钻时,充气泡沫泥浆可以依靠稳定的气泡作用和本身的结构支撑井壁,而不使其垮塌。

井底磨捞工具的改制与现场应用

四川石油管理局川东钻探公司 张代骏

在油气钻井作业中, 难免出现掉较大铁物或断、掉钻头在井底。在入井其它工具打捞不成功时则只有下入磨鞋去磨井底所掉铁物。对已磨破碎的井底铁块, 用磁铁打捞器磁不稳合金齿或因磁力强弱和受井深压力及高温等影响能磁牢的铁块有限, 入井循环打捞杯因捞杯上沿口距井底较高, 即使在较大的循环排量下, 稍大的铁块也难冲离井底较高处进入捞杯。这将可能反复入井磨鞋、捞杯或磁铁打捞器多次才能打捞干净井底铁物。为能提高磨鞋在井底的工作效率, 尽可能减少对已磨压成较小铁块的重复磨压, 减少起下打捞工具的次数, 加快清除井底落物的速度, 一种对现有磨鞋进行简单改制的井底磨捞工具, 能收到显著效果。

磨捞工具的结构特点

(1) 工具结构。井底磨捞工具的主体结构由磨鞋和捞杯筒两部分组成。磨鞋为井队现用磨鞋即可; 捞杯筒可用套管或用 6~ 10 mm 厚的铁板卷成圆筒管电焊好接口, 再把捞杯筒套放在磨鞋体锥面与本体接头之间, 用电焊焊接好后即可入井使用。

(2) 工具主要参数。以现井队使用的 $f\ 300\text{ mm}$ 磨鞋改制, 准备一段 $f\ 273\text{ mm}$ 套管或用铁板卷好的圆形管作捞杯筒。捞杯筒外径 $f\ 260\sim 280\text{ mm}$, 捞杯筒高度为 $100\sim 160\text{ mm}$, 把此捞杯筒上沿口内壁用氧气割枪吹割成 $45^\circ\sim 60^\circ$ 的倒角。

(3) 特点。改制后的井底磨捞工具使原来功能单一的磨鞋增加了捞杯功能。又因此捞杯口距井底距离小, 在用较大循环排量时, 可使井底已磨压碎的铁块尽快冲离井底装入捞杯内, 避免了磨鞋对已磨压成较小铁块的重复磨压, 提高了磨鞋在井底的使用效率。特别是在磨牙轮时, 只要牙轮被磨压破碎成块状, 就能即时冲离井底装入捞杯筒内, 避免了牙轮上的合金齿与磨鞋工作面上的合金齿硬度相等而造成磨鞋合金齿的提前损坏。

磨捞工具的使用

以 $f\ 311.10\text{ mm}$ 井眼使用的 $f\ 300\text{ mm}$ 磨鞋为例。

(1) 入井钻具组合。磨捞工具+ 钻铤(重量 $150\sim 200\text{ kN}$)+ $f\ 127\text{ mm}$ 钻杆。

(2) 磨井底铁物参数。转速 $45\sim 55\text{ r/min}$, 排量 $20\sim 25\text{ L/s}$; 加压: 第一个小时内加压 10 kN , 在一个小时后每半个小时增加 10 kN 。一个磨鞋在井底可使用 $7\sim 8\text{ h}$ 起钻, 此时已加压到 $130\sim 150\text{ kN}$ 。

(3) 打捞方法。每磨 $20\sim 30\text{ min}$ 即进行打捞, 打捞排量 $35\sim 45\text{ L/s}$, 把磨鞋提离井底 $0.10\sim 0.30\text{ m}$, 开泵冲井底铁物时可转动磨鞋或不转动磨鞋相结合。每次开泵、停泵打捞 $3\sim 5$ 次, 起钻时应多打捞几次。

现场应用效果分析

井底磨捞工具先后在拔开 2 井、池 46 井、大天 3 井及天东 31 等井先后使用过, 均收到理想效果。

(1) 使用情况。¹ 大天 3 井起钻至井深 222.20 m 时钻具顿至井底 $2\ 173.88\text{ m}$ 处, $f\ 311.10\text{ mm}$ 钻头的三个牙轮和牙掌顿断在井底。入井 $f\ 300\text{ mm}$ 改制磨捞工具处理完井底铁物并磨进 0.83 m , 见表 1。^④ 月东 3 井因刮泥板掉井, 入井钻头无进尺。下入 $f\ 300\text{ mm}$ 改制磨捞工具去磨井底刮泥板, 起出磨捞工具获得螺杆、钳牙及断钻头牙齿等铁物 6 kg 。^④ 七里 19 井在钻进中因钻头质量问题造成 $f\ 311.10\text{ mm}$ 钻头的牙掌、牙轮掉井。因入井其它打捞工具未捞获, 入井 $f\ 300\text{ mm}$ 改制磨捞工具处理完井底铁物并磨进 0.40 m 。

(2) 效果分析。由现场应用和表 1 分析, 能捞获井底铁物多少与以下两个方面有关。

1) 捞杯筒上沿与磨鞋底部的高度: 对磨捞工具捞获的铁物分析, 捞杯筒上沿至磨鞋的高度应越低所捞获的铁物较多。因井底磨压破碎的铁块在较大的排量下循环时, 冲离井

(4) 泡沫泥浆的低速塞流特性
泡沫泥浆由于其气、液、固三相特殊的结构, 在携带岩屑上已不需要依靠足够的上返速度, 而主要是靠泡沫泥浆中细微而密集的泡沫具有强吸附作用的悬浮作用来实现的。因此, 采用泡沫泥浆钻进时, 冲洗液上返流速要求不高, 上返流态呈塞流, 这种轻柔的流动大大减弱了流体对井壁的冲刷和扰动,

有利于保持井壁稳定。

结 论

(1) 泡沫泥浆具有优良的防塌特性, 这是由于具有气、液、固三相特殊结构所决定的, 这种结构与井壁稳定理论的诸多方面相适应, 特别对页岩的稳定更是有其它钻进液不可比拟的优越性。

(2) 泡沫泥浆的泥皮特性、低失水

特性、独特的流变性, 以及气泡的粘弹可压缩性是构成泡沫泥浆防塌特性的主要因素。

(3) 根据防塌理论, 进一步强化泡沫泥浆对粘土矿物的离子交换作用将更有效地提高泡沫泥浆的防塌作用。

(编辑 曹 丽 钟水清)