

油气田钻井废弃泥浆处理技术^{*}

董仕明¹ 王平全¹ 陈志勇² 张 报³

(1.西南石油大学 2.中国石油辽河油田钻井一公司长城公司 3.中国石油新疆油田公司)

董仕明等.油气田钻井废弃泥浆处理技术.天然气工业,2008,28(2):87-89.

摘 要 针对油气田现在应用的废弃泥浆各种环保处理方法,详细阐述了固化处理、MTC(Mud To Cement)、化学强化固液分离及海上废弃泥浆的处理方法。固化处理就是向防渗废弃泥浆土池中投入适量配比的固化剂,按照一定的技术要求进行均匀搅拌,通过一定时间的物理和化学变化,使其中的有害成分发生转化、封闭、固定作用,转变成为一种无污染的固体。矿渣 MTC 是指在泥浆中加入水淬高炉矿渣以及激活剂、分散剂等处理剂,将泥浆转化为水泥浆,该技术减少了废弃泥浆的处理成本,同时也减少了固井所需费用。化学强化固液分离工艺是先对钻井废弃泥浆进行化学脱稳、絮凝处理,然后将废弃泥浆泵入涡轮式离心机实现固液分离,固体掩埋来达到环境保护的效果,减少废弃泥浆的污染。

主题词 钻井 废弃泥浆 固化 MTC 固液分离 环境保护

废弃泥浆是石油天然气工业的主要污染源之一。它是一种含黏土、加重材料、各种化学处理剂、污水、油污及钻屑的多项稳态胶体悬浮体系,危害环境的主要成分是烃类、盐类、各种聚合物、木质素磺酸盐、某些金属离子(汞、铜、砷、铬、锌及铅)和重晶石中的杂质。为防止钻井废弃泥浆对环境造成污染,必须对其进行处理。根据处理和排放情况的不同,国内外对废弃泥浆有多种处理方法,包括固化处理、MTC 技术、化学强化固液分离技术、机械脱水法、焚烧法、喷雾干燥法、回收循环利用法、安全土地掩埋法(又称坑内密封法)、土地耕作法、脱稳干化场处理法、注入安全地层或环行空间法、微生物法等。其中,固化处理是当前采用较多的方法之一,特别适宜那些不宜土地耕作处理的废弃泥浆。以下是对国内近几年常用的废弃泥浆处理技术进行综合介绍。

一、钻井废弃泥浆固化

固化处理就是向防渗废弃泥浆土池中投入适量配比的固化剂,按照一定的技术要求进行均匀搅拌,通过一定时间的物理和化学变化,使其中的有害成分发生转化、封闭、固定作用,转变成为一种无污染的固体。有机固化剂成本高,容易产生二次污染,应用较少;无机固化剂具有原料易购、价格低廉、使用

方便、固化效果好等优点,具有良好的市场前景。因此,最好选择无机固化剂。其中使用的主要原材料为磷酸盐、粉煤灰、生石灰、水泥、石膏粉、氯化物、絮凝剂。

1.粉煤灰固化材料

粉煤灰为典型的火山灰质材料,主要由 SiO_2 、 Al_2O_3 等杂质组成。其固化激发机理是:粉煤灰中的 SiO_2 、 Al_2O_3 等物质,在废弃泥浆中水化,受到 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的碱性激发,分别生成 C-S-H 凝胶和水化铝酸钙类物质,水化铝酸钙又会受到硫酸盐的激发,生成单硫型的水化硫铝酸钙(AF)等产物,进一步提高废弃泥浆体系的胶凝组分和硬化质量。粉煤灰在钻井废弃泥浆固化中的基本作用:①活性效应:可用做混凝土的胶凝组分,与氢氧化钙发生二次反应生成类似水泥 C-H-S 凝胶的产物,但其属于低活性混合材料;②形态效应:是泛指粉煤灰颗粒形貌、粗细、表面粗糙度、级配、内外结构等几何特征,以及色度、密度等特征在固结土或混凝土中产生的效应。其主要属于物理效应;③微集料效应:犹如微细的骨料,使新拌的水泥浆体结构发生“解絮”作用,粉煤灰微小微珠起填充作用,使泥浆体结构中毛细空隙“细化”^[1]。以粉煤灰为原料的固化剂体系有 MS 型固结材、粉煤灰复合剂固化体系和粉煤灰与磷石膏固

^{*} 本文受到国家自然科学基金项目(编号:90610013)的资助。

作者简介:董仕明,1983 年生,硕士研究生;从事钻井液研究工作。地址:(610500)四川省成都市新都区。电话:13194891257。E-mail:dongshiming001@21cn.com

化体系,其中都添加了大量的粉煤灰在激发剂和促凝剂的辅助作用下,使得废弃泥浆凝结、硬化,达到工程所需的力学强度。

2. 常用的无机固化剂^[2-6]

(1)KG 系列固化剂:该固化剂原料易得、价廉无毒,使用方便,处理费用低,固结、解毒效果好,固结物的机械强度较高,水溶性及水渗透性较低,抗生物降解,稳定周期长(可达 10 a 以上),对固相物含量较高的废弃泥浆的处理效果特别好。应用于川西地区废弃泥浆处理。

(2)XG 固化剂:XG 固化剂的主要组分是水化能力和活性很强的材料,在废弃泥浆中分散水化、凝聚、结晶,形成一种水化物凝聚——结晶网状结构,硬化成稳定固体后,把废弃泥浆中的有害物质封闭在其中,防止其扩散迁移,达到环境保护的效果。

(3)HB-1 固化剂:其系列组成是 SA 型水硬材料+石灰、石膏+促溶早强外加剂 RM。在使用时可结合大量水分子并生成钙矾石矿物晶体,从而达到固化目的。

(4)WH-858 处理剂:废弃泥浆无害化配套处理剂 WH-858 为多种无机和有机化合物的复合物,含有脱水剂、中和剂、絮凝剂、吸附剂、固化剂等,故能用其进行无害化处理。应用于陕北油气田废弃泥浆处理。

(5)A、B、C、D 固化剂:A、B、C、D 四种固化剂单独使用时都具有一定的固化效果,不同的固化剂其加量和固化效果的关系并非完全相同,在此基础上采用正交试验方法确定最佳固化配方。

3. 现场施工

现场施工工艺主要有两种:第一种是利用挖掘机等机械将固化剂按一定配比与废弃泥浆进行混合;第二种是直接利用泥浆泵及配浆设备将固化剂按一定配比与废弃泥浆进行混合。第一种方法施工困难,因为在有些泥浆池中固化剂搅拌不均匀,造成固化效果不佳。第二种方法可以使固化剂搅拌均匀,但需增加设备,特别是在废弃已久的泥浆池,使成本增高。建议有关部门可以研制出适合废弃泥浆固化的设备体系。

二、MTC 技术

泥浆转化为水泥浆,简称为 MTC(Mud To Cement)技术,是世界前沿的固井技术。矿渣 MTC 是指在泥浆中加入水淬高炉矿渣以及激活剂、分散剂等处理剂,将泥浆转化为水泥浆,该技术减少了废弃

泥浆的处理成本,同时也减少了固井所需费用。

1. 矿渣 MTC 浆的性能评价

通过测定矿渣 MTC 浆的密度、流变性、稠化时间、抗压强度、API 失水和静胶凝强度(SGS)来对其进行性能评价,来满足现场施工要求。

2. 矿渣 MTC 体系的技术特点

矿渣 MTC 体系具有以下特点:①矿渣 MTC 体系形成的常规浆体密度一般比常规密度水泥浆要低,可以大幅度地降低液柱压力,减小漏失危险,从而替代双级固井工艺,降低因工艺复杂而带来的风险;②矿渣 MTC 体系由于其稠化过渡时间和静胶凝强度过渡时间短,具有极强的防窜功能;③矿渣 MTC 浆体的流变性能非常好,紊流临界排量低,可提高顶替效率,降低施工流动阻力;④矿渣 MTC 浆体具有微膨胀特性,能有效固化井壁的滤饼,有利于提高层间封隔,提高第一、第二界面胶结质量;⑤矿渣 MTC 体系有一定的粒级级配,具有良好的堵漏效果;⑥减少废弃泥浆排放,有利于环保。

3. 影响矿渣 MTC 技术运用的原因分析

(1)矿渣 MTC 固化体高温下易开裂问题一直限制着矿渣 MTC 技术的推广应用。目前研究出其本质原因在于高温条件下矿渣水化反应速度加快,其玻璃体分相结构中富钙相的分解速度加快,体系中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 增加较多,而富硅相解体反应的变化幅度不大,体系中 SiO_2 则相对较少,反映在固化体局部区域中,C-S-H 凝胶体不仅 C/S 增大且分布不均匀且由于该部分水化产物呈球形和蜂窝形,胶结时接触面积少,形成的凝胶体胶结差,不稳定,易发生晶形转变,宏观上表现为固化体容易形成裂纹^[7]。

(2)水泥石强度低,界面封隔性能存在争议。固井技术的核心在于实现滤饼的固化,能不能实现滤饼的固化胶结,是否能提高第二界面胶结强度,对矿渣 MTC 技术的推广应用极其关键。

三、化学强化固液分离

化学强化固液分离工艺先对钻井废弃泥浆进行化学脱稳、絮凝处理,强化机械固液分离能力,并在化学脱稳、絮凝处理中把废弃泥浆中的有害成分转化为危害性小或无害的物质或减少其淋滤浸出率。然后将已脱稳、絮凝的废弃泥浆泵入涡轮式离心机,离心机中旋转的旋流和转筒旋转产生的搅动共同产生一个综合性的动力效应,对离心机内的半静态沉降产生强烈的作用效果,实现固液分离,使絮体颗粒间的游离水和部分分子间水离心分离出来。固液分

离后,污染物(渣泥)得到减量,体积大大减少,无害化处理费用成倍降低。分离出的废水,经过二级絮凝、过滤处理后达标外排或回用做井场冲洗用水。影响固液分离技术运用的原因如下。①化学药剂:对于不同的泥浆体系需筛选出不同的化学药剂处理。对于某些泥浆体系,还可能存在加药量高,化学药剂费用高,处理成本相对较高等问题。②设备:由于井场上没有配备离心的设备,要对废弃泥浆进行固液分离处理就要增加相关的设备,这样使得成本增加。

四、海上钻井废弃泥浆的处理

海上钻井废弃泥浆必须考虑海洋环境的特殊性。具体处理情况如下。

(1)水基泥浆的处理

在符合国家和国际环境保护要求条件下,可以直接排放到海里,不会造成环境污染。对那些远离海岸线而又不能直接排放的钻井废弃物,可以通过井眼,在一定的压裂压力下将其注入海底。对那些毒害比较大、离海岸线又比较近、在海上不能处理的废弃泥浆,必须要运到陆地上来集中处理。

(2)油基泥浆的处理

油基泥浆不能直接排放到海里,可以运到陆上来集中处理。若在海上处理,可以采用适当的方法回收油(加热回收法,管柱浮油回收法等)再将其钻屑抛入海中,也可以用溶剂将泥浆中的油和有机物洗涤干净再排入大海,还可以用机械的方法将钻屑中的油和有机物除去后剩余物倒入海中。

五、废弃钻井泥浆处理技术的发展趋势

(1)开发新的环保型泥浆和泥浆添加剂以代替毒性较大的泥浆及其添加剂,从根本上解决废弃泥浆对环境的污染问题。

(2)固控可以改善泥浆的性能,从根本上减少废弃物。通过固控,加快钻进速度,减少泥浆的用量,减少废弃物的排放量。

(3)钻井废弃物的综合利用具有一定的潜力。利用现有的科学和技术在废弃泥浆处理时向综合利用出发,这样既保护了环境又开发了资源。

六、结论与建议

(1)综合现阶段油气田处理废弃泥浆的方法,详细论述了固化处理、MTC(泥浆转化为水泥浆)、固液分离技术和海上废弃泥浆处理等方法。

(2)针对油气田处理废弃泥浆所遇到的问题,希望加强对废弃泥浆处理设备的研究,并开发出环保型泥浆来达到环境保护的效果,减少废弃泥浆的污染。油气田要加强对井场废弃物的监督与管理。

参 考 文 献

- [1] 杨明杰.钻井废泥浆综合治理技术研究[J].矿物岩石, 2003(3):109-112.
- [2] 张军.川西油气田钻井污水及废泥浆固化处理技术[J].天然气工业, 2005, 25(11):94-96.
- [3] 梅宏.XG 废钻井液固化剂的作用过程[J].新疆石油学院学报, 2002, 14(4):33-35.
- [4] 宋明全.钻井废浆液固化剂 HB-1 的研制与应用[J].石油钻探技术, 2001, 29(3):53-55.
- [5] 李建山.陕北油田废弃钻井液无害化处理技术[J].机械管理开发, 2005(4):43.
- [6] 魏平方.油田废钻井液固化处理实验研究[J].化学与生物工程, 2003(6):34-35.
- [7] 彭志刚.矿渣 MTC 固化体开裂的本质原因分析[J].天然气工业, 2005, 25(5):72-74.

(收稿日期 2007-11-07 编辑 钟水清)