

钻探工程废弃钻井液处理技术及进展

吴 焯^{1,2}, 王雯璐²

(1. 中国地质大学(武汉), 湖北 武汉 430074; 2. 河南工程学院, 河南 郑州 451191)

摘要:介绍了国内外废钻井液处理方法的发展现状,研究了废弃钻井液对环境的危害和影响,阐述了坑内填埋、固液分离法、固化处理、循环使用以及几种特殊的钻井液处理技术。在此基础上,提出了一些建议,如开发新型环保钻井液和钻井液添加剂;加强固控,减少废钻井液的排放;综合开发利用如微生物法等新技术等,为其他类似区域钻井工程的环境保护提供参考。

关键词:废弃钻井液;钻探工程;处理技术;进展

中图分类号:P634.6 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2013)03-0014-03

Treatment Technology of Waste Drilling Fluid in Drilling Engineering and the Progress/WU Ye^{1,2}, WANG Wen-lu²
(1. China University of Geosciences, Wuhan Hubei 430074, China; 2. Henan Institute of Engineering, Zhengzhou Henan 451191, China)

Abstract: The treatment technologies of waste drilling fluid in drilling engineering both in China and abroad were introduced. The hazard and influence to environment by waste drilling fluid was studied. The treatment technologies and methods such as the in-pit landfill, solid-liquid separation, solidification and recycling use were discussed. Some suggestions were put forward, such as developing new environmental protection drilling fluid and additive, strengthening the solid control, reducing the discharge of waste drilling fluid and comprehensively developing new technology like microbial method. All the above can be the reference to environmental protection in other similar areas.

Key words: waste drilling fluid; drilling engineering; treatment technology; progress

0 引言

钻探工程中,钻井液是“钻井的血液”,它起到平衡地层压力、携带悬浮钻屑、防止井壁塌陷、冷却和润滑钻具等作用。但在钻探过程中,不可避免地产生废弃钻井液,它是一种含粘土、加重材料、各种化学处理剂、污水、油污及钻屑的多相稳态胶体悬浮体系^[1,2]。由于废弃钻井液中含有大量不同自然降解性、不同毒性的污染物,如果处理不当,将会导致土壤、地表及地下水的污染,对环境和人类带来直接或间接的危害^[3,4],为此本文研究废弃钻井液处理技术,提出新进展。

1 研究现状

在钻井工艺中,废弃钻井泥浆用量大、种类繁多、化学成分复杂,因此对废弃钻井泥浆的处理是比较困难的。我国在20世纪80年代开始废弃钻井液的研究,国家环保局相继颁布《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)、《固化物浸泡液毒性分析》(GB 5086-2-1997)。研究最早的是四川油田,1989年

由四川石油管理局川西南矿区发明的废弃钻井泥浆固化处理技术,以水泥作为主凝剂,水玻璃为助凝剂,硫酸盐或氯化物为催化剂^[5]。现阶段的研究热点是低毒或无毒环保钻井液,中国石油大学于1992年对水基聚丙烯酰胺淡水钻井泥浆的有害组分进行分析,研究了无害化处理技术。目前,建立钻井液体系、处理剂、废弃物环保评价和处理方法已成为油田企业环保工作的主要内容。

国外在20世纪50年代开始对废弃钻井液进行无害化处理,主要是对钻井液处理剂和钻井液体系进行生物降解和生物毒性评价实验,研究废弃钻井液对环境造成的危害和相应治理的技术手段。美国环境保护署(EPA)在1982年针对墨西哥海湾的水基钻井液制定了严格的排放标准(NPDES),为环境保护和排放废弃钻井液提供了环境法律基础。在美国,陆上钻井污物处理方法主要是采用地下深埋处理或循环利用,并正在研究新的适用于不同地层情况的钻井泥浆。

收稿日期:2013-02-25

基金项目:国家科技专项“深部探测技术与实验”—SinoProbe-05“大陆科学钻探选址与钻探实验”腾冲火山地热构造带科学钻探工程资助

作者简介:吴焯(1968-),女(壮族),广西桂林人,中国地质大学(武汉)博士在读,河南工程学院环境与资源学院副教授,地质工程专业,主要从事地质工程、环境工程研究与教学工作,河南省郑州市南阳路56号地矿大厦511室(450053),babylyuan@163.com。

2 废钻井液处理技术

2.1 固化处理方法

固化处理是目前国内应用较为广泛的处理方法。具体做法是在废弃钻井液中投入固化材料,使其转化为土壤或胶结强度较大的固化体,然后就地填埋或用作建筑材料^[6]。原理是钻井液中的固相与固化剂发生物理化学反应,其中的有害成分如重金属、高聚物、油类等被包裹起来,其它的污染物也因为迁移通道的缩小而减小了向周围土地的迁移扩散^[7]。适用于油含量 $<50000\text{ mg/L}$,盐含量 $<20000\text{ mg/L}$ 的废弃钻井液。该方法不仅可以明显减少重金属离子和有机质对土壤、水体和环境的污染和破坏,还可以有效回填还耕,提高土壤的肥力。

2.2 固液分离技术

固液分离技术是固化前的预处理,工艺流程简便,主要内容包括脱稳和絮凝。

2.2.1 固液分离预处理

2.2.1.1 脱稳

化学破胶法可有效打破废弃物体的稳定状态,达到脱稳的目的。原理是通过消除胶体的稳定因素,利用不稳定因素,再通过微粒之间的范德华引力及布朗运动,使胶体微粒不断长大形成沉淀。

2.2.1.2 絮凝

在废弃钻井液中加入适当的混凝剂(絮凝剂和凝聚剂的混合液),改变钻井液体系的物理化学性质,破坏其胶体体系,改变其中粘土颗粒的表面性质,让更细的颗粒产生聚结,使其在机械辅助分离条件下实现固液分离。分离出的液体,经过二级絮凝过滤处理后达标就可外排,固相进行掩埋或固化处理^[8]。

2.2.2 固液分离设备

2.2.2.1 全自动板框式压滤机

全自动板框式压滤机性能优良,精度较高,使用方便。增加了开板装置、滤饼排出装置、滤布自动清洗装置和滤饼自动脱落装置。滤板材料多采用轻型聚丙烯树脂。

2.2.2.2 带式压滤机

带式压滤机将浆料夹在双层网中,挤压时受挤压和剪切作用进行固液分离。该工艺能够保证设备连续运行,杜绝堵塞,污泥含固量要求低。适用于含水量高、含固量低、多胶体特点的污泥的脱水。

该方法是废弃钻井液处理的一个重要环节,优点是工艺简单灵活,对悬浮物,胶体物质去除率高。缺点是絮凝剂和凝聚剂用量较大,且絮凝效果有待

提高;固液分离装置昂贵,操作复杂,在山区丘陵地区搬运不方便;分离出的污水还达不到排放标准,还需再次处理使其达标。只有少数几个国家采用固液分离技术对水基泥浆进行了工业化处理,如何选用有效的混凝剂使水基废弃钻井液脱稳是该项技术的关键。

2.3 坑内填埋或密封

坑内填埋处理技术比较原始,主要适用于淡水基钻井液^[9]。当废弃钻井液中的有害指标大部分低于排放标准时,可直接排放到环境。通常的做法是完井后用土方填埋存放废弃钻井液的土坑,既有效利用了挖坑时产生的土方,又恢复了地貌原状,简单易行。当钻井液中氯离子含量大于 5000 mg/L 时不宜采用此方法,盐基和油基废弃钻井液也禁止使用此方法。

坑内密封实质上是一种特殊的回填处理方法。具体做法是先在挖好的储存坑的底部和四周铺垫一层有机土(用量为 $21\sim 28\text{ kg/m}^3$),然后在其上面铺一层厚 $0.5\sim 0.7\text{ mm}$ 的塑料膜作为垫层,再盖一层有机土来保护塑料膜。生产时将基本干燥的废弃钻井液排放到池内,完井后用土将上表面覆盖密封,然后上覆土体,恢复地貌原状^[10]。此方法适用于如盐基和油基等毒性较大的钻井液。国内中原油田采用此法处理钻井液。此法的最大缺点就是未能有效回收废弃油基钻井液中的油(油基钻井液中含油率大约 40%),浪费了大量的石油资源。

2.4 注入安全地层或环形空间

注入法是将废弃油基钻井液通过井眼注入地层中或保留在井眼环空中。该方法对地层有严格的要求,深度必须大于 600 m 。同时为了保护地下水和油层,关键是选择合适的安全地层。注入层常常选择压裂梯度较低,地层渗透性较差,而且上下盖层必须致密、强度高^[11]。此方法对设备和地层的要求较高,适用范围有限。我国新星石油公司华东局曾试用该方法,效果并不理想。

2.5 再循环使用

当井距较近时,可在完井排放的钻井液中加入一定的处理剂改良其性质,然后运用到新井。既可以降低钻井液的排放,保护环境,又可以减少钻井液的使用成本。一般用于大规模开采的井位比较集中的油田^[12]。

2.6 特殊处理方法

高含盐和高含油类废弃钻井液使用常规处理技术(如固化和填埋)不易达到理想的环保要求,一般

要对这两种排放物进行清洗脱盐和除油处理才可排入环境。多采用以下技术进行处理。

2.6.1 生物修复法

生物修复法主要包括微生物降解法和生物絮凝法。微生物降解法是利用微生物将废弃油基钻井液中长链烃类物质或有机高分子降解成为环境可接受的低分子或气体。使用该处理技术的困难是如何选择合适的微生物菌种和载体。生物絮凝法是在废弃钻井液中加入特殊的微生物,利用微生物在代谢过程中产生的具有表面活性的高分子化合物使钻井液破乳,油类物质絮凝析出。该技术中所用微生物必须是通过自然筛选或诱变培育及基因工程、细胞工程技术获得的特种微生物,具有较大的难度^[13]。

2.6.2 焚烧处理法

焚烧法是高温分解和深度氧化的过程。将可燃性固体废物通过焚烧氧化分解,消除毒性,减少所占空间,焚烧后的残渣可就地填埋。但该方法处理成本很高,不经济,同时污染大气,故使用较少。

2.6.3 热蒸馏和溶剂萃取法

热蒸馏法是将废弃油基钻井液加入密闭减压系统中,外部提供热量,使油基钻井液中的烃类成分挥发,经冷凝得以回收,回收的油可用于配置油基钻井液和充当燃料,固体残渣固化后可用于修路、建筑等工程建设。存在的问题是高能耗、不安全、不经济^[14]。

溶剂萃取法是采用己烷、乙酸乙酯或氯代烃等低沸点有机溶剂将废弃油基钻井液的油类溶解萃取出来,萃取液经闪蒸蒸出溶剂得到回收油,闪蒸出的有机溶剂可以继续循环使用。

此法易于实现,更适合含油钻屑的回收油处理,存在的问题是溶剂挥发性大,安全要求严格,成本高。

3 发展趋势分析及建议

3.1 开发新型环保钻井液和钻井液添加剂

国内外都在研制开发实用性广、渗漏少、无毒环保的钻井液和钻井液添加剂,从根本上解决废钻井液对环境的污染,使钻探工程朝着绿色方向健康发展。

3.2 加强固控,减少废钻井液的排放

固控可改善钻井液的性能,如流变性、粘度、密度等,既可加快钻进速度,又可减少废弃物的排放。

3.3 综合开发利用新技术

考虑综合利用钻井废弃物,既保护了环境又开发了资源。如粉煤灰在废钻井液固化中有活性、形态、微集料等3个基本效应,我国每年城市发电都产生大量的粉煤灰,对环境造成污染,治理也较困难,因此在废钻井液中加入粉煤灰是一举两得的方法,可考虑研制出将固化技术、喷雾干燥法和回收净化利用系统相结合的技术。又如微生物处理法,在土地上喷洒定量的废钻井液,然后耕种土地,加入锯木灰等有机质,将培养的微生物注入土壤,微生物即可有效消除污染物,是一种既简单又廉价的处理方法。

4 结语

随着钻探技术的进步和钻井液配方的改进,钻井液的无害化处理越来越得到重视。固化处理方法目前在广泛使用,同时应用粉煤灰和微生物处理等新方法也在不断发展。绿色文明施工和可持续发展的思想将引领钻探工程朝着清洁绿色的方向发展。

参考文献:

- [1] 吴芳云,陈进富,赵朝成,等.石油环境工程[M].北京:石油工业出版社,2002.301.
- [2] 姜子东,朱墨.废水基泥浆的初步分析[J].钻井液与完井液,1992,9(1):28-34.
- [3] 史贤志.冀东油田废钻井液固化处理技术[J].钻井液与完井液,2003,20(5):43-46.
- [4] 毕道金.废钻井液对环境影响分析及处理方法[M].油气田环境保护,2000,10(3):27-29.
- [5] 朱墨,夏斌,张进.废钻井液对环境污染及固化处理室内研究[J].油气田环境保护,1994,4(2):3-11.
- [6] Tuncan, MT. Stabilization of Petroleum Contaminated Drilling Wastes by Additives[A]. Proceedings of the International Off-shore and Polar Engineering Conference[C]. 1997:950-953.
- [7] 朱墨.废钻井液无害化处理的室内研究[J].钻井液与完井液,1995,12(3):8-13.
- [8] 龙安厚.废钻井液无害化处理发展概况[J].西部探矿工程,2003(3):165-168.
- [9] 邓浩,马廷雷,等.石油工业环境保护[M].北京:石油工业出版社,2002.5.
- [10] 李瑞龙.磷石膏与粉煤灰用于钻井废泥浆固化处理的实验研究[D].四川成都:四川大学,2005.
- [11] 蔡利山,刘四海,郭才轩.石油钻井环境保护技术综述[J].西部探矿工程,2002,(3):132-134.
- [12] 倪怀英,缪明富,龙玲.废钻井液处理方法及实用技术(二)[J].油气田环境保护,1993,3(1):9-13.
- [13] 翟琦.废弃钻井液处理技术与生态修复研究[D].陕西西安:西安建筑科技大学,2009.
- [14] A. J. Murray. Friction-Based Thermal Desorption Technology Kashagan Development Project Meets Environment Compliance in Drill-Cuttings Treatment and Disposal[J]. SPE,116169.