

钻井固废资源化处置利用技术综述*

陈立荣¹ 何天鹏¹ 贺吉安² 蒋学彬¹ 黄敏¹ 李辉¹ 张敏¹ 舒畅¹

(1. 中国石油川庆钻探公司安全环保质量监督检测研究院; 2. 中国石油川庆钻探公司安全环保处)

摘 要 钻井固废具有固相含量高、有机物含量高、pH 值较高、黏附性强、色度深、有害重金属含量低、不同类别固废其组成来源不同、性质差异较大等特点, 处理处置及资源化利用难度较大, 已成为当前油气勘探钻井污染治理的处置利用重点和难点。文章基于固废处置的减量化、资源化和无害化原则, 分析论述了现钻井固废的资源化处置利用技术, 分析了各技术适用处理对象, 对油气田环保工作具有一定参考价值。

关键词 油气勘探; 钻井固废; 资源化; 处置; 利用

DOI: 10. 3969/j. issn. 1005-3158. 2018. 02. 003

文章编号: 1005-3158(2018)02-0007-03

0 引 言

由于石油天然气勘探钻井作业的特殊性, 在钻井过程中会产生大量的固体废物, 通常称为钻井固废, 其主要来源组分为振动筛分离脱除的钻屑、清掏钻井液罐及方井产生的废渣泥、钻井过程及完钻时产生的废钻井液、废水处置时产生的渣泥及除砂除泥器脱出的固废等。这些固废组分复杂, 包含了钻井液处理剂的所有成分, 具有固相含量高、有机物含量高、pH 值较高、黏附性强、色度深、有害重金属含量低等特点; 同时具有产生排放连续性, 同一口井不同井深不同钻井液体系对应产生的固废组分性质不同, 不同地区不同地质构造对应产生的固废组分也存在较大差异等特点。因此其具有较大的环境危害性和处置、资源化利用难度, 已成为当前油气勘探钻井污染治理的处置重点和难点。因此, 钻井固废的资源化处置利用方式将是今后研究应用的方向。据于此, 本文综合论述了钻井固废的资源化处置利用技术, 分析了各技术适用处理对象, 以供油气田环保工作者参考。

1 钻井固废资源化处置利用技术方法

油气勘探钻井固废资源化处置利用技术方法主要分直接回收利用法、固化处置资源化利用法和生物处置资源化利用法。

1.1 直接回收利用法

1.1.1 老井废钻井液用于新井钻井

该法简单易行, 回收成本较低, 无需进行中转站

处置, 回收过程中所需设备和人员较少, 是一条降低钻井液材料成本, 减少钻井固废产生和处置量的主要途径, 适合于近距离具备陆路运输条件的井与井之间的回收利用。目前被国内外各油气田普遍采用, 特别是对钻井所使用的重泥浆和完井后的储备泥浆往往采用此法利用, 同时国内外对油基泥浆均采用此法重复再利用^[1]。

1.1.2 老井废钻井液经过调配处置后用于新井钻井

老井废钻井液在用于新井前, 由于可能比重及其他黏切性等指标不能满足新井钻井液的要求, 此情况下可先转到泥浆中转处置站经过简单调配处置后用于新井的钻井中^[2]。此处置方式可有效节约泥浆处置成本, 并可减少固废产生量和处置量, 目前在四川和长庆地区等普遍采用。

1.1.3 直接用于井场和公路建设

钻井表层清水钻井时产生的钻屑和空气氮气等钻井清洁水淋洗岩石尘由于其不含有污染物质, 因此可直接用于铺填井场和进井场的自建公路建设, 建设时如有必要可加一些水泥等予以硬化。此方法是一种很好的钻井节能减排措施, 但往往由于井队清污工作没有做好, 同时, 没有引起钻井作业队的高度重视而没有广泛应用。

1.1.4 固液分离后再利用

用机械如离心或压滤等方法将废钻井液固液分离, 固液相分别可利用于重新配置新的钻井液, 或采用热处置方法使其固液分离, 固相转为干粉再用。不足之处是如采用热处置方法能耗大, 处置费用偏高,

* 基金项目: 中国石油集团公司项目“页岩气开发废弃物处理与利用关键技术研究与应用”(编号 2016E-1202)中的课题“页岩气等非常规油气开发环境检测与保护技术”和中国石油川庆钻探公司科技项目“钻井岩屑资源化处理技术调研与评估”(编号 CQ2017B-22-2-7)。

陈立荣, 2010年毕业于西南交通大学环境工程专业, 硕士, 高级工程师, 现在中国石油川庆钻探工程公司安全环保质量监督检测研究院从事油气田环境污染治理及技术管理工作。通信地址: 四川省广汉市绍兴路三段 11 号, 618300

同时,如温度过高,可能会使钻井液中的一些处理剂成分失效;采用压滤方法时如加入了高价脱稳化学剂,可能一定程度上影响再利用调配钻井液效果。这种处置方法目前在国内有一部分地区在利用。如国内一学者报研究报道,这种再配的钻井液性能与现场用钻井液和室内按常规方法配制的钻井液性能相近,用脱出固相再配制的钻井液原材料,成本只有常规钻井液材料成本的 1/6 左右^[3-4]。

1.1.5 页岩钻屑制水泥利用

页岩气钻井中产生的页岩钻屑,由于其组成成分比较接近水泥成分,因此,不论采用水基还是油基钻井液钻井产生的页岩钻屑,均可送当地水泥厂用作生产水泥的原材料,只是如采油基泥浆钻井,应对其产生的油基页岩钻屑进行脱油预处理,使其含油量达到相关要求标准后再利用。如四川油气田威远区块页岩气钻井所产生油基钻屑经预脱油后直接送当地水泥厂用于制造水泥。

1.1.6 用于配置固井水泥浆——MTC 转化技术法

在国内,MTC 技术的开发及广泛应用始于九十年代中期,并于 1995 年在胜利油田(临盘)中试了矿渣 MTC 技术,1998 年在长庆油田中试了多功能钻井液和 MTC 相结合的技术^[5]。泥浆转化为水泥浆技术和多功能钻井液技术自开发以来已在长庆、中原、河南、胜利、大港、辽河、滇黔桂、吐哈等油田得到了大量应用,固井上千井次,在某些油田已经成为主要的固井技术,尤其在调整井固井、长封固段固井、热采井固井、用钻井设备进行固井和漏失井固井中形成了明显的特色。

1.1.7 废油基钻井液的燃料再利用

在英国,油基岩屑作为发电厂的燃料已经有几个试验项目正在实施,岩屑以较低的速率混合到作为基础燃料的煤炭中,而产生的灰粉和只燃烧煤炭一样多^[4]。在目前四川油气田长宁和威远区块页岩气钻井所产生油基钻屑都采取脱油并回收油来配置油基泥浆进行再利用,实现了很好的环境、经济效益。

1.2 固化处置资源化利用法

1.2.1 建筑路基材料再利用

该方法是将钻井固废、硬质骨料和固化剂等按一定的质量比混合形成混凝土或具有一定强度的水泥块,用于构筑泵房的墙体、底座和顶盖,或用作井场公路、边沟、井场保坎、员工生活房基础等附属设施的构筑水泥块。一般可直接固化处置资源化利用的钻井固废主要为水基泥浆钻屑、非磺化钻井液体系对应的钻井固废及采用气体钻井所产生的空钻粉尘等固废,

不适用除钻屑外的其它固废,如废泥浆、掏泥浆罐渣泥和处置水产生的渣泥等的资源化利用。

国内有关学者研究了几种改良材料及其掺入量对废钻井液的固化效果。实现将废钻井液应用于路底基层材料,其各项污染指标均符合国家相关标准,并且具有较高的抗压强度和水稳定性。研究选用的钻井废物取自大港油田,试验选取的改良材料为普通水泥、硫铝酸盐水泥、石灰、石膏及粉煤灰,改良材料的增强组分主要是硫铝酸盐水泥和早强剂按一定的比例均匀混合制备而成,改良材料吸水、膨胀组分主要由石膏和生石灰组成。改良材料载体为粉煤灰,45 μm 筛余为 21%。设定改良材料的配比(质量比)为胶凝组分:增强组分:吸水膨胀组分=75:5:20,掺量为 20%(以钻井废物质量计)。研究中采用钻井废物与土以 1:1 混合,即以钻井废物代替路基土,然后加入不同量的改良材料,28 d 强度最低 1 MPa,最高 2.66 MPa,水稳定系数大于 95%,浸出液重金属离子低于规范限值^[6]。

1.2.2 用于制免烧砖或烧结砖

不论水基钻屑还是脱油后的油基钻屑,都具有一定粒径和硬度,因此可作为制砖原材料。该方法是将钻井钻屑、硬质骨料和固化剂按一定的质量比混合形成混凝土,然后通过制砖机制成具有一定强度的砖块,可制免烧砖,也可制成烧结砖^[7-8]。此技术已在中石化普光气田、海南油田和四川长宁页岩气区块得到应用。建筑性能达到国家烧结普通砖的指标,放射性指标符合国家建筑材料放射性限量标准。烧制的成砖用于新建井场的建设,有显著的经济效益和环境、社会效益。

1.3 生物处置资源化利用法

由于钻井固废除来源于地层岩层外,主要来源于钻井液,而钻井液通常主要由各种有机质组成并含有一定的腐植质成分,通过生物处理钻井固废一定时期后,能有效降解钻井固废中的有机污染物成分,形成的土壤不仅能达到国家 GB 15618—1995《土壤环境质量标准》(旱地)三级仍至一、二级标准值,同时处置产物浸出液的主要指标 COD、石油类能达到国家 GB 8978—1996《污水综合排放标准》一级标准,土壤肥力特别是有有机质增加明显。此方法适用于所有水基固废的处置及资源化土壤利用,特别适合于废泥浆、掏泥浆罐渣泥和处置水产生的渣泥的处置及资源化土壤利用。

中国石油川庆钻探工程公司安检院与有关单位和大专院校合作,研发的钻井固废生物处理资源化土

壤利用技术已先后应用于 15 口井的水基固废资源化土壤利用,处理利用固废近 1 万 m^3 ,图 1 为某钻井队完井固废生物处理资源化土壤利用效果情况。四川省德阳市科学技术和知识产权局组织四川省环境评估中心和四川省农业厅等专家对此成果鉴定认为:处置产物达到和优于国家 GB 15618—1995《土壤环境质量标准》(旱地)三级标准,部分处置产物土壤有机质增加 20%以上,处置产物腐蚀性、急性毒性、浸出毒性、易燃性、反应性符合相关标准要求。该技术处置水基废钻井液渣泥时不需要添加任何化学处理剂,无二次污染,实现水基钻井固废无害化处置、资源化土壤利用,利于污水池占用地的生态修复和再利用,将

推动油气开采业水基钻井固体废物资源化处置利用的技术进步。



图 1 某钻井队完井固废生物处理资源化土壤利用

2 各种资源化处理方法适用处理对象

各种资源化处理方法适用处理对象见表 1。

表 1 各种资源化处理方法适用处理对象

类别	处理利用方法	适用处理利用对象	不适用处理利用	
			对象	主要原因
直接回收 利用法	1. 老井废钻井液用于新井钻井	非聚合物泥浆、重泥浆和油基泥浆	聚合物轻泥浆	无经济性
	2. 老井废钻井液经过调配处理后用于新井钻井	非聚合物泥浆、重泥浆和油基泥浆	聚合物轻泥浆	无经济性
	3. 直接用于井场和公路建设	表层清水钻井时产生的钻屑和空气氮气等钻井清洁水淋洗岩石尘	黏附了钻井液的钻屑	易造成环境污染
	4. 用机械方法将废钻井液转化为干粉或固液相再利用	泥浆、油基泥浆和油基钻屑	聚合物类泥浆及其他固废	无经济性
	5. 页岩钻屑制水泥利用	页岩气钻井中产生的页岩岩屑	废泥浆、掏泥浆罐渣泥和处理水产生的渣泥等	主要含黏土,无水泥组成成分
	6. 用于配置固井水泥浆——MTC 转化技术法	所有水基固废	油基固废	因油的存在,影响水泥混集效果,不能达到较大固集强度
	7. 废油基泥浆的燃料再利用	油基泥浆	水基固废及油基钻屑	水基固废无燃值,油基钻屑含油量较低
固化处置 资源化 利用法	1. 建筑路基材料再利用	水基钻屑及脱油后的油基钻屑,非磺化钻井液体系对应的钻井固废及采用气体钻井所产生的空钻粉尘等固废	废泥浆、掏泥浆罐渣泥和处理水产生的渣泥等	无硬质成分,难达到材料要求,并易造成污染
	2. 用于制免烧砖或烧结砖	水基钻屑及脱油后的油基钻屑,非磺化钻井液体系对应的钻井固废及采用气体钻井所产生的空钻粉尘等固废	废泥浆、掏泥浆罐渣泥和处理水产生的渣泥等	无硬质成分,难达到材料要求,并易造成污染
生物处置 资源化 利用法	生物处置资源化土壤利用	所有水基固废,特别适合于废泥浆、掏泥浆罐渣泥和处理水产生的渣泥的处理及资源化土壤利用,形成的土壤可根据情况用于各种用途	页岩气钻井产生的油基钻屑	因油基钻屑主要为页岩,页岩具有较高强硬度,难以形成具有一定肥力的土壤

(下转第 17 页)

由表8可知,筛选的破乳剂DS02破乳率平均值为94.01%,高于单因素实验结果,并且3次实验结果误差很小,重复性好,说明正交优化实验筛选的工艺稳定可行。

3 结论

①苏里格气田天然气处理厂干化池含油污泥饱和分含量较高,使用DS02聚氧乙烯聚氧丙烯十八醇醚以高碳醇为起始剂的破乳剂(非离子型),对这类含油污泥破乳时润湿速率快,能使表面张力降至最低,热稳定性降低,很好地发挥其破乳效果。

②破乳剂DS02最佳破乳条件为:温度35℃、加药浓度85 mg/L、离心转速3 000 r/min、离心时间16 min,破乳率达到90%以上,脱出油中含水率为0.453%,脱出水中含油率为0.007 2%。

参考文献

[1] 国家石油和化学工业局.原油破乳剂使用性能检测方法

(瓶试法):SY/T 5281—2000[S].北京:石油工业出版社,2000.

- [2] 吴凯凯,梁光川,马培红,等.聚醚型稠油破乳剂破乳效果影响因素分析[J].天然气与石油,2010,28(2):12-14.
- [3] 李美蓉,冯刚,娄来勇,等.原油破乳剂筛选及破乳效果研究[J].精细石油化工进展,2006,7(11):14-18.
- [4] 周相杰,杨海波,陶亚兰,等.原油破乳剂选用规律及在大庆油田应用研究[J].油气田地面工程,2005,24(10):9-10.
- [5] 刘国霖,黄俊,刘传宗.下二门油田含油污水反相破乳剂筛选研究[J].精细石油化工进展,2012,13(2):20-22.
- [6] 张谋真,郭立民,刘启瑞,等.长庆油田陕北区原油破乳剂的筛选和复配[J].油田化学,2003,20(3):232-234.

(收稿日期 2017-10-24)

(编辑 郎延红)

(上接第9页)

3 结束语

由于石油天然气勘探钻井作业的特殊性和钻井固废组成来源的差异性,单一资源化处置利用方法很难满足不同时期不同类别钻井固废的资源化处置利用,只有根据不同类别和不同时期产生的钻井固废有针对性地采取适用于资源化处置利用的技术方法,才能实现资源化处置利用的最大化最优化,从而实现最佳的环境效益、社会效益和经济效益。

参考文献

- [1] 赵吉平,任中启.废弃钻井物的二次利用和无害化处理[J].石油钻探技术,2003,31(1):37-39.
- [2] 陈立荣,叶永蓉,蒋学彬,等.油气钻井节能减排及清洁生产措施实践[J].油气田环境保护,2009,19(1):23-26.

- [3] 乐宏,陈华勇,许期聪,等.国外新型钻井完井废弃物处理技术[C]//2010环保型钻井液技术及废弃钻井液处理技术成套设备研讨会论文集,2011:56-60.
- [4] 苏勤,何青水,张辉,等.国外陆上钻井废弃物处理技术[J].石油钻探技术,2010,38(5):106-110.
- [5] 刘涛.陆上石油钻井废弃物综合处理技术探讨[J].安全、健康和环境,2008,8(7):29-30.
- [6] 徐旭.钻井废物生物降解技术现状及发展趋势[J].环境工程,2010,28(增刊):205-208.
- [7] 陆林峰,易畅,管勇,等.钻井固体废物制免烧砖技术及试验[J].石油与天然气化工,2012,41(2):235-238.
- [8] 寇兵,杨亚强,李昊,等.采用土壤修复剂治理含油污泥探索[J].油气田环境保护,2017,27(3):21-22.

(收稿日期 2017-03-01)

(编辑 王蕊)