

苏里格气田水基钻井废物资源化处置

姬 园¹ 周杨振¹ 魏自涛² 刘 平¹

(1. 中国石油长庆油田第三采气厂; 2. 中国石油长庆油田苏里格气田开发分公司)

摘 要 为避免或减小水基钻井废物对环境造成的影响,苏里格气田本着“建一个气田,留一片绿色”的理念,对液相循环利用,固相外委处置,同时进一步探索钻井岩屑减量和资源化利用途径。文章通过对钻井岩屑成分分析,对泥浆池土壤和植被进行环境调研,进一步探讨钻井废物在苏里格气田的处置及资源化利用,介绍了 2015 年之前固化法的应用情况,2015 年之后实施钻井液不落地技术的应用情况。提出优化钻井液体系,强化现场处置及监管力度,进一步实现源头控制及循环利用。同时,结合国内外钻井废物处置、再利用现状,积极探索钻井固废铺垫井场、铺垫油区道路等资源化利用方式。

关键词 水基钻井废物; 钻井液不落地; 资源化利用

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2021.02.010

文章编号: 1005-3158(2021)02-0044-04

Exploration on the Resource Disposal of Drilling Waste in Sulige Gas Field

Ji Yuan¹ Zhou Yangzhen¹ Wei Zitao² Liu Ping¹

(1. PetroChina Changqing Oilfield Company Oil Production Plant No. 3;

2. PetroChina Changqing Oilfield Company Sulige Gasfield Development)

ABSTRACT To prevent or reduce the impact of water-based drilling waste on environment, Sulige Gas Field has been committed to the reuse of fluid, the reduction and resource utilization of drilling cuttings. Meanwhile, Sulige gas field put forward a concept that “building a gas field, leaving a piece of green”. In this study, we demonstrated a discussion on the disposal and resource utilization of drilling waste in Sulige gas field based on the content analysis of drilling cuttings and the investigation on soil and vegetation in the mud pool. The application of the solidification method before 2015 and the application of the drilling fluid non-landing technology after 2015 were also introduced. The implementation of the drilling fluid non-landing technology was analyzed from three stages: test, application, and promotion. Moreover, we pointed out three most serious issues of drilling fluid non-landing technology: no standards for drilling waste disposal and resource utilization, only a small part can be used for experimental brick making, lack of large-scale resource utilization test.

KEY WORDS drilling cuttings; mud not falling to the ground; resource utilization

0 引 言

钻井废物主要包含钻井液和钻井岩屑,2015 年在新《环保法》推出后,为防止钻井废液等污染物对环境造成污染,苏里格气田结合国内各油气企业钻井试气废物处置利用情况,积极推进“清洁化新工艺”,其中钻井采取“钻井液不落地”工艺、试气采取“压裂返排液回收利用”工艺^[1-3]。实施过程中不断改进和优化相关工艺,强化全过程监管,积极探索和尝试钻井废物资源化

利用的有效途径,先后经历了试验、应用和推广 3 个阶段,形成了多种处置工艺并存的钻井废物处置模式。

1 岩屑成分

1.1 岩屑检测与鉴定

自 2015 年以来,长庆油田多次组织对钻井岩屑进行检测,摸清苏里格区域钻井岩屑成分。岩屑主要是碎屑岩和碳酸盐岩,成分为石英、长石、方解石、白云石、高岭石及蒙脱石等,其固相含量为 70%~80%。

姬园,2007 年毕业于兰州交通大学环境工程专业,现在中国石油长庆油田第三采气厂从事天然气行业环境保护管理工作。通信地址:内蒙古自治区鄂尔多斯市乌审旗苏里格气田生产指挥中心,017300。E-mail:407790366@qq.com。

碎屑岩岩屑固相中 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 Fe_2O_3 含量分别为: 44%~67%, 4%~55%, 0.3%~0.6%, 0.5%~7%。碳酸盐岩岩屑固相 CaO 、 MgO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 含量分别为: 38%~56%, 11%~21%, 5%~12%, 4%~9%。

长庆油田委托两家具具有危险废物鉴定资质的机构开展了钻井岩屑的危险特性鉴别。鉴定结果均为: 各项指标未超过标准限值, 不具有危险特性。

为探索岩屑的资源化利用方式, 长庆油田委托建筑材料鉴定专业机构对岩屑理化指标和放射指数进行检测, 检测结果为与 GB/T 14684—2011《建设用砂》中Ⅲ类砂指标相当, 内、外放射指数均未超过标准限值。

通过对岩屑的各类指标、危害性的检测与鉴定, 综合结论为: 水基岩屑不具有危险属性, 组分与天然砂石类似, 放射性未超过标准限值, 可用于油田基础建设^[4-6]。

1.2 泥浆池土壤和植被环境调研

长庆油田邀请专门机构对油气井井场泥浆池土壤和植被环境现状进行调研, 评估之前钻井岩屑原位固化处理对环境带来的风险。

为保证采样的连续性与科学性, 更好地反映井场土壤和植被情况, 采用两种时间间隔取样。1991—2010 年每隔 5 年选取有代表性的井场进行调查; 2011—2015 年逐年选取具有代表性的井场进行调查。共完成 2 个采气厂土壤样品 560 个, 植物样品 50 个, 农作物样品 20 个, 泥浆池岩屑样品 6 个。

采样情况统计见表 1。

表 1 采样情况统计

单位	土壤样品		植物样品		农作物样品	泥浆池岩屑	钻井液体系
	①	②	①	②			
1#	150	150	15	15	10	3	水基
2#	130	130	10	10	10	3	水基
合计	280	280	25	25	20	6	

注: ①代表 1990—2010 年样品; ②代表 2010—2015 年样品。

调研结果表明: 95% 以上井场泥浆池内植被长势优于池外。主要体现在两个方面: 一是泥浆池内优势种群的总盖度、株高和生物量显著高于泥浆池外; 二是泥浆池内植被种类普遍比池外多, 物种多样性增加, 生态系统稳定性增强。

泥浆池内的农作物长势优于池外, 体现在单株作物株高、生物量和籽粒饱满度等方面, 其中荞麦增产 30%, 大豆、玉米增产 10% 以上。不同时间段泥浆池内、外植被数量比较见图 1。

泥浆池内土壤剖面是一种类似“上沙下黏”的土

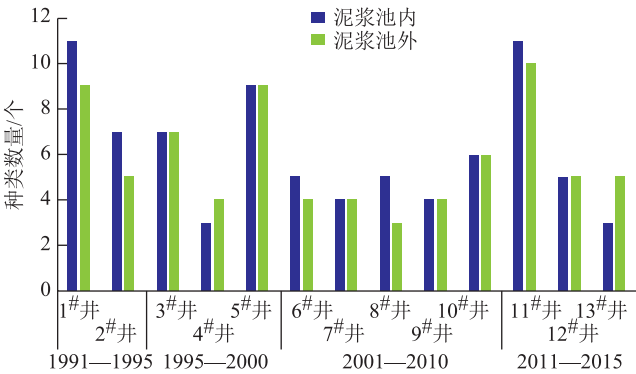


图 1 不同时间段泥浆池内、外植被数量比较

壤结构。土壤上层(0~100 cm)孔隙结构显著提高, 可以增加降水入渗、减少地表径流, 进而增加土壤贮水量, 可促进植被生长。泥浆池内外农作物取样质量(湿重)比较见表 2。

表 2 泥浆池内外农作物取样质量(湿重)比较

井号	作物种类	泥浆池内/kg	泥浆池外/kg
S2	玉米(3 株)	4.22	3.70
	黄豆(2 株)	2.30	0.33
G1	黄豆(3 株)	1.94	0.50
G2	荞麦(1 m ²)	1.66	0.35
G3	谷子(1 株)	0.22	0.18
G4	苜蓿(3 株)	0.17	0.14

整体试验结果表明: 岩屑泥浆池安全固化填埋技术可以改善土壤剖面物理结构特性, 起到了蓄水保墒的效果。井场内泥浆池生长的冰草见图 2。



图 2 井场内泥浆池生长的冰草

在陕北和内蒙 3 个井场内发现我国特有珍稀牧草——蒙古冰草, 又名沙芦草, 为禾本科优质牧草。其中乌审旗井场内泥浆池上发现了 4 株沙芦草, 2 株根系已经扎根在岩屑当中。沙芦草是国家二级保护植物, 列入我国珍稀濒危保护植物名录, 出芽率低至千分之一, 能在泥浆池正常发育, 说明泥浆池生态环境适合沙芦草生长。

2 钻井废物处置及资源化利用情况

2.1 固化法

2015 年以前,井场修建泥浆池并铺设土工膜进行防渗,泥浆池使用完毕后进行无害化处理,苏里格气田开发伊始,制定了以“固化法”为主的泥浆池治理的标准、规范,从企业资质审查、现场开工管理、治理过程控制、验收质量检测等方面进行规范。其主要工艺是在泥浆池内加入混凝剂沉降分离,清液经地方环保部门检测达到 GB 8978—1996《污水综合排放标准》二级标准后用于井场绿化;随后在泥浆池内加入固化剂,通过挖掘机搅拌,与钻井废液进行混合、固化,固化后的浸出液达到 GB 15618—1995《土壤环境质量标准》三级标准,适时进行植被恢复。“固化法”处理工艺示意图 3。



图3 “固化法”处理工艺示意

2.2 实施钻井液不落地

2015 年苏里格气田全面推广实施钻井液不落地和压裂液循环利用工艺,取消开挖泥浆池,强化源头控制,从根本上降低钻井废物排放。岩屑固废处理工艺从试验到推广经历了 3 个阶段的发展。

2.2.1 试验阶段(2015—2016 年)

该阶段主要采取的工艺有:“混合收集、破胶脱稳压滤”“四级振动筛分+机械离心分离”“大罐循环沉降+随钻随拉运”。这些工艺虽然对钻井废物进行了合理处置,但在成本控制、岩屑减量、钻井提速等方面存在很多弊端。

“混合收集、破胶脱稳压滤”工艺:完井液经循环系统处理后部分用于配制钻井液,钻井液循环处理系统排出的钻井废物进行混相收集,进入储液罐,经破胶脱稳和板框压滤机处置,脱出水用于钻井液补充液或下口井表层钻进施工,分离出的岩屑在储存箱或地

面用防渗布下铺上盖暂存。优点:固液分离彻底,岩屑脱水率高,便于存储、拉运处置。直/定向井产生量约 $380\sim 450\text{ m}^3/\text{口}$;缺点:破胶后的钻井废液性能无法满足循环利用要求,需要再加化学药剂进行钻井液性能调整,破胶及再调整性能均存在化学药剂成本,同时,性能调整需要一定周期,不能满足钻井“快速钻进阶段”钻井提速要求。

“四级振动筛分+机械离心分离”工艺:钻井液循环处理系统排出的岩屑及钻井液经螺旋输送机进入四级振动筛筛出,循环罐排出的钻井液经低位回收罐进入下一级振动筛,筛出的钻井液经高速离心及处理后补充钻井液重复利用,岩屑收集后干化处理。优点:通过物理分离,固液分离后的钻井液性能未被破坏,能够满足钻井“快速钻进阶段”钻井提速钻井液性能要求,无需使用化学药剂,相对成本较低。缺点:固液不能有效分离,固液混合物需要进行固化,极大增加了单井岩屑产生量,直/定向井产生量约 $750\sim 850\text{ m}^3/\text{口}$ 。

“大罐循环沉降+随钻随拉运”工艺:将返出的钻井液和岩屑收集在大罐内,沉降分离,逐级沉降后,上层钻井液循环利用,下层岩屑等固液混合物及时随钻随拉运出井场。优点:采用罐体逐级沉降的方式取代原有压滤设备,成本降低,做到“随钻随拉运”,实现简化处理工艺,提高钻井效率,消除环保隐患,做到“工完、料净、场地清”,同时,钻井液性能也未被破坏,能够满足钻井“快速钻进阶段”钻井提速钻井液性能要求。直/定向井产生量约 $500\sim 600\text{ m}^3/\text{口}$ 。缺点:固液未被分离,处理厂暂存困难且处置费用相对较高。

2.2.2 应用阶段(2017—2018 年)

该阶段主要采取的工艺有:“大罐循环沉降+随钻随拉运”“多组罐循环沉降+破胶板框压滤”。基本满足了产能部署工作量大幅增加,钻井全面提速现场“快速钻进”的需要。同时采取随钻随拉运方式,将钻井废物直接拉运至就近的处理厂,经济成本相对较低。但钻井岩屑无法进行资源化利用,最终只能进行外委处置。

“多组罐循环沉降+破胶板框压滤”工艺:将返出的钻井液和岩屑收集在大罐内混相均质,通过多组罐分级沉降分离、破胶脱稳、板框压滤后,实现最大程度上的固液分离,脱出水用于钻井液补充液或下口井表层钻进施工,分离出的岩屑在井场临时存储后外运。优点:固液分离彻底,岩屑便于存储、拉运处置,滤饼拉运、处理费用较“大罐循环沉降+随钻随拉运”工艺略低。缺点:现场清洁化程度不高,滤液利用率低,环保风险大。

2.2.3 推广阶段(2019 年)

提升现场清洁化生产水平,规模推广“钻井废物

随钻处理及资源化利用一体化”工程。该阶段主要采取的工艺有:“钻井废物处理一体化”“大罐循环沉降+随钻随拉运”。

其中“钻井废物随钻处理及资源化利用一体化工艺”通过破胶脱稳、固液分离、转化还原等物理及化学方式,钻井废液固液分离彻底,转化为泥饼与滤液。泥饼干燥坚硬,含水率控制在30%以内,甚至可以达到20%,易于存放和后期利用。滤液澄清,经处理后可在钻井现场回用配制钻井液。钻井废液处理过程中,不添加任何固化剂,固体废物总量无增加,便于运输,降低运输过程中的环保风险,同时可用于制砖或铺垫井场等资源化再利用。如2019年苏里格某采气厂实施的一体化工艺62口井,液相循环利用率达到73%,固相(压滤泥饼)含水率低于35%^[7-8]。

钻井废物随钻处理及资源化利用一体化工艺流程见图4,工艺现场效果见图5。

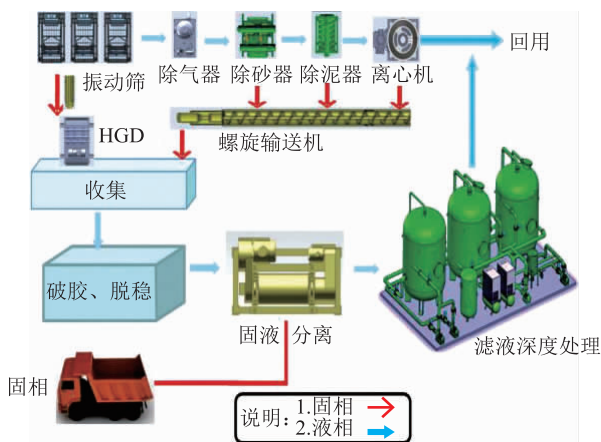


图4 钻井废物随钻处理及资源化利用一体化工艺流程



图5 钻井废物随钻处理及资源化利用一体化工艺现场效果

2.3 存在问题

苏里格气田每年产生约50万m³钻井固废,体量巨大,如果全部外委处置,气田开发成本大幅增加,平均每口井费用增加20~30万元,运输过程中也存在较大的环保风险。而当下游岩屑处理厂处于饱和时,钻屑只能暂存为主。

同时,因暂无钻井废物处置及资源化利用标准规范,只能少部分用于试验性的制砖,无法大规模资源化利用。

3 结论与建议

水基钻井岩屑属于一般固体废物,理化指标和与建设用砂指标相当,在可资源化利用等方面有明显优势。苏里格气田属于“低渗、低压、低丰度”气田,资源品位差,单井产量低,产能递减快,因此每年建井数量多,钻井岩屑数量巨大。应尝试在考虑岩屑危险性,保障对环境无污染的前提下,加大推广小井眼和水平井钻井规模、不断优化钻井液体系,强化现场处置及监管力度,进一步实现源头控制及循环利用。同时,尽快制定苏里格气田钻井固废处置及资源化利用相关标准,并结合国内外钻井废物处置、再利用现状,积极探索钻井固废铺垫井场、铺垫油区道路等大规模资源化利用方式。

参考文献

- [1] 杨德敏,袁建梅,程方平,等.油气开采钻井固体废物处理与利用研究现状[J].化工环保,2019(2):129.
- [2] 陈立荣,何天鹏,贺吉安,等.钻井固废资源化处置利用技术综述[J].油气田环境保护,2018,28(2):7-9.
- [3] 杨涛.钻井废弃泥浆不落地无害化处理技术的研究[J].化工管理,2017(27):163.
- [4] 王先兵,李维,杨欢,等.环保钻井液发展现状及展望[J].油气田环境保护,2019,29(1):9-10.
- [5] 张羽臣,岳明,陈毅,等.渤海油田钻井废物处置技术适用性分析[J].油气田环境保护,2019,29(2):27-28.
- [6] 张媛媛,祝威,王利君.油气田钻井固废资源化处置技术展望[J].油气田环境保护,2019(2):1-2.
- [7] 余锦涛,宋一帆,谭树波,等.钻井岩屑废弃物固化稳定化技术研究[J].应用化工,2017,46(8):1545-1548.
- [8] 董庆梅,王云鹏.大港油田免烧砖技术研究与应用[J].油气田环境保护,2019,29(3):26-27.

(收稿日期 2020-06-20)

(编辑 王薇)