

# 油气田钻井固废资源化处理技术展望\*

张媛媛

(中石化节能环保工程科技有限公司山东分公司)

**摘要** 回顾了油气田钻井固废处理的发展历程,从钻井固废无害化、资源化的技术现状中分析了钻井固废处理面临的主要问题,并展望了该领域未来发展的技术方向。建议在无害化处理技术方面,系统地开展钻井固废源解析,准确识别特征污染物;在资源化方面,为了拓宽产品的销路,鼓励开展钻井固废制透水砖的技术研究,探讨固化产品稳定性的长效机制;加快编制钻井固废资源化的相关规范,为油气田大力推广钻井固废资源化技术及应用提供技术支持。

**关键词** 油田; 钻井固废; 资源化; 无害化处理

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2019.02.002

文章编号:1005-3158(2019)02-0005-03

## 0 引言

油田企业产生的工业固体废物主要包括钻井过程产生的废钻井液和钻井岩屑,采油集输和污水处理系统产生的油泥砂,井下作业和管线泄漏产生的落地原油,采油污水改性处理产生的注水残渣等。其中,废钻井液和钻井岩屑(以下统称钻井固废)占油田工业固体废物总量的50%~70%。钻井固废产量大,处理费用高。因此,本文从资源化利用的角度分析钻井固废处理面临的机遇与挑战。

## 1 钻井固废处理的发展历程

### 1.1 就地掩埋

2009年之前,钻井队在油井旁边开挖循环池,用于钻井液的絮凝沉降和存放钻屑、泥砂、废浆和污水,当钻井完成时将循环池内的废物进行简单固化,并就地掩埋。

### 1.2 随钻治理

自2009年以来,钻井液随钻治理(俗称“钻井液不落地”)开始在塔里木油田、西南油气田、大港油田等地开展现场试验和推广<sup>[1-4]</sup>。钻井液不落地技术应用后,油田无需在油井旁边开挖循环池,占地减少20%。该技术产生的废水可以用于配制钻井液,也可拉运至污水处理厂经处理后用于生产,比如用作注聚的使用水等。产生的固废,即经过板框压滤后的泥饼、钻屑,一般集中堆存,用于后续的资源化利用。

### 1.3 资源化

随着国家对固废、土壤及地下水污染防治的管控越加严格,油田钻井固废“资源化”是今后唯一的出路。“土十条”明确提出:“加强工业废物处理处置;加强工业固体废物综合利用”。提高水基钻井液回收利用率,减少堆存和就地固化填埋量,也是油田全面深化清洁生产的重点工作。

资源化的方式主要包括:路基用土、绿化地基用土、建筑场地基层、制砖等<sup>[5]</sup>,如涪陵页岩气田<sup>[6-7]</sup>,采用随钻不落地技术处理水基岩屑,处理后的干渣用做井场平台和道路垫层实现其资源化利用,已累计使用干渣2600 m<sup>3</sup>。主要是在涪陵工区的钻前工程项目中,包括井台的开挖回填时作为填方使用、标准化集气站、人行道路、污水池四周及作为垫层使用,也可作细土垫层进行使用,并取得了很好的效果。

## 2 钻井固废处理面临的技术瓶颈

### 2.1 无害化处理的控制指标需进一步明确

钻井固废无害化处理技术,最需要解决的问题不是选何种技术,而是究竟需要处理哪些污染物,控制哪些指标。

废水基钻井固废属于一般工业固废,无害化处理的目的是将II类一般工业固废处理至I类一般工业固废。根据GB 1899—2001《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》对I类一般工业固体废物的定义,按照GB 5086规定方法进行浸出试验而获得

\*基金项目:“十三五”国家重大专项(2016ZX05060)页岩气开发环境保护管理规范体系研究。

张媛媛,2012年毕业于清华大学环境学院,博士,高级工程师,现在中石化节能环保工程科技有限公司山东分公司从事固体废物资源化处理处置、挥发性有机物的源解析等工作。通信地址:山东省东营市济南路49号,257026。E-mail:yyz19841@163.com。

的浸出液中,任何一种污染物的浓度均未超过 GB 8978—1996《污水综合排放标准》最高允许排放浓度,且 pH 值在 6~9 范围内的一般工业固体废物。

参照 HJ/T 298—2007《危险废物鉴别技术规范》,钻井固废的检测项目应根据其产生源特性确定。如果钻井固废产生过程可以确定不存在的污染物,可不进行检测。钻井固废的污染物主要来自地层的岩屑、油气层中的凝析油和石油、废钻井液、以及随钻治理工艺絮凝沉淀的固体组成。尽管钻井液配方通常属于保密内容,不对外公开,但有些国家对钻井液中污染物的含量有明确的规定。如澳大利亚,只允许含油量小于 1%、氯化钾含量小于 17%的水基钻井液排放;油基钻井液中芳烃含量高于 1%禁止排放<sup>[8]</sup>。美国环保局对钻井液中有毒有害污染物的排放进行控制,如对于有机污染物控制苯、二甲苯;对于重金属,控制汞和铬。对于页岩气水基钻屑,美国阿肯色州要求公开披露水力压裂液的化学成分。国内对钻井固废中的污染物通常关注 COD、pH 值、石油类、重金属。随钻治理工艺通常投加聚合铝盐、铁盐等。絮凝沉淀的污染物组成鲜有报道。

## 2.2 资源化产品的环境风险评估缺乏基础数据

钻井固废最适宜制备何种产品,需要因地制宜。目前,已采用资源化处理技术的油田,多数采用固化剂形成固化产品,并用于油田的生产,如垫井场,但固化产品的长期稳定性鲜有报道,这是资源化处理技术最需要论证的问题。

## 2.3 钻井固废全生命周期的处理技术尚未规范化

钻井固废无论选择无害化处理还是资源化利用,从全生命周期评价的角度分析,属于末端治理。近两年,长北气田<sup>[9]</sup>、苏里格气田<sup>[10]</sup>、塔河油田<sup>[11]</sup>正在对完井余浆的回收利用开展实验研究,但目前完井余浆的回收利用率较低,在 50%左右。一旦该技术得到工业化推广应用,废钻井液的处理就应该按照井深、钻井液被污染程度的不同,配套相应的处理技术、设备以及管理办法,实现分段处理,从而取代目前的“混合处理模式”。尽管这种全链条的统筹管理已开展研究,但还需对环保型技术、设备进行深入研究,实现规范化管理。

# 3 钻井固废处理的发展方向

## 3.1 钻井固废的源解析

对于钻井固废无害化处理后的残渣,要评估其浸出液水质是否满足 GB 8978—1996《污水综合排放标

准》,但污染物控制指标的筛选应基于钻井固废污染源的解析,这项基础性工作非常重要。目前,各油田主要关注 pH 值、COD、石油类、重金属<sup>[12-16]</sup>,但这些指标是否足够,需要钻井固废的源解析给予技术支持。

有些地区还出台了地方标准。新疆于 2017 年颁布了 DB 65/T 3997—2017《油气田钻井固体废物综合利用污染控制要求》,钻井固废的污染物控制指标中明确提出苯并[a]芘 $\leq 0.7$  mg/kg。

此外,盐水泥浆的治理有待加强,需要重点关注。四川、新疆等地区的钻井固废可能因钻井液体系中含盐量较高,钻井固废在固化处理后,固化体表面会有盐析出。若经雨水冲淋,会影响地表径流雨水中的含盐量,对土壤和地下水造成污染。

## 3.2 环保型技术的研发

随着国家环保要求越加严格,以及油气田对钻井固废管控理念由末端治理向全生命周期统筹规划,体现生态设计理念的转变,对环保型技术研发、升级的需求越来越迫切。如提高钻井液(尤其是完井余浆)回收利用率、研发废钻井液分级分离设备、建立钻井固废资源化产品的长效稳定化评价方法、研制低成本的废钻井液处理剂等。

## 3.3 产品的规范化管理

首先,钻井固废资源化产品的出路问题。对于偏远山区的油气开发,钻井固废用于铺路或垫井场是很好的资源化方式,但对于平原地区,钻井固废制成的产品是否也能被油田自身消纳还有待论证。此外,油地合作也为资源化产品提供一条出路。透水砖是助力“海绵城市”最重要的产品,多用于人行横道、庭院、广场等区域,如果钻井固废可以制成环保型透水砖,则资源化产品将不再局限于油田内部,可以用于城市的道路建设,这将为油田与地方合作项目提供技术支持。

其次,产品稳定化的长效性。钻井固废的资源化产品多以固化技术为主,固化体是否随着时间长期稳定有待系统的研究。

最后,资源化产品的环境风险有待论证。钻井固废制砖、用作路基土在参考借鉴相关规范的同时,还需要产品长期暴露在自然环境下,污染物的迁移转化基础数据评估环境风险,目前仍缺乏这类研究。

# 4 结束语

原国家环保部 2012 年发布了《石油天然气开采业污染防治技术政策》(第 18 号公告),以及即将出台的《石油天然气开采行业绿色工厂评价导则》,均要

求:工业固废资源化及无害化处理处置率达到100%。在国家倡导“清洁、高效、节能、低碳”的大背景下,油田钻井固废的资源化是未来发展的唯一出路。因此,建议油田、高校进行产学研结合,重点在钻井固废资源化产品的多样化、长期稳定性、以及相关规范等方面开展研究,为加快资源化技术的工业化应用提供技术支撑和理论指导。

#### 参考文献

- [1] 王超.塔里木油田钻井废弃物不落地处理工艺研究[J].石油化工绿色低碳,2017,2(5):54-56.
- [2] 邓红琳,赵文彬,袁立鹤.钻井液不落地技术在大牛地气田的应用[J].断块油气田,2014,21(1):57-60.
- [3] 刘波.大港油田钻井废弃泥浆不落地无害化处理技术研究与应用[J].化工管理,2016(29):305.
- [4] 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.
- [5] 杜慧.油气田钻井泥浆不落地废渣道路应用可行性分析[J].技术研究,2015(12):20.
- [6] 王朝强,熊德明,梅绪东,等.页岩气水基钻屑制备烧结砖技术及试验[J].中国陶瓷,2016,52(12):56-59.
- [7] 王朝强,梅绪东,张春,等.页岩气水基钻屑制备烧结砖性能研究[J].非金属矿,2018,41(3):43-45.
- [8] KAREN B. Environmental aspects of the use and disposal of nonaqueous drilling fluids[J]. Journal of petroleum technology, 2004,56(11):64-66.
- [9] 赵向阳,林海,张振活,等.长北气田钻井液回收重复利用实践与认识[J].钻井液与完井液,2013,30(1):80-82.
- [10] 张祥,赵凤臣,曹晓晖,等.苏里格气田钻井液回收再利用技术[J].钻井液与完井液,2015,32(3):99-102.
- [11] 羊东晓.塔河油田废弃钻井液回收利用经济性评价[J].石油钻探技术,2004,32(3):73-74.
- [12] 张思兰,张春,何敏,等.水基钻屑特性分析及其土地利用关键问题初探[J].安全与环境学报,2018,18(3):1150-1154.
- [13] 沈晓莉,杨金忠,徐天有,等.典型地区油气田水基钻井岩屑污染特性研究[J].环境污染与防治,2017,39(5):480-483.
- [14] 张鲜,刘丹,叶宣宏.浅析气田开发钻井固体废物对环境的影响及处置措施[J].四川环境,2011,30(4):88-91.
- [15] 屈撑国,马娟,刘咚.气井废弃泥浆微生物-固化复合处理技术.环境工程学报[J],2016,10(6):3180-3184.
- [16] 杜国勇.钻井废弃泥浆土壤化实验研究[J].天然气工业,2010,30(8):95-97.

(收稿日期 2018-12-09)

(编辑 王薇)

(上接第4页)

三是探索开展过程安全管理专项审核。研究制定过程安全管理审核标准,通过开展过程安全管理专项审核推动和指导企业落实过程安全管理。杜邦公司也是将工艺(过程)安全审核作为一项主要的专项审核在全球杜邦工厂组织开展实施的。

四是加强过程安全管理有关工具方法的应用。进一步推动和指导企业有效应用HAZOP分析、投用前安全检查(PSSR)、工艺安全信息管理(PSI)等过程安全管理的工具和方法,并培养具备能力的专业技术人员队伍,提升过程安全管理能力。

#### 参考文献

- [1] 国家安全生产监督管理总局.化工企业工艺安全管理实施导则: AQ/T 3034—2010 [S].北京:煤炭工业出版社,2010.
- [2] 中国石油天然气集团公司.健康、安全与环境管理体系第1部分:规范:Q/SY 1002.1—2013[S].北京:中国石化出版社,2013.
- [3] 韦国海.借鉴欧美国经验扎实推进危险化学品企业过程安全管理[N].中国安全生产报,2015-11-10(6) [2018-12-20].
- [4] 国家安全生产监督管理总局.加强化工过程安全管理的指导意见(安监总管三〔2013〕88号)[S].
- [5] 胡万吉,甄涛,李治民.过程安全管理理论在我国化工行业应急管理中的运用[J].武警学院学报,2018,34(12):33-36.
- [6] 国家安监总局危险化学品过程安全管理考察团.美国危险化学品安全管理经验[J].环球安全,2011(2):106-108.
- [7] 美国化工过程安全中心.基于风险的过程安全[M].白永忠,韩中枢,党文义.译.北京:中国石化出版社,2013:10-12.

(收稿日期 2019-01-25)

(编辑 王薇)