

## 海上钻井与海洋环境保护\*

梁海明

(中国石油大学(华东)油气井工程, 青岛 266555)

目前我国每年需要进口石油 1.45 亿 t, 其进口依存度高达 50%左右。严峻的能源形式要求我们向海洋进军, 海上钻井是进军海洋的第一步。在钻井过程中会产生大量污染物, 主要包括: 钻屑、废弃泥浆、废水、钻井噪声和弃置钻井平台。为了在搞好海上石油勘探开发的同时, 确保海洋环境不受污染, 就要依据《海洋环境保护法》和《海洋石油勘探开发环境保护管理条例》, 积极采取措施, 搞好综合治理, 确保海上石油开发与保护海洋环境协调发展具有重要的意义。

### 一、海上钻井对环境的污染及治理

#### 1. 钻屑

在海上钻井过程中会产生很多的钻屑。

##### 1) 钻屑污染

钻屑指钻井过程中被钻头破坏、通过泥浆循环携带回地面的地层岩屑。由于混杂有泥浆和油类物质, 钻屑对海洋环境可以造成污染。通常, 我们希望海上石油钻井使用水基泥浆, 但若遇复杂地层或特殊钻井润滑性能要求, 有时候必须使用油基钻井液或含油钻井液添加剂。钻进过程中必然会产生大量的含油钻屑。若含油钻屑不经处理就排入海, 则会对海洋环境造成严重危害, 主要危害包括(郭义昌, 2007): ①钻屑上脱落下来的部分油类会在海面上形成油膜, 影响海水与大气的交换, 降低海水中的溶解氧, 造成海洋生物呼吸困难; ②油类及其分解产物中, 存在着多种有毒物质(如多环芳烃等), 这些物质最终会通过生物链的形式进入人体, 危害人体健康; ③大面积的海洋浮油还会随风飘浮, 造成水质变差, 影响旅游业渔业等。《中华人民共和国海洋环境保护法》规定: 油性混合物必须经过处理达标后排放, 不得直接排入海。

##### 2) 海上钻屑处理技术(表 1)(易绍金等, 2001)

(1) 钻屑回注技术: 将含油钻屑注入到环形空间或安全地层是近年来国内外十分重视的一项新技术。这种方法能比较彻底地解决废弃钻井液及含油钻屑的环境污染问题。在我国, 蓬莱 19-3 油田在 1 期开发中, 共计 24 口井选用低毒油基钻井液钻进生产井段。

\* 收稿日期: 2008 年 10 月。

为了不污染渤海湾的海洋环境,首次在国内油田的开发中使用钻屑回注技术,并实现了油基钻井液在海上油田应用的零排放。

(2)热处理(蒸馏)法(胡忠前等,2007):是由阿莫科(Amoco)生产公司研制的,该方法是将含油钻屑加入到圆柱形的旋转蒸馏器中,使蒸馏器旋转并在其外侧用燃烧器加热,在加热过程中含油钻屑在圆筒中翻滚,直至加热到大部分液体(油和水)的蒸发点,使油水蒸发并进行冷凝收集,剩余的钻屑含油量大大减少可直接排放,但该法处理成本较高。

表1 海上钻屑处理技术

处 理 技 术	平 台 处 理	钻屑回注回地层	
		固相分离	离心分离
		固相处理	热脱附
			微乳化
			碾碎处理
		水处理	超临界萃取
			过滤法
			电凝法
超临界萃取			
陆地处理	由船运往陆地接收站进行处理		

(3)钻屑清洗方法(江先雄,2002):英国石油公司下属的化学公司研制出一种超级润湿清洗剂,这是一种置换剂,能够润湿油污钻屑表面,并把油置换出来。这种清洗剂的处理效果优于各种常用的化学清洗剂,可以使含油钻屑的含油量从20%降低到5%。

(4)运回岸上处理(张凤坡,2003):美国Clyde Materials Handling公司研制出一种新型CleanCut闭式钻屑清除系统。这种系统是在完全封闭的情况下将钻屑由振动筛输送到储罐,再由储罐输送到船上,然后由船运往陆地接收站(即钻屑处理厂)进行处理。

## 2. 废弃泥浆

(1)泥浆污染:废弃泥浆是指钻井生产过程中或完工后弃置的泥浆或无法使用的泥浆,由于组分不同,泥浆对海洋环境的影响差别很大。一般而言,海上钻井我们提倡使用水基泥浆。分析其成分可知废弃泥浆所含的污染物主要有(陈立荣,1993):油类、盐类、重金属元素以及有机硫化物和有机磷化物等。对海洋环境影响最大的是其中的重金属成分,因为它们在很长时间内都不会分解。在我国现有条件下,对水基不含任何油类的无毒无害泥浆,一般就地排放,但对含有油类的泥浆,《中华人民共和国海洋环境保护法》规定:油基泥浆和乳化泥浆及其他残油、废油、含油垃圾不得排入海,应采取回收的措施处理。

(2)泥浆处理:非水基钻井液的处理方法主要有:NAF钻井废物的岸上处理,NAF钻井废物的回注。为了满足零排放的要求,John等(2007)提出了具体的钻井液循环使用和钻屑处置方案(图1)。该方案在技术上是可行的,但需考虑经济成本问题。

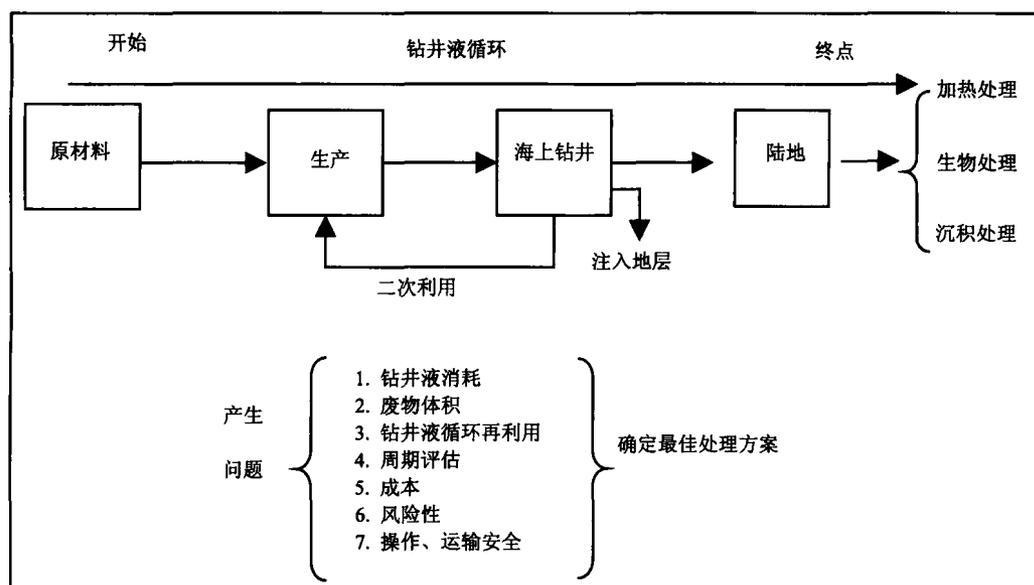


图1 海上钻井泥浆处理过程示意图

### 3. 废水

海上钻井废水主要包括(陈立荣, 1993): 机械废水、平台冲洗废水和普通生活废水。其主要污染物质是油类、挥发酚、COD、悬浮物、BOD、有机硫化物和大肠杆菌等, 这些污染物质将对海洋中的生态系统造成威胁。

处理方法: 对机械废水、冲洗废水, 其中油类一般采用平台的油污水处理设备处理后达标排放。对生活污水, 通过平台的生活污水处理设备将大肠杆菌杀死后达标排放。

### 4. 噪声

钻井中噪声来源主要包括(张立等, 2001): ①柴油机组、钻井泵组、钻机、振动筛及生产过程中设备等各种机械设备运转过程中所发出的噪声; ②起下钻具、下套管等操作所发出的撞击噪声, 底座与基础、转盘与方补心等各种振动冲击噪声; ③气控钻机及快速放气阀工作时产生的气流噪声。

噪声对海洋环境的影响已经非常严重。据科学家调查, 石油平台钻探时的金属咔嚓声和颤动声, 最高时可达 180dB, 而人耳的痛阈为 120dB。因此噪声对海洋生物造成了巨大危害。为降低钻井噪声, 可通过提高钻井设备的精度, 加强设备保养维护; 熟练操作, 提高作业精度; 认真作业, 减少钻具的碰撞; 密切注意地层压力变化, 以达到减少和控制噪声的目的, 减少对海洋环境和人体的影响。

### 5. 弃置钻井平台

平台所有者在海上石油平台弃置活动中, 为了节省资金, 往往不去拆除可能造成海洋环境污染的设备和设施, 从而妨碍海洋其他主导功能的使用; 或者在平台弃置作业期间不注重海洋环境保护, 不封采油井口, 任由地层内的流体流出海底, 从而对海洋环境

造成污染损害。这里首先应该加强法规建设,从法律上约束弃置平台对海洋环境的伤害;其次可以考虑二次利用废弃平台,例如,上个世纪挪威海上石油勘探开发企业利用弃置平台搞起了深海养殖。

## 二、应用钻井新技术控制海洋环境污染

一般我们将污染治理分为源头控制、中间过程控制和末端治理3种类型,上面讲述的都是污染后的末端治理方法,其共同的缺陷是污染已成事实,处理污染物量大、费用高,容易产生二次污染。所以我们应该转变思路,使用钻井新技术从源头和中间过程控制污染,化被动为主动。

### 1. 开发应用环保型钻井液及其添加剂,优化钻井液设计

20世纪90年代以来,国内外相继开发出甲酸盐钻井液体系、合成基钻井液及MEG甲基葡萄糖酸苷钻井液等体系,其特点是生物毒性低、容易生物降解,对环境影响小,目前已在部分油田小范围应用,但这些钻井液体系仍存在成本较高或不能完全满足钻井工程的需要等不足,大面积推广应用仍需要进行改进和完善(Melton *et al.*, 2007)。就钻井液添加剂而言,毒性最大的是润滑剂和解卡剂,而加重剂、增黏剂、降滤失剂等都是低毒或无毒的,并且易生物降解。因此,以后的研究方向是研发无毒或低毒添加剂。

### 2. 应用钻井新技术控制污染

#### 1) 采用小井眼钻井工艺

当钻井深度一定时,井眼尺寸越小,废钻井液和钻屑的产生量越小。图2列出了相同深度不同井眼直径所对应的废物产生体积,在保证正常生产的情况下,采用小井眼钻井工艺会大幅度降低钻井废弃物的产生量。

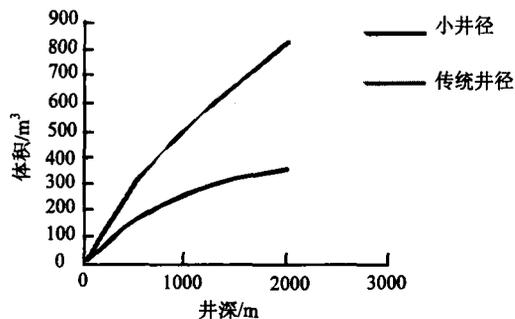


图2 不同井径钻井产生废弃物体积

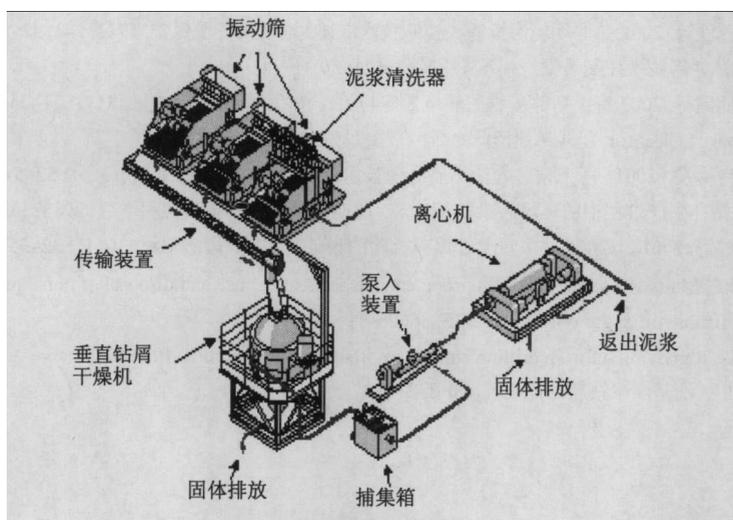


图3 新型固相控制处理系统

## 2) 采用新型固控设施

固相控制系统的组成要依靠使用钻井液的类型、所钻的地层、钻平台机上可用的设备和处理的特殊要求(Young *et al.*, 1991)。固控处理包括前期和后期处理两个步骤。图3展示了目前应用在非水基泥浆处理工业的最先进的固控处理设备。

## 3) 采用分支井钻井技术

分支井在环境保护方面的优点(Shaw *et al.*, 1989)一是能够减少钻井液的用量,从而减少废弃钻井液的产生量;二是可减少钻井岩屑的产生量,减少对环境的污染;三是减少了钻井作业的时间,可减少废气排放量。目前该项技术已比较成熟。

## 4) 研究和开发就地处理处置钻井液及其废弃物的新技术新工艺。

## 5) 积极开发废物回收利用技术。

# 三、结 论

(1) 我国海洋石油资源丰富, 海洋环境污染严重。

(2) 海上钻井对海洋环境的污染主要包括: 钻屑污染、废弃泥浆污染、废水污染、钻井过程中噪声污染和弃置钻井平台污染等, 其中钻屑、泥浆和废水是主要的污染物。

(3) 对待污染我们不仅要进一步研究高效清洁治理措施, 更要从源头上控制, 研发利用新技术, 化被动为主动。

## 参 考 文 献

陈立荣. 1993. 钻井生产岗位的噪声环境实验. 天然气工业, 13(3): 95-96

- 邓皓, 刘光全, 王蓉沙等. 2007. 钻井环境污染源头控制技术综述. 油气田环境保护, 17(1): 41, 42
- 郭义昌. 2007. 应用钻井新技术控制污染. 生产与环境, 7(12): 30, 31
- 胡忠前, 马喜平, 杜剑等. 2007. 海上钻井废物的环境效应与治理技术. 能源科学进展, 3(1): 51-55
- 江先雄. 2002. 美国海上 CleanCut 闭式钻屑清除系统. 石油机械, 30(11): 59, 60
- 易绍金, 向兴金, 肖稳发. 2001. 海上钻井含油钻屑处理技术. 中国海上油气(工程), 13(6): 52-54
- 张凤坡. 2003. 海上钻井生产过程中的环境污染及其治理. 西南民族大学学报自然科学版, 29: 32, 33
- 张立, 丁华, 杨玉成等. 2001. 废弃油井多重套管爆破拆除的设计与实践. 爆破器材, 30(1): 32-35
- Melton H R, Smith J P, Mairs H L *et al.* 2004. Environmental aspects of the use and disposal of non aqueous drilling fluids associated with offshore oil & gas operations. SPE, 86696
- Shaw M G *et al.* 1989. Removing oil from drilling cutting-an offshore solution. SPE, 19242
- Young G A *et al.* 1991. 油基泥浆钻屑的热处理. SPE, 21939

## Offshore Drilling and Marine Environmental Protection

LIANG Haiming

(College of petroleum Engineering, China University of petroleum, Qingdao 266555)

### ABSTRACT

This paper introduced the five major pollutants of the offshore drilling. Then it brought forward some specific treatment measures. At last, the article pointed out that we should carry out the policy of putting prevention first in the environmental protection and develop new technology actively. Only by these methods can we control the pollution from the origin.