

# 海上溢油事故处理及未来发展趋势

柳婷婷 田珊珊

**摘要:**石油泄漏事件频频发生,不仅造成重大经济损失,而且越来越危害到自然环境,人类的健康。溢油类型主要有含油污水的排放、操作性溢油和海损事故溢油。处理办法分为物理、化学和生物三种方法。针对不同程度的溢油,应采用相应的不同措施,多数情况下,应联合使用三种方法。吸油材料的未来趋势是吸油聚合物、非织造材料的回收利用以及等离子加工技术在吸油材料方面的应用。

**关键词:**溢油 清除 方法 吸油

**中图分类号:**U698.7

**文献标识码:**A

**文章编号:**1006-7973(2006)11-0027-03

## 一、前言

随着世界各国对石油需求的日益增长,使得石油类产品贸易节节上升,导致石油运输业的迅速壮大,特别是船舶运输石油的量最大,占石油运输量的60%以上。而海上石油运输的发展,也使海洋的石油污染引起了公众的重视。石油作为全球性的污染物,正以大大超过其它污染物的量进入海洋。据统计,全球每年生产的32亿吨石油中,约有1/1000即320万吨进入海洋环境。通常1吨石油可在海上形成覆盖12km<sup>2</sup>范围的油膜,由此形成的大面积油膜将阻隔正常的海气交换过程,使气候异常,影响生物链的循环,从而破坏海洋生态平衡而且也浪费宝贵的石油资源。世界油船事故溢油每年40万吨。据统计,从1956~1980年,100吨以上溢油事故约101起;从1980~1983年,一次溢油量在100万加仑以上的事故共42次。我国自1972年以来发生100吨以上的溢油污染事故22起,总溢油量22万吨,近年来海上溢油事故剧增,年均均为500起。在所有海洋石油污染中,有近50%与运输有关,而在此50%之中,约30%与泄漏事故有关,70%由常规操作引起。

## 二、海上溢油事故的危害

泄漏到水体中的石油不仅给我们带来严重的经济损失,更对海洋生态环境和周边海岸造成了重大的污染。首先,石油会严重危害幼鱼、鱼卵、贝类、虾的生存,破坏水产养殖业发展,Comet通过试验分析了受溢油污染的贝壳类动物体内的毒物积累,发现了一定浓度的多环芳烃(TPAH),并且这些油成分破坏了生物体的DNA。人们如果食用吸收了石油的鱼贝类,就会将石油中的长效毒物如致癌物带入体内。其次,水体中石油严重危害水生生物的生存,海洋类哺乳动物摄入溢油后,内脏受损,而且石油组分使哺乳动物和游离菌类对化学刺激的知觉失调,阻碍水体生物间的化学信息传递。再次,水面上的油膜阻碍阳光、空气进入水体,造成藻类和

其他低等水生生物的死亡。据报道,近50年来因油污染已有1000多种海生生物灭绝,海洋生物已减少了40%。另外,石油挥发的有机蒸汽扩散到大气中同样污染环境。引发光化学烟雾,刺激人类视觉,损害环境中的有机物,引起植物坏死等。

## 三、海上溢油的来源与类型

水中溢油大致主要来自三个方面,第一种是含油污水的排放,油船的机舱油污水、压载水、洗舱水,这些废水中均含有大量石油,浓度可达15000mg/L,如直排即对水体造成油污染,另外,船舶进厂修理前,必须将货油和燃料油舱的残油清洗干净,油气排放后才能进厂修理。当油船改装油舱时,也必须先清洗货油舱,这些也成为水域的一个污染源。

第二种操作性溢油,即船舶在加装燃料油和油舱油舱装货期间的溢油。日常装卸储运中石油产品的零星跑冒滴漏,对水、陆地、作业机械容器均造成轻微污染;船岸双方驳油速度不协调和联系不及时,或封闭式装货标示不准确而造成溢油;货油驳运时,输油软管在高压下工作,软管的残旧、老化及伸缩接头、阀门的松动等也会造成油渗漏。

第三种是海损事故溢油。一般是指突发性的泄漏事故,即溢油事故。船舶或油轮因碰撞、触损、搁浅等事故的原因造成对水域的油污染,特别是油轮发生事故后油箱的泄漏溢油。它造成大量的石油泄漏到水域或陆地,对环境造成很大的污染,危害极大。

## 四、海上水体油污清理措施

### 1. 物理方法

一般来说,处理水面溢油的最理想的方法是物理清除,采用物理清除可以避免对环境的进一步污染,但不适合清除乳化油。大致分为围栏法、吸附法和油拖把法。

#### (1) 围栏法

石油泄漏到海面后,应首先用围栏将其围住,阻止其在

收稿日期:2006-9-28

作者简介:柳婷婷 女(1982-) 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院 硕士研究生 (100083)

研究方向:矿产资源勘查评价与开发

基金项目:矿物岩石材料开发应用国家专业实验室基金资助项目(B05005)

海面扩散,然后再设法回收。围油栏的种类很多,较为常见的是乙烯柏油防水布制作的带状物,在紧急的情况下,也可用泡沫塑料、稻草捆、大木料、席子、金属管等物替代。正规的围油栏在构造上分为浮体、垂帘和重物三部分。浮体部分浮在水面,防止浮油越过;垂帘位于浮体下面,形成围栏,防止油从下面溢走;重物垂在垂帘下而,使其保持垂直稳定。

在较平静的水域正确使用围油栏,能够有效地防止浮油进一步扩散。但在有波浪的情况下,当浪头涌起的时候,浮油可能被冲过围油栏,使收集在围油栏同的浮油被冲走,当风浪很大时,用锚定位的围油栏常常会没入水中。

不管何种形式的围油栏,都要靠机械方法来回收栏内的浮油,且最终回收的油水,都需采取进一步分离措施并且要防止产生火灾或爆炸的危险。

### (2) 吸附法

回收水面浮油,主要采用吸油性能良好的亲油材料。制作吸油材料的原料有高分子材料,无机材料和纤维。对于聚合物用的比较多的是由聚丙烯或聚亚安酯做的人工合成吸收剂。它的抗水性能和亲油性能都很好,但是最大的缺点是用后不能生物降解。作为溢油清洁物质,很多天然吸收剂,如棉花、羊毛、乳草属植物、木丝绵和麦杆等,都已广泛被研究。比起人工吸收剂,这些天然材料都有很好大吸收能力,但是它们也会吸收水分,这在海洋油污使用上是一个缺陷。

### (3) 油拖把法

聚丙烯有亲油疏水的特性,对浮油有良好的吸附功能,所以油拖把通常由聚丙烯纤维制成。美国油拖把公司研制成的油拖把直径有10,15,22,30,60,90cm等六种规格,其吸油率随着直径的增大而提高。小规格的油拖把一般用于内河及港湾、码头,大直径的油拖把可用于大面积的溢油处理。

## 2. 化学方法

### (1) 燃烧法

通过在油面上洒化学物品引燃、助燃来焚燃水面溢油,无需复杂装置,处理费用低,但是燃烧产物污染海洋环境,且产生的浓烟污染大气,所以这种方法在内河航道及港口的使用应慎之又慎,只能在离海岸相当远的公海才使用此法处理。

### (2) 化学处理剂

利用油处理剂清除油污,可直接使其乳化分散。这种药剂主要成份为表面活性剂。

#### 1) 分散剂

分散剂一般用量为溢油的1~20%,它使用方便,效果不受天气、海况所影响,在许多不能采用机械回收或有火灾危险的紧急情况下,及时喷洒分散剂是消除水面浮油和防止火灾的主要措施。

分散剂能促使溢油分离成直径为1—5 $\mu$ m悬浮在水中的小油珠,进而使油膜分散、消失。由于油粒小,使油与水中氧的接触更充分,从而使乳化油更容易被水中溶解氧氧化或被微生物降解。分散剂的使用效果在很大程度上取决于外界条件,它对薄油膜的分散效果较好,如果是轻油则将很快地挥发,而对于低温下的较重的油,则效果很差。

然而,长期的观测与研究表明,使用分散剂导致的污染往往比油本身造成污染更严重,在时间上更久远。基于上述原因,赫尔辛基公约规定,在波罗的海不准使用分散剂;美国政府规定,在淡水水源、重要的鱼、贝和海藻养殖场禁止使用化学药剂,只是在溢油发生火灾危险及在用物理方法清除后残留的油薄膜时方允许使用,且只准使用对水生生物毒性很小的化学药剂及在同一次处理中不得同时使用三种以上的化学药剂,而且药剂喷洒后在水中的浓度不得超过5ppm。

#### 2) 凝油剂

当凝油剂沿着一片薄油膜的四周施放到水面上时,就在水面上扩展,压缩油膜。油膜受到压缩后,面积会大大缩小,厚度增加,它可使石油胶凝成粘稠物或坚硬的果冻状物。其优点是毒性低,不受风浪影响,能有效防止油扩散。

凝油剂对1~1.5cm厚的油膜可起控制扩散作用。在0.3~0.5cm厚的油上,喷洒凝油剂后,凝油剂与溢油发生交联反应,使溢油迅速凝固。在风浪的搅拌下,交联速度加快,溢油凝固成块状或片状,可用油拖网回收溢油。

油膜被压缩的程度取决于油的比重,风化程度和油膜的初始厚度。在一次清扫溢油的现场试验中,一片面积约9200m<sup>2</sup>的船用燃料油被压缩成几个直径为8~25cm的大圆球,很适合用吸油器或其它器具的回收。凝油剂的用量约为41/km。

## 3. 生物方法

### (1) 酵母菌去除溢油

美国亚特兰大大学曾在70年代进行了用酵母清除油污的研究,发现某些酵母菌株天然存在于被石油污染的水中,其数量随油污污染范围的扩大而增加,这表明它们是靠“吃”石油而繁殖的。酵母菌比细菌等微生物对紫外线和海水的渗透压具有更强的抵抗力,这是因为细菌受环境因素的影响较大,阳光能杀死细菌,海水的渗透压能破坏细菌的细胞壁,这些都有碍细菌分解石油效能的发挥,而酵母对阳光的杀菌效应对海水的渗透压都具有较强的抵抗力,能钻到油滴中去并在其中繁殖。

### (2) 微生物分解石油

采用能将碳氢化合物氧化的菌种可以处理舱底水、污泥和水面油膜。一些菌种能乳化解约70%的石油<sup>[4]</sup>,不能分解原油中的高沸点组分(石蜡除外)。微生物将碳氢化合物转变成较易溶解的酒精和有机酸,通过酶的催化作用,使其转变成二氧化碳和水。

至于微生物对石油碳氢化合物的氧化速度,长链的脂肪类碳氢化合物比短链的化合物要易于降解,但对于长链的石蜡则很难使其充分消散。需要指出的是,微生物消除油的速度与机械清除的过程相比是很缓慢的,但微生物最终是油的分解者。当然,微生物降解石油的过程是非常复杂的,其中的许多机理及对生态平衡的负面影响尚未被人们完全了解。

实践证明,生物方法与其他方法联合使用处理水上溢油能取得良好效果。例如,物理方法清除溢油后,用生物方法处理水域中残留的油;使用分散剂后,用生物方法降解极小的油粒(1 $\mu$ m),而且现在生产的毒性非常小的分散剂,本身就很容易被生物降解。

表 1 列出了各种情况下溢油的治理办法。

表 1 海洋水体油污染的治理方法比较

治理方法	适用场合	优点	缺点
围油栏	水面平静的海洋浮油溢油	设备简单、投资小、操作方便	需用机械方法来回收栏内的浮油，且最终回收的油水都需要采取进一步的分离措施。可能增加火灾或爆炸的危险
吸收剂	小规模溢油	能有效吸油	不能生物降解
分散剂	大规模溢油	更有利于油粒被水中溶解氧氧化或被微生物降解，在波涛汹涌的水面也能处理	破坏生态平衡
凝油剂	小规模溢油	控制溢油扩散	需要机械方法进一步处理
焚烧法	海洋溢油	有助于消除沿海区较长期的污染损害	把水域的油污染转移到空气中
激光法	海岸溢油	不产生附加产物，保持生态平衡	装置价格昂贵，处理工程复杂

总之，海上发生溢油后，应首先撒布凝油剂，防止溢油的进一步扩散。然后用围油栏进行拦截，再用各种机械方法把围起来的油尽量回收，无法回收的部分，则用化学方法和生物方法处理，如外海的溢油可用焚烧法，深海区的溢油可用凝油剂使之沉降，由海底生物降之消化，降解。

#### 五、清除水体油污措施发展趋势

当前吸油材料的研发焦点在于吸油聚合物的性质。不吸水的聚合物对于从水中分离和收集石油很有效果。由于其独特的吸附性质，这种聚合物吸附后能变成各种形态，如纤维、薄膜、片材或栅栏，易于浮于水面对其回收。

非织造材料以其优良的物理和化学性质而成为石油泄漏回收的理想材料，但是有近 95%用过的吸附材料被填埋到地下，5%则被焚烧，这既造成了污染又增加了石油的回收成本。所以对一次性被丢弃的非织造吸附材料的清洁和再利用应成为一种发展趋势。

溢油回收领域的另一发展趋势是研发具有可生物降解和富集漏油作用的吸附材料。目前等离子加工技术在非织造布领域很有潜力，等离子处理设备一般速度为 10 ~ 50m/min，

在工业领域中的应用有血液过滤、空气过滤、薄膜、电池隔膜和工业用抹布。无论从技术还是从经济角度考虑，等离子加工技术已不断被证明是可以采用的生产技术，工业企业也需要对环保有利和能提高产品质量的加工技术。

#### 参考文献

- [1] 林建,朱跃姿,蔡俊清,钟新华.海上溢油的回收及处理.[J].福建能源开发与节约.2001.1:6~8.
- [2] 倪科军.海洋水体油污染处理.[J].职教与成教.2005.113~114.
- [3] 张莉,伍文波,韩统昌.港口油码头的油污染防治.[J].港口环保.1999.12:38~39.
- [4] 梁丹亚.航道与港口水面浮油的处理.[J].广东造船.1995.3:14~17.
- [5] 李世珍,侯正田.沿海地区溢油污染防治技术研究.[J].海洋技术.1995.14.3:105~114.
- [6] Q.F.Wei, R.R.Mather, A.F.Fotheringham.用于回收泄漏石油的非织造吸油材料.[J].产业用纺织品.2003.22.162:26~28.

## Management with leaking oil on the sea and its future development trend

Liu Tingting Tian Shanshan

**Abstract:** The frequent oil leaking events not only cause a great economic damage, but also make a threat to the environment and human's health. The leaking oil originates from the pour of the oily sewage, operatively leaking oil and accidental leaking oil on the sea. There are three disposal methods and they are physical, chemical and biologic respectively. The different measures should be adopted according to the different situation. However, the three methods should be taken jointly on most of the occasions. The blotter polymer, the recycle of non-weaving material and the application of the plasma technology compose of the future trend of blotter material.

**Keywords:** leaking oil cleanup method blotter