

※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※

油污染控制讨论会

※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※

1985年10月 北京

油 污 染 控 制

由国际油轮船东污染联合会(简称ITOPF)和中国人民保险公司(简称PICC)于北京联合召开的讨论会(一天)的安排。

1 • 介绍

ITOPF和PICC介绍(20分钟)

a • 讨论会的目的

b • ITOPF情况简介

2 • 溢油风险评论和油污染的影响。

由ITOPF演讲40分钟。

讨论20分钟。

3 • 溢油清除评论

由ITOPF演讲40分钟。

讨论20分钟

4 • 放映录象

观看录象(VHS系统)40分钟。

a • “黑潮号”(Dark Tide)于巴林岛(Bahrain)溢油。

b • “东方大使号”(Feoso Ambassador)于青岛溢油。

讨论20分钟

5 • 最近几次溢油事故的经验

由ITOPF演讲40分钟

讨论20分钟

6 • 油污染损害赔偿方案和消除费用; TOVALOP, CLC, CR-

ISTAL, IOPCF

- a. 由 ITOPF 评论 4 0 分钟。
- b. 由 PICC 介绍中国处理油污赔偿申请的实际经验 4 0 分钟。
- c. 由 PICC 引导讨论 4 0 分钟。

溢油风险评论和油污染的影响

前言

石油碳氧化合物通过人类活动和自然界的作用各种途径进入海洋环境。另外，由生物活动所产生的碳氧化合物量大于由石油衍生的量。这些油的最终归宿将降解为它们的基本成分，主要是水和二氧化碳。降解速率依赖于许多因素，这些因素中尤其是油的物理特性。

海洋环境中石油碳氢化合物的来源

1984年对进入海洋环境的石油进行了评述，以百万公吨/年表示，总结于下表。

日常的运输损耗	1.05
船舶事故溢出	0.42
近海石油勘探和开采活动	0.05
由陆地和大气进入	1.48
自然渗出和侵蚀	0.25
总计	3.25

运输损耗主要与油轮作业有关，并可追溯到卸货以后存留在船上称为粘附物的残余物。粘附物的多少根据所载石油的含蜡量及其粘度而定。但典型的是载运量的0.4%，即200,000载重吨的原油油轮其粘附物为800吨。在压舱及清舱作业时，将有占粘附物重量50%的量从船上排入水中。除非采取措施将含油污水留在船上。最近发展的专用压载舱(SBT)及原油洗舱(COW)系统已与“装于上部”程序结合起来，以减少在操作过程中来自油轮的污染。在运输损耗中包括海运码头的溢出(300,000吨)，主要发

生于装卸连接处。再有每年所有船舶排放的舱底污水和燃料油泥每年总计有 50,000 吨。虽然船上排放出来的废油量可以通过严格的管理加以控制。但非常重要 的是还要附有足够的废油和脏压载水的岸上接收设备的规定。

船舶事故溢油特别是油轮事故。每年溢油量共有 400,000 吨。较大的溢油（超过 700 吨）60% 是由于撞船和搁浅。这些事故集中在港口附近和靠近海岸线船舶拥挤的航道上。除油轮溢油事故外，由大型干货船上所用的燃料油产生的溢油其溢油量可达 5000 吨。

近海石油勘探和开采活动产生涉及井喷的大规模污染事件。另外还有来自日常操作，例如产出水的排放和钻井泥浆处理中大量小规模溢出事故。约有四分之三的溢油来自海洋石油钻探平台事故。在生产过程中井喷的风险少于钻探，但是任何井喷将流失大量石油如果不能迅速将井口封闭。

从陆地上流入海洋的油，大都是来自沿岸炼油厂及其它工业所排放的工业废水、各种废油。特别是大都市的生活污水经过雨水道成河流进入海洋。城市道路上的雨水污水管道可能是最大的提供者。经过比较，从大气进入海洋的石油、碳氢化合物是不足为数的，但从整个地球范围来说，它们的下落量很难正确估算。大气进入海洋的污染物可以与道路上车辆排放的废气连锁起来。

自然油渗出和侵蚀产物同样难以估量，并且分布很不均匀。渗出的趋势经常与海洋边缘的地壳构造活动地区有关，而外露的富油的沉积物的侵蚀将发生在内陆，通常成为河流径流量的一部份溢油的归宿

虽然经常认为油是一种均匀物质，实际上它是一种复杂的混合

物。主要是由物理、化学及生物学性质不同的碳氢化合物组成。从地层获得的基本产物称为原油。在精炼原油的过程中获得一系列产品。按照密度（比重）增加而排列。主要可分为气体、汽油、煤油、燃料油、润滑油、残余燃料油及沥青。这些产品的物理和化学性能相差很大。性能相差多少与获得它们的原油有关。

所有的原油不但含有相似的轻组分——汽油，也含有相似的重焦油或石蜡组份。任何原油的组分依赖于它的来源（从这里获得它的名称）从而使精炼出来的油从轻质挥发液体到粘稠的半固体组份都有所区别。因此，在世界上不同地区产生的原油，其物理与化学性能各不相同。这些不同的性能对溢油在环境中的行为以及随后所采取的清除措施十分重要。

油流入海洋将遭受各种物理、化学以及生物变化。有的迁移，有的则持久下去。虽然到最后溢油能在海洋环境中分散，但所需时间要依赖于若干因素。例如溢油量，它的最初的物理与化学性能，有利的气候和海况，溢油是否留在海面上还是冲到岸上以及海岸线的自然条件。这些过程涉及到许多知识，它们如何相互影响以便油的性质和成份随着时间而发生变化。这对于准备和执行溢油响应应急计划是十分重要的。

海洋溢油的影响

溢油事故能使海岸活动和对海洋资源的开发产生严重的经济影响。在大多数情况下损害是暂时的，最初是由于溢油的物理性能产生的麻烦及遭受危险的情况。对海洋生物生命的影响是由于油的化学成份中含有毒素和变污物，生物系统中的多种性和变异性以及它们对油污染的敏感性。

对海岸活动的影响

对海边舒适地区的污染是许多溢油事故的共同特点。它将妨害海边的休养和娱乐活动。例如海水浴、划船、钓鱼及潜水。旅馆及饭店的所有者以及其它靠旅游为生者也都将受到影响。单一的溢油污染对海岸地区及休养娱乐业务的扰乱是比较短期的。对于旅游业的最大问题就是在清除结束后如何再获得公众的信任。对污染地区的快速恢复有可能采用高效率的清除技术。但是这种技术可能损害于当地的海洋生物。某些清除技术有可能损害天然海洋防御工事。因此在选择清除技术时应注意在有效及有可能产生进一步损害之间进行权衡。

工业设施。例如发电厂。他们依靠海水进行日常生产。可能因溢油污染而受到影响。同样的。海水淡化工厂的正常生产。也有可能受油污染而搞垮。造成对用户的供水问题。

造船厂用以建造与维修用的船台和干船坞有可能受到溢油的影响。从而损坏未经油漆或新油漆的船身表面。并且会对工作环境带来危险性。有时油污进入船上冷凝器的管道。以致存在锅炉和蒸发器遭受损坏的危险性。事实上这类问题是少有的。这大概是进水口的深度在海面以下。以及进水的流速较低。

其他码头上的日常工作例如轮渡服务。闸门操作。以及牵引可能会受到干扰。特别是在轻质原油。汽油或其他易燃物体溢出后。焊接以及易产生火花机械的使用应该停止。直至发生火灾的危险性完全消除。由此可见。即使在繁忙的海港内发生小量的溢油事故时也应及时考虑溢油影响。

油对生物的影响

油对海洋生物的影响可以考虑是由于油的物理性质（物理毒害和窒息）或是由于油的化学成份（毒性作用和由于累积而引起的污染）。海洋生物可能由于清除作业或间接的物理损害而影响它们生存的栖息地。

少量的持久性油的溢出甚至可随之而带来大面积的损害。对动物和植物最大的风险是来自物理毒害。这种毒害是由于它们与受污海面相接触而引起的。这个范畴内的动植物有：海洋哺乳类和爬行类动物；潜水取食或成群聚集在海面的鸟类；海岸线海洋生物以及生活在养殖及潮汐地区内凹地里的动植物。

致死浓度的有毒成分导致海洋生物大量死亡是较少的；只有在与精炼的轻质油或新鲜的原油相接触后才可能死亡。特殊的风险是动植物生活在死水区或特殊环境地区。例如集合新鲜油的稳定沉积区。使有毒成份高度集中并且较长期地停留在那里。

油污染对动物或植物可能很少或没有短期或长期的直接损害。但是，如果他们被人们食用，则由于被油沾污后带有油的味道而成为不可口的食物。这是一个暂时的问题。因为当环境从新恢复正常或动植物在清水内保持一段时间以后，沾污的成份就能逐渐消失。

动植物在油污染环境继续生存的能力取决于各种种类的不同遗传性和其它因素的影响。例如，动植物可能在它们的繁殖季节对油污更加敏感。生物群由于生存在它们生存范围的边沿，可能特别易受损害。溢油对生物群或栖息地的影响必须加以评论。这些影响与其它污染物或任何资源开发所造成污染有关。在海洋生态方面，与动植物有关的生物群以及它们栖息地的安全和它们的栖息地的完整性。要比生物种类中的单一物种的状况更为重要。

动植物对溢油污染的恢复能力和重新建立栖息地所需的时间。由它们受污染的严重性、受污染的持续时间以及单一物性的潜在恢复能力所决定。具有高度活动能力的有机生物幼体，由于其再生能力很强有可能在受污区恢复正常后就大量地繁殖。至于生命较长的、成熟较慢和生殖率较低的生物种类，有可能需要若干年才能恢复它们的数量和年龄结构。一般来说，恢复速度在热带地区要比寒冷地区快得多。

对水产业的影响

当海面有油污染时，一般暂时中止捕捞作业以至减少鱼、贝壳数的捕获量。宁可让它们自行死亡。从较大的溢油事故中获得的经验说明，油污染有可能对捕捞贮存量的多少有长期的影响。这是由于鱼卵和幼期生物受到损害是悬殊的，因为要恢复正常的再生产需要准备贮水池以补偿任何的局部损失。人工培养的水产缺乏天然的回避能力，因而有可能更容易受到油污染的危险。养殖工具的加油也可能是污染源，它将使油的成份持续很久。

在对用以捕捞或养殖海洋生物的船舶和传动装置加油时经常会发生溢油事故。在润滑沉入水中的鱼网、瓶罐、缚索及船底拖网时，一般要避免在捕捞区域内进行，以免污染水域。飘浮装置和固定的捕捞装置拖过水面时更易污染海域。

被油沾污的食用海产品将失去市场的信任。由于销售的损失而引起严重的经济后果，因此要经常小心地考虑水产业的各种禁忌以及由给予资格的人员组织尝试性的试验。

溢油清除技术评述

引言

当考虑应该用什么措施抗溢油时，着眼点必须放宽。原则上，目标应该是减少总的清除费用，并不追求为获得一些轻微的好处而进一步采取措施。支持这一观点的强有力的论证是，所有的清除技术的效率都普遍地存在着局限性，会使由于天然过程破碎了的大量溢油遗漏。

本篇论文的目的是概述抗溢油的基本方法：机械回收、化学分散和沿岸清除。这些技术的局限性要在关于溢油特性中讨论，以期预见选择清除作业方法还是任其自然降解。

溢油的特性

扩散和迁移：海面上的油最明显的特性是它在重力、粘度和表面张力的合力作用下趋向于水平扩散。很筒型的溢油将在水面形成一层很薄的透镜状的油膜，其中间部分比边缘厚。有几种原油和重燃料油特别粘，几乎不扩散，而保留着许多圆形碎片 (rounded patches)。一旦溢油已经扩散，形成五彩缤纷的颜色或银色光泽，则溢油的自然降解就很快了。

海面上的油在风和潮流的影响下移动，这种表面运动的机理尚不完全清楚，但是从经验上已经发现，漂浮油大致以约 3 % 风速的速度顺风向而动。油膜常常破碎成许多条状，大体上平行于风向伸展。在有表面流的时候，则还有一种正比于表面流强度的运动迭加在被风驱动的任何方向的运动上。

风蚀：与油在海面扩散和移动的同时，由于油本身的物理、化学变化，引起几种独立过程。统称为风蚀。溢油中比较易挥发的组份在

几小时之内就散失到大气中，留在海上的残余物，其密度和粘度都比最初的溢油高。大多数原油溢出后，在最初24小时内损失至其体积一半。而几乎不含易挥发化合物的重燃料油，甚至在溢出几天以后也没有多少蒸发。各种轻质石油炼制产品（象汽油、煤油和柴油），几小时内几乎就完全蒸发掉。但在封闭区域（象码头和港口）这将增加火灾的危险。

影响溢油自然归宿的另一重要机理是分散。在正常海况下，闪光的薄油层很快地分散成微小的颗粒，然后进行其他风蚀过程。例如溶解和生物降解。溢油中某些组分也可通过溶解而损失，但这只能到一个有限的程度。因为大多数石油烃在海水中溶解度是很低的。大多数可溶解的油组份也趋向于最易挥发，结果是蒸发损失抵销了溶解作用。

由于海洋细菌、霉菌和酵母所引起的油的生物降解对于油转化为氧化产物的贡献相当大。其降解速度取决于温度、营养和氧的利用率以及油的种类。因为细菌是在油/水界面上活动，所以降解速度会由于薄的闪光油层或形成具有大表面积分散油颗粒而增加。

某些原油和重燃料油易形成油包水乳状液或“奶油冻”，这就增加了油的持久性。妨碍清除作业，一些低粘度油在适当的波浪作用下形成“奶油冻”的趋向最大，“奶油冻”在温和的水域里可能持续许多天，变化不大，但是它在热带水域里的稳定性是难以推测的。“奶油冻”一旦到陆上，在炎热的阳光下则趋向于破裂成为游离的水和油。

机械的油回收技术

围油栏的使用：当油溢到海面时，常需要将其消除或使其离开敏感区域。二者作业都需要使用漂浮的围油栏。围油栏的局限性很少被

评价，而且由于浮油扩散以及由于表面流、潮汐、风和浪所引起的问题也常被低估。没有在其垂直方向的水流速超过1节（0.5米/秒）的作用下仍能围住油的围油栏。实际上，对于大多数围油栏来说，不管其尺寸多大，使油溢出的水流速大约是0.7节（0.35米/秒）。

溢油在海面很快地扩散，覆盖着大片面积，这对于拖拉围油栏以围闭浮油造成了最大的难题。在大多数场合下，这种情况再加上围油栏性能方面的局限性，使得在公海上围闭和收油技术是不成功的。

在一些特殊的环境里，将围油栏布设固定在颇接近溢油源。例如泄漏的油轮或海上油井，以围住溢油。这种做法可能是很有用的。但是，在许多场合下，特别是离开海岸的水域，毫无遮掩，潮流也太强，难以固定围油栏使其有效。另外，在太靠近溢油源的地方布设围油栏可能增加火灾危险，并且妨碍了阻止油流动的努力。在溢油可能自然消散的情况下，使用围油栏也是不合适的。

比较经常的是围油栏用于近岸保护那些敏感区域，象港湾、沼泽、舒适区域和入水口。实际上围油栏不可能保护全部这样的敏感区。因此，应该致力于精心的计划，以确定可能有效地拖拉围油栏的方式和协商各区域重要性的次序。这种计划的另外一个优点是围油栏的选择，固定和油的收集做些准备。对于输油终端和类似的设施，计划可能予示溢油源和大多数可能的溢油规模，所以是很重要的。

撇油器的使用：撇油器最好在比较厚的油层里使用。特别是在开阔水域，撇油器与围油栏一起使用会给予最好的成功机会。既使在海

岸线上。也常可能由于使用围油栏加厚油层而改善撇油器的效率。

为了有效地收集油。必须将撇油器的收集元件置于油/水界面。通常用各种自身校平的浮动装置或低惯性移动补偿的撇油器头来获得这种效果。然而没有在很强的波浪里仍有效的撇油器。小设备容易被淹没。而大撇油器不能跟踪波浪起伏保留在油/水界面里。另外。如同围油栏一样。当水流速超过0.7节时。浮油逸出的倾向就限制了撇油器的效果。

为了在海上集中浮油可以使用围油栏。收油设备与围油栏系统一起牵引或用第三条船在围油栏后面作业。这两种情况下。多船系统协调问题都是严重的。撇油器必须保持在最厚的油层里。而且必须保护围油栏免受磨损或其他机械损坏。回收溢油作业要求熟练地操纵设备。并且随着情况变化不断地调整。实践中。既使在好天气和正常海况下。包括各种船舶的撇油作业可能获得任何成功的机会是很少的。

将围油栏用锚固定在近岸浅水区保护重要的敏感区。所积累的油要用撇油器清除。否则围油栏将失去其功能。如果围油栏已经充满了厚油层。则使用真空系统抽吸油是有益的。转盘式撇油器可能收集较薄层的流动油。但是其某些结构很容易被夹在油中的固体碎片和冰损坏。为了处理碎片和极端粘的油和乳状液。某些皮带。吸油绳或螺杆泵结合一起的撇油器是合适的。

分散剂的使用

化学分散剂有时可用于抗油污染。其作用是使油膜破碎成很小的油粒。悬浮在水中。很快被海的湍流稀释。溢油分散于水中。防止形成油包水乳状液以及难于清除的残余物。分散状态的油易于被

海洋中天然存在的微生物降解。

化学分散海上溢油 所提供的只是一种从表面驱除油的方法，因而保护了沿途资源，并防止溢油冲到陆上，特别是在围闭和回收溢油不能实现的情况下。然而，与所有的补救办法一样，分散剂的使用也有其局限性，应该谨慎地控制。

如果溢油很粘，分散剂是无效的。因为在溶剂渗透进溢油以前分散剂就从油上冲入水中了。一般来说，分散剂能分散大多数液态油和粘度小于 2000 cst (相当于 10 ~ 20 °C 的中等燃料油) 的液态油包水乳状液，不适于处理粘性乳状液(“奶油冻”)或倾点接近环境温度的油。即使那些最初是能分散的油，由于在海上风蚀增加了粘度而变成持久性。

分散剂的使用方法主要取决于分散剂的类型，溢油规模和地点以及喷洒分散剂的船舶或飞机的可得性。船舶喷洒技术尽管做了改进，总是有许多局限性，特别由于其低的处理速度以及从船上探测造成重大损害的油膜位置的内在困难。而且当油膜破碎或形成许多窄的长条时，不可避免地会将一些分散剂喷洒到干净海面上。这些问题由于用飞机从空中控制，确保船舶在最大的油浓度区域作业，而得到某种程度的克服，由于船舶作业时飞机也是必要的，所以考虑用飞机喷洒分散剂是合乎逻辑的。飞机喷洒提供许多优点：快速响应，很好的监视，处理速度快，分散剂的使用最佳以及好评价分散剂处理溢油情况。

决定使用分散剂的情况很少是明确的。选择必然是在费用—效率和保护不同资源免遭污染损害的作战重点之间的折衷。常常由于使用分散剂，保护了沿岸舒适的环境，海鸟和潮间带生物，所获得的潜在好处远远超过其不利影响，例如可能的毒性影响。相反地，

在公海鱼产卵区域。纵使伤害的危险是很小的，也拒绝选择分散剂。尽管有许多困难，但是重要的是在溢油发生之前确定欲保护的资源优先次序，并且对于那些可以使用分散剂的环境意见一致。在许多国家里，政府的制定规章的机构已经建立了试验方法和认可程序，以确保被认可的分散剂是有效的，可生物降解并且如果合理地使用对海洋生物的毒性最小。

岸上清除

选择一种合适的响应需要详细和快速地评价污染的程度和类型，受影响海岸线的长度和性质以及位置是否便于进去。必须在考虑了利害潜在冲突以后决定行动的重点。例如，在某些情况下，最有效的技术可能并不适合于环境考虑。

为了防止溢油迁移到未污染的海岸，可采用围油栏迎着受污染的海岸围住油，然而这种策略未必在环境敏感的海岸线上应用，因为希望溢油从敏感区迁移到低敏感的区域。

一旦溢油不再移动了，常常最好是等待，直到所有事故溢油到达岸上以后才开始海滨清除，避免清除作业在同一区域重复进行。然而必须权衡，如果清除作业耽误时间太长，油可能混入海滨基质，甚至被埋入下层。清除的第二阶段可能是最拖长时间的作业，必须特别小心，尽量减少清洁的海滨材料随油一起移走，以便随后的侵蚀以及回收物处理量都最小。因此清除技术本身不增加油向基质渗透的深度是很重要的。

常常难以决定清除作业应该在哪个阶段结束。通常由这些因素确定：象清除区域的重要性，季节和预期发生的自然净化速度，费用问题也在决定中起作用，因为完成一个改进所需要付出的努力

与残留在沿岸上的油量的减少是不成比例的。因此仅仅对于旅游季节（或正好在旅游季节之前）的高舒适性海滨才要求达到最终的彻底清除。

结论

人们以很大的精力致力于建立一套当事故溢油发生时，可以迅速调动的海上响应。一些国家的响应是基于收油设备的使用，而另一些国家则主要相信船载的处理技术。然而，在海上大面积溢油时由于溢油在海面扩散，受风和潮流的影响而迁移，并且破碎成许多条状和碎片的自然倾向，两者都表现出严重的局限性。结果溢油可能迅速地覆盖一片庞大的面积。不幸的是，从过去许多大溢油的经验看到，收油设备或船载处理系统以及后勤供应，常常在溢油到岸以前不能在合适的时间调来。

用飞机喷洒未稀释的浓缩分散剂的确能克服某些局限性，并且提供一种最有效的抗许多种海上溢油的响应。然而仍然由于适合于特殊情况的飞机的可得性，调动速度，溢油的粘度、风蚀、乳化和扩散的影响，造成某些局限性。

一般认为沿岸清除费用总是比海上处理溢油高，可是如果也考虑了溢油的收集效率，则情况未必是这样。1980年欧州发生的一次油轮事故中，大量原油溢出到掩蔽的海湾，大多数油被风和潮流带到海里，留在海湾和周围海岸线上的油可能不足10000吨，主要的防污染作业是在六周内组织进行彻底的清除活动，包括机械和手工收集溢油，这期间没使用化学分散剂，在岸上最后处理以前仔细记录所收集的溢油量，结果如下：

清除方法	收集油和碎片量(吨)
手工收集	
从海滨上	1392 (51 %)
从悬崖峭壁上	1101 (40 %)
机械收集	
用围油栏和各种撇油器	249 (9 %)
总收集量	2742 (100 %)

这些数字指出。大多数溢油被天然过程降解。残余部分基本上
是人工清除。采用铲斗、铁锹、重型塑料袋和油桶等。机械收集设
备的贡献只占总收集量9 %。

这个例子清楚地说明自然降解的重要性。并且足以表示出在海
岸线上简单的手工清除的效率比较高。可能远远地补偿了劳动费用。