



海岸线上油类的认定

技术资料论文

6



导言

油类到达海岸可能是率先表明发生油类污染事件的信号。根据所涉油类的数量和类型，可能必须组织清理应对工作来清除这些油类，防止它们再活化和影响附近的敏感区域。可靠的早期报告和对污染范围的估计在确定清理作业规模以及组织充足的人力和设备来满足这项任务的需要方面可能极有价值。准确估算搁浅的油量十分困难，甚至是识别油的类型也可能很成问题，尤其是在油类已普遍风化的情况下更是如此。

如果是大规模泄漏，搁浅的油类的来源可能很明显，但在涉及的油量很少且要就损害或清理成本寻求赔偿时，经常会出现认定问题。本篇论文旨在帮助读者认定不同海岸线上的油的类型和数量。

油的类型

将海上漂来的会污染海岸线的所有不同油类全部列举出来是不现实的，这一定程度上是因为搁浅的油类可能是多种类型的混合物。因此，介绍最为常见的油类型并同时指出它们可能的来源作为参考将更为有用。

油轮出现的意外泄漏可能涉及原油和 / 或从原油中精炼出来的油品。原油在新鲜状态下通常是黑色的液体（图 1）。不过，由于这种油会随时间的推移发生风化，这种油的属性会发生变化。例如，随着其中较轻成分的蒸发，其粘度将会增大。同时，很多原油可能会吸收水分，形成粘稠、可能呈棕色、红色或橙色的水混油乳状液（图 2）。在阳光充足的炎热条件下，搁浅的乳状液可能会释放出水分，恢复成黑油状。

精炼的燃油以货物形式用油轮运输或者以燃料形式在众多种船只的燃料舱中运输。刚泄漏出来的燃油可能呈黑色液体状，在外观上与新鲜原油相似，但会散发出特有的味道（图 3）。燃油可能还会形成稳定的乳状液，这种乳状液可能能够十分持久地存留下来（图 4 和图 5）。

涉及油轮的事件发生后，原油和燃油可能都会泄漏，并分别被冲到岸上或以混合物形式被冲到岸上。这两种油可能无法一目了然地区分开来，尤其是在这两种油的残渣与沙子混在一起后可能达到一种不粘的稠度时更是如此（图 6）。化学分析可能有助于认定油类。

其他以散装形式运输的精炼型石油产品（例如汽油或煤油）相当容易挥发，由于它们会快速扩散并且蒸发速度很高，因此在泄漏后不太可能会存留下来。



▲ 图 1：沙滩上的新鲜原油和残骸。这种油通常呈黑色，粘度处在中低水平。

船舶发动机中使用的润滑油相对而言较不易挥发，是个例外。这种油可能与汽车发动机所用的油类似，堆积在沙子上时往往会形成透镜或圆盘状。其他一些油在泄漏后可能也会呈现出这种形式（图 7）。

润滑油、润滑脂和液压液作为废油积聚在船的舱底。如果未遵循正确的油 / 水分离和监控规程，或者关联的设备失灵，那么从船上排放含油舱底水可能会造成污染。

油类进入大海的途径还有：城市向河流排放污水、陆上工业排放以及城市下水道排放污水。不过，这些排放物中的油类浓度很少会高到可以造成严重海岸污染的程度，但有时在波浪在沙滩上留下的潮痕中可能会看到棕色的油带或油膜。

在海岸线上遇到的一些油可能并非来源于矿物，因为动物脂肪和植物油也以散装运输。这些非矿物油



▲ 图 2：已乳化的原油。这种油中吸入的水分已经导致其颜色出现了典型变化：变为深橙色。（图片由美国国家海洋和大气管理局 (NOAA) 惠供）。



▲ 图 3：新鲜原油，在本例中相对呈流质状态，颜色为黑色。



▲ 图 4：已乳化的重质燃油，十分粘稠且呈棕色。



▲ 图 5：已乳化的重质燃油的特写图片，显示了其极为粘稠的特点。由于这种油中的含水量高，这降低了它附着在下面的底物上的能力。



▲ 图 6：沙滩上经过风化的油类。



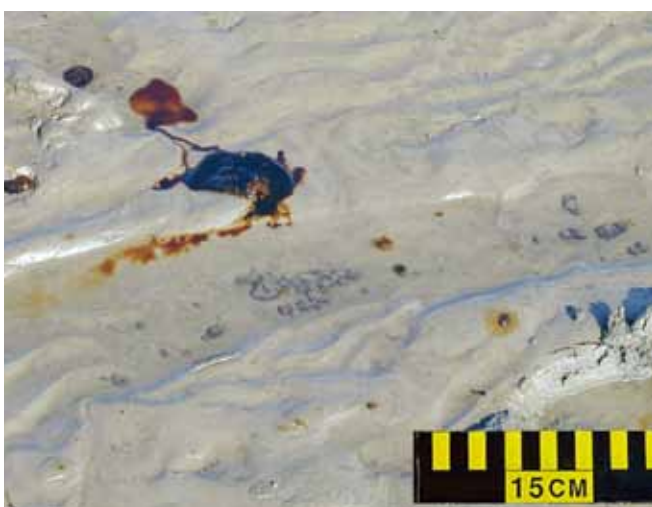
▲ 图 7：一种在润滑油生产过程中使用的半透明基础油在水面上形成了透镜状。这种油由于无色，因此难以量化。



▲ 图 8: 多岩石海岸线上由棕榈油形成的灰色水混油乳状液。



▲ 图 9: 沙滩上散布的油块。



▲ 图 10: 新鲜的油块。



▲ 图 11: 满是砾砾的海滩上散发的光泽。

泄漏到水面上后，可能会呈漂浮状态，其具体表现与石油类油相似。一些属于这种类别的油会散发出特有的、不同于石油的腐臭气味，在外观上可能呈半透明、白色或鲜艳的黄 / 红色，具体取决于处理程度。乳状液可能也呈黄 / 红色或灰 / 白色（图 8）。例如，棕榈油、菜籽油和橄榄油就属于非矿物油。

油类在海岸线上的外观和持久性

在预测油类可能自然而然地积聚在何处时，了解漂浮的残骸聚集在何处十分有用。例如，小型的海湾和水湾以及防波堤、防洪堤及其他人造建筑下方就是被困的油类可能会再活化并随后污染其他区域的地方。

搁浅的油类的外观、持久性和影响在很大程度上取决于海岸线的类型：从光秃秃的多岩石海

岸、到满是砾石和沙子的海滩，再到有遮挡的泥沼，各色各异。油类污染在厚度或覆盖面上很少是均匀一致的。从大滩的液态油（图 3 和图 4）到程度不等的覆盖面，再到大面积分散的油块（图 9 和图 10）或油膜（图 11），污染形态各色各异。风、波浪和水流常常会导致油类以条纹状或片状而非以连续油层的形式堆积在岸上。在有潮汐的海岸，受影响的区域可能相当宽广，尤其是在平坦、有遮挡的海滩上更是如此；但在其他地方，污染常常局限于接近高水位线的一条狭窄油带。

搁浅在沙滩上的油类可能很快会在随后的潮汐或风的作用下被接下来的沙层覆盖。通过挖掘或采掘可以让埋在干净沙子下面的一层或多层油显露出来（图 12）。

低粘度液态油可能会渗入到沙子里面，能否渗入取决于底物的构造、颗粒大小和水分含量。例如，由小颗粒组成的潮湿石英沙所吸收的油



▲ 图 12：因受到波浪作用而被埋在干净沙子之间的油层。



▲ 图 13：重度油类污染，已渗透到砂石沙滩中。



▲ 图 14：石堤上的轻度油渍。可能很容易将这种现象与藻类生长相混淆。



▲ 图 15：风暴潮过后海堤上出现的重度油类污染。

量要少于粗粒、干燥的贝壳沙的吸油量。较大海滩底物（如细砾、砂石或贝壳）中的渗透可能会非常深（图 13）。

风化过程（例如蒸发、氧化和生物降解）的速度决定着搁浅的油类的持久性。不过，从海岸线上清除油类最有效的过程通常是以矿物或粘土与油类形成的絮凝物形式所发生的磨蚀和自然消散，在温度上升和波浪的作用下，这两个过程会加快进行。从长期来看，风化过程（例如生物降解和氧化）的速度决定着搁浅的油类的持久性。

原本具有很强抗风化能力的油块在强烈的阳光下可能会软化，从而更容易发生降解。另外，坚固表面（例如岩石或海港围墙）上的薄油层可能更难以清除，因为它们在强烈的阳光下可能会牢牢附着在这些表面上（图 14 和图 15）。在波浪的作用下，甚至是持久性最强的油疙瘩最终也可能会减小到仅存一些较小的碎油片，从而更容易

被化学和生物过程降解。在有遮挡的海岸上，波能较少，因此油类可能会存留较长时间。如果油类被埋在柔软的沉淀物下面，那么由于缺乏氧气，它们将免受波浪作用和降解。仅在被埋的油类因侵蚀、耕种或其他行为而再次裸露出来时，才会发生显著分解。另有一篇关于“海洋泄漏油类的最终归属”的论文介绍了影响所搁浅油类的持久性的各种因素。

人们可能会将一些自然出现的特征和过程与油类混淆，图 16–24 中显示了这些特征和过程的例子。岩石池表面覆盖的源于生物作用的银色或多彩膜会呈现出油类的外观，但往往是生物过程（例如细菌降解）产生的结果（图 16）。沼泽地区的泥炭露头现象也会产生类似的效果。有时，对于一些称海岸遭到污染的报告，经过检查后会发现与油类并无关系；岩石上的藻类或地衣（图 17）以及搁浅的海草（图 18）或其他源于植物的物质（图 19）就是很好的例子。此外，烧焦



▲ 图 16：腐烂的海草产生的自然油膜。



▲ 图 17：多岩石海岸线上的地衣。



▲ 图 18：搁浅的海洋植物远看起来与轻度油污十分相像。



▲ 图 19：黑色的植物性物质。



▲ 图 20：沙滩上与油类很像的煤尘。



▲ 图 21：黑沙层和黄沙层会给人留下海岸线受风化的油类污染的印象（请与图 6 对比）。



▲ 图 22：与油类污染十分相像的黑色岩石。

的小木块、煤尘（图 20）、黑沙（图 21）、浮石或其他黑色岩石（图 22）以及潮湿的沉淀物或根部（图 23）可能会被误认为是油类。在有些海滩上，可以向下挖至无氧或缺氧层；这种层次的海滩往往呈灰色或黑色，散发出腐烂植物所具有的硫磺味。这是一种自然特征，不应将它误认为是油类（图 24）。

描述和量化搁浅的油类

为了启动海岸线清理作业和监控这种作业的进度，需要粗略地评估一段海岸线上存在的油量。油类沿海岸线的分布可能显著不均，因此估算搁浅的油量这项任务若非仔细、一致地执行，可能会导致出错。这种评估主要是目测评估，因此，如果油类藏在看不见的地方，例如被之后的潮汐带到



▲ 图 23：深色、潮湿的红树林根可能会与受油类污染的红树林根相混淆（小图）。



▲ 图 24：缺氧沉淀物是一种自然特征，不应将它误认为是受到油类污染。

海岸上的沙层所掩盖（图 12）或者被雪掩盖（图 25），将难以评估甚至无法评估。对于搁浅在满是残骸或海草的海岸（图 26 和图 27）上、红树林（图 28）中或其他类型的植被（图 2）上、多岩石海岸（图 4）上、海防建筑（图 29）上或搁浅在防波堤或码头下方的油类，如不做进一步调查，也将难以准确量化。

在能看见油类的地方，可以分两个阶段解决此问题：

污染范围

首先，可以估计出沿海岸线的总体污染范围，并在图表或地图上标示出来。对于大规模泄漏，空中观察往往是获得大致印象的最为高效、便利的方法。最好使用直升机，因为固定翼飞机的飞行



▲ 图 25：覆盖的积雪可能会掩盖油类的存在。



▲ 图 26：搁浅在满是残骸的海岸线上的油类可能难以量化，因为油类可能藏在看不见的地方。



▲ 图 27：搁浅在满是海草的海岸线上的油类可能同样难以量化。



▲ 图 28：油类可能困在红树林的复杂根系中。



▲ 图 29：油类可能困在海防建筑之间(例如这些四脚护堤块)，从而掩盖了已到达海岸的真实油量。



▲ 图 30：通过在海岸线上徒步观察或“考察地貌实况”，可以更准确地量化污染范围。

速度通常过快，不适合在低空进行详细的海岸观察。有关开展空中观察的更多信息，请参考另一篇关于“海洋油类泄漏的空中观察”的论文。

空中观察一定要与徒步现场抽查（图 30）结合使用，因为，正如前面所讨论的那样，很多海岸线特征远看起来与油类十分相似。应通过仔细观察来找出海岸线特征发生变化的地方或油类覆盖范围似乎发生了变化的地方。对油类进行检查以评估其稠度和气味可能有助于找出这些地方。

除了对油类本身进行描述以外，海岸污染报告尤其应包括的是观察位置、日期和时间，受油类影响的海岸范围和区段，底物的类型，关键的海岸线特征以及观察员的身份。

使用 GPS 和照片非常有价值，可以支持关于海岸线上油类的位置和外观的任何书面说明。参照物（如标尺或笔）可以给观察者一种比例感（图 10 和图 12）。照片还起到记录的作用，可以对照它们来比较后续的污染程度变化。需要多次到油类污染现场进行考察，从特定的参照点进行拍照十分有用，因为这样的话将来便可以轻松地对比它们。

油量

所搁浅的油类量化过程的第二阶段包括，选择一些具有代表性的海岸线样本来计算存在的油量。根据海岸线类型和污染程度将海岸线划分成若干段十分有用。所选的海岸线样本区域应足够小，以便能够在合理的时间内可靠地估算出油量，但也要大到可以代表受到类似影响的整个海岸区段的程度。

应估算出受油类影响的海滩区段的尺寸，如果污染程度一致，油类的平均厚度应比较容易测定。因此，图 31 中的海滩上的油量可以按照所附说明文字中的说明大致估算出来。

如果像图 32 和图 33 中所看到的那样，从低潮线到高潮线油类覆盖程度各异，则应观察具有代表性的一条海滩带（例如从海滩最上方一直延续到水边的一米宽海滩带）。这样，就可以通过目测法确定这条海滩带中几处具有代表性的位置的油厚度，然后乘以该海滩带的面积，根据由此得到的油量数字即可估算出该海滩上的油量。再乘以整个海滩的长度即可估算出总油量，如图示随附说明文字所述。对于其他区段，如果海岸线的性质或者油类覆盖面积有所不同，则需要重复这一计算。

鉴于有一些不可避免的错误来源，以这种方式量化所搁浅油类只能得到大致的数字。沙滩上受影

响面积的计算十分简单，但是应记住油类可能渗透到海滩底物中（图 12 和图 13）。油类渗透量可能随着海滩底物颗粒大小的增大而增多，因此，颗粒越大，越难估计海岸线上的油量。

渗透的油量可能难于评估（图 34），但是如果沙子中油类的饱和度均一，则有一个颇为有用的经验法则，即油类净含量约等于含油沙子深度的十分之一。例如，如果油类已经均匀渗透了 5 厘米的深度，则沙滩下的油量大约为 0.005 立方米 / 平方米 或 5 升 / 平方米。此外，在计算油量时，还需考虑乳化的程度。稳定的水混油乳状液一般包含 40% - 80% 的水，即“净”油量可能仅为所观察到的污染物的五分之一。因此，如果图 31 中观察到的油是包含 70% 的水的乳状液，则整个海滩的净油量约为 2.7 立方米，而不是 9 立方米。不过，在安排海岸线清理事宜时，需要考虑的是污染物总量，即本例中的 9 立方米。

如果在某些情况下，使用上述相对耗时的方法不现实，则可以使用其他定性方法来估算覆盖百分比。例如，污染程度可以描述为“轻度”、“中度”或“重度”，或者根据标准参考值使用类似的术语（图 35）进行评估，也可将受到油类污染的海岸线与本篇论文第 10 页中的图片进行比较来加以评估。单块或零散的多块经过风化的油类可以根据其大小进行描述。

通常，对搁浅的油类进行量化的最大原因是方便清理。因此，最实用的数字是含油物质的总量而不是泄漏的油量，因为任何与油类混在一起的残骸、沙子或水也需要清除。不过，需要注意的是，在沙滩上清除渗透了油类的沙子时，需要清除的物质质量可能比海滩上的油量高出 10 倍之多。这可能会带来海滩侵蚀以及如何暂时存放并最终处理所收集物质方面的问题。有关此问题的更多建议，请参考另一篇关于“海岸线油类清理”的论文。

海岸线油类污染的量化工作在有些国家 / 地区已经形式化，形成了一种称作 SCAT（海岸线清理评估小组或方法）的过程。在 SCAT 勘察期间，由经过合适培训的人员有条不紊地使用特定的标准术语在准备好的表格中记录有地理参照物的观察结果，如图 35 中所示。使用此类描述和定义，可以对比观察结果随时间的变化、在不同现场观察到的结果和由不同观察员观察到的结果，从而可以以一种有立体感的方式了解海岸线油类污染的性质和范围。

通过量化和描述油类所得到的信息可以在应对工作的各个阶段使用，其中包括：应对作业的决策制定和计划阶段、监控阶段、终止阶段以及任何后续的损害评估阶段。了解海岸线油类污染的完



重度油类污染

图 31：一条 300 米长的沙滩受到重度油类污染。

可以按照以下方式计算油量：

平均油厚约为 1 厘米

从高潮线到低潮线的油带宽度大约为 3 米

$300 \text{ 米} \times 0.01 \text{ 米} \times 3 \text{ 米} = 9 \text{ 立方米}$ 总体积
或者

$9,000 \text{ 升} / (300 \text{ 米} \times 3 \text{ 米}) = 10 \text{ 升} / \text{平方米}$
或者

每条宽一米的海滩带的油量大约为 30 升



中度油类污染

图 32：一条 500 米长的沙滩受到中度、断断续续的油类污染。

可以按照以下方式计算油量：

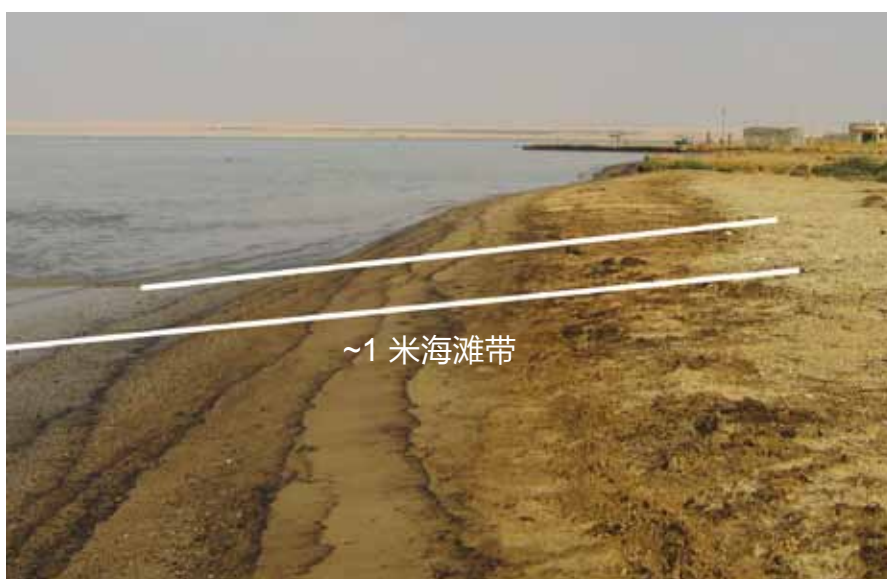
平均油厚约为 1 毫米

从高潮线到低潮线的油带宽度大约为 5 米

$500 \text{ 米} \times 0.001 \text{ 米} \times 5 \text{ 米} = 2.5 \text{ 立方米}$ 总体积
或者

$2,500 \text{ 升} / (500 \text{ 米} \times 5 \text{ 米}) = 1 \text{ 升} / \text{平方米}$
或者

每条宽一米的海滩带的油量大约为 5 升



轻度油类污染

图 33：一条 200 米长的沙滩受到轻度、不均匀的油类污染。

可以按照以下方式计算油量：

平均油厚依然是 1 毫米，但在本例中这种厚度的油仅覆盖从高潮线到低潮线的海滩宽度的 10% 左右

油带宽度约为 5 米

$200 \text{ 米} \times 0.001 \text{ 米} \times 5 \text{ 米} \times 10\% = 0.1 \text{ 立方米}$ (100 升) 总体积
或者

$100 \text{ 升} / (200 \text{ 米} \times 5 \text{ 米}) = 0.1 \text{ 升} / \text{平方米}$
或者

每条宽一米的海滩带的油量不到 0.5 升



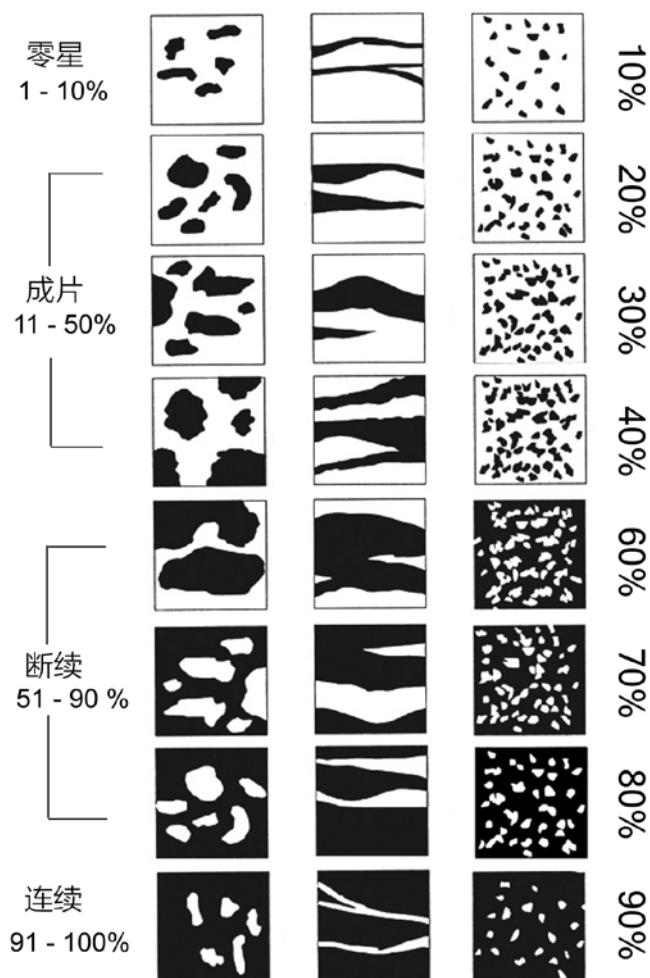
▲ 图 34：找到被埋的油类并量化其范围可能是一项十分困难的任務。

整性质和范围对于比较受油类污染的各个现场并排定它们的优先级而言十分重要。这将有助于根据受影响区域的规模以及油量及 / 或受油类污染的物质质量，计划进行海岸线清理所需的资源、人力和时间。

采样指导方针

造成损害或者需要进行海岸线清理的油类污染可能会导致索赔。这种情况下将需要提供证据才能将所造成的损害或费用与污染源关联起来。有时很容易证明存在这种关联，但也有一些时候有必要对从可疑污染源和受污染现场采集的油类进行化学分析。化学分析的成本十分高昂，在出现争议时，只为分析一些关键样本而采集并保存大量不同样本是严谨的做法。

出于评估环境损害的目的进行采样时，务必要将对受污染区域进行化学分析后所得的结果与从事件发生地附近类似但未受影响的环境中采集的参考样本进行化学分析后所得的结果进行比较。有关更多详情，请参考另一篇关于“海洋油类泄漏的采样和监视”的论文。



▲ 图 35：油类覆盖百分比示意图，用来对污染进行可比较的量化估算。（改编自 Owens, E.H. 和 Sergy, G.A. 2000 年发表的 SCAT 手册第 2 版。该手册是可指导如何记录和描述受油类污染的海岸线的现场指南。适用于加拿大埃德蒙顿和亚伯达的环境）。

要点

- 考虑海岸线上油类可能的来源并注意其物理外观和气味常常会为其认定工作提供线索。
- 海岸线上的很多特征与油类十分相像，因而可能会被误认；鉴于此，就油类污染报告进行更加仔细的考察是明智之举。
- 可以使用简单的方法来得到所搁浅油量的有用估算结果，但精确计算出油量是不可能做到的。
- 在计划合适的应对工作时，核对有关油类位置、类型和估计数量以及海岸线类型的信息至关重要。

技术资料论文

- 1 海洋油类泄漏的空中观察
- 2 海洋泄漏油类的最终归属
- 3 油类污染应对措施中的栅栏应用
- 4 使用分散剂处理油类泄漏
- 5 油类污染应对措施中的撇浮装置应用
- 6 海岸线油类识别
- 7 海岸线油类清理
- 8 油类泄漏应对措施中的吸附剂材料应用
- 9 油类和残片的弃置
- 10 油类泄漏事故处理的领导、指挥和管理
- 11 油类污染对渔业和海洋生物养殖的影响
- 12 油类污染对社会和经济活动的影响
- 13 油类污染对环境的影响
- 14 海洋油类泄漏的采样和监视
- 15 油类污染索赔的准备和提交
- 16 海洋油类泄漏的应急计划
- 17 对海洋化学品污染事故的应对措施



国际油轮船东污染组织 (ITOPF) 是一个非营利组织，旨在代表世界各地的船东及其保险公司促进对油类、化学品和其它危险物质的海洋泄漏采取有效的应对措施。提供的技术服务包括紧急事故抢险、清理技术咨询、污染危险评估、协助进行泄漏应对措施规划和提供培训。ITOPF 为您提供全面的海洋油类污染信息，借鉴 ITOPF 技术人员的丰富经验编写了一系列论文，本文是其中之一。本文中的信息可以在事先获得 ITOPF 明确许可的情况下进行复制。有关进一步的信息，请联系：



ITOPF LTD

1 Oliver's Yard, 55 City Road, London EC1Y 1HQ, United Kingdom

电话: +44 (0)20 7566 6999

电子邮件: central@itopf.org

传真: +44 (0)20 7566 6950

网站: www.itopf.org

24 小时热线: +44 (0)20 7566 6998