



导言

国际油轮船东污染组织 (ITOPF) 的统计数据显示, 绝大多数漏油源为船只的油类泄漏事件都发生在靠近海岸的海域。由于对抗海上浮油的活动通常会受时间、天气或其他约束条件限制, 因此为防止油类到达海岸线而采取的措施可能只会取得部分的成功。如果油类还是到达了海岸线, 那么可能需要付出相当大的努力才能清理受影响的区域。因此, 在应变计划中作出全面且经过周密预演的海岸线清理安排至关重要。

在清理海岸线时可以采用的方法都是相当直观的, 通常不需要专业设备。不过, 方法不当和组织不力可能会加剧油类本身造成的损害。

本篇白皮书介绍常用的海岸线清理方法, 并针对各种不同海岸线就哪些方法最合适作业的每个阶段提供建议。

总体策略

要选择最合适的清理方法, 需要快速评估污染程度和类型, 以及受影响海岸线的长度、性质和易进入性。在决定优先措施时, 需要考虑海洋环境相矛盾的要求。例如, 在市区地带使用时可能要求采用可以快速、有效地清除油类的方法, 但这些方法可能与环保方面的考虑相抵触, 后者可能要求采用不太激进、较慢的方法。在这种情况下, 必须为整个应对作业在这些可能相冲突的利益间达成一种平衡, 还必须逐现场达成这种平衡。

清理作业常常分以下三个阶段考虑:

- **第 1 阶段 – 应变阶段:** 回收在海岸线附近漂浮的油类以及岸上成滩的大片油类;
- **第 2 阶段 – 项目阶段:** 清除搁浅的油类以及受油类污染的海岸线物质;
- **第 3 阶段 – 完善阶段:** 根据需要, 最后清理轻度污染并清除油渍。

在初始阶段, 将会以紧急通知形式调动资源以便尽可能快地作出应对, 例如为了最大限度地降低油类沿海岸线移动并造成更大损害或影响野生生物的能力。进展到第二阶段时, 可能便得以更加深思熟虑地签约聘用资源, 甚至可能还可以通过招标方式部署工作。虽然第 2 阶段称作项目阶段且常常是海岸线清理工作中最为旷日持久的环节, 但应将此阶段视作对油类泄漏所造成的紧急情况总体应对工作中的一环, 而不应将其视作较长期的项目管理。



▲ 图 1: 人工清除大片油类。以人工方式有选择性地从海岸线回收油类可以最大限度地减少清除的干净物质量。

根据所遇到的情况, 可能并不需要一步步开展上述每一个阶段。在一些情况下, 整个作业可能用一个阶段完成; 而在其他一些情况下, 第 1 阶段和第 2 阶段可能会合并到一起。在很多情况下, 完成第 2 阶段后, 剩余的任何油类可能最好留待自然风化和降解。

在每一种情况下, 第一要务就是尽可能快地将浮油堵在海岸上加以回收, 以防其移往之前未受污染或已清理过的区域 (图 1)。对于厚厚积累的已搁浅油类也是如此, 这些油可能会在后续潮汐的作用下再活化。在进行回收的过程中, 可能可

以使用栅栏将油类困在海岸上。不过，这种策略在环境敏感型海岸线上可能不适用，在这种海岸线上，让油类移往较不敏感的区域或更容易接触它的区域可能更为可取。

回收可能会移动的油类后，可能便有必要在以下两种选择间折中：等待海上剩余的所有油类都上岸，以免多次清理同一区域；或者立即开始第二阶段的作业，但油类可能会被接连的潮汐所掩埋，尤其是在沙滩上更是如此。解决方案常常是重点清除最易接近区域中油类最厚的地方，而不是立即尝试完成此阶段的工作。

从很多事件中得出的经验表明，对油类泄漏事件的整个应对工作中成本最高且最耗时的环节是所收集废物的处理或处置。除非存在其他更重要的因素，否则所选的清理方法应该是使收集到的待清除废物量达到最小水平的方法。这样选择还有另外的益处：可以最大限度地减少之后需要存放、运输并最终处理 / 处置的物质质量，同时降低海岸线受到侵蚀的可能性。

对于很多类型的海岸线而言，清除油类的所有痕迹将是难以做到或不可取的。因此，海岸线或特定工作现场足够干净后才允许工作停止并非是明摆着的事实。一个重要因素是受影响区域的“用途”，这是以从环境、社会和经济方面考虑其具有的相对重要性来衡量的。油类位置在重要性和敏感性方面的季节性变化及其可能受到自然清理的程度，也像成本问题一样，是进一步的重要考虑事项。随着海岸上剩余油量的减少，成本也变得越发重要，因为为完成进一步清理而需要的工作量和开支相对于清除的油量而言会不成比例地增加。因此，通常只有低能且极为注重市容的区域在旅游季节期间或者快要到旅游季节时才需要

开展彻底的最后清理阶段的作业，从而清除油类的痕迹和油渍。

清理作业的终止条件通常是在由应对作业中所涉各种组织的代表组成的小组（图 2）进行检查后共同讨论、商定的。为了达成所需的共识，务必要了解所用海岸线清理方法的局限性，并且清理作业的目标务必要切合实际且及早达成一致，最好在开始清理作业前就要在这些目标方面达成一致。理想的情况是，检查小组的成员自始至终参与事件的应对工作，以便可以对照初始情况认定清理作业所取得的成效。

清理方法

有多种方法可用来清理受影响的海岸线。有些方法可能适用于多个阶段的应对工作。特别是，第 2 阶段中的有些方法也可以在第 1 阶段或第 3 阶段使用。因此，方法分成第 1 阶段和第 2 阶段的方法或者第 2 阶段和第 3 阶段的方法。

大片油类的清除与沾油海滩物质的处理（第 1 阶段和第 2 阶段）

泵、吸油卡车和撇浮装置

在海岸线边上相对平静的水面上积聚的浮油是陆路油车可以接触到的，通常可以使用泵、吸油卡车或撇浮装置（如果水域足够深）加以回收。吸油卡车的效率因所泄漏的油类型和油量以及泵和油罐的容量而异，但回收速度通常为每天回收 20 立方米的油类。可以通过使用与吸油软管相连的导流坝撇浮装置和使用栅栏将油类集中在更



▲ 图 2：通过安排应对工作的各参与方共同展开调查，可以使他们就适当的清理方法以及清理到何种程度可以终止清理作业达成一致。



▲ 图 3：使用绳式拖把撇浮装置和真空泵从海岸线回收液态的大片油类。



▲ 图 4：农用油罐车正在回收已被推送和冲入沟渠中的油类。



▲ 图 5：被用来从港口区域回收油类的土木工程机械设备。在这种情况下，水温低于油类的倾点，导致油类变成半固态，因而无法使用撇浮装置加以回收。



▲ 图 6：在沾油的海岸线上使用机械设备可能会造成额外的污染。在此图中，拖拉机驶过一片含油区域后，将油类压入到了海滩中。

靠近海岸的位置，来减少随油类回收的水量，从而提高效率（图 3）。

对于潮沙海滩和细砂石海滩所受到的重度污染，可以将油类冲到或扫入所挖的与水面边缘平行的沟渠中（称作“挖沟”）。可以使用泵、吸油卡车或油罐车清除收集到此沟渠中的油类（图 4）。这些沟渠通常仅存在一个潮汐周期的时间，并且除非已完全填满或者已事先清理，否则剩余的油类可能会混入底物中。沟渠的位置应仔细确定，以便可以在之后的低潮时间加以重用，并且可以在应对工作的后期阶段对沟渠进行最后清理。

如果风平浪静的条件可能会盛行一段时间，则可以在高水位线下方一点挖沟渠，以将其用作回收油类的导流坝。在高潮期间或者在风力作用下水位上升期间，集中在水面边缘位置的油类会流入这种沟渠内，并在海水退去后会依然留在沟渠内，因而随后便可以将它们泵入储油容器中。

通过泵和撇浮装置回收的油类将需要转移到临时储放设施（例如桶或便携式储放罐）中；可以使用吸油卡车抽空这些容器，也可以将其中的油类泵送到油罐车中。为了优化运输物流，应允许先将随油类回收的所有游离水沉淀下来并倒出，然后再从现场运出，但须遵照当地法规的要求。

机械回收

高粘度油类、重质乳状液或低于倾点的半固态油类可以用挖土机挖斗或抓斗直接从海面上挖出并放入卡车或槽车中（图 5）。需要由技能娴熟的人来操作，以便最大限度地减少回收的水量。如果机械设备要在水中作业，并且对潮汐和海底地貌并不完全清楚，则应在这方面格外注意。在有沼泽的海岸线上，需要在两个方面之间达成一种平衡：一是需要回收大片油类以防其再活化到其他区域；二是重型机械设备对底物会造成额外的损害，这种损害可能需要很长时间才能自然复原。

在容易进入且开阔的海岸线上，尤其是在沙滩上，可以使用多种非专业的土木工程机械设备（如平路机、前端式装载机和挖土机）来回收和清除搁浅的油类及受到污染的物质。例如，在结构紧密的沙滩上使用平路机可能会在油类稍稍渗透到表面中时能够成功回收它们。可通过调整平路机的刮板来刚好刮去海滩表面，这样油类和沙子就会被拉成与海岸线平行的条状，供前端式装载机回收。可以通过类似方式使用前端式装载机或推土机来刮海滩，但不可避免地会有大量下层干净沙子被回收；此外还须特别谨慎，因为这种重型设备还可能会使油类混入到原本干净的底物中（图 6）。



▲ 图 7：使用重型机械设备直接回收时，废物中干净物质所占的比例很高，油类含量非常低。



▲ 图 8：人工将油类及沾油海草清除到一个可伸缩的挖斗中。采取这种方法进行清理时可以选择含油物质而不选干净的物质，从而最大限度地减少了废物量。



▲ 图 9：使用铁铲人工回收并装入袋子中的一片搁浅燃油。



▲ 图 10：将小袋废物整合成容量为一吨的更大“集装袋”，以便于运往处置场所。

重型机械设备一天可以回收多达 400–800 立方米 物质，可以以此作为指导标准。不过，这么大的体积中仅有 25% 是油类和沾油物质，其余 75% 则是干净的未沾油物质。干净物质和沾油物质在回收后将会混在一起，从而产生大量的沾油废物（图 7）。相比较而言，一名工人通常每天可以回收 1 到 2 立方米干净物质含量最少的沾油沙子。所回收物质的含油量差别很大，但一般而言，以机械方式回收的海滩物质的平均含油量通常为 1–2%，而以人工方式回收的海滩物质的平均含油量则通常为 5–10%。

通常，结合使用重型设备回收与人工回收是回收受污染海滩物质的更可取做法。以人工方式回收的沾油沙子、海草或其他物质可以堆成堆、装袋或装入其他按一定间距沿海滩摆放的容器中。随后会使用前端式装载机将回收的物质运到临时储放设施，例如运到海滩最高点。另外，也可以将沾油物质直接铲进装载机的挖斗中（图 8）。为

防止油类在海滩上扩散，应将现场划分成干净区域和脏区域，让重型机械设备从干净的一侧进行施工。

人工回收

采用人工方式回收油类和受重度污染的海岸线物质在所有类型的海岸线上都是合适的，不过在机车无法进入的敏感海岸和区域则尤为有用。使用手持式工具的工作人员可能比仅使用机器设备的方法更具选择性，因为这样可以最大限度地减少回收的下层干净物质量。尽管人工清理可能需要用到大量的人力，但以人工方式清理的海岸线由于底物受到的物理干扰更少，因此其总体复原速度往往更快。

可以使用已钻孔（以排去多余的水）的耙子或铲子回收在水面边缘漂浮的高粘度油类或乳状液，然后将它们转移到合适的容器中以便之后从海岸



▲ 图 11：较小袋沾油废物在整合成容量为一吨的“集装袋”后，被运到一个登陆艇上面，以便从隔离的海岸线上清除。



▲ 图 12：沿结构紧密的沙滩刮原油，以便将它们收集到沟渠中，然后用吸油卡车加以回收以便接下来运往处置场所。



▲ 图 13：在多岩石海岸线上回收的油类临时储放在大型的开口桶中。需要使用泵将这些油转移到悬崖顶上，然后再转移到油罐车上。

线上清除。可以使用铁铲直接将已严重乳化、粘稠或与沙子混在一起的已搁浅油类铲到塑料袋中（图 9）。如果这些袋子的重量不超过 10–15 公斤，那么后续的人工搬运就简单了。为支撑这一重量，袋子材质的线规号应至少达到 500 (>125 微米)；瓦砾袋或化肥袋是理想的袋子。为降低袋子破裂的可能性，用两层袋子进行装盛（即用一个袋子套另外一个袋子）可能是合适的。线规号较小的袋子暴露在阳光下时会很快变质，从而使他们所装的物质泄漏出来，导致二次污染。聚丙烯编织袋（例如用于运输糖和大米的那些袋子）可能会很有用，但在阳光或高温下可能会沥出油类。

将袋子从海岸线运送到位于海滩最高点的中途停留站或运送到临时储放设施对于防止它们被冲走和所装物质漏出来而言很有必要。袋子或其他容器可以装到前端式装载机、卡车、沙滩车、拖车、登陆艇等上面。在有机械搬运设备的情况下，可以将较小的废物袋整合成一个较大的吨袋（称作集装袋、吨包或特大袋）（图 10 和图 11）。可以直接使用容量为一吨的袋子来存放沾油的吸油材料及其他沾油残骸。应将装满的袋子放到塑料纸上，以便最大限度地减少在存放期间可能会沥出或漏出的油类所产生的二次污染。

可以用刮板将结构紧密的沙质海岸上的液态油推入沟渠中以进行回收（图 12）。在其他海岸上，可以使用铲子、挖斗或泵装填垃圾箱、容量为 200 升的开口桶和罐或者容量为 1 立方米的开口中型散装容器（IBC）。再次强调，应将容器摆放在高水位线上方。装满后，通过人工将很难搬运，因此仅在有机机械搬运设备可以使用或者其中所装的物质可以泵送到进一步的储放设施中（图 13）时，才应使用这些类型的容器。另外，以“人接人”的方式使用桶将油类从水面边缘转移到临时储放设施可能更为可取（图 14 和图 15）。

在可以安全作业的条件下，有时可以用小船运载罐或其他容器来存放在海岸线附近回收的油类。前面提到的在搬运完全开口式容器方面存在的问题在这种情况下可能更会显露出来。

在特殊情况下，液态油可能会与吸油物或其他材料混在一起，因而可以将其作为固体进行搬运。这样便可以使用叉子和耙子回收吸油物 / 材料 / 油类混合物，因为所产生的混合物是无法泵送的。这种方法将显著增加所产生的废物量，并且可能会增加额外的吸油物或材料采购成本。合成吸油物通常远贵于可在当地取得的天然材料，例如稻草、用椰壳纤维或稻秆制作的席子、甘蔗渣（甘蔗纤维）或脱落的树皮，这些材料可以用作吸油物替代品。由于废物增加，因此诸如挖沟等替代方法更为可取，应在混合前探讨这些替代方法。

冲洗

冲洗方法采用大量低压水来将搁浅或被埋的油类从海岸线上冲走。最常采用这种方法的两种情况是，清除困在沉淀物中的油类和从敏感的海岸线上清除油类。

清除困在沉淀物中的油类

油类可能会因自然渗漏、被埋在潮汐运动或风暴过后所沉积的干净沉淀物下面或者清理活动而与底物（沙子、砂石、细砾等）混在一起。在很多情况下，冲洗可能是清除受污染海岸线物质的一种可行的替代方法，可以大幅减少废物量。

海水由便携式水泵（抽取速度为 30–60 立方米 / 小时的离心自吸泵）抽取后，流经入口处的过滤器或筛网，然后通过软管释放到喷杆或喷嘴。一米长的塑料管最适合用作人工冲洗时的喷杆。为了使被埋的油类释放出来，需要将水注入底物中以产生搅动作用，从而将油类搅到表面上来。对于有大量卵石和细砾的海滩，有时会沿海滩顶端倾倒更多的水以便将海岸线淹没，从而促进流动（图 16）。

对于在水位线上方进行的冲洗，释放出来的油类可能会沿着沟槽流入现有的天然池中，或者流入特意为此建造的坝、坑或沟渠中。在风平浪静的条件下，可能能够将油类冲入海中，在海中便可以用很短的轻质围堵栅栏或吸油栅栏将油类围堵起来；吸油栅栏可能还可用于回收油类。另外，根据海岸线上的油量、进入海岸线的途径以及海岸线的性质，可能也可以使用撇浮装置、泵或吸油卡车来回收油类。对于在水位线下方进行的冲洗，可以在释放出来的油浮到水面上时直接加以回收。

从敏感或无法进入的区域中清除油类

也可以采取用水冲洗海岸线的做法从敏感海岸线（例如沼泽区域和红树林）冲洗液态油和沾油残骸。低压冲洗与其他更具侵入性的方法相比，可以降低对海岸线及关联动植物造成物理损害的可能性。这些类型的海岸线通常与平静水域关联，因此通常使用吸油栅栏或围堵栅栏和撇浮装置在靠近海岸的水面回收被冲出来的油类。

还可以采取冲洗的方式来帮助从无法进入的区域（如图 17 中的岩石区域）、海防建筑（如四脚护堤块或抛石）内以及由桩或柱支撑的防波堤或码头下方清除油类。可以从陆地上通过软管来冲水，也可以从大海那一侧用船上的消防水龙带或消防炮来冲水。可以用船的推进器在建筑内或下方形成水流，以促使油类流出来以进行回收。



▲ 图 14：工作人员以人接人方式搬运成桶的油类以及装有废物的袋子，以便快速从海岸线上清除大量废物。



▲ 图 15：工作人员以人接人方式将桶中所装的油类及沾油海滩物质倒入一个供临时储放用的槽车中。



▲ 图 16：用通过喷杆和多孔管供应的低压水将埋在沙滩中的油类冲出来。此外，还以人工方式搅动底物以促使油类与沙子分离。然后，使用工作区周围的吸油栅栏回收油类。



▲ 图 17：使用低压水从岩石间冲洗油类，以使其能被海岸线更下方的吸油材料回收。



▲ 图 18：将轻度污染的沙子移往潮间海浪区域，以使其在之后的潮汐期间得到洗涤。



▲ 图 19：涨上来的潮汐冲洗成堆的沙子，从而使被困油类得到再活化。（图片由 Britannia-Brest 大学的 Bernard Fichaut 惠供）。



▲ 图 20：转移到海浪区域进行洗涤的沾油卵石。

海浪洗涤

海浪洗涤方法采用自然清洗过程，通常在光秃秃的满是沙子、砂石、细砾或卵石的海岸线上使用。潮间海浪区域中的波能可以从受污染的海滩物质中清除油类，并通过水体使这些油类得以消散。海浪洗涤在原理上与冲洗类似，但依靠海浪的自然能来提供冲洗作用，所用的水量远大于泵可以输送的水量。这种方法在沉淀物颗粒之间产生的搅动和磨蚀有助于将油类从底物中释放出来，并且可以会将其分解成油滴，从而通过非常细小的沙子和泥土颗粒稳定下来；这一过程称作“粘土与油类的絮凝”或“油类与矿物的聚合”。这些絮凝物或聚合物接近于中性浮力，会广泛消散在海洋中。

应先使用本篇论文前面部分所述的方法清除海岸线上存在的任何大片油类。然后，在低潮时以人工方式或使用重型机械设备将剩余的轻度到中度污染的待处理海滩物质从上部海岸转移到海浪区

域（图 18）。涨来的潮水会使沿海岸线分布的底物活化并重新分布，从而在这一过程中将油类释放出来（图 19）。如果初次洗涤不足以将污染清除到期望的程度，则可以根据需要重复这一过程。

释放出来的部分油类可能会移往更高的潮线，从而可以通过人工方式加以回收。另外，也可以使用吸油物（尤其是溢油吸收丝团）或小眼网（就像在建筑行业用来在脚手架周围控制灰尘和残骸一样）来回收再活化的油类。已经发现，如果网的一端固定在海岸线上、另一端在海中自由移动，这种情况下网的使用效果最好。

如果要解决被埋油类问题，同时又不大规模清除物质进行异地处置，那么这种情况下海浪洗涤尤为有用。不过，可能需要在经过多个潮汐周期后再复原海滩原貌，因为需要强有力的波浪作用才能掀起堆积在海滩上的较大石块（图 20）。因此，

在将沾油底物向下移到海浪区域前，应考虑出现较长期侵蚀的风险。

在海岸线清理工作的后期阶段使用的方法（第 2 阶段和第 3 阶段）

清除并处理大片油类和重度沾油的海岸线物质后，工作可能会转向使用以下一种方法或结合使用以下多种方法来清理其余的受污染区域。

高压洗涤

高压洗涤方法在大多数硬质底物和表面上都可以采用，但通常在自然清理可能不充分或过慢而无法满足能体现市容或极为显眼的海岸线上的休闲或美观要求时使用（图 21）。这种方法常常用来从商业区的岸壁上清除油类。可以使用热水、也可以使用冷水，具体取决于设备供应情况和油类型；在去除较为粘稠的油类时，需要使用温度较高的水。

这是一种激进的方法，尽管高压 / 冷水 (HP/CW) 洗涤与热水 (HP/HW) 相比造成的损害可能更小，但还是会不可避免地破坏生活在硬质表面上的很多海洋生物，如帽贝或地衣。对表面本身的一些损坏（尤其是对已使用了较长时间的混凝土、砖造物或软岩石造成的损坏）也可能发生，特别是在使用极高压力时更是如此。

对于 HP/HW 洗涤，建议使用介于 70° C–95° C 的工作温度。不建议使用更高的温度，因为蒸汽的效果不如有压力的水。建议采用的压力为 50–150 巴，流速为 10–20 升 / 分钟。根据油的类型、其风化程度以及其厚度，一名使用单个喷杆的操作人员能够以 1-3 平方米 / 小时的平均速度清理光滑平整的表面，如混凝土墙。对于粗糙的表面和难以进入的区域，所用的清理时间可能会显著增加。

如果使用盐水而非淡水，则可以减轻作业后勤工作。不过，海水会快速降解机器内部的密封件和活塞，从而将需要更加频繁地进行机器维护。除非已经供应了备用零件且在作业持续期间现场有合格的机修工，否则不应考虑使用海水开展作业。此外，还需要有安装了可避免海洋残骸堵塞系统的过滤器或筛网的潜水泵来向机器供水。在可能的情况下，应在水泵与压力清洗装置之间安置一个临时储水箱，以起到缓冲的作用（图 22）。在容易取到淡水的情况下，作业开展过程中出现的故障和中断应该会更少。如果机器是租来的，那么除非预先经过同意，否则使用盐水可能会违反租用条款。



▲ 图 21：对市容海滩上方的一个悬崖面进行高压洗涤。油类在风暴中被拍打到上方的悬崖上，如不加以清理，可能会存留一段时间。



▲ 图 22：对远处的岩架进行高压清洗。用泵将海水抽到临时储水箱中，以供邻近的高压机器使用。



▲ 图 23：先对油渍施用海岸线化学清洗剂，然后再对其进行高压洗涤。

通过高压洗涤方法释放出来的油类可以使用放置在待清理表面底部的吸油板加以回收，此吸油板还用来最大限度地减少飞溅回邻近的已清理工作表面上的情况。在某些情况下，释放出来的油类可能会移往水面边缘，在水面边缘，可以用栅栏将它们围堵起来加以回收。通过冲洗，可能有助于引导释放出来的油类移往围堵区域。

经过高压洗涤后有些表面上依然存留的油渍通常会随着时间的推移和风化的作用而逐渐消失。不过，市容地带可能要求进行进一步清理，尤其是在旅游季节更是如此。这可以通过进一步进行高压洗涤和 / 或有针对性地使用清洗化学品（图 23）来做到。在热带和亚热带环境中，热水洗涤可能不如在温带气候中有效，因为暴露在阳光下时油类可能会被烤干在岩石上。

高压洗涤与化学品结合使用

在某些情况下，通过用适当的化学品预先处理油渍，可以增强高压清洗的效果。

海岸线清洗剂是为从硬质表面上清除油类而专门设计的，无消散作用，从而使释放出来的油类能够得到回收。应遵照生产商建议采用的施用率，并且应将所产生的混合物冲洗掉，最好用适度加压的冷水冲洗。仅应使用已获得国家监管机构批准的产品。

通过用力在油膜上刷**消散剂**可以产生能够冲洗掉的混合物，通常都是用适度加压的冷水冲洗。可以通过估计油类厚度和使用浓缩消散剂与油类之比为 1:20 的剂量率，来计算出合适的施用率。例如，估计为一毫米厚的油膜相当于每平方米有一升油，因而每 20 平方米沾油表面需要使用大约一升消散剂。

对于很多油类而言，所产生的混合物都将消散在附近的水中，从而妨碍回收。吸油材料对消散的油类一般不起作用。不过，在某些情况下，特别是在对粘稠油类使用时，消散剂仅仅起到从表面释放油类的作用，而不会产生消散效果。因此，应回收已释放出来的油类，以防再度污染。

很多潮间和近岸物种对消散的油类都很敏感。因此，应仅限在海岸线上水体流动足以让消散的油类快速得到稀释的区域使用消散剂。法律可能禁止在海岸线上使用消散剂，但在允许使用消散剂的情况下，仅应使用规定使用的产品。

在特殊情况下，在有限且明确界定的区域中，对有必要清除所有油类痕迹的地方进行了喷沙。为降低这种方法的磨蚀性，采用的载体媒介是水而非空气。不过，这对于下层表面而言可能具有很大的破坏性。



▲ 图 24：混凝土搅拌车在清洗细砾和小卵石后放出的污水。

细砾 / 卵石洗涤

可以在混凝土搅拌车的转筒中或在专门建造的设施中成功清洗细砾和卵石。对于转筒容量为 7.5–10 立方米的搅拌车，已能达到大约每小时 5–6 吨的批次吞吐量。沾油石块会与溶剂（如无味煤油）或表面清洗剂一起装入搅拌车，经预先搅拌后再加水。溶剂与沾油底物的指导比率为 1:50，但这要取决于沾油程度。快速搅拌大约 5 分钟后，减慢搅拌车转筒的转速，然后加满水。经过简短的搅拌后，会再加一些水，同时让搅拌车以非常慢的转速转动，从而使释放出来的油类从搅拌车中冲入一系列便携罐中，在这些罐中，可以将油类分离并撇出来（图 24）。应再次循环加入尽可能多的水来洗涤后续批次的物质。

三十至六十分钟的冲洗通常足以从一个给定批次中将大部分油类释放出来。卸出来的细砾尽管只存在轻度污染，但可能仍有轻微的油腻感，这个问题可以通过海浪区域中的自然清洗加以解决。如果有充足的搅拌车，则可以通过将所有必要设备（例如装载机、泵和储放罐）集中到一个位置来建一个“清洗站”。这样可以优化这种成批处理过程，例如，向一辆搅拌车上装载石块时，另一辆搅拌车正在进行清洗和冲洗，第三辆搅拌车则正在卸下清洗好的石块。

经验表明，经过几个批次后，搅拌筒中可能会积聚一些“细粒”，这些细粒主要是细小的沙子和粘土，常常与细砾和卵石有关。这些细粒可能不够干净，因此不能将它们放回海岸线上，而必须为这类物质找到其他的处置途径。此外，还必须考虑受污染水的最终处置事宜。考虑卵石清洗问题时，需仔细分析这种作业的成本效益以及为支持这种作业而需要的后勤工作。

各种各样的卵石清洗方法中已经包括了将细砾和卵石放入开口的池子或热水浴池中。具体的过程是类似的，只不过搅拌是用挖土机挖斗进行的。对于小片的沾油卵石，尤其是在不可进入的区域，可以使用合适的容器（例如被削去一半的油桶）以人工方式达到同样的效果。

犁 / 耙

从沙子或砂石海滩上清除大片油类和重度污染后，通常还存在一些轻度污染，例如在因在海滩上通行而导致油类混入底物中的地方。在作业的此阶段，沉淀物通常会有油腻感，使用农用设备反复犁或耙浅水域轻度沾油的沉淀物有助于从潮汐海滩上清除剩余的这些油（图 25）。通过搅散这些沾油的沉淀物，可以增加受风化过程作用的油类的表面积，促进粘土与油类的絮凝或油类与矿物的聚合，并使沉淀物中得以充入空气。这使得自然细菌及其他微生物可以更快地降解油类。有时在潮汐周期期间会释放出少量油类，可以通过在高水位使用吸油物来回收这些油类，或者在潮水退去后从海滩表面回收它们。以这种方式重新处理海岸线物质可能会影响在沉淀物上栖息的物种。不过，当海浪洗涤不现实时，这种方法可能尤为有用。

筛沙机 / 海滩清理机

清理沙滩后依然存留的污染通常都是以油块或直径不超过 50 毫米的小块沾油沙子形式存在。可以使用为日常回收海滩垃圾及零碎杂物而设计的机器来回收沾油残骸、较大团的沾油沙子以及油块。通常，通常会沿海滩驱动或牵引这些机器来清除表面（至预定深度），并使所回收的物质通过一个振动或转动的筛网（图 26）。根据网眼大小，所回收的物质将被传送到车上的储料仓，而干净的沙子则得以落回沙滩上。这类机器在回收较小的油块或新鲜、不太粘稠的油类方面可能不会有效果，因为这种情况下油沙凝块往往会因筛网的振动而被打散，从而穿过筛网掉落下来。

可以使用网眼较小的筛分设备（机械设备和人工设备都可）来从人工收集的轻度污染沙子中清除残留的沾油沙子和油块（图 27）。这种方法需耗费大量人力，并且只可能在极为注重市容的区域采用，因为在这种区域有充足的劳动力且最大



▲ 图 25：通过犁的方法将受污染的海滩底物翻到表面上来。之后，涨上来的潮水便会使油类释放出来以便在水面边缘处回收。



▲ 图 26：一台由拖拉机牵引的海滩清理机正在回收油块。



▲ 图 27：用来回收油块的简易筛子。



▲ 图 28：志愿者们正在用抹布擦拭沾油岩石。

限度地减少所回收的废物量是首要要务。另外，偶尔也可以用手（有时可以使用手持式园艺用筛子）回收各个油块及残留的小块沾油沙子，但即使对于具有最高价值的市容地带而言，这种方法也不太可能具有成本效益。

用手擦拭

在因岩石或卵石海岸线进出受限而无法使用高压洗涤方法或其他设备的情况下，用手擦拭可能是有效清除油类的唯一选择。可以通过擦拭的办法来清除轻度到中度积聚的油类（图 28）。抹布一般比合成吸油物更具成本效益。使用后，应将用脏了的材料装袋，以运往处置场所。在经过授权的情况下，使用清洗用化学品可能是合适的，但这样可能会减小吸油材料的效果。用手擦拭在劳动力充足的国家 / 地区往往较受欢迎，但需要密切监督工作人员，以确保整条海岸线上的进展一致并最大限度地减少二次污染。

生物修复

“生物修复”这个术语用来描述可用于加快油类以自然生物降解方式分解成简单化合物（例如二氧化碳、水和生物量）的速度的各种过程。更具体地说，生物刺激是施与养分，生物强化或催化是添加专为降解油类而选择的微生物。

在陆地上使用生物刺激时（例如在土地耕耘过程中），可以最有效地加快自然生物降解的速度。在这方面，可以通过控制影响生物修复的物理、化学和生物因素来为生物降解提供最佳条件。很少提倡在海岸线上使用此过程，因为在海洋环境中难以实现同等程度的控制力。

自然清洁

假以时日，大部分海岸线都会随着油类的风化和降解自然而然得到清理。主要的自然清除过程是

磨蚀、粘土与油类的絮凝或矿物与油类的聚合、光氧化以及生物降解。在高能、光秃秃的海岸线上，绝大多数的油类都可能会在一个季节周期内得到清除。除了远高于高水位线的油渍以外，大部分油类痕迹都会在两三年内消失。不过，在油类已进入沉淀物或细小的无氧泥粒中的情况下，降解只会以非常慢的速度进行，因而油类可能会存留多年，例如以“沥青路面”的形式存留下来。

在很多泄漏事件中，清理作业的第 1 阶段和第 2 阶段完成后，最后清理将留给自然过程，这是最高效且最具成本效益的解决方案，尤其是在将持续一段时间的季节性风暴即将到来之时更是如此（图 29）。在条件允许时，对于很多敏感型海岸线（例如红树林和沼泽），自然清洁是优先选择的可选方案，可以最大限度地减少清理活动造成的破坏。在刚刚经历过冬季或热带风暴时，对海岸线进行考察最为有用，可以通过这种考察来



▲ 图 29：在很多情况下，海岸线的最后清理工作可以留给自然过程完成。



▲ 图 30：正在从一个小筏子上对沾油的桩式建筑和临坞岸壁进行高压洗涤。释放出来的油类在吸油栅栏中进行回收。



▲ 图 31：由于头顶空间不足且缺少通风，因此对于清理人员而言，进入码头下方可能会很困难且有危险。



▲ 图 32：使用高压清洗装置清洗抛石。



▲ 图 33：沾油四脚护堤块的清理很成问题，因为很难接触到这种建筑内的油类。

判断自然清洁是否达到了期望的应对目的或者是否还需要任何进一步的清理。

海岸线的类型

清理方法是针对以下七种海岸线类型进行阐述的：

港口、海港及其他设施

墙壁及其他垂直建筑上的潮汐涨落范围内可能会显露出一条油带，可以通过从船或筏子上用高压洗涤方式加以清除（图 30）。已移至建在桩或柱上的码头、防波堤或其他建筑下方的油类可能难以清除，尤其是在顶空有限的情况下更是如此（图 31）。借助船的推进器进行冲洗可能有助于清除大片油类，但精细的清理可能无法做到，因而油类可能需留待自然降解。采取较为激进的清理方法可能会破坏木质建筑，尤其是已经发生腐烂的木质建筑。另有一篇关于“油类对社会和

经济活动的影响”的论文更加详细地阐述了如何清理海岸线上的商业区域。

海防建筑		
	可进入	不可进入
第 1 阶段	撇浮装置 / 泵 吸油卡车 冲洗	人工 人工 + 吸油物
第 2 阶段	高压洗涤 被动清理 拆除(很少采取) 自然清洁	自然清洁 用手擦拭
第 3 阶段	用手擦拭 自然清洁	自然清洁

▲ 表 1：适用于清洗各种海防建筑的方法。

海防建筑

采用各种设计的海防建筑给清理工作带来了特别棘手的难题。油类可能会通过岩石与混凝土四脚护堤块之间的空隙深深地渗入建筑中，因而不会受到波浪的作用，风化过程也只是缓慢进行。敞式抛石（图 32）和四脚护堤块（图 33）还会聚集大量残骸，这些残骸会起到吸油物的作用，从而使油类清除更成问题。如果泄漏发生在冬季，那么在夏季到来前油类可能一直困在这类建筑中，到了夏季油类则可能变得更具流动性，从而沥出。此外，海防建筑必定面向开阔的大海，因而可能是危险的工作环境。

在有利的天气条件下，可以从船上在海防建筑底部回收浮油。在这类建筑上以及在一定程度上进入这类建筑（进入程度以保证安全为限）的工作人员可以使用压力清洗装置清除沾油残骸并清洗巨砾和四脚护堤块，也可以用抹布和吸油物手动清理。通过被动清理（即沿海防建筑的外立面摆放吸油物），可以回收随潮汐运动、涨潮和波浪作用而被冲出的油类。在某些情况下，可以通过向建筑中泵送水将油类冲出，从而增强这种自然作用。

在十分罕见的情况下，可以拆除海防建筑，以便清除沾油残骸并对各个巨砾和四脚护堤块进行高压洗涤。如果油类正在沥出，从而给旅游海滩或海洋养殖设施带来污染威胁，那么这样做可能是适宜的；但即使是在这种情况下，通常也必须在污染威胁与海防建筑的拆除和重装成本之间达成一种平衡。仅在这种拆除和重装工作是例行开展的（例如为了维护海防建筑）并且必要的设备和基础设施都已到位的情况下，这种平衡才有可能偏向拆除。

岩石和巨砾		
	可进入	不可进入
第 1 阶段	撇浮装置 / 泵 吸油卡车 冲洗	人工 人工 + 吸油物
第 2 阶段	高压洗涤 吸油材料 自然清洁	自然清洁 用手擦拭
第 3 阶段	自然清洁 高压洗涤 喷沙(很少采取)	自然清洁

▲ 表 2：适用于清洗岩石和巨砾的方法。

岩石和巨砾

诸如岩石和巨砾等硬质表面常常会因为潮汐涨落而覆有一层油，并且油类和沾油残骸会积聚在岩石池和裂缝中（图 34）。在光秃秃的海岸上，油类通常不会保持静止不动，而会被沿着海岸推动，最终搁浅在有遮挡的位置。有时会难以进入多岩石海岸，需要特别注意在光滑表面上作业的工人的安全，以及波浪和潮汐所带来的危险。在无法通过其他渠道（例如从海上）进入的情况下，可以搭建临时的过道来改善工作条件（图 35）。

在野生生物十分集中且有大量油类搁浅的区域，可以在沾油岩石上覆盖一些松散的吸油材料，有时也可以将吸油材料推入油中，以起到遮挡

卵石、细砾和砂石		
	可进入	不可进入
第 1 阶段	撇浮装置 / 泵 吸油卡车 冲洗	人工 人工 + 吸油物
第 2 阶段	冲洗 海浪 / 卵石洗涤 机械 自然清洁	自然清洁 用手擦拭
第 3 阶段	自然清洁 海浪 / 卵石洗涤 喷沙(很少采取)	自然清洁

▲ 表 3：适用于清洗中间底物的方法。



▲ 图 34：在多岩石海岸线上油类和沾油残骸将积聚在池子和裂缝中，从而需要大量的人工清理工作。



▲ 图 35：为了最大限度地减少工人在多岩石海岸线上作业时所面临的危险，可以搭建临时的过道。



▲ 图 36：将沾油砂石收集到袋子中。

的作用，减轻对皮毛或羽毛的污染。某些国家 / 地区喜欢使用已磨成粉的树皮，还有一些国家 / 地区则使用粒状的矿物吸油物。例如，这种方法已被用于保护已知的大面积区域内的海豹和企鹅。通常不会回收吸油物 / 油类混合物，而是留待海洋清除，在海洋中这种混合物将广泛分散，从而使降解得以发生。不过，这种方法应谨慎使用，因为漂浮的席状吸油物 / 油类混合物可能会造成二次污染，且潜在的吸油物成本也是不菲的。

卵石、细砾和砂石

这种类型的海岸线是最难以得到满意清理的海岸线之一，因为油类可能会渗入石块之间的空隙中，并且可能会深深地渗入海滩中。这种海岸线的承重性不佳，会给人、车的通行带来困难，因此大量清除重度沾油的石块可能很成问题。不仅如此，与沾油的沙子和砂石相比，可用来处置重度沾油的卵石的途径更为有限。但是，为了防止形成会持久存留的沥青路面，在有遮挡的海岸线上清除重度沾油的砂石可能很有必要（图 36）。在可能的情况下，现场清洗沾油的石块可以最大限度地减少需要运往处置场所的废物量。冲洗和海浪洗涤方法在这些环境中也特别有用。

沙滩

沙滩常常会被视作宝贵的市容资源，需要优先清理（图 37）。休闲海滩通常容易进入，并且由于很多油类渗入到这种海滩的深度十分有限，因此通常被认为是最易清理的海岸线类型（图 38）。不过，油类可能会被接连的潮汐埋在这种海滩下，并且低粘度油类会渗入到粗粒沙子中。采用冲洗、海浪洗涤或耙的方法来处理被埋的油类可能是适宜的。



▲ 图 37：在旅游季节，清理沙滩可能是优先要务。



▲ 图 38：人工从粗沙沙滩上回收已经乳化的燃油。

沙滩		
	可进入	不可进入
第 1 阶段	撇浮装置 / 泵 吸油卡车 人工 / 机械 挖沟 冲洗	人工 人工 + 吸油物
第 2 阶段	冲洗 海浪洗涤 人工 / 机械	自然清洁 人工
第 3 阶段	自然清洁 海浪洗涤 犁和耙 海滩清理机 筛沙	自然清洁

▲ 表 4：适用于清洗沙滩的方法。

可以搭建临时过道供重型设备用来在这种海滩上作业；例如，为避免脆弱的沙丘栖息地遭到破坏，便可以搭建这种过道。在松散或粗质海滩上作业的车辆的车轮或履带有可能会陷入沙子中（图 39）。这可能导致搁浅的油类进一步渗入海滩底物中。开到这种海滩上的卡车或其他车辆在装货后可能无法启动。

常常有人表示担心过多地清除沙子可能会导致海滩遭到侵蚀。但对于大多数光秃秃的海滩而言，遵循着季节周期发生的侵蚀和淤积量十分庞大，相比之下，在清理作业期间清除的物质质量通常是微不足道的，通常会自然而然地得到补充。不过，为了让海滩在尽可能短的时间内恢复其原来的用途，有时会建议从其他地方运来一些干净的沙子。如果采纳这种方法，则应尽可能确保这些干净的沙子与原来的物质具有相同的密度和粒度大小，以便它们有相似的表现。例如，如果要使用粒度更小的沙子作为补充，那么就会存在这些沙子可能会被冲走的风险。

如果在泄漏的油类到达海滩前已提前足够长的时间发出通知，那么就有可能能够将沙子移至高水位线上方。这样，在清理完海滩后，就可以将这些物质放回。零碎杂物也可能能够在任何油类到达前移走，这样就会大大减少待处置的沾油残骸量。

泥质海岸

只要有可能，就应优先选择让到达这种海岸线的油类自然风化，尤其是在油类已被冲到植被



▲ 图 39：装了货的车辆可能会陷入柔软底物中。这可能会造成额外的破坏，使油类与原本干净的底物混在一起。

泥质海岸		
	可进入	不可进入
第 1 阶段	撇浮装置 / 泵 吸油卡车 冲洗	人工 人工 + 吸油物
第 2 阶段	冲洗 人工	自然清洁 人工
第 3 阶段	自然清洁	自然清洁

▲ 表 5：适用于清洗泥质海岸的方法。

上的情况下更是如此。已经发现，在很多情况下，旨在清理污染的活动由于会发生践踏和底物侵蚀，反而比油类本身造成的破坏更大（图 40 和图 41）。

在温带气候中，沼泽植被常常可以挺过一次油类窒息，并且在很多情况下，都会有新植物突破覆盖的油层长出来。对热带地区的红树林造成的破坏不太容易预测，具体会取决于物种、油类的性质（轻质油类比重质燃油毒性更大）以及底物的多孔性。在粗质底物中生长的红树林似乎没有在细粒的泥土中生长的红树林脆弱。

如果必须清除油类以防其再活化和沿海岸线扩散，那么可以将油类冲到开阔的水域中，在这种水域中可以将油类围堵起来以便之后进行回收。最好通过用浅吃水船从水中接近海岸线或者用临时过道从陆上接近海岸线来完成这项工作。另外，如果采用人工回收方式，这应在密切监督下进行，以便最大限度地减少对植物的根与芽造成的额外破坏（图 42）。

如果鸟类及其他动物受到威胁，则可以考虑割掉和清除沾油的沼泽植被，但必须将这些措施与因践踏而造成较长期损害的风险进行权衡。需避免伐掉红树林，因为众所周知，伐掉后需要很长时间才能复原。

珊瑚

活珊瑚不太可能会沾油，因为它们很少露出海面。不过，万一露出来的珊瑚沾上油类，则最好不加干预，让它们自然复原。可以通过用海水进行低压冲洗来帮助自然清理浅水域已经变干的珊瑚平台，以便最大限度地减少珊瑚礁群落与油类接触的机会。

在有必要回收油类的情况下（例如为了防止其再活化），应小心谨慎地开展这项工作，以便最大限度地减少对脆弱结构的破坏。

管理与组织

高效地管理参与海岸线清理的资源对这项作业的成功至关重要。管理事件应对工作的责任可能会落到从多个不同组织或机构抽调人员组成的小组肩上，也可能会落到一个政府机构肩上。无论落到谁的肩上，他们的职责都是为在海岸线上工作的人员提供支持，以及处理日常运作问题、后勤事宜、未来规划、媒体关系以及作业所需资金的筹措。在决定要采取哪些清理方法时，管理小组必须考虑与此海洋环境在当地的各种用途有关的各方的利益。通常，这包括休闲、旅游、渔业、工业以及环境问题等各种利益。这意味着，这些问题的解决方式会因国家的应变安排而异，并会因国家/地区的不同而有所不同。通常，管理小组中会纳入代表上述每个关注领域的顾问。特别是环境顾问，很多管理小组都包含环境顾问，以免在清理作业开展过程中因对环境敏感性缺乏正确了解而出现得不偿失的情况。

正确地组织在海岸线上工作的人员同样至关重要（图 43）。可以通过将受影响海岸线分成更小的区域来达到这一目标，通常按照海岸线类型的天然划分进行分区。对于每个区域，应指派一名主管或海滩管理者负责管理该区域的所有工作人员。如果要采用人工方法，可以将工作人员进一步分成多个小组，每组都有一名组长，且每组负责清理海岸线的一个组成部分。分配的任务应可在现实可行的时间段（如半天）内完成。完成任务和看到自己工作进度时的满足感，有助于提高工作人员的积极性，让他们能够在恶劣的条件下坚持工作。同时，须一段接一段、有条不紊地清理海岸线。一般而言，每个小组由 5-10 名工作人员组成（图 44），在一个区域，



▲ 图 40：对沾油的沼泽进行侵入性清理造成比油类本身更严重的额外破坏。



▲ 图 41：在海岸线上的敏感区域使用重型机械设备可能会造成严重的额外破坏。在这种情况下，快速回收自由漂浮的油类是优先需要做到的。



▲ 图 42：应慎重考虑是否需要清除红树林中的油类，以便最大限度地减少对高度敏感的结构造成的额外破坏。



▲ 图 43：应清楚明确地向工作人员布置简要任务，以确保他们清楚了解具体的目标以及达成这些目标的方式。



▲ 图 44：最佳的海岸线清理小组包含 10 名工作人员，这样可以有效地进行监督和顺利开展工作。



▲ 图 45：在工作现场附近搭建的临时建筑物为工作人员提供膳食和卫生设施。

每名主管或海滩管理者负责管理不超过 100 名工作人员，即大约 10 个小组。工作人员应接受基本的培训，确保清理工作有序、有效地进行，并提高工作人员的卫生和安全意识。用于满足小组成员的饮食和卫生需求的设施应建在工作现场的附近（图 45）。

只有工作已经开始并进行了一段时间后，才便于判断工作人员的潜在绩效。鉴于这一原因，如要确定海岸线清理工作所需的人数，最好先在具有代表性的一段海岸线上进行小规模清理，然后在工作实践得以优化之后，再在海岸线的其他区域使用合适数量的工作人员以相同方式进行清理。所需的工作人员数量取决于所用清理方法的要求和在一天内可以合理处理的物质质量。不过，工作人员的绩效还会受到培训情况、工作积极性和监管情况，以及海岸线类型、易进入性、天气条件和污染程度的影响。理想的方式是，从已建立管理结构的当地组织中抽调人员组成工作团队，这样的团队便具有既定的职权结构和工作关系。虽然军事指挥结构满足这些要求，且这种体系中的人员似乎吃苦耐劳，非常适合从事这种类型的工作，但采取这样的结构可能导致小组规模太大，因而可能有必要进行一定的调整。您可参阅另一篇关于“油类泄漏事故处理的领导、指挥和管理”的论文，了解更多详细信息。

对在海岸线上作业的设备 and 机车的组织同样重要。将工作现场分成干净区和脏区、限制脏区内的车辆数并限制车辆在脏区内的移动，有助于最大限度地减少二次污染。大型载重卡车，例如用于将回收的物质运输到存放或处置地点的卡车，应停放在远离海滩的位置，以便保持脏区和干净区的隔离。此外，这样还有助于减少扩散到路面上的油量。所选车辆类型应适合要运输的废物，以确保运载物的安全并防止油类泄漏。

应对工作现场附近的道路交通进行管制，以免妨碍进出工作现场的卡车行驶。为了公共安全，特别是在使用重型车辆的情况下，可能还必须对海滩进行封锁。

在有潮汐的海岸，应根据潮汐的变化安排工作，休息时间和用餐时间最好安排在涨潮时。在照明良好的港口，可能可以安排夜间工作，但是对于开阔的海岸线等其他位置，即使有照明条件，夜间工作通常也较为低效，而且可能不安全。

记录每天清除的油类和沾油残骸量，有助于在指挥中心内轻松监控每一工作现场的进度。除了书面报告，可在大比例地图上方便地记录和监控每一工作现场的状况以及工作人员和设备的位置。

每一工作现场所用工作人员、设备和材料的每日记录，也是之后提出索赔要求时所必需的。有关应对措施这一方面的更多信息，请参见另一篇有关“油类污染索赔的准备和提交”的论文。

应变计划

制定海岸线清理应变计划要求对当地情况非常熟悉，因此，特定的地理区域通常只有一个海岸管理权威机构。鉴于这一原因，应变计划应由负责为所确定海岸长度内的海岸线清除油类的机构和组织制备。其一，这些组织的员工可能熟悉当地的安排，其二，这样有助于确保计划现实可行、切合实际。海滩主管通常由本地人担当，而且熟悉相应的海岸线。不过，仍应对海滩主管进行有关清理方法以及工作人员的管理和安全方面的培训。可能需要警局及其他公共机构对受影响区域的进入予以控制，或者在发生泄漏时提供其他方面的应对协助。

应将管理清理工作的一个中央位置或者一系列位置确定下来。管理位置应适合管理团队的膳宿安排，且配备适当的通讯系统。管理团队与海岸线上各位主管之间的可靠通讯，将有助于实现协调

有序的应对。如必要，应采购适合预期应用场合的通讯系统。

在制备应变计划过程中，应考虑回收到的沾油废物的临时存放、运输和最终处置，因为这些问题可对清理效率产生极大的影响。人力、设备和材料的来源，以及相应的详细联系信息，应在计划中予以指定。可提供吸油卡车、前端式装载机、槽车或其他临时存放容器、热水清洗系统以及其他设备的承包商需确定下来，且最好在泄漏发生前达成租用条款和条件。

海岸线敏感性地图在泄漏的早期阶段特别有用，可在应变计划制定过程中应常常输入到地理信息系统 (GIS) 中的信息加以制备。此类地图应显示环境敏感型资源的位置和极为注重市容的区域，且注明这些位置的季节性变化。还应记录海岸线类型、车辆进入点、可使用重型设备的海滩以及海岸线上不可使用消散剂的区域等其他特征。

应定期开展应变计划的实际练习，这样不仅可以检验组织的完善程度，还可确保计划中确定的设备实际可用。有关应变计划制定的更多信息，请参见另一篇有关“海洋油类泄漏的应变计划”的论文。

要点

- 海岸线清理作业要想取得成功，需依靠以下两个方面：及时配给人员、设备和材料；为管理和开展这项作业而组建的组织具备良好的素质。
- 海岸线清理作业的目标和结束点最好在这项作业开始前制定出来并达成一致。
- 应及早考虑废物的储放、运输和最终处置，因为这些方面可能会严重影响作业的开展。
- 海岸线类型在很大程度上决定着要采用的最合适清理方法。
- 应尽快回收移动的油类，以防其移至别处。
- 虽然重型设备可以快速清理海滩，但也会清除大量原本干净的底物，从而造成运输、处置及潜在侵蚀问题。较慢的人工方法往往更好。
- 对于环境敏感型海岸线（例如沼泽、有遮挡的泥滩、红树林和珊瑚），留给自然清理过程进行处理常常是最佳选择。
- 对于无关市容的区域，完成应对工作的第 1 阶段和第 2 阶段后，剩余的所有油类都可以留待自然风化和降解。
- 人力和设备都应在当地的应变计划中确定下来，并定期通过实际练习加以调动以检验其效力。

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：



THE INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED

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.com

传真: +44 (0)20 7566 6950

网站: www.itopf.com

24 小时热线: +44 (0)7623 984 606; +44 (0)20 7566 6998