

IPIECA
系列
报告

第12卷

含油废物最少化及管理指南



国际石油工业环境保护协会（IPIECA）



法国水上事故污染试验和研究资料中心（Cedre）

IPIECA
系列
报告
第12卷

含油废物最少化及管理指南



国际石油工业环境保护协会（IPIECA）

地址：5th Floor, 209-215 Blackfriars Road, London, SE1 8NL, United Kingdom

电话：+44 (0)20 7633 2388 传真：+44 (0)20 7633 2389

电邮：info@ipieca.org 网址：www.ipieca.org

国际石油工业环境保护协会（IPIECA），1992年。IPIECA对本报告享有一切权利。未经IPIECA预先批准，任何人不得以任何形式或以任何方式（包括电子、机械、影印、录制或其它方式）对本报告进行复制、存储或传播。

印刷本报告所用纸张，系将可再生软木纤维漂白制成，不会对环境造成任何损害。

内容

- 2 前言
- 3 简介
- 4 含油废物管理所要考虑的问题
 - 含油废物管理层级结构
 - 含油废物隔离
 - 含油废物最少化
 - 二次污染
 - 健康与安全
- 6 不同溢油回收方法产生的含油废物
- 8 作业现场 / 现场附近临时存放
- 9 含油废物的中间 / 长期存储和运输
 - 含油废物运输
 - 含油废物的中间存储与长期存储
- 14 含油废物的处理、重用和最终处置
- 17 结论
- 18 鸣谢与参考资料

前言

受 IPIECA 委托编写这套系列报告，本报告是其中之一。IPIECA 会员在就溢油事故预防与应急反应问题进行了全球性讨论与交流之后，达成了共识；这套系列报告就体现了这种共识。

这套系列报告体现了 IPIECA 会员的共识，IPIECA 在编写过程中遵循了一整套原则，并鼓励每个海上石油运输公司在其储运经营管理中贯彻这些原则：

- 溢油事故的预防至关重要。
- 要把生命安全置于任何溢油应急行动的首位。
- 尽管各公司已尽最大努力预防，溢油事故仍会发生，并将影响事故发生地的生态环境。
- 溢油应急行动，应力求将溢油污染对生态环境造成的损害降到最低点，并加速任何受损生态环境的恢复进程。
- 溢油应急行动，应该始终力图将自然资源与力量的作用发挥到极点，并积极补充自然力的不足。

发生溢油事故后，决定如何处理废油及被污染物是一个重要而复杂的过程。在事故最早的阶段，本应制定并实施含油废物管理计划，以将溢油事故对当地造成的经济损失及环境损害降到最小程度。但在溢油事故管理中心的紧张氛围中很难成功做到这一点。因此，含油废物管理计划应该在溢油应急计划阶段制定；因为那时有时间对所有可用的应急策略进行权衡比较。为制定出潜在溢油事故的最佳废物处理方案，应该进行地方性的和地区性的调查研究，这包括确定含油废物的最终处理 / 处置方法、确定适当的含油废物长期存储场所、选定合格的储运公司。这样，一旦发生溢油事故，马上就能采取最适当的含油废物处理行动。

简介

将石油从世界各主要生产中心运往世界各地，是通过公路、铁路、管道及海运来完成的。因此，几乎在世界范围内的每种油运环境中，始终存在着溢油事故风险。

世界石油的大部分是通过海洋运输的，因而对海洋环境造成威胁。尽管溢油事故可能发生在远海，但在洋流、海风及潮汐的作用下，溢油会常常影响到海岸线。这会对海岸线造成许多不良影响，但最难处理的问题之一，是在很短时间产生的大量含油废物。以往资料表明，溢油在海岸线上产生的含油废物，最多时可超过原始溢油量的30倍以上（请参见图1）。尽管大量含油废物的产生原因可能各有不同，但有一点还是明确的，以往许多的小型溢油事故都产生过大量的含油废物。因此，在任何溢油应急行动中，都应把含油废物的管理放在优先地位。

所以，溢油应急计划必需充分考虑含油废物的管理。基本要求是，溢油事故发生，马上就能做出正确决策、实施应急计划。这将确保成功地管理和处理含油废物，并把费用降至最低。

本指南旨在强调与溢油清理作业相关的含油废物管理的各种问题；简要介绍了含油废物的各种来源、收集方法、存储所要考虑的范围、可用的处置策略，并使用案例研究说明吸收以往溢油处理经验的重要性。本指南依照含油废物管理模型（图2）展示的各个处理阶段展开叙述。

图1
溢油事故所产生的含油废物量比初始溢油量要大得多。

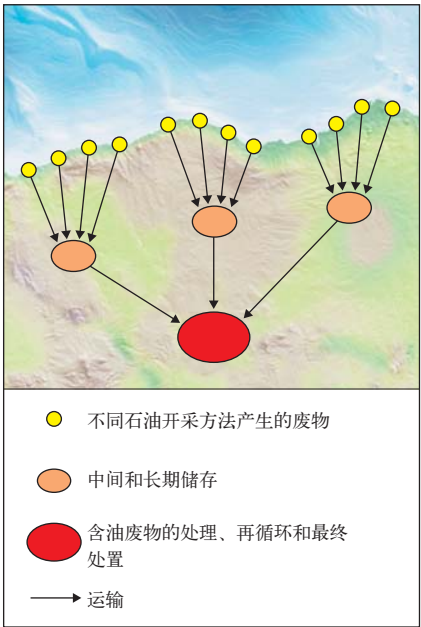
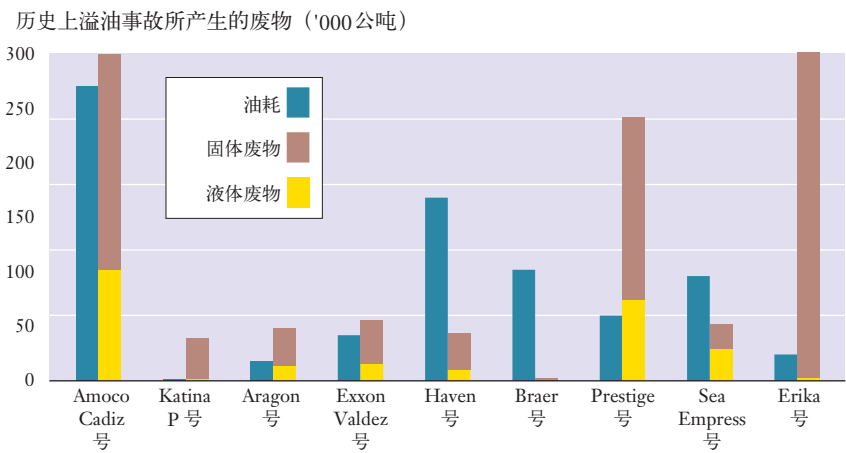


图2
含油废物管理模型——含油废物管理流程图，展示了管理的各个阶段（从产生到最终处置），即本文所讨论的内容。

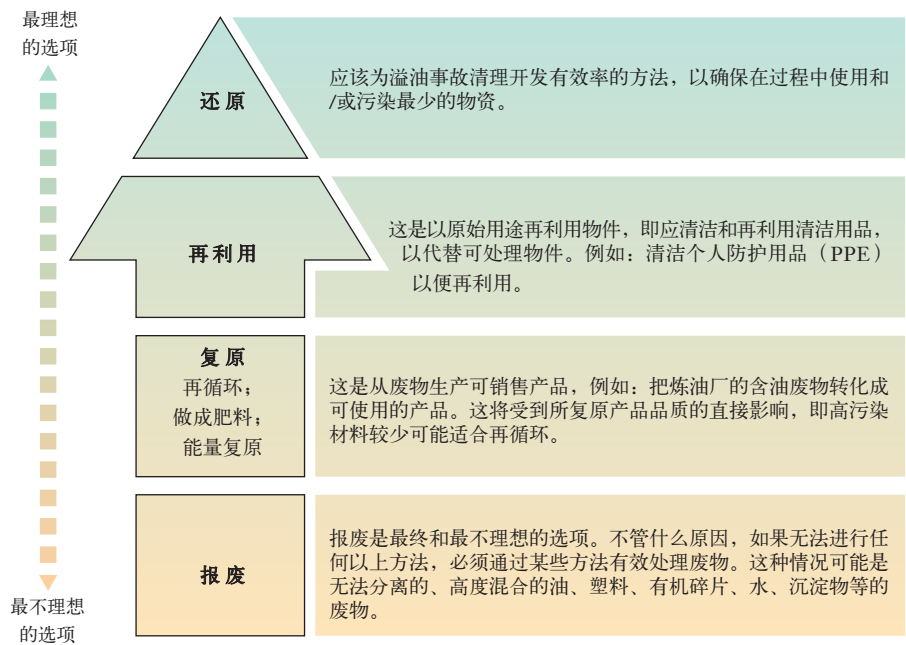
含油废物管理所要考虑的问题

在实施任何含油废物管理计划之前，应该先考虑可用的管理策略。

含油废物管理阶层

“含油废物管理阶层”（3），是一个处理任何来源的含油废物流的有用模型。这一概念使用曳街铍跔傲、曳街镌傲糜等原则，可将产生的含油废物量降到最小程度，因而能降低环境成本和经济成本，并确保符合法律要求。它是制定含油废物管理策略的有益工具，可用于所有的含油废物清理作业。

图3
“含油废物管理阶层”是制定有效的含油废物管理策略的有益工具。（是对Williams在2000年所做结构的修订）



含油废物隔离

如果发生溢油事故、并要进行清理作业，所收集的溢油和油渣就成了含油废物，应该对它们进行隔离、存储、处理、再用或处置。如果有隔离的现成废物处置场所，溢油应急行动初期的一个重要方面就是从源头上对废物流进行分类和隔离。应该将含油废物按类型单独存储在最适合那种类型的容器内。

含油废物最少化

含油废物最少化是一种减少进入废物流的含油废物量的方法。这是减少最终处置的含油废物量的必要方法，因此可减轻含油废物对环境和经济造成的不利影响（要达此目标可用好多方法，请见下文案例）。

含油废物最少化秘诀：

- 在溢油未被冲上岸之前，应该确定可能受影响的场所。清除这些场所的瓦砾和垃圾，以减少含油废物的最终清理量。
- 从源头上隔离不同类型的含油废物（液态废油、固态废油、瓦砾、废弃的个人防护用品，等等）。
- 在可能的情况下，应该为含油废物存储场地配备防止掩盖材料，以防渗入过多的雨水后，造成废物容器溢出废物、产生更多的污水。
- 应该清理并重用废物回收设施，而不是废弃。
- 现场处理废物，可减少需要进一步运输并处理的含油废物量。现场处理方法包括海浪冲洗法、焚烧法（允许的情况下）、筛沙法、生物修复法。
- 应适当使用可再用的个人防护用品，如胶鞋等产品，可将其清理并重用。
- 应少量而有效地使用吸附剂。

二次污染

二次污染是指油污通过人、运输、设备等方式扩散到原本未受污染的地区而造成的污染。避免二次污染的方法是控制溢油造成的整体影响，有多种方法可用，例如：

- 在作业现场设置“清洁区”和“污染区”；
- 定期检查油泵和软管是否漏油；
- 确保所有的废物存储地点防水、防油，以免泄漏；
- 在应急人员与设备先离开作业区之前，先对其净化；
- 所有废物运输车辆，在离开作业现场之前，要加上衬套并净化；
- 制定运输循环计划。

健康与安全

所有碳氢化合物都可能对健康造成一定程度的风险，因此在任何行动开始之前必需先制定健康与安全计划。不应忽视物理性危险物（如废物存储场）造成的风险。应评估含油废物管理流程的每个阶段，确定任何潜在的健康与安全风险，并确定适当的减轻方法。可参考本系列报告第11卷《溢油应急人员安全指南》获得详细信息。



车辆及其周围二次污染案例。

不同溢油回收方法产生的含油废物

含油废物流起始于溢油现场。不同的环境及不同的清理方法产生不同类型的含油废物。表1列出了可能的溢油应急策略及其产生的含油废物类型。

表1
各种溢油应急策略及其对含油废物产生过程的影响

清理方法		对含油废物流的影响	产生的含油废物类型
使用消油剂 	用化学消油剂将油膜分解成细微颗粒，海洋的稀释作用能更好地降低海水中的碳氢化合物含量。但这一策略并适合于所有油类，在某些环境中也不适用。	含油废物含量极小，因为喷洒消油剂后油颗粒悬在海水中，并会自然降解。	● 无碳氢化合物 ● 个人防护用品 ● 空消油剂桶 / 用具
海上溢油应行动 	用船舶或小船布置溢油回收装置（如围油栏和撇油器），从海面回收溢油。可能需要大小适当的存储设施；如果油类是粘性油或含蜡油，还需要加热装置。还会需要运输工具及接收设施，这样才能使清理行动持续进行。	溢油回收行动会产生大量的废油及含油污水。存储设施容量必须与撇油器的回收能力相配套。溢油类型会影响到所产生的含油废物；粘性油和含蜡油特别容易拖带瓦砾，因而能产生大量的含油废物，也特别难以处理。	● 受油污的设备 / 船只； ● 受油污的个人防护用品及应急人员； ● 废油； ● 含油污水； ● 受油污的植被； ● 受油污的吸附材料； ● 油污废弃物； ● 动物残骸。
海岸线清理 	从海岸线回收溢油可使用机械性或人工方法。人工回收法是首选，因为它产生的含油量最少。可用机械运输将废物运到主要存储场。也可在作业现场用移动式油罐或加衬油坑存放含油废物。海岸线类型及进入海岸线的难易程度，决定着所用的清理策略类型，而不同的清理策略又决定着回收的含油废物量的大小。	溢油类型对溢油产生的含油废物量常常有着复杂的影响。为保证清理作业的有效性，废物隔离及最少化策略是很重要的。应该在原始回收现场制定并实施废物隔离及最少化策略，并正确地贯彻到含油废物的最终处置场所，否则含油废物量会失去控制。应对含油废物存储场加强管理，以防二次污染。	● 受油污的设备 / 船只； ● 受油污的个人防护用品及应急人员； ● 废油； ● 受油污的植被； ● 含油污水； ● 受油污的吸附材料； ● 受油污的海岸物质： • 沙 • 小卵石 • 大卵石 ● 油污废弃物； ● 动物残骸； ● 受油污的运输工具。
现场焚烧 	这是一种用防火围油栏使油膜层加厚以持续燃烧的策略。风化及乳化的溢油会延缓燃烧过程。这种策略并非适用于所有的油类及所有的环境。该策略造成的空气污染及粘性残油，可能限制了该策略的应用。	现场焚烧可心减少环境中的溢油量，但残油的持久性会更强。	● 焚烧过的残油； ● 受油污的 / 烧坏的围油栏； ● 受油污的船只； ● 受油污的个人防护用品。

总结

溢油环境的特性及清理方法，决定着所产生的含油废物的类型及数量。关键是要确保从源头上隔离每种含油废物、并将含油废物量保持到最少。这会促进含油废物的重用、提高含油废物处置的环境效益及经济效益。

在溢油清理现场，必须始终把含油废物存放在适合当地环境的容器内。在容器上标明含油废物数量及类型，是一种好做法（法律一般也是这样规定的）。监测含油废物也是支持潜在的索赔纠纷的需要。

提前安排好含油废物的中间存储、运输及最终处置是很重要的。如果不这样做，将会妨碍清理行动的进一步进行。应该在溢油应急计划制定阶段约定这些安排，以防现场做出草率的决策，且来不及通知相关环节。

案例研究：“Prestige”号油轮溢油事故，2002年发生在西班牙

2002年11月，“Prestige”号油轮沿西班牙西北部海岸行驶时溢漏了大约63,000吨的重燃油。事故发生后，进行了由大量的军人、志愿者和专业承包商参加的大规模清理行动。各种存储设施安排到位，并通知清理人员要将回收的含油废物隔离存放。为每种含油废物都配备了不透油的容器，但因清理行动进行得十分匆忙紧迫，清理人员最终还是把不同类型的含油废物混在了一起存放。未能严格执行综合性的含油废物管理计划，也就意味着将回收的各类含油废物一同存放在加衬油坑内，对废物未做隔离以便重用或做最终处置；对这种混合含油废物的处置过程仍在进行，且会昂贵、耗时。

现场 / 现场附近临时存放

应该谨慎地选择含油废物存储场所的位置，存储场原则上应高于高潮线及大潮线，以免风暴潮冲走存储场的废物。在炎热地区，应该防止某些含油废物容器（尤其是塑料袋）直接在阳光下长时间曝晒，因为可能致使容器分解。应该在运输之前给存储容器贴上标签，标明内容、数量及废物的危险情况等，并将相关手续交给司机或废物管理人员。在某些国家，这一点是有法律规定的。

表2
案例：清理现场含油废物临时存储设施及使用注意事项。

存放类型		使用注意事项
海上存储设施		● 必须遵守当地法规。 ● 必须隔离含油废物。 ● 使用船舶油舱的成本可能很高，完成作业后也不容易清空油舱。 ● 在甲板上存储时，必须确保容器的密封性能。 ● 容器必须配备盖子，以防容器移动时废物溢出。 ● 强烈建议使用加热油罐。
	船舶内置式油舱	
	气胀式驳船 / 油囊	
	加热油罐	
海岸线存储设施		● 必须遵守当地法规。 ● 应该隔离含油废物。 ● 必须把存储罐放在坚固的水平地面上。 ● 存储设施应该紧靠回收设备，以防二次污染。 ● 将现场的含油废物运走，必需有足够的重型车辆运输量。 ● 应将存储设施放置在大潮平均高潮位之上。 ● 存储设施上必需配备防水掩盖物，以防雨水渗入。 ● 必须给油坑加衬，以防污染地面。 ● 应该清楚地标明存储区，并隔离。 ● 需要保证防止非法废物倾倒
	箕斗	
	移动式油罐	
	油袋	
	油桶	
	加衬油坑	

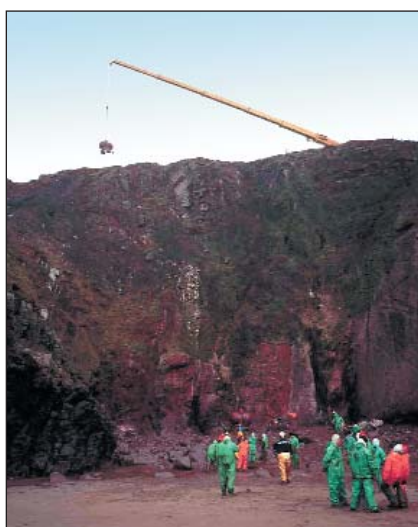
含油废物的中间 / 长期存储和运输

含油废物运输

不管是在岸上、还是在海上溢油清理作业期间，都必需运输含油废物。在任何作业现场内运输含油废物，需要使用小型运输工具，如自动倾卸卡车、前装式装载车、多用途车辆；在难以进入的地区，则需要使用登陆艇，或者在极端的情况下还要使用直升机。

将含油废物从回收现场运往存储场地，也应该使用适当的运输工具，如用油罐车运输液态废油、用密封卡车运送固态含油废物。在紧急情况下，要使用正常情况下不使用的各类运输工具运输含油废物，这包括真空油槽车、翻斗卡车、箕斗车或垃圾车。原则上应该在溢油应急计划中确定运输来源，并预先做出约定。

应该注意的是，运输工具不能漏油；为减少对公路及作业现场进入线路的二次污染，在离开作业现场时还要仔细净化。应该认真对待当地的立法要求，而且应该注意，运输有害废物一般都要求运输者拥有运输许可证。



最左：由于车辆不能进入作业现场，只好用起重机移除含油废物。

近左：运输卡车，满载“Erika”溢油事故的含油废物。

含油废物的中间存储与长期存储

在作业现场将含油废物隔离并存储在适当的容器中以后，一般会将它们运往存储场所，等待最终处置。图1展示了含油废物存储层级的地理结构。有效地运输并存储含油废物，是含油废物管理的一个重要组成部分。如果不把含油废物从作业现场运走，就会阻碍下一步的作业行动（上游、下游皆然）。这一点在1999年发生的“Erika”溢油事故中表现得尤为突出。

表3列出了在不能立即处置的情况下，含油废物的中间与长期存储标准。

表3：
含油废物中间与长期存储的必要性及
相关事项

标准	中间存储	长期存储
目的	● 提高溢油回收的效率，即如果不把含油废物从作业现场及时运走，就会阻碍进一步回收。 ● 防止出现交通瓶颈现象，即许多车辆试图从开阔区域进入同一个作业现场。 ● 使应急人员在继续回收溢油的同时，有时间进行含油废物的最终存储。 ● 提高含油废物的运输效率，即将不同类型的含油废物混合装载，能减少通向最终目的地的运输次数，从而降低油耗、经济成本，减少受油污车辆的数量。	● 使用应急人员有时间选择含油废物最终处置的策略。 ● 对混合含油废物按类型隔离。 ● 做好含油废物最终处置的准备工作，与有关方商定处置协议及时间表，等等。
含油废物管理所考虑的事项。	● 所有含油废物处理人员都应该具备处理能力。 ● 对不同批次的含油废物，应按照类型和来源做好标记。 ● 应该保留所有手续。 ● 必须符合所有的法律要求。 ● 应该在出入方便的地带建立良好的存储场。 ● 存储容器应适合于含油废物类型。 ● 在可行的情况下，应该压缩含油废物，以减少运输量。 ● 存储容器应该防漏，以避免二次污染。 ● 应该处理作业现场产生的所有含油污水，以防对环境造成损害。	

案例研究：“Erika”号油轮溢油事故，1999年12月11日发生在法国

“Erika”号油轮触礁沉没后，溢漏了大约20,000吨重燃油。4000多人参与了海岸线清理行动，很快就产生了大量的含油废物。据信，从20,000吨溢油中总共产生了250,000吨以上的含油废物。在回收现场对含油废物进行了相当成功的隔离，并把含油废物运往存储场，以进行最终处置。然而，由于回收现场的溢油清理速度很快，所以存储场在建设尚未完工之前就开始接收含油废物，因而未对含油废物按类隔离。随后花了6个月的时间对含油废物重新分类；而到与某位承包商达成委托处理协议的时候，最终处置设施开始运作的时间还得推迟到1年多以后。对所有含油废物进行最终处置，花了4年多的时间。



这是法国发生“Erika”号溢油事故后，前端装载机正在作业现场运输含油废物。

选择最佳含油废物存储场（中间存储场或最终存储场）的标准是：地理位置合适、地形及地质构造合适、不是环境敏感区或不在人口密集区附近；必须始终遵守当地法律。表4列出了长期存储场应该符合的地理标准及法律标准的某些指导原则。

表 4:
选择含油废物存储场应考虑的事项

标准	中间存储场	最终（主要）存储场
占用时间	● 计划占用近一年。 (极端情况下时间更长)	● 计划占用 5 年 ● 可能存在法律限制。
存储场容量（举例）	● 面积 1,500-3,000 平方米 ● 存储坑（100-200 立方米） ● 存储油渣、油污袋等。	● 面积 20,000-100,000 平方米 ● 存储坑（1,000-10,000 立方米） ● 分类、预处理、稳定。
与回收 / 运输现场的距离	● 不超过 5 公里	● 不超过 10-50 公里；或 ● 与前一个存储场的公路车程为 1 小时。
通道及土石标准	● 必需能够行驶重型卡车	● 必需能够行驶重型卡车
法规要求	● 遵守当地法规	● 遵守当地法规
土地条件	● 平缓，能够容纳沉淀池 ● 可能需要配备收集设施，收集被雨水冲走的废物。	● 平缓，能够容纳沉淀池 ● 建造适当的收集设施，收集雨水冲击物。
水文地质条件	● 必须具备足够的承载能力 ● 下层土壤（不管是自然还是人工）不透水 ● 避开地下水系统	● 必须具备足够的承载能力 ● 下层土壤（不管是自然还是人工）不透水 ● 避开地下水系统
环境状况	● 与居住区保持一定的安全距离。 ● 避开文化或考古场所。	● 与居住区保持一定的安全距离。 ● 小心货车造成的影响 ● 与敏感区之间要有缓冲区
管理及维护状况	● 对含油废物分类 ● 评估含油废物数量 ● 订立最终处置合约 ● 管理水源 ● 保证防止非法倾倒 ● 存储场恢复	● 对含油废物分类 ● 评估含油废物数量 ● 订立最终处置合约 ● 管理水源 ● 保证防止非法倾倒

法律问题：香港案例研究

欧共体的所有有害废物受到《欧盟议会关于有害废物的指令 91/689/EEC》（“指令”）的严格管理。香港的《1996年特殊废物法规》就贯彻这一指令。根据以上法规，含油废物被视为有害废物。含油废物的货运单制度和经营许可证由环保局核准管理，能保证含油废物从产生地点到处置地点得到跟踪管理。因此，对所有含油废物的临时存储和运输都要留有细致的记录并获得批准。尽管这一立法不一定适合于世界其它地区，但可被视为溢油事故处理中的良好实践。

在处理小型地方性或区域性溢油事故时，这些法规应该不会存在问题，因为有足够的获得许可证的有害废物运输商，有足够的处理废物的存储/处置场所。但处理大型区域性或国际性溢油事故时，用这一立法就有可能出现问题：正常处置场所的存储容量不够，必须另加运输商和临时存储场所。这些运输商和存储场在投入运营之前，必须获得执照，而这几乎肯定会拖延溢油清理作业的正常进行。这一问题由有关当局（在香港是地方管理局和环保局）合作解决。为有助于解决这一问题，“指令”规定：

“如果出现紧急情况或严重危险，成员国应该采取一切必要措施，包括临时性酌情减损以确保有害废物得以处理，不对人口或环境造成威胁”

（“指令”第7条）

总结

在发生溢油事故之后，为加快溢油事故现场含油废物的有效运输，必需尽快建立一切长期存储场。应该从战略角度选择存储场的位置，使存储场适合存储含油废物。为确保含油废物的正确处理、存储，并为最终处置做好准备，对这些场所进行有效管理也很重要。

如有可能，溢油应急计划制定阶段应该考虑到含油废物的运输、存储及处置问题，因为在这个阶段，不同方面可以在没有紧急情况造成的压力的情况下，合理地商讨这些问题。还必需使应急计划随着应急组织发生变化或立法变化而保持变化。

含油废物的处理、重用和最终处置

任何溢油清理作业的目的，最终都是以最有效、对环境最有利的方式，处理、重用或处置含油废物。所选择的处置方法，将取决于溢油及含油废物的数量及类型、溢油地点、所要考虑的环境及法律问题、可能涉及的费用。

表5列明了对不同类型的含油废物可用的不同处置方法。

表5：
含油废物类型及处置方法

含油废物类型	处理方法								
	再加工法	油水分离法	破乳法	稳定法	生物修复法	沉积物 冲洗法	填埋法	热处理法	用作重 燃油法
纯油污	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
含油污水	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓
含油沉积物	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗
含油有机碎屑	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗
含油个人防护用品 / 受油污设备	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗

总结

对溢油事故中产生的含油废物来说，可能存在多种处置方法（在表6中简要列出）。每种含油废物会需要一种不同的处理方法。这将由多种因素决定，包括费用、当地资源状况、所要考虑的立法及环境问题等。

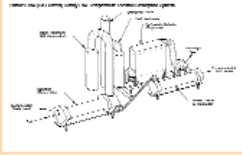
一方面要求含油废物的处置方法最快、最省，另一方面则要求含油废物管理具有可持续性，二者之间可能存在矛盾。目前国际上正在承认这一问题，而且石油业及各国政府也在通过教育及应急计划解决这一问题。

表6：含油废物处置方法及要考虑的相关事项

处理方法	处理技术	要考虑的事项
再加工法 	● 所回收的溢油含有少量的水和碎屑，可在炼油厂或再循环厂对其再加工。 ● 加工后的溢油可以再使用-在“含油废物管理阶层”中再加工法是首选方法（请参见图3）。	● 炼油厂不接受高盐分油污，因为这可能对管道造成不可修复的腐蚀损坏。 ● 含水、沉积物及碎屑较多的油污也不被接受。
油水分离法 	● 一般按照重力将油和水分开，即把含油污水倒进加衬油坑使二者分离。然后用撇油器把油从水面撇出。 ● 也常使用专业油水分离设备（安装于石油加工设施中）分离油和水。	● 对分离流程产生的残余含油污水，可通过堰式分离装置进行进一步处理，因为残余含油污水的碳氢化合物含量仍然过高，不宜向环境排放。
破乳法 	● 可用对乳化废油加热的方法，将其分解成油相和水相。 ● 在某些情况下，将不得不使用专业破乳化学剂。 ● 可将油水分离后的回收油混合进炼油厂的原料油，或进行再加工。	● 油水分离后，水中可能仍然含有化学剂，所以对水要谨慎处置。
稳定法 	● 可施用生石灰（氧化钙）、飞尘或水泥等无机物稳定油污。 ● 施加稳定物把含油废物变成惰性混合物，可降低油滤出的风险，填埋这些废物比填埋游离油受到较少的限制。	● 生石灰与人接触后可刺激人的眼睛、皮肤、呼吸系统及胃肠道。生石灰与水发生反应后会产生足够的热能导致易燃物燃烧。
生物修复法 	● 使用生物修复法，可加速自然微生物对含油废物的降解作用。 ● 土耕法是生物修复法的一个实例。即把含油量较低的油渣均匀地撒在田里，与土壤充分混合，这样土壤中的微生物就能促进油渣的自然降解。	● 可能需要对生物修复的受体定期进行混合，以提高受体的通风性；如有必要，也可施用肥料，还应考虑生物修复位置的适宜性（如：与地下水源保持适当的距离）。 ● 适合生物修复的农田正变得日益难找。
海滩沉积物冲洗法 	● 包括在溢油现场或另外的处理场地清洗卵石或圆石。 ● 清洗被油污包裹的漂石和岩石，可能要在铁架上进行，这样可对排出的含油污水另行处理。 ● 可把受污染较轻的漂石和卵石移到碎浪区自然清理。随着时间的推移，海浪作用会使它们回到原来的位置。	● 只有沉积物含有大量油污时，才考虑使用这一技术，因为这一技术费时、昂贵，所产生的大量含油污水还需另外处理；通常也不易确定何时沉积物已不含油污、可被运回海滩了。
沙滩沉积物冲洗法 	● 可用专业清沙设备清洗沙质沉积物。 ● 可能还要加入适当的溶剂加速清洗过程。	● 这一方法消耗时间、成本较高，所产生的大量含油污水还需进一步处理，通常也不容易确定何时沉积物已不含油污或溶剂、可以运回海滩了。

待续

表6(续)：含油废物处置方法及要考虑的相关事项

处理方法	处理技术	要考虑的事项
填埋法 	● 可把含油量大约接近5%的普通含油废物与无害的生活垃圾一同处理、定点填埋。 ● 已有的填埋场要加衬，这样才能适于填埋含油废物、防止油污滤进地表水和含水土层。 ● 平时一般也要盖住填埋场，以防雨水渗入，减少填埋场内受污染水增加的可能性。	● 填埋场要填埋含油废物，必需获得当地监管部门的特别批准，对含油废物填埋量通常要有限制。 ● 在这一阶段，应对含油废物进行化学测试，以确定油污的有害物质含量。 ● 寻找能接收含油废物的填埋场，正变得更加困难。
焚烧法 	● 这种处理技术就是通过受控高温焚烧焚毁废物。就含油废物而言，高温既可分解碳氢化合物，也能把固态残留物变成不可燃灰烬。 ● 把含油废物用作水泥厂和窑炉的燃料是一个有效的方法，这会降低成本；含油废物有时也能用作原材料或用来发电。	● 相关立法通常禁止用移动式焚烧炉焚烧含油废物；并规定，由于焚烧含油废物会污染大气，焚烧位置必须得到批准，焚烧者必须评估焚烧对环境造成的影响。 ● 尽管油污中的盐分具有很高的侵蚀性，这可能使得处置生活垃圾的永久性焚烧炉不适合处置含油废物，但仍可考虑这么做。 ● 尽管高温工业焚烧炉的供应数量有限，使其不能处理大批量的含油废物、处理费用一般也很高，但仍可用它们处理含油废物。
高温分解与热解吸法  	● 高温分解是高温热处理的一个实例。这一方法是在缺氧条件下对有机含油废物间接加热，使其变成气体和固态残留物。以往用该方法蒸馏煤，但现在可用该方法处理含油废物。 ● 使用热解吸法旨在从含油沉积物中分离污染物。可对含油废物加热、在其不氧化的情况下蒸发污染物，从而达到分离的目的。 ● 热解吸可分为高温热解吸（320-560℃）或低温热解吸（90-320℃）。后者是对含有碳氢化合物的土壤进行生物修复的最常用方法，因为这样处理过的土壤仍然具有生物活性。	● 因为处理设备具有很高的专业性和复杂性，因此处理费用可能很高。 ● 含油废物中的有机物含量较高或湿度较高，会使处理费用提高，并增大处理所释放气体的难度。 ● 如果含油废物中的沉积物含量较高，可能会损害处理设备。一般在处理之前，必须将任何直径大于60毫米的沉积物剔除。

结论

在溢油应急行动中，不可避免地必须对许多问题做出艰难的决策，如应急资源的供应问题、敏感资源的优先保护顺序问题、最佳清理技术的选择问题、应急人员的安全问题，等等。不管是就处理含油废物造成的影响而言，还是就含油废物产生的环境负荷及经济负担而言，含油废物管理问题都是溢油应急行动中最重要的问题之一。要想成功地管理与含油废物有关的问题，必需预先充分了解这些问题，以便将这些问题包含在溢油应急计划之内，并最终减轻含油废物造成的不利影响。通过使用本指南中讨论的最佳处理技术，并实施包含含油废物管理的有效的应急计划，减轻含油废物的不良影响应该是有可能的。

鸣谢与参考资料

鸣谢

本指南由 OSRL 的 A. Findlay、C. Richardson 与 C. Wood 代表工业技术咨询委员会 (ITAC) 编写。

本指南在编写过程中广泛使用了法国水上事故污染试验和研究资料中心 (Cedre) 提供的原始资料, 而且 Cedre 一贯支持 IPIECA 系列报告的编写工作。在此对 Cedre 表示感谢!

ITAC 同行评审委员会包括:

戴夫.戴维森 (雪佛龙德士古公司)

保罗.甘特 (OSRL)

理查德.约翰逊与布赖恩.迪克斯 (国际油污赔偿基金会)

理查德.埃利斯 (壳牌石油公司, ITAC 主席)

罗素. Poesse (马拉松石油公司)

彼得.延森、吉姆.克拉克 (埃克森-美孚石油公司)

Doug O'Donovan (溢油应急反应公司)

吉姆.Thornborough (英国石油公司)

戴夫.索特 (OSRL)

托马斯.Liebert (OSRL, ITAC 协调员)

所有照片均由 OSRL/EARL 与法国水上事故污染试验和研究资料中心 (Cedre) 提供。

非常感谢 OSRL/EARL 协助我们审阅本报告的中文版。

参考资料：

法国水上事故污染试验和研究资料中心（Cedre）（2002年）：
《重大溢油事故中含油废物管理与处理实用指南》

国际海事组织（1988年）：《油污手册 V部分：抗御溢油》，
国际海事组织出版，伦敦。

国际油轮船东防污染联盟（1984年）：《油污及油渣的处置》，
技术信息文件第8号，国际油轮船东防污染联盟出版，伦敦。

Guénette, C. C. 与 G. A. Sergy（1999年）：《回收沥青的处置方法》，
初审报告 EE-168，加拿大环保部紧急事件科技部，渥太华。

Van Oudenhoven, J. A. C. M., Angles, M., De Roocker, A., Kelly, R. P., Loudon,
W. L., & Rudd, J. K. (1980年)：《溢油处理技术》，石油公司欧洲环境健康安全
组织9 / 80号报告，布鲁塞尔。

P.T.威廉斯(2000年)：《含油废物的处理与处置》，John Wiley公司出版，
英国查切斯特。

国际石油工业环境保护协会（IPIECA）由世界各地的石油及天然气公司及协会组成，是在联合国环境计划署（UNEP）成立后的1974年建立的，是世界石油工业界与联合国交流沟通的主要渠道。IPIECA是既代表石油及天然气行业上游、也代表下游的唯一全球性协会，它专注的主要全球性社会及环境问题包括：溢油防备及应急、全球气候变化、健康、燃料质量、生物多样性、石油行业的社会责任等。

IPIECA还通过“战略性全球环境问题论坛”帮助其成员确定新的全球性环境问题，并评估这些问题对石油及天然气行业的潜在影响。IPIECA的行动计划全面考虑这些全球性问题的国际动态，充当各行业组织及国际组织进行讨论及合作的论坛。

公司成员：

Amerada Hess 石油公司
英国天然气集团
BHP Billiton 公司
委内瑞拉 Bitor 公司
英国石油公司
雪佛龙德士古公司
美国大陆石油公司
美国康菲石油公司
加拿大 Encana 石油公司
意大利埃尼公司
埃克森美孚石油公司
科威特石油公司
马士基公司
马拉多纳石油公司
加拿大 Nexen 石油天然气公司
利比亚 NOC 石油公司
挪威 Norsk Hydro 公司
安曼石油开发公司
马来西亚 Petronas 石油公司
西班牙 Repsol 石油公司
沙特阿美石油公司
壳牌石油公司
挪威 STATOIL 石油公司
美国加州联合石油公司
澳洲 Woodside 能源公司

协会会员：

美国石油协会
澳大利亚石油协会
加拿大石油生产商协会
加拿大石油产品协会
石油公司欧洲环境健康安全组织
欧洲石油工业协会
法国石油研究院
国际石油天然气生产商协会
日本石油协会
拉美与加勒比石油与天然气公司协会
海湾地区海域清洁互助组织
南非石油工业界环保委员会



国际石油工业环境保护协会（IPIECA）

地址：5th Floor, 209-215 Blackfriars Road, London, SE1 8NL, United Kingdom

电话：+44 (0)20 7633 2388 传真：+44 (0)20 7633 2389

电邮：info@ipieca.org 网址：www.ipieca.org