



油类污染对社会和经济活动的影响

技术资料论文

12



导言

除了清理油类泄漏产生的成本外，依赖于清洁海水和清洁海岸区域的经济部门有时候也会遭受严重的经济损失。通常，商业渔业和旅游业受到的经济影响最大，不过大量其它部门也可能会受到影响，如发电厂、运输、制盐或海水淡化等。本文将讨论油类泄漏对各种沿岸工业和社会活动的部分影响，并将介绍可能可以减轻其影响的措施。考虑到渔业和海洋养殖的特殊重要性，油类泄漏对渔业和海洋养殖的影响在另外一篇技术资料论文中讨论。

旅游业

旅游业是世界各地大多数有人居住的海岸区域的关键经济部门，可能会由于水中或岸上存在油类而被迫中断，在旅游旺季之前或之中可能会产生的最严重后果（如图 1）。各种传统海岸活动（如游泳、划船、钓鱼和浅水等）的中断可能会对酒店、餐厅和酒吧业主带来不良后果，也可能影响航海学校、露营地、旅行拖车停车场和很多其它商业机构及以旅游业为生的个人。海鲜餐厅可能还会由于供应量的减少而遭受额外的损失，而为酒店和餐厅供货的商业机构的收入也可能会减少（除非通过其它方面弥补损失）。损失程度取决于此类商业机构对受影响海岸线的依赖程度。

有些度假者可能会决定取消在受影响区域预约的度假安排，转至其它地方度假。游客缩短或取消行程带来的影响可能远远不止商业机构所受的损失，例如可能会减少由地方政府和国家公园运营的停车场的收入等。原来定期向受影响海岸区域运送度假者的公路、铁路和海洋运输公司也可能会遭受损失。

受影响的海滩可能必须在清理期间关闭。在保持开放的海滩，除了油类本身外，工作人员和设备的出现也可能会带来干扰。往来于受影响海岸的卡车和重型机械可能会对当地居民带来进一步的干扰，如果未处理车辆轮胎上的油迹，可能会给更靠内陆的区域造成二次污染。

遇到恶劣天气时，冲向码头或岩石海岸区的波浪在空中产生的水雾可能会将油类带到岸上。滨海区或靠近海岸的建筑、汽车和旅行拖车可能会沾上油点，需要进行清洁，有时候还需要重新喷漆。如果私有海岸线（例如与度假屋关联的海岸线）业主不在，而进入这些海岸线需要得到他们的允许，则其清洁工作将尤为困难。



▲ 图 1：油类泄漏可能对旅游行业造成严重的干扰。

在事故期间，有些商业机构可能可以找到替代收入来源，如为参与事件处理工作的人员提供食宿等。不过，如果不谨慎处理，处理泄漏事故的工作人员可能会对酒店地毯和家具装饰造成二次污染。靠近岸边的失事船只残骸可能会吸引大量的参观者，也带来了一些商机，咖啡厅、餐厅、停车场等商业机构可能可以借此弥补部分损失。

单次油类泄漏事件对海岸区域和娱乐休闲活动带来的实际干扰通常相对较短。海岸线清洁后，就有望恢复交易和活动，不过媒体关注可能会对当地旅游业的形象造成不当的破坏，可能会通过促使公众认为造成了长期的大规模污染而加剧经济损失。例如，这可能会导致完全在受影响区域之外的酒店和其它商业机构出现订单损失。地区“品牌形象”的下降可能需要进行有针对性的地区宣传活动和其它推广活动，以抵消泄漏事故造成的负面宣传效应，恢复公众信心。

水族馆和休闲娱乐设施

很多海岸设施（如水族馆、海水游泳池和海洋疗法中心）需要持续供应新鲜的海水。通常会对水进行过滤，以去除残片，有时候会让水通过由砂石、碎贝壳或其它材料组成的过滤层。虽然这些能够提供针对总体污染的保护，但油类的可溶解成分可能仍然会进入供水系统中，尤其原油或轻质的炼制产品泄漏时更容易发生这种情况。

这些设施的经营者可能可以通过多种方式减少油类造成的破坏。在获得及时警示的情况下，水族馆的动物可以转移到其它设施，但这需要专家进行转移，可能会让动物承受巨大的压力。根据所需的水量和接触油类的程度，可能可以使用吸油材料来建造过滤层，以去除油污。或者，可以关闭进水管并循环利用系统中的水，以及通过陆路运输清洁海水进行补充。在所有情况下，都必须在缓和措施导致的潜在破坏与油类导致的潜在破坏之间进行权衡。除了此类预防措施的成本之外，水族馆和其它设施还可能在事故期间关闭或出现参观人数减少的情况。

码头和渔港

码头和渔港通常围绕着海防设施，以保护停泊的船只免受不利海洋条件的影响。这些海防设施经常由抛石或散砾石构成。因为油类可以渗透到结构内部深处，因此一旦沾油，这些设施将很难清洁，可能会成为二次污染源。在很多情况下，码头或渔港狭窄的入口能让船只进入海洋，在获及时通知的情况下，可以通过部署栅栏提供针对漂浮油的保护。不过，如果条件允许继续捕鱼，则当管理不当时，渔港的保护措施可能由于船只的进出港而大打折扣（图 2）。



▲ 图 2：如果栅栏被进出的船只破坏，码头部部署栅栏的成效可能会大打折扣。

船只清洁

一旦油类进入码头或渔港，大量船只的船壳、系泊缆索和泊位可能会沾油（图 3）。船壳上沾油的部分通常仅限于吃水线周围的一段。如果及时采取措施，通常在船只保持下水状态就能对船壳进行清洁。通过让船只侧倾，从而露出吃水线，就可以使用抹布或船舶设备零售售卖的某种专属船只清洁产品清除油类。为了避免二次污染，应该回收流出的油液，例如在工作区周围部署吸油栅栏等。有些清洁材料可能会破坏船壳涂层，如果船东对可用产品不熟悉，则应在小块测试区上进行试用。对于产品毒性的担忧还意味着当地法规可能会控制清洁剂的用量。对于更多难以处理的油污，可能需要将船只滑出或拖上岸进行清洁，并使用效力更强的清洁剂。不过，有些清洁剂可能会损坏玻纤船的凝胶涂层，如基于氯、氨、丙酮或甲酮的清洁剂。

沾污的严重程度取决于一系列因素，包括油类特征和污染程度、油类在此位置滞留的时间及船壳涂层的类型和情况。较旧、多孔的涂层可能更容易渗透，因此比新涂层更容易出现严重油污。有些涂层使用蜡质上光剂抛光，油类可能导致其脱落，而基于聚合体面漆的涂层可具有更好的恢复性。

可以在码头或渔港内设立一片空地，由船东或专门完成此任务的承包商在此对船只进行清洁。不应低估清洁大量船只所需的组织和后勤工作。已清洁船只和沾油船只应该分开，以防止出现再次沾油的风险。如果船只要从水中吊出，则可能需要雇请专门的起重机。可能需要额外的人力来搬运和清洁船只，可能有必要与船东（大多数船东可能不在现场）联系以获得清洁其船只的许可。



▲ 图 3：如果油类进入码头或渔港，停泊的船只可能需要进行清洁。

在很多码头，船只锚定在浮道上。如果沾油，可以使用高压、热水设备进行清洁。在非常罕见的情况下，必须拆除浮道，以便清洁漂浮物，防止二次污染。

商港

商港可能会面临与码头和渔港类似的问题，但规模要大得多，很多港口当局要求首先对商船的船壳进行清洁后才允许启航。可能需要专业清洁承包商，在船只清洁时可能会产生额外的滞留费用（图 4）。与此类似，航行时经过海上漂浮层的船只可能需要清洁后才能获准进入商港。船只接受清洁时或船只航行受限的情况下，可能会给正常港口运作带来很大的干扰。而且，商港通常具有多个大型入口，因此栅栏的有效性将受到限制。

统计记录表明，船舶机损事故经常发生在靠近海岸的位置和商港通路中。在这种情况下，事故船舶本身可能会威胁航行或干扰繁忙商港的进出交通。由于造成商港运作中断，并可能会影响商港服务的企业，因此可能有必要开辟备用路线来运输货物和材料。为了最大限度减少对商港活动的干扰，应该配合正常的商港运作安排码头和驳岸清洁工作的时间。大型船只（尤其是离港或进港的大型船只）应该低速行驶，以减少可能会妨碍栅栏和其它已部署资源的冲击及最大限度减少漂浮油向商港周围的扩散。

商港和渔港本身有遮挡的特性，加上很多商港都准备了随时可供使用的泄漏应对设备，因此可以快速而有效地应对油类泄漏事故，尤其在配有全面且经过充分演练的商港应变计划时效果更为明显。不过，去除困陷码头和防波堤下的油类可能

非常困难，因为那里有大量的桩子或柱子，进入非常困难而且危险（图 5）。一个成功的方法是，使用消防软管并配合船只推进器的水流进行冲洗，专门将油类冲出来。不过，如果需要手动清洁，需要采取预防措施来确保工作人员在码头下的半封闭空间中的安全，尤其潮汐波动可能会进一步限制工作人员的情况更要注意。如果未加处理，这些油可能会在停泊作业期间被水冲出，成为长期的二次污染源。

根据所泄漏的油类的性质，还需要在商港和渔港包围的水体中采取预防措施来最大限度降低起火和爆炸的风险。例如，在挥发性油类泄漏后，必须停止所有产生热源的作业。即便泄漏燃油的闪点较高，也需要额外保持警觉，因为高温作业产生的火花可能会点燃残片（如被油类浸透的绳索），而这可能继而导致严重的火灾，可能会损坏或损毁位于油池中的船只。

海岸土木工程和造船厂

油类泄漏事故期间，可能会对砂石料采掘、清淤、填海造地、海岸建设工作等项目造成威胁。通常，这些项目的规模太大，不能使用常规栅栏进行保护，工作中断可能会持续到清理作业完成时。特别是建筑合同通常具有达成一致的时间表，如果因遇到泄漏事件而超出时间要求，可能会导致面临罚款。

商港扩建工作性质上区别很大，但通常涉及到大量的清淤和废物搬运、大型预制混凝土结构和岩石材料下沉与放置，以及混凝土灌注。通过或搁浅在建筑工地的油类有被掩埋、困住或以其它方式结合到沉淀物或结构中的风险，可能会以后在潮汐的冲击下从隐藏空间沥出。如果污染模板或



▲ 图 4：通常采用专业清理承包商清洁较大的商用船只。



▲ 图 5：对于清理工作人员而言，由于头顶空间有限且没有空气流通，进入码头下面可能比较困难和危险。

封闭在要灌注的混凝土中，则可能有必要在继续施工前向土木工程师寻求专家意见。建筑工地的清洁需要谨慎的监督，以确保方法得当且安全地进行此工作。

在滑道上建造或维修的船只（如喷涂或更换防污层）可能会受到油类污染的严重影响，可能需要对船只进行清洁或返工。浮式干船坞的外部结构可能会被商港内的漂浮油污污染。在浮式或陆上干船坞内，可能会在维修工作或调整期间不小心从船只释放出油类，从而发生泄漏。这种情况对通常比较紧张的工作时间表的干扰非常大，可能需要进行大量的清洁工作（图 6）。

工业取水口

海水广泛用于各种工业领域：作为热电厂、核电站和精炼厂的冷却液，作为淡化装置的给料和冷却液以及作为制盐的给料。除了水族馆和岸上海洋养殖设施之外，海鲜加工厂和大量其它海水使用者也非常倚重是否能够从海中取得清洁海水。取水口的设计取决于一系列因素，如所需的水量和特定位置的环境条件等。在低潮汐范围的安静区域，取水口可以直接为在海平面设置一个水道，并使用水闸控制水流。在有波浪和高潮汐范围的位置，进水口通常淹没在超过水位波动范围的深度。油类挟带进水流的可能性取决于油的类型、泄漏时的气候条件及进水口本身的设计。深度浸没的进水口受影响的可能性更小，除非遇到了可能会导致挟带分散油类的风暴。轻质原油比粘性燃油更容易分散到水体中，更容易给淹没的进水口带来污染风险。不过，在极为恶劣的风暴条件下，高密度燃油可能会分散到水体中，甚至深度淹没的进水口也可能存在被污染的风险。



▲ 图 6：在例行维护作业期间，可能会在干船坞中出现油类泄漏。

已经采取了众多不同的方法来保护工业进水口。其中一些方法比其它方法更有效，能提供更好的保护。例如，海滩井能让水通过砂石浸透过来，能提供第一层过滤和针对物理污染的保护，不过油类可溶解成分仍然会对水造成污染。位于或靠近常规漂浮栅栏和泡沫障碍的海面的进水口的保护取决于气候条件和水流的速度，水流必须足够慢，这些技术才能有效（图 7）。

发电厂

发电厂使用管道中循环的冷海水冷凝来自蒸汽轮机的蒸汽。有时候，在油类泄漏之后，会关闭进水口，以此作为防止机械受损的预防措施，并避免由于需要清洁冷凝管和其它设备而造成整个工厂更大范围的关停。所担心的是油类阻塞冷凝管或与热传导产生干扰而大幅度降低冷却效率。关闭电厂的后果既深远也严重，因为可能会有必要从其它发电商处购买电力来保持电力供应。因此，通常会竭尽全力避免关闭。

除了用于保护进水口的泄漏应对设备外，通常还会配备多重防御措施来防止油类污染冷凝管。如果油类粘度特别高，会堵塞用于去除漂浮物和投弃物的残片筛网，从而限制水流进入管道。可能需要额外的人力确保定期清洁筛网，以避免堵塞。通常同时使用两层筛网，这样可以将一层筛网取出进行维护和清洁，而同时另一层筛网继续保持工作。特别设计的设施可能包括残片筛网的下游沉淀池，以便在水进入工厂前将稠密的砂石微粒去除掉。此类沉淀池提供了通过撇浮装置或吸油物回收漂浮油和监视油类进入情况的机会。虽然进入冷凝管的油滴可能会附着在表面形成薄膜，但总的说来，油类将缓慢地流过系统，只会对热传导造成很小的影响。管道将定期受到堆积效应的影响，经常会使用硬海绵球擦洗管道表面。这



▲ 图 7：应该保护进水口，以防止油类影响热交换装置，此类装置很难清理，可能会导致设施关闭。

在去除油膜方面也很有效，不过海绵球需要比仅用于去除斑块时更为频繁地加以更换。

海水还可以用于在将液化天然气 (LNG) 送入天然气管道前对其加热，以从液态转化为气态。可通过使用漂浮的撇浮装置，将海水从海面（海面温度最高）抽吸入气化装置。漂浮油可能会挟带在抽吸的水流中。残片筛网不可能处理这种类型的污染，可能会导致油类散布到工厂的其它位置。

淡化装置

常用的有两种淡化装置：多级闪急蒸馏 (MSF) 和反渗透。在 MSF 淡化装置中，盐水被加热并通过一系列阶段的处理，在这些阶段中，压力将渐增式降低，每个阶段都会蒸发形成不含盐的水蒸汽。MSF 淡化装置的使用经验表明，可以容许一定程度的油类存在，而不会污染淡水产品或对热交换装置带来不当的影响。另一方面，反渗透系统依赖于半渗透性膜来去除海水中的盐，油类污染可能会弄脏这些成本非常高的薄膜的表面。油类有些较轻的成分也可能会渗透过去而污染成品水，而更为粘稠的油类更可能会堵住膜表面并减少或阻止水流。虽然在轻度污染后可能可以成功地对膜进行清洁，但通常认为油类对膜的性能会造成严重的有害影响。

制盐

在降雨量有限的区域，经常通过在设置岸边的盐场蒸发海水来制盐（图 8）。海水集中在较浅的池塘中，通过日晒和风吹蒸发海水得到高浓度盐水。不能溶解的杂质（如砂石和泥土）和微溶于水的杂质（如碳酸钙）会随着蒸发开始而沉淀到



▲ 图 8：如果水进入盐场时出现了油类泄漏，可能会对制盐生产造成严重影响。池中的盐水会由于微藻类的存在而自然呈粉红色。

底部。一段时间后，浓度越来越高的盐水将被抽吸或借助重力流过一系列池塘，直到提高到足以让盐结晶的浓度。

生产设施从在盐沼挖盐场的小作坊到配有釉砖池塘和压力供水系统的工业级系统。海水通常在春潮的高水位时抽入池中，流入池中的水流由闸门控制。在出现泄漏事故时，有时候可以通过关闭闸门直接防止油类进入池中。不过，如果污染持续时间长，可能可以通过让海水流经由吸油物和贝壳建成的过滤器进入池中并谨慎监视水质来维持生产。如果油类进入池塘，贴瓷砖的盐场可以相对容易地得以清洁，但清洁泥基池可能会非常麻烦。长期关闭泥基池可能会导致其干裂，形成裂痕，需要进行大量的维修工作才能继续进行制盐工作。

农业

尽管农作物和动物被污染的情况非常罕见，但曾在一系列海洋油类泄漏之后出现过这种情况。如果泄漏事件发生时刚好碰上满潮和岸上刮风，水位可能会升到足够高的程度，从而让油类搁浅在放牧动物的海岸高处。此外，牛羊这样的动物可能会在海岸线上放牧（图 9），有可能出现进食被污染的草料的风险。在某些区域，冬季风暴之后搁浅的海草被收集起来作为肥料使用。海草的种植基于一系列用途及食物生产，而且海草可用到化妆品、医药品和食品添加剂的生产中。

强风和强浪还可能会导致油类在水雾中被吹到岸上，从而污染农作物和动物。除了对受影响的动物进行清洁外，还需要额外供应饲料，以替代被污染的牧草。油类泄漏出现在可通航的河流和海湾时，各种牲畜（如鸭子和鹅）和农作物（如使用河水灌溉的水稻）也会被污染。根据污染的严重程度，可能必须销毁农作物，或额外施肥来加快土壤的恢复和加速油类的自然分解。显然，在及时通知的情况下，可以将牲畜驱赶出受污染海岸线，并关闭灌溉水道的闸门。

海岸社区、历史遗址和文化艺术品

搁浅或漂浮到海岸线附近的油类的气味可能非常难闻，对受影响海岸线沿岸生活的人们造成严重的不便。挥发性原油在靠近人口中心的重大泄漏事故可能会增加呼吸困难、头痛和恶心症状等担忧和投诉。在世界某些地方，海岸社区在海岸线上居住，在某些情况下甚至居住在建于水面高支柱上的房屋中。对于这种情况，海岸线的污染不仅仅令人生厌，而且可能会影响日常生活。在极

端条件下，油类可能会造成火灾危险，可能有必要对此类社区进行疏散。

可能通过直接与油类接触或由于清理工作而对文化艺术品造成破坏。人们可能会担心清理海岸线的工作打扰葬于海岸线上的先人尸骨的清净，而此类墓葬的位置通常只有考古学专家和当地社区知道。海岸线清理工作必须特别谨慎地进行，需要专家进行监督。历史遗迹的清洁同样需要谨慎和敏感。古代建筑的表面已经风化，表面出现很多孔洞，或非常容易破碎，油污会深度渗透，从而带来很多清理困难。由于可以用于清理海岸线上岩石表面的激进清理技术可能会导致进一步的破坏，因此可能需要专业恢复技术。如果及时发出了漂浮层靠近的警告信息，可以使用聚乙烯板包裹建筑，以保护这些古代岩石建筑免受空中的油滴或水边缘飞溅的油污的危害。



▲ 图 9：海岸线上的牲畜可能会直接受到油类影响，或通过被污染的饲料而受到影响。

要点

- 依赖于清洁海水的一系列行业可能会在油类泄漏事件后出现重大的损失。渔业和旅游部门受到的影响经常最严重。
- 在很多情况下，尽早通知将有助于安排有效的应变措施来保护码头和工业取水口。
- 尽管封闭的商港水体为泄漏应对工作提供了最好的条件，但需要最大限度减少对商港活动的干扰，这就意味着工作时要考虑船只的进出，可能会导致清理工作延长。
- 作为预防措施而关闭电站或淡化装置可能会产生影响深远的后果，如果可以采取的措施来保持生产的持续进行，则可能没有必要这样做。
- 海盐生产、海岸工程甚至农业等其它活动都会受到油类泄漏的不利影响。在可行的情况下，应变计划应该考虑可以用于减轻影响的措施。

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 海洋油类泄漏的应变计划
- 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