

油类污染对渔业 和海洋生物养殖的影响

技术资料论文

11



导言

油类泄漏可能会通过物理污染、对种群的毒害效应及干扰商业活动，对渔业和海洋养殖资源造成严重破坏。影响海产品生产的性质和程度取决于所泄漏油类的特征、事故发生的环境及所影响的渔业活动或业务的类型。在某些情况下，有效的保护措施和清理可以防止或最大限度减少破坏。

本文将介绍船源性油类污染对渔业和海洋养殖的影响，并就有助于降低油类泄漏影响之严重性的应对措施和管理策略提供指南。对其它经济资源的破坏在另一篇技术资料论文中予以讨论。

破坏和损失机制

捕捞(野生物种捕获)和海洋养殖(圈养物种养殖) 均属可能会受到油类泄漏以不同方式严重影响的重要行业(图 1、图 2)。商业开发的动植物可能会由于油类毒性和窒息性而受到伤害。海产品可能会受到物理污染或沾污，产生令人讨厌的源自油类的味道。捕捞装置和养殖设备可能会沾油，从而有可能导致捕捞品或生产品被污染，或导致生产活动中断，等待清洁或更换装置。除了个体经营者的损失之外，对谋生(图 3)、娱乐和商业捕捞活动的打扰及海产品养殖周期的中断还会产生严重的经济后果。消费者可能会不愿意购买受影响区域的海鲜产品，而且即便没有对产品造成实际的污染，市场信心的丧失也可能会导致经济损失。

泄漏油类的影响是由其物理和化学特征所决定的，具体来说说是油类的密度、粘度和化学成分以及这些特征随着时间的推移变化(风化)的方式。风化作用带来的变化很大程度上取决于盛行的气候和海洋条件。

开放海域中自由游动的成年鱼类和具有重要商业价值的野生海洋动物种群很少会长期受油类泄漏的损害。这是因为水体中的油类浓度会在泄漏后快速下降，只有极为罕见的情况下才会达到足以导致死亡或重大伤害的程度，而且通常限制在泄漏源附近的区域。相反，在固定位置养殖的围养动物和海鲜产品可能面临较大的风险，因为它们不能避免接触周围水体之上或之中的油类污染物。

近岸位置所受的影响可能最大，这个区域的动植物可能会被油类覆盖和窒息，或长期直接接触有毒成分。由于这个原因，固定附着物种(如可食用的海草和贝类) 尤其对窒息和油类毒性敏感。



▲ 图 1: 捕捞船队可能会受到泄漏油类的影响(船只和装置污染或禁渔)，使其被迫停留在港口内。

除了导致死亡外，油类还可能对行为、摄食、生长或繁殖功能造成更不易察觉的损害。不过，由于很多海洋物种的种群通常会出现大幅度的自然波动，因此很难单独分出由于油类意外泄漏造成的亚致死效应。

为应对油类泄漏而采取的措施也可能对海产品造成损害。例如，本来不会受到漂浮油影响的动植物，可能会因接触悬浮在水体中的油滴而被沾污，尤其在附近使用使用消散剂之后。有激进或不当的清理技术(如使用高压和 / 或热水不加区分地洗涤) 也可能对商业开发的物种造成不利影响，推迟自然恢复。

取决于所捕捞或饲养的物种类型，渔业和海洋养殖全年会出现季节性的周期。因此，物种或生产活动对泄漏油类的敏感性也随季节而变。例如，



▲ 图 2：一片海草田 – 渔业和海洋养殖往往容易受到油类泄漏的影响。

有些亚洲生长的大型海带在春季或初夏采收，下一代直到秋初才会播种。其它更快生长的物种可能一年播种采收数次。在用管道从海中取水的陆地水箱中饲养的幼体也同样具有季节性，在任何一年中通常不过持续超过数月时间。

因此，对渔业或海洋养殖的破坏的准确程度和性质将取决于一系列在特定油类泄漏事故中可能出现的因素的组合。无论是泄漏量本身，还是任何其他单个因素都不能可靠地表明可能产生的破坏程度。相反，所处时节、油类型及到达这些敏感资源的油的数量都应该加以考虑。最困难的挑战之一是将油类泄漏的影响与由于其他事件造成的变化加以区分，尤其是物种级别的自然波动、捕捞作业的变化（包括过度捕捞）、气候影响（如厄尔尼诺）或来自工业或城市源的污染等因素。在很多情况下，由于缺少描述泄漏前存在的条件或之前已实现的生产效率的可靠数据，会让问题变得更加复杂。

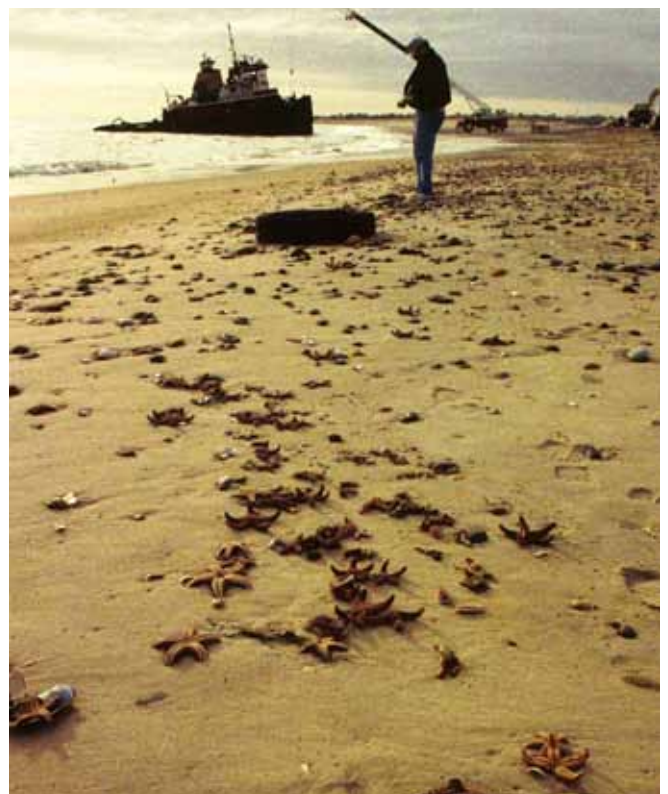
毒性

油类的毒害效应取决于油类中芳香物族化合物成份的浓度及接触这些成分的时长。毒害效应的表现从不甚明显的亚致死行为效应到海洋生物的局部大面积死亡均有可能。

一般而言，轻质原油和轻质炼化产品（如汽油或煤油）所含低分子量芳香物族化合物的比例相对较高，此类化合物可能会导致急性毒害效应。在靠近海岸的大规模轻质油类泄漏事故之后，野生种群有时候会受到毒害效应的影响，尤其是风暴天气或强海浪下更为明显（图 4）。在这些情况下，比例相对较大的略轻有毒成分不会快速从



▲ 图 3：海边的小社区经常依赖于捕捞作业来获得收入和维持生计，可能会由于油类泄漏而受到严重不利影响。



▲ 图 4：受柴油泄漏影响的龙虾、海星和贝类；浅水中的柴油会于风暴期间自然消散。

海面蒸发，而可能会散布到水体中，困在浅水中，导致浓度上升到足以导致海洋生物昏迷或死亡的程度。潮间带和浅潮海底动物（如双壳类软体动物和甲壳动物）尤其容易受到伤害，但自由游动的鱼类很少被发现受到此类条件的危害。

对于较低的浓度，实验室研究表明，随着受测物种所接触油类有害成分的增加，可能会对各种生理功能造成损伤，如呼吸、运动和生殖，并会提高卵和幼体基因突变的可能性。不过，不仅难以



▲ 图 5：只要未严重淤塞，可以对沾油捕捞网和鱼篓进行清洁。不过，在某些情况下，更换在经济上可能更为可行。



▲ 图 6：捕鱼器容易受到漂浮油的污染。



▲ 图 7：岸上的鱼类孵化场需要大量的清洁海水。进水管通常位于水面以下，可能会受到消散油类的影响。

实地监测此类亚致死效应，而且尚未观察到通过实验室结果外推到实地进行预测的对种群造成的广泛影响。与此类似，尽管可能在泄漏事故后出现卵和幼体死亡的情况，但成年野生种群因此而耗竭的记录非常罕见。在某种程度上，这可以通过海洋生态环境容纳各种急性影响的超强自然弹性得到解释。海洋生物体能够通过产出大量的卵和幼体及从受影响区域之外的种群储备进行补充来轻松地适应高自然死亡率等情况。

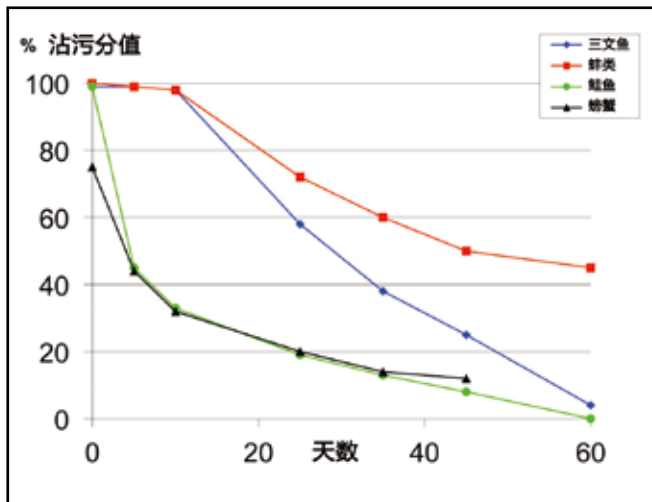
物理污染

油类可能会弄脏船只、捕捞装置和海洋养殖设施，然后转移到捕捞品或生产品（图 5）。大批饲养和处理众多海产品，意味着要将找出、分开和去除沾油海产品几乎不切实际。露出海平面的漂浮设备（如浮筒和浮舟）、张网、掩网和固定诱捕装置（图 6）尤其容易受到漂浮油的污染。只要不在含油海面收起或受到沉淀物或散布油类影响，绳索、捞网、底部拖网和养殖设施的水下部分通常都不会受到油类污染。海岸线养殖设施尤其容易受到破坏，如潮间带牡蛎架（图 16 和图 19）。这些设施通常位于中滨和前滨，潮汐的自然涨落会让这里的一段海岸线被油类污染。当养鱼设施受到漂浮油的物理影响时，沾油表面在清理之前本身可能会成为二次污染源。

在海草、鳍鱼和很多海洋动物（如甲壳类、软体动物和棘皮动物）的养殖中，经常会使用岸上水箱饲养幼体到可销售的大小或适合转移到海洋中养殖的大小和龄期（图 7）。此类设施通常通过位于低水位线以下的进水管汲水供应清洁的海水。这些进水管有时候会受到沉底的油类或散布的油滴的威胁，从而可能会导致水管和水箱受到污染，给养殖的种群造成损失。油类的存在可能会大幅度增加在饲养笼或水箱等人造环境中生存的种群已有的压力。例如，如果养鱼场的种群密度或水温非常高，则死亡、生病或生长缓慢的风险也会更高，不过这些情况在没有油类污染时也会出现。

沾污

沾污通常被定义为食品出现自身原本没有的气味或味道。海产品是否受到油类污染，通常可以通过是否有石油味（气味或味道）判断出。双壳类软体动物和其它滤食性摄食的固定附着动物尤其容易受到沾污的影响，因为他们会过滤大量的水，因此有摄入水体中的分散油滴和悬浮沾油微粒的风险。笼养鱼类，尤其是高脂肪含量的鱼类（如鲑鱼），更容易在其组织内积聚和保留石油碳氢物。



▲ 图 8: 油类和贝类在试验中接触福尔蒂斯原油后净化速度 (去除沾污的速度) (来源: Davis, H.K.、Moffat, C.F. 和 Shepherd, N.J. (2002)。三种采用化学消散的石油产品对海洋鱼类造成的实验性沾污与布莱尔 (Braer) 号石油泄漏的情况对比。Spill Science & Technology Bulletin, 第 7 卷, 第 5-6 期, 257-278 页。)

影响沾污的存在和持续时间的其它因素包括油类型、受影响的物种、接触程度和持续时间、水文条件和水温。活体组织的沾污是可逆的, 但油类沾污发生通常很快 (数分钟或数小时), 但净化的过程 (污染物从生物体中代谢和消除) 则要慢得多 (数周) (图 8), 在低环境温度下, 新陈代谢可能非常缓慢, 因此净化也很缓慢。

目前已经确定了原油和石油产品中可能会导致沾污的部分化学成分, 但很多成分的影响目前尚处于未知状态。而且, 尽管尚未确立可靠的阈值浓度, 不过能导致沾污的碳氢化合物浓度非常低。因此, 无法仅通过化学分析确定某个产品是否被沾污。不过, 是否存在沾污可以通过知觉检验 (亦称为“感官检验”) 快速而可靠地加以确定, 尤其是采用了训练有素团队和成熟检验规程的情况下更是如此。由于非常轻的油类沾污污染就会导致味道变差, 因此人们广泛认为, 就油类污染而言, 海鲜只要未被判断出沾污污染, 即可安全食用。

公众健康担忧

重大泄漏事故后在海鲜生物体或产品中出现的污染可能会带来公众健康担忧, 而且可能会导致实施限制捕捞的措施。这些担忧主要源于油类中存在的多环芳烃 (PAH)。由于多环芳烃 (PAH) 分子结构的差异会影响海产品的新陈代谢, 因此并非所有多环芳烃 (PAH) 的毒性都相同。原油泄漏主要会导致由低分子量多环芳烃 (PAH) 带来的污染, 这种物质的致癌性很小或几乎没有, 而人们所担忧的是其急性毒性或沾污特性。另一方面, 高分子重量多环芳烃 (PAH) 通常在重油中占较高



▲ 图 9: 海鲜是很多社区的重要蛋白质来源。

的比例, 且包括高致癌性的多环芳烃。多环芳烃 (PAH) 诱变力的一个关键因素是附着到 DNA 的反应性代谢产物的构成; 该因素可能会导致基因突变, 尤其要注意 3 和 7 苯环之间的多环芳烃 (PAH)。不过, 重要的是, 由于燃油和关联乳状液的物理特征 (包括其高粘度和低分散性), 他们较为不容易吸收到活体组织的中, 生物体身含量较低。

水、沉淀物和组织中的背景多环芳烃 (PAH) 浓度情况差异非常大, 可能来自一系列输入源, 包括火成源 (与燃烧相关)、慢性人为源 (来自人类活动) 和自然源。取决于单份典型饭菜的量、食用海鲜的频率及个人体重的不同, 通过食用海产品的正常多环芳烃 (PAH) 摄入因人和群体而异。因此, 个人或社区接触油类泄漏产生的致癌物质的风险取决于在各地水产品消耗的模式 (图 9)。尽管不可能定义人类的无风险摄入量, 但可以根据典型的消耗水平和模式为特定的地理区域定义海鲜的“可接受”多环芳烃 (PAH) 含量。因此, 一系列机构现在均采用了海产品多环芳烃 (PAH) 最高准许含量 (MPL)。例如, 在欧盟, 鱼产品中多环芳烃 (PAH) 苯并芘 (BaP) 的 MPL 为 <2 μg/kg, 双壳类软体动物的 MPL 则为 <10 μg/kg (表 1)。

美国国家环境保护署 (US EPA) 已经将 16 种多环芳烃 (PAH) 化合物确定为“首要”污染物, 在环境取样中经常将这些污染物作为测定的目标。已经根据泄漏事故后这 16 种重要多环芳烃 (PAH) 的总量确立了指导值。不过, 由于多环芳烃 (PAH) 形成包含数千种化合物的复杂混合物, 因此通常将“多环芳烃 (PAH) 总量”作为污染衡量指标使用。不过, 多环芳烃 (PAH) 总量通常很难解释, 因为此值将取决于混合到一起形成总数字的特定成分的性质。鉴此, 应该指明分析的实



▲ 图 10: 待售的鱼类 – 商业捕捞活动的中断可能会在整个销售链 (从海鲜上岸港到这个市场货摊这样的零售商) 产生重要的经济影响。

际多环芳烃 (PAH) 的身份, 以便根据同类比较评估污染程度。

各种多环芳烃 (PAH) 的相对毒效分布于很多数量级上。就此而言, BaP 被视为一种关键化合物, 而且由于存在于香烟的烟雾中, 而成为研究最多的多环芳烃 (PAH)。因此, 已围绕将 BaP 用作指标制定了一系列指导原则。而且, 为了对不同来源的样本进行比较, 并施用指导原则, 制定了

等效毒性系数 (TEF), 各种多环芳烃 (PAH) 的浓度根据她们的相对致癌性, 以 BaP 的等量值加以表示。这些值相加得到苯并芘等效值 (BaPE)。

人体接触的来自所有潜在源的多环芳烃 (PAH) 的总量取决于很多变数。例如, 各种熏制或烤制食物也包含源自泄漏油类的相同或类似多环芳烃 (PAH) 化合物。在城市中心附近生长的叶菜可能会由于空气传播的多环芳烃 (PAH) 在叶子上堆积而被污染。对于食品质量控制者来说, 令情况更为复杂的是, 海鲜质量也同样受到其它污染形式的影响, 如重金属、海藻毒素、致病细菌和病毒等。因此, 油类泄漏对公众健康的潜在影响必须在大环境中加以认识, 才能确定和实施适当的补救措施。考虑油类泄漏后接触到的多环芳烃 (PAH) 数量、频率和持续时间, 大多数风险评估都会得出结论, 认为油类泄漏后海产品中的多环芳烃 (PAH) 含量和可能会对公众健康造成巨大威胁的含量之间通常存在足够安全的差距, 即便以海鲜为主要食物的消费者也不例外。

市场信心的丧失和业务中断

渔业和海洋养殖活动的中断及可能带来的巨大经济损失通常都是油类泄漏所造成的最严重后果之一 (图 10)。公众健康顾虑及沾污检测可能会导致将产品从市场召回。还可能会出现市场信心的丧失, 导致价格下跌或商家和消费者完全拒

	指标	指导原则 ¹	目标
法国 - AFSSA ² (ERIKA 1999)	法国的全国海洋环境质量观测网 (RNO) 分析了 16 种多环芳烃 (PAH)	$\Sigma < 500 \mu\text{g/kg DW}$ 销售排除 $> 1,000 \mu\text{g/kg DW}$	贝类
UK FSA ³ (2002)	苯并蒽 苯并芘 二苯并 [a,h] 蒽	$\Sigma < 15 \mu\text{g/kg WW}$	所有海鲜
欧盟 (2005)	苯并芘 (BaP)	$< 2 \mu\text{g/kg WW}$ $< 5 \mu\text{g/kg WW}$ $< 10 \mu\text{g/kg WW}$	鱼类 甲壳类和头足纲 贝类
韩国 (MIFAFF) ⁴ (“河北精神”号 2007)	苯并芘等效值 (BaPE)	$< 3.35 \mu\text{g/kg WW}$	所有海鲜
美国 EPA ⁵ (NEW CARISSA 1999)	BaPE	“安全” $< 10 \mu\text{g/kg WW}$ “不安全” $> 45 \mu\text{g/kg WW}$	贝类 贝类
美国 EPA ⁵ (KURE 1997)	BaPE	“安全” $< 5 \mu\text{g/kg WW}$ “不安全” $> 34 \mu\text{g/kg WW}$	贝类 贝类
美国 EPA ⁵ (JULIE N 1996)	BaPE	“安全” $< 16 \mu\text{g/kg WW}$ “不安全” $> 50 \mu\text{g/kg WW}$	龙虾 龙虾

¹ DW – 干重; WW – 湿重。根据经验, $DW = ca. 15\% \times WW$; $\mu\text{g/kg} = \text{ppb}$ 。

² AFSSA: 法国食品安全机构。

³ FSA: 英国食品标准署。此指导原则现已为欧盟标准所取代。

⁴ MIFAFF: 韩国食品农林渔业部

⁵ EPA: 美国环境保护局。各种指导限制的变化主要是由于不同的区域饮食习惯造成的。

▲ 表 1: 不同机构在油类泄漏后用于管理海产品安全的多环芳烃 (PAH) 含量指导示例。

绝海鲜产品。媒体对油类污染的报道或人们口口相传的消息都可能会影响海鲜的销路。不过，由于丧失市场信心而带来的财务损失可能难以量化，因为这取决于是否能够获得说明泄漏事故直接导致的销售减少及价格下降的可靠数据。

在证实不可能保护捕捞装置和养殖设施免受油类影响时，通常在设施得到清洁并再次投入使用前都会蒙受经济损失。对由于养殖生物体死亡而导致的经济损失进行定量的过程通常相对简单，只需对受影响的海产品进行清点和称重即可。然后基于预计收获的重量乘以第一销售点的预计市场价格，减去任何免去的生产成本（如人员工资、饲料和燃料），就能计算出利润损失。还需要考虑在养殖期间通常出现的自然死亡的程度。

应对措施备选方案和污染损失的缓解

当海洋养殖设施、建筑或编网受到污染时，有时候可以就地清洁，例如使用高压洗涤设备（图 11）。对于较为严重的污染，可能必须将设施拆解才能进行清洁。当不可能进行清洁时，或清洁成本可能会超过购买新设备的成本时，更换可能是相对更好的备选方案（图 12）。

为了保护固定捕捞装置和海洋养殖设施免受污染，有时候可以使用浮木档栅和其它物理屏障。不过，为了从迁徙路线或顺畅换水的区域获益，经常会将捕捞和养殖设备设在特定的位置，而此类位置通常具有水流速度较快的特点，因此浮木档栅很大程度上会没有效果。位于平静水域的养鱼场有时候使用围绕在网箱周围的重型塑料板加以保护，从而防止漂浮油进入网内或污染漂浮物（图 13）。塑料板伸入水面以下的部分不应过长，底部边缘应该加重，以防止其由于水流或波浪作用而被抬上去。在某些情况下，还可以围绕网箱部署吸油浮木档栅。

尽管吸油物不适合用于清除大量存在的油类，但经常可用于从水箱或网箱的水面上去除较薄的油膜（图 14）。吸油材料还成功地用于岸上设施的海水过滤。在所有情况下，务必更换沾油吸油物来避免其成为二次污染源。不应使用松散微粒吸油物，因为这可能会被误认作饲料。

有时候通过在距离设施和近海渔场足够远的位置对漂浮层应用消散剂，可以降低或防止漂浮油对设备造成污染。避免消散油类对种群造成污染所需的距离，取决于盛行水流的强度和方向及消散油类在水体中充分稀释所需的时间。因此，只有在充分考虑了潜在的影响之后，才能在海洋养殖



▲ 图 11：海洋养殖设施可以通过高压洗涤就地清洁。



▲ 图 12：受到油类重度污染的海草养殖架。这些不能清洁到满意的程度，因此将其拆除并更换为新结构。



▲ 图 13：通过及时通知，可以在鱼网箱周围悬挂加重的塑料板，以努力防止漂浮油的污染。



▲ 图 14：沾油的鲍鱼养殖场。吸油垫尽管不适合用于清除大量存在的油类，但通常可有效地用于清除鱼网箱内的油光泽。

设施、产卵地、育苗区或进水管的附近或上游使用消散剂。

除了标准泄漏应对措施外，其它缓解策略包括将漂浮设施拖到漂浮层行进路线之外、临时下沉采用特殊设计的网箱以等待油层通过，以及将养殖群转移到不可能受影响的区域。可能因一系列技术、后勤和财务原因而鲜有机会这些方法，但在恰当的情形中加上足够的规划，则不应忽视能够避免污染和财务损失的机会。

对于海岸水箱、池塘或孵卵站，临时停用进水管并循环使用系统内已有的水的做法，可能可以有效地将养殖群同油类污染威胁隔离开。例如，关闭虾养殖塘的闸门也可以提供短期的保护。如果喂食时饲料必须穿才油膜，则暂停喂食也可以避免养殖的鱼类或其它种群与被污染的饲料接触。减少或暂停喂食还具有减少循环水中废物含量的额外优势，但必须谨慎操作，以确保不流动或循环使用的水中有毒废物的积聚不会导致养殖种群的过多死亡。将需要在这些缓解措施给种群导致的潜在伤害，以及油类会造成的潜在破坏之间加以权衡。

为让此类缓解策略有效，在应急计划中标出敏感的捕捞和海洋养殖设施至关重要。应该在训练和演练中将经营者纳入进来，以检验他们应对工作的准备情况，并应在出现会对其设施造成威胁的泄漏事故时立即通知他们，以便他们有足够的时间实施应对策略。

在某些情况下，海洋养殖经营者可能面临着由于油类泄漏破坏而最终损失所有养殖种群的风险。通过及时通知，经营者可能可以在沾油之前提前捕捞养殖群。尽管养殖种群尚未达到完全适销的大小，但可以挽救其部分价值。另外，也可以将



▲ 图 15：可以在油类泄漏后实施禁渔来保护公众健康和防止被污染的产品进入市场。

正常捕收期推迟，以便受污染的养殖群通过自然新陈代谢过程去除沾污。不过，可能会发现很难可靠地预测此过程满意完成的时间表，因为净化速度取决于当地情况和涉及的物种。此外，考虑到净化速度可能会很缓慢，种群可能长到超出最佳市场销售大小，因此可能需要寻找替代市场（可能利润相对较低）。

管理战略

可以采取一系列管理战略来防止或最大限度降低油类污染的影响。最简单的战略除了对油类泄漏的发展及对海鲜质量的任何威胁进行监测之外不进行任何干预。低调干预可以采取针对海鲜行业的指导原则的形式，例如可以用于减少损失的措施。对于钓鱼运动爱好者所钓的鱼，有时候可以通过提出关于食用鱼获的建议及临时实行“捕到后放生”的政策提供足够的保护。更严格的措施包括零售控制、扣留捕获的鱼类和海鲜产品、生产活动限制和禁渔（图 15）。每项措施都有潜在的缺点，在采取行动前对可用的备选方案进行谨慎的评估是非常明智的做法。以下四个战略可能可以让权威机构有效地管理情形，放心地撤销控制和限制。

取样、监视和分析

合理设计的监视计划应该旨在确定油类污染的程度、持续时间和空间范围（图 16）。原则上，为了推出对捕捞或产品销售的限制，对相对少量的样本进行取样和分析通常足以初步确认污染或沾污的存在和定义受影响区域。获得可靠结果所需的最低样本数量应逐案确定。通过每隔适当间隔采样对污染逐步降低的情况进行监视，可以

放心地确定污染恢复至背景水平的时间点。

取样和检验分析的频率和地理范围应该根据污染的严重程度及观察到的净化进行速度确定。一个实际的做法是，确保样本应该无沾污情况，且多环芳烃 (PAH) 水平不应高于在受影响区域之外收集的参考样本的值，或在所在国家 / 地区其它地方自由销售的海产品的相应值。当在短期内取样的两个连续样本集的结果达到可接受水平时，就可以取消限制，或者如果某个特定区域或物种的污染情况有足够好转，则可以调整禁令范围。

可能没有必要分析所获得的所有样本，如果初步结果没有结论或不可靠，则可以将一些样本保留供以后分析。目标物种将为具有商业、娱乐或谋生价值及实际消耗的物种。仔细从附近未受油类污染影响的区域选择控制样本非常重要，此样本可用于参考目的，并能帮助消除背景污染的干扰。在某些情况下，来自当地海鲜市场的样本可以作为与被油类污染区域的样本进行比较的基准。

动植物组织样本容易腐烂，必须采取适当的方式收集和保存，以保持其完整性。应该使用清洁的储放容器（最好为玻璃容器），以避免损坏样本和造成样本交叉污染。冰冻或冷冻是最方便的保存方法，可防止样本在短期内出现微生物分解。收集的样本应该密封、贴上标签并快速放入配有合适的制冷剂包的隔热容器中，以便运送到分析实验室，或送到冷藏库设施进行更长期的储放。应该认识到，在某些分析规程中，即便冷冻的样本也会在长期储放之后失去效用。

感官检验

感官检验往往是最适合确定是否存在沾污及表明海鲜是否适合人类食用的方法（图 17）。经过培训的味觉小组和有效的控制样本是感官检验规程中重要的元素。为了获得可再现的结果和最大限度减少偏差，应该在“蒙着眼”的情况下进行检验，即品尝者不应知道哪个是控制样本，哪个是可能有沾污的样本。

无沾污的阈值可以定义为从被污染区域取回的代表性数量的样本中未发现比来自泄漏区之外的附近控制区域或商店获得的同等数量的样本沾污程度更严重的值点。此方法考虑了个体检验员及消费者之间可能存在的差异，以及可能会有油类泄漏之外的其它原因导致一定数量的样本被沾污的情况。拥有足够的长时间监视数据，且数据表明在泄漏后沾污程度逐步降低，能给人以接受鱼类或贝类是干净而安全的信心（图 8）。



▲ 图 16：收集供分析之用的牡蛎样本 – 获得可靠结果所需的最少样本数量应逐案确定。



▲ 图 17：鱼类和贝类通常要在感官检验前蒸熟。烹制之后，打开龙虾，将通过闻味和品尝对白肉进行检验。

化学分析

感官检验可作为非常有用的筛选工具。不过，由于缺乏经过培训的感官分析专员，而化学分析技术更于获取且成本更低，而且众多权威机构都采用了化学海产品安全标准，所以在油类泄漏后会更多地使用化学分析来管理渔业和海洋养殖。最常见的是，使用气相色谱质谱联用法 (GC/MS) 对多环芳烃 (PAH) 进行化学分析。然后将多环芳



▲ 图 18：在封闭的岸上养殖场采集水样。分析可能表明存在种群污染的可能性。

烃 (PAH) 浓度与国家或国际认可的标准或当地控制区域取样的参考样本进行比较。

通常优先选择海鲜生物体样本进行分析，而不是水和沉淀物样本，因为生物体能够通过聚积然后净化污染物的过程有效地“监视”周围的水和 / 或沉淀物的情况。水和 / 或沉淀物是污染物到达和进入生物体的通路。因此，在已知水体被污染的情况下（例如，通过肉眼观察），通常优先分析海鲜产品，以确定污染是否转移到生物体。最主要的是，监管人员和消费者感兴趣而且对他们有意义的是海鲜的情况而不是水或沉淀物的情况。在不能通过明显的方法确定是否存在污染的情况下，可能有必要对水体样本（近岸封闭设施的水体样本（图 18））或个体指示性物种（如蚌类）进行检验，以减少对种群受污染的担忧。

禁渔管理

在油类泄漏事故后，可以限制捕捞和捕收，以防止或最大限度减少对捕捞装置的污染并保护或安抚海鲜消费者。渔民同意在油类漂浮到其日常捕捞区域期间作为防范措施自愿暂停捕捞活动，从而避免重复污染捕捞装置。在不适合自愿暂停捕捞活动的情况下，可能可以实施正式关闭或停止销售的禁令，但在实施禁令时还应考虑重新开放及取消此类禁令的标准。

一旦海面看不见油和油光泽，而且没有油类沉淀的证据，就可以取消为了保护设备和渔获而实施的禁渔。在确定沾污或污染的情况下实施的禁令可能会持续时间更长，需要谨慎的监视。在大多数油类泄漏情况中，渔业和海洋养殖管理方案将包括各类措施，如进行调查来确认没



▲ 图 19：与牡蛎一样，应该在应急计划中包含监视污染程度的程序，以避免不必要的禁渔安排。

有漂浮的油光泽或沉淀的油类，进行感官检验来确定没有沾污情况发生，及进行化学分析来说明污染级别已经回到背景水平或低于最高准许含量 (MPL)。单独使用或结合使用（更常见）这些战略，能带来科学的可信度和达到提供足够保护的要求，防止消费者接触到带异味或不安全的海鲜。

重新开放捕捞的标准对于此区域的正常海鲜质量来说必须切合实际且具可实现性。可靠的决策需要渔业资源管理方面的知识，以及关于背景污染水平的可靠数据（当地和全国 / 地区）。对油类污染物的物理和化学特征及这些特征会如何影响海洋动植物的充分了解也会有所帮助。海鲜的消费模式及供应情况的季节性波动将进一步帮助确定对公众健康的风险，让监管人员能够就风险管理形成经过深思熟虑的看法。

海鲜质量监管人员将必须在知会、安抚和保护公众之需要和防止引起不必要之恐慌之间求得平衡。采用的战略将反映受影响国家 / 地区的文化和行政管理惯例，因此全球各地不尽相同。媒体可以通过传递正确取样和检验制度的结果，在推动人们对临时禁令的合理反应方面发挥重要的作用。

禁渔和重新开放标准都应该是应急计划中一个重要的部分（图 19）。最后，需要权衡禁渔的好处与因捕捞和养殖活动的长期中断正常而带来的经济损失。颇有些矛盾的是，油类泄漏导致的禁渔有时候可能会有助于有益种群的保护，尤其是商业开发的物种为非迁徙物种而且油类造成影响非常小的情况下效果更显著。

要点

- 渔业和海洋养殖领域最常蒙受的油类污染影响是设备沾油及海产品的沾污污染。
- 油类泄漏对自然渔业资源和鱼类数量的影响极难同其它因素的影响区分开来；其它因素包括种群的自然波动、气候影响、来自工业或城市源的污染及过度捕捞等等。
- 对商业及谋生捕捞作业的影响可能会导致巨大的损失。
- 除非市场信心和公众健康问题得到很好的管理，否则公众对污染海产品问题的反响将非常严重。
- 通过安排尽早告知经营者油类泄漏可能会威胁其设施，能带来有效运用缓和技术的最佳机会。
- 为了保持对渔业部门的信心，在油类泄漏事故后采取的管理战略应依赖于科学的方法和数据，以确保海产品的安全和质量。
- 在油类污染情况中，如果认为海产品无沾污，则广泛认为可以安全食用，因为即便很低的油类沾污污染水平也能被人体分辨出。
- 包含禁渔和重新开放的有效应急计划以及针对油类泄漏的应对措施可以防止或减少油类泄漏对渔业和海洋养殖的影响。

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浮木档栅应用
- 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