

防 污 染 技 术

吴 甲 斌 编

上 海 海 运 学 院

目 录

第一章 海洋环境保护, 石油对海洋的污染.....	(1)
§ 1—1 环境保护的重要意义.....	(1)
§ 1—2 我国大力治理“三废”, 开展环境保护工作.....	(12)
§ 1—3 石油对海洋的污染.....	(13)
§ 1—4 防止海洋油污染的措施.....	(25)
第二章 石油及生活污水的污染指标和水体的防护.....	(46)
§ 2—1 石油及生活污水的污染指标.....	(46)
§ 2—2 水体污染的自净和防护.....	(52)
第三章 船舶油水分离器, 油分浓度监控装置.....	(58)
§ 3—1 船舶油水分离器.....	(59)
§ 3—2 油分浓度监控装置.....	(79)
第四章 船舶油污水系统的自动化、污水处理装置和焚烧炉.....	(97)
§ 4—1 船舶污水驳运的遥控和自动化.....	(97)
§ 4—2 船舶污水处理装置和焚烧炉.....	(105)

mb36/09

第一章 海洋环境保护、石油对海洋的污染

§1-1 环境保护的重要意义

众所周知，人类是地球发展到一定阶段的产物，在亿万年漫长的发展进化过程中，人类与生存在其中的环境相互制约，相互依存，形成了极为复杂而又巧妙的联系。但是，这种关系不但是人与自然消极的被动的关系，而也是人类通过自己的劳动生产，改造着自然界，使之适合于自己生存，发展的需要。

人类在征服自然改造环境的历史进程中，特别是本世纪以来，生产和科学技术发展的速度大大加快，建立了空前规模的现代工业，使许多未被充分认识和利用的资源如铀、镭、汞、铅、石油等从地下极大规模地开采出来，供人类应用。不仅如此，人们还创造了新的人造物质，如石油化工三大合成材料(合成塑料、合成纤维、合成橡胶)，使石油的利用引开生面，大大地丰富了人类生产和生活用品，又如人工合成的有机汞、有机氯农药和化学肥料等大量制造和使用，有效地消除了农作物病虫害，为农业生产夺取大丰收创造了有利条件，丰富了人们的食物。但是，事物的发展总是“一分为二”的，现代工业的发展却引出了工业生产中排出的废水、废气、废渣(即所谓“三废”)污染环境，危害人类健康，农药的大量使用，也产生了农药残毒污染食物影响人们健康的问题，此外，如石油及其产品等的使用和运输过程中，由于泄漏及外溢，特别是现代超级巨型油轮在海上发生海损事故，以致数千、万吨甚至数十万吨的石油，集中散布于广大海面 and 漫长的海岸，造成极为严重的海洋环境污染。

这些环境污染物质有的已经证明对人有害，引起了惨痛的“公害病”，有的还没有立即显示和被发觉，因为污染物质对人的影响有一个量变到质变的过程，有一个相互作用并被人们认识的过程。但是环境污染对人类健康的危害已不容置疑，近年来国外屡次发生震惊世界公害事件就是例证，严重影响人民健康，怪病丛生。环境污染对人类危害是一个很复杂的问题，有的是以人类的生命为代价才使人们认识污染问题的严重性，有的通过科学实验已查明机因，但有的还需要进一步探索。事实证明，人类完全有能力综合利用自然资源发展生产，同时又能保护和改造环境。例如我国明确规定，新建设的工程，必须将“三废治理”和生产项目同时设计、同时施工、同时投产，否则不准开工投产，就是很好的说明。

环境保护为什么应该加以密切注意呢？让我们具体地从人类与环境的关系，当前世界环境污染的状况和我国“治理三废”的要求等方面加以说明。

一、人类与环境的关系

地球上的一切生物，其中包括人类，都生活在地球表层，这个表层叫做“生物圈”。“生物圈”的简单定义是“有正常生命存在的地球部份”。这里充满了空气、水份和岩石(包括土壤)等物质。“生物圈”的界限，按目前的认识，是在海平面以下深度约 11 公里(太平洋最深处)，海平面以上约十多公里的范围内。生物圈通常自上而下分三层，为“气圈”的一部份、“水圈”和“岩石圈”的一部份，这三层就是地球上生命活动的主要场所。

与人类环境关系密切的“气圈”是指大气层的下部，即对流层(离地面 10~20 公里，这里大气上下对流现象剧烈)和一部份平流层(对流层以上直到大约 50 公里高空的一层，空气稀薄，水蒸汽和尘埃极少)，在这个“气圈”里的空气，如未被污染，其组成应该是氮气约占 78%，氧气约占 21%，氩气约占 1%，其它气体的总和不到 0.1%。

“水圈”是指地球表面广阔的水域，水占地球面积的 70%，总水量的体积约为 13 亿 6 千万立方公里，其中 97% 的水存在于海洋中，地球表面水的分布如表 1-1 所示。

表 1-1 地面水的分布

分 布 地 域	体 积 (千立方公里)	占总水量%	更新时间*
淡 水 湖	125	0.009	1~100年
盐 湖 和 内 海 水	104	0.008	10~1000年
河 流 水	1.25	0.0001	10~20天
土壤中的水和渗流水	67	0.005	280天
地下水(到 44 米深)	8,350	0.61	300年
冰川及高山结冰	29,200	2.14	16000年
大 气 中 的 水	13	0.001	9 天
海 洋 中 的 水	1,320,000	97.3	37000年
总 计	1,360,000	100	

* 更新时间：指全部水量更换一次所需的估计时间。

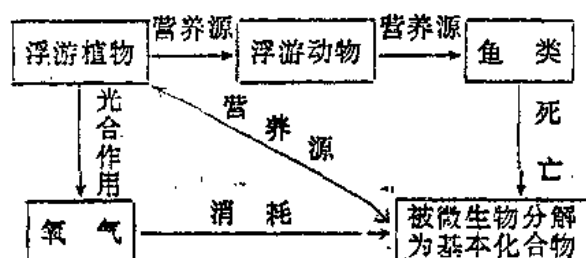
水是生命所必需的元素，陆地地表水占总水量的比例极少，地表上淡水的来源，主要是雪、雨等大气降水，估计全世界陆地上每年降水量的 2/3 为植物蒸腾或地面蒸发掉，仅 1/3，即约 37,500 立方公里的淡水可供人类使用，地球上的淡水资源并不十分丰富。

“生物圈”的下层是地球“岩石圈”的近地表一部份，地球的平均直径为 6,371.2 公里，地球内部可大致分为地壳、地幔和地核三个圈层。地壳是指从地面到地下数公里至 70 多公里的一层；地幔是指地壳层以下至 2,900 公里深处的一层；从此再往下直至地心叫地核。生物活动的地层仅在地壳的浅层，地壳又叫岩石圈，因为它的构成基本上是沉积岩，花岗岩、玄武岩(后者是具有结晶构造的固态硅酸盐类物质所组成)等岩石及其由于风化等原因所造成的土壤，地壳的厚度很不均匀，一般是海洋所在的地方较薄，最薄的地壳不到 10 公里，大陆所在地，尤其山脉底下地壳较厚。岩石圈物质的平均密度为 2.7 克/厘米³，深度每增加 33 米，温度就要升高 1℃。

“生物圈”的形成是地球几十亿年的历史，特别是自有人类以来的数百万年长期演变的结

果，这种演变包括了生物与自然，生物与生物间漫长的斗争与合作，终于使人类得到发展，并形成了今日的“生物圈”。

在自然界里，“生物圈”由许多大小生态系统所组成的。什么叫生态系统呢？可举一个最简单的例子加以说明，如鱼燕浮游生物生活，鱼死后，其尸体被水中微生物分解成营养物质和一些其他化合物，同时消耗掉水中一些溶解氧，这些营养物质和化合物却又是浮游植物不可缺少的养料，同时它们还摄取水中矿物的、非矿物的其它营养，在光合作用下产生氧气并溶入水中，浮游生物等大量繁殖，又给鱼类提供必要的食料。因此，自然界里就形成了：鱼类——营养物质——浮游生物——鱼类这样一个系统，略为详细一些，可图解如下：



这种生物群落和它的环境所构成的系统就叫做“生态系统”。而如俗话所说的大鱼吃小鱼，小鱼吃虾米，虾米吃烂泥(实际上是浮游生物、包括藻类等)就表示了一个连续的食物系统，一般叫做“食物链”。

在自然界里，各种各样大大小小，简单或复杂的生态系统在运动发展着，这种生物间的互相依赖和斗争的关系，经过一定的变化，其中也包括互相适应调节过程，在一定条件下，保持着自然的、相对的平衡，这种平衡人们叫做“生态平衡”。生态平衡只是相对的，因物质的不断运动，在自然或人为因素的作用下可以被破坏并建立新的平衡，特别是由于人类的作用，可使自然界的生态关系更有利于人们，为人类所利用，例如，人类根据处于相对平衡中的生态系统的生物量也是相对稳定的这一自然规律，不仅可以捕捞大量渔产，还可以结合如湖泊等水域的物理化学特性，有目的地改变生物的食物链结构，使某种渔业产量达到最高水平。当然，如果人们的活动起了消极有害的作用，良好的环境也会受到破坏，从而产生不利于人们的生态变化，这是我们必须避免的。

每个生态系统都有它自己的物质循环。自然界中与维持生命密切相关的最基本最重要的物质循环是，水循环、碳循环、氮循环和氧循环。

水循环是海洋、湖泊、河流中的水通过蒸发，变成水蒸汽进入大气层，然后通过降雨回到地面，再流入江河湖海。植物和动物也要吸收一部份水分，同时又通过叶面蒸腾和排泄，将大部份水排回自然界。这些过程都叫做水循环。一切生物机体大部份是由水组成的，因此，任何一个生态系统都离不开水。水在地球上不断循环运动，使地球表面的各物质得以搬运、迁移，气候得到调节，大气获得清洗，环境受到自然净化。

碳循环，是大气中的 CO_2 通过植物的光合作用，转化为氧和葡萄糖(葡萄糖构成植物体内的碳化物)，动物以这些碳化物作为食料，一部份通过氧化作用产生能量，而呼出 CO_2 ，一部份变为粪便排回土壤，一部份储存于体内，死后也返回土壤，回到土壤的碳化物，经细菌、真菌的分解和氧化作用，又成为 CO_2 回到大气，构成了碳循环。

氮的循环：植物土壤中吸收含氮的硝酸盐、铵盐等物质，在植物体内由于光合作用与反

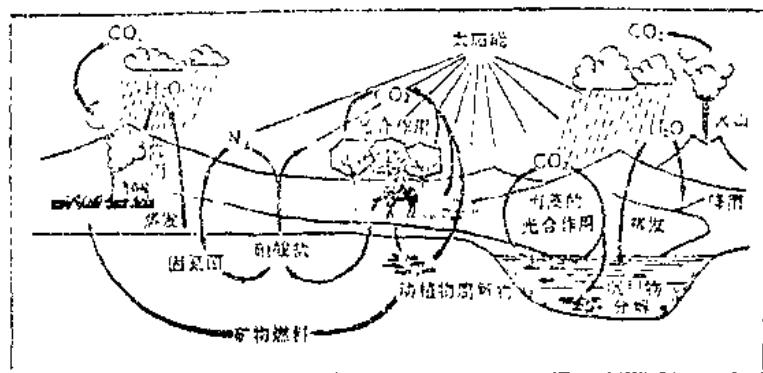


图1-1 生物圈的水循环、碳循环和氮循环

循环也是维持生命的重要条件。

生物圈的水循环、碳循环和氮循环可简单图示如图1-1。

氧循环比较复杂，大气中的氧是由光能在光合作用中分解水分子而产生的，动物吸入氧气，与体内的碳化物氧化产生能量，同时排出二氧化碳。氧当然也是维持生命的必需元素之一。

人类长期在自然环境中生活，几十万年来的演变，特别是由于过去生产力比较低，人类对地球环境的改造较为微弱，主要还是适应当时的环境生活条件，因此，人类的组织、器官，直至运动习性都已适应了地球的环境条件。人类通过新陈代谢与周围环境进行物质交换，以至体内各种化学元素的平均含量与地壳的平均含量相适应，例如，有人发现除去构成血液原生的主要组分如碳、氢、

氧、氮和岩石的主要组分除硅以外，人体血液中的60多种化学元素含量和地球岩石中这些元素含量的分布规律是一致的。如图1-2所示。这说明，自然界的不断发展变化，在这种渐进的演变中，人类也从内部调节自己的适应性，以与不断变化的环境条件——地壳物质保持平衡关系。

但是，如果突然一种新的生化物质进入相对平衡的生态循环系统，或者某种化学元素过多地超过了自然状态下的平均含量，就会破坏这种平衡，给人类带来不利影响。例

杂的含碳分子等复合成各种氨基酸。氨基酸联合在一起造成蛋白质。动物吃了这些蛋白质构成体内组织的一部份。动、植物死后，蛋白质被微生物分解，生成硝酸盐和铵盐，又返回土壤和大气中，再为植物所吸收，这就是氮循环。氮是组成动、植物有机体的重要之素之一，因此氮

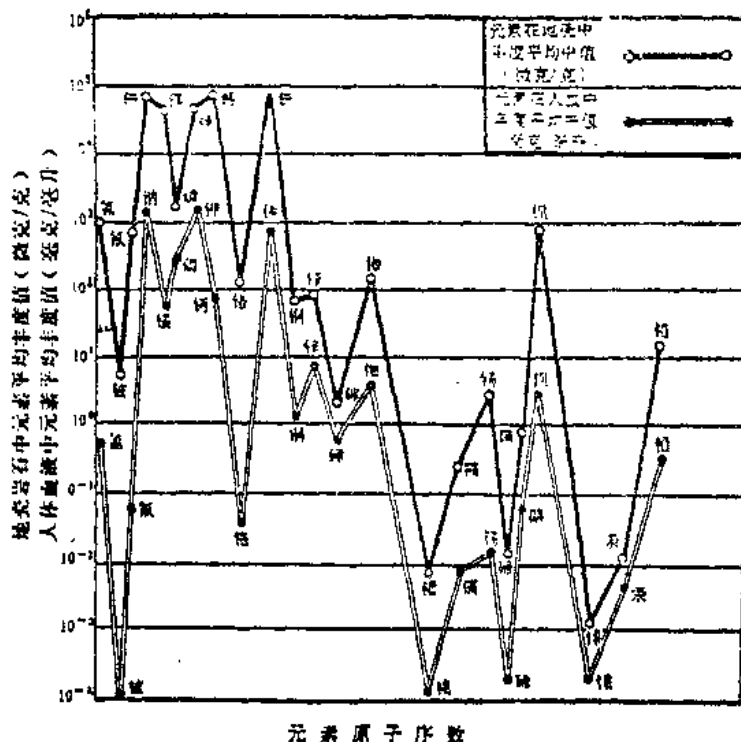


图1-2 人体血液和地壳中化学元素含量示意图

如，水域中建立在一定食物链上的生态平衡，在正常稳定情况下，水体生物种类和数量都有相对稳定的结构（相对比例），如因人为地倾泻某种物质（例如工厂废液、污油等），改变了水体理化性质、即使这些不是剧毒物质，不致造成骤然间的毁灭性损害，也会因积累到一定数量或发生质变，而影响水体生物群落结构，破坏原来的平衡关系。像一些河流、湖泊因严重污染而鱼虾绝迹，严重破坏渔业生产就是一种表现。

二、人类活动对环境的影响

前已叙述，自然的或人为的因素都可能影响某一生态系统的某一环节，因而破坏相对平衡。如果地球上物质循环系统的自身净化作用受到破坏，就产生环境污染。

这些破坏除了有的由自然原因，如气候反常、火山爆发、地震等造成外，有许多则是人类活动造成的，如盲目砍伐森林，任意排放工业“三废”，滥施化学农药等。比如，植树造林可以保持水土，防止风沙，反之，如在风暴较多的草原盲目垦荒，或滥伐森林，就会引起土壤的严重剥蚀。恩格斯曾形象地描写过人类破坏环境带来的恶果：“美索不达米亚、希腊、小亚细亚以及其他各地的居民，为了想得到耕地，把森林都砍完了，但是他们梦想不到，这些地方今天竟因此成为荒芜不毛之地，因为他们使这些地方失去了森林，也失去了积聚和贮存水分的中心”。又如苏修盲目垦荒，造成地表松散，每到春季，尘砂飞扬，在西伯利亚等广大地区“黑风暴”毁灭庄稼、耕地。而现代帝国主义进行的侵略战争，更是肆意破坏环境害人民。

污染环境的污染源，根据有关资料报导，主要有下述五个方面：1) 工业生产过程中放出的废水、废气、废渣，其中有些带有毒性；2) 城市居民生活物品的废气和垃圾；3) 向河流及海洋倾泻的多种“废物”，其中比较突出的有石油及其制品，造纸厂和食品加工厂等排出废渣废浆；4) 残留的化学农药；5) 流失的无机化学肥料。这些物质以不同的物质形态大量进入人类和生物的生活环境，从不同的渠道污染环境和危害人类及其他生物的健康。图1—3示出污染人类生活环境的途径。

人类利用自然规律，能将自然界供给人类的物质如碳、氧、氮、磷等组成有机物的元素，以及钙、钠、钾、镁等组成矿物的元素，加以有效循环再用，所以能在战胜自然和利用自然

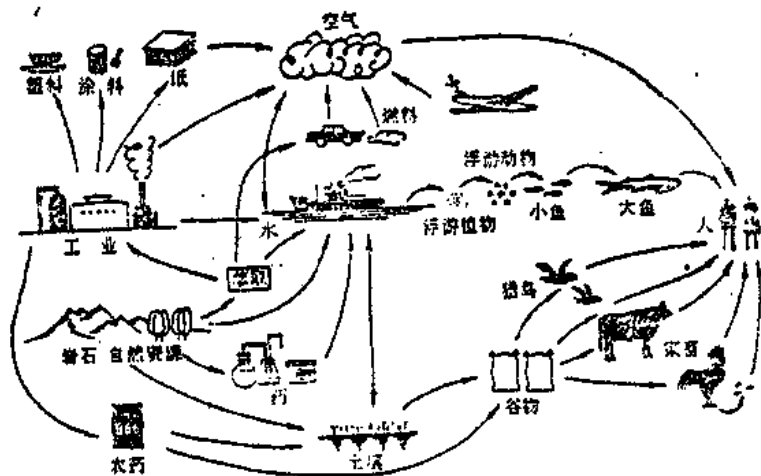


图1—3 污染人类生活环境的途径

中逐渐变得更为主动，但是如果人类破坏了这些物质在自然界的自我更新规律，或在人类生活环境中大量增加了不能循环更新的物质，或在短期内过多地使用了一些需要漫长时期才能完成循环过程的物质(如深埋地下的煤碳、石油)，将由于超越生物新陈代谢的容许范围，造成资源“枯竭”或污染环境。

随着资本主义现代工业的发展，由于生产的无计划状态和资本家一味追求最大限度利润，给环境带来严重危害，煤碳的燃烧、金属的冶炼、石油的开采，使大气中增加了二氧化碳、二氧化硫和粉尘烟雾，同时由于废水、废渣的大量排放还污染了水域和土壤。工业畸形发展，人口向城市高度集中也带来了诸如垃圾、污水、噪音、臭味和汽车废气等一些环境污染问题。仅以美国洛杉矶市为例，1939年以来工业发展，人口增加两倍，该市每天排气污染物达5000余吨，其中石油工业，汽车排气等约占3500吨，据报导，在4万米高空就能看到洛杉矶笼罩在黄色烟雾之中，烟雾被太阳光照射而产生了新的有毒污染物，所以又称“光化学烟雾”，严重影响人体健康和农作物的生长，一次毒害就曾死亡400多人。这种大气污染不仅在美国，在其他工业发达的资本主义国家城市如日本东京等也普遍存在。此外，如一些大型水利工程缺乏全面规划，也会给环境带来新的不利影响，像大型水库的兴建，假如规划不周，虽然能解决下游河水泛滥的危害，但河流向下游携带的肥料也相应减少，不马上加以补充，就会使下游土地的农作物减产，同时也可能截断鱼类洄游路线而影响下游的渔业生产。这些都说明，人类活动对环境造成的影响是多方面的，是错综复杂的。

总的来说，由于人类不断地发展，生产力也不断提高，人类在适应自然的同时，征服自然、改造自然的力量就越来越大，也就是对环境的反作用越来越大。人类活动对环境的影响是经常的，在某些地方也是巨大的，它对环境所造成的后果是破坏了旧的生态平衡，建立起新的平衡，这往往并不一定是坏事，正相反，由于人们主观能动的作用，在大部份情况下是有利于人类的，特别在优越的社会主义制度下更是如此，它反映了人类不断进步，不断地征服大自然的结果。人类和生物环境受到污染是客观事实，尤其在工业发达的资本主义国家，环境污染已成公害，给人民带来灾难，这不能不引起有害于人类健康和子孙后代科学技术的进步，主张限制工业发展，恢复自然面貌听其自然按步，这种形而上学消极的观点显然是错误的，它忽视或低估了生物的适应性和自然界的调节作用，更重要的是，人类随着对自然规律的掌握和工艺技术的进步，只要广泛行动起来化害为利，大搞综合利用认真采取防污染措施，是完全能有效地保护环境，为人类自己的劳动和生活创造有益环境的。

三、国外公害和海洋污染现状

早在200多年前，欧美等资本主义国家在产业革命初期，就曾出现城市大气、水质污染问题，到了本世纪50年代，随着战后工业和交通运输事业的迅速发展，垄断资本集团为了追求最大限度利润，不顾人民死活，任意排放工业有害物，普遍污染和毒化了水源、大气、土壤和农作物，它的破坏性后果充分显示，国外的环境污染开始形成了社会公害。出现了许多震惊世界的公害事件(例如1952年12月上旬，英国伦敦工业区排空的大量二氧化硫和粉尘，由于浓雾的笼罩而扩散不开，毒雾弥漫污染空气，使两周内死亡四千余人，后来被称为“伦敦烟雾事件”)，又如日本三大公害病(大气污染造成的气喘病、水域重金属汞和镉污染造成的水俣病和骨痛病)也发生在50年代初、中期。到了60年代，除了煤烟污染等有所减轻外，其它污染，如氮氧化、重金属、有机氯农药、放射性物质、噪声、城市垃圾、油污染、热污染以及食品污染等都有增无减，污染规模也更蔓延扩大，如屡次发生的海洋大面积油污事件，祸及

英、法等西欧数国，大气 SO_2 污染甚至高空迁移转嫁别国，如中欧工业发达的西德、法国上空大气中 SO_2 越过波罗的海，飘到北欧五国上空，再加上当地工厂排放的 SO_2 ，致使每年有近二百万吨浓硫酸随雨雪降落，造成该区域经济的巨大损失。经试验表明，大气中含硫酸的气流，24小时内从西德、法国、荷兰流到芬兰，在芬兰的浓度达几百 PPM 使雨水含酸过高。由于环境更大规模地受到污染破坏，直接危害人们健康，已成为严重的社会问题，从而激起了各国人民强烈反对，不断掀起“反公害斗争”。在这种情况下，资本主义国家被迫采取了一些环境保护的措施，70年代初以来在防治公害方面取得了一定进展，近年来由于采用了先进的科学技术已有较显著的成效。但是，环境污染所造成的损失仍然十分巨大，据统计如法国每年因大气污染造成对环境破坏和人体健康的损失约合人民币11亿4千万元，苏联每年因水污染所造成的损失约合人民币126亿元，而美国，前几年估计如大气污染不加防治，则1977年的损失达到约合人民币472亿5千万元之巨。可见公害给社会带来的危害之大。因此公害一旦形成，需要大规模地对环境加以恢复和控制的投入也是十分巨大的，例如美国为了执行防止水污染法，在1972~1974年已投资了246亿6千万美元，1973~1983年计划用于废水处理的费用为1073亿美元，日本计划在1976~1980年用于污水处理的费用为365亿美元，其他污染严重的国家也都有类似的大量投资，消耗了社会的大量人力物力，不过，据统计进行防治后，由于环境污染带来的损失减少，投资和损失相比较后每年还可以节省巨额资金。这些都说明，资本主义世界所造成的环境污染和破坏，对社会物质财富和劳动人民的生命健康带来多么严重的损失和危害，表现了资本主义制度的腐朽和没落。

在国外的环境污染中，水体的严重污染是资本主义国家最大的公害。大量的工业废水、城市生活污水不作处理就排入河流、湖泊和沿海，使许多河流成了名符其实的“下水道”，湖泊变成“死湖”，例如苏联将不作处理的工业废水大量排放，1969年达到361亿吨，河流湖泊受到严重污染，像世界著名的淡水湖贝加尔湖（贮水量占全世界淡水贮量的1/40）因湖水和支流河道受到严重污染，湖中一些区域，水生物和鱼类已死掉一半。美国工厂和城市排出的污水每年约达45亿吨，美国主要河流全被污染，其北部的五大湖因周围工业废水的大量排放而受害，如污染最严重的伊利湖，水生植物枯死，鱼类死亡，几乎变成了“死湖”。其他如世界上一些著名的河流如美国的密西西比河，欧洲的莱茵河，苏联的伏尔加河等都受到了严重污染。国外有将水污染分为三个时期，即1)病源污染期，主要指生活污水排入水体后，因病源微生物的传播而蔓延传染疾病时期，像苏联伏尔加河口的主要城市阿斯特拉罕1970年因水污染而爆发霍乱，2)总体污染期，主要指工业废水排入水体后，使水体中氧化这些废物需要消耗的氧气量和悬浮固体越来越多，由于氧化作用进行得很快，水又不能从空气中把氧气很快补充进来，最后使水中的溶解氧耗尽，鱼类等窒息死亡，生物绝灭的时期；3)新污染期，由于城市人口和工业的高度集中，工业废水的水质更为复杂，再加洗涤剂大量使用，水中出现氯化物、硝酸盐、有机磷酸盐、多氯联苯、石油等新的污染物，对人类健康造成潜在危险。目前一些工业发达的资本主义国家已解决了第一期污染问题，正处于第二期污染期，问题仍然严重。

由于水的循环作用及水本身是一种很好的溶剂，所以水中污染物质种类繁多，据不完全统计，目前水中污染物质有数字计算的就有157种之多。按其性质可分为金属、非金属、有机物、农药及放射性物质。[附录]表1—2示出水中的主要污染物质。

从目前掌握的情况来看，水中造成危害最大的污染物质主要有汞、镉、铅、磷、有机氯

农药、聚氯联苯、氯化物等 14 种。它们进入环境的来源，对人体健康和环境的影响详见〔附录〕表 1—3。

至于海洋污染问题，则因世界上临海国家众多，海洋沿岸是发展城市、工业、渔业和休养的好地方。海上航线又是大陆与大陆间最方便而价廉的联系纽带，工厂的废水也可方便地排入海里或归海河流。陆地上的污染物通过河流或大气的搬运最后都流落海洋，因此，海洋成了资本主义世界处理工业废物的“垃圾桶”和掠夺别国资源的通道。海洋中的污染物从固体垃圾到多种化学品，从放射性废物到残留农药，多不胜数。其中以石油烃类在数量上占首位，它造成的海洋污染最明显，也很严重（详见后述）。其它如每年有一万吨铅流入海洋，太平洋表层水中铅的含量已增加到 20 年前的 10 倍，镉的数量更大，以日本为例，每年仅由日本神通河注入富山湾的镉就有三千多吨，帝国主义在海上及水中进行数百次核武器试验和原子能设施以及核动力舰船放射性废弃物的排放，使海洋已被放射能约为 24 居里的同位素污染了。目前，在一切活的动物中（包括人类），体内存在的铯—90 和铯—137 两种同位素的数量已达到了可检出的程度，放射性元素已参予了所有生命的代谢循环，尽管目前国外对其危害还没有完全弄清，但已有不少报导认为，它能破坏生态平衡，以及增加人类癌症和白血球增多症发病率。还有以往世界上生产的 150 万吨 D、D、T 由于很难分解，估计约有 50~100 万吨仍然残留在海水中，因此到处被检测出来，由于食物链的作用，鱼类、海鸟及人类体内甚至南极的鲸鱼都已检出 D、D、T 及其残余物，可见污染物质在海洋中扩散范围的广大。这些污染物进入海洋，虽然可受到稀释，海水含量不大，但是，由于食物链的蓄积富集，通过海产食品最后危害人类，图 1—4 示出美国某河口食物链中 D、D、T 的富集情况，污染物随饵料生物被鱼贝类摄食后，便蓄积到鱼、贝类体内，经食物链数次蓄积富集，污染物含量大大增加，最后人类食用了这些食物，污染物就转移到人体内蓄积起来。如果人们长期食用这些被污染海生食物，那末海产品体内的污染物在人体内就会越积越多，当达到某一浓度时，就表现出人们慢性中毒和急性中毒状（如食用了含有汞和镉的海产品引起水俣病和骨痛病），又如海洋中的农药能为海洋生物所富集，使海藻的光合作用受到抑制，使鱼、贝类的繁殖力衰退等都间接地影响到人类。

海洋污染，特别是沿海工业区造成近海的严重污染，使海洋生物资源遭到极大破坏，美国沿海岸有 8% 的海域所产贝类不能食用，日本的许多海湾，内海因严重污染几乎成了“死海”，占日本捕鱼量 1/4 的沿海渔业资源大部份被破坏了，渔产大幅度下降，海产品养殖场也受到严重打击。另外像著名的波罗的海国际水域，因沿岸国任意排废，使它出现了大片无生物区，很多鱼种绝迹。据近年调查，波罗的海完全有变成无生命的“海洋沙漠”的危险，世界上许多近海水域也正遭受同样严重的污染。图 1—5 是根据前几年资料绘制的世界海洋污染图。图中可见海洋污染几乎遍及整个大陆边缘，尤以波罗的海、地中海北部、美国的东北沿海岸，日本的濑户内海等污染最为严重。另外石油污染沿海运输路线扩展的范围也极为广泛，在海洋污染中占有突出的地位。海洋油污染与船舶活动密切相关，因此，近年来世界各国对船舶防污染设备及船员遵守环境保护有关规定的要求都愈来愈严格。

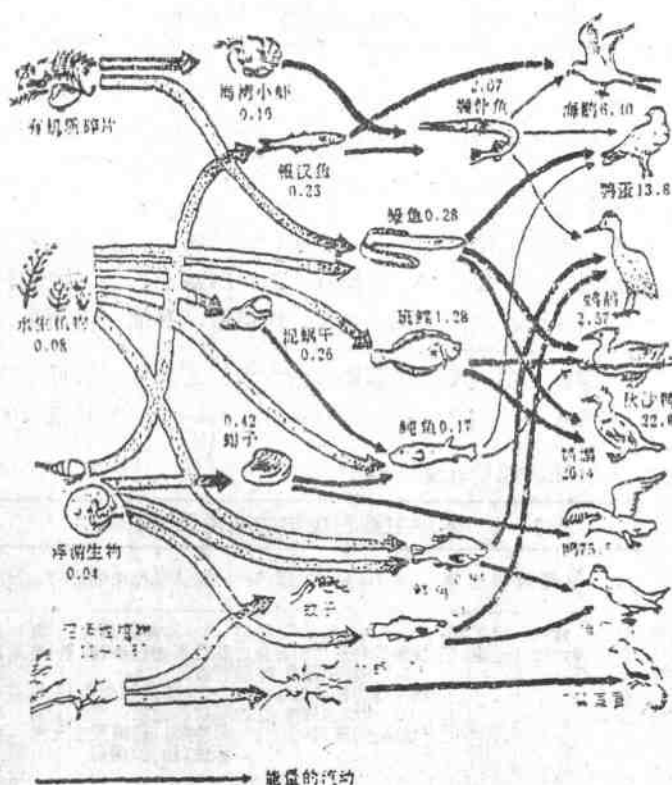


图 1-4 美国某河口食物链 DDT 的富集(单位: PPM)



图 1—5 海洋污染现状示意图

[附录]

表 1-2 水中的主要污染物质

类 型	
金属污染物质	汞、镉、铬、锌、铝、铜、镍、钴、锡、钨、铈、钽、银、铍、锰、钒等
非金属污染物质	氟、氮、磷、砷、硒、硼
有机污染物质	酚、氰、二硝基苯、二硝基萘、二氯苯、二甲苯、氯丁二烯、二氯乙烷、六氯苯、三氯乙烯、四硝基甲烷、四氯乙烷、环烷酸、丁基醇、异丙二烯、甲苯、甲醛、苯、吡啶、丙烯腈、石油、丙烯醛、乙腈、松节油等
农药污染物质	滴滴涕、涕滴滴、滴滴依、六六六、艾氏剂、氯丹、狄氏剂、二乙基胍、乙基胺、二甲基胺、七氯、2,4-D、2,6-二氯苯基氯、4049、1059、敌百虫
放射性污染物质	铀、钍、镭 ²²⁶ 、镭 ²²⁸

[附录]

表 1-3 水中主要污染物的来源及其影响

污染物	主要来源	在环境中分布	对环境的影响	对人体健康的影响	目前污染的大致含量(毫克/升)
汞	氯碱工厂、汞催化剂、纸浆与造纸工厂、杀菌剂、种子消毒剂、石油气、燃料的燃烧、采矿与冶炼、医药、研究实验室	食物、淡水与海水、空气、土壤、空拌种的种子后引起死亡	1. 为食用含汞农药 2. 可能引起食物生物繁殖力的降低 3. 对水生脊椎动物(包括鱼)有影响	1. 对神经系统以累积性毒害影响(特别是甲基汞) 2. 摄取被汞污染的贝类和鱼后,产生甲基汞中毒,造成死亡及先天性(胎儿)疾病	1. 空气: 0.001—0.01 微克/米 ³ 2. 淡水: 0.01—0.1 微克/升 3. 海水: 0.1 微克/升 4. 食物: 含量不同,某些污染区鱼体含量1毫克/公斤
铅	汽油燃料、防腐剂、冶炼、化学工业、农药、石油燃料的燃烧、金铂的冶炼、铸造等	空气、水及食物(局部地区和全球范围)	1. 生物学方面的影响 2. 在海洋沉积物中含量较高	1. 主要摄取来源为食物 2. 影响造血系统,也影响神经系统 3. 损害肾脏及造血系统 4. 有害生殖系统	1. 空气: 污染城市在1.3微克/米 ³ 2. 城市: 0.14—0.16 微克/米 ³ 3. 农村: 0.01—0.03 微克/米 ³ 4. 食品: 0.05—0.3 毫克/公斤
镉	采矿及冶金生产、化学工业、金属处理、电镀、高级硫酸盐肥料、含镉农药	空气、水、土壤、食物(局部范围)	1. 高含量能造成鱼的死亡 2. 其他生态学影响不清楚	1. 主要通过饮水、食物进入人体 2. 进入肾脏,造成肾功能障碍 3. 可能为心血管病的病因 4. 某些化合物能诱发恶性肿瘤,产生畸形,对儿童无试验结果	1. 空气: 都市区年平均0.02微克/米 ³ 非都市区0.003微克/米 ³ 工业区0.8微克/米 ³ 2. 淡水: 10微克/升 3. 海水: 0.02微克/升 4. 污染土壤: 1—50 毫克/公斤 5. 食物: 一般低至0.3 毫克/公斤
硫酸盐	污水、农业废水、去污剂工厂、洗涤剂组分、造纸厂	淡水、海水	造成水生植物过度生长,缺氧,使水质恶化,鱼死亡	现有的含量水平,对人体的影响不大	淡水以硫酸盐的形式计算为0.3—1毫克/升
亚硝酸盐及亚砷酸盐	污水、石油燃烧、硝盐肥料工业	淡水、海洋水域、食物(局部范围)		在食物及水中的亚硝酸盐能引起婴儿正铁血红蛋白血症	淡水常低于5毫克/升,最高100毫克/升 食物含量不一致,最高几千毫克/公斤
氟化物	化工生产、煤的燃烧、磷肥生产等	空气(局部范围)、水、土壤、食物	对鱼类可产生毒性,根据鱼的种类不同差别很大	低浓度时有益(例如在饮水中含1毫克/升,能降低龋齿发生),浓度超过1毫克/升,发生变形,更高时,能使骨骼变形	1. 美国几个城市空气中平均浓度为0.001—0.01 毫克/米 ³ 2. 天然水变动范围0—20毫克/升 3. 食物: 0—20 毫克/公斤

续 表

污 染 物	主 要 来 源	在 环 境 中 分 布	对 环 境 的 影 响	对 人 体 健 康 的 影 响	目 前 污 染 的 大 致 含 量 水 平
有 机 氯 农 药	农业杀虫、公共卫生方面的应用、农药制造厂工业排出物	土壤、食物水(包括海洋水域、空气)局部范围或全球范围	1. 浓度低时对甲壳类有剧毒 2. 在鱼体中累积,使鱼卵不能孵化 3. 滴滴涕对某些食肉鸟类危害很大,使鸟蛋壳变薄,不能孵化	1. 一般人主要从食物中摄取,一年 DDT 为 10—20 毫克 2. 一般人体含量为 10—20 毫克/公斤 未开对人体有不良影响,但对实验性动物已证实大剂量 DDT 使其肝细胞瘤的发病率增高。	滴滴涕(D.D.T.): 1. 空气: 0.1—400 微克/米 ³ 2. 地表水: 0.6—100 毫克/升 3. 雨水: 7—70 微克/升 4. 土壤: 0.1—5 毫克/公斤 5. 食物: 全部膳食平均: 0.03 毫克/公斤 6. 鸟蛋: 0.15—30 毫克/公斤
多 氯 联 苯 (PCB)	电力工业、塑料工业、润滑油、含有多氯联苯的工业排放物与工业废水、未加控制的处理多氯联苯	水,包括海洋水域(局部或全球范围)于鉴定、分析的结果,最近才获知 PCB 对环境的污染已很广泛	1. 报导在贝类及鱼类中含量较高,但未见的对海洋生物有损害 2. 某些鸟肝中含量高,是死亡的起因,破坏鸟的正常孵化,使蛋壳变薄	1. 目前存在环境中多氯联苯的浓度对人的影响还不了解 2. 职业性长期工作的浓度环境中可使皮肤损伤及肝破坏 3. 日本的米糠油事件是由多氯联苯引起的	一般为 1 微克/升,在某些鱼类、海豹及鸟组织中含量较高 10—100 微克/升
多 环 芳 香 烃 (PAH)	有机物质的燃烧、汽油与柴油废气、大气中煤烟、煤气工、油漆与化学工业的废料、香烟的烟	空气、水、食物(局部区域范围)	(没有资料)	职业性长期工作于高浓度的多环芳烃环境中对人有致癌作用(煤焦油和石油产品)已证实并作结论个别化合物的作用不致发生癌症	苯并[a]芘: 0.01—100 微克/1000 米 ³ 总类: 0.03—0.1 毫克/升 海洋浮游生物, 甚至: 10 微克/公斤 土壤: 0—400 微克/公斤 火熏肉和鱼, 高达 60 微克/公斤 香烟的烟中, 每千支: 15 微克
油 类	船只意外或任意排油事件、炼油厂、海上采油、工业废水、废物中的油	淡水、海洋陆地(局部或区域范围)	1. 润滑油可大大降低水对氧的摄取 2. 造成海鸟的大量死亡 3. 一般对海洋生物有毒性(低于用以消散、漏出油的乳化剂的毒性) 4. 在江河、海湾在缺氧的条件下,能引起某些生物死亡率的增加	除职业性之外,环境中未见对人的直接影响	(没有适当的资料)
可 有 分 解 物 的 质	污水、垃圾、工农业废弃物	淡水、海洋、陆地、土壤(局部范围)	为淡水和近海水域的主要污染物,消耗水中溶解氧,大量存在使水缺氧损害水中生物的生命	没有直接影响,污水中可分解的有机物质与病菌有关,如某些通过水源传染的疾病的致病物质并会遗传给后代	以生化需氧量(BOD)*, 从天然水的 1 毫克/升, 到未经处理的生污水 300—500 毫克/升
致 病 菌	人与动物的排泄物(污水、业农废物)被污染的食物与水	淡水、海洋、土壤(空气)	可使家禽和动物致病	引起传染病传播如霍乱、痢疾、传染性肝炎、细菌性食物中毒	(没有适当资料)
放 射 性	医药上的应用、武器工业与研究方面放射性同位素与放射源的应用	空气、淡水与海洋(局部、区域、全球范围)		经常与放射性接触,于 100 拉德时能引起恶性疾患,并会遗传给后代	遗传剂量: 药剂应用: 6—60 毫拉德/年 武器试验: 在北温带范围到 2000 年时,总接收量为 110 毫拉德/年

*BOD为表示污染物质指标的,水中所含有机物由需氧微生物作用而分解,在整个分解过程中所需的需氧量称为生化需氧量。

*毫拉德/年为辐射剂量单位。

§ 1—2 我国大力治理“三废”、开展环境保护工作

我国是发展中的社会主义国家，我们党和政府历来十分重视保护和改善环境，解放以来，在毛主席无产阶级革命路线指引下，随着国民经济的发展，我国的环境面貌有了巨大的变化，例如农业方面进行了大规模的农田基本建设，沿山沿水植树造林，工业方面进行了全面规划，合理布局，严格控制工业和人口向大城市过度集中，许多工矿企业大力开展综合利用，使一些有害环境的工业“三废”变为宝贵财富，这些都促进了工农业生产的发展，逐步改善和保护了农村和城市居民的生活环境，再加上全国城乡广泛开展群众性的爱国卫生运动，以及人民生活条件的改善和医疗事业的发展，广大劳动人民的健康水平较之旧社会有了极大提高，人口死亡率大大下降。所有这些事实都充分证明了“我国现在的社会制度比较旧时代的社会制度要优胜得多”。在社会主义制度下，由于一切从人民的利益出发，所以完全能够而且应该把环境保护工作做得更好。但是，过去因国内十年动乱中长期干扰破坏，环境保护工作受到了很大影响，目前污染问题已较突出，粉碎“四人帮”以后，党中央、国务院十分重视环境的保护和改善，新宪法也作了相应的规定，为了保护环境，保障人民的身体健康，加强和健全了各级环境保护领导机构，在发展工农业生产的同时大力开展“三废”防治工作，已把环境保护作为国家重要的科研项目来抓，只要我们认真贯彻执行我国关于保护和改善环境的基本方针：“全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民”，我国的环境保护工作，定会开展得更好。

在现代工业生产过程中，一般地要产生相当数量的废水、废气、废渣，工业“三废”实质上是工业生产过程中流失的原料、中间产物和副产物。这些工业“三废”任意排放就污染环境，危害人们，如加以回收利用则变成了宝贵财富，像炼焦过程中产生的煤焦油过去曾视作讨厌的废物，而后来发现它是制造染料、医药、合成材料的重要化工原料就是一例。我国新时期的总任务规定要在本世纪末实现四个现代化，正努力加速发展现代工业，因此，开展工业“三废”的综合利用，化害为利就成了消除工业污染危害的重要措施。毛主席曾明确指示：“综合利用很重要，要注意”。尽管近十多年中受到林彪、“四人帮”等的严重干扰，但在广大职工的努力下，该项工作仍取得了很大成效，如吉林某造纸厂大搞综合利用，每年从造纸废液中回收了碱、脂肪酸、树脂酸、二甲基亚砷和粗塔罗油等化工产品两万多吨，从制浆废气中回收松节油二百五十吨，从废渣白泥中回收再生石灰一万吨，回收总价值达一千一百万多元，更重要的是大大减轻了“三废”对江河、大气的污染，有力地保护和改善了环境。

改革生产工艺，可以在生产过程中就将污染源消灭掉，如我国逐渐推广的无氰电镀、无苯涂漆、生产无汞仪表等新工艺，都是采用无毒或微毒原料以代替氰、苯、汞等剧毒原料，这不仅减轻对环境的污染，更保护了与之直接接触的生产工人的健康，也有不少厂矿企业积极采用循环用水、废水回收等闭式系统代替开式系统，或以空气冷却代替水冷却，用固相反应代替液相反应及其它工艺改革措施，以尽量减少有害废水的排放，达到减轻对环境的有害影响，并节约了用水，也便于进一步综合利用和无害化处理。如沈阳某化工厂，经文化大革命来的不断改革生产工艺，到1973年有害废水的排放量，已由原来的每年1070万吨减少到69.5万吨，即减少了93%，有害废渣由12800吨减少到210吨，减少了98%以上。还有些工业部门，正对自己的产品进行革新研究，如对汽车用发动机，如何使汽油得到充分燃烧，减

少CO的排放,并降低噪音等。又如对锅炉进行改革,使锅炉在燃烧时不冒黑烟。在经过种种措施后,工业生产仍有“三废”排出,而仍达不到国家允许的排放标准时,就对过剩的“三废”继续作无害化处理。以做到切实保护和改善环境。

关于由船舶活动而带来的对环境污染问题,近年来也为各级领导机构和船厂,船舶设计和科研单位以及广大船员所重视,例如研制各种船用油水分离器并装备于大小船舶,改装建造油污水处理船(如“大庆26”轮油污水处理船可日处理油污水近2000吨),建造废油回收船,船舶生活垃圾、粪便接收处理装置,以及港内含油废水处理设施等。各级水域环境保护及监督机构均已相继设立并开始发挥其应有职能,这些对水域环境保护都带来了积极效果。但是随着近年来我国石油及石油化学工业的大幅度发展,以及水运事业的飞速发展,石油运输对水域的污染伴随产生,船舶废弃物对环境的污染也日益增加,为了防止沿海水域污染,确保港口和海上交通安全,保护水产资源,维护国家主权,必须进一步提高对环境保护重要性的认识加紧工作,为此许多有关部门,正为改变目前关于船舶防污染装置研制、生产和实船装备仍较落后的状态,尽快赶上世界先进水平而努力,对于已实船装备的船舶防污染装置,过去有些船员由于思想上对环境保护问题没有足够认识,贪图方便,而不加使用,将污水废物直接排出舷外污染环境,这种错误现象正在得到克服,广大船员积极用好管好防污染装置,如上海海运局某沿海客货轮轮机员管好油水分离器,长年坚持将含油污水处理后排放,这不仅免除了对环境的污染而且回收了大量油料,为国家节约了物资,因而受到领导机关的表扬和嘉奖。这些都说明在我国环境保护方针指引下,发动群众,依靠群众,群策群力,一定会使我们的社会主义祖国不仅有工业、农业、国防和科学技术的现代化,而且能保护和改善我们劳动人民的工作和生活环境,空气清新、江河湖海干净,城市安静,创造出高度的社会主义文明。

§ 1—3 石油对海洋的污染

本世纪20年代以来,石油和天然气的产量急剧增长,石油在世界燃料构成中的比重大幅度上升(见表1—4)。30年代前后,内燃机逐渐代替了产业革命后风行一时的蒸汽机,与此同时各种动力机械、锅炉等燃用的油品消耗量激增,到50年代以后,石油化工的大规模飞速发展,更使石油及其制品成了近代人类生活中耗用的主要物质之一。

表1—4 世界能量消耗的变迁(单位:百万吨标准煤当量)

年	总能量供应	比 例 (%)				
		煤	石 油	天然气	水 力	核 能
1913	1627	91.7	1.2			
1938	1863	76.3	15.4	3.8	4.5	—
1950	2670	57.9	25.5	9.6	7.0	—
1959	4175	51.2	30.4	12.3	6.1	—
1968	6304	33.0	43.9	17.5	5.9	0.3

全世界石油的年产量很大, 1978 年, 达到 31 亿吨, 其增长速度也很快, 估计近年来每年增长 4 %, 预计今后 20 年内产量还将增加一倍(有人甚至估计更多, 1980 年将达 40 亿吨)。在开采、运输、装卸、加工和使用过程中, 一部份石油泄漏出来, 造成对环境的污染。据联合国有关机构 1973 年估计, 目前每年因人类活动进入海洋的石油多达一千万吨, 这约占当年全世界石油总产量的 0.5 %。油污染范围之广成了水体污染的一种主要类型。特别在近海, 港湾, 河口等水域近年来油污染已十分突出, 甚至在远海和大洋中也经常发现沥青球和大面积油污。近年来我国海洋调查报告也认为石油是海洋的主要污染物。

随着我国石油及石油化学工业的飞速发展, 石油水运量也急剧增长, 因而船舶(特别是油轮)将产生大量含油废水, 如不加妥善处理, 任意排放, 将对江河湖海造成污染而带来严重后果。为了适应社会主义建设事业的发展, 防止祖国广大水域的污染, 必须首先了解海洋石油污染状况及其危害, 以引起我们的足够重视。

一、海洋油污染事件的发生

石油是一种组分和结构都十分复杂的物质, 在炼制过程中可分馏出许多产品, 对海洋等水域造成污染的主要是原油、各种燃料油和润滑油。这些油类是海洋等水域中最容易观察到和较普遍的污染物质。以日本和美国为例, 日本在 1968~1974 七年中, 发生 9524 起海上公害事件, 油污染次数平均占总数的 80 % 以上, 其中船舶排出的油污事件就占将近 60 %。美国沿岸海域每年发生的约一万起污染事件中也有 3/4 是油污染, 而船舶造成的油污事件所占比例也很大, 如 1970 年即占污染事件总数的 33 %。

由此可见, 海洋污染中以油污染最为频繁, 船舶活动是造成油污染的主要原因之一。除此以外, 还有河流及沿海工业和海上油井以及其它方面的油类物质流入而污染海洋(见图 1—6)。

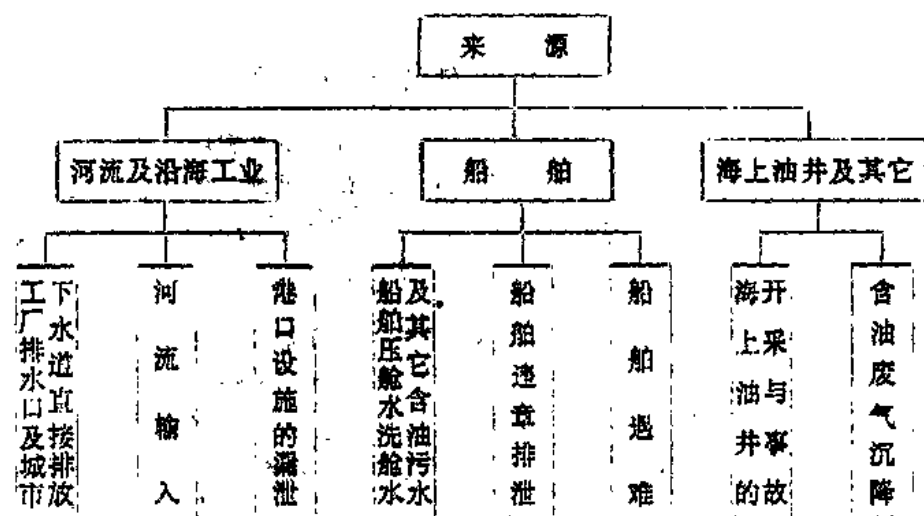


图 1—6 海洋油污染物质的来源

(一)、船舶引起的油污染

世界石油生产与消费在地区上很不平衡, 中东、非洲一带等盛产石油, 但当地工业均较落后, 而资本主义工业高度发展的日本和西欧诸国, 石油资源却十分缺乏, 西欧消费的石油, 依赖中东、非洲, 各占一半, 日本所需石油几乎全靠中东等地区进口, 就连号称“石油帝国”的美国, 每年也要进口所需石油的四分之一。因此, 比较经济的石油船舶运输成了世界航运的主要内容, 目前全世界石油总产量的百分之六十(约 16 亿吨)由海上运输, 庞大的油轮船队

在世界主要航道上繁忙运行, 30 万吨、50 万吨的巨型油轮纷纷出现, 到 1970 年 10 万吨以上的油轮就已超过 100 艘, 现在世界上投入运行的最大油轮是法国的 55 万吨的“巴蒂占斯”号。船舶航运作业和船舶不幸失事中泄入海洋的油类严重污染海洋, 这已引起了世界各国的广泛重视, 努力防止船舶油污染已成为国际上环境保护的重要课题。

船舶油污染的原因可从两方面来分析, 即正常操作和事故性污染。船舶航运作业时的排油、漏油主要指油轮或干货轮的压舱水、洗舱水、舱底水以及船舶机械运转中排出的含燃料油和润滑油的污水等。

油轮卸货后空载返航时或货轮油舱用完后, 为保持船体平衡必须有一定吃水深度, 以使船舶安全航行, 所以将海水或淡水装入货油舱或油舱内。大型油轮上设有货油舱若干只, 它的容量通常为 4 万米³至 2 万米³, 目前这种舱的大小, 为了防止事故所造成的影响而有限制。一般大型油轮的载重吨与排水量比约为 0.8, 为使船舶在最经济的速度范围航行, 通常推进装置的功率较小, 操维性不佳, 所以空载返航时, 所需的压舱水比其它船舶要多, 正常情况下, 其压舱水是载油量的 35~40%, 遇到恶劣天气时更增加到 50~60%。一般油轮上的艏尖舱、艉尖舱和大致设在船中央的“深舱”(它不用来装载货油)大约只占载油量的 12~15%。因此, 必须在很多油舱内装载压舱水。

油舱的内表面很复杂, 其结构形状对清洗不利, 油卸完后舱壁上常仍复盖一层油层。在舱底存有一些舱泵不能再抽除的剩油, 另外, 还积有一厚层油污烂泥, 它们约占船舶载油量的 0.4% 之多。一艘五万吨的油轮残留的石油即达二百多吨。这些压舱水与舱内残留的石油混合, 形成油水混合物, 以往在到达装油港前排入海中。油轮压舱水是船舶含油污水中数量最多的一种, 含油率一般可达千分之一。1958 年, 一些国家曾规定压舱水的最高允许含油浓度为 100 毫克/升, 那时估计全世界由此排入海中的石油可达二百五十万吨。1969 年虽然作了更严格规定, 但目前每年仍有五十多万吨石油通过压舱水流入海洋。

油轮的洗舱水也是一个重要的油污染来源, 洗舱水是指修船或油船换装不同品种油料时, 洗净货轮或油槽所用的清洗水, 洗舱水的含油浓度可高达 3000PPM, 据日本统计, 1964 年上述油性压舱水和洗舱水在日本沿海的排出量即达一千万吨, 其中含油量约五万吨。

对于干货船对海洋的油污染, 主要是来自机舱的舱底水(含燃料油和润滑油), 虽然不多, 但却经常排出, 总量也不少。这种污水的含油量与压舱水相近, 约 1000 PPM 左右。

据估计全世界目前仅由船舶压舱水和洗舱水以及其它船舶油污水排入海洋的石油占污染石油总数的 32%。

此外, 在船舶正常运行中或锚泊中违章(非法)排油也是沿岸海水污染的原因之一。

除上述船舶运行中造成油污染外, 船舶事故性污染也非常严重, 特别是油轮, 在航行途中因撞船、触礁、搁浅、爆炸、火灾或机器及船体损坏等原因而遇难, 所载石油全部或部分流入海洋, 由于它的巨额出现和后果直接并且严重, 所以其污染石油量虽然只占总污染量的 3%, 但这却是目前最令人关注, 研究得最多的海洋污染来源。据国外不完全统计, 全世界每周平均发生两起油船事件。1961 至 1967 年七年间 3 万吨以上油船的海难事件共有 17 起。以 1970 年为例, 一年中有六个月都有严重的大型油船海难。在世界海峡和沿海地带发生。油船漏油经常造成严重事故, 如 1970 年 12 月美国在旧金山附近因油轮漏油而分别流入一百万加仑和三十万加仑的石油, 造成了严重的油污染。有些巨大的油轮事件危害更为严重, 如 1967 年 3 月装载 11.8 万吨原油的“托雷·卡尼翁”号(Torrey Canyon)油轮在英吉