

海洋环境保护研究动态简介

吴 瑜 端

(厦门大学海洋系)

海洋为人类环境的重要部分,海洋环境的污染问题已引起人们的深切关注。第二次世界大战后,海洋石油的污染问题就引起了一些国家的重视。1954年,曾在伦敦召开过防止海洋污染国际会议。直到1969年,联合国政府间海事协商组织(IMCO),粮食农业组织(FAO),教科文组织(UNESCO)和世界气象组织(WMO)四个机构在伦敦召开的专家小组会议才给海洋污染下了统一的定义。此次会议还提出了海洋污染科学规划。研究海洋污染的定期刊物——《海洋污染通报》(Marine Pollution Bulletin)在1970年开始刊行。接着《海洋污染与海洋生物》(Marine Pollution and Sea Life, 1972),《海洋污染物质的迁移》(Marine Pollutant Transfer 1976)和《海洋污染监测对策》(Strategies for Marine Pollution Monitoring, 1976)等专著也相继出版。不难看出,环境科学到七十年代已成为科学技术研究中重点课题之一。现从以下几个方面说明近年来国际上海洋环境保护的一些研究动态。

一、区域海洋环境质量的调查研究

海洋的现象是多变量函数,因为海洋是物理过程、化学过程、生物过程以及地质过程同时同处发生的一个动态的综合体。区域海洋环境质量调查与评价的研究工作往往涉及到许多学科。这项研究工作主要是探索污染物的迁移规律及其对生命体的影响,寻找环境因素之间的内在联系,认识环境变化的机

理,从而得出控制环境变化的途径。

海洋是所有河流的最下游,也是地球上位能最低的区域。人类活动所产生的废污,不论是扩散到大气中,还是堆积在荒野地区,或排放到河里,由于刮风、降雨和江河径流,最后都进入海洋,特别是河口、港湾和沿海。海水的化学组成是由大气、地面的化学成分进入海洋后,与生物、沉淀物进行交换反应的中间产物。海水组成的时、空变化,部分是由内部过程引起的,另一部分是由水团循环和混合的结果。

这方面的研究工作,大多从污染的程度和范围的调查入手,进而追溯其来源和运动变化规律。这方面工作已从单纯的水质调查,延伸到生物和底质的调查,而后又从:(1)水质、生物体、底质中污染物的含量;(2)污染物在水体和生物、底质以及大气间的相互交换变化;(3)污染物在区域水和外来水之间的混合交换变化等三方面进行综合分析,掌握区域海洋环境的污染进程。

在普查的基础上,选择主要的污染物,采集有代表性的样品,通过可靠的测试方法,进行专题调查。由区域环境中该物料的收支平衡,计算该海区的污染负荷,提出负荷和水质的关系,参照该海域对某污染物的同化容量(自净能力的大小),制定具体海域的水质标准和三废排放标准,为海洋污染的监测和防治提供科学依据。

区域海洋环境质量的调查研究,直接关系到滨海国家的国计民生问题。特别是目前

两霸在争夺海洋，这项研究工作更有政治意义。当前和今后国内外海洋污染调查研究工作的重点，仍然是河口、港湾和沿海等区域海洋环境，并逐步向近海和海外伸展。

二、海洋环境污染的危害性研究

环境科学的当前任务，是研究现代环境中(包括原生环境和次生环境)各种因素对人类生活、健康及发展的影响。海洋拥有富饶的生物资源。据估计，海洋每年可向人们提供三十亿吨的鱼贝类，是人类食用蛋白质的主要来源之一。有人认为海洋科学研究已成为当代世界最迫切的三大科学课题之一。除了需要从海洋寻找新的工业原料来源之外，为了保障地球上日益增长的蛋白质食品供应，海洋生物资源尤其受到重视。

恩格斯在《反杜林论》里指出，生物与环境的物质交换，是生物生存的基本条件。海洋生物与海洋环境的各种适应关系，是建立在非生物环境(海水盐度、温度、溶解气体和营养要素，海水运动和底质等)和生物环境(食物链、亲体—后代、雌—雄体等)相互联系的基础上的。

海水中的污染物，不但可以通过海洋生物食物链进行传递(危害人类)和富集，同时，海洋生物也能把有毒物质转化成无毒，或把无毒、低毒的物质变成有毒。

海洋环境和海洋生物之间的联系，同陆地和人类的活动又有着千丝万缕的关系。近代人类的活动，已经在某些局部范围，不同程度上影响到维持一百万年以上的海洋生态平衡(某些海域有的鱼贝品种已消灭)，同时，也危害到人类本身。

此外，海水中发生的最重要的化学变化也是与生物过程有关的(如植物的光合、生物的代谢、死亡和分解等等)。因此海洋污染与海洋生物关系的研究，是海洋环境保护诸课题中发展得较快，研究得较深的一个方面，它主要包括以下几个方面：

1. 污染物在海洋生物体内的蓄积机理及其在食物链中的传递浓缩过程；

2. 污染物对生物生理机能的影响，包括对光合、呼吸作用，反射活动和保护反应，摄食和栖居以及生殖机能和生活周期等影响；

3. 污染物对海洋生态系统的影响，包括对生物群落结构，食物链(营养阶)以及迴游活动的影响，污染物对生物圈物质能量循环的影响等。

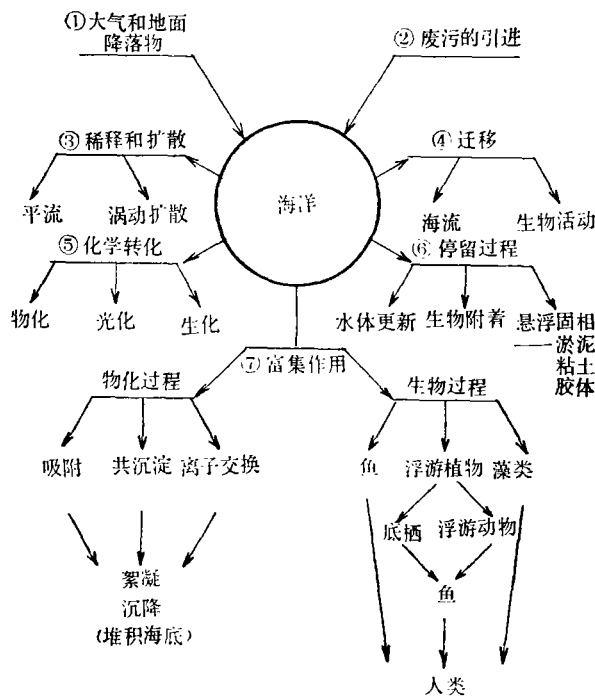
近两年来，B. H. Лелъев (1976) 提出沿海污染水域生态失调的数理模式，M. Darsillung 等(1976)把分子实验也用于海洋污染研究。海洋生物对污染物的降解作用的研究也在加速发展，海洋污染和海洋生物的研究正在向理论方面深入开展。

三、海洋环境保护的基础理论研究

环境科学是把人和环境作为对立统一的整体来研究的，它是研究环境和人之间的化学交换及内在联系，研究环境成分之间的物质，能量交换及其地区差异和控制、改造、利用环境的科学。它使人类对环境中化学元素和能量(特别是前者)的变化、迁移、转化、分布的规律能够加以控制和利用。

污染物在海洋这样一个动力体系中的地球化学全过程是包括污染物的引进、分布和转化、循环和收支平衡等地球化学问题。在这些问题研究的基础上，可以更好地了解过去环境的状况，预示将来环境的变异。污染物在海洋环境中地球化学收支循环示意如下：

下图中①、②为海洋污染源，它发生在海空界面和河口沿岸。其中海空界面上的交换研究日益深入，特别是超微层(10—10²微米厚)的结构和交换过程的研究。河口、沿岸的研究也逐步系统化，《河口沿岸海洋科学》(Estuarine and Coastal Marine Science, 1973年创刊)和《沿海环境的海洋化学》Marine Che-



污染物在海洋环境中的收支平衡示意图。

mistry in the Coastal Environment 1975), 《河口化学》(Estuarine Chemistry 1976) 等书刊相继问世。

③、④ 为污染物在海水中的转移扩散过程,它主要决定于该海区的水文物理因素(包括潮汐、海流、海水的平流和涡流、风、浪等)的多变量综合作用的结果。目前多采用模拟和统计的方法来探索其规律。近年来陆续有主要海洋、主要河口海区的一维和二维空间的污染物的稀释扩散的数学模式(包括水文、动力模型和稳态、介稳模型),并随着电子计算机的高度发展,数学模式函数的变量越来越多,计算的结果,越来越近似真实情况。

⑤ 为化学转化过程,包括纯化学、物理化学、光化学、生物化学等反应过程。污染物通过这些过程使有害浓度降为无害量,有毒化为无毒,剧毒变为低毒。海水是中等浓度的强电解质溶液,是有机、无机、胶体、生物的综合体系。污染物进入海洋之后,该化学物质和介质水分子之间的作用,和介质中常量

离子间的作用,和有机高分子间的作用,和无机、有机胶体间的作用的结果,使它在海洋中的存在形式,随具体海区水化学条件的不同而异。单以Cu、Zn、Cd、Pb等有害重金属为例,随着分析和分离技术的发展和提高,这两年来已能分离测定出简单离子,络合离子、胶体等,如Cu对生物的毒性只决定于 Cu^{2+} 和 $[\text{Cu}(\text{OH})_n]^{(n-2)-}$ 的离子活度,而和Cu的其他形式含量及总活度无关。迁移、净化的过程也和存在形式分不开。此外,有机物氧化作用,有害物的生化降解,光化学反应等都可使污染物产生化学转化。

⑥ 污染物在水体中的停留过程,主要决定于水体的交换和更新,以及胶体,悬浮物的沉降速率。它牵扯到水体净化期问题,也就是污染物的

危害持续时间长短的研究。

⑦ 污染物在海洋环境中积累过程,它主要决定于物理化学的沉降过程,和生物的选择性吸收,使污染物脱离水圈而净化,但都直接毒害了生物和加重了底质环境的污染。有的甚至造成二次污染(特别是河口和港湾)。

归纳起来有关研究的重点有以下几个方面:

(1) 污染物在海洋环境中的存在形式及各种形式间的热力学平衡;

(2) 污染物在海洋环境各界面(如大气、气泡、生物体、悬浮物,沉积物)上的吸附、交换、结合等相互反应的机理及其动力学过程;

(3) 海洋环境对污染物净化过程(物理、生物化学、地质沉积、成岩)的机理、净化容量(同化容量)负荷能力大小的实验室模拟,现场测定,统计分析和理论计算的数学模式等;

(4) 生物、特别是微生物对污染物的同化降解作用过程的生物化学、生物地球化学和仿生学;

(5) 具体海区的水文模型试验及水文动力计算;

(6) 地质成岩过程。

特别是环境科学和海洋化学的边缘学科——海洋环境化学在逐步成为海洋化学的一个分支而出现,它将成为分析海洋污染和控制消除海洋污染的理论基础。

1974 年国际海洋考察十年计划中也把污染物向海洋转移过程的地球化学理论研究列为重点之一。

四、海洋污染的调查监测技术与方法的研究

1975 年 5 月联合国政府间海事协商组织和世界气象组织举行了一次关于海洋污染监测会议,强调应进行最起码的水质基本状况调查(包括 Hg、Pb 等重金属、放射性同位素、油、农药等),了解海洋污染的来龙去脉,以便确定排放标准和海洋倾废的措施。

由于污染物在水圈中允许限量都属于 ppb 或 ppt 的微量、超微量级的,而海水本身的总含盐量之高(10^{-2} 数量级),组分之多(上百种元素,千万种化合形式)也给海水中污染物的检测带来很大的困难。国际上海洋污染调查计划中的技术和方法研究也是近几年开始的,1972 年英国 A. Prestom 等人在英国诸岛沿海组织了一次水、悬浮物和指示生物中金属含量的试验性调查,而后并逐步建立了海洋污染的测试和连续监测的方法。1974 年国际海洋考察十年规划中,也提出了痕量金属测试方法的实验室间相互校准和标准化问题。

目前,国际上监测技术的类型一般分为:(1)人工的(化学的);(2)自动的如库仑法、电流法、电导法、电位法、阳极溶出伏安法、光电法、火焰分光、离子火焰、红外紫外光度、原子

吸收、色谱质谱、激光分析、原子核共振、电子自旋共振等等,几乎每一种新技术和新方法都用于海洋污染测试,其中特别是阳极溶出伏安法、中子活化、无焰原子吸收、化学发光和等离子发射光谱等灵敏度都可达(0.1—10) ppb,海水试样可以不经预处理即可直接测定;(3)遥测(飞机、卫星、浮标、雷达、灯塔)微型多参数的检测,如多谱摄影,电视摄影,多谱扫描和多谱辐射等都已在 1972 年美国发射的“ERTS—A”地球资源观测卫星上用以监测海洋污染。如 Marshall Sittig 1974 年应美国环境保护管理局和其他政府机构的要求而编写了《污染检测和监视手册》(Pollution Detection and Monitoring Handbook)书中展望说,只要是某种污染物污染了水体之后,水质变化的结果引起某种发射和反射能谱的变化,当这种变化与水质变化的程度成正比时,自动遥感技术将是一种最有效的测试方法。预计 1985 年美国即可普遍将这种遥感技术在空中对海洋的水质进行监测。

总之,目前各种各样的水质监测方法和本世纪初叶的方法没有实质上的不同。而实验室的测试方法比现场测试技术在近 50 年内有较大的发展和变革,自动电子传感器的发展,为海洋遥测遥控提供了更切实的基础。在本世纪内应用遥测技术监测海洋的污染,将会有更大的发展前途。J. K. Apel (1974) 预言,在不久的将来,依靠传感器,通过空中飞行器进行海水中多参数的测量或观测,它的广度和深度在特定情况下,甚至可超过船上或浮标上观测的结果。另外,卫星将成为具有巨大能力的新型工具而出现。

在海洋环境保护的研究方法上,也从单参数,多参数过渡到综合参数。在模拟技术上从一级近似、二级近似到更高级的近似,特别是电子计算机技术的应用,对巨大的调查工作,进行多变数的同时同步测量、计算和预报。