

水生生态学及
水污染生态学

(水产环保用)

青 岛 海 洋 大 学
一 九 九 一 · 二

目 录

绪 论

第一篇 水生生态学

第一章 海洋生态

第一节 概 述

第二节 海洋环境

第三节 研究方法

第四节 海洋生物分布格局

第五节 海洋食物链

第六节 海洋生态系统

第二章 淡水生态

第一节 概 述

第二节 淡水环境

第三节 淡水生物群落

第四节 营养物质循环和能量流动

第五节 演替与平衡

第二篇 水污染生态学

第一章 污染、污染物和污染源

第二章 污染物进入水环境后的理化过程

第三章 污染物进入水环境后的生物过程

第四章 污染物的生物代谢及其应用

第五章 水域富营养化

第六章 污染的生物效应（一）

第七章 污染的生物效应（二）

第八章 生态调查及环境影响评价

第九章 生物监测

第十章 生物自然保护

附：主要参考文献。

第二篇 水污染生态学

第一章 污染物、污染源及污染途径

第一节 污染及污染物

一、污染的定义

1. 广义地说,当自然环境受到外界影响而改变原有状态时,称之为污染。狭义地说,人类的生产和生活活动将大量的有害物质(废水、废气、废渣)排入环境,超过了环境对污染物质的净化能力称之为污染。在英文中污染有两个名称“Pollution”和“Contamination”,大多数学者用前一个字。

比较严格地说,环境污染(environmental Pollution)“主要是人类活动所引起的环境质量下降而有害于人类及其他生物的正常生存和发展的现象。”自然过程引起的同类现象,称之为自然突变或异常。

环境质量(quality of the environment; environmental quality),一般是指在一个具体的环境内,环境的总体或环境的某些要素,对人群的生存与繁衍以及社会经济发展的适宜程度,是反映人类的具体要求而形成的对环境评定的一种概念。随着环境问题的出现,常用环境质量的好坏来表示环境遭受污染的程度。

2. 因不同环境要素有异,因而污染的内涵也不尽相同。比如说:

大气污染 (atmosphere pollution), 定义为“大气中污染物或由它转化成的二次污染物的浓度达到有害程度的现象”。

水体污染 (water body pollution), “主要是由人类活动排放的污染物进入河流、湖泊、海洋或地下水等水体,使水和水体底泥的物理、化学性质或生物群落组成发生变化,从而降低了水体的使用价值,这种现象称之为污染”。

生物污染 (biological pollution), “对人和生物有害的微生物、寄生虫和应变原等污染水、气、土壤和食品,影响生物产量和质量,危害人类健康,这种污染称为生物污染”。

放射性污染 (radioactive contamination), “人类活动排放出的放射性污染物,使环境的放射性水平高于天然本底或超过国家规定的标准”。

3. 关于海洋污染的定义

(1) 由于人类的生产和生活活动将大量的有害物质排入海洋环境,超过了海洋环境对污染物质的净化能力,从而对生物和人体造成了有害的影响。

(2) 人为地引起的导致水的任何有益利用的适合性遭到任何损害的水体改变。“有益利用”,既包括实际的,也包括潜在的。

(3) 人类直接或简接地把物质或能量引入海洋环境，其中包括河口湾，以致造成或可能造成损害生物资源和海洋生物，危害人类健康，妨碍包括捕鱼和海洋的其他正常用途在内的各种海洋活动，损坏海水使用质量和减轻环境优美等有害影响。(GESAMP)。大多数学者赞成此定义，但也有人主张此定义也值得再研讨。

二、污染物 (Pollutants)

1. 定义

能造成环境污染的物质称之为“进入环境后使环境的正常组成和性质发生直接或简接有害于人类的变化的物质称为污染物”。污染物有的是自然界释放的，有的是人类活动产生的，环境科学研究的主要是人类生产和生活排放的污染物。

2. 特点

(1) 不少种类污染物往往是生产中有用的物质，甚至是不可缺少的，如石油、煤等。

(2) 一种物质成为污染物，必须在特定的环境中达到一定的数量或浓度，且要持续一定的时间。

(3) 有的污染物，原先无害或危害小，但进入环境后经转化或与其他物质联合作用而变成有害物质。

(4) 不同地域、不同时间主要污染物可能不同，排入环境后毒性大小也有异。

(5) 随着生产和科技发展，有的污染物可能被改造，但新的污

染物又会产生。

3. 分类

污染物往往可按来源(天然和人为)、环境要素(大气、水体和土壤)、形态(气、液、固体)、性质(化学、物理、生物)等而加以分类。另外,还有一次(原发)和二次(继发)污染物。

一次污染物(Primary Pollutant),由污染源直接排入环境,其物理和化学性状未发生变化的污染物。

二次污染物(secondary pollutent),排入环境的一次污染物,在物理、化学因素或生物的作用下发生变化,或与环境的其他物质发生反应所形成的物理、化学性状与一次污染物不同的新污染物。

目前,污染物质的种类很多,主要有:民用污水、农药、无机废物(包括重金属)、放射性物质、石油类、有机化学试剂、有机工业废物、热、固体废物等。

第二节 污染源和污染途径

一. 污染源(Pollution sources)

1. 污染源,指造成环境污染的污染物发生源,通常指向环境排放有害物质或对环境产生有害影响的场所、设备和装置。

以对海域来说,根据时空分布的特征,污染源可分为点污染源(点源)、面污染源(面源)、移动污染源(移动源)和空间污染

源（空间源）等。

点源：凡是位置固定、水量集中的各类废（污）水直接入海口，如河口、混合排污口、工厂直接排污口等。

面源：主要指自然降水形成的地表径流、携带城市、农田污染物入海。

移动源：主要指进出港口、锚地机动船舶排放的含油污水和垃圾等污染物。

空间源：指从大气降落入海的污染物。

2. 污染源调查

污染源调查（survey of pollution sources），指对某一地区造成污染原因进行的调查，建立各类污染源档案，在综合分析的基础上选定评价标准，估量并比较各污染源对环境的危害程度及其潜在危险，确定该地区的重点控制对象（主要污染源和主要污染物）和控制方法的过程。

调查的内容依任务和目的而异。普查通常应包括污染源的名称、位置、污染物名称、排放量、排放强度、排放方式、排污去向（指向大气或水体）和排放规律（定时集中排放、连续均匀排放等）。进一步调查，如工业污染源调查项目应包括：主要产品种类、产量、总产值、利润、职工人数、原材料种类、原材料（包括燃料、原料和水）消耗总量和定额、生产工艺过程、主要设备和装置、排污情

况、治理现状和计划等。调查时，还应结合人体健康，要保证所得材料的可比性和可靠性。

在污染源调查的基础上，为了评价不同污染源的危害程度，确定主要污染源和主要污染物，应选择合适的标准和评价方法进行评价，得出评价结论。

以山东省沿海地区污染源评价为例，其评价方法是：

按照国环制定的《工业污染调查技术要求及其建档技术规定》，确定采用“等标污染负荷法”进行评价，其计算公式为：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{0i}} \times Q_i \times 10^{-6} = \frac{W_i}{C_{0i}}$$

式中： P_i 污染物 i 的等标污染负荷

C_i 污染物 i 的实际浓度 (mg / L)

C_{0i} 污染物 i 的评价标准 (mg / L)

Q_i 含 i 物质的工业废水量 (m^3 / yr)

W_i 污染物的排放量 (t / yr)

C_{0i} 评价标准取工业废水排放标准

对于排放多种污染物的工厂，则采取各污染物等标污染负荷的叠加值，然后根据污染物、工业污染源的等标污染负荷计算其负荷比，并以大不为序累加负荷比达 80~90% 的确定为主要污染物和主要污染源。

负荷比的定义为：

$$K_i = \frac{P_{ij}}{\sum P_{ij}} \times 100\%$$

式中， K_i 污染物 i 或工业源 j 的负荷比

按上述方法评价结果，确定 COD、挥发酚、硫化物、悬浮物、石油、六价铬、氰化物等 7 种为山东沿海地区的主要污染物，有 145 个工厂为主要污染源。

关于我国工业污染源，国环已组织人力于 1985 年下半年起进行了全面调查，1989 年 8 月通过了专家对调查成果的鉴定，从而结束了全国工业排污底数不清的状况。

表 1-1 列举了工厂排放废水中所含的主要有害物质。表 1-2 列举了 1986 年尖东沿海地区工业废水的调查统计结果。

表 1-1 工厂排放的废水中所含主要有害物质

工厂名称	有害物质名称
钢铁企业	热污染、酚、氰化物、焦油、硫化物、苯、氨、吡啶等。
石油炼厂	油类、硫化物、酚、氰化物、碱性废水等
石油化工厂	油类、酚、氰化物、乙、丙烯等。

续表 1—1

工厂名称	有害物质名称
化工厂	酚、汞、氯、酸、碱等
化学纤维厂	铜、锌、酸、碱、硫化物、二硫化碳、半纤维素等
电镀厂	氰化物、铬、酸、碱、镉、铜、锌、镍、洗涤剂
造纸厂	氢氟化钠、硫化钠、酚、汞、亚硫酸盐、氯、半纤维素等。
印染厂	硫化物、碱、淀粉、洗涤剂、染料、苯胺类等。
农药厂	有机氯、有机磷、对硝基酚、硫化物等。
化肥厂	氰化物、硫化物、酚、氟化物、氨、砷、酸等。
制革厂	硫化物、丹宁、铬、有机物、病原微生物、酸、碱等
屠宰厂	有机物、油脂类、毛、病原微生物等
塑料厂	酚、氯乙烯、多氯联苯、苯乙烯、汞等
橡胶厂	硫化物、苯、多氯联苯等
金属冶炼厂	铜、锌、铅、镉等重金属，砷、氟化物、硫酸
火电厂	温排水、砷、氯
核电厂	温排水、放射性
污水处理厂	有机物

表 1—2 山东沿海地区工业废水统计

市 地	工业废水量 (万米 ³ /年)	占总废水量 (%)	人均废水量 (米 ³ /人·年)	产值废水量 (米 ³ /万元)
日照市	208.50	0.6	22.37	188.24
青岛市	8865.00	26.7	66.35	104.34
烟台市	10198.20	30.7	95.14	189.13
潍坊市	8425.85	25.4	110.78	181.47
东营市	1636.12	4.9	49.71	52.60
惠民地区	3879.70	11.7	57.76	376.30
合 计	33213.37	100.0	86.58	147.52

引自《山东省沿海地区污染源调查与评价》1986年

二、污染途径

指污染物到达受污染地区(空间)的方式。通常,某一地区受污染,其途径并非单一。比如,农田受污染,既可能来自受污染废水的浇灌,也可能来自大气污染物的降落或邻近工厂排放有害气体的直接影响。就某一水体而言,比如海洋,污染物质进入水体的途径如表1—3。

过去大家比较注意点污染，近20年来的大量调查结果表明来自大气的扩散性污染 (diffuse pollution) 值得重视。扩散性污染，指的是污染物在地面产生，但它呈蒸汽或小而轻的颗粒态飘浮进大气，以后可在离污染源几百或几千公里以外从大气沉下来，落在地面或海洋。表1—4表示从河流和大气进入地中海种污染物的数量。

表1—4 一些污染物从大气和河流进入地中海的数量

污 染 物	大 气 输 入 (年)	河 流 输 入 (年)
Pb	5000 — 30000 t	2200 — 3100
Zn	4000 — 25000 t	11000 — 17000
Cr	200 — 1000 t	350 — 1900
Hg	2 — 10t	30 — 150t
^{137}Cs	980 Ci	32 Ci
^{238}Pu	0.45 Ci	0.12Ci
$^{239}+^{240}\text{Pu}$	20 Ci	0.46Ci
^{241}Am	1.5 Ci	0.19Ci

注：t—吨，Ci—居里

第三节 海洋的主要污染物

污染海洋的污染物，种类繁多，各海区也不一。总的来说，主要是石油及其炼制油、各种无机和有机废弃物、放射性物质、有机农药、固体废物等等。目前，一般对石油类、城乡民用、农用污水比较注意。表 1—5 是对通过不同途径进入海洋的石油数量。表 1—6 列举了排入我国沿海的主要污染物及其数量。

表 1—5 估计每年从不同来源进入海洋石油烃的数量

来 源	年 输 入 量 (t)	
	1 9 7 3	1 9 8 0
陆上排污		
炼油厂	200,000	20,000
废油、废水、废水排放	2,500,000	2,400,000
海上操作		
油船、实行 LOT 规定	310,000	200,000
油船、没有实行 LOT 规定	770,000	—
船坞	250,000	300,000
船底排污	500,000	—
海上事故		
海上油田	300,000	150,000
海上油田	80,000	200,000
自然油溢	600,000	600,000
大气沉降	600,000	600,000
总 计	6,110,000	4,470,000

表1-6 排入我国沿海的主要污染物 (1980年)

污 染 物	排污量(吨) 占总量 %	渤 海		黄 海		东 海 (1979)		南 海		合 计	
		排 污 量 %	544598 10.8%	383850 7.0%	3435000 63.3%	1033840 18.9%	494	1114	115078	5397288 100%	
有机污染物 (以COD测计)	排 污 量 %	644	928								
挥发酚	排 污 量 %	52	358								
氰化物	排 污 量 %	21178 18.4%	11210 9.7%	56940 49.5%	25750 22.4%						
石 油	排 污 量 %	9.9 10.1%	5.5 5.6%	71.9 72.8%	99.4 11.5%						
汞	排 污 量 %	26.5 6.7%	0.7 0.2%	113.8 28.9%	253.0 64.2%						
镉	排 污 量 %										

续表 1-6

污 染 物	排 污 量 (吨) 占 总 量 %	渤 海	黄 海	东 海 (1979)	南 海	合 计
砷	排 污 量 %	119	217		1139 (77.2%)	(1475)
铬	排 污 量 %	99 2.5%	245 6.3%	3169.3 83.2%	309 8.0%	3822.3 100%
铜	排 污 量 %			14515.6		
锌	排 污 量 %	432 1.7%	1156 4.4%	8063.3 31.1%	16280 62.8%	25931.3 100%
铅	排 污 量 %	65 0.4%	130 0.8%	4016.4 27.2%	10528 71.6%	14739.4 100%

引自全国海岸带《环境质量调查报告》，1989年