

498986

海洋湖沼环境污染 学术讨论会论文集

《海洋湖沼环境污染学术讨论会论文集》编辑组

科学出版社

53

海洋湖沼环境污染 学术讨论会论文集

《海洋湖沼环境污染学术讨论会论文集》编辑组

科学出版社

1984

内 容 简 介

中国海洋湖沼学会、中国环境科学学会和中国科学院环境科学情报网于1981年3月在广州共同召开了“海洋湖沼环境污染学术讨论会”，本文集是根据该讨论会收到的论文选编而成的。内容包括水环境质量综合调查与评价，水环境化学、地学、生物学及科学方法论，为最近几年我国区域水环境污染研究的最新成果。

本文集可供从事环境保护工作的科技人员及有关大专院校师生参考。

海洋湖沼环境污染学术讨论会论文集

《海洋湖沼环境污染学术讨论会论文集》编辑组

责任编辑 赵徐懿

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1984年3月第一版 开本：787×1092 1/16

1984年3月第一次印刷 印张：8

印数：0001—1,800 字数：175,000

统一书号：13031·2526

本社书号：3465·13—17

定价：1.30 元

前 言

为适应经济建设发展的需要,迅速提高我国水环境科学水平,中国海洋湖沼学会、中国环境科学学会和中国科学院环境科学情报网于1981年3月在广州共同召开了《海洋湖沼环境污染学术讨论会》。参加会议的有国家科委、国务院环办、中国科学院、国家海洋局、高等院校、水产系统、部分省市环境保护研究机构、科技情报和宣传出版等方面60多个单位的专家、教授、环境科技工作者和管理人员80余人。

会议分析了国内外水环境科学的研究现状和我国江、河、湖、海水体污染水平;交流了最近几年我国区域水环境污染研究的最新成果和经验;找出了科研监测工作中的薄弱环节;提出了今后研究的重点项目和主攻方向。会议共收到论文140余篇,内容包括水环境质量综合调查与评价、水环境化学、水环境地学、水环境生物学和水环境科学方法论等基础理论以及应用研究等诸方面。特别在水环境质量评价方法、环境容量和物理自净、污染物迁移转化规律、生物监测、生态毒理和生物治理以及测试分析方法方面,在研究成果的质量和水平上都有了新的提高。这对于我们认识、保护、改善我国局部水环境质量,促进我国水环境科学的发展起到了积极作用。

为把我国水环境保护的科研监测工作推向新的阶段,扩大研究成果的交流,会议决定选编出版《海洋湖沼环境污染学术讨论会论文集》,并委托中国科学院水生生物研究所和中国科学院海洋研究所派人组成编辑组,由邹景忠、庄德辉、张景镛、廖先贵同志参加具体汇编工作,最后由中国海洋湖沼学会《海洋与湖沼》学报编辑部邓昂同志负责校核。在全书编辑过程中,曾得到曾呈奎、王德铭、吴宝铃同志许多指导,中国科学院水生生物研究所六室和中国科学院海洋研究所环保组的同志给予很多支持与帮助;在论文选编初步完成后,曾聘请有关专家对所收文章进行认真审阅,提出了不少宝贵意见,对此,我们表示深切谢意。

限于篇幅,本论文集分全文和摘要两部分。由于我们的经验不足,业务水平有限,错误在所难免,希望广大读者提出宝贵意见。

编 者

一九八一年九月

目 录

环境保护可运用的几个生态学原则·····	马世骏 (1)
水污染及其控制·····	王德铭 (5)
湖泊与水库污染评价模式初探·····	张孟威 (10)
长江口重金属转移机理的研究·····	吴瑜端、陈慈美等 (15)
两类不同营养级生物在不同条件下对海水中 ^{65}Zn , ^{60}Co 和 ^{137}Cs 的吸收和排出及代谢机制的研究·····	中国科学院海洋研究所 (23)
《海水水质标准》基本原理探索·····	李少犹 王明俊 刘建明 周秋麟 (30)
亚热带地区水体中镉的污染化学地理特征初步研究·····	张立成、董文江、章 申 (37)
南黄海西部海域污染状况的调查·····	刘育民、石亚先 (44)
大冶湖污染调查和环境质量评价研究·····	徐小清 惠嘉玉等 (49)
洞庭湖的环境演变问题·····	曾北危、王舒堂 (60)
北塘河口污染生态系调查——采样方法的初步探讨·····	张闰生、钟贻诚、张奎光、李玉和 (64)
南海北部沿海的污染现状及其评价·····	何悦强、温伟英 (69)

摘 要

我国重点污水养鱼区环境质量调查和评价·····	张瑞涛、姜礼熠、陈碧霞、翟良安 (79)
试用概率方法进行水质评价·····	关伯仁 (79)
坐标法评价黄浦江水质·····	吴国元、余国培 (80)
广东省主要河流污染现状及其评价·····	李文波 (80)
上海地面水资源和污染概况·····	华东师范大学地理系 (81)
长白山天池、长白湖水的化学特征及水体某些元素的背景含量·····	中国科学院长春地理研究所 (81)
北塘河口鱼卵、仔稚鱼的研究·····	张奎光 李玉和、钟贻诚 (82)
锦州湾水体石油允许负荷量及扩散系数的初步探讨·····	金文珠 (82)
辽东湾海水中污染物的稀释和扩散实验·····	国家海洋局第一海洋研究所 (83)
渤海湾近岸区海水稀释、扩散规律的初步研究·····	李培泉、张法高等 (84)
与水污染有关的络合作用·····	彭 安 (85)
渤海湾底质间隙水的地球化学特征及其污染状况·····	李 延、朱校斌、胡兆彬 (86)
渤海湾海水中有有机氯农药和多氯联苯·····	古堂秀、张添佛、徐贤义 (87)
珠江口海域水体中镉的迁移形态及其分布规律的初步研究·····	何清溪、方 平、庄继红、罗伟权 (88)

珠江口海域水体中汞存在形态的初步研究·····	罗伟权、陈国清 (88)
江浙海区放射性调查报告·····	国家海洋局第一海洋研究所 (89)
蓟运河沉积物中汞形态的研究·····	杨惟理、饶莉丽、郑建勋、章 申 (89)
我国亚热带河流沉积物中重金属的形态特征·····	张立成、董文江 (90)
松花湖及入湖河流沉积物中重金属的分布规律和污染的调查研究·····	余中盛、孟宪玺等 (90)
广东中西部近海底质特征与海水水质关系的初步探讨·····	倪源锟 (91)
南海北部大陆架若干水产经济动物的重金属含量·····	王化泉、林燕棠、贾晓平、赖聪洪 (92)
几种海洋动物干品中铜、锌、镉、铅、镍、铬等的定量分析·····	黄道发、曾淑云 (92)
国外水生态与环境微生物研究进展·····	王德铭、贺锡勤等 (93)
北京东南郊河流生态系统污染状况的模糊聚类分析·····	朱新源、刘来福、徐汝梅 (94)
石油对鱼类污染的研究(一)·····	李植生、徐 盈、丘昌强 (94)
珠江广州河段污染生态的初步研究·····	杞 桑、林美心、黎康汉 (95)
淡水有机污染的指示生物·····	颜京松 (95)
图们江水质污染的藻类监测和评价·····	章宗涉、莫珠成、戎克文、黄浩明 (96)
据底栖动物群落用聚类分析法评价甘肃境内黄河水质·····	魏善武、颜京松 (96)
汉沽污水库污水净化的浮游生物指标·····	高玉荣 (97)
中国近海赤潮生物的初步研究·····	曾呈奎、邹景忠、董丽萍、秦保平 (98)
陆源性污染对渤海湾浮游动物生态的影响·····	肖贻昌、姜 奕 (98)
渤海湾污染对鱼卵、仔稚鱼及其不同生态类型鱼类的影响的初步评价 ·····	孙继仁 吴光宗、杨东莱、庞鸿艳 (99)
图们江污染对鱼类毒性影响及渔业水质标准的研究·····	贺锡勤、黄浩明等 (100)
湘江株洲段底泥对水生生物的毒性试验报告·····	庄德辉、曾凤英、李学远 (101)
丁基黄原酸钾对泥鳅胚胎的毒性·····	李辛夫 (101)
丁基黄原酸钾对黑斑蛙胚胎的毒性·····	李辛夫 (102)
激光多普勒法对鱼类受黄磷和汞毒害后血液流速的测量·····	陈叙龙、张毓琪 刘 键、李增发 (102)
有机氯农药微生物降解的研究——六六六(BHC)各异构体降解菌 的筛选·····	王孔星、罗清修等 (103)
细菌转化对硝基氯苯(PNCB)的研究·····	邓家齐、顾曼如等 (103)
解酚假单胞杆菌邻苯二酚-2,3-二氧化酶的研究·····	方慈祺、王银善等 (104)
根瘤菌降解酚类化合物的初步试验·····	吴 云、张学江等 (104)
藻菌共生系统净化松油的研究·····	邓家齐、邓星明等 (105)
藻菌生物膜净化炼油污水研究——一种降解石油烃的淡水藻类: <i>Phormidium foveolarum</i> Gom.·····	邓星明、吴巨生等 (106)
解酚假单胞杆菌降解石油烃的研究初报·····	余运华、陈明彬等 (106)
精制白油废水微生物治理初探·····	邓星明、江金陵等 (107)

天然水及污水中痕量镍的催化极谱测定·····	杨孙楷、黄会良、谢美恩 (107)
钛(IV)催化极谱的研究应用于天然水中痕量钛的测定·····	·····万 桢、杨孙楷、黄会良 (108)
用 Fe (III) 与四氢硼化钠 (NaBH ₄) 还原剂结合在冷原子吸收光度计上测定总汞·····	·····饶莉丽 (109)
环境样品中甲基汞的气相色谱分析·····	冯福建、沈瑞珍、唐以剑 (109)
蓟运河底沉积物中水溶性汞和其研究方法探讨·····	饶莉丽、章 申 (110)
Ag-DDC 比色法测砷——海水中微量砷的测定及条件试验·····	周树伟 (110)
汞冷原子吸收间接法测定水质中的汞·····	戴素蕙、陈任炯、谭志琼 (111)
海水中多氯联苯 (PCBs) 的测定·····	张添佛、古堂秀、徐贤义 (111)
用于环境化学监测的水生生物样品的采集、制备、贮存与处理·····	·····丘昌强、徐小清、孙兴湘 (112)
水和水生生物体中乐果、马拉硫磷和乙基对硫磷残留量的分析·····	·····丘昌强、苏桂英、孙美娟、陈旭东 (113)
水和鱼体中五氯酚及其它氯酚类的气-液色谱测定·····	·····丘昌强、孙兴湘、陆兰凤 (113)
水与鱼体中 2, 4, 6-三硝基甲苯 (TNT) 残留量的分析·····	·····丘昌强、苏桂英、陈旭东 (114)
用气相色谱法测定水和鱼体中的硝基氯苯·····	孙兴湘、陆兰凤 (114)
鱼体中挥发酚残留量的比色测定·····	苏桂英 (115)
鱼体中正构烷烃的气-液色谱测定法(一)·····	丘昌强、李植生、徐 盈、李绍英 (115)
鱼体中正构烷烃的气-液色谱测定法(二)·····	李植生、徐 盈、丘昌强 (116)
冷原子吸收分光光度法测定鱼体中的痕量汞·····	邓冠强、官子和 (116)
水生生物体中无机汞、有机汞及总汞的冷原子吸收测定·····	·····丘昌强、邓冠强、官子和 (116)
萃取原子吸收测定水生生物体内的铜、铅和镉·····	徐小清 (117)
水生生物体中镍和钴的原子吸收测定·····	徐小清、夏祥明 (117)

环境保护可运用的几个生态学原则

马 世 骏

(中国科学院生态学研究中心)

为什么说生态学原则是环境保护的理论依据?回答这个问题,需要从环境保护的目的说起。环境保护的目的,简而言之,即是保护人类、生物与环境之间的协调关系,以适应人类社会的发展。这种协调是自然界在长期进化过程中建立起来的,它的基础是自然界物质代谢与能流的正常运行,在空间与时间上遵循一定的序列,在质与量方面则保持一定幅度的波动。即通常说的自然界发展过程中的动态平衡。

造成人类、生物与环境之间协调关系破坏的原因,大致可归纳为以下几个方面:

1. 由于大量有害物质,如气体等释放到大气和侵入自然系统,干扰了生物圈与生态系统的物质流及能流的正常运行,导致自然系统结构与功能失调,人类所需要的基本物质如空气、水分、热量发生变化,或生命化学元素与自然环境化学元素之间所具有的内在平衡关系失调等。

2. 自然系统的物质输入与输出由于人为的或自然的作用失去平衡,大量输出的物质与能量不能适时得到补偿,出现自然环境再生功能的严重破坏。

3. 自然界难以降解的人工合成物质、重金属、工业三废及生活三废,大量进入自然系统,超越当前陆地生态系统和江、河、湖泊等水体可允许的环境容量,恶化了人类生活的环境质量。

4. 直接对人体有害的物质进入人类生活环境,如化学杀虫剂、汞制品杀菌剂、某些新化学制品及其次生物质。人工合成的洗涤剂 and 除草剂,虽未发现对人体直接有害,但大量施用后,已证明不利于鱼类水产资源。

5. 由于人类活动范围及类型迅速增加,以及近代交通工具及电器等生活新用品大量制造,亦出现了噪声及电磁波污染,干扰了人类习惯的物理环境,直接影响人类的正常生理机能,间接干扰自然系统的功能状态,如区域气候的水热调节等。

6. 人类违犯自然规律的生产活动,如盲目的围海、围湖造田和不合理的截流修坝,以及破坏湿地的植被结构,干扰了自然环境中水热的调节作用。对土地的不合理利用,如毁林开荒、强引废牧为田,加速了水土流失和草原退化。进而破坏了水、土、气和生物资源之间千丝万缕的联系及其相互制约与补充的协调关系,大幅度降低了自然环境的自净能力。

从上述情况分析,不难看出现代的环境问题,实质上是人类经济活动与自然生态环境之间的失调问题,属于生态经济学范畴。

二

自然界为什么在正常情况下,能避免生物-环境的严重失调,并得以保持生命生生不已的延续?分析其原因,主要由于自然界大体上是一个具有自组织机能的动态系统,包含下列几个基本机理或规律,它们不同程度地都可在环境保护中模拟应用,换言之,即从失调的原因中,寻找修复和保护的措施。

1. 生态系统代谢过程中物质定量结合与能量转换,系按一定层次结构和物质数量比例而进行的。例如植物在光合反应中,生成一定量的干物质,需要 $O:C:N:P$ 固定的比量。水生生物的物质交换,通常要经过若干物理化学过程,如:(1)由水液主体迁至生物-水界面;(2)通过生物膜进入肌体;(3)在肌体酶系统的作用下被同化利用;(4)代谢废物通过生物膜排出体外;(5)代谢废物从生物-水界面迁至水液主体。以及食物链间能量耗散的定则等(例如十分之一定律)。

2. 相互制约与补偿的协调机理。生物圈与生态系统被认为具有一定调节功能的多回路控制系统,其机理即存在于各层次结构中的物质和能量的制约、传递与补偿。一个自然区的山、林、水、草是相互依存的,保持其一定面积和数量比例,不仅关系该地区的水热平衡,亦涉及近地面空气成分的调节和环境的自净能力。这一机理已比较广泛地应用于城市建设以及消除噪声、微尘及 CO_2 等气体。

3. 物质循环不息和生命的再生,是自然界得以保持不停变化与发展的基础,其中包含着复杂的物质与能量的转化、更新与再循环过程。模拟此种机理,设计半自给自足的半封闭系统及封闭系统,利用自发型生态系统的代谢规律,去创造诱发型生态系统,通过生物作用触发物质与能量转化,以处理废物的成功事例已屡见不鲜,如沼气生产,以及利用藻菌共生系统原理的氧化塘工程设计。

4. 结构与功能相互适应的协调规律。结构是完成功能的框架和渠道,功能则是维持结构存在和促进其发展的物质、能量和信息等的传递和变换的基础,所以结构与功能的协调是自然系统到达稳定状态的先决条件。物质收支平衡和气体交换平衡,则是实现稳定状态的物质基础。所以,在自然生态系统中包含着若干可比拟的社会经济法则。为了提高或模拟自然系统的自净功效,相应需要一定的高效结构,通过系统的同调研究(即形式和内容的统一),找出最高功能的最佳结构。根据这个原理去设计环境保护中的管理和运输系统,改进或重建环境自净系统,以及根据人类需要建造新的环境生产系统。

三

要把自然系统中的生态规律,运用到人类环境保护中,以下几个项目是要预先进行研究的。(1)通过大量模拟试验,阐明自然生态系统的主要特征与功能特性,诸如系统成熟度、系统结构性强度、熵值、负反馈、生物量与系统调节能力等相互之间的关系,进而确定环境系统遭受污染的阈值;(2)人类社会经济生态系统的特性,其中包括人类多类型的生产活动、经济规律、社会条件以及对环境质量的影响与反作用;(3)模拟环境和塑造模型的方法论,以及环境工程的设计技术;(4)有关污染物在环境中的动态及其生物学效应,

包括多种类型的物理过程、化学过程和生物学过程。例如,污染物在海洋中的动态,如为金属物质,将决定于海底沉积物覆盖以及可能发生的化学过程、水体环流及上下交换对稀释的作用、导电度影响以及生物的降解、转移与运输的作用。如为石油,则决定于油膜在海面上的扩散速率、进入大气的挥发量、为颗粒物质吸附而沉入水底的沉积量以及微生物的氧化作用等一系列的化学动力学研究。

在河流和湖泊中,则包括汞的转化及其生物效应,以及形成二次污染源的物理过程、化学过程、释放过程和环境本底物质的影响因素等。任何一个水体的自净能力都包含若干物理的、化学的和生物的作用过程,而这些过程又是相互联系和协同或触发的。

一些低浓度、长曝露和慢速积累的有害物质,在复合因子的作用下,对人类及动、植物所产生的生物学效应,包括遗传的、生理功能的以及对行为的影响。他如致癌问题是人们普遍关心的,需要从不同层次结构方面,进行细胞的、组织的、器官和机体的组织化学等方面进行研究,阐明其致病与否的机理。

生命元素的地球化学循环,是环境生命科学中的基本理论之一,是从宏观范围内,探索可能损害环境质量的污染物质,以及在生物圈的动态与平衡机理。这类问题的复杂性,不仅涉及这些物质的地下静态特性、地面动态特性及其近地表的小循环、运动速度与方向,还涉及在一定范围内大气循环过程中的动态、人类生产活动所产生的影响及其次生物质如 CO_2 等气体的作用。这是区域环境治理和防治地方病和酸雨等的科学依据。

结 语

一个生物机体,宛如一部生物学机器,特别是高等动物的机体具有复杂的系统工程学原理和高效率的经济学法则,是一个极其有序的自动调节系统。无脊椎动物的昆虫,在机体结构和生理功能方面,虽比脊椎动物简单,它的微小触角的感觉功能,可能超越了现代人工制造的雷达,化学感受器等信息接受装置。因此,仿生学成为近代交叉学科的前沿之一。生态学是研究生物与环境相互作用的科学,从目前已知的生态系统原理中,已不乏用于环境管理和处理污染物的设计,模拟这些高功效的机构,可以把当前的环境保护工作置于更广阔的科学基础上,进而改进或开辟若干新的防治污染的技术途径和工艺流程。

AN APPLICATION OF ECOLOGICAL PRINCIPLES TO THE ENVIRONMENTAL PROTECTION

Ma Shijun

(Research Centre of Ecology, Academia Sinica)

ABSTRACT

The causes of our environmental pollution at present are analyzed from the viewpoint of system ecology in this paper. The main cause is that the imbalance of human economic activities and naturally ecological environments leads to the destruction of structure and function in the ecosystem, from which human beings may try to look for effective measures to mend and protect their own living environments.

Since a large natural environment constituted by many ecosystems is, by and large, a dynamic system with the self-organized function, if several basic laws or mechanisms enumerated in the paper can be simulated and applied to the agroindustrial construction, not only the destruction of the dynamic balance of nature can be avoided, but also the damaged ecosystems be improved, thus making it return gradually to its normal material metabolism and regenerative function.

This paper also elaborates the complex self-regulating mechanisms of the ecosystem and some scientific problems which needs to be deeply studied in carrying out our environmental protection.

水 污 染 及 其 控 制

王 德 铭

(中国科学院水生生物研究所)

地球表面约 71% 为水所覆盖。其水量分布为海洋占 97.3%，淡水占 2.7%。全球总水量为 1.4×10^9 立方公里。其中包括全球 200 多万种动物、30 多万种植物和 10 多万种微生物体内所含的水量 52 万立方公里。淡水资源约为 30 亿立方米，但真正可被人类利用来进行生产和生活活动的淡水，包括江河、湖泊、土壤以及浅层地下水在内，仅为 4 千多万立方米。

对世界的水资源前景目前有各种估算，结论不一。下面引用表 1 的数据估算，到 2000 年，全世界每年每人平均可利用的水只有 6200 立方米，而且更为严重的是水的质量将愈来愈差。

表 1 世界水资源前景

	1973	2000
1. 估算人口(亿)	38.6	65
2. 每人每年可利用的水(立方米)	10,400	6200
3. 每人每年需要量(立方米)	1000	1000
第 2 项:第 3 项	10	6

从水的循环来看，通过蒸发、降水、径流等这一天然循环的水量只占全球水量的 0.003%，而人类由于生产和生活取用水，再以废水、污水排入环境的水量，每年约 6000 亿吨，而且数量还在不断增加。

据估算，人类施用的化肥和农药有三分之一流入水体。还有大量污染物从空中降入水中，如随汽车废气排入空气中的铅，有人应用模拟模型，对伊利诺斯中部水体进行的研究发现，有 36% 的铅从空中降入水体。美国 1975 年已使用了淡水的 95%，今后 20 年内将缺少六分之一需要量的淡水。全世界 40 亿人口中，据统计已有 30 亿人喝的不是干净水。有人估算，2000 年全世界淡水将被污水中和，2030 年终将用完淡水。

我国每年地面水径流量约 26,000—27,000 亿立方米，但按人口平均仅 2700 立方米；地下水的可开采量约 10,000 亿立方米，直接可利用的淡水资源是非常有限的。同时，它又是一种动态资源，随着时间的变化，有明显的区域特性，呈现南多北少和东多西少的分布规律。降雨量集中在夏季，且在长江以南，北方十四省降雨量少，西北干旱地区长年水源不足。我国仅长江、珠江水多，其他如黄河、淮河、海河等水资源严重不足，工农业用水相当紧张，有的城市甚至饮用水经常短缺。

水污染 目前对水污染有多种定义。主要是分别从以下几方面来衡量水污染的，即：进入的污染物超过水体自净能力；外来物含量超过水体本底含量；或外来物破坏水体

用途的程度。笔者认为强调任何一方面都不够全面,应该把几方面结合起来,并且加上对人体健康和生态系统造成损害或潜在性危险者的内容在内。

水污染有化学性、物理性及生物性污染。化学性污染可分为:无机污染物、无机有毒物、有机有毒物、需氧污染物、植物营养物质及油污染等;物理性污染包括放射性污染物质及热污染等;生物性污染包括病原性细菌、真菌、放线菌、螺旋体、病毒、寄生虫以及昆虫如蚋、舌蝇等。

我国每年排放的数百亿吨废水,绝大部分未经处理。全国不少江河和湖泊受到有害物污染,有的污染还是比较严重的。从我国最大的河流——长江来看,每年接纳大量废水、污水,从整体上讲,水质还是比较好的,但局部污染严重,个别污染相当严重;特别是岸边,流速较小,稀释能力差,不少江段形成污染带。不少地区的地下水也受到不同程度的污染,有的有害物质已超过饮用水标准。

水污染的原因是错综复杂的,牵涉到很多方面,如工业布局不合理、工艺技术落后、管理水平低、资源(包括水资源)浪费大、已有治理设备未充分发挥作用以及缺乏科学的环境管理规划等。

水污染控制 环境问题的实质是在现代技术经济条件下,人类的生产和生活活动与人类生存环境之间关系的失调问题。因此必须注意综合协调,要从环境的整体,综合考虑各种关系,即不但考虑局部与局部之间的关系,而且要考虑局部与整体之间的关系。当人类开发自然,发展生产和生活活动时,不可避免地会给生态系统带来一定影响,问题是不能超越某个限度;人们通过系统分析和综合,提出加强环境保护的措施,其中重要的一点,就是要明确提出这一限度的阈值,并且以政策、法律的形式规定下来,付诸实施。

控制水污染,既要规划水资源的合理利用和综合利用,进行工艺改革,减少排水、排污量,做到循环使用,以至零排放,尽可能降低工农业单位产品的需水量;同时要加强废水、污水处理,对我国水污染的现状与发展趋势要加强调查研究,综合多种目标开发利用水资源,以求最大综合效益,还要研究主要污染物在水体中的运动规律,作出水质评价;以及水质基准和标准问题的研究和制订。

水质基准的制订,应以保证人体健康、生态系统和生物资源不被破坏为前提,其科学基础的核心是剂量/效应的定量因果关系。从水质基准到制订水质标准,则须根据国家经济能够负担与实施后收益明显,以及根据区域差异的原则,如人群组成、生态系统结构与功能的不同,因地制宜地制定。排放标准则是根据水质质量标准的要求,同时考虑经济合理性和技术上的可行性,结合水体的具体条件而制订。无论是水质标准或排放标准,这里突出的是代价/效应问题。

水污染控制系统(见图1)。

系统工程中水环境控制系统由于污染物对人和生物的效应还存在一些问题,无法取得实用的数学模型,因此目前在组成控制系统时,只考虑三个过程:调查、监测和控制污染源;排放污染物的输送处理;污染物在水中的稀释和自净。

污染物对人和生物的效应问题之一是多重毒性问题(见图2)。

多重毒性是多种化合物在水生态系统中相互作用的结果,由于人们对它的认识和积累的资料还非常不够,因此目前只能对这些毒物相互作用的机理进行假设。从生理学角度来看,可分为:

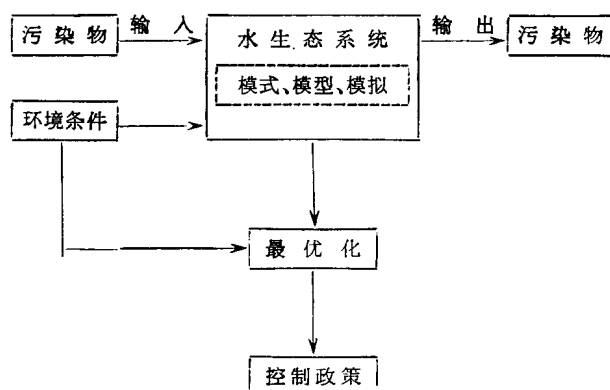


图1 水污染的控制系统图解

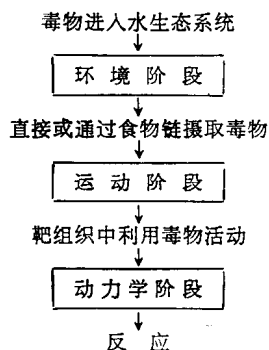


图2 多重毒性图解

运动阶段

1. 污染物进入靶组织前改变了毒性；
2. 污染物受到例如肝中的混合氧化酶系统的激活诱导，产生代谢产物，比原来的毒物毒性更大；

动力学阶段

3. 污染物对靶组织同一位置发生作用；
4. 污染物对不同组织或不同位置发生作用，结果产生负反应；
5. 污染物本为无毒或弱毒，但与一种或几种其他有毒物结合后改变了生物的反应；
6. 污染物相互作用，产生了比各自所产生的反应毒性更大的毒性。

有人将多重毒性的动力学模型分为严格相加作用和反应相加作用。

(1) 严格相加作用：假如污染物 1, 2, ... 的浓度 $C_{a1}, C_{a2}, \dots$ 产生相同效应，即

$$E(C_{a1}) = E(C_{a2})$$

其中 $E(C_{a1})$ 为污染物 P_1 在浓度 C_{a1} 时的生物效应，则同样会有

$$E(1/2 C_{a1} + 1/2 C_{a2}) = E(C_{a1}) = E(C_{a2}) \quad (1)$$

$$E\left(1/n \sum_{j=1}^n C_{aj}\right) = E(C_{a1}) = \dots = E(C_{an}) \quad (2)$$

毒性单位数量计算则可用下式表示

$$q = \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{C_{sj}} \quad (3)$$

其中 C_i 为污染物 i 的实际浓度,

$C_{i,j}$ 为产生生物效应阈浓度,

q 为毒性单位。

应用普鲁比分析,可将污染物得出剂量-反应曲线

$$Y = a + b \log X_1 \quad (4)$$

其中 Y 为反应普鲁比

X_1 为污染物 1 的浓度

如果是相加作用,污染物 1 以 π 的比例与污染物 2 混合,则

$$Y = a + b \log [\pi X_1 + (1 - \pi) \rho_{21} X_1] \quad (5)$$

即 π 量的污染物 X_1 溶液与 $(1 - \pi)$ 量浓度为 $X_2 = \rho_{21} X_1$ 的污染物 2 溶液具有相同的效应。如果 $\pi = 0$, 则方程为

$$Y = a + b \log \rho_{21} + b \log X_1 \quad (6)$$

在方程 (3) 中,如果

$q > 1$, 产生的效应为高于相加作用,即协同作用。

$q < 1$, 产生的效应为低于相加作用,即拮抗作用。

(2) 反应相加作用: 另有一种情况,污染物作用的位置虽然不同,但它们却产生同样反应

$$\begin{aligned} p &= 1 - p_0 = 1 - (1 - p_1)(1 - p_2) \\ &= p_1 + p_2 - p_1 p_2 \end{aligned}$$

其中 p 为反应,

p_0 为无反应,

p_1 或 p_2 为对污染物 1 或 2 在 X_1 或 X_2 浓度时显示的反应概率。

对某些污染物,此式还可展开为

$$p_m = 1 - (1 - p_1)(1 - p_2) \cdots (1 - p_n) \quad (7)$$

其中 p_m 为各个污染物在混合物中的比例,

$p_1, p_2, \cdots, p_n$ 为各污染物分别在 $X_1, X_2, \cdots, X_n$ 浓度的纯溶液中的比例。

随着我国经济的发展,用水需求量和废水、污水的排放量必然日益增加,必须加强水资源的管理,控制水污染。

WATER POLLUTION AND ITS CONTROL

Wang Deming

(*Institute of Hydrobiology, Academia Sinica*)

ABSTRACT

Approximately 71% of the earth's surface is covered with water, and nearly all of this water is saline. Current estimates indicate that the total volume of water on the earth is about $1.4 \times 10^9 \text{ km}^3$, of which 97.3% is ocean water. The balance, 2.7%, is fresh water.

Several studies are now undertaken to assess the world water situation on regional and global basis up to the year 2000. They indicate that without extensive conservation and recycling processes, only 6,200 cubic meters of fresh water per person per year will be available by the year 2000.

Our country is rich in fresh water in comparison with some other countries. But there are many problems in connection with the actual use of the water supplied. Critical water problems are facing us now.

In this paper, the demand for water, water pollution and its control are discussed. The interaction between pollutants may be either chemical or physiological and may occur at any phase of pollutant movement in aquatic ecosystem. The multiple toxicity caused by physiological interactions is described.

湖泊与水库污染评价模式初探

张 孟 威

(中国科学院环境化学研究所)

向湖泊与水库排放大量的污染物,造成水体生态平衡的破坏、鱼类减产、水质变坏,是直接关系到工农业生产和人民身体健康的重大问题。怎样有效地防治湖泊与水库的污染,充分利用湖泊与水库的天然自净能力,合理地控制排放量,寻找出湖泊与水库污染预报方法,以及正确地设计出水口位置等问题,都需要使排放污染物(包括废热)与水质间建立定量的关系。也就是要找到污染物在湖泊与水库中的迁移转化规律,建立适宜的污染评价数学模式。

湖泊与水库遭受污染后会出现两个突出的水质问题,即富营养化及底层水质形成厌氧状态。由于较深的湖泊及水库常产生水质热分层现象,而湖泊与水库的生态平衡问题同水质热量变化密切相关。因此,在建立合理的生态评价模式的同时;也应建立起湖泊及水库的热平衡模式。应当指出,由于这些模式的表达式往往较复杂,常不易获得解析解。因此在研究湖泊及水库评价模式时,指出恰当的解法是必要的。

本文初步探讨了湖泊与水库污染的评价模式及其解算法,供作商榷和探讨。

一、湖泊与水库模式的基本方程

对于湖泊(水库)中任一污染物浓度变化的规律都应满足以下基本方程:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \sum_{i=1}^3 U_i \frac{\partial C}{\partial x_i} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_i} \left[(\varepsilon_m + \varepsilon_{T,i}) \cdot \frac{\partial C}{\partial x_i} \right] + s \quad (1)$$

式中 C 为某水质的浓度; U 为流速; ε_m 为分子扩散系数; $\varepsilon_{T,i}$ 为紊流扩散系数; x_i 为坐标(三维空间坐标,即 X, Y, Z); t 为时间; s 为污染物的来源或削减项,其表示式随污染物的组分而异。解算方程(1)时,应预先确定式(1)中各项参数及相应的边界条件。然后将源项 s 代入式(1)中,解后得到解 $C(X, Y, Z, t)$, 便可同预先给定的标准值作对比,以评价水质。

在实际应用中,对于排放量小的情况,沿湖泊水平方向的混合作用能够不断地进行,直到混合得很均匀。因此,我们可以忽略水平方向水质的变化,而沿湖泊铅垂方向,由于热分层现象水质浓度变化较大,则必须考虑其变化,由式(1)得

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial Z} &= \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial Z} \left(A \cdot D_m \cdot \frac{\partial C}{\partial Z} \right) + s_{来源} - s_{削减} \\ \text{边界条件} \quad \frac{\partial C}{\partial Z} \Big|_{\text{湖面}} &= 0; \quad \frac{\partial C}{\partial Z} \Big|_{\text{湖底}} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式中 A 为湖泊横截面面积; D_m 为污染物弥散系数,其他符号同前。式(2)的解为