



环境科学 研究进展

《环境科学研究与进展》编辑部 编

环境科学研究与进展

《环境科学研究与进展》编辑组 编

科学出版社

1980

内 容 简 介

本书系由中国科学院“环境科学理论研究座谈会”部分学术论文汇集而成。这些论文从不同的角度反映了国内外环境科学理论研究的状况。内容包括：环境生物学、环境化学、环境地学、空气污染气象学、环境声学、环境质量评价和数学在环境科学中的应用、城市规划与环境工程以及环境科学的任务与方法论。

本书可供从事环境科学研究的科技工作者、大专院校有关专业的师生以及从事环境保护工作的人员阅读。

环境科学研究与进展

《环境科学研究与进展》编辑组 编

*

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

*

1980年11月第一版 开本：850×1168 1/32
1980年11月第一次印刷 印张：13
精：1—3,800 插页：精4 平3
印数：平：1—3,280 字数：345,000

统一书号：13031·1352

本社书号：1876·13—18

定价：精装本 3.00 元
平装本 2.50 元

前 言

环境科学是一门综合性新学科。

环境科学是在人类与环境污染作斗争中产生的。它是研究环境质量及其控制和改善的科学。

环境科学具有涉及面广、综合性强、学科之间交叉与渗透比较多的特点。必须从宏观和微观研究相结合，尽量采用当代新技术和新手段，一方面对宏观的污染现状进行调查、研究、分析、评价和预测；另一方面要深入探索一系列微观污染物的运动规律和生物效应机制；并相应研究控制和改善环境质量的技术途径。

由于环境质量的变化与人类生活、工作和生产活动息息相关，因此，环境科学研究近二十年来，引起世界各国的重视，并得到了很大的发展。我国社会主义建设的迅速发展，也日益迫切地要求我们的环境科学研究工作适应这种新形势。为此，中国科学院于1978年12月在厦门召开了“环境科学理论研究座谈会”。会议分析了国内外环境科学理论研究的现状及发展趋势；交流了环境科学研究的成果和经验；找出了环境科学理论研究中的薄弱环节，以及今后研究的重点课题和主攻方向。参加会议的有中国科学院有关研究所、高等院校、科技情报、宣传出版等方面50多个单位的专家、教授、科技工作者80余人。提交的学术论文、研究报告共69篇，内容包括：环境生物学、环境化学、环境地学、空气污染气象学、环境声学、环境质量评价与数学在环境科学中的应用、城市规划与环境工程，以及环境科学的任务与方法论等。这些论文，从不同的角度反映了国内外环境科学理论研究的状况。为了适应我国社会主义现代化建设迅速发展的需要，尽快把环境科学基础理论研究促上去，“环境科学理论研究座谈会”决定：委托中国科学院环境化

学研究所负责组成编辑组,将其中部分论文汇编成《环境科学研究与进展》一书。

在本书选编工作初步完成后,我们约请了郭方、吕有佩、马大猷、吴锦、刘培桐、章申、汪安璞、汤鸿霄、陈传康、王华东、张锡福、杨惠芳、廖先贵、程明昆、刘安国、尚久方诸同志,对所收文章进行了认真审定。特此向他们表示感谢。

本书由中国科学院环境化学研究所《环境科学》编辑部余文涛、包映月同志负责具体选编工作。由于我们经验不足,水平有限,错误在所难免,希望广大读者提出宝贵意见。

编 者

1979年3月

ZW69/21

目 录

环境科学的发展	郭方	(1)
---------	----	-----

一、环境生物学

环境生物学	王德铭	(8)
污染物的生物积累、降解及其生态学效应	黄玉瑶	(27)
关于环境生命科学研究	冯子道	(40)
化学元素的拮抗理论研究及其在环境科学中的意义	朱梅年	(48)
遗传工程与环境保护	杨惠芳	(58)
污水灌田对农田生态系统的影响——兼论科学污水灌田对利用资源、保护环境的重要作用	高拯民	(66)
海洋污染生态学	吴宝铃	(77)

二、环境化学

环境化学的新特点	汪安璞	(89)
大气污染化学	苏维瀚	(98)
大气中硫酸盐研究的几个问题	赵殿五	(103)
环境中农药变化规律的基础研究	陈子元	(109)

三、环境地学

地表环境的化学演化和环境科学	章申	(132)
汞在环境中的原始循环和现代循环	王稔华	(158)
关于环境地球化学	陈静生	(166)

四、空气污染气象学

空气污染气象学研究中的几个问题	张锡福	(177)
大气污染多源模式	张锡福	(190)

山区小风条件下浓度积累过程的数值计

算邓玉珍 邹孝恒 张锡福 (202)

五、环境声学

喷注湍流噪声及扩散消声器...马大猷 李沛滋 戴根华 王宏玉 (216)

我国城市噪声现状及控制建议程明昆 (228)

有梭织机侧板的振动、噪声辐射与控制理论冯珩正 (243)

多孔陶瓷吸声结构和排气消声器.....莫中康 高彦良 (255)

六、环境质量评价与数学在环境科学中的应用

环境质量评价的探索李长生、吴峙山、赵彤洲 (263)

试论环境质量及其评价唐永奎 (273)

环境质量预断评价的数学模型.....王华东 汪培庄 (284)

海洋环境质量标准的科学基础探讨李少犹 (288)

河流水质预报与规划高维真 (303)

数学模式在环境质量评价研究中的应用和发展趋

势程鸿德 (317)

环境质量的数值计算刘多森 (325)

系统论与环境科学初探.....朱德威 陈传康 (334)

七、城市规划与环境工程

城市规划与环境保护陈传康 (346)

城市环境污染及科研工作的几点建议李宪法 (355)

区域性水质系统污染控制最优规划的系统分析与

模型的探讨傅国伟 (360)

废水处理过程的动态数学模式申葆诚 (371)

环境调节工程与环境保护蔡铭昆 (379)

八、环境科学的任务与方法论

环境科学与四个现代化吴 锦 (386)

环境科学方法论刍议刘培桐 (399)

环境科学研究中的几个基本问题黄瑞农 (404)

环境科学发展的新阶段尚忆初 (407)

环境科学的发展*

郭 方

人类是地球发展到一定阶段才出现的,人与自然环境的关系,在长期的发展中互相制约、互相依存及互相转化,是对立统一的关系。

人类生活在地球表层由许多不同类型的生态系统所构成的生物圈内,在这些生态系统中又都进行着能量传递与物质循环,保持一定的生态平衡。人体通过新陈代谢与周围环境进行物质交换。自然界是不断变化的,人也在不断地适应这种变化着的环境。

人与自然环境又是相互作用的,而人是主导因素,生产活动是人类作用于自然界的最基本活动。人类在开发和利用自然资源的过程中,改变了自然界的面貌。“但是我们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利,自然界都报复了我们。”(《马克思恩格斯选集》第三卷,第517页,人民出版社,1972年5月第1版。)人类活动必然会打破自然界原有的生态平衡,人类不只是简单地适应环境,而是通过劳动不断增长聪明才智,发展科学技术,去改造自然和征服自然;同时保护和改善环境,以求建立新的平衡。从一定意义上说,人类正是在从原有的生态平衡到打破平衡,然后再建立新的平衡这样一种不断的变化中发展起来的。

环境科学产生的背景

环境污染引起人们注意是从用煤开始的。十七世纪,随着工场手工业的发展,煤烟污染加重,但仅限于局部地区。十八世纪下半叶到十九世纪初实现了产业革命,此后伴随着资本主义大工业

* 参加本文写作的还有卢贵钦、刘安国、鲍强。

的发展,进入自然环境的废气、废水、废渣等有害物质不断增加,这些有害物质的数量往往又超出自然界本身的稀释和净化能力,从而破坏了生态平衡,危害人体健康。这一时期,污染物的种类和数量急剧增加,以致到本世纪四十年代,震惊世界的公害事件屡屡发生。这就引起了人们的普遍关心和注意,有较多的、不同学科的科学工作者投入了环境污染的研究领域,经过较长时间的孕育过程,一门崭新的独立学科——环境科学,在人类同污染的长期斗争中,在现有学科的基础上产生,并逐步发展起来。它一出现,就以旺盛的生命力吸引着成千上万的科学工作者去开拓这一广阔的新领域。

环境科学的发展将为人类保护和改善环境,进而规划设计理想的环境展现出美好的前景。

解放后,我国在改造自然、保护和改善环境方面取得了一定成绩。但是,由于种种原因,我国局部地区的环境污染已很严重,并有继续发展的趋势。一九七三年全国环境保护会议以来,我们先后开展了一些水系、城市、海洋污染的多学科综合调查和环境质量评价研究,并完成多项重要成果;探索酚、氰、汞、砷、铬、农药、石油等污染物在水体、土壤和生物体中的迁移转化规律,二氧化硫、烟尘等在大气中的扩散规律,提出了水体、土壤和大气污染的数学模式;建成我国第一座325米大气污染观测铁塔;开展了地方病、肿瘤等环境病因研究;研制和研究几十种污染物简易、快速、灵敏的分析测试仪器和标准分析方法;对某些污染物找到了治理方法等等。这些研究工作推动了我国环境科学的发展。目前,我国已有一支包括环境化学、环境声学、环境生物学、环境地学、空气污染气象学和海洋环境科学、环境医学、环境工程学等分支学科的环境科学研究队伍。

自然科学的新领域

环境科学是研究环境质量及其控制和改善的科学。由于环境污染危害的严重性以及人们要求保护和改善环境的迫切性,从各

国环境科学的研究现状看,当前一般侧重研究污染物在环境中的运动规律,环境质量变化,污染物的生物效应对人体健康的影响,以及控制和改善环境的原理、方法。国外目前发展动向是:

(1) 重视环境科学基础理论研究。从点污染源发展到面污染源,从单元、单介质发展到多元、多介质,从静态发展到动态,从定性发展到定量的研究。在基本完成环境污染普查,摸清环境背景值的基础上,深入研究污染物在大气、水体、土壤、生态系统中的运动规律及其反应、转化机制,建立各种数学模式和模拟实验,进行环境质量综合评价,预测预报环境污染趋势。重视低浓度污染物长期接触的生物效应,联合致毒作用,对生物和人体致癌、致畸胎、致突变以及污染物在生物体和人体内积累、转移、代谢规律等的研究。

(2) 加强污染综合防治研究。从利用现有技术进行单项治理,发展到综合防治阶段,并注重引用新技术。例如,采用高磁絮凝、生物工程、遗传工程和酶学工程新技术;积极发展无害工艺、闭路循环和资源综合利用;探索物理、化学和生物相结合的综合防治方法;加强区域性的综合治理,并着重自然净化能力研究等。还开展了清洁能源研究,探索煤的直接气化、液化等新技术。

(3) 不断提高环境分析测试水平。尽量采用新技术,发展分析测试方法标准化,监测技术连续自动化,数据处理计算机化,大型仪器联用,分析仪器微型化以及遥测遥感、激光等新技术。

近年来,我国环境科学工作者在以下几个方面取得了较好的成绩和进展,在一定程度上反映了我国环境科学发展的现状和水平。

(1) 环境质量的评价。利用环境调查、监测的数据和资料,评价环境污染的程度时,注意到采用系统分析方法。

通过确定环境质量分级和参数,建立环境数学模式,探索区域环境质量综合评价的原理和方法。在“现状评价”的基础上开始进行“回顾评价”、“预测评价”,提出环境质量指数的新计算方法等。

(2) 环境化学。开展了天然水体(包括海水)、重金属水污染

化学;土壤中农药等有机污染物降解转化;运用催化、膜技术等手段治理废气废水;并建立了几十种分析方法和研制部分仪器设备等。

(3) 环境地学。结合典型区域环境,进行了酚、氰、汞、氟、铬等污染物的环境地球化学研究,大气污染扩散模式和动态规律的研究,海洋石油、重金属的迁移和对海洋生物影响的研究,探讨了地表环境的化学演化。

(4) 环境生物学。进行了大气、水体指示生物与抗污染生物的研究,重金属、农药在生物体内积累、降解、代谢规律,水质的生物学评价,污水灌溉对农田生态系统的影响以及生物净化机制研究。

(5) 环境与健康。对地方病、肿瘤等环境病因和环境噪声进行研究,对微量元素在人体、生物体内的作用与机理以及生命元素与健康等问题,作了初步探讨。

近年来,还结合资源利用、能源开发和有毒物质净化处理等问题,注意了污染物的综合防治研究。如水资源的综合利用,区域性水质系统污染控制的最优规划,环境生物调节工程,城市环境规划等问题的研究。

此外,数学在环境科学方面的应用受到重视,并注意环境科学方法论的研究,如环境质量评价、污染趋势预测、环境工程最优化设计等方面开始采用系统分析方法。

今后要进一步发展我国的环境科学,应重视以下几个方面的基础研究。

(1) 大气、水体、土壤、生物和人体背景值的研究。

(2) 若干重要污染物在环境中迁移转化规律研究。即污染物在环境中的时、空变化,存在形态及反应,在不同环境介质中的变化规律等方面的研究。

(3) 污染物的生物效应和对人体健康影响的研究。污染物的生物毒性和生物对污染物的积累、代谢与降解规律,污染对生态系统的影响,长期接触低浓度污染物的慢性致毒过程和机制,以及致癌、致畸、致突变与对生殖、神经损伤的影响等。

(4) 环境质量评价, 环境区划和规划研究。区域环境质量评价的原理和方法, 环境质量指数系统, 区域环境质量的数学模式, 以及环境评价和预测、环境区划、规划等。

(5) 控制污染的原理和途径的研究。从物理、化学和生物方面进行综合研究, 为有效防治污染提供新原理、新材料、新技术和新途径。同时, 注意污染物微生物转化的遗传控制研究。

(6) 环境分析测试新技术的研究。包括分析测试方法标准化研究, 简易、快速、准确、灵敏的仪器研制, 提高分析测试技术的自动化水平和实现计算机化, 开展状态结构分析研究, 以及中子活化、激光、红外、遥测遥感等新技术的研究。

还有噪声产生, 传播和控制, 以及对人体健康影响机理的研究; 某些大型工矿企业建设对生态系统的影响以及放射性污染、热污染、微波污染和水体富营养化等方面的研究。

未来的环境科学

当代, 诸如空间、能源、人口、环境、海洋、生命等已是国际上普遍关心的问题, 是现代科学技术十分活跃的领域, 这些问题与人类的生存与发展息息相关。

在漫长的地球演化过程中, 由无机界出现有机界、生物进化、人类起源直到人类社会的发展, 自然环境是遵循它固有的规律比较缓慢地变化着。相对于漫长的地球地质史, 人类社会只不过是短暂的一瞬。可是近几千年的时间, 由于人类社会活动的影响, 自然环境已经发生了巨大变化。有的变化是由于人类保护和改善了环境, 因而使人类得到了好处; 有的则是破坏了自然界的生态平衡, 因而给人类带来了灾难。随着高度工业化社会的出现, 人类活动对于自然环境的冲击将越来越大。

科学和技术是不断发展的, 人类对环境的认识也不会停留在一个水平上。作为二十世纪七十年代崛起的环境科学, 在今后人类社会发展的长河中, 将有无限的生命力。

空间、能源、海洋的开发利用直接影响到环境,因此,需要大力发展环境科学,不断解决在空间、能源、海洋的开发利用中可能出现的新的环境污染问题。大量事实说明,严重污染的环境是有碍国民经济高速发展的,它不仅造成原材料的浪费,产品质量下降,而且危害江河、农田、草场,影响人体健康,因而影响再生产的继续进行。在现代战争和军事活动方面也出现与环境科学有关的问题,如原子战争,甚至环境战等等。因此,为实现我国四个现代化,加速发展环境科学是非常重要的。环境科学与六大基础学科(数、理、化、天、地、生)都有关系。环境科学既有基本理论探索,又有大量的实际问题急需解决,它的研究领域是非常广阔的。可以预见,环境科学工作者在大量实际研究的基础上,经过长期的理论探索,将使环境科学成为二十一世纪的带头学科之一。

环境是一个带有区域性的多层次、多介质、多元的动态系统。污染物质千奇百怪。随着生产的发展,还会有大量人工合成的新物质,不断地进入环境系统。因此,对环境的冲击是永久存在的。环境科学的微观研究已进入到分子、原子水平,宏观研究涉及整个地球表层,甚至包括外层空间。在时间上,又有历史环境、现代环境、未来环境之分。

我们要想不断地揭示环境之谜,并加以控制,必须做到:

(1) 利用卫星以及流动(车、船、飞机)和固定监测站网对环境进行立体、动态、同步监测,并把大量环境信息输入大型电子计算机自动处理,象天气预报一样,准确预报环境变化形势。

(2) 对已知污染物尽快提出防治办法,对人工合成的新物质在进入环境之前就要摸清它们在环境中的积累、迁移、转化、归宿和可能带来的危害。

(3) 加强数学方法的运用。大量采用模拟实验(包括受控现场模拟)和数学模拟,摸清各种变化规律。以求建立正确反映生态平衡的环境规划和管理模型,然后通过模型的模拟研究,寻找最佳的环境规划和管理模型,进而去改造环境。

由于人类活动领域的扩大,如航天飞行、海底工程、地下工程

等,环境科学研究的领域也扩大了,又由于人们文化生活的提高,对环境质量的要求也更高了,不仅防治环境污染,还要求美化环境,如悦耳的声音、和谐的景象等.因此,有许多新课题有待我们去探索.创造一个适宜于人类健康、生存与发展的安静而舒适的美好环境,是人类的普遍愿望和要求。

一、环境生物学

环境生物学

王 德 铭

(中国科学院水生生物研究所)

环境生物学,也有人称污染生物学,或者生物污染学,甚至还有人称之为污染生态学。认识很不统一。不同的名称,其内容也可能有所差异。例如有的着重研究污染环境对生物的影响,以及生物对污染环境的适应;也有的着重研究生物对污染环境的影响,以及污染环境对生物的反应。

属于基础环境学的环境生物学,是研究生物与污染环境对立统一规律的科学。它的重点是从宏观上研究环境中的污染物对生态系统影响的基本规律,从微观上研究污染物对生物产生毒性、毒理影响的作用规律和机理。它既有作为环境科学理论的支柱部分,又有应用的基础研究部分。

尽管有各种不同的理解,但比较一致的看法,认为生态系统是它的核心部分。

(一) 环境生物学的核心部分——生态系统

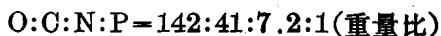
上一世纪六十年代即有人提出生态学,本世纪三十年代和五十年代都开展了不少工作。近二十年来,随着环境问题的日益尖锐,生态系统的研究也逐渐引起人们的重视。目前已成为综合性很强的一项研究。

生态系统是自然界的基本单位,是生物圈的亚结构,是指自然

界一定空间的不同营养级生物与环境间相互作用,相互制约,不断演变,通过物质循环和能量交换而达到动态平衡、相对稳定的统一整体,它具有一定的结构和功能。生态系统是生物和环境这对矛盾的统一体。其中生物又可分为三类:生产者、消费者及还原者。生产者把太阳光的光能固定成为可被利用的形式,即有机化合物;消费者把生产者制造的有机化合物进行破碎、加工、分解和转化,使之从一种生命形式转变成另一种生命形式;还原者将复杂的有机化合物分解成为简单的可溶性化合物和元素。这样,把能量又释放出来,同时养分或物质也释放到环境中去。由于物质循环及单向流动的能量交换,才保证了生命的永存。这些作用是同时进行的,在生态系统的整个代谢过程中,还可能具有比较复杂的反馈机理。

生产者利用的太阳能是很少的,只达百分之一多一些。绝大多数太阳光未被利用,或者又散射出去了。而吸收的光能中,又有一部分用于呼吸能消耗,最后剩下的是净原初生产率,以后又被消费者利用。生物种群从食物中接受的能量,用于新的有机质的建造上通常不到百分之五十。自然界各营养级间转移能量的效率一般为百分之十,故有“百分之十规律之称”。

从水生态系统看,尽管各类水生态系统的具体条件是不相同的,但通过研究可以看出浮游植物光合作用过程中有关元素的化学计量关系。在有氧光合成反应中,



因此可以预测,浮游植物在光合作用过程中每耗用1毫克磷时,同时耗用7.2毫克氮,41毫克碳,生成约100毫克(干重)的细胞物质。虽然在单位时间和单位水体内,由于各种条件(光照条件、营养条件、生物的种类和密度)不同,这些元素被固定的数量绝对值会有变化,但作为相对关系,仍有价值。在水生态系统内,有机物的生化分解,浮游植物对无机盐的吸收等,符合米-门氏酶动力学规律。

水生生物的物质交换过程在“生物-水”界面处进行,相当于多

相反应。可分为五个步骤：物质由水液主体迁至“生物-水”界面；物质通过生物膜进入机体；物质在机体酶系统作用下被同化利用；代谢废物通过生物膜排出体外；代谢废物从“生物-水”界面迁至水液主体。

物质通过生物膜的迁移机理比较复杂，一般认为有主动迁移及被动迁移。主动迁移为溶质可以逆向浓度梯度由低浓度向高浓度迁移；藻类从水中吸收营养盐的过程，大都为主动迁移，速度很快，常不到一秒钟，细胞周围即成耗尽区。耗尽区的厚度可达细胞半径的10倍左右。被动迁移则溶质由自由浓度高的区域扩散到低浓度区域，浓度差愈大，扩散迁移的速率亦愈快；鱼类在水中摄取氧，排出二氧化碳，为被动迁移。鱼血及水中氧、二氧化碳的相对浓度，对其交流过程有很大影响。

系统中有两类物质循环：沉积循环和气体循环。以碳为例，光合作用和呼吸作用约十年内可把活动库中全部二氧化碳在植物中循环一次，但从储存库释出二氧化碳则需经数百万年。循环中各类活动库和储存库由物质流的通路系统连通。生命过程通常控制活动库之间的通路，而物理过程通常控制储存库之间的通路。

从能量变化着眼，生态系统中有两类演替：自养生物演替及异养生物演替。在自养生物演替中，早期群落的原初生产总量是超过呼吸作用的，自养生物移居者占优势。在异养生物的演替中，呼吸作用超过原初生产总量，这是因为存在有有机物输送系统。因此污水流入水体时会出现异养生物的演替。

生态系统的基本特性也各理解不一。一般可列为稳定性及调节力。稳定性是指生态系统具有相对稳定的(生物及非生物)组成，呈现动态平衡，其收入、支出以及规律变化是维持稳定性的基础。调节力与造成损害的物质种类、数量、受害程度和时期有关，而且因生态系统类型及发育期的不同而不同。也有把多样性列为生态系统的特性之一。多样性是指生物由较多的物种组成，生态系统愈成熟，组成愈多样，食物链网也愈复杂，忍受污染影响的能力也愈大。此外，也还有人提出弹性、惯性等作为生态系统的特