

全国中等卫生学校试用教材

环境卫生学

（供卫生医士专业用）

浙江科学技术出版社

全国中等卫生学校试用教材

环境卫生学

全国中等卫生学校试用教材

《环境卫生学》编写组编

*

浙江科学技术出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 16.5 字数: 387,000

1980年6月第一版

1980年6月第一次印刷

印数: 1—15,500

统一书号: 14221·9

定 价: 1.33 元

编写说明

本书是由卫生部和浙江省卫生局组织有关高、中等医学院校共同编审的教材，供全国中等卫生学校三年制卫生医士专业试用。

全书内容包括绪论、环境与健康、大气卫生、饮用水与水体卫生、土壤卫生、环境质量评价、城乡规划及住宅卫生、实验实习等八章。鉴于地区上的差别，使用时可根据具体情况，适当掌握。

本书由浙江省卫生学校主编，参加编写的单位有：浙江人民卫生实验院、沈阳医学专科学校、湖北省襄阳地区卫生学校、广东省韶关地区卫生学校。

本书初稿承上海市卫生防疫站、中国人民解放军第二军医大学等十三个单位的同志提出书面意见。参加审稿会议的单位有：上海第一医学院、安徽省巢湖卫生学校、河北新医大学邯郸分校、广东省医药学院、云南省大理州卫生学校、浙江省杭州护士学校等院校教研组的代表到会参加讨论，对本书的编写给予热情支持和提供很多宝贵意见；部分章还承北京医学院胡汉升教授、山西医学院谈行健副教授指正。本书定稿后，承上海第一医学院环境卫生学教研组杨铭鼎主任、朱惠刚副主任的大力协助，组织审稿。在此一并表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促，编者水平有限，缺点和错误在所难免，殷切期望使用本教材的教师和同学，及时给我们提出宝贵意见，以便不断总结经验，进一步修订提高。

全国中等卫生学校试用教材《环境卫生学》编写组

一九七九年九月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 环境卫生学的研究对象、任务和内容	(1)
第二节 建国以来, 环境卫生和环境保护方面的成就	(1)
第三节 环境卫生学的研究方法	(3)
一、调查方法	(3)
二、实验研究方法	(4)
三、统计学方法	(4)
第四节 环境卫生工作者的职责	(4)
第二章 环境与健康	(6)
第一节 人类与环境	(6)
一、人类的环境和生态平衡	(6)
二、环境中的物质循环	(6)
三、人类与环境的关系	(7)
第二节 污染物进入环境后的转归	(8)
一、生物学转化	(8)
二、生物富集和食物链	(9)
三、污染物在环境中的转移、消长和转归	(9)
第三节 环境中微量元素及其对人体健康的影响	(9)
一、碘	(10)
二、氟	(11)
三、铁	(12)
四、铜	(12)
五、锌	(12)
六、硒	(13)
七、铬	(13)
八、钼	(13)
九、钴	(13)
第四节 环境污染对人体健康的危害	(15)
一、化学性污染	(15)
二、物理性污染	(25)
三、生物性污染	(27)
四、其它影响和危害	(27)
第三章 大气卫生	(28)
第一节 大气的理化性状及其卫生学意义	(28)

一、大气的化学组成与健康的关系	(28)
二、大气的物理性状与健康的关系	(30)
第二节 大气的污染	(36)
一、大气污染的主要来源及其污染物	(36)
二、影响大气污染的因素	(38)
第三节 大气污染的危害	(40)
一、大气污染对人体健康的直接危害	(41)
二、常见大气污染物的危害	(42)
三、大气污染的其它危害	(45)
第四节 大气卫生标准	(46)
一、大气卫生标准的概念	(46)
二、制订大气卫生标准的原则和方法	(46)
三、我国大气卫生标准及废气排放标准	(48)
第五节 大气卫生监测	(54)
一、大气污染源调查	(55)
二、大气污染浓度的监测	(55)
三、大气污染对居民健康和生活卫生条件影响的调查	(57)
四、大气污染调查结果的分析和评价	(57)
第六节 防止大气污染的基本措施	(58)
一、全面规划, 合理布局	(58)
二、综合利用, 化害为利	(59)
三、工艺改革与除尘净化	(59)
四、进行卫生监测, 执行国家卫生标准	(63)
第四章 饮用水与水体卫生	(64)
第一节 饮用水与水体卫生的意义	(64)
一、介水传染病	(64)
二、微量元素和地方病	(64)
三、中毒性疾病	(64)
第二节 水的卫生特征	(65)
一、天然水源分类	(65)
二、天然水源的卫生学特征	(65)
三、水体的自净	(66)
四、水体的污染与危害	(67)
第三节 水质卫生标准	(73)
一、生活饮用水卫生标准	(73)
二、地面水水质卫生标准	(74)
三、废水排放标准	(75)
四、水质卫生标准的制定原则与应用	(76)
第四节 水质卫生评价指标	(77)
一、感官性状指标	(78)

二、化学指标	(78)
三、毒理学指标	(80)
四、细菌学指标	(81)
第五节 水体卫生监测	(82)
一、污染源的调查	(82)
二、水质监测	(82)
三、底质调查	(83)
四、水生生物及水产调查	(84)
五、居民健康状况调查	(84)
第六节 生活饮用水卫生措施	(84)
一、集中式给水卫生	(84)
二、分散式给水卫生	(90)
第七节 水体卫生防护措施	(96)
一、全面规划,合理布局	(96)
二、改革工艺,综合利用	(96)
三、废水排放要符合卫生标准	(96)
四、工业废水的处理	(96)
五、加强卫生监测和管理	(101)
第五章 土壤卫生	(103)
第一节 土壤卫生防护的意义	(103)
第二节 土壤的卫生特征	(103)
一、土壤的结构和理化性状	(103)
二、土壤的污染源及其污染特点	(105)
三、土壤污染对人体健康的影响	(107)
四、土壤的自净	(108)
第三节 垃圾、粪便卫生管理和无害化处理	(110)
一、垃圾卫生管理	(110)
二、粪便卫生管理	(111)
三、厕所的卫生要求和类型	(111)
四、粪便无害化处理	(112)
五、粪便无害化效果评价	(116)
第四节 生活污水处理	(117)
一、城市下水道的种类及其卫生要求	(117)
二、少量生活污水的简单处理	(118)
第五节 医院(或传染病院)污水处理	(119)
一、医院污水的来源	(119)
二、医院污水处理的卫生要求	(120)
三、处理方法	(120)
第六节 污水灌田的卫生要求和措施	(121)
一、污水灌田前的预先处理	(121)

二、防止污染源	(121)
三、防止农作物被污染及残毒积累	(121)
四、防止污染大气	(122)
五、防止蚊蝇孳生	(122)
六、防止发生皮炎	(122)
第七节 农药对土壤的污染及其防护措施	(123)
一、农药污染来源	(123)
二、防止农药污染的措施	(124)
第八节 防止工业废渣对土壤的污染	(124)
第九节 土壤卫生监测	(125)
一、土壤卫生监测的目的、任务和内容	(125)
二、土壤污染源的调查	(126)
三、土壤污染状况的调查	(126)
四、对人体健康状况的调查	(128)
第六章 环境质量评价	(129)
第一节 环境质量评价的意义	(129)
第二节 环境质量指数的概念、分类和用途	(129)
第三节 区域性环境质量评价的方法	(130)
一、选择环境质量评价的参数	(130)
二、确定评价的标准	(130)
三、确定各项污染物的加权系数	(130)
四、建立数学计算式	(130)
第四节 环境质量综合评价	(134)
第七章 城乡规划及住宅卫生	(135)
第一节 城乡规划	(135)
一、城乡规划卫生的意义	(135)
二、自然因素对城乡居民区规划卫生的影响	(136)
三、城市功能分区及其卫生学要求	(137)
四、居民区的绿化	(138)
五、新农村规划卫生的基本原则	(140)
第二节 住宅卫生	(141)
一、住宅卫生的意义	(141)
二、住宅的一般卫生学要求	(142)
三、住宅的微小气候	(143)
四、住宅的采光、照明和采暖	(144)
第三节 农村住宅的有关问题	(148)
一、农村住宅的特点	(148)
二、农村住宅卫生改革的基本措施	(148)
第八章 实验实习	(150)
实习一 实验动物的选择与采血	(150)

实习二	动物急性染毒方法	(153)
实习三	挥发性毒物吸入半数致死浓度 (LC_{50}) 的测定	(155)
实习四	气象因素测定	(157)
实习五	大气采样方法	(183)
实习六	大气卫生调查	(190)
实习七	空气中粉尘的测定	(191)
实习八	空气中二氧化硫测定	(194)
实习九	空气中氧化氮测定	(195)
实习十	消烟除尘设备现场参观	(197)
实习十一	水源卫生调查与水样采集	(198)
实习十二	色、浑浊度、臭和味的检验	(200)
实习十三	pH 值、总硬度、氯化物的检验	(202)
实习十四	铁、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮的检验	(209)
实习十五	溶解氧、耗氧量的检验	(214)
实习十六	挥发酚类、砷、氰化物的检验	(218)
实习十七	氟化物的检验	(225)
实习十八	汞的检验	(228)
实习十九	细菌学检验	(231)
实习二十	饮水消毒的检验	(238)
实习二十一	自来水厂参观	(243)
实习二十二	废水处理场参观	(243)
实习二十三	土壤 (或底质) 中铬的测定	(244)
实习二十四	简易看图法	(246)

第一章 绪 论

第一节 环境卫生学的研究对象、任务和内容

环境是人类和一切生物赖以生存的物质基础。与人类生存和健康关系最为密切的，除社会环境因素外，自然环境因素中主要的有日光、空气、水、土壤和食物等。在正常情况下，这些环境因素成为人类生存和发展的基本条件。但在环境异常变动及污染情况下，这些环境因素就有可能对人体健康产生危害作用。

环境卫生学是预防医学的一门学科。它的研究对象和任务，是在“预防为主”的卫生工作方针指导下，从人体与环境辩证统一的观点出发，研究自然环境因素（空气、水、土壤等）对人群健康的影响，利用其有利的方面，消除或控制其有害的方面；研究由于人群生产和生活引起的环境污染对健康的危害；进行环境卫生监测；提出保护和改善环境、防止环境污染的卫生要求，为制定卫生标准提供科学依据，保护环境，以达到预防疾病，增强体质，造福人民，为社会主义四个现代化服务的目的。

人体与环境存在着辩证统一的关系。早在二千多年前，祖国医学的《内经》中已记载“人与天地相应”。“天、地”是代表自然界，“相应”是指自然界的变化影响人体时，人体发生与之相适应的反应。人们生活环境的各种因素，随时随地以各种方式，通过各种途径，单独地或综合地通过人的内因对人体发生作用和影响，引起人体的变化。同时人们积极采取措施能动地改造环境，以适应自己的生存和生活的需要。

随着人类社会生产和科学技术的发展，扩大了资源和能源的利用范围，同时也增加了环境污染物的种类和进入环境的量，影响人们健康。污染物对人可以引起急性中毒。但长期在低浓度情况下会引起慢性危害，易为人们忽视而造成严重的后果。例如痛痛病（日本的三大“公害”之一），是第二次世界大战期间，日本神岗矿山大量开采，在提取铅锌金属时，将含镉废水和废渣排入神通河上游而被严重污染。事隔十几年才发现该地区的痛痛病病人日渐增多，而为人们所重视。今天我们应该吸取这个历史的教训，在保护和增进人民健康方面，必须积极认真贯彻预防为主的方针，主动地保护和改善环境条件，促进环境向着有利于人民的方面发展。

我国是一个发展中的社会主义国家，有先进的社会制度，有党的正确领导，有广大劳动人民的创造性和积极性，这是我们搞好环境卫生和环境保护工作的根本保证。

根据环境卫生学的研究对象与任务，本门课程的内容主要包括环境与健康、大气卫生、饮用水与水体卫生、土壤卫生、城乡规划及住宅卫生等；阐述有关的基础理论、基本知识和基本技能。

第二节 建国以来，环境卫生和环境保护方面的成就

建国以来，党和政府一贯重视环境卫生和环境保护工作，注意改善人民生活，增进

人民健康，成绩是巨大的。建国初，制定了“面向工农兵，预防为主，团结中西医，卫生工作与群众运动相结合”的卫生工作四大方针，为我国卫生事业的发展指出了明确的方向和道路。早在五十年代开始，我国就建立了各级卫生防疫站，部分高等医学院校和中等卫生学校增设了卫生专业。1952年毛主席发出了“动员起来，讲究卫生，减少疾病，提高健康水平，……”的伟大号召，在全国范围内掀起了轰轰烈烈的爱国卫生运动，显著地改变了我国城乡卫生面貌，大大提高了人民卫生知识水平，改善了环境卫生，迅速地消灭了鼠疫、霍乱、天花等烈性传染病，其它危害人民健康较严重的传染病、寄生虫病和常见病的发病率也大幅度下降。

我国农村结合农业生产和农田水利基本建设，广泛发动群众植树造林、绿化祖国，大力开展“两管（管水、管粪）、五改”（改水井、厕所、畜圈、炉灶、改善环境）工作，农村环境卫生面貌发生了深刻的变化。工业建设进行了全面规划，合理布局，促进了经济和文化的发展，并有利于工业“三废”和生活污物、污水的处理，有利于保护和改善环境。对旧城市中设在稠密居民区内污染环境的工厂进行了整顿、搬迁和改造，从而改善了居住环境条件，改变了旧有城市的面貌。通过大搞综合利用，除害兴利，许多有害的工业“三废”变成了有用的财富。如化工、农药、轻工、医药等行业从“三废”中回收利用千百种产品，并创造了许多行之有效的新工艺、新技术，如研究成功并推广了无汞仪表、无氰电镀、油田污水处理回收等，改善了环境，创造了财富，支援了社会主义建设。

在深入调查研究和科学实验的基础上，我国先后颁布了《工业企业设计卫生标准》、《生活饮用水水质标准》等国家准标，通过实践不断总结经验，已进行了多次修订。1957年国务院发出了《关于注意处理工矿企业排出的有毒废水、废气问题的通知》。1971年卫生部下达了《关于开展工业“三废”对水源、大气污染的调查的通知》。1973年颁发了《工业“三废”排放试行标准》，等等。这些文件对改善和保护环境起到了积极作用。

在党和政府的深切关怀下，中央制定了环境保护的方针：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。1973年全国第一次环境保护会议以来，我国的环境保护工作进一步开展起来了。各省市、自治区，国务院各部门建立了环境保护领导机构和办事机构，进一步开展对主要江河海域和城市的污染调查，初步掌握了全国环境污染的现状。有些城市开展了环境质量的评价。为了搞好大气卫生防护工作，不少城市已进行了比较系统的卫生调查，如北京、上海、沈阳、天津、抚顺、杭州、武汉、成都等城市开展了大气污染及其居民健康影响的调查研究工作，为制订和修订大气卫生标准提供了宝贵的科学资料。卫生部门还参加了新建、改造、扩建工业企业的设计卫生审查和验收，和监督、检查《工业企业设计卫生标准》的执行情况，并主动配合工业部门积极开展消烟除尘工作，从而有利于城市环境的改善，减轻了烟尘对城市大气的污染，节约了用煤。为了搞好水体卫生防护和饮用水卫生，卫生部门提出了生活饮用水和水体卫生防护的卫生要求，进行了大量的水体卫生监测工作。近几年来在各方面大力协作下，还组织力量系统地对长江、黄河、松花江、珠江、渤海海域和东海近海等水体进行了卫生状况调查；并对水质卫生标准进行科学研究。由于认真保护水源，改善城乡给水，做好生活性污染物的无害化处理，以及开展了大规模预防接种等工作，从而使介水传染病大为减少。人民健康水平大大提高，有效地保护了劳动力，促进了工业农业生产的发展。但是，近十多年来，由于林彪、“四人帮”的干扰破坏，使一些地方

环境恶化，四害回升，污染加重，危害人民的健康。

以华国锋同志为首的党中央一举粉碎了“四人帮”，扫除了卫生工作前进道路上的最大障碍，我国环境卫生和环境保护工作又有了新的进展。

五届人大通过的《中华人民共和国宪法》第十一条中规定：“国家保护环境和自然资源，防止污染和其他公害”。把环境保护工作，列入国家根本大法之中。

华国锋同志在五届人大第一次会议的《政府工作报告》中提出：“消除污染、保护环境，是一件关系到广大人民健康的大事，必须引起高度重视，并制订环境保护的法令和条例，保证这方面存在的问题得到切实的解决。”

五届人大常委会第十一次会议讨论通过并颁布了《中华人民共和国环境保护法（试行）》，是我国有史以来第一部保护环境的大法，它的颁布试行，有利于防止和消除环境污染，保障人民健康，这是保护人民健康的一项大法。

近年来，随着工业的发展，不少城市加强了环境污染问题的研究，开展了环境毒理学和环境医学的研究，现已被列入全国自然科学学科规划，环境与健康的研究是其中的一个重要课题。全国第一次环境保护会议后，各门学科围绕着环境进行综合研究，已形成一门综合性很强的新兴学科——环境科学，随着新的工业部门和新的工艺出现，我国人民正在进一步改善环境卫生和做好环境保护工作，积极探索彻底解决污染危害的办法。

总之，建国以来，我国环境卫生和环境保护工作取得的成绩是巨大的，与解放前对比，就更能清楚地看到这一巨大的变化。在旧中国，由于帝国主义、官僚资本主义和封建主义的压迫和剥削，广大劳动人民生活 and 劳动环境条件恶劣，根本谈不上环境卫生和环境保护，发病率和死亡率很高。在新中国，由于党的正确领导，在优越的社会制度下，环境卫生和环境保护与其它各项工作一样，才能发展和取得成就，并随着四个现代化的进展，必将取得更大的成就。

第三节 环境卫生学的研究方法

环境卫生学是预防医学的一部分，它涉及面很广，因而在研究方法上常要采用综合性手段和技术，并要重视基础理论方面的研究。例如，研究外界环境因素（大气、水、土壤、住宅、噪声等）对机体的影响，以及解决某些重大的环境污染防治问题时，还需要有关地理、气象、天文、地质、工程、农牧、动物学等多门关联学科的知识，广泛运用生理学、生物化学、病理学等方法，结合流行病学及临床各科的知识才能更好地阐明外界环境因素对机体健康的作用和影响。

在加强基础理论研究的同时，在具体研究工作中，根据研究工作的要求和实际情况，一般常采用下列几种方法：

一、调查方法

（一）流行病学调查 采用回顾性调查或前瞻性调查方法，掌握大量人群中疾病流行的发生发展的资料；采用不同地区的对比或不同人群的对比，以阐明环境与人体健康的关系，如癌症与污染物的调查；还可根据疾病的发生特征及生物材料中的成分与环境中某些污染物的含量的分析，找出其相互关系，阐明污染的危害，如日本痛痛病病人尿中镉含量和环境中镉含量的相互关系及查明病因等。

（二）现场调查及检测 通过现场调查及污染物的检测，查明污染源、污染现状、

污染物和污染量及其变化规律,可能造成的危害,为防止污染,制订卫生标准,提供科学依据。调查时应注意选择合理的对照组,以阐明其相关关系。

二、实验研究方法

为了研究或验证某些环境因素或化学物质对机体的危害作用,有时往往还需要做动物实验,以在特定条件下,观察化学物质对动物机体所引起的生理、病理、生化等的变化,找到有害物质对实验动物产生危害作用(急性的或慢性的)的阈浓度,特别是低浓度、长期接触危害的及联合作用的影响,再通过统计处理等方法,将其换算成有害物质对人体产生作用的浓度。近年来,毒理学方法在环境卫生学研究中被广泛应用,形成毒理学的一个分支——环境毒理学,它通过动物实验的手段,研究环境中的各种化学因素进入机体的途径、毒作用机理及防治方法,作为制订环境中有害物质卫生标准的依据之一。

三、统计学方法

研究某些环境因素对某些疾病发病率的关系,可用统计学的方法进行调查、整理与分析,以阐明有关资料的客观规律,并提出卫生措施。如目前,国内外对肺癌死亡率与大气污染的关系;饮水中某些化学物质对冠心病、癌症发病率关系的研究,已做了不少工作,在环境质量评价中,也应用统计学的方法,利用环境质量指数能较好地阐明环境污染及其程度,发展趋势等,以及对人体健康可能带来的危害。这就较单纯用卫生标准来判定危害性更前进一步。

此外,在审查和评价城乡规划、住宅设计及某些卫生技术设备的效果,还要应用预防性卫生监督方法,结合现场调查或实验室测定,根据卫生标准作出评价和提出必要的卫生措施。

第四节 环境卫生工作者的职责

我国正处在伟大的历史时期,全国人民积极响应党中央提出在本世纪末实现社会主义四个现代化的宏伟目标,把全党工作的重点转移到现代化建设上来的号召,这就给环境卫生工作者带来了新的任务。当前环境卫生工作者应在各级党组织领导下,与有关部门密切配合,积极做好下列工作:

一、贯彻预防为主方针,广泛开展以除害灭病为中心的爱国卫生运动 通过宣传教育,进一步发动群众大力开展经常性环境卫生工作,不断改善城乡卫生面貌,更好地为四个现代化服务,例如,结合生产积肥,做好“两管、五改”的卫生基本建设;加强饮水卫生防护,搞好饮用水净化消毒等,要认真贯彻中央提出的“加强领导,动员群众,措施得力,持之以恒”的方针,坚持卫生工作与生产相结合,实行群众运动和专业队伍相结合,尽快实现《全国农业发展纲要》对环境卫生工作的要求。

二、开展调查和科学研究 要积极创造条件,并协同有关部门,大力开展调查研究和科学研究工作,例如,工业“三废”对环境的污染及其危害的调查研究;地面水、地下水、大气及土壤地质中各种微量元素、化学物质以及微小气候对人体健康影响和防治措施的调查研究;环境质量的调查研究;工业“三废”综合利用的调查研究;等等。要认真学习 and 推广国内外先进科技成果,不断提高防治水平。

三、做好环境卫生监测工作 监测是环境保护的耳目和哨兵,通过它可以摸索污染来源,找出污染原因,查明污染的危害、程度、范围和动向,鉴定治理“三废”措施的效

果，为预防和消除“三废”污染的危害提供科学的依据。

环境卫生监测主要是对大气、水源、食品的监测、以及土壤、噪声、放射性物质监测等，并根据有关卫生标准，主动与有关部门联系，提出改进措施，做好环境保护工作。

四、积极参加新建、改建、扩建工业企业的设计审查和验收 要贯彻实行防治污染的措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产的方针。

五、制订、充实和修订卫生标准 卫生标准是保障人民健康和环境质量的依据。随着四个现代化的发展，还必须在调查研究和科学实验的基础上不断充实和提高，并定期修订卫生标准。

综上所述，环境卫生学对保障人民健康和社会主义建设都有着十分密切的关系。我们一定要认真学好环境卫生学的基础理论、基本知识和基本技能。在环境卫生工作实践中，必须坚持社会主义道路，坚持无产阶级专政，坚持共产党的领导，坚持马列主义、毛泽东思想，依靠广大群众，理论联系实际，深入调查研究的优良作风和实事求是的科学态度，及时总结和推广先进经验。在实现四个现代化的新长征中，把我国的环境卫生和环境保护工作搞得更好。

(浙江省卫生学校 严启之)

第二章 环境与健康

第一节 人类与环境

一、人类的环境和生态平衡

人类和各种生物，都生活在地球的表面层里，这个表面层叫做生物圈。它就是人类和一切生物生存的自然环境。人类从来就和这个自然环境的各组成部分处在一个辩证统一的整体中。生物圈内有各种生态系统，如陆地生态系统、海洋生态系统、淡水生态系统等。每一个生态系统，都是自然界的一个基本活动单元，它是生物与非生物环境相互之间长期联系和长期适应中形成的。生态系统中，生物间相互依赖、相互制约，在一定条件下保持自然的、相对的平衡关系，称为“生态平衡”。人是生态系统的组成部分，人类的环境也就是生态系统的环境。人在生态系统中居于首要的和支配者的地位，这是因为人类和一切生物不同，他能够控制和改造环境，以适合自己的生存和发展。

随着工农业生产的迅猛发展，人类社会的物质财富也就愈来愈多。但是事物总是一分为二的，煤炭的开采，为人类提供了新的能源，却带来了大气污染和烟雾事件；石油的发掘使人类社会又前进了一步，出现了化学工业的三大合成（合成塑料、合成纤维、合成橡胶），却使海洋遭到了油污染，使许多化学性毒物进入环境；农药的使用，在消灭蚊、蝇和农作物病虫害等方面，起了巨大的作用，但也使某些生物灭绝，生态平衡遭到破坏，并通过土壤污染和食物链传递，影响人体健康。总之，由于人类的活动，使我们居住的环境，已经发生了新的变化。因此，保护人类环境的问题，日益引起世界公众的重视，环境科学的内容愈来愈丰富，人们从各个不同的角度，探索环境污染引起的种种变化，以便从中找出规律性的东西，控制污染，消除污染，保护人类生活、劳动的环境。

二、环境中的物质循环

机体与环境的关系十分密切。这是由于一切生物都通过新陈代谢和环境中的物质进行交换。新陈代谢过程，可以引起自然界物质与能量的转变。自然界中物质与能量的转变，对机体的生存也起着重要的作用。

自然界物质循环主要是碳循环、氮循环、氧循环和水循环。一切生物都要依靠这些循环维持生命。

碳循环：碳是一切原生质的基本要素，没有碳的存在就不可能有生命。碳在大气中是以二氧化碳的形式存在的，植物通过光合作用把大气中的二氧化碳和水合成碳水化合物，动物吃了植物后，一部分通过氧化作用产生能量，呼出二氧化碳，一部分从排泄的粪便返回土壤，一部分贮于体内，死后返回土壤，回到土壤的碳化合物，经细菌、真菌的分解和氧化作用，又成为二氧化碳回到大气，再参加光合作用（图2-1）。

氮素循环：氮也是原生质的主要元素之一。氮在大气中含量很多，但高等生物不能直接利用。土壤中的固氮菌把空气中一部分游离氮素形成氨盐，再形成亚硝酸盐，最后

形成硝酸盐。硝酸盐在土壤中被植物吸收，合成植物体的蛋白质。动物利用植物的蛋白质改造成为自己的蛋白质。在动物的新陈代谢过程中，一部分蛋白质被分解为含氮的废物（氨、尿素、尿酸），排到土壤中。当动、植物的尸体受到腐生细菌的作用，最后分解为氨、二氧化碳和水，氨在土壤中受硝化细菌的作用，最后形成硝酸盐，又为植物所利用；但硝酸盐也可受反硝化细菌的作用分解为游离的氮，进入大气，从而完成氮素循环（图2-2）。

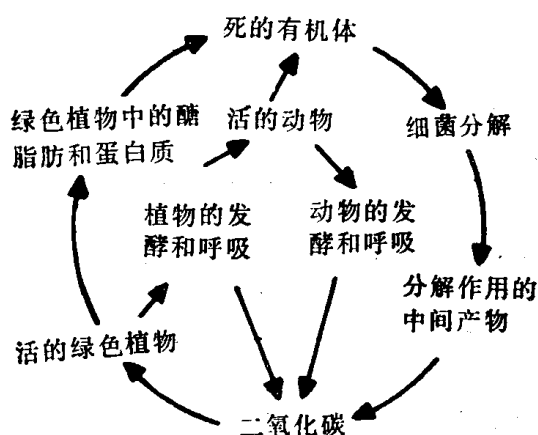


图2-1 自然界中碳的循环

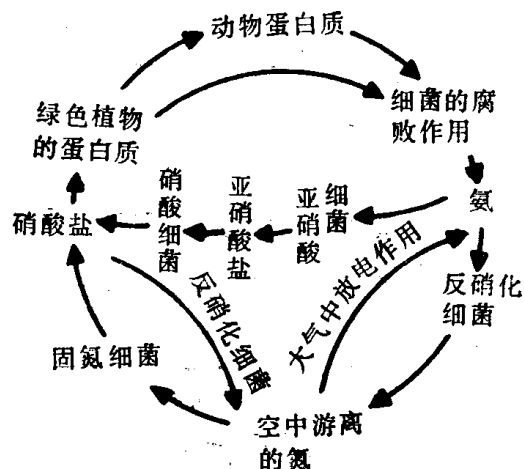


图2-2 自然界中氮的循环

水循环：海洋、湖泊、江河和大地上的水通过蒸发进入大气，然后通过降水回到地面，再流入江河湖海。地表水还可渗透入土层，形成地下水循环体系。

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，它是维持生命所必需的元素。动物吸入氧气，与体内的碳化物氧化，转化为能量，排出二氧化碳。

三、人类与环境的关系

人类和各种生物，都是地壳发展到一定阶段的产物。大家都知道，生命是以蛋白质和核酸的方式生存着，并以新陈代谢和自我更新的特殊形式运动着。因此，从机体的新陈代谢过程，可以看出人类与环境的关系非常密切。恩格斯早就指出：“生命是蛋白质存在的方式，这个方式的基本因素在于和它周围的外部自然界的不断新陈代谢。”

人体通过新陈代谢和周围环境进行物质交换。物质的基本单元是化学元素。人体内各种化学元素的平均含量与地壳中各种化学元素的平均含量相适应。例如人体血液中的60多种化学元素含量和岩石中这些元素含量的分布规律是一致的（图2-3）。从这里可以看出化学元素是把人和环境联系起来的基本因素。自然界是不断变化的，人体总是从内部调节自己的适应性，来与不断变化的地壳物质保持平衡关系。

环境污染使某些化学物质突然增加，或出现了环境中本来没有的合成化学物，破坏了人与环境的对立统一关系，因而引起机体生病，甚至死亡。

在正常的环境中，环境中物质与人体之间保持动态平衡，使人正常地生长、发育和从事生产劳动，并能使人们在积极劳动之后，迅速解除疲劳，激发人们的智慧和创造力。相反，环境中废气、废水、废渣和噪声等，常常使人们发生中毒，或者感到厌烦，难以忍受，注意力不易集中，容易疲倦和激动，工作效率降低，患病率上升，工伤和交通事故增加。

空气、水、食物与土壤是环境中四大要素，是人类和各种生物不可缺少的物质。环

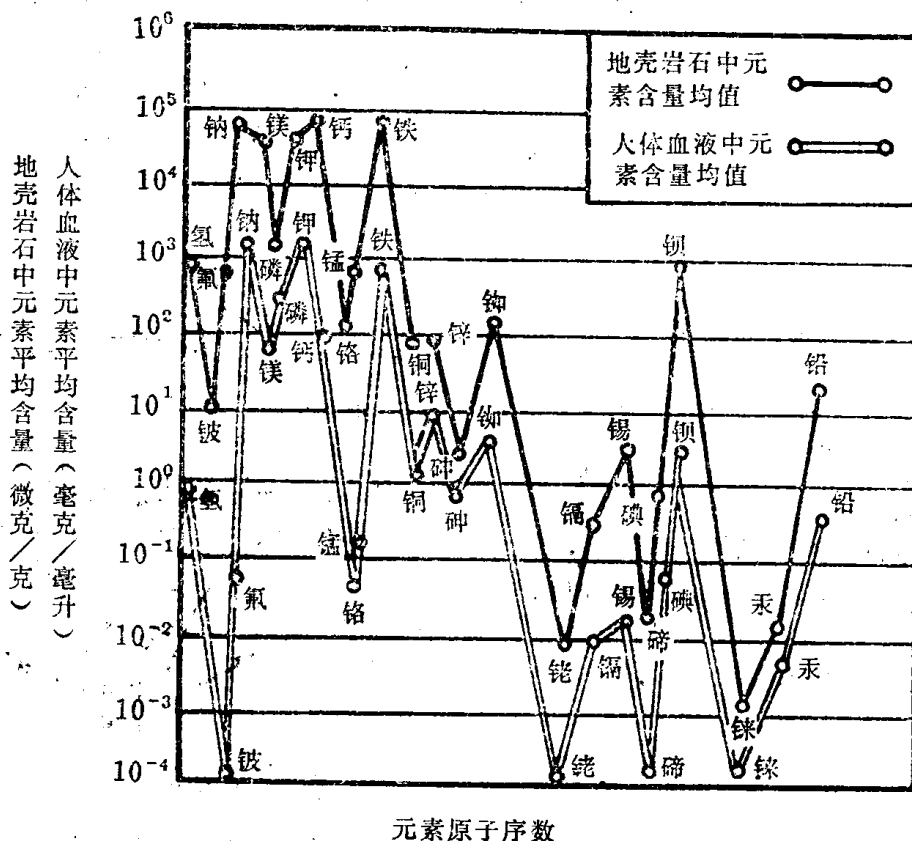


图2-3 人体血液和地壳中的化学元素含量曲线

境污染首先影响到这些要素，直接或间接地造成对人体健康的危害。如果大量工业“三废”、农药等毒物进入环境超过了人体可以忍受的限度，就会引起中毒，导致疾病甚至死亡。某些元素在地质中含量过高或偏低，会造成一些“地方病”。有毒物质通过呼吸、饮水、食物等直接或间接地进入人体会造成疾病，影响遗传，甚至危及生命。

当前环境医学正在迅速发展，除了研究毒物引起的急性和慢性中毒外，还要注意毒物造成人体的潜在性危害，引起致畸变、突变和癌肿等。至于环境污染是否会影响人体生理功能，缩短人的寿命等问题，已经引起国内外的普遍重视和研究。

研究环境污染对人体健康的影响，首先要了解毒物在环境中的迁移和转化的规律；它是怎样进入人体的；在人体中正常的“本底”值是多少；它在人体内的吸收、生物转化、蓄积、代谢、解毒和排泄等过程又是如何进行的；它是否会影响胚胎发育或引起畸变；会不会产生遗传突变；是否有致癌作用以及对后代影响等等。总之，这是一项新的工作，要求我们全面地观察，并通过各种监测、现场流行病学调查和实验研究，以取得丰富的科学资料，便于及时发现问题，采取必要的预防措施。

第二节 污染物进入环境后的转归

一、生物学转化

某些污染物进入水体或土壤后，可通过微生物的作用，使物质转化，并随着物质的转化，使其毒性增高或降低，水体和土壤污染的危害性也因而加重或减弱。

环境污染的生物学转化：例如无机汞向有机汞转化，即汞的甲基化，产生具有剧烈

毒性的一甲基汞和二甲基汞。甲基化主要是由于水底底质中的厌氧性细菌活动的结果。其机制是底质中能制造甲烷的厌氧菌，从其体内一种称为甲基钴胺的触媒分子上转移出甲基。通常在还原条件下，甲基分裂出来形成甲烷，如果底质中有二价汞离子存在，细菌吸收了汞离子就优先合成甲基汞而抑制甲烷的生成。水中有硫化物存在时，可与汞结合成难溶解的硫化汞，甲基化过程就不易发生。在氧充足的条件下，硫化物被氧化为硫酸盐，汞变成可溶性状态，又可以发生甲基化过程。近来实验证明，哺乳动物和人体肠道内分离的葡萄球菌、链球菌、大肠杆菌、酵母菌等大多数菌株及少数厌氧菌株皆能合成甲基汞。另外，环境中被无机氟污染的植物，能将氟转化为有机氟化合物——氟乙酸盐和氟柠檬酸盐，它们的毒性，若以抑制乌头酸酶而论，比无机氟约大500倍。又如四乙基铅在体内分解为三乙基铅，三乙基铅毒性比四乙基铅大100倍。有的转化使毒性降低。如无机硒在体内甲基化后，形成二甲基硒，毒性降低。

二、生物富集和食物链

生物富集是指生物能选择性地吸收和富集某些物质，使该物质在其体内的浓度大大超过环境中所含的浓度的一种生物现象，也可以称为“生物学放大”。

生物富集现象在自然界是普遍存在的。例如某些陆生藻类可以富集铁；某些真菌可以富集磷；海带能富集碘；海鞘可以富集钒；牡蛎能富集铜、锌、镉等重金属。

生物富集对污染物质的迁移转化具有重大意义，有时水中污染物质浓度虽然很低，一般分析方法不易检出，但可从生物富集推断出环境中的大致浓度，尤其是贝类，往往可以指示该区域底质重金属污染的情况。

污染物质常可通过食物链的途径进入生物体。当然，生物体表也可渗透一部分。生物为了维持生命，必须从外界摄取能量和营养。植物利用太阳能供给营养，动物则要靠食物为营养。也就是说，植物被动物所摄食，吃植物的动物又被食肉动物所摄食。这样，自然界各种生物彼此象链子一样，一环扣一环地联系起来，称为食物链(图2-4)。实际上，自然界简单的食物关系是比较少的，多数情况是各个食物链之间又有错综复杂的横向联系，犹如网状，这种复杂的联系叫做食物网。但通常往往用食物链作为通称。

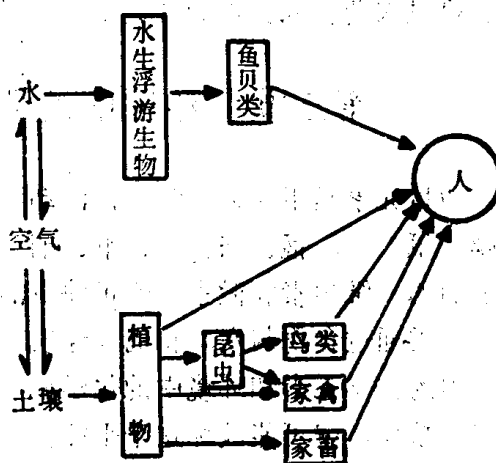


图2-4 人类的食物链

生物富集往往通过食物链来完成，如浮游植物→浮游动物→贝、虾、小鱼→大鱼，逐级富集，到大鱼体内时污染物质浓度可以比环境中浓度提高几百至几十万倍。食物链中高级位置的动物，如鱼类和鸟类，体内有毒物质（如有机氯农药）大量累积，会直接引起死亡和繁殖率降低，种群减少，以至灭绝。而处于低级位置的动植物，因残毒含量较低或对有毒物质（有机氯农药）产生抗药性，得以维持生存，从而打破了自然界的互相制约作用。进一步发展下去，破坏了生态系统的自然平衡。食物链延伸到人体，即人食了含有有毒物质（有机氯农药）的鱼或鸟类，有毒物质便进入人体，在人体脂肪组织内逐步蓄积，使人体慢性中毒。作者等曾在1973年用氯化高汞进行水生物食物链富集汞的模拟试验，证明水蚤在含汞0.001~0.01毫克/升的绿藻溶液中生活5天，可富集汞700倍。金鱼通