

预防医学大专函授系列教材

环境卫生学

蔡诗文 主编

天津医学院
中国预防医学科学院

审定



中国科学技术出版社

编写说明

本教材是按预防医学大专函授班规定的100学时容量编写的。编写过程中，力求有重点地阐述环境卫生学的基本理论和知识，尽量从我国实际情况出发，充分利用国内的资料，坚持内容的科学性、系统性和实用性。全书共七章，包括总论、空气卫生、水卫生、土壤卫生、住宅与公共场所卫生、城乡规划卫生、环境卫生评价与预防性卫生监督等内容。

全书由中国预防医学科学院环境卫生与卫生工程研究所和环境卫生监测所科研人员编写，参加编写和组稿工作的有蔡诗文（第一章）、何兴舟（第二章）、甘德坤（第三章）、潘顺昌（第四章）、岳麟（第五、六章）、邵强（第七章）等六位，由蔡诗文负责统稿和定稿工作，杨美玲负责编辑工作。由于编者的学识水平有限，编写教材的经验不足，本书有很多不足之处，敬希使用本教材的教师、学员和读者提出宝贵意见。

天津医学院公共卫生系环境卫生教研室刘凤贞教授审阅全部书稿，提出宝贵的修改意见，对此谨表衷心的感谢！

预防医学大专函授系列教材

环境卫生学

蔡诗文 主编

天津医学院 审定

中国预防医学科学院

责任编辑 史晓红 张林东 张宝安

封面设计 范惠民

*

中国科学技术出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京星城印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：10 字数：255千字

1991年3月第1版 1991年3月第1次印刷

印数：1—4000册 定价：4.00元

ISBN 7-5046-0300-7/R·71

序 言

建国40年来,由于贯彻预防为主方针,我国卫生事业有了很大的发展,全国已形成一支相当规模的卫生防疫保健队伍,卫生防疫工作取得了巨大成就。但是,目前卫生防疫队伍仍然存在数量不足、素质不高、专业技术人员结构比例不合理等状况,还有相当一部分卫生防疫人员没有受过系统的专业教育和职业培训,技术水平亟待培养和提高,以适应四化建设的需要。为此,受卫生部卫生防疫司的委托,由天津医学院和中国预防医学科学院联合举办预防医学专业证书函授教育,为全国卫生、防疫、保健人员提供继续教育的机会,通过系统的有计划的专业知识教育,达到上岗任职所要求的大专层次的专业水平和工作能力。

本系列教材共计有十六分册,包括专业基础课和专业课两部分,含有基础医学、临床医学和预防医学有关的专业内容。其中专业基础课有医学生物学、医学微生物学、生物化学、卫生统计学、卫生微生物学、卫生化学、卫生毒理学和流行病学总论;专业课有劳动卫生与职业病学、环境卫生学、营养与食品卫生学、传染病学、寄生虫病学、社会医学、卫生检验和防疫检验等。

遵照卫生部《关于高等医药院校教材编审原则和注意事项》的要求精神和有关规定,这套系列教材在编写过程中注意贯彻党和国家的各项有关政策和指导思想,根据我国国情,结合实际,努力做到专业教材具有科学性、系统性、逻辑性和先进性的要求,重点阐述本学科的基础理论、基本知识和基本技能。并考虑到函授教学的特点,在语言文字上力求深入浅出,通俗易懂,重点突出,条理清晰,适合自学形式。本书不仅是预防医学专业证书函授教材,也可作为医疗卫生系统从事卫生、防疫、检验、预防保健在职人员进行职业培训、自学提高的教材或参考书。

天津医学院卫生系和各有关专业以及中国预防医学科学院所属的流行病学微生物学研究所、病毒学研究所、寄生虫病研究所、劳动卫生与职业病学研究所、环境卫生与卫生工程研究所、营养与食品卫生研究所、食品卫生监督检验所、环境卫生监测所的有关专家、教授参加了这套教材的编审工作,经过多次研究,反复审评修改,保证了教材质量。我们谨向一切组织、支持本教材编写出版工作的领导,向所有参加本教材的编辑、校对人员致以深切谢意。

由于编写这类教材我们还是首次,难免存在缺点和不足,敬希使用本教材的教师、同学和读者们提出宝贵意见,以期再版时修改提高。

中国预防医学科学院院长 陈春明

天津医学院副院长 王正伦

目 录

第一章 总论

第一节 学科概述	1
一、研究对象和内容	1
二、发展简史	1
三、与相邻学科的关系	2
四、主要成就	3
五、当前任务	3
第二节 环境与健康	4
一、环境的概念	4
二、生态环境	4
三、人和环境	6
四、地球化学环境和地方病	8
五、环境污染对健康的危害	9
第三节 研究方法	11
一、环境流行病学调查	12
二、环境毒理学方法	12
第四节 环境卫生学的主要特点	13
一、学科的双重属性	13
二、研究手段的反差性	13
三、研究问题的复杂性	13
四、效益发挥的制约性	14

第二章 空气卫生

第一节 室外空气特征及其卫生学意义	15
一、空气的重要性及其成分	15
二、大气层特征	15
三、大气的物理性状与气象条件	16
四、大气中的二氧化碳与温室效应	17
五、同温层的臭氧与氯氟碳化合物	17
第二节 室内空气特征及其卫生学意义	18
一、居室结构与室内空气卫生	18
二、公共建筑物与室内空气卫生	18
三、室内空气交换率	19
四、室内空气中的负离子	19
第三节 空气污染源及污染物	20
一、大气污染	20
二、室内空气污染	22
第四节 空气污染对人体健康的影响	24

一、人体健康效应影响因素	24
二、空气中主要污染物对人体健康的影响	24

第五节 空气卫生标准与卫生监督

一、空气卫生标准	33
二、空气卫生监督	40

第六节 空气卫生防护措施

一、大气卫生防护	42
二、室内空气卫生防护	45

第三章 水卫生

第一节 水体特征及其卫生学意义

一、水体特征	48
二、卫生学意义	49

第二节 水体的污染源和污染物

一、点源污染	50
二、面源污染	51
三、其他污染源	52

第三节 水体污染对人体健康的影响

一、水体污染的概念	52
二、几种主要污染物对人体健康的影响	52

第四节 生活饮用水

一、生活饮用水的卫生学意义	57
二、我国城乡饮用水卫生现状	57
三、我国城乡饮用水存在的问题	60

第五节 水质卫生标准与水卫生监测

一、水质卫生标准	63
二、水环境卫生监测	71

第六节 城乡给水卫生

一、给水系统	73
二、给水工艺及其卫生要求	74
三、分散给水卫生要求	82

第七节 给水特殊水质处理

一、除氟	83
二、地下水除铁和除锰	85
三、除砷	87

第八节 水体卫生防护	88	七、建筑材料的卫生要求	124
一、水体卫生防护措施	88	第三节 住宅设计卫生措施	124
二、污(废)水处理的基本方法	88	一、住宅设计的卫生要求	125
三、污(废)水处理程度的选定	92	二、住宅的房间组成和配置	125
第四章 土壤卫生		三、居室规模卫生要求	126
第一节 土壤特征及其卫生学意义	95	四、住宅建筑朝向选择	127
一、土壤的卫生学意义	95	第四节 公共场所卫生监督	128
二、土壤的卫生特征	96	一、旅店业卫生监督	128
第二节 土壤污染源及污染物	98	二、娱乐场所卫生监督	129
第三节 土壤污染对人体健康的影响	99	三、公共浴室、理发店卫生监督	129
一、生物性污染对人体健康的影响	99	四、体育与游泳场所卫生监督	130
二、重金属污染对健康的影响	100	五、图书馆的卫生监督	130
三、农药和致癌物污染对健康的影响	101	六、商场、书店卫生监督	131
第四节 土壤卫生标准与卫生监督	102	七、医院卫生监督	131
一、制订土壤卫生标准的原则与方法	102	八、公共交通卫生监督	131
二、固体废弃物的卫生标准	104	第六章 城乡规划卫生	
三、土壤卫生监督	104	第一节 城乡规划的卫生学意义	133
第五节 土壤卫生防护措施	105	第二节 城市规划的基本原则	134
一、污水灌溉的卫生管理	105	一、用地的选择	134
二、粪便无害化处理和利用	107	二、城市规划定额	134
三、城市垃圾的无害化处理和利用	109	三、城市功能分区	135
四、工业固体废弃物的卫生管理	110	四、微波辐射及其防护	136
第五章 住宅与公共场所卫生		第三节 村镇规划基本原则	137
第一节 住宅与公共场所的卫生学意义	111	第七章 环境卫生评价与预防性卫生监督	
第二节 住宅的基本卫生要求	112	第一节 环境卫生评价	139
一、建筑气候分区	112	一、环境卫生评价的目的	139
二、室内微小气候的卫生要求	112	二、大气环境卫生评价的方法和步骤	139
三、住宅日照的卫生要求	115	三、大气中污染物浓度的估算方法	141
四、住宅采光照明的卫生要求	117	四、水质卫生评价	146
五、住宅采暖、通风的卫生要求	119	五、土壤卫生评价	147
六、住宅隔声、防潮的卫生要求	121	第二节 预防性卫生监督的原则与方法	150
		一、预防性卫生监督的原则和内容	150
		二、预防性卫生监督工作的方法和程序	151

第一章 总 论

第一节 学 科 概 述

一、研究对象和内容

环境卫生学是研究城乡生活环境条件下保护居民群体健康的医学科学。环境卫生学以环境与健康这一矛盾作为研究对象，研究自然环境因素和生活居住环境因素与人体健康的关系，揭示环境因素对人群健康的作用以及环境因素致病的发生和发展规律；制订环境卫生标准，提出控制环境致病因素的措施，预防环境因素所致的疾病，保护和增进居民和群体健康。

环境卫生学的研究内容包括：

1. 研究自然环境(空气、水体、土壤)中与人为污染无关的天然形成的环境因素，表现为某种元素含量的过多或过少，引起生物地球化学性地方病、心血管疾病和某些肿瘤发生的规律和预防措施。

2. 研究工业废弃物(废气、废水、废渣)和生活废弃物(垃圾、粪便、污水)中有毒有害物和病原体对自然环境的污染，引起人群健康直接或间接的危害，环境病(公害病)发生的规律和预防措施。

3. 研究生活居住环境(住宅、公共场所、居民区)的室内小气候、室内空气污染、采光照明、通风取暖、噪音等因素对人体健康的影响，探讨住宅和公共建筑物设计、建造和使用管理等技术措施的卫生学要求。

4. 研究合理的区域环境规划，在城乡规划中充分利用有利因素和城镇功能分区、生活居住区规划设计等方面的卫生要求。

5. 研究垃圾、粪便、污水的处置、处理和农业利用等技术的卫生学要求，以及给水卫生管理技术的卫生学要求。

6. 研究和制订各种环境因素的卫生标准、环境致病因素的限量(例如总摄入量)标准、环境病的判定标准。

7. 研究某些疾病高发区的环境病因、高危险人群中环境因素致病的前期效应、环境污染物对人群健康的多因素联合作用、低浓度长期效应和波及后代的远期效应等。

8. 研究环境对人群健康影响的各种特异性指标、环境卫生监测和质量评价等方法学。

二、发展简史

环境卫生学是从卫生学分化出来的独立学科，它在卫生学中占有很重要的位置。

早在人类文明的初期，人们对预防疾病有了初步认识，并采取了一些相应的卫生措施，逐渐产生了以经验为基础的早期预防医学思想。到19世纪资本主义工业革命时期，随着社会生产的发展，城市迅速发展，人口显著增加，出现了城市疫病流行和卫生状况的恶化。为了防止疫病流行而不得不采取十分必要的保健措施，逐渐形成早期卫生学的基础。19世纪后半叶，在医学科学发展史上出现了成形的卫生学，制订了一些有科学根据的预防传染病的方

法，并为居民创设有益于健康而且合乎卫生的生活条件和公共设施。20世纪初期，卫生学在发达国家开始了分化，其中占有特别重要的地位，而且在居民保健上具有非常重要意义的专科卫生学即是环境卫生学。

在我国古代文化宝库中，对环境卫生学有不少的认识和贡献。早在公元前22世纪即知凿井而饮，公元前2世纪已认识到水源与疾病有关系，我国人民自古以来都好以沸水为饮料。公元前4世纪开始有陶质阴沟管，公元前2世纪即以巨石建筑下水道。公元前13世纪开始用坑穴堆积废弃物，公元前1000多年已经使用厕所。我国从古至今，有利用春节、端午节进行清洁大扫除的优良传统。我国远在3000年前就知道在城市规划方面的问题，在7~17世纪间从长安城至北京城的建设，其配置规划已达到相当科学合理的水平。但由于当时科学发展水平受到长期封建统治的阻碍，环境卫生方面的许多知识和经验无法得到提高和发展。近百年来，在帝国主义侵略和反动政府统治下，我国环境卫生事业根本不可能发展成一门系统的学科。只是在新中国成立后，在50年代初期，环境卫生学才作为卫生专业的一门独立学科而建立起来。

解放初期，面对旧社会遗留下来的恶劣卫生条件，在党的“预防为主”卫生工作方针指引下，环境卫生学向危害人民健康最严重的传染病进行斗争，重点研究生物性环境因素对人群健康的影响，以及消除生物性污染的措施。50年代中期，环境卫生学配合大规模的工业建设和城市建设，对重点项目的设计和规划开展了预防性的卫生监督。同时，对大气、水体、土壤污染等问题进行了卫生学监测和调查。50年代至60年代，环境卫生学在引进和运用国外环境卫生标准的基础上，逐步开始制订我国自己的环境卫生标准，并成为这时期的研究重点。

70年代以来，随着全球性环境污染问题的加剧，国际间加强了学术交流和合作，为我国环境卫生学进一步提高创造了条件。在国际性的环境卫生活动中，我国参加了世界卫生组织在联合国环境规划署支持下开展的一系列活动。世界卫生组织对发展中国家的给水和生活废弃物清除系统，在经费、设计、建设和管理方面给予援助，开展了“国际饮水和卫生十年”的活动。此外，在“通过生物监测评定人类接触污染物的试行规划”和“国际化学品安全规划”安排下，开展了全球环境监测和国际潜在有毒化学品登记等活动。

近年来，我国环境卫生学的研究重点发生了转移。从生物性环境因素发展到化学性和物理性因素，从单纯环境因素发展为人体生物材料监测以及与人群健康相结合的流行病学调查，从近期的危害研究发展为应用致癌、致畸、致突变手段探索远期危害，从单因素作用发展为探索多种有害化学物质的联合毒性作用。

我国的环境卫生学是我国最早从卫生学角度研究环境与人体健康关系的一门学科，并且早在环境科学兴起之前就已经存在。如今，环境卫生学的许多研究内容，成为后来发展起来的环境科学的研究内容，而环境卫生学本身也已成为多学科交叉渗透的和实用性很强的一门学科。

三、与相邻学科的关系

环境卫生学包括有卫生工程技术的内容，掌握必要的卫生工程技术的基本知识，是为了对有关公用设施的卫生效果进行卫生评价。环境卫生医师不担负工程技术和其他专家（工程师、建筑师、农学家等）的职能，但与他们密切合作，对工程项目的的设计、建造和验收进行预防性卫生监督。

环境卫生工作是全社会的工作，是全民族移风易俗、改造环境的工作。环境卫生状况的改善是通过社会有关职能部门采取环境措施来实现。对环境措施技术的研究和环境卫生的管理，不是环境卫生学的任务，它是多学科、多专业、多部门共同协作和分工管理的“大卫生”内容。环境卫生学的卫生预防措施是指在环境卫生学理论指导下进行应用研究所提供的种种卫生标准和卫生规范，环境卫生医师借助这些标准和规范对有关部门实行卫生监督、对有关措施进行卫生评价。有关部门也有义务尊重卫生科学知识，按卫生科学意见办事，接受卫生部门的监督。

环境卫生学与环境科学有着密切的联系，环境卫生学的研究成果为环境科学提供卫生学的依据，环境科学也在一定程度上丰富了环境卫生学的内容。但是，两者在研究的对象、任务和目的上各不相同，各有其发展的规律。前者是研究环境与健康的关系，着重点在于环境对人群健康的影响，目的是保护人群健康。后者是研究人与环境的关系，着重点在于环境质量，目的是保护环境。

四、主要成就

近年来，我国环境卫生学的主要成就有：

1. 建立了生活饮用水、地面水、大气、土壤、住宅、噪音、射频辐射、公共设施、区域性环境综合卫生评价，旅游疗养地等门类的环境卫生标准体系，制定了《生活饮用水卫生标准》、《工业企业设计卫生标准》、《工业三废排放试行标准》、《医院污水排放标准》、《粪便无害化卫生标准》等。

2. 阐明了我国城市大气的燃煤污染是影响居民健康的一个主要问题。污染较重的城市已经明显地表现为呼吸道疾病的患病率和死亡率增高，肺癌死亡率与大气污染程度相关。工业排放的含铅、氟、镉、砷等废气污染严重地区，已引起周围居民的体内污染物负荷增加或发生慢性中毒。

3. 查明了我国各地大部分江、河、湖、水库和沿海水域以及许多地方的地下水均不同程度地受到工业废水污染，例如石油、汞、镉、铅、砷、有机氯农药的污染。沿岸渔民和长期食用当地水产品的居民体内污染物负荷和癌症死亡率均有增加。一些肝癌高发区的肝癌死亡率与饮用污染的塘沟水关系密切。全国饮用水水质与水性疾病调查结果表明，有70%的人饮水不安全。

4. 重点调查了一些工业区土壤的有害固体废弃物污染，例如铬渣、铊渣、砷渣等的污染，已造成附近居民的慢性健康损害。石油废水灌溉区的人群肝大和慢性胃病患病率、胃癌死亡率、畸胎率和先天性畸形率均增高，工矿废水灌溉区的居民镉负荷增加并出现肾脏功能损害。

5. 一些省市的调查说明了城市的综合性污染可导致居民平均寿命下降，总死亡率、恶性肿瘤死亡率和心血管病死亡率增高，儿童非特异免疫功能下降，先天性畸形发生率上升。

6. 开展了未来环境污染因素对人群健康影响的预测研究，根据我国经济建设的战略目标和步骤，在预测未来环境污染发展趋势基础上，完成了《2000年环境污染对健康影响的预测研究》，为防止经济发展中出现环境质量恶化和改善健康条件提供决策依据。

五、当前任务

我国环境卫生学虽然近年来取得不少成就，但目前城乡环境污染仍较严重，环境污染对

人群健康影响的调查研究任务还很艰巨。在实现防止污染、预防疾病、提高人民健康水平中，将对环境卫生学提出更高的要求，当前的主要任务是：

1.为改善环境卫生条件，预防环境病的发生，有目的有计划地开展对环境因素的卫生监测以掌握现状，预测趋势，参加全球环境监测系统的工作。

2.采用现场调查和实验研究的方法，进行环境卫生标准的研究，为制订和修订卫生标准提供依据。

3.开展环境污染物及其他有害因素对人体健康近期和远期作用影响及其规律的调查研究。

4.按照环境卫生标准和要求，对有关工程项目进行预防性卫生监督，对粪便、垃圾、污水无害化处理和饮水卫生管理进行技术指导，对公共场所的卫生状况进行监测监督。

5.开展城乡水源选择、水质鉴定，以及参与城乡建设规划及其卫生学评价，对社会主义新农村建设提出卫生要求和技术指导。

6.开展环境卫生监测和评价的方法学研究，如环境因素及污染物测定方法、环境流行病学方法、环境毒理学方法等。

第二节 环境与健康

一、环境的概念

环境是指相对于人类的周围情况，是作用于人类所有外界力量的总和。人类不可能脱离环境而生存，而且每时每刻都受着各种外界环境因素的影响，并不断与之相适应。同时，人类在与自然界的斗争中，又积极地利用、支配和改造环境，以符合自身的需要。

人类生活的环境包括自然环境、人为环境和社会环境。环境卫生学所研究的生活环境主要是指自然环境和人为环境。社会因素对人类健康同样起重要的作用和影响，但它属于社会医学的研究范畴。

人类的自然（原生）环境是指在我们周围的各种自然因素的总和，如空气、水、土壤、食物等。这些环境诸要素间相互制约，互相影响，处于一种动态平衡状态中。自然环境是人类赖以生存的物质基础，人要生存就得呼吸空气、喝水、吃食物，与外界进行物质和能量的交换。

人为（次生）环境系人类的生产和集居活动对自然环境按人类意志施加的人为改变，创造了工作和居住环境。原生环境与次生环境之间又相互联系、相互作用，构成一个完整的人类生活环境的统一体。

1972年在斯德哥尔摩召开的联合国人类环境会议宣言中，对环境的概念作如下的描述：

“人类既是他的环境的创造物，又是他的环境的创造者，环境给予人以维持生存的东西，并给他提供了在智力、道德、社会和精神等方面获得发展的机会。人类在地球上的漫长和曲折的进化过程中，已经达到了这样一个阶段，即由于科学技术发展的迅速加快，人类获得了以无数方法和空前的规模上改造其环境的能力。人类环境的两个方面，即天然和人为的两个方面，对于人类的幸福和对于享受基本人权，甚至生存权利本身，都是不可缺少的”。

二、生态环境

研究环境与健康之间的相互关系，首先应该了解生态系统、生态平衡、生态学等方面的

有关知识。

生物和人类是地壳物质发展到一定阶段的产物，并且构成了不可分割的系统。这种系统是由生物群落（包括植物、动物及微生物）与其周围的无机环境构成的整体，称为生态系统。生态系统可大可小，海洋、陆地、河流、森林、农田、村落、城市均可视为一个生态系统。

生物圈本身便是地球上最大的生态系统，它包括了无数个小的生态系统，每一个小的生态系统均存在着由生物、化学和物理过程所紧密联系起来的有机体及其周围的无机环境，它是自然界的基本活动单元。各生态系统内部和各生态系统之间相互影响、相互作用、相互制约，形成了一定的结构，并永远处于能量流动和物质循环（图1-1）的发展和变化之中，由此建立了一定的动态平衡。

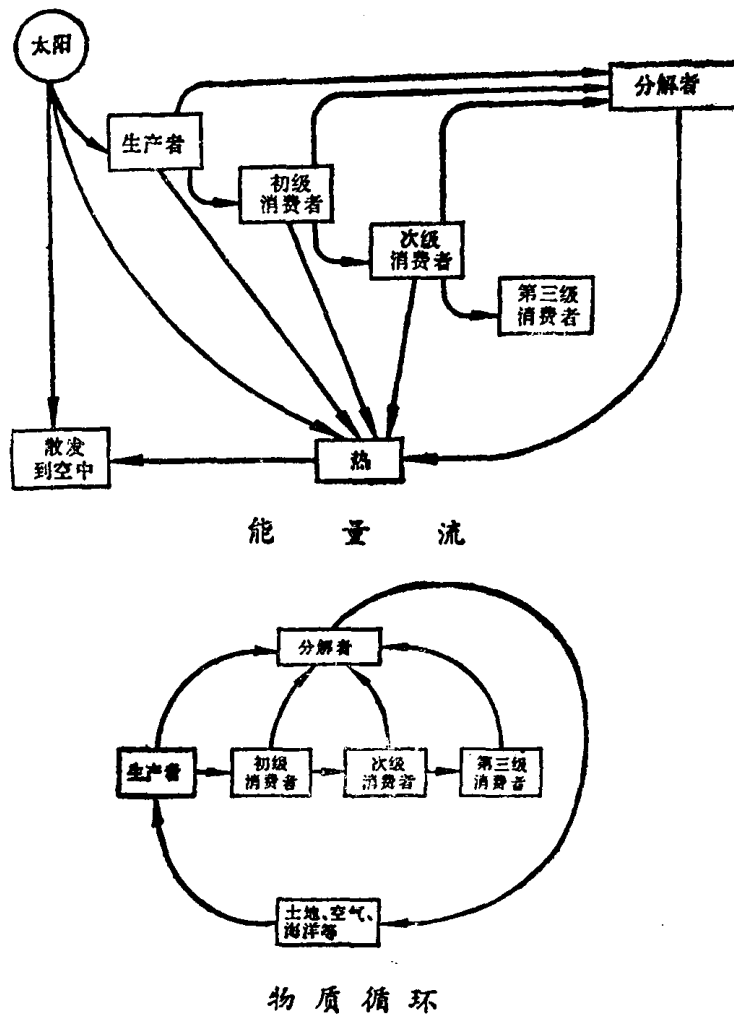


图1-1 生态系统的能量流和物质循环

(引自《什么是生态学》，1984)

生态系统由四个部分组成：

1. 生产者 指可以利用太阳能把无机物合成为有机物的绿色植物群和某些细菌群。
2. 消费者 主要是动物和人类。草食动物以植物为直接食物，是初级消费者。以草食动物为食的动物是次级消费者，以次级消费者为食的动物是第三级消费者。一种生物以另一种生物为食的过程，使食物能量通过一系列有机体进行转移，彼此形成一个以食物联接起来的链锁关系，称为食物链。同时伴随发生着环境中的污染物通过食物链迁移和富集的过程。
3. 分解者 指各种具有分解能力的微生物，它们把动植物残体分解成简单的化合物而回

回到自然环境中，完成了环境中的物质循环。

4.无机界 包括空气、水、土壤及其所含有的无机物质和自然能源的日光等，是生物赖以生存的必需条件。

在正常的生态系统中，生产者、消费者和分解者之间的能量流动和物质循环在一定时间内保持相对的稳定，这种状态就是生态平衡。但是生态系统的调节能力是有限度的，如环境污染严重超出其调节能力，生态平衡就遭到破坏。

研究生物群落与其生存环境之间，以及生物与生物之间相互关系的科学叫做生态学。换句话说，就是具体研究生态系统和生态平衡等有关问题。当今世界上存在着与生态学有关的三个重大问题，即：环境污染问题、人口问题和生物资源的利用与管理问题。

生态学对环境污染问题的研究内容：①调查生物环境污染状况、自然资源的受害程度，环境对污染物质的可能容量；②研究污染物质在生物之间的迁移规律；③研究特定生态系统的特性，为保护环境或防治污染提供科学依据；④研究生态系统的物质循环规律。环境卫生学的研究内容，与上述的内容间存在着一定程度的交叉和渗透。

三、人和环境

人类不能脱离环境而生存。不论是防病还是治病，都应当了解人和环境的关系。

从生态学的观点来看，人类在进化和发展过程中，为了适应环境的变化，与地壳物质始终保持着一定的动态平衡。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，人体也是由化学元素组成的，人体各种化学元素的含量与地壳中各种化学元素含量之间存在着必然的内在联系。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丰度明显相关（图1-2），这充分反映了人和环境在物质上的统一性。

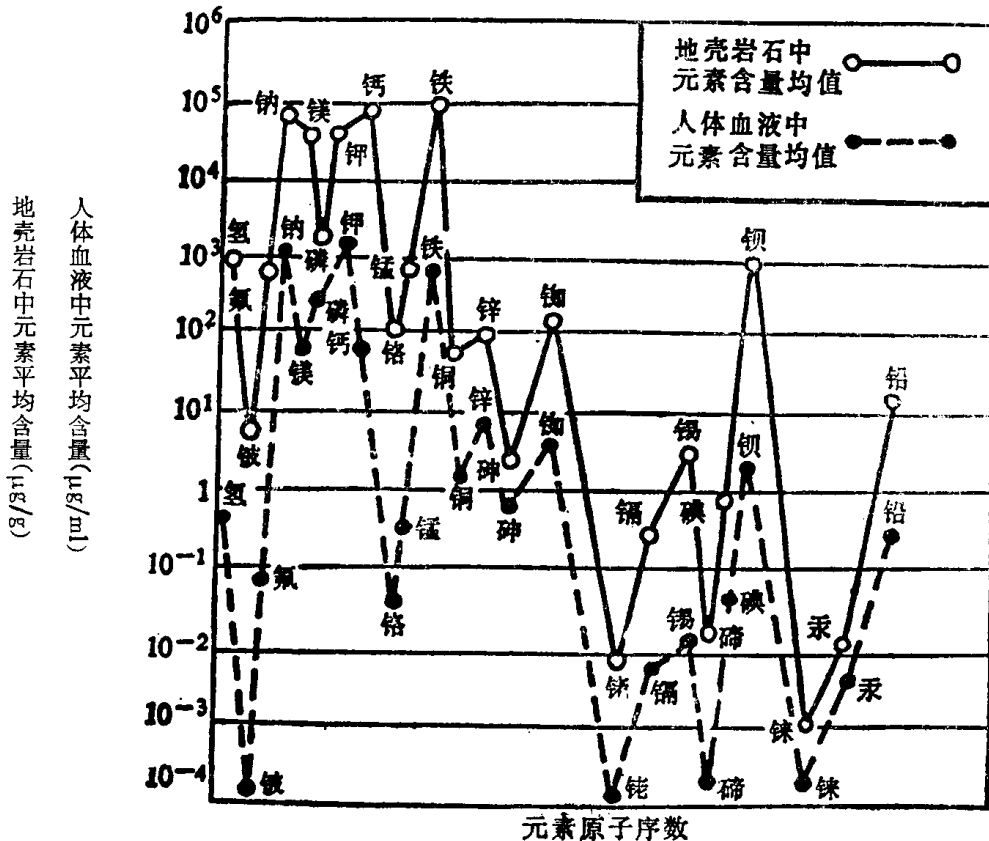


图1-2 地壳和人体血液中化学元素、丰度相关图

(引自《环境卫生学》，1987)

自然界在不断变化，人体也在不断调节自己的适应性以保持平衡。人类对环境变化的调节能力，只限于环境条件的改变不超过人体的负荷限度。一旦环境改变超越了人类正常的生理调节范围，就可能引起人体某些系统功能或器官组织结构的异常反应，出现病理改变，以至于产生疾病或死亡。常见的例子是，地质中某些元素含量过高或过低造成的地方病，环境污染造成的急、慢性中毒。

环境条件的变化能否造成环境与人体之间生态平衡的破坏，一方面取决于环境因素的特性、变化的强度、持续作用的时间；另一方面取决于机体状况和接触方式。

环境条件的变化，除了自然灾害和事故性污染属于突发性外，一般是以低剂量、长时间的接触和潜在性的危害为主要特点。在通常的环境条件异常改变或化学物污染环境的情况下，并非所有的人都出现同样的毒性反应，可能其中大多数人仅有体内污染物负荷增加或产生不明显的生理变化，一小部分敏感人群可出现亚临床变化，少数高危险人群则可发病或死亡(图1-3)。环境卫生学的一项重要任务就是及早发现亚临床变化，注意对敏感人群的监测和保护。

环境因素对机体的影响存在剂量-反应关系，敏感人群的剂量-反应曲线不同于正常人群(图1-4)。敏感人群对污染物的作用反应，与发育、遗传因素、营养状况、原发疾病、生活习性、毒物动力学等因素的不同有关。例如：新生儿体内解毒酶系统尚未完善，儿童免疫功能比成人低，老人应激功能下降等。某些遗传缺陷、营养缺乏、慢性的存在，均可能与机体对毒物的敏感性增强有关。

在人体因环境异常变化而发生疾病的发展过程中，人体某些功能和结构的变化，有些属于代偿性的，有些属于损伤性的。当代偿过程相对较强时，机体保持相对稳定，暂时不出现疾病的临床症状。机体代偿过程向健康方向恢复或向疾病方向发展，则取决于致病因素的停止作用还是继续作用。个体对环境致病因素的反应过程如图1-5所示。

人体正常调节和代偿状态属于预防医学范畴，失代偿状态属于临床医学范畴。从预

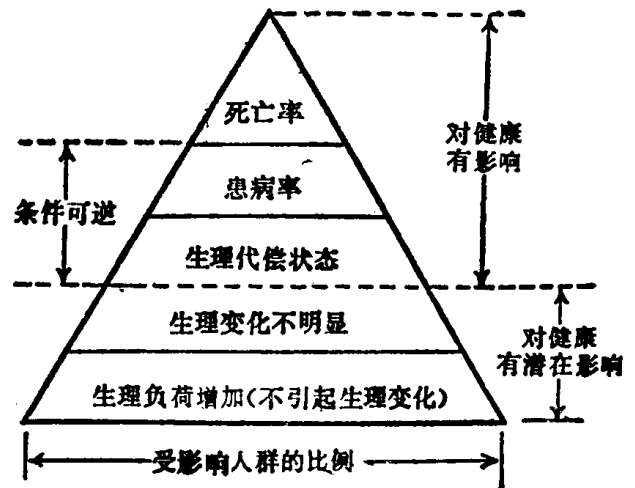


图1-3 人群对环境异常变化的反应金字塔形分布 (引自《环境卫生学》，1981)

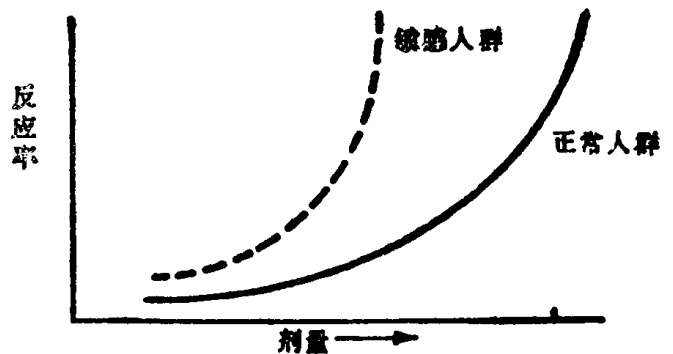


图1-4 不同人群对环境因素变化的剂量-反应关系 (引自《环境卫生学》，1981)

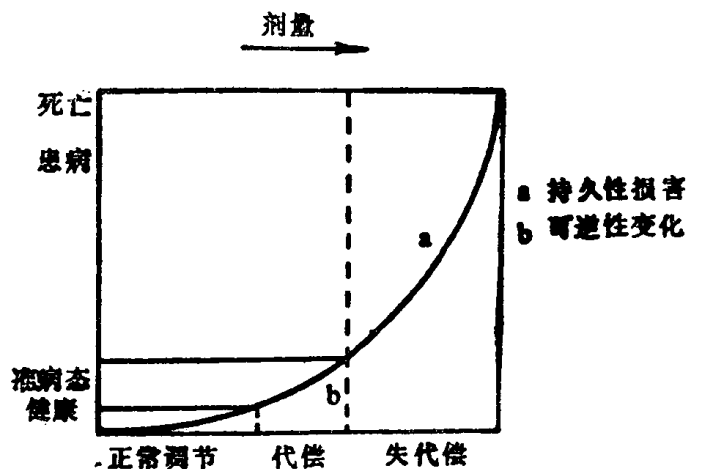


图1-5 环境因素对机体影响的剂量-效应关系 (引自《环境卫生学》，1981)

防医学的观点来看，不能以人体是否出现疾病的临床症状和体征来评价环境污染的存在与否及其严重程度，而应当观察环境对人体正常生理及生化功能的影响，即及早发现临床前期的变化。

四、地球化学环境和地方病

从整体上来讲，构成人体的各种化学元素的含量与地壳的化学组成有明显的相关，并为人类可能利用的必需元素（包括宏量的和微量的元素）划定了范围（表1-1）。但在地球的发展过程中所形成的地壳表面各元素分布的不均一性，造成了生物生态环境的明显地区性差别。如果自然环境中的某些化学元素含量过多或过少，超过人体生理的调节范围时，便会使人体的平衡遭到破坏。使机体的健康受到不同程度的影响，甚至形成疾病。

表1-1 人体内必需的宏量和微量元素的含量及其在地壳中的含量

元 素	地 壳 (ppm)	人 体 (ppm)	在食物和水 中的日需量 (g)
宏量或主要元素			
钙	36300	14000	1.1
钠	28300	1600	4.4(0.2)
硅	27720	260	0.003
钾	25900	2000	3.3
镁	20900	290	0.31
硫	5200	2300	0.85
磷	1180	12000	1.4
氯	200	1400	5.1(0.4)
微量元素			
铁	50000	60	0.013
锰	1000	0.2	0.003
氟	700	37	0.003
铬	200	0.2	0.0005
锌	65	33	0.013
铜	45	1.0	0.005
钴	23	0.02	0.0003
钼	1	0.1	0.0002
碘	0.3	0.2	0.0001
硒	0.09	0.2	0.00001
钒	110	0.3	?
可能的必需微量元素			
镍	80	0.1	?
砷	2	0.1	?

（引自《痕量元素与人》，1979）

防治地方病的原则是减少某种过多元素的摄入量和补充某种缺乏的元素。并且借助卫生工程技术进行特殊水质的处理和改善室内空气质量，以达到预防的目的。

微量元素在人体内的含量虽然很少，但它们有的是人体激素、酶和维生素的组成成分，或是对这些物质的作用有重大的影响，有的是人体重要器官和组织不可缺少的成分。因而一定地区的水土中某种微量元素过多或缺乏，可给人体健康带来重大影响。目前比较明确的，与引起动物和人的地球化学性疾病有关的元素有：碘、氟、硒、锌、砷、钴、铜、镍、硼、钼、铝、钡等十余种。

地球化学性地方病的发生主要与当地水土因素（地球化学因素）有密切关系，即其病因存在于发病地区的水和土壤之中，但有的病因则存在于发病地区的矿物燃料中，可能是某些元素或化合物的过多、不足或比例失常，通过食物、饮水和空气作用于人体而致病。有些地方病病区的地球化学环境以可溶性无机元素的显著流失为基本特征。

我国常见的地方病有：碘缺乏所致的地方性甲状腺肿和地方性克汀病，氟过多所致的地方性氟病，硒过多所致的地方性硒中毒，钡过多所致的痹病。此外，目前尚有原因未明但却具有明显地区分布的地方病，例如克山病可能与硒缺乏有关，大骨节病可能与多种元素有关，乌脚病可能与砷过多有关。

综上所述，地方病的特点在于，分布的明显地区性，与某些微量元素增高或降低的密切相关性，通过水、食物和空气摄入的多途径性，与环境污染、营养因素有关的联合作用性等。

五、环境污染对健康的危害

环境污染主要来自人类的生活活动和生产活动所产生的各种废弃物（图1-6）。例如，一个城市需要供应生活资料 and 排出废弃物。一般市民每天每人要直接或间接地用去约 570 L 水，2kg 食物，8.5kg 的矿物燃料；每人将直接或间接地产生 460 L 污水，0.9kg 的空气污染物质，2kg 垃圾。图1-7表示假设的100万人口城市所消耗的水、食物和燃料以及排出的污水、固体废弃物和空气污染物质的数量概念。

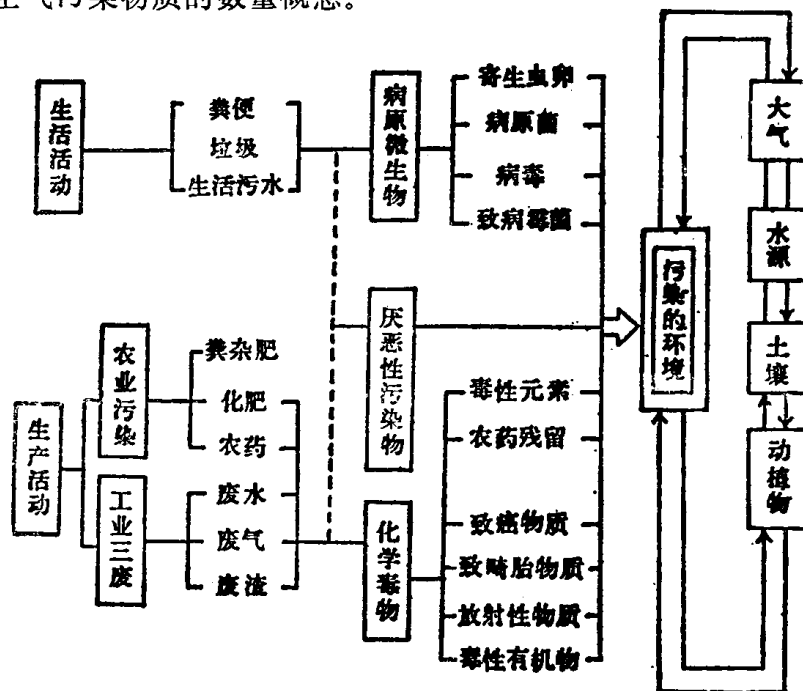


图1-6 环境污染物的主要来源
(引自《环境与健康》，1982)

造成环境污染的因素，就其性质大体上可分为物理的、化学的和生物的三个方 面，其中化学物质约占80~90%，是造成环境污染和环境质量下降的主要原因。

(一) 物理性污染

通常人们生活在各种自然的物理因素：温度、湿度、气流、太阳辐射、气压、重力、地球磁场、大气电、宇宙线等的作用环境中。现代的生活给人们带来各种人工的物理因素，包括机械振动（噪声、超声）、电离辐射（X射线、 γ 射线）、粒子流（ α 和 β 粒子、质子、中子）、非电离的电磁辐射（无线电波、微波）等。

噪声和电磁辐射是当今城市环境污染的两个重要的物理性污染因素。

城市环境噪声的来源主要有交通噪声、工业噪声、施工噪声、生活噪声等，城市居民约有40%生活在高噪声环境中。交通噪声是最主要的噪声源，在我国城市乃至县城和小集镇，交通噪声一般都在70dB以上。噪声不但扰民，影响睡眠；而且可损害听觉器官，引起大脑皮层的兴奋和抑制平衡失调，使植物神经系统功能紊乱导致心血管疾患的加剧，还可引起激素分泌的节律性紊乱和胃肠道消化功能障碍等。

电磁辐射的来源主要有广播、电视系统，人造卫星通讯系统和雷达系统。此外，大功率的输电线，利用电磁场的各种设备，地面变电站和电力机车运输线，都向周围环境散发高频或低频的电磁辐射。环境电磁辐射对机体引起的生物学效应是多方面的，它对中枢神经系

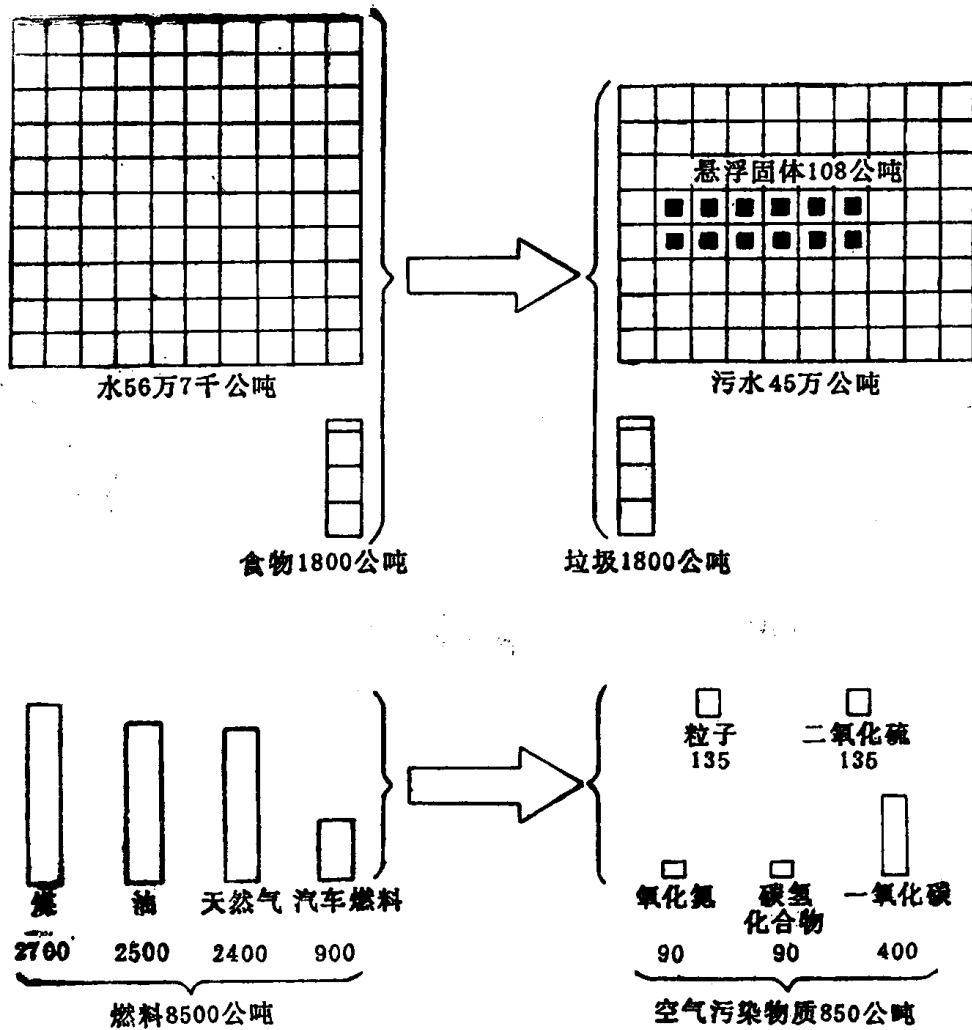


图1-7 100万人口城市所消耗的生活资料和排出的废弃物数量
(引自《什么是生态学》,1984)

统、免疫功能、心血管系统、血液系统、生殖系统均有不良的影响。此外，尚有致癌作用。

(二) 生物性污染

环境生物性污染以致病微生物(细菌、病毒等)占主导地位，通过水和食物的污染，可以传播由沙门氏菌、痢疾杆菌、霍乱弧菌、甲型肝炎病毒等所引起的肠道传染病。通过空气污染，可以传播麻疹、风疹、天花、水痘、流行性脑膜炎、白喉、猩红热、Q热等传染病，空气中的花粉和霉菌的污染还可引起哮喘病等过敏性疾患。通过土壤污染，可以传播各种蠕虫病(蛔虫、钩虫、鞭虫等)。

近年来的疾病监测结果表明，肠道传染病在全部传染病中所占的比例逐年增高。据统计，1984年占43.7%，逐年上升到1988年的72%。这些疾病主要有病毒性肝炎、霍乱、伤寒与副伤寒、痢疾等。新疆霍乱流行，南疆发生非甲非乙型肝炎流行，上海、江浙一带甲型肝炎爆发流行，江苏伤寒流行，引起了环境卫生工作者的严重关注。全国有12个省、市血吸虫病重新流行，新发病人87万，受威胁人口达1亿多人。饮水和粪便管理的卫生问题，是引起上述疾病流行的最主要原因。

尽管我国的急性传染病死因位次在下降，但不能掩盖某些传染病的大量流行的现实，预防和控制传染病问题仍然不可掉以轻心。

(三) 化学性污染

环境化学性污染是全球性的问题。目前，环境中存在的化学物质约有5.5万种以上。

在过去的一百年间，因人类活动带来的化学物质在全球的浓度已从稍大于零增加到ppb级水平。预计在一百年后，环境化学物质的全球浓度可能达到ppm级水平。有相当多的难降解的人工合成化学物质在环境中逐渐积累，当其达到一定浓度时，对生物或人类造成危害。

环境中常见的化学性污染物，如空气中的一氧化碳、氮氧化物、光化学烟雾、硫氧化物、飘尘（含硫酸盐、硝酸盐、金属和有机物的固体和液体状态的颗粒物）。饮用水中的卤代烃，水体中的酚、氰、洗涤剂、石油化工产品。土壤中的化肥和有机氯农药，以及因污水灌溉和施用固体废弃物带来的重金属。环境中各种各样的化学性污染物，对机体可产生多因素综合的、联合的和协同的作用。

化学性污染物进入机体后与机体组织发生生物化学或物理化学作用，破坏正常生理机能，造成机体暂时的或永久的病理状态，严重者引起中毒死亡。仅仅从1930年以来，世界上就相继发生过多起环境污染引起的公害事件，使成千上万的人蒙难受害，激起了科学家关注环境与健康问题的研究。

化学污染物对人体健康的影响，大致有三个方面：急性中毒，慢性中毒，致癌、致畸和致突变作用。环境化学毒物于短期内大量进入机体，可引起急性中毒和死亡事件；例如英国伦敦的烟雾事件，美国洛杉矶和纽约以及日本东京和大阪的光化学烟雾事件。环境中低浓度的有毒有害化学污染物长期反复作用于机体或在体内蓄积，可产生慢性危害；例如发生在日本的水俣病（甲基汞中毒）和痛痛病（镉中毒）。

环境化学污染物的低浓度、长时间作用，可引起机体的远期效应。化学物质引起生物遗传物质（染色体和基因）发生突然的和可遗传的变化，即致突变作用。染色体畸变可导致遗传性疾病或肿瘤发生，脱氧核糖核酸碱基的错误配对，则导致合成结构异常的蛋白质，从而带来生物形态上和机能上的各种异常。因此，化学物质导致突变的危害表现为致畸或致癌等作用，染色体畸变和基因突变是畸胎和肿瘤的共同生物学基础。许多化合物具有致突变作用，因此对人类的后代有着潜在的威胁。

据估计，人类癌症约有90%与化学因素有关。近十余年来，国际癌症中心组织专家特别工作组在分析、研究所收集到的大量资料的基础上，评价了442种化学物质，其中有142种从实验动物获得了充分的致癌性证据。但已经发表过病例报告或流行病学研究资料的只有60种。确认对人类具有致癌性或可能具有致癌性的化学物质各为18种。

空气中的石棉和多环有机物均为比较明确的致癌物。环境空气污染可能是肺癌的一个危险因素，其流行病学证据：①有一种不能用吸烟习惯解释的污染因素；②在接触沥青、油烟和矿物燃料燃烧产物的职业人群中，患肺癌者显著增多；③在空气致癌物污染与肺癌之间存在暴露-反应关系。

若干流行病学研究已经表明，饮用水中高含量的砷与皮肤癌之间、硝酸盐浓度与胃癌之间有联系。水中所有潜在的致癌污染物中，合成的有机化学制品近来成为人们关注的焦点。美国已发现饮用水中存在700多种有机化学制品，其中至少有40种已鉴定为或怀疑为致癌物质。最常见的是三卤甲烷。在动物实验研究中，三氯甲烷可引起肝癌和肾癌。一项大规模的病例对照研究表明，饮用水含氯助长了胃肠癌（尤其是结肠和直肠癌）和泌尿道癌的发生。

第三节 研究方法

环境卫生学的研究方法，主要是现场调查和实验研究。现场调查是从宏观的角度对空气、水、土壤、食物、住宅等环境要素进行某些物质的监测，判断它们在时间、空间、质量

和数量方面的变化，借助流行病学调查和特异性健康效应指标，阐明环境因素与人群接触反应的关系。实验研究是从微观的角度对实验动物或志愿者进行观察，运用毒理学、生理学和生物学等方法研究环境污染物对机体作用的机理，通过组织学、病理学、分子生物学等方法研究早期效应、近期效应和远期效应，进一步验证宏观调查的结果。

一、环境流行病学调查

研究环境与健康的关系时，利用环境流行病学的方法探索环境中自然因素和污染因素与人群健康效应之间的相关关系和因果关系，阐明接触-效应关系，确立剂量-反应曲线。它是评价环境污染物对健康影响和决定污染控制政策的主要基础之一。

环境流行病学调查从因果关系和时间先后来说分为两类。一类是回顾性调查，是调查人群中已经发生的某种疾病，追溯过去有无可疑的共同病因和发病的性质，是在病例发生之后从果到因的逆向调查。回顾性调查对因果关系提出种种推论，但却不能作出决定。另一类是前瞻性调查，是将一个范围明确的居住区的居民划分为暴露于某一污染因素的接触组与非暴露的对照组，在一定时间内追踪观察和比较两组的健康差异和发病死亡情况，是从因到果的顺向调查。前瞻性调查可确定某因素发挥作用时，是否产生同样的后果。

在实际工作中，对于已知的环境有害因子的调查，往往采用横断面调查法，借以获得该环境因子对人群健康影响的现况。这种调查法是在一定时间内调查有害因子的环境负荷以及人群的健康状况。环境负荷调查的目的是查明人群接触有害因子的实际水平，也就是测量环境样品中有害物质的含量。人群健康效应可分特异性和非特异性反应。特异性反应是指由环境中某种有害因子直接引起的急、慢性中毒，或亚临床、疾病前期的反应，或机体功能改变等。非特异性反应是指居民中一般健康状况的降低，表现在总患病率、死亡率升高，肿瘤、先天性畸形等出现率增加和免疫机能的下降等。对环境中已知有害因子进行健康效应调查时，首先应选择特异性效应指标。

由于在横断面调查期间测量的环境负荷是一个瞬时值，不能代表调查前一段历史时间内的平均负荷，因此不能确定人群在暴露时间内平均接触水平，故难以准确地估计接触-效应关系。研究接触与效应之间的梯度关系，可采用纵断面调查法。前瞻性调查是纵断面调查的方法之一，特别适用于探查环境污染致病的病因学研究。在有限的人力物力情况下，可在选定的地区内，有计划地在若干年的时间内，对环境负荷与人群健康状况作若干次的横断面调查，联接许多横断面调查即构成纵断面调查。

环境流行病学调查的长处，在于它不像动物实验那样，从动物来推论人的现象，而是直接从人出现的现象来进行探索。但是这个长处同时却又成为短处。因为人处在复杂的社会生活中，调查社会现象，通常不可能像实验室实验那样，百分之百地恰到好处，因而看问题时总是相对的，而非绝对的，这是进行流行病学调查时，必须设立可供比较的对照组的理由。

二、环境毒理学方法

为揭示环境毒物对人群健康的影响，还应与环境流行病学方法相结合采用环境毒理学方法。环境毒理学方法主要采用实验研究法来探索生活环境中有毒物质对人体健康的有害作用。

实验研究方法包括：

（一）实验室检验