

高等院校规划教材

环境与健康

主 编 唐海香 张荣光



煤炭工业出版社

高等院校规划教材

环境与健康

主 编 唐海香 张荣光

副主编 张 力 李 满 唐征友

煤炭工业出版社

• 北 京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

环境与健康/唐海香, 张荣光主编, —北京: 煤炭工业出版社,
2005

高等院校规划教材

ISBN 7-5020-2764-5

I. 环… II. ①唐…②张 III. 环境影响—健康—高等学校—
教材 IV. X503.1

中国版本图书馆CIP数据核字 (2005) 第104718号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居35号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm^{1/16} 印张 12^{1/4}
字数 286 千字 印数 1—1,500
2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷
社内编号 5545 定价 20.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书主要介绍人体健康与自然环境的物理、化学、生物特性等各要素的关系,包括环境及环境污染健康效应、水环境与健康、大气环境与健康、居室环境与健康、土壤环境与健康、辐射与健康以及大力倡导绿色消费方式。

本书可供高等院校作为环境教育教材使用,也可供环境科学领域的科研人员、管理人员及广大读者使用。

前 言

环境是人类生存发展的物质基础，也是与人类健康密切相关的重要条件。人类为了生存发展，需要开发利用环境中的各种资源，但是同时也会使环境受到破坏，使人体健康受到影响。这种破坏和影响在一定限度内时，环境和人体所具有的调节功能有能力使失衡的状态恢复原有的面貌；如果超过环境和机体所能承受的限度，可能造成生态失衡及机体生理功能破坏，甚至导致人类健康近期和远期的危害。

在现代工业发展的社会里，疾病的构成发生了明显的变化。由于医学科学和公共卫生事业的发展，人们的营养得到改善，寿命逐渐延长，很多种传染病得到了控制。但起慢性作用的环境因素引起的疾病（如癌症）的发病率却在上升，如美国城市居民肺癌死亡率比乡村高两倍，我国上海市区肺癌死亡率甚至比附近农村高四倍。环境污染不仅影响人体健康，还影响胎儿的发育，导致有些婴儿先天畸形。随着人们生活富裕程度的提高，消费需求也由低层次向高层次递进，由简单稳定向复杂多变转化。这种高层次多样化的消费行为属于消费者个人的私事，但过度消费产生的废弃物的体积和速率将会对自然界大范围的平衡造成灾难，并且这已成为紧迫而又必须解决的问题。

环境保护是关系国计民生、子孙后代的大事。搞好环保，匹夫有责。人类应该提高自己的环境意识，规范自己的社会行为，防止环境污染，保持生态平衡，促进环境生态向良性循环发展。

德国学者巴得加认为：一个消费者对污染问题的认识程度会影响他对环保的态度，对环保的态度又会影响他对绿色生活方式的态度，这又直接影响其是否要进行绿色消费。环境教育应该把人们的情感因素考虑进去，改变人们的态度也许比知识更能影响人的行为。

本书阐述了大气、水体、土壤等污染物对人体健康的危害，把环境保护与公共健康结合起来，旨在使公众认识到环境污染直接关系到我们每个人的健康安全，确立起环保意识和理念：环境保护不仅仅是环境保护工作者的事，需要我们每个人参与，进而根除有损环保的陋习，自觉地养成良好的环保习惯。

本书共七章，第一章由唐海香副教授撰写，第二章由张力副教授撰写，第

三章由常志华博士撰写，第四章由李满副教授撰写，第五章由张立英（河南驻马店市妇幼保健院）和苏毅博士撰写，第六章由张荣光博士、徐海宏副教授撰写，第七章由唐征友副教授撰写。唐海香统稿，唐海香、张力对全书进行了审校。在此，向所有参加和支持本书编写和出版的同志致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中若有缺点和疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

2005 年 7 月

目 录

第一章 环境及环境污染健康效应.....	1
第一节 环境、环境污染与人类健康.....	1
第二节 环境污染物的毒性作用及其影响因素	11
第三节 健康效应	24
第二章 水环境与健康	30
第一节 天然水概述	30
第二节 水污染与人体健康	38
第三节 水体中的微量元素与人体健康	54
第四节 地下水污染	65
第三章 大气环境与健康	75
第一节 大气环境的结构与运动	75
第二节 极端天气对健康的影响	80
第三节 大气环境变化与健康	85
第四节 空气污染与健康	92
第四章 居住环境与健康.....	106
第一节 健康住宅.....	106
第二节 室内空气污染.....	109
第三节 室内空气污染与健康.....	113
第四节 不良建筑综合征.....	119
第五节 控制居室空气污染的对策.....	121
第五章 土壤环境与健康.....	125
第一节 土壤组成与健康.....	125
第二节 土壤中的营养物质与健康.....	130
第三节 土壤污染与健康.....	135
第四节 土壤微生物与健康.....	139
第五节 农药污染与健康.....	143
第六节 化肥污染与健康.....	151

第六章 辐射与健康..... 155

 第一节 电离辐射..... 155

 第二节 氡及其子体..... 160

 第三节 非电离辐射..... 164

第七章 大力倡导绿色消费方式..... 174

 第一节 绿色消费的特征..... 174

 第二节 绿色消费从生活细节做起..... 176

参考文献..... 186

第一章 环境及环境污染健康效应

第一节 环境、环境污染与人类健康

一、环境——人类的健康基础

1. 环境

环境在逻辑上是与“主体”并存的一对概念。“主体”是由说话人按照自己的想法圈定的，那么存在于所指主体周围，与主体的生存、发展息息相关，与主体互相作用、互相影响之客体的总和就是环境。

人类环境就是存在于“地球人类”周围客观世界的总和，是对人类诞生、生存和发展有直接或间接影响的客观事物。这些客观事物按其形态可归纳为两类：一类是物质的，一类是非物质的。

人类环境的物质环境因素又可分为两种。一种是自然界存在的事物，它们不受人类影响，或人类诞生之前它们早已存在。如宇宙、天体、阳光、大气、陆地、海洋、山川河流、森林、草原、湿地、花卉草木、飞禽走兽、蝼蚁鱼虾等，通常称为自然环境。另一种是经过人类加工制造的人工物质环境，如城市、村镇、院落、机场、港口、车站、铁路、公路、水库、电站、园林等。

非物质的环境是指人类的社会环境，是人类数百万年发展历程中逐步形成的人与人、人群与人群之间的错综复杂的关系，表述人类社会环境的词汇，可以让人们认识它的存在：国家、联合国、民族、政治、军事、文化、宗教、法律、艺术等。

在社会现实生活中，为了明确处理涉及环境保护的纠纷，从立法和执法的角度，需要另一种比较特殊的狭隘的“环境”定义。它们常常出现在世界各国的环境保护法律法规中。例如，《中华人民共和国环境保护法》中明确规定：“本法所称环境，是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”这里把环境中应当保护的要素和对象直接界定为环境的一种工作性定义，其目的是从实际工作的需要出发，对“环境”一词在法律适用对象或适用范围做出规定，以保证法律实施的准确性。

本书中“环境”一词是指人类环境。即以地球为主体，地球上所有其他生物和非生物作为环境要素。

2. 新陈代谢与生态平衡

自从地球上出现人类以来，人类的生存与自然之间就存在着十分密切的关系，人在整个生命活动过程中，通过呼吸、饮水、进食等各种形式与其周围环境进行着多种形式的物质和能量交换。人类的生存和繁衍要求一定的外界条件，同时人类又能在一定限度内适应

外界条件。

在漫长的生物进化过程中，人类对环境条件愈来愈适应，其表现为人类机体中的物质组成及其含量与地壳的元素丰度之间有明显的相关关系，人体与各环境参数之间逐渐建立并保持着动态的平衡关系。一旦缺少了所需的某种环境因素，人与生物将无法生存在；如果一种因素由于自然作用或人为活动的结果而发生变化，则将会在人体或生物体中出现相应的生态效应。因此，正常、稳定的环境中各个环境因素与人群、生命种群之间，基本上理应保持一种相对的生态平衡关系。但由于各种自然的和人为的因素，这种平衡状态在自然界中并非是静止不变的，而总是处于不断的运动和变化之中，任何自然和人为的作用都可能会破坏这种原有的平衡状态。在一般情况下，自然界中某些环境因素的变化，通常并不足以引起自然环境出现异常。凭借自然的自净能力和人类对环境的自我调节，在一定时期内可以重新建立起新的相对平衡状态，则不应看作是出现环境异常。例如，长期以来，人们直接或间接地把各种污染物排入海洋，使海水受到不同程度的污染，但由于海水自身的物理（扩散、稀释）、化学（氧化、还原）和生物学（降解）等综合自净作用，海洋中的这些污染物绝大部分可逐渐被分解破坏，经过一段时间，海水又能恢复至被污染前的程度，对人群和海洋生物的生存并不构成严重威胁和危害。因此，只有当某些环境因素的改变导致原有的生态系统出现了不可逆转的变化，仅依靠自净能力已无法使环境系统恢复或达到新的生态平衡，而且在一定的人群或生物种群中产生了相应的生态效应，这才是所谓出现了环境被破坏和被污染问题。

3. 人体的化学组成中的必需元素和非必需元素

人类在生活过程中对所有元素和物质并非兼容并蓄。化学元素在体内组织中的分布有着明显的分异现象，根据形态结构和生理功能，对某些元素特别具有亲和力和富集性，以保持对不同的环境条件的适应性。但是这种适应性是有一定限度的，环境中一些元素的量过多或过少均可能是某些器官结构、功能失调的成因或诱因。目前已有报道，钴、铜、碘、锰、镍、硼、铅、硒、铁、锶、钙、锑、砷、磷等30多种化学元素供应不足或过剩或比例失调都可能导致地方病的发生与流行。这种情况的出现与所处的地壳表面条件存在的区域性差异有关，如地壳表面元素分布的不均匀，局部区域性气候的差异等，在一定程度上影响和控制着世界各地人类、动植物的生存和发展，造成生态系统的区域性差异。如果这种环境条件的差异出现快，强度大大超过了人类的适应范围，就可在人类和动植物中间出现各种地方性疾病。

环境中化学组成主要取决于该地区的岩层性质和风化程度。如果土壤、大气、水的质量在一定时期内发生剧烈的变动，使某些有特殊生物学作用的物质不能满足或超过人体生理需要量，都可能影响到一定区域范围的人群健康。例如，世界上许多山区广泛分布着甲状腺肿大的患者，亚洲东部大片地区有大骨节病人，不少内陆干旱地区存在氟骨症等。有资料介绍，里海沿岸，南非德班、特兰斯开省，中国黄河中游某些地区为世界上食道癌3个高发区，经研究发现：上述3个地区都是半干旱侵蚀严重的丘陵和冲积倾斜的平原，土壤中铁、锰等元素处于高价状态，饮用水被氮肥和地表的有机氮严重污染。已经证明，某些化学元素对人体的生理机能、新陈代谢、生物遗传等方面具有重要的影响，这种影响又直接与人们所处的环境条件十分密切，环境—元素—健康构成一个紧密的系统。人类是物质世界的组成部分，也是由各种化学物质有机地构成的。迄今为止，在人体中已经发现了近60

种元素。人体99.9%以上的重量是由氢、氧、氮、碳、磷、硫、氯、钠、钾、钙和镁等元素组成，这些元素称为人体的常量元素；余下不到0.1%的是由硅、铁、氟、锌、碘、铜、钡、锰、镍、钴、硒、铬、锡和钼等元素组成，由于这些元素在人体的含量很少，故称为人体的微量元素。正常人体的元素组成见表1-1。

表1-1 人体的元素组成

常量元素	含量/%	微量元素	含量/ (mg · kg ⁻¹)
氧	65	铁	40
碳	18	氟	37
氢	10	锌	33
氮	3	铜	1
钙	2	钡	0.3
磷	1	铬	0.2
钾	0.35	硒	0.2
硫	0.25	锰	0.2
钠	0.15	碘	0.2
氯	0.15	钼	0.1
镁	0.05	镍	0.1
		钴	0.05

目前，在人体中已检出的微量元素约50种，其中铁、氟、锌的含量最多。微量元素在人体中所占比重虽小，但对人体的健康却起着重要作用。除了在体内起着特殊生理功能的微量元素外，还有所谓的非必需的微量元素，一般又将它们分为惰性和毒性两种。必需的微量的元素有硅、铁、氟、锌、锶、硒、铜、钡、铬、锰、钼、碘、钴等十几种，如铁是血红蛋白的重要成分，钴是维生素B₁₂的组成部分，多种生物酶中含有铜、锌、锰、钼等元素，酶高度选择性的生理功能主要是由这些金属离子所控制的。钒90%以上蓄积在脂肪组织中，它有抑制胆固醇生物合成的能力。

非必需的惰性微量元素很多，主要有铝、铷、锆等，这些元素普遍存在于地壳中，对人体有无特异的生理功效尚不清楚。有毒性的微量元素主要是指铍、镉、汞、铅、砷、铊等高毒性元素。应当指出，这些微量元素，其重量不足人体的万分之一。随着对生理功能认识的深入，可以预料，现在认为是非必需的微量元素，其中将会有一部分成为必需的微量元素；另外，即使是高毒性元素，在人体内的含量不超过容许范围时，对健康也无是害的。相反，即使是一些必需的或惰性的微量元素，如果摄入量过多，同样会引起机能障碍出现中毒现象。如铜对血红蛋白的形成与红细胞的成熟过程起着促进作用，同时还是细胞色素氧化酶等的组成成分，如果人体内铜含量过多时，会出现低血压、咯血、黄疸、肝小叶中心坏死等病症；长期饮用含铜量过高的水，心血管病的死亡率增高；缺铜时则会引起白癜风，皮肤色素脱落。微量元素在人体中的分布是不均匀的，某些器官或组织对其有明显的选择性，在特定的组织内蓄积，如脑组织对镉、锶、溴、铅，肾组织对铋、铅、硒、镉、

砷、硅，肺组织对锑、锡、硒、铬、铅，肝组织对铅、碘、钷、硒、砷、锌、铜，淋巴结对铀、钷、锑、锰、铝、锂等的选择性富集作用等。某些元素在一些组织或器官中含量过多，超过生理负荷量就可能导致病理状态，及时发现这种情况是环境医学的重要任务。

微量元素对遗传的影响是人们早已知道的，克汀病是先天性缺碘的结果，乳氟斑牙是高氟地区儿童的常见病理现象。还应指出，微量元素在人体内履行生理功能不仅需要保持适当的含量，而且还与我们所处的外界环境保持动态的平衡。自然环境中的微量元素一部分经过植物和动物的吸收和富集，然后经由食物链进入人体；另一部分则由水、空气直接进入人体。人体根据生理需要吸收一定量的必需微量元素，而将其多余的通过生理调节排出体外。被排泄到环境的微量元素随着时间与空间变迁，又经过大气、土壤、水体，食物链的媒介作用重新进入人体，从而完成一个循环。正是由于微量元素的这种循环作用，使得人体的元素组成与自然地理环境保持着某种平衡关系。有趣的是英国地球化学家海密尔顿（Hamilton）等通过对人体血液成分分析发现，除原生质中主要组分碳、氢、氧、氮和岩石中的主要组成相似外，人体内60多种元素的相对含量与地壳中元素的相对组成十分相似，人类是自然环境长期发展与进化的产物，化学物质是人与自然环境之间最本质的物质联系。

综上所述，环境、微量元素以及人体之间存在着十分密切的关系。为了维持人体的正常生理需要，人们必须从生活环境中摄取并排泄适量的微量元素。若人类的正常环境受到污染或破坏，环境中的微量元素就会出现过多或过少的异常情况，于是人体内微量元素的含量比例随之失调，结果机体的功能平衡也遭到破坏，从而导致各种危及人体健康的有害后果。

二、环境污染

当物理、化学和生物因素进入大气、水、土壤环境，且其数量、浓度和持续时间超过了环境的自净能力，以致影响生态平衡和人体健康，这时的环境状态就称为环境污染。

造成环境污染的原因有自然污染和人为污染。自然污染如地震、风暴、洪水、森林火灾、火山爆发，以及在某种地质、地理及气候条件下，某种化学元素大量积累等原因引起的污染。人为污染是由人类的生产或生活活动所引起的，如任意排放工业废气、废水、废渣及粪便、垃圾、生活污水，以及乱挖乱采地下矿藏、地下水，乱砍乱伐森林树木，不适当的围湖造田、开荒等。在人为污染中，工业“三废”的污染最为严重。

当前，环境污染主要是人为污染，其中以化学污染最为突出。如硫氧化物、氮氧化物、二氧化碳、氯气、氟化物以及光化学烟雾等有害气体，铅、汞、砷、镍、镉、铬等重金属和类金属化合物，以及农用化学品、日用品、石油化工有机物等。其次是物理污染，如噪声、电磁波、电离辐射等。此外，还有各种病毒、病原微生物、寄生虫等生物性污染。在化学污染中，有的污染物降解缓慢（要几十年），有的污染物可通过食物链在环境中富集，有的污染物可能转化成新的污染物造成二次污染，从而对人和其他生物造成严重的危害。

三、生物污染和生物污染的主要途径

1. 生物污染含义

生物污染本身具有两种含义。其一是指对人和生物有害的微生物、寄生虫等病原体污

染水体、大气、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。它是根据污染物的性质而进行分类的。其二是大气、水环境以及土壤环境中各种各样的污染物质，包括施入土壤中的化肥、农药等，通过生物的表面附着、根部吸收、叶片气孔的吸收以及表皮的渗透等方式进入生物机体内，并通过食物链最终影响到人体健康。把污染环境的某些物质在生物体内积累至数量超过其正常含量，足以影响人体健康或动植物正常生长发育的现象称为生物污染。第二种含义是根据被污染对象的类型来进行分类的。本书中所指的生物污染含义为后一种。对于生物体来讲，有些物质是有害或有毒的，有些物质则是无害甚至是有益的，但是大多数物质被生物超常量摄入时对生物体都是有害的。

2. 植物受污染的主要途径

植物受污染物污染的主要途径有表面附着及植物吸收等，而污染物在植物体内的分布规律则与植物吸收污染物的主要途径、植物的种类及污染物的性质等因素有关。

(1) 表面附着：表面附着是指污染物以物理方式黏附在植物表面的现象。例如，散逸到大气中的各种气态污染物、施用的农药、大气中降落的粉尘及含大气污染物的降水等，会有一部分黏附在植物的表面上，造成对植物的污染和危害。表面附着量的大小与植物的表面积大小、表面形状、表面性质及污染物的性质、状态等有关。表面积较大、表面粗糙且有绒毛的植物的附着量较大，黏度较大、呈粉状的污染物在植物上的附着量亦较大。

(2) 植物吸收：植物对大气、水体和土壤中污染物的吸收方式可分为主动吸收和被动吸收两种。

主动吸收即代谢吸收，它是指植物细胞利用其特有的代谢作用所产生的能量而进行的吸收作用。细胞通过这种吸收能把浓度差逆向的外界物质引入细胞内。例如，植物叶面的气孔可不断吸收空气中极微量的氟等，吸收的氟随蒸腾转移到叶尖和叶缘，并在那里积累至一定浓度后造成植物组织的坏死。植物通过根系从土壤或水体中吸收营养物质和水分的同时亦吸收污染物，其吸收量的大小与污染物的性质及含量、土壤性质和植物品种等因素有关。例如，用含镉的污水灌溉水稻，镉将被水稻从根部吸收，并在水稻的各个部位积累，造成水稻的镉污染。主动吸收可使污染物在植物体内得以成百倍、上千倍甚至数万倍的浓缩。

被动吸收即物理吸收，这种吸收依靠外液与原生质的浓度差，通过溶质扩散作用实现吸收过程，其吸收量的大小与污染物的性质及其含量大小、植物与污染物接触时间的长短等因素有关。

总之，植物对污染物的吸收是一个复杂的综合过程。其根部对污染物的吸收主要受到土壤pH值、污染物浓度以及环境理化性质的影响，而暴露于空气中的植物的地上部分对污染物的摄取，主要取决于污染物的蒸气压。

3. 人体受污染的主要途径

一个寿命80岁的人，一生中需要2.5~5 t 蛋白质、13~17 t 碳水化合物和70~75 t 水。这些物质都是通过饮食逐日进入体内的。“病从口入”是指在进食被农药、重金属或病菌污染的粮食、蔬菜、肉类、禽蛋、水果或饮水的过程中，人体不知不觉中摄入了大量有毒物质和病菌，引发多种疾病。食物和饮水主要是通过消化道进入人体的。从口腔摄入的食物和饮水中的污染物质，主要是经消化管被动吸收，主动转运很少。消化管包括口腔、咽喉、食管、胃、小肠、大肠等部位，如图1-1所示，其中主要吸收部位是小肠，其次是胃。小肠

的吸收总面积约 200 m^2 ，血液流速约 1 L/s 。小肠最内层是黏膜，黏膜向肠腔内形成许多突起，称为小肠绒毛，黏膜内布满毛细血管。进入小肠的污染物质大多数以被动扩散方式通过小肠黏膜再转入血液，因而污染物质的脂溶性越强、在小肠内浓度越高，被小肠吸收越快。此外血液流速也是影响机体对污染物质吸收的因素之一，血液流速越大，则膜两侧污染物质浓度梯度越大，机体对污染物质的吸收速率越大。由于脂溶性污染物质经膜通透性好，因此它被小肠吸收的速率受血液流速的限制。而胃的吸收面积约 1 m^2 ，血液流速约为 0.15 L/s ，同时小肠的pH值（约等于6.6），大于胃的pH值（约等于2），因此，小肠的吸收功能远远大于胃的吸收功能。

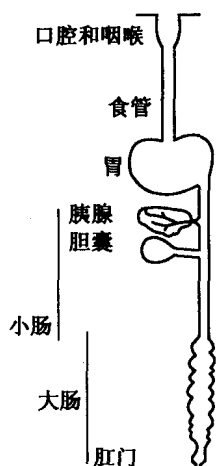


图1-1 人体消化管

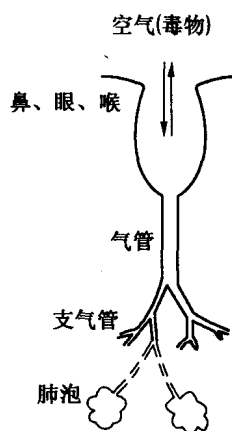


图1-2 人体呼吸道

人的饮食有时有节，但吸入氧气和呼出二氧化碳的呼吸过程却是不能中断的。成年人每天吸入 $10\sim 12\text{ m}^3$ 的空气，而空气中隐藏着各种各样的污染物质，呼吸道是吸收大气污染物质的主要途径。人的呼吸道主要包括鼻、咽、喉、气管、支气管及肺等部位，如图1-2所示。其主要的吸收部位是肺泡，肺泡的膜很薄，数量众多，表面布满壁膜极薄、结构疏松的毛细血管。因此，吸收的气态和液态气溶胶污染物质，可以通过被动扩散和过滤方式，分别迅速通过肺泡和毛细血管膜进入血液。固态气溶胶和粉尘污染物质吸入呼吸道后，可在气管、支气管及肺泡表面沉积。呼吸道吸收的污染物质可以直接进入血液系统并转移至淋巴系统或其他器官，而不经肝脏的解毒作用，从而产生的毒性更大。

人体皮肤（图1-3）的表面积平均约为 1.8 m^2 ，同时还有近10万个毛细孔和近10万根头发与头皮相通，这些都是污染物质进入人体的通道。相比而言，人体皮肤对污染物质的吸收能力较弱，但也是不少污染物质进入人体的重要途径。皮肤接触的污染物质，常以被动扩散的方式相继通过皮肤的表皮及真皮，再滤过真皮中的毛细血管壁膜进入到血液中。一般相对分子质量低于300、处于液态或溶解态、呈非极性的脂溶性污染物质，最容易被皮肤吸收，如酚、醇和某些有机磷农药等容易通过皮肤，并在动物体内发生转化与排泄作用。

有机污染物进入动物体后，除很少一部分水溶性强、相对分子质量小的毒物可以原形排出外，绝大部分都要经过某种酶的代谢或转化作用改变其毒性，增强其水溶性才易于排

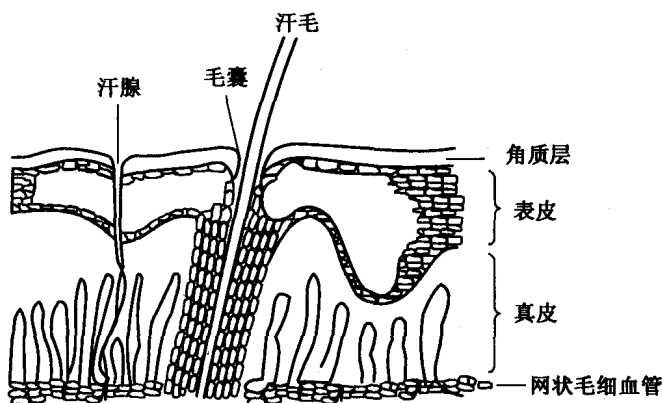


图1-3 人体皮肤结构

泄。肝脏、肾脏、胃、肠等器官对各种毒物都有生物转化功能，其中尤以肝脏最为重要。

无机污染物（包括金属和非金属污染物）进入动物体后，一部分参与体内生物代谢过程，转化为化学形态和结构不同的物质，如金属的甲基化、脱甲基化、配位反应等；也有一部分直接蓄积于体内各器官。

人体对污染物的排泄作用主要通过肾脏、消化道和呼吸道，也有少量随汗液、乳汁、唾液等分泌液排出，还有的在皮肤的新陈代谢过程中到达毛发而离开肌体。有毒物质在排泄过程中，可在排出器官处造成继发性损害，成为中毒表现的一部分。另外，当有毒物质在体内某器官中的蓄积超过某一限度时，则会给该器官造成损害，出现中毒表现。

4. 食物链作用

生物（包括微生物）能通过食物链传递和富集污染物。

水体中的污染物通过生物、微生物的代谢作用进入生物、微生物体内得到浓缩，其浓缩作用可使污染物在生物体内的含量比在水体中的浓度大得多。例如，进入水体中的污染物，除了由水中生物的吸收作用直接进入生物体外，还有一个重要途径——食物链。浮游生物是食物链的基础。在水体环境中，常存在这样的食物链：虾米吃“细泥”（实质上是浮游生物），小鱼吃虾米，大鱼吃小鱼。污染物在食物链的每次传递中浓度就得到一次浓缩，甚至可以达到产生中毒作用的程度。人处于这一食物链的末端，人若长期食用污染水体中的鱼类，则可能由于污染物在体内长期富集浓缩，引起慢性中毒。震惊世界的环境公害之一——日本熊本县水俣病，就是因为水俣湾当地的居民较长时间内食用了被周围石油化工厂排放的含汞废水污染和富集了甲基汞的鱼、虾、贝类等水生生物，造成大量居民中枢神经中毒，甚至死亡。该疾病是由含汞废水进入“海水—鱼—人”食物链，从而造成对人体的严重毒害。

环境污染物的不仅可以通过水生生物食物链富集，也可以通过陆生生物链富集。例如，农药、大气污染物，可通过植物的叶片、根系进入植物体内得到富集，而含有污染物的农作物、牧草、饲料等经过牛、羊、猪、鸡等动物进一步富集，最后通过粮食、蔬菜、水果、肉、蛋、奶等食物进入人体中浓缩，危害人体健康。例如，日本的痛痛病事件（又称镉米事

件)就是因为当地居民用被锌、铅冶炼厂等排放的含镉工业废水所污染的河水灌溉农田,使稻米中含有大量的镉,居民食用含镉稻米和饮用含镉的水而引发镉中毒。

四、环境污染物在生物体内的分布

1. 污染物在植物体内的分布

许多污染物质都是通过土壤—植物系统进入生态系统的。由于污染物质在生物链中的积累直接或间接地对陆生生物造成影响,因而植物对污染物质的吸收被认为是污染物在食物链中积累并危害陆生动物的第一步。

植物吸收污染物后,污染物在植物体内的分布与植物种类、吸收污染物的途径等因素有关。植物从大气中吸收污染物后,污染物在植物体内的残留量常以叶部分布最多。例如,在含氟的大气环境中种植的番茄、茄子、黄瓜、菠菜、青萝卜、胡萝卜等蔬菜体内氟的含量分布符合此规律。植物从土壤和水体中吸收污染物,其残留量的一般分布规律是:根>茎>叶>穗>壳>种子。例如,在被镉污染的土壤中种植的水稻,其根部的镉含量远大于其他部位。试验表明,植物的种类不同,对污染物的吸收残留量的分布也有不符合上述规律的。例如,在被镉污染的土壤中种植的萝卜和胡萝卜,其根部的含镉量低于叶部。

2. 污染物在动物体内的分布

污染物质在动物体内的分布过程主要包括吸收、分布和排泄。下面以人体为例,介绍污染物质在动物体内的分布过程。这些基本原理适用于哺乳动物以及其他一些动物(如鱼类)。

1) 吸收

污染物质进入人体被吸收后,一般通过血液循环输送到全身。血液循环把污染物质输送到各器官(如肝、肾等),对这些器官产生毒害作用;也有些毒害作用如砷化氢气体引起的溶血作用,在血液中就可以发生。污染物质的分布情况取决于污染物与机体不同的部位的亲和性,以及取决于污染物质通过细胞膜的能力。脂溶性物质易于通过细胞膜,此时,经膜通透性对其分布影响不大,组织血流速度是分布的限制因素。污染物质常与血液中的血浆蛋白质结合,这种结合呈现可逆性,结合与解离处于动态平衡。只有未与蛋白结合的污染物质才能在体内组织进行分布。因此与蛋白结合率不高的污染物,在低浓度下几乎全部与蛋白结合,存留于血浆中。但当其浓度达到一定水平,未被结合的污染物质剧增,快速向机体组织转运,组织中该种污染物质明显增加,故对污染物质在体内分布的影响不大。由于亲和力不同,污染物质与血浆蛋白的结合受到其他污染物质及机体内源性代谢物质置换竞争的影响,该影响显著时,会使污染物质在机体内的分布有较大的改变。

在这里,血—脑屏障特别值得一提,因为它是阻止已进入人体的有毒污染物质深入到中枢神经系统的屏障。与一般的器官组织不同,中枢神经系统的毛细血管管壁内皮细胞互相紧密相连,几乎没有空隙。当污染物质由血液进入脑部时,必须穿过这一血—脑屏障。此时污染物质的经膜通透性成为其转运的限速因素。高脂溶性、低解离度的污染物质,经膜通透性好,容易通过血—脑屏障,由血液进入脑部,而非脂溶性污染物质很难入脑。因此,对于一些损害人体其他部位的有毒害物质,中枢神经系统能够局部地得到特殊的保护。

2) 排泄

排泄的器官有肾、肝、胆、肠、肺、外分泌腺等。对有毒污染物质的排泄的主要途径

是肾脏、泌尿系统和肝胆系统，肺系统也能排泄气态和挥发性有毒污染物质。

肾排泄是使污染物质通过肾随尿而排出的过程。肾小球毛细血管壁有许多较大的膜孔，大部分污染物质都能从肾小球滤过，但是，相对分子质量过大的或与血浆蛋白结合的污染物质，不能滤过，留在血液中。一般来说，肾排泄是污染物质的一个主要的排泄途径。

污染物质的另一个重要排泄途径，是肝胆系统的胆汁排泄。胆汁排泄是指主要由消化道及其他途径吸收的污染物质，经血液到达肝脏后，以原物或其代谢产物与胆汁一起分泌至十二指肠，经小肠至大肠内，再排出体外的过程。一般，相对分子质量在300以上、分子中具有强极性基团的化合物，即水溶性、脂溶性小的化合物，胆汁排泄良好。

3) 污染物在动物体内的分布

污染物质被动物体吸收后，借助动物体的血液循环和淋巴系统作用在动物体内进行分布，并产生危害作用。污染物质在动物体内的分布，与污染物的性质及进入动物组织的污染物类型有关。

(1) 能溶解于体液的物质，如钠、钾、锂、氟、氯、溴等离子，在体内分布比较均匀。

(2) 镧、锶、钍等三价和四价阳离子，水解后生成胶体，主要蓄积于肝和其他网状内皮系统。

(3) 与骨骼亲和性较强的物质，如铅、钙、钡、锶、镭、铀等二价阳离子在骨骼中含量极高。

(4) 对某种器官具有特殊亲和性的物质，则在该种器官中积累较多。如碘对甲状腺，汞对肾脏有特殊亲和性，因此，碘在甲状腺中蓄积较多，汞在肾脏中蓄积较多。

(5) 脂溶性物质，如有机氯化合物(DDT、六六六等)，主要积累于动物体内的脂肪中。

各种物质进入生物体内，即参加生物的代谢过程，其中生命必需的物质，部分参与了生物体的构成。多余的必需物质和非生命所需的物质中，易分解的经代谢作用很快排出体外，不易分解、脂溶性高、与蛋白质或酶有较高亲和力的，就会长期残留在生物体内。随着摄入量的增大，它在生物体内的浓度也会逐渐增大。污染物质被生物体吸收后，它在生物体内的浓度超过环境中该物质的浓度时，就会发生生物富集、生物放大和生物积累现象。

五、环境污染对人类健康影响的特点

环境污染与人类健康的关系极为复杂，是环境健康领域的中心研究课题，环境的生物性污染随着医学科学的进步，如预防接种、杀虫剂和抗菌素等的应用，对急、慢性传染病的防治均取得了显著成效。但是近半个世纪以来，工农业生产的规模不断扩大，人们一味地追求经济利益而忽略了对周围环境的保护，造成了严重污染及生态平衡的破坏，进而影响了人类的健康，甚至导致了一些严重疾病的发生。环境污染致病特点归纳起来大致有下述几方面。

1. 污染物质种类繁多，影响范围大

人类环境中的污染物来源广，品种多。它们对人群的影响既可以是个别物质的单一危害，又能以多种物质相互共同作用于人体，多种污染物的联合作用可以增强它们的毒害效果，有时也可能减弱危害作用。环境污染物造成的危害一般波及范围可因污染源的位置、大小及环境介质而不同，如某个工厂的污染可影响周围的居住区；一个或数个污染源可能影响到一个城镇的全体居民；某些大污染源则可影响更大的范围，如一条河流或水系甚至超