

环 境 科 学 基 本 知 识 丛 书

# 环境医学

周宗灿 编著

中国环境科学出版社



环境科学基本知识丛书

# 环 境 医 学

周宗灿 编著

中国环境科学出版社

·北 京·

## 图书在版编目(CIP)数据

环境医学/周宗灿编著. —北京:中国环境科学出版社, 2000

(环境科学基本知识丛书)

ISBN 7-80135-954-2

I. 环... II. 周... III. 环境医学-基本知识  
IV. R12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 77516 号

中国环境科学出版社出版发行

(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)

北京市联华印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

\*

2001 年 3 月 第 一 版 开本 787 × 1092 1/32

2001 年 3 月 第一次印刷 印张 6 7/8

印数 1—6 000 字数 150 千字

定价:8.00 元

## 序 言

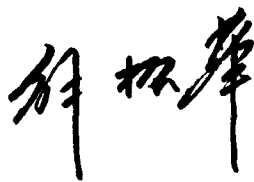
回首二十世纪，既是人类社会获得物质财富最多的世纪，也是人为破坏环境最严重的世纪。在品尝了自己酿成的恶果后，国际社会于1972年在瑞典斯德哥尔摩召开了人类环境会议，开始了防治污染，保护环境的征程，实现了人类环境认识史上的第一次飞跃。20年后的1992年，100多位国家首脑出席了在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会，共同探讨环境与发展问题，明确提出摒弃传统增长模式，实施可持续发展战略，实现了环境认识史上的第二次飞跃。正是伴随人类对环境问题认识水平的不断提高，环境保护事业才得以不断深入和发展。

二十多年来，在党和国家的重视和领导下，我国环境保护工作从小到大，从弱到强，取得了很大的进展，与此同时，全民环境意识也有了很大的提高。刚刚过去的五年，是我国公众环境意识提高幅度最大的时期，是环境保护与经济发展结合最紧密的时期，也是环境保护发展最快的时期。正是由于各级党委、政府把环境保护作为一项基本国策落实到各项发展进程之中，加快产业结构调整，增加环保投入，加大环境执法力度，才使环境污染恶化的趋势得以基本控制，一些地区和城市的环境质量开始得到改善；正是由于工业企业不断改革创新，采用清洁生产技术，淘汰落后设备工艺，加强污染治理，才使全国污染物排放总量得以控制并有所减少；新闻界环境宣传和舆论监督的日益广泛和深入，既揭露了破坏环境的行为，促进了环境问题的解决，又提高了

公众的环境意识；在自觉运用法律武器，维护自身环境权益的同时，广大群众也越来越多地参与到保护和改善环境的活动中，这为环境保护事业的深入发展奠定了极其重要的社会基础。

但是，必须承认，目前我国公众环境意识还不是很高。不顾环境承载能力，追求暂时片面发展的现象依然存在；为了企业短期利益，污染一条河，破坏一方土的行为在一些地方还比较普遍。江泽民总书记曾明确指出，环境意识和环境质量如何，是衡量一个国家和民族文明程度的一个重要标志。今后十年，我国将实现第三步战略目标，国民经济仍将保持较快的增长速度，人口也将持续地增长，生态环境面临着巨大的压力。只有尽快提高全民环境意识，形成一个全社会都来关心环境保护，全民都来参与环境保护的局面，我国的生态环境才能得到更加有效的保护，环境质量才能不断得到改善，天更蓝、地更绿、水更清，山川更加秀美的景象才能永驻中华大地。

相信这套丛书的出版将对增进公众环境科学知识，提高全民环境意识起到积极的促进作用。

A large, bold, handwritten signature in black ink, likely belonging to He Rong, the author of the preface.

二〇〇一年一月

# 前 言

环境科学是一门重要的综合性学科,自从 20 世纪 70 年代以来,一系列的环境问题引起了公众和各国政府的关注,保护环境已成为我国的基本国策之一。

科学的研究对象包括了两部分,主体是人体→思维→社会;客体是自然,是人体赖以生存的环境。环境医学就是以保护人群健康为中心目的,研究人体和环境关系的一门重要的基础和应用学科。人体的健康取决于遗传因素和环境因素,因此研究环境有害因素与人机体的交互作用,对认识与环境相关的重大疾病的机制及防治具有重要的意义。

环境科学基本知识丛书《环境医学》(1986 年)由胡汉升教授主编,胡先生还主编了《环境科学大辞典》(1991 年)的环境医学部分。近十年来环境医学有了很大的发展。本书对《环境医学》进行修订,既有环境医学基本知识,又适当介绍了进展,包括环境医学基本概念、环境介质污染及人体的反应、环境医学的研究方法及进展、简要介绍重要环境有害因素的健康危害。环境医学的研究已深入到分子和基因水平,限于篇幅,本书不可能深入介绍。而且编者水平有限,本书肯定存在缺点,甚至错误,希望读者批评指正。

本书在编写过程中得到中国环境科学出版社张进发先生的大力帮助和支持,本书的编写也参阅了国内外很多专著和文献,在此一并致谢。

周宗灿

2000 年 9 月于北京大学公共卫生学院

# 目 录

|                   |    |
|-------------------|----|
| 第一章 环境医学          | 1  |
| 一 环境和生态系统         | 1  |
| 二 环境污染和环境问题       | 7  |
| 三 环境医学的研究对象和任务    | 10 |
| 第二章 环境污染和人体反应     | 14 |
| 一 大气和大气污染对人体健康的影响 | 15 |
| 二 水体和水体污染对人体健康的影响 | 21 |
| 三 土壤卫生和污染         | 32 |
| 四 人体对环境污染物的反应     | 36 |
| 第三章 环境毒理学         | 44 |
| 一 环境毒理学的基本概念      | 44 |
| 二 系统毒性            | 48 |
| 三 联合毒作用           | 55 |
| 第四章 环境致突变、致癌、致畸作用 | 58 |
| 一 环境致突变作用         | 63 |
| 二 环境致癌作用          | 63 |
| 三 环境致畸作用及生殖毒性     | 69 |
| 第五章 临床医学检查        | 79 |
| 一 毒物接触史           | 80 |
| 二 临床表现            | 80 |
| 三 实验室检查           | 84 |
| 四 其它检查            | 86 |
| 第六章 环境流行病学        | 88 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 一 环境流行病学的概念 .....             | 88         |
| 二 环境流行病学研究方法 .....            | 90         |
| 三 已知疾病的环境病因探索 .....           | 95         |
| 四 实例:水俣病病因探索 .....            | 98         |
| <b>第七章 环境标准和健康危险度评价 .....</b> | <b>104</b> |
| 一 环境标准和环境卫生标准 .....           | 104        |
| 二 健康危险度评价和基本概念 .....          | 108        |
| 三 健康危险度评价的基本步骤 .....          | 111        |
| 四 危险度管理和交流 .....              | 115        |
| 五 危险度评价实例:三氯乙烯和 TCDD .....    | 116        |
| <b>第八章 大气污染物 .....</b>        | <b>126</b> |
| 一 二氧化硫 .....                  | 126        |
| 二 氮氧化物 .....                  | 128        |
| 三 一氧化碳 .....                  | 130        |
| 四 多环芳烃 .....                  | 133        |
| 五 可吸入颗粒物 .....                | 135        |
| 六 石棉 .....                    | 137        |
| 七 汽车废气 .....                  | 139        |
| 八 光化学烟雾 .....                 | 140        |
| 九 室内空气污染 .....                | 143        |
| <b>第九章 重金属类污染物 .....</b>      | <b>147</b> |
| 一 铅 .....                     | 147        |
| 二 镉 .....                     | 149        |
| 三 汞 .....                     | 151        |
| 四 铬 .....                     | 154        |
| 五 砷 .....                     | 156        |
| <b>第十章 其它重要污染物 .....</b>      | <b>159</b> |
| 一 酚 .....                     | 159        |
| 一 II 一                        |            |



|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 二 氰化物 .....                | 160 |
| 三 饮水氯化副产品 .....            | 162 |
| 四 农药 .....                 | 163 |
| 五 持久性有机污染物 .....           | 167 |
| 第十一章 环境内分泌干扰物 .....        | 169 |
| 一 环境内分泌干扰物 .....           | 169 |
| 二 环境内分泌干扰物的有害作用及其机制 .....  | 172 |
| 三 环境内分泌干扰物分类 .....         | 173 |
| 第十二章 微量元素和生物地球化学性疾病 .....  | 175 |
| 一 地方性氟中毒 .....             | 176 |
| 二 地方性甲状腺肿 .....            | 178 |
| 三 地方性砷中毒 .....             | 180 |
| 四 地方性硒中毒和硒缺乏 .....         | 181 |
| 第十三章 环境物理因素污染 .....        | 184 |
| 一 环境噪声 .....               | 184 |
| 二 电离辐射 .....               | 186 |
| 三 非电离辐射 .....              | 190 |
| 附录: .....                  | 198 |
| 1. 大气环境质量标准 .....          | 198 |
| 2. 工业企业设计卫生标准(大气部分) .....  | 198 |
| 3. 工业企业设计卫生标准(地面水部分) ..... | 200 |
| 4. 地面水环境质量标准 .....         | 202 |
| 5. 生活饮用水卫生标准 .....         | 206 |
| 6. 城市区域环境噪声标准 .....        | 207 |

# 第一章 环境医学

## 一 环境和生态系统

### (一) 人类与环境

人类环境包括社会环境和自然环境,在环境医学范畴中所研究的主要是自然环境对人类健康的影响。

自然环境是指人周围各种自然因素的总和,由生物和无生命物质所构成,以地球为核心,可以把自然环境大致划分为大气圈、水圈、岩石土壤圈和生物圈,各个环境圈有各自的物理、化学和生物学特性,与人类的生存有非常密切的关系。

大气圈:指在地球表面包围着空气层,其厚度在赤道处为 4 200 公里,两极为 2 800 公里。与地球表面垂直大气圈的结构可分为四层。最接近地表的一层大气为对流层,其厚度在赤道为 15~17 公里,在两极为 8~10 公里。对流层提供人类生活必需的氧气,能调节气候使适宜于生命活动,正常情况下下层内气流的运动也有利于大气污染物的扩散和自净,与人的关系最为密切。对流层之上层为平流层,平流层内空气稀薄,气流稳定;由于太阳紫外线的作用,氧分子分解成氧原

子,再合成臭氧,形成臭氧层。臭氧层能吸收短波紫外线(UV - C 和 UV - B,波长 200 ~ 320 纳米,)和宇宙线,以降低这些射线对地球上的生物的伤害。在平流层之上则为电离层和扩散层。

**水圈:**水是人类维持生命的必要条件,是生活和生产所必需的物质,也是地球上其他生物生存的基本条件。地球表面总面积约有 70% 分布着广阔的水域,即为水圈。据估计总水量约为  $14 \times 10^8$  公里<sup>3</sup>。其中 97.2% 以上汇集于海洋,2.15% 形成冰山,而地面淡水只占 0.017%,此外地下水约为 0.6%。地球上的水通过蒸发、降雨、径流、渗透、吸收等方式与大气圈、岩石土壤圈、生物圈发生密切联系。

**岩石土壤圈:**由地壳表面的岩石和土壤构成,其厚度为 10 ~ 70 公里。岩石风化成土壤,土壤是植物生长的基础,植物从土壤里吸取各种营养素和水分,在阳光下进行光合作用,为人类和动物提供食料,并且在一定范围内能将污染物降解。土壤本身对污染物也有自净作用。

**生物圈:**由地球上的生物和生物活动的周围环境所构成。自地表以上 15 公里的大气圈内,深 2 ~ 3 公里之内的岩石土壤圈,以及水圈中都有生物活动。人类和生物从水、空气、土壤中得到必要的营养物质,并将代谢产物和遗骸留存土壤、水、大气中彼此进行物质交换。

人类也和周围环境进行物质、能量和信息的交换。环境中的物质与人体之间保持着动态平衡,如果环境变化在一定范围内,人体可通过调节来适应。但如果环境变化超出了人体生理调节范围时,则会引起人体某些功能和结构的异常或病理变化。如环境污染和地区自然环境中元素的分布不均,也能影响人体健康。

物质的基本单元是化学元素,有人对环境和人体组织的

多种化学元素作了对比分析,发现构成人体组织的各种元素和环境中的元素分布丰度明显相关,如图 1-1 所示,这充分反映了环境和人体的关系及其在物质上的统一性。而且,人类能不断地改造自然界,创造有利于健康和人类生存的环境条件,保护健康,不断促进人类社会繁荣昌盛。

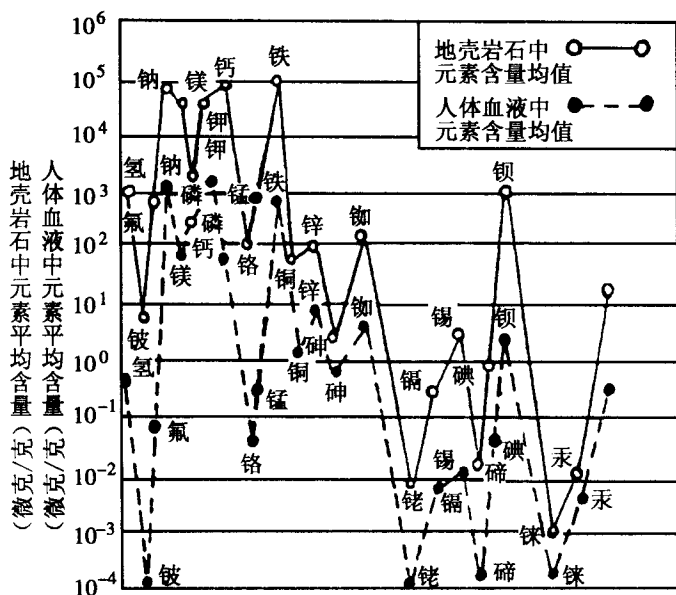


图 1-1 人体血液和地壳中元素含量的相关性

## (二) 生态系统与生态平衡

生物与周围环境之间不断进行物质和能量交换,彼此相互作用,长期适应,互相依存,形成一个统一的整体,称为生态系统。自然环境由各种生态系统组成,一个海洋、一条河流、一片森林,或某一地区、一个城镇等都可看作为一个生态系

统,各种大小生态系统相互关联形成整个地球的大生态系统。生态系统中生物与环境之间,生物与生物之间的物质、能量和信息交换,经常保持着动态平衡,称为生态平衡。

在生态系统中,生物和非生物、生物和生物之间的关系十分复杂,概括起来由四个部分组成:①生产者:指制造有机物的绿色植物和某些能进行光合作用的细菌。它们能从周围环境中摄取二氧化碳、水等无机物质合成有机物质。②消费者:指能利用和消费有机物质进行生活者。它们可分为一级消费者,即以植物为食的食草动物;二级消费者,是以一级消费者为食的食肉动物;三级消费者,是以二级消费者为食的大型食肉动物;依次类推。有许多动物是既吃植物又吃动物的杂食性动物,而人是最后一级(高级)消费者。③分解者:指细菌、真菌等微生物,它们能分解生产者和消费者尸体,将生产者和消费者利用了的物质再还原到环境中去,重新构成生产者再利用的物质。④非生物环境:除生物以外的一切无生命物质都属于非生物环境,这个环境是生物赖以生存的必须条件,包括空气、水、土壤、日光等。

生态系统中这四个组成部分在一定条件下是保持着互相联系,互相依存的相对稳定状态,每个因素都受周围各因素的影响,同时也反过来影响其他因素。例如:在池塘中有浮游动植物,有鱼虾类和各种微生物,它们结合成一个整体。那里的浮游植物是生产者,各种鱼虾、浮游动物等是不同级别的消费者,水里的微生物则是它们的分解者;而水、氧气和其他一些无机元素是它们的非生物环境,这样就构成了池塘的生态系统(图 1-2)。

自然的因素或人为的因素都可能影响某一生态系统的某一环节,从而破坏生态平衡。自然因素如气候异常、火山爆发、地震、水旱灾害、飓风等,由于这类原因引起的生态平衡破

坏,称为第一环境问题。人为的因素主要指人类的活动所引起的生态平衡的破坏,如对自然资源不合理利用,盲目地砍伐森林,随意排放工业“三废”等带来的环境污染,由这些原因引起的生态平衡破坏,称为第二环境问题。

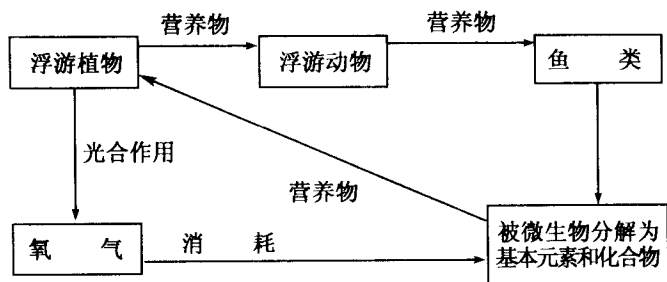


图 1-2 水中微生物、浮游动植物和鱼类之间构成的生态系统

自然因素和人为活动虽然会经常给生态系统带来各种污染和影响,但由于生态系统具有自净能力,生态系统又能建立一种新的平衡。例如:植物可以净化大气,一平方米的草坪每小时可吸收二氧化碳 1.5 克,一公斤西红柿的叶子每天可以消耗大气中氟 3 毫克,一公顷云杉林每年可滞尘 32 吨,这样生态系统可以达到新的平衡。

### (三) 食物链和生物富集

一切生物都要摄取环境中的营养物质和能量,使之成为自身的组成成分并维持生命。植物从土壤中摄取各种营养元素,动物则通过食草或食肉以维持生存和繁衍生息。生物间通过食物形成的链锁关系,使物质和能量从一级生物体转移到另一级生物体的过程叫做食物链,人类的食物链见图 1-3。环境中各种生物间通过食物链形成纵横交错、更为复杂的食

物网。

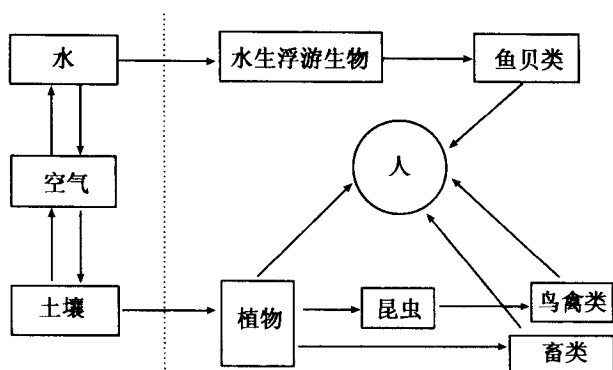


图 1-3 人类的食物链

在环境生态系统中某些金属元素或有毒物质,被生物体吸收后,经蓄积,或者通过生物食物链的逐级传递,使浓度逐级提高,这种现象称生物富集。例如,海水中汞的浓度为 0.0001 毫克/升时,浮游生物体内含汞量可达 0.001 ~ 0.002 毫克/升,小鱼体内可达 0.2 ~ 0.5 毫克/升,而大鱼体内可达 1 ~ 5 毫克/升,大鱼体内汞含量比海水高 1 万 ~ 5 万倍。通过生物富集作用可使环境中低浓度的物质,在最后一级生物体内的含量提高几十倍甚至成千上万倍,因为生物富集是数量的增加、浓度的改变,所以又称生物放大。

生物富集的程度,因生物种属及个体营养、季节、温度等的变化和某些元素的共存情况不同而异。某些疾病和公害病的发生与食物链和生物富集作用有着密切的关系。

## 二 环境污染和环境问题

当物理、化学和生物因素进入大气、水、土壤环境,如果其数量、浓度和持续时间超过了环境的自净能力,以致破坏了生态平衡,影响人体健康,造成经济损失,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。自然污染包括森林火灾、火山爆发、地震、风暴以及特殊地质条件有某种化学元素大量累积等的影响。人为污染则由人类生产和生活活动所引起,如任意排放工业废气、废水、废渣(“三废”)及粪便、垃圾、生活污水,以及乱挖滥采地下矿藏、地下水,乱砍滥伐森林资源,不适当的围湖造田、开荒等。其中,工业“三废”的污染最为重要。

世界上因环境污染而造成危害,经历了4个阶段,各个阶段的污染情况和污染物的来源各有不同。①从西欧工业革命开始到20世纪初,以煤烟尘及二氧化硫造成的大气污染和矿冶、制碱造成的水质污染为主。②从20世纪初至40年代,工业国家的石油用量增加,大气中的二氧化硫污染最突出;水源中也增加了石油和石油产品的污染。燃烧石油往往排出成分更复杂的废气,如一氧化碳、氮氧化物、烃类和铅烟的废气,其中有些气体在日光作用下引起光化学反应而生成含有臭氧、二氧化氮和某些有机化合物的光化学烟雾,曾发生洛杉矶光化学烟雾事件。③从50年代到70年代,煤的用量仍有增多,并由于汽车的大量使用,石油的用量迅速增长,污染又有新的发展。欧美和日本多次出现光化学烟雾而河流与海洋经常受到石油的污染,仅油船漏油一项就不断发生,大量石油污染威



表 1-1 70 年代之前的世界八大公害事件

| 发生时间        | 发生地点       | 主要污染物          | 中毒、患病人数                   | 死亡人数                 |
|-------------|------------|----------------|---------------------------|----------------------|
| 1930 年 12 月 | 比利时 马斯河谷   | 二氧化硫、氟化物、粉尘    | 约 6000 人                  | 60 人                 |
| 1948 年 10 月 | 美国多诺拉城     | 二氧化硫、金属粉尘      | 约 6000 人                  | 20 人                 |
| 1952 年 12 月 | 英国伦敦       | 二氧化硫、烟尘        | 约 4000 人                  |                      |
| 1948 年以来    | 美国洛杉矶      | 光化学烟雾          |                           |                      |
| 1955 年以来    | 日本富山县      | 镉              | 至 1968 年 5 月已确诊痛痛病 258 人  | 至 1968 年 5 月死亡 128 人 |
| 1953 年以来    | 日本水俣湾、新潟等地 | 甲基汞            | 至 1981 年已确诊水俣病达 2000 人    |                      |
| 1968 年 6 月  | 日本爱知县等地    | 多氯联苯           | 至 1978 年底已确诊多氯联苯中毒 1684 人 | 1977 年前死亡 80 余人      |
| 1960 年以来    | 日本四日市      | 二氧化硫、烟尘、石油化工废气 | 至 1971 年底已确诊四日市哮喘 800 人   |                      |

胁到海生生物和水鸟等的生存,有的还发生因油污染引起河流火灾事件。废水、废渣大量的排放,污染了土壤和水源,一些河流或湖泊鱼虾绝迹。在这三十年里,发生了多次公害事