



新世纪高等学校教材

环境科学与工程系列教材

环境与健康

北京师范大学环境学院 组编

刘新会 牛军峰 史江红 刘希涛 主编

HUANJIANG YU JIANKANG



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

中国环境科学出版社

环境与健康

中国环境科学出版社

中国环境科学出版社

中国环境科学出版社

中国环境科学出版社

新世纪高等学校教材

环境科学与工程系列教材

环 境 与 健 康

HUANJIING YU JIANKANG

北京师范大学环境学院 组编
刘新会 牛军峰 史江红 刘希涛 主编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境与健康/刘新会等主编. —北京:北京师范大学出版社, 2009.8

(环境科学与工程系列教材)

ISBN 978-7-303-10024-8

I. 环… II. 刘… 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(2009)第 086607 号

营 销 中 心 电 话 010-58802181 58808006
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com.cn>
电 子 信 箱 beishida168@126.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印 刷: 北京京师印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 170 mm × 230 mm

印 张: 24

字 数: 409 千字

版 次: 2009 年 8 月第 1 版

印 次: 2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 36.00 元

策划编辑: 胡廷兰 责任编辑: 胡廷兰

美术编辑: 高 霞 装帧设计: 高 霞

责任校对: 李 菡 责任印制: 李 丽

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

前言

对人类来说,健康是享受幸福和愉悦生活的基础,健康是人类所关注的核心问题和永恒课题。优良环境有益于人类健康,而不良环境则不利于人类生存。据世界卫生组织统计,人类疾病的80%是由不良环境因素所导致。近一个世纪以来,高强度人类活动引发了土地沙化、环境污染、物种灭绝、资源耗竭、全球变暖和臭氧层破坏等一系列环境问题,剧烈的环境变化已经给人类酿造了一个又一个不得不吞咽的苦果。自20世纪中叶起,频繁发生的环境公害事件给人类的生存敲响了警钟:日本发生的使近万人受害和上千人死亡的水俣病事件,美国洛杉矶市发生的致使几百名老年人超常死亡的光化学烟雾事件,苏联发生的造成数十万人受到核辐射影响的切尔诺贝利核泄漏事件。此外,臭氧层破坏导致皮肤癌和白内障患者增加,疟疾、出血热、乙型脑炎、食物中毒等疾病的发病率由于气温变暖而急速上升,人类呼吸道疾病患者由于酸雨问题而大幅度增加……人类与环境既相互联系和相互依存,同时又相互作用和相互影响,人类与环境只有保持和谐伙伴关系才能保障人类可持续发展。

自20世纪80年代以来,中国经济一直处于高速发展的轨道上,而环境管理滞后给国人的生存环境带来不可估量的压力。在中国七大水系中,黄河、淮河、松花江已经被中度污染,辽河和海河已经被重度污染,巢湖、太湖和滇池水质极不乐观。江苏、江西、河南、河北、广东、山东、台湾等省区由于环境污染出现了可怕的“癌症村”现象;重庆开县2003年发生的天然气井喷事故造成二百多人死亡和两千多人住院治疗;吉林石化分公司2005年硝基苯精馏塔爆炸引发松花江严重污染;江苏盐城农药厂2009年污水偷排导致饮用水源地污染事件等。21世纪的中国,环境问题日益突出且环境灾难频繁,环境问题已经成为影响中华民族生存和发展的重要制约因素,已经成为中国政府和中国人民亟待解决的重大问题之一。环境问题的解决,需要民众的广泛参与和共同努力,有赖于民众环境保护意识的广泛提升。

目前,环境科学的专业书籍很多,有关人类健康的医学类书籍更加丰富,系统介绍环境健康科学的专业类书籍也有多种版本面世。然而,面向环境科学专业和非预防医学专业学生的以提高大众环境意识的环境与健康方面的读本类教材还很少,本书即为此而编撰。本书主要面向非环境科学和非预防医学专业读者,以通俗语言系统介绍环境变化与人类健康的基本理论和基础知识,使读者在全面了解环境与健康关系的基础上提高环境保护意识。本书在广泛参考

国内外文献资料基础上,注意对环境健康学的基本理论和基础知识进行概括,并附加环境健康研究案例和思考题以强化教材实用性。全书共分12章,首先在化学因素、物理因素和生物因素等因素层面阐述环境与健康的相关关系,而后结合大气、水体和土壤等在要素层面论述环境污染与人类健康的紧密联系,同时对人们所普遍关注的生殖健康、居住环境和食品安全等内容进行了分类论述。本书既可以作为高校非环境类专业和非预防医学专业本/专科学生及研究生的公选教材,也可以作为人们爱护自然环境、关心自身健康和提升环境意识的科普读物。

本书是作者在多年讲授“环境与健康”公共选修课程的基础上,结合国内外环境健康科学的最新研究成果编撰而成。全书分工如下:第1章由刘新会编写,第2章由史江红和韩蕊编写,第3章由史江红、曹金铃、韩蕊和宿凌燕编写,第4章由武丹、王蕾和刘新会编写,第5章由王亮、王蕾和刘新会编写,第6章由许明珠、刘新会和韩絮编写,第7章、第8章和第9章由刘希涛和张桂香编写,第10章和第11章由蒋国翔和牛军峰编写,第12章由智昕、牛军峰和蒋国翔编写,最后由刘新会、牛军峰和韩絮统稿。在此,谨向所有参加和支持本书编撰的各位同仁和朋友表示衷心感谢,谨向本书所参考和引用的文献资料的原作者们致以诚挚谢意。

鉴于编者知识范围和学术水平的局限性,书中肯定存在不少缺点、错误、不足和疏漏,恳请各位读者予以批评指正。

编者

2009年6月于北京

目 录

第 1 章 绪论 /1

- 1.1 人类生存环境 1
- 1.2 人与环境的关系 13

第 2 章 微量元素与人体健康 /26

- 2.1 微量元素 26
- 2.2 微量非金属元素与人体健康 30
- 2.3 微量金属元素与人体健康 40
- 2.4 微量元素之间的相互作用 46

第 3 章 环境化学品与人体健康 /48

- 3.1 重金属污染物对人体健康的危害 48
- 3.2 石油类污染物对人体健康的危害 58
- 3.3 持久性有机污染物对人体健康的危害 60
- 3.4 农药类污染物对人体健康的危害 63
- 3.5 家用化学品对人体健康的影响 ... 65
- 3.6 内分泌干扰物对人体健康的影响 ... 69

第4章 生物因素与人体健康 /75

4.1 人体免疫系统	75
4.2 细菌对人体健康的影响	78
4.3 真菌对人体健康的影响	85
4.4 病毒对人体健康的危害	89
4.5 寄生虫对人体健康的危害	95
4.6 高等动物对人体健康的危害	98
4.7 植物对人体健康的影响	102

第5章 物理因素与人体健康 /107

5.1 电磁辐射与人体健康	107
5.2 电离辐射与人体健康	119
5.3 噪声与人体健康	127
5.4 振动与人体健康	132
5.5 光污染与人体健康	137
5.6 高原与人体健康	143
5.7 热环境与人体健康	148

第6章 环境因素与生殖健康 /155

6.1 环境因素对生殖健康的影响	155
6.2 环境化学因素与生殖健康	158
6.3 环境物理因素与生殖健康	175
6.4 微生物感染与生殖健康	177
6.5 生殖健康的优化	183

第7章 大气环境与人体健康 /187

7.1 大气环境污染	187
7.2 大气污染的健康危害	196
7.3 大气环境管理	213

第 8 章 水体环境与人体健康 /222

- 8.1 水体环境污染 222
- 8.2 水体污染的健康危害 227
- 8.3 水体环境管理 239

第 9 章 土壤环境与人体健康 /251

- 9.1 土壤环境污染 251
- 9.2 土壤污染的健康危害 257
- 9.3 土壤环境管理 270

第 10 章 居住环境与人体健康 /278

- 10.1 地理环境与人体健康 278
- 10.2 居室环境与人体健康 278
- 10.3 室外环境与人体健康 299
- 10.4 健康住宅 301

第 11 章 食品安全与人体健康 /305

- 11.1 食品安全概述 305
- 11.2 食品污染与健康 309
- 11.3 转基因食品与健康 333
- 11.4 食品安全管理措施 340

第 12 章 环境健康风险评价 /346

- 12.1 环境健康风险评价概述 346
- 12.2 健康风险评价内容和步骤 351
- 12.3 案例分析 357

参考文献 /370

第1章 绪论

在地球上, 生命的历史一直是生物与其周围环境相互作用的历史; 地球上各种生物的自然形态和生活习性都是由自然环境塑造而成的。在产生现在生活于地球上的生命的千百万年时间里, 不断发展、进化和演变的生命与其周围环境达到了一个协调和平衡的状态。然而, 人类出现以后, 衡量环境变化的时间尺度已经从适用于自然演化过程的万年或十万年转变为几百年甚至几十年, 当今世界的快速变化已使自然环境来不及调整它原有的平衡。自然环境是生命、是人类赖以生存的物质基础, 环境变化必然会作用于依赖环境存在的生命体, 作用于以环境为生存基础的人类。

对人类来说, 健康的体魄是人类生存的基本要求, 一个没有健康身心的人不可能享受到幸福和欢乐的生活。人类健康和生存环境之间存在着紧密联系, 优良的环境有益于人类健康, 而不良环境则不利于人类生存。据世界卫生组织(WHO)统计, 人类80%的疾病都是由不良环境因素所导致。在历史长河中, 人类生存和发展的进程是一部人类征服自然和改造自然的历史, 同时也是一部大自然惨遭人类贪婪索取和肆意破坏的“血泪”史。在工业革命以后, 人类的大规模生产加剧了生存环境的破坏速度和恶化程度; 尤其20世纪中期以后, 人类高速发展的生产活动对环境造成了严重的全球性破坏, 引发了诸如土地沙化、环境污染、物种灭绝、资源耗竭、全球变暖和臭氧层破坏等一系列环境问题。环境变化对人类健康造成了严重威胁和危害, “河流中鱼虾绝迹, 天空中飞鸟无踪, 禾苗枯萎, 果树不结实, 莫名其妙的疾病接踵而来, 死亡的幽灵到处游荡”, 人类对其影响规模之大和影响之深远始料未及。在人类发展进程中, 建立发展—环境—健康的协调关系对确保21世纪人类健康安全至关重要, 保障人类健康是环境与发展所关注的核心问题, 也将是人类在生存和发展中重要的永恒课题。

1.1 人类生存环境

20世纪70年代以来, 人类遭受的环境影响越来越严重, 环境受到了人们的普遍关注。何谓环境? 何谓人类环境? 环境, 即指与被研究对象(即中心事物)有关的周围所有客观事物的总和; 环境以中心事物为主体, 因中心事物不同而不同, 随中心事物变化而变化, 中心事物与环境之间相互对立统一。在生

态学中，环境指某一特定生物或生物群落以外的空间，以及直接或间接影响该生物体或生物群体生存的一切事物的总和。在环境学中，环境（人类环境）是指人类赖以生存和发展的客观物质条件的综合体；其既包括阳光、温度、气候、地磁、陆地、岩石、天然水体、原始森林、野生生物等诸多自然要素，也包括水库、农田、村落、城市、工厂、港口、公路，及政治、经济、文化、宗教等人文要素。在《中华人民共和国环境保护法》中，人类环境被赋予明确的含义：“环境，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。”

1.1.1 环境分类

从定义可知，环境所辐射的范围非常广泛、所涉及的对象纷繁复杂，人类环境还没有统一的分类标准。目前，人类环境分类主要有两种分类体系，即以人类活动影响为基准的分类体系和以环境空间范围为基准的分类系统（图 1-1）。

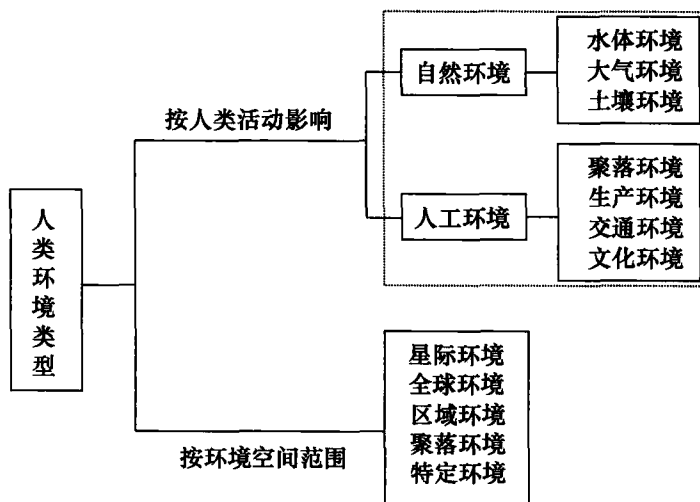


图 1-1 人类环境类型结构图

以环境空间范围作为分类标准，人类环境主要有：星际环境、全球环境、区域环境、聚落环境、特定环境。所谓星际环境，即指地球大气层以外的与地球具有一定联系的宇宙空间；全球环境即指整个地球环境系统；而区域环境指不同地理区域的社会因素和自然因素的总和，其空间尺度和时间尺度具有较大的变化范围；聚落环境即人类有计划和有目的地创造的以人文要素为主的人类

居住环境，主要包括城市环境、乡镇环境、村落环境和院落环境；特定环境，如居室环境、飞机机舱、航天密封舱等，即空间范围较小的由较多人文要素构成的环境。

以人类活动影响作为分类标准，人类环境可以分为自然环境和人工环境两大类。自然环境即指直接或间接影响人类生存的以自然事物为主体的所有外部空间事物的总和，包括水圈、大气圈、土壤圈、生物圈和岩石圈五个圈层，自然环境是人类赖以生存和发展的物质基础。人工环境指人类有计划和有目的地创造的以人文要素为主体的所有外部客观事物，其包括聚落环境、生产环境、交通环境、文化环境和人文环境等几类。自然环境和人工环境之间存在物质、能量和信息的流动，其共同作用构成了人类环境的特殊的复杂体系（图 1-2）。

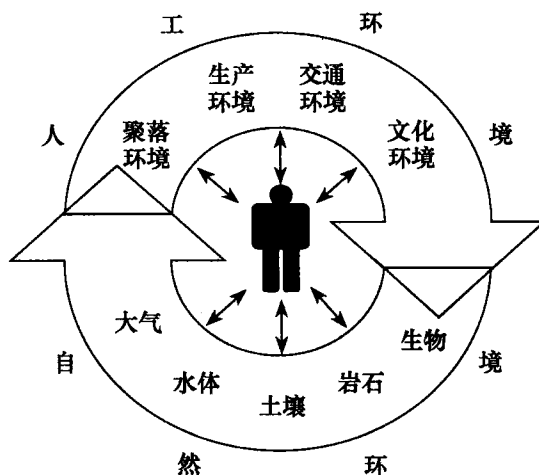


图 1-2 人类与环境相关关系图

此外，人类环境还可以按人类活动影响的强弱程度划分为原生环境和次生环境。原生环境即天然形成的基本未被人类活动影响和扰动的自然环境，如清洁空气、洁净水体等；次生环境指在人类活动影响下形成的环境，如风景区、疗养院及污染大气和污染水体等。原生环境存在诸多对人体健康有利的因素，但也能给健康带来不良影响；次生环境对人类健康也存在两方面影响，一方面可能更加适合人类生存，另一方面可能使人类生活质量急剧恶化。

1.1.2 环境因素

在环境体系中，以一定物质形态（如气态、液态和固态）存在的客观实体

形成环境的构造骨架——环境介质，如大气、水体、土壤、岩石和生物体；而介质中被载运的能量、物质以及介质中的各种无机和有机成分被称为环境因素，人类环境是由各种环境介质和环境因素组成的综合体系。在人类环境中，不同环境体系由不同环境因素构成，自然环境主要包括物理性、化学性和生物性三类因素，而人工环境还包括教育、社会、经济、文化、医疗等诸多人文因素，人类环境是诸多自然因素和人文因素相互交织与关联构成的复杂体系，各种环境因素共同作用于人类的生产和生活。

环境物理因素：主要有温度、湿度、气流、热辐射、噪声、振动、电离辐射和非电离辐射等。温度、湿度、气流、热辐射、噪声、振动是表征人类生活环境小气候的主要因子，电离辐射指包括电磁辐射（X射线和 γ 射线）和粒子辐射（ β 粒子、 α 粒子和质子）等具有较高能量的辐射，非电离辐射指波长大于100 nm的可见光、紫外线、红外线以及长波、中波、短波和微波等电磁波。在自然状态下，很多物理因素是人体生理活动所必需的外界条件，一般不会对人体造成损伤；而只有在接触一定强度和/或过长时间时才会产生危害。在现代生产和生活中，人们几乎无时无刻不在接触有害物理因素，因此其可能对人体造成的健康效应愈来愈引起人们的重视。

环境化学因素：既包括人类生存和健康必需的各种有机和无机物质，又包含人类在生产和生活中所排放的各种化学污染物。在人类环境中，天然无机物质是构成人类机体的主要物质，很多化学物质在正常接触和使用情况下不会对人体产生危害，但在过量接触或低剂量长期接触时可能对机体产生不良效应。据估计，进入环境体系的人类合成化学物质已经有10万种之多，其中很多化学物质对人类和生物体具有毒害作用，如具有“三致”作用的多环芳烃（Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs）、具有内分泌干扰作用的有机氯农药（Organochlorine Pesticides, OCPs）和多氯联苯（Polychlorinated Biphenyls, PCBs）以及危害动物中枢神经系统的重金属等。当今世界，有毒化学物质已经在人类生存环境中到处蔓延，其潜藏在水体、空气和土壤里，存在于粮食、蔬菜、水果和鱼、肉、蛋、奶中，现在每个人从胎儿时期直到死亡都必定要和危险的化学药品接触，有毒有害化学污染物对生态环境和人体健康构成了潜在威胁。

环境生物因素：主要包括细菌、真菌、病毒和寄生虫等，自然环境中生存着对生态系统平衡维持起重要作用的众多微生物，而生活污水、工业废水、医院污水、生活垃圾、人畜粪便等含有大量危害人体健康的病毒和寄生虫，不清洁室内外空气中也存在众多致病生物体，此外环境体系中还生存着

大量能够对人类健康带来不利影响的多种多样的作为传染病传播媒介的生物体。

环境人文因素：主要有社会制度、文化、经济、风俗，以及人类的习惯、宗教、职业、婚姻等，诸多因素构成人类生产和生活的社会环境，社会环境的变化常常会影响人类体魄和心理健康。

在人类活动中，物理性、化学性、生物性和人文性环境因素发生变化时，人类环境将在一定范围内发生变化。当人体能够适应环境变化时，机体可以保持稳定状态；而当机体难以适应时，人体会患各种各样的疾病。

1.1.3 环境特点

人类环境具有整体性、区域性、稳定性、滞后性和脆弱性等特点。

(1) 整体性：即环境体系中各部分和各种成分间存在紧密的相互关系，大气、水体、土壤、生物以及阳光、温度、气候、地磁等各环境要素间相互依存和相互影响，环境变化是多种因素的综合反映。

(2) 区域性：在不同时空尺度下，构成人类环境的各种自然和人文要素存在一定的差异性，其决定了人类环境具有一定的区域特征。

(3) 稳定性：人类环境具有一定抗干扰的自我调节能力，环境体系的结构和功能在一定范围内具有自我修复功能，人类环境表现出相对的稳定性。

(4) 滞后性：人类环境受到外界影响发生的变化具有潜伏性和滞后性，诸如多种环境变化不能同时和快速地反映、环境变化的范围和程度难以准确定位。

(5) 脆弱性：人类环境易受人类本身和宇宙体系的影响而发生变化，其具有一定脆弱性。

1.1.4 环境圈层

作为人类赖以生存和发展的物质基础，人类自然环境由大气圈、水圈、土壤圈和岩石圈四个基础圈和生物繁衍形成的一个生物圈组成，各圈层间既具有相互独立性，同时又相互依存和相互影响。

1.1.4.1 圈层结构

(1) 大气圈：即围绕在地球周围的大气层，由低到高分为对流层、平流层、中间层、热成层和逸散层（图 1-3），不同大气层区具有各自特点（表 1-1）。

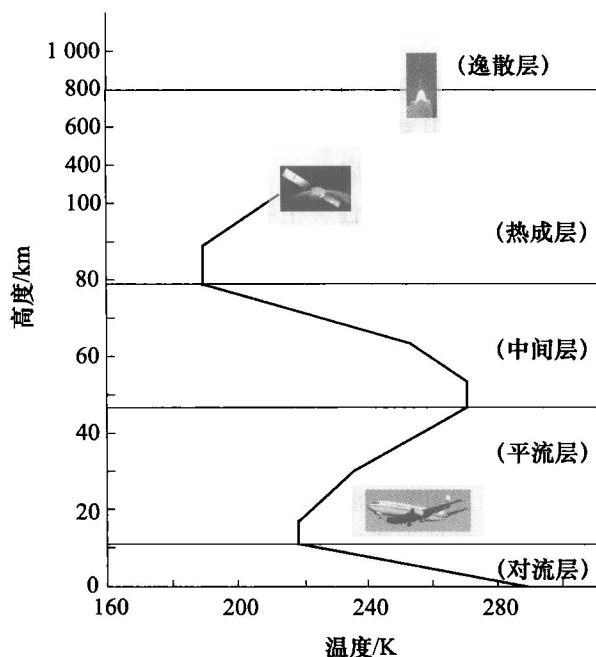


图 1-3 大气圈结构图

表 1-1 大气不同层区的组成和特点

层区	高度/km	温度/℃	主要组成	主要特点
对流层	12 (均)	15~−56	N_2 , O_2 , CO_2 , H_2O	温度随高度增加而下降；存在大气对流和水平运动，存在雨、雪、云、雾等天气现象
平流层	12~50	−56~−2	O_3	温度随高度增加而上升；大气以水平运动为主；在 15~35 km 间存在臭氧层
中间层	50~85	−2~−92	O_2^+ , NO^+	温度随高度增加而下降；大气发生强烈垂直运动；大气分子发生电离
热成层	85~800	−92~1 200	O_2^+ , O^+ , NO^+	温度随高度增加而上升；大气分子发生高度电离，成为离子和电子
逸散层	>800	>1 200		温度随高度增加而上升；大气分子受地球引力小，不断向星际空间逸散

大气主要由 N_2 (78%，体积百分比，下同)， O_2 (21%)，Ar (0.9%)， CO_2 (0.03%)，以及其他稀有气体如 SO_2 ， CH_4 ， NO_2 ，CO， NH_3 和 O_3 等 ($\leq 0.1\%$) 组成， N_2 ， O_2 ，Ar 和 CH_4 等气体组分的含量在 90 km 高度范围

内处于稳定状态,而 CO_2 , SO_2 , O_3 和 H_2O 等处于不稳定状态,大气圈和水圈、土壤圈、生物圈之间进行的物质和能量的交换使大气组分保持一定的平衡状态。

大气组分之间的相对平衡是地球历史发展演化的结果,大气组分平衡的破坏将破坏人类和各种生物赖以生存的物质基础。伴随人类改造自然和利用自然的活动日益加剧,人类制造的各种污染物大量排放进入大气体系,大气化学组成已经发生变化和正在发生较大变化,原始的大气组分平衡状态正在被破坏,人类生存的自然环境已经发生变化并存在加剧的趋势,温室效应、臭氧空洞、光化学烟雾、酸雨、沙尘暴和热污染等环境问题频发,人类正在吞咽着自己酿造的苦果。

(2) 水体圈:即由大气圈中的雨、雪、雹、霰和水蒸气,海洋,陆地上的河流、湖泊、冰川、土壤和岩石的孔隙水,以及生物体中气态、液态和固态水组成的圈层。

地球是一个水的星球,70%的地球表面被水覆盖。水是生命之源,大多数生物体的含水量在 $2/3$ 左右,地球上任何生物的生存都离不开水,水是保障生态安全和人类健康的重要因素。水具有较高比热,其使地球表面温度在相对恒定范围内缓慢变化,为人类和生物生存提供了有利条件;固态水密度低于液态水密度,保障了低温条件下水生生物的生存;水无色透明,为水生植物的光合作用提供了充足的光照;同时,水是生命体中营养物质和废弃物输送、营养物质吸收和生物体内生化反应的必要基础。然而,地球上可以供给人类使用的淡水资源只占地球水量 2.4%,其中的 87% 还存在于南北极和高山地区而难以被人类直接利用。中国人均淡水资源量居世界第 109 位,仅为世界人均量的 $1/4$,中国已被列入世界人均水资源 13 个贫水国家之一。

人类对水资源的无节制开采、过度开发和不合理利用已经对水圈产生了严重的负面影响,如地面沉降、海水倒灌、湖泊消失、江河断流、物种灭绝等现象时有发生。据统计,在中国 600 多座城市中,有一半以上的城市面临不同程度的缺水危机,有些沿海城市也不例外。目前,有些城市因地下水过度开采已经导致地下水水位大幅度下降,有的城市形成了几百平方千米的地下大漏斗,某些沿海城市海水倒灌已达数十千米。此外,生活废水和工业废水的肆意排放,已经导致中国 80% 以上的地表水和地下水被污染,中国的有限水资源已经被严重破坏到足以威胁中华民族生存的地步。为保障人类健康地生存和可持续发展,人类必须合理利用水资源、保证人类和水圈的相关关系健康协调。

(3) 土壤圈:即覆盖于地球陆地表面,能够为植物生长和繁殖提供物质基

础的土壤圈层。土壤是自然环境的重要组成部分，是人类获取生产资源和生活资源的重要来源。

土壤由矿物质、有机质、水分和空气等组成，各成分相互作用形成土壤的复杂体系，而各种成分在不同时间和不同空间存在一定的差异性。土壤矿物质是土壤骨架成分，占土壤总重量的 90% 以上，包含石英、长石、赤铁矿、磷灰石、方解石、水铝石、伊利石、蒙脱石、高岭石等成分。土壤有机质是土壤含碳有机化合物的总称，占土壤总重量的 1%~10%，主要包含蛋白质、有机酸、糖类、腐殖酸、富里酸、腐黑物等组分，其是土壤形成的重要标志。土壤水分是土壤的重要组成部分，是土壤中多种成分的溶液，是植物生长所需养分来源，也是土壤中物质向水圈和生物圈的迁移媒介。土壤空气与大气成分基本相似，主要成分仍然是 N_2 、 O_2 和 CO_2 等，此外还含有少量 CH_4 、 H_2S 、 NH_3 等还原性气体组分。

在自然环境的各个圈层中，土壤圈处于其他四个圈层的交界面，是联系有机界和无机界各要素的中心枢纽。在开发利用土壤资源过程中，人类的贪婪、自私和盲目已经导致了一系列土壤环境问题，如荒漠化、盐渍化、水土流失、土壤污染等。据统计，全世界近 1/4 土地已经发生沙漠化，大约 $2 \times 10^7 \text{ km}^2$ 耕地发生了盐渍化。作为人类赖以生存的物质载体，土壤圈的变化必将严重影响人类的生活和健康。为了人类生存和繁衍，人类必须与土壤圈建立和谐统一的关系。

(4) 岩石圈：即地球内部圈层的地壳部分，由硅铝层和硅镁层组成，包括地球的最外层岩石和风化壳，平均厚度 33~35 km。

在岩石圈内，蕴藏着人类发展所必需的化石燃料和矿物原料，如煤炭、石油、天然气以及铁矿石、铜矿石、钨矿石等。作为人类所需能源和资源的仓库，人类对资源的开掘必然会破坏岩石圈的原有形貌，同时也可能给其他圈层带来很多废物。由于岩石圈与其他圈层间存在紧密联系，人类对岩石圈的开发必将对其他圈层造成一定的不利影响，进而直接或间接地影响人类的健康和生存。例如，在 2003 年 12 月 23 日，中国石油天然气集团公司在重庆市开县高桥镇开采天然气时发生特大井喷事件，导致了当地群众死亡 243 人的重大伤亡事故。

(5) 生物圈：即地球上所有的生物及其生存环境的总称，其涵盖从海平面以下 12 km 至海平面以上 10 km 的空间范围，但大多数生物活跃于从海平面以下 100 m 至陆地以上 100 m 的空间内。

生物圈的形成大约经历了 30 亿年，其发展是生物和其他各圈层长期相互