

高等院校“环境教育”系列教材

GAODENG YUANXIAO
HUANJING JIAOYU XILIE JIAOCAI



HUANJING
环境
YU RENLEI JIANKANG
与人类健康

主 编 杨周生

安徽师范大学出版社

高等院校“环境教育”系列教材

GAODENG YUANXIAO
HUANJING JIAOYU XILIE JIAOCAI



HUANJING
环境
YU RENLEI JIANKANG
与人类健康

主 编 杨周生

安徽师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

环境与人类健康/杨周生主编. —芜湖: 安徽师范大学出版社, 2011. 7

ISBN 978 - 7 - 81141 - 208 - 6

I. ①环… II. ①杨… III. ①环境影响—健康 IV. ①X503.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 071197 号

环境与人类健康

杨周生 主编

出 版 人: 张传开

责任编辑: 吴毛顺 李 玲

装帧设计: 桑国磊

出版发行: 安徽师范大学出版社

芜湖市九华南路 189 号安徽师范大学花津校区 邮政编码: 241002

发 行 部: 0553 - 3883578 5910327 5910310 (传真) E-mail: asdcbsfxb@126.com

经 销: 全国新华书店

印 刷: 安徽芜湖新华印务有限责任公司

版 次: 2011 年 8 月第 1 版

印 次: 2011 年 8 月第 1 次印刷

规 格: 787 × 960 1/16

印 张: 17.375

字 数: 331 千

书 号: ISBN 978 - 7 - 81141 - 208 - 6

定 价: 25.00 元

凡安徽师范大学出版社版图书有缺漏页、残破等质量问题, 本社负责调换

高等院校“环境教育”系列 教材编写委员会

主 编：王 伦

副主编：王先俊 朱家存 江家发

编 委：（按姓氏笔画为序）

王 伦 王友保 王先俊 孔德新 孙叶根

朱家存 江家发 杨周生 陆 林 赵广超

席贻龙

序

随着社会和科技的快速发展，人类面临着环境污染、资源破坏、生态系统失衡等一系列环境问题，并且已经渗透到了社会、经济、文化乃至政治等各个领域，呈现出了日益全球化和国际化发展的趋势。环境问题是人类在 21 世纪的生存与发展中遇到的、共同关心和亟待解决的首要问题之一。解决发展中的环境问题不仅需要大量具有较高能力的环保专业技术人才，更重要的是要依靠具有较高环保素养的广大公民。从这个意义上说，实施环境教育比治理环境污染更具有前瞻性和迫切性。

1948 年，国际自然和自然资源保护协会（巴黎会议）首次使用了“环境教育”一词。1972 年斯德哥尔摩人类环境会议第一次正式将“环境教育”的名称确定下来，并为世界各国所接受。环境教育的内涵大体包括三个方面：即环境理念教育、环境知识教育和环境实践教育。环境教育的立足点在于协调人与环境的关系，强调受教育者综合素质的培养。环境教育的焦点已从目前的人与环境转向环境与发展，具有面向可持续发展的新特性。

环境教育的产生、发展与各国的环境问题和政治经济情况密切相关，并表现出各自的特点。美国的环境教育机构队伍健全、职责明确，环境教育经费投入渠道多元、稳定；日本非常注重环境教育活动的开展，并划分为三个层次：亲近自然教育，了解自然教育，保护自然教育。ESD（Education for Sustainable Development，面向可持续发展的教育）模式是日本当前环境教育工作中一项重要制度；其它国家，如法国、新西兰、澳大利亚、厄瓜多尔、斯里兰卡等均以环境保护为中心，围绕环境、经济、社会的综合发展展开行动。世界环境教育的发展趋势是通过环境教育立法来规范、指导、协调、监督和评估环境教育工作的。



在我国，最早开展环境教育的是高等学校，经过几十年的发展，现已形成一个多层次、多形式、专业齐全、具有中国特色的环境教育体系。但我国高等学校的环境教育主要是专业环境教育，着重培养环境类专业人才，忽视了非环境专业大学生的环境教育。迄今为止，我国仍未将环境课程列为高校非环境类专业的必修课，使得非环境类专业开设环境课程缺乏规范性和约束力，随意性很强。

环境教育是21世纪大学的责任，高等师范院校更有必要对学生实施环境教育，因为师范院校担负着培养各级各类基础教育师资的重任，培养具有较高环境素质的师资力量，是发展基础环境教育的关键所在。培养师范生的环境素质，包括环境意识、环境知识与技能、环境价值观与态度，最终形成有益于环境的行为模式，并积极投入到基础环境教育的行动中，通过他们培养中小學生（未来公民）的环境意识，是搞好环境教育和提高全民族环境素养最快捷和最有效的途径。

基于当前国际、国内的环境教育形势，作为省属重点大学的安徽师范大学，为进一步加强环境教育，传播环保理念，实践环保行为，推进环保事业，我校决定率先在国内将环保课程作为一个独立的教学模块，设置为各专业本科生的公共必修课程，对大学生实施系统的环境教育，推动环境教育进课堂、进教材、进头脑，这套“环境教育”类系列教材就是在这种背景下编写出版的。本套教材的出版，对于师范生而言，寄希望于今天培养一批有较高环境素质的毕业生，就等于日后为社会培养一大批有良好环境素养的青少年，有利于加强基础环境教育；对于非师范生而言，寄希望于激发大学生对环境问题的整体性和深层次的思考，养成良好的环保习惯，做环境保护的“践行者”和“播绿人”，有利于加强公众环境教育。

该系列教材的出版也得到了国际环保人士，前联合国官员翁盈女士、刘达政先生等的指导和支持，在此，谨表示真诚的谢意。

王 倫

2011年3月

前 言

人类对自然环境的影响和破坏已远远超出了环境的承载能力，而这种影响和破坏作用反过来又对人类自身的健康产生了严重威胁，并成为制约经济、社会可持续发展的重要因素之一。为进一步提高大学生的环境保护意识，向全社会传播环保思想和理念，使保护环境成为全社会公众的自觉行为，2009年安徽师范大学率先在高校本科生中开设了环境教育必修课程。《环境与人类健康》作为环境教育系列课程之一，经过两年多的教学实践，内容和结构逐步完善，教材质量得到了进一步提高。

本书在编写过程中遵循以下原则：

1. 系统性与完整性

本书内容可分为四部分，即环境概述、环境问题、环境健康科学以及环境污染对人类健康的影响，形成一个相对完整的内容体系。同时，在教材内容的安排上，既考虑到与其他环境教育系列课程的衔接，又注意避免重复，并体现本教材重点关注人类健康的特点。

2. 专业性与科普性

鉴于读者的知识结构和专业差异，尽量避免教材内容过度专业化，同时通过理论分析和实例讲解，重点阐述环境健康问题产生的深层次原因。

3. 时效性与趣味性

通过查阅国内外专著、科研论文，以及搜集网络信息，保证教材内容的时效性；以大量贴近日常生活的生动实例充分调动读者的学习热情。

本书共分十章。其中，第一、二、四、九、十章由杨如意编写，第三章由咎树婷编写，第五、六、七、八章由刘荣琼编写，最后由杨周生负责全书的统稿和校对工作。同时，本书在编写过程中还受到联合国人事司前副司长翁盈盈女士、安徽师范大学化学与材料科学学院王伦教授和江家发教授的热心指导和帮助，在此表示衷心感谢。

环境健康科学的内容十分广泛，并且随着新型环境健康问题的出现而不断得到拓展和延伸。由于编者知识水平有限，时间仓促，本书难免有不少缺陷和错误，热忱希望采用本书的专家和读者多提意见，以便日后再版时修订。

杨周生

2011年5月

目 录

序	王 伦
前 言	1
第一章 环 境	1
第一节 环境概念	1
第二节 环境要素	5
第三节 环境功能	28
第二章 环境问题	32
第一节 环境问题的由来	32
第二节 环境问题的的发展	34
第三节 环境问题的实质	35
第三章 全球性环境问题	39
第一节 全球气候变化	39
第二节 臭氧层破坏	41
第三节 酸 雨	48
第四节 生物多样性减少	54
第五节 有毒化学物质污染	60
第四章 中国的环境问题	66
第一节 生态环境恶化	66
第二节 环境污染严重	69
第三节 解决环境问题的根本途径	73
第五章 环境健康科学概论	77
第一节 环境健康科学发展史	77
第二节 环境健康科学研究内容和方法	83
第三节 环境健康科学新动向	86

第六章 环境与人类健康的关系	91
第一节 人与环境的辩证统一关系	91
第二节 人类健康的生物学基础	94
第七章 化学性污染物对人类健康的危害	109
第一节 农 药	109
第二节 环境激素	112
第三节 室内环境中的污染物	117
第四节 大气中的污染物	130
第五节 水体中的污染物	151
第六节 土壤中的污染物	176
第八章 物理性污染物对人类健康的危害	190
第一节 噪声污染	190
第二节 放射性污染	197
第三节 电磁污染	202
第四节 光污染	207
第五节 热污染	209
第九章 生物性污染物对人类健康的危害	212
第一节 人类对环境的影响	212
第二节 微生物性污染	214
第三节 动物性污染	217
第四节 植物性污染	219
第五节 生物入侵	221
第十章 食品安全与健康	232
第一节 食品安全概述	232
第二节 食品污染与健康	235
第三节 转基因食品对健康的影响	251
参考文献	262

第一章 环 境

良好的生存环境是保障人类健康的重要前提之一，然而，我们的环境目前正面临一系列严峻的问题和挑战。只有真正地了解和认识环境，才可能更深刻地理解环境问题及其产生的根源，从而自觉地保护环境。本章主要介绍不同学科对环境概念的界定、环境的各种组成要素以及环境的功能。

第一节 环境概念

环境（Environment）是目前人们谈论最多的话题之一，但是，不同学科对环境的定义有很大区别。《中华人民共和国环境保护法》对环境的定义是，“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。”生态学中的环境指的是研究对象（即生物）以外的所有事物，既包括研究对象生存的自然环境，也包括研究对象以外的所有其他生物（生物环境）；环境生物学中的环境是指受到人类干预和破坏的自然环境；对环境科学而言，环境是指以人类社会为主体的外部世界的总体；社会科学中的环境通常指的是人类生存及活动范围内的社会物质、精神条件的总和。

由此可见，不同学科对环境的范畴做了不同的界定，但都有一个共同点，即环境是一个相对的概念，它都有一个研究的主体和相对于主体而言的客体。客体与主体相互依存，它的内容随主体的不同而有所不同。

本书所指的环境是人类生存的环境，它既包括纯自然的环境，也包括被人类活动改造过的自然环境，或称为人工环境。当然，随着社会生产力的发展和科技水平的日益提高，没有被人类影响过的自然环境几乎是不存在的。人类是本书研究的主体，人类与生存的环境之间是一对对立统一的矛盾体。人类要不断地适应新的环境才能够继续生存下去，并且在生存的过程中又不断地改造环境；反过来环境也不断地影响着人们的生存方式。例如，在生产力低下的原始社会和奴隶社会，人类对大气组成的影响微乎其微，但是随着现代社会对石油、煤炭、天然气等化石燃料的使用，大量的 CO_2 释放到大气当中，其浓度已由 20



世纪的 350ppm 上升到目前的 500ppm，到 21 世纪中叶更将高达 700ppm。CO₂、CH₄、NO_x 等温室气体的增加使全球的气温逐年上升，两极冰川开始消退，这必将对人类的生存构成极大威胁。目前，气候变暖已经成为一个全球性的环境问题，引起世界各国的高度关注，一系列旨在削减 CO₂ 排放的全球性环境协议陆续签订和生效。随着澳大利亚前总理陆克文于 2007 年末签署了《京都议定书》，美国已成为世界上惟一个没有在该协议上签字的工业化国家。

一、环境的分类

环境是一个非常复杂的系统，目前尚未形成统一的分类方法。一般按环境的主体、范围、要素以及人类对环境的利用或环境的功能进行分类。

（一）按环境的主体来分

此种分类目前有两种体系。一种是以人或人类作为主体，其他的生命形式或非生命物质都被视为环境要素，即环境是指人类生存的环境，或称人类环境。本书即属此类，它研究的是与人类的生存、生活和生产过程密切相关的环境，如我们呼吸的空气、饮用的水、食用的食物以及生活的家居环境等。在环境科学中，很多研究领域采用这一种分类方法。另一种是以生物体（界）作为环境的主体，这里的生物体可以有不同的等级划分，如分子水平、细胞水平、个体水平、种群水平、群落水平、生态系统水平甚至整个生物圈。生态学即采用这一种分类方法，在此分类方法中，人类被作为一个特殊的生物来对待。

（二）按环境的范围来分

这种分类方法一般是根据具体的研究需要来划定，分类相对简单。如在研究太空条件下人体将产生怎样的反应时，航天器的密封舱就可以看作一个特殊的环境；在研究生存环境对人体健康的影响时，居室就可以成为一个居室环境；如果要研究一个大型的建设工程（如“三峡工程”、“青藏铁路”等）对较大范围内环境的影响，区域环境则成为研究对象。目前，由于人类生活方式的改变，对地球环境产生了深远的影响，已经受到全世界的关注。因此，在更大的尺度上（如生物圈环境、全球环境）开展研究已经显得十分必要。

（三）按环境的要素来分

由于环境本身是一个非常复杂的系统，因此，此种分类方法也比较复杂。按照环境要素的属性可以将其分为自然环境和社会环境。在自然环境中，按其主要的环境组成要素可再分为大气环境、水环境（地表水、地下水、海洋等）、土壤环境、生物环境和地质环境等。在本书讲述环境污染的分类时，有些就是



按照环境的组成要素来划分。

(四) 按人类对环境的利用或环境的功能来分

社会环境是人类社会在长期的发展过程中，为了不断提高人类的物质和文化生活而创造出来的。社会环境常按人类对环境的利用或环境的功能再进行下一级分类，分为聚落环境（如院落环境、村落环境、城市环境）、生产环境（如工厂环境、矿山环境、农场环境、林场环境、果园环境）、交通环境（如机场环境、港口环境）以及文化环境（如学校及文化教育区、文物古迹保护区、风景游览区和自然保护区）等。

二、环境的基本特性

环境的基本特性可概括为以下五个方面：

(一) 环境的整体性

环境是一个系统，自然环境的各要素之间存在紧密的相互联系、相互制约的关系。局部地区的污染或破坏，总会对其他地区造成影响和危害。所以，人类的生存环境及其保护，从整体上看是没有地区界线、省界和国界的。

(二) 环境资源的有限性

环境是资源，但这种资源不是无限的。环境中的自然资源可分为非再生资源 and 可再生资源两大类。前者指一些矿产资源，如铁矿石、石油、天然气、煤炭等，这类资源随着人类的开采其储量不断减少。生物属于可再生资源，如森林生态系统的树木被砍伐后还可以再生，水域生态系统中只要捕获量适量并保证生存环境不被破坏，就可以源源不断地向人类提供各种水产品。但由于受各种因素（如生存条件、繁衍速度、过量捕获等）所制约，在具体的一个时空范围内，对人类来说，各类资源都不可能是无限的。如水是可以循环的，也属于可再生资源，但因其大部分的循环更替周期太长，加之区域分布不均和季节降水差异性大，淡水资源已出现危机；就是洁净的新鲜空气也并非取之不尽的，据美国公共卫生局的统计，为解决空气污染所付出的总开支大约每人每年 60 美元，这意味着在许多大气污染比较重的地区，为了健康，有的人不得不为净化空气付出一定代价。

(三) 环境资源的区域性

这是自然环境的基本特征。由于纬度的差异，地球接受的太阳辐射能不同，热量从赤道向两极递减，形成了不同的气候带。即使是同一纬度，因地形高度



不同，也会出现地带性差异。一般来说，距海平面一定高度内，地形每升高100m，气温下降 $0.5^{\circ}\text{C} \sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 。经度也有地带性差异，这是由地球内在因素造成的，如受海陆分布格局和大气环流特点的影响，我国就形成了自东南沿海的湿润地区向西北内陆的半湿润地区、半干旱和干旱地区的有规律变化。不同区域自然环境的这种多样性和差异性具有特别重要的生态学意义，它是自然资源多样性的基础和保证。因此，保护生态环境的多样性，不仅保护了自然环境的整体性，同时也为自然资源的永续利用提供了基本的物质保证。

（四）环境的变动性和稳定性

环境的变动性是指环境要素的状态和功能始终处于不断的变化中。如从大的时间尺度看，今天人类的生存环境与早期人类的生存环境有很大的差别；从小的时间尺度看，我们生活的区域环境的变化更是显而易见。因此，环境的变动性就是自然的、人为的或两者共同作用的结果。但在一定的时间尺度或条件下，环境又具有相对稳定性。所谓稳定性，其实质就是环境系统对一定强度范围内干扰的自我调节，使环境在结构或功能上基本无变化或变化后得以恢复。如水体中进入的污染物浓度或总量较小时，通过水体自身的物理（沉淀、吸附等）、化学（氧化还原、电离等）以及生物（降解和转化）作用，可以将污染物的影响消除或在一定时间内得以恢复，这就是水体的自净能力。环境的稳定性和变动性是相辅相成的，变动是绝对的，稳定是相对的。没有变动性，环境系统的功能就无法实现，生物的进化和生物的多样性就不会存在，社会的进步就不能实现；没有环境的稳定性，环境的结构和功能就不会存在，环境的整体功能就无法实现。

（五）危害作用的时滞性

自然环境一旦被破坏或污染，许多的后果是潜在的、深刻的和长期的。例如一片森林被砍伐后，对区域气候的明显影响能被人们立即和直接感受到，而对于由此引发的许多其他影响，一是不能很快反映出来，如水土流失将会加剧；二是对其影响的范围和放大的程度还很难认识清楚，如生物多样性的改变等；三是恢复时间较长。污染的危害也是如此。日本汞污染引发的水俣病是在污染排放后20年才显现出来，而现在仍有许多患者在忍受着疾病的痛苦。污染危害的这种时滞性，一是由于污染物在生态系统各类生物中的吸收、转化、迁移和积累需要时间；二是与污染物的化学性质有关，如半衰期的长短、化学物质的寿命等。人类合成的用作制冷剂的氟氯碳化合物（CFCs）是能破坏臭氧层的化学制剂，它们的存留期平均在90年左右。这意味着，即使人类现在停止使用这些污染物，它们还将在大气层中存在很长一段时间，并将继续对臭氧层构成

破坏。

第二节 环境要素

构成环境整体的各个独立的、性质不同而又服从总体演化规律的基本物质组分称为环境要素，亦称为环境基质。环境要素如前所述可以分为自然环境要素和社会环境要素，目前研究较多的是自然环境要素，故环境要素通常是指自然环境要素。环境要素具有一些非常重要的特点，它们不仅体现各环境要素之间互相联系、互相作用的关系，而且是认识环境、评价环境、改造环境的基本依据。这些特点是：

①最小限制律。该定律是指“整体环境的质量，不能由环境诸要素的平均状况来决定，而是受环境诸要素中那个与最优状态差距最大的要素所控制”。这是针对环境质量而言的。

②等值性。无论各个环境要素本身在规模和数量上如何不相同，但只要是一个独立的要素，那么它们对环境质量的限制作用并无质的差别。任何一个环境要素，只要处于最差状态，对于环境质量的限制具有等值性。

③环境的整体性大于环境诸要素的个体和。环境诸要素互相联系、互相作用产生的整体效应，是在个体效应基础上质的飞跃。

④各环境要素互相联系。环境诸要素在地球演化史上出现的顺序虽然有先后之别，但它们是相互联系、相互制约和相互依赖的。从地球演化的角度来看，某些要素孕育着其他要素，例如岩石圈的形成成为大气的出现提供了条件，岩石圈和大气圈的存在又为水的产生提供了条件，岩石圈、大气圈和水圈又孕育了生物圈。

环境要素包括人类在内的所有生物在生命过程中所涉及的水、大气、生物、土壤、岩石、光照和温度等。上述每一个环境要素都是环境系统的结构单元，各个结构单元之间又是相互联系、相互影响、相互渗透的。如大气、土壤、生物体内都包含各种类型和状态的水分，这些水体之间是相互联系的，它们在地球上共同组成一个圈层，称为水圈。全球的自然环境依据其功能可以分为五大圈层，即大气圈（Atmosphere）、水圈（Hydrosphere）、岩石圈（Lithosphere）、土壤圈（Pedosphere）和生物圈（Biosphere）。

一、大气圈

（一）大气圈的垂直分层

大气圈的厚度在 2 000km ~ 3 000km。大气圈按温度垂直变化的特点可分为



对流层、平流层、中间层、暖层（电离层）和外层（散逸层）。

1. 对流层（Troposphere）

它是大气圈的最底层，其下界是地面，上界则因季节和纬度而异。在低纬度地区对流层厚度约为 17km ~ 18km，中纬度地区为 10km ~ 12km，高纬度地区为 8km ~ 9km。对流层很薄，只有大气厚度的 1% 左右，但它集中了大气圈 3/4 的质量和几乎全部的水汽。因此，对流层是大气圈中与一切生物关系最密切的一个层次，它对人类的生产生活影响最大。我们通常所说的大气污染，主要发生在这一层，特别是地面上 1km ~ 2km 的范围。所以，该层与人类和其他生物的生命活动的关系最为密切。

对流层具有三个最基本的特点：①气温随高度增加而降低（如图 1-1 所示）；②空气对流显著，由于空气的对流运动，使得高层和低层空气得到交换，近地面热量、水汽和杂质通过对流向上输送，从而导致一系列天气现象的形成；③天气现象复杂多变。

2. 平流层（Stratosphere）

平流层的厚度约为 17km ~ 55km。平流层大气与对流层不同，大气较稳定，对流运动较少，飞机多在此层飞行。另外，平流层的温度随高度增加而增加，这是因为平流层的温度主要来自于太阳辐射，所以离太阳越近温度越高。该层的另一个重要特点是有臭氧层的分布，它可以显著减少太阳光中的紫外线，从而避免地球上的生物受到过量紫外线的伤害。

3. 中间层（Intermediate layer）

中间层是从平流层顶到 85km 的高空，这一层的温度随高度的增加而降低，因为中间层的热量主要来自于平流层顶的加热作用，所以离平流层顶越远温度越低。

4. 暖层（Ionosphere）

从中间层顶到 800km 的高空为暖层，这一层的显著特点是大气处于电离状态。该层内大气因直接吸收太阳辐射，故温度随高度增加而升高，并有明显的日变化和季节变化，昼夜温差可达几百度。

5. 外层（Mesosphere）

外层是大气层最外层部分，与外太空相连，大气稀薄，地心引力弱，气体

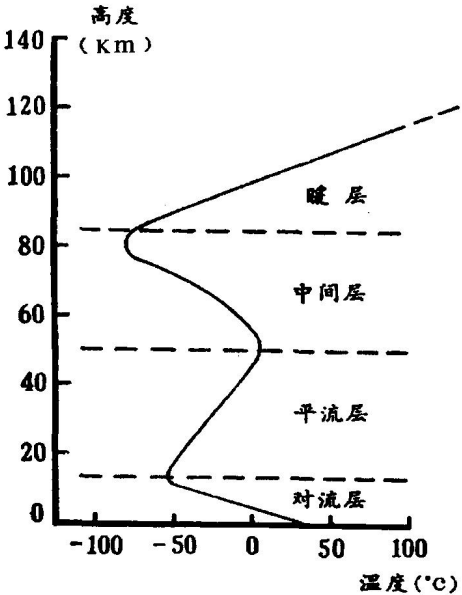


图 1-1 大气的垂直分层和气温的垂直分布

可向外太空散逸。

(二) 大气的组成

大气与人类的各种生产和生活活动息息相关，通常我们所说的大气污染是由于大气当中某种组分（自然或非自然）的组成发生了显著变化，从而引起大气环境质量显著下降造成的。因此，首先我们必须了解大气在正常情况下的组成情况。大气是多种气体组成的混合物，其组分可以分为恒定组分和可变组分。

大气的恒定组分是指大气当中浓度较为稳定的氮、氧、氩及微量的氦、氖、氪等稀有气体，其中氮、氧、氩三种组分占大气总量的 99.96%。在近地面大气中，这些气体的含量几乎可以认为是恒定的（如表 1-1）。

表 1-1 近地面的大气组成

大气组成	符号	在大气中的体积或浓度		在大气中的质量 (10 ¹⁷ kg)
		%	μL/L	
氮 气	N ₂	78.09	—	38.648
氧 气	O ₂	20.94	—	11.841
氩 气	Ar	0.93	—	0.665
二氧化碳	CO ₂	0.033	—	0.025 3（仍在不断增加）
氦 气	Ne	—	18	0.000 636
氖 气	He	—	5.2	0.000 037
氪 气	Kr	—	1.0	0.000 146
氙 气	Xe	—	0.08	0.000 018
氢 气	H ₂	—	0.5	0.000 002
甲 烷	CH ₄	—	1.5	0.000 043
一氧化碳	CO	—	0.1	受污染的大气中大于此浓度
氧化亚氮	N ₂ O	—	0.25	
水 蒸 气	H ₂ O	0~4%	—	随地区或季节不同而有很大差异
臭 氧	O ₃	—	地表面处：	受污染的大气中有变化
			0~0.07	
			20km~30km 处：	
			0.1~0.2	

资料来源：盛连喜，曾宝强，刘静玲，等. 环境保护概论 [M]. 北京：化学工业出版社，2002.

大气的可变组分主要指大气当中 CO₂、水蒸气等，这些气体的含量由于受地区、季节、气象以及人类的生产和生活活动等因素的影响而有所变化。在正常状态下，水蒸气的含量约为 0~4%，CO₂ 的含量已达到 0.033%，成为影响最为严重的温室气体。

(三) 大气的功能

1. 对太阳辐射的削弱作用

太阳能是以 200nm ~ 4 000nm 波长的电磁波向外辐射的, 其中可见光部分 (400nm ~ 710nm) 约占 41% 的能量, 红外光 (710nm ~ 3 000nm) 约占 50%, 其余约 9% 为紫外光 (400nm ~ 80nm)。波长短于 300nm 的紫外光对生物生长具有很大危害, 因为它含有很高的能量, 能破坏生物有机分子的化学键。平流层中约 30km 的高空分布着臭氧层, 它对紫外线具有很强的吸收作用, 从而削弱了到达地球的紫外线, 对地球上的生物起到了保护作用。辐射到地球的太阳能只有一半到达地表, 另一半被大气中的物质吸收或反射回宇宙空间。大气对太阳辐射的削弱作用主要有三种形式: 吸收、散射和反射。

2. 保温作用

大气既可以削弱太阳辐射到地面的能量, 同时又可以通过地面辐射和大气辐射来保持大气的温度。

地面和大气既能吸收太阳辐射, 又能依据本身的温度状况向外辐射。由于地面和大气的温度远远低于太阳的温度, 因而地面和大气辐射的电磁波波长比太阳辐射的长得多, 其能量主要集中在 $4\mu\text{m} \sim 120\mu\text{m}$ 范围内, 故常把太阳辐射称为短波辐射, 而地面和大气辐射称为长波辐射。地面辐射是向上的, 大气辐射既有向上的, 也有向下的。大气辐射方向向下的部分称为大气逆辐射, 它的存在能使地面因长波辐射而损失的热量减少, 这种作用对保持地球表面的热量平衡具有重要意义, 称其为大气的保温效应。正是大气的这种保温效应为人类提供了适宜生存的温度环境。

在对流层中, 气温一般是随高度增加而降低的, 但在一定条件下会出现反常现象, 即近地面大气温度随高度增加而增高, 这种现象称为逆温。近地面的逆温多由于热力条件而形成, 以辐射逆温为主。辐射逆温是地面因强烈辐射而冷却降温所致, 这种逆温层多发生在距地面 100m ~ 150m 的高度内。最有利于辐射逆温发展的条件是平静而明朗的夜晚, 因为云和风都能减弱逆温。当白天地面因受日照而升温时, 近地面空气的温度随之升高, 夜晚地面由于向外辐射能量而冷却, 这便使近地面空气的温度自下而上逐渐降低。由于上面的空气比下面的冷却慢, 结果就形成了逆温现象。逆温层下冷上热, 大气稳定, 运动较少, 因此对大气污染物的扩散和稀释非常不利。

大气中的 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 和人工制造的 CFC - 11 (氯氟烃类)、CFC - 12 可使地表温度升高, 通常称为温室气体。它们在大气中含量不高, 但引起的温室效应明显。上述几种温室气体的增温潜值顺序为 $\text{CFC} - 12 > \text{CFC} - 11 > \text{N}_2\text{O} > \text{CH}_4 > \text{CO}_2$ 。虽然 CO_2 的增温潜值并不是最高的, 但它却是造成全球气温升高最