

JIYU CHIXU HEXIE FAZHAN DE
HUANJING SHENGTAIXUE YANJIU

基于持续和谐发展的 环境生态学研究

许鹏辉◎著



中国商务出版社
CHINA COMMERCE AND TRADE PRESS

基于持续和谐发展的 环境生态学研究

许鹏辉◎著



中国商务出版社

CHINA COMMERCE AND TRADE PRESS

图书在版编目(CIP)数据

基于持续和谐发展的环境生态学研究 / 许鹏辉著.

--北京: 中国商务出版社, 2018.7

ISBN 978-7-5103-2474-1

I. ①基… II. ①许… III. ①环境生态学—研究

IV. ①X171

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 146700 号

基于持续和谐发展的环境生态学研究

JIYU CHIXU HEXIE FAZHAN DE HUANJING SHENGTAIXUE YANJIU

许鹏辉 著

出 版:中国商务出版社

地 址:北京市东城区安定门外大街东后巷 28 号

邮 编:100710

责任部门:职业教育事业部(010-64218072 295402859@qq.com)

责任编辑:周 青

总 发 行:中国商务出版社发行部(010-64208388 64515150)

网 址:<http://www.cctpress.com>

邮 箱:cctp@cctpress.com

照 排:北京亚吉飞数码科技有限公司

印 刷:三河市铭浩彩色印装有限公司

开 本:787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张:14.5 字 数:260 千字

版 次:2019 年 3 月第 1 版 2019 年 3 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5103-2474-1

定 价:58.00 元

凡所购本版图书有印装质量问题,请与本社总编室联系。(电话:010-64212247)



版权所有 盗版必究(盗版侵权举报可发邮件到本社邮箱:cctp@cctpress.com)

前 言

环境生态学是运用生态学原理,研究生物与环境之间的相互关系,阐明人类对环境的影响以及如何通过生态途径解决环境问题的一门科学。随着人口的增长、工业的发展,世界上出现了一系列的环境问题,如全球性气候变暖、臭氧层破坏、土地荒漠化、水土流失、生物多样性锐减、环境污染等,这些问题严重威胁着人类当前的生活质量和未来发展前途。于是,积极探索一条人类与自然和谐共荣的可持续发展道路,是人类社会未来发展的必然选择。

本书在简明阐述环境生态学有关基础理论的基础上,以可持续发展战略的有关思想为指导,深入讨论了环境生态科学的有关方法与技术,力求探索一条人与自然和谐共荣的发展之路。全书共分 8 章,内容包括环境保护与环境生态学、生物与环境、生物种群与群落、生态系统与生态平衡、生态退化与生物修复、生态监测与评价、生态环境管理与规划、持续和谐发展下的生态环境保护。

全书内容新颖、语言通俗、图文并茂,能够突出生态科学与环境保护之间的密切关系。依据生态学原理,在深刻揭示人与自然和谐共荣的必要性的同时,着力探讨了生态系统变化机制、变化规律、修复技术以及生态环境保护实践等问题。理论与实践相结合,既具有较高的学术价值,又具有较强的实用性。

在撰写本书的过程中,作者得到了同行业内许多专家学者的指导帮助,也参考了国内外大量的学术文献,在此一并表示真诚的感谢。

生态环境科学是一门发展十分活跃的学科,不断有新知识出现,甚至会有新分支学科产生。鉴于理论水平和实践积累的局限,书中难免存在疏漏和不足之处,真诚希望有关专家和读者批评指正。

作者

2018 年 4 月

目 录

第 1 章 环境保护与环境生态学	1
1.1 环境	1
1.2 全球生态环境问题及其特点	5
1.3 环境科学与环境保护	12
1.4 环境生态学	22
第 2 章 生物与环境	31
2.1 生态因子	31
2.2 光的生态作用及生物适应	40
2.3 温度的生态作用及生物适应	46
2.4 水的生态作用及生物适应	53
2.5 空气的生态作用及生物适应	58
2.6 土壤的生态作用及生物适应	62
第 3 章 生物种群与群落	68
3.1 种群与种群生态学	68
3.2 种群的数量动态	74
3.3 种内与种间关系	79
3.4 种群的调节	83
3.5 群落与群落生态学	87
3.6 生物群落的形成和基本特征	87
3.7 生物群落的组成、结构及分布	96
第 4 章 生态系统与生态平衡	102
4.1 生态系统的定义与研究方法	102
4.2 生态系统的组成、结构和特征	104
4.3 生态系统的基本功能	111

4.4	世界主要生态系统的类型	117
4.5	生态系统的平衡及其调控机制	124
第5章	生态退化与生物修复	129
5.1	生态退化的定义及特征	129
5.2	植被破坏	134
5.3	土地退化	141
5.4	生物多样性锐减	150
5.5	生态退化的生物修复	153
5.6	生态工程恢复技术	158
第6章	生态监测与评价	161
6.1	环境污染及污染物在生态系统中的迁移和转化	161
6.2	生态监测	176
6.3	生态评价	186
第7章	生态环境管理与规划	192
7.1	生态环境管理	192
7.2	生态规划	198
第8章	持续和谐发展下的生态环境保护	204
8.1	未来人类社会的发展观与可持续发展战略的提出	204
8.2	自然资源的可持续性利用	211
8.3	人与自然的和谐共荣	220
参考文献		222

第 1 章 环境保护与环境生态学

所谓环境,具体是指围绕人类生存的各种外部条件和要素的总和,也就是每个人所面对的一切——脚下的大地、呼吸到的空气、喝到的淡水、吃到的食物以及所看到的各种自然和人文景观。人类是环境的产物,要依赖自然环境才能生存和发展;人类又是环境的改造者,通过社会性生产活动来利用和改造环境,使其更适合人类的生存和发展。随着人口的迅猛增加、经济的快速发展和科学技术的突飞猛进,人类改造自然的规模越来越大,向自然索取的资源越来越多,同时向环境中排放的污染物质也与日俱增,从而对生态环境造成了十分严重的破坏。着眼于人类可持续发展的长远大局,环境保护已经引起了世界各国的高度重视。

1.1 环境

1.1.1 环境的概念

“环境”一词由来已久,早在 11 世纪,我国北宋的《新唐书》中使用了“环境”一词,其意为“周围”。14 世纪,我国明朝时期的《元史》里有“环境筑堡寨”的记述。19 世纪,苏格兰人托马斯·卡莱尔创造了与中文“环境”意思相近的英文词汇“environment”。演变至今,“环境”概念已臻定型。就其词义而言,是指周围的事物。但是当我们讲到周围事物的时候,必然暗含着一个中心事物,否则,环境一词就失去了明确的含义。从哲学上讲,与某一中心事物有关的周围事物,就是该中心事物的环境。二者构成了矛盾的两个方面,二者之间经常进行物质、能量和信息的交流,如图 1-1 所示。

显而易见,环境因中心事物的不同而不同,随中心事物的变化而变化。在不同的科学、学科、实际工作中,对环境概念的内涵和外延所作的表述是不同的,即环境的定义不同。本书所涉及的环境的定义,主要包括如下三类:

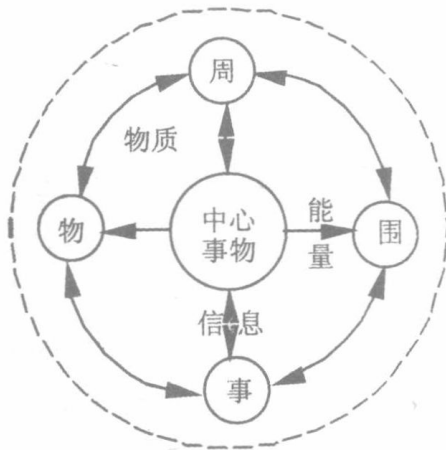


图 1-1 中心事物与环境的关系

(1)环境科学领域中环境的定义。人群周围的境况及其中可以直接、间接影响人类生活和发展的各种自然因素和社会因素的总体,包括自然因素的各种物质、现象、过程及人类历史中的社会、经济成分。

(2)生态学中环境的定义。生物有机体周围的空间以及其中一切可以直接或间接影响生物有机体生活和发展的各种因素的总和。当生物有机体限定为人群时,生态学中环境的定义就与环境科学领域中环境的定义是相同的。

(3)环境保护法中环境的定义。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、湿地、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。

1.1.2 环境的分类

所谓分类,是指按相关特征、指标等划分事物的类别,因此,分类所依据的特征、指标等的多少、详略决定了分类体系的繁简、精粗。就环境而言,目前一般是根据研究或工作的目的、综合条件等,通过单独或同时界定主体、范围、要素和功能(包括人类对环境的利用)等对环境进行定义,进而建立较为复杂的环境分类体系。

1. 按主体分类

按照主体的不同,环境可以分为如下两类:

(1)以人或人类为主体。即环境就是指人类的环境,其构成包括自然因素和社会因素,而自然因素包括非生命物质和除人类以外的生命。在环境

科学中,多数人采用这种分类法。

(2)以生命体(界)为主体。即环境就是指生命体(界)的环境,其构成仅包括非生命的自然因素,而社会因素随同人或人类成为主体。在生态学中,往往采用这种分类法。

2. 按范围大小分类

根据环境范围大小分类是比较简单的分类方法。在明确环境主体的前提下,通常可将环境划分为宇宙环境、地球环境、区域环境、生活环境、小环境、内环境,详述如下:

(1)宇宙环境。宇宙环境又称星际环境,指地球大气圈以外的广阔空间和存在于其中的天体及物质等,其主体是被大气圈包裹着的地球。宇宙环境对地球产生了并将继续产生深刻的影响。其中,太阳是地球的主要光源和能源,维持着地球生物圈的运转。人类活动越来越多地延伸到大气层以外的空间(如发射人造卫星、各种运载火箭、空间探测工具等),影响近地和深空宇宙环境的问题已被人们所关注,并成为环境科学的一个新兴的研究领域。

(2)地球环境。地球环境又称全球环境,指地球上生命存在的空间和存在于其中的客观条件,其主体是地球生物界。地球环境的范围是从海平面以下约 12km 的深度到海平面上 10km 的高度,包括岩石圈(土壤圈)、水圈和大气圈下层。地球环境是所有地球生物的资源库,并为所有地球生物提供栖息地,通常把大气圈底部、水圈全部和岩石圈上部及其中栖息生活的所有地球生物的总体称为生物圈。所有地球生物都对地球环境有或多或少的影响,特别是人类不当的发展模式、生产生活方式,对地球环境的影响巨大且深远。例如,过度碳排放导致地球气候变暖,加剧了地球环境恶化,日益威胁人类自身的生存。

(3)区域环境。区域环境又称地区环境,指具有某种相对稳定的自然地貌、气候等特征的空间和存在于其中的客观条件,其主体是与其相适应的植物、动物和微生物的集合。区域环境是地球环境的特征性局部,如湖泊、江、河、海洋、沙漠、高山、丘陵和平原;热带、亚热带、温带和寒带等。区域环境孕育着独特组合的生物类群,区域环境与其中的生物一起构成不同类型的生态系统,生态系统是生物圈的特征性局部,如湖泊生态系统、河流生态系统、海洋生态系统、热带雨林生态系统、沙漠生态系统等。区域环境的稳定性是地球环境健康的基础,遏制地球环境恶化必须做好区域环境的保护工作。

(4)生活环境。生活环境又称栖息地,指适合于特定物种生存、繁衍的空间和存在于其中的客观条件,其主体是特定生物。一般来说,每一个种群

只能在一定限度的客观条件中生存、繁衍,并在某段最适幅度内发育最好,如客观条件超出了最适幅度,向最大和最小限度两个方向发展,则种群规模会逐渐缩小,乃至全部消逝。区域环境覆盖多种物种的生活环境,保护好区域环境较之刻意单独保护某一物种的生活环境会有事半功倍的效果。

(5)小环境。小环境又称微环境,是指接近生物个体表面,或个体表面不同部位的空间和存在于其中的客观条件,其主体是生物个体或其局部。一般来说,小环境直接影响生物的生活质量和生命状态。例如,植物根系附近的土壤环境,叶片附近的大气环境,都直接影响植物的生存、生长。

(6)内环境。内环境是指生物体内系统、器官、组织、细胞甚至细胞器周围的空间和存在于其中的客观条件,其主体是系统、器官、组织、细胞甚至细胞器。内环境是生物新陈代谢、分化、进化的结果。内环境比外环境具有更高的独特性和稳定性。内环境是外环境所不能替代的,自然状态下,生物的生命活动都只能在内环境中进行。

1.1.3 环境的功能

对于人类而言,环境功能是环境要素及由其构成的环境状态对人类生产和生活所承担的职能和作用,其功能非常广泛,具体可以概括如下:

(1)为人类提供生存的基本要素。人类、生物都是地球演化到一定阶段的产物,生命活动的基本特征是生命体与外界环境的物质交换和能量转换。空气、水和食物是人体获得物质和能量的主要来源。因此,清洁的空气、洁净的水、无污染的土壤和食物是人类健康和世代繁衍的基本环境要素。

(2)为人类提供从事生产的资源基础。环境是人类从事生产与社会经济发展的资源基础。自然资源可分为可耗竭资源(不可再生资源)和可再生资源两大类。可耗竭资源是指资源蕴藏量不再增加的资源。它的持续开采过程也就是资源的耗竭过程,当资源的蕴藏量为零时,就达到了耗竭状态。可耗竭资源主要是指煤炭、石油、天然气等能源资源和金属等矿产资源。可再生资源是指能够通过自然力以某一增长率保持、恢复或增加蕴藏量的自然资源。例如太阳能、大气、森林、农作物以及各种野生动植物等。许多可再生资源的可持续性受人类利用方式的影响。在合理开发利用的情况下,资源可以恢复、更新、再生,甚至不断增长。而不合理的开发利用,会导致再生过程受阻,使蕴藏量不断减少,以致枯竭。例如水土流失或盐碱化导致土壤肥力下降,农作物减产;过度捕捞使渔业资源枯竭,由此降低鱼群的自然增长率。有些可再生资源不受人类活动影响,当代人消费的数量不会使后代人消费的数量减少,例如太阳能、风力等。

(3)对废物具有消化和同化能力(环境自净能力)。人类在进行物质生产或消费过程中,会产生一些废物并排放到环境中。环境通过各种各样的物理(稀释、扩散、挥发、沉降等)、化学(氧化和还原、化合和分解、吸附、凝聚等)、生物降解等途径来消化、转化这些废物。只要这些污染物在环境中的含量不超出环境的自净能力,环境质量就不会受到损害。如果环境不具备这种自净能力,地球上的废物就会很快积累到危害环境和人体健康的程度。环境自净能力(环境容量)与环境空间的大小、各环境要素的特性、污染物本身的物理和化学性质有关。环境空间越大,环境对污染物的自净能力就越大,环境容量也就越大。对某种污染物而言,它的物理和化学性质越不稳定,环境对它的自净能力也就越大。

(4)为人类提供舒适的生活环境。环境不仅能为人类的生产和生活提供物质资源,还能满足人们对舒适性的要求。清洁的空气和水不仅是工农业生产必需的要素,也是人们健康、愉快生活的基本需求。优美的自然景观和文物古迹是宝贵的人文财富,可成为旅游资源。优美、舒适的环境可使人心情愉快,精神愉悦,充满活力。随着物质和精神生活水平的提高,人类对环境舒适性的要求也会越来越高。

1.2 全球生态环境问题及其特点

所谓环境问题,是指作为中心事物的人类与作为周围事物的环境之间的矛盾。人类生活在环境之中,其生产和生活不可避免地对环境产生影响。这些影响有些是积极的,对环境起着改善和美化的作用;有些是消极的,对环境起着退化和破坏的作用。另外,自然环境也从某些方面(如严酷的环境和自然灾害)限制和破坏人类的生产和生活。上述人类与环境之间相互的消极影响就构成了环境问题。

1.2.1 环境问题的历史回顾

随着人类的出现、生产力的发展和人类文明程度的提高,环境问题也随之产生。人类通过自己的生产与消费作用于环境,从中获取生存和发展所需的物质和能量,同时又将“三废”排放到环境中。环境对人类活动的影响(特别是环境污染和生态破坏)又以某种形式反作用于人类,人类与环境之间以物质、能量和信息连接起来,形成了复杂的人类环境关系。

当人类的活动违背自然规律时,就会对环境质量造成一定程度的破坏,

从而产生环境问题,并由小范围、低程度危害,发展到大范围、对人类生存造成不容忽视的危害,即由轻污染、轻破坏、轻危害向重污染、重破坏、重危害方向发展。可以说,环境问题是伴随着人类的出现而产生的。在古代,由于人类对自然的开发和利用规模很小,所以问题不是十分突出。环境问题成为严重的社会问题,是从工业革命开始的。现以环境污染为例,讨论世界上工业发达国家环境问题发展的几个阶段。

1. 萌芽阶段(工业革命以前)

自有人类以来,环境问题就一直存在着。早期农业环境问题阶段涵盖了从人类出现直至工业革命之前这段漫长的历史时期,新石器时代以前的远古时期,人类的采集和狩猎就曾对许多物种的数量和生存造成了一定程度的破坏和影响,迫使人类必须不断迁徙,以寻找和追逐食物。新石器时代开始的原始农业、牧业,进一步加速了对森林、草原等植被的破坏,使人类的生产和聚居环境日趋恶化。

然而,直至工业革命以前,虽然已出现了城市化和手工业作坊(或工场),但工业生产并不发达,由此引起的环境污染问题并不突出。

2. 发展恶化阶段(工业革命至 20 世纪 50 年代前)

这一时期的能源除煤炭以外又增加了石油,且石油所占的比例逐渐增加。因此,一方面煤炭污染有所增加;另一方面,又出现了石油及石油产品引起的污染,大气中氮氧化物含量增加,出现了光化学烟雾现象。同时,有机化学工业和汽车工业的发展,使环境问题更具有社会普遍性。例如,1930 年 12 月,比利时马斯河谷工业区工厂排出的含有 SO_2 的有害气体,在逆温条件下造成了几千人发病、60 多人死亡的严重大气污染事件。1943 年 5 月至 1955 年 9 月,美国洛杉矶市汽车排放的碳氢化合物和 NO_x 在太阳光的作用下,产生了光化学烟雾,造成很多居民患病、400 多人死亡的严重大气污染事件。

3. 第一次高潮(20 世纪 50 年代至 70 年代)

环境问题的第一次高潮出现在 20 世纪 50~70 年代。随着工业发展、人口增加和城市化进程的加快,环境污染逐渐加剧,并成为很多国家的重大社会问题。这一时期除了石油及石油产品引起的污染急剧增加外,又出现了巨型油轮污染海洋,高空飞行器污染大气,有毒化学品、化肥、农药的大量使用,以及放射性、噪声、振动、垃圾、恶臭、电磁辐射、地面沉降等新的环境问题。著名的“八大公害事件”大多发生在这一时期。

例如,1952年12月的伦敦烟雾事件(由居民燃煤取暖排放的 SO_2 和烟尘遇逆温天气,造成5天内死亡人数达4000人的严重的大气污染事件);1953~1956年日本的水俣病事件(由水俣湾镇氮肥厂排出的含甲基汞的废水进入水俣湾,人食用了含甲基汞污染的鱼、贝类,造成神经系统中毒,病人口齿不清、步态不稳、面部痴呆、耳聋眼瞎、全身麻木,最后精神失常,患者达180人,死亡达50多人);1955~1972年日本的骨痛病事件(由日本富山县炼锌厂排放的含镉废水进入河流,人喝了含镉的水,吃了含镉的米,造成关节痛、神经痛和全身骨痛,最后骨脆、骨折、骨骼软化,饮食不进,在衰弱疼痛中死去,可以说是惨不忍睹。患者超过280人,死亡人数达34人);1961年日本的四日市哮喘病事件(由四日市石油化工联合企业排放的 SO_2 、碳氢化合物、 NO_x 和飘尘等污染物造成的大气污染事件,导致支气管哮喘、肺气肿的患者超过500多人,死亡人数达36人)等。这些震惊世界的公害事件,形成了第一次环境问题高潮。

4. 第二次高潮(20世纪80年代以后)

这一时期,人类经济与社会发展是以扩大开采自然资源和无偿利用环境为代价的。一方面,创造了空前巨大的物质财富和前所未有的社会文明;另一方面,也造成了全球性的生态破坏、资源短缺、环境污染加剧等重大问题。总体而言,全球环境仍在进一步恶化,这就从根本上削弱和动摇了现代经济社会赖以存在和持续发展的基础。这一阶段从产业革命开始到1984年发现南极臭氧空洞为止。瓦特于1784年发明了蒸汽机,使生产力获得了飞跃性的发展。工业的发展促进了老城市的发展扩大,同时出现了许多新城市。城市人口迅速增加,城市的规模和结构布局也迅速扩大和变化,于是就出现了“城市病”这样的环境问题。所谓“城市病”,是指城市基础设施(包括水、电、气、道路等)落后,跟不上城市工业和人口发展的需要,而引起道路堵塞、交通拥挤、“三废”成灾、污染严重等症状。

经过近四十年的努力,环境问题得到了明显的遏制,在某些方面也取得了突出的成效。但是,依然有许多迫在眉睫的环境问题等待人们解决,如大气污染日益加剧、水域污染日益加剧、垃圾围城现象普遍、噪声污染普遍超标、水土流失难以遏制、土地荒漠化不断扩展、濒危物种生境缩小、水资源呈现短缺、耕地资源逐年减少、森林资源供不应求等。

1.2.2 人类面临的主要环境问题

当前人类所面临的主要环境问题主要表现为人口膨胀、资源短缺、生态

破坏和环境污染。它们之间相互关联、相互影响,成为当今世界环境科学的重点研究对象。

1. 人口问题

人口的急剧增加可以认为是当前环境的首要问题。近百年来,世界人口的增长速度达到了人类历史上的最高峰,目前世界人口已经超过 60 亿!人既是生产者,又是消费者。从生产者的角度来说,任何生产都需要大量的自然资源来支持,如农业生产要有耕地、灌溉水源,工业生产要有能源、各类矿产资源、各类生物资源等。随着人口的增加,生产规模必然扩大,一方面所需要的资源持续增多;另一方面在任何生产中都会有废物排出,而随着生产规模的扩大,资源的消耗和废物的排放量也会逐渐增大。目前,人口问题在某些国家或地区已经表现得十分突出,是人类必须研究和改善的问题之一。

2. 资源问题

人口的增长必然带来从环境中攫取更多的资源,而那些不可再生资源将面临着短缺和耗竭的危险,即使可再生资源也会出现供不应求的局面。全球资源问题主要表现为水资源严重短缺,土地资源不断减少和退化,能源紧张,矿产资源浪费和短缺等。

3. 生态破坏问题

主要是森林破坏、牧场退化、水土流失、荒漠化、生物多样性锐减。据资料表明,全球目前水土流失面积达 2500 万平方公里,占全球陆地面积的 16.8%;全球有 36 亿公顷干旱土地受到沙漠化的危害;有 10%~20%的植物消失,已知在过去的 4 个世纪中,人类活动已经引起全球 700 多种物种的灭绝。

4. 环境污染问题

人口的增长,科学技术的发展,生活水平的不断改善,资源的需求量大增,在生产的大发展过程中也加快了环境污染问题,主要表现在水质污染、大气污染、土壤污染等方面。

1.2.3 全球性生态破坏和环境污染问题

全球性生态破坏和环境污染问题都是人口、粮食、能源、资源和环境五大问题的具体化。

1. 土地退化和荒漠化

不合理的土地利用,如森林、草场、耕地的过度开发,山地植被的破坏等是土地退化、土地荒漠化的主要原因。土地的裸露导致了土壤流失量迅速增加,有些地方达到了 $100\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。目前已有 100 多个国家的可耕地的肥沃程度在降低。此外,化肥和农药的过度使用、大气毒尘的降落、泥浆的喷洒、危险废料的抛弃等对土地造成的污染是土地退化、土地荒漠化的另一重要原因。

2. 温室效应增强及全球气候变暖

大气中的温室气体,如 CO_2 、 N_2O 、甲烷、氟氯烃、 O_3 等,允许太阳辐射的能量穿过大气到达地表,同时防止地球反射的能量逸散到天空。这些气体的作用如一个温室的罩子,其结果使低层大气变暖,因此称温室效应。

大气中主要的温室气体,如 CO_2 、 O_3 等,虽然含量很少,但其温室效应十分强烈。温室效应的结果是使地面温度升高。如果没有这些温室气体,大气将比目前的温度低 30°C 以上,地球上的许多生态系统将不复存在。但是,若其含量超过正常或少于正常,由此引起的气候变化,又使许多生态系统产生很大变化。由此可见温室气体对于全球温度的重要作用。

世界气象组织(WMO)于 2012 年 11 月 19 日发布的《WMO 温室气体公报(2011 年)第 8 期》显示,2011 年大气二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)和氧化亚氮(N_2O)的全球平均浓度继续创出新高,其中 CO_2 为 $390.9 \pm 0.1\text{ppm}$, CH_4 为 $1813 \pm 2\text{ppb}$, N_2O 为 $324.2 \pm 0.1\text{ppb}$,分别为工业革命前的 140%、259%和 120%。近几十年来,平流层中 O_3 在减少,而对流层中的 O_3 在增加,年增长率为 2%~3%。大气中一些主要的温室气体在工业革命前、1990 年、2011 年的平均浓度和增长率具体如表 1-1 所示。

表 1-1 人类活动影响下的温室气体

温室气体种类	CO_2	CH_4	CFC-11	CFC-12	N_2O
工业革命时期(1750~1800 年)	280ppm	700ppb	0ppt	0ppt	288ppb
1990 年	353ppm	1720ppb	280ppt	484ppt	310ppb
2011 年	390.9ppm	1813ppb	240ppt	530ppt	324.2ppb
2011 年相对于 1750 年的增长率	140%	259%			120%
2010~2011 年绝对增量	2.0ppm	5.0ppb			1.0ppb
2010~2011 年相对增量	0.51%	0.28%			0.31%
2011 年前 10 年的 年平均绝对增量	2.0 ppm/年	3.2 ppb/年			0.78 ppb/年

在温室气体增加的同时,海水温度也随之升高,这将使海水膨胀,造成海平面抬高。此外,由于极地剧烈增温,冰雪融化,水界向极地萎缩,融化的水量也将造成海平面抬升,将使世界上许多沿海大城市受到威胁。另外,人类活动引起的气候增暖,必然将引起全球生态系统变化。

气候变化是近年来人们最关注的环境问题之一。尽管存在某些区域性和时间阶段性的差异,但近百年来全球气候确实呈现变暖的趋势,给人类环境造成了日益严重的影响。科学家们预言,人类如不采取果断和必要的措施,到 2030~2050 年,大气中 CO_2 含量将比工业革命时(1850 年)增加 1 倍,即 540×10^{-6} (体积分数)。全球平均气温有可能上升 $1.5 \sim 4.5^\circ\text{C}$ 。变暖速度是过去 100 年的 5~10 倍。与此同时,海平面可能上升 30~50cm。

3. 臭氧层损耗

人类活动产生的臭氧消耗物的排放,造成了臭氧层损耗。大量观测和研究结果表明,南北半球中高纬度高层大气中臭氧损耗逾 5%~10%,南极的臭氧层最高时损失 50% 以上,在地球两个极地的上空还形成了臭氧层空洞。臭氧损耗使到达地面的紫外线辐射 UV-B 的辐射强度增强,致使人类皮肤癌和白内障发病率增高,同时使植物的光合作用受到抑制,使海洋中的浮游生物减少,进而影响水生物的生物链乃至整个生态系统。

4. 化学污染威胁

数百万种人工合成化合物对生物和人类构成双重威胁,一方面直接进入机体,损害健康、危及生命;另一方面污染土壤、水体、空气环境,危及生态系统、生物群落功能。后者的危害不易察觉但影响深远。农药、农膜、化肥等对土壤质地、肥力的破坏,使农业维持高产出的成本越来越高,已是一些农业区难以逾越的问题。而远离人类活动的,号称地球上最后的天然生态系统的极地冰盖已被证实受到了化学物质的污染,这意味着,地球上已经没有了理想中的安全的生产空间。

5. 淡水资源短缺及污染

全球水资源总量虽然丰富,但可方便获得的淡水资源却不足,人均淡水资源量不到 2000m^3 的国家有 40 个。根据专家估计,从 21 世纪开始,世界上将有 1/4 的地方长期缺水。此外,工业废水、城乡生活污水、农业面源污染、畜禽养殖污染等,使河流、湖泊、地下水受到污染,进一步加剧了水资源短缺程度。在发展中国家,有 80%~90% 的疾病和 1/3 以上的死亡都与使用遭到细菌或化学污染的水有关,每天有 2.5 万人死于水污染造成的疾病。

6. 大气污染的越界传输

工业生产和火力发电等排放的大量大气污染物,已不再仅仅只是污染局部地区,还经高烟囱排放后,在大气环流影响下远距离传送,造成邻近地区(邻国甚至其他大洲)的环境问题。一些本身没有大量二氧化硫、氮氧化物等酸性气体污染物排放的地区,也面临着酸雨问题,出现了土壤、湖泊酸化,建筑物、古迹文物被腐蚀等现象。

7. 森林面积急剧减少

在过去数百年中,温带地区的国家失去了大部分森林;最近几十年,热带地区的国家森林面积减少的情况更加严重。1980~1990年,世界上有 $1.5 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 的森林(占森林总面积的12%)消失了。对森林的过度砍伐,导致了物种减少、水土流失、土地退化、生态环境恶化、温室气体浓度增加、旱涝灾害发生频率增加等一系列环境问题的发生。

8. 生物多样性减少

由于城市化、农业、畜牧业的发展,森林、湿地和草原自然区域越来越小,生物的栖息地面积减少,加上生物物种被过度使用或人为抑制,以及环境污染,导致数以万计的物种灭绝。目前每天约有50个物种消失。照此速度,今后50年内,世界上现存的1/4的物种可能会灭绝。生物物种的大量灭绝,意味着生态系统的进一步破坏、可被利用的原料和基因消失。由此造成的后果之一是,由于自然的抑制机制缺失,人类将不断面临“新瘟疫”的威胁。

9. 过度开发海洋和海洋污染

海洋的财富并不是取之不尽的,相反,它比人们想象的要脆弱得多。由于过度捕捞,海洋的渔业资源正在以令人可怕的速度减少,而被污染了的海产品经济价值和安全性每况愈下,这严重威胁着生活在离海岸线100km左右的陆地,依赖捕捞海产品生存和发展的全世界约60%的人口未来。

10. 城市无序扩张

城市的无序扩张带来了一系列必须引起高度关注的环境和社会问题。首先,其必然会造成自然环境的破坏;其次,会使因人口高度聚集而产生的生活污染集中管控问题突出;最后,会使噪声、废热等生产污染对市民的群