

Chapter 1

第1章 环境问题与可持续发展

当今社会、经济与环境的可持续发展已经成为世界各国普遍关注和亟待解决的重大命题。人类社会发展到今天,社会生产力的水平已经大大提高,物质财富空前繁荣,但这并不能说明全球绝大多数人类比以往任何一个时期都生活得更加安全 and 健康。工业化过程追求的是集聚和积累人工资本,而不关注人类文明赖以生存的基础——自然资本。自然资本不仅包括人类生产生活所利用的资源,还包括草原、平原、沼泽、港湾、河岸、珊瑚礁、苔原和森林在内的环境系统,这些复杂系统构成的地球使生命成为可能,并向人类及其他生命提供无偿的服务。这些服务至今没有替代物,也无法准确估算它的价值。

1991—1993 年间,耗资 2 亿美元的生物圈 2 号^①无法维持 8 名参加试验的科学家所需的氧气,而生物圈 1 号——地球却每天为 60 多亿人免费供应足够的氧气。粗略地估计,自然界直接流入社会的生物服务价值每年至少 36 万亿美元,这一数字接近全世界每年的生产总值 39 万亿美元,如果加上间接的价值和“效益”,全世界自然界的生态系统服务的价值大约在 400 万亿~500 万亿美元之间。长期以来,人类认为自然环境的一切是没有价值的,理所当然地享受着这“免费的大餐”,对自然贪婪地索取,肆意地破坏,导致的严重后果是人与自然陷入日益尖锐的矛盾之中,人类不断遭受到大自然无情的报复,被带到了灾难的边缘,由此引发一系列全球性环境问题——全球气候变暖、臭氧层破坏、物种灭绝、生物多样性减少、有毒有害化学物质污染加剧、土地沙化……同时,传统的工业化并没有使人类普遍地富裕起来。据世界银行统计,全球近 1/4 人口还处于极端贫困之中,区域性环境恶化严重影响着人类的生存和健康。西方工业化发展模式和解决环境问题的方法与手段并不完全适用于其他国家,特别是中国,解决环境问题的唯一选择是探索与区域生态环境、社会与经济特征相适应的可持续发展之路。

^① 生物圈 2 号是美国建于亚利桑那州图森市大沙漠中的一座微型人工生态循环系统,为了与生物圈 1 号(地球本身)区分而得此名,是爱德华·P. 巴斯与其他人员主持建造的人造封闭生态系统,占地 12000m²,耗资 2 亿美元,历时 8 年。

21 世纪,人类面对这一困境必须自觉地改变价值观和构架新的发展战略,并且不能仅仅停留在联合国及各国颁布的文件上,生态环境保护、环境污染控制和环境规划与管理等系统工程实施,需要政府的正确决策、企业的环境管理行为以及每个地球公民的参与;更需要在不同国家和不同文化背景下,通过各种实践活动去开创、发展和完善环境科学理论与方法,这也是当今世界环境科学迅猛发展的原因所在。

1.1 环境的基本概念及特性

1.1.1 环境的概念

1. 环境的定义

一般来说,“环境”是相对某一中心事物而言的,即围绕某一中心事物的外部空间、条件和状况,以及对中心事物可能产生影响的各种因素。环境科学所研究的环境是以人类为主体的外部世界的总体。

根据《环境科学大辞典》,环境是指“以人类为主体的外部世界,主要是地球表面与人类发生相互作用的自然要素及其总体。它是人类生态和发展的基础,也是人类开发利用的对象”。根据《中华人民共和国环境保护法》,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选的自然因素的总和,包括大气、水、海洋、矿产、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”。

2. 环境要素

环境要素是指构成人类环境整体的各个相对独立的、性质不同而又服从整体演化规律的基本物质组分,也称环境基质。环境要素分为自然环境要素和社会环境要素,但通常是指自然环境要素。自然环境要素又包括非生物环境要素(如水、大气、阳光、岩石、土壤等)以及生物环境要素(如动物、植物、微生物等)。各环境要素之间相互联系、相互依赖和相互制约。不同的环境要素组成环境的结构单元,环境结构单元又组成环境整体或称环境系统。例如,由多样性的生物体组成生物群落,所有的生物群落构成生物圈。

3. 环境质量

环境质量是环境素质好坏的表征,是用定性和定量的方法对具体的环境要素所处的状态的描述。环境质量好坏的界定只有参照环境质量标准,通过环境质量

评价的结果来实现。环境质量对人类的生存与发展影响重大,随着社会的进步及人们生活水平的提高,对环境质量的要求也越来越高。

4. 环境容量

环境容量是在人类生存和自然生态系统不致受害的前提下,某一环境所能容纳的污染物的最大负荷量。或一个生态系统在维持生命机体的再生能力、适应能力和更新能力的前提下,承受有机体数量的最大限度。环境容量是一种重要的环境资源。某区域内的大气、水、土地等都有承受污染物的最高限值,这一限值的大小与该区域本身的组成、结构及其功能有关,如果污染物存在的数量超过最大容纳量,这一区域环境的生态平衡和正常功能就会遭到破坏。环境容量是一个变量,通过人为地调节控制环境的物理、化学及生物学过程,改变物质的循环转化方式,可以提高环境容量,改善环境的污染情况。环境容量按环境要素可细分为大气环境容量、水环境容量、土壤环境容量等,此外还有人口环境容量和城市环境容量等。

5. 环境污染

环境污染是指人类活动产生的有害物质或因子进入环境,引起环境系统的结构与功能发生变化,危害人体健康和生物的生命活动的现象。这些有害因子包括化学物质、放射性物质、病原体、噪声、废热等,当其大环境中的数量和浓度达到一定程度时,可危害人类健康,影响生物正常生长和生态平衡。环境污染是各种污染因素本身及其相互作用的结果。同时,环境污染还受社会评价的影响而具有社会性。它的特点可归纳为以下几个方面。

1) 时间分布性

污染物的排放量和污染因素的强度随时间而变化。例如,工厂排放污染物的种类和浓度往往随时间而变化。由于河流的汛期和丰水期、枯水期的交替,都会使污染物浓度随时间而变化。随着气象条件的改变会造成同一污染物在同一地点的不同时间内污染浓度相差高达数十倍。交通噪声的强度随不同时间内车流量的变化而变化。

2) 空间分布性

污染物和污染因素进入环境后,随着水和空气的流动而被稀释扩散。不同污染物的稳定性和扩散速度与污染物性质有关。因此,不同空间位置上污染物的浓度和强度分布是不同的。因此,为了正确地表述一个地区的环境质量,单靠某一点的监测结果是无法说明的。必须根据污染物的时间、空间分布特点,科学地制订监测计划(包括网点设置、监测项目、采样频率等),然后对监测数据进行统计分析,才能得到较全面而客观的评价。

3) 污染物含量的复杂性

不同的污染物其毒理效应不同,同一种污染物在不同的条件下其毒性也存在一定差异。有害物质引起毒害的量与其无害的自然本底值之间存在一界限(放射性和噪声的强度也有同样情况)。所以,污染因素对环境的危害有一阈值。对阈值的研究,是判断环境污染及污染强度的重要依据,也是制定环境标准的科学依据。

4) 污染因素作用的综合性

从传统毒理学观点来看,多种污染物同时存在对人或生物体的影响有以下几种情况。

(1) 单独作用。即当机体中某些器官只是由于混合物中某一组分发生危害,没有因污染物的共同作用而加深危害的,称为污染物的单独作用。

(2) 相加作用。混合污染物各组分对机体的同一器官的毒害作用彼此相似,且偏向同一方向,当这种作用等于各污染物毒害作用的总和时,称为污染物的相加作用。如大气中的二氧化硫和硫酸气溶胶之间、氯和氯化氢之间,当它们在低浓度时,其联合毒害作用即为相加作用,而在高浓度时则不具备相加作用。

(3) 相乘作用。当混合污染物各组分对机体的毒害作用超过个别毒害作用的总和时,称为相乘作用。如二氧化硫和颗粒物之间、氮氧化物和一氧化碳之间,就存在相乘作用。

(4) 拮抗作用。当两种或两种以上污染物对机体的毒害作用彼此抵消一部分或大部分时,称为拮抗作用。如动物试验表明,当食物中含有 30×10^{-6} (质量分数) 甲基汞,同时又存在 12.5×10^{-6} (质量分数) 硒时,就可能抑制甲基汞的毒性。

1.1.2 环境的分类

环境类型的划分尚无一致的标准,根据不同的原则类型划分也不同。人类环境由若干个规模大小不同、复杂程度有别、等级高低有序、彼此交错重叠、彼此互相转化变换的子系统组成,是一个具有程序性和层次结构的网络。过去一般被划分为自然环境和人工环境两种类型。近年来,环境科学家以环境要素的差异、人类对环境的作用、环境的功能、空间范围的大小等为依据,对环境作出了新的分类。

人们可以从不同的角度或以不同的原则,按照人类环境的组成和结构关系将它进行不同的分类。通常的分类原则是:环境范围的大小、环境的主体、环境的要素、人类对环境的作用以及环境的功能等。按环境的范围,由近及远可分为以下几种。

(1) 聚落环境。聚落是人类聚居的地方与活动的中心。它可分为院落环境、村落环境和城市环境。

(2) 地理环境。地理环境是围绕人类的自然现象及人文现象的总体,分自然

地理环境和人文地理环境。

自然地理环境位于地球的表层,即由岩石圈、水圈、土壤圈、大气圈和生物圈组成的相互制约、相互渗透、相互转化的交错带,其厚度约 10~30km。人文地理环境是指人类的社会、文化、生产、生活活动的地域组合,包括人口、民族、聚落、政治、社团、经济、交通、军事、社会行为等许多成分。它们在地球表面构成的圈层,称为人文圈或社会圈、智慧圈、技术圈。自然地理环境是自然地理物质发展的产物,人文地理环境是人类在前者的基础上进行社会、文化和生产活动的结果。因此,从大的范围来说,地理环境,特别是自然地理环境是环境科学的重点研究对象。

(3) 地质环境。简单地说,它是指自然地理环境中除生物圈以外的部分。它能为人类提供丰富的矿物资源。

(4) 宇宙环境。环境科学中宇宙环境是指地球大气圈以外的环境,又称星际环境。不过,此处所指的宇宙环境仅限于人类进入太空活动以后,人和飞行器(人造卫星、探测器、航天飞机等)在太阳系内飞行触及的环境。

毫无疑问,任何一个层次的环境系统都由低一级层次的各个子系统组成,而它自身又是更高级环境系统的组成部分。

1.1.3 环境的特性

环境系统是一个复杂的系统,各部分之间存在着紧密的联系和制约关系,同时也是具有时、空、量和序变化的动态系统和开放系统。环境中的各种变化不是孤立的,往往是集多种因素于一体的综合反映。由于人类活动与环境系统存在物质、能量和信息的相互流动,因此具有不容忽视的特性。

1. 环境的整体性

环境是以人为中心的,对人可能产生影响的各种因素组成的整体。这些因素是相互联系、相互影响、相互制约的。如环境中的大气变化对水环境、土壤环境及生物环境都会带来相应的影响,可以说是牵一发而动全身。例如,人类燃烧的矿物质能源使二氧化碳排放量增加,进而导致温室效应加剧,相继引起全球变暖、海平面上升等一系列环境问题。因此环境保护是全球性问题,只有人类携起手来,共同行动,人类的栖息地——地球才能得到保护。

2. 环境的区域性(变化性或差异性)

不同地区的环境呈现明显的地域差异,形成不同的地域单元,称为环境的区域性,也是由于环境中物质和能量的地域分异规律而形成的。

(1) 太阳辐射因地球形态和运动轨迹的特点在地表的辐射能量按纬度呈条带

状分布,导致了具有不同能量水平的环境体系按纬度方向伸展。

(2) 由于地表组成物质的不均匀性,特别是海洋、陆地两大物质体系的存在,使地表的能量和水分进行再分配,引起环境按经线方向由海洋向内陆有规律的变化(湿润、半湿润、半干旱、干旱气候),从而使具有不同物质、能量水平按经线方向伸展的环境类型,叠加于按纬线方向伸展的环境体系之上(沿海、内陆的差异)。

(3) 地貌部位不同,往往会有不同的物质能量水平,相应地有不同的大气、水文和生物状况(高山、平原),使环境类型更加复杂多样。

(4) 人类由于科学技术水平不同,生产方式不同,对自然的开发和利用性质、程度都显示出极大的差别。由于自然演化和人类干预的原因,使人类生存环境明显地具有地区差异,形成不同的地域单元,表现出强烈的区域性。

3. 环境的综合性

环境的综合性表现在两个方面。一是任何一个环境问题的产生,都是环境系统内多因素综合作用的结果,其中既有自然因素如温度、湿度及风速的作用,更有人为因素如污染物的排放等作用,而且这些因素之间相互影响、相互制约。二是解决环境问题需要多学科的综合。在实际工作中,为了解决某一环境问题,往往需要综合所涉及的各个领域的学科,在一个总体目标或方案的构架之下,有针对性地将所涉及的各学科问题逐一解决。例如,为解决一条河流的污染问题,在调查污染物种类、性质时,要依靠环境化学、环境物理学、微生物学等学科方面的理论和知识;弄清污染危害的程度和范围以及河流本身的自净能力,需借助该河流的水文、地质资料以及生态学、土壤学、医学等方面的知识;制订治理方案,要考虑国家、地方的现行有关政策、法规和对经济发展的影响,资金筹措等经济、财政方面的因素;另外要运用系统工程学方法制订一个现实条件下的最佳方案;实施治理时还要涉及各种工程技术科学。这些都需要在进行深入研究和系统分析之后,才能作出综合的科学决策。

4. 环境的有限性

自然环境中蕴藏着大量的物质与能量,这些资源都是有限的。另外环境对污染物的容纳量即环境容量也是有限的。环境的有限性提醒人类必须改变传统的生产方式与生活方式,提高资源的利用率,尽可能少地向环境排放废物,改善人与自然之间的关系,构建和谐的人居环境,这样人类才能够持续地发展下去。

5. 环境的相对稳定性

在一定的时空条件下,环境具有相对稳定性。即环境具有一定的抗干扰能力

和自我调节能力,只要干扰强度不超过环境所能承受的界限,环境系统的结构与功能就能逐渐得以恢复,表现出一定的稳定性。这就要求人类的活动必须在环境的承载力范围内。

6. 环境变化的滞后性

自然环境受到外界影响后,其变化及影响往往是滞后的,主要表现为:一是环境受到破坏后,其产生的后果很难及时反映出来,有些是难以预测的;二是环境一旦被破坏,所需的恢复时间较长,尤其是超过阈值以后,要想恢复则很难。从这方面来说也体现了环境的脆弱性。例如,森林被砍伐后,对区域的气候、生物多样性的影响可能反应明显,但对水土保持的影响则是潜在的、滞后的。化学污染也是如此,如日本的水俣病是在污染物排放后 20 年才显现出明显的危害。这种污染危害的时滞性,一是由于污染物在生态系统内的各类生物中的吸收、转化、迁移和积累需要时间,二是与污染物的性质(如半衰期的长短)等因素有关。

7. 环境的不可逆性

人类的环境系统在运转过程中存在两个过程:能量流动和物质循环。后一过程是可逆的,但前一过程不可逆。因此根据热力学理论,整个过程是不可逆的。所以环境一旦遭到破坏,靠环境自身不能完全回到原来的状态。一般说来,小范围的环境破坏在人工帮助下可恢复其原有的生态功能;大范围的环境破坏如全球变暖、臭氧层破坏是很难恢复的,甚至在现有技术条件下是无法恢复的。

8. 环境灾害的放大性

实践证明,某方面不引人注目的环境污染与破坏,经过环境的作用以后,其危害性或灾害性无论从深度和广度来讲都会明显地放大。如温室气体的过量排放不仅会造成局部地区空气污染,还可能造成酸沉降,毁坏大片森林,导致大量湖泊不适宜鱼类生存,而且还因温室效应使全球气候异常,气温升高,冰雪融化,海水上漲,淹没大片陆地。

1.2 环境问题

1.2.1 环境问题及其分类

环境问题是指由于人类活动或自然原因引起环境质量恶化或生态系统失调,对人类的生活和生产带来不利的影响或灾害,甚至对人体健康带来有害影响的现

象。环境问题是目前人类面临的几个主要的全球性问题之一。

环境问题的定义有广义和狭义之分。广义的环境问题是指因自然变化或人类活动而引起的环境破坏和环境质量变化,以及由此引发的对人类生存和发展不利的影响。依据其产生的原因,环境问题可分为原生环境问题和次生环境问题两类。由自然力引起的环境问题称为原生环境问题,也称第一环境问题,如火山喷发、地震、洪涝、干旱、滑坡等引起的环境问题。由人类的生产和生活活动引起的生态系统破坏和环境污染,反过来又危及人类自身的生存和发展的现象称为次生环境问题,也称第二环境问题。狭义的环境问题则仅指由于人为的原因所导致的环境破坏和环境质量变化,也即广义环境问题中的次生环境问题。

一般认为,在环境问题的历史演变过程中,自然环境及其要素自身所发生的某种改变固然在一定程度上也可能导致环境状况的恶化,但环境的大多数变化主要是人为因素引起的。目前人们真正关注和研究的是现代环境问题,即伴随着人类的工业化进程出现的严重的、广泛的、影响深远的,以至于危及人类生存的环境问题。

次生环境问题包括生态破坏、环境污染和资源浪费等方面。其中,生态破坏是指人类活动直接作用于自然生态系统,造成生态系统的生产能力显著下降和结构显著改变而引起的环境问题,如过度放牧引起草原退化、滥采滥捕使珍稀物种灭绝和生态系统生产力下降、植被破坏引起水土流失等。

环境污染是指人类活动的副产品和废弃物进入物理环境后,对生态系统产生的一系列扰乱和侵害,甚至引起环境质量恶化,反过来又影响人类自身的生活质量。环境污染不仅包括物质造成的直接污染,如工业和生活“三废”,也包括由物质的物理性质和运动性质引起的污染,如热污染、噪声污染、电磁污染和放射性污染等。由环境污染还衍生出许多环境效应,如二氧化硫造成的大气污染,除了使大气环境质量下降外,还会造成酸沉降或酸雨而导致生态系统遭到破坏。应当注意的是,原生环境问题和次生环境问题难以截然分开,其间存在着某种程度的因果关系和相互作用。

1.2.2 环境问题的由来与发展

人从诞生之日起就与自然环境产生了千丝万缕的联系,一方面依赖自然环境,一方面在改变着自然环境,人与自然之间的关系随着岁月而变化,环境问题随之而来。一般来说环境问题的由来与发展大体经历4个阶段。

1. 人类发展初期的环境问题

人在诞生以后的很长一段时间里,只是自然食物的采集者和捕食者,人类的生

活完全依赖自然,主要以生活活动及生理代谢过程与环境进行物质和能量交换,人们只是利用自然环境而很少有意识地去改造环境。但是由于过度的采集和狩猎,消灭了居住区周围的许多物种,破坏了人类自身的食物来源,使自身的生存受到威胁,这就产生了人类最早的环境问题——第一个环境问题,主要是以过度采集和狩猎引起的局部地区物种减少为特征。为了生存,人类只能从一个地方迁徙到另一个地方,以维持自身的生存和发展,这也使被破坏了的自然环境得以恢复。

2. 第一次浪潮时期的环境问题

随着人类的进化,生存能力的增强,人类逐渐学会了驯化动、植物,开始了农业和畜牧业,这在人类文明史上是一次重大的进步,也是人类的第一次科学技术革命,称为第一次浪潮。随着农业和畜牧业的发展,人类改造自然环境的能力也逐渐增强,与此同时也发生了相应的环境问题。如大量砍伐森林、破坏草原、刀耕火种、反复弃耕,导致水土流失、水旱灾害频繁和沙漠化;又如兴修水利、不合理灌溉,往往引起土壤的盐渍化、沼泽化,使肥沃的土地变成了不毛之地。曾经产生古代三大文明(古巴比伦文明、哈巴拉文明、玛雅文明)的地方,原来也是植被丰富、生态系统完善的沃野,只是由于不合理的开发,刀耕火种的掠夺式经营,才导致肥沃的绿洲变成了山穷水尽的荒凉景观。这就是以土地破坏为特征的人类的第二个环境问题。

3. 第二次浪潮时期的环境问题

在 18 世纪 60 年代,人类文明史上出现了以使用蒸汽机为标志的工业革命,兴起了第二次浪潮。但与此同时也造成了严重的环境污染现象,如大气污染、水体污染、土壤污染、噪声污染、农药污染和核污染等,其规模之大、影响之深是前所未有的,如世界上著名的八大公害事件,主要表现为 SO_2 污染、光化学烟雾、重金属污染和毒物污染。

实际上,当时发生的环境污染事件远不止这“八大公害”,这些事件都不同程度地造成了人员的伤亡,震惊全世界,唤醒人们认识到环境问题的严重性,虽然人们采取了各种治理措施,但当时并未能有效制止环境污染的继续发展。

阅读材料：世界著名的八大环境污染事件

(1) 马斯河谷烟雾事件：1930 年,比利时马斯河谷工业区由于二氧化硫和粉尘污染,一周内有近 60 人死亡,数千人患呼吸系统疾病。

(2) 洛杉矶光化学烟雾事件: 1943 年, 美国洛杉矶市汽车排放的大量尾气在紫外线照射下产生光化学烟雾, 使大量居民出现眼睛红肿、流泪、喉痛等症状, 死亡率大大增加。

(3) 多诺拉烟雾事件: 1948 年, 美国多诺拉镇因炼锌厂、硫酸厂排放的二氧化硫和粉尘造成大气严重污染, 使 5900 多位居民患病, 事件发生的第三天有 17 人死亡。

(4) 伦敦烟雾事件: 1952 年, 英国伦敦由于冬季燃煤排放的烟尘和二氧化硫在浓雾中积聚不散, 5 天内非正常死亡 4000 多人, 以后的两个月内又有 8000 多人死亡。

(5) 四日市哮喘病事件: 1961 年, 日本四日市由于石油化工排放的废气, 引起居民的呼吸道疾病, 尤其是哮喘病的发病率提高, 50 岁以上的老人发病率为 8%, 多人死亡。

(6) 水俣病事件: 1953—1956 年, 日本水俣市因含汞废水污染, 人们食用富集了甲基汞的鱼、虾等造成中枢神经系统中毒。至 1972 年有 180 人患病, 其中 50 余人死亡。

(7) 富山痛痛病事件: 1955—1972 年, 日本富山县神东川流域, 因锌、铅冶炼厂等排放的含镉废水污染了河水和稻米, 居民食用后中毒, 死亡 128 人。

(8) 米糠油事件: 1968 年, 日本爱知县一带, 因多氯联苯混入米糠油中, 被人食用后造成中毒, 患病者超过 1 万人, 16 人死亡。

(资料来源: 刘培桐, 等. 环境科学概论[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 1995)

1962 年, 美国生物学家蕾切尔·卡逊(Rachel Carson)的《寂静的春天》引起了西方国家的强烈反响。20 世纪 60 年代, 在一些工业发达国家兴起了“环境运动”, 成立了不少全国性环保机构, 制订了全国性环保科学研究计划; 逐步由被动的、单项的治理转变为综合治理。环境质量有所改善, 但并没有根本解决问题。

阅读材料: 《寂静的春天》

1962 年, 美国海洋生物学家蕾切尔·卡逊在研究了美国使用杀虫剂所产生的危害之后, 出版了《寂静的春天》(*Silent Spring*)。

背景: “第二次浪潮”造成的环境污染, 公害事件的发生(伦敦烟雾事件、日本水俣病事件等)。