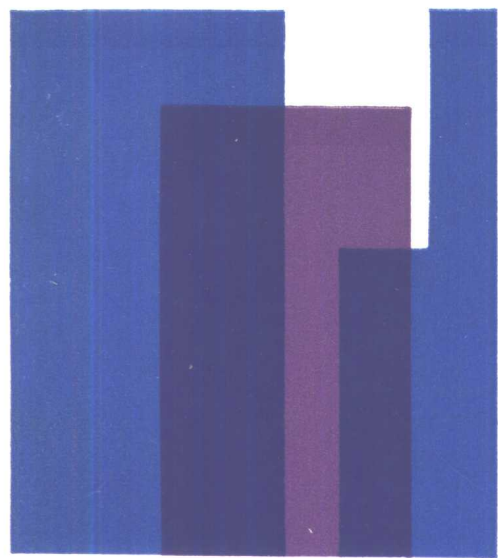


高等学校试用教材

环境工程概论

湖南大学编



中国建筑工业出版社

高等学校试用教材

环境工程概论

湖南大学编

中国建筑工业出版社

本书共分绪论、大气污染与控制、水污染与控制、噪声污染与控制、其它污染、环境质量评价和环境监测等七章，将浩繁的内容集中精炼，以有限篇幅尽可能全面反映环境工程基本内容，使学生对环境工程有概括的了解，以便在解决实际工程问题时能综合考虑对环境的影响。

本书作为供热通风与空气调节专业选修课教材，亦可供环境保护、土建、机械、化工类有关专业人员参考。

高等学校试用教材
环境工程概论
湖南大学 编

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市平谷县大华山印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/16印张：81/4字数：199千字
1986年7月第一版 1986年7月第一次印刷
印数：1—10,700册 定价：1.15元
统一书号：15040·5031

前 言

本书是根据高等工业学校供热通风与空气调节专业用的《环境工程概论》教学大纲进行编写的，作为该专业的选修课教材。

环境工程是一门新的边缘学科，在高等工业学校设置《环境工程概论》课程尚属尝试阶段。编者在广泛吸取国内外文献的基础上，在浩繁的内容中进行精选加工，力求在有限的篇幅中尽可能全面地反映环境工程的基本内容，使学生对环境工程有一个概括的了解，以便在解决实际工程问题时综合考虑对环境的影响。

本书由湖南大学环境工程系利光裕主编，并编写第一、二、六、七章，陈信常编写第三章，梁顺堂编写第四、五章。由西安冶金建筑学院张希衡审定。在编写过程中，陈在康、孙一坚、毛学飞、孙婉娟等同志提供了宝贵意见，在此一并表示衷心的感谢。

限于编者水平，书中不当之处在所难免，恳望读者批评指正。

编 者

1985年3月

目 录

第一章	绪论	1
第一节	环境 环境保护 环境科学	1
第二节	生态系统 生态平衡 生态学	4
第三节	人与环境	8
第四节	能源、资源与环境	11
第二章	大气污染与控制	15
第一节	概述	15
第二节	大气污染气象学基础	22
第三节	大气污染控制工程	31
第三章	水污染与控制	46
第一节	概述	46
第二节	物理处理法	50
第三节	生物处理法	55
第四节	化学及物理化学处理法	63
第四章	噪声污染与控制	71
第一节	概述	71
第二节	声音的物理量度	72
第三节	噪声的主观评价及标准	80
第四节	噪声的危害	85
第五节	噪声标准	86
第六节	噪声控制方法	87
第五章	其它污染	95
第一节	固体废物	95
第二节	振动	97
第三节	放射性污染	98
第四节	电磁污染	100
第五节	热污染	101
第六章	环境质量评价	103
第一节	概述	103
第二节	环境质量现状评价	103
第三节	环境影响评价	107
第七章	环境监测	110
第一节	概述	110
第二节	大气污染监测	111
第三节	水污染监测	112
附录		114
参考文献		126

第一章 绪 论

本章首先对环境、环境保护、环境科学的基本概念和内容，环境与人体健康、环境与生态的关系，以及环境与人口、资源、能源的关系等作一概括的介绍，以使学生对环境问题有一个基本的正确的认识。

第一节 环境 环境保护 环境科学

一、环境

环境是人类赖以生存和发展的基础。环境是指人类赖以生存并以人为中心围绕着人的物质世界。环境是一个极其复杂的、互相影响、互相制约的辩证的自然综合体。

环境一般可分为自然环境和**社会环境。人类的自然环境就是指环绕于我们周围的各种自然因素的总和。人类和一切生物都生活在地球的表层，这个提供生物生存的地球表层叫做生物圈。生物圈的范围扩大至大气圈、水圈和岩石圈三部分。人类的自然环境是由生物圈所构成并保持着动态平衡的物质世界。人类的社会环境是指人类的社会制度、经济状况、职业分工、文化艺术、卫生等上层建筑和生产关系等。

本书所阐述的是环境工程的内容，后面所提到的环境均指自然环境。

二、环境保护

环境保护就是采取法律的、行政的、经济的、科学技术的措施、合理地利用自然资源，防止环境污染和破坏，以求保护和发展生态平衡、扩大有用自然资源的再生产、保障人类社会的发展。

人类是环境的产物，又是环境的改造者。人类在同自然界的斗争中，运用自己的智慧，通过劳动，不断改造自然，创造新的生存条件。动物的活动仅仅是利用自然界，而人所作出的改变，则是使自然界为自己的目的服务。两者是不同的。然而，人类由于认识能力和科学技术水平的限制，在改造环境的过程中，往往会造成对环境的污染和破坏。

工业革命后，生产力得到了很大的发展。一些工业发达的城市和工矿区，各企业排出的废弃物污染环境，使污染事件不断发生。例如，从1873年以来，英国伦敦多次发生可怕的有毒烟雾事件；十九世纪后期日本足尾铜矿区排出的废气毁坏了大片的的山林和庄稼，受害面积达400平方公里。

第二次世界大战后，社会生产力突飞猛进。许多工业发达的国家普遍发生现代化工业发展带来的范围更大、情况更加严重的环境污染问题，威胁着人类的生存。1962年美国出版了生物学家R.卡逊（Carson）写的《寂静的春天》，描述了滥用化学农药造成的生态破坏。日本查明水俣病、骨痛病、哮喘病（即四日市哮喘病）等震惊世界的公害事件，都起源于工业污染。在荒无人烟的南、北极冰层，监测到有害物质含量不断增加，北欧、北

美许多地方降酸雨。大气中二氧化碳含量不断增加，引起气候的反常。六十年代在工业发达国家兴起了“环境运动”，要求政府采取有效措施解决环境问题。到七十年代，人们又进一步认识到除了环境污染问题外，地球上人类生存环境所必需的生态条件正在日益恶化，人口的大幅度增长，森林过度采伐，沙漠化面积的扩大，水土流失的加剧，加上许多不可更新资源的过度消耗，把人类带进一个被毒化了的环境，造成的危害是全面的，长期的和严重的，向当代社会和世界经济提出了严重的挑战。七十年代以来，环境问题已经成为一个重大的社会、经济、技术问题。

1972年召开了世界人类环境会议。会议通过了《联合国人类环境会议宣言》，认为当前的环境污染不是区域性局部性的问题，而是全球性的问题。呼吁各国政府和人民为维护和改善人类环境、造福全体人民、造福后代而共同努力。

如今，人类正以空前巨大的力量在利用和改造环境，导致自然资源、能源的开发和利用不断扩大、物质与能量之间的代谢过程不断反复、返回环境中的废物日益增加。于是，人类发展和自然环境之间的作用与反作用不断加剧，即环境同人口增长、经济发展、资源利用之间的相互影响日益加强。这样，环境保护的任务，便由传统的保护自然环境演变为保护人类发展。人们对环境保护内容的理解虽不尽相同，但大致包括两个方面：一是保护和改善环境质量，保护居民身心健康、防止机体在环境的影响下产生变异和退化；二是合理利用资源，减少或消除有害物质进入环境，以保护自然资源（包括生物资源）的恢复和扩大再生产，以利于人类生命活动。

七十年代以来，许多国家，特别是工业发达国家，对环境保护采取了一些重大措施。包括建立环境保护管理机构，制定法律规章，调整和加强环境保护的科学研究。同时，在工程技术上也取得了一些成就。例如，从废物处理变为废物资源化；由工艺末端的废物处理变为改革生产工艺，建立不排放或少排放废物的生产工艺系统和封闭循环水系统；由防治，由单一处理到综合防治；由局部治理到区域规划防治。十几年来，各国的环境保护工作都取得了不同程度的进展，环境质量有所改善。但具有全球性的环境问题，如海洋污染，大气中二氧化碳含量的增加，水体富营养化问题等，仍有待人们进一步去研究和解决。

我国在1974年成立国务院环境保护领导小组^①以后相继建立地方性的环境保护机构和环境保护科研单位，同时开展了环境质量评价、区域性环境综合防治、环境管理的体制和政策等方面的研究工作。1979年颁布的《中华人民共和国环境保护法(试行)》确定的中国环境保护工作的方针是：“全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民。”其任务是：“保证在社会主义现代化建设中，合理地利用自然环境，防止环境污染和生态破坏，为人民造成清洁适宜的生活和劳动环境，保护人民健康，促进经济发展。”

我国是社会主义国家，是公有制的计划经济，组织有各类学科专家参加的专门委员会，研究制定经济、社会和环境相协调的发展方针；研究有利于环境保护的技术政策，采用先进的环境保护新技术、新工艺，实行预防为主，防治结合的方针，全面规划，合理布局，对各企业限期改造，新建企业实行“三同时”（主体工程与环境保护工程同时规划设

^① 后来成为“城乡建设环境保护部”属“环境保护局”，最近又改为“国家环境保护局”。

计,同时施工,同时投产)的制度;实行资源综合利用的方针,把生产、生活排放的物质回收利用、重复使用;实行环境责任制度,对环境造成污染危害或破坏的单位,都有义务消除污染和补偿损失。采取这一系列的措施后,我国的环境保护事业将取得更大的成就。

三、环境科学

环境科学是研究人类环境质量及其保护和改善的科学。它是在环境问题日益严重的情况下逐渐发展起来的一门多学科、跨学科的综合性科学。至今,这门科学的理论和方法尚处于发展之中,还没有形成一个成熟的完整的体系。

(一) 环境科学的出现

早在十九世纪下半叶,环境问题已开始受到社会的注意,生物学、地学、医学、工程学等学科的学者分别从本学科角度出发对环境问题进行探索和研究。1857年英国生物学家C.达尔文在《物种起源》一书中,以无可辩驳的材料论证了生物是进化而来的,生物的进化同环境的变化有很大关系,生物必须适应环境才能生存。达尔文把生物和环境的各种复杂关系叫做生存斗争或者叫适者生存。1869年德国生物学家E.H.海克尔(Haeckel)提出了物种变异是适应和遗传两个因素相互作用的结果,提出了生态学的概念。1935年英国植物生态学家A.G.坦斯莱(Tansley)提出了生态系统的概念,目前生态学的研究大多是围绕着生态系统进行的。

公共卫生学从二十世纪二十年代以来,逐渐由注意传染病发展到重视环境污染对健康的危害。

在工程技术方面,1897年英国建立了污水处理厂,1850年出现了化学消毒法,杀灭水中的致病菌,以防止水媒介的流行病蔓延。消烟除尘技术在十九世纪后期已有所发展,美国在1885年发明了离心除尘器,二十世纪初开始采用布袋除尘器和旋风除尘器,随后通风除尘技术、空气调节、燃烧装置改造、工业气体净化等工程技术逐渐得到推广应用。

二十世纪五十年代环境问题日趋严重,许多自然科学家,包括生物学、化学、地理学、工程学、物理学等学者对环境问题进行联合调查和研究。他们在原学科的基础上,运用原学科的理论和方法,研究环境问题。逐渐出现了一些新的分支学科,例如环境生物学、环境化学、环境地学、环境医学、环境工程学、环境物理学等。在这些分支学科的基础上孕育产生了环境科学。最早提出“环境科学”这一概念的是美国学者。1968年国际科学联合国理事会设立了环境科学委员会。1972年出版了美国经济学家B.沃德(Ward)和医学家R.杜布斯(Dubos)主编的《只有一个地球》一书。著者从整个地球前途出发,从社会、经济和政治的角度探讨环境问题,要求人类明智地管理地球。此后,便开始出现了以环境科学为书名的综合性著作。

(二) 环境科学的任务

自然环境本身具有它的发生和发展规律,而人类却要利用和改造环境,因此,两者之间存在矛盾。环境科学的基本任务就是揭示人与环境之间的矛盾,研究环境中的物质和能量交换过程的规律性,寻求解决这些矛盾的途径和方法。同时预测未来的环境状况,规划设计人类所需要的美好环境。用环境系统工程的语言来说,环境科学的基本任务就是通过系统分析与综合,规划设计出高效的“人类—环境”系统,并把它调控到最优化的运行状态。为此,在任何工程规划设计中,都必须把生产观点和生态观点结合起来,特别是对大型工程一定要考虑它的自然效果和社会效果,必须把它当作生态工程或环境工程来看待。

（三）环境科学的分类

截至目前为止，环境科学尚无统一的分类，一般可分为以下七个学科：

1. 环境社会科学 如环境污染发展史、环境经济学、环境法学和环境管理学等。
2. 环境生物学 如污染生态学、环境水生物学、环境微生物学等。
3. 环境化学 如环境污染化学、环境分析化学和环境监测。
4. 环境物理学 如环境声学、环境光学、环境热学、环境电磁学和环境空气动力学等。
5. 环境地学 如环境地质学、环境地球化学、污染气象学、环境海洋学和环境土壤学等。
6. 环境医学 如环境流行病学、环境毒理学、环境医学监测、公害病及其防治、环境卫生标准等。
7. 环境工程学 如大气污染控制工程、水污染控制工程、噪声污染控制工程、固体废弃物处理工程、环境监测技术、环境质量评价等。

（四）环境工程学

环境工程学就是运用工程技术的原理和方法来控制环境污染、保护和改善环境质量、合理利用自然资源的一整套技术途径和技术措施。目前对环境工程学的范围存在不同的认识，有的认为环境工程学的任务是采取工程技术措施来消除和控制环境污染，重点是治理和控制废气、废水、噪声和固体废弃物，研究环境污染综合防治的方法和措施，以及利用系统工程方法，从区域整体上寻求解决环境问题的方案。有人认为还应包括环境工程经济、给水排水、供热通风与空气调节等。

第二节 生态系统 生态平衡 生态学

一、生态系统

（一）生态系统的概念

生态系统是生物与环境的综合体。它是自然界一定空间的生物与环境之间相互作用、相互制约、不断演变，达到动态平衡的统一整体，是一个生物与环境相互进行物质和能量交换的相对稳定的功能系统。生态系统是具有一定结构和功能的单位。这个单位是由生物及其周围环境组成的。例如一个沼泽和湖泊、一条河流、一片草原森林、一个城镇、一个村庄都可以构成一个生态系统。总之，自然界是由各种各样的生态系统组成的。

（二）生态系统的组成

生态系统是由四部分组成的：

生产者：主要指能进行光合作用制造有机物的绿色植物；此外，也包括单细胞的藻类，及一些能利用化学能把无机物转化为有机物的化能自养菌等。生产者利用太阳能或化学能把无机物转化为有机物，把太阳能转化为化学能，不仅供自身生长发育的需要，而且它本身也是其他生物类群以及人类的食物和能源的供应者。

消费者：指绿色植物以外的其他生物，主要指动物。又分为一级消费者，二级消费者……等。草食动物直接以植物为食，是一级消费者；以草食动物为食的肉食动物，称为二级消费者；以二级消费者为食的动物，称为三级消费者；他们之间形成一个以食物联结

起来的连锁关系,称为食物链。消费者虽然不是有机物的最初生产者,但在生态系统的物质与能量的转化过程中,也是一个极为重要的环节。

分解者:指各种具有分解能力的微生物,包括各种细菌、真菌和一些微型动物,如鞭毛虫和土壤线虫等。分解者在生态系统中的作用是把动物、植物尸体分解成简单的无机物,重新供给生产者使用。

无生命物质:指生态系统中的各种无生命的无机物、有机物和各种自然因素,包括水体、大气、矿物质等。

以上四个部分,构成一个有机的统一体,相互间沿着一定的循环途径,不断进行着物质循环和能量交换,在一定的条件下,保持着动态平衡。它是一个开放的动态系统。

(三)生态系统的类型

生态系统在自然界中是多种多样的,可大可小。按生态类型不同,可分为淡水生态系统、海洋生态系统、陆地生态系统等。又可分为自然生态系统,如原始森林;半自然生态系统,如放牧草原、人工森林、养殖湖泊、农田等;人工生态系统,如城市、矿区、工厂等。它们都有各自的结构和一定形式的能量流动与物质循环关系。无数小的生态系统的能量流动和物质循环系统,组成整个自然界总的能量流动和物质循环系统。

地球上最大的生态系统是生物圈。生物圈是指有生物存在的地球部分,它是由无数小的生态系统组成的。生物圈与人类的生存和发展密切相关。

(四)生态系统中的能量流动

地球上一切生物所需的能量来自太阳。生物将太阳能收集和贮存起来,并在利用后散逸回空间去,这一过程称为能量流动。这是生态系统中的一个重要机能。绿色植物利用太阳能进行光合作用制造有机物质,把太阳能(光能)转变成化学能贮存在这些物质中。这种绿色植物所特有的能量转化过程,称为光合作用,是能量流动的起点。

能量通过绿色植物的光合作用进入了生态系统。当某些动物用植物作为食物时,部分能量用于生命活动,而另一部分则在新的有机化合物(如动物脂肪等)中以另一种形式的化学能贮存起来。当这种动物再被另一种食肉动物捕食后,能量又以类似形式进一步被利用和贮存。生产者和消费者死后被分解者(主要是细菌和真菌)所分解,把复杂的分子转变和还原成简单的无机化合物,能量又为分解者所利用和贮存。生态系统能量流动如图1-1所示。

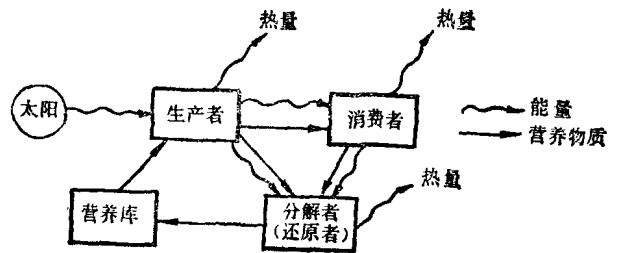


图 1-1 生态系统中能量的流动

(五)生态系统的物质循环

任何生态系统的各个组成部分之间不断进行着物质循环。碳、氢、氧、氮、磷、硫等是构成生命有机体的主要物质,占原生质成分的97%,也是自然界的主要元素。这些物质的循环是生态系统中最基本的物质循环。还有钾、钠、钙、镁、氯,以及微量的铁、锰、锌、铜、钼、钴等元素,在生态系统也构成各自的循环。与生态系统关系密切的主要有水、碳、氮三大循环。

1.水循环 一切生物机体大部分是由水组成的。任何一个生态系统都离不开水。海洋、河流、湖泊等不断蒸发而进入大气；植物体的水份，通过叶的表面蒸腾作用进入大气。大气中的水份遇冷，形成雨、雪、雹，重返地面。一部分直接落入海、河、湖等水域；一部分经土壤渗入地下，形成地下径流，再供植物根系吸收；一部分形成地表径流，流入海洋、河流和湖泊。这就是水的循环，如图1-2所示。

水的循环，对地球表面传递各种物质，调节气候，清洗大气，净化环境起着重要的作用。

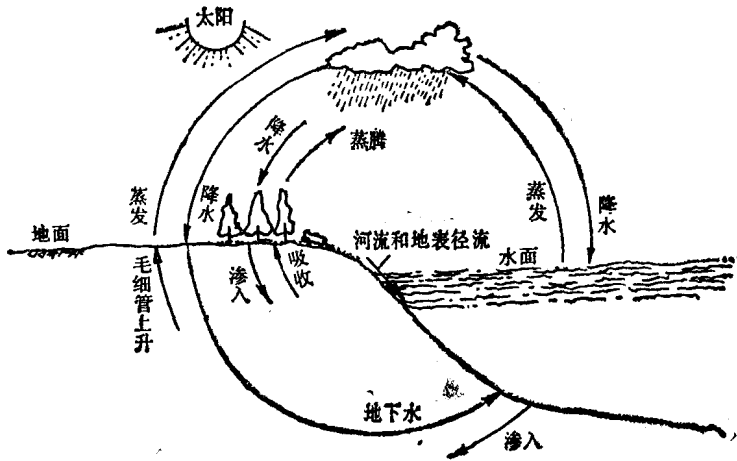


图 1-2 水循环过程

2.碳循环 碳存在于生物有机体和无机环境中。在生物有机体内，碳是构成生物体的主要元素，约占干物质的50%。在无机环境中，碳主要以二氧化碳和碳酸盐的形式存在。

大气中的二氧化碳被绿色植物合成为有机物。生产者和消费者在呼吸过程中又把有机物分解为二氧化碳释放到大气中。生产者和消费者的尸体被分解者分解，把蛋白质、脂肪和碳水化合物中的有机碳转化为二氧化碳，重返大气。动植物尸体长期埋藏于地层中，形成化石燃料。这些化石燃料燃烧时生成的二氧化碳又被释放到大气中。另外，海洋中的碳酸钙沉积于海底，形成新的岩石，使一部分碳长期贮藏于地层中。火山爆发时，可使地层中的这部分碳又回到大气层。

碳的循环可归纳如图1-3所示。

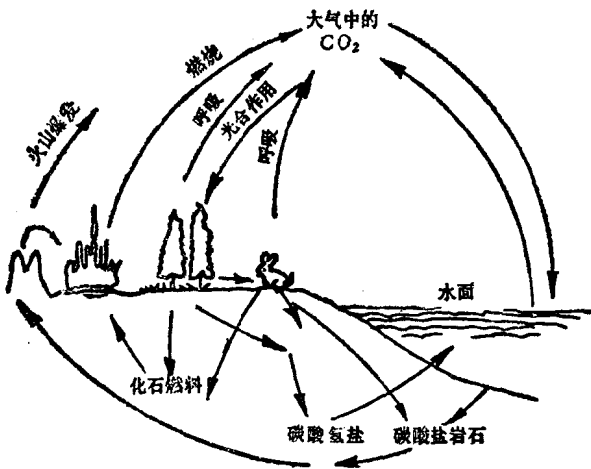


图 1-3 碳的循环

3.氮循环 氮存在于生物、大气和矿物质中。它是组成生物有机体的重要元素之一。大气中的氮约占79%。它不能被大多数生物利用。只有被“固定”，亦即成为一

种含氮的化合物后，才能作为生物的营养物。大气中的氮进入生物有机体的途径有四种。一是生物固氮，如生长在豆科植物和其他的少数高等植物上的根瘤菌能固定大气中的氮，供植物吸收。某些固氮蓝绿藻也可以固定大气中的氮，使氮进入有机界。二是工业固氮，人类通过工业手段，把大气中的氮合成氨或铵盐，供植物利用。三是大气固氮，雷雨时通过电离作用，也可使大气中的氮氧化成硝酸盐，随雨水进入土壤，被植物吸收。四是岩浆固氮，火山爆发时喷射出来的岩浆，也可固定一部分氮。

蛋白质、氨基酸等有机氮经异养菌转化为氨及铵盐后，再经硝化细菌的硝化作用，形成亚硝酸盐或硝酸盐，被植物吸收，在植物体内再合成各种氨基酸，由氨基酸构成蛋白质。动物直接或间接以植物为食，从中摄取有机氮，作为自身蛋白质的来源。动物在新陈代谢过程中，将一部分蛋白质分解成氨、尿素，尿酸等排入土壤。植物和动物尸体在土壤微生物的作用下，分解成氨、二氧化碳和水，这些氨也进入土壤。土壤中的硝酸盐在反硝化细菌的作用下，分解成游离氮，进入大气，完成氮的循环，如图1-4所示。

氧循环和磷循环等不再一一叙述。

二、生态平衡

任何一个正常的生态系统中，能量流动和物质循环总是不断地进行着，但在一定的时期内，在生产者、消费者和分解者之间保持着一定的和相对的平衡状态，也就是说系统的能量流动和物质循环，较长期地保持稳定，这种平衡状态就称为生态平衡。生态平衡包括结构上的平衡、功能上的平衡以及能量和物质的输入、输出数量上的平衡等。

生态系统之所以能够保持相对的平衡状态，主要是由于其内部具有自动调节的能力。当系统的某一部分出现了机能的异常，就可能被其他部分的调节所抵消。系统的组成成分越多样，能量流动和物质循环的途径就越复杂，其调节能力也就越强。但是，一个生态系统的调节能力再强，也是有一定限度的，超出这一限度，生态平衡就会遭到破坏。

生态平衡的破坏，有自然因素，也有人为因素。自然因素主要指自然界发生的异常变化，由这类原因引起的生态平衡破坏称为第一环境问题。如火山爆发、山崩、海啸、水旱灾害、地震、台风、流行病等等，都会使生态平衡遭受破坏。人为因素主要指人类对自然资源的不合理利用，工农业发展带来的环境污染等，由这些原因引起的生态平衡的破坏，称为第二环境问题。

对污染物来说，生态系统所具有的自动调节并维持平衡的能力，是经过环境中发生物理、化学和生物化学一系列变化而实现的，这个过程称为环境的自净作用。

大气的自净作用 进入大气的污染物，经过自然条件下的物理和化学作用，或是广阔的空间扩散、稀释，使其浓度下降；或是重力作用，使较重粒子沉降于地面；或是在雨水

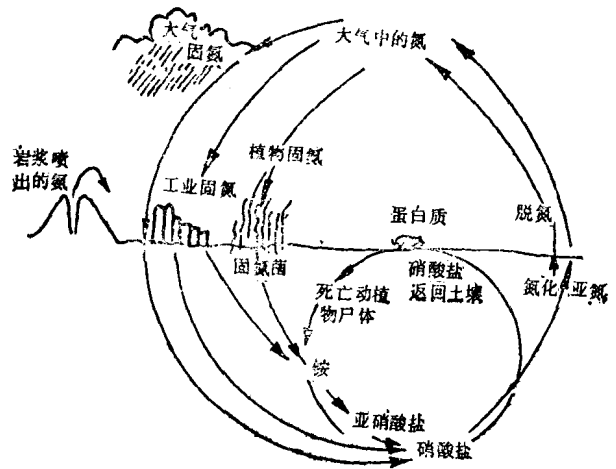


图 1-4 氮的循环

的洗涤作用下返回地面，或是森林绿地吸收，或是被分解、破坏等，从而使空气得到净化。这种大气的自净作用，是一种自然环境调节的重要机能。应当指出，绿色植物的光合作用也是一种自净过程，因为在光合作用过程中，既耗用二氧化碳，又能向大气补充氧气。当大气中的污染物数量超过其自净能力时，即出现大气污染。

水体的自净作用 当污染物进入自然水域后，可溶物在流动中得到扩散而稀释；固体微粒沉淀析出，使污染物浓度降低，这是水体的物理净化作用。进入水中的有机物，通过生物活动，尤其是微生物的作用，使它分解而降低浓度，这是水体的生物化学净化作用。水域污染物还可由氧化、还原、吸附和凝聚等而使浓度降低，这是水体的化学和物理化学净化作用。通过上述的各种净化作用，可使受污染的水体恢复原来的状况。若水中的污染物数量超过水体的自净能力时，水质就会受到污染。

三、生态学

生态学是研究生物与它所存在的环境之间以及生物与生物之间相互关系的一门学科。它既不是孤立地研究有机体，也不是孤立地研究环境，而是研究生物与其生存环境之间的相互关系，是研究生态系统、生态平衡等有关问题的学科。如果把生物看成是一个生命系统，把环境看成是一个环境系统，又可以说，生态学是研究生命系统与环境系统之间的相互作用的规律及其机理的一门学科。根据研究对象的不同，可分为植物、动物、微生物等生态学。自从环境问题被重视后，对生态学的发展产生了较大的影响，进而形成了污染生态学，成为环境科学的重要组成部分。

某些生态学家认为，世界上概括起来有三个与生态学有关的重大问题，即环境污染问题、人口问题、生物资源的利用与管理问题。这些问题所涉及到的范围很广泛，不仅关系到当前，也关系到未来。因此，这些问题已成为各国政府和科学工作者所关心的重大社会问题。

生态学关于环境污染方面的研究可归纳为以下三个主要方面：

研究环境污染的生态效应。研究环境污染对生态系统中各种生物的影响，污染物在生物体内的积累、浓缩、放大、协同和颀颀作用。

研究环境污染的生物净化。如研究绿色植物对大气污染物的吸收吸附、滞尘和杀菌作用，土壤—植物系统的净化功能，植物根系和土壤微生物的降解、转化作用，以及生物对水体污染的净化作用。

进行环境污染状况的生物监测和生物评价等，为保证环境或控制污染提供科学依据。

第三节 人 与 环 境

一、环境与人体健康

人类与其他生物一样，通过新陈代谢与周围环境不断地进行着物质和能量交换。从环境中摄取空气、水、食物等生命必需的物质，在体内经过分解和同化而组成细胞和组织的各种成分，并产生能量，以维持机体的正常生长和发育。另一方面，在新陈代谢过程中，机体内产生各种不需要的代谢产物，通过各种途径重返环境之中。许多种化学元素反复进行着环境→生物→环境的循环，互相作用互相影响着，并保持着人体与环境的平衡，称为环境与人体的生理平衡。

一旦环境中的物质组成发生了异变（包括自然的和人为的），在人体内就会引起反映。如果环境条件的改变在数量、浓度和持续时间等方面超越了人类正常的生理调节范围，就可能引起某些功能、结构发生异常反应，甚至呈现病理变化，使人体产生疾病或影响寿命。

（一）地质环境对人体健康的影响

在地球历史发展过程中，逐渐地形成了地壳表面各元素分布的不均一性，这种不均一性在一定程度上控制和影响着世界各地人类和生物的发展，因而造成生物生态的明显的地区性差异。例如，环境中缺乏碘，可导致地方性甲状腺肿大的发生和流行；环境中含氟量过多可以引起氟骨症；饮水中硬度愈低，心血管疾病和死亡率愈高等。经研究发现，许多疾病的发生和流行，与地质环境有一定的关系，有人称之为地球化学性疾病。

（二）环境污染对人体健康的影响

环境污染对人体健康的影响与污染物的性质、浓度以及污染途径和方式有关。危害种类有以下三个方面：

1. 急性危害 某些有毒物质通过空气、水体和食物链进入人体，并达到一定的浓度时，会导致急性中毒或亚急性中毒。中毒的程度轻重，与污染物的性质和接触剂量等有关。

2. 慢性危害 有毒的化学物质污染环境，小剂量长期作用于人体时，达到一定的程度，可以产生慢性中毒。根据研究表明，大气污染是慢性支气管炎、肺气肿及支气管哮喘等呼吸器官疾病的直接原因或诱发原因之一。

3. 远期危害 环境污染对人体健康的影响往往不是在短期内，而是经过一段较长的潜伏期后才表现出来，例如环境因素的致癌作用，对机能遗传的影响等。

（1）致癌作用 根据研究表明，许多肿瘤发病与环境因素有关，其中化学性因素的致癌又占有重要地位，而人类接触化学性物质又主要来自环境污染。现已确认的致癌物质有苯并（a）芘、砷、铬和铬酸盐、镍和羰基镍、石棉、a-萘胺、联苯胺、4-氨基联苯、4-硝基联苯、二氯甲醚、氯乙烯、黄曲霉等。可能致癌的物质有：铍、镉、亚硝酸胺类化合物。我国某些地区的肝癌发病率与有机氯农药污染有关。

（2）对遗传的影响 一切生物本身都具有遗传和变异的特性。环境污染物对人体遗传所起的作用表现为：

诱发作用 这一类遗传病的基本病因是内在的基因变异，一般情况下不发病，而在外界诱发的作用下，才呈现病症，平时称为“敏感个体”。大量的调查研究表明，一些慢性呼吸系统疾病，如慢性支气管炎、慢性阻塞性肺病，它们的发病原因或病症加重都是和空气中的硫氧化物、硫酸雾、氮氧化物、臭氧等污染物的诱发作用密切相关。

致突变和致畸作用 环境污染物引起生物体细胞的遗传信息和遗传物质发生突然改变的作用，称为致突变作用。这种致突变作用引起变化的遗传信息和遗传物质在细胞分裂繁殖过程中，能够传递给子细胞，使其具有新的遗传特征。具有致突变的物质称为致突变物，例如工业毒物中的烷化剂和某些高分子化合物的单体（氯乙烯、苯乙烯、氯丁二烯等），以及氮芥、硫酸二甲酯，硫酸二乙酯、苯，甲苯等。

某些环境因素对生殖系统的作用，干扰了正常的胚胎生育过程，因而产生了异常胚胎，称为畸形胎，这种作用称为致畸作用。如胚胎死亡、胚胎生长迟缓、畸形、功能不全等。能引起畸胎的一些因素称为致畸原，如电离辐射和某些化学物质（农药、工业毒物、

医疗药物等)。

二、人口的压力

科学家在研究环境污染和控制问题时，无不从全球的生态系统出发，都为当今人口的急剧增长而忧虑。由于人口的剧增，所消耗的资源 and 能源在剧增，环境中排放的有害物也随之剧增。在许多方面，安全依靠地球生物圈生态系统来稀释、分解和再循环人类所产生的废物已超过它的自净能力。因此，环境科学家认为，人类影响环境的因素固然很多，其中最重要的是人口问题。

(一) 人口增长曲线

人类社会人口的变化规律，与生物的增长规律具有共同的特点。

设人口的出生率为 b (%)，死亡率为 d (%)，移民迁入率为 m (%)，则人口增长率表示为：

$$r = b - d + m \quad \% \quad (1-1)$$

令人口变化率与人口数量成正比，即

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N \quad (1-2)$$

式中 N ——人口数量，人；
 r ——人口增长率，%。

积分并化简得：

$$N = N_0 e^{rt} \quad (1-3)$$

式中 N_0 ——初始人口数量，人；
 N ——经过七年后人口的数量，人。

若计算人口增加一倍时所需时间，即在 T_d 时，人口的数量是初始人口的两倍（即 $N = 2N_0$ ），那么式（1-3）可写成：

$$2N_0 = N_0 e^{rT_d}$$

化简后得： $T_d = \ln 2 / r \approx \frac{0.7}{r}$ (1-4)

如果用每年的百分数表示增长率 r ，则以年为单位的加倍时间为

$$T_d = \frac{70}{r} \quad \text{年} \quad (1-5)$$

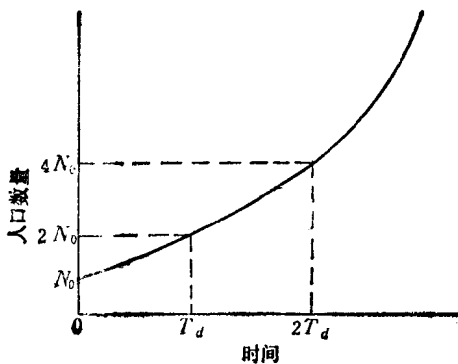


图 1-5 人口增长曲线及加倍时间

人口指数增长的曲线及其人口数量加倍所需时间如图1-5所示。

(二) 世界和我国人口发展的趋势

根据联合国资料统计的世界人口增长情况如图1-6所示。预计在本世纪末的15年中平均每年增长1亿，到2000年将超过60亿，2110年将达105亿。

人类将要生存和发展亿万年。对久远的后代来说，即便是0.01%的增长率也是不能接受的。用现代控制论的科学方法可证明，为了使人类社会将来保持一个适中的人口数量和保持人口增长率为零，即每年出生的人口和死亡的人口相等，任何长期大

于零的增长率都将导致人口的猛增。现阶段我国的情况是人口基数很大，青少年占人口的50%以上，如果保持每个妇女平均生两个孩子，我国人口还要继续增长70年，到2050年将达到15亿零四千万，以后才能大致保持零增长率。即使每个妇女只生一个孩子，我国人口也要继续增长25年。

(三) 人口数量的控制

科学家的研究表明，就世界的资源、能源、环境和社会等各方面来考虑，全球人口以控制在—百亿以内为宜。控制人口是人类—件十分艰巨的事业。我国人口基数是世界上最大的国家，控制生育对我国本身和世界都具有很重要的意义。稳定的世界人口，从某种意义上来说，是人类长期生存的一个条件。

我国政府根据目前的人口状况，耕地、粮食生产、能源、资源和经济发展规划，制定了我国人口发展的战略目标—在本世纪末控制在12亿。其人口政策则是控制家庭人数，即在近几十年中提倡一对夫妇生一个孩子。但不能长期采取“独生子女”政策，否则会造成年龄结构的不协调。从经济学和环境学观点来看，由于人口增长率的下降，对环境的压力也随之减轻。用于缩小家庭规模计划的开支，其收益比用相同数量的资金投入重要工程建设所得的要高。所以，人口政策也成为明智的现代化标志。

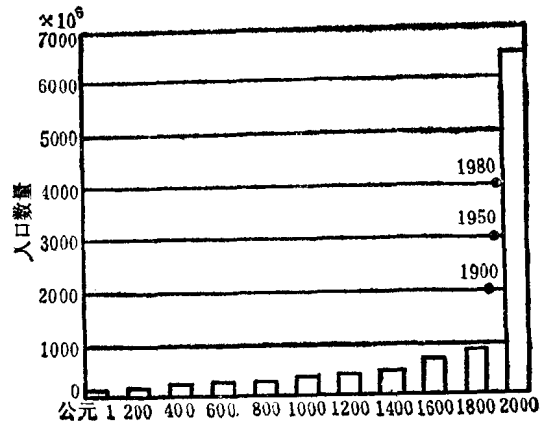


图 1-6 世界人口的增长 (公元 1 ~ 2000 年)

第四节 能源、资源与环境

一、人类能量的消耗

(一) 能源

在一定条件下，能够提供某种形式能量的物质或物质的运动，统称为能源。

自然界的能源种类很多，按其形式和来源，可划分为三大类：

第一类是来自太阳的能量。目前人类所需能量的绝大部分都是直接或间接来源于太阳。地球上的各种植物，煤、石油、天然气等矿物燃料，以及风能、水能、海洋热能、波浪能等，都是由太阳能转换形成的能源。

第二类是地球本身的能量。地球是一个大热库，从地面向下，随着深度的增加，温度不断提高。从地下喷出地面的温泉，就是地球热能的表现。还有铀、钍等核燃料在进行原子核反应时释放出大量的能量。

第三类是月亮、太阳等天体对地球的引力产生的能量。如海水涨落形成的潮汐能。

若按对环境污染的程度，能源又可划分为两类：

第一类是清洁能源。如太阳、水、地热等，此外，天然气也是较清洁的能源。

第二类是不清洁能源。如煤、石油、核燃料等。

上述能源，都是在自然界中现成存在，基本上没有经过人为加工或转换的能源，称为

一次能源。在生产或生活中，由于工艺的要求，或是为了方便使用，提高劳动生产率等原因，需要将现成能源加工、转换成符合要求的能源，如蒸汽、焦炭、煤气、电力等，称为二次能源。太阳能和由太阳辐射而形成的水能、风能、生物质能等称为再生能源。而煤、石油、天然气、原子核反应的原料铀等称为不可再生能源。

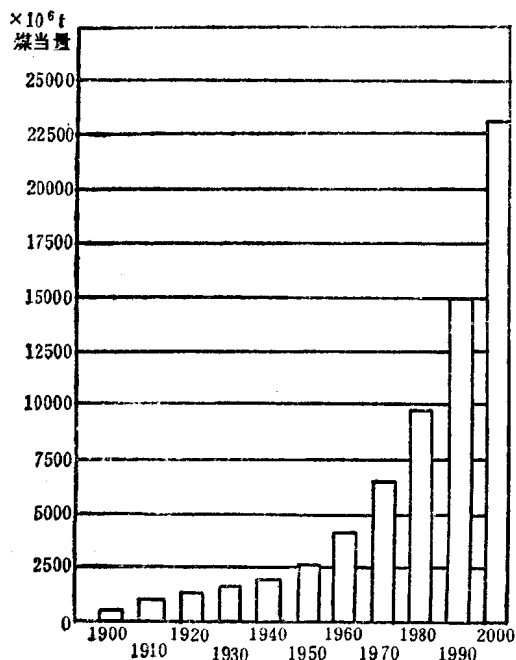


图 1-7 世界能源的消耗 (换算为标准煤)

(二) 能源生产与消费

随着科学技术和社会生产力的发展，人类利用的能源在不断进行更替。从人类开始利用能源到目前，已经经历了三个发展阶段。

人类利用能源的第一个时期叫草木时期。以后随蒸汽动力的广泛应用，使煤的消耗量迅速增加，逐步过渡到以矿物燃料为主的能源利用的第二个时期，即煤炭时期。内燃机的发明和使用，石油和天然气的广泛利用，进入了能源利用的第三个时期，即石油和天然气时期。图1-7直观地反映了世界能源的消耗情况。

由于地球上石油和天然气资源日趋匮乏，人们对能源的需要又转向煤和原子核燃料。据估计，可望在10年左右，核发电量将翻一番。随着科学技术的进步，预计人类将过渡到使用数量巨大、可以再生、几乎是取之不尽用之不竭的新能源。

二、资源的开发和能源的利用对环境的影响

资源的开发和能源的利用对环境的影响大致可分为两个方面：

(一) 资源在开发、贮运过程中对生态的影响

1. 草木秸秆等生物能源作为炊事和采暖燃料，由于过度采伐，缺乏更新栽植，使森林覆盖面积不断减少，水土流失加剧，水旱灾害交替发生，生态系统失调，环境质量遭到破坏。有的发达国家对发展中国家的原始森林进行掠夺性开采，使大量土地沙漠化、瘟疫流行。

2. 由于采矿而造成土壤、岩石裸露并加速侵蚀，使泥沙入河，淤塞河道。由矿区和尾矿堆渗出的酸性废水或其他废水造成对水系的污染等。

3. 石油的海运、开采使得全世界每年约有 200×10^4 t 油类流入大海，对沿海和河口地区脆弱的生态系统造成严重的威胁，使渔业减产，旅游业遭到破坏。

(二) 能源利用过程中产生的污染对环境的影响

这里主要指烟尘、硫氧化物、氮氧化物及一氧化碳等造成的大气污染。此外，火电厂和核电厂等还产生大量的热污染；汽车尾气和石油化工企业排放气体中的氮氧化物和烃类，在阳光的照射下，生成的光化学烟雾的污染；重金属及放射性物质对环境造成的污染等。