第一章　绪　论

环境与发展是当今世界各国普遍关注的重大问题。世界需要发展，中国更需要发展，那么，发展的正确途径是什么？经过 20 世纪百年的教训和探索，人类提出了自己与生存空间共同发展的战略，那就是可持续发展战略。按照这个发展战略，人类必须树立理性的环境保护观念，保护环境，自觉维护生态平衡。只有这样，我们才无愧于新的世纪，无愧于子孙后代。伴随着科技进步和社会生产力的极大提高，人类在经济增长和物质繁荣上取得了巨大进步。然而，世界仍面临一系列十分棘手、难以解决却又急需解决的带有根本性的重大问题。环境问题就是其中之一。人类环境问题已经正在、而且还将继续影响全球社会与经济的持续与稳定发展。这种影响造成了全球性的环境污染和生态破坏，对人类的生存和发展构成了现实威胁。保护生态环境，实现可持续发展，已成为全世界紧迫而艰巨的任务。

把环境保护确定为我国的一项基本国策，这意味着把环境与社会，经济与发展放到了同等重要的地位来考虑。随着我国经济建设的迅速发展，环境保护工作愈来愈引起人们的关注。我国是发展中的社会主义国家，要实现现代化，在环境保护工作中，不能走发达国家走过的“先污染后治理”的道路，我们需要借鉴这些教训，在发展经济的同时，保护好环境。

第一节　环境与环境问题

一、环境的概念

环境（Environment）是指围绕着人类的地球表层空间的所有自然因素和社会因素，它既是人类生存和活动的场所，又是向人类提供生产和消费所需要的自然资源的供应基地。在《中华人民共和国环境保护法》中明确指出：“本法所称环境，是指影响人类生存与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、野生动物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”这里指的环境是作用于人类客体的所有外界事物，即对人类来说，环境就是人类

需要全本请访问 www.ertongbook.com

的生存环境。

人类的环境有别于其他生物的环境，它包括自然环境和社会环境两部分。社会环境指人类的社会制度等上层建筑条件，包括社会的经济基础、城乡结构以及同各种社会制度相适应的政治、经济、法律、宗教、艺术、哲学的观念与机构等。我们所讨论的环境问题，则主要是自然环境。

自然环境是由地球表层的岩石圈、大气圈、水圈和生物圈相互作用、相互制约、相互转化所构成的复杂体系。也是人类赖以生存和发展的各种自然因素的总和，即通常所说的自然界。事实上，人类对自然环境的依存关系以及人类对自然环境的理解随人类文明的进步而有所不同。远古时代，人类的自然环境是一个比较狭窄的范畴，而当代人们所理解的自然环境则广泛得多。因此，也可以把自然环境理解为一个由近及远、由小到大的有层次的系统。

1．生存环境

由人类赖以生存的空气、水、土壤、阳光和食物等基本环境要素所组成，这也是人类文明初期所了解和利用的自然环境。

2．地理环境

我们所居住的地球自内向外呈圈带状构造。地理环境位于地球表层，处于岩石圈（Lithosphere）、水圈（Hydrosphere）、大气圈（Atmosphere）、土壤圈（Soilsphere）、生物圈（Biosphere）等相互作用、相互渗透、相互制约、相互转化的交错带上。下起岩石圈的表层，上至大气圈下部的对流层顶，厚约 10～20 km ，包括全部土壤圈，其范围大致与水圈和生物圈相当，这里是来自地球内部的内能和主要来自太阳辐射的外能的交锋地带。这里有适于人类生存的物理、化学和生物条件，构成人类活动的场所。虽然人类改造自然的能力不断增强，生存空间不断扩大，但迄今为止，人类依然只能正常地生活在地理环境中。

3．地质环境

地质环境主要指的是地表以下坚硬的地壳层即岩石圈。地理环境是在地质环境的基础上，在宇宙因素的影响下发生和发展起来的。地理环境和地质环境以及宇宙环境之间经常不断地进行着物质交换，岩石在太阳能作用下的风化过程，使被固结的物质解放出来，参加到地理环境中去，参加到地质循环以至星际物质大循环中去。如果说，地理环境为我们提供了大量的生活资料和可再生的资源，那么地质环境则为我们提供了大量的生产资料、丰富的矿产资源、难以再生的资源。它对人类社会的影响，随着生产的发展而与日俱增。

4．宇宙环境

地球属于太阳系的一个成员，我们生存环境中的能量主要来自太阳辐射，我们居住的地球距太阳不近也不远，正处于“可居住区”之内。转动的不快也不慢，轨道离心率不大，致使地理环境中的一切变化既有规律，又不过度剧烈，这些都为生物的繁茂昌盛创造

了必要条件，成为迄今为止我们所知道的惟一有人类居住的星球。

我们通常所说的环境就是上述的地理环境，包括地球表层的动物、植物和微生物等全部有机体以及同它们相互作用的其它非生物要素，其范围大体上与生物圈相当。地理环境是人类赖以生存的客观条件，对人类的产生与发展起着决定性作用。

二、环境问题

所谓环境问题，是指人类活动所引起的环境质量变化，以及这种变化对人类的生产、生活以至健康和生命造成危害问题。人本身是自然界的产物，从诞生的那一天起，就改变着原始的生态环境。因为人不可能脱离一定的自然环境而存在，但人可以利用、改造自己的环境。人类生活在环境之中，从环境中获取各种资源，然后又将使用过的物质和废弃物还给自然环境，从而参与了自然界物资循环和能量流动，不断影响着自然环境。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作用。另一方面，自然环境也从某些方面（例如自然灾害）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环境问题。

环境问题的具体内涵随社会的发展而不同。原始社会人口稀少，生产力水平低下，这时的环境问题表现为洪水、猛兽、林火、风暴以及种种自然灾害对人类生存的威胁；农业社会人类生活以种植业和养殖业为中心，主要环境问题表现为以气象灾害为中心的自然灾害（包括病虫害）对农业生产的破坏。另外，过度垦殖引起的水土流失和环境退化又成为环境问题的另一方面，并且一直延续至今仍然是当代主要环境问题之一。人类进入工业社会以后，环境问题又增加了新的内容。这就是自然资源的大量消耗和破坏，以及工业“三废”排放引起的环境恶化直接构成了对全人类生存的威胁。因而，相对于农业来说，工业所造成的环境问题是以环境污染为主的，是范围较广、影响较深远的前所未有的新问题。

环境问题有不同层次，既有国家内部地域性的局部环境问题，如省内、地区的；有国家范围的，还有跨国的；还有全球性环境问题。全球环境问题必然对区域环境构成深远影响，而区域环境问题有可能发展成为全球环境问题。当今，全球出现了几个比较重大的环境问题。归纳起来有以下几个方面：

1. 大气污染超标

对人类环境威胁较大的主要有煤粉尘、二氧化硫、二氧化碳等。人类在最近一个世纪排放的二氧化碳增加了 20%，全球每年使用矿物燃料排入大气层的二氧化碳达 55 亿 t。每年约有 1.5 亿 t 二氧化硫被人为排入大气，全世界每年大约有 25 亿 t 颗粒物排入大气，其中自然排放 20 亿 t，人类排放 5 亿 t。由于排放的大气污染物越来越多，并在空气中积聚，因而导致空气质量的严重下降。空气质量下降不仅严重危害人类的健康，而且对整个地球的生态系统产生极其重大而深远的影响。世界城市人口中有一半左右（约 10 亿人）生活在二氧化硫超标的环境中，每天约有 800 人因呼吸受污染的空气而早亡，另有 10 亿多人生活在烟尘和灰尘等颗粒物超标的环境中。另外，大气污染对农业、林业和牧业生产的危害也十分严重。

2．温室效应与全球变暖

从 1950—1985 年，全球排放的二氧化碳、氮氧化物、氯氟烃等物质增加 20 倍。据美国统计，世界 6 个工业化大国排放的“温室气体”占 45%。过去的 100 年中，气候最暖的 6年都在 20 世纪 80 年代以后，气候专家预计 2025 年全球平均表面气温将上升 1℃，到 21 世纪中叶将上升 1.5～4.5℃。在过去 100 年内，海平面上升 100～150mm，预计在未来 100 年内，世界海平面将上升 1 000mm。气候变暖对人类来说将是一场大规模的环境灾难。它会使全球水量重新分配、冰川和冻土融化、海平面上升。沿海地区可能被淹，不少岛屿有消失的危险，自然灾害如干旱、洪水、暴风会频繁发生，热带、亚热带农作物可能大面积减产，生态平衡会遭到破坏。还威胁人类的食物供应和居住环境。

3．酸雨的危害

酸雨被称为“空中死神”，全世界酸雨的污染范围在日益扩大，雨水酸度也在不断增加。世界酸雨主要集中在欧洲、北美和中国西南部三个地区，以及拉丁美洲的部分地区。美国的 15 个州酸雨 pH 值平均为 4.8。加拿大酸雨的面积达 120万～150 万 km^2。我国西南地区是酸雨污染的集中区域，该地区已经成为世界上酸雨污染最为严重的地区。酸雨对生态系统的影响很大，它可直接使大片森林死亡、农作物枯死，使土壤日益酸化、贫瘠化，使水质变坏，湖泊、河水酸化，并溶解土壤和水体底泥中的重金属进入水中，使鱼类减少甚至灭绝。酸雨还加速腐蚀建筑物和文物。对人体的健康也有直接和潜在的影响。

4．臭氧层的破坏

科学家发现，每年春季，南极上空大气中的臭氧都消失 40%～50%，臭氧层空洞已大如美国国土，深度相当珠穆朗玛峰之高。预计下世纪初，北半球上空臭氧减少 25%～30%，臭氧层变薄或出现空洞，太阳光中的紫外线就会大量辐射到地面，对人类及其生存环境将造成极为不利的后果。有人估计，如果臭氧层中臭氧含量减少 10%，地面不同地区的紫外线辐射将增加 19%～22%，由此人类皮肤癌的发病率将增加 15%～25%，患白内障、呼吸系统疾病的人也将增多。紫外线增强对生物来说也是灾难性的。它将扰乱生态系统中的食物链和食物网，导致一些主要生物物种灭绝。破坏臭氧层的氯氟烃，近 60 年来已排放 1 200 万 t。现在全世界氯氟烃产量约 100万 t，发达国家每年排放量占全世界的 80% 以上。另外，飞机排放的氧化氮等气体，农业上过度使用化肥会产生大量氧化氮，各种燃料燃烧也会产生大量氧化氮，这些都是破坏臭氧层的因素。

5．土地沙漠化

土地沙漠化是全世界特别是发展中国家最严重的环境问题之一。产业沙漠化的原因有自然因素和人为因素。自然因素主要是气候干燥、降水稀少、地表形成松散沙质土壤，受大风吹扬等。人为因素是过度放牧、垦殖，砍伐森林、不适当地利用水资源等，使干旱或半干旱的土质松散，失去了植物保护。

全世界受沙漠化威胁最严重的是干旱地区，其总面积约为 48.8 亿 hm^2，占陆地总面积的 1/3，发展中国家干旱地区的面积约占全球干旱面积的 2/3，仅非洲干旱地区就占全

洲面积的 60%。亚洲干旱地区同样受到沙漠化的威胁，地中海及红海沿岸，伊朗、阿富汗、巴基斯坦、印度西北部、中国西北和北部以及蒙古一带，占亚洲干旱地区面积的 93%，其中印度占 20%,我国占 13.5%。

6．水资源短缺与水污染严重

全世界有 22 个国家的人均水资源拥有量不到 1 000 m^3，有 18 个国家拥有量不到 2 000 m^3,中国人均 2 300 m^3，相当世界平均量的 1/4，中国每年缺水 3 000 亿 m^3。

世界各国每年工业用水超过 600 km^3，而灌溉农田用水多达 3 000～4 000 km^3。目前，全世界每年约有 4 200 多亿 m^3 的污水排入江河湖海，污染了 5 500 亿 m^3 的淡水占到全球径流量的 14%以上。全世界每年有 2.5 万人的死亡原因是由于水污染造成的。全世界 60 亿人口中，超过 12亿人缺乏安全饮用水，腹泻病例每年达 10亿之多。

7．海洋生态危机

全球每年向海洋倾倒的垃圾多达 200 亿 t，其中包括塑料制品、各类生活垃圾、工业废料、放射性物品。海洋污染使沿海居民肝炎、霍乱等病例增多，使鱼虾和海洋其它生物减少或死亡。海洋污染形成的“赤潮”遍及美、澳、亚各洲。赤潮灾害近几年在我国近海频繁发生，给海水养殖业等造成重大损失。2000 年我国近海共发生 28 次赤潮，面积累计超过 10 000 km^2。赤潮灾害严重威胁我国海域生态系统，并给海洋经济带来巨大损失。如辽宁、浙江两次较大赤潮造成的渔业损失就达 3 亿元。渤海的赤潮灾害面积达 2 000 km^2，发生 7次，东海发生 11 次，面积达 7 800 km^2。海洋污染已使全世界渔业蒙受巨大损失。20 世纪 90 年代以来，各种高产鱼、名贵鱼种大量减少。我国每年直接排入海水或经江河排入海水的污水达 100亿 t，其中含有害、有毒物质 146万 t。

8．绿色屏障锐减

在历史上，森林和林地曾占陆地的 1/3。但在过去一万年里使地球森林植被缩小了 1/3。自 1950 年以来，世界森林已损失一半（主要发展中国家）。其中减少最多的是中美洲国家（66%），其次是中非(52%)，再其次是东南亚(38%)。森林面积减少的原因是多方面的，有火灾、虫灾、洪灾等自然原因，但更多的是乱砍滥伐、毁林开荒等人为因素，使地球森林植被缩小了 1/3。最近 20 年里，全球每年砍伐森林 20 000 万 hm^2。照此发展下去，30 年内地球上除自然保护区外，就不会有原始热带森林了。草原不仅具有巨大的生产力和经济价值，而且有重要的生态意义。然而，极不幸的是世界各地几乎到处可见牧场管理不善、不合理开垦、过度放牧，使草原生态系统造成严重的破坏而失去平衡。我国已有退化草原面积 8 700万 hm^2。

9．物种消失加剧

1860 年人类和家畜总生物量占陆地动物量的 5%，1940 年占 10%，现在占 20%。到 21 世纪中叶占陆地动物生物量的 60%。估计到时可能消失的物种总数为 200 万,这将对人类前途产生极大威胁。生物多样性减少的原因之一是人类活动的强烈干扰，近代物种的丧失速度比自然灭绝速度快 1 000 倍，比形成速度快 100万倍。物种丧失速度由大致每天

需要全本请访问 www.ertongbook.com

一个物种加快到每小时一个物种。目前世界上，已有 593 种鸟、400 多种兽、209 种两栖爬行动物以及 20 000 多种高等植物濒临灭绝。

10．垃圾威胁人类

地球上的垃圾越来越多，多数堆放在城市周围，已成为一个十分重要的环境问题。据统计，全球每年新增垃圾 100 亿 t，合人均 2 t。发达国家产生的垃圾最多，仅美国每年就产生工业垃圾 20 亿 t 以上，城市居民垃圾 2.2 亿 t，丢弃的旧汽车 1 000 多万辆，废轮胎上亿只。全球危险废物以每年 5 亿 t 的速度增加。全世界湖泊、河流、水井直接受到有毒、有害物质垃圾废料污染的威胁，造成的祸害有增无减。

通过上述几个方面介绍表明，当代的环境问题已处于一个历史性的关键时刻，成为全人类所面临的生存与发展的问题。人类不得不重新认识自身与环境的关系。人类要重新了解我们周围的环境，了解在人口压力下环境发展和演化的规律。这种巨大的需求呼唤着一门全新的科学——环境科学的诞生。

第二节　环境与环境科学

环境科学是一个正在迅速发展的新学科。它是在解决环境问题的社会需求的推动下形成和发展起来的。它是由多学科到跨学科的庞大科学体系组成的新兴学科，也是介于自然科学、社会科学和技术科学之间的边缘科学，是现代科学技术向深度和广度进军的标志，是人类认识自然、改造自然进一步深化的表现。

一、环境科学的研究对象和任务

1．环境科学的研究对象

环境科学研究的对象是“人类与环境”这对矛盾之间的关系，研究它们对立统一关系的发生和发展、调节和控制以及改造和利用的科学。其目的在于探讨人类社会持续发展对环境的影响及其环境质量变化规律，从而为改善环境和创造新环境提供科学依据。

人类与环境的关系主要是通过人类的生产和消费活动而表现出来的。人类的生产和消费活动也就是人类与环境之间的物质、能量和信息的交换活动。人类通过生产活动从环境中以资源的形式获得物质、能量和信息，然后通过消费（生产消费和生活消费）活动再以“三废”的形式排向环境。因此，无论是人类的生产活动，还是消费活动，也无不影响环境。

自然环境是人类赖以生存的物质条件之一。自然环境是按照自己固有的规律发生和发展。自然环境的客观属性和人类的主观要求之间、自然环境的客观发展过程和人类有目的的活动之间，不可避免地存在着矛盾。因而，自然环境不仅是被利用的对象，而且也是被改造的对象。自然环境正是在人类有目的、有计划地利用和改造过程中，才逐渐被转变为更适合人类活动的生存环境。而新的生存环境又反作用于人类。在不断发展过程中，人

类在改造客观世界的同时，也改造着人类自己本身。

2．环境科学的研究任务

环境科学的基本任务就是揭示人类与环境系统的实质，研究人类与环境系统之间的协调关系。掌握它的发展规律，调控人类与环境之间的物质与能量交换过程，以改善环境质量，造福人民，促进人类与环境之间的协调发展。

环境科学研究人类活动对环境所引起的较近期的影响，并预测较长期的间接影响。在研究中，不仅要考虑人类对环境的利用、改造和生产力发展水平的关系，也要考虑生产关系的制约作用。主要任务是：①探索全球范围内环境变化的规律，了解人类环境变化过程，环境的基本特征，环境结构和演化机理等，以便应用这些认识使环境质量向有利于人类的方向发展，避免对人类不利的变化。②揭示人类活动同自然环境之间的关系，以便协调社会经济发展与环境保护的关系，使人类社会和环境协调发展。③探索环境变化对人类生存的影响，发挥环境科学的社会功能，探索污染物对人体健康危害的机理及环境毒理学研究，为人类正常、健康的生活服务。④研究区域环境污染综合防治的技术措施和管理措施。

二、环境科学的分支学科

环境科学是一门新兴的学科，而且还处在蓬勃发展之中。对环境科学的分科体系迄今尚未有一致的看法。但由于环境问题的重要性和综合性，许多自然科学，社会科学和工程科学都已积极参加环境科学的研究，形成了许多相互渗透，相互交叉的分支学科。其中属于自然科学方面的有环境地学、环境生物学、环境化学、环境物理学和环境医学等；属于社会科学方面的有环境法学、环境经济学和环境管理学等；属于工程科学方面的有环境工程学等。来自不同的学科，分别从不同的角度，运用不同的观点和方法来研究和解决环境问题。进入 20 世纪 70 年代，在这些环境科学相互作用、相互渗透的过程中，孕育了更高层次的、统一的、独立的环境科学—环境学。环境学是一门综合性很强的新兴科学，依其研究的内容可分为：

1．理论环境学

理论环境学的主要任务是运用有关的现代科学理论，总结利用和改造环境的正、反两方面的经验，继承和发展有关的环境科学理论，以建立与现代科学技术发展水平相适应的环境科学的基本理论，主要内容包括环境学方法论，环境质量评价的原理和方法，合理布局的原理和方法，综合利用联合企业及生产地域综合体组成的原理和方法，环境规划和环境区划的原理和方法，以及人类生态系统和社会生态系统的理论和方法。最终目的是建立一套调整和控制人类与环境之间的，通过生产和消费活动进行的物质和能量交换过程的理论和方法，为解决环境问题提供方向性和战略性的科学依据。

2．综合环境学

综合环境学是把人类与环境系统作为一个整体，从各种不同性质和不同等级的许多

矛盾的总体上，从其相互联结的特殊性上，全面地研究人类与环境系统的发展、预测、调控以及改造和利用的科学。根据其研究对象的范围、特性及其从属关系可进一步划分为：

（1）全球环境学　随着人口的增加，科技的发展，生产力的提高，生产规模的扩大，交通工具的改进，人类活动空间范围的扩大，人类利用和改造环境的活动及其影响，无论在广度和深度上都是日益增长的。人类很多生产和消费活动足以引起全球性的影响、全球性的变化，而这些影响和变化大都是直接或间接地通过大气和水的全球性循环来进行的。这些影响和变化的性质、方向、速度和规模应当引起我们的高度重视。随之而产生的全球环境问题，都需要认真研究。

（2）区域环境学　由于不同地区的社会因素和自然因素不同，人类与环境系统的协调关系也随之有所差异。而由此引起的环境问题在性质上也有所不同。区域环境学就是研究某一区域内人类与环境系统的发展、变化、预测、调控以及改造和利用的科学。区域的划分可以根据行政区划，也可以根据自然区划或经济区划，通常行政区划和自然区划交替并用。以国家作为第一级区划，在一国之内再按自然区划、经济区划或行政区划进一步划分。由于区域的社会条件和自然条件不同，人类利用和改造环境的性质、程度、规模和后果也有所不同，所引起的环境问题以及解决问题的途径和方法也因之而异。总之，由于不同地区环境的组成、结构、发育阶段以及所储存的物质和能量水平不同，它的稳定性和敏感性也不同。因此，无论在利用、改造或保护和改善环境时，都必须因地制宜，区别对待。也就是说，环境问题一定要结合具体的区域环境条件来解决。

（3）聚落环境学　聚落是人聚居的地方，是人类活动的中心，因而也是与人类的工作和生活关系最密切、最直接的环境，是人类利用和改造自然环境、创造生存环境的突出实例。聚落的形成和发展为人类提供了越来越方便、舒适、安全和健康的生活和工作环境。但也往往因为聚落是人口密集、生产发展和人类活动频繁的场所，所以在这里造成的局部环境污染现象也非常严重，许多重大“公害”事件都发生在聚落环境之中。因此，近年来对聚落环境的研究已引起人们的普遍重视。

3．部门环境学

部门环境学是以人类与环境系统某些环境问题为对象研究其发展、预测、调控以及改造和利用的科学。许多自然科学、社会科学和工程科学都积极参加环境科学的研究，形成了许多相互渗透，相互交叉的分支学科。其中属于自然科学方面的学科有环境地学、环境物理学、环境化学、环境生物学、环境医学等。

（1）环境地学　研究人一地系统的发生、发展、组成、结构、运行、演化、调控与改造等。主要包括环境地质学、环境地球化学、环境地理学、环境海洋学、环境土壤学、污染气象学等。

（2）环境生物学　研究生物与受人类干预的环境之间相互作用的机理和规律。它以生态系统为对象，在宏观上研究污染物在生态系统中的迁移、转化和归宿，以及其对生态系统结构和功能的影响；在微观上研究污染物对生物的毒性作用和遗传变异影响的机理。环境生物学有两个主要研究领域：污染生态学和自然保护。前者研究生物与受污染环境之间相互作用的机理和规律；后者研究自然环境与自然资源的保护、增殖和合理利用。

（3）环境化学　鉴定与测量化学污染物在环境中的含量，研究其存在形态和迁移

转化规律，研究污染物无害化处理与回收利用的机理等，包括环境分析化学和环境污染化学等。

（4）环境物理学　主要研究声、光、热、电磁场和射线等物理环境对人类的影响，以及消除其不良影响的技术途径与措施。由此分化为环境声学、环境光学、环境热学、环境电磁学和环境空气动力学。

（5）环境医学　主要研究污染环境对人类健康的有害影响及其防治措施，包括探索污染物在人体内的动态和作用机理，查出环境致病因素和防病条件，阐明污染物对健康损害的早期反应和潜在远期效应等，为制定环境卫生标准和预防措施提供科学依据。包括环境流行病学、环境毒理学、环境医学监测等。

与技术科学过渡的有环境工程学。我们赖以生存的已不是原始的自然环境，而是经过加工改造的环境。这种加工改造过程还在加速进行中，形成工矿、农田、水利、林牧、交通建筑、旅游等多种多样工程环境，或通称为人工环境。

（6）环境工程学　运用工程技术的原理和方法，防治环境污染，合理利用自然资源，保护和改善环境质量。除了研究具体污染物（如污水、废气、固体废物、噪声等）与污染对象（如水、土和空气等）的防治技术外，还研究环境污染综合防治技术和进行技术发展的环境影响评价等。

属于社会科学方面的有环境法学、环境经济学和环境管理学。它是以人类与社会环境为研究对象的科学。社会环境是人类在发展过程中自己建造起来的，反过来它又对人类的工作、生活和身心健康产生重大的影响。这种影响是随着生产力的发展，生产关系的改变，生产方式的变化而改变的。在不同社会发展阶段所产生的环境问题的危害程度，以及解决问题的途径和方法都是有所不同的。而且，社会环境还深刻地影响着人类与自然环境的关系。在不同社会环境中，自然环境所起的作用是不同的，从而也影响人工环境的建造和作用。由此可知研究社会环境学的重要性及内容的复杂性。

（7）环境法学　研究保护自然资源和防治环境污染的立法体系、法律制度和法律措施。

（8）环境经济学　研究经济发展和环境保护之间的互相促进关系，探索经济活动和环境之间物质交换的基本规律，使经济活动取得最佳经济效益与环境效益。

（9）环境管理学　研究采用行政、法律、经济、教育和科学技术等各种手段调整社会经济发展同环境保护之间的关系，处理国民经济各部门、各社会集团和个人有关环境问题的相互关系，通过全面规划和合理利用自然资源，达到保护环境和促进经济发展的目的。

总之，理论环境学是在全部环境学的基础上发展起来的，而又是指导各分科发展的理论基础，同时它也是环境科学与哲学和数学之间的边缘性科学；综合环境学是环境学的核心，它是在各部门环境学的基础上发展起来的，而部门环境学则是环境学同相邻科学过渡的分支科学；分门别类的环境科学则是相邻科学向环境学过渡的分支科学。这样，环境科学以理论环境学和综合环境学为核心，通过部门环境学、分门别类的环境科学而与相邻科学相联系。

第三节　环境与环境保护

一、环境保护的内容

根据《中华人民共和国环境保护法》的规定，环境保护的内容包括“保护自然环境”与“防治污染和其它公害”两个方面。这就是说，要运用现代环境科学的理论和方法，在更好地利用自然资源的同时，深入认识和掌握污染和破坏环境的根源和危害，有计划地保护环境，预防环境质量的恶化，控制环境污染，促进人类与环境协调发展。

实践证明，人类改造自然、发展生产，必须同时注意自然界的“报复”，注意发展生产给包括人类在内的整个生态系统所带来的影响，而不能超过某一限度。环境保护就是要明确提出这一限度，通过宣传使大家认识这一限度，以政策、法律形式做出具体规定，并尽力实施这些规定，否则人类的生存环境就会遭到破坏。

我国的环境形势相当严峻，尽管全国环境污染恶化的趋势总体上开始得到基本上控制，污染物排放总量得到了解决，工业污染源达标排放和重点城市环境质量达标工作也取得显著进展，部分地区和城市环境质量有所改善。由于我国现在达到的治理污染的标准是初级的，各项污染物的排放总量仍然很大，环境形势仍然相当严峻。

我国水环境面临的严重问题是水体污染和水资源短缺，主要河流有机污染物普遍，主要湖泊富营养化严重。七大水系污染程度由重到轻顺序为：辽河、海河、淮河、黄河、松花江、珠江、长江。

我国城市环境污染严重，全国 668 个城市大部分存在水源、大气、城市垃圾和噪声严重污染。近年来，一系列生态事件的发生，如黄河断流、长江洪水、荒漠化以及最近危及半个中国的沙尘暴，大自然在报复、生态环境告急。

二、环境保护的重要性

人们开始反省，那些为了增加粮食产量而开垦耕地，必须还林还草还湖。这将是今后一项长期的战略任务。

据了解，目前我国城镇建设用地达 2.6 万 km^2，人均达 133m^2，比国家标准上限高 13km^2 农村居民点用地多达 16.4 万 km^2，人均 185m^2，比国家标准上限高出 35m^2。如果将我国存量建设用地的容积率由 0.3 提高到 0.5 以上，至少可以增加 40%的容纳能力。如果将我国城乡居民人均用地逐步降到 100m^2，可腾出 9 000 多万亩土地，可满足今后 30 年新增 3亿多人口的建设用地需求。目前我国建设用地十分粗放。我国工业用地占建设用地总量的比例高达 26%，而美国是 7.3%，香港特区是 6%。

全国森林面积、活立木总蓄积量和森林覆盖率分别达到 20.06 亿亩、117.85 亿 m^3和 13.92%，但是我国人均占有森林面积和蓄积量分别只有世界平均水平的 15%和 12%，森林覆盖率也只有世界平均水平的一半，而且分布不均、结构不合理。由于森林植被少，水

土流失面积已达 179.4 万 km^2，占国土面积的 18.7%，沙漠、戈壁及沙化面积已达 168.8 万 km^2 占国土面积的 17.6%，而且每年还以 2 460 km^2，的速度在扩展，全国约有 2.3 亿亩农田因生态环境恶化而严重影响产量，有 15 亿亩草场严重退化。生态环境恶化已成为制约我国经济，社会发展的重要因素之一。

我国的能源主要是煤，目前煤的消费总量约 12 亿 t；SO_2 的年排放量约 2 000 万 t。预计 2010 年达 3 000 万 t，煤的燃烧是造成大气污染的最大污染源，已成为我国经济和社会发展的一个重要影响因素。

我国矿产资源的供需矛盾日趋扩大严峻形势，以及这种形势可能给国家的经济安全和国防安全带来不利的影响。以下一组数据能说明问题，1978 年我国进口矿产品耗汇 108.91 亿美元，1999 年增加到 376.5 亿美元。由于经济建设规模的扩大和人民生活水平、生活质量的提高，需要消耗大量的矿产资源。矿产资源应引起我们高度重视。

第四节　生态与生态保护

一、什么是生态学

自然界的空气、水、土壤与生物界的人、动物、植物、微生物之间存在着相互依赖又相互制约的关系，彼此结合成一个严密的统一体，自然界与生物界的这种状态，称为生态。

生态学是研究生物与其生存环境之间相互关系的一门科学。它既不是孤立地研究生物有机体，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。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，生态学就是研究生命系统与环境系统之间相互作用的规律及其机理的一门科学。

随着人类环境问题的日趋严重和环境科学的发展，生态学扩展到人类生活和社会形态等方面，把人类这一生物种也列入生态系统中，来研究并阐明整个生物圈内生态系统的相互关系问题。同时，现代科学技术的新成就也渗透到生态学的领域中，赋予它新的内容和动力，成为多学科的、当代较活跃的科学领域之一。

二、生态系统的基本概念

1．什么是生态系统

生态系统（Ecosystem）是生物与周围的自然环境构成的整体。生态系统是指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、相对稳定的统一整体，是具有一定结构和功能的单位。

生态系统是一个很广的概念，任何生态群体与其环境组成的自然体都可视为一个生态系统。如一块草地、一片森林、一条河流、一座山脉都是生态系统。而水库、城市和农

需要全本请访问 www.ertongbook.com

田等称为人工生态系统。小的生态系统组成大的生态系统，简单的生态系统构成复杂的生态系统。

2．生态系统的组成

生态系统由四个部分组成，即生产者、消费者、分解者、非生命物质。

（1）生产者　主要指绿色植物，是指利用太阳能进行光合作用、制造有机物的植物种类，包括单细胞的藻类，均属于生产者。有一些能利用化学能把无机物转化为有机物的化能自养微生物，也应引入生产者之列。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，也是其它生物种群以及人类的食物和能源的供应者。

（2）消费者　主要是动物，又分为一级消费者、二级消费者……草食动物直接以植物为食物。绿色植物所制造的有机物质首先作为这类动物的食物，所以草食动物称一级消费者，如牛、羊、兔等。以草食动物为食的肉食动物称为二级消费者，如狐、狼等。依次类推。人类是最高一级消费者。

（3）分解者　分解者又称还原者。主要指各种微生物。分解者以动植物的残体和排泄物中的有机物作为维持生命的来源，并把复杂的有机物分解为简单的无机物归还环境，使生产者再度吸收利用，从而构成生态系统中营养物质的循环。

（4）非生命物质　指生态系统中的各种无生命的无机物和各种自然因素。如阳光、大气、水、矿物质及土壤等。它是生产者进行生产的原料，也是各种生物的生存条件。

以上四个部分构成一个有机的统一整体，相互之间沿着一定的途径，不断地进行着物质与能量的交换，在一定条件下，保持着暂时的相对平衡。

3．生态系统的分类

（1）按生态环境划分　①陆地生态系统。陆地生态系统包括整个陆地上的各类生物群落。按植被的优势类型可分为森林生态系统、草原生态系统、荒漠生态系统。森林生态系统又可再分为热带林、亚热带林、温带林、寒带林等生态系统。还可以再往下分。②水生生态系统。水生生态系统包括海洋和陆地上的江、河、湖、沼等水域，其面积占地球表面的 2/3。它又可分为海洋生态系统和淡水生态系统。淡水生态系统又可再分为流水生态系统（河、溪）和静水生态系统（湖泊、水库）。

（2）按人类对系统影响来划分　①自然生态系统。如前述的森林生态系统、海洋生态系统等。②人工生态系统。主要指被人类充分加工和改造了的自然系统，如城市生态系统、农田生态系统等。

4．生态系统的结构

生态系统的结构是指构成生态系统的要素及其时、空分布和物质、能量循环转移的路径。

（1）生态系统的形态结构　生态系统的生物种类、种群数量、种的空间配置（水平分布、垂直分布）、种的时间变化（发育、季相）等构成了生态系统的形态结构。例如，一个森林生态系统中动物、植物和微生物的种类和数量基本上是稳定的。在空间分布上，

自上而下具有明显的分层现象。地上有乔木、灌木、草木、苔藓；地下有浅根系、深根系及其根际微生物。在森林中栖息的各种动物，也都有其相对的空间位置；鸟类在树上营巢，兽类在地面筑窝，鼠类在地下掘洞。在水平分布上，林缘和林内的植物、动物的分布也明显不同。植物的种类、数量及其空间位置是生态系统的骨架，是整个生态系统形态结构的主要标志。

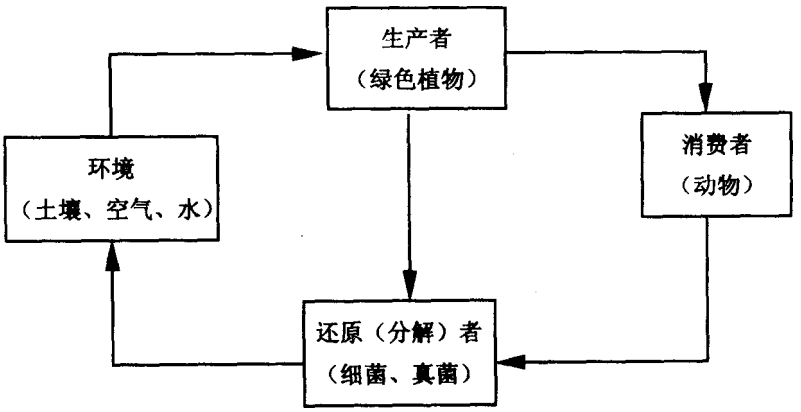

图 1-1　生态系统营养结构模式

（2）生态系统的营养结构　生态系统各组成部分之间建立起来的营养关系，构成了生态系统的营养结构。其营养结构的模式如图 1-1 所示。由于各生态系统的环境、生产者、消费者和还原（分解）者的不同，就构成了各自的营养结构。营养结构是生态系统中能量流动和物质循环的基础。

1）食物链：生态系统中，由食物关系把多种生物联接起来，一种生物以另一种生物为食，另一种生物再以第三种生物为食—— 彼此形成一个以食物联接起来的链锁关系称之为食物链。按照生物间的相互关系，一般又可把食物链分成 4类：

①捕食性食物链又称放牧式食物链。它以植物为基础，其构成形式是：植物→小动物→大动物。后者可以捕食前者。如在草原上，青草→野兔→狐狸→狼；在湖泊中，藻类→甲壳类→小鱼→大鱼。

②碎食性食物链。这种食物链是以碎食物为基础。所谓碎食物是由高等植物叶子的碎片经细菌和真菌的作用，再加入微小的藻类构成。这种食物链的构成形式是：碎食物→碎食物消费者→小肉食性动物→大肉食性动物。如在某些湖泊或沿海，树叶碎片及小的藻类→虾（蟹）→鱼→食鱼的鸟类。

③寄生性食物链。这种食物链以大型动物为基础，由小动物寄生到大动物身上构成，由哺乳类或老鼠→跳蚤→细菌→病毒。

④腐生性食物链。这种食物链是以腐烂的动植物遗体为基础。这些腐烂的动植物遗体被土壤或水中的微生物分解利用，构成了这种食物链。如植物残体→蚯蚓→节枝动物。

2）食物网：在生态系统中，一种消费者往往不只吃一种食物，而同一种食物又可能被不同的消费者所食。因此各食物链之间又可以相互交错相联，形成复杂的网状关系，称其为食物网。自然界中普遍存在的食物网，不仅维系着一个生态系统的平衡和自我调节能力，而且推动着有机界的进化，成为自然界发展演化的生命网。

3 营养级：生态系统中的能量流动是通过各种有机体和食物链进行逐级转化和传递的。因此，食物链中每个环节上的物种，都是一个营养级。它既从前一个营养级得到能量，又向下一个营养级上的物种提供能量。只有作为初级生产营养级的绿色植物，其能量才直接来源于太阳。营养级通常为 4～5 级，即初级生产营养级→第一肉食动物营养级→第二肉食动物营养级。

生态系统中的能量在沿各个营养级顺序向前传递时，由于各个环节物种自身消耗而呈急剧的、梯阶状的递减趋势。每一级为下一级提供的能量只相当于固有能量的 10%左右，即通常所说的“十分之一法则”。这种梯阶递减状态好像一个金字塔，所以生态学上称其为金字塔营养级或能量金字塔，见图 1-2。

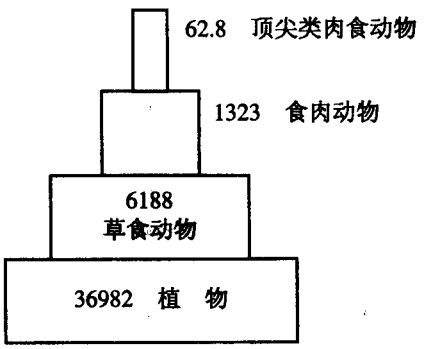

图 1-2 能量金字塔

5. 生态系统的功能

生态系统中的能量流动和物质循环以及信息联系构成了生态系统的基本功能。

（1）生态系统中的能量流动 生态系统中全部生命活动需要的能量均来自太阳。来自太阳的能量在生态系统中的流动和转化是遵循热力学定律进行的。能量在生态系统中的流动是从绿色植物开始，通过食物链的营养级逐级向前传递的，最后以做功或散热的形式消散。

进入大气层的太阳能真正被绿色植物利用的只占辐射到地面上的太阳能的 1%左右。绿色植物利用这部分太阳能进行光合作用制造的有机质，每年可达 1 500 亿～2 000 亿 t。绿色植物通过光合作用把太阳能转变成化学能储存在这些有机质中。能量再通过食物链首先转移给草食动物，再转移给肉食动物。动植物死后的遗体被分解者分解。在分解过程中把有机物中储存的能量散发到环境中去。同时，生产者、消费者和分解者的呼吸作用，又都要消耗一部分能量，被消耗的能量也散发到环境中去，形成生态系统中的能量流动。

（2）生态系统中的物质循环 物质循环（物质流）是生态系统中构成生命体的各种物质以及一些非生命体构成的必要物质的传递和转化的动态过程。物质流与能量流不同，能量流是单向流动的，而物质流则构成一个循环的通道。

生物体内所需的营养元素至少有 30～40 种。这些营养元素在生物圈内运转不息，从非生物环境到生物有机体内，再返回到非生物环境中去。营养元素的循环包括生态系统内

（主要是植物群落和土壤之间）的生物小循环和地球化学的大循环，通常称这种循环为生物地球化学循环。

（3）生物系统中的信息联系　在生态系统的各组成部分之间及各组成部分的内部，存在着各种形式的信息，以此把生态系统联系成为一个统一的整体。生态系统中的信息形式主要有营养信息、化学信息、物理信息和行为信息等。这些信息最终都是经由基因和酶的作用并以激素和神经系统为中介体现出来的，其对生态系统的调节具有重要作用。

1）营养信息：通过营养交换的形式，把信息从一个种群传递到另一个种群，或从一个个体传递到另一个个体，即称为营养信息。食物链（网）即是一个营养信息系统。以草本植物、鹌鹑、鼠和猫头鹰组成的食物链为例，当鹌鹑数量较多时，猫头鹰大量捕食鹌鹑，鼠类很少被害；当鹌鹑较少时，猫头鹰转而大量捕食鼠类。这样，通过猫头鹰对鼠类捕食的多少，向鼠类传递了鹌鹑多少的信息。

2）化学信息：生物在某些特定条件下或某个生长发育阶段，分解出某些特殊的化学物质。这些分泌物不是对生物提供营养，而是在生物的个体或种群之间起着各种信息的传递作用，即构成了化学信息。化学信息对集群活动的整体性和集群整体性的维持具有极重要的作用。

3）物理信息：鸟鸣、兽吼、颜色、光等构成了生态系统的物理信息。鸟鸣、兽吼可以传达惊慌、安全、恫吓、警告、嫌恶、有无食物和要求配偶等各种信息；昆虫可以根据光的颜色判断花蜜的有无。

4）行为信息：有些动物可以通过自己的各种行为方式向同伴发出识别、威吓、求偶和挑战等信息。

三、生态平衡

1．生态系统的演替

生态系统是一个动态系统，其结构和功能随着时间的推移而不断地改变。生态学把这种改变称之为生态演替。导致生态系统演替的主要原因是生态系统内部自我调节和外在环境因素的相互作用。其演替过程所涉及到的有机体的演化、所需的时间以及达到的稳定程度，均取决于生态系统内在的结构、功能以及地理位置、气候、天文、地质等外在环境因素。一般来说，环境因素的变化只能改变演替的模式和速度，而当外界干扰特别强大时，生态系统的演替便会抑制或终止。

当生态系统中能量和物质的输入量大于输出量时，生态系统的总生物量增加，反之则减少。在自然条件下，生态系统的演替总是自动地向着生物种类的多样化、结构复杂化、功能完善化的方向发展，最终导致顶级生态系统的形成，使生态系统中群落的数量、种群间的相互关系、生物产量达到相对平衡，从而增强系统的自我调节、自我维持和自我发展的能力，提高系统的稳定性以及抵御外界干扰的能力。因此，只要有足够的时间和相对稳定的条件，生态系统的演替迟早会进入成熟的稳定阶段。那时，它的生物种类最多，种群比例适宜，总生物量最大，生态系统的内稳性最强。

生态系统的演替规律告诉人们：①生态系统的演替是有方向、有次序的发展过程，

是可以预测的；②演替是生态系统内外因素共同作用的结果，因而是可控制的；③演替的自然趋势是增加系统的稳定性，因此要充分认识和尊重生态系统的自我调节能量；④在追求生态系统的稳定性时，应充分考虑系统的内在调节能力，而不必追求系统的复杂性。

2．生态系统的平衡

每一个生态系统中能量流动和物质循环总是不断地进行着。在一定时期和一定范围内，生产者、消费者和分解者之间保持着一种动态的平衡状态。也就是系统的能量流动和物质循环较长时间保持稳定状态，这种稳定状态就叫生态平衡。在自然生态环境中，生态平衡还表现在其结构和功能，包括生物种类组成、各个种群的数量比例以及能量和物质的输入、输出等都处于相对稳定的状态。

生态平衡是一种相对的动态平衡，是在生态系统的发展演替中，凭借其内部组成部分之间和系统外部环境之间的相互联系、相互作用，通过不断调整系统内部的结构和功能而逐步实现的。因为自我调节能力是生态系统自身所具有的，是系统的整体性、开放性、运动性、相关性与演化性等特征所决定的。而且，组成多样性和能量流动、物质循环的复杂性，对这种自我调节能力亦有很大影响。

生态破坏是指生态系统的平衡遭到破坏，也就是外界的压力和冲击超过了系统的忍耐力，系统内部自动调节不能使生态恢复平衡，导致系统的结构和功能严重失调，从而威胁到人类的生存和发展。

破坏生态平衡有自然因素，也有人为因素。自然因素主要指自然界发生的异常变化或自然界本来就存在的对人类和生物有害的因素。如火山喷发、山崩、海啸、水旱灾害、地震、台风、流行病等自然灾害，都会破坏生态平衡。而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问题。如工农业的迅速发展使大量的污染物进入环境，从而改变生态系统的环境因素，影响整个生态系统。

第二章　大气污染及其治理

地球上的大气是环境的重要组成要素，并参与地球表面的各种过程，是人和一切有机体生存不可缺少的条件。大气质量的优劣，对整个生态系统和人类健康有着直接的影响。某些自然过程不断地与大气之间进行着物质和能量交换，直接影响着大气的质量。尤其是人类活动的加剧，对大气环境质量产生深刻的影响。研究大气污染，是当前面临的重要问题之一。

第一节　大气的结构与组成

一、空气与大气

在研究大气污染时，空气和大气两个名词常分别使用。一般对于室内或特指某一场所供人和动植物生存的气体，习惯上称为空气。而大气物理学、气象学以及环境科学研究中，常常以大区域和全球的气流为研究对象，则常用大气一词，因此，对于前者用空气污染，而对于后者则用大气污染。

二、大气结构

地球表面覆盖着多种气体组成的大气，称为大气层。随地球旋转的大气层称为大气圈。大气圈中空气质量的分布是不均匀的，从整体上看，海平面处的空气密度最大，随着高度的增加，空气密度逐渐变小。在超过 1 000～1 400 km 的高空，气体已非常稀薄。通常把从地球表面到 1 000～1 400 km 的大气层作为大气圈的厚度。

大气在垂直方向上的温度、组成与物理性质也是不均匀的。因此，在结构上可将大气层分为对流层、平流层、中间层、暖层和散逸层。

1．对流层

对流层是地球大气最低的一层。从地面起直到 10 km 高左右的大气层，称为对流层。

需要全本请访问 www.ertongbook.com