



环境科学基础

第4版

Huanjing Kexue Jichu

主编 黄儒钦



西南交通大学出版社

2015 年度四川省重点图书

环境科学基础

第 4 版

黄儒钦 郑爽英
王文勇 刘 丹 编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容提要

本书系统地阐述了环境科学的基本概念、基本原理及环境污染控制的基本手段。全书共分七章,包括绪论、生态学基础、水体污染控制、大气污染控制、固体废物处理与处置、噪声及其他公害的防治、环境质量评价等内容。各章附有思考题。

本书可作为高等院校非环境类各个专业的环境科学基础或环境工程基础课程的教材,也可供从事环境保护工作的科技人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境科学基础 / 黄儒饮主编. 4版. — 成都:
西南交通大学出版社, 2015.11
ISBN 978-7-5643-4424-5

I. ①环… II. ①黄… III. ①环境科学—高等学校—
教材 IV. ①X

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 291854 号

环境科学基础

第4版

黄儒饮 主编

*

责任编辑 孟苏成

封面设计 米迦设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

四川省成都市二环路北一段111号西南交通大学创新大厦21楼

邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

<http://www.xnjdcbs.com>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 12

字数: 300 千

2016年1月第4版 2016年1月第12次印刷

ISBN 978-7-5643-4424-5

定价: 25.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

第4版前言

本书作为一本大学非环境类专业的环境科学教程，自1997年问世及其第一、二、三版发行近20年以来，受到全国各高校及社会关注，并获得原铁道部优秀教材奖及中国大学出版社协会的优秀畅销书奖。为适应学科发展及社会和学校的需要，在学校教材奖励基金支持下我们对本书再次进行了修订再版。

本次修订内容包括：书中过时资料的更新，对各章有些定义与概念的阐述作了补充，对各章内容作了相应增或删。

参加本次修订再版工作的有黄儒钦（第一、二、六章）、郑爽英（第三章）、王文勇（第四、七章）及刘丹（第五章）；新版仍由黄儒钦教授主编。付永胜教授曾参与了原书前三版第五、六章的编写与修订工作。

编者感谢多年来广大读者对本书的支持，并恳请读者继续对本书给予批评指正。

编 者

2015年9月

2007年第3版前言

随着全球经济的迅速发展,在人口、资源、环境与经济发展的关系上,出现了一系列尖锐的矛盾,这越来越引起世界各国的高度重视。在新世纪里,如何着力解决好经济、社会与环境的持续协调发展问题,关系到人类的生存与进一步发展。

本书自1997年问世以来,作为大学的一本必修课程或选修课程的教材,在增进大学生的环境科学基础知识和提高环境素质或环保理念方面起到了促进作用。本书已被四川省的精品课程之一的“环境工程基础”课程选为教材。现根据学科的发展和教学需要以及读者的建议,在第2版的基础上再作一次修订。

在这次修订中,对原第2版中的内容作了一些增删。如增加了对清洁生产、烟气脱硫、大气污染综合防治和固体废物管理等方面的阐述,并用国家新颁布的地表水环境质量标准及生活饮用水卫生标准代替了原书中使用的旧标准。

本书仍由原编者黄儒钦(第一、二章)、郑爽英(第三章)、王文勇(第四、七章)及付永胜(第五、六章)参加修订,新版仍由黄儒钦教授主编。这次第3版修订稿得到了孙国瑛教授、黄涛教授、刘丹教授、杨敏副教授、李启彬副教授及王绍茹讲师等老师的审阅与帮助,编者在此一并表示感谢。限于编者水平,书中难免有不妥之处,恳请读者继续给予批评指正。

编 者

2007年8月

2002 年第 2 版前言

本书初版自 1997 年问世以来，作为一本非环境类专业的“环境科学基础”或“环境工程基础”课程的教材，已被西南交通大学及广东、福建等地的一些高等院校所采用。现根据最近五年来环境问题和环境科学的迅速发展，以及教学改革的需要和读者的建议，对该教材进行修订再版。

这次修订对原书的一些内容进行了重新编写和重要补充。例如：增加了可持续发展理论与实践问题的阐述；增加了城市污水处理的主体工艺即生物处理工艺发展的综述；用国家新颁布的环境标准和新资料代替旧的标准与资料；各章思考题做了修改与补充等。修订版的全书章节与顺序仍与初版一致。

参加本书修订工作的仍是原第一版教材的编者：黄儒钦（第一、二章）、郑爽英（第三章）、王文勇（第四、七章）及付永胜（第五、六章）。本书新版仍由黄儒钦教授主编。

新版修订稿得到了刘丹教授、张建强教授以及杨敏、欧阳峰等多位老师的审阅，他们提出了不少宝贵意见，编者在此一并表示感谢。

目前，“环境与发展”及“和平与发展”已成为全人类关心的两大主题。环境科学的发展及全民环境意识的提高亦为人们所关心。编者的愿望是使新版教材能在新世纪中更适应教学需要、并利于有关科技人员自修与工作参考。由于编者水平所限，书中不免仍有不妥之处，敬请读者继续给予批评指正。

编 者

2002 年 4 月于成都

1997 年第 1 版前言

环境科学是一门研究人类环境质量及其控制的科学。由于社会的需要,近二三十年来环境科学发展异常迅速,已发展成为一门介于自然科学、技术科学与社会科学之间相互渗透、相互交叉的新兴科学。

随着经济建设的进一步发展,我国的经济实力和人民生活水平正逐步得到提高,人们对环境质量必然会提出更高的要求。环境问题已越来越渗透到国民经济的各个部门,可以说,目前已没有任何一个经济领域不与环境科学发生联系。为了适应这种情况,国家教委要求在大学理、工科各专业中设置环境科学方面的课程,以便拓宽学生的知识,进一步培养学生的能力和素质,使高等学校培养出来的人才更能适应 21 世纪社会的需要。

本书作为非环境类专业的环境科学课程教学之用,按 32 个教学学时编写。该书是根据学科的发展、培养高级技术人才的需要,集我们历年教学实践的经验编写而成。全书共分七章,包括生态学基础、水体污染控制、大气污染控制、固体废物处理、噪声及其他公害的防治、环境质量评价等内容。为便于教与学,书中除注重科学性、系统性和实用性外,各章还编有供自学或复习用的思考题。

本书由西南交通大学黄儒钦教授主编、罗健教授主审。参加编写的人员有黄儒钦(第一、二章)、郑爽英(第三章)、王文勇(第四、七章)及付永胜(第五、六章)。

本书在定稿过程中,孙国璠教授、李志君教授和欧阳峰讲师均提出了不少宝贵意见,编者在此一并感谢。

本书作为大学教材,引用了许多国内外的有关文献资料,在书后均已列出,在这里编者向我们引用的参考文献的作者致以谢意!

环境科学虽然只有几十年的发展历史,但它所涉及的学科范围非常广泛,研究内容仍在不断发展,目前其资料浩如烟海,内容十分丰富。限于编者的水平,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

本书由西南交通大学教材出版基金赞助出版。

编 者

1997 年 6 月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 环境与环境问题	1
第二节 环境问题的的发展	2
第三节 可持续发展的道路与实践	4
第四节 清洁生产	10
第五节 城市的主要环境问题	12
第六节 环境科学的研究内容与任务	15
第七节 环境工程学的研究内容与任务	16
思考题	16
第二章 生态学基础	17
第一节 生态系统的概念	17
第二节 生态系统中的能量流动	20
第三节 生态系统中的物质循环	23
第四节 生态系统中的信息联系	28
第五节 生态平衡	29
第六节 城市生态系统	31
思考题	34
第三章 水体污染控制	35
第一节 水体污染及其分类	35
第二节 污水的水质污染指标与水质标准	38
第三节 水体的污染源	51
第四节 水体污染控制的基本途径	53
第五节 污水处理的基本方法	57
第六节 城市污水生物处理新工艺	68
第七节 城市污水处理系统	79
思考题	81
第四章 大气污染控制	82
第一节 大气污染及污染物	82
第二节 大气污染控制技术	87
第三节 污染物在大气中的扩散	99
第四节 大气污染综合防治	113

第五节 大气环境问题	115
思考题	119
第五章 固体废物处理与处置	121
第一节 固体废物的来源及其危害	121
第二节 固体废物处理与处置的基本技术	124
第三节 固体废物的管理	136
思考题	137
第六章 噪声及其他公害的防治	138
第一节 噪声污染及其防治技术	138
第二节 振动公害的特征及防治技术	154
第三节 电磁辐射的危害及防治措施	157
第四节 放射性污染与处理技术概述	159
思考题	164
第七章 环境质量评价	165
第一节 环境质量评价简述	165
第二节 环境质量现状评价	167
第三节 环境影响评价	172
思考题	179
附录 生活饮用水卫生标准 (GB 5749—2006)	180
参考文献	182

第一章 绪 论

环境污染和生态破坏是人类面临的重大社会问题之一。在近代社会发展过程中,许多国家由于对环境问题处理不当,致使其生态环境、人民健康和社会经济蒙受巨大损害,并为此付出了高昂的代价。当今,随着全球人口、工农业生产和科学技术的迅速发展,人口、资源与环境之间的矛盾尖锐突出,环境问题已越来越引起人们的普遍关注和重视,成为全球性的重要问题。我国政府已把保护环境作为一项基本国策,以使国家的经济建设与环境建设持续协调地发展,避免国家在实现现代化的进程中走先污染后治理的弯路。

我国从 2015 年 1 月 1 日起,实施新修订的环境保护法。新法继续强调了“保护环境是国家的基本国策”,并明确了“环境保护坚持保护优先、预防为主、综合治理、公众参与、损害担责的原则”。

究竟什么是环境和环境问题呢?本章将首先对环境与环境问题的含义、当前主要环境问题、可持续发展问题、城市环境问题和环境科学的研究内容作一概括介绍。

第一节 环境与环境问题

一、环境概念

什么是环境?环境泛指某项主体周围的空间及空间中的介质。可见,环境是一个相对于主体而言的客体,它与主体相互依存,它的内容随着主体的不同而不同。在环境科学中,要讨论的主体是人,所研究的环境是人类的生存环境,它包括自然环境和社会环境两方面。

自然环境:环绕于人类周围的各种自然因素的总和。它在人类出现以前便已存在,并经历了漫长的发展过程。人类的自然环境由空气、水、土壤、阳光和各种矿物质资源等环境因素所组成,一切生物离开了它就不能生存。目前,人类活动的自然环境即生物圈,主要限于地壳表面和围绕它的大气层的一部分,一般包括海平面以下 12 km 到海平面上 10 km 的范围。对庞大的地球(赤道半径为 6 378 km,极半径为 6 357 km)而言,生物圈仅仅是靠近地壳(地壳厚度各处不一,大陆地壳平均厚度为 35 km,海底地壳平均厚度为 6 km)表面薄薄的一层而已。人类的自然环境除有上述的非生物因素外,还有动物、植物和微生物等生物因素。目前,环境科学研究的自然环境主要是指自然环境中的生物圈这一层。

社会环境:人类长期生产活动的结果。人类在长期发展过程中,不断地提高物质生活、科学技术和文化生活水平,并创造了城市与乡村、工业与交通、名胜风景与文化娱乐点,以

及文物古迹等人工环境因素，形成了人类的社会环境。

在《中华人民共和国环境保护法》中对环境的定义：“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、城市和乡村等。”当然，本书所讲的还没有涉及上述环境的全部内容，只是涉及目前与人类关系密切的、必须加以保护的那一部分人类的自然环境与社会环境。

需要指出的是，人类生活的环境目前虽主要限于生物圈以内，但随着科学技术的发展，人类的活动领域已扩大到地壳的深处和星际空间。因此，人类的生活环境将随着人类活动范围的扩大而扩大。

二、环境问题

人类与环境之间是一个相互作用、相互影响、相互依存的对立统一体。人类的生产和生活活动作用于环境，会对环境产生有利或不利的影响，引起环境质量的变化；反过来，变化了的环境也会对人类的身心健康和经济发展产生有利或不利的影响。

所谓环境问题，是指由于人类不恰当的生产活动引起全球环境或区域环境质量的恶化，出现了不利于人类生存和发展的问題。

人类环境问题按成因的不同，可分为自然的和人为的两类。前者是指自然灾害问题，如火山爆发、地震、台风、海啸、洪水、旱灾、沙尘暴、地方病等所造成的环境破坏问题，这类问题在环境科学中称为原生环境问题或第一环境问题。后者是指由于人类不恰当的生产活动所造成的环境污染、生态破坏，以及人口急剧增加和资源的破坏与枯竭等问题，这类问题称为次生环境问题或第二环境问题。

由此可见，环境科学中着重研究的不是自然灾害问题，而是人为的环境问题即次生环境问题。

由于环境是人类生存和发展的物质基础，所以环境问题的出现和日益严重引起了人们的普遍关注和重视，同时也促进了环境科学的发展。

目前，环境问题已成为很多国家关注的首要问题。为什么呢？这是因为环境污染与生态破坏已直接影响到人们的身体健康与生存，而且对社会与经济发展产生了严重的负面影响。

第二节 环境问题的发 展

一、生物圈发展简史

上节已指出，目前人类主要活动的自然环境为生物圈，即有生命存在的接近地球表面的那一层环境。据科学测算，地球大约是在 46.6 亿年前由形成太阳系的一团混浊不清的星云分化而产生的。地球上是何时才出现生命的呢？是在 30 多亿年前出现了生命，当时地球上的第一代生物是一些在海洋中的蓝藻类低等植物。

人类是自然界生物进化的产物。据研究表明，人类的出现和发展只有 300 万年左右的历史，这与地球漫长的历史相比，仅仅是短暂的一瞬。由此可知，若地球历史假定为二十小时，而人类

历史仅约一分钟而已,人类的发展经历了从猿人、智人到现代人的阶段。我们中华民族具有 5 000 多年的文明史,是地球上历史最悠久的民族之一。

二、环境问题的由来与发展

从 300 多万年前人类诞生到 18 世纪产业革命之前的这段漫长时间里,社会经济发展处在农业时期(主要解决食物问题)。此时,工业规模较小并处于手工业状态,人类对自然资源还没有大量地开发和利用。这段时期人与自然环境之间较为和谐,地球上大部分自然环境都还保持着良好生态。

18 世纪产业革命后,蒸汽机、内燃机相继出现,大机器生产替代了手工业生产。各种机器的使用需要大量的煤和石油作为燃料或原料,一些工业发达的城市和工矿企业排出大量的废气、废渣和废水,造成环境污染与生态破坏,形成了所谓的公害,使人类的生存和发展受到威胁。

如在 20 世纪 30—70 年代,发生在比利时、美国、英国和日本的八大公害事件便震惊了全世界。其中,比利时马斯河谷烟雾事件(1930 年 12 月),一个月内导致几千人受害发病,60 人死亡;美国洛杉矶光化学烟雾事件(1943 年 5—10 月),使洛杉矶市大多数居民患病,400 位 65 岁以上老人死亡;美国多诺拉镇烟雾事件(1948 年 10 月),4 天内该镇 1.4 万居民中的 42% 因空气污染而患病,17 人死亡。英国伦敦烟雾事件(1952 年 12 月),5 天内 4 000 人死亡;日本九州水俣海域甲基汞事件(1953 年),有 2 万多人患病,1 000 多人死亡;日本九州米糠油事件(1968 年),爱知县等 23 个府县的居民,因食用含多氯联苯的米糠油,病患者达 5 000 多人,死亡 16 人;日本富山县骨痛病事件(1931—1972 年),居民因吃含镉的米,喝含镉的水,病患超过 280 人,死亡 34 人;日本四日市哮喘病事件(1955—1972 年),当地居民因受空气污染,吸入有毒重金属微粒及二氧化硫,致使患者达 500 多人,有 36 人在气喘病折磨中死去。上述发生在 20 世纪中期的八大公害事件,都是由于环境遭受严重污染尤其是大气污染与水体污染后形成的环境公害事件。

近 50 年来,全球经济迅速发展,工业不断集中和扩大,与之相联系的城市化速度加快,高消费生活方式相继出现,造成资源的大量消耗。除了煤烟污染之外,随着石油在能源中所占的比例加大,又增加了新的污染源。同时农药污染和放射性污染也相继出现。由于生产活动排放的污染物质成倍地增长,人工合成的难降解的化学物质层出不穷,大型工程的建设以及城市人口的高度集中等原因,发生严重的环境污染和生态破坏的现象时有发生,形成了新的环境灾害。例如:1984 年 12 月 13 日,印度中央邦博帕尔一家农药厂(美资企业)的地下储料罐爆炸,泄漏出剧毒的甲基异氰酸酯,使 3 000 多人在睡眠中再也没有醒来,10 多万人残废,而其中的 5 万人眼睛受损,再也看不见精彩纷呈的世界。1986 年 4 月 26 日凌晨,苏联北部乌克兰的切尔诺贝利核电站第四号反应堆发生爆炸,导致大量放射性物质泄漏,酿成了世界核电史上最大的生态灾难,当天便造成 35 人死亡,30 多年来,受放射性伤害死去的人已达 30 多万,有近百万名儿童受到严重的放射性损伤。迫于民众压力,乌克兰政府于 2000 年年底正式永远关闭切尔诺贝利核电站。

近 30 多年来,我国经济高速发展,但是自然资源的消耗量和污染物的排放量也大幅度

上升,使我国的生态环境面临十分严峻的挑战,严重的环境污染事件尤其是水污染事件时有发生,引起国人的忧虑和不安。

2006年,国家环保总局发表的监测数据表明,我国江河湖海的水污染状况仍比较严峻:对全国达14万千米河流和322座水库进行的水质评价,近40%的河水受到严重污染。全国七大水系,即长江、黄河、珠江、松花江、海河、淮河和辽河流域的412个监测断面中,劣V类的水(V类水已不能和人体直接接触)占28%,即近1/3的水用于农业灌溉都不合格。

在人类已步入21世纪的今天,科学技术突飞猛进,人类在经济发展中不断取得胜利,但同时也带来了新的环境问题。我国正面临高速铁路的建设,若处理不当,高速列车的运行将带来新的环境问题:高速列车运行对沿线环境的噪声污染与振动干扰、电磁辐射的影响、列车废弃物的污染、列车车厢的环境控制、隧道的环境控制、高速铁路与城市规划的衔接等问题。这些在铁路建设中出现的环境问题,应引起科技人员的重视。

以上情况表明,近60年来,随着人口的迅速增长(至2011年11月世界总人口已超过70亿,其中我国总人口亦已超过13.6亿)和人类对地球影响规模的空前扩大,在人口、资源、环境与经济发展关系上,出现了一系列尖锐的矛盾,引起了世界各国的关注。1972年在瑞典斯德哥尔摩举行了第一次人类环境会议,敲响了环境问题的警钟,推动了各国政府把资源与环境保护工作列入政府的议事日程上。然而,20年过后,尽管人们做了多方面的努力,资源、环境问题不仅没有得到真正改善,又出现了许多新的问题,如全球气候变暖、臭氧层的耗损、全球酸雨蔓延、生物物种锐减、人口急增、资源匮乏等。这些当前世界面临的主要环境问题的出现正威胁着人类的生存与发展。严峻的全球环境现实迫使人们对过去在资源的高消耗与对环境问题的忽视方面进行认真反思,并探索一条有效的、导致人类繁荣昌盛的道路。于是,1992年6月,联合国在巴西里约热内卢举行了有183个国家和70个国际组织参加的“联合国环境与发展大会”,会上提出了一条各国共同接受的今后人类发展应走的道路——可持续发展的道路。

第三节 可持续发展的道路与实践

一、环境与发展的关系

人类进入20世纪之后,尤其是在第二次世界大战之后的70年里,全球经济发展很快,许多国家相继走上了高度工业化的发展道路,全球的国民生产总值(GNP, Gross National Product)由1950年的3.5万亿美元,增长到2014年的77.3万亿美元(2014年我国的国内生产总值“GDP—Gross Domestic Product”已超过了10.3万亿美元)。但伴随而来的是全球出现了人口的急剧膨胀(1800年前后,全球人口接近10亿,1930年才达到20亿,1960年达到30亿,1975年为40亿,1987年达到50亿,1999年10月12日突破60亿,2011年11月1日已超过70亿)、资源过度消耗、生态急剧破坏、环境遭到严重污染而日趋恶化,人类的生存与发展遇到了巨大的挑战。面对严峻的现实,人类不得不重新审视自己的社会经济行为。人们开始意识到,即使经济发展了,由于忽视环境保护问题,社会实际福利水平反而下降,生活环境反而恶化起来;从另一方面看,由于环境遭受污染和生态的破坏,也反过来制

约了经济发展，给社会发展带来不利影响。由此可见，全球经济的高速发展不能以牺牲环境为代价。社会经济的发展 and 生态环境的保护，两者之间存在着相互作用、相互影响和相互依存的关系。

人类生存的永恒主题是发展，人类对发展的认识是随着时间的推移而提高的。进入 20 世纪 90 年代以来，人类在饱尝了工业污染和生态退化所造成的恶果之后，开始意识到“发展”不能单纯追求经济增长，发展的同时还要解决由于“发展”而引起的环境问题。

从近代社会发展进程可知，环境问题是随着经济和社会的发展而产生与发展的，老的环境问题解决了，新的环境问题又会出现，即使在发达国家中也不例外。近几十年来，发达国家经过努力，水和大气环境状况有所改善，但噪声和固体废弃物问题又伴随经济的进一步发展变得严重起来。总之，人类与环境这一对矛盾是不断运动、不断变化、永无止境的。

现在，人们已开始认识到发展和环境应是相辅相成与密不可分的关系。近 30 年来，人们在努力寻求一条使经济、社会和环境协调发展的道路，即可持续发展道路。

二、可持续发展的由来与含义

（一）可持续发展的由来

可持续发展是当今人类最为关心和迫切需要解决的问题之一。可持续发展（Sustainable Development）一词，最初出现在 20 世纪 80 年代的一些文献中，它缘于近 30 年来人们对上述环境与发展关系问题的反思和创新。可持续发展思想是基于全球人口剧增、能源紧张、资源过度消耗以及诸如气候变暖、臭氧层耗损、生物物种锐减、有毒有害废弃物越境转移等全球环境问题不断加剧，已经对人类的生存和发展构成威胁的情况下产生的。对于可持续发展这一概念的解释，开始时众说纷纭：发达国家强调维护目前生态和环境保护的同时，限制资源开发甚至要限制地球上任何国家的资源开发；广大发展中国家则强调国家的自然资源开发、利用与保护是属于国家的主权，并强调只有在促进了持续发展（Sustained Development）的前提下，才能逐步解决好环境保护问题。

对可持续发展理论的形成起到关键作用的是联合国于 1983 年成立的世界环境与发展委员会（WCED）。该组织在挪威前首相布伦特兰夫人（G. H. Brundland）领导下，经过 3 年的深入研究，于 1987 年向联合国提交了名为《我们共同的未来》的研究报告。

《我们共同的未来》分为共同的问题、共同的挑战、共同的努力三个部分。报告中分析了人类面临的一系列重大经济、社会和环境问题之后，鲜明地提出了“可持续发展”的概念。报告指出，在过去，人们关心的是经济发展对生态环境带来的影响；而现在，人们则迫切感到生态的压力对经济发展带来的重大影响。因此，全人类需要有一条新的发展道路，这条道路不是一条仅能在若干年内、在若干地方支持人类进步的道路，而是一条能在今后长时期内，在全球各地支持人类进步的道路，即“可持续发展道路”。报告提出的这个创新的科学观点，把人们从单纯考虑环境保护引导到强调把环境保护与人类发展结合起来，实现了人类解决有关环境与发展关系的思想飞跃。

为了实现可持续发展战略，必须动员国际社会包括各国政府和人民群众广泛参与。联合国对于可持续发展战略思想的确立与推行起了关键作用。1992 年 6 月，联合国在巴西里约热

内卢召开的“联合国环境与发展大会”通过了《里约环境与发展宣言》和《全球 21 世纪议程》两个纲领性文件，第一次把可持续发展由理论和概念推向行动。

这次会议以可持续发展为指导思想，不仅加深了人们对环境问题的认识，而且把环境问题与经济、社会发展结合起来，树立了环境与发展相互协调的观点，找到了一条在发展中解决环境问题的思路。

（二）可持续发展的含义

可持续发展战略思想作为一种新的理论体系正逐步形成，它的产生背景、思想内涵、实际措施和评价指标体系等方面都在引起人们的关注与研究。

1. 可持续发展的定义

什么是可持续发展？尽管目前众多学者从不同角度去表述，但公认的经典定义是 1987 年《我们共同的未来》即布伦特兰报告中提出的定义：可持续发展是指“既满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展（Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.）”。这个基本定义已经为 1992 年 6 月在里约热内卢召开的联合国环境与发展大会所确认。通俗地讲，所谓可持续发展，就是既要考虑当前发展的需要，又要考虑未来发展的需要，不要以牺牲后代人的利益为代价来满足当代人的利益。

2. 可持续发展的含义

上述可持续发展的定义包含了两个基本观点：一是人类要生存就得要发展，尤其是贫困群体要实现经济发展目标；二是当代人的发展要有限度，尤其是要考虑环境限度，不能危及后代人的生存和发展能力。

走可持续发展道路，是当今人类的新共识和新思想。尽管人们还在探讨该新思想的丰富含义，但目前我们认为可持续发展战略的思想内涵包括了三个方面：一是可持续发展不仅要考虑满足当代人的物质与精神生活的需要，还要考虑满足后代人的发展需要，强调了发展中的国家间、地区间、代际间的公平性；二是可持续发展要处理好发展经济与人口、资源和环境之间的协调关系，强调了发展中的多因素协调性；三是可持续发展必须是支持人类生命基础的经济、社会和环境三方面都需要持续发展，否则，人类就不可能永远幸运地生存下去，强调了人类发展的持续性。

可持续发展思想已被世界各国普遍接受，并正逐步成为全人类的伟大实践。

三、可持续发展的措施

对不同地区和不同国家来说，甚至对同一个国家发展的不同时期，其所面临的问题和采取的可持续发展的措施是不同的。对于大多数发展中国家来说，发展经济、满足人民最基本的生活需要是可持续发展的前提。因为一个可持续发展的社会不可能建立在贫困、饥饿和生产停滞的基础上。对于发达国家来说，其重点则应放在改造技术，使之向低投入、低消耗的方向转变。

人类社会经济若要实现可持续发展，必须从社会、经济、科技、教育、行政和法律等各

个方面采取如下具体措施：

（一）把人口保持在可持续发展的水平上

把人口保持在可持续发展的水平上，也就是说，要实行计划生育，控制人口增长率和人口数量。20 世纪后期，全球人口剧增，每 12 年左右便增加 10 亿人口，我国每年净增人口也达 1 000 万左右。目前，全球人口的平均增长率为 1.7%，我国为 5.89‰，若能把人口增长率控制在 1% 以下，人口对资源及环境的种种压力便可大大减轻。另外，在控制人口数量的同时必须重视提高人口素质和改善人口结构。通过人口素质的普遍提高，使得庞大的人口压力转化为巨大的人力资本，使得对环境的负面因素变成正面因素。为此，需要大力发展文化教育事业，加强环境教育，提高全民环境意识。群众的参与方式和程度，将决定可持续发展目标实现的进程。由此可见，人口数量与素质，是实现可持续发展的重要制约因素和支撑力量，是不可缺少的社会基础。

（二）节约资源

自然资源是人类生存和发展的物质基础。自然资源可分为不可再生资源（如石油及其他矿产等）和可再生资源（如水、森林、草原等）两类。我国的人均资源占有量相对较少，有资料表明，我国人均淡水、耕地、森林和草地资源分别只占世界人均水平的 28.1%、32.3%、14.3% 和 32.3% 左右，若再考虑人口增长因素，我国自然资源更显不足，这将成为对经济持续发展的制约因素。因此，要节约资源，就必须转变传统的经济增长方式，从高投入、高消耗的粗放型模式向节约资源、降低消耗、减少污染的低碳经济模式转变。目前，我国在单位国民生产总值能耗方面比美国和日本高许多。对于发达国家来说，还要解决其高消费水平问题。占世界人口 26% 的发达国家消耗全球 70% 以上的资源和能源（见表 1.1）。对于发展中国家，则要解决如何满足其最低消费（生活需要）问题。表 1.1 大体上反映了发达国家与发展中国家在消费方面的巨大差距，说明了发展中国家发展经济、满足人民基本需要是实现可持续发展的前提。

表 1.1 关于世界消费量的分配

商 品		人均消费单位	发 达 国 家 (占世界人口 26%)		发 展 中 国 家 (占世界人口 74%)	
			在世界消费 量中的比例 (%)	人均 消费量	在世界消费 量中的比例 (%)	人均 消费量
粮 食	热 量	J/d	34	14 215	66	10 003
	蛋白质	g/d	38	99	62	58
	脂 肪	g/d	53	127	47	40
纸 张		kg/a	85	123	15	8
钢		kg/a	79	455	21	43
其他金属		kg/a	86	26	14	2
商业能源		t 煤当量/a	80	5.8	20	0.5

注：该表引自世界环境与发展委员会于 1987 年发表的《我们共同的未来》报告。

（三）防止工业污染，保护环境

工业污染是造成环境污染的首害，有关资料表明，我国目前环境污染的 80% 来自工业企业。因此，在可持续发展的道路上，工业污染是重大障碍。为了减少和防止工业污染，最关键的办法，是从企业产生污染的源头来着手解决，即尽量降低原料和能源消耗，并减少工业生产过程中废物的产生量和排放量，同时，使污染物或废物最大限度地资源化。要做到这些，则要求生产企业必须推行清洁生产的工艺技术。关于“清洁生产”的概念，将在下一节阐述。

由于目前国内外工业企业的生产技术大部分还没有达到清洁生产工艺的水平，所以，企业生产末端产生的“三废”很多，若不经处理直接排放到自然界，最终便会形成严重的环境污染。所以，目前企业或城市的末端治理（含有许多重要的“三废”处理设施）仍是对环境污染控制的最重要手段。

目前，为了减少工业污染，保护环境，需不断增加环保资金的投入。在我国，“六五”期间环保投入占国内生产总值（GDP）的 0.5%，“七五”期间占 0.67%，“八五”期间占 0.8%，“九五”期间占 1.2%，“十五”期间占 1.5%，“十一五”与“十二五”期间投入约占 1.6%。在发达国家，对末端治理所投入的环保资金也相当巨大，目前一般都达到该国 GDP 的 3% 左右。

（四）其他措施

要实现可持续发展，除了采取上述控制人口、节约资源、防止工业污染等措施外，还需采取推行生态农业、植树造林、保护生物多样性，对城市环境污染实行综合整治，健全环境法制与强化环境管理，推进对可持续发展评价指标的研究及实施等措施。

四、可持续发展的评价指标

可持续发展的思想从 20 世纪 80 年代正式确立以来，尽管各国政府都已明确接受，但是，如何从一个思想观念推进到可操作的管理层次仍需进行许多研究。目前，一个迫切要解决的问题就是如何从可持续发展的角度对人类社会的发展状态和程度进行衡量和评价。要进行评价，就必须确定指标和建立指标体系。

1992 年世界环境与发展大会之后，联合国为了对各国在可持续发展方面的成绩与问题有一个较为客观的衡量标准而成立了可持续发展委员会，由该委员会制定出联合国可持续发展指标体系。

（一）联合国可持续发展指标体系

联合国可持续发展指标体系由驱动力指标、状态指标、响应指标三个因素构成。这个复杂系统的指标反映了经济发展、社会发展和环境发展三个方面或三个子系统的内容。

1. 驱动力指标

驱动力指标反映对可持续发展有影响的人类活动、进程和方式，即表明环境问题产生的原因。这类指标主要有：人均能量消费量、人均水消费量、矿藏储量消耗量、人均实际 GDP 增长率、排入海域的氮与磷量、温室气体排放量、就业率、人口净增率、成人识字率，等等。

2. 状态指标

状态指标是衡量由于人类行为而导致的环境状态的变化，即表明可持续发展的状况。这