

王兆熊 郭崇涛 编著
张 瑛 曹履通

化工环境保护和 三废治理技术

化学工业出版社

81.177
29
5.2

化工环境保护和三废 治理技术

王兆熊 郭崇涛
张 瑛 曹履通 编著

化学工业出版社

内 容 提 要

本书综合阐述有关环境保护和三废治理技术的基本原理和知识。全书分四章：第一章主要介绍化工三废造成的环境污染、污染物在环境中的迁移和自净、污染源的检测和调查以及污染源的控制；第二章介绍废水治理的物理机械、生物化学、物理化学和化学方法；第三章介绍废气治理技术；第四章介绍废渣的处理和利用。

本书可供化工以及与化工有关部门从事环境保护工作的科技人员、管理干部及大专院校师生阅读参考。

化工环境保护和三废治理技术

王兆熊 郭崇涛
编著

张 瑛 曹履通

责任编辑：袁珊堂

封面设计：季玉芳

*

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本850×1168^{1/32}印张19字数522千字印数1-10,500

1984年4月北京第1版1984年4月北京第1次印刷

统一书号15063·3539定价2.35元

编写说明

鉴于环境保护和三废治理技术对于化学工业生产部门的重要性，我们编写了这本书供大家参考。全书最后由王兆熊同志定稿。北京市环境保护局过祖源等同志以及北京化工研究院环境保护研究所刘天化同志先后审阅了本书初稿和修改后的第二稿，并提出了许多有益的意见和建议；衷珊堂同志在技术内容和文字上对本书进行了细致加工；对此，作者一并表示诚挚谢意。

由于我们在环境科学上的水平不高，在深入实际调查研究和掌握国内外科技资料方面，我们的工作也做得不够充分，因而，或是在技术内容上，或是在文字图表上，各种错误在所难免，恳切希望读者予以批评指正。

一九八二年六月

前 言

自从1972年斯德哥尔摩人类环境会议以来，人们对于环境问题愈来愈关心了，环境与环境保护已成为当代科学研究的一个重要课题。在我国，随着全党工作的重点转移，社会主义现代化建设正在稳步地大规模展开，环境保护问题也更加突出，引起各方面的注意。解决好环境保护问题，可以保证在社会主义现代化建设中合理地利用自然环境，防治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。

环境问题的发生和发展与生产发展过程密切相关。建国三十多年来，我国在发展生产的同时，在保护环境方面做了很多工作，改善了工业卫生和劳动保护工作，开展了三废治理和综合利用，并对一些江河污染着手进行治理。我国新宪法第二十六条明确规定：“国家保护和改善生活环境和生态环境，防治污染和其他公害。国家组织和鼓励植树造林，保护林木。”早在1973年，我国就制订了环境保护工作的三十二字方针，即“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”。实践证明，这一方针是切合实际的。1979年9月，全国人大常委会又原则通过了《中华人民共和国环境保护法（试行）》（以下简称《环境保护法》）。《环境保护法》对我国环境保护工作的原则性问题，诸如方针、政策、防治措施、管理机构体制和职权，都作了基本规定，它是制定具体环境法规的依据。《环境保护法》的颁布实行，对于调整工业布局、合理开发与利用自然资源、防治污染、保护环境，从而保障人民健康和促进四个现代化建设将发挥重要作用。

但是，在一些部门、一些地区依然存在着严重的环境污染问题，三废排放量很大，原料利用和综合利用率不够高，对一些重大环境污染还缺乏经济有效的治理办法，环境监测工作也远远不能满

足要求。有些工业区、江河、湖泊、海域的污染不仅没有得到控制，而且还在发展。以降尘量来讲，按国家卫生标准每月每平方公里面积为6~8吨，可是许多城市都在三、四十吨左右，某些工业区竟高达数百吨。工业污水每天排放达七千多万吨，多数不加处理，以致全国27条主要河流中，有15条受到比较严重的污染，有的江河（或其某些段落）、湖泊成了鱼虾绝迹的“死水”。据对44个城市地下水源的调查，有41个受到污染，许多有害物质的含量超过了饮用水标准*。为了在本世纪内实现四个现代化，我国的工农业生产、交通运输各个部门还要有很大的发展，但是环境污染再也不能扩展了。

我们应该看到，工业生产固然引起了环境污染的可能，然而，随着科学技术的发展，对于发展工业所带来的污染进行控制和治理是可以办得到的。在一些发达的资本主义国家，曾经出现过严重的环境污染，发生过许多震惊世界的公害事件，付出了惨痛的代价。可是，由于大力进行污染治理，七十年代以来已有很大的改观，环境状况显著好转，但仍未恢复到过去的良好状态。同时，随着生产的发展，新的环境影响又不断出现。我国作为一个社会主义国家，应该而且能够更好地解决好发展生产与保护环境的矛盾，在环境保护问题上体现出社会主义制度的优越性。

我们应该在发展国民经济的同时，经常把消除污染、保护环境的工作纳入计划，作为文明生产、实行科学管理的重要内容，看作是实现现代化的必备条件。保护环境也能收到合理地利用资源的效果。工业废弃物弃之是害，用之为宝，实际上是宝贵的二次原料。对工业三废开展综合利用，有助于充分利用自然资源和能源，促进国民经济的全面发展。要防患于未然，不能再走西方工业发达国家已经走过的弯路。现在就应认真采取措施解决环保问题，比起将来到了非治不可或造成难以挽回的损失时再回过头来抓治理，要主动

* 曲格平，环境保护，№2，3（1980）。
刘洪歧，环境保护，№5，12（1980）。

得多，合算得多。

化学工业是三废污染比较严重的部门，从原料到产品，从生产到使用，都有造成环境污染的因素。一些化工企业造成的环境污染还是相当严重的，它们排出的污染物的浓度超过了规定的排放标准，既恶化了劳动环境，也危害了附近居民的身体健康，甚至于影响周围农业生产、水产资源，尤其要引起注意。在向四个现代化的宏伟目标进军中，保护环境、防止公害是化工部门面临的一项十分重要的任务。在化工产品结构上，要向市场供应在使用中对人和环境既无直接损害，又无间接损害的产品。对产品的检验要范围广，从物理化学检验，直到对毒理性能的澄清。不仅要研究对热血动物的毒性，还要根据具体情况研究对水生物、益虫、益鸟的毒性如何。对于环境化学品的致癌可能性、致突变性等方面，都要进行长时期的毒理研究。

当前，搞好化工生产环境保护仍然需要解决好思想认识问题，克服“三废污染在所难免”、“治理三废无能为力”的错误观点。化工系统已经有一些工厂，虽然条件原来比较差，三废污染曾经相当严重，但由于思想重视，积极治理，现在已成为基本上杜绝跑冒滴漏，废物尽可能做到回收利用，排污达到国家标准，厂区及附近环境花木繁茂、作物长势良好的清洁工厂。贯彻好《环境保护法》及各项法令，需要发动群众，组织人力、物力开展三废治理技术的研究。在有些情况下，治理三废比产品生产工艺本身问题还来得困难，要发扬“苦战能过关”的科学精神，攻克三废治理上的技术堡垒。可是，抓好环保工作的关键在于领导。对企业管理，不仅要求提高产品数量和质量，还必须要求控制和减少污染。化工部发布的《化学工业环境保护管理暂行条例》指出：“各级管理生产的领导人，是防治‘三废’污染、保护环境的领导人。他们在环境保护方面要对国家负法律责任”；“各企业都应该根据具体情况，采取负责的态度和稳妥的方式方法，把污染现状如实告诉广大职工，达到发动群众治理和监督的积极目的”。

在三废治理的部署上，当务之急是要控制住老企业的污染。对

于已经存在的污染危害，要按照轻重缓急，分期分批地规划治理，认真解决污染问题。凡三废污染没有治理条件的企业或生产装置，不应扩大其生产能力。污染严重而又没有可能解决污染的企业或装置，需要结合调整、整顿，有计划地实行关、停、并、转，以减少污染源点。对于新建的工厂、装置和设施，要从基建选址起就贯彻“预防为主”的方针，做到环境保护措施和主体工程同时设计、同时施工、同时投产。显然，只有把三废治理和综合利用的科研搞上去了，才能真正地实现“三同时”。

对待环境保护问题要高瞻远瞩，尤其贵在实施。只要思想真正重视，开展技术协作，群策群力，化工生产污染问题是完全可以解决好的。我国化工环境保护的科学技术也要兴旺发达起来，达到和超过世界先进水平。清洁、优美的环境是建设社会主义物质文明和精神文明的一个组成部分，让我们共同努力，为把我国建设成为一个没有污染危害威胁的、清洁的社会主义现代化国家而奋斗吧！

目 录

前言

第一章 化工三废与环境保护	1
第一节 环境污染与环境保护	1
一、环境和生态系统	1
二、环境污染	5
三、环境污染与人体健康	11
四、现代环境问题和环境科学	15
第二节 化工三废与环境污染	18
一、污染水体的有害物	18
二、污染大气的有害物	29
三、污染土壤的有害物	39
第三节 污染物在环境中的迁移和自净	43
一、污染物在环境中的迁移	43
二、水体的自然净化	47
三、污染物在大气中的扩散	52
四、植物在大气净化上的作用	58
五、土壤自净	63
第四节 污染源的检测和调查	65
一、水质污染检测参数	66
二、水质污染检测手段	72
三、检测样品的预处理	82
四、大气污染的检测手段	89
五、生物检测	95
六、环境质量的标准	100
七、环境质量评价	134
第五节 污染源的控制	143
一、控制生产工艺的污染	144

二、控制燃料的污染	156
三、控制排水	174
四、回收和综合利用	177
主要参考文献	181
第二章 废水治理方法	184
第一节 物理机械法	185
一、均衡和调节	185
二、沉降	186
三、隔油	195
四、筛除与过滤	204
五、离心分离	209
第二节 生物化学法	212
一、生化处理与微生物	213
二、活性污泥法	233
三、生物过滤法	254
四、其它生物处理法	268
五、生化处理法的技术进展	275
第三节 物理化学法	283
一、吸附	283
二、浮选	300
三、萃取	310
四、汽提	321
五、吹脱	323
六、反渗透	326
七、电渗析	340
第四节 化学方法	354
一、离子交换法	354
二、电化学法	371
三、化学氧化法	376
四、混凝法	401
五、中和法	418
六、其它投药化学处理方法	425
第五节 废水的多级处理	431

第六节 废水的最终处置方法	440
一、焚烧	440
二、其它最终处置方法	442
主要参考文献	444
第三章 废气治理技术	447
第一节 除尘技术	447
一、尘粒的排放系数及其性质	447
二、除尘装置的效率	450
三、除尘装置的分类	454
四、除尘器的原理、构造和性能	455
五、除尘装置的选择和组合	494
第二节 气态污染物的处理技术	496
一、吸收	496
二、吸附	519
三、冷凝	528
四、燃烧	529
五、高烟囱排放	535
六、其它方法	536
主要参考文献	539
第四章 废渣的处理和利用	541
第一节 泥渣的处理和利用	541
一、污泥浓缩	543
二、污泥的稳定消化	546
三、污泥的调节	551
四、污泥的机械脱水	554
五、污泥的干燥	558
六、污泥焚烧	559
七、污泥的湿式氧化	567
八、化学污泥的回收利用	571
第二节 无机废渣的处理和利用	571
一、一般废渣的处理和利用	573
二、有毒废渣的处理和利用	578
第三节 有机废弃物的利用和处理	580

一、塑料废弃物的利用和处理	580
二、其它有机废渣的焚烧处理	589
第四节 废渣的其它处置方法	592
一、卫生填地	592
二、海洋投弃	593
主要参考文献	594

第一章 化工三废与环境保护

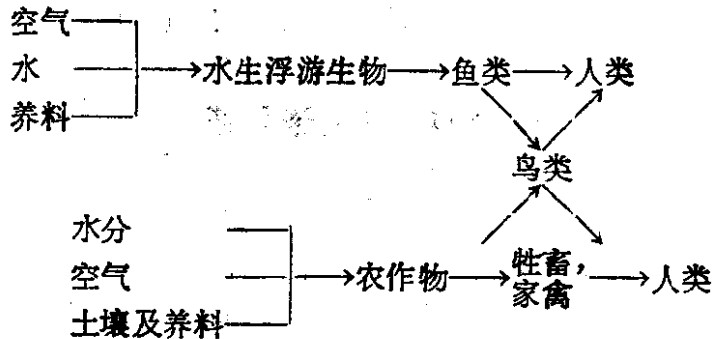
第一节 环境污染与环境保护

一、环境和生态系统

我们这里讲的环境，是指人们日常进行生产、生活活动的自然环境，也就是生物学上的环境，意味着生物体外的一切物质和自然因素的总和。凡是有生物活动的地球表面层，包括地球表面的广阔水域（水圈）、地壳表面的岩石和土壤（岩石、土壤圈）、地球表面的大气层（大气圈）和生活于其中的人类及其它生物（动物、植物、微生物等）构成了生物圈（也叫生态圈）。生物圈的范围是从海平面以下约十一公里深度（太平洋最深处）到海平面以上约九公里的高度（约相当于珠穆朗玛峰的海拔高度）。在这个范围内，有空气，有水，有土壤，还有阳光等，它们都是生物生存和发展的体外环境因素。对于人类来讲，各种动物和植物也构成为体外的环境因素。

离开了生物圈的物质基础，生物就不能生存。而生物的活动，特别是人类的活动，反过来又影响生物所赖以生存的环境。环境中的空气、水、土壤等因素与生物之间存在着相互依赖又相互制约的关系，生态学就是研究生物与其生存环境之间的相互关系的科学。生物都是结合成群落而生存的，生物群落（包括植物、动物、微生物）与其生存地区的局部环境因素构成了一个个的综合体，通常称之为生态系统。从广泛的意义来说，生物圈就等于是一个无所不包的生态系统；而含有几个藻类细胞的一滴水也可以看作为一个微小的生态系统。着眼于人类活动和环境因素的密切相关关系，每个工厂、矿山、农村，也都可以看作为一个个的生态系统。

在生态系统中，除了生物与非生物环境的关系以外，在各种生物之间也具有一定的相互依赖和制约的关系。以生命活动所需要的能量和养料来说，就以食物的形式从一种生物转移到另一种生物，从另一种生物又转移到他种生物。生物间食与被食关系的相互联系，就是生物圈中的食物链。由于生物的食物关系复杂，食物链彼此交错在一起形成为食物网。例如：



食物链反映了生物在能量和营养方面的依存关系。水生生物的食物链通俗地说来，这是大鱼吃小鱼，小鱼吃“虾米”、“虾米”吃浮游植物，浮游植物则是依靠阳光和无机盐获得能量和养料来维持生存和进行生长繁殖。一切生物所需要的能量总的说来都是来源于太阳光，但只有绿色植物才能利用阳光进行光合作用，使太阳能量进入食物链。能量通过食物链多次利用、转换和贮存，最后又以一定的能量形式释放回到环境中，完成能量流动（环流）的过程。同样，营养物质也是通过食物链被摄取到生物机体中来，通过生物体的新陈代谢，又回流到土壤、水和大气中去，进行着物质循环。从图1-1可以看到，这种循环是周而复始的。图中的 I 能量级（或称营养级）为生产者，系能够利用太阳能的绿色植物，II 能量级指食草动物，III、IV 能量级为食肉动物。此处 I、II、III 能量级分别属于第一级、第二级、第三级消费者。V 能量级为腐生生物。

生物圈里进行着许多种物质循环，其中最基本的是水循环、碳循环、氧循环、氮循环、磷循环、硫循环等。以碳循环来说，大气中的二氧化碳通过绿色植物的光合作用，和水化合成有机化合物——糖类，并放出氧气。糖类在生物体内能转变成为更复杂的有机化合物，如脂肪、蛋白质、纤维素等。经过氧化作用，储存在这

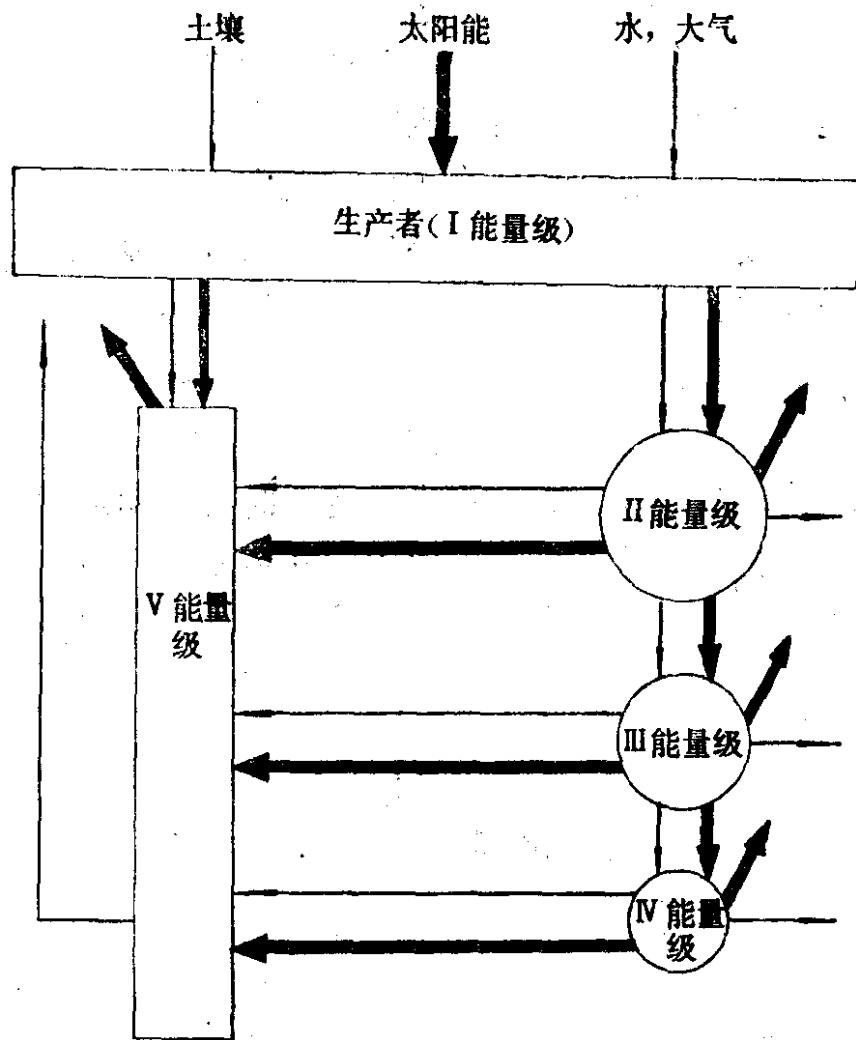


图 1-1 生态系统中能量和营养物质环流示意图

→表示能量环流，—→表示营养物质环流

些化合物中的能量被释放出来，同时又生成二氧化碳。如植物死亡，含碳有机物通过微生物的腐解作用，分解生成二氧化碳，回到大气层。如植物为动物所食用，摄入动物体内的有机物或者储存于动物机体，或者经过氧化作用转化为二氧化碳，由呼吸排出。动物死后残体及其排泄物经过微生物腐解，也分解生成二氧化碳。回到大气中的二氧化碳又被绿色植物所利用，进行新的光合作用。这样就构成了碳的循环（参见图1-2）。其它物质也进行着无休止的循环。

生物与环境之间的物质循环和能量流动，保持着一种自然的平衡关系，即生态平衡。这种平衡随着空间、时间、地点等条件的变化而不断地变化着，但在一定条件下和一定时间内，表现为相对稳

定的状态。生态系统总是在不平衡——平衡——不平衡的发展过程中前进。随着环境的变化，生物需要不断调整自己来适应变化了的环境，以达到新的平衡。不能适应环境变化的生物，在环境中就遭到湮灭。在地球数十亿年的历史中，环境发生的变化是极易广泛和深刻的。在生物进化过程中，当突然出现的环境变异使得生物群体遭受破坏影响时，整个生态系统的动态平衡即因此而崩溃。地球上曾经发生过若干次大冰期，不能适应低温的生物因此就绝迹了，能够适应的生物保存了下来，并且随着环境演变而进化。人也是这样，要适应环境的条件，在环境发生变化时要能动地调整自己的适应性，并通过改造环境和向自然灾害作斗争来与环境保持新的平衡。如果不能和无法适应外界环境条件的变化，人就处于不正常状态。

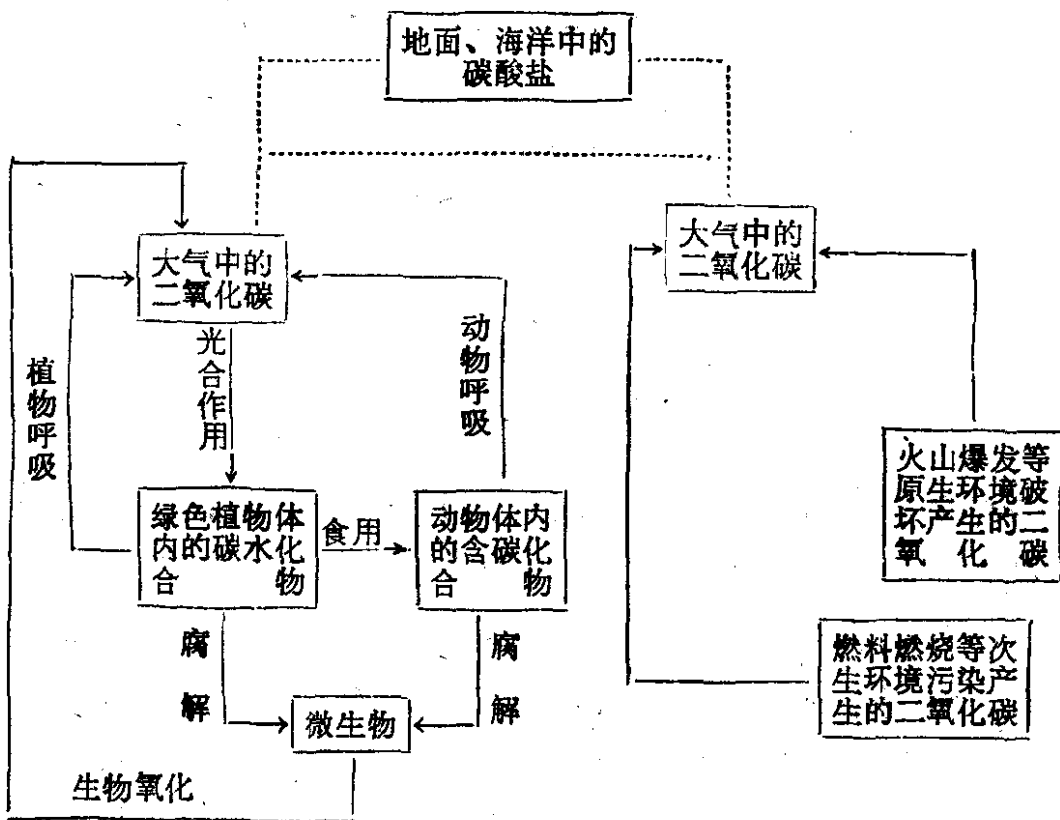


图 1-2 生态系统中的碳循环

综上所述，可以认为，在一个生态系统中存在着执行不同功能的三个体系：

(1) 交流体系——在生物群落的各个成分（微生物、植物、动物、人类等）之间，进行着无休止的能量流动和物质循环，这种运动循环起着维持整个生态系统平衡的作用；

(2) 适应体系——生物群落各个成分之间、生物群落与群落生境之间、生态系统与系统外环境之间相互进行一定的协调，并互相适应；

(3) 反馈体系——随着条件发生改变，生态系统自身调节到能够忍受的程度。食物链可以说是包含有反馈机理的系统，因为通过它，生物种群数量、进而整个生态系统得以调节达到均衡。在自然界发生一定的变化时，食物链的反馈机理便发挥作用，以恢复原来的均衡。

在这三个体系中，能量和物质循环是根本的运动；而反馈体系则是有限的，超过了一定界限就无法调节，结果将产生失调或破坏。

当环境中的规律性物质循环和生态平衡为自然的或人为的因素所暂时地局部地破坏时，生态系统就出现所谓原生或次生环境问题。

二、环境污染

对生态平衡的破坏，既有自然的因素，也有人为的因素。自然界本身的变异（火山爆发、地震、旱灾、水灾等）能够破坏生态系统的平衡，破坏物质循环，给环境带来很大的影响，也会造成对环境的污染。如火山爆发产生大量的二氧化碳和二氧化硫，从而破坏了原有的碳、硫循环，污染了环境。这种由于自然界原来的环境与生物或人体之间的不协调、不平衡所造成的环境问题，可以称作原生环境问题。至于科学技术上所讨论的环境污染，主要是指次生环境问题。

次生环境问题是由于人类活动所造成的环境问题。人类利用自然资源，使物质发生变化，排放出废物，特别是排放有害物质，结果引起环境中自然因素的变化，扰乱和破坏了生态系统和人类的正常生活条件。这种情况发展到危害的程度，就是环境污染，可用下式表示：