



高等院校化学化工类专业系列教材

Introductory Guide to
Green Chemical Industry and Cleaner Production

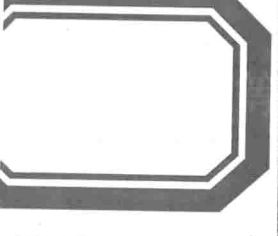
绿色化工 与清洁生产导论

■ 赵德明 编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社



院校化学化工类专业系列教材

Introductory Guide to
Green Chemical Industry and Cleaner Production

绿色化工 与清洁生产导论

■ 赵德明 编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

绿色化工与清洁生产导论/赵德明编. —杭州: 浙江大学出版社, 2013. 9

ISBN 978-7-308-12052-4

I. ①绿… II. ①赵… III. ①化学工业—无污染技术
IV. ①X78

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 195334 号

绿色化工与清洁生产导论

赵德明 编

丛书策划 季 峥

责任编辑 季 峥

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州林智广告有限公司

印 刷 杭州杭新印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 14.5

字 数 308 千

版 印 次 2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-12052-4

定 价 35.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcs.tmall.com>

前 言

化学工业为人类作出了巨大贡献,但是纵观整个化学工业,人类已经认识到它虽能向我们提供所需的产品,但也会造成严重的环境污染。人类环境意识的提高与可持续发展的需要均要求现有的化学合成与工业化过程清洁化和绿色化,于是清洁生产和绿色化学应运而生。

绿色化学和清洁生产工艺的实施是防治污染的基础和重要工具。绿色和清洁应该成为今后化学发展的特征之一。清洁生产和绿色化学是世界环境保护工作的重大改革,使得环境保护工作由过去的单一末端治理转向以清洁生产及综合利用为主的预防治理,这样不但可减少污染的产生,也可减少污染治理的费用,因此,绿色化学和清洁生产的发展可促进新的工业革命。

人类的需求也支配着化学的发展轨迹,人类的绿色需求必将使得化学工业朝着绿色的方向发展。21 世纪化学工业面临的挑战是:一方面要继续为人类的衣、食、住、行和医疗保健等事业作出应有的贡献;另外一方面又要不产生对人类健康和环境有害的影响。惟一的解决办法是走可持续发展道路,从源头考虑,推行清洁生产,探索绿色化学的新途径和新技术,只有当零排放和环境友好的开发理念成为化学工业从业人员的指导思想时,未来以化学为基础的工业才能实现绿色化和清洁化,实现可持续发展。

本书主要阐述了环境保护与可持续发展、化学工业与环境污染、化学工业的可持续发展、清洁生产的基本概念、实行清洁生产的步骤、绿色化学和工业生态学、绿色化学与清洁生产、绿色化工产品与清洁生产、工业生态学与清洁生产,以及国内外实施的绿色化工技术实例等内容。全书内容丰富,具有较强的知识性、实用性和可操作性。本书可供化工、环保等行业科研技术人员及管理人员参考,也可作为高等院校相关专业的教学参考书。

本书由浙江工业大学赵德明博士/副教授编写。宋嘉彬、王振、张德兴、毕柳、陈中海、宋

长江和张谭等同学在文字输入、插图绘制和书稿校验等方面给予了极大的帮助,特此感谢。

绿色化工技术种类繁多,而且新的绿色化工技术不断涌现,限于编写人员水平有限,书中难免有不妥之处,衷心希望广大读者和有关专家学者予以批评指正。

编者

2013 年 08 月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 全球环境概述	1
1.2 环境污染与环境问题	8
1.3 环境保护进展	21
1.4 全球可持续发展的总趋势	25
1.5 环境保护与可持续发展	34
1.6 化学工业与环境污染	36
第 2 章 化学工业的可持续发展	44
2.1 清洁生产概念	44
2.2 清洁生产的意义及发展	47
2.3 化工清洁生产的实施	54
2.4 化学工业的可持续发展观	85
2.5 化工清洁生产实例	93
第 3 章 绿色化学与清洁生产	113
3.1 绿色化学概念	113
3.2 绿色化学的提出及发展	113
3.3 绿色化学的原则	117
3.4 绿色化学与清洁生产	118
3.5 绿色化工	118
3.6 绿色化工在中国的兴起与发展	132

第 4 章 绿色产品与清洁生产	134
4.1 绿色产品的环境标志	134
4.2 绿色产品的类别与标准	137
4.3 产品生命周期分析	141
4.4 清洁生产与产品生态设计	153
第 5 章 工业生态学与清洁生产	171
5.1 工业生态学及其兴起	171
5.2 工业生态学的基本概念	175
5.3 工业生态学研究的兴起	179
5.4 工业生态学的研究领域	180
5.5 工业生态学与清洁生产的关系	182
5.6 化学工业生态学	183
第 6 章 绿色化学化工技术	189
6.1 绿色化学化工技术概述	189
6.2 绿色化学在制药工业中的应用	189
6.3 超临界流体在绿色化学反应中的应用	194
6.4 绿色农药工业	206
6.5 环境友好的固体酸	214

第 1 章

绪 论

1.1 全球环境概述

1.1.1 环境的概念

环境,就其词义而言,是指周围的事物。但是当我们讲到周围事物的时候,必然暗含着一个中心事物,即环境总是相对于某一中心事物而言的。环境因中心事物的不同而不同,随中心事物的变化而变化。围绕中心事物的外部空间、条件和状况,构成中心事物的环境。我们通常所涉及的环境是人类的环境,即以人类为中心事物,除人以外的一切其他生命体和非生命体均被视为环境的对象,因此,环境即是以人为中心事物而存在于其周围的一切事物。

对于环境科学来说,中心事物是人类,环境是以人类为主体、与人类密切相关的外部世界。也就是说,环境是指人类赖以生存和发展的各种物质因素交互关系的总和。人与环境之间存在着一种对立统一的辩证关系,两者构成了矛盾的两个方面,它们之间的关系是既相互作用、相互依存、相互促进和相互转化,又相互对立和相互制约。

1.1.2 环境的分类及组成

环境是一个非常复杂的系统,既包括以空气、水、土地、植物、动物等为内容的物质因素,也包括以观念、制度、行为准则等为内容的非物质因素;既包括自然因素,也包括社会因素;既包括非生命体形式,也包括生命体形式。一般可按环境的主体、环境的属性或环境的范围等进行分类。

1. 按环境的主体分类

按环境的主体进行分类,目前有两种体系:

一种是以人为主体的,其他的生命物质和非生命物质都被视为环境要素,这类环境称为人类环境。在环境科学中多数学者都采用这种分类方法。人类环境是以人类为中心的,包含人类赖以生存和发展的各种自然因素的综合体。

另一种是以生物为主体,生物体以外的所有自然条件称为环境,这类环境称为生物环境。非生物因素主要包括光、温度、空气、水分等,是生物体赖以生存的环境因素。

2. 按环境的属性分类

按环境的性质不同,可将人类环境分为原生环境(又称自然环境)、次生环境(被人类影响的自然环境,又称人工环境)和社会环境三类。

(1) 自然环境

自然环境,是指未经过人的加工改造而天然存在的环境,是人类目前赖以生存、生活和生产所必需的自然条件和自然资源的总称。它在人类出现之前,已按照自己的运动规律经历了漫长的发展过程。自人类出现之后,自然环境就成为人类生存和发展的主要条件。人类不仅有目的地利用它,还在利用过程中不断影响和改造它。自然环境按环境要素不同,可分为大气环境、水环境、土壤环境、地质环境和生物环境等。

(2) 人工环境

人工环境,是指人类为了提高物质和文化生活,在自然环境的基础上经过人类人为的加工改造所形成的环境,如城市、居民点、名胜古迹等。

人工环境与自然环境的区别主要在于人工环境是自然物质的形态有了较大的改变,使其失去了原有的面貌。

(3) 社会环境

社会环境,是指人与人之间的各种社会关系所形成的环境,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、哲学的观念等。它是人类在长期生存发展的社会劳动中所形成的,是在自然环境的基础上,人类通过长期有意识地社会劳动加工和改造了的自然物质、所创造的物质生产体系,以及所积累的物质文化等构成的总和。社会环境是人类活动的必然产物。它一方面可以对人类社会进一步发展起促进作用;另一方面又可能成为束缚因素。社会环境是人类精神文明和物质文明的一种标志,并随着人类社会不断发展地发展和演变,社会环境的发展与变化直接影响自然环境的发展与变化。人类的社会意识形态、社会政治制度,如对环境的认识程度、环境保护的措施,都会对自然环境质量的变化产生重大影响。例如,近代环境污染的加剧正是由于工业迅猛发展所造成的,因而在研究中不可把自然环境和社会环境截然分开。

3. 按环境的范围分类

按照环境的范围大小不同,可以把环境分为聚落环境、地理环境、地质环境和星际环境等。

(1) 聚落环境

聚落是人类聚居的地方与活动的中心。聚落环境是人类有目的、有计划地利用和改造自然环境而创造出来的生存环境,是与人类的生产和生活关系最密切、最直接的工作和生活环境。聚落环境中的人工环境因素占主导地位,它也是社会环境的一种类型。人类的聚落环境,从自然界中的穴居和散居,直到形成密集栖息的乡村和城市。显然,聚居环境的变迁和发展,为人类提供了安全清洁和舒适方便的生存环境。但是,聚落环境乃至周围的生态环境由于人口的过度集中、人类缺乏节制地频繁活动以及对自然界的资源和能源超负荷索取而受到巨大的压力,造成局部、区域以致全球性的环境污染。因此,聚落环境历来都引起人们的重视和关注。

聚落环境按规模性质、功能不同,可分为院落环境、村落环境和城市环境。

1) 院落环境

院落环境作为基本环境单元,是由建筑物和与其联系在一起的场院组成的。它的结构、布局、规模和现代化程度是很不相同的,因而,它的功能单元分化的完善程度也是很悬殊的。由于发展的不平衡,它可以是简陋的茅舍,也可以是具有防震、防噪声和自动化空调设备的现代化住宅。它是人类在发展过程中为适应自己生产和生活的需要而因地制宜改造出来的,因而具有明显的时代和地方特征,如我国西南地区的竹楼、内蒙古的蒙古包、陕北的窑洞、北京的四合院、北方的火墙等。

院落环境在保障人类工作、生活和健康,促进人类发展过程中起到了积极的作用,但也相应地产生了消极的环境问题。如南方房子阴凉通风,以致冬季在室内比在室外还要冷;北方房屋注意保暖而忽视通风,以致空气污染严重。因此,在今后聚落环境的规划设计中,要加强环境科学的观念,以便在充分考虑利用和改造自然的基础上,通过科学的规划设计,创造出内部结构合理并与外部环境相协调的院落环境。

院落环境的污染主要是由居民的生活“三废”造成的。应提倡院落环境园林化,在室内、室外种植绿色植物,以调控人类、生物与大气之间的二氧化碳与氧气平衡。近年来,国内外不少人士主张大力推广无土栽培技术,不仅创造一个令人心旷神怡的居住环境,而且除其产品可供人畜食用外,所收获的有机质及生活废弃物又可生产沼气,提供清洁能源的原料,其废渣、废液又可用作肥料,以促进我们收获更多的有机质和太阳能。这样就把院落环境建造成了一个结构合理、功能良好的人工生态系统,同时减少了居民“三废”的排放。

2) 村落环境

村落主要是农业人口聚居的地方。由于自然条件的不同,以及从事农、林、牧、副、渔业的种类、规模、现代化程度不同,因而无论是从结构上、形态上、规模上,还是从功能上看,村落的类型都是极多的,如平原上的农村、海滨湖畔的渔村等,因而,它所遇到的环境问题也是各不相同的。

村落环境的污染主要来自农业污染和生活污染源,特别是农药、化肥的使用使污染日益

增加,不仅影响了农副产品的质量,还威胁着人们的身体健康,严重的甚至危及到了人们的生命。我们可以通过用有机肥代替化肥,用速效、易降解农药代替难降解的农药,总之要尽一切努力,加强管理,保障人们身体健康。

提倡建设生态新农村,走可持续发展道路。应因地制宜,充分利用农村的自然条件,综合利用自然资源,如太阳能、风能、水能等分散性自然能源都是非常丰富并可更新的清洁能源。还可以人工建立绿色能源基地,种植速生高产的草木,以收获更多的有机质和“太阳能”,从而改变自然能源的利用方式,提高其利用率。

3)城市环境

城市是地球上生物圈的重要组成部分,又是人类文明社会的重要人工生态系统。城市环境则是非农业人口聚居的地方,是人类利用和改造环境而创造出来的高度人工化的生存环境。在世界范围内,城市化的速度日益加快。城市化的发展在为居民提供丰富的物质和文化生活的同时,也带来了严重的环境污染。城市化改变了大气的热量状况,形成了“城市热岛”效应;城市化向大气、水中排放了大量的污染物质;城市化导致了地下水下降等。城市规模越大,对环境的影响越严重。解决的办法在于大力发展中小城镇,在大城市设置建立卫星城,制定好城市环境规划,以创造整洁、优美的城市环境。

(2)地理环境

地理环境是指一定社会所处的地理位置以及与此相联系的各种自然条件的总和,一般包括地形、地貌、海拔、经纬度等地理因素。地理环境是能量的交错带,位于地球表层,即岩石圈、水圈、土壤圈和生物圈相互作用的交错带上。它下起岩石圈的表层,上至大气圈下部的对流层顶,包括了全部的土壤圈,其范围大致与水圈和生物圈相当。概括地说,地理环境是由与人类生存和发展密切相关的、直接影响到人类衣、食、住、行的非生物和生物等因子构成的复杂的对立统一体,是具有一定结构的多级自然系统,水、土、气、生物圈都是它的子系统。每个子系统在整个系统中有着各自特定的地位和作用,非生物环境都是生物赖以生存的要害,它们与生物种群共同组成生物的生存环境。

(3)地质环境

地质环境主要指的是自地表向下的地壳层,即岩石圈。地理环境是在地质环境的基础上,在星际环境因素的作用和影响下发生和发展起来的。因而,地理环境、地质环境、星际环境之间经常不断地进行着物质、能量和信息的交换。作为地质环境的主体——岩石,在地球内外地质引力的作用下,经过风化、剥蚀、搬运、沉积和生物作用,形成松散介质,使之进入地理环境中,甚至参加星际物质大循环。

如果说地理环境为人们提供了大量的生活资料、可再生的资源,那么,地质环境则为人们提供了大量的生产资料——丰富的矿产资源和难以再生的资源。矿产资源是人类生产资料和生活资料的基本来源,对矿产资源的开发利用是人类社会发展的前提和动力。

(4) 星际环境

星际环境又称为宇宙环境,是指地球大气圈以外的宇宙空间环境,由广袤的空间、各种天体、弥漫物质以及各类飞行器组成。

各星球的大气状况、温度、压力差别极大,与地球环境相差甚远。在太阳系中,我们居住的地球距太阳不近也不远,正处于“可居住区”之内,转动得不快也不慢,轨道离心率不大,致使地理环境中的一切变化极有规律又不过度剧烈,这些都为生物的繁茂昌盛创造了美好的条件。地球是目前所知道的惟一个适合人类居住的星球。研究宇宙环境是为了探求宇宙中各种自然现象及发生的过程和规律对地球的影响。人类对太阳系的研究有助于了解地球的成因及变化规律;有助于人类更好地掌握自然规律和防止自然灾害,创造更理想的生存空间;同时也为星际航行、空间利用和资源开发提供可循依据。

1.1.3 环境的特性

1. 整体性

人与自然环境是一个整体,地球的任一地区或任一生态因素是环境的组成部分。各部分之间存在着紧密的相互联系、相互制约关系。局部地区的环境污染或破坏,总会对其他地区造成影响和危害。某一环境要素恶化,也会通过物质循环影响其他环境要素。因此,生态危机和环境灾难是没有地域边界的。在环境问题上,全球是一个整体,一旦全球性的生态破坏出现,任何地区和国家都将蒙受其害,而且全球性环境问题还具有扩散性、持续性的特点。例如,发达国家在20世纪60年代末就开始禁止使用有机氯农药,但随后人类还是从生活在南极的企鹅、海豹和北极圈内的北极熊体内检测出仅农业区域使用的DDT农药;热带雨林的破坏使全球气候都受影响,不少自然物种灭绝;气温升高,导致干旱、沙漠化加剧;1986年苏联切尔诺贝利核电站泄漏事故,不仅造成本地区及附近人员的极大伤亡,而且其核泄漏产生的放射性尘埃远飘至北欧,甚至扩散到整个东欧和西欧地区;1991年海湾战争中伊拉克焚毁科威特油田造成的全球性影响,有人估算会延续数十年。因此,人类生存环境保护从整体上看是没有地区界限和国界的;在环境的保护和治理问题上,地区与地区、国与国之间要进行充分的合作。正如1972年《人类环境宣言》指出:“保护和改善人类环境是关系到全世界各国人民的幸福和经济发展的重大问题,也是全世界各国人民的迫切希望和各国政府的责任”。

另外,人类对环境的行为往往不是个人的行为。任何人对环境的态度和行为,所产生的环境后果都不仅限于个人,而会对周围乃至整个人类都造成影响。对环境的治理和保护,需要社会每个成员从自己做起,集合群体的努力才能奏效;而人类对环境的保护和对环境污染的治理,最终将使每个人受惠。

2. 有限性

宇宙空间无限,但是在宇宙间人们所能认识到的天体中,目前发现只有地球适合人类生存。离地球最近的月球上,没有空气和水,只有一片沙砾,是一个死寂的世界;火星上遍布火山和沙漠,空气稀薄(只有地球的1%),表层是一个冰封的世界,最低温度在 -110°C ,最高温度仅 22°C ;金星又活像一座炼狱,它充满蒸腾的腐蚀大气,温度为 500°C ,气压高达 $1.013 \times 10^7 \text{ Pa}$;水星、木星、天王星、海王星和冥王星的自然条件,也都无法使生命生存。经科学家们证实,在以地球为中心的至少 $4 \times 10^{14} \text{ km}$ 的范围内,没有适合人类居住的第二颗星球。

因此,虽然宇宙空间无限,但人类生存的空间以及资源、容纳污染物质的能力、对污染物质的自净能力等都是有限的。因此,人类的生存环境是脆弱的,当人类活动产生的污染物质进入环境的量超越环境的自净能力时,就会导致环境质量恶化,出现环境污染。

3. 不可逆性

人类的环境系统在其运动过程中存在着两个过程:能量流动和物质循环。前一过程是不可逆的,后一过程变化的结果也不可能完全恢复到它原来的状态,可见整个运动过程是不可逆的。因此,环境一旦遭到破坏,人类要消除环境破坏的后果,是需要很长时间的。例如,世界文明的四大发祥地(黄河、恒河、尼罗河、幼发拉底河流域)在远古都是林茂富饶的地方,但都由于不合理的开垦利用使自然环境遭到破坏,至今都仍然无法恢复良性状态。又如英国的泰晤士河,由于工业废水污染,1850年后河水中的生物基本绝迹,经过一百多年的努力治理,耗费了大量投资才使河水水质有所改善。无数事实证明,不顾环境而单纯追求经济增长会适得其反,因为取得的经济利益是暂时的,环境恶化却是长期的,两相比较,损失是巨大的。人类在经济活动中,必须以预防为主,全面规划,努力避免不可逆环境问题的产生。

4. 潜在性

除了事故性的污染与破坏(如森林火灾、农药厂事故等)可以很快观察到后果外,日常的环境污染与环境破坏对人们的影响,其后果的显现要有一个过程,需要较长时间才能显示出来。如日本九州熊本县南部的水俣镇,在20世纪40年代生产氯乙烯和醋酸乙烯时采用汞盐催化剂,含汞废水排入海湾,对鱼类、贝类造成污染,人食用了这些鱼、贝引起的水俣病是经过一二十年后,于1953年才显露出来的,直到现在还有病患者。再如,我们现在丢弃的泡沫塑料制品,降解需要300多年,它们在粉化后进入土壤,会破坏土壤结构,使农业减产。环境污染的危害会通过遗传贻害后世。目前中国每年出生数百万有生理缺陷的婴儿,与过去的环境污染不无关系。

5. 放大性

局部或某方面不引人注目的环境污染与破坏,经过环境的作用后,其危害性或灾害性无论从深度还是广度上都会明显放大。如上游森林的毁坏,可能造成下游地区的水、旱、虫灾害;燃烧释放出来的 SO_2 、 CO_2 等气体,不仅造成局部空气污染、酸沉降、毁坏湖泊、影响鱼类

生存、产生温室效应等后果,还会令大气臭氧层稀薄,结果不但使人类皮肤癌患者增加,而且由于大量紫外线杀死地球上的浮游生物和幼小生物,打断了食物链的始端,以致有可能毁掉整个生物圈。科学家的研究表明,两亿年前由于臭氧层一度变薄,导致地球上 90% 的物种灭绝。

6. 环境自净

环境受到污染后,在物理、化学和生物的作用下,可以逐步消除污染物达到自然净化。环境自净按发生机理不同,可分为物理净化、化学净化和生物净化三类。

(1) 物理净化

环境自净的物理作用有稀释、扩散、淋洗、挥发、沉降等。如含有烟尘的大气,通过气流的扩散、降水的淋洗、重力的沉降等作用而得到净化。浑浊的污水进入江河湖海后,通过物理的吸附、沉淀和水流的稀释、扩散等作用,水体恢复到清洁的状态。土壤中挥发性污染物如酚、氰、汞等,因为挥发作用,其含量逐渐降低。物理净化能力的强弱取决于环境的物理条件和污染物本身的物理性质。环境的物理条件包括温度、风速、雨量等。污染物本身的物理性质包括密度、形态、粒度等。温度的升高利于污染物的挥发;风速增大利于大气污染物的扩散;水体中所含的黏土矿物多利于吸附和沉淀。

(2) 化学净化

环境自净的化学反应有氧化和还原、化合和分解、吸附、凝聚、交换、络合等。如某些有机污染物经氧化还原作用最终生成水和 CO_2 等;水中铜、铅、锌、镉、汞等重金属离子与硫离子化合,生成难溶的硫化物沉淀;铁、锰、铝的水合物、黏土矿物、腐殖酸等对重金属离子有化学吸附和凝聚作用;土壤和沉积物中的代换作用等均属环境的化学净化。影响化学净化的环境因素有酸碱度、氧化还原电势、温度和化学组分等,污染物本身的形态和化学性质对化学净化也有重大的影响。温度的升高可加速化学反应。有害的金属离子在酸性环境中有较强的活性而利于迁移;在碱性环境中易形成氢氧化物沉淀而利于净化。氧化还原电势值对变价元素的净化有重要的影响。价态的变化直接影响这些元素的化学性质和迁移、净化能力。如三价铬(Cr^{3+})迁移能力很弱,而六价铬(Cr^{6+})的活性较强,净化速率低。环境中的化学反应如生成沉淀物、水和气体则利于净化,如生成可溶盐则利于迁移。

(3) 生物净化

生物的吸收、降解作用使环境污染物的浓度和毒性降低或消失。植物能吸收土壤中的酚、氰,球衣菌可以把酚、氰分解为水和 CO_2 ;绿色植物可以吸收 CO_2 ,放出 O_2 。同生物净化有关的因素有生物的科属、环境的水热条件和供氧状况等。在温暖、湿润、养料充足、供氧良好的环境中,植物的吸收净化能力强。生物种类不同,对污染物的净化能力可以有很大的差异。有机污染物的净化主要依靠微生物的降解作用。如在温度 $20\sim 40^\circ\text{C}$ 、pH 值 $6\sim 9$ 、养料充分、空气充足的条件下,需氧微生物大量繁殖,能将水中各种有机物迅速分解、氧化,转化成为 CO_2 、水、氨和硫酸盐等。厌氧微生物在缺氧条件下,能把各种有机污染物分解成甲烷、 CO_2 和 H_2S 等。在硫磺细菌的作用下, H_2S 可能转化为硫酸盐。氨在亚硝酸菌和硝酸菌的

作用下被氧化成亚硝酸盐和硝酸盐。植物对污染物的净化主要是通过根和叶片的吸收。城市工矿区的绿化,对净化空气有明显的作用。

1.2 环境污染与环境问题

1.2.1 环境问题及其分类

环境问题,就其范围大小而论,可从广义和狭义两个方面理解。从广义上理解,由自然力或人力引起生态平衡破坏,最后直接或间接影响人类的生存和发展的一切客观存在的问题,都是环境问题。从狭义上理解,由于人类的生产和生活活动,使自然生态系统失去平衡,反过来影响人类生存和发展的一切问题,都是环境问题。

1. 按引起环境恶化的原因分类

环境问题分类的方法有很多,如果从引起环境恶化的原因,也就是引起环境问题的根源考虑,可将环境问题分为原生环境问题和次生环境问题两类。

(1)原生环境问题

原生环境问题也称第一类环境问题。它的产生是由自然界本身运动引起的,较少受人类活动的影响。主要指地震、洪涝、海啸、火山爆发、台风、干旱等自然灾害问题。这类灾难危害剧烈。如1976年7月27日深夜我国唐山发生的7.8级大地震,所释放的能量相当于 $1000 \times 10^4 \text{ t}$ 级的氢弹,是日本广岛原子弹的200倍。十几秒钟的大地震动,就将百万人的城市化作一片废墟。这也说明对于这类环境问题,目前人类的抵御能力还很薄弱。

(2)次生环境问题

次生环境问题也称第二类环境问题。它是由于人类不适当的生产和消费而引起的。次生环境问题一般又分为环境污染和环境破坏两大类。

1)环境污染

环境污染是指人类活动产生并排入环境的污染物或污染因素超过环境容量和环境自净能力,使环境的构成或状态发生了变化,导致环境质量下降,扰乱和破坏了人们正常的生产和生活。例如,工业“三废”排放引起的大气、水体和土壤污染等,此外还包括声污染、放射性污染和电磁辐射污染等,均是环境污染。

2)环境破坏

环境破坏则是指人类开发利用自然资源和自然环境的活动超过了环境的自我调节能力,引起的对自然生态系统的不良影响。例如,乱砍滥伐引起的森林植被被破坏,大面积开垦引起的荒漠化,过度捕猎使珍稀物种灭绝等均属环境破坏。

需要注意的是,原生环境问题与次生环境问题往往难以截然分开,它们常常相互影响、相互作用。例如,人们为了获取食物而大肆毁林垦荒、草原过度放牧而造成植被破坏,从而给水或风对土壤的破坏活动提供了条件,在自然营力的作用下造成了水土流失或土地沙化。由于水土流失或土地沙化导致土壤肥力下降,人们为了补充食物的不足又进行新的植被破坏,从而引发新一轮自然灾害和环境破坏。目前,人类对第一类环境问题尚不能有效防治,只能侧重于检测和预报。

自然环境的运动,一方面有它本身固有的规律,同时也受人类活动的影响。自然的客观性质和人类的主观要求、自然的发展过程和人类活动的目的之间不可避免地存在着矛盾。

人类通过自己的生产与消费作用于环境,从中获取生存和发展所需的物质和能量,同时又将“三废”排放到环境中;环境对人类活动的影响(特别是环境污染和生态破坏)又以某种形式反作用于人类,从而使人类与环境间就以物质、能量、信息联结起来,形成复杂的人类环境系统。

当人类的活动违背自然规律时,就会对环境质量造成一定程度的破坏,从而产生了环境问题。

以环境污染为例,环境对污染虽然具有一定的容纳能力和自净能力,但这种环境容量和自净力都是有限的。一旦人类活动产生并排入环境的污染物和污染因素超越了这种限度,就会导致环境质量的显著恶化。

人类是地球环境演化到一定阶段的产物,环境是人类赖以生存和发展的基础。人类的生产和消费活动离不开环境;人类的生产和消费活动必然对环境造成影响,也就是说环境问题自古就有,只不过是在古代,由于对自然的开发和利用规模较小,所以环境问题并不十分突出。

2. 按人类社会发展的历程分类

审视人类社会发展的历程,可以将环境问题的产生和发展概括为以下三个阶段:

(1) 生态环境的早期破坏

此阶段从人类出现开始直到18世纪60年代产业革命,是一个漫长的时期。在该阶段,人类经历了从以采集和狩猎为生的游牧生活到以耕种和养殖为生的定居生活的转变。随着种植、养殖和渔业的发展,人类社会开始第一次劳动大分工。人类从完全依赖大自然的恩赐转变到自觉利用土地、生物、陆地水体和海洋等自然资源。人类的生活资料有了较以前稳定得多的来源,人类的种群开始迅速扩大。由于人类社会需要更多的资源来扩大物质生产规模,便开始出现烧荒、垦荒、兴修水利工程等改造活动,从而引起严重的水土流失、土壤盐渍化或沼泽化等问题。但此时的人类还意识不到这样做的长远后果,一些地区因而产生了严重的环境问题,主要是生态退化。较突出的例子是,古代经济发达的美索不达米亚,由于不合理的开垦和灌溉,后来变成了不毛之地;中国的黄河流域,曾经森林广布,土地肥沃,是文明的发源地,而西汉和东汉时期的两次大规模开垦,虽然促进了当时的农业发展,可是由于

森林骤减,水源得不到涵养,造成水旱灾害频繁,水土流失严重,沟壑纵横,土地日益贫瘠,给后代带来了不可弥补的损害。但总的说来,这一阶段的人类活动对环境的影响还是局部的,没有达到影响整个生物圈的程度。

(2) 近代城市环境问题

此阶段从工业革命开始到 20 世纪 80 年代发现南极上空的臭氧空洞为止。工业革命(从农业占优势的经济向工业占优势的经济迅速过渡称为工业革命)是世界史一个新时期的起点,此后的环境问题也开始出现新的特点并日益复杂化和全球化。18 世纪后期,欧洲的一系列发明和技术革新大大提高了人类社会的生产力,人类以空前的规模和速度开采和消耗能源及其他自然资源。新技术使英国和美国等在不到一个世纪的时间里先后进入工业化社会,并迅速向全世界蔓延,在世界范围内形成发达国家和发展中国家的差别。工业化社会的特点是高度城市化。这一阶段的环境问题跟工业和城市同步发展。先是由于人口和工业密集,燃煤量和燃油量剧增,发达国家的城市饱受空气污染之苦,后来这些国家的城市周围又出现日益严重的水污染和垃圾污染,工业“三废”、汽车尾气更是加剧了这些污染公害的程度。在 20 世纪六七十年代,发达国家普遍花大力气对这些城市环境问题进行治疗,并把污染严重的工业搬到发展中国家,较好地解决了国内的环境污染问题。随着发达国家环境状况的改善,发展中国家却开始步发达国家的后尘,重走工业化和城市化的老路,城市环境问题有过之而无不及,同时伴随着严重的生态破坏。著名的“八大公害事件”大多发生在本阶段,见表 1-1。

表 1-1 八大公害事件

公害事件名称	富山事件	米糠油事件	四日事件	水俣事件	伦敦烟雾事件	多诺拉烟雾事件	洛杉矶光化学烟雾事件	马斯河谷烟雾事件
主要污染物	镉	多氯联苯	SO ₂ 、煤尘、重金属、粉尘	甲基汞	烟尘及 SO ₂	烟尘及 SO ₂	光化学烟雾	烟尘及 SO ₂
发生时间	1931—1975 年(集中在 20 世纪五六十年代)	1968 年	1955 年以来	1953—1961 年	1952 年 12 月	1948 年 10 月	1943 年 5—10 月	1930 年 12 月
发生地点	日本富山县神通川流域,蔓延至群马县等地 7 条河的流域	日本九州爱知县等 23 个府县	日本四日市,并蔓延几十个城市	日本九州南部熊本县水俣镇	英国伦敦市	美国多诺拉镇(马蹄形海湾,两岸山高 120m)	美国洛杉矶市(三面环山)	比利时马斯河谷(长 24km,两侧山高 90m)