

高等院校环境类系列教材

清洁生产

| 赵玉明 编著 |

中国环境科学出版社

**LEANER
PRODUCTION**

V382

高等院校环境类系列教材

清洁生产

赵玉明 编著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

清洁生产 / 赵玉明编著. —北京: 中国环境科学出版社, 2005.8

(高等院校环境类系列教材)

ISBN 7-80209-196-9

I. 清… II. 赵… III. 无污染工艺—高等院校—教材 IV. X383

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 078116 号

环境科学与工程出版中心

电话(传真): 010-6711 2735

网 址: www.cesp.cn

电子信箱: sanyecao@cesp.cn

本中心立足于出版环境科学与工程类专业图书。以服务为宗旨, 以市场为导向。做绿色文明的倡导者, 充当环境文化的传播者。

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
电子信箱: sanyecao@cesp.cn
电话 (传真): 010-67112735

印 刷 北京东海印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2005 年 8 月第一版
印 次 2005 年 8 月第一次印刷
印 数 1—4 000
开 本 787×960 1/16
印 张 18
字 数 250 千字
定 价 29.00 元

【版权所有, 请勿翻印、转载, 违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序

清洁生产是介于环境工程与环境管理之间的学科，是硬软件的结合部。

环境污染的治理一开始都是污染的末端治理，使企业与环境管理部门处于绝对矛盾的地位，企业增加了“额外”的负担，而污染问题并没有很好解决。为了缓和矛盾，也为了节省资源和减少污染，开始有了“将污染削减或消灭在生产过程之中”的理论和实践，这就诞生了清洁生产。外部不经济性的发现和企业应该承担环境成本的呼声，也迫使企业主逐步重视从工艺的革新和创新来削减污染和节约资源的清洁生产。

清洁生产的发展，人们开始关注和评价产品的全生命周期的环境影响，从自然物的采掘到最终消费品的消费后的处置，整个生命过程中的能耗、物耗和污染排放都应该联系起来，做整体的审视。例如，纸包装的生物可降解性确实比塑料包装好，但也要看到造纸废水的污染；水力发电确实是清洁能源，然而也应看到建筑大坝的材料，钢材和水泥生产时的污染和大坝的生态影响。我并不是想说，塑料包装比纸包装好，火电比水电好。而是说，审视产品的全生命周期性使清洁生产走出了工艺流程，一个企业的范围。对控制污染、节约资源和能源提供了走向整体性、全面性的新视角。

清洁生产向第一、三产业延伸，废物的回收、再利用和再循环以及生态工业的纷纷试点，我们看到一个以生产过程和消费过程为结点的网络正在形成。这个网络覆盖了整个经济领域，这个网络遵循能源的节约增效和物资的循环利用的原则，这个以清洁生产为基础的网络，人们称之为生态经济，也有人称之为循环经济。中央提出科学发展观，实行可持续发展战略。在经济领域实行生态经济的发展模式是必然选择，并使传统经济向生态经济逐步过渡。附带说一句，我觉得循环经济这个名称没有生态经济名称好。因为在人工生态系统中，物质循环并不包括能源节约和提高效率。我担心有些赶时髦的人，搞高能耗的循环经济，就我国而言，节能增效甚至比物质循环更重要。

清洁生产在大多数情况下是一个创新的过程。有些人在要他们搞清洁生产时，有畏难情绪。我对此倒是抱乐观态度。我以为自 20 世纪以来工程技术的创新，大多数是为企业主的利益最大化服务的，外部的不经济性是不会考虑在内的。当时是没有指挥棒去搞什么清洁生产的，所以并不能说清洁生产在技术上是是不可能的。现在我们实行生态经济，只要有合适的环境政策和强化的环境管理，也就是说，指挥棒变了，工程技术人员的聪明才智就发挥出来了。

赵玉明同志在我们南京大学从事多年的清洁生产的教学和科研，开发了多项化工和轻工清洁生产工艺，对工业领域的清洁生产审核也有比较丰富的经验。此书的问世，相信对我国的清洁生产工作会做出有益的贡献。

许鸥泳

2005 年 6 月 4 日

前 言

当历史的车轮沉重地碾进 21 世纪的时候,我们的国家正面临着一个前所未有的发展机遇,但也面临强烈的挑战:环境污染、生态破坏、资源短缺等等。我和你们——阅读这本书的每一位同学,都肩负着振兴中华的重任。

什么是清洁生产?任何一个生产者或服务者在为客户进行生产或服务时,总是希望以最少的原料投入和最小的生产成本得到最大的收益,没有人愿意把原料转变为废弃物,然后再去处理这些废弃物。这样的生产或服务行动,就是清洁生产;什么是清洁生产?当环境工程师在接到一个废水处理的业务时,希望你不要马上考虑是用混凝、吸附、萃取、生物处理或是其他的什么方法使其处理后达到某个排放标准,建议你首先仔细地调研一下,为什么会产生这股废水?如果你找到一种方法,能够消除或减少这股废水,这就是清洁生产,会受到你的业主最热烈的欢迎。

我 16 岁进机械工厂当学徒,一同进厂的师兄弟们只有初中文化,照样热火朝天搞技术革新。为了减少车刀焊接用黄铜,我们搞机夹刀具;为了提高生产效率,我们研究快速切削法。大学毕业后到一家化工厂从事环境保护工作,我们对氧化铅粉体集料系统进行改造,使物料收率从 98% 提高到 99.5% 以上,车间地面从原先的“一步一个脚印”到改造后的水磨石地面光亮照人,不但回收了大量物料,而且还解决了粉尘排放超标问题。当时只是为了减少物料消耗、达标排放,现在看来,这就是清洁生产!这一切说明中国工人和知识分子是聪明的,别人能做到的事我们一定也能做到,同时,铁的事实也告诉人们:清洁生产是大有作为的。

进入到 21 世纪,中国工业要发展,中国经济要腾飞,我们要做立于世界民族之林,但不能以牺牲环境、耗竭资源为代价,清洁生产是唯一的选择。从清洁生产出发,实现工业生态化、实现循环型经济发展模式,是中华民族崛起在 21 世纪的基础。

清洁生产的理论和实践都在不断地发展中,从不同的角度切入可以得到不同

的延伸结果，我们热切地期望同行和读者提出宝贵意见，共同为中国清洁生产发展做出贡献。

参加本书编写还有陈慧婷、张梅玲、蔚东升、徐则林、康娟、陶阳宇等研究生。许鸥泳先生是我的导师和前辈，承蒙他为本书撰写了序，在此一并表示感谢。

编者
2005年6月

目 录

| | |
|------------------------------|----|
| 第一章 绪论 | 1 |
| 第一节 清洁生产的历史背景 | 1 |
| 一、环境问题的产生..... | 1 |
| 二、人类环境保护思想的起源与发展..... | 6 |
| 三、中国环境问题..... | 7 |
| 四、中国资源和生态问题..... | 9 |
| 五、中国资源、环境、生态问题思考..... | 11 |
| 第二节 人类污染防治战略的演变 | 12 |
| 一、人类污染防治战略的演变..... | 12 |
| 二、人类污染防治战略演变的标志和特征..... | 14 |
| 第三节 清洁生产体系 | 14 |
| 第四节 清洁生产定义和内涵 | 15 |
| 一、清洁生产定义..... | 15 |
| 二、清洁生产内涵..... | 16 |
| 第五节 清洁生产的研究范围 | 16 |
| 第二章 污染控制原理 | 18 |
| 第一节 概述 | 18 |
| 一、工业生产中污染物的由来..... | 18 |
| 二、生产过程废弃物的构成..... | 18 |
| 第二节 污染处理方法 | 19 |
| 第三节 末端控制的弊端 | 21 |
| 一、不利于原材料和能源的节约..... | 21 |
| 二、末端控制处理设施基建投资大, 运行费用高..... | 22 |
| 三、污染治理的环境风险..... | 22 |
| 四、科技惰性..... | 23 |
| 五、产生恶性经济效益..... | 23 |
| 六、片面和误导..... | 24 |
| 七、部门分割..... | 24 |
| 八、政府行政监督管理的费效比过差..... | 24 |
| 第四节 污染控制方法发展方向 | 24 |
| 一、发展先进高效的污染物处理处置方法..... | 25 |
| 二、按清洁生产理念对污染治理方法进行技术提升..... | 25 |
| 第三章 清洁生产理论基础 | 26 |
| 第一节 环境经济学基础 | 26 |
| 一、概述..... | 26 |
| 二、传统经济理论的缺陷..... | 27 |
| 三、环境经济学基本理论..... | 28 |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 四、若干环境经济学概念 | 31 |
| 第二节 费用—效益分析 | 38 |
| 一、定义 | 38 |
| 二、费用—效益分析发展 | 38 |
| 三、费用—效益分析的基本步骤 | 38 |
| 第三节 财务指标 | 39 |
| 一、净现值 | 39 |
| 二、净现值率 | 40 |
| 三、内部收益率 | 40 |
| 四、投资偿还期 | 44 |
| 第四节 环境管理会计 | 44 |
| 一、环境管理会计定义 | 44 |
| 二、传统成本核算的问题 | 45 |
| 三、环境成本 | 45 |
| 四、环境管理会计进展 | 48 |
| 五、总成本核算 | 50 |
| 六、全成本核算 | 51 |
| 七、环境成本效果分析 | 52 |
| 八、清洁生产、回收物料与末端治理的成本对比 | 53 |
| 第五节 创造学基础 | 54 |
| 一、概述 | 54 |
| 二、创造发明过程 | 55 |
| 三、创造工程 | 56 |
| 四、头脑风暴法 | 57 |
| 第四章 清洁生产原理 | 59 |
| 第一节 定义 | 59 |
| 一、清洁生产 | 59 |
| 二、生态效益 | 60 |
| 第二节 清洁生产的意义 | 61 |
| 一、实现可持续发展战略、发展循环经济的必然选择和基础 | 61 |
| 二、防治生产与服务中环境污染的必然选择和最佳模式 | 62 |
| 三、提高组织市场竞争力的最佳途径 | 62 |
| 四、清洁产品的使用有利于提高全民族的环境意识 | 62 |
| 第三节 清洁生产进展 | 63 |
| 一、国际清洁生产进展 | 63 |
| 二、中国清洁生产现状与发展 | 65 |
| 第四节 清洁生产目标与内容 | 69 |
| 一、清洁生产目标 | 69 |
| 二、清洁生产内容 | 69 |
| 三、清洁生产内容的表述 | 71 |
| 四、清洁生产的实施层次 | 72 |
| 第五节 清洁生产效益 | 73 |
| 一、经济效益 | 73 |

| | |
|----------------------------|------------|
| 二、环境效益 | 74 |
| 三、无形资产 | 74 |
| 四、技术进步 | 75 |
| 五、管理改善 | 75 |
| 第六节 清洁生产与末端治理 | 76 |
| 第七节 清洁生产与可持续发展 | 76 |
| 一、由来 | 76 |
| 二、定义 | 77 |
| 三、全球可持续发展六大问题 | 77 |
| 四、中国可持续发展战略 | 80 |
| 五、清洁生产是可持续发展的基础 | 80 |
| 第八节 环境管理体系 | 81 |
| 一、企业管理概述 | 81 |
| 二、环境管理体系 | 81 |
| 三、国际标准化组织 | 82 |
| 四、ISO 14000 标准 | 82 |
| 五、EMS 与清洁生产 | 88 |
| 第九节 清洁生产的相对性 | 89 |
| 第五章 清洁生产指标体系 | 91 |
| 第一节 指标及指标体系定义 | 91 |
| 第二节 清洁生产指标体系发展 | 91 |
| 一、国外清洁生产指标体系建设 | 91 |
| 二、中国清洁生产指标体系的发展 | 93 |
| 第三节 国外清洁生产指标建设原则 | 93 |
| 一、UNCSD 可持续发展指标选择原则 | 94 |
| 二、OECD 可持续发展指标选择原则 | 94 |
| 三、IISD 可持续发展指标体系选择原则 | 94 |
| 第四节 中国清洁生产指标体系架构 | 96 |
| 一、中国清洁生产指标建设的原则 | 96 |
| 二、清洁生产指标层次 | 97 |
| 三、清洁生产指标参数 | 97 |
| 四、清洁生产指标分类 | 97 |
| 五、宏观清洁生产指标体系 | 98 |
| 六、微观清洁生产指标体系 | 100 |
| 第五节 若干清洁生产指标解释 | 103 |
| 第六节 清洁生产指标体系的应用 | 104 |
| 第七节 清洁生产指标体系的完善 | 106 |
| 第六章 相关科学方法 | 108 |
| 第一节 概述 | 108 |
| 第二节 生命周期评价 | 109 |
| 一、由来和进展 | 109 |
| 二、生命周期评价的定义 | 110 |

| | |
|----------------------------------|------------|
| 三、产品生命周期的主要阶段 | 110 |
| 四、生命周期评价步骤 | 111 |
| 五、生命周期成本核算 | 114 |
| 六、生命周期评价的应用 | 115 |
| 七、LCA 的局限性 | 117 |
| 八、LCA 与清洁生产 | 118 |
| 第三节 生态设计 | 118 |
| 一、生态设计的概念 | 118 |
| 二、生态设计的理念 | 120 |
| 三、生态设计内容 | 120 |
| 四、生态设计程序 | 120 |
| 五、生态设计战略 | 121 |
| 六、生态设计与清洁生产的关系 | 125 |
| 第四节 污染预防 | 125 |
| 一、“污染预防”概念的提出及定义 | 125 |
| 二、污染预防的内涵 | 126 |
| 三、污染预防和控制步骤 | 126 |
| 四、污染预防和清洁生产的联系与区别 | 127 |
| 第五节 绿色化学 | 128 |
| 一、绿色化学的定义及产生背景 | 128 |
| 二、绿色化学研究原则 | 128 |
| 三、绿色化学的现状与发展方向 | 129 |
| 第六节 环境标志 | 130 |
| 一、定义 | 130 |
| 二、环境标志进展 | 130 |
| 三、环境标志的意义 | 131 |
| 四、环境标志的目的和作用 | 132 |
| 五、中国环境标志策略 | 133 |
| 第七节 清洁生产诊断和清洁生产公告制度 | 135 |
| 一、清洁生产诊断 | 135 |
| 二、清洁生产公告制度 | 135 |
| 第七章 清洁生产法律与政策基础 | 137 |
| 第一节 清洁生产法律进展 | 137 |
| 一、国外相关法律进展 | 137 |
| 二、国内相关法律进展 | 138 |
| 第二节 清洁生产促进法 | 138 |
| 一、制定清洁生产促进法的意义和必要性 | 139 |
| 二、制定《清洁生产促进法》的指导思想和基本原则 | 139 |
| 三、立法导向 | 140 |
| 四、清洁生产定义及适用范围 | 141 |
| 五、政府及其有关主管部门推行清洁生产的责任 | 141 |
| 六、清洁生产的促进措施 | 142 |
| 七、对生产经营者的清洁生产要求 | 143 |

| | |
|---------------------------------|------------|
| 八、清洁生产的鼓励措施 | 144 |
| 九、清洁生产法律责任 | 145 |
| 第三节 “关于加快推行清洁生产的意见” | 145 |
| 一、提高认识,明确推行清洁生产的基本原则 | 145 |
| 二、统筹规划,完善政策 | 145 |
| 三、加快结构调整和技术进步,提高清洁生产的整体水平 | 146 |
| 四、加强企业制度建设,推进企业实施清洁生产 | 146 |
| 五、完善法规体系,强化监督管理 | 147 |
| 六、加强对推行清洁生产工作的领导 | 147 |
| 第四节 环境管理制度 | 148 |
| 一、环境影响评价 | 148 |
| 二、“三同时”制度 | 148 |
| 三、排污收费 | 148 |
| 四、排污申报登记和排污许可证制度 | 149 |
| 五、环境保护目标责任制 | 150 |
| 六、城市环境综合整治定量考核 | 150 |
| 七、污染限期治理 | 151 |
| 八、污染集中控制 | 152 |
| 第八章 循环经济与生态工业 | 155 |
| 第一节 由来与发展 | 155 |
| 第二节 理论基础 | 155 |
| 一、工业生态学 | 155 |
| 二、生态控制理论 | 158 |
| 三、消耗性污染及其防治 | 160 |
| 四、产品与服务的非物质化 | 161 |
| 第三节 循环经济 | 162 |
| 一、传统经济与循环经济模式 | 162 |
| 二、循环经济的 3R 原则 | 163 |
| 三、循环经济的三个层面 | 165 |
| 四、循环经济的特征 | 165 |
| 第四节 生态工业 | 166 |
| 一、生态工业与生态工业园 | 166 |
| 二、生态工业与传统工业比较 | 166 |
| 三、生态工业的特征 | 167 |
| 四、生态工业园类型 | 168 |
| 五、生态工业园区建设原则 | 168 |
| 第五节 循环经济发展的现状 | 169 |
| 一、国外循环经济发展 | 169 |
| 二、国外生态工业园建设 | 174 |
| 三、中国循环经济发展 | 176 |
| 四、中国生态工业发展 | 177 |
| 第六节 中国循环经济与生态工业建设障碍与对策 | 179 |
| 一、障碍 | 179 |

| | |
|--------------------------------|------------|
| 二、对策..... | 180 |
| 第七节 清洁生产、生态工业和循环经济关系..... | 182 |
| 第九章 清洁生产审核方法学..... | 185 |
| 第一节 清洁生产审核原理..... | 185 |
| 一、清洁生产审核定义..... | 185 |
| 二、清洁生产审核原则..... | 185 |
| 三、作用和对象..... | 186 |
| 四、审核环节..... | 186 |
| 五、影响生产或服务过程的环境影响因素..... | 187 |
| 六、审核原理..... | 189 |
| 第二节 清洁生产审核程序..... | 190 |
| 一、审核准备..... | 190 |
| 二、预审核..... | 192 |
| 三、审核..... | 195 |
| 四、实施方案的产生和筛选..... | 200 |
| 五、实施方案的确定..... | 202 |
| 六、编写清洁生产审核报告..... | 204 |
| 第三节 清洁生产审核要点..... | 205 |
| 一、清洁生产审核成功的必要条件..... | 205 |
| 二、审核步骤和方法应根据实际情况调整..... | 205 |
| 三、巩固清洁生产审核结果..... | 206 |
| 第十章 清洁生产实施的支持与保障体系..... | 207 |
| 第一节 概述..... | 207 |
| 第二节 机构功能调整及能力建设..... | 208 |
| 一、机构功能调整及职能完善..... | 208 |
| 二、管理能力建设..... | 208 |
| 三、机制创新..... | 209 |
| 第三节 法规、政策与资金支持..... | 209 |
| 一、完善清洁生产法规、政策..... | 209 |
| 二、资金支持..... | 210 |
| 三、环境管理..... | 211 |
| 第四节 清洁生产教育..... | 211 |
| 第五节 公众参与..... | 212 |
| 一、促进政府、企业、社区环境信息公开..... | 212 |
| 二、建立社会制衡机制,鼓励公众参与..... | 212 |
| 三、公众宣传..... | 212 |
| 四、非政府组织与中介的参与..... | 213 |
| 第六节 清洁生产技术与研发能力建设..... | 213 |
| 第七节 清洁生产信息系统建设..... | 214 |
| 一、建立清洁生产信息系统..... | 214 |
| 二、清洁生产促进的组织与协调..... | 215 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 第十一章 清洁生产工程 | 216 |
| 第一节 概述 | 216 |
| 第二节 机械行业 | 217 |
| 一、概述..... | 217 |
| 二、干切削技术..... | 218 |
| 三、精密成形技术..... | 218 |
| 四、净成形工艺..... | 218 |
| 五、硬切削..... | 218 |
| 六、节水——中水回用..... | 218 |
| 第三节 化工行业 | 219 |
| 一、概述..... | 219 |
| 二、绿色化学品合成工艺..... | 219 |
| 三、共用反应器技术..... | 223 |
| 四、高效精制工艺及设备..... | 224 |
| 五、ADC 发泡剂清洁生产工艺及氯碱工厂循环经济链..... | 224 |
| 第四节 冶金行业 | 226 |
| 一、概述..... | 226 |
| 二、干熄焦工艺..... | 226 |
| 三、COREX、FINEX 炼铁工艺..... | 227 |
| 四、清、浊水循环技术..... | 228 |
| 第五节 印染 | 229 |
| 一、概述..... | 229 |
| 二、转移印花..... | 229 |
| 三、超临界二氧化碳染色..... | 230 |
| 四、多级逆流漂洗..... | 230 |
| 第六节 精准农业 | 231 |
| 一、概述..... | 231 |
| 二、精准农业体系..... | 232 |
| 第七节 绿色第三产业 | 234 |
| 一、概述..... | 234 |
| 二、第三产业的环境影响..... | 235 |
| 三、绿色经营和服务绿色化..... | 235 |
| 四、宾馆饭店业清洁生产目标：绿色饭店..... | 236 |
| 第八节 水循环利用和梯级使用技术与设备 | 237 |
| 一、微污染水净化技术及设备..... | 237 |
| 二、中水回用技术及成套设备..... | 238 |
| 三、蒸汽冷凝水净化回用技术及设备..... | 238 |
| 第九节 能源梯级利用技术与设备 | 239 |
| 一、高效换热设备..... | 239 |
| 二、热电（冷）联产..... | 239 |
| 第十节 高效低耗低风险废弃物无害化工艺和设备 | 239 |
| 一、生活垃圾无害化、资源化技术..... | 240 |
| 二、工业固废资源化技术..... | 241 |
| 三、废电池资源化技术..... | 243 |

| | |
|--------------------------------------|------------|
| 四、传统污染控制技术绿色化升级..... | 244 |
| 第十一节 清洁能源 | 245 |
| 一、常规能源的清洁利用——洁净煤..... | 246 |
| 二、天然气..... | 250 |
| 三、氢气——最清洁的化学燃料..... | 250 |
| 四、中国水能..... | 251 |
| 五、风能..... | 252 |
| 六、生物质能..... | 253 |
| 七、地热能..... | 253 |
| 八、海洋能：潮汐发电和海水温差发电..... | 254 |
| 九、核能..... | 254 |
| 十、太阳能..... | 254 |
| 第十二节 节能建筑 | 255 |
| 一、概述..... | 255 |
| 二、建筑节能措施..... | 256 |
| 第十三节 信息化 | 257 |
| 一、概述..... | 257 |
| 二、信息化在提升传统技术中的作用..... | 257 |
| 三、信息化在提高创新能力中的作用..... | 258 |
| 四、信息化在提高管理效率中的作用..... | 258 |
| 第十二章 建设项目环境影响评价中的清洁生产分析 | 261 |
| 第一节 意义 | 261 |
| 第二节 建设项目清洁生产水平分析现状和问题 | 261 |
| 一、关于定量指标体系..... | 261 |
| 二、关于建设项目清洁生产水平分析范围和深度..... | 262 |
| 三、关于建设项目清洁生产水平分析评价方法..... | 262 |
| 四、对策..... | 263 |
| 第三节 建设项目清洁生产水平分析原则 | 264 |
| 第四节 建设项目清洁生产水平分析程序 | 265 |
| 一、资料收集、工程分析..... | 265 |
| 二、原辅材料、中间品和产品清洁性分析..... | 265 |
| 三、拟采用的工艺先进性..... | 267 |
| 四、设备先进性..... | 268 |
| 五、过程控制..... | 268 |
| 六、管理水平分析..... | 269 |
| 第五节 综合分析比较 | 269 |
| 第六节 结论 | 272 |
| 第七节 建议 | 272 |
| 教学建议 | 274 |

第一章

绪 论

本章提要

本章从分析人类生产、生活引起的环境、资源问题出发，阐述了清洁生产思想产生的历史背景，在分析中国资源、环境、生态问题的基础上，提出了清洁生产体系的概念及清洁生产研究范围。

第一节 清洁生产的历史背景

清洁生产是由于人类解决环境问题的战略进步的结果。所谓环境问题，是指由于人类活动或自然原因使环境条件发生不利于人类的变化，以致影响人类的生产和生活，给人类带来灾害。

一、环境问题的产生

环境问题贯穿于人类发展的整个阶段。但在不同历史阶段，由于生产方式和生产力水平的差异，环境问题的类型、影响范围和程度也不尽一致。依据环境问题产生的先后次序和轻重程度，环境问题的发生与发展，可大致分为三个阶段：自人类出现直至工业革命为止，是早期环境问题阶段；从工业革命到1984年发现南极臭氧空洞为止，是近现代环境问题阶段；从1984年发现南极臭氧空洞，引起第二次世界环境问题高潮至今，为当代环境问题阶段。

在农业革命以前，人与自然的的关系曾经历了一次历史性的、以能够利用“制造工具用的工具”为标志的大转折。伴随着火的利用和工具的制造以及农业的发展，人口出现了历史上第一次爆发性增长，由距今1万年前的旧石器时代末期的532万人增加到距今2000年前后的1.33亿人。人类利用和改造环境的力量与作用越来越大了，与此同时也产生了相应的环境问题。主要是通过大面积砍伐森林、开垦草原来扩大耕种面积，导致大量已开垦的土地生产力下降，水土流失加剧，大片肥沃的土地逐渐变成了不毛之地。为了农业灌溉的需要，水利事业得到了发展，但又往往引起土壤盐渍化和沼泽化等。生态环境的不断恶化，不仅直接影响到人们的生活，在很大程度上影响到人类文明的进程。尼罗河流域的古埃及文明、底格里斯—幼发拉底两河流域的古巴比伦文明、古印度文明、地中海地区各个国

家的文明、玛雅文明、我国的黄河流域等，无一不是走过了“人口增长—过度开垦、无休止地砍伐森林—生态破坏—衰落”的过程。

18世纪中叶，以蒸汽机发明而兴起的工业革命，给人类带来工业化、城市化和科学技术的进步，进入20世纪，电的发明以及在工业应用，使得人类的生产力大幅度增长。然而，随着工业化的不断深入，工业生产排放的废弃物无节制地排入环境，污染问题和生态破坏也以前所未有的速度发展，终于形成了大面积乃至全球性公害。1950—1960年代开始，污染事件层出不穷，其中，最有名的是所谓“八大公害事件”（表1-1）。

到目前为止，已经威胁人类生存并已被人类认识到的环境问题主要有：全球变暖、臭氧层破坏、酸雨、淡水资源危机、能源短缺、森林资源锐减、土地荒漠化、物种加速灭绝、垃圾成灾、有毒化学品污染等方面。

1. 全球变暖

全球变暖是指全球气温升高。近100多年来，全球平均气温经历了冷—暖—冷—暖两次波动，总的看为上升趋势。进入1980年代后，全球气温明显上升。1981—1990年全球平均气温比100年前上升了 0.48°C 。导致全球变暖的主要原因是人类在近一个世纪以来工业过程排放出大量的 CO_2 等多种温室气体。这些温室气体对来自太阳辐射的短波具有高度的透过性，而对地球反射出来的长波辐射具有高度的吸收性，形成“温室效应”，导致全球气候变暖。全球变暖的后果，会使全球降水量重新分配，冰川和冻土消融，海平面上升等，既危害自然生态系统的平衡，又威胁人类的食物供应和居住环境。

2. 臭氧层破坏

人类生产和生活所排放出的一些污染物，如作为制冷剂的氟氯烃类化合物以及其它用途的氟溴烃类等化合物，它们受到紫外线的照射后可被激化，形成活性很强的原子与地球大气层近地面约20~30 km的臭氧层的臭氧(O_3)作用，使其变成氧分子(O_2)，这种作用连锁般地发生，臭氧迅速耗减，使臭氧层遭到破坏，丧失吸收紫外线、阻挡太阳紫外辐射对地球生物伤害的作用。

3. 酸雨

酸雨是由于空气中二氧化硫(SO_2)和氮氧化物(NO_2)等酸性污染物引起的pH值小于5.6的酸性降水。

酸雨在1950—1960年代最早出现于北欧及中欧，当时北欧的酸雨是欧洲中部工业酸性废气迁移所至。1970年代以来，全世界使用矿物燃料的量有增无减，也使得受酸雨危害的地区进一步扩大。全球受酸雨危害严重的有欧洲、北美及东亚地区。