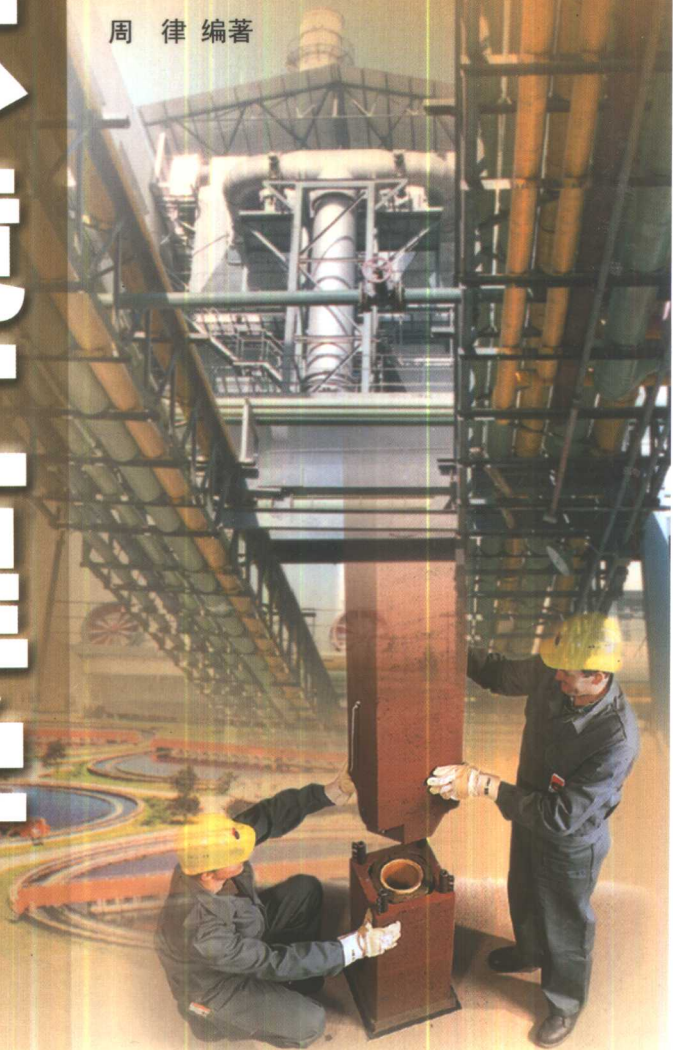


环 境 科 学 基 本 知 识 丛 书

周 律 编著

环境工程学

中国环境科学出版社



环境科学基本知识丛书

环境工程学

周律 编著

中国环境科学出版社

·北 京·

图书在版编目(CIP)数据

环境工程学/周律编著. - 北京:中国环境科学出版社, 2001. 10

(环境科学基本知识丛书)

ISBN 7-80135-954-2

I. 环… II. 周… III. 环境工程-基本知识
IV. X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 51213 号

中国环境科学出版社出版发行

(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)

北京市联华印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

2001 年 3 月 第 一 版 开本 787 × 1092 1/32

2001 年 3 月 第一次印刷 印张 7 3/8

印数: 1—6 000 字数 165 千字

定价: 8.80 元

序 言

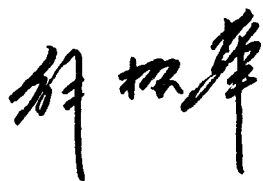
回首二十世纪，既是人类社会获得物质财富最多的世纪，也是人为破坏环境最严重的世纪。在品尝了自己酿成的恶果后，国际社会于1972年在瑞典斯德哥尔摩召开了人类环境会议，开始了防治污染，保护环境的征程，实现了人类环境认识史上的第一次飞跃。20年后的1992年，100多位国家首脑出席了在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会，共同探讨环境与发展问题，明确提出摒弃传统增长模式，实施可持续发展战略，实现了环境认识史上的第二次飞跃。正是伴随人类对环境问题认识水平的不断提高，环境保护事业才得以不断深入和发展。

二十多年来，在党和国家的重视和领导下，我国环境保护工作从小到大，从弱到强，取得了很大的进展，与此同时，全民环境意识也有了很大的提高。刚刚过去的五年，是我国公众环境意识提高幅度最大的时期，是环境保护与经济发展结合最紧密的时期，也是环境保护发展最快的时期。正是由于各级党委、政府把环境保护作为一项基本国策落实到各项发展进程之中，加快产业结构调整，增加环保投入，加大环境执法力度，才使环境污染恶化的趋势得以基本控制，一些地区和城市的环境质量开始得到改善；正是由于工业企业界不断改革创新，采用清洁生产技术，淘汰落后设备工艺，加强污染治理，才使全国污染物排放总量得以控制并有所减少；新闻界环境宣传和舆论监督的日益广泛和深入，既揭露了破坏环境的行为，促进了环境问题的解决，又提高了

公众的环境意识；在自觉运用法律武器，维护自身环境权益的同时，广大群众也越来越多地参与到保护和改善环境的活动中，这为环境保护事业的深入发展奠定了极其重要的社会基础。

但是，必须承认，目前我国公众环境意识还不是很高。不顾环境承载能力，追求暂时片面发展的现象依然存在；为了企业短期利益，污染一条河，破坏一方土的行为在一些地方还比较普遍。江泽民总书记曾明确指出，环境意识和环境质量如何，是衡量一个国家和民族文明程度的一个重要标志。今后十年，我国将实现第三步战略目标，国民经济仍将保持较快的增长速度，人口也将持续地增长，生态环境面临着巨大的压力。只有尽快提高全民环境意识，形成一个全社会都来关心环境保护，全民都来参与环境保护的局面，我国的生态环境才能得到更加有效的保护，环境质量才能不断得到改善，天更蓝、地更绿、水更清，山川更加秀美的景象才能永驻中华大地。

相信这套丛书的出版将对增进公众环境科学知识，提高全民环境意识起到积极的促进作用。

A large, expressive handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '解', '平', and '萍'.

二〇〇一年一月

目 录

第一章 环境、环境保护与环境工程学	1
第一节 环境和环境保护	1
第二节 环境工程学的主要内容和任务	10
第二章 大气污染控制和废气的治理净化技术	13
第一节 大气污染控制	13
第二节 主要的废气治理净化技术	41
第三章 水污染控制工程	56
第一节 水及水体污染	56
第二节 水体污染物的来源	62
第三节 废水中主要污染物指标	70
第四节 水环境标准	80
第五节 废水处理的主要方法	89
第四章 固体废物的处理与处置	117
第一节 固体废物的产生与分类	117
第二节 固体废物的危害及处理、处置的重要性	122
第三节 一些主要的固体废物及其性质	127
第四节 固体废物的环境管理	137
第五节 固体废物的处理技术	140
第六节 固体废物的处置技术	161
第七节 固体废物的资源化	169
第五章 噪声控制工程	172
第一节 噪声的来源和危害	172

第二节	噪声的度量和标准	177
第三节	噪声的测量及其仪器	185
第四节	噪声控制的技术	190
第六章	其它污染的防治	212
第一节	放射性污染的防治	212
第二节	恶臭污染的治理	218
第三节	土壤污染的防治	222

第一章 环境、环境保护与环境工程学

第一节 环境和环境保护

一、环境

环境是指人类赖以生存的各种因素的总和,它包括自然环境和社会环境。

自然环境是围绕在人类周围的各种自然因素的总称,这些自然因素有水、大气、阳光、动植物、土壤、岩石等。它们都是人类生存和发展的必不可少的物质基础。通常又把这些自然因素划分为水圈、大气圈、生物圈、土圈、岩石圈等五个自然圈。人类的自然环境就是由这五个自然圈所构成,并保持着动态平衡的物质世界。在太阳能的作用下,人类要不断同这五个自然圈进行物质和能量的交换,同时这几个自然圈之间也发生着物质和能量的交换。

人类的社会环境是指人类的社会制度、经济状况、职业分工、文化艺术等上层建筑和生产关系。社会环境是人类精神文明和物质文明发展的标志,而且是随着人类文明进步而不断丰富和发展。因此社会环境是自然环境的发展,而自然环

境是社会环境的基础。

由于本书主要叙述的是环境工程的内容,因此书中后面的所指的环境均为自然环境。

二、环境污染

环境污染是指由于人类活动所引起的环境质量下降而出现的有害于人类及其它生物的正常生存和发展的现象。环境污染的产生有一个从量变到质变的过程。当某种能造成污染的物质的浓度超过环境的自净能力时,就会对环境产生危害。

人类为了生存、发展,要向自然环境索取资源。早期,由于人口稀少,人类的活动对环境没有什么明显的影响和损害。在相当长的一段时间里自然环境、自然条件主宰着人类的命运。到了“刀耕火种”的时代,人类为了自身的生存和发展,开始毁林开荒,这在一定程度上破坏了环境,出现了人为因素造成的环境问题。但因生产力水平低,对环境整体的影响还不大。进入产业革命时期,人类学会使用机器之后,生产力大大提高,人类在自然界的活动随着规模的逐渐扩大,对环境的影响就增大了。到本世纪,人类利用和改造环境的能力空前提高,规模扩大,创造了巨大的物质财富。据估算,现代农业每年获得的农产品具有供养 50 亿以上人口的能力,而原始土地上光合作用产生的绿色植物及其供养的动物每年只能供给一千万人的食物。此时人类已在自然环境中处于主导地位。随着人类征服自然能力的加强,严重的环境污染问题就出现在我们人类面前。在一些发达的城市和工矿区,许多工厂排出废弃物污染环境。因环境污染而产生的公害事件不断发生。

例如,1952 年 12 月 5 日至 8 日发生在英国伦敦的烟雾事件。当时在伦敦上空因气流的原因,近地空气在低压影响下形成逆温层,使地面冷空气不能扩散。城市烟煤产生的二氧

化硫和烟尘不断蓄积,二氧化硫的最高浓度达 3.8 毫克/米³,烟尘的最高浓度达 4.5 毫克/米³。由二氧化硫生成相当量的硫酸吸附在烟尘颗粒上或凝聚在雾气中,形成了硫酸烟雾。烟雾引起的病患者,在发病初期表现为胸口窒闷、咳嗽、喉痛、呕吐等。这次烟雾使约 4 000 人丧生,约为平时死亡人数的三倍。又如水俣事件。水俣是日本九州南部的一个小镇,有 4 万多人,小镇周围的村庄还住有 1 万多农民和渔民。由于小镇南面是产鱼的水俣湾,因此水俣镇的渔业很兴旺。附近的日本氮肥公司 1949 年开始生产氯乙烯,把大量的含有甲基汞的废水排入水俣湾,使鱼中毒,人或猫吃毒鱼而生病死亡。1950 年在水俣湾附近的小鱼村中,发现一些猫的步态不稳,抽筋麻痹,最后跳入水中溺死。1953 年,在水俣镇发现了一个生怪病的人,开始时口齿不清,步态不稳,面部痴呆,进而耳聋、眼瞎,全身麻木,最后神经失常,一会儿酣睡,一会儿兴奋异常。最终身体弯曲高叫而死,这就是水俣病。1972 年日本环境厅统计,水俣镇受害居民已有一万人左右。

上述的这两个例子是闻名全球的环境污染事件,其它一些恶性污染事件还有日本发生的痛痛病事件、美国宾夕法尼亚州多诺拉镇发生的烟雾事件、比利时马斯河谷工业区烟雾事件、日本四日市发生的气喘病事件、日本北九州市爱知县发生的米糠油事件、美国洛杉矶化学烟雾事件,上述的公害事件就是世界著名的八大公害事件。此外严重的公害事件还有印度博帕尔发生的毒气泄漏事件、前苏联发生的切尔诺贝利核电站核物质泄露的核放射污染事件等。这些恶性污染事件对人类的生存带来了极大的危害。

环境污染对人体的危害十分复杂,一般可分为急性、慢性 and 积累性三种危害。积累性危害也叫远期危害,主要致癌、致畸、致突变作用。以致癌作用为例,目前全世界每年有 500 万

人死于癌症。世界卫生组织认为,人类癌症的 80% ~ 90% 是由环境因素引起的,而在环境因素中由化学物质引起的占癌症发病率的 90%。

严重的环境污染正在威胁社会生产、危害人体健康、破坏我们的家园。

那么我国环境污染的情况又如何呢? 我们国家历来对环境污染的情况十分重视,早在 1974 年就成立了国务院环境保护领导小组,随后各地相继建立了地方性的环境保护机构和环境保护科研单位,开展了一系列的环境管理、环境质量评价、区域综合治理等工作。虽然经过这 20 多年的艰苦的环境治理和恢复工作,取得了一定的成效,但是环境治理和恢复的速度还是没有赶上环境破坏的速度,就我国目前整体的环境状况来讲,环境污染的状况仍在继续恶化。主要表现在以下几个方面。

1. 城市环境污染日益严重。

我国城市大气污染严重,由于工业企业排放污染物以及燃煤、汽车尾气的排放,北方城市中大气中的降尘和颗粒物浓度 100% 的超标,南方城市 50% ~ 60% 超标,污染的情况到冬季尤为严重。在全世界 50 多座城市的大气质量监测中,我国北京、上海、西安、广州被排在全世界污染最严重城市的前十名中。酸雨已成为我国南方城市污染的突出问题,长江以南青藏高原以东地区以及四川盆地是我国的酸雨分布区,1996 年降雨 pH 最低达到 3.5。我国城市水污染情况也十分严重,城市生活污水和工业废水排放量大量增加,1997 年排放总量约 416 亿吨,其中 55% 为工业废水。工业废水处理率虽达 78.9% 左右,但其中只有 54.4% 的处理设施出水能达到国家规定的排放标准。城市污水处理率不到 10%。这使得城市附近的地表水普遍受到污染。据监测,长江、黄河等七大江河

的城市河段污染逐年加重,这些城市的饮用水水源受到严重污染,28%的河段已不适宜作为饮用水水源。同时由于水污染加重,给饮用水的处理带来很大难度。我国城市固体废弃物和城市生活垃圾污染的情况也日益突出,因资金短缺、设备落后,大量的固体废弃物未作处理,而且占用了大量的土地,城市有被垃圾包围的危险。未作处理的固体废弃物和城市生活垃圾同时对大气及水源又造成污染。

2. 农村资源受到破坏。

由于乡镇企业造成的污染日益严重,乡镇企业所在的村镇逐渐形成成为农村污染的中心。90年代初,全国乡镇企业数量超过200万家,年产值逾万亿元,占全国工业产值的三分之一左右。到1994年工业产值已占全国工业产值的45.5%。但乡镇企业总体的管理水平差、技术设备落后、能源资源利用率低、布局不合理、小企业数量多、片面追求眼前利益,环保设施也不配套,从而造成污染物的大量排放和随意排放。如我国的农村小造纸企业,这些企业产生的污染物直接对土地、水资源以及生物资源造成了严重的破坏。又如,震惊全国的淮河污染事故,正是乡镇企业随意排放废水和废物而造成的。另外,当前城市中的一些污染严重的企业也有向农村迁移的趋势,这更加剧了对农村资源的破坏。

3. 自然资源继续受到破坏,生态环境继续恶化。

首先,森林资源减少,覆盖率不断下降。我国的森林覆盖率原本就比较低,全世界排列在第131位,但一些地区仍存在乱砍、滥伐的现象,人为破坏现象严重。由于森林的减少,加剧了土壤的流失,使得内陆湖泊的淤积现象逐年加剧,内陆湖泊水域面积不断减少,如,我国的太湖湖底淤积淤泥的厚度平均已达5米,洞庭湖、巢湖等其水域面积已大大地下降。这对于抵御洪水都会带来很不利的影响。1998年我国长江流域

的特大洪水与其上游森林资源不合理的开发利用是有很大关系的。

当前的环境污染从大气、水体、土壤等方面正在严重地威胁人类的安全,并且已成为全球性的问题。温室效应、臭氧层破坏和酸雨这三大污染问题就是最好的证明。因此解决环境污染是不分国界的,需要人类共同的努力。

环境污染有不同的类型。按污染物的形态可分为废气污染、废水污染、固体废物污染、噪声污染、辐射污染等;按污染产生的原因可分为生产污染和生活污染,生产污染又可分为工业污染、农业污染、交通污染等;按污染物的分布范围又可分为全球性污染、区域性污染、局部性污染等。

三、环境保护

简单地讲,环境保护就是保护人类生存的自然环境不受污染和破坏。具体一点讲,就是要求人类采取法律的、行政的、经济的、科学技术的措施和手段,合理利用自然资源,防止环境污染和破坏,以求保护和发展自然环境的动态平衡,扩大有用资源的再利用,保障人类社会的正常发展。

环境保护的提出是人类经历了长期而痛苦的环境污染教训的结果。

人类在环境保护上经历了四个阶段,这四个阶段是限制污染物阶段、治理污染阶段、预防环境污染阶段和环境整体规划和协调阶段。

从 19 世纪中叶开始,近代工业迅速发展,环境污染现象明显出现。当时人们往往在污染发生后,对污染及其污染物的排放量进行限制。但这些措施和手段比较被动。到 20 世纪 60 年代,不少国家不断发生公害事件,治理环境污染成为迫切的任务。工业发达国家先后建立了环境保护机构,颁布

了一系列政策、法令,并采取了政治、经济的手段治理环境,取得了一定的成效。但并未从根本上解决污染的问题。70年代,人们开始从预防环境污染和生态破坏着手,采取防治结合以防为主的综合措施控制污染。并且在保护环境的过程中,人们也认识到,保护环境一定要采取全球性的联合行动。从70年代开始,多次举行各种类型的世界性的环保会议,并签署了一系列国际间的环境保护宣言、公约和协定。其中尤以《联合国人类环境会议宣言》最为重要,它是1972年6月在瑞典斯德哥尔摩召开的联合国人类环境会议上通过的。这一宣言是环境保护的一个划时代的历史文献,是世界上第一个维护和改善环境的纲领性文献。《联合国人类环境会议宣言》有时也称为《斯德哥尔摩宣言》或《人类环境会议宣言》。宣言中提出和总结了七个共同观点和26项共同原则。《联合国人类环境会议宣言》产生了全球性的影响,使全世界不同制度的国家、不同信仰和阶层的人们在环境问题上取得了一致的看法:“只有一个地球”、“拯救大自然”。很少有任何一种事物能够像保护环境这样广泛地引起全人类的共鸣和得到全社会的关注,也很少能见到像把保护环境作为人类共同的事业那样来不断地加强国家之间、地区之间的来往和合作。从80年代开始世界各国着手对环境进行整体规划和协调,追求人类工作、生产、生活环境的舒适性。有些国家制定了经济增长、合理利用自然资源和環境效益相结合的长远政策,以强调人与环境的协调发展。1992年6月3日~14日在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上,通过了《里约热内卢环境与发展大会宣言》,这一宣言实际上是对传统发展模式的终结,及对可持续发展模式的推动。揭开了人类环境保护史上新的一页。

在人类环境保护政策、思想发生变化的同时,环境保护的

工程技术也取得了很大的成就。如从废物处理的过程中进行废物资源化;由工艺末端的废物处理变为改革生产工艺,建立不排放或少排放废物的生产工艺系统;由治到防,由单一处理到综合防治,由局部治理到区域规划防治。这几十年来各国的环境保护工作都取得了不同程度的进展,环境质量有所改善。但全球性的环境问题,如海洋污染、大气中二氧化碳含量的增加、水体富营养化等仍需人们进一步去研究解决。

我国在环境保护上是和世界各国同步进行的。1972年,我国派代表参加了联合国人类环境会议,从此我国也开始了环境保护的工作。1973年8月5~20日,在北京召开了第一次全国环境保护会议,会议提出了“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”的环境保护32字方针。1983年12月31日~1984年1月7日,在北京召开了第二次全国环境保护会议。这次会议把环境保护确定为我国的一项基本国策;明确了环境保护是我国现代化建设中的一项战略任务;初步规划出本世纪末我国环境保护的主要目标;确定了我国环境保护的战略方针,即:经济建设、城乡建设、环境建设同步规划、同步实施、同步发展,实现经济效益、社会效益、环境效益相统一。1989年4月28日~5月1日,第三次全国环境保护会议在北京召开,会议提出了加强环境管理的五项制度和措施。1996年7月16日在北京召开了第四次全国环境保护会议,此次会议突出了可持续发展的基本精神。1979年9月13日第五届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议原则上通过了《中华人民共和国环境保护法(试行)》,它是我国第一部环境保护法,对推动我国环境保护事业走向法制轨道起了重要的作用。1989年12月26日,第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议正式通过了《中华人民共和国环境保护法》。随后又颁布了《中华

人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国水污染防治法》等一系列的法规,尤其在新修订的《中华人民共和国水污染防治法》中补充了“新建项目需征求所在地单位和居民的意见”的公众参与条款,法律充分考虑和引导公众对环境保护的参与。1997年新修订的《中华人民共和国刑法》设立了“破坏环境与资源保护罪”,对罪犯可判3~10年徒刑(1998年9月17日依照新的《刑法》,山西运城市人民法院对山西运城市天马纸厂造成环境污染的当事人进行的公开审判,这是我国首例环境犯罪案的公审,对我国的环境保护具有重要的意义。)。1992年巴西里约热内卢环境和发展大会之后,中国政府制定了《中国二十一世纪议程》,这是中国实现发展战略转变的重要具体步骤。其中的主要内容是可持续发展总体战略,包括社会与人口可持续发展、经济可持续发展、资源和环境保护与可持续利用。从1972年至今,我国还颁布了200多件国家环境标准,各省自治区直辖市颁布的地方性环境法规127件,地方有关环境的行政规章700多件。这些都大大地促进了我国环保事业的发展。80年代以来,全国建成大批工业污染治理设施,工业“三废”的处理率、达标率都有明显的提高。1981—1990年,全国综合利用工业废杂渣7.56亿吨,1990年工业废渣综合利用率达到29%。1986—1990年,回收废钢铁1.4亿吨;再生资源的回收总值达350亿万元;城市基础设施严重落后的状况有所改善。通过城市环境综合治理,部分城市的环境状况开始好转。通过实行资源综合利用的方针,把生产、生活过程中排放的废物回收利用、重复利用;实行环境责任制度,对环境造成污染、危害或破坏的单位,都有义务消除污染和补偿损失。采取这一系列措施后,我国环境保护事业取得了很大的成就,与此同时,全民族的环境意识也大大提高。

第二节 环境工程学的主要内容和任务

环境工程学是一门新兴的综合性学科。与这门学科密切相关的学科包括:土木工程、生物学、物理、化学,及化学工程、机械工程、伦理学等。可以说,目前的几乎所有学科都与环境工程学有或多或少的联系。

环境工程学是在人类与各种污染进行斗争和保护生存环境的过程中形成和发展起来的。20世纪50年代之前,由于环境污染影响面较小,污染的治理措施多处于自发阶段,环境工程学还没有形成一门比较完整的学科。50年代之后,环境污染日益严重,环境保护和污染治理技术迅速发展起来,环境工程学作为一门学科也逐渐形成。随着人们治理污染技术水平和认识水平的深入,环境工程学也得到迅速的发展。目前的环境工程学是一门运用工程、技术的方法和手段来控制环境污染及改善环境质量的学科。它不仅要提供合理利用、保护自然资源的一整套技术途径和技术措施,而且还要研究开发废物资源化技术、改革生产工艺、发展无废或少废的闭路生产系统。另外还要对区域环境系统进行规划与科学管理,以获得最佳的环境、社会和经济效益。其主要任务可概括为以下三方面:

——保护自然资源和能源,消除资源的浪费,控制和减轻污染。

——研究防治环境污染的机理和有效途径,保护和改善环境,保护人民身体健康。

——综合利用废水、废气、废渣,促进工农业生产的发展。