

环境保护知识丛书



环境工程入门

(第二版)

张殿印 陈 康 编著
冶金工业出版社



全国“星火计划”丛书

环境保护知识丛书

环境工程入门

(第二版)

张殿印 陈 康 编著

北 京

冶金工业出版社

1999

内 容 提 要

本书是环境工程技术的入门书。书中深入浅出、简明扼要地阐述了环境工程的基础知识、基本概念和控制环境中污染物的主要工程方法和技术。其内容包括环境工程的内容、由来和发展、大气污染防治工程、水污染防治工程、固体废物处理工程、噪声和振动工程、恶臭治理技术、绿化工程、环境系统工程及环境质量评价工程等。

本书可供各工厂企业的环境保护管理工作人员、环保技术工人、科技人员和高等院校非环保专业的学生参考,也可作为环境保护人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程入门/张殿印,陈康编著. —2版. —北京:冶金工业出版社,1999.1

(环境保护知识丛书)

ISBN 7-5024-2282-X

I. 环… I. ①张… ②陈… II. 环境工程 N. X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 26706 号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 朱华英 美术编辑 熊晓梅 责任校对 朱翔 责任印制 李玉山

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

1999 年 1 月第 2 版,1999 年 1 月第 2 次印刷

850mm×1168mm 1/32;4.625 印张;121 千字;138 页;4601—8600 册

10.00 元

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

《全国“星火计划”丛书》编委会

顾问：杨 浚

主任：韩德乾

第一副主任：谢绍明

副主任：王恒璧 周 谊

常务副主任：罗见龙

委员(以姓氏笔画为序)：

向华明 米景九 达 杰 (执行)

刘新明 应日璉 (执行) 陈春福

张志强 (执行) 张崇高 金 涛

金耀明 (执行) 赵汝霖 俞福良

柴淑敏 徐 骏 高承增 蔡盛林

序

经党中央、国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一、二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《全国“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《全国“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1987年4月28日

第二版前言

环境问题与资源、人口问题已被国际社会公认为影响 21 世纪可持续发展的三大关键问题。随着二十几年来我国经济的高速发展和人民生活水平的不断提高,污染物排放量迅速增加,环境污染已成为制约我国经济与社会的进一步发展及人民生活与健康水平进一步提高的重大因素。我国早将保护环境确定为一项基本国策,并制订了经济建设、城乡建设和环境建设同步规划、同步实施、同步发展,实现经济效益、社会效益和环境效益相统一的方针。近年来,我国人民的环境意识普遍提高,保护、治理、改善环境的重要性已得到全社会的共识,环保工作者更是责无旁贷。因此,广大环保管理工作、环保技术人员和技术工人,以及社会各界人士有必要进一步了解学习和掌握环境保护的基础知识和基本技能,本丛书正是为适应这一需要而编写的。

本丛书第一版出版于 80 年代,出版后受到了广泛好评。由于近几年来环保理论与技术又有了新的发展,有关法规与标准也有所修改,为此,我们对丛书作了必要的修订。本丛书属于技术普及性读物,在内容上力求做到理论与技术相结合、理论与实际相结合,并重在实际应用,尽可能回答生产实践中经常遇到的种种问题;在编写风格上,则尽可能做到语言简练,深入浅出,概念明确,内容翔实。全套丛书包括八个方面:环境工程入门、工业烟气净化、除尘装置与运行管理、工业废水处理、固体废物的处理与利用、工业噪声与振动控制、环境污染物监测,以及环境监测仪器的使用与维护。

参加本丛书编写与再版修订工作的有(以姓氏笔画为序):王檣、台炳华、张殿印、陈康、陈尚芹、易洪佑、徐世勤、黄西谋、崔志激、梁泽斌、董保澍。丛书由张殿印、陈康总编。

1998 年 8 月

目 录

第一章 环境工程概述.....	(1)
第一节 环境与健康.....	(1)
第二节 环境工程的由来和发展.....	(2)
第三节 环境工程的内容.....	(3)
第二章 大气污染防治工程.....	(6)
第一节 大气的污染.....	(6)
第二节 大气污染物及其危害.....	(7)
第三节 排烟扩散与稀释.....	(11)
第四节 烟尘治理技术.....	(16)
第五节 有害气体治理技术.....	(27)
第六节 大气污染的综合防治.....	(30)
第三章 水污染防治工程.....	(34)
第一节 水污染的概念.....	(34)
第二节 水体污染物及其来源.....	(35)
第三节 水体的自净作用.....	(39)
第四节 水质污染治理技术.....	(41)
第五节 污泥处理技术.....	(48)
第六节 水污染的综合防治.....	(51)
第四章 固体废物处理工程.....	(53)
第一节 固体废物的来源和分类.....	(53)
第二节 固体废物的一般处置.....	(55)
第三节 工业废物的处理和利用.....	(57)
第四节 矿业废物的处理和利用.....	(60)
第五节 农业废物的利用.....	(61)
第六节 城市垃圾的管理和回收.....	(63)
第五章 噪声和振动控制工程.....	(64)

第一节	噪声概念和度量	(64)
第二节	噪声控制措施	(68)
第三节	振动及其控制	(75)
第六章	恶臭治理工程	(82)
第一节	恶臭的来源与判别	(82)
第二节	恶臭治理技术	(85)
第七章	其他污染防治工程	(89)
第一节	土壤污染及其防治	(89)
第二节	热污染的防治	(94)
第三节	放射性污染的防治	(98)
第八章	绿化工程.....	(102)
第一节	绿化对保护环境的作用.....	(102)
第二节	各类工业企业的绿化措施.....	(105)
第三节	关于绿化的一些问题.....	(108)
第九章	环境系统工程.....	(110)
第一节	环境系统工程概述.....	(110)
第二节	环境污染与防治.....	(114)
第十章	环境质量评价工程.....	(122)
第一节	环境质量评价的意义.....	(122)
第二节	环境质量现状评价.....	(123)
第三节	环境影响评价.....	(128)
附 录		(134)
附录一	大气污染物综合排放标准.....	(134)
附录二	污水综合排放标准.....	(137)
附录三	工业企业厂界噪声标准.....	(138)

第一章 环境工程概述

环境工程是环境科学的一个重要分支,是以工程手段防治污染、保护环境的学科和技术。本章介绍环境与健康的关系,环境工程的由来和发展,以及环境工程的任务和内容。

第一节 环境与健康

世界卫生组织认为,所谓健康,不仅是指没有疾病和身心障碍,而且指在体质方面、精神方面及社会环境方面也处于完全良好的状态。环境与身体健康有密切关系。

什么是环境呢?我国的《环境保护法》明确指出,“本法所称环境是指:大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等”。对人类来说,环境就是人类赖以生存和发展的上述因素和条件。人类的活动影响着环境,环境的好坏又影响着人类。为保障人们很好地生活、工作、生产、学习及健康长寿,必须保持和具备良好的环境。但是,良好的环境经常遭到破坏甚至恶化。环境因受外界影响而改变原来状态的现象就是环境污染。概括地说,大气污染、水质变差、废物堆积、噪声、振动等对环境的破坏都是环境污染。由此引起的日照减弱,山野荒芜、风景破坏、生物毁灭、生态破坏等也在环境污染之列。环境污染是由于人类在生活和生产活动中将大量污染物排入环境,影响其自净能力,降低了环境的机能造成的。例如,过量的二氧化硫排入大气,含毒物污水排入河流,废物大量堆积等,都可能造成环境污染。

图 1-1 表示了健康与环境的关系。该图表明,环境中物理性、化学性、生物性的污染物质,进入大气、水体和土壤,并超过正常范围时,就会对人体的健康造成危害。这些危害有急性的、慢性的、长

期的、短期的，等等。为了保持人体健康的体魄和身心，必须依赖于良好的环境。因为人的生命和健康，不仅需要环境中的空气、阳光、温度和水，而且需要环境提供丰富的动植物食品。如果大气污染，阳光暗淡，水质变坏，噪声震天，臭味四溢，食品有毒，生态破坏，土地荒芜，那么人类的健康和存在将是不堪设想的。由此可见，良好的环境是人类生存必不可少的条件，是人类健康的主要因素。

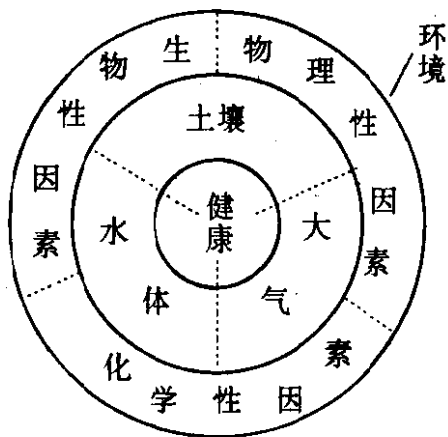


图 1-1 健康与环境的关系

第二节 环境工程的由来和发展

环境工程是一门新兴的综合性学科和技术。它是在人类与各种污染进行斗争和保护生存环境过程中逐渐形成和发展起来的。自从有人类以来，自然环境就程度不同地受到人类生活污水、粪便等的污染。与此同时，人类对环境污染采取了一系列的防治措施。如中国早在公元前二千三百多年就创造了凿井技术和修建地下排水道的方法。但是，因为古代生产的规模比较小，污染甚微，防治污染工作做得也很少，所以，污染和防治都没有引起人们的重视。以后，随着人口的增多，城市的出现，特别是工业的发展，人类的生产活动和生活方式给环境造成的污染越来越多，以致影响了人类的生活和健康，随之人们就采取了较多的防治措施。但相对来说，污染不重，影响较小，治理措施还处于自发阶段，而没有形成一门比较完整的学科。自从 20 世纪 50 年代开始，世界人口猛增到三十多亿，并随着生产的发展特别是工业的发展人口渐渐密集到一定的地区和城镇，形成工业区和工业城。生产和生活需要的原料、材料、

燃料大大增加,排放的废弃物和污染物随之猛增。因此,环境污染日益严重并且多次出现公害事件。在大气污染方面从早期伦敦烟雾型煤烟危害,发展到美国洛杉矶光化学烟雾;在水质污染方面,从早期对水生物的影响,发展到日本的水俣病、骨痛病等,直接危害到人身健康,造成了成百上千人的死亡。60年代初,在水气污染仍无缓和的情况下,因大量使用有毒农药,又产生了严重的农药污染。此后,随着噪声污染、固体废弃物及放射性污染、热污染的产生,带来了各种严重疾病。为了改变严重的污染状况,环境保护和污染治理技术迅速发展起来。自60年代起,有些国家在研究环境污染防治过程中,发展形成了一门新的学科——环境工程学,随之有关环境工程学的专著相继问世。1972年联合国在瑞典召开了第一次人类环境会议,开始了世界性环境科学的研究。1973年我国召开了第一次环境保护工作会议。1978年中国全国科学大会,在制定科学技术发展规划纲要时,把环境工程学正式纳入技术科学体系,列为我国25门技术学科之一。

1983年我国召开了第二次环境保护工作会议。国家设立了环境保护委员会。我国许多地方和部门建立环保科研机构,开展科学研究工作。我国几十所高等学校设置了环境工程系或专业,培养这方面的专门人才。

环境工程的目的和任务,主要是:

- (1)搞好自然资源和能源的保护,消除浪费,控制和减轻污染。
- (2)寻求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。
- (3)综合利用“三废”,促进工农业生产的发展。

第三节 环境工程的内容

环境工程包括什么内容,至今没有统一的看法。从环境工程的形成和发展来看,主要有三个方面的内容,即环境污染防治工程、环境系统工程和环境质量评价工程。另外,围绕环境工程的经济工程、监测技术及卫生工程,也是环境工程的重要内容。下面分别予

以介绍。

一、环境污染防治工程

环境污染防治工程主要是解决从污染产生、发展,直至消除的全过程存在的有关问题和采取防治措施。例如,确定和查明污染产生的原因,研究防治污染的原理和方法,设计消除污染的工艺流程,开发无公害能源和新型设备,等等。污染防治工程既包括单个污染源或污染物的防治,也包括区域污染的综合防治。按照不同的专业,它又分为大气污染防治工程、水污染防治工程、固体废物处理工程、噪声和振动控制工程、恶臭防治工程、土壤污染防治工程等。

每进行一项污染防治工程,大体分为以下几个步骤:

- (1)污染源的调查、测定和污染情况分析。
- (2)根据国家有关标准和规定,确定防治技术方案,设计防治污染工程流程。在确定方案时,应注意考虑改革生产工艺和选择无污染原料、燃料以及废物的综合利用。
- (3)选择或设计有关的设备、仪表和控制系统。
- (4)污染防治工程的安装、施工。
- (5)系统的调试、验收和效果评定。

二、环境系统工程

环境系统工程就是运用数学、物理学和生物学的基本原理,对环境污染防治工艺、实验室模拟试验结果及污染系统实测数据进行系统分析,并应用现代方法,建立数学模式和污染控制模式等,从而对污染防治系统及其有关参数进行分析和描绘,表达出它们间的相互关系,为合理控制污染物排放,正确选择污染防治工艺流程,提供科学依据。

如果把整个环境看成是一个大系统,把大系统中的各种因素、组成看成是若干个子系统,那么,大系统与子系统之间的关系则是互相影响、互相联系、互相制约的辩证统一关系。为了有效地控制污染,可以针对大系统与子系统的具体情况逐一进行分析综合,并依据污染状况、危害影响、环境质量的变化规律及环境工程手段,

使用现代数学方法和技算技术,合理地解决环境中存在的种种问题。从理论上讲,这样来解决环境问题是优化、最理想的。但是,由于环境科学本身还比较年轻,环境工程手段亦处于发展阶段,再加上各种影响因素十分复杂,有些还搞不清楚,所以具体运用环境系统工程理论解决环境问题还不普遍。随着科学技术的发展,系统工程解决的问题必将越来越多。

三、环境质量评价工程

环境质量评价就是对环境质量的好坏,即环境对人体健康、工农业发展及生态系统的影响情况,做出定量或半定量的描述和评定,以便为制定规划、采取措施和加强管理提供科学依据。

美国首先把环境评价工作纳入法律条文,随后,瑞典、澳大利亚、日本、法国也在国家环境保护法中列入了环境质量评价款项。1979年公布的《中华人民共和国环境保护法》也有环境评价的内容。近几年,国内一些大城市,如北京、南京,一些大中型工程项目,如宝山钢铁(集团)公司、青海铝厂,一些地区、海域,如官厅水库、大连湾,等等,都进行了环境质量评价工作,并收到明显的效果。

四、环境工程的其他内容

环境工程的经济问题引起各国的普遍重视。本世纪60年代以来,用于环境保护的费用不断增加。据70年代统计,环保费用竟占到国民生产总值的1%~2%,有些工程项目、环境工程的投资占到基建投资的10%~20%,甚至更多。因此,从技术经济的观点研究环境污染造成的影响,选择效果最好而费用最低的控制措施,成为环境工程的重要内容。

围绕环境工程进行的环境监测包括三方面的内容。一是通过环境监测为环境工程的研究和设计提供资料和数据;二是通过监测检查环境工程项目的效果;三是通过监测评价工程项目对周围环境造成的近期和远期影响。从这几项内容可以看出,环境工程的监测也是很重要的。

第二章 大气污染防治工程

大气污染是环境污染最重要的一个方面。大气污染防治又是环境污染防治中技术复杂、涉及范围广的一门技术。本章就这些内容进行介绍。

第一节 大气的污染

一、正常空气

为了认识什么是大气污染,首先要知道什么是正常的空气成分。

正常空气的成分,按体积百分比计算是:氮(N_2)占 78.08%,氧(O_2)占 20.95%,氩(Ar)占 0.93%,二氧化碳(CO_2)占 0.03%,还有微量的惰性气体如氦(He)、氖(Ne)、氪(Kr)、氙(Xe)等。二氧化碳(CO_2)、臭氧(O_3)、氧化氮(NO)、二氧化氮(NO_2)在正常空气中的含量分别是 0.08×10^{-6} 、 0.025×10^{-6} 、 0.002×10^{-6} 、 0.004×10^{-6} 。

大气的 95% 分布在地球表面仅 12km 的厚度内。地球的直径是 6370km。大气的厚度相当于直径为 1m 的地球仪表面 1mm 的薄层,即地球直径的千分之二。然而,在地球上生活的人类却离不开空气。1 个人 1 天大约需要 1kg 食物,2kg 水和 13kg 的空气。13kg 空气的体积为 1 万 L。1 个人可以 7 天不进食,5 天不饮水,但断绝空气 5min 就会死亡。人体的各种器官依靠血液不停地携带和供给空气中的氧方可正常工作。可见,空气对于人类的生存多么重要。

二、大气污染

广义地说,大气环境受到外界因素影响直接或间接地改变正常状态,就是受到污染。污染大气的主要污染物是烟尘及有害气

体。大量有害物进入大气,破坏正常空气的原来成分,将直接影响动植物生长及人体健康。大气污染造成的公害事件时有发生。1930年比利时发生马斯河谷事件,主要污染物是二氧化硫和氟化物,造成数十人死亡。40年代初期,美国洛杉矶发生光化学烟雾事件,主要污染物是光化学烟雾,死亡数百人。1952年英国发生伦敦烟雾事件,主要污染物是二氧化硫和粉尘,造成数千人死亡。就这次事件而言,大气中二氧化硫浓度达到 $3.56\text{mg}/\text{m}^3$,粉尘浓度高达 $4.46\text{mg}/\text{m}^3$,持续时间达4~5天。其危害之严重,死亡人数之多,轰动全世界。在50、60年代,随着世界工业的突飞猛进,大小公害事件此起彼伏,接连不断。70年代以来,公害事件才得以缓和,各国对大气污染的防治才开始重视。

第二节 大气污染物及其危害

一、污染物的来源

大气污染物主要来源于人类的生活及生产活动。产生或向外界排放污染物的设备、装置和场所统称为污染源。大气污染源主要有三种:

(1)生活污染源。由于城乡服务行业及居民做饭、取暖、沐浴等方面的需要,燃烧各种燃料时,向大气排放污染物形成的污染源,称作生活污染源。

(2)工业污染源。工矿企业在各种生产活动中排放污染物形成的污染源,称作工业污染源。

(3)交通污染源。由交通运输工具排放的污染物形成的污染源,称作交通污染源。

生活污染源和工业污染源属于固定污染源。交通污染源属于移动污染源。

二、主要污染物

大气的主要污染物有固体颗粒状污染物(如烟尘)和气体状污染物(如二氧化硫)两类。每一类又包括多种污染物质。

颗粒状的污染物有许多种,但没有统一的名称和含义,通常划

分为以下几种：

(1)降尘,直径大于 $10\mu\text{m}$ 的微粒,在大气中很容易自然沉降,称为降尘。

(2)飘尘,直径小于 $10\mu\text{m}$ 的微粒,因它在大气中长时间飘浮而不易沉降下来,故称为飘尘。飘尘中,粒径小于 $0.1\mu\text{m}$ 的称为浮尘,粒径在 $0.25\sim 10\mu\text{m}$ 之间的称为云尘。

(3)粉尘,在工业生产中由于物料的破碎、筛分、堆放、转运或其他机械处理而产生的直径介于 $1\sim 100\mu\text{m}$ 之间的固体微粒称为粉尘或灰尘。煤燃烧时产生的微粒物,其直径大于 $1\mu\text{m}$ 的称为煤尘,直径小于 $0.1\mu\text{m}$ 的称为煤烟。

(4)烟尘,由于燃烧、熔融、蒸发、升华、冷凝等过程所形成的固态或液态悬浮微粒,其粒径多大于 $1\mu\text{m}$,称为烟尘。

(5)烟雾,其原意是空气中的煤烟和自然界的雾相结合的产物。进而,人们把环境中类似上述产物的现象通称为烟雾。比较典型的烟雾有两种类型。伦敦型是煤尘、二氧化硫和雾相混合并伴有化学反应产生的烟雾。洛杉矶型是汽车排气和氮氧化物通过光化学反应形成的烟雾。

(6)烟气,含有粉尘、烟雾及有害有毒气体成分的废气统称为烟气。

各种微粒对人体健康的危害随粒径大小而不同。粒径大于 $10\mu\text{m}$ 的降尘,在大气中停留时间很短,不易被人吸入体内,危害不大。粒径小于 $0.4\mu\text{m}$ 的飘尘,虽然容易进入人体,但它也容易随呼气再次排出,危害不大。粒径在 $0.4\sim 10\mu\text{m}$ 的飘尘,随人们的呼吸,首先进入鼻腔,在此处约有 80% 被纤毛分离下来,而后经气管和支气管又有 10% 左右被分泌粘液阻留住。最后大约百分之几或沉积于肺泡内,或被吸收到血液及淋巴液内,日积月累形成“尘肺”。这就是在采掘、耐火材料、玻璃制造、铸造等工业部门出现职业性“尘肺”的原因。尘埃还会引起其他病症,如鼻炎、呼吸道病症等。

除了直接危害人体的健康外,烟尘的间接影响也是不容忽视的。大气中的烟尘增浓,会使人的视野模糊,能见度降低。由于视

程缩短,会使飞机、火车等运输工具的驶航受阻,事故增加。更严重的是,城镇长期被烟雾笼罩,日照量减少,紫外线减弱,从而影响儿童正常发育,疾病增加。据测定,当飘尘浓度达到 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时,太阳紫外线减少 7.5%;当达到 $1000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时,太阳紫外线则减少 71.32%。日照量的减少还影响植物生长和气候异常,这些损失是无法计算的。

气体状污染物的种类也很多,按其成分分为无机化合物和有机化合物两部分。

(1)无机化合物,它包括二氧化硫、碳的氧化物、氮的氧化物、氯化氢、氟化氢等。

(2)有机化合物,它包括碳氢化合物、多环芳烃、有机酸、甲苯等。

有害气体对人及动植物的危害因各种气体的不同而异,有的还相差很大,这里以二氧化硫和多环芳烃为例说明其危害之严重。

二氧化硫对人体健康的危害是多方面的。长期接触低浓度二氧化硫的人,会感到倦怠乏力、呼吸不适,出现鼻炎、咽喉炎、嗅觉障碍等病症。吸入高浓度二氧化硫可引起支气管炎、肺炎和呼吸麻痹等疾病,严重时会导致窒息。一般认为,大气中二氧化硫浓度超过 $1.33\text{mg}/\text{m}^3$ 时,对人已有某种潜在的影响, $2.66\sim 7.98\text{mg}/\text{m}^3$ 多数人开始受到刺激、 $26.6\text{mg}/\text{m}^3$ 时,有的人会出现支气管痉挛。如果二氧化硫变成酸雾粒子侵入肺泡,会引起肺水肿和肺硬化等更严重病症。二氧化硫对植物的危害是从叶部开始的。长期暴露在低浓度(约 $0.08\text{mg}/\text{m}^3$)二氧化硫条件下的植物生长缓慢,表现为初秋落叶过早。当浓度超过 $0.19\sim 0.21\text{mg}/\text{m}^3$ 时,松树就难以生存,粮食作物明显减产。大气中二氧化硫氧化形成的酸雨或雪降落到地面后,在土壤和水中积蓄起来,能使土壤日趋酸化、贫瘠,影响植物生长、还会使河流、湖泊酸度增加,使得水生物减少,从而引起某些生态系统的不平衡。此外,二氧化硫的存在还不断地腐蚀金属、建筑材料和各种织物,造成种种损失。至于二氧化硫对自然环境的影响,那绝非能以经济数字计算出来。

多环芳烃对人体的主要危害部位是呼吸道和皮肤。人们长期