

环境类中等专业学校试用教材

环境工程

(下册)

陈湘筑 主 编
郭 正 副主编

教育科学出版社

环境类中等专业学校试用教材^{湘筑}

环 境 工 程

(下册)

主 编 陈湘筑

副主编 郭 正

教育科学出版社

·北 京·

责任编辑 杨晓琳

责任印制 田德润

责任校对 刘永玲

图书在版编目 (CIP) 数据

环境工程 下册/陈湘筑主编. -北京:教育科学出版社, 1999.6

环境类中等专业学校试用教材

ISBN 7-5041-1912-1

I 环… II 陈… III 环境工程-专业学校-教材 IV X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 21696 号

教育科学出版社出版、发行
(北京·北太平庄·北三环中路 46 号)

长沙环境保护学校印刷厂印装

各地新华书店经销

开本:850 毫米×1168 毫米 1/32 印装:9.125 字数:216 千

1999 年 6 月第 1 版 1999 年 6 月第 1 次印刷

印数:00 001—5 000 册 定价:32.00 元(上下册)

(如发现印装质量问题,请与印刷厂联系调换)

主 编 陈湘筑
副主编 郭 正
编 者 陈湘筑 郭 正 刘文英
曹卫华 刘颖辉 田子贵

前 言

环境污染是我国经济发展,社会进步所面临的严重问题之一。环境污染不仅破坏了生态平衡,浪费了资源和能源,而且严重地危害人类自身的健康与生存,同时也阻碍工农业生产的进一步发展。为了减轻、消除各种污染物的排放所造成的不良影响,我国的环境管理已由污染物浓度控制转变为排放总量控制。这意味着我国将大大加强治理环境污染的力度。为适应这一形势的变化,根据国家环保总局原宣教司的要求,我们按环境工程专业大专程度编写了这本教材。教材内容主要介绍:水污染防治工程,大气污染控制工程,噪声、振动与其他公害防治技术,固体废物的处置与利用的基本原理和基本方法。在系统介绍传统的治理方法的同时,根据我国国情,我们尽量收编了一些高效、节能、低消耗的治理技术。

本教材可供环境工程专业,环境管理专业大专班使用。环保类其他专业及中等专业学校相关类专业学生使用时,内容可酌情增减。

全书由陈湘筑,郭正主编。参加编写的有:陈湘筑(第一、七章、第八章第二节、第九章、第二十五章、第二十六章),郭正(第十六、十七、十八章),刘文英(第五、第六章及十九章、第八章第一节),曹卫华(第三、四、十、二十章),刘颖辉(第二、二十一、二十二、二十三、二十四章),田子贵(第十一、十二、十三、十四、十五章)。

湘潭大学环境工程系杨润昌教授,湖南大学环境工程系陈昭宜教授参加了本书编写大纲的审定,清华大学环境工程系李国鼎教授详细审阅了全书,提出了许多宝贵意见,花费了很多精力,在

此表示衷心感谢。

由于编写时间紧,编者水平有限,书中难免出现缺点与错误,希望读者批评指正。

编 者

1999 年 2 月

目 录

第三篇 大气污染控制技术

第十六章 大气污染控制概论	(1)
第一节 大气与大气组成	(1)
第二节 大气污染源及污染物	(5)
第三节 大气质量标准 and 排放标准	(14)
第十七章 大气污染与气象	(24)
第一节 影响大气污染的气象因素	(24)
第二节 大气污染物的扩散规律	(29)
第三节 烟囱高度计算及厂址选择	(31)
第十八章 颗粒污染物的净化技术	(39)
第一节 除尘技术基本知识	(39)
第二节 重力除尘装置	(57)
第三节 惯性除尘器	(62)
第四节 旋风除尘器	(64)
第五节 湿式除尘器	(72)
第六节 过滤式除尘器	(87)
第七节 电除尘器	(94)
第十九章 气态污染物的净化技术	(113)

第一节	吸收法	(113)
第二节	吸附法	(128)
第三节	催化转化法	(134)
第四节	燃烧法	(136)
第二十章	废气净化系统	(141)
第一节	废气净化系统的构成和方案确定	(141)
第二节	废气净化系统的设计	(143)

第四篇 噪声、振动与其他公害防治技术

第二十一章	噪声的评价与标准	(175)
第一节	噪声概述	(175)
第二节	噪声的评价	(180)
第三节	噪声的允许标准	(190)
第二十二章	噪声测量	(195)
第一节	噪声测量仪器	(195)
第二节	噪声测量方法	(198)
第二十三章	噪声控制技术	(201)
第一节	吸声	(201)
第二节	隔声	(212)
第三节	消声	(223)
第四节	噪声综合治理实例	(239)
第二十四章	振动控制技术	(244)
第一节	振动概述	(244)
第二节	振动的测量	(245)
第三节	隔振	(246)
第四节	阻尼减振	(252)
第二十五章	电磁辐射污染治理技术	(255)

第一节	电磁辐射的危害及电磁污染源	(255)
第二节	防治电磁辐射的基本方法	(258)
第二十六章	放射性废物处理与处置技术	(263)
第一节	放射性废物的来源与分类	(263)
第二节	放射性和辐射量的单位	(266)
第三节	放射性废物的处理与处置	(268)
主要参考书目		(277)

第三篇 大气污染控制技术

在本篇中,将系统阐述大气污染物的产生、影响、控制技术和设备,以期达到如下目的:①定性描述和定量估算与大气污染有关的问题;②了解各种控制设备的运行方式;③评价各种控制设备的性能;④评价整个污染控制系统的性能,包括控制设备及相关管道系统、吸气罩和通风机;⑤深刻理解设备运行的方法并进行改进和设计。

第十六章 大气污染控制概论

第一节 大气与大气组成

一、大气的铅直结构

大气存在于地球表面并形成大气圈(层)。大气圈(层)中的空气分布是不均匀的,海平面上大气最稠密,近地层的大气密度随着高度上升而变稀薄,超过 1400km,气体则非常稀薄。

大气圈(层)的气体质量只占地球总质量的 0.0001% 左右,但它是人类和一切生物生成必不可少的环境要素之一。

按照大气分子的组成,大气的垂直结构可分为均质层和非均

质层。地表以上约 85km 范围内,由于低层的风和湍流作用,组分相对均匀,除水蒸气含量变化较大外,其他成分的比例相对稳定,特别是氧和氮分子等基本成分的组成比例变化很少。这层大气称为均质层。在均质层和外层空间之间的大气层里,气体的组成随着高度升高而有很大的变化,具有非均质性,这层大气称为非均质层。非均质层能阻挡太阳辐射的高能部分,对地球上的生物起重要的保护作用。

大气环境工程学主要涉及处于低层的均质层大气。均质层大气对地球环境有很大影响,是研究大气污染的重要对象。根据大气在垂直方向上理化性质的不同(如温度、成分、荷电),可以把大气层分为四层(图 16-1)。

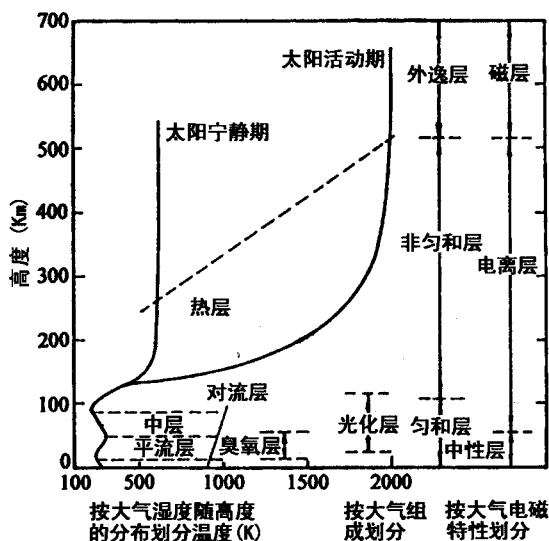


图 16-1 大气圈的铅直结构示意图

(一)对流层

对流层是大气层的最下层。它的厚度由地球表面算起约8km~17km,上界随纬度和季节的变化而变化,在极地的冬季接近地表,在赤道的夏季达到最高界。由于地表接受太阳的辐射,并将热量传递给近地面的空气,在地表和大气热交换影响下,气温随高度增加而降低,平均每升高100m,气温下降约0.65℃,这个气温随高度的变化率称为气温垂直递减率。因为竖向存在温度梯度,所以,该层对流运动旺盛,故称为对流层。实际上,各地气温的垂直变化,受当地天气条件所左右。同时由于温度、湿度的水平分布不均匀,也会出现大规模水平方向的运动。

在对流层中,由于地表高低起伏的影响,大致又可分为两层。近地表1km~2km的低层大气受地面影响最大,机械和热力作用强烈,称为摩擦层或边界层。该层大气含有大量水蒸气和尘埃,低云和雾在此层发生,进入大气的污染物绝大部分在该层内活动,应特别注意。

由于太阳的辐射以及地球表面和大气环境的影响,对流层中出现极其复杂的自然现象,主要天象如雨、雪、霜、雹、雷电都出现在此层。

(二)平流层

对流层顶上的气温逐渐稳定,竖向温度梯度很小,几乎没有垂直对流运动,称为平流层(或称同温层)。平流层中空气极为干燥,几乎没有水分,根据温度分布情况,又可分为两层:

下层(同温层):从对流层顶到30km~35km,这一层为平流层下层。此层内气温几乎不随高度变化,故称同温层。臭氧层即在此层范围内。

上层(暖层):高空35km~55km的气层,为平流层的上层。此层内温度随高度迅速增加。

(三)中层

离地球表面80km~85km,这一层称为中层,空气已十分稀少。

层类温度类似于对流层的情况,随高度增加而迅速递减,中层有相当强烈的铅直对流。

(四)热层

从中层顶至 500km 的大气称为热层。超过 500km 的大气极为稀薄并几乎全部电离,气温很高,故大气粒子运动速度很快,常可以摆脱地球引力而散逸至太空中去,则称为散逸层。

二、大气的组成

大气是多种气体的混合物。其组成可分为恒定、可变和不定三种组分。

(一)恒定组分

大气中含有的氧占大气总组成的 20.9%,氮为 78.08%,氩为 0.93%,仅这三种气体组分就占大气总量的 99.91%。这种比例,在世界任何地方都可看作是恒定不变的。此外,大气中还包括微量的氟、氦、氪、氙等稀有气体。

(二)可变组分

大气中水蒸气、二氧化碳等气体的含量受地区、季节、气象以及人们生活和生产活动等因素影响有所变化。在正常状态下,水蒸气的含量为 0.4%;二氧化碳含量为 0.033%。由恒定组分及正常状态下的可变组分所组成的大气称洁净大气。

(三)不定组分

由自然界的火山爆发、森林火灾、海啸、地震等暂时性灾难所带来的成分。这些灾难所形成的污染物有火山灰、尘埃、硫、硫化氢、硫氧化物、氮氧化物、盐类及恶臭气体。一般来说,这些不定组分进入大气,可造成局部和暂时性的大气污染。大气中不定组分的主要来源,则是由人类社会的工业化建设、工业布局不合理、城市增多、人口膨胀、环境管理不善等人为因素造成的。大气中不定分组的种类与数量与某一地区的工业类别、排放污染物数量、当地

气象条件等因素有关。例如,在火电厂、焦化厂、冶炼厂集中的地区,大气中烟尘、硫氧化物、氮氧化物及重金属元素和它的氧化物增多;而在化工企业集中的地区,大气不定组分中的有机物、无机物增多。当大气中不定组分达到一定浓度时,就会对人和动植物造成危害。这些都是环境工作者应当研究的主要内容。

第二节 大气污染源及污染物

一、大气污染源

从总体上看,大气污染是由自然界所发生的自然灾害和人类活动所造成的。

气态污染物的天然来源包括火山气体、来自闪电和臭氧层的臭氧、森林火灾的气体、自然分解过程的气体 and 臭味等。

一般人们所说的大气污染问题,多为人类活动所造成。这些由人为因素造成大气污染的污染源,从产生来源看,主要有三种:

(一)生活污染源

是指人们由于烧饭、取暖等生活上的需要,燃烧煤、煤气、液化气、木柴等燃料向大气排放煤烟等造成大气污染的污染源。在我国城市中,这类污染源具有分布广、排放污染物量大、排放高度低等特点,因此是造成城市大气污染的主要因素之一。

(二)工业污染源

是指由火力发电厂、钢铁厂、化工厂及各类工矿企业燃料燃烧和生产过程中所排放的煤烟、粉尘及无机物和有机化合物所造成大气污染的污染源。一般来说,这类污染源因生产的产品和工艺流程不同,排放污染物的种类、方式、浓度、数量有很大差别。但其共同特点是排放源较集中,排放高度低,对局部地区的大气质量影响较大。

(三)交通污染源

是指由汽车、飞机、火车和船舶等交通工具排放尾气所造成的大气污染的污染源。由于它是在移动过程中产生污染物,又称为移动污染源。排气中的氮氧化物、碳氢化物等,是引起光化学烟雾型污染的重要物质条件。汽车尾气中还存一氧化碳、铅的化合物等污染物,运行过程中的扬尘和轮胎、刹车片磨损,都会增加大气中的颗粒物,是造成城市大气污染的重要原因。交通干道十字路口、城市火车站附近地区一氧化碳和氮氧化物的浓度往往是一般交通路线的4~5倍。

二、能源利用对环境的影响

(一)能源的供应与分类

由能源消费增长带来的环境问题已引起人们极大的关注。除太阳能、风能、水能、地热能和海洋能等非燃料能源是无污染和少污染的能源,对环境不会产生太大的影响外,化石燃料(煤、石油)和核能是非清洁性燃料,这类具有污染性的燃料,从开采、加工、贮运以至到最后应用,都会对环境产生不同程度的影响。

当前世界大多数国家所需能源几乎都是以化石燃料为主,消费核能和水力能的比例,即使是工业发达国家也是不高的。

(二)化石燃料的利用对大气环境产生的影响

目前世界上,化石燃料除极少量用作化工原料外,绝大部分燃料用于燃烧。而燃料的有效利用率只有1/3,其余2/3都以废气、废渣排放于环境。化石燃料燃烧产生的污染物及废热对环境产生的影响主要是温室效应。

化石燃料燃烧的基本反应:



人们在利用化石燃料燃烧所产生热能的同时,有大量二氧化碳气体释放于大气。在近100多年来,大气中二氧化碳的浓度已

由 $260\text{mg}/\text{m}^3$ 升高到 $330\text{mg}/\text{m}^3$ 。二氧化碳气体浓度的增加,正在影响着全球性气候和气象的变化。大气中的二氧化碳不仅能选择性地吸收太阳的辐射能,而且还吸收地球表面辐射出的红外线能量。由于近地大气层中二氧化碳浓度的增加,使存贮在大气层中的能量增多,温度升高,升温后的大气层再将能量逆辐射到地球表面。大气层中的二氧化碳起到阻隔地球向宇宙空间散热的屏蔽作用,增强近地层的热效应。生存在地球表面上的一切动植物就如同居住在冬季为农业所建造的温室里一样,所以把大气中二氧化碳对环境的效应,叫做“温室效应”。

二氧化碳所产生的温室效应,已引起许多科学家们的注意。有的学者认为,如果大气中二氧化碳浓度达到 $420\text{mg}/\text{m}^3$ 时,地球上所有的冰雪都将融化;反之若二氧化碳浓度减少到 $150\text{mg}/\text{m}^3$,温室效应就减弱了,地球就可能全部被冰雪所覆盖。考虑到今后,由于能源大量消费,二氧化碳每年将以 $0.7\text{mg}/\text{m}^3$ 速率增加,到 21 世纪中叶时,地球上的冰将要融化一大半,从而可造成海洋水位上升,就有可能淹没大量沿海地区的城市,从而也会导致人类的自然环境和生态系统的破坏。

有些科学家认为,生物圈有着吸收和贮存二氧化碳的巨大能力,只要停止大规模滥伐森林,增大植被面积,就可以保持二氧化碳在大气中的平衡,无须担忧“温室效应”所带来的后果;有些科学家还认为,由于大气中飘尘的增加,也会使太阳辐射到地球表面的能量减弱,全球性气候因此而逐渐变冷。虽然观点不尽相同,但是大气中二氧化碳的温室效应使全球气温上升的观点;禁止滥伐森林,增加植被面积,减慢二氧化碳浓度的增长和尘粒在大气中散射,使太阳辐射能减弱以降低气温等观点,都是有科学依据的观点。但是,综合考虑上述诸因素对气温产生的协同效应,还有待进一步的研究。

(三)酸雨

大气中的二氧化硫和氮氧化物经氧化被降水淋洗后,即成为含有硫酸及硝酸的酸性雨,当酸性雨的 pH 值低于 5.6 时称作酸雨。由于二氧化硫及氮氧化物在大气中的含量、氧化速率以及淋洗过程成酸速率的不同,酸雨中的硫酸及硝酸所占的比例也就各不相同。根据近年来对酸雨成分的实际检测表明,形成酸雨的主要大气污染物是二氧化硫和氮氧化物。而这些大气污染物绝大部分是来自化石燃料的燃烧。我国酸雨主要成分是硫酸,硝酸的含量不到硫酸的 1/10。由此也足以说明,我国酸雨的出现主要是燃烧含硫燃料所造成的。

近几十年来,由于世界各国能源消耗量剧增,燃烧化石燃料及工业生产过程排放到大气中的二氧化硫愈来愈多,酸雨已成为当今世界性环境污染问题。

酸雨不仅使某些湖泊、池塘成为鱼虾绝迹的水体,而且还会造成土壤贫瘠。酸雨能使土壤中金属的迁移率增高,导致土壤中营养素减少,这对生态、地下水均有影响,由此也可危害动植物的生命。

三、我国大气污染概况

(一)概况

我国的大气污染状况是世界上少数最严重的国家之一。例如,全国粉尘的排放量每年约 2000 万吨, SO_2 约为 1800 万吨,全国陆地平均负荷粉尘和 SO_2 分别为 $2.1\text{t}/(\text{a}\cdot\text{km}^2)$ 和 $1.9\text{t}/(\text{a}\cdot\text{km}^2)$,大大超过了全球陆地平均 $0.7\text{t}/(\text{a}\cdot\text{km}^2)$ 和 $1.0\text{t}/(\text{a}\cdot\text{km}^2)$ 的数值。

我国主要的大气污染物主要是降尘和总悬浮颗粒物,其次是 SO_2 ,以粉尘和 SO_2 为代表的燃煤型污染是我国大气污染的普遍问题,一般情况下,北方城市大气污染水平高于南方,冬季高于夏季,产煤区污染严重,尤以使用高硫煤区为甚,这是大气污染的区域性问题。