

大气污染 控制工程

主 编◎骆欣 刘柱 符露



天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社

大气污染控制工程

主 编 骆欣 刘柱 符露

天津出版传媒集团



天津科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

大气污染控制工程 / 骆欣, 刘柱, 符露主编. — 天津 : 天津科学技术出版社, 2018.6
ISBN 978-7-5576-1941-1

I. ①大… II. ①骆… ②刘… ③符… III. ①空气污染控制 IV. ①X510.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 257815 号

责任编辑: 石 崑

责任印制: 兰 毅

天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社出版

出 版 人: 蔡 颢

天津市西康路35号 邮编 300051

电话(022)23332369 (编辑室)

网址: www.tjkjcbbs.com.cn

新华书店经销

天津印艺通制版印刷有限责任公司印刷

开本: 787×1092 1/16 印张 17.5 字数 470 000

2018年6月第1版 第1次印刷

定价: 68.00元

前 言

《大气污染控制工程》是环境工程专业的主干项目之一。本书是根据行业教育培养技术技能型人才的特征,结合编者多年从事环境工程实践经验,在参考了各类型相关专业图书的基础上,为环境工程专业读者编写了本书。

本书简要介绍了大气污染的相关知识,较系统地阐述了大气污染控制的原理、方法及有关设计问题,突出了国内外常用的较为成熟的大气污染物控制技术,加强了有关大气污染物控制系统及净化设备的运行管理内容,力求突出读者技术应用能力的培养。每个项目后均附有习题及思考题。本书也可供从事环境治理工作的技术人员及环境管理干部学习与参考。

由于编者水平有限,难免存在错误、不足与疏漏,恳请读者批评指正。

编者

2018年5月

目 录

项目一 概论	1
任务一 大气	1
任务二 大气污染和大气污染物	5
任务三 大气污染状况	9
任务四 大气污染的综合防治措施	12
任务五 大气质量控制标准	15
项目二 燃烧与大气污染	29
任务一 燃料与燃烧	29
任务二 燃烧设备及污染物产生机理	40
项目三 气象与大气扩散	46
任务一 大气的垂直结构	46
任务二 主要的气象要素	48
任务三 大气稳定度及其分类	51
任务四 大气污染与气象	56
任务五 烟囱的有效高度	62
任务六 大气扩散模式及污染物浓度估算方法	66
任务七 烟囱高度的设计	76
任务八 厂址选择	78
项目四 除尘技术基础	83
任务一 粉尘的粒径及其分布	83
任务二 粉尘的物理性质	92
任务三 尘粒在流体中的动力特性	95
任务四 除尘器的性能	98
任务五 除尘器的分类	102
项目五 除尘装置	104
任务一 重力沉降室	104



任务二 惯性除尘器	107
任务三 旋风除尘器	110
任务四 袋式除尘器	126
任务五 电除尘器	157
任务六 湿式除尘器	177
任务七 除尘设备在制造和安装方面应注意的问题	188
任务八 除尘器的选择	190
项目六 气态污染物的净化	194
任务一 化学吸收法	194
任务二 吸附法处理气态污染物	201
任务三 催化法	207
项目七 气态污染物净化技术	212
任务一 二氧化硫的净化技术	212
任务二 氮氧化物的净化技术	222
任务三 其他气态污染物净化技术	236
项目八 净化系统及其运行管理	246
任务一 净化系统的组成及系统设计的基本内容	246
任务二 集气罩	248
任务三 管道系统	254
任务四 净化系统的施工安装和运行管理	260
项目九 大气污染控制系统分析	262
任务一 系统分析研究的任务和内容	262
任务二 大气环境质量识别	263
任务三 大气污染控制系统分类	265
任务四 大气污染控制系统经济评价	265
任务五 大气污染控制系统规划	266
任务六 集中供热大气污染控制系统规划	267
参考文献	271

项目一 概 论

项目概述 >>>

在日常生活中,人们通常是将“大气”和“空气”作为同义词来使用的。事实上,两者的含义还是有区别的。国际标准化组织(ISO)给大气和空气下的定义:大气是指地球环境周围所有空气的总和;环境空气是指暴露在人群、植物、动物和建筑物之外的室外空气。根据上述定义及大气污染的实际情况,1996年我国将《GB 3095—1982 大气环境质量标准》更名为《GB 3095—1996 环境空气质量标准》,并做了修改补充。修改的目的在于强调环境空气质量标准,主要规定的是与人类活动关系最密切的近地层空气中的污染物浓度限值。

本书后面各项目任务中,除描述特定场所的空气时加定语修饰区别外,无论“大气”或“空气”均是指“环境空气”。

项目要点

- 大气污染和大气污染物
- 大气污染状况
- 大气污染的综合防治措施
- 大气质量控制标准

任务一 大 气

一、大气层结构

大气亦可称之为大气层或大气圈。大气层厚度约 10000km。大气层结构是指气象要素的垂直分布情况,如气温、气压、大气密度和大气成分的垂直分布等。这里仅对气温的垂直分布作一简要介绍。根据气温在垂直于下垫面(即地球表面)方向上的分布,一般将大气层分为五层,即对流层、平流层、中间层、暖层和散逸层,见图 1-1。

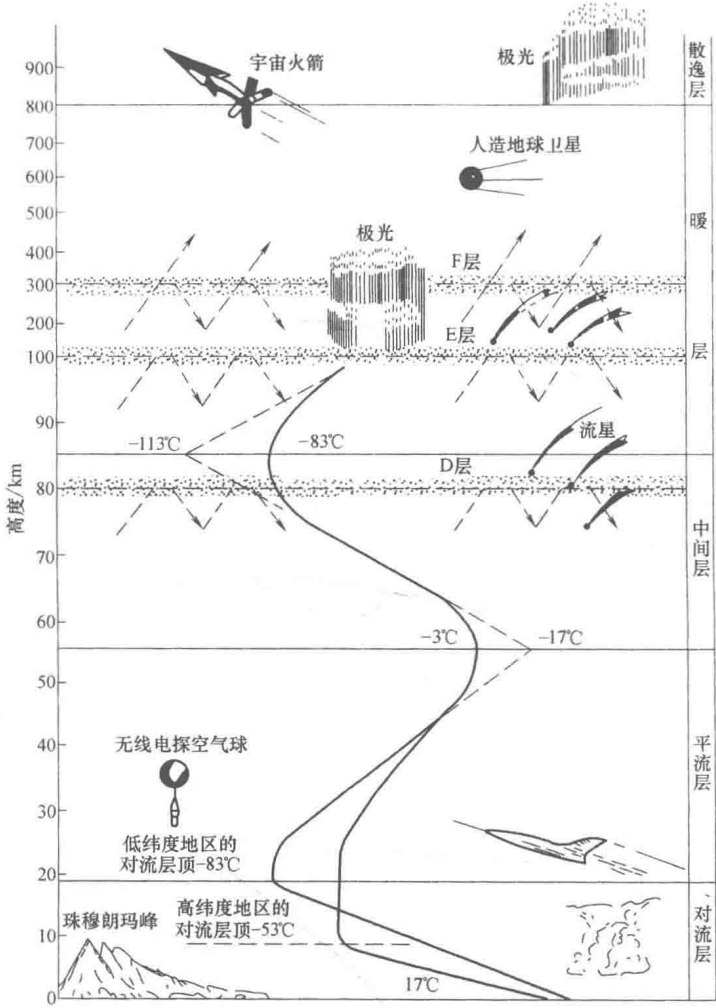


图 1-1 大气垂直方向的分层

1. 对流层

对流层是大气层中最低的一层。温度分布特点是下部气温高,上部气温低,大气易形成强烈的对流运动,故称为对流层。由于对流程度在热带要比寒带强烈,故自下垫面算起的对流层的厚度随纬度增加而降低:热带为 16~17km,温带为 10~12km,两极附近只有 8~9km,平均厚度为 12km 左右。对流层的主要特征有以下四点。

①对流层虽然较薄,但却集中了整个大气质量的 75% 和几乎全部的水汽,因此,主要的天气现象如云、雾、雷、雨、雪、霜、露等都发生在这一层中。对流层是气象变化最复杂、对人类活动影响最大的一层。

②气温随高度增加而降低,每升高 100m 平均降温约 0.65°C。

③空气具有强烈的对流运动,主要是由于下垫面受热不均及其本身特性不同造成的。

④温度和湿度的水平分布不均匀,在热带海洋上空,空气比较温暖潮湿,而在高纬度内陆上空,空气则比较寒冷干燥,从而导致经常会发生大规模空气的水平运动。

对流层的底部,厚度为 $1\sim 2\text{km}$,此薄层空气受地面情况影响很大,称为大气边界层。在大气边界层中,由于受地面冷热的直接影响,特别是近地层(通常是指从下垫面算起向上 100m 厚度的一层空气),昼夜可相差十几度乃至几十度。由于气流运动受地面摩擦的影响,故风速随高度的增高而增大。在这一层中,大气上下有规律的对流运动和无规律的湍流运动都比较盛行,加上水汽充足,直接影响着污染物的传输、扩散和转化。

在大气边界层以上的空气,几乎不受地面摩擦的影响,所以称之为自由大气。

需要指出的是,人类活动排放的污染物绝大多数聚集于对流层,大气污染也主要发生在这一层,特别是靠近地面的近地层,所以说对流层与人类的关系最为密切。

2. 平流层

从对流层顶到 $50\sim 60\text{km}$ 高度的一层称为平流层。该层主要特点是:

- 平流层下部气温几乎不随高度而变化,称为同温层;平流层上部气温随高度增高而上升,称为逆温层。

- 平流层几乎没有空气对流运动,空气垂直混合微弱。

- 平流层集中了大气中大部分臭氧,并在 $20\sim 25\text{km}$ 高度上达到最大值,形成臭氧层。臭氧层能够吸收大量的太阳紫外辐射,从而保护地球上的生命免受紫外线伤害。近年来,由于大气污染(进入平流层的氮氧化物、氯化氢、氟利昂有机制冷剂等能与臭氧发生光化学反应)导致臭氧层的臭氧浓度降低,并在极地已形成臭氧洞,这已对人类生态系统造成极大的威胁,如将会导致地球上更多的人患皮肤癌。

3. 中间层

中间层位于平流层顶之上,层顶高度为 $80\sim 85\text{km}$ 。这一层的特点是气温随高度增高而降低,空气具有强烈的对流运动,垂直混合明显。顶部温度可降至 -83°C 以下

4. 暖层

暖层位于中间层顶之上,暖层的上界距地球表面约有 800km 。在强烈的太阳紫外线和宇宙射线作用下,气温随高度升高而增高,其顶部温度可达 1700°C 以上。暖层空气处于高度的电离状态,因而存在着大量的离子和电子,故又称之为电离层。

5. 散逸层

暖层以上的大气层统称为散逸层。它是大气的最外层,气温很高,空气极为稀薄,气体粒子的运动速度很高,可以摆脱地球引力而散佚到太空中,它是大气层和星际空间的过渡地带。

二、大气的组成

大气是由干燥清洁的混合气体、水蒸气和悬浮颗粒物组成,除去水蒸气和悬浮颗粒物的大气称为干洁空气。地球大气总质量的 98.2% 集中在 30km 以下的大气层中,约有 50% 集中在 $5\sim 6\text{km}$ 以下的对流层中。

1. 干洁空气的组成

干洁空气的主要成分是氮(N_2)、氧(O_2)和氩(Ar),它们共占干洁空气总体积的

99.96%，而其他气体所占体积不到0.04%，详细情况见表1-1。

表 1-1 干洁空气的组成

成分	相对分子质量	体积分数/%	成分	相对分子质量	体积分数/%
氮(N ₂)	28.01	78.09	氖(Ne)	20.180	18.00
氧(O ₂)	32.00	20.95	氦(He)	4.003	5.30
氩(Ar)	39.94	0.93	甲烷(CH ₄)	16.040	1.50
二氧化碳(CO ₂)	44.01	0.03	氪(Kr)	83.800	1.00
			一氧化二氮(N ₂ O)	44.010	0.50
			氢(H ₂)	2.016	0.50
			氙(Xe)	131.300	0.08
			臭氧(O ₃)	48.000	0.01~0.04

由于大气的垂直运动、水平运动以及分子扩散,使得干洁空气的组成比例直到90~100km的高度还基本保持不变。也就是说,在人类经常活动的范围内、任何地方干洁空气的物理性质是基本相同的。例如,干洁空气的平均相对分子质量为28.966,在标准状态下(273K,101325Pa)密度为1.293kg/m³。在自然界大气的温度和压力条件下,干洁空气的所有成分都处于气态,不易液化,因此可以看成是理想气体。

干洁大气中,对人类活动影响最大的是氮、氧、二氧化碳和臭氧。氧和氮是大气中的恒定气体成分。其中氧是人类和动植物维持生命极为重要的气体,在大气中发生化学反应时,氧起着极其重要的作用。二氧化碳和臭氧是干洁空气中的可变气体成分,对大气的温度分布影响较大。大气中的二氧化碳能吸收地表和低层大气的热辐射,所以,二氧化碳的存在,可以使地面保持较高的温度。大气中二氧化碳含量增加,地表和低层大气的温度就会升高,可形成明显的温室效应。事实上,国内外的观测均表明,大气中的二氧化碳含量在逐渐增加,此种情况如不能得到控制,则将来就会对全球气候产生明显影响。

2. 水蒸气

水蒸气在大气中的平均含量不到0.5%,而且随时间、地点、气象条件不同有较大变化,在热带雨林地区,其体积分数可达4%,甚至更高;而在沙漠干燥地区却小于0.02%。在垂直下垫面方向上,高度越大,则水蒸气含量越少,如在5km的高度上,水蒸气含量仅为地面的1/10。

3. 悬浮颗粒物

悬浮颗粒物是低层大气的重要组成部分。大气中悬浮微粒粒径一般在10⁻⁴μm到几十微米之间。悬浮微粒包括固体微粒和水蒸气凝结成的水滴和冰晶。固体微粒可分为有机物和无机物两类,有机物主要有植物花粉、微生物和细菌等,无机物主要有岩石或土壤风化后的尘粒,燃烧后的灰尘等。悬浮颗粒物的存在可造成各种影响,如可削弱太阳辐射,降低大气能见度,对云、雾、降水的形成具有重要作用。

任务二 大气污染和大气污染物



一、大气污染的定义

地球上所有生物的新陈代谢活动都离不开大气,大气也是人类赖以生存的氧的唯一来源。然而,大气又是人类活动所排放出的各种污染物的稀释场所,由于大气的稀释作用,使得大气中污染物的浓度较低。但是大气的稀释作用并不是无限的,污染物在大气中的扩散也并不是均匀的,因而可能在局部区域甚至在较大范围内形成污染物浓度较高的现象,在持续时间内对各种生物和非生物产生有害的影响,这时便产生了大气污染。因此我们可以对大气污染作如下定义。

所谓大气污染系指由于人类活动或自然过程导致某些物质进入大气中,呈现出足够的浓度,涉及一定的区域且存在了足够的时间,并因此而危害了人们的舒适、健康和福利或危害了环境。

所谓人类活动不仅包括各种生产活动,而且也包括各种生活活动,如做饭、取暖、交通等。自然过程,包括火山活动、山林火灾、土壤及岩石风化及空气运动等。一般而言,由于自然环境所具有的物理、化学和生物机能(即自然环境的自净作用),会使自然过程造成的大气污染,经过一定时间后自动消除(即生态平衡自动恢复)。所以可以说,大气污染主要是人类活动造成的。

大气污染对人的舒适、健康的危害,包括对人的生理机能及人所处的正常生活环境的影响,引起急性病、慢性病以至死亡等。

大气污染按范围大小可分为四类:

一是局部区域大气污染,如某个企业烟囱排放烟尘所造成的污染;二是区域性大气污染,如工矿企业区附近或整个城市的大气污染;三是广域性大气污染,如大工业地带或城市群的污染;四是全球性大气污染,如温室效应、酸雨及臭氧洞等。

二、大气污染物

大气污染物系指由于人类活动或自然过程排入大气的并对人或环境产生有害影响的那些物质。大气污染物的种类很多,按其存在状态可分为两大类,即气溶胶状态污染物和气体状态污染物。

1. 气溶胶状态污染物

在大气污染中,气溶胶系指悬浮在大气中的固体粒子、液体粒子。从大气污染控制的角度,按照气溶胶的来源和物理性质,可将其分为如下几种:

(1) 粉尘

粉尘是指悬浮于空气中的固体颗粒,受重力作用可发生沉降,但在一定时间内能够保持悬浮状态,其粒径一般小于 $100\mu\text{m}$ (对于其中微小粉尘,如小于 $1\mu\text{m}$ 的粉尘则能长期悬浮于大气之中)。粉尘通常是通过固体物质的破碎、研磨、筛分等机械过程,粉状物质的搬运、加工过程及土壤、岩石的风化过程而形成的,其形状往往是不规则的。粉尘的种类很多,如矿



物粉尘、金属粉尘、有机粉尘等,常见的粉尘有道路上的黏土粉尘、教室中的粉笔粉尘、生活中的煤粉尘、水泥粉尘等。

在大气污染控制中,通常根据大气中颗粒物的大小,将其分为飘尘、降尘和总悬浮微粒。

①飘尘:是指空气中粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的固体颗粒物,它能长期飘浮在空气中。

②降尘:是指空气中粒径大于 $10\mu\text{m}$ 的固体颗粒物,由于重力作用,在很短的时间内即可沉降到地表。

③总悬浮微粒(TSP):即总悬浮颗粒物,是指悬浮于空气中的粒径小于 $100\mu\text{m}$ 的所有固体颗粒物。

(2) 烟尘

烟尘是指冶金过程或燃烧过程中所形成的固体微粒。其粒径多在 $1\mu\text{m}$ 以下。如炼钢烟尘、燃煤烟尘等。

(3) 雾

空气中液体悬浮物总称为雾。气象学中特指造成能见度小于 1km 的小水滴悬浮体。蒸气的凝结过程、液体的雾化过程均可形成雾,如水雾、酸雾等。

(4) 化学烟雾

指某些物质经化学反应所形成的一类气溶胶。常见如:

①硫酸烟雾,指空气中的二氧化硫或其他硫化物在高温气象条件下,经化学作用所产生的烟雾,又称伦敦型化学烟雾。

②光化学烟雾,指空气中的氮氧化物与碳氢化合物(如汽车尾气、工业含氮氧化物和碳氢化合物的废气)经光化学作用而生成的二次污染物,又称洛杉矶型化学烟雾。

关于气溶胶颗粒的大小以及各类气溶胶的粒径范围,见图 1-2。

2. 气体状态污染物

气体状态污染物是指以分子状态存在的污染物,简称气态污染物。气态污染物种类很多,主要有五大类,即含硫化合物、含氮化合物、碳氧化合物、碳氢化合物及卤素化合物等,如表 1-2 所示。

表 1-2 气体状态污染物种类

污染物	一次污染物	二次污染物	污染物	一次污染物	二次污染物
含硫化合物	SO_2 、 H_2S	SO_3 、 H_2SO_4	碳氢化合物	CH	醛、酮、过氧乙酰硝酸酯、 O_3
含氮化合物	NO 、 NH_3	NO_2 、 HNO_3	卤素化合物	HF 、 HCl	—
碳氧化合物	CO 、 CO_2	—			

气态污染物还可分为一次污染物和二次污染物。一次污染物也称原发性污染物,是指从污染源直接排入空气中的原始污染物;二次污染物也称继发性污染物,是指一次污染物进入空气后经过一系列化学或光化学反应而生成的与一次污染物性质不同的新污染物。在大气污染控制中受到普遍重视的一次污染物主要有硫氧化物 SO_2 、氮氧化物 NO 、碳氧化物 CO 等,二次污染物主要有 NO_2 、硫酸烟雾和光化学烟雾等。

(1) 硫氧化物

SO_2 是主要的硫氧化物,它是大气污染物中数量较大、影响范围广的一种气态污染物。

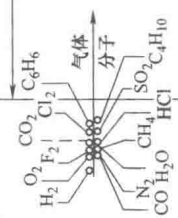


图1-2 各类气溶胶的粒径范围



大气中的 SO_2 来源很广,几乎所有的工业企业都可能产生,但主要来自化石燃料的燃烧过程,硫酸厂、炼油厂等化工企业生产过程。

(2) 氮氧化物

氮和氧的化合物形态很多,一般用氮氧化物(NO_x)表示。造成大气污染的主要是 NO 和 NO_2 , NO 进入大气后可缓慢地氧化成 NO_2 。大气中存在 O_3 等强氧化剂,或在催化剂作用下,其氧化速度加快。 NO_2 的毒性约为 NO 的 5 倍。 NO_2 参与光化学反应形成光化学烟雾后,其毒性更大。人类活动产生的 NO_x 主要来自各种炉窑和机动车船排气,其次是硝酸生产、硝化过程、炸药生产及金属表面处理等过程。其中燃料燃烧产生的氮氧化物约占 83%。

(3) 碳氧化物

CO 和 CO_2 是各种大气污染物中发生量最大的一类污染物,主要来自燃料燃烧和机动车船排气。 CO 是一种有毒气体,进入大气后,由于大气的扩散稀释和氧化作用,一般不会造成危害。但城市冬季采暖季节或交通繁忙的十字路口,在不利气象条件下, CO 浓度严重超标也是常有的。冬季居室内 CO 中毒事例屡见不鲜。

CO_2 属无毒气体,但局部空气中浓度过高时,使氧气含量相对减少,也会对人产生不良影响。由于 CO_2 浓度增加而产生的温室效应,已引起世界各国的密切关注。

(4) 碳氢化合物

碳氢化合物主要来自机动车船排气和燃料燃烧,以及炼油和有机化工企业等。除甲烷等直链碳氢化合物外,还有芳烃等复杂的有机化合物,多数有毒有害,有的甚至使人致癌、致畸,导致遗传因子变异。

(5) 硫酸烟雾

硫酸烟雾是大气中的 SO_2 等硫氧化物在有水雾、含重金属的飘尘或氮氧化物存在时,经一系列化学或光化学反应而生成的硫酸雾或硫酸盐气溶胶。它引起的刺激作用和生理反应等危害比 SO_2 大得多。

(6) 光化学烟雾

光化学烟雾是在阳光作用下大气中的氮氧化物、碳氢化合物和氧化剂之间发生一系列光化学反应生成的蓝色烟雾(有的呈紫色或黄褐色)。其主要成分有臭氧、过氧乙酰硝酸酯、酮类和醛类等。光化学烟雾的刺激性和危害比一次污染物强烈得多。

三、大气污染物的危害

大气污染物不仅对人体健康有直接危害,而且对动植物生态系统、建筑物、器物也有很大影响。

1. 大气污染物对人体健康的影响

- 引起急性中毒,直至死亡,如一氧化碳中毒等。
- 使慢性疾病恶化,如慢性支气管炎、支气管哮喘、肺气肿、肺病、肾脏病等病人在受污染的大气环境里病情会加重。
- 引起身体机能障碍,如使肺气肿病人肺部气体交换量减少,产生血液循环障碍等。
- 引起癌症,如城市居民肺癌、肝癌等发病率高于农村,就与城市的大气污染有关。苯并(a)芘是公认的强致癌物,其他芳烃等有机化合物也有不少具有致癌或致畸作用。
- 引起其他症状,如刺激感官,导致呼吸困难,危害心、肺、肝、肾等内脏器官。

2. 大气污染物对动植物的影响

二氧化硫、氟化物和光化学烟雾等能使植物叶子出现明显的伤害,使植物生理活动减退,生长缓慢,果实减少。城市工矿区排出的有害气体常使附近的农作物、蔬菜减产,使果树、森林、城市绿化树木受到损害。国内外有关因大气污染使农作物减产的例子并不鲜见。

对动物的影响主要是通过呼吸,引起牛羊等家畜生病;其次是饲料被污染的空气和水间接污染,从而影响到水和饲料的质量,危害家畜的正常生长。国内外大气污染事件中,猪、牛、鸡、狗生病或死亡的消息时有报道。

3. 大气污染物对器物的危害

大气污染物对器物的危害有两类:一是大气污染物玷污器物表面;二是器物被玷污后,污染物与器物发生化学作用,使器物变质或腐蚀。如硫酸雾、盐酸雾、碱雾等玷污器物表面后造成严重腐蚀,光化学烟雾对橡胶制品的破坏作用等。大气污染物对金属材料 and 设备的腐蚀所造成的损失巨大。特别应该指出的是许多艺术珍品也受到了大气污染的腐蚀和破坏。

任务三 大气污染状况



一、国外大气污染状况

国外大气污染始于 18 世纪下半叶。工业革命(1750 ~ 1800 年)使生产力得以迅速发展,化石燃料逐渐成为主要能源,燃料燃烧等造成的大气污染日趋严重。工业发达国家的大气污染是和其现代化程度同步发生和发展的,大体上经历了三个阶段:

第一阶段:18 世纪末到 20 世纪中期,大气污染状况随着社会化大工业的发展而日益严重。此阶段的大气污染主要是由燃煤引起的所谓“煤烟型”污染,主要污染物是烟尘和二氧化硫。到了这一阶段后期,人们已开始认识到烟尘的危害,并开始采取消除除尘等技术措施。但大气污染程度有增无减。

第二阶段:主要是 20 世纪 50 年代至 60 年代。各工业发达国家迫于人们反公害斗争的压力而投入很大精力进行烟尘治理,效果显著,烟尘及二氧化硫排放量大为减少。但由于石油类燃料使用量急剧增长,汽车数量激增,所呈现出的所谓“石油型”大气污染仍在不断恶化。这一阶段的大气污染,已不再局限于城市和工矿区,而是呈现出广域污染的特点。飘尘、重金属、 SO_2 、 NO_x 、CO 和碳氢化合物等污染物已普遍存在,大气污染的危害已不是由某一种污染物所构成,而是多种污染物共同作用的结果,即所谓“复合污染”。教训深刻的英国“伦敦烟雾”、美国的“多诺拉烟雾”及日本的“四日市气喘病”等污染事件都是大气中的 SO_2 与飘尘中的重金属等共同作用的结果,即所谓的硫酸烟雾污染;美国的洛杉矶烟雾,则是汽车尾气引起的光化学烟雾污染事件。硫酸烟雾和光化学烟雾均属二次污染物,其危害比一次污染物更大。

第三阶段:20 世纪 70 年代至今。环境保护意识已深入人心,环境保护与可持续发展的研讨便是证明。一些发达国家更加重视环境保护,花费大量的人力、物力和财力,经过严格控制和综合治理,环境污染基本得到控制,环境质量有所改善。但微粒控制仍不能令人满



意,同时由于汽车数量仍在大幅增加,CO、NO_x、碳氢化合物和光化学烟雾等仍很严重,且不易解决,大气污染的范围也在不断扩大,出现了全球性的大气环境问题,如酸雨、温室效应及臭氧层破坏等。

二、近年来我国大气污染状况

(一)大气污染物排放

近年来,虽然我国大气污染防治工作取得了很大的成效,但由于各种原因,我国大气环境面临的形势仍然非常严峻。

大气污染物排放总量居高不下。

现在,大气污染仍然十分严重。

据了解,全国大多数城市的大气环境质量超过国家规定的标准。

全国 47 个重点城市中,约 70% 以上的城市大气环境质量达不到国家规定的二级标准,参加环境统计的 338 个城市中,137 个城市空气质量超过国家三级标准,占统计城市的 40%,属于严重污染型城市。

我国屡遭大气污染主要有以下几点原因:

1. 城市大气总悬浮颗粒物浓度普遍超标,二氧化硫污染在较高水平

二氧化硫排放现状随着我国经济的快速发展,煤炭消耗量不断增加。

据了解,2011 年一至六月份全国二氧化硫年排放量高达 1114.1 万吨,在各类二氧化硫排放源中,电厂和工业锅炉排放量占到 70%,成为排放大户,各类污染源排放二氧化硫的百分比构成如下:民用灶具 12%、工业窑炉 11%、工业锅炉 34%、电站锅炉 35%、其他 8%。

2. 烟尘、粉尘排放

据相关行业统计报告显示,当前我国的粉尘排放总量超过了 1000 万吨,仅电力行业每年的排放量就达 360 万吨,占总排放量 35% 左右。

2010 年,我国工业烟气排放量为 47.52 万亿立方米,排放的烟尘粒径基本分布在 PM10 以下,许多颗粒物分布在 PM2.5 以下,在大气中形成相对较为稳定的气溶胶。

3. 机动车尾气污染物排放总量迅速增加

经济增长的推动,我国机动车数量增长迅速。

全国汽车保有量年增长率保持在 13%,特别是一些大型和特大型城市如北京、广州、成都、上海等市机动车数量增长速率远远高于全国平均水平。

汽车排放的氮氧化物、一氧化碳和碳氢化合物排放总量逐年上升。

由于城市人口密集,交通运输量相对大,机动车排气污染在城市大气污染中所占比例也不断上升。

(二)城市空气质量

《2013 中国环境状况公报》发布,仅 3 个重点城市空气达标。6 月 5 日是世界环境日。在 6 月 4 日举行的国务院新闻办新闻发布会上,由环保部会同国土部、住建部、交通部、水利部、农业部、林业局、气象局等主管部门共同编制完成的《2013 中国环境状况公报》发布。环保部副部长李干杰在发布会上说,我国城市环境空气质量形势严峻,依据新《环境空气质量标准》,74 个重点城市环境空气质量达标比例 4.1%,仅海口、舟山和拉萨 3 城市空气质量达

标;土壤持续恶化,耕地环境质量堪忧。

李干杰说,2013年,全国化学需氧量、氨氮、二氧化硫和氮氧化物的排放总量分别为2352.7、245.7、2043.9和2227.3万吨,比上年分别下降2.9%、3.1%、3.5%和4.7%。从总体看,全国环境质量状况有所改善,但生态环境保护形势依然严峻。

依据新《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)对二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物(PM₁₀)、细颗粒物(PM_{2.5})、一氧化碳和臭氧6项污染物进行评价,74个新标准监测实施第一阶段城市,环境空气质量达标比例仅4.1%。空气质量相对较好的前10位城市是海口、舟山、拉萨、福州、惠州、珠海、深圳、厦门、丽水、贵阳,空气质量相对较差的前10位城市是邢台、石家庄、邯郸、唐山、保定、济南、衡水、西安、廊坊和郑州。

2013年,从各指标看,PM_{2.5}、PM₁₀和二氧化氮,达标城市比例分别为4.1%、14.9%和39.2%;北京市达标天数比例48%,重度及以上污染天数比例16.2%,主要污染物为PM_{2.5}、PM₁₀和二氧化氮。其他256个城市执行空气质量旧标准,达标比例69.5%;酸雨分布区域主要集中在长江沿线及中下游以南,面积约占国土面积的10.6%。

三、当今世界面临的主要大气环境问题

发达国家的环境质量20世纪70年代后期已有所改善。我国的环境质量也没有随国民经济的发展速度而恶化,环境污染得到一定控制。但是,当今世界仍面临人口膨胀、资源枯竭、生态破坏和环境污染等问题。就大气环境污染而言,主要是全球性的温室效应、酸雨和臭氧洞等问题。

(一)温室效应

随着大气中某些痕量气体含量的增加,引起地球平均气温升高的现象,称为温室效应。这类痕量气体,称为温室气体,主要有CO₂、CH₄、O₃等,其中尤以CO₂的温室作用最明显。

CO₂等产生温室效应的机理,普遍认为与CO₂等温室气体的物理性质有关。这些气体对来自太阳的短波辐射具有高度的透过性,但能吸收地面的长波辐射。CO₂的强吸收带在12.5~17.0μm,其他温室气体的吸收带大多在7.0~13.0μm。由于CO₂等温室气体的含量在大气中的增加,使大气层吸收地面的长波辐射能力增强,导致大气层温度升高,气候变暖,形成温室效应。

众所周知,燃料燃烧的主要产物是CO₂,随着世界人口的增加和经济的迅速发展,排入大气的CO₂越来越多。据估算,过去100年通过燃烧排入大气的CO₂约为4.15×10¹¹t,使大气中CO₂含量增加了15%,使全球平均气温上升0.83℃。该数字与百年来全球气温升高记录接近。有人估计,按照目前化石燃料用量的增加速率,大气中的CO₂将在50年内加倍,使中纬度地面温度升高2~3℃,极地升高6~10℃。果真如此,温室效应将给人类的生态环境带来难以预测的后果。尽管温室效应不是气候变化的唯一因素,也有人对温室效应提出种种疑问,但CO₂等气体浓度的增加是肯定的,温室效应已引起国际社会的普遍关注。

(二)酸雨

酸雨是pH<5.6的雨、雪或其他形式的大气降水(如雾、露、霜),是一种大气污染现象。空气中CO₂的平均质量浓度约为621mg/m³,此时被CO₂饱和的雨水pH为5.6,故清洁的雨、雪、雾等降水呈弱酸性。由于人类活动向大气排放大量酸性物质,使降水pH降低,当pH