

# 大气污染控制

李连山 主编  
隋智民 主审



出版社

# 大气污染控制

李连山 主编  
隋智民 主审

武汉工业大学出版社  
· 武汉 ·

**图书在版编目(CIP)数据**

大气污染控制/李连山主编. —武汉:武汉工业大学出版社,1998.8  
ISBN 7-5629-1335-8

I. 大… II. 李… III. 空气-污染-防制 IV. X51

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 03359 号

武汉工业大学出版社出版发行

(武昌珞狮路 122 号 邮编:430070)

各地新华书店经销

武汉工业大学出版社印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:14.75 字数:374 千字

1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—5000 定价:19.50 元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

## 前 言

本世纪以来,在现代工业和交通迅猛发展的过程中,工业和人口高度集中,城市越来越大。各种烟囱排出的大量废气,加上汽车放出的大量尾气,弄得城市上空烟雾缭绕。这些废气的排放,不仅污染了环境,危害了人们的身体健康,损坏社会财产、设备和建筑物,而且还造成了资源和能源的巨大浪费。因此,控制工业废气对环境的污染,尽可能地回收利用废气中的有用物质,是环境保护工作者迫切任务之一。

为适应中等专业学校环境保护专业教学的需要,突出培养应用型人才的特点,结合多年讲授“大气污染控制”的经验,在参考了各高校教材的基础上,为中等专业学校环境保护专业编写了“大气污染控制”这本教材。本书系统地阐述了大气污染控制的原理、方法和有关设计计算的问题,力求做到理论联系实际,通俗易懂,使学生能够循序渐进地接受新的知识,注重培养学生分析问题和解决问题的能力。本书内容较为丰富,例题选题广泛,书中每章都安排了能够深入理解、运用基本理论的例题,增加了本书的科学性、实用性和通用性。其内容适应100~120学时教学需要,也可供从事大气污染控制的工程技术人员、职工以及环境保护管理干部的培训教材使用。

本书以控制“煤烟型”大气污染为主要内容,不仅包括了除尘技术方法和气态污染控制等部分,而且对燃烧过程中污染物的产生及控制进行了较深入的论述;为了充分利用大气对污染物的稀释和扩散作用,阐述了大气扩散的基本知识和原理;同时还介绍了净化装置的测试方法。

本书各章节编写人员是:第一章、第二章、第三章、第四章、第五章,由李连山编写;第六章、第七章由焦桂枝编写;第八章、第十一章由周德春编写;第九章、第十章由郭立新编写。全书由李连山主编,隋智民主审。在编写本书过程中,得到许多单位和同志们的大力帮助并提出了不少宝贵意见,在此我们表示衷心的感谢。

由于我们经验不足,水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1997年11月

# 目 录

第一章 绪论 .....	(1)
第一节 大气污染 .....	(1)
一、大气的重要性 .....	(1)
二、大气污染的定义 .....	(1)
三、大气污染现象的发生 .....	(2)
四、大气污染物的表示方法 .....	(3)
五、我国大气污染的现状 .....	(3)
六、控制大气污染的途径 .....	(4)
第二节 大气质量控制标准 .....	(6)
一、大气质量控制标准的种类和作用 .....	(6)
二、制定大气质量控制标准的依据 .....	(6)
三、我国的大气质量控制标准 .....	(7)
习题 .....	(14)
第二章 大气污染的气象学基础 .....	(15)
第一节 大气组成与大气结构 .....	(15)
一、大气组成 .....	(15)
二、大气结构 .....	(16)
第二节 主要气象要素 .....	(17)
一、气温 .....	(17)
二、气压 .....	(17)
三、湿度 .....	(17)
四、风向风速 .....	(18)
五、云 .....	(18)
六、能见度 .....	(18)
七、天气状况 .....	(19)
第三节 大气的运动 .....	(19)
一、引起大气运动的作用力 .....	(19)
二、大气边界层中风随高度的变化 .....	(19)
三、近地层中的风速廓线 .....	(20)
四、局地风 .....	(21)
第四节 大气的热力过程 .....	(22)
一、气温直减率 .....	(22)
二、气温的垂直分布 .....	(23)
三、大气稳定度 .....	(23)

四、大气稳定度与烟流扩散的关系 .....	(23)
五、逆温 .....	(25)
习题 .....	(26)
<b>第三章 大气扩散浓度估算 .....</b>	<b>(27)</b>
第一节 大气扩散的基本理论简介 .....	(27)
第二节 实用的高斯模式 .....	(28)
一、高斯分布的假定条件 .....	(28)
二、均一大气条件下的扩散模式 .....	(28)
三、不均一大气条件下的扩散及风洞实验 .....	(31)
第三节 污染物浓度的估算方法 .....	(31)
一、烟云抬升高度的计算 .....	(31)
二、帕斯奎尔扩散曲线法 .....	(33)
三、影响浓度的时间因素 .....	(35)
习题 .....	(35)
<b>第四章 烟囱高度的计算及厂址选择 .....</b>	<b>(37)</b>
第一节 烟囱高度的计算 .....	(37)
一、烟囱高度的计算 .....	(37)
二、烟囱设计中应注意的几个问题 .....	(39)
三、提高烟气抬升高度的措施 .....	(39)
四、高烟囱排放效果及局限性 .....	(40)
第二节 厂址选择 .....	(40)
一、厂址选择所需的气候资料 .....	(41)
二、长期平均浓度的计算 .....	(42)
三、厂址选择 .....	(43)
习题 .....	(45)
<b>第五章 燃烧与大气污染 .....</b>	<b>(47)</b>
第一节 燃料的种类和性质 .....	(47)
一、燃料的种类 .....	(47)
二、燃料的性质 .....	(48)
第二节 燃料燃烧过程 .....	(51)
一、影响燃烧过程的主要因素 .....	(51)
二、燃料燃烧的理论空气量 .....	(52)
三、燃烧产生的污染物 .....	(53)
第三节 污染物排放量的计算 .....	(55)
一、污染物排放标准 .....	(55)
二、烟气体积计算 .....	(56)
三、污染物排放量的计算 .....	(57)
第四节 燃烧过程中硫氧化物的形成与控制 .....	(58)
一、燃料中硫的氧化机理 .....	(58)

二、SO <sub>2</sub> 和 SO <sub>3</sub> 之间的转化 .....	(60)
三、硫氧化物形成的控制 .....	(60)
第五节 燃烧过程中氮氧化物的形成与控制 .....	(61)
一、燃烧过程氮氧化物的形成 .....	(61)
二、含氮燃料形成 NO <sub>x</sub> 的有关因素 .....	(62)
三、高温燃烧下形成 NO <sub>x</sub> 的有关因素 .....	(62)
四、氮氧化物形成的控制 .....	(63)
第六节 燃烧过程中颗粒物的形成 .....	(65)
一、碳粒子的生成 .....	(65)
二、燃煤粉尘的形成 .....	(65)
第七节 燃烧过程中其他污染物的形成 .....	(67)
一、有机污染物的形成 .....	(67)
二、一氧化碳 .....	(67)
三、二氧化碳 .....	(68)
第八节 汽车尾气污染的控制 .....	(69)
习题 .....	(69)
第六章 净化气态污染物的方法 .....	(71)
第一节 吸收法净化气态污染物 .....	(71)
一、吸收平衡 .....	(71)
二、气液两相间物质传递过程理论 .....	(71)
三、吸收气态污染物的工艺配制问题 .....	(74)
四、吸收设备 .....	(75)
第二节 吸附法净化气态污染物 .....	(79)
一、吸附过程与吸附剂 .....	(80)
二、吸附理论 .....	(81)
三、吸附设备 .....	(83)
第三节 催化转化法净化气态污染物 .....	(87)
一、催化剂 .....	(87)
二、催化作用原理 .....	(88)
三、多相催化反应的物理化学过程 .....	(89)
四、催化反应器的结构类型 .....	(90)
五、催化转化法净化气态污染物的工艺配置问题 .....	(93)
第四节 净化气态污染物的其他方法 .....	(94)
一、冷凝法净化气态污染物 .....	(94)
二、燃烧法净化气态污染物 .....	(96)
第七章 气态污染物的治理与综合利用 .....	(101)
第一节 低浓度 SO <sub>2</sub> 废气的净化与利用 .....	(101)
一、概述 .....	(101)
二、常见的烟气脱硫方法 .....	(101)

第二节 含 NO <sub>x</sub> 废气的净化与利用 .....	(105)
一、概述 .....	(105)
二、常见的排烟脱硝法 .....	(106)
第三节 含氟废气的净化与利用 .....	(109)
一、概述 .....	(109)
二、常见的废气脱氟方法 .....	(110)
第四节 有机废气的净化与综合利用 .....	(113)
一、含有机溶剂废气的净化 .....	(114)
二、催化燃烧净化有机废气 .....	(114)
三、汽车尾气的催化净化 .....	(115)
<b>第八章 颗粒污染物性质和除尘器的性能</b> .....	(119)
<b>第一节 粉尘的物理性质</b> .....	(119)
一、粉尘的密度 .....	(119)
二、粉尘的比表面积 .....	(120)
三、粉尘的含水率和润湿性 .....	(120)
四、粉尘的荷电性和导电性 .....	(121)
五、粉尘的粘附性 .....	(121)
六、粉尘的安息角 .....	(122)
七、粉尘的爆炸性 .....	(123)
<b>第二节 除尘器的性能</b> .....	(123)
一、除尘器技术性能表示方法 .....	(123)
二、净化效率的表示方法 .....	(124)
习题 .....	(125)
<b>第九章 除尘装置</b> .....	(126)
<b>第一节 机械式除尘器</b> .....	(126)
一、重力沉降室 .....	(127)
二、惯性除尘器 .....	(132)
<b>第二节 旋风除尘器</b> .....	(134)
一、旋风除尘器内部流场分布 .....	(135)
二、旋风除尘器的分类 .....	(136)
三、旋风除尘器各部分尺寸比例 .....	(137)
四、常用旋风除尘器的结构和性能 .....	(138)
五、旋风除尘器的选型 .....	(141)
<b>第三节 袋式除尘器</b> .....	(144)
一、袋式除尘器的滤尘原理 .....	(144)
二、袋式除尘器的分类 .....	(146)
三、袋式除尘器的滤料 .....	(148)
四、常用袋式除尘器的结构和性能 .....	(150)
五、袋式除尘器的选择、设计和应用 .....	(154)



第四节	颗粒层除尘器	(155)
一、	颗粒层除尘器的性能	(156)
二、	颗粒层除尘器的分类	(157)
三、	颗粒层除尘器的结构形式	(157)
第五节	湿式除尘器	(161)
一、	湿式除尘器的除尘原理	(161)
二、	湿式除尘器的分类	(162)
三、	常见湿式除尘器的构造和特点	(163)
第六节	电除尘器	(168)
一、	电除尘器的分类	(169)
二、	电除尘器的工作原理	(170)
三、	影响电除尘器除尘效率的因素	(172)
四、	电除尘器的结构	(175)
五、	电除尘器的选型计算	(179)
习题		(180)
第十章	工业粉尘的治理与综合利用	(181)
第一节	生产性粉尘的来源	(181)
第二节	锅炉烟气除尘	(183)
一、	锅炉烟气特性概述	(184)
二、	锅炉烟尘防治措施	(186)
第三节	冲天炉烟气除尘	(187)
一、	冲天炉烟气特性	(187)
二、	冲天炉烟气净化流程	(188)
第四节	水泥厂烟气除尘	(190)
一、	回转窑烟气除尘	(191)
二、	立窑烟气除尘	(194)
三、	烘干机废气除尘	(195)
四、	粉磨设备废气除尘	(196)
第十一章	管道系统的设计	(198)
第一节	管道的布置及部件	(198)
一、	管道的布置	(198)
二、	管道材料及管道断面形状的选择	(200)
三、	管道的部件	(200)
第二节	管道内气体流动的压力损失	(203)
一、	摩擦压力损失	(204)
二、	局部压力损失	(207)
第三节	管道内流动气体的压力分布	(211)
第四节	引曳设备的选择	(212)
一、	离心式通风机的选择	(212)

二、电动机的选择 .....	(212)
第五节 管道计算 .....	(213)
一、管道计算方法 .....	(213)
二、管道计算实例 .....	(215)
习题 .....	(218)
附录1 锅炉大气污染物排放标准摘要 .....	(219)
附录2 工业炉窑大气污染物排放标准摘要 .....	(220)
附录3 水泥厂大气污染物排放标准摘要 .....	(223)
参考文献 .....	(226)

# 第一章 绪 论

## 第一节 大气污染

### 一、大气的重要性

大气是保护地球上生命免受外层空间恶劣环境危害的一个保护层,是植物光合作用所需二氧化碳和动物呼吸所需氧的来源。大气提供了固氮细菌和生产氮肥所必须的氮。大气是水循环的传输体,承担着把水从海洋输送到陆地的任务,对地球的热平衡起着重要的作用。

人们生活在空气的海洋里,洁净的空气对生命来说,比任何东西都重要。人需要呼吸新鲜、洁净的空气来维持生命,一个成年人每天呼吸大约有两万次,吸入空气量约 $10\sim 15\text{m}^3$ ,大约为每天所需食物质量的10倍。动植物的生存也离不开空气,植物的生存需要氮做养料,若没有氮它们就无法生存,但是,地壳、动物、植物、水、土壤中的氮,最初都来自空气。所以,空气不仅维持生命必需,而且还是生命必须的基础物质的“仓库”。

然而,在受污染的大气中,常含有 $\text{CO}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{HCl}$ 、过氧乙酰基硝酸酯(PAN)、各种碳氢化合物,以及多种无机或有机气体等。这些有害气体常与排放于大气中的颗粒物(气溶胶)共同悬浮于大气中。悬浮于大气中的污染物,不仅对太阳-地球间热量收支平衡有影响,造成局部地区或全球性的气候和气象变化,而且能直接对动植物生长和生存造成危害,甚至夺去生命。

### 二、大气污染的定义

按照国际标准化组织(ISO)作出的定义:大气污染通常系指由于人类活动和自然过程引起某些物质介入大气中,呈现出足够的浓度,达到足够的时间,并因此而危害了人体的舒适、健康和福利或危害了环境。

所谓人类活动不仅包括生产活动,而且也包括生活活动,如做饭、取暖、交通等。自然过程,包括火山活动、山林火灾、海啸、土壤和岩石的风化及大气圈中空气运动等。一般说来,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(即使生态平衡自动恢复)。所以可以说,大气污染主要是人类活动造成的。

从自然科学的观点来讲,“空气”和“大气”两个词并无实质性的差别。但在研究近地层空气污染规律时,往往将室外空气称为“大气”,将室外地区性空气污染称为“大气污染”;而对室内或车间内的空气污染,就称为空气污染。

按照大气污染的范围来分,大致可分为四类:①局限于小范围的大气污染,如受到某些烟囱排气的直接影响;②涉及一个地区的大气污染,如工业区及其附近地区或整个城市大气受到污染;③涉及到比一个城市更广泛地区的广域污染;④必须从全球范围考虑的全球性(或国际

性)污染,如大气中的可吸入颗粒物和二氧化碳气体的不断增加,就成了全球性污染,受到世界各国的关注。

根据大气污染的种类,大气污染可分为四种类型:①煤烟型大气污染。这种污染主要是由于煤的燃烧引起的,如英国伦敦烟雾就是煤烟型大气污染,我国大部分城市也属于此类污染。②石油型大气污染。这种污染主要是由于石油的燃烧引起的,如美国洛杉矶和日本四日市等地的污染事件则属于此类污染。③混合型大气污染。介于煤烟型和石油型之间的一种大气污染,如比利时的马斯河谷和美国多诺拉的污染事件则属于此类污染。④特殊型大气污染。是指由于某些工业企业排放的特殊气体,如氯气、氟化氢、硫化氢、金属蒸气等引起的大气污染,日本富山发生的污染事件就属此类型。

### 三、大气污染现象的发生

大气污染可看作是污染源所排放出的污染物,对污染物起着扩散稀释作用的大气,以及承受污染的物体三者相互关联所产生的一种效应。一个地区的大气污染程度与该地区的污染源所排出的污染物总量有关。这个总量不因气象条件的影响而发生变化;但是,排放出的污染物浓度,在时空分布上却受到气象条件的控制。由于气象条件不同,尤其是地理条件所决定的小气象条件不同,污染物作用于承受者的污染程度也就不一样。

我们可以用图 1-1 简单表述污染物总排放量与气象条件的关系,以及人类活动与污染物总排放量的关系。污染物的排放,首先受到人口、生活水平、工业结构和生产及其历年的变化等影响;其次,还受群众对大气污染的认识以及防治大气污染的态度等的影响。

因为人类的生产和活动,每年、每周、每日都在变化,所以污染物排放量也随之变化。加之,每年、每周、每日的气象条件也不断变化,这就出现了不同的污染类型。影响某个地区大气污染状况的气象条件有风向、风速、雨量、逆温及湍流等。近几十年来世界上发生了多次大气污染事件,每次污染事件都是在一定的地形和一定的气象条件下发生的。

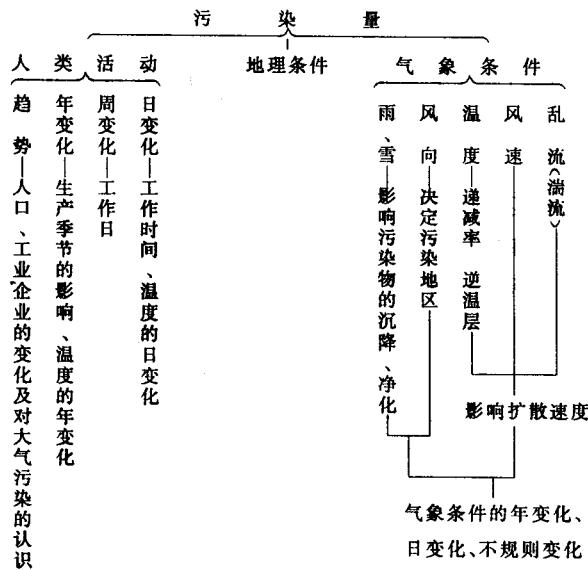


图 1-1 大气污染量的构成(决定污染的诸量因素)

#### 四、大气污染物的表示方法

大气中污染物的浓度有两种表示方法：一种是单位体积内所含污染物的质量数；另一种是污染物体积与气样总体积的比值。一般根据污染物存在的状态选择使用。

单位体积内所含污染物的质量其单位常用毫克/米<sup>3</sup>(mg/m<sup>3</sup>)或微克/米<sup>3</sup>(μg/m<sup>3</sup>)表示。这种表示方法对任何状态的污染物都适用。我国大气质量标准中日平均、时平均及任何一次污染物浓度所用的单位为毫克/标准米<sup>3</sup>(mg/Nm<sup>3</sup>)，系指标准状态(0°C、0.1MPa)下单位大气体积中污染物的质量。

污染物体积与气样总体积比值的单位为 ppm、ppb 或 ppt。ppm 系指在 100 万体积大气中含有有害气体或蒸气的体积数；ppb 是 ppm 的 1/1000；ppt 是 ppb 的 1/1000。显然，这种表示方法仅适用于气态或蒸气态污染物。

实际工作中上述两种表示方法的单位常常互相换算，其换算式如下：

$$c_p = \frac{22.4}{M} \cdot c \quad (1-1)$$

式中  $c_p$ ——以 ppm 表示的气体浓度；

$c$ ——以毫克/米<sup>3</sup>表示的气体浓度；

$M$ ——污染物的分子质量，g；

22.4——标准状态下气体的摩尔体积，L。

#### 五、我国大气污染的现状

我国是世界上大气污染最严重的国家之一，大气污染是我国环境问题中的一个主要问题。1996 年，工业废气中污染物排放量有所下降，烟尘排放量 758 万 t，比上年降低 9.5%；粉尘排放量 562 万 t，比上年降低 12.1%；二氧化硫排放量 1397 万 t，与上年大体持平。据 1996~1997 年国家环保局、农业部、财政部、国家统计局联合组织的“全国乡镇工业污染源调查”的初步结果，1995 年乡镇工业烟尘排放量为 993 万 t，占当年全国工业烟尘排放量的 54.2%；乡镇工业粉尘排放量为 1358 万 t，占当年全国工业粉尘排放量的 68.3%；乡镇工业二氧化硫排放量为 549 万 t，占当年全国工业二氧化硫排放量的 28.2%。表 1-1 列出了我国 1996 年 84 个城市四种大气污染物例行监测的结果。

表 1-1 1996 年全国 84 个城市大气污染物质监测结果

大气污染物质	全国	北方	南方	大气环境质量标准(日平均)	
				一级	二级
总悬浮颗粒物 年平均浓度(mg/m <sup>3</sup> )	0.309	0.387	0.230	0.300	0.500
二氧化硫 年平均浓度(mg/m <sup>3</sup> )	0.079	0.083	0.076	0.150	0.250
氮氧化物 年平均浓度(mg/m <sup>3</sup> )	0.047	0.053	0.041	0.100	0.150
降尘 年月平均浓度(t/km <sup>2</sup> ·月)	16.2	23.2	9.14		

注：南北方以秦岭和淮河为界。

从表中可以看出,我国大气污染仍以煤烟型污染为主,尘和酸雨危害最大,污染程度在加重。1996年,全国城市大气环境污染北方重于南方城市,少数南方城市大气污染严重。全国城市大气中总悬浮颗粒物浓度普遍超标,北方城市污染普遍较重,超标率大于30%的城市仍占85%以上。二氧化硫浓度较高,部分城市污染相当严重。全国大城市汽车尾气污染趋势加重,氮氧化物已成为少数大城市大气中的首要污染物。氮氧化物污染主要发生在100万人口以上的大城市和特大城市,广州、北京污染较重,其次是上海、鞍山、武汉、郑州、沈阳、兰州、大连、杭州等城市。

我国酸雨主要分布于长江以南、青藏高原以东地区及四川盆地。以长沙为代表的华中酸雨区,降水酸度最低,酸雨出现频率最高,并呈逐年加重趋势;西南酸雨区污染仅次于华中酸雨区;华南酸雨区、华东沿海酸雨分布较广,污染较重。1996年,酸雨降水污染普遍加重,分布区域有所扩展。据84个国控网络城市监测,降水年均pH值低于5.6的城市有43个。长沙降水平均pH值达到3.54,为监测城市中最低值。降水年均pH值小于4.5的城市有长沙、厦门、赣州、宜宾。

从以上这些监测、调查数据和情况看,已说明我国大气污染的严重程度和发展趋势。大气污染产生的原因有如下五方面:

#### 1. 燃煤是形成我国大气污染的主要原因

我国是一个以煤为主要能源的国家,据1991年统计,煤炭占商品能源总消费的75.6%。我国的能源资源特点和经济发展水平,决定了以煤为主的能源结构将长期存在。因此,控制煤烟型大气污染将长期作为我国大气污染控制领域的主要任务。

#### 2. 交通运输发展速度快

据1990年统计,我国拥有交通运输工具数量为:汽车551万辆,摩托车421万辆,火车机车39万辆,轮船66万艘,飞机421架。随着我国现代化建设的进程,流动大气污染源总的污染物排放量会明显增加,并将会逐渐上升为主要污染源,特别是在大城市,其排放污染物占大气污染物总量的比重会大幅度增加,如果不加以严格控制,将会直接危害人体健康。

#### 3. 工业化起点低,生产规模小

我国工业技术大多停留在五六十年代的水平,生产规模普遍小,工业企业技术改造进展缓慢,从而造成资源、能源消耗高,生产效益低,污染严重。我国飞速发展的乡镇企业,起点更低,污染治理率也很低。

#### 4. 历史欠账多,投资困难大

由于历史的原因和经济发展水平的限制,我国80年代前工业建设项目大多没有防治污染的设施。据调查分析计算,我国老的工业企业污染治理费用至少需要2000亿元左右,其中大气污染治理费用占了相当大的部分。

#### 5. 已有控制技术推广应用不够

我国目前燃料燃烧废气消烟除尘率为85%,工业锅炉烟尘排放达标率为72%,窑炉烟尘排放达标率为51%,但随着排放标准的提高,达标率还会降低。通过攻关的课题和引进开发的脱硫技术,目前仅限于试验及示范工程,尚未大规模实际应用。

### 六、控制大气污染的途径

目前,我国正处于经济高速发展时期,能源消费的急骤增长和随之而产生的大气污染物排

放量的增加,以及交通运输工具社会保有量增加迅速,我国的大气污染问题将会进一步加剧。为保证经济持续发展,大气污染防治必须与经济发展同步,从避免大气环境质量遭受破坏。具体控制大气污染的途径有:

#### 1. 大力加强工业企业技术改造

(1)积极促进老企业技术改造,推广清洁生产和清洁工艺,努力实现节能降耗,减少污染物排放。

(2)积极推进燃煤锅炉的更新换代,提高锅炉效率,减少污染物排放。

(3)禁止新建企业使用污染严重的生产工艺。

(4)促进乡镇企业更新改造、技术换代,大力提高乡镇企业的污染治理率和清洁生产工艺使用率。

#### 2. 推行有利于大气污染控制的能源政策

(1)调整能源消费结构,增大一次能源中水电、核电及太阳能的比重。利用最新技术成果,因地制宜地推广太阳能、风能等清洁能源。

(2)调整矿物燃料转向二次能源的比重,将终端能源消费对煤炭的依赖转变成对电和煤气的依赖,增加发电、供热和煤制气的投入量。

(3)在能源生产方面,要抓好电厂节煤。煤耗要从目前全国平均  $431\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 降低到  $355\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ ,新投产的大机组供电煤耗要低于  $330\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 。

(4)对在用车辆,应通过加强维修,增加保养,以达到在用车排放标准。

#### 3. 积极推广应用已有的污染控制技术

(1)提高除尘装置的安置率和除尘效率。

(2)提高工业及民用型煤普及率、市场多方位供煤,既供成型煤又供未成型的配煤,以促进炉前成型技术的应用,逐步做到城市工业、民用不烧散煤。

(3)大力推行城市集中供热、热电联供及建立城市热力管网,逐步淘汰已有的分散供热的小锅炉房,改造小型电厂为热电厂,每小时供气量超过  $10\text{t}$ ,年运行超过  $4000\text{h}$ 的小锅炉,都必须搞热电联产。

(4)推广应用工业锅炉循环流化床燃烧脱硫成套技术和大电厂烟气的脱硫技术。

#### 4. 控制大气污染的经济政策

(1)保证必要的大气污染治理设施的投资。

(2)对于治理大气污染从经济上给予支持和鼓励。

(3)贯彻“谁污染谁治理”的原则,并把排污收费的制度和行政、法律制裁措施具体化。

#### 5. 高烟囱扩散稀释

采用高烟囱扩散稀释的方法,可以使大气污染物向更高更广的范围扩散,减轻局部地区大气污染。目前,世界上很多国家都采用高烟囱扩散的方法防止  $\text{SO}_2$  污染;但是,这种高烟囱扩散的方法,只能减轻局部地区大气污染,排放污染物绝对量并没有减少,而且烟囱越高,造价越高(一般是烟囱的造价与其高度的平方成正比);所以,在实际工作中,还应根据各地区大气污染情况,确定合适的烟囱高度,同时控制污染物的总排放量。

#### 6. 绿化造林

绿化造林,不仅能美化环境,调节大气温度、湿度及城市小气候,保持水土,防风防沙,而且在净化大气、减低噪声方面也有显著作用。

## 7. 加强环境管理,安装废气净化装置

运用技术、经济、法律、教育和行政手段,对人类的社会活动进行管理,协调社会经济发展与保护环境的关系,使人类具有一个良好的生活、劳动环境,使经济得到长期稳定的增长。

对污染源进行治理,安装废气净化装置,是控制大气环境质量的基础。各种净化装置的结构原理、性能特点和设计计算等,是本课的重点内容,将在以后各章中详细介绍。

## 第二节 大气质量控制标准

大气质量控制标准是环境保护的重要组成部分,也是有关防止大气污染的环境质量标准。

### 一、大气质量控制标准的种类和作用

大气质量控制标准按其用途可分为四类:大气环境质量标准;大气污染物排放标准;大气污染控制技术标准;大气污染警报标准。按其适用范围可分为:国家标准、地方标准和行业标准。

#### 1. 大气环境质量标准

大气环境质量标准系以保障人体健康和一定的生态环境为目标而对各种污染物在大气环境中的容许含量所作的限制规定。它是进行大气环境质量管理及制订大气污染防治规划和大气污染物排放标准的依据,是环境管理部门的执法依据。

#### 2. 大气污染物排放标准

大气污染物排放标准系以实现大气环境质量标准为目标,而对从污染源排入大气的污染物容许含量所作的限制规定。它是控制大气污染物的排放量和进行净化装置设计的依据,同时也是环境管理部门的执法依据。大气污染物排放标准可分为国家标准、地方标准和行业标准。

#### 3. 大气污染控制技术标准

大气污染控制技术标准是根据污染物排放标准引申出来的,如燃料、原料使用标准,净化装置选用标准,排气筒高度标准及卫生防护带标准等。它们都是为保证达到污染物排放标准而从某一方面作出的具体技术规定,目的是使生产、设计和管理人员容易掌握和执行。

#### 4. 警报标准

大气污染警报标准是为保护大气环境不致恶化或根据大气污染发展趋势,预防发生污染事故而规定的污染物含量的极限值。超过这一极限值时就发出警报,以便采用必要的措施。警报标准的制定,主要建立在对人体健康的影响和生物承受限度的综合研究基础之上。

### 二、制定大气质量控制标准的依据

目前各国判断大气质量时,一般多依据世界卫生组织(WHO)1963年提出的大气质量四级水平:

第一级:在处于或低于所规定的浓度和接触时间内,观察不到直接或间接的反应(包括反射性或保护性反应)。

第二级:在达到或高于所规定的浓度和接触时间内,对人的感觉器官有刺激,对植物有损害或对环境产生其他有害作用。

第三级:在达到或高于所规定的浓度和接触时间内,可以使人的生理功能发生障碍或衰



退,引起慢性病和寿命缩短。

第四级:在达到或高于所规定的浓度和接触时间内,对敏感的人发生急性中毒或死亡。  
我国大气质量标准属于此标准的一、二级之间。

### 三、我国的大气质量控制标准

#### 1. 大气环境质量标准

我国于1982年制定出《大气环境质量标准》GB3095—82,列入了总悬浮微粒(TSP)、飘尘(可吸入颗粒物)、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、光化学氧化剂(O<sub>3</sub>)六种污染物的浓度标准(见表1-2)。

表 1-2 空气污染物三级标准浓度限值 (摘自 GB3095—82)

污染物名称	浓度限值(mg/Nm <sup>3</sup> )			
	取值时间	一级标准	二级标准	三级标准
总悬浮微粒	日平均 <sup>①</sup>	0.15	0.30	0.50
	任何一次 <sup>②</sup>	0.30	1.00	1.50
飘尘	日平均	0.05	0.15	0.25
	任何一次	0.15	0.50	0.70
二氧化硫	年日平均 <sup>③</sup>	0.02	0.06	0.10
	日平均	0.05	0.15	0.25
	任何一次	0.15	0.50	0.70
氮氧化物	日平均	0.05	0.10	0.15
	任何一次	0.10	0.15	0.30
一氧化碳	日平均	4.00	4.00	6.00
	任何一次	10.00	10.00	20.00
光化学氧化剂(O <sub>3</sub> )	一小时平均	0.12	0.16	0.20

注:①“日平均”为任何一日的平均浓度不许超过的限值。

②“任何一次”为任何一次采样测定不许超过的浓度限值。不同污染物“任何一次”采样时间见有关规定。

③“年日平均”为任何一年的日平均浓度均值不许超过的限值。

#### 2. 工业企业设计卫生标准

我国于1962年颁发并于1979年修订的《工业企业设计卫生标准》(TJ36—79),规定了“居住区大气中有害物质的最高容许浓度”标准和“车间空气中有害物质的最高容许浓度”标准(见表1-3和表1-4)。