



大气污染控制技术

DAQIWURAN KONGZHI JISHU

李广超 主编



化学工业出版社

大气污染控制技术

李广超 主编

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

大气污染控制技术/李广超主编. - 北京:化学工业出版社,2001.5
ISBN 7-5025-3194-7

I. 大… II. 李… III. 空气污染控制-技术
IV. X51

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 16816 号

大气污染控制技术

李广超 主编

责任编辑:王文峡

责任校对:凌亚男

封面设计:蒋艳君

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64918013

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 13¼ 字数 322 千字

2001 年 5 月第 1 版 2001 年 5 月北京第 1 次印刷

印 数:1—5000

ISBN 7-5025-3194-7/G·814

定 价:22.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

环境问题是当代人类普遍关注的全球性问题。随着现代工业生产的迅速发展,对环境污染实施有效控制已变得越来越重要和紧迫;人类的可持续发展成为21世纪国际社会关注的焦点。我国吸取世界上工业化国家“先污染、后治理”的教训,把实现可持续发展作为一项基本国策。而可持续发展战略的实施必须依靠科技进步和环境教育。为满足社会对环境专门人才,特别是具有从事环境保护与监测工作的综合职业能力,在生产、服务、技术和管理第一线工作的高素质劳动者的需求,许多学校先后开设了环境类专业,培养出了一批又一批职业人才。随着高中等职业教育改革的发展,社会对环境类职业人才专业水平与能力的要求日渐提高,广大院校把进一步提高环境类专业的教学质量作为专业生存和发展的基本前提。更新专业教学内容,强化职业能力培养,提高学生的专业素质,增强学生对职业的适应能力等问题逐渐集中到对传统教学内容和方式的改革上来。专业教学改革对教材提出了全新的要求,而改革的成果又为新教材的诞生提供了充分的素材。

化学工业出版社对近两年中高、中等职业教育环境类专业的教学改革给予了高度重视和认真研究。2000年春,在全国石油和化工行业教学指导委员会的支持下,组建了由全国十几所院校的二十多位专家教师组成的环境类专业教材编委会。在对几十所学校的培养规格、教学内容、专业特色等问题进行广泛调研的基础上,编委会组织各校进行了教学文件和手段的交流和研讨,拟订了环境类专业的协作性教学计划。接着对各校现用教材基本情况 and 意见进行了调查和整理,并决定从目前较薄弱的专业基础课和专业课教材入手,开始新一轮教材的编审工作。第一批教材涉及的课程有环境保护基础、大气污染控制技术、水污染控制技术、固体废物处理与利用、噪声控制技术和环境监测。

本套教材充分考虑职业教育对教材的要求,以学生为本,注重对专业素质和能力的培养。在保证专业教学内容科学合理的基础上,结合社会对环境类职业的要求,适当突出了技术传授和能力培养;根据学生兴趣发展,安排了部分自学内容,增强学校与社会、理论与实践之间的衔接。考虑到高等职业教育与中等职业教育间培养规格和教学内容的不同,学校之间教学重点和特色的区别,教材对课程内容和层次采用模块化拼接,以便于组织教学。主要编审人员也考虑了高、中等职业学校之间的优化组合。

本书在编排过程中,力求教材的实用性。重点介绍目前大气污染控制的基本方法、净化设备、工艺流程、典型气态污染物和典型的应用实例。概括性地介绍有关大气污染控制技术的基本原理,对于在《化工原理》中详细介绍过的吸收、吸附等基本理论,特别是有关复杂的计算,本书介绍得很少甚至不进行介绍。对于污染物排放量的估算方法、烟囱高度的计算方法、除尘设备的设计计算等必要的计算也只是介绍最基本的计算方法,以突出净化方法、设备种类和性能、工艺流程等重要内容。

本书在编写时,考虑职业教育学生学习的特点,在每章的开头附有学习指南,简单概述了本章的学习目的和学习方法。在每节后安排了不同题型(填空题、判断题、选择题、计算题和综合题等)的练习。另外,本书中用小字编排的内容,旨在扩大学生的知识面,提高学生兴趣,学生可以自己阅读,也可以在教师的指导下阅读。加“*”的内容可作为高职的教

学内容。

本书由李广超（编写第5章）、谢惠波（编写第1、2、3章）、傅新华（编写第4、6章）编写，全书由李广超主编，顾强主审。沈永祥、李耀中、王松贤、冷宝林、王燕飞、刘云华、庄伟强等为本书提出了宝贵意见。在编写过程中，顾明华、彭德厚、冷士良、魏勇等也提出了建设性的建议，并给予大力支持，化学工业出版社对本教材的编审工作也给予了大力支持，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限，再加时间仓促，错误和疏忽之处在所难免，诚望广大读者批评指正。

编者

2001年4月

内 容 提 要

本书共分为6章,内容包括燃料与洁净燃烧技术、烟气的高空排放、颗粒污染物控制技术、气态污染物控制技术和工业通风技术与局部通风净化系统等。概括性介绍了大气污染控制技术的基本原理,重点介绍污染物排放量的计算方法、污染物浓度的计算方法、烟囱高度的计算方法以及颗粒污染物和气态污染物常用的净化设备、典型的工艺流程、典型气态污染物的净化技术和应用实例等。

本书图文并茂,难度适中,即可作为中等职业技术教育和高等职业技术教育环境类专业的教材,也可作为从事环境保护工作者自学的参考资料。

环境类专业系列教材编审委员会

主任委员

沈永祥 刘德生 律国辉 许 宁

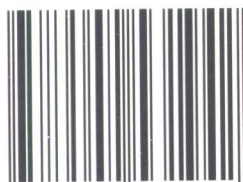
委 员 (按汉语拼音排序)

蔡庄红	冯 流	傅新华	高洪潮	顾明华
顾 强	黄一石	金万祥	冷宝林	李东升
李广超	李耀中	李志富	刘德生	刘勇志
刘云华	律国辉	秦建华	沈永祥	王瑞芬
王燕飞	谢惠波	许 宁	于淑萍	袁红兰
张慧利	张书圣	庄伟强		

 化学工业出版社环境类专业教材系列

- 环境保护基础
- 大气污染控制技术
- 水污染控制技术
- 固体废物处理与利用
- 噪声控制技术
- 环境监测

ISBN 7-5025-3194-7



9 787502 531942 >

ISBN 7-5025-3194-7/G · 814

定价: 22.00元



目 录

1 绪论	1
1.1 大气污染	1
1.1.1 大气污染基本常识	1
1.1.2 大气污染源和大气污染物	2
练习 1.1	4
1.2 大气污染控制的主要内容	5
1.2.1 大气污染控制的对象	5
1.2.2 大气污染控制的主要技术	5
练习 1.2	8
1.3 大气污染综合防治	8
1.3.1 大气污染综合防治的原则	8
1.3.2 大气污染综合防治措施	9
练习 1.3	10
2 燃料与洁净燃烧技术	11
2.1 燃料的种类与性质	11
2.1.1 固体燃料	11
2.1.2 液体燃料	12
2.1.3 气体燃料	13
练习 2.1	13
2.2 燃料的燃烧过程	14
2.2.1 影响燃烧过程的主要因素	14
2.2.2 固体燃料的燃烧过程及设备	16
2.2.3 气体燃料的燃烧过程和燃烧设备	18
2.2.4 液体燃料的燃烧过程和燃烧装置	19
练习 2.2	20
2.3 燃烧过程中主要污染物的形成机制	20
2.3.1 硫氧化物的形成机制	20
2.3.2 氮氧化物的形成机制	21
2.3.3 颗粒污染物的形成机制	21
练习 2.3	22
2.4 洁净燃烧技术	22
2.4.1 洁净煤技术	23
2.4.2 低 NO_x 生成燃烧技术	25
练习 2.4	28
2.5 燃烧过程污染物排放量的计算	28

2.5.1 烟气体积的计算	28
2.5.2 工业生产废气和大气污染物排污量的估算	32
练习 2.5	34
3 烟气的高空排放	35
3.1 影响烟气扩散的因素	35
3.1.1 气象条件对烟气扩散的影响	35
3.1.2 下垫面对烟气扩散的影响	38
练习 3.1	41
3.2 烟气在大气中扩散的计算	41
3.2.1 实用的高斯扩散模式	42
3.2.2 烟气抬升现象和烟气抬升高度的计算方法	44
3.2.3 扩散参数的确定	46
练习 3.2	47
3.3 烟囱高度的设计及厂址的选择	48
3.3.1 烟囱高度的计算	48
3.3.2 烟囱设计应注意的事项	49
3.3.3 厂址的选择	50
练习 3.3	51
4 颗粒污染物控制技术	52
4.1 除尘技术基础	52
4.1.1 粉尘的性质	52
4.1.2 除尘装置的性能指标	54
4.1.3 除尘器的分类	57
练习 4.1	58
4.2 机械式除尘器	59
4.2.1 重力除尘器	59
4.2.2 惯性除尘器	60
4.2.3 旋风除尘器	61
练习 4.2	71
4.3 静电除尘器	72
4.3.1 静电除尘的基本原理	72
4.3.2 静电除尘器除尘效率的影响因素	74
4.3.3 静电除尘器的结构形式和主要部件	75
4.3.4 电除尘器的设计和选择	80
练习 4.3	83
4.4 洗涤式除尘器	84
4.4.1 洗涤式除尘器概述	84
4.4.2 几种常见的洗涤式除尘器	85
练习 4.4	92
4.5 过滤式除尘器	92

4.5.1	袋式除尘器的除尘原理	92
4.5.2	袋式除尘器除尘效率的影响因素	93
4.5.3	常用袋式除尘器的结构	95
4.5.4	颗粒层除尘器	102
练习 4.5		105
4.6	除尘装置的选择	106
4.6.1	除尘装置的选择原则	106
4.6.2	各种类型除尘器的适用范围	108
4.6.3	除尘器的维护和管理	108
现场教学		109
5	气态污染物控制技术	110
5.1	吸收法净化气态污染物	110
5.1.1	吸收法的基本原理	110
5.1.2	吸收剂	111
5.1.3	常用吸收设备	112
练习 5.1		114
5.2	吸附法净化气态污染物	114
5.2.1	吸附法基本原理	115
5.2.2	吸附剂	116
5.2.3	常用的吸附设备	119
5.2.4	吸附的工艺流程及计算	122
练习 5.2		125
5.3	催化转化法净化气态污染物	125
5.3.1	催化剂及其性能	126
5.3.2	催化反应器	128
练习 5.3		129
5.4	燃烧法净化气态污染物	129
5.4.1	直接燃烧法	130
5.4.2	热力燃烧法	130
5.4.3	催化燃烧法	132
练习 5.4		133
5.5	冷凝法净化气态污染物简介	133
5.5.1	冷凝法基本原理	134
5.5.2	冷凝法流程和设备	134
5.6	典型气态污染物的治理	136
5.6.1	烟气中 SO_2 的净化技术	136
5.6.2	烟气中 NO_x 的净化技术	144
5.6.3	含氟废气的治理	150
5.6.4	有机废气的净化技术	153
5.6.5	汽车排气净化技术	156

5.6.6 恶臭的控制与治理	158
练习 5.6	163
6 工业通风技术与局部通风净化系统	166
6.1 概述	166
6.1.1 局部通风技术和局部通风净化系统	166
6.1.2 全面通风	167
练习 6.1	168
6.2 集气罩	168
6.2.1 集气罩的基本形式	168
6.2.2 集气罩排风量的测定及设计原则	170
练习 6.2	171
6.3 通风管道的布置和风机的选择	171
6.3.1 通风管道的布置原则	171
6.3.2 通风机的选择	172
6.4 净化系统的保护	173
6.4.1 净化系统的防爆	173
6.4.2 净化系统的防腐	173
6.4.3 净化系统的防振	174
附录	175
附录 1 锅炉大气污染物排放标准 (摘要)	175
附录 2 工业炉窑大气污染物排放标准 (摘要)	176
附录 3 水泥厂大气污染物排放标准 (摘要)	180
附录 4 火电厂大气污染物排放标准 (GB 13223—1996) (摘要)	182
附录 5 恶臭污染物排放标准 (GB 14554—93) (摘要)	184
附录 6 轻型汽车排气污染物排放标准 (GB 14761.1—93) (摘要)	185
附录 7 炼焦炉大气污染物排放标准 (GB 16171—1996) (摘要)	186
附录 8 大气污染物综合排放标准 (GB 16297—1996) (摘要)	188
主要参考文献	201

1 绪 论

学习指南

本章概括性地介绍了大气污染的基本常识，学习时应注意掌握大气污染、大气污染类型、大气自净作用等基本概念，了解我国大气污染的现状和污染控制技术的主要内容，具体的污染控制技术将会在以后的章节陆续详细介绍。要求认真思考和完成本教材各章节后的练习，在掌握知识的同时锻炼自己分析问题和解决问题的能力。

大气是人类赖以生存的基本环境要素，大多数生命过程（人类、一切动植物和大多数微生物）都离不开大气。大气层通过自身运动进行热量、动量和水资源分布的调节过程，给人类创造了一个适宜的生活环境，而且能阻挡过量的紫外线照射到地球表面，有效保护地球上的生物。但随着人类生产活动和社会活动的增加，大气环境质量日趋恶化，自工业革命以来，由于大量燃料的燃烧、工业废气和汽车尾气的排放等原因，曾发生多起与大气污染有关的公害事件，已经引起了世界各国的重视。如不对大气污染进行治理与控制，将会给人类带来灾难性的后果。大气污染控制技术就是对大气污染进行治理与控制的实用技术。

1.1 大 气 污 染

1.1.1 大气污染基本常识

(1) 大气污染的概念

由于人类活动或自然过程，排放到大气中的有害物质超过环境所能允许的极限（环境容量）时，其浓度及持续时间足以对人们的生活、工作、健康、精神状态、设备财产以及生态环境等产生不利影响，即为大气污染。

(2) 大气污染的原因

造成大气污染的原因包括两个方面，即自然过程及人类生产和生活活动，而后者是最主要的原因。这一方面是由于人口的迅速增长，人类在进行生活活动时需要燃烧大量的煤、油、天然气等燃料而排放大量有害的废气；另一方面由于人类在进行工业生产过程中，将含有多种有害物质的大量的工业废气未经净化处理或处理得不太彻底就排入大气环境中，从而造成大气的污染。人类活动无论从排放有害物质的总量、持续时间还是影响范围和程度都远远超过自然过程所造成的大气污染。

(3) 大气污染的危害

大气污染的危害可以是全球性，也可能是区域性的或局部地区的。全球性大气污染主要表现在臭氧层损耗加剧和全球气候变暖，直接损害地球生命支持系统。区域性的大气污染主要是酸雨，不仅损害人体的健康，而且影响生物的生长，并会使建筑物遭到不同程度的破坏。城市范围和局部地区大气污染主要表现在这些范围内大气的物理特征和化学特征的变化。物理特征主要表现在烟雾日增多、能见度低以及城市的热岛效应。化学特征的不良变化将危害人体健康，导致癌症、呼吸系统疾病、心血管疾病等发病率呈上升趋势。

(4) 大气污染的类型

对大气污染分类可以采取不同的方法。根据大气污染原因和大气污染物的组成,把大气污染分为煤烟型污染、石油型污染、混合型污染和特殊型污染四大类。煤烟型污染是由燃煤工业的烟气排放及家庭炉灶等燃煤设备的烟气排放造成的,我国大部分的城市污染属于此类型污染。石油型污染是由于燃烧石油向大气中排放有害物质造成的。混合型污染是由煤炭和石油在燃烧或加工过程中产生的混合物造成的大气污染,是介于煤烟型和石油型污染之间的一种大气污染。特殊型大气污染是由于各类工业企业排放的特殊气体(如氯气、硫化氢、氟化氢、金属蒸气等)引起的大气污染。

根据污染的范围可将大气污染分为局部地区大气污染、区域性大气污染、广域性大气污染和全球性大气污染。

不同类型的大气污染,其危害程度和控制措施均有许多差异。

1.1.2 大气污染源和大气污染物

(1) 大气污染源

大气污染源是指向大气排放足以对环境产生有害影响物质的生产过程、设备、物体或场所等。它具有两层含义,一层是指“污染物的发生源”,如火力发电厂排放 SO_2 ,就称火力发电厂为污染源。另一层是指“污染物来源”,如燃料燃烧向大气中排放污染物,表明污染物来自于燃料的燃烧。

大气污染物主要来源于自然过程和人类活动,因此从大范围来分,可将大气污染源分为自然污染源和人为污染源两大类。为了满足污染调查、环境评价、污染物治理等方面的需要,对人为污染源做了进一步分类。按污染源存在的形式可分为固定污染源和移动污染源两大类(如工厂烟囱、厂房等不能随便移动的为固定污染源,汽车、火车等交通工具等是在移动过程中排放出污染物的称为移动污染源);按污染源排放空间分为高架源和地面源;按污染源排放方式可分为点源、面源和线源;按污染物排放时间可分为连续源、间断源和瞬时源;按污染物产生的类型可分为工业污染源、农业污染源、生活污染源和交通污染源。

(2) 大气污染物

大气污染物是指由于人类活动或自然过程,排放到大气中并对人或环境产生不利影响的物质。

按我国环境标准和环境政策法规中规定的大气污染物可将其分为以下两种:

① 为履行国际公约而确定的污染物主要有二氧化碳(CO_2)、氟氯烃(CCl_3F 、 CCl_2F_2)。

② 全国性的大气污染物主要有烟尘、工业粉尘、二氧化硫(SO_2)、氮氧化物(NO_x)、一氧化碳(CO)和光化学氧化剂(O_3)、过氧硝酸乙酰酯(PAN)等。我国大气环境的主要污染物是烟尘和 SO_2 。

按污染物的存在状态可将其分为颗粒污染物和气态污染物(见表 1-1)。

在大气污染控制中,根据大气中粉尘颗粒的大小,又将粉尘分为飘尘、降尘和总悬浮颗粒物。飘尘是指粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的固体颗粒,它能较长期地在大气中飘浮。降尘是指粒径大于 $10\mu\text{m}$ 的固体颗粒,在重力的作用下可在较短时间内沉降到地面。总悬浮颗粒物是指粒径小于 $100\mu\text{m}$ 的所有固体颗粒。

按污染物的形成过程可分为一次污染物和二次污染物。由污染源直接排放,且在大气迁

表 1-1 颗粒污染物和气态污染物

颗粒污染物		气态污染物	
污染物种类	污染物颗粒大小	污染物种类	污染物举例
粉尘	1~200 μm	含硫化合物	SO ₂ 、SO ₃ 、H ₂ S
烟	0.01~1 μm	含氮化合物	NO、NO ₂ 、NH ₃
飞灰		碳的氧化物	CO、CO ₂
黑烟		碳氢化合物	HC
雾		卤素化合物	HF、HCl

移时其物理和化学性质尚未发生变化的污染物称为一次污染物（如 SO₂、NO、CO 和 HF 等）。一次污染物在大气中经过化学反应生成的污染物称为二次污染物（如 SO₃、H₂SO₄、硫酸盐和硝酸盐等）。

大气污染物的来源

大气污染物主要来源于燃料燃烧、工业生产过程、农业生产过程和交通运输。

无论是火力发电厂、钢铁厂、焦化厂等工矿企业，还是其他企业中的各种工业炉窑及民用炉灶和取暖锅炉的燃料燃烧均向大气中排放大量的污染物。不同种类燃料，同一种燃料在不同燃烧设备和燃烧工况下排放的污染物种类和数量不尽相同。例如：

- ① 火力发电厂每燃烧 1t 煤，大约排放 10kg 的烟尘；
- ② 燃烧 1t 含硫 0.5% 的煤，大约产生 SO₂ 10kg，产生 NO_x 8~9kg；
- ③ 燃烧 1t 石油，大约产生 9~12kg 的 NO_x。

化工、建材、钢铁、冶金、煤炭等工业企业，在原材料及产品的运输、粉碎、及由各种原料制成成品的过程中，都会有大量的污染物排入大气环境中，所排放污染物的种类、数量、组成、性质因生产工艺、流程、原材料及操作条件和管理水平的不同而不同。主要的污染物有粉尘、碳氢化合物、含硫化合物、含氮化合物及卤素化合物等。重有色金属在火法冶炼中产生的有害物质以重金属烟尘和 SO₂ 为主，也伴有汞、镉、铅、砷等剧毒物质。生产轻金属铝时，污染物以氟化物和沥青烟为主；生产镁、钛、锆、钎时，排放的污染物以氟气、CO 和金属氯化物为主。

① 生产 1t 钢要消耗包括铁矿石、煤炭、石灰石等原材料 6~7t，其中约 80% 变成各种废物或有害物质排入环境中。

② 生产 1t 硝酸产生的 NO_x（以 NO₂ 计）约 20~30kg。用常压氧化加压吸收的方法，规模为年产 4 万 t 的硝酸工厂，尾气排放量每小时约为 2000m³，尾气中 NO_x 的浓度达 0.2%~0.4%。

③ 生产 1t 硫酸，废气中含有 SO₂ 9~18kg。

④ 生产 1t 成品盐酸，废气中含有 1.4kg HCl 和 0.9kg Cl₂。

⑤ 生产 1t 纯碱，随废气排放的 NH₃ 约为 3.5kg。

⑥ 生产 1t 硝酸铵排放的废气中含有硝酸雾 2.3kg，NH₃ 22.7kg，硝酸粉尘 27.2kg。

⑦ 生产 1t 硫酸铵排放的废气中有 CO 45.4~90kg，CH₄ 45.4kg，NH₃ 3.2~68.1kg，H₂S 8~25kg。

⑧ 生产 1t 普通过磷酸钙产生废气 250~300m³，主要的污染物是氟化物及粉尘，氟含量约为 15~25 g/m³。

⑨ 高炉法生产 1t 钙镁磷肥，排放废气 1000~1500m³，粉尘 60kg，氟含量 0.2~3g/m³。

我国大气污染的现状

我国是世界上少数几个大气污染严重的国家之一，仍然以煤烟型为主，主要污染物是总悬浮颗粒物和

二氧化硫,少数特大城市属煤烟与汽车尾气污染并重类型,酸雨污染程度居高不下。

(1) 二氧化硫污染现状

随着我国经济的快速发展,煤炭消耗量不断增加,二氧化硫排放总量随着煤炭消费量的增长而急剧增加。近年来,每年二氧化硫排放总量徘徊在 1857 万 t 左右,其中工业来源的排放量约 1460 万 t,生活来源的排放量约 397 万 t。

(2) 烟尘、粉尘排放现状

近年来,全国燃煤排放的烟尘总量为 1400 万 t 左右,其中火电厂和工业锅炉排放量占 70% 以上。在火电厂排放中,地方电厂由于基本上使用的是低效除尘器,吨煤排放烟尘是国家电厂的 5~10 倍,其排放量占到电厂总排放量的 65%。

全国工业粉尘排放量约为 639 万 t,其中钢铁生产排尘占总量的 15%,水泥生产排尘占总量的 70%,在水泥生产排尘中,地方水泥厂排尘占到 80%,成为工业粉尘的主要排放源。

1999 年,烟尘排放总量 1159 万 t,其中工业烟尘排放量 953 万 t,生活烟尘排放量 206 万 t;工业粉尘排放量 1175 万 t。

(3) 机动车排气污染现状

自 20 世纪 80 年代以后,受经济增长的推动,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、特大城市机动车数量增长速度远远高于全国平均水平。到 1995 年,全国汽车保有量已超过 1050 万辆;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。

(4) 城市大气环境污染严重

1999 年,统计的 338 个城市中,33.1% 的城市满足国家空气质量二级标准。66.9% 的城市超过国家空气质量二级标准,其中超过三级标准的有 137 个城市,占统计城市的 40.5%。城市空气环境质量总体上较 1998 年度略有好转。

总悬浮颗粒物(TSP)是中国城市空气中的主要污染物,60.0% 的城市 TSP 浓度年均值超过国家二级标准。二氧化硫浓度年均值超过国家二级标准的城市占统计城市的 28.4%,氮氧化物污染较重的多为人口超过百万的大城市。

47 个环保重点城市中,16 个城市空气质量达到国家二级标准,13 个城市空气质量为三级;18 个城市空气质量超过三级标准。

(5) 我国酸雨污染现状

以煤烟型为主的大气污染导致的酸雨的覆盖面积约占国土面积的 30%,呈明显的区域性特征。

广东、广西、四川盆地和贵州省大部分地区,形成了我国华南、西南酸雨区,已成为与欧洲、北美洲并列的世界三大酸雨区之一,降雨 $\text{pH} < 5.0$ 的概率为 70%。

近年来又逐渐形成了长沙、南昌为代表的华中酸雨区,以厦门、福州、杭州、上海、南京、青岛为代表的华东沿海酸雨区,以图们为代表的北方酸雨区。

1999 年,据 106 个城市的降水 pH 值监测结果统计,降水年均 pH 值范围在 4.3~7.47,降水年均 pH 值低于 5.6 的城市有 43 个,占统计城市的 40.6%。统计的 59 个南方城市中,41 个城市降水年均 pH 值小于 5.6,占 69.5%。其中酸雨频率超过 80% (含 80%) 的城市有怀化、景德镇、遵义、宜宾和赣州。北方城市中,图们、青岛降水年均 pH 值仍然小于 5.6。

✎ 练习 1.1

填空题

1. 大气是人类赖以生存的最基本的环境要素,当排放到大气中的物质超_____时,就会造成大气污染。_____过程及_____活动是造成大气污染的原因,排放到大气中并对人或环境产生不利影响的物质称为_____,根据燃料的性质和大气污染物的组成,把大气污染分为_____,_____和_____四大类。

判断题

- 1. 大气与空气是同一概念。 ()
- 2. 我国的大气污染主要属于混合型污染。 ()
- 3. 大气是人类生存的最基本的环境要素。 ()
- 4. 人类的生产和生活活动是造成大气污染的最主要原因。 ()
- 5. 粉尘属于气溶胶状态污染物而雾则属于气态污染物。 ()
- 6. 我国是世界上污染最重的国家之一。 ()
- 7. 酸雨是指 pH 小于 7 的降雨。 ()
- 8. 我国最大的酸雨区是华南、西南酸雨区。 ()

1.2 大气污染控制的主要内容

1.2.1 大气污染控制的对象

大气污染控制的对象主要是人为活动，特别是燃料燃烧、工业生产过程、农业生产过程和交通运输所排放的含有污染物的废气。主要包括含尘废气、低浓度 SO₂ 废气、NO_x 废气、含氟废气、含铅废气、含汞废气、有机化合物废气、H₂S 废气、酸雾、沥青烟及恶臭等。也包括对破坏臭氧层物质和温室气体的排放控制。

由于我国大气环境污染以煤烟型污染为主，以工业生产过程和燃料燃烧过程排放的污染物为主。因此，控制的主要对象是含尘烟气、SO₂、NO_x 和工业工艺尾气中的有毒物质。

1.2.2 大气污染控制的主要技术

根据污染物的来源和形态可将大气污染的常规控制技术分为洁净燃烧技术、烟气的高烟囱排放技术、颗粒污染物净化技术、气态污染物净化技术等。本书将分章介绍这些技术，主要讲述基本原理、主要设备及其性能、应用条件等（见表 1-2）。

表 1-2 大气污染控制技术及所能净化的污染物

大气污染控制方法		主要作用或净化的主要污染物
颗粒污染物控制技术	除尘技术	烟尘、工业粉尘
	吸收法	SO ₂ 、NO _x 、氟化物
气态污染物控制技术	吸附法	SO ₂ 、NO _x 、有机化合物
	燃烧法	HC 化合物 CO、恶臭、沥青烟
	催化法	CO、HC 化合物、NO _x
	冷凝法	有机溶剂蒸气
	全面通风	保持车间环境空气质量满足健康卫生标准
工业通风技术	局部通风	控制室内污染物的排放，收集污染气体进入净化装置
洁净燃烧技术		粉尘、SO ₂ 、NO _x
烟气的高空排放		对各种污染物进行稀释排放

(1) 洁净燃烧技术