

大气保护与能源利用

王汉臣 编著

中国环境科学出版社

61
21

大气保护与能源利用

王 汉 臣 编著

中国环境科学出版社

1992

内 容 简 介

本书是为了配合环境管理工作的深化和满足广大大气环境保护工作者的需求而编写的。本书以防治尘和二氧化硫污染为重点,强调采取环境管理、经济政策和技术进步为主要手段,求得环境效益、社会效益和经济效益的统一。全书共分十四章,分别介绍了我国空气污染现状、能源开发利用与大气环境问题、污染物质在大气中的扩散、型煤和除尘技术、防治二氧化硫污染、汽车尾气污染防治、酸雨与温室效应等内容。

本书可供广大环境保护工作者使用,也可供从事有关工作的同志及有关专业的师生参考。

大气保护与能源利用

王汉臣 编著

责任编辑 高速进

中国环境科学出版社出版

北京崇文区北岗子街8号

北京市通县永乐印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

1992年7月第 一 版 开本 787×1092 1/16

1992年7月第一次印刷 印张 20 1/8

印数 1—3000 字数 477千字

ISBN 7-80093-109-3/X·573

定价: 12.50元

序

保护和改善生活环境，防治污染和其它公害，是我国一项基本国策。我国能源构成以煤为主，加之缺乏相应有效的控制污染措施，致使我国大气污染成为环境管理中突出问题，大气环境普遍受到以尘、二氧化硫为主要污染物的煤烟型污染。

自1972年在上海召开第一次消烟除尘工作会议以来，特别是1979年《中华人民共和国环境保护法》（试行）颁布之后，我国政府对大气污染问题十分重视，在加强环境管理和科学研究方面采取了一系列相应措施，制定了大气污染防治法规、标准以及建立了大气环境管理制度，大力开发了大气污染防治技术，大气环境质量不但没有随煤炭消费量增加而相应恶化，而且有些地区的大气环境质量不同程度地得到改善。但是也应看到，我国目前大气污染状况仍然是严重的，远不能满足人民对环境质量的需要。

以煤为主的能源结构，将在我国长期存在，随着经济和社会的发展，我国煤炭消费量将会不断增加。加上我国煤炭利用与国外相比，有许多不同之处，主要表现在：燃煤设备量大、面广、小而分散，燃烧工艺落后，燃烧效率低，环境污染严重。一般来讲，治理分散污染源与治理集中点源相比，技术复杂，难度大，费用高。为此，防治燃煤产生的污染，将是我国一项长期而艰巨的任务。

《大气保护与能源利用》一书，已在全国重点城市大气污染防治培训班上进行了审议和修改，即将与读者见面。相信这本书的出版，将会对我国今后防治煤烟型污染工作，有一定的参考价值。

曲格平

1991年元月3日

编者的话

煤炭燃烧引起的大气污染,是我国大气污染的主要特征。全国燃煤的锅炉40多万台、工业炉窑11万多台,生活茶炉13万多台,还有上千万个居民生活燃煤的炉灶,合计消费的煤炭6亿多吨,占全国煤炭消费量的60%以上。这些燃煤的炉、窑、灶构成了城市低空排放面源污染,成为城市突出的环境问题。因此,大力开展煤烟型污染防治,有效控制大气环境污染,改善城市环境质量,节约能源是当前面临的一项紧迫任务。

由于大气环境保护工作的需要,我国从事大气环境保护工作队伍迅速发展壮大。为了深化环境管理工作需要,许多大气环境保护工作者,迫切要求提高专业知识和管理水平。过去比较系统的介绍防治燃煤污染的书籍少见。为此,根据从事大气环境管理工作者们的意见和要求,总结了我国十多年大气污染防治经验,较系统的编写了《大气保护与能源利用》一书。

《大气保护与能源利用》涉及到的内容相当广泛。限于篇幅,本书以防治尘和二氧化硫污染为重点,采取环境管理、经济政策和技术进步为重要手段,求得环境效益、社会效益和经济效益相统一,作为全书的主要内容。

本书的选材:大气污染和能源利用现状,大气污染物的成因和危害以及防治大气污染的对策等共十四章。

在编写本书过程中,徐州市环保局韩德善同志和北京市劳动保护研究所庄德安同志,分别提供了工业炉窑和除尘技术资料,中国环境科学研究院情报所的李滇林同志、阎红歌同志和北京市环境保护研究所徐国光同志参加了本书审核工作。在此一并表示衷心感谢。

由于编著经验不足,水平有限,书中缺点和错误难免,敬请读者批评指正。

编 者

1991年元月3日

目 录

第一章 我国空气污染现状	(1)
第一节 空气污染的基本概念	(1)
一、空气污染的含义.....	(1)
二、空气污染源.....	(2)
三、空气污染物.....	(2)
第二节 空气污染现状	(4)
一、我国城市大气污染现状.....	(5)
二、国内外颗粒物和二氧化硫污染情况比较.....	(10)
三、污染物的来源.....	(12)
四、产生大气污染的原因.....	(12)
五、大气污染特征及规律.....	(13)
第三节 空气污染物的危害	(18)
一、对人可能造成的危害.....	(18)
二、其它危害.....	(23)
第二章 能源开发利用与大气环境问题	(25)
第一节 能源资源的分类	(25)
一、能源资源的种类.....	(25)
二、能源资源的分类.....	(26)
第二节 能源资源的开发与利用	(26)
一、我国能源资源的开发.....	(26)
二、我国能源消费状况.....	(29)
第三节 能源开发利用中的大气环境问题	(32)
第四节 我国能源需求预测	(33)
一、影响城市能源的因素.....	(33)
二、能源需求预测.....	(34)
第三章 污染物质在大气中的扩散	(37)
第一节 大气污染与气象条件的关系	(37)
一、大气的热力过程.....	(37)
二、风和湍流.....	(40)
三、大气稳定度.....	(42)
第二节 大气污染物的自然清除过程	(44)
一、颗粒物的清除.....	(44)
二、气体污染物质的清除.....	(44)

第三节 我国大气污染气象条件分析	(45)
一、风速	(46)
二、风向	(46)
三、最大混合层高度	(46)
四、大气稳定度	(47)
五、污染系数	(47)
六、小结	(43)
第四章 其他能源的开发与利用	(49)
第一节 太阳能	(49)
一、太阳能资源及其分类	(49)
二、太阳能的利用	(50)
第二节 地热能	(51)
一、地热分类	(51)
二、地热能的利用	(53)
第三节 生物能——沼气	(53)
一、沼气的产生及其资源化	(53)
二、沼气的开发和利用	(53)
三、生物资源的综合利用	(54)
第四节 核能	(54)
一、核能在能源结构中的地位	(55)
二、核电站与燃煤电站的环境影响比较	(58)
三、核电与煤电的经济性	(60)
四、核电供热	(63)
第五章 国外能源利用与控制空气污染对策	(64)
第一节 英国的煤炭利用与污染控制	(64)
一、英国能源概况与煤炭利用	(64)
二、英国的空气污染与管理	(65)
三、英国民用煤污染控制技术途径	(66)
四、英国工业用煤污染控制技术途径	(67)
第二节 日本控制燃煤污染的技术途径	(69)
一、煤炭利用与大气污染	(69)
二、控制燃煤污染的管理措施	(69)
三、控制燃煤污染的技术对策	(71)
第六章 大气环境管理	(73)
第一节 环境管理概念的发展	(73)
第二节 国外环境保护政策	(74)
第三节 我国大气环境管理的发展	(75)
第四节 大气环境管理内容及形式	(77)
一、行政、经济及法律办法	(77)

二、灵活的管理政策·····	(79)
三、大气环境技术管理·····	(80)
第五节 大气环境标准·····	(80)
一、大气环境标准·····	(80)
二、燃烧设备和燃料以及操作标准·····	(84)
第六节 大气污染物总量控制和定标考核·····	(85)
一、总量控制与浓度控制的比较·····	(85)
二、总量控制的意义·····	(86)
三、实行污染物总量控制的方法·····	(86)
第七节 监督管理·····	(89)
一、几个基本概念·····	(89)
二、强化监督职能的重要意义·····	(89)
三、环境监督与规划、协调、指导的关系·····	(90)
四、实施环境监督的措施·····	(90)
五、加强大气环境保护机构建设·····	(90)
第八节 结合生产加强环境监督管理的实例——对土焦生产的管理·····	(91)
一、土焦生产的概况·····	(91)
二、土焦生产对经济及环境的影响·····	(92)
三、土焦生产污染的防治·····	(93)
四、各种焦炉的技术经济分析·····	(95)
五、改造焦炉的效果·····	(97)
第七章 实行综合防治·····	(100)
第一节 工业污染综合防治·····	(100)
一、调整工业结构、改善不合理的工业布局·····	(100)
二、结合技术改造,防治工业污染·····	(101)
第二节 城市大气污染综合防治·····	(102)
一、城市大气环境污染问题·····	(103)
二、城市大气污染综合防治的任务·····	(103)
第三节 改变城市民用燃料结构,发展城市燃气和电炊·····	(104)
一、发展城市燃气·····	(104)
二、我国利用电炊的可行性·····	(109)
第四节 实行集中供热·····	(111)
一、我国集中供热现状·····	(112)
二、集中供热的综合效益·····	(114)
三、合理选择供热方式·····	(117)
四、几种主要供热方式的比较·····	(121)
第五节 改间歇供暖为连续供暖·····	(122)
一、间歇供暖与连续供暖的社会效益评价·····	(122)
二、连续供暖与间歇供暖的经济效益评价·····	(123)

三、间歇供暖与连续供暖的环境评价.....	(125)
第六节 核能供热.....	(126)
一、低温核供热的成本分析.....	(126)
二、与燃煤供热的经济比较.....	(127)
三、低温核供热的宏观经济效益分析.....	(128)
四、应用前景.....	(129)
第八章 工业锅炉和工业窑炉的改造.....	(130)
第一节 工业锅炉的改造.....	(130)
一、我国工业锅炉状况.....	(130)
二、我国工业锅炉的改造.....	(131)
第二节 工业窑炉的改造.....	(141)
一、我国工业窑炉的状况.....	(141)
二、工业窑炉改造技术评价指标的确定.....	(142)
三、工业窑炉改造的技术途径.....	(142)
四、效益分析.....	(146)
五、窑炉的管理.....	(147)
第九章 型煤技术.....	(151)
第一节 民用型煤.....	(151)
一、我国民用煤现状及其需求预测.....	(151)
二、型煤加工及其发展.....	(153)
三、燃用蜂窝煤的宏观效益.....	(154)
四、烟煤上点火蜂窝煤的消烟技术与效益分析.....	(156)
五、上点火蜂窝煤燃烧炉具.....	(164)
六、固硫蜂窝煤.....	(168)
第二节 工业型煤的研制及应用.....	(175)
一、黄石市固硫型煤的研制.....	(175)
二、太原市工业固硫型煤的研制.....	(188)
第十章 除尘技术.....	(193)
第一节 烟尘的产生及其特性.....	(193)
一、烟尘(黑烟).....	(193)
二、尘(飞灰).....	(194)
三、影响烟尘排放的主要因素.....	(195)
第二节 除尘技术概述.....	(199)
一、旋风除尘器.....	(203)
二、湿式除尘器.....	(214)
三、过滤式除尘器.....	(222)
第十一章 防治二氧化硫污染.....	(231)
第一节 二氧化硫排放状况.....	(231)
一、我国二氧化硫排放量及来源.....	(231)

二、影响二氧化硫排放量的因素	(232)
第二节 二氧化硫排放的控制	(234)
一、高烟囱排放	(234)
二、脱硫技术	(234)
第十二章 燃料煤的加工与合理利用	(261)
第一节 燃料煤的现状和存在的问题	(261)
一、燃料煤的现状	(261)
二、燃料煤的利用概况	(263)
三、不同燃烧方式对燃煤的要求	(264)
四、煤炭质量与燃煤排污量的关系	(266)
第二节 燃料煤的加工和合理利用	(269)
一、燃料煤的加工	(269)
二、燃料煤的合理加工	(270)
三、燃料煤的合理利用	(270)
四、经济效益和环境效益	(271)
第十三章 汽车尾气污染防治	(273)
第一节 汽车尾气污染概况	(273)
一、国内外汽车保有量	(273)
二、国内外汽车油耗	(281)
三、国内外汽车尾气排放现状	(283)
第二节 汽车排放污染物来源	(233)
一、汽车排放污染物来源	(284)
二、汽车排放污染物生成机理	(284)
第三节 汽车尾气污染防治	(286)
一、控制汽车尾气污染的技术途径	(286)
二、控制汽车尾气污染管理措施	(288)
第十四章 酸雨与温室效应	(291)
第一节 酸雨污染	(291)
一、酸雨概述	(291)
二、酸雨分布状况	(293)
三、酸雨对环境的影响	(298)
四、防治酸雨的对策	(298)
第二节 温室效应	(300)
一、温室效应气体	(301)
二、温室效应与气候变化	(304)
三、气候变暖对环境的影响	(304)
四、对气候变暖的对策	(309)

第一章 我国空气污染现状

随着现代化生产的高度发展,大规模地使用包括煤和石油在内的能源和其它自然资源,其结果给环境空气造成不同程度的污染。煤和石油在燃烧过程中排放出大量二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、尘、碳氢化合物等有害物质。当这些有害物质在空气中的浓度达到一定程度,就会对人、动植物和社会财产产生明显的“损害效应”,在严重情况下,将危及人的生命。

空气中有了污染物并不一定构成空气污染。空气污染的形成是有条件的。本章旨在说明空气污染所包含的内容、形成的条件、污染规律及其危害。

第一节 空气污染的基本概念

一、空气污染的含义

空气污染是指空气中的污染物质,具有一定的浓度和持续时间,引起某个地区大多数居民的不快感,危害广大地区公共卫生,或妨碍人和动植物生活的一种状态。或者说,由于人类活动或自然过程排入空气的物质对人或环境产生了有害影响。

空气的成分及其物理和化学性质是相对恒定的,但在人类社会活动过程中,总有一些人为产生的异常物质进入空气。但这些物质在空气中的存在,并不明显地改变空气的物理和化学性质,也就是说并不直接或间接地对人类、生物和社会财产构成危害,即虽有污染源排放污染物质进入空气,但其浓度不高,不一定构成空气污染。

污染物质的“损害效应”与其性质有关。某些排放物质虽然在空气中浓度较高,但其危害性却很小,而有些物质毒性很大,虽然它们在空气中的含量很小,却能产生严重危害。显然,前者构成空气污染的潜在性小,而后者构成空气污染的潜在性大。污染物质在空气中的浓度取决于污染源在单位时间内所排放的污染物质的数量,即排放率或污染源强度。同时气象条件对污染物质在空气中浓度的分布起着决定性影响。污染物质进入空气后是集聚在污染源附近,还是迅速向外输送和扩散?向何处输送?扩散到多大范围?这些都与气象条件有关。在排放率一定的情况下,人们往往根据气象条件来评价和预报产生空气污染的潜在可能性。

其次是受害对象。假如在某地区的污染源排放出大量污染物质,在一定的气象条件下,污染物质在空气中累积到能够产生严重危害的浓度,但该地区荒漠无人,又无其他受害对象,这就不能构成我们所要控制的空气污染问题。所以形成空气污染一般具备三个条件:排出大量污染物质,存在不利气象条件,有受害对象。

空气污染一般都发生在人口密集、工厂林立的城市中。我们要解决空气污染问

题，必须从以上三个条件着手。因为我们不可能把城市内受害对象如人口和工厂大规模地疏散，而现有的科学技术尚不能较大规模地改变气象因子，唯一能做到的只有通过控制和减少污染物质的排放量或排放状态来避免或减少污染。因此，空气污染防治的策略是根据实际情况，制定出空气质量标准，控制污染物质在空气中的浓度，保证人类、动植物和社会财产免受或少受污染物质的损害。

二、空气污染源

空气污染源可分为两类：自然源和人为源。

自然源包括大风吹起地面的扬尘，火山爆发产生的气体和灰粒，森林火灾产生的大量碳氧化物、氮氧化物、二氧化硫及一些碳氢化合物，自然放射性源和其它源产生的有害物质。

人为源是产生空气污染的主要方面。它主要是从人们的生产活动和日常生活过程中产生的。人为源可分为点源和综合源。如果人们根据空气中所含的污染物，能明确地指出它们来自某个排放源，则该源称为点源。如果某个地区有许多排放源，有固定的或流动的，人们不可能根据空气中所含的污染物的成分、性质来判断它们来自某个具体源，这种源统称综合源。

不同类型的污染源，排放出来的空气污染物也有所不同。但目前在我国，煤炭、石油和天然气作为主要的动力和生活的燃料。因此，大部分空气污染物是燃烧煤、石油和天然气的排放物。火力发电厂、冶炼厂、炼油厂、工业锅炉、交通运输等是重要的污染源。

燃烧煤所排放的有害气体有二氧化硫、三氧化硫、一氧化碳、氮氧化物、甲醛和烃等。此外，还有许多固体颗粒物组成的烟尘。烟尘主要是由无机物组成的，主要成分有二氧化硅、氧化铝、氧化铁、氧化钙等。苯并(a)芘等致癌有机物也往往附着在烟尘上随之排出。煤烟中各种有害物质的浓度与煤质、燃烧设备的构造、燃烧方式、操作管理有很大关系。

以煤为燃料的火电厂是主要的点源。城市集中了量大面广的炉、窑、灶和汽车，组成了综合污染源（或面源）。对污染源进行监督管理和治理，是防治空气污染的主要措施。

三、空气污染物质

所有空气污染物质都可根据它们的形成方式、物理状态和化学成份进行分类。根据它们的形成方式，空气污染物可分成一次污染物和二次污染物。由污染源直接排放进入空气的污染物称一次污染物。由污染源排放出的某些物质与原来所含空气中的某些成份发生化学反应，如光化学反应、水解、氧化等，所产生性质不同的污染物称为二次污染物。在空气污染中受到普遍重视的二次污染物主要有硫酸雾和光化学烟雾等。大气中的二氧化硫等硫化物，在有水雾、含有重金属的颗粒物或氮氧化物存在时，发生一

系列化学或光化学反应生成硫酸雾或硫酸盐气溶胶。光化学烟雾是在阳光照射下，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而生成的蓝色烟雾（有时带紫色或黄褐色），其主要成份有臭氧、已酰基硝酸酯、酮类及醛类等。

根据空气污染物的物理状况，它们可分为颗粒物质和气态物质。颗粒物质可以是固体颗粒和液体颗粒。气体物质可以是气和汽。按照它们的化学成份，又可分为有机物和无机物。见表1-1。物质对空气污染的潜在作用，主要取决于它们的物理性质，如粒子的大小、形状、带电状况、放射性等；化学性质如酸性、碱性、溶解度、吸水性、反应性等；生物学性质如毒性、味道、嗅味等。为方便起见，下面将按颗粒物质和气体物质的顺序对它们进行叙述。

表1-1 空气污染物质的类型

主要类别	次要类别	典型物质
有机 气 体	烃	乙烷、苯、乙烯、甲烷、丁烷、丁二烯
	醛、酮	甲醛、丙酮
	其它有机物	氟化烃、乙醇
无 机 气 体	氮氧化物	一氧化氮、二氧化氮
	硫氧化物	二氧化硫、三氧化硫
	碳氧化物	一氧化碳、二氧化碳
	其它无机物	硫化氢、氟化氢、氨、氯
颗 粒 物 质	固体粒子	粉尘、烟尘、烟气*
	液体粒子	薄雾、浪花

* 由气态直接凝结成固态的粒子组成。

1. 颗粒物质

颗粒物质的性质与大小有关。粒子越小，与空气接触的总表面积越大，因此它们与空气中其它物质发生的物理和化学作用的可能性越大。大小和比重不同的颗粒物质，在空气中停留时间和空间分布也不同，这样就会影响空气污染物在空气中的浓度以及它们在近地面空气中的分布情况。颗粒物质进入空气中后，受重力、浮力和气流运动等作用的影响，可以发生沉降、上升和扩散。

空气中的固体和液体颗粒物质与空气一起组成气溶胶。气溶胶系指沉降速度可以忽略的固体和液体粒子在气体介质中的悬浮体。

一般颗粒物质可分为：降尘，系指空气中粒径大于 $10\mu\text{m}$ 的固体粒子，靠重力作用，能在较短的时间内沉降到地面。飘尘，又称可吸入颗粒物（IP），系指空气中粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的固体粒子，它能长期地在空气中飘浮。总悬浮微粒（TSP），系指粒径在 $100\mu\text{m}$ 以下的微粒，能较长时间地悬浮在空气中。烟尘与烟气，燃料燃烧过程排出的固

体粒子, 粒径大于 $1\mu\text{m}$ 的称烟尘, 小于 $1\mu\text{m}$ 的称烟气。

2. 气体污染物质

对空气污染发生重要影响的气体, 是一些无机或有机化合物, 主要有碳氧化物、硫氧化物、氮氧化物和碳氢化合物——烃等。

(1) 碳氧化物

碳化合物通常用作燃料。如果燃料未经完全燃烧, 则产生大量一氧化碳; 如果燃烧是完全的, 则生成二氧化碳。

一氧化碳是无色, 无臭有毒的气体。二氧化碳是无色, 无臭的气体, 一般来讲, 二氧化碳不认为是污染物, 但是, 二氧化碳具有“温室效应”, 它对地球的能量平衡、气温和雨量的调节都有重要影响。

(2) 硫氧化物

硫氧化物是含硫燃料燃烧时, 硫与空气中的氧发生化学反应而生成的。在燃烧过程中产生的主要硫化物是二氧化硫, 它是具有强烈刺激性的无色气体, 易与水结合成亚硫酸, 具有一定程度的腐蚀作用。亚硫酸可以缓慢地与空气中的氧结合形成腐蚀和刺激性较强的硫酸。当燃料在富氧条件下燃烧时, 可直接产生少量三氧化硫, 它与空气中的水气结合形成硫酸。

(3) 氮氧化物

燃料在高温下燃烧时, 空气中的氮和氧发生反应生成一氧化氮。一氧化氮在空气中很快被氧化成二氧化氮, 其氧化速率同阳光强度有关。二氧化氮是红棕色有刺激性臭味的气体, 其毒性为一氧化氮的4~5倍。二氧化氮能与空气中的水气或水滴及硫氧化物、氧等发生反应, 产生硝酸, 硝酸对人体、金属和植物都是非常有害的。

(4) 碳氢化合物——烃

烃是碳和氢以不同的结合方式形成的一类化合物, 它们以固体、液体、气体的形式大量存在于煤、石油和天然气中。对大多数烃来说, 只有当它们在空气中的浓度很高时才会有害, 但少数烃, 如烯烃和芳烃毒性较大。烯烃是饱和的碳氢化合物, 与氧化氮在阳光照射下会发生光化学反应, 其生成物具有毒性。芳烃化合物种类很多, 有一些是致癌物质, 其中最具有代表性的苯并(a)芘是国际上公认的致癌物质。城市空气中的苯并(a)芘主要来自煤、油等燃料的燃烧, 以及机动车辆的排气。

第二节 空气污染现状

工业发达国家大气污染发生、发展演变的过程大体上经历了三个阶段: 第一个阶段, 18世纪末到20世纪中, 大气污染状况随着工业发展而发展。这阶段的大气污染主要是燃煤引起的, 即所谓“煤烟型”污染。大气中的主要污染物是烟尘和二氧化硫。第二阶段, 20世纪50~60年代, 开发了石油和天然气, 能源结构由煤为主转向以石油和天然气为主, 汽车数量倍增, 石油消耗量剧增。这一时期的大气污染, 已呈现“石油型”的污染。大气中的颗粒物(尤其是所含的各种重金属)、硫氧化物、氮氧化物、一

氧化碳及碳氢化合物等，已普遍存在，并且日趋严重。环境保护工作开始引起重视，并着手进行治理和控制。第三阶段，70年代以来，各国更加重视环境保护，投入了大量人力、物力和财力，经过严格控制，采取治理措施，取得了显著成效。大气环境污染基本得到了控制，大气环境质量得到了明显改善。

我国大气污染状况，是世界上少数严重的国家之一。影响大气质量的污染物主要有固态污染物的总悬浮微粒（简称颗粒物）及降尘；气态污染物的二氧化硫、一氧化碳、氮氧化物等。从目前的污染状况来看，烟尘污染最为突出，其次是二氧化硫。

一、我国城市大气污染现状

据1988年全国部分城市环境监测数据表明，大气中二氧化硫、氮氧化物、总悬浮微粒（以下简称颗粒物）和降尘四项污染物年日均值均有不同程度的超标，其中颗粒物超标的城市占78%；降尘超标的城市占91%；二氧化硫超标的城市占14.1%。

（一）二氧化硫污染现状

据部分城市监测资料统计，1985~1989年二氧化硫的年日平均浓度的五年平均值范围为 $0.040\sim0.410\text{mg}/\text{m}^3$ 。其中北方城市为 $0.040\sim0.270\text{mg}/\text{m}^3$ ，南方城市为 $0.040\sim0.410\text{mg}/\text{m}^3$ 。北方有25%的城市超标，南方有10%的城市超标，二氧化硫的平均污染水平北方比南方严重。北方城市中污染最严重的是太原，南方城市污染最严重的是贵阳和重庆。城市中冬季二氧化硫均值一般都高于年均值，北方城市中这一规律比南方城市显著，这反映出冬季取暖燃煤对大气污染的重要影响。

（二）氮氧化物污染现状

据部分城市监测资料统计，1988年氮氧化物的年日平均浓度范围为 $0.008\sim0.120\text{mg}/\text{m}^3$ 。其中北方城市和南方城市的浓度范围分别为 $0.008\sim0.120\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $0.009\sim0.110\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均浓度分别为 $0.048\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $0.042\text{mg}/\text{m}^3$ 。从年日均值来分析，污染最严重的城市是郑州和广州，两个城市的年日均值都超过了国家规定的日平均浓度标准，突破了往年的年日均值不超标的现象，这是值得注意的环境问题。

城市氮氧化物的年日均浓度频数分布状况表明，南方、北方分布类型大体一致，南方城市比北方城市相对集中，南方城市年日均浓度在 $0.02\sim0.06\text{mg}/\text{m}^3$ 之间的城市占80%；北方城市年日均浓度在 $0.02\sim0.06\text{mg}/\text{m}^3$ 之间的城市约占60%， $0.02\sim0.08\text{mg}/\text{m}^3$ 浓度范围的城市约占80%。冬季氮氧化物的污染是全年中较为严重的，大约75%的城市冬季日均值超过年均值，冬季日均值超标的北方城市是北京、乌鲁木齐和济南，南方城市是广州。氮氧化物的污染目前已不是个别城市的问题，大、中城市都面临着氮氧化物污染的威胁。

（三）颗粒物污染现状

据部分城市监测资料统计，颗粒物的年日平均浓度的十年平均值范围为 $0.090\sim1.120\text{mg}/\text{m}^3$ 。其中北方城市和南方城市的浓度范围分别为 $0.530\sim1.120\text{mg}/\text{m}^3$ 和

$0.090\sim0.630\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均浓度分别为 $0.759\sim0.346\text{mg}/\text{m}^3$ 。北方城市均值是南方城市的1.5倍左右。北方城市超过 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 的有呼和浩特、太原、济南，南方城市中污染最严重的是贵阳市。北方城市颗粒物污染比南方城市严重，北方城市中90%以上的城市年均值都超过了国家规定的日平均浓度标准，南方75%的城市超标。空气中颗粒物超标情况远比二氧化硫和氮氧化物严重。从城市颗粒物年日均值浓度频数分布情况看，南方城市年日均浓度在 $0.2\sim0.6\text{mg}/\text{m}^3$ 的占80%。北方城市分布较为分散，在 $0.4\sim1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 的占80%。

冬季颗粒物的污染比春季稍轻一些，四季中最大季均值出现在冬季的不到30%，而春季占53%。北方城市中有一半以上的城市冬季均值高于年均值，南方城市中约有40%的城市冬季均值高于年均值。

(四) 降尘污染现状

部分城市降尘年月均值范围在 $7.04\sim131.25\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 。其中北方城市的范围为 $9.9\sim131.25\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ；南方城市的范围为 $7.04\sim69.00\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 。北方城市降尘最严重的是山西大同，最大季均值出现在春季，降尘量高达 $225.00\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，其次是太原，春季降尘量季均值为 $100.39\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 。

城市降尘量年均值分布情况。南方城市中有70%左右降尘量年均值处于 $10\sim20\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 。北方城市相对分散，有30%的城市降尘量处在 $20\sim30\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 之间，处在 $30\sim40$ 和 $40\sim50\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 之间的城市各占20%左右。

城市的清洁对照点年均降尘量的浓度范围是 $2.59\sim36.70\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，一般都小于 $10\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ ，大于 $10\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 的城市仅占37%左右。北方清洁对照点多在 $10\sim20\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 之间，南方清洁对照点大于 $10\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$ 的城市仅占13.8%。

(五) 一氧化碳污染现状

北方部分城市一氧化碳年日均值平均浓度为 $2.42\text{mg}/\text{m}^3$ ，浓度范围为 $0.61\sim4.21\text{mg}/\text{m}^3$ ，统计的城市中只有天津超标，其年日均值为 $4.2\text{mg}/\text{m}^3$ ，超标(日均值标准为 $4.0\text{mg}/\text{m}^3$)0.05倍。南方城市年日均值平均浓度为 $2.07\text{mg}/\text{m}^3$ ，浓度范围为 $0.41\sim5.79\text{mg}/\text{m}^3$ ，统计的城市中只有重庆超标，其年日均值为 $5.79\text{mg}/\text{m}^3$ ，超标0.45倍。

我国部分北方城市一氧化碳冬夏日均浓度的比较表明冬季超标的城市占40%，其中兰州最严重，冬季日均值为 $5.30\text{mg}/\text{m}^3$ ，超标0.33倍，其次是天津，冬季日均值为 $5.01\text{mg}/\text{m}^3$ ，超标0.25倍。夏季均不超标。

我国南方11城市一氧化碳冬夏季日均值的比较见图1-1。冬季11个城市中只有重庆超标，其日均值为 $9.64\text{mg}/\text{m}^3$ ，超标1.41倍。是统计城市中污染最重的。其余城市冬季、夏季都不超标。

(六) 酸雨污染

据部分城市的酸雨监测数据统计，降水pH年均值的分布范围为 $4.07\sim6.85$ 。单个降水样品的pH值分布范围为 $3.00\sim10.30$ 。其中pH年均值小于5.6的城市占统计数的

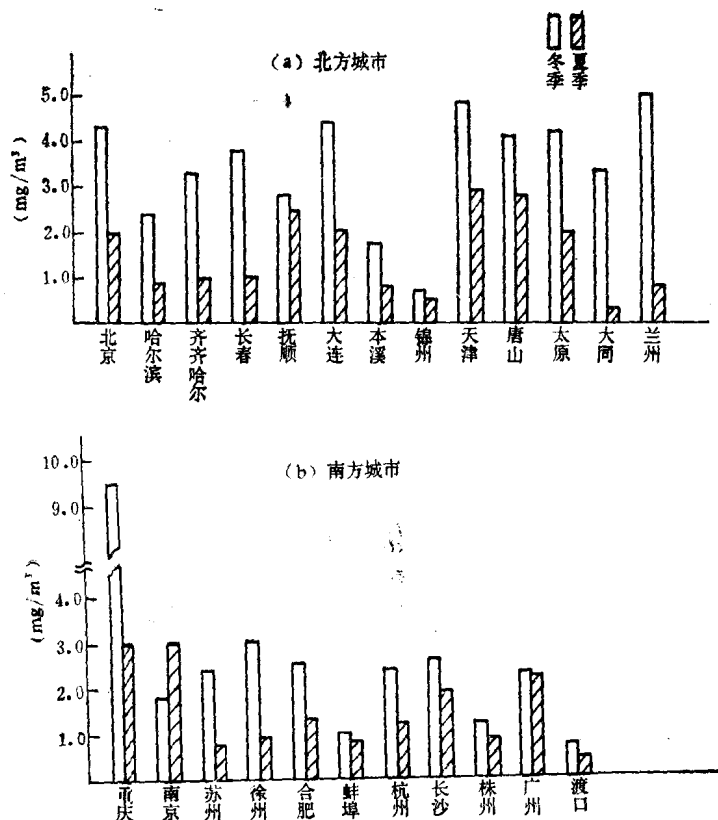


图1-1 部分城市一氧化碳冬季、夏季日均值比较

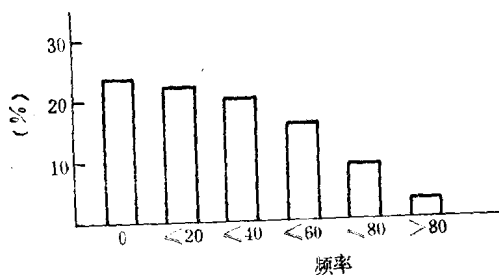


图1-2 部分城市酸雨频率分布

22.2%，未出现酸雨的城市占统计数的24.1%。部分城市出现酸雨频率百分数见图1-2。

全国降水 pH 年均值的地理分布状况表明，pH 年均值小于 5.6 的区域主要有 3 个，一个是以重庆、贵阳为代表，包括自贡、柳州、南宁等城市在内的西南区域，在这个

区域中，重庆、贵阳、柳州的 pH 年均值都小于 5.0。另一个是以长沙、株洲、黄石为代表的区域，长沙的 pH 年均值小于 5.0。第三个是以厦门、福州为代表的福建沿海区域。监测结果表明，这三个区域的酸雨出现频率较高，均在 50% 以上。其中贵阳、重庆、长沙的酸雨出现频率分别为 93.1%、90.2% 和 78.8%。

另据 1985 年山东省环境质量年报，青岛市的 pH 年均值为 4.90，酸雨样品的检出率为 66.7%。以青岛为中心的胶东半岛地区也存在一定程度的酸雨污染。

(七) 致癌物苯并(a)芘污染

北京、沈阳、西安、上海、广州五大城市在完成全球监测的基础上，结合本地区的特