

大气环境评价方法

沈觉成 编著

气象出版社

X823
215

大气环境评价方法

沈觉成 编著

气象出版社

内 容 简 介

本书阐明了与大气污染有关的大气环境质量评价方法，着重叙述了大气污染环境浓度和模式参数的估算以及大气污染控制方法，并简单介绍了污染气象观测和大气污染物的测定方法。

该书可作为高等院校的气象、环保和地理专业的专题课教材，也可供从事环境保护工作和工程技术设计人员参考。

大气环境评价方法

沈觉成 编著

责任编辑：曾令慧

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京妙峰山印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 印张：5.875 字数：130千字

1989年12月第一版 1989年12月第一次印刷

印数：1—3000册 定价：3.70元

ISBN 7-5029-0274-O/P·0162

引 言

现代工业生产的发展，一方面为人类创造了大量的物质财富，改善了人们的生活，另一方面人们又向自然环境排出了大量的“三废”（废气、废水和废渣），从而改变了人们赖以生存的环境，造成了环境污染。

近二十年中，人们在认识和解决环境污染的过程中发展了一门新的科学——环境科学，并应用它来指导环境质量的评价。

由于大气环境是自然环境中的重要因子，因而大气环境评价自然也就成为环境评价的主要内容之一。目前，在还不可能有效地消除大气污染威胁的情况下，大气环境质量评价仍然是保护大气环境的一个重要途径。

大气环境评价的基本任务是通过大气污染物的监测，科学分析大气污染现状，摸清主要大气污染物对人们生活和生产的影响，合理推算和预测大气污染物的浓度及其时空分布，而提出切实可行的大气环境保护对策。显然，要做好这些工作，需要多学科的知识 and 多行业的协作。

本书主要阐述与大气污染有关的大气环境质量评价方法。考虑到实际工作的需要，污染气象、大气扩散等理论只作一般叙述。着重阐明大气污染环境浓度和模式参数的估算以及大气污染控制方法。最后还简单介绍了污染气象观测和大气污染物的测定方法。

该书的主要部分曾作为气候专业、气象专业的专题课内容。从1981年至1985年先后进行了三次修改。本书可作为高

等院校的气象、环保和地理专业的专题课教材，也可供从事环境保护工作和工程技术设计人员参考。

本书在编写过程中曾得到翁笃鸣教授、王鹏飞教授等的指教，在此表示感谢。由于作者水平不高，书中错误和不足之处，热忱渴望得到读者的批评指正。

作者

1987年7月于南京

目 录

引言

第一章	大气污染概述	1
第一节	大气污染的含义	1
第二节	大气污染源和污染物	2
第三节	大气污染对人类的危害和影响	7
第四节	大气污染对若干气候要素的影响	10
第二章	影响大气环境质量的外界因子	24
第一节	大气湍流、稳定度及其分类方法	24
第二节	边界层内的风、温及其对大气污染的影响	32
第三节	降水和天气形势对大气污染的影响	43
第四节	局地环流对大气污染的影响	47
第三章	大气扩散理论简介	51
第一节	大气扩散的基本概念	51
第二节	梯度输送理论	55
第三节	湍流扩散的统计理论	62
第四章	地面污染浓度的计算	67
第一节	萨顿方法	67
第二节	帕斯圭尔曲线方法	72
第三节	大气扩散试验简介	77
第四节	有效源高的估计	85
第五节	恶劣扩散条件下的浓度计算	93
第五章	大气环境质量现状评价	100
第一节	大气污染浓度分布的基本特征	100
第二节	评价目的、对象和大气环境标准	105
第三节	大气环境质量现状调查	108

第四节	大气环境质量评价指数·····	113
第六章	大气环境质量影响评价·····	117
第一节	影响评价的重要性和程序·····	117
第二节	大气扩散模式的应用·····	120
第三节	模式参数的计算和灵敏度·····	134
第四节	预测结果的评价·····	144
第五节	污染气象野外观测·····	147
第七章	城镇规划和大气污染控制·····	150
第一节	城镇总体规划·····	150
第二节	厂址选择和烟囱高度的设计·····	152
第三节	排放量和污染浓度的控制方法·····	155
第四节	大气污染预报·····	159
第五节	减轻大气污染的其它措施·····	163
附录 1	帕斯圭尔-基伏德扩散参数幂函数表达式··	166
附录 2	布里格斯扩散参数幂函数表达式·····	168
附录 3	确定气球空间位置的计算方法·····	170
附录 4	大气监测分析方法·····	176
附录 5	(6.6)式中 $[(2i+1)^{1-b} - (2i-1)^{1-b}]$ 的值··	177
附录 6	大气环境影响报告书目录实例·····	178
参考文献	·····	181

第一章 大气污染概述

第一节 大气污染的含义

一、大气成分

包围在地球表面附近的大气是包括颗粒尘埃在内的混合气体，就其组成来说有恒定的，可变的和不定定的三种。

在近地层大气中有氮、氧、氩、氦、氖、氦、氦、氦等成分，其中氮、氧、氩三种成分占大气总重量的 99.96%。在大气中这三种成分的含量几乎不变。

大气中的可变成分主要是二氧化碳、水汽和臭氧等。这些可变气体成分含量虽少，但对大气状况影响很大。

大气中的不定成分主要是指物质燃烧（如森林起火）的灰粉，火山爆发产生的烟尘、海水飞沫蒸发后的盐粒、风扬起的灰尘以及工业、交通产生的各种烟粒、氮氧化物、硫氧化物等。这些不定成分进入大气从而改变了大气的正常组成成分，就有可能产生大气污染事件。

二、大气污染的含义

在日常生活中常把大气污染与空气污染混为一谈，严格来说，二者是有区别的。空气污染一般是指某个场所或局部地区，对于较大区域或全球性研究和环境科学研究中常用大气污染这一词语。由此可见，二者的主要区别仅仅在于研究的范围不同而已，本质上并无差别。因此，我们可以把它们理解成一回事。

大气中的不定成分总是有的，但是它们的存在并不一定都会产生危害。因为人和动物、植物等都有一定的适应能力

和抵抗能力。因此大气污染的含义是指排放到大气中的废气含量及存在时间达到的限值，并对人体，动植物产生的有害影响达到可以监测的程度，人们就认为大气被污染了。

第二节 大气污染源和污染物

一、大气污染源

大气中的污染物来源是多方面的，但总的来说有两类：第一类是自然污染，如火山爆发喷出的灰尘和二氧化碳，由大风刮起的地面沙尘，森林火灾产生大量的二氧化碳、二氧化氮、二氧化硫以及一些碳氢化合物等。第二类是人类活动所产生的大气污染物，如工矿企业、交通运输排出的废气、毒气、烟尘和放射性元素；冬季取暖或民用燃烧排出的硫氧化物，一氧化碳和烟尘；另外还有散播的农药、原子弹等核武器和化学武器的试验也可造成大气污染。就对人类造成大气污染的原因来说第二类即人类活动是主要的，其中尤其以石油、化工、火力发电厂、钢铁厂和放射性工厂等排放量最大。图1.1给出了各种大气污染源的分类。局地大气污染的主要来源是工业生产、交通运输和城市生活。

大气污染源，按几何形状划分，有点源、线源、面源和体源。按排放方式有瞬时源和连续源之分。所谓点、线、面源并非严格的几何概念，而仅仅是依照污染源的相对形状和大小来区分。连续源也并不是说烟源排放的时间无限长，而是指排放一定时间后的排放量相对稳定。例如，工厂的烟囱排放源可视为连续点源，繁忙的公路、街道上机动车的排放源可看作为连续线源，城市居民区的燃烧等低矮排放源的集合可当作面源。城市中各种污染源的綜合排放可看作复合

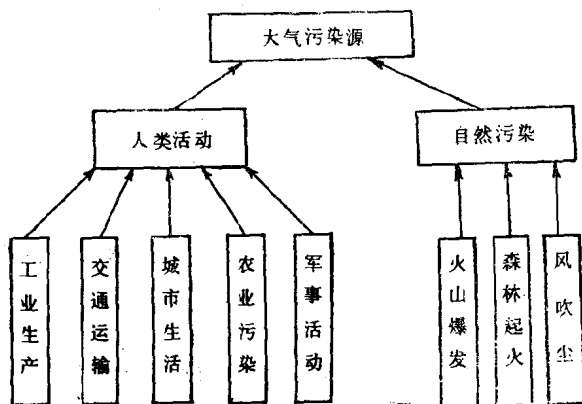


图1.1 大气污染源分类

源，但在离城市较远的地方又可把整个城市当作为一个点源。核爆炸为瞬时源等等。

大气污染常常发生在工业集中的地方。以煤为燃料的热电厂排放大量的油烟、粉尘和二氧化硫，冶金企业排放烟尘、气态的氧化铁、二氧化硫和氟化物。水泥厂排放出各种各样的粉尘。无机化工厂可排放出如 SO_2 ， SiF_4 ， HF ， NO ， NO_2 等有害气体。有机化工厂如纤维厂、炼油厂等排放大量有恶臭的废气。工业生产在燃烧中放出的二氧化硫和氮氧化物含量可见表1.1和表1.2。这里为一般情况，因为即使是相同的燃料，燃烧所放出的污染物也是不同的。因为污染物还与燃烧反应时的温度有关。

城城生活中的商业、居民燃烧所产生的污染物，能加重局地的空气污染。因为此类污染源数量多，排放量虽比工业少，但由于排放高度大多接近地面，污染物通常可以弥漫于

表 1.1 燃料燃烧过程中散发的二氧化硫量

燃 料	二氧化硫散发量(公斤)
煤	80/吨(假定含硫5%)
天 然 气	$6.4/10^3 \text{米}^3$
加工气体	$45.6/10^3 \text{米}^3$
原 油	19.8/1000升
汽 油	1.1/1000升(假定含硫量为0.07%)
柴 油	5/1000升(假定含硫量为0.3%)

表 1.2 燃料燃烧过程中散发的氮氧化物

燃	料	NO _x 散 发 量
煤	家 用	4克/公斤
	工 业	10克/公斤
原 油	家 用	5.45—32.7克/加仑
	工 业	32.3克/加仑
天 然 气	家 用	$1680 \text{公斤}/10^3 \text{米}^3$
	工 业	$3100 \text{公斤}/10^3 \text{米}^3$

源的附近，是低空大气污染的重要污染源。

城市交通污染源是由汽车、火车、飞机等在运输过程中排放大量的二氧化碳、一氧化碳、氮氧化物。在汽油发动机废气中CO₂不是主要有害物质，真正的空气污染物是由于燃

料裂解作用所产生的CO、气态烷 烃、烯 烃和未燃烧的残留物。

二、大气污染物

前面已经给出了一些污染源所排入大气的污染物。表1.3和表1.4分别汇总了城市生活、交通运输及各工业部门向大气排出的主要污染物。

目前,在我国大气环境评价中,主要污染物有飘尘、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳和总氧化剂等五种。当然对某

表 1.3 城市生活和交通运输排入大气的主要污染物

类 别	排入大气的主要污染物
商业、家庭炉灶 取暖	二氧化硫、二氧化碳、一氧化碳、氮氧化物、烟尘
交 通 运 输	二氧化硫、一氧化碳、碳氢化合物、光化学烟雾等

表 1.4 各类工业企业向大气中排放的主要污染物

工业部门	企业类别	排出的主要大气污染物
电 力	火力发电厂	烟尘、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、苯并芘
冶 金	钢铁厂	烟尘、二氧化硫、一氧化碳、氧化铁尘、氧化锰尘, 锰尘
	有色金属冶炼厂	粉尘(含各种重金属: 铜、镉、铅、锌等)、二氧化硫
	炼焦厂	烟尘、二氧化硫、一氧化碳、硫化氢、酚、苯、萘、烃类

续表

工业部门	企业类别	排出的主要大气污染物
化 工	石油化工厂	二氧化硫、硫化氢、氟化物、氮氧化物、氯化物、烃类
	氮肥厂	烟尘、氮氧化物、一氧化碳、氨、硫酸气溶胶
	磷肥厂	烟尘、氟化氢、硫酸气溶胶
	氯碱厂	氯气、氯化氢、汞蒸汽
	化学纤维厂	烟尘、硫化氢、氨、二硫化碳、甲醇、丙酮等
	硫酸厂	二氧化硫、氮氧化物、砷等
	合成橡胶厂	丁二烯、苯乙烯、乙烯、异丁烯、异戊二烯、丙烯腈、二氯乙烷、二氯乙酮、乙硫醇、氯化甲烷
机 械	农药厂	砷、汞、氯气、农药
	冰晶石厂	氟化氢
机 械	机械加工厂	烟 尘
轻 工	造纸厂	烟尘、硫尘、硫化氢
	仪表厂	汞、氟化物
	灯泡厂	烟尘、汞
建 材	水泥厂	水泥尘、烟尘

一地区或工厂所言，主要污染物是不同的。

从污染的物理性质来看，大气污染物可分为颗粒物质和气体污染物。烟尘、粉尘和烟气等都是固体颗粒物质，这些颗粒物质悬浮于大气中常称为气溶胶。对于直径大于10微米的颗粒物质叫降尘，它可以在离污染源较短的距离之内落到地面。直径小于10微米的叫飘尘。这种微粒可以在大气中停

留数小时甚至几年。

上述各种大气污染物都是由污染源直接排出的原始物质，人们称之为一次污染。但是，其中有些污染物排入大气以后，经化学反应或光学反应，形成另一种新的污染物称为二次污染。世界上有些严重污染事件如洛杉矶事件就是二次污染造成的。

第三节 大气污染对人类的危害和影响

据统计，全世界人为排入大气的有害物约有七亿多吨。其中煤粉尘1亿吨，二氧化硫1.45亿吨，一氧化碳3.59亿吨，氮氧化物0.52吨，其它废气近1亿吨。这些废气在一定的条件下有可能产生大气污染事件。

1930年以来，资本主义国家已先后发生了四次大气污染严重事件。1930年比利时的马斯河谷烟雾事件，在几天之内，有几千人患呼吸道疾病并死亡17人；1948年十月美国的多诺拉镇烟雾事件；1952年英国伦敦的烟雾事件以及美国洛杉矶的光化学烟雾事件。这些事件程度不等的给人们带来了损失。如多诺拉镇烟雾事件造成了该镇二分之一的人病倒，20人死亡。伦敦的烟雾事件更为严重，仅在两周内死亡人数比同期多4000人，在其后的三个月内又死了8000人之多。1956年又出现类似现象，死亡1000人左右。大气污染不但危害人们的健康。对动植物和工业材料危害也很大。如一定浓度的 SO_2 可使整个作物区变成一片荒废。硫酸雾能腐蚀金属、损坏电气设备。全世界每年的经济损失可达数百亿美元。

大气中不同的污染物对人体的危害和影响并不相同，这里针对几种主要污染物对人体健康等方面的影响分别作一介

绍。

一、烟尘、粉尘的影响

尘埃中直径大于10微米的颗粒物，大都可被鼻腔和咽喉所捕集，但不进入肺泡。对人体危害最大的是小于10微米的飘尘。飘尘经过呼吸道沉积于肺泡。

沉积在肺部的污染物如被溶解，就会侵入血液，有可能造成血液中毒。未被溶解的污染物有可能被细胞吸收，继而破坏细胞造成尘肺。

二、二氧化硫的影响

二氧化硫是无色有特殊臭味的刺激性气体，它主要刺激人体的呼吸道。表1.5为不同SO₂浓度对人体的影响。

表 1.5 SO₂浓度对人体的影响

SO ₂ 浓度 (ppm)	症 状	SO ₂ 浓度 (ppm)	症 状
1.0	稍有胸部压迫感	30—37	初接触者15分钟后打喷嚏、咳嗽
3—5.0	嗅到臭味	100—200	吸收30分钟出现喷嚏和眼泪
6.5—11.5	吸10—15分钟、鼻腔有刺激感	300	不能吸入
20.0	眼睛有明显刺激感并咳嗽	400	呼吸困难

实际上，大气中的二氧化硫常与多种污染物同时存在，人体吸入这种混合污染物产生的危害比它们各自的危害要大得多。例如SO₂和颗粒物气溶胶同时进入呼吸道后对肺泡有

更强的毒性作用。这是因为吸附在颗粒上的二氧化硫被氧化成三氧化硫，它与水蒸汽可形成直径小于1微米的硫酸雾，这种污染物可更深地侵入呼吸道。人们对某些动物试验表明，由硫酸雾造成的生理反应比二氧化硫大4—20倍。

三、氮氧化物的影响

大气中的氮氧化物主要指一氧化氮（NO）和二氧化氮（NO₂）。

一氧化氮对人的生理影响还不十分清楚。但高浓度的NO可使动物发生中枢神经病变。二氧化氮气体对人体的呼吸器官有刺激作用，在与NO₂气体经常接触的人中有时会引起肺水肿或慢性支气管炎。吸附二氧化氮的飘尘最易侵入肺部，沉积率很高。可导致呼吸道和肺部病变，出现气管炎、肺气肿及肺癌等症。

四、光化学氧化剂的影响

光化学氧化剂有臭氧和过氧乙酰基硝酸酯等多种物质。它是由氮氧化物和碳氢化合物进入大气后在一定的阳光照射下经光化学反应而形成的二次污染物。由这些光化学氧化剂形成的烟雾称为光化学烟雾。

当光化学氧化剂的浓度达到某一界值后就会产生各种危害。如浓度为0.1ppm时，经短间接接触就能刺激眼睛，可能引起红眼病。若氧化剂小时平均浓度为0.25ppm时，使哮喘病患者发病率增加。在0.25—0.7ppm时，使患慢性呼吸器官病者病情恶化。

五、其它有害物质的影响

一氧化碳是无色、无臭的气体。当CO浓度为900PPm时，接触1小时就能使人头痛、眼睛呆滞。浓度在1200PPm以上时，作用1小时，可使神经麻痹，发生生命危险。

碳氢化合物种类很多，如由于燃料燃烧不完全或石油裂解过程中产生的挥发性烃。又如含有强致癌物质的苯并芘。这些污染物对眼、鼻和呼吸道有强烈的刺激作用。在一定条件下，严重破坏肝肾和心血管系统的功能。

氟化物如氟、氟化氢对眼睛及呼吸道有强烈地刺激作用。人体侵入高浓度的氟化物可引起肺水肿和支气管炎，对骨骼、造血、神经系统、牙齿有损害作用，重者或因呼吸麻痹、虚脱而死亡。

第四节 大气污染对若干气候要素的影响

大气污染除能直接危害人体健康、影响人类赖以生存的空气、农作物和工业品等外，还对自然环境因子——气候产生一定的影响。如对太阳辐射、温度和能见度等气候要素产生影响。从而对人类的衣、食、住、行及整个生物界可能产生巨大的作用。因此大气污染物对气候影响的研究成果为人们普遍关注。目前，国内外已发表了许多文章，证实大气污染对气候变化产生的可能影响。下面主要介绍大气污染对人们生产和生活较为密切的因子，如太阳辐射能、温度和能见度的影响。

一、对太阳辐射能的影响

我们主要以南京冬季晴天为例，统计23年的日射资料，分别介绍分析方法与结果。

1. 大气中混合污染物对直接辐射的影响

太阳辐射在大气中传播要受到实际大气中各成分的散射和吸收的减弱作用。在晴天时，直接辐射经过大气时的衰减作用主要表现为空气分子的散射、水汽的吸收和散射、臭氧的吸收以及混合污染物（杂质、烟尘、 CO_2 、 SO_2 、 NO_x 等）的