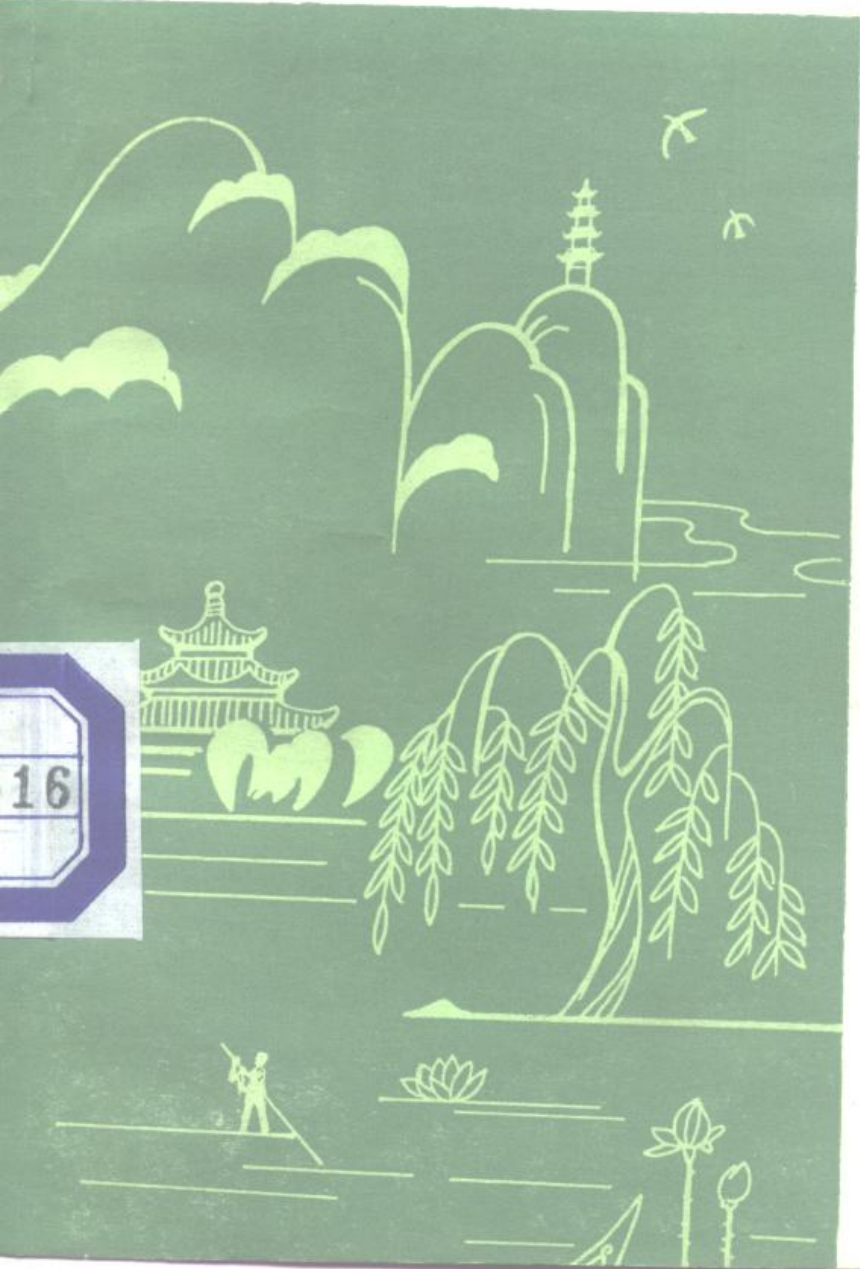




气象知识丛书



大气污染



气象出版社

大 气 污 染

龚沛光 陈泮勤

气象出版社

7236/24

内 容 简 介

空气是人类生存的珍贵资源，但空气污染已成为当今世界上的一种公害，日益引起了人们的严重关注。本书深入浅出地介绍了空气污染的危害，空气污染源，防治空气污染的措施和手段等基本知识，内容丰富、文笔流畅，对从事环保工作的人员有一定的实用价值。

大 气 污 染

龚沛光 陈泮勤

责任编辑 史秀菊

* * *

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国各地新华书店经售

* * *

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：3.5 字数：74千字

1985年11月第1版 1985年11月第1次印刷

印数：1—10000 统一书号：13194·0274

定价：0.67元

出 版 前 言

在浩瀚的大气的海洋里，有着无穷的奥秘，需要人们去认识和探索；蕴藏着丰富的资源，可供我们去开发和利用。

为了帮助广大青年、中小学教师、气象爱好者以及各行各业的科技工作者，更好地认识大气的现象，了解天气变化的性质和规律，我们和中国气象学会决定共同组织出版一套《气象知识丛书》，通俗地、系统地介绍大气、气候、天气和应用气象等方面的基本理论和基础知识。本丛书共十八册，每册约五万字，分别介绍某一方面的内容；同时各册又相互配套，形成一个比较完整的系列。本丛书力求材料新颖、内容丰富，反映出八十年代气象科学的新水平。

本丛书计划于一九八五年底以前陆续出齐。我们把她奉献出来，希望能对迫切需要气象知识的广大读者，有所满足，有所裨益。

气象出版社

序 言

人类生活于大气之中，为了自身的生存和发展，一直在和大自然作种种斗争。自古以来，观测和研究大气现象，趋利避害，发展生产，一直是人类的一项重要工作。

十七世纪以前，人们依靠肉眼观察，对天气和气候现象积累了丰富的经验，但那时基本上还是处在定性的认识阶段。

自从温度表、气压表、风向风速仪以及毛发湿度表等测量仪器出现之后，气象的观测和研究开始进入了定量的阶段。近三、四十年来，随着科学技术的迅速发展，尤其是人造卫星和电子计算机引入气象学领域，使这门学科出现了飞跃。

气象科学的应用性很强。随着科学技术的发展，人们对大气现象的认识越来越深刻，对它的利用也越来越广泛，目前几乎已深入到国民经济的各行各业。

现代化农业的发展，除有关农业技术等学科外，离不开长、中、短期天气预报；现代化的农业区划也离不开对气候的研究。

大型工业等产生着大量对人类有害的气体 and 微粒。如何把这些气体排放在无害或危害最小的地方，就得有效地利用气象条件。许多工业、建筑、交通都需要利用气象参数进行设计，例如工厂车间的采暖通风，建筑物的风雪荷载，以及水库、大坝、铁路、公路、桥梁的建筑规模等等。

各种军事活动通常要有一定的气象条件作保障。航海、航空与气象条件的关系更为密切。

综上所述，气象科学对生产、生活十分重要，可以预料，

随着我国四化建设的发展，各行各业将对气象科学提出越来越高的要求。

气象出版社和中国气象学会共同组织编辑出版的《气象知识丛书》，系统地介绍了气象科学各分支的基本理论和基础知识，有助于满足广大读者在四化建设中对气象知识的需求。

当然，这套丛书不可能涉及到气象学的所有分支，还只能着重介绍对我国当前四化建设急需的气象知识。我相信，这套丛书的出版，对具有初中以上文化程度的青年、业余气象爱好者、中小学教师、农村和工厂的干部和技术人员将会有所帮助。我希望，今后能继续出版更多的气象科普书籍，为广大读者，特别是为青年们，提供更为丰富的精神食粮。

叶笃正

一九八三年五月七日

目 录

一、空气在污染中

空气——人类生存的珍贵资源(1) 世界瞩目的空气污染灾害事件(4) 能源与污染(6) 不可轻视的空气污染公害(7)

二、空气污染的危害

损害人体健康(10) 危害植物生长(15) 破坏生态平衡(19) 影响气候变化(22) 妨碍工业发展(23) 腐蚀种种物品(25)

三、空气污染源

烟囱喷吐的浓烟(28) 粉尘源(30) 汽车排出的废气(32) 含剧毒的光化学雾(35) 放射性污染物(37) 空气污染源分类(38)

四、影响污染的条件

风的稀释能力(40) 湍流扩散效应(42) 温度的调节作用(45) 降雨的净化功能(48) 地形的影响(51) 城市“热岛”效应(54)

五、污染浓度估算

高斯浓度估算法(57) 城市多源污染(61) 污染物浓度的改变(65) 长途扩散中的污染物(68)

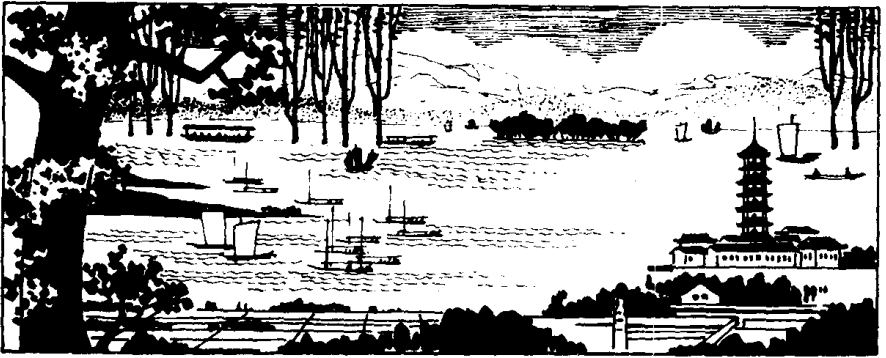
六、空气污染的监测

空气污染的监测仪器(72) 污染监测的哨兵——气象塔(76) 用声、光雷达监测空气污染(78) 监测空气污染的台站网(83) 空气污染的室内模拟与扩散实

验(85)

七、污染的防治途径

开展污染预报(90) 高烟囱排污(92) 改革工艺流程(95) 绿化大地, 净化空气(97) 开发、利用无害能源(98) 污染的法制管理(101) 防治污染, 神州增色(103)



一 空气在污染中

人们对于空气污染，可说并不陌生。陆地上大大小小的烟囱，浓烟滚滚；四处奔驰的汽车、拖拉机，喷出一团团黑烟；从施完化肥的耕地，飘来刺鼻的气味；家用炉灶冒出的黑烟；有时一阵狂风卷起漫天沙尘……这些都是我们生活中常见的空气污染实例。

我们常说，空气是无色无味的透明气体，但严格说来，这指的是未被污染的理想大气。然而今日的世界，一尘不染、压根儿未遭污染的空气，可以说几乎是没的。只不过在某些地区（比如人迹罕至的海洋、沙漠、草原，或人口相对稀少的广大农村），空气污染的轻一些罢了。

不幸的是，正是在人口十分集中的大、中城市和工业区，空气污染特别严重，其危害也更大。因此，空气污染已成为当今世界的一大公害，业已引起人们越来越多的关注和担忧。

空气——人类生存的珍贵资源

从维持生命的角度看，人类赖以生存的首要因素是空气。

有关资料表明，人不吃食物可以活三、四个星期，最长有活到三十五天的；不饮水可以坚持数天。可是，若不呼吸空气，短短几分钟生命就会结束。因此，可以毫不夸张地说，空气是生命之本，是大自然馈赠给人类的珍贵资源。

空气是多种气体成分的混合物。按体积比计算，氮气居首位（占78.09%），其次是氧气（占20.95%），再次是氩气（占0.93%）和二氧化碳（占0.027%）。这四种气体加起来，占了空气总量的99.997%。另外还有氦、氖、甲烷、氙、氢等微量气体。它们的含量列于表1。

表1 干洁空气主要成分表

气体名	浓度(ppm)*	气体名	浓度(ppm)
氮	780,900	氧化氮	0.5
氧	209,500	氢	0.5
氩	9,300	氙	0.08
二氧化碳	270	二氧化氮	0.02
氦	18	臭氧	0.01—0.01
氖	5.2		
甲烷	1.0—1.2		
氙	1		

* ppm是浓度计量单位，1 ppm表示一百万分之一的体积比。

什么是“干洁空气”？顾名思义，干洁空气表示完全干燥和洁净的空气，这是一种理想状态。自然界实际存在的空气并不洁净，多少总含有一些杂质、污染物。同时也不干燥，因为江河湖海等水面，森林、庄稼、牧草等绿色植物，以至裸露的地面等，在阳光照射下，每天都有大量水分蒸发变为蒸汽进入空气中，因此空气总有一定的湿度。通常空气中水汽含量不到1%，最高可达4%。

空气中与人类关系最密切的是氧气。人呼吸时主要是从

空气中摄取氧，经血液循环送至身体各部位，供细胞新陈代谢，维持生命。说人离不开空气，实质上就是指离不开氧气。

二氧化碳对植物是生死攸关的。植物正是靠叶面吸收二氧化碳气体，同根部输送来的水分、无机盐一道，进行光合作用而生长发育的。

还应该提一提臭氧，它的分子由3个氧原子构成，有一种特殊的臭味。空气中臭氧含量甚微，仅一亿分之几，主要集中在二、三十公里的高空。臭氧层对紫外线有强烈的吸收作用，它的存在可保护人类和各种生物免遭太阳光的过



图 1 人吸收氧气，植物吸收二氧化碳

量紫外辐射的伤害。

在地球周围的大气层里，随着高度的增加，空气密度迅速减小。虽然一直到上千公里高空仍有微量气体存在，但95%以上的空气集中在十几公里以下的低空。从研究空气污染的角度考虑，更关心的是一、二公里以下的近地面层，称做大气的“行星边界层”。地面向空中排放的各种污染物，就主要分布在这层空气中。边界层内的气象条件如何，直接影响到这些污染物的扩散、稀释状况，也决定着污染危害的轻重程度。

地球大气圈的空气总量约有六千万亿吨，这是一个相当惊人的数量。世界人口若以四十亿计，每人平均占有空气资源150万吨，七十岁的人一生中利用的空气，还不到这个数量的万分之三。这是就散布在地球周围空气的平均状况而言的，但因人类集中居住在陆地上有限的地域，尤其在人口十分密集的城市，所以，每个人实际所能享用的空气资源是很有限的。

世界瞩目的空气污染灾害事件

英国首都伦敦是世界有名的城市，它是以纺织机和蒸汽机为标志的第一次产业革命的发祥地。1952年，那里发生过一次空气污染灾害事件，世人至今记忆犹新。

从当年12月5日起，素来多雾的英伦三岛接连几天大雾笼罩，持续不散。平日就煤烟刺鼻的伦敦市区，这时空气变得更加污浊，浓烈的煤烟和硫磺味熏得人们咳嗽不止，难以忍受，市民纷纷用口罩、围巾等捂住口鼻。没两天，成千上万人急剧发病，患者低烧，呼吸困难、皮肤发紫，胸部可听到水泡音。平时患有呼吸器官和心脏等慢性病的老年人，发

病的尤其多。一连几天，患者人数直线上升，势头之猛犹如一场大瘟疫流行。人们惊恐不安，市政当局也不免惶然，急忙下令全市动员，设立各种急救组织，所有医院统一调配使用，停收普通病人，专门收留持有当局颁发的红色急救证的烟雾受害患者住院治疗……最后虽然大多数患者病情好转，得以康复，但短短几天中终于有近四千人丧生。

这就是曾经震惊世界的伦敦烟雾事件。

是什么原因酿成了这场灾难呢？正是空气污染。原来，那几天英国天气形势稳定，伦敦地处泰晤士河畔，几乎完全为静风状态，60至150米低空持续存在强逆温层（即高层空气的温度反而比底层的高），地面排放的污染物无法向高空扩散。于是空气中飘尘和二氧化硫含量急剧上升，最严重的12月7日、8日，达到平时的六、七倍。正是这种特殊气象条件造成的高浓度空气污染，酿成了这场数万人致病、数千人丧生的悲剧。

类似这样举世瞩目的污染灾害事件，世界上还发生过多起。例如1930年比利时发生的马斯河谷事件；美国1948年发生的多诺拉事件；1950年前后出现的新奥尔良哮喘；日本1946年发现的横滨哮喘，1962年发现的四日市哮喘，1964年9月发生的富山事件；墨西哥1950年发生的波查·里加事件，等等。这些空气污染事件，或者使许多人急性致病身亡，或者在某一地区反复发生哮喘一类的慢性病，损害更多人的健康。

重大的灾害事件使人们认识到，对于空气污染决不能采取熟视无睹、听之任之的态度。相反，必须高度重视，把它作为一个严肃紧迫的科学问题来进行研究，探索规律，寻找有效可行的防治办法。这样才能减轻污染的危害，避免类似的悲剧重演。



图 2 伦敦烟雾事件时的情景

能源与污染

从历史上看，人为的空气污染一开始就与能源消耗密切相关。人类社会消耗的能源越多，空气污染就越严重。

穴居山洞的古人类为了取暖、熟食和防御野兽，拾来树枝、枯草，燃起篝火，不时弄得洞穴里烟雾弥漫，窒息呛人，这大概是最早的人为空气污染。这之后，在人类主要从事农牧业经济的漫长历史时期，木柴、枯草、庄稼秸秆等有机燃料，成为社会的基本能源。但总的说来，以柴草为能源所造成的空气污染，程度很轻，危害有限。

真正对人类构成有威胁的空气污染，是在煤作为第一代石化能源广泛用于社会之后。这方面当首推英国。早在1273年，伦敦市区呛人的煤烟味就促使议员们通过法令，禁止在

首都伦敦用煤炭作燃料。其后数百年间，英皇室、议会又多次颁布过“禁止”和“限制”在首都用煤之类的法令。但煤毕竟是当时廉价实用的新能源，法律、命令非但没能阻止越来越多的人用煤作生活燃料，到十八世纪第一次产业革命兴起后，煤的使用更达到空前广泛的程度。时至今日，在世界许多地区，煤仍然是主要燃料。煤给人类提供了大量热能，但它含灰分高，燃烧不易完尽，会产生粉尘、二氧化硫、一氧化碳等大量污染物，严重污染空气。

1859年，美国在宾夕法尼亚州揭开了石油开采的序幕。从此，随着世界第二次产业革命的深入，石油很快普及到工业、铁路、海运、航空、汽车、家庭民用等许多领域，成为富有吸引力的新一代能源。目前在西方一些国家，石油已取代煤成为主要燃料，在现代工农业发展中发挥出巨大作用。石油有燃效高，较能燃尽等优点，因此减轻了燃煤造成的粉尘、二氧化硫等污染，但石油燃烧时产生出相当多的有毒有害气体，又给人类带来另外的污染危害。美国汽车之城——洛杉矶，拥有数百万辆汽车，曾因汽车尾气酿成闻名于世的空气污染事件，即所谓“洛杉矶烟雾”。人们常把这次事件与伦敦煤烟污染事件相提并论。在西方发达国家，目前燃油污染已成为尤其令人担忧的一种公害。

各种能源为人类提供了丰富的动力和热量，但它们生成的各种污染物，又对地球上的空气资源造成严重的破坏。于是，怎样兴利除弊，在减轻空气污染的前提下，更科学地利用能源，是人们急需解决的问题。

不可轻视的空气污染公害

面对日益加重的污染威胁，世界各国纷纷设置专门的环



图3 三代能源造成不同的空气污染

境监测保护机构，颁布各种污染管制条例。例如英国、美国、日本、苏联、法国、瑞典、加拿大等，在五十、六十年代都陆续制定了一系列有关污染问题的法规，在全国施行。

这些机构的设立，条例的制定和实施，收到了一定成效。据报道，到七十年代后期，美国的污染天数减少了15%，严重污染天数减少了32%，一氧化碳和二氧化硫的超标事件¹⁾分别减少43%和54%；法国主要城市居民区污染降低近30%；日本的二氧化硫污染也大大减轻。

但是从世界范围看，空气污染仍然是一大公害，对人类造成不可小视的威胁。其表现为：

(1) 世界能源消耗量继续不断增长，生成的空气污染物数量越来越大。尤其在不少发展中国家，恢复和发展民族经济的任务紧迫，污染防治工作往往得不到足够重视，因此有些地区空气污染日趋严重。

(2) 在西方发达国家，燃煤污染虽有所减轻，但随着汽车工业高速发展，汽车尾气污染越来越严重，成为最重要的

1) 指超过指标允许的污染事件。

空气污染源。目前世界汽车总量已达四亿辆，许多大城市有上百万辆汽车，向空中排放大量的一氧化碳、碳氢化物和氮氧化物，这些污染物在阳光照射下生成毒性更大的光化学烟雾，对人体健康构成严重威胁。例如日本首都东京，六十年代二氧化硫污染刚得到部分治理，七十年代光化学烟雾继而为患，使许多中小學生中毒致病，引起世界关注。

(3) 酸雨污染成为世界性公害。它污染河流湖泊，使鱼类等水生物减产以致绝迹；酸化土壤，损坏农作物和森林；腐蚀各种建筑物和露天设备，缩短其使用寿命等等，给人类造成可观的经济损失。据报道，美国每年因酸雨造成的损失高达百亿美元；英国农业每年因酸雨减少一亿英镑收入；加拿大政府不安地指出，今后二十年内全国将有相当一批湖泊因酸雨之害而使水生物减少，甚至绝迹。

(4) 现代航空工业迅速发展，成千上万架巨型喷气机每天向高空排放大量污染物，使高层大气中臭氧减少。地面大量使用氮肥和氟利昂制冷剂，也是使大气中臭氧减少的原因。一些专家提出警告，如果大气中臭氧含量长此下降，将给人类和整个生物界造成严重后果。

总之，空气污染是人类面临的环境问题的重要方面。在今后相当长的时期内，它将始终是人们必须认真对待的一个实际问题。