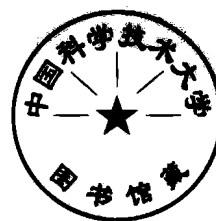


大气污染及其防治

(国外公害概况之十)



中国科学技术情报研究所

一九七三年七月

目 录

大气污染物及其来源·····	(2)
大气污染对人的危害·····	(16)
大气污染对环境的危害·····	(21)
气象气候与大气污染·····	(25)
大气污染的环境标准·····	(36)
大气污染的监测工作·····	(41)
大气净化与绿化造林·····	(46)
大气污染的防治方法与设备·····	(54)
大气污染防治的基本动向·····	(63)

大气污染及其防治

(送 审 稿)

在地球的表层，复盖着一层生物，人们把它叫生物圈。在生物圈的外围，维护生物生存的一层空气叫大气圈。这就是人们讨论环境保护时常常提到的生物圈和大气圈。

地球外围的空气愈向上愈稀薄，因此严格的界限是没有的，一般是把地面上一千一百或一千四百公里的厚度叫大气层或大气圈，这以外就是宇宙空间了。但对大气污染来说，它所指的大气是占空气总重量百分之九十五左右的地面上十二公里的空气层，即人们常说的对流层或对流圈。在对流圈以内，每升高一公里，气温大致下降摄氏五度，由于地球外围对流圈大气温度的上冷下热，因此产生活跃的空气对流，形成风、雨、雪、雾等各种各样自然现象，特别是地表以上两公里高度内受地形与生物影响，局部空气流动更复杂多变。这些与大气污染的关系是十分密切的。

至于大气的成分，当不受污染时如表一所示。即氮占百分之七十八，氧占百分之二十一，氩占百分之一，这三种气体总和几乎占百分之百，而其它气体总和不到千分之一。但是，由于工业交通运输业的发展，在废气不加以回收利用的情况下，空气中因增加了多种新的成

分而变得異常复杂，这就是人們所說的“大气污染”。

表一 沒受污染的大气成分

气 体 类 别	浓度 (ppm容积)	气 体 类 别	浓度 (ppm容积)
氮	780,900	甲烷	2.2
氧	209,500	氦	1.0
氩	9,300	二氧化氮	1.0
二氧化碳	300	氢	0.5
氟	18	氙	0.08
氖	5.2		

大气污染物及其来源

大气中的污染物的品种沒有准确的統計，但是已經产生危害，或已受到人們注意的污染物大致有一百种左右，主要污染物如表二所示。

表二 大 气 污 染 物

分 类	成 分
粉 尘 微 粒	碳粒、飞灰、碳酸钙、氧化锌、二氯化铅。
硫 化 物	二氧化硫、三氧化硫、硫酸、硫化氢、硫醇等
氮 化 物	一氧化氮、二氧化氮、氨等
氧 化 物	臭氧、过氧化物、一氧化碳等
卤 化 物	氯、氟化氢、氯化氢等
有机化合物	碳化氢、甲醛、有机酸、焦油、有机卤化物、酮等

但影响范围广、对人类环境威胁較大的并不多，主要是煤粉尘、二氧化硫、一氧化碳、二氧化氮、碳化氢、硫化氢和氨等六、七种，世界每年排入大气中的污染物重量見表三。

一般情况下，大气毒物中粉尘与二氧化硫占百分之四十，一氧化

表三 世界每年排放毒气总量

污 染 物	污 染 源	排放毒气量 (亿吨)
煤 粉 尘	烧煤设备	1.00
二 氧 化 硫	烧油烧煤设备	1.46
一 氧 化 碳	汽车、工厂设备不完全燃烧时的废气	2.20
二 氧 化 氮	汽车、工厂设备在高温燃烧时的废气	0.53
碳 化 氢	汽车、烧煤、烧油设备和化工设备的废气	0.88
硫 化 氢	化工设备废气	0.03
氨	工厂废气	0.04

碳占百分之三十，二氧化氮、碳化氢以及其它废气占百分之三十。

从污染来源看，主要有燃料燃烧时从烟囱排放出的废气、汽车排气和工厂漏掉跑掉的毒气，而烟囱与汽车的废气约占总污染物的百分之七十。就美国情况看（见表四），二氧化硫的百分之七十五、二氧化氮的一半都是从烟囱里跑出来的；一氧化碳的百分之六十、碳化氢的一半都是从汽车中排放出来的。至于工业加工、火车、飞机和轮船等交通工具排出的废气量，目前比重还不大。

各种燃料产生污染物的多少，取决于燃料质量的不同。譬如，美

表四 美国每年排放毒气的重量 (万吨)

污 染 源	污 染 物	二氧化硫	粉 尘	一氧化碳	碳 化 氢	二氧化氮
燃 料	料	2,440	890	190	70	1,000
汽 车	车	80	120	6,380	1,660	810
工 业 加 工	工 业 加 工	730	750	970	460	20
废 物 燃 烧	废 物 燃 烧	10	110	780	160	60
其 它	其 它	60	960	1,690	850	170
总 计	总 计	3,320	2,830	10,000	3,200	2,060

国石油每烧一吨要排放十公斤二氧化硫，而中东的油，每烧一吨要产生四十到八十公斤二氧化硫。各部门的燃料、原料在燃烧、加工使用过程中生成的废气量见表五。

表五 锅炉、汽车与工业设备排放废气量比重

污 染 源	污 染 物	一吨燃料或原料产生废气重量
锅炉	粉尘，二氧化硫，一氧化碳，酸类和有机物	5~15公斤（燃料）
汽车	二氧化氮，一氧化碳，酸类，有机物	40~70公斤（燃料）
炼油	二氧化硫，硫化氢，氨，一氧化碳，碳化氢，硫醇	25~150公斤（原料）
化工	二氧化硫，氨，一氧化碳，酸，溶媒，有机物，硫化物	50~200公斤（原料）
冶金	二氧化硫，一氧化碳，氟化物，有机物	50~200公斤（原料）
采矿 （矿石处理加工）	二氧化硫，一氧化碳，氟化物，有机物	100~300公斤（原料）

（摘自和达清夫“大气污染”一书）

根据表五中每烧一吨燃料或每用一吨原料排放到大气中污染物的重量和一个城市或地区燃料与原料总用量，就可大致推算出该城市或地区每年排入大气中的污染物总重量。这可作为估量一个城市或地区污染情况的基本方法。

一、粉 尘

（1）粉尘的数量

粉尘是燃料燃烧时吹入大气中的微细颗粒，每年世界各地排入大

气中的粉尘大致是一亿吨，占污染物总量的六分之一。

在燃料中煤的灰分最大，燃烧时排入空中的粉尘也最多。煤的灰分占总重量的百分之五到百分之二十，石油的灰分只有千分之二。实际上，一吨油所产生的粉末只有十分之一公斤，所以大气中的粉尘主要是烧煤产生的。

一吨工业用煤排烟量大致是百分之三到十八，褐煤为百分之十一，无烟煤为百分之八、九。一般情况下，工厂每烧一吨煤要有十一公斤粉尘上天（一九六二年，日本曾达到六、七公斤），烧得很理想也有三、四公斤。

同样一吨煤，居民用煤比工业用煤所产生的粉尘要多二、三倍，一般是每烧一吨煤要产生二十五到三十公斤的黑烟。

煤经过燃烧产生粉尘以外，也还有其它污染物，详见表六。

表六 烧一吨煤所排放的各种毒气的重量

污 染 物	电厂锅炉（公斤）	工业用炉（公斤）	取暖锅炉（公斤）
二 氧 化 硫	170	170	170
一 氧 化 碳	0.23	1.4	22.7
二 氧 化 氮	9	9	3.6
碳 化 氢	0.1	0.5	5
粉 尘	—	—	—
（一般情况）	11	11	11
（烧 的 好）	3	6	9

（2）粉尘的特点与毒性

粉尘可分成两类，一类是颗粒大的，直径大于十微米*的很快落到地上，这称为落尘。它多属于燃烧不完全的小碳粒，这就是人们看到的黑烟。另一类是颗粒小的，直径小于十微米，其中相当大一部分比细菌（五分之四微米）还小，是人肉眼看不到的，它可以几小时，甚至几年飘浮在空中，所以叫作飘尘。

粉尘是人体健康的大敌。尤其是直径在半微米到五微米之间的飘尘对人的危害最大。因为大于五微米的颗粒，由于惯性力作用被鼻毛与呼吸道粘液排除，小于半微米的颗粒，由于气体扩散的作用被粘附在上呼吸道表面随痰而排出。而只有半微米到五微米的飘尘可以直接到达肺细胞而沉积，并可能进入血液送往全身，其危害情况见表七。据分析，有些飘尘粒子表面有致癌性很强的芳香族碳氢化合物。这些微小颗粒沉附在人体的五脏或其它部位都是有害的。所以，各国都认为大气中的粉尘颗粒，尤其是煤粉尘颗粒是大气中各种毒气毒物中的元兇，是一九五二年英国伦敦死亡四千到八千人严重烟雾事件的主犯。

（3）粉尘的来源

粉尘污染的主要来源见表八（一）。

二、有毒重金属

（1）重金属微粒的毒性

近几年，随着工业的发展，不少有毒重金属混入大气，尽管还没

*注：一微米为百万分之一米。人的头发为五十微米左右。

表七 飘尘对人、环境的影响

飘尘浓度 (微克/立米)	影 响
100 (全年24小时平均值)	慢性支气管炎等疾病增加、幼儿气喘
150 (24小时平均值)	病患者、体弱者、老人死亡率增加
300 (1小时平均值)	视程不到八公里, 飞机飞行困难
600	死亡率增加 (美国实践证明)
	视程不到两公里, 生病死亡增加、交通事故增多

表八 (一) 粉 尘 污 染 的 来 源

发 生 粉 尘 的 装 置	粉 尘 性 质
锅 炉	焦渣、飞灰、煤粉
水 泥 窑	石粉、水泥
矿 石 烧 结 炉	金硫氧化物、飞灰、矿石粉
熔 矿 炉	矿石粉、焦炭粉、矿渣
炼 钢 平 炉	氧化铁
密 室	飞灰、煤粉
转 炉	渣
烧 废 炉	渣、飞灰、炭渣
硫 酸 设 备	硫酸烟雾
矿 石 粉 碎	渣
道路铺砌材料处理炉	炭渣、二氧化硅等

有出现重金属大气污染的严重的事件,但在日本发生重金属水污染中毒的水俣病、骨痛病以后,各国对重金属大气污染也十分注意。据调查,它的危害可能超过杀虫剂和二氧化硫,因此各国加强了有毒重金属对大气污染的研究。

大气中有毒重金属是很多的,如铅、镉、铬、锌、钛、锰、钒、银、砷和水银等都有可能引起人体慢性中毒,详见表八(二)。据美国在二

十八个大城市的調查，城市上空含鎘、鋅、鉛、鉻的濃度与該城市中的心脏病、动脉硬化、高血压、中樞神經疾病、慢性腎炎、呼吸系統的癌症的分布情况很接近，尤其是大气中鎘的濃度与心脏病、动脉硬化之間关系更为密切。

鉛对人体也是十分有害的，各国都有因鉛对空气污染而造成事件的报告，日本东京的牛込柳町事件就是一例。目前，各国汽車廢气中都含有鉛，各大城市的街道空气的含鉛濃度都相当高，路口多超过每立方米五微克的法定标准，一般都在十微克，有的达到一百多微克，这样高濃度的含鉛气体进入人体，可使人貧血、牙齿变黑、神經麻痹、

表八（二）空气中重金属的危害

金 属	对人体危害部位与疾病	英美城市浓度（微克/立米）*
鉛	神經、腸胃、貧血	0.2—3.0
鋅	腸胃、肺病、皮炎	0.2—2.0
鎘	肝、心、腸胃、皮炎	0.004—0.25
鉻	肺、癌症、皮炎	0.002—0.02
鈷	肺、心、皮炎	0.0007—0.004
錫	肺、肝、神經、皮炎	0.01—0.03
鈦	肺、皮炎	0.01—1.0
銅	皮炎	0.02—0.9
鎳	肺癌、神經、皮炎	0.002—0.2
鈾	肺、皮炎	0.001—0.1
砷	肺、神經、肝、腎、腸、皮膚	0.01—0.02
鉍	肺、皮炎	0.0001—0.001
錳	神經、肺	0.01—0.3
鋁	貧血、发育不良、神經	0.0005—0.0006

*注：这一浓度远未达到允许浓度（本表摘自日本“公害与对策”1972年 6期）

腕臂不能曲伸，而且提高了便秘、血管病、脑溢血和慢性肾炎的发病率。据英国对铅厂退休工人的调查，因脑溢血和慢性肾炎而死的人比其它行业退休工人要多。这一现象在各国都有发现。

铍曾在美国发生中毒事件，铍工厂周围三公里以内的居民因铍工厂烟气扩散而发生肺纤维症，降低了肺细胞氧的交换能力，使人体瘦弱生病。

最近研究表明，镉与水银污染的空气对人的肾脏十分有害，镍污染可使人生肺癌，锰与水银污染可使入神经系统生病。由于重金属污染的严重性，不少国家都在研究大气中微量元素的毒性。美国在最近两年对三十几种金属的毒性进行研究，认为有些金属在化工厂不宜再用，因而不得不改变加工工艺或更换催化剂。并着手制订这些金属在大气或食品中允许浓度的标准。

(2) 重金属污染的来源

表九 重 金 属 污 染 的 来 源

污 染 物	废 气 来 源
水银	水银电解法苛性碱工厂，氯乙烯中间体工厂，铝、农药、硫化水银、磷酸水银工厂，水银计量、干电池、水银灯等用水银的工厂，水银回收、水银炼制厂
镉	电镀厂（镉）、颜料厂（催化剂）、氯乙烯工厂（稳定剂）、炼锌厂、机械厂、电子机械工厂
铅	颜料、涂料、铅玻璃工厂、陶瓷厂，铅蓄电池厂，铅字、铅管工厂，铅再生厂、汽车
铬	电镀厂（铬），颜料、催化剂工厂，合金厂，皮革厂
砷	无机制品工厂，催化剂、农药等工厂，硫酸厂，合成氨厂

重金属的种类較多，来源也很复杂。主要重金属污染的来源見表九。

三、二氧化硫

(1) 二氧化硫在污染物中的地位

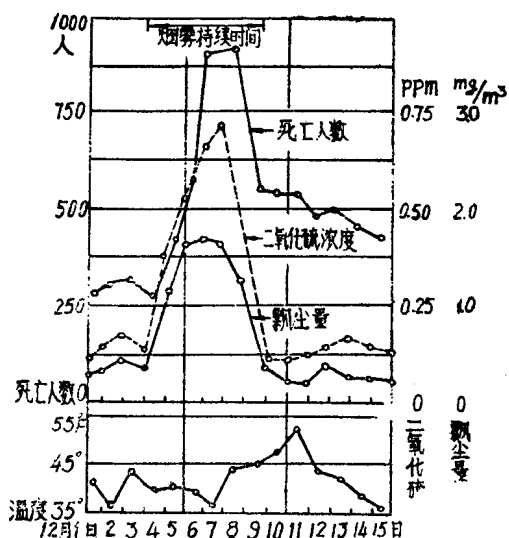
二氧化硫是燒煤或燒油时产生的。一吨煤中有五到五十公斤的硫磺，一吨油有五到三十公斤的硫磺，一般为十公斤左右，中东油硫磺最多，一吨油中有五十公斤硫磺。这些硫磺在燃燒时将变成两倍硫磺重量的二氧化硫，进入大气。

如果一个燒煤的火电厂，一天燒两千吨煤，含硫量为百分之三，則每天有六十吨硫磺变成一百二十吨二氧化硫进入大气，这就是火电厂周圍居民受害的主要原因。

由于煤与石油的含硫量都很高，用量又很大，所以世界每年排入大气的二氧化硫高达一亿五千万吨，成为污染大气的主要毒物。

(2) 二氧化硫的特点、毒性

二氧化硫是无色有味气体，它的毒性見表十。但它很少单独成害，往往和飘尘結合在一起进入人的肺部，大大增加了粉尘的毒性，是粉尘危害人类的最大帮凶。这可从



图一 伦敦烟雾浓度与死亡人数关系图

倫敦事件中烟雾濃度与死亡人数关系图清楚地看到这点,见图一。一般情况下,二氧化硫污染地区的支气管炎病患者比没有污染的农村要高一倍。日本因二氧化硫中毒生病的患者最多,占公害病患者百分之九十。

二氧化硫在空中的停留时间,大致是一周左右,在下雨或降雪时则随雨雪降到地面。如果二氧化硫在高空中遇到水气,则变成硫酸烟雾,它可长时期停留在大气中,这种烟雾对人、对环境都有很大危害,它的毒性比二氧化硫大十倍,二氧化硫濃度达到百万分之八,人开始感到难受,而硫酸烟雾不到百万分之零点八时,人就吃不消了。硫酸烟雾是到处作案的兇手,英国倫敦烟雾事件有它,日本东京光化学烟雾事件也有它,几乎大气污染事件中都离不了有它。

表十 二氧化硫对人与环境的影响

二氧化硫浓度 (ppm)	影 响
0.01—0.1	视程减少
0.1~1.0	对植物、器具有损害腐蚀,如有粉尘,人也受害
1.0~2.0	人开始有些感觉,胸闷异常,呼吸不畅
2.0~10.0	对人有刺激作用
3.0~5.0	开始闻到臭味
5.0~10.0	人在十五分钟以内鼻受刺激流泪,在一小时内感到难受,不宜工作
10.0~30.0	呼吸道、眼睛将产生炎症,胸有压迫感
10.0~100	动物与人会产生种种症状
20.	人受刺激流泪,咳嗽。
100	人呼吸困难,咽喉胸部疼痛
100以上	人有生命危险
400—500	人可迅即窒息而死

(3) 二氧化硫的污染来源

二氧化硫的污染来源十分广泛，主要污染源及其排放浓度见表十一。

表十一 二氧化硫的污染源及其排放浓度

排 放 废 气 设 备	二 氧 化 硫 浓 度
硫化矿的焙烧	10%
硫酸工厂	0.5%
烧油锅炉、纸浆厂	0.2%
钢铁厂	0.1%
烧煤锅炉	0.05%

四、一氧化碳

(1) 一氧化碳的特点、毒性

这是人们熟知的“煤气”。在空气中含量为百万分之十时人就中毒，百分之一浓度时，人在两分钟内死亡（详见表十二），它是无色无味的剧毒气体。

随着汽车增多与工业的发展，由于燃料不完全燃烧而排放到大气中的一氧化碳日益增多，世界每年排入大气的一氧化碳达两亿多吨，大致占总毒气量的三分之一以上，汽车多的美国和日本几乎达到二分之一，成为城市大气中数量最大的毒气，而且它在大气中的寿命很长，一般可保持两三年。因此这是一种数量大，累积性强的毒气。早在一九二六年，美国纽约就发生过交通警察与驾驶员一氧化碳中毒的事故。近些年来，这种毒气的浓度不断上升，汽车多的国家城市街道一

氧化碳濃度都在百万分之十到二十五。尽管各国都設法把一氧化碳日平均濃度控制在百万分之十之內，但实际上有相当多的市区街道超过这个控制濃度。当大气中有百万分之十的濃度时将使心肌梗塞的病患者发病率提高，当濃度超过百万分之五十时，严重心脏病患者就会死亡。可是，日本大城市一氧化碳濃度曾有过百万分之八十三的記載，美国規定超过百万分之一百才发出警报，这說明这些国家一氧化碳問題的严重性。

（2）一氧化碳的来源

在欧美、日本，一氧化碳的来源主要是汽車。据日本調查，一小时内有两千五百辆汽車通过的街道，其空气中一氧化碳濃度，冬季会高到百万分之四十五，夏季可达到百万分之二十九。美国上空的一氧化碳有百分之六十四是汽車排放的，因此如何解决汽車排放的一氧化碳問題是个关键。

表十二 一氧化碳对人与环境的影响

浓度 (ppm)	影 响
10	人开始慢性中毒，贫血、心脏、呼吸道病人恶化
30	人在四到六小时内中毒
100	立即头痛恶心
120	人在一小时内中毒
10,000	立即死亡

五、光化学烟雾

光化学烟雾是汽車和工厂烟囱排出的氮氧化物和碳化氢經太阳紫

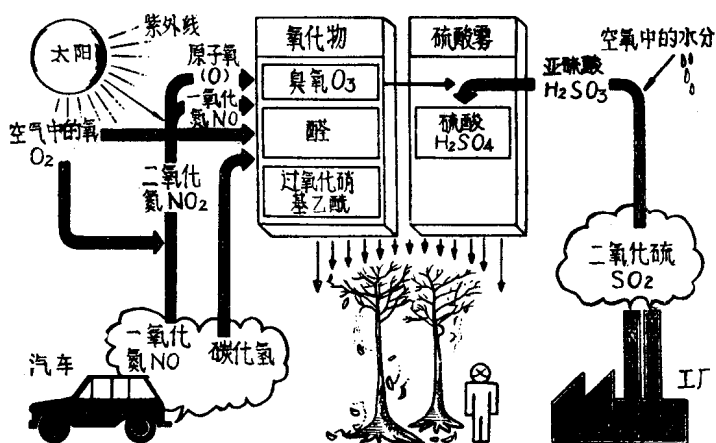


图二、汽车排放毒气的部位和成分

外綫照射而生成的一种有毒气体，叫光化学烟雾。由于它首次发生于洛杉矶，所以有人也把它叫洛杉矶烟雾。构成这种毒雾的主要根源是汽车，从汽车中排放和泄露出毒气的部位见图二。一千辆汽车每天除排出三吨多一氧化碳以外，排出的碳化氢为二到四百公斤，氮氧化物为五十到一百五十公斤，是光化学毒

雾的“原料”。

光化学烟雾最早出现在美国洛杉矶市，而后扩展到其东部十九个州。一九七〇年以来，日本东京、大阪等大城市也不断出现光化学烟雾。日本的光化学烟雾的形成更为复杂，见图三。一般情况下，光化学烟雾对人的危害大致以百万分之零点二到零点三为界，超过这个界限则产生眼睛红痛、肺机能降低的症状，严重的患肺气肿（见表十三），这显然比煤粉尘的危害要小些。但日本东京的光化学烟雾，是与硫酸



图三 日本东京光化学烟雾形成图