

全国高校船舶类专业规划教材

大气污染与净化

黄毅泉 编著

陈家骅 主审



Daqi Wuran Yu Jinghua

大连海事大学出版社

全国高校船舶类专业规划教材

marine engine

大气污染与净化

黄毅泉 编著
陈家骅 主审

大连海事大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

大气污染与净化/黄毅泉编著. —大连:大连海事大学出版社,1997

ISBN 7-5632-1128-4

I. 大… II. 黄… III. ①空气污染-污染防治②气体净化 IV. X51

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 29227 号

大连海事大学出版社出版

(大连市凌水桥 邮政编码 116026 电话 4684394)

大连海事大学印刷厂印刷 大连海事大学出版社发行

1998 年 3 月第 1 版 1998 年 3 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:12.25

字数:306 千 印数:1—1050 册

责任编辑:程策群 封面设计:王 艳

责任校对:黎 为 版式设计:王瑞国

定价:22.00 元

内 容 提 要

随着经济的发展,大气污染日益严重。人类正在共同努力为保护地球而工作。

作者在多年教学和科研的基础上,搜集了有关的资料编写成该书。全书共八章。第一章是对城市大气污染的总论。按照各污染源对大气污染程度大小的顺序,在第二章到第五章分别对一般固体废物的燃烧污染、工业生产的排放污染、煤炭等燃烧污染及内燃机的排放作了论述。第六章至第八章分别对大气的放射污染、噪声污染及电磁污染、热污染和光污染问题作了阐述。全书着重阐明大气污染对人类的危害和各污染物的生成机理,以及如何控制和净化。

本书列为全国高校船舶类专业规划教材,是大气科学类和机械类学生所必备的教材和参考书,它也是环境保护专业人员的有实用价值的参考书。

出版说明

根据国务院发(1978)23号文件批转试行的《关于高等学校教材编审出版若干问题的暂行规定》,中国船舶工业总公司负责全国高等学校船舶类专业规划教材编审、出版的组织工作。

为做好教材编审组织工作,中国船舶工业总公司相应地成立了“船舶工程”、“船舶动力”两个教材委员会和“船电自动化”、“惯性导航及仪器”、“水声电子工程”、“液压”、“水中兵器”五个教材小组,聘请了有关院校的教授、专家 50 余人参加工作。船舶类专业教材委员会(小组)是有关船舶类专业教材建设研究、指导、规划和评审方面的专家组织,主要任务是协助船舶总公司做好高等学校船舶类专业教材的编审工作,为教材质量审查把关。

经过前四轮教材建设,共出版教材 300 余种,建立了较完善的规章制度,扩大了出版渠道,在教材的编审依据、计划体制、出版体制等方面实行了有成效的改革,为“九五”期间船舶类专业教材建设奠定了良好基础。根据国家教委对“九五”高校教材建设要“抓好重点教材,全面提高质量,继续增加品种,整体优化配套,深化管理体制和运行机制的改革,加强组织领导”的要求,船舶总公司于 1996 年又制定了“全国高等学校船舶类专业教材(九五)选题规划”。列入规划的选题共 133 种,其中部委级重点选题 49 种,一般选题 84 种。

“九五”教材规划是在我国发展社会主义市场经济条件下第一个教材规划。为适应社会主义市场经济外部环境,“九五”船舶类专业教材建设实行指导性计划体制,即在指导性教材计划指导下,教材编审出版由主编学校负责组织实施,教材委员会(小组)进行质量审查,教材编审室协调。

“九五”期间要突出抓好重点教材,全面提高教材质量。为此教材建设引入竞争机制,通过教材委员会(小组)评审,择优确定主编,实行主编负责制。教材质量审查实行主审、复审制,聘请主编校以外的专家审稿,教材委员会(小组)复审,复审合格后由有关教材委员会(小组)发出出版推荐证书,出版社方可出版。全国高校船舶类专业规划教材,就是通过严密的编审程序和高标准、严要求的审稿工作来保证教材质量。

为完成“九五”教材规划,主编学校应充分发挥主导作用。规划教材的立项由学校申报,立项后由主编校实施,教材出版后由学校选用。学校是教材编写与教材选用的行为主体,教材计划的执行主要取决于主编校工作情况。希望有关高校切实负起责任,各有关方面积极配合,为完成“九五”船舶类专业教材规划、为编写出版更多的精品教材而努力。

由于水平和经验局限,教材的编审出版工作和教材本身还会有很多缺点和不足,希望各有关高校、同行专家和广大读者提出宝贵意见,以便改进提高。

中国船舶工业总公司教材编审室

1997 年 4 月

前 言

随着经济的发展和社会的进步,城市大气污染和净化已成为国际环境问题。全世界为保护人类共同生存的环境——地球,作出了巨大的努力。努力是有成效的,但是距离企盼的目标还很遥远。为此,我们仍需对城市大气环境的问题深入研究,以达到净化大气、保护地球的目的。

本书是作者在多年教学和科学研究成果的基础上,依据搜集的国内外资料编写而成。全书共八章。第一章是对城市大气污染的总论。按照各污染源对大气污染程度大小的顺序,在第二章到第五章分别对一般固体废物的燃烧污染、工业生产的排放污染、煤炭等燃烧污染及内燃机的排放作了论述。第六章至第八章分别对大气的放射污染、噪声污染及电磁污染、热污染和光污染问题作了阐述。全书着重阐明大气污染对人类的危害和各污染物的生成机理,以及如何控制和净化。

本书被列为全国高校船舶类专业规划教材。

本书由大连理工大学陈家骅教授担任主审,最后由周俊杰教授复审。作者非常感谢他们的热情帮助和诚恳地接受他们所提出的宝贵意见。

本书涉及的内容较广,由于作者水平有限,难免会出现谬误。恳请读者给予指正。

作 者

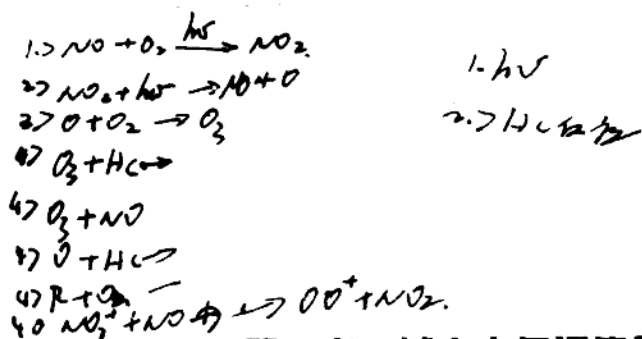
1997年12月

目 录

第一章 城市大气污染及其控制	1
§ 1.1 城市大气污染的特点	1
§ 1.1.1 环境的污染	1
§ 1.1.2 大气污染的分类及其来源	1
§ 1.1.3 城市大气污染	7
§ 1.1.4 城市大气污染的特点	12
§ 1.2 环境污染的发展	14
§ 1.3 大气排放标准及污染的防治	16
§ 1.3.1 大气排放标准	16
§ 1.3.2 大气污染的防治	19
§ 1.3.3 大气污染的控制	25
§ 1.3.4 大气污染物质的测量与分析	27
第二章 一般固体废物的燃烧及处理	29
§ 2.1 一般固体废物污染	29
§ 2.2 一般固体废物处理	29
§ 2.2.1 固体废物的焚烧处理	30
§ 2.2.2 焚烧处理废弃物时的排放	30
§ 2.2.3 残渣和灰的处理	31
§ 2.3 白色污染及其防治	31
第三章 工业生产的排放与防治	32
§ 3.1 工业生产的有害排放	32
§ 3.2 工业生产排放对臭氧层的破坏	36
§ 3.3 环境保护中采用新的催化剂和新的合成工艺	38
第四章 煤炭等燃烧的排放与控制	39
§ 4.1 煤炭燃烧的污染排放	39
§ 4.2 大气排放与酸雨	39
§ 4.2.1 酸雨的危害	40
§ 4.2.2 酸雨的控制	41
§ 4.3 煤炭燃料燃烧排放的控制	42
§ 4.3.1 燃烧煤炭燃料的污染排放控制途径	42
§ 4.3.2 NO_x 的排放与控制	43

第五章 内燃机的排放及其控制	48
§ 5.1 内燃机的污染排放	48
§ 5.2 内燃机污染排放物的危害	53
§ 5.3 内燃机有害排放物的生成机理	56
§ 5.3.1 化学平衡时燃烧产物的计算	56
§ 5.3.2 氮氧化物(NO_x)的形成	62
§ 5.3.3 碳氢化合物(HC)的形成	65
§ 5.3.4 一氧化碳(CO)的形成	68
§ 5.3.5 颗粒的形成	70
§ 5.3.6 醛类的形成和臭味	76
§ 5.4 汽车发动机有害排放物的控制与净化	79
§ 5.4.1 汽油机有害排放物的影响因素	79
§ 5.4.2 汽油机废气污染控制	82
§ 5.4.3 柴油机有害排放物的影响因素	99
§ 5.4.4 柴油机有害排放物的净化与控制	124
§ 5.5 内燃机的排放标准与试验规范	140
§ 5.5.1 美国标准	140
§ 5.5.2 日本标准	146
§ 5.5.3 欧洲经济委员会(ECE)汽车排放法规	148
§ 5.5.4 我国标准	150
§ 5.6 排气试验技术	154
§ 5.6.1 排气取样方法	154
§ 5.6.2 排气分析仪器	155
§ 5.7 排气试验结果的整理	158
第六章 放射污染及其控制	162
§ 6.1 大气的放射污染	162
§ 6.2 放射性污染的来源	163
§ 6.3 放射性污染对人类健康的危害	167
§ 6.4 放射性污染的防护	167
§ 6.5 放射性防护标准	169
第七章 噪声的污染与控制	170
§ 7.1 噪声污染	170
§ 7.2 噪声污染的标准	170
§ 7.3 噪声防治	171
第八章 其他污染及其控制	177
§ 8.1 电磁辐射污染及其控制	177
§ 8.1.1 电磁辐射污染	177
§ 8.1.2 电磁辐射污染的控制	178
§ 8.2 热污染及其控制	180

§ 8.2.1 热污染的形成	180
§ 8.2.2 大气热污染的影响及其控制	181
§ 8.3 光污染及其控制	182
参考文献	183



第一章 城市大气污染及其控制

§ 1.1 城市大气污染的特点

§ 1.1.1 环境的污染

污染是指由于人为的因素、环境的构成或状态发生了变化,与原情况相比,扰乱和破坏了生态系统以及人们的正常生活条件,称为环境污染。也就是由于人类的生活和生产活动,产生的大量有害物质(主要有工业的“三废”和噪声等)对大气、水质和土壤的污染超越了本身的自净能力,破坏了环境的机能,达到了致害的程度;生物界的生态系统遭到不适当的扰乱和破坏;无法再生或取代的资源被滥采滥用以以及由于固体废物、噪声、振动、地面沉降和景观的破坏等造成的对环境的损害等等,都称为环境污染。

由于自然因素导致自然环境平衡的扰乱和破坏,而影响人类和生物的活动和生存,我们将这一类问题称作第一类环境问题。如火山爆发、地震、台风、海啸、洪水、旱灾、流行性病、地方病等自然灾害等就是这一类问题。

由于人类活动对环境的污染和破坏,以及由此产生对人及其所经营的农、林、牧、副、渔等的危害和对自然界循环与生态平衡的干扰和破坏,称作为第二类环境问题。如由于工业的发展,大量“三废”排放到环境中,破坏了原先处于平衡状态的生态系统,导致环境受污染和破坏,对人类和其它生物带来了危害等。

§ 1.1.2 大气污染的分类及其来源

大气是人类生存的重要环境之一,其正常化学组成是保证人体生理机能和健康的必要条件。由于大气的流动和动植物的气体代谢作用,大气的化学组成是相当稳定的。干燥的空气中约有 78% 的氮、21% 的氧、略少于 1% 的氩、0.03% 的二氧化碳和极少量其他稀有气体氦、氖等。成人每次呼吸吸入空气约 0.5 L、每天吸入空气约 12 m³。

正常情况下,空气是清洁的。但由于人们生产和生活活动的影响,特别是工业废气的大量排放,可使空气遭到不同程度的污染。即在空气中含有过量的粉尘微粒、一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、氨、氯化烃类、光化学烟雾等。

大气污染是在空气固有的正常成分中增加了新的有害成分或增多了原有的有害成分,从而造成对人类和动植物的危害,甚至会引起整个自然界的变化。

大气污染的程度是与能源的利用和工业、经济的发展紧密相关的。工业发展的早期,主要的能源是煤炭,煤燃料的燃烧,排出大量的烟尘便构成了大气污染的主要成分。随后,石油与化学工业迅速发展,致使生产中排出的微粒和二氧化硫等有害气体大幅度地增加,并使二氧化硫的污染比煤烟尘的污染更为严重。到 20 世纪 40 年代,美国加利福尼亚州的洛杉矶市出现了一种新的大气污染,发生了光化学烟雾“事件”。当地的气象条件使大气污染物不能及时地

在大气中扩散稀释,使污染物的浓度达到了危害人们身体健康的程度,引起人们咳嗽、打喷嚏、头痛、喉痛、红眼、胸闷等疾病症状;同时这种大气污染还造成使植物遭害、受力橡胶构件开裂、大气能见度降低等等危害。当时社会公众也非常关注。经过一定的研究和观测,亦认识到汽车的排放物是造成这类光化学烟雾污染的主要来源。

据 1992 年国务院发展中心技术经济局的统计,全世界因燃烧石化燃料而向大气中排放的 CO₂,每年多达 210 亿 t,相当于 56.5 亿 t 碳,即平均每人每年排放 1t 碳,且每年以 3% 递增。产生放射性物质 2000 万居里。

国家环保局 1990 年公告:全国废气年排放量(不含乡镇企业)为 8.5 亿 m³,其中 SO₂ 的排放量为 1495 万 t(1987 年为 1257 万 t),烟尘年排放量为 1324 万 t,粉尘年排放量为 781 万 t,城市总悬浮微粒日平均为 387μg/m³。1992 年报道上海日化厂每天向大气排放接近 3tCFCs(氟利昂)有害物质。

城市垃圾逐年增长,美国 1960 年平均人日产 1kg,1988 年上升到 1.3kg。全球每年新增垃圾 100 亿 t,我国城市生活垃圾每年产量达 2000 多万 t,且年增长率为 10%。

城市大气污染物中数量最多、危害最大的主要有一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物、二氧化硫、烟尘微粒以及由氮氧化物与碳氢化合物经光化学反应而生成的二次污染物光化学氧化剂等。根据美国 1970 年城市大气污染物来源的分类统计,由表 1-1 可见,一般固体废物燃烧产生污染物占总数量的 9%,化工等工业生产产业污染物占 14%,火力发电厂、工厂、居民等燃料燃烧所产生污染物占 22%,汽车排气的交通运输产生的污染物占 55%。城市大气中 82% 的 CO、48% 的 NO_x、58% 的 HC、1.3% 的 SO_x 及 8% 的微粒是由汽车排气所产生。可见对城市大气污染产生影响的严重程度由一般固体废气燃烧、化工等工业生产、火力发电、工厂与居民燃料燃烧到汽车排气依次增加的。

表 1-1 美国城市大气污染物来源分类

来 源	污 染 物 (10 ⁶ t/a)						
	CO	SO _x	NO _x	HC	微粒	共计	百分数%
一般固体废物燃烧	5.7	0.7	0.9	5.6	1.6	14.5	9
化工等工业生产	7.8	7.2	0.2	3.5	5.9	24.6	14
火力发电、工厂、居民等燃料燃烧	1.9	22.0	7.5	0.7	6.0	38.1	22
汽车交通运输	71.2	0.4	8.0	13.8	1.2	94.6	55
总 计	86.6	30.3	16.6	23.6	14.7	171.8	100

表 1-2 表示日本东京几种主要污染源的污染物的排放率。

表 1-2 日本东京几种主要污染源污染物的排放率(%)

污染源 \ 污染物	CO	NO _x	HC	SO _x
工 厂	0.10	64	2	99
汽 车	99.10	36	98	1
飞 机	0.20	0.6	0.5	0

表 1-3 列出了大气污染及其来源。

表 1-3 大气层中主要的污染物质及其来源

	●	主要污染物质	污染源
1	含 S 化合物	SO ₂ 、H ₂ S、CS ₂ 、COS、SO ₃ 、CH ₃ SH、(CH ₃) ₂ S、SO ₂	生物衰变、动物粪便、化石燃料与有机物质燃烧、火山活动、海水溅泼
2	含 N 化合物	NO ₂ 、NO、N ₂ O、PAN、NH ₃ 、(NO ₃ 、NO ₂ 和 NH ₄ ⁺) 的盐	天然的 N 固定:生物为主;人类的 N 固定:生物、工业为主,燃料为次
3	含 C 气体及化合物	CO、CO ₂ 、CH ₄ 及有机含 C 化合物:烷烃、烯烃、芳烃、醛、酮	燃烧、汽车废气、生物呼吸作用、森林大火
4	含 Cl 化合物	HCl、CH ₃ Cl、CH ₂ Cl ₂ 、CHCl ₃ 、CCl ₄ 、CH ₃ CCl ₃ 、C ₂ HCl ₃ 、C ₂ Cl ₄ 、CCl ₂ F ₂ (F12) … CHCl ₂ F (F21)、C ₂ Cl ₃ F ₃ (F11)、C ₂ Cl ₂ F ₄ 、C ₂ ClF ₅	燃烧、致冷剂、溶剂、火山活动等
5	其他微量气体	H ₂ 、HF、O ₃ 、H ₂ O、SF ₆ 、CF ₄ 、CH ₃ Br、CH ₃ I	汽车废气、火山活动、平流 O ₃ 层、海水蒸发
6	放射性	铀、钍族元素、钾 ⁴⁰ 、铯 ⁹⁰ 、铀 ¹³⁷ 、氡、碳-14	自然本底辐射,核试验,核燃料开采加工,核燃料再处理,核废处理,原子能灾害
7	噪声		交通运输、工业生产、公共活动
8	电磁辐射		磁暴、脉冲放电、射频辐射
9	热		CO ₂ 、水蒸汽、热水等增温作用
10	光		人类活动、大气污染烟雾、灯光强光源

几种主要大气污染物质的排放量列于表 1-4 上。

表 1-4 大气污染物质的年排放量

污染物质	最大污染物	排放量	产生源
含 C 气体及化合物 CO、CO ₂ 、CH ₄ 及有机含 C 化合物:烷烃、烯烃、芳烃、醛、酮	CO ₂	72.9 亿 t 碳,到 2050 年可达 100 亿 t	矿物燃料燃烧、水泥生产等 55 亿 t;热带土地利用增加排放 16.56 亿 t,温、寒带土地利用增加排放 1.33 亿 t
	CH	4.25 亿 t,每年积累 0.5 亿 t,增长率为 1.1%	燃料燃烧
	HC	1 亿 t	化工、固体废物燃烧、汽车
含 S 化合物: SO ₂ 、H ₂ S、CS ₂ 、COS、SO ₃ 、CH ₃ SH、SO ₂ 、(CH ₃) ₂ S	SO _x	1.4 亿 t ~ 1.5 亿 t (以 SO ₂ 计),年增率 2.9%	矿物燃料燃烧、化工生产
含 N 化合物: NO ₂ 、NO、N ₂ O、PAN、NH ₃ 、(NO ₃ 、NO ₂ 和 NH ₄ ⁺) 的盐	NO _x	7290 万 t (以 NO ₂ 计),年增率 3.4%	汽车、化石燃料燃烧
	N ₂ O	1200 万 t ~ 1500 万 t (以 N 计),年增率 0.26%	矿物燃料燃烧产生 190 万 t,沼气燃烧产生 100 万 t ~ 200 万 t
含 Cl 和卤代烃: HCl、CH ₃ Cl、CH ₂ Cl ₂ 、CHCl ₃ 、CCl ₄ 、CH ₃ CCl ₃ 、C ₂ HCl ₃ 、C ₂ Cl ₄ 、CCl ₂ F ₂ (F12)、CHCl ₂ F (F21)、C ₂ Cl ₃ F ₃ (F11)、C ₂ Cl ₂ F ₄ 、C ₂ ClF ₅ 、CH ₃ Br、CF ₂ BrCl、CF ₃ Br	氯氟烷烃	113 万 t,年增率 5%	燃烧、致冷剂、溶剂、火山活动

城市中大气的主要污染源为：

一、工业污染源

来自燃料的燃烧,产生大量的污染物,表 1-5 表示石油或煤的燃料、原料产生的废气量。

表 1-6 表示各工业部门向大气排放的主要污染物。

表 1-5 以石油或煤为燃料、原料产生的废气量

	污 染 物	1: 燃料或原料产生量(kg)
锅炉	粉尘、SO ₂ 、CO、酸类和有机物	5~15(燃料)
汽车	NO ₂ 、CO、酸类和有机物	40~70(燃料)
炼油	SO ₂ 、HS、NH ₃ 、CO、HC	20~150(原料)
化工	SO ₂ 、NH ₃ 、CO、酸、溶剂、有机物、硫化物	50~200(原料)
冶金	SO ₂ 、CO、氟化物、有机物	50~200(原料)
矿石处理加工	SO ₂ 、CO、氟化物、有机物	100~300(原料)

表 1-6 各工业部门向大气排放的主要污染物

工业部门	企业名称	污 染 物
电力	火力发电厂	烟尘、SO ₂ 、NO _x 、CO
冶金	钢铁厂	烟尘、CO ₂ 、CO、Fe ₂ O ₃ 、粉尘、锰尘
	炼焦厂	烟尘、CO ₂ 、CO、H ₂ S、酚、苯、萘、烃类
	有色金属厂	烟尘、(含铅、锌、铜…)、SO ₂ 、汞蒸气
化工	石油化工厂	CO ₂ 、H ₂ S、氟化物、NO _x 、氟化物、烃类
	氮肥厂	烟尘、NO _x 、CO、NH ₃ 、硫酸气溶胶
	磷酸厂	烟尘、HF、硫酸气溶胶
	硫酸厂	SO ₂ 、NO _x 、CO、NH ₃ 、硫酸气溶胶
	氯碱厂	Cl ₂ 、HCl
	化学纤维厂	烟尘、H ₂ S、CS ₂ 、甲醇、丙酮
	农药厂	CH ₄ 、砷、醇、氯、农药
	冰晶石厂	氟化氢
机械	合成橡胶厂	丁二烯、苯乙烯、乙烯、异丁烯、戊二烯、丙烯、二氯乙烷、二氯乙醚、乙硫烷、氯化钾
	机械加工	烟尘
轻工	仪表厂	汞、氟化物、铬酸
	造纸厂	烟尘、硫酸、硫化氢
建材	玻璃厂	烟尘
	水泥厂	烟尘、水泥尘

* 气溶胶——以固体或液体为分散相和气体分散相介质的所形成的溶胶,如雾是水滴分散在空气中的气溶胶,烟是固体粒子分散在空气中的气溶胶等。

(一)钢铁工业的大气污染

钢铁工业生产过程有三个方面能引起大气污染：

- (1)燃料燃烧或不完全燃烧产生的粉尘、二氧化硫和烟道气等；
- (2)加工原料时所产生的渣和粉尘；
- (3)加工原料时的化学反应产生的红、黄色氧化铁烟雾。

钢铁工业大气污染的特点:

(1)排放量大——年产 600 万 t 钢铁的企业,每小时要净化 $1000 \text{ m}^3 \sim 1500 \text{ m}^3$ 的含尘气体及烟气。

(2)烟气温度高——达 1500°C ,有的具有腐蚀性。

(3)间断性。这些都给治理技术带来很大困难。

(4)烟尘中浓度高、变化大。转炉烟气从 $0 \text{ g/m}^3 \sim 120 \text{ g/m}^3$,有色冶炼烟气有的高达 $800 \text{ g/m}^3 \sim 900 \text{ g/m}^3$ 。

(二)有色金属工业的大气污染

表 1-7 表示有色金属工业生产的排放情况。

表 1-7 有色金属生产排放的污染

产品名称	每吨产品排出的有害物数量及成分
电解铝	氟尘 6 kg~8 kg;氟化物 17 kg~23 kg(含氟化氢及氟化碳);CO 300 kg;CO ₂ 1000 kg
铜	粉尘 57.5kg(除尘后);SO ₂ -3500 m ³ (含 S 量 1%),一般均回收仅少量排出,SO ₂ 折合总硫量 1120kg
锌	粉尘 77.3kg(除尘后);SO ₂ 折合总硫量 610kg
铅	粉尘 64.5kg(除尘后);SO ₂ 折合总硫量 556kg

有色金属冶炼厂排出的 SO₂ 量占大气中 SO₂ 总量的 12%。有色金属采矿、选矿、冶炼是重金属粉尘、二氧化硫的污染源。有色金属冶炼工业如镍电解还排出氯气,铝电解还排出氟尘和氟化物,炼汞业还放出含汞的废气等等。

(三)化学工业的大气污染

化学工业的热电站或锅炉房消耗大量燃料,排出大量的废气;设备和管道的泄漏,有害物排入大气;生产过程中排出废气等。

其污染的特点:

(1)易燃、易爆气体多,如低沸点的酮、醛、易聚合的不饱和烃等。

(2)大多是有刺激性、腐蚀性,如二氧化硫、氮氧化物、氯、氯化氢和氟化氢等,其中以二氧化硫和氮氧化物的排放量最大。

(3)浮游粒子种类多,危害大,如粉尘、烟气和酸雾等。

化工生产大气污染主要有害物质有碳的化合物、硫的氧化物、氮氧化物、碳的氧化物、氯和氟化物、氟化物、恶臭物质和浮游粒子等,表 1-8 表示其来源。

表 1-8 化工生产大气污染物来源情况

污染物质	来 源
二氧化硫	硫酸厂、染料厂、石油化工厂、以硫酸为原料的化工厂
氮氧化物	硝酸厂、染料厂、炸药制造厂、合成纤维厂
氯、氯化氢	氯碱厂、石油化工厂、农药厂
氟化氢、四氯化硅等	磷肥厂、黄磷厂、氟塑料厂
氢氟酸	有机玻璃厂、丙烯酸腈厂
甲醛及其它有机氧化物	石油化工厂
乙烯、丙烯	石油裂解、聚烯烃厂、石油化工厂
氨	合成氨及氮肥厂、石油化工厂
烷基铅	烷基铅厂
氯丁二烯	氯丁橡胶厂
硫化氢、硫醇	石油化工厂(脱硫)
溶剂(芳烃、有机化合物)	石油化工厂
光气	光气及聚亚氨基甲酸酯生产

(四)石油化工

其废气主要有飞尘、烃类、二氧化硫、氧化氮、一氧化碳和恶臭等。

(五)造纸工业

排出恶臭和刺激性气体。

污染大气的物质主要是还原硫(甲硫醇、二甲基二硫、二甲苯硫、硫化氢)、二氧化硫等含硫臭气,各种粉尘、芒硝烟雾以及少量含氟气体,以硫化物和粉尘较严重。

造纸工业还有噪声污染。

(六)纺织印染工业

它的主要大气污染物有纤维尘和灰尘。合成纤维纱绒和织物的烧毛是产生有毒气体的污染源,尤其是聚丙烯腈类纤维,在其加工热分解和燃烧时,会放出极毒的氢氰酸和一氧化碳。

印染厂中主要的臭气是树脂整剂发出的游离甲醛气味,某些含氮树脂还有鱼腥臭气。涤纶的载体染色、硫化染料染色、保险粉剥色、亚氯酸钠漂白、织物粘贴、织物涂层等工序,也都会发出臭味。

羊毛纺织品的碳化工序也是大气污染源之一。在用硫酸溶液处理羊毛,使混在其中的植物性杂质碳化,这时会产生很细的碳粒子,形成烟雾,其中还有二氧化硫和有机物的分解产物等。

纺印工业的噪声污染大,一般在 80 dB 以上,甚至高于 100 dB。

(七)动力工业

以煤为燃料的电厂,主要污染物的排放(1t 煤):

二氧化硫 60 kg/t, 氧化氮 9 kg/t, 粉尘 3 kg/t~11 kg/t。

例一座 100 万 kW 的电厂,燃烧有烟煤,则每年排出的灰渣量约 90 万 t,若按除尘率 90% 算,每小时有 12 t 飞灰和 13 t 二氧化硫排入大气,还有氧化氮、二氧化碳等有害气体以及 3,4-苯并芘等一些微量有害物及元素排出。

以重油为燃料的电厂,主要污染物的排放(1 m³ 油):

二氧化硫 19 kg/m³, 氧化氮 12.6 kg/m³, 醛类 0.12 kg/m³, 粉尘 1 kg/m³。

原子能反应堆:

每一反应堆每年产生的废液达 1000 m³,其放射性浓度为每 m³ 1 微居里到 10 毫居里,主要放射物质为氡,各种活化物和某些裂变产物。

二、交通运输污染源

交通运输工具有火车、汽车、飞机、船舶等,它们燃料燃烧的排放,运载有害、有毒物的泄漏或是清洗车体、船体的扬尘及它们运行中发出的噪声。

(一)铁路运输

蒸汽机车产生的煤烟粉尘,内燃机车产生的黑烟和废气以及铁路专用热电站,工厂的锅炉、燃烧炉、冶炼炉产生的烟煤粉尘和有害气体对大气的污染。

其次为铁路的噪声污染。

(二)市内交通

汽车排放的铅和 CO、光化学烟雾,汽车和无轨电车轮胎与沥青路面摩擦而产生的芳香族杂环化合物——致癌。

汽车发动机的污染排放比较列于表 1-9。

表 1-9

按汽车排气量的污染排放量

	以汽油为燃料(g/L)	以柴油为燃料(g/L)
	小 汽 车	载 重 汽 车
铅化合物	2.1	1.56
二氧化硫	0.295	3.24
CO	169.0	27.0
NO _x	21.1	44.4
HC	33.3	4.44

其次为车辆的噪声污染。

(三)航空运输

航空运输对城市环境的干扰主要是噪声。由于飞机发动机功率的增大(涡轮喷气发动机),又没有采取相应的消声措施,发动机工作时的噪声越来越大,其原因是压气机、涡轮高速旋转和燃气喷出产生了巨大的音响。飞机高速飞行,气流流过有复杂增压装置的机翼、机身起落架等部件发生的声音,也是形成噪音的重要原因。超音速飞机在飞行中还会产生声爆,危害更大。机场附近航线下噪声达 80 dB~120 dB。飞机起飞前和降落后的全面机械检查以及地面试车产生的噪声很大,对机场周围造成很大的危害。

三、生活污染源

城市人口集中,排放出来的污染物越来越多,病菌的扩散和传播也更容易,给环境造成严重威胁。

(一)生活用煤燃烧排放物的污染

居民生活用灶烧煤,燃烧不完全,煤质又低,产生的烟尘、CO、CO₂ 等有害气体的数量也是可观的,有的地区比工业污染还严重。同样烧 1t 煤,居民分散燃烧比工业集中燃烧所产生的烟尘量大 1~2 倍,其中飘尘是工业的 4~5 倍。在人口集中的北方寒冷地区城市的居民取暖用煤甚至超过工业用煤的污染排放。

表 1-10 说明取暖锅炉燃烧 1t 煤所排出的有害气体

表 1-10

取暖锅炉烧 1t 煤的污染排放

	重 量 (kg)
SO ₂	170.0
CO	22.7
CO ₂	3.6
H ₂ S	5
粉尘:	
一般	11.0
烧得好	9.0

(二)生活垃圾

生活垃圾一般是有机垃圾超过无机垃圾,并且生活垃圾随生活水平的提高也在不断增多。生活垃圾发出的异臭、粉尘、飘尘所夹带的各种病菌等等都是严重危害城市大气的污染源。

§ 1.1.3 城市大气污染

城市环境由自然环境和人为(社会)环境所组成,城市不是孤立地存在于地球表面,它与城

市周围的环境存在着密切的联系,对城市环境保护的了解,必须从较大范围去认识去了解。环境保护涉及到生物圈、生态系统和环境机能等这些生态学学科。

生物圈包括:气圈、水圈、岩石圈的一部分。海平面下 11 km——太平洋最深处到海平面上十几公里(空气对流层以下和一部分平流层)。

对人类影响较大的气圈里的空气成分, N—78%, O—21%, Ar—1%, 其它气体的总和 <0.1%。

按定义,生态学是研究生物与生存环境相互关系的科学。自然界是由各种各样的生态系统组成的。生态系统是生物与环境的结合体。大气环境的研究就必须从较广的范畴去认识去研究,从而找出保护的章法。

一、环境的循环与自净机能

自然界最主要的循环有水、C、N、O 等的循环。

C 的循环——

循环的第一步,动物将植物性 C 部分转化为脂肪等,一部分呼吸时放出 CO_2 。循环的第二步,这部分的 CO_2 与木、草、粪便以及动物尸体等有机物腐烂放出的 CO_2 被绿色植物光合作用吸收,同时放出 O_2 。

N 的循环——

大气中的氮是一种惰性气体,绝大多数无法被生物直接利用,只有形成含 N 化合物后才能作为生物的营养物。动物也只能从植物体内摄取由 N、C、H、O、S 等元素组成的复杂化合物——蛋白质以获得氮。植物从土壤中吸收硝酸盐、铵盐等含 N 分子,硝酸盐在植物体内与 C 分子结合成氨基酸,氨基酸联结成蛋白质。动物吃植物而取得 N。动、植物死后,蛋白质转化成硝酸盐或铵盐回到土壤再被植物吸收利用。土壤中的一部分硝酸盐,在反复消化细菌作用下,变成了 N 回到大气中。大气中含 N 占 78%,但植物不能直接利用,只有因氮菌和某些蓝绿藻能把空气中惰性 N 转变成硝酸盐,供高等植物利用。豆科植物的根瘤菌具有很大硝酸盐的作用。空中闪电也有使 N 转化成硝酸盐的作用。这为 N 循环。

大气自净作用——经过自然条件下的物化作用使空气得到净化。大气中污染数量超过其自净能力,即出现大气污染。城市生产与生活的废弃物大量排放,超出了自然净化的能力,城市就成了环境污染最严重的地区,表 1-11 反映出城市大气变化的情况:

表 1-11 城市大气质量变化情况

	大气中正常浓度 $\times 10^{-6}$	一般污染水平 $\times 10^{-6}$	大城市中污染水平 $\times 10^{-6}$
CO	0.1~0.15	1~10	5~30
CO_2	270	320	400
NO_x	0.02~0.9	0.1	1.0
CH_4	1.0~1.2	2.7	2.0~4.7

由于城市生态系统中人口的大量增加和密集,植物生长比例失调,野生动物减少,微生物活动受到抑制;人类活动大量消耗能源和资源,造成污染物质及人工物质的大量集中,致使自然环境系统(大气、水、土壤...)的污染,降低了自然环境的调节机能,使环境质量下降。工业的发展,排放出大量的有害物质,产生严重的污染。日本城市调查结果表明,70%的城市空气质量不符合标准,日本的四日市,60年代初在此发展石油化工时,大大加剧毒烟、废气和噪声的