

第2版

交通运输 环境污染与控制

普通高等教育交通类专业规划教材



李岳林 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育交通类专业规划教材

交通运输环境污染与控制

第2版

李岳林 主编



机械工业出版社

本书根据目前我国交通运输环境污染治理的需要,针对机动车排放污染物与噪声控制的特点和要求,系统地阐述了汽车排放污染物与噪声的生成机理、影响因素、检测方法及标准、净化措施及控制技术。同时,还介绍了大气污染与控制以及汽车替代能源方面的基本知识。

本书可作为交通运输专业、车辆工程专业和汽车服务工程专业的本科生教材,也可供从事汽车与环境保护研究的工程技术人员和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

交通运输环境污染与控制/李岳林主编. —2版. —北京:
机械工业出版社, 2010.2
普通高等教育交通类专业规划教材
ISBN 978-7-111-29725-3

I. ①交… II. ①李… III. ①交通运输—环境污染—污
染防治—高等学校—教材 IV. ①X73

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第023112号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:赵海青 责任编辑:赵海青 洪丽红

责任校对:张晓蓉 封面设计:姚毅

责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2010年3月第2版第1次印刷

169mm×239mm·20.5印张·397千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-29725-3

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据全国高等院校交通运输(汽车运用工程)专业教学指导委员会第二届六次会议通过的“交通运输环境污染与控制教学基本要求”编写的,按40学时安排,是交通运输专业本科学生必修的专业课之一。

本书在总结国内外最新研究成果的基础上,系统地讲述了汽车排放污染物与噪声的生成机理、影响因素、检测方法及标准、净化措施及控制技术,以及大气污染和替代能源等方面的基本知识。全书共分九章。第一章为大气污染与控制概述,第二章为汽车污染物危害及汽车排放标准与试验方法,第三章为车用汽油机排放污染物的生成机理及影响因素,第四章为车用柴油机排放污染物的生成机理及影响因素,第五章为汽油机排放污染物净化技术,第六章为柴油机排放污染物净化技术,第七章为替代能源汽车,第八章为道路交通噪声污染与控制,第九章为汽车噪声污染与控制。本书在编写过程中,根据目前我国交通运输环境污染治理的需要,针对机动车排放污染物与噪声控制的特点和要求,力求内容新颖,图文并茂,深入浅出,通俗易懂,使学生学完本课程以后能够系统地了解汽车排放污染与噪声控制的基本原理及实用技术。

本书由长沙理工大学李岳林教授主编,其中第一、第八章由长安大学王生昌教授编写,第二、第三、第五章由长沙理工大学刘志强副教授编写,第六章由长沙理工大学徐小林副教授编写,第九章由长沙理工大学张志勇讲师编写,李岳林教授编写第四、第七章并对全书进行统稿。本书成稿后,长安大学郭晓汾教授仔细审阅了全文,并提出了许多宝贵的意见和建议,使本书质量有了明显提高。同时,在编写过程中,得到了长沙理工大学张新、王明松、袁翔等老师的许多帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于本书涉及面较广,内容较多,加之作者水平有限,使得本书中存在错误和不妥之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一篇 大气污染与汽车排放控制

第一章 大气污染与控制概述	3
第一节 大气成分与分层结构	3
第二节 大气污染源及污染物	5
第三节 大气污染的影响	9
第二章 汽车污染物危害及汽车排放标准与试验方法	14
第一节 汽车大气污染源及主要污染物	14
第二节 汽车主要污染物的产生与危害	16
第三节 汽车排放标准简介	21
第四节 汽车排放检测与试验技术	57
第三章 车用汽油机排放污染物的生成机理及影响因素	74
第一节 汽油机燃烧过程概况	74
第二节 汽油机排放污染物的生成机理	76
第三节 影响汽油机排气污染物生成的因素	85
第四章 车用柴油机排放污染物的生成机理及影响因素	98
第一节 概述	98
第二节 直喷式柴油机分区燃烧模型及有害排放物的生成	99
第三节 影响柴油机气态排放物生成的主要因素	102
第四节 柴油机的微粒、炭烟生成机理及其影响因素	112
第五章 汽油机排放污染物净化技术	124
第一节 汽油机机内净化技术	124
第二节 汽油机排气后处理技术	143
第三节 曲轴箱排放和燃油蒸发物排放及其控制	157
第六章 柴油机排放污染物净化技术	164
第一节 柴油机机内净化技术	164
第二节 柴油机排气后处理技术	187
第七章 替代能源汽车	203
第一节 天然气汽车	203

第二节	液化石油气汽车	218
第三节	醇类燃料汽车	227
第四节	氢气汽车	239
第五节	电动汽车	249

第二篇 交通噪声污染与控制

第八章	道路交通噪声污染与控制	267
第一节	声学基础知识	267
第二节	噪声的危害和噪声控制标准	275
第三节	道路交通噪声来源及其测量	281
第四节	道路交通噪声预测与评价	287
第五节	道路交通噪声控制措施	289
第六节	道路交通振动的防治	292
第九章	汽车噪声污染与控制	294
第一节	汽车噪声污染源及特征	294
第二节	汽车发动机噪声及其控制	298
第三节	汽车传动系噪声及其控制	309
第四节	车身与行驶系噪声及其控制	313
参考文献		320

第一篇

大气污染与汽车排放控制

第一章 大气污染与控制概述

环境是当今世界普遍关注的重大课题，这是因为环境是人类赖以生存和发展的基础，如果人类的生存环境遭到破坏，将严重阻碍社会经济的发展和威胁人类的健康与生存。人类在进入 21 世纪以后，生产力得到了高度发展，创造了高度的物质文明，但也带来了一系列社会和环境问题。特别是人类从环境中获取物质和能量，创造了人类需要的物质文明和财富，同时也将污染物带给环境，造成对环境的污染和生态系统的破坏，这就是环境问题。

在诸多的环境问题中，大气污染是一个十分严重的问题。大气是人类生存不可缺少的最基本条件，但由于人类活动和自然过程引起的某些物质介入到大气中，使大气中固有的正常成分中增加了新的有害成分，一旦积累到足够的浓度，达到足够的时间，就会对人类活动、动植物以及环境造成危害。

第一节 大气成分与分层结构

大气和空气两个词从自然科学角度来看，并没有实质性的差别。大气是指环绕地球的全部空气的总和，而习惯上将室内和某个特定地方（如车间、厂区等）供动、植物生存的气体称为环境空气（或简称空气）。可见，大气和空气是作为同义词使用的，其区别仅在于大气所指的范围更大些，空气所指的范围相对小些。在大气物理、大气气象和自然地理的研究中，研究对象是大区域或全球性的气体，常用大气一词，对这种范围内的空气污染，也就称之为大气污染。本书主要着重于近地大气的污染与防治技术，因此也可以称为空气污染与控制。

一、大气成分

在自然状态下，大气是由混合气体、水汽和杂质组成。除去水汽和杂质的大气称为干洁空气，其主要成分包括 78.09% 的氮，20.95% 的氧和 0.93% 的氩。这三种气体占总量的 99.97%，其他各项气体含量总计不到 0.1%。这些微量气体中包括氦、氖、氦、氪等稀有气体。在近地大气中，氮、氧、氩以及上述稀有气体的含量几乎人为不变化，称为恒定成分。空气中的易变成分是二氧化碳、水蒸气，这些气体受到地区、季节、气候以及人类生活和生产活动的影响。另外，大气中的某些成分是不定的，主要由以下两个原因引起的：其一是自然界的火山爆发、山林火灾、海啸、地震等暂时性的自然灾害所生成的气体和空气悬浮物；其二是人类社会的发展及城市工业布局不合理，环境管理不善等人为因素使某些

成分增多。大气中的不定成分主要为氮氧化合物、碳氢化合物、臭氧、空气悬浮物等，这些不定成分是空气污染的主要根源。

干洁空气的组成以及各成分的体积分数如表 1-1 所示。

表 1-1 干洁空气的组成以及各成分的体积分数

成 分	相对分子质量	体积分数(%)	成 分	相对分子质量	体积分数/ 10^{-6}
氮(N_2)	28.01	78.09	甲烷(CH_4)	16.04	1.5
氧(O_2)	32.00	20.95	氦(He)	83.80	1.0
氩(Ar)	39.95	0.93	一氧化二氮(N_2O)	44.01	0.5
二氧化碳(CO_2)	44.01	0.032	氢(H_2)	2.016	0.5
氖(Ne)	20.18	0.0018	氙(Xe)	131.30	0.08
氦(He)	4.008	0.00052	臭氧(O_3)	48.00	0.01 ~ 0.04

二、大气分层结构

包围地球外层的混合气体的总质量约为 $3.9 \times 10^{15}t$ ，仅占地球总质量的百万分之一。大气质量在垂直方向的分布是极不平均的，在地心引力作用下，主要质量集中于下部，其 50% 集中在离地面 5km 以下，75% 集中在 10km 以下，90% 集中在 30km 以下。

根据温度、成分、电荷等物理性质的差异，同时考虑到大气的垂直运动状况，可将大气分为五层，如图 1-1 所示。

1. 对流层

对流层是大气圈最低的一层，底界是地面。由于其与地面接触，从地面得到热能，使大气温度随高度升高而降低，平均每升高 100m 气温约降低 $0.65^\circ C$ 。

对流层内具有强烈的对流作用，但其强度随纬度位置不同而有所不同。一般在低纬度区较强，高纬度区较弱，所以对流层的厚度从赤道向两极逐渐减小，在低纬度区约为 17 ~ 18km，中纬度区为 10 ~ 12km，高纬度区为 8 ~ 9km。

对流层相对于大气圈的总厚度来说是很薄的，但质量却占整个大气质量的 75%，主要天气现象(云、雾、雨、雪、雷、电等)都发生在这一层，由于温度和湿度在对流层分布不均匀，使空气发生大规模的水平运动，因此对流层对人类生产、

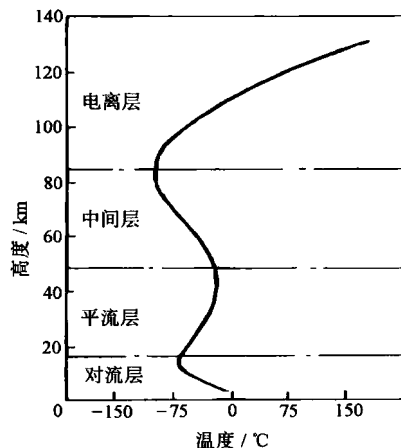


图 1-1 大气圈层状结构及温度分布

生活的影响最大。大气污染现象(发生、迁移、扩散及转化)也主要发生在这一层中,特别是靠近地面的1~2km范围之内。

2. 平流层

从对流层顶到距地面50~55km的一层,空气垂直对流运动很弱,主要是水平运动,故称为平流层。根据温度的分布情况又把平流层分为同温层和暖层,同温层是从对流层顶到30~35km范围内,气温几乎不变,常年保持在-55~-50℃;暖层是从35~55km处,气温随高度的上升而增高,到平流层顶气温升高到-3℃,主要是由于该层中的臭氧能吸收来自太阳的紫外线,同时被分解为原子氧和分子氧,当它们重新化合生成臭氧时,释放出热能,使气温升高。

这一层空气干燥,下面对流层的云和气流不易穿入,所以没有云、雨等天气现象及尘埃,大气能见度很高,是现代超声速飞机飞行的理想场所。但是该层由于空气对流很弱,所以飞机排放的废气很难扩散稀释,废气中的 NO_x 与 O_3 迅速反应,消耗 O_3 ,这样就降低了大气遮蔽波长小于300nm的紫外线的能力,从而大量紫外线射向地面,使人类皮肤癌发生率增高。

3. 中间层

从平流层顶到距地面85km是温度再一次随着高度上升而下降的中间层。到层顶温度降至-100℃,在这一层又出现较强的垂直对流运动。

4. 电离层

从中间层顶到距地面800km,空气稀薄,仅占大气总质量的0.5%,这一层由于原子氧吸收了太阳紫外线的能量,使该层的温度随高度上升而迅速升高,由于太阳和其他星球射来的各种宇宙射线的作用,使该层大部分空气分子发生电离,成为具有较高密度的带电粒子,故称为电离层。电离层能将电磁波反射回地球,是全球性的无线电通信理想场所。

5. 逸散层(外层)

高度800km以外的大气圈最外层称为逸散层。由于地心引力减弱,大气越来越稀薄,以致一个气体质点被撞出这一层,就很难有机会被上层的气体质点撞回来,而进入宇宙空间去了,空气分子几乎全部电离。该层气温也是随高度增加而升高的。

第二节 大气污染源及污染物

人类周围的大气,既是氧气的来源,又是活动过程中排放的各种气态污染物的扩散、稀释的场所。所谓大气污染,是指分散在大气中的有害气体和颗粒物质远远超过正常本底含量,累积到超过空气自净化过程(稀释、沉降等作用)所能降低的程度,对人体、动物、植物及物体产生不良影响的大气状况。

一、大气污染源

大气污染之所以发展成为一个问题，首先是由于人类对能源的利用，其次是城市人口的增加。最初大气污染始于取暖和煮食燃用的燃料，18 世纪产业革命和工业革命后，工业用的燃料更多，对大气的污染更加严重。到了 19 世纪，燃煤释放的烟气已成为严重污染问题。20 世纪中叶后，工业发达国家的汽车数量急剧增加，并在城市高度集中，汽车排放的尾气已发展成为城市主要大气污染问题。不过，大气污染带来危害主要取决于大气中污染物的浓度，而不仅仅是它的数量。由于城市人口的集中使局部大气中的污染物浓度提高，而且难以稀释和扩散出去，从而使空气污染问题更为突出。

大气污染与能源利用、工业和交通运输业的发展密切相关。早在 1971 年美国就对大气污染物来源进行了分类统计，结果表明城市大气中 CO 的 77.3% (体积分数, 以下余同)，HC 的 55.3%，NO_x 的 50.9% 和 TSP 的 3.7% 来自于汽车排放，说明汽车排放已成为城市的主要污染源。美国环境保护署 (EPA) 公布的 1992 年美国排放分担率中，汽车排放的 CO 占 80%，HC 占 36%，NO_x 占 44%，而汽车排放分担率中高速公路上的车辆排放占主要部分。表 1-2 是 1995 年一些发达国家机动车污染物排放分担率。

表 1-2 发达国家机动车污染物排放分担率 (%)

污染物 国 家	NO _x	CO	VOC _s (挥发性有机物)	PM (细颗粒物)	CO ₂
美 国	43	67	33	17	33
英国	49	80	32	25	—
日本	44	95	95	50	37
加拿大	61	66	37	—	—
法国	76	71	60	—	48
意大利	52	91	87	—	—

1995 年对北京市和广州市机动车排放分担率的调查显示，CO 分担率分别占到 74.1% 和 84.8%，NO_x 分担率占到 41% 和 42.3%。2001 年，天津市机动车排放的 CO、HC、NO_x 分担率分别占到总排放量的 83%、81% 和 55%。由此可以看出，我国大型城市大气污染物与发达国家一样主要来源于机动车排放。

二、大气污染源的分类

一般来讲，大气污染可认为是由自然界所发生的自然灾害和人类活动所造成的，即自然污染源和人为污染源。在大气污染防治中，主要研究和控制的对象是人为污染源。人为污染源划分有以下几种：

1. 按污染源存在的形式划分

(1) 固定污染源 污染物由固定地点排出，如各种类型工厂、火电厂、钢厂等的烟或排气。

(2) 移动污染源 污染物可以移动，如汽车行驶中排放的废气等。

2. 按污染物排放的方式划分

(1) 高架源 污染物通过垂直高度大于 15m 的排气筒排放，是排放量比较大的污染源。

(2) 面源 由多个垂直高度小于 15m 的排气筒集合起来而构成的区域性污染源。

(3) 线源 移动污染源，如汽车在街道上行驶造成的线状污染。

3. 按污染物排放的时间划分

(1) 连续源 污染物由排放源连续排放，如造纸厂排放制浆蒸煮废气的排气筒。

(2) 间歇源 排放源间歇排放污染物，如取暖锅炉的烟囱。

(3) 瞬时源 排放时间短暂，如工厂的事故排放。

4. 按污染物产生的类型划分

(1) 工业污染源 这里主要包括燃料燃烧排放的污染物；生产过程的排气，如炼焦厂向大气排放硫化氢、酚、苯、烃类等有害物质，各化工厂向大气排放具有刺激性、腐蚀性、异味或恶臭的有机和无机气体，化纤厂排放的硫化氢、氨、二氧化硫、甲醇、丙酮等；生产过程中排放的各类物质和金属粉尘。

(2) 生活污染源 由生活活动产生的废气，如烹调过程产生的废气。目前我国的室内生活污染越来越受到重视。

(3) 交通污染 由汽车、飞机、火车和船舶等交通工具所排放的废气造成的大气污染。

自然过程产生的大气污染物主要有：火山喷发排放的火山灰颗粒、二氧化硫、硫化氢，煤矿和油田自然逸出的煤气和天然气，腐烂的动植物排放出的有害气体。

三、主要大气污染物

通常，造成大气污染问题的主要污染物有：悬浮颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、臭氧、一氧化碳，重金属如铅、镉等，有机污染物如苯、苯并芘(B[a]P)，以及氟化物等。而直接由汽车排放的污染物以及与交通相关的主要污染物有：一氧化碳、氮氧化物(NO 、 NO_2)、碳氢化合物(包括苯、苯并芘等)、铅、细微颗粒物、二氧化硫、二氧化碳、一氧化二氮(N_2O)以及臭氧等。

1. 悬浮颗粒物

悬浮颗粒物是来自多种排放源的有机和无机物质的复杂混合物，通常可以分

为粗颗粒(颗粒直径大于 $2.5\mu\text{m}$)和细颗粒(颗粒直径小于 $2.5\mu\text{m}$)两大类。细颗粒包括硫酸盐、硝酸盐和硝酸盐粒子(由其气体氧化物转化而成),以及煤和石油燃烧产生的黑烟;粗颗粒通常包含土壤碎粒和道路及工业扬尘。

由于颗粒物的组成非常复杂,其表述和测量方法也多种多样,可以根据所用测量技术的不同分为总悬浮颗粒物(TSP)和黑烟;也可以根据颗粒的尺寸来分类,按其粒径大小通常分为 PM_{10} (粒径小于 $10\mu\text{m}$)和 $\text{PM}_{2.5}$ (粒径小于 $2.5\mu\text{m}$)等。称重法测得的颗粒物通常叫做总悬浮颗粒物,它比滤纸烟度法测得的黑烟浓度在数值上通常要大,因为称重法可以检测滤纸烟度法测不出来的一些粒子,如硫酸盐颗粒等。

2. 氮氧化合物

氮氧化合物通常是 NO_2 和 NO 的统称,可概括表示为 NO_x 。它们主要是在高温燃烧过程中由空气中的氧和氮化合而成,燃料中含氮化合物也会部分形成氮氧化合物排放。汽车尾气中直接排放的氮氧化合物基本上是 NO ,之后在大气中被氧化为 NO_2 ,氧化过程一般需要几个小时,但当空气中有臭氧等强氧化剂存在时,氧化过程会变得很迅速。 NO 本身是无害的,而 NO_2 是一种刺激性很强的污染物。

大气中二氧化氮占总氮氧化合物的比例大小,受季节、与排放源的相对位置、气候条件等诸多因素影响,一般在 30%~80% 的范围,平均约为 50% 左右。冬季由于大气氧化性较弱,化学转化过程变慢, NO_2 的比例也相对较低,离排放源越近, NO_2 比例也越低;而当出现弱风或静风天气时,大气团滞留时间长,就会有更多的 NO 被转化,因而 NO_2 的比例也就高一些。

3. 一氧化碳

一氧化碳是一种无色无味的气体,在燃料不完全燃烧过程中产生。随着家庭用煤的逐渐减小和机动车数量的迅速增加,城市大气中的 CO 主要来自汽车排放。汽车排放 CO 的分担率在北京已达到 80%,在发达国家则高达 90% 以上。据英国的统计表明,由于机动车保有量的增加, CO 排放量在 20 世纪 80 年代增长了 10% 以上。

高浓度的 CO 一般都出现在道路两侧区域,离道路距离较远时,浓度值下降较快,其污染范围相对有限。道路边 CO 浓度水平与气候条件和交通状况显著相关,因而随时间和地点变化很大。绝大部分城市的 CO 峰值浓度出现在交通高峰时段,特别是在寒冷的冬天,汽车发动机燃烧状况相对较差,加之风速较低不利于扩散,容易出现 CO 严重超标的情况。汽车在冷起动时和怠速状态下,排放出的 CO 最多,因而道路十字路口往往浓度较高。

4. 二氧化硫

大气中的 SO_2 主要来自于含硫化石燃料的燃烧过程,如煤和石油中较重组分

(柴油、重油等)的燃烧。 SO_2 除了自身具有毒害作用外,它还引起大气中的二次污染物(特别是硫酸盐),是形成酸雨的主要成分,也是影响城市能见度的主要原因之一。 SO_2 的自然背景浓度通常低于 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$,由于电厂等采用高烟囱排放,经过稀释、扩散的作用,虽然使城市 SO_2 的污染有所下降,但是广大农村的空气质量严重变坏,污染面积大幅度的扩大,形成大面积的酸雨区。

5. 臭氧

城市臭氧污染也常叫做对流层臭氧问题,它不是由污染源直接排放的一次污染物,而是由一系列一次污染物在大气中经化学反应形成的二次污染物,是光化学烟雾的代表性污染物。

不能将对流层臭氧与要保护的平流层臭氧相混淆。平流层的臭氧层能吸收太阳的紫外线辐射,从而保护地球上的动植物生长,这一臭氧层位于离地面高度12km以上的平流大气层内,对地面的生物起到非常有益的保护作用。相反,当臭氧出现在近地面动植物活动的对流层大气内时,就会对这些生态系统产生许多不利影响,是一种刺激性很强的污染物。城市臭氧主要是由挥发性有机气体(VOC_s)与 NO_x 经过一系列复杂的链式光化学反应而生成的。

第三节 大气污染的影响

一、对人体健康的影响

大气污染物侵入人体主要有三条途径:①表面接触;②食入含污染物的食物和水;③吸入被污染的空气。由于空气是人们每天一刻不停地与之打交道的物质,因此吸入被污染的空气是最主要途径。

大气污染对人体健康的危害,主要表现为引起呼吸道疾病。在突然的高浓度污染物作用下可造成急性中毒,甚至在短时期内死亡;长期接触低浓度污染物,会引起支气管炎、支气管哮喘、肺气肿和肺癌等疾病。此外,还发现一些尚未查明的可能与大气污染有关的疑难病症。

对人体健康危害较大的污染物有: CO 、 SO_2 、 NO_x 、 HC 、悬浮颗粒物、臭氧等。

二、对植物的影响

大气污染对植物的危害也表现为三种情况:①在高浓度污染物影响下产生急性危害,使植物体表面产生伤斑(或称坏死斑),或者直接使植物叶面枯萎脱落;②在低浓度污染物长期影响下产生慢性危害,使植物叶片退绿;③在极低浓度污染物影响下,产生所谓不可见危害,即植物外表并不出现受害症状,但生理机能受到影响,造成生产量下降,品质变坏。

大气污染除对植物外形和生长发育产生上述直接影响外,还会产生间接影

响,主要表现为植物生长减弱,降低对病虫害的抵抗能力等。因此在大气污染严重的地区,植物的病虫害比较严重。

对植物生长危害较大的污染物主要有 SO_2 、氟化物、 NO_2 和 O_3 等,特别是 SO_2 和 NO_2 污染严重的地区,空气中 SO_2 、 NO_2 与水分结合形成酸雨降落到地面后,不仅危害植物,还会使土壤变质。

三、对器物的影响

大气污染对金属制品、油漆涂料、皮革制品、纸制品、纺织品、橡胶制品及建筑物等有严重损害。这些损害包括玷污性损害与化学性损害两个方面,它们都会造成很大的经济损失。

玷污性损害是尘、烟等粒子落在器物上造成的,有的可以清扫冲洗去掉,但有的却很难除去;化学性损害是由于污染物的化学作用,使器物腐蚀变质,如 SO_2 及其生成的酸雾、酸滴等,能使金属表面产生严重腐蚀,使纸品、纺织品、皮革制品等腐蚀破碎,使金属涂料变质,降低其保护效果。涂料与 SO_2 、 H_2S 等接触,能化合成硫化铅,可使白铁皮屋顶变成黑屋顶,使油画等美术品失去艺术价值。光化学烟雾中的臭氧能使一般橡胶制品迅速老化脆裂。

四、对全球环境的影响

由于大气污染,使大气压中的飘尘、烟雾和各种气态污染物增多,致使大气变得浑浊,能见度降低,太阳直接辐射减少。另外,由于大量的废热排出,地面长波辐射的变化,大气中微粒形成水蒸气凝结核的作用等,使地球或局部地区大气的温度、湿度和雨量等发生变化,引起气候反常。特别是近 30 年出现的全球气候变暖、酸雨、臭氧层的破坏三大全球性环境问题,日益威胁着人类的生存,使人类面临新的严峻挑战。

1. 温室效应

二氧化碳(CO_2)在大气中比例只有万分之几,它不但对人体无害,而且对人类来说,它几乎和氧气有同等重要作用,提高 CO_2 含量可增强植物的光合作用,但到今天,人们已经发现大气中 CO_2 含量增加太快,已经产生温室效应,使地球变暖。大气层中 CO_2 含量变化如图 1-2 所示。

温室气体指的是大气中 CO_2 、水蒸气、 CH_4 、 N_2O 、氯氟烃(CFC_s)和 O_3 等气体。太阳射出的短波辐射透过大气层射向地面而

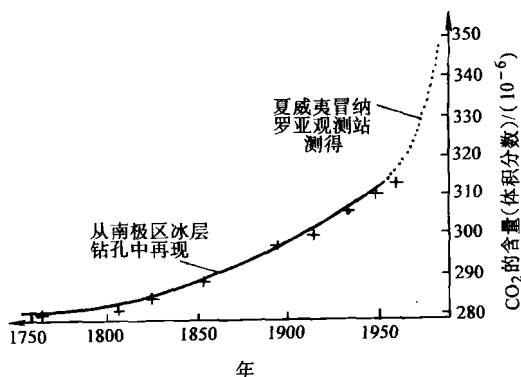


图 1-2 大气层中 CO_2 含量的增长

使地表温度提高,与此同时,地球表面又能放出长波辐射(红外线),它大部分被这些温室气体所吸收,有少量会逸出到宇宙空间,吸收的热能大部分反射到地面,使地球表面能维持在 15°C 左右的平均温度(若没有这部分辐射回来的热能,地球表面温度将为 -18°C 左右)。当这部分温室气体数量不变化时,相当于地球上空有一个玻璃罩,维持其在一个平衡温度上,但当温室气体数量增加时就打破了这个平衡,地球将变暖,这就是温室效应。图 1-3 为温室效应示意图。在 19 世纪初,大气中 CO_2 含量(体积分数)约为 290×10^{-6} ,据美国夏威夷的冒纳罗亚观测站测得 1958 年 CO_2 含量为 315×10^{-6} ,到 1988 年增加到 350×10^{-6} 。按目前增长速率,到 2050 年将达到工业革命前大气 CO_2 含量的两倍,那时地球表面平均温度将上升 $1.5 \sim 5.5^{\circ}\text{C}$,将对降雨、风暴、植物生长等与人类活动密切相关的气象产生明显影响,自然灾害将加重,而且会使冰川融化,海平面上升 $0.5 \sim 1.5\text{m}$,一些沿海城市将被淹没,森林破坏、物种加速灭绝,严重威胁人类的生存和地球环境。

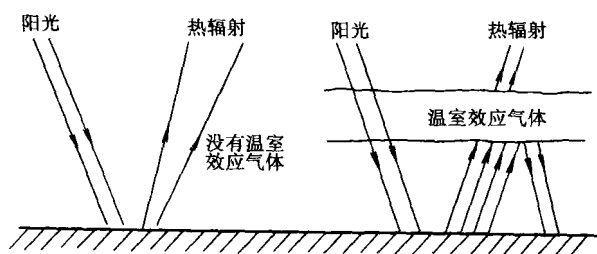


图 1-3 温室效应示意图

对温室效应的影响程度不仅与温室气体在大气中的含量有关,而且与该温室气体在大气中停留时间(寿命)有密切的关系。表 1-3 列出各种温室气体的含量、寿命、分担率和致暖势。致暖势是评定温室气体对气候影响的指标值,它是一个温室气体对气候变化的影响与 CO_2 对气候变化影响的比值。由表可见, CO_2 分担率为 55%,它是最重要的温室气体。 CH_4 的温室效应比 CO_2 大 32 倍(致暖势为 32),但它的寿命较短,在大气中的滞留时间为 11 年。氟氯烃(氟里昂、 CFC_s)是人工合成的化学品,广泛用作空调(包括汽车空调)、发泡剂、溶剂,其中起温室气体作用的主要是 CFC-11 和 CFC-12 ,在大气中含量极低,但近年来增长极快,年递增 5% 左右,它们的致暖势高达 14000 和 17000,而且寿命长,若不加以控制的话,发展下去会成为第二大的温室气体。

据国际能源机构公布,1995 年全球的 CO_2 总排放量为 220 亿 t,其中美国占 23.7%(质量分数),人均 CO_2 排放量 20t/人,均居榜首地位;中国占 13.6%,为第二位,人均均为 2.5t/人。我国的能源构成中煤占 75.5%,石油占 16.7%,由