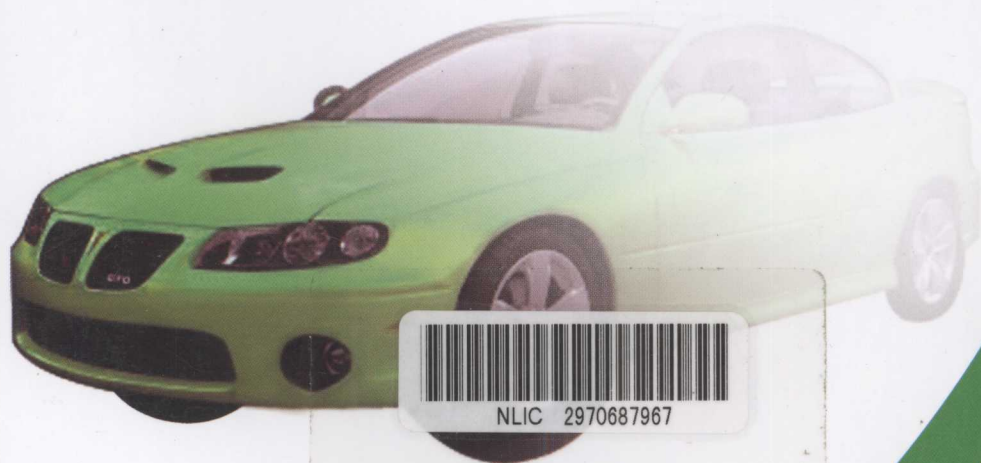


| 李兴虎 编著 |

汽车

环境污染与控制

QICHE HUANJING WURAN YU KONGZHI



国防工业出版社

National Defense Industry Press

内容简介

本书共分八章，第一章为绪论，第二章为汽车排放污染，第三章为汽车噪声污染，第四章为汽车尾气污染，第五章为汽车电磁污染，第六章为汽车振动污染，第七章为汽车安全污染，第八章为汽车环境控制。本书可作为高等院校汽车专业及相关专业的教材，也可供从事汽车工作的工程技术人员参考。

汽车环境污染与控制

李兴虎 编著

图例(PI)目録

图例(PI)目録

图例(PI)目録

图例(PI)目録



NLIC 2970687967

图例(PI)目録

图例(PI)目録

图例(PI)目録

图例(PI)目録

图例(PI)目録

图例(PI)目録

图例(PI)目録

内 容 简 介

本书由6章构成。第一章概括介绍传统汽车的环境污染及其基本对策,并分析了未来环境友好汽车的发展动向;第二章简要介绍汽车排放污染物的危害及其生成机理,重点对 NO_x 、HC、CO和微粒物的生成机理及其模拟计算进行介绍;第三章和第四章分别对汽车排气污染物的常用测量方法、汽车排放标准及试验规范进行简要说明;第五章和第六章详细介绍汽油和柴油车排放污染物的控制技术。

该书可作为高等学校车辆工程、载运工具运用工程(汽车)、动力机械及工程等专业本科生及研究生的教材,也可作为工程技术人员从事相关技术开发的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车环境污染与控制/李兴虎编著. —北京:国防工业出版社,2011.4
ISBN 978-7-118-07229-7

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车-环境污染-污染控制 IV. ①U491.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 014834 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18½ 字数 426 千字

2011年4月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 36.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前言

进入 21 世纪以来,我国汽车产销量和保有量持续高速增长,致使汽车面临的能源供需和环境污染问题越来越突出。因此,有关汽车面临的这些问题的研究受到高度重视,汽车环境污染及其控制技术的研究取得了长足进展。高等院校相关专业的师生和从事汽车行业的工程技术人员等迫切需要掌握汽车环境污染的危害、产生机理、评价方法、汽车排放标准以及减少汽车环境污染措施等方面的最新知识。

本书是在作者出版的《汽车环境保护技术》(北京航空航天大学出版社,2004)一书的基础上编著而成的,删除了原书中第八、九章及其他章节的部分内容,增加了大量最新资料并进行了重新编写。本书编写过程中,注重运用一分为二的辩证观点,在介绍汽车环境污染控制新技术优点的同时,又指出其不足,力图使读者在潜移默化中掌握辩证分析方法,学会从不同角度对新技术和新方法、技术方案进行分析研究。本书通过大量实例分析,介绍了汽车环境污染控制技术的基本原理和最新发展水平,特别注重内容的新颖性,力求对最新的汽车环境污染控制技术和未来的发展趋势进行详细、全面、系统和深入分析。

本书总结了作者 10 多年来讲授“汽车环境污染控制技术”相关课程的经验 and 研究心得,对作者发表的有关论文的观点在本书中也进行了介绍。编写时,对书籍的章节和内容进行了精心设计,文字说明力求与插图严格对应,以突现本书的易读、易懂和易用性。本书在编写过程中,对基本概念的介绍力求严谨、清晰和深入浅出。

本书在编写过程中引用了大量的有关文献和网络动态信息,借此机会向这些作者谨致谢意。为了满足高等院校教学和学生及其他读者的需要,每章后均给出了思考题,以便读者自查对本书内容的掌握情况。此外,由于本书的作者一直讲授“汽车环境污染控制技术”相关课程,已积累了大量相关资料,为了提高该课程的教学质量,建议使用该教材的教师与作者联系(E-mail:lxh@buaa.edu.cn),索取教学用 PPT 文件等资料。

本书初稿完成后,曾在北京航空航天大学 2010 年秋季研究生“汽车排放与环境”课程的教学进行了试用,作者的研究生刘吉林等仔细阅读了本书,指出了书稿中不少疏漏与错误。由于作者水平所限,书中不妥之处在所难免,敬请各位读者多提宝贵意见。

编者

2011 年 1 月

目 录

绪论	1
第一章 汽车的环境污染及其基本对策	5
第一节 汽车排放的空气污染物	5
一、空气污染物	5
二、汽车排放的空气污染物	8
三、汽车排气污染物的危害	11
第二节 汽车环境污染的主要对策	15
一、减少汽车环境污染的主要对策	15
二、减少汽车使用中污染物排放的措施	16
第三节 汽车的噪声污染及控制方法	17
一、汽车噪声的来源	17
二、汽车的噪声标准	19
三、汽车噪声的控制方法	19
第四节 报废汽车的环境污染	21
一、汽车的材料组成	21
二、报废汽车的环境危害	22
三、报废汽车环境污染的对策	24
第五节 汽车的电磁波污染及光污染	25
一、汽车的电磁波污染及对策	25
二、汽车的光污染	26
第六节 清洁燃料汽车的环保优势与面临的主要问题	27
一、传统汽车面临的燃料问题	27
二、传统汽车对代用燃料的主要要求	29
三、清洁燃料汽车应用中面临的主要问题	31
第七节 电动汽车的环保优势与不足	33
一、电动汽车的主要优势	33

25	二、电动汽车的主要不足	35
27	三、电动汽车普及中的主要问题	36
思考题		38
参考文献		39
27	第二章 燃烧过程中污染物的生成机理	41
11	第一节 氮氧化物的生成	41
27	一、NO 的生成机理	41
08	二、NO ₂ 的生成机理	46
11	第二节 CO 的生成机理	47
28	一、CO 的生成机理	47
28	二、CO 生成量的近似计算	48
28	三、CO 生成的影响因素	49
11	第三节 HC 的生成机理	50
28	一、汽油车排气中 HC 的生成机理	50
12	二、柴油机中 HC 的生成机理	54
29	三、汽油车燃油蒸发和泄漏的 HC 排放	54
11	第四节 颗粒物的生成机理	56
29	一、颗粒物的生成过程	56
29	二、颗粒物生成的化学反应模型	58
001	三、炭烟微粒生成的主要影响因素	61
101	四、炭烟微粒的氧化燃烧	64
11	第五节 硫化物的生成机理	65
201	一、燃料中的硫化物及其燃烧产物	65
201	二、硫化物燃烧的主要化学反应	66
201	三、燃烧产物中硫化物之间的转换	67
11	第六节 光化学烟雾的生成机理	68
201	一、光化学烟雾的生成条件	68
201	二、光化学烟雾生成的主要化学反应	68
11	第七节 发动机燃烧产物平衡浓度及排气组成的计算	69
201	一、发动机燃烧产物平衡浓度	69
201	二、发动机排气组成的近似估算方法	70
201	三、排气组成与混合比的关系	71
思考题		74

参考文献	75
第三章 汽车污染物的测量方法	77
第一节 汽车排气污染物的测量系统	77
一、汽车排气污染物的评价指标	77
二、汽车排气污染物测量的有关规定	77
三、汽车排气污染物的整车测量系统	78
四、排气污染物的发动机台架测量系统	79
第二节 排气分析的取样方法	80
一、直接连续取样法	80
二、定容取样法	82
第三节 汽车排气中气体成分的分析方法	85
一、非分散式气体分析方法	85
二、氢火焰离子化分析法	88
三、化学发光分析方法	89
四、气相色谱分析方法	91
五、紫外荧光分析方法	93
第四节 汽车排气中颗粒物的测量方法	95
一、全流稀释测量系统	95
二、分流稀释测量系统	98
三、颗粒物测量系统的组成	100
四、颗粒物的收集和称量	101
五、颗粒物数量的测量方法	102
第五节 汽车排气烟度的测量方法	103
一、排气中的可见污染物	103
二、滤纸式烟度计	103
三、透光式烟度计	104
思考题	107
参考文献	108
第四章 汽车排放标准及试验规范	109
第一节 我国的汽车排放标准	109
一、我国国家标准的历史沿革	109
二、汽车排放标准的常用术语	111

201	三、我国的轻型汽车排放标准	112
001	四、我国的重型汽车排放标准	115
第二节	欧盟各成员国和美国及日本的汽车污染物排放标准	117
001	一、欧盟的排放标准	117
801	二、美国(加利福尼亚州除外)的汽车排放标准	121
001	三、日本的汽车排放标准	124
第三节	轻型汽车排气污染物的试验规范	125
401	一、怠速法	125
401	二、加速模拟工况试验	126
401	三、轻型汽车排放测量的试验循环	127
001	四、试验循环对排放测量结果的影响	133
第四节	重型汽车排放测量的试验循环	136
181	一、我国及欧盟的排放试验循环	136
181	二、美国的排放试验规范	139
081	三、日本的排放试验规范	140
081	四、柴油车烟度试验规范	141
第五节	汽车曲轴箱气体污染物及燃油蒸发污染物的试验规范	143
281	一、汽车曲轴箱气体污染物的测量方法	143
781	二、汽油车燃油蒸发污染物的试验规范	145
第六节	汽车污染物控制装置耐久性的试验规范	148
001	一、轻型汽车耐久性的试验规范	148
001	二、重型汽车排气污染物排放控制耐久性的试验方法	149
思考题		151
参考文献		152

第五章 汽油车排放污染物控制技术 153

第一节 汽油机排放污染物的控制方法 153

105	一、汽油机排放污染物控制的主要技术措施	153
505	二、汽油机的污染物控制系统	154
405	三、汽油车的排气催化净化系统	155

第二节 汽油及润滑油品质对汽油机排放的影响 155

005	一、汽油标准	155
705	二、燃料品质对排放的影响	157
705	三、汽油氢碳原子数之比对排放系统空燃比控制的影响	163

112	四、润滑油品质对排放的影响	165
113	第三节 汽油机排气污染物的影响因素分析	166
117	一、汽油机的运转工况及其对污染物排放的影响	166
118	二、混合气制备质量的影响	166
121	三、缸内气体流动的影响	168
124	四、汽油机调节参数的影响	169
125	五、发动机结构参数的影响	171
125	六、大气条件的影响	174
126	第四节 多缸汽油机污染物排放的缸间差异	174
126	一、缸间差异产生的原因分析	174
128	二、进气量及气缸压力的缸间差异	176
130	三、多缸发动机缸间排放差异的影响因素	178
131	第五节 车用汽油机的排气再循环系统	181
131	一、排气再循环的原理及排气再循环系统的基本构成	181
140	二、排气再循环对发动机性能的影响	182
141	三、排气再循环系统的种类及排气再循环阀的结构	183
142	第六节 排气污染物的催化净化技术	185
143	一、催化剂及其载体的种类	185
143	二、催化器的性能评价参数	187
144	三、氧化催化剂	188
144	四、还原催化剂	190
144	五、氧化、还原双床催化器	192
145	六、催化净化器的失效原因	192
146	第七节 三效催化净化器	193
146	一、三效催化器的组成	193
146	二、三效催化净化系统的构成	197
147	三、三效催化净化系统中的空燃比传感器	199
148	四、三效催化净化系统的不足	201
148	五、冷启动后的净化措施	202
149	第八节 曲轴箱及燃料蒸发污染物净化装置	204
150	一、曲轴箱污染物净化装置	204
151	二、燃料蒸发污染物净化装置	206
152	第九节 热反应器与二次空气系统	207
153	一、热反应器的作用及 CO 与 HC 的氧化	207

二、热反器的设计要求与结构特点	208
三、热反应器的净化效果	209
四、二次空气系统	209
第十节 汽油机排放控制系统分析	210
一、装备 OBD II 的车辆排放系统	210
二、本田公司 NZLEV 的排放控制技术	210
三、三菱公司 GDI 汽油机的排放控制技术	212
四、丰田公司 D-4 汽油机的排放控制技术	215
五、缸内直喷汽油机的微粒排放问题	217
思考题	219
参考文献	221
第六章 柴油车排放污染物的控制技术	223
第一节 柴油机排放的特点	223
一、柴油机排气污染物的种类及特点	223
二、柴油机排气污染物控制的困难	224
第二节 柴油机排气污染物的主要影响因素	226
一、负荷(混合比)的影响	226
二、柴油机转速的影响	227
三、燃料与空气混合质量的影响	228
四、柴油品质的影响	229
五、喷油器工作参数的影响	231
六、燃烧室结构的影响	236
七、喷油器结构参数的影响	237
八、润滑油品质的影响	238
九、大气条件的影响	239
十、发动机工作温度的影响	239
第三节 柴油机的排气再循环技术	240
一、柴油机 EGR 的种类	240
二、EGR 对柴油机性能的影响	240
第四节 柴油机排气污染物的催化净化技术	242
一、氧化催化器	242
二、NO _x 的还原催化净化方法	243
三、柴油机的吸附催化还原净化技术	244

805	四、柴油机的 HC-NO _x 吸附净化系统	245
905	五、非选择性催化还原技术	246
905	六、尿素选择催化还原技术	246
	第五节 颗粒物的过滤净化技术	248
015	一、颗粒过滤器的类型、结构及设计要求	248
015	二、DPF 的滤芯结构参数及主要性能指标	253
515	三、DPF 的过滤机理	255
215	四、颗粒过滤器再生的必要性及影响因素分析	257
515	五、DPF 再生系统的种类	258
	第六节 四效催化净化器	262
155	一、四效催化净化器的概念	262
	二、安装 DPNR 系统车辆的发动机工作模式	264
555	三、安装四效催化净化器汽车的排放性能	266
555	四、四效催化净化器的优势	266
	第七节 均质混合气压燃式发动机	267
455	一、发动机的燃烧方式及均质混合气压燃式发动机的概念	267
555	二、UNIBUS 燃烧系统	269
555	三、MK 燃烧系统	270
555	四、柴油 HCCI 发动机面临的主要困难	271
555	五、火花点火式均质混合气压燃发动机	273
	第八节 柴油车污染控制技术的发展趋势	275
155	一、柴油机排放污染的主要控制方法及效果	275
555	二、柴油机排气后处理的主要技术方案	277
555	三、柴油机污染控制系统的主要技术方案	278
555	四、柴油机污染控制系统实例分析	279
	第九节 柴油车的发展趋势	280
555	一、柴油车与汽油车的油耗及碳排放比较	280
555	二、柴油车与汽油车的性能比较	281
555	三、柴油车在欧洲的应用状况	282
	思考题	283
	参考文献	284

绪 论

1. 环境污染的概念

环境污染是指人类直接或间接地向环境排放超过其自净能力的物质或能量(污染物),对人类的生存与发展、生态系统和财产造成危害的现象。环境污染有多种不同的分类方法,按环境污染影响的范围,可以分为全球性环境污染、区域性环境污染和局部环境污染;按环境要素,可分为大气污染、水体污染和土壤污染,等等。此处不一一赘述。随着地球上人口数量的不断膨胀和人类活动能力的不断增强,环境污染现象越来越严重,环境污染问题已成为全球共同课题之一。引发环境污染的污染物种类繁多,有多种不同的划分方法。按受污染物影响的环境要素,可分为大气污染物、水体污染物和土壤污染物等;按污染物的性质,可分为化学污染物、物理污染物和生物污染物,化学污染物又可分为无机污染物和有机污染物,物理污染物又可分为噪声、微波辐射和放射性污染物等,生物污染物又可分为病原体和变应原污染物等;按污染物形态,可分为气体污染物和液体污染物、固体废物、噪声、辐射和光等;按污染物产生的原因,可分为生活污染物、工业污染物、农业污染物和交通污染物等;按污染物在环境中物理、化学性状的变化,可分为一次污染物和二次污染物;按污染物对人体的危害作用,可分为致畸变物、致突变物和致癌物、可吸入颗粒物和恶臭物质等。

2. 汽车的环境污染

汽车的环境污染贯穿于汽车的生命周期内。在汽车的生产、使用和报废过程中,汽车排放的环境污染物略有差异。汽车的生产过程包括原材料制造、机械加工、涂装和检验等多道工序,这个过程中排放的污染物主要有温室气体和有害气体、废水、固体废弃物及噪声等。汽车使用过程中排放的污染物主要有排气污染物和温室气体、废弃物、光、电磁波及噪声等,其中最被关注的是排气污染物。汽车的排气污染物主要有CO、未燃碳氢化合物(Hydrocarbons, HC)、颗粒物(Particulate Matter, PM)、氮氧化物 NO_x (指NO和 NO_2)、硫化物 SO_x (指SO和 SO_2)、 CO_2 、氟氯烃和臭味气体等。其危害可归纳为两类:一类是导致温室效应加剧(如 CO_2)、臭氧层破坏加速(如氟氯烃)和酸雨增多(如 NO_x 和 SO_x)等,使大气环境问题更为严重;另一类是导致局部大气污染物(特别是大城市)的增多,使空气污染更为严重。汽车使用过程中排放的污染物及其控制技术是本书的重点。

报废后的汽车可能产生的污染物主要有有害气体(如空调的氟氯烃)、废液(冷却液、润滑油和蓄电池电解液等)和固体废弃物等。其中,汽车报废后材料中的有毒重金属铅、水银、六价铬和镉等对人类健康的危害极大。如果不及时对报废汽车采取有效措施,则汽车材料中的铅、水银、六价铬、镉将会在自然环境中通过风吹、日晒和雨淋,进而产生蒸发、化学腐蚀或微粒,最终进入空气、水系和土壤,产生环境危害。铅、水银、六价铬、镉的环境危害表现为对人体、动物、农作物等的影响,最大的环境危害是对人体健康的影响。这些

物质主要通过三条途径对人体产生影响:①通过水系进入人体;②以微粒或蒸气的形式通过呼吸系统进入人体;③间接的途径,即铅、水银、六价铬、镉先在植物(如蔬菜、水果等)或动物(如海鲜等)体内产生积累效应,再通过食物进入人体。

汽车使用过程中排放的污染物在特定的条件下也会产生二次污染物。最为典型的二次污染物是光化学烟雾,它对人类的生存环境和生态系统影响很大。它是由汽车排放的HC和NO_x在太阳紫外线作用下产生的一种具有刺激性的、浅蓝色的烟雾。

3. 汽车环境污染的历史回顾

自1886年第一辆汽车发明以来,不同国家的汽车工业发展也产生了很大差别,这从汽车的保有量(车管部门登记在册的汽车数量)即可说明。统计资料表明,美国是全球汽车保有量最多的国家,2009年年末的汽车保有量为2.46亿辆,人均保有量约0.8辆。而目前全球汽车保有量约10亿辆,人均约0.15辆,该数值不到美国的1/5,但却是我国2009年年末人均汽车保有量(约0.06辆)的13倍之多。1960年、1970年和1980年,美国的汽车保有量分别为7385.78万辆、10841.82万辆、15588.971万辆。汽车已从最初的代步工具变成了人类生活的必需品和人类文化生活的一部分。汽车在对人类社会的发展起着推动作用的同时,大量地消耗着地球上许多有限的资源和产生大量的环境污染物,严重威胁着人类社会的可持续发展。汽车的环境污染,最初并没有被汽车开发人员注意,在汽车诞生大约57年才引起人们重视,汽车普及程度的差别导致了不同国家或地区汽车环境污染程度的差别。在1943年,美国洛杉矶的汽车保有量已达250万辆,而当时汽车的污染物排放量为目前新车的10倍以上,加上洛杉矶西面临海,其他三面环山的地理位置和阳光明媚、气候温暖的特殊性,于是,该市发生了主要由汽车排放污染物产生的人类历史上的首次“光化学烟雾”污染事件,致使许多人得了红眼、流泪、喉痛、胸闷和呼吸困难等疾病,还使农作物和经济作物减产,松树枯死等。之后,“光化学烟雾”污染不断“光顾”该市。光化学烟雾中强氧化剂臭氧的危害最大,所以常以臭氧浓度高低作为警报的依据。据统计,1955年—1970年,洛杉矶曾发出臭氧浓度的一级警报80次,年均5次。最严重的1970年一级警报高达9次。随着其他国家或地区汽车保有量的增加,汽车排放造成的“光化学烟雾”等空气污染事件在世界各地的发生次数不断增加。1970年7月18日,日本东京也发生了“光化学烟雾”,之后,日本其他城市也相继发生。目前,在日本几乎每年都有光化学烟雾注意报(氧化剂体积分数大于 1.2×10^{-7} ,并持续时间1h,且具备持续的气候条件)和警报(氧化剂体积分数大于 2×10^{-7} ,持续时间1h)的发布,如2007年日本全国的光化学烟雾注意报发布总数达220次,埼玉2007年8月份发出的注意报多达18次。

在美国洛杉矶“光化学烟雾”发生之后,汽车环境污染才逐步引起重视,并开始进行“光化学烟雾”现象的研究。但是直到1960年,第一个限制汽车环境污染物排放的法规才在美国加利福尼亚州产生。1966年,日本也颁布了国家汽车环境污染排放的法规。20世纪60年代—70年代,发达工业国家纷纷开始制定汽车排放标准和相关的试验方法。汽车制造商也开始研制各种各样的环保汽车技术,以应对人们对减少汽车环境危害的要求。随后,限制汽车噪声、电波、重金属污染和温室气体排放的相关标准陆续颁布,引导汽车向低污染物排放、绿色环保的方向发展。

1983年,我国颁布限制汽车环境污染排放的第一部法规——《汽车怠速排放标准》。

真正采取有效措施限制汽车环境污染排放的时期,应该是在 1990 年以后。我国采取控制汽车排放措施晚于发达国家的原因主要是,汽车工业起步较晚,汽车保有量少,长期以来汽车造成的环境问题并不十分突出,而且汽车造成的环境问题主要集中在部分中心城市。

近 20 年来,各国限制汽车环境污染排放的强制性标准不断加严。因此,汽车环保技术的研究受到高度重视,各大汽车制造商都投入了大量的人力和资金,从汽车产品开发的初期就考虑汽车生产、销售、使用直至报废后的环保问题,不仅从设计和制造角度考虑降低汽车出厂后的环境危害,而且还十分注重减少制造过程的污染。汽车产品的竞争可以说是环保技术的竞争,汽车“污染物排放水平”的高低已被认为是汽车产品先进程度的重要标志,汽车企业经常以汽车的环保性能作为产品的“卖点”宣传,政府也已出台了不少对低污染物排放水平车辆的优惠政策。

我国的汽车保有量分布也极不平衡,主要集中在部分大城市,例如,目前北京市的人均汽车保有量约为 0.33 辆,超过全国平均水平的 5 倍。因此,北京、上海、广州、深圳等大城市中汽车污染物排放问题最为突出。由于我国汽车工业起步较晚,加上长期以来对汽车的环保技术重视不够,致使我国的汽车环境保护和汽车污染物控制技术与发达国家存在明显差距。1987 年前后在北京工业大学、吉林工业大学等学校先后开设了有关汽车的环境污染及其控制技术的课程。到目前为止,我国几乎所有设立汽车工程、汽车运用工程和内燃机工程专业方向的院校都开设了“汽车环境污染控制技术”或内容相近的课程。汽车环境污染及其控制技术的相关开发已成为研究的热点。

4. 汽车环境污染问题的紧迫性

汽车环境污染问题的紧迫性可以从两方面来理解:一是汽车保有量的持续高速增长,使汽车环境污染物排放总量快速增加;二是随着经济的高速发展,人民生活水平的不断提高,对生存环境质量的要求更为严格。

近 20 年来,我国汽车产量和销售量呈现出持续高速增长态势,2009 年我国汽车产销量首次超过美国,成为全球产销量最大的国家,2010 年产、销量已超过 1800 万辆。1991 年以来的汽车年产量和年增长率分别如图 0-1 和图 0-2 所示。2009 年全年的汽车产量已达到了 1379.10 万辆,与 1991 年的 70.882 万辆的年汽车产量相比,增加了 18.46 倍。1992 年以来的汽车平均年增长率达 18.81%,20 世纪以来的平均年增长率达 23.07%。1996 年,年增长率最低为 1.53%;1992 年,年增长率最高为 49.79%。汽车产量和销售量的持续高速增长,使机动车保有量快速增加。至 2009 年底,我国汽车保有量

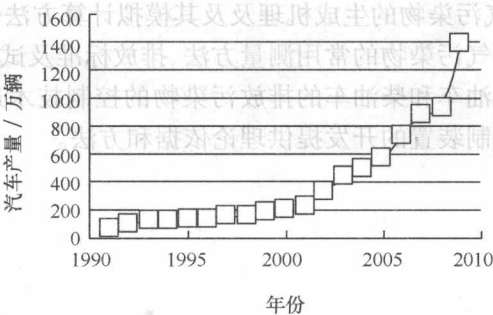


图 0-1 1991 年—2009 年我国汽车年产量

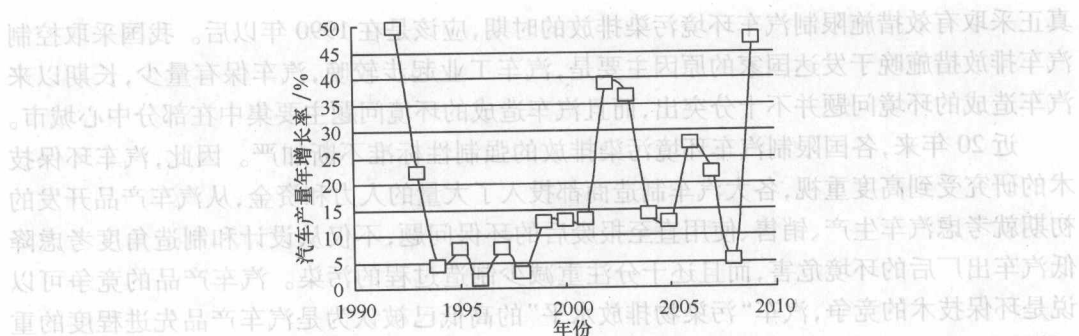


图 0-2 1991 年—2009 年我国汽车产量的年增长率

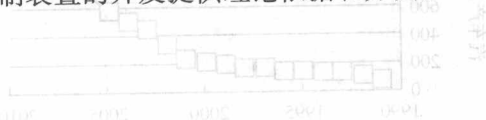
已达 7619.31 万辆(人均约 0.06 辆),与 1991 年的 583.59 的万辆相比,保有量增长了 12.06 倍。从目前的情况来看,我国汽车产销量和保有量的这种快速增长趋势,并没有减少的迹象。全国汽车保有量的迅猛增加,必然带来汽车环境污染物排放总量的快速增加和能源、资源枯竭的加速。

另外,2009 年我国名誉 GDP 为 33.5353 万亿元,为 1991 年 2.1782 万亿元的 15.396 倍,与汽车产量同期增长倍数接近。我国 2009 年农村居民人均纯收入 5153 元,城镇居民人均可支配收入 17175 元。我国经济的高速发展使人民生活水平得到了大幅度改善,汽车的购买能力迅速提升,同时对生存环境质量的要求也有明显提高,特别是改善城市空气质量的呼声与日俱增。

因此,汽车工业发展带来的环境污染物排放总量增加与人类对生存环境质量要求提高的矛盾日益尖锐。显而易见,缓解或解决这一矛盾的主要方法是降低汽车的环境污染物排放水平或控制汽车的环境污染物排放总量。通过限制汽车保有量的方法并不符合我国人均汽车保有量远低于全球平均水平的实际情况,所以,必须从汽车的设计、生产、制造和使用全过程来减少每辆汽车的污染物排放量。

5. 本书的主要内容

本书由汽车的环境污染及其基本对策、汽车排放污染物的生成机理、汽车污染物的测量方法、汽车排放标准及试验规范、汽油车排放污染物的控制技术和柴油车排放污染物的控制技术,共 6 章构成。第一章概括介绍传统汽车的环境污染物及其基本对策,对未来的环境友好汽车的发展动向进行分析;第二章简要介绍汽车排放污染物的危害,并对 NO_x 、HC、CO 和颗粒物等排气污染物的生成机理及其模拟计算方法做较为详细介绍;第三章和第四章分别对汽车排气污染物的常用测量方法、排放标准及试验规范进行简要说明;第五章和第六章分别对汽油车和柴油车的排放污染物的控制技术进行详细和全面介绍,旨在为这类车辆污染物控制装置的开发提供理论依据和方法。



项目	浓度限值				备注
	日均浓度	小时浓度	日均浓度	小时浓度	
第一章 汽车的环境污染及其基本对策	0.15	0.12	0.05	0.15	二级标准
	0.10	0.08	0.03	0.10	(SO_2)
	0.10	0.08	0.03	0.10	二级标准
	0.10	0.08	0.03	0.10	(NO_2)
第一节 汽车排放的空气污染物	0.15	0.12	0.05	0.15	二级标准
	0.10	0.08	0.03	0.10	(SO_2)
	0.10	0.08	0.03	0.10	二级标准
	0.10	0.08	0.03	0.10	(NO_2)
一、空气污染物	0.15	0.12	0.05	0.15	二级标准
	0.10	0.08	0.03	0.10	(SO_2)
	0.10	0.08	0.03	0.10	二级标准
	0.10	0.08	0.03	0.10	(NO_2)

空气污染物指污染环境空气的物质,其种类有数十种之多,但常见的、对生态环境有重要影响的污染物仅有 10 余种。根据国家标准《环境空气质量标准》(GB 3095—1996)的规定,进行浓度限值的环境空气污染物有二氧化硫(SO_2)、总悬浮颗粒(Total Suspended Particulates, TSP)、可吸入颗粒(PM_{10})、氮氧化物(NO_x)、二氧化氮(NO_2)、一氧化碳(CO)、臭氧(O_3)、铅(Pb)、苯并[a]芘(Benzo(a)pyrene, B[a]P)、氟化物和氟(F)共 11 个。在 2000 年,对 GB 3095—1996 进行了修改,修改后的《环境空气质量标准》(GB 3095—2000)中的空气污染物浓度限值如表 1-1 所列^[1]。该限值的实施时间为 2000 年 1 月 6 日,修改后的标准中取消 NO_x 限值,放宽了 NO_2 和 O_3 的限值。 NO_2 二级标准的年平均浓度限值由原来的 $0.04\text{mg}/\text{m}^3$ 改为 $0.08\text{mg}/\text{m}^3$;日平均浓度限值由 $0.08\text{mg}/\text{m}^3$ 改为 $0.12\text{mg}/\text{m}^3$;小时平均浓度限值由 $0.12\text{mg}/\text{m}^3$ 改为 $0.24\text{mg}/\text{m}^3$ 。 O_3 一级标准的小时平均浓度限值由 $0.12\text{mg}/\text{m}^3$ 改为 $0.16\text{mg}/\text{m}^3$;二级标准小时平均浓度限值由 $0.16\text{mg}/\text{m}^3$ 改为 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

《环境空气质量标准》中的总悬浮颗粒物指能悬浮在空气中,且空气动力学当量直径 $\leq 100\mu\text{m}$ 的颗粒物。可吸入颗粒物(Inhalable Particulates, IP)指悬浮在空气中,空气动力学当量直径 $\leq 10\mu\text{m}$ 的颗粒物,因此也常用 PM_{10} 表示。苯并[a]芘指存在于可吸入颗粒物中的苯并[a]芘,该污染物是三大强致癌物质之一。氟化物指以气态及颗粒形式存在的无机氟化物,是一种严重危害人类健康的有毒物质,人或动物长期摄入过量的氟化物,在体内蓄积后会引发以牙齿和骨骼损害为主并波及到心血管及神经系统的全身性疾病,儿童氟中毒后主要表现是氟斑牙,成人中毒后主要表现是氟骨症,过多摄入氟会对神经系统、消化系统、泌尿系统、内分泌系统和免疫系统产生一系列不良影响。铅指存在于总悬浮颗粒物中的铅及其化合物,可以导致身体不适甚至患病,出现食欲不振、体重减轻、无力、四肢酸痛、面色苍白、头晕、恶心、呕吐、腹泻、腹胀、腹痛、便秘、消化不良、失眠和贫血等多种疾病,特别是儿童铅中毒会后,将导致智力明显下降。

在各种空气污染物中颗粒物最为复杂,颗粒物也常称为微粒子,虽然我国《环境空气质量标准》限制的只是 TSP 和 PM_{10} ,但空气中的 PM 远不只是这两种。微粒是指空气中分散的液态或固态物质,直径在 $0.002\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ 之间,包括气溶胶、粉尘、烟、煤烟、轻雾、浓雾、烟气等。一般把由污染源直接排放出的微粒称为一次微粒物;把大气中某些污染物组分之间或这些组分与大气成分之间反应产生的微粒物称为二次微粒物。颗粒的组成成分随着其来源的不同而不同。例如,来自土壤、海盐、汽车排气、燃料燃烧、钢铁

表 1-1 《环境空气质量标准》(GB 3095—2000) 中的空气污染物浓度限值

污染物名称	浓度限值				浓度单位
	取值时间	一级标准	二级标准	三级标准	
二氧化硫 (SO ₂)	年平均	0.02	0.06	0.10	mg/m ³ (标准状态)
	日平均	0.05	0.15	0.25	
	小时平均	0.15	0.50	0.70	
总悬浮颗粒 (TSP)	年平均	0.08	0.20	0.30	
	日平均	0.12	0.30	0.50	
可吸入颗粒 (PM ₁₀)	年平均	0.04	0.10	0.15	
	日平均	0.05	0.15	0.25	
	日平均	0.10	0.10	0.15	
	小时平均	0.15	0.15	0.30	
二氧化氮 (NO ₂)	年平均	0.04	0.08	0.08	
	日平均	0.08	0.12	0.12	
	小时平均	0.12	0.24	0.24	
一氧化碳 (CO)	日平均	4.0	4.0	6.0	
	小时平均	10.0	10.0	20.0	
臭氧(O ₃)	小时平均	0.16	0.20	0.20	
铅(Pb)	季平均	1.5			
	年平均	1.0			
苯并[a]芘(B[a]P)	日平均	0.01			
氟化物	日平均	7 ^①			
	小时平均	20 ^①			
氟 F	月平均	1.8 ^②	3.0 ^③		
	植物生长季平均	1.2 ^②	2.0 ^③		
① 适用于城市地区； ② 适用于牧业区和以牧业为主的半农半牧区，蚕桑区； ③ 适用于农业和林业区					

冶炼、废弃物焚烧和制动器粉尘的颗粒的主要组成成分依次是铝(Al)、钠(Na)、碳(C)、钒(V)、锰(Mn)、钾(K)和铜(Cu)等。颗粒物的种类很多,根据粒径与组成成分不同进行分类。常见的微粒气溶胶、烟、尘、雾和炭烟等的定义如下:

- (1) 气溶胶:悬浮于空气中的固液微粒,其粒径一般小于1μm。
- (2) 飘尘:粒径大于1μm而小于10μm。
- (3) 降尘:粒径大于10μm、迅速沉降的固体微粒。