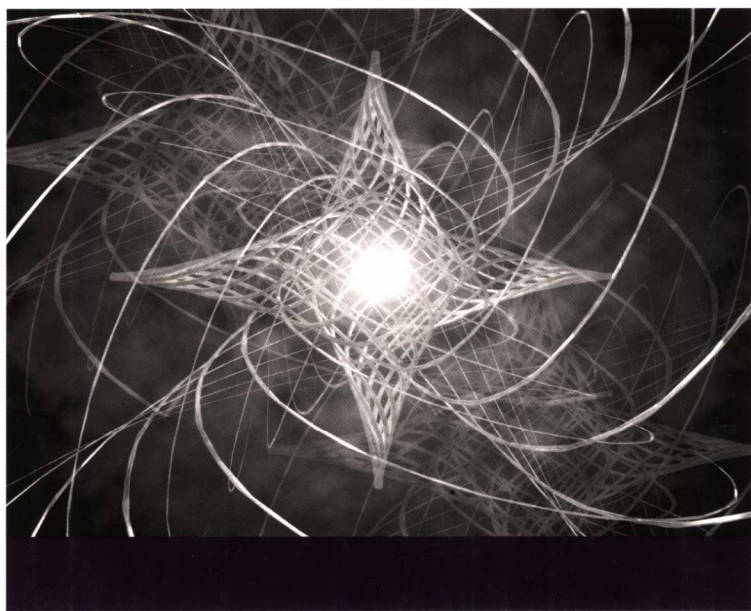


魏名山 编著

汽车与环境



Chemical Industry Press



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

汽车与环境

魏名山 编著



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

汽车与环境/魏名山编著. —北京:化学工业出版社,
2005.3
ISBN 7-5025-6719-4

I. 汽… II. 魏… III. 汽车-关系-环境保护
IV. X734.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 015325 号

汽车与环境

魏名山 编著

责任编辑:王 斌 汪舵海

责任校对:蒋 宇

封面设计:于剑凝

*

化学工业出版社 出版发行
环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010)64982530

[http:// www. cip. com. cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市海波装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 9 3/4 字数 166 千字

2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6719-4/X·596

定 价:20.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

近几年来，中国的汽车保有量大幅增加，特别是在一些大城市，汽车保有量的增长速度更快。拥有一辆自己的汽车是很多年轻人的梦想，由于人们收入的提高以及汽车价格不断下降，这个梦想逐渐变为现实。但是，汽车也是有史以来对人类环境产生最大影响的产品之一，汽车的排气使城市大气环境变差，如何解决汽车的排气问题已成为世界性课题。除汽车排气之外，在生产过程中汽车厂会有废气及污水排放，炼油厂会有废气排放，汽车所使用的燃料及其添加剂会污染地下水及土壤。庞大的汽车保有量还会消耗很多燃油，而中国的能源安全形势并不是很理想，相当依赖进口石油。环境与能源问题是中国发展汽车工业所必须面对的问题，也是大城市进入汽车社会所必须思考的问题。在追求社会可持续发展的今天，以科学的眼光审视汽车所带来的环境和能源问题具有重要的意义。

现在看来，汽车所带来的环境问题，不是一个局部的技术问题，而是一个引起广泛关注的社会问题。一直以来，我希望在大学开设这样一门课程，能够较为全面的讲述汽车所涉及到的环境问题，能够介绍有关政策法规，讲解目前的技术发展趋势，以及探讨如何正确看待汽车和燃料的环保性能。课程的内容要避免过于深奥，应该让对这一问题感兴趣的工科大学生都可以听得懂。这一想法在北京理工大学教务处和机械与车辆工程学院的支持下得以实现。2004年，我在北京理工大学开设了全校公共选修课“汽车与环境”，该课程内容受到了学生的欢迎。为更好建设该课程，也为让更多的人了解和汽车相关的环保知识，我在该课程讲义的基础上编写了本书。

在编写本书过程中，所秉持的原则是：对有关专业技术的描述尽量使用通俗易懂的语言，避免使用太多专业化的词汇；有关评述力求做到全面和客观。本书共分7章，第1章主要介绍汽车排放物

与城市环境的关系；第2章简述了美国和欧洲在汽车排放控制方面所走过的历程，以及欧美的有关政策和法规，并对我国的有关政策进行了介绍；第3章介绍了美国、欧洲、日本以及我国的汽车燃油经济性方面的法规；第4章讲述了汽油机和柴油机的排放控制技术及其未来的技术发展方向；第5章介绍了当前汽车界比较关注的代用燃料和新型动力系统；第6章就城市交通与汽车排放的关系进行了探讨；第7章对如何全面评价汽车的环境问题以及汽车环境问题的其他相关方面进行了讨论。

本书所涉及到的知识面比较广泛，由于作者的知识水平有限，难免会有一些疏漏之处，希望读者及同行多提宝贵意见。

北京理工大学的项昌乐、闫达远、王文清、陈昆明等学院领导和教务处领导对本书给予了大力支持，在此表示诚挚的谢意。

北京理工大学热能与动力工程系主任马朝臣教授多年以来给作者很多教诲、帮助和支持，在此表示衷心的感谢。还要感谢本学科的张幽彤教授、张卫正教授、张付军教授、葛蕴珊教授和廖日东副教授等同事在科研和教学工作中给予作者的帮助和指点。感谢我的实验室同事。

在本书写作过程中参考了大量国内外资料，在此对文献的作者深表谢意。

感谢我的家人对我写作的全力支持。

谨以此书纪念我的母亲魏良华女士。

编著者

2005年1月于北京理工大学

目 录

第 1 章 汽车排放与城市大气环境的关系	1
1.1 引言	1
1.2 汽车排气污染物的种类与危害	2
1.3 一辆车的排放	4
1.4 汽车排放对城市大气环境的影响	6
1.5 呼吸的权利	7
第 2 章 汽车排气污染控制的历史与经验	8
2.1 历史上的大气污染事件	8
2.2 美国、欧洲和日本控制汽车排气污染的历程	9
2.2.1 美国控制汽车排气污染的历程	9
2.2.2 欧洲控制汽车排气污染的历程	13
2.2.3 日本控制汽车排气污染的历程	13
2.3 中国控制汽车排气污染的道路	14
2.4 汽油无铅化的过程	15
2.5 欧洲的排放法规与测试方法	16
2.5.1 欧洲现在和将来的排放限值	16
2.5.2 欧洲现在和未来的排放测试方法	19
2.6 面向未来	24
2.6.1 对 CO ₂ 排放的关注	25
2.6.2 面向未来的中国	26
第 3 章 汽车燃油经济性政策	28
3.1 美国的公司平均燃油经济性政策	28
3.1.1 公司平均燃油经济性的定义	28
3.1.2 美国公司平均燃油经济性标准的制定与变迁	29
3.1.3 公司平均燃油经济性的计算与罚款的计算	31
3.2 欧洲的汽车油耗法规	32
3.3 中国的汽车燃油经济性政策	33
3.4 日本的汽车燃油经济性标准	35

第 4 章 汽油机和柴油机的排放控制技术 38

4.1 活塞式发动机	38
4.1.1 发动机的分类	38
4.1.2 活塞式发动机的基本结构	38
4.1.3 有关定义	40
4.2 汽油机的结构、原理及污染物生成	41
4.2.1 汽油机的结构和原理	41
4.2.2 汽油机污染物的生成	44
4.3 汽油机的三元催化反应器	45
4.3.1 三元催化器基本结构和原理	45
4.3.2 三元催化器的工作特点	47
4.4 面向未来的汽油机排放控制技术	49
4.4.1 汽油机本体结构的改进与控制的优化	49
4.4.2 汽油机催化转换器技术的发展	56
4.5 超低排放及零排放汽油车的排放控制技术	62
4.6 柴油机的结构、原理及污染物生成	64
4.6.1 柴油机的结构和原理	64
4.6.2 柴油机污染物的生成	67
4.7 控制柴油机排放的措施	67
4.7.1 柴油机本体结构的改进与控制的优化	68
4.7.2 柴油机的氧化催化剂	73
4.7.3 柴油机 NO _x 的催化转换	74
4.7.4 颗粒后处理系统	77
4.7.5 冷等离子体在柴油机排放控制上的应用	79
4.8 带先进排放控制系统的柴油机结构	80
4.9 汽油和柴油品质的改良	81
4.9.1 汽油品质的改良	82
4.9.2 美国的重整汽油计划	83
4.9.3 柴油品质的改良	84
4.10 汽油机和柴油机——未来属于谁	85
4.10.1 汽油机和柴油机的比较	85
4.10.2 未来的发展	87

第 5 章 代用燃料与新型动力系统的发展 88

5.1 压缩天然气 (CNG) 和液化石油气 (LPG) 汽车	88
---------------------------------------	----

5.1.1 压缩天然气 (CNG) 汽车	88
5.1.2 液化石油气 (LPG) 汽车	92
5.2 醇类燃料和生物柴油	93
5.2.1 乙醇	93
5.2.2 甲醇	95
5.2.3 生物柴油	96
5.3 纯电动车	99
5.4 混合动力	102
5.5 燃料电池汽车和氢气发动机	105
5.5.1 燃料电池汽车	105
5.5.2 氢气发动机	109
5.5.3 氢气的制取和存储	110
5.6 太阳能及其它	111
5.7 从全局的观点看问题	112
5.7.1 从油井到车轮的评价	112
5.7.2 汽车燃料评价所涉及到的知识	113
第 6 章 城市交通与汽车排放	116
6.1 城市交通方式	116
6.2 堵车的环境代价	118
6.3 构建良好交通降低汽车排放	120
6.4 智能交通系统 (ITS)	123
6.5 国外城市的经验	125
6.5.1 新加坡的经验	125
6.5.2 伦敦的特点	127
6.5.3 美国的一些做法	128
第 7 章 全面看待汽车的环境问题	130
7.1 从全生命周期评价汽车对环境的影响	130
7.2 降低汽车制造厂的环境影响	132
7.3 德国大众公司在环保工作方面的启示	133
7.4 报废车辆的回收	135
7.5 私家车主如何面对环保问题	137
7.6 面对汽车社会中国的应对措施	140
参考文献	142

第 1 章

汽车排放与城市大气环境的关系

1.1 引言

自从汽车诞生以来，人类发展的步伐也被滚滚车轮带动加速前进。一百多年来人类社会被深深打上汽车的烙印，没有汽车的现代社会是不可想像的。在很多时候，拥有汽车就如同拥有一双自由的翅膀，它把长途出行变得如此舒适和简单。社会经济的发展使得全球汽车的保有量在逐年增加，越来越多的人拥有了汽车。

目前，全球大约有 9 亿辆机动车在路上行驶。其中大约 6 亿辆车为小轿车，其它为卡车、公共汽车、摩托车等。汽车保有量还在迅速增加。目前，汽车大多分布在美国、日本和欧洲。预计将来在亚洲和拉丁美洲的一些发展中国家，汽车保有量会有高速增长。

截至 2003 年底，中国民用汽车的保有量为 2421 万辆，其中私人汽车的保有量已超过 50%。同时，截至 2003 年底，中国已成为世界第四大汽车生产国。2003 年汽车产量突破 420 万辆。按国家有关部门的初步预测，近期中国汽车产量的年增长率仍然会维持在 10% 以上，按此计算，2010 中国的汽车年产量可能会达到 1000 万辆。目前，在中国有一亿多人拥有驾照，潜在的购车群体非常庞大。

中国目前汽车保有量的增长速度是非常惊人的。以北京市为例，北京市的机动车保有量从建国初期的 2300 辆发展到 100 万辆用了 48 年的时间。从 100 万辆到 200 万辆仅仅用了 6 年时间。2003 年 8 月，北京市机动车保有量超过 200 万辆。这标志着北京市已进入汽车社会。每辆汽车就个体而言，都是非常漂亮和精致的，但这些精致的汽车被极大规模使用后，就会带来一系列问题。在目前及今后相当长的时间内，绝大部分汽车都是由燃烧各种燃料的内燃机驱

动，如果我们的眼睛可以穿透汽车的金属层面，我们会发现其实每辆汽车内都有熊熊燃烧的火焰。既然有燃烧过程，而且是在如此狭小空间内的快速剧烈燃烧，汽车必然会产生有害气体排放。每辆汽车其实都是一个流动的污染源。汽车排气已经给我们居住的环境造成了严重的污染，并在继续给环境带来危害。

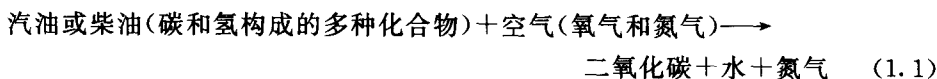
其实，汽车对环境的污染不仅表现在排气上，还表现在其它方面。如汽车生产过程中对环境造成的污染，废旧汽车处理对环境的损害，制造汽油以及柴油涉及到的石油开采和加工过程对环境造成的危害，汽车加油时的蒸发和滴漏造成的碳氢污染等。当然，对于大城市而言，目前最为关注的，给环境带来最为严重影响的，还是汽车尾气的有害排放。

汽车可能是迄今为止，对我们所居住的星球的环境，产生最大影响的产品之一，但与此同时，它已经变成了我们生活中的一部分，不太可能禁止它的使用。只能通过持续研发，不断改良，不断应用新技术，并在其它方面，如城市交通管理等方面同时采取综合措施，才有可能将其对环境的影响降至最低。对汽车所带来的环境污染的控制，已经成为社会经济可持续发展战略的重要组成部分。

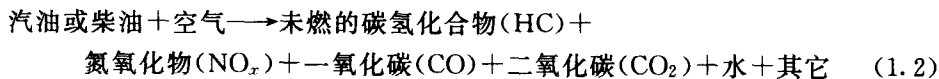
1.2 汽车排气污染物的种类与危害

传统的汽车发动机燃料为汽油和柴油，汽油和柴油主要是碳、氢原子构成的多种碳氢化合物的混合物。对于理想的燃烧过程而言，燃烧过程的产物应该为二氧化碳（ CO_2 ）和水。而对于一个典型的汽车发动机的燃烧过程而言，由于发动机中的燃烧过程发生的空间极为有限，每次燃烧过程持续的时间极为短暂，所以燃烧进行得很不完全。另外，发动机中的燃烧温度很高，这些因素导致排气中除掉含有 CO_2 和水之外，还含有碳氢（HC）、一氧化碳（CO）、氮氧化物（ NO_x ）、微粒（PM 或写作 PT）等，这些物质都在不同程度上对环境，对人体健康构成一定的损害。

理想的燃烧过程如式（1.1）所示。



而典型的实际燃烧过程如式（1.2）所示。



(1) HC 排放

当发动机内的部分燃油以及进入燃烧室的少量润滑油，没有燃烧或燃烧不完全时，就以 HC 的形式排出，它是主要由碳、氢原子构成的数百种化合物的统称，包括烷烃、烯烃、环烷烃、芳烃、醛、酮等。这些化合物有些对眼黏膜、喉和支气管有刺激作用，有些是有毒的，有些有致癌倾向。

在阳光的照射下，HC 可以和 NO_x 反应，生成地面附近的臭氧，这是构成光化学烟雾的主要成分。由于臭氧具有强氧化性，所以对动植物都非常有害。对人而言，它刺激眼睛，损伤呼吸器官。对植物而言，它抑制植物生长。臭氧已经成为很多城市主要的空气污染物。需要区别的概念是地面附近的臭氧和通常所说的离地面 1 万米以上的臭氧层不一样，臭氧层吸收太阳的紫外线，对保护人类意义重大，而地面附近的臭氧对动植物危害很大。

(2) CO 排放

CO 也是不完全燃烧的产物，燃油中的碳原子被部分氧化，而不是被完全氧化成 CO_2 ，就生成了 CO。CO 是无色无味的气体，可以降低人体血液对氧的输送能力，因此对于心脏病患者尤其有害。过量的 CO 甚至可以在短时间内导致人体窒息，这就是在封闭的车库或汽车里不时发生有人窒息事件的原因。

(3) NO_x 排放

发动机里高温高压的条件有利于氮和氧反应生成氮和氧的化合物，统称为氮氧化物 (NO_x)，其主要成分是 NO 及少量 NO_2 。高浓度的 NO 能引起中枢神经障碍，并影响肺功能。NO 在空气中可被氧化成 NO_2 ， NO_2 有刺激性气味，吸入人体后与水结合生成亚硝酸，易引起咳嗽、气喘和肺部疾病。正如前所述，氮氧化物是生成臭氧的先导物，在阳光的照射下，它可以和 HC 发生光化学反应，生成臭氧。同时 NO_x 也会导致酸雨的形成。

(4) 微粒

微粒（也称“颗粒”），英文简写作 PM 或 PT，通常定义为，汽车排气经稀释后，在滤纸上收集到的所有物质，滤纸表面温度要求等于或低于 52°C ，但滤纸上收集到的自由态的水不能算作微粒。柴油机由于燃烧时油气混合极不均匀，决定了其微粒排放是汽油机微粒排放的几十倍甚至上百倍，所以，一般认为微粒排放是柴油机所特有的，但现在的缸内直喷式汽油机也有微粒排放的问题。微粒是由干碳烟、干碳烟上吸附的大分子 HC 以及硫酸盐构成的。柴油机排气微粒的粒度很小，大部分粒径在 $0.01\sim 1\mu\text{m}$ 之间。这么细小的微粒进入肺部以后，会在肺部形成沉积，对肺构成损害。动物实验表明，柴油机排气微粒对动物有一定的致癌性，但对人的致癌性目前还只有有限的证据。

漂浮在大气中的微粒还可以使城市内的光线受到折射，使天空变暗，城市的能见度降低。

(5) CO₂

即使燃烧过程按理想过程进行，也会生成 CO₂。CO₂ 本身对人体无害，但 CO₂ 作为主要的温室气体，其导致地球变暖和全球气候变化的影响正受到越来越多的关注。1997 年 12 月，在日本京都，55 个国家签署了《京都议定书》，对削减温室气体排放，制定了明确的计划。对发达国家制定了明确的削减 CO₂ 排放的指标，发展中国家采取的是自愿削减 CO₂ 排放的原则。《京都议定书》的签署标志着人类启动了大规模控制 CO₂ 排放的进程。目前主要工业化国家和 CO₂ 排放大国已经开始采取降低 CO₂ 排放的措施。由于 CO₂ 是含碳燃料燃烧的必然产物，所以对汽车产业界来说，降低 CO₂ 排放就是要求降低汽车的油耗。汽车油耗降低，其 CO₂ 排放也必然降低。

(6) 其它

由于汽车燃油中含有硫、铅等成分，所以汽车排气中还含有 SO₂ 和含铅物质，随着无铅汽油及低硫柴油的推广和使用，SO₂ 和含铅物质的排放也在逐年降低。

1.3 一辆车的排放

越来越多的人拥有汽车，很多对环保感兴趣的人都想知道，自己的汽车一年究竟排出了多少有害气体。

美国国家环保局在计算 2000 年度小轿车和轻型卡车的平均年排放和燃油消耗率时，车辆年平均里程和百公里油耗是根据美国能源部的资料得到的，美国小轿车的年平均里程为 20112.5km，轻型卡车的平均里程为 22526km，小轿车的平均燃油经济性为百公里油耗 10.94L，轻型卡车平均为百公里油耗 13.68L。

在计算排放量时，车辆每公里的废气排放量是根据美国国家环保局自己的计算模型得出的。

在计算汽车排放时，计入了 CO₂ 排放。其理由在于，虽然目前的汽车排放法规没有直接限制 CO₂ 排放，但它却是交通部门对全球气候变化的最大影响因素。CO₂ 排放直接和燃油经济性相关，燃油消耗量每 1% 的增加和减少都会相应导致 CO₂ 排放 1% 的增加或减少。

表 1.1 所列为美国 2000 年度小轿车平均排放量和燃油消耗量，表 1.2 所列为轻型卡车平均排放量和燃油消耗量。

表 1.1 美国 2000 年度小轿车平均排放量和燃油消耗量

项 目	排放率和燃油消耗率/ km^{-1}	计 算	年排放量和燃油消耗量
HC	1.74g	$1.74\text{g}/\text{km} \times 20112.5\text{km}$	35kg
CO	12.99g	$12.99\text{g}/\text{km} \times 20112.5\text{km}$	261kg
NO_x	0.86g	$0.86\text{g}/\text{km} \times 20112.5\text{km}$	17.3kg
CO_2	0.258kg	$0.258\text{kg}/\text{km} \times 20112.5\text{km}$	5189kg
汽油	0.1094L	$0.1094\text{L}/\text{km} \times 20112.5\text{km}$	2200L

表 1.2 美国 2000 年度轻型卡车平均排放量和燃油消耗量

项 目	排放率和燃油消耗率/ km^{-1}	计 算	年排放量和燃油消耗量
HC	2.18g	$2.18\text{g}/\text{km} \times 22526\text{km}$	49kg
CO	17.22g	$17.22\text{g}/\text{km} \times 22526\text{km}$	388kg
NO_x	1.12g	$1.12\text{g}/\text{km} \times 22526\text{km}$	25.2kg
CO_2	0.324kg	$0.324\text{kg}/\text{km} \times 22526\text{km}$	7298kg
汽油	0.1368L	$0.1368\text{L}/\text{km} \times 22526\text{km}$	3081L

熟悉排放法规的人可能会发现，上述表格所列单位里程的汽车排放要比美国现行排放法规规定的高出很多。其中原因在于，法规规定的单位里程排放是按照一定的测试循环测取的，而实际行车过程和测试循环可能有较大出入，比如在城市行车时，怠速和低速时段很多，就会导致 HC 和 CO 排放很高。同时，在用车的排放性能随着使用年限的增加会逐步变差，这也使得汽车平均实际排放比法规规定的要高。而且现在路上行驶的汽车很多是几年前甚至十几年前生产的，它们满足的是以前较为宽松的排放法规，而不是现行法规。这些因素导致了社会上所有在用车的平均排放水平，比当前排放法规规定的排放限值要高。

中国在 2000 年才开始在全国范围内推行相当于欧洲 1 号（欧洲 1992 年开始实施）的排放标准，在 2004 年推行欧洲 2 号（欧洲 1996 年开始实施）的排放标准，中国现行排放标准比美国 2000 年度排放标准要宽松，同时中国还存在一些排放水平较差的在用车，所以，在估算中国每辆车的排放水平时，如引用上述表格的数据，所得的计算结果应该是趋于保守的。

以北京的一位普通上班族为例，假如一位老师住在北京的经济适用房住宅区回龙观小区，而在三环路内的北京理工大学上班，老师开车上下班。假设老师一年上班 200 天，回龙观小区距北京理工大学约 15.1km，来回 30.2km，一年上班行驶总里程为 6040km。在节假日中，假设该老师有 80 天出行，每次来回 60km，共计 4800km。这样一年该车总计行驶 10840km。这差不多是北京目前有车的上班族的典型情况了。参照表 1.1 的有关排放率进行计算，则可以得到表 1.3。

表 1.3 北京典型上班族汽车排放量和燃油消耗量的估算

项 目	排放率和燃油消耗率/ km^{-1}	计 算	年排放量和燃油消耗量
HC	1.74g	$1.74\text{g}/\text{km} \times 10840\text{km}$	18.86kg
CO	12.99g	$12.99\text{g}/\text{km} \times 10840\text{km}$	140.81kg
NO_x	0.86g	$0.86\text{g}/\text{km} \times 10840\text{km}$	9.32kg
CO_2	0.258kg	$0.258\text{kg}/\text{km} \times 10840\text{km}$	2796kg
汽油	0.1094L	$0.1094\text{L}/\text{km} \times 10840\text{km}$	1186L

假如北京市目前有 200 万辆小轿车，从这种估算可以大略地知道每年这些车排放的有害气体的总量是一个什么数量级了。根据这种估算方法，也可以初步估算出全国所有汽车的总体燃油消耗量和总排放的数量级。当然这种计算只是为获得数量级概念的一种简单估算，实际的计算要考虑很多因素，比如车型有很多种，大型车的油耗和排放要更高；实际的排放还和城市交通状况有关。所以汽车总排放量精确的计算方法非常复杂。美国国家环保局提供的 Mobile 程序可以进行这方面的计算。

1.4 汽车排放对城市大气环境的影响

汽车的排气污染对于大都市空气质量的影响非常大。大城市人口稠密，平均收入较高，交通需求量较大，所以汽车保有量大，使用率高。在现代化进程中，为保护环境质量，大城市一般都将大型工厂外迁出城区，而且在日常生活中的能源消耗也逐步采用天然气等清洁能源，所以汽车也就顺理成章地成为大城市空气污染的最主要来源。汽车对城市空气质量影响较大的另一个重要原因是，城市建筑物密集，且建筑物较高，汽车排出的尾气在地面附近不易扩散。

据郝吉明等对北京市大气污染的研究，在 1995 年，北京市机动车排放对 CO 和 NO_x 的年浓度分担率分别达到 76.5% 和 68.4%。而在城市中心区，机动车排放对空气质量的影响更大，在二环路内，机动车排放对 CO 和 NO_x 的年浓度分担率分别达到 86.3% 和 72%。而在 1995 年，北京市机动车总数尚不足 100 万辆，虽然目前的排放法规要比 1995 年严的多，但是机动车总数增长的速度可能会抵消排放法规变严所带来的影响。

根据赵立蔚等对天津市的研究，天津市 2001 年，机动车排放对 NO_x ，CO，THC（总碳氢）总排放量的分担率分别达到 55%，83% 和 81%。

在上海、广州、济南等地，机动车排气污染也已经成为对当地大气环境中 CO、HC 和 NO_x 贡献率最大的污染源。

汽车排气不仅直接危害大气环境，而且会形成二次污染物，对大气环境构

成更严重的危害。汽车排气最为重要的二次污染物就是光化学烟雾。光化学烟雾是指汽车排出的 HC 和 NO 在太阳光的作用下,发生复杂的光化学反应,生成以臭氧、醛、过氧酰硝酸酯为主的光化学烟雾。

北京、上海、广州等地早在 20 世纪 80~90 年代,就在大气中发现了明显的光化学反应,且这种趋势有更为严重的倾向。

根据马一琳等在 1982~1998 年的持续研究显示,北京市早在 1986 年就出现了生成光化学烟雾的迹象,北京市 1986~1998 年间臭氧浓度经常超标,中关村地区的臭氧最大小时平均浓度已达到 $431.2\mu\text{g}/\text{m}^3$,远超国家标准。

生活在北京的人应该还记得几年前,城市的上空经常笼罩着阴霾,虽然是晴天却看不见阳光,在那样的日子里,人们经常感到呼吸困难,容易疲倦,说不出的难受。让我感到震惊的是,有一次坐车经过某高楼(该楼超过 50 层)附近时,竟然看见楼的中间部位被灰暗的烟雾围绕,如同一道令人窒息的卡箍,阻止楼里的人们呼吸新鲜空气。这两年来,由于国家及北京市政府采取了强有力的环保措施限制有害气体排放,包括对汽车排放采取了比全国统一的排放法规更为严格的法规,这使得北京市大气质量明显好转,市民普遍感到空气质量正在改善,蓝蓝的天空白云飘的日子又多了起来。

1.5 呼吸的权利

呼吸新鲜的空气是每个人与生俱来的权利,失去这一权利就谈不上生活的健康与幸福。国家发展经济的目标也是为人民谋取福祉,所以在发展经济的同时如果使环境蒙受很大的损失,那么可能就违背了发展经济的初衷。

而且保护环境与发展经济之间并不矛盾,从长远看,二者是统一的。以限制汽车排放为例,国家通过立法限制汽车排放,这必然要求厂家采用更新的技术,这导致厂家的生产成本提高,同时消费者支出增加。另外,国家为建立排放监控体系也需要一定的支出。这样看来,为控制汽车排放,社会支出增加。可是从另一个角度来看,限制了汽车排放,空气质量变好,市民的健康状况得以改善,国家的公费医疗支出和其它医疗投资减少,同时空气质量变好,会改善投资环境,吸引更多投资和旅游,促进本地经济发展。所以从这个角度来看,保护环境在经济上是合算的。

呼吸新鲜空气是我们最重要的权利之一。为获得这一权利,我们必须从自身做起,了解环境知识,改善自己的行为,使对环境友好成为我们自身的行为准则,只有人人这样,环境才能得到改善,我们才能自由呼吸。

第 2 章

汽车排气污染控制的历史与经验

2.1 历史上的大气污染事件

环境污染是一个老问题，古时候就有，如在中国古代、古巴比伦、印度、希腊以及罗马等古文明中都有这方面的记载。自从工业革命以来，大规模的空气污染事件更是经常发生，以下是 1970 年以前国外大规模的空气污染事件及相关的其它事件。

1306 年，爱得华一世禁止议会开会期间燃煤。这是目前知道的最早的排放立法。

1661 年，John Evelyn 第一个研究伦敦的空气污染问题。

1775 年，英国科学家 Percival Pott 发现煤导致烟囱清洁工癌症。

1848 年，美国通过公共健康法，减少排烟污染成为卫生部的职责。

1873 年，伦敦 1150 人死于致命烟雾。

1909 年，苏格兰的格拉斯哥，由于空气污染 1000 多人死亡，在关于这次事故的报告中，第一次造出了“smog”这个词，以代表“smoke（烟）”和“fog（雾）”的缩写。这个词现在被广泛应用。

1930 年，比利时的 Meuse 河谷，因空气污染，63 人死亡，6000 人病倒。

1939 年，美国圣路易斯发生大规模烟雾事件。

1948 年，美国宾夕法尼亚的 Donora，因空气污染，20 人死亡，600 人住院。

1948 年，伦敦因空气污染导致 600 人死亡。

1950 年，墨西哥的 Poza Rica，因空气污染，22 人死亡，数百人住院。

1952 年，伦敦因空气污染致 3000~4000 人死亡。

1953 年，美国纽约因空气污染，170~260 人死亡。

1954 年，美国洛杉矶由于汽车排气所造成的光化学烟雾使空气污染严重，工厂和学校在 10 月份几乎天天关闭。

1956 年，伦敦因空气污染，1000 人死亡。

1962 年, 伦敦因空气污染, 750 人死亡。

1965 年, 纽约因空气污染, 80 人死亡。

由以上可以看出, 1970 年以前, 在西方国家, 大规模的空气污染事件经常发生, 给相关国家的人民身体健康造成了严重危害。

1970 年以后, 随着西方国家逐步重视大气质量的保护工作, 不断严格有关大气环境保护的法规, 西方大规模的空气污染事件有所减少。而在发展中国家, 随着工业化进程的推动, 空气质量严重下降。造成空气污染的因素也随着经济的发展和能源结构的变化而变化, 例如 20 世纪 90 年代以前, 北京市的空气污染主要是燃煤造成的煤烟型污染。但是, 随着北京市在城区以天然气取代煤为燃料以及大型工业企业从市区迁到郊区, 与此同时, 北京市机动车保有量逐渐增加, 北京市空气主要污染源已经变成了机动车尾气。

2.2 美国、欧洲和日本控制汽车排气污染的历程

2.2.1 美国控制汽车排气污染的历程

汽车排气和城市大气污染之间的关系是在 20 世纪 50 年代被提出来的, 美国加利福尼亚的一位研究者通过研究确定, 是汽车尾气导致了笼罩在洛杉矶上空的光化学烟雾。当时典型的汽油轿车新车排放大约为 (每英里): 13g HC, 3.6g NO_x, 87g CO。

从那时起, 美国政府开始制定汽车排放标准来降低汽车排放物, 汽车工业界也开始研发排放控制技术。现今美国联邦政府的汽车排放标准为 (每英里): 0.25g HC, 0.4g NO_x, 3.4g CO。可以看出, 现在的新车污染物排放量比以前有大幅度的降低。

以下是美国在汽车排气污染控制方面所经历的一些重要事件。

1922 年, 发现了四乙铅 (TEL, 含铅汽油中的铅添加剂), 含铅汽油问世, 含铅汽油可以提高汽油的抗爆性, 从而提高汽油机的动力性与经济性。

1940 年, 在洛杉矶出现新的神秘空气污染物 (即后来所认识到的光化学烟雾)。

1943~1950 年, 美国科学界不能正确认识光化学烟雾的起源与本质。

1951 年, 研究发现洛杉矶的空气污染是由汽车排气污染所导致的。

1954 年, 汽车工业界派出第一支队伍到洛杉矶考察光化学烟雾, 并达成共同承担研究和技术的协议。

1957 年, 研究机构几乎一致地认为, 汽车排气是导致光化学烟雾的最主要原因。

1959 年, 加利福尼亚立法建立空气质量和汽车排气标准, 要求汽车的 HC 排放降