

张远航 邵 敏 俞开衡 编著

机动车排放、环境影响及控制

——以广州市为例



Chemical Industry Press



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

机动车排放、环境影响及控制

——以广州市为例

张远航 邵 敏 俞开衡 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

机动车排放、环境影响及控制：以广州市为例/张远航，邵敏，俞开衡编著. —北京：化学工业出版社，2004. 5
ISBN 7-5025-5508-0

I. 机… II. ①张…②邵…③俞… III. 汽车排气-污染防治 IV. X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 036692 号

机动车排放、环境影响及控制

——以广州市为例

张远航 邵 敏 俞开衡 编著

责任编辑：刘兴春

责任校对：郑 捷

封面设计：蒋艳君

*

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>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 20 字数 379 千字

2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5508-0/X·456

定 价：40.00 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

中国的大气污染问题日趋严重。不仅中国政府一直高度重视经济增长中的环境保护，国际社会也积极支持中国的污染控制工作。1997年，联合国开发计划署（UNDP）派两位专家 Michael Willingham 博士和 Roger Raufer 博士到中国了解大气污染状况，寻找 UNDP 可能资助的领域。

在中国专家的陪同下，两位专家从北到南访问了本溪、北京、西安、贵阳和广州等城市。调查的结果非常有意思，中国不同发展状况下的城市面临着不同的环境挑战：本溪市基于煤炭和钢铁的传统经济面临转型的时期，专家和政府都十分关注本溪市的清洁生产，希望新的经济体系建立过程中降低污染排放；北京市突出的大气污染来自交通，交通的拥堵和污染是否有联合解决方案成为基本一致的选择；贵阳市是西南地区的重镇，也是饱受酸沉降影响的地区，酸沉降的问题几乎是当然的焦点；而西安也由于地区的特色确定了颗粒物污染控制这一难题。

在考察广州市的过程中，问题变得更复杂，上述的问题在广州几乎都有体现。作为中国改革开放的前沿，广州市经济持续高速增长，清洁生产的推进对于产业部分的污染减排至关重要。广州市的机动车保有量仅次于北京，在城市中位居全国第二，污染和拥堵并存；广州乃至华南也是酸雨污染的重灾区，同时颗粒物作为首要污染物的现实和老百姓对蓝天的需求，颗粒物污染也是市政府工作日程上的迫切任务。经过激烈的学术讨论和剥茧抽丝般的深入分析，中外专家认为氮氧化物应该是诸多问题中的一个关键，而且作为国家层次的战略决策，广州市的氮氧化物污染问题似乎预示着这一问题在全国发展的趋势。

认识一致之后，工作变得简单。中外专家就这一问题的国内外发展现状、对广州市大气污染战略的重要性进行深入研讨后，发现这一问题确实具有巨大的研究潜力，而且是掌握未来城市大气污染必须充分重视的具有全局性的问题。更为重要的是，当考察城市针对这一问题的信息资料和技术支撑条件时，发现我国城市在氮氧化物控制方面的基础还非常薄弱。

因此，建议书的编写工作是非常愉快的，专家就研究目标、技术方案和活动安排迅速取得了一致并形成文件。而且大家希望通过广州市的工作建立一个氮氧化

物的研究框架，并且在科学研究和政府决策之间搭建起沟通的桥梁。

目前呈现给读者的是六年后的总结和体会，这一工作过程得到了国内外许多专家学者的大力支持，许多工作也有他们直接参与的劳动和成果。研究工作一直在联合国技术顾问 Roger Raufer 教授、中国工程院唐孝炎院士和中国科学院生态环境中心庄亚辉研究员的直接指导下进行，北京大学环境学院张远航教授、广州市环境保护科学研究所俞开衡总工程师担任技术总负责，北京大学环境科学中心邵敏、曾立民、李金龙、谢绍东、李正鹏、王少霞、彭立新、邵可声、白郁华、王会祥、马一琳、张化天、梁宝生、刘建国、胡敏、胡建信，广州市环境保护科学研究所潘南明、田凯、祝昌健、王伯光、刘俏梅、孙群、汪道明、杨丹青、崔侠、廖芸栋、何良挽、方杏芹、范常忠、孙大勇、龙涛、章生健、张效刚参加了本项目的研究。此外，一批中外专家如美国环保局前官员 David Calkins 先生、Chuck Freed 先生，Environ 环境咨询公司 Yarwood Chang 博士，荷兰能源研究基金会 Sjaak Slanina 教授，中国环境科学研究院汤大钢研究员，清华大学马倩如教授，中国人民大学邹骥教授，广州市环保局甘海章先生，广州市环境保护科学研究所吴政奇所长，北京大学邵可声教授等都给予了巨大的帮助和支持。程雅芳女士在本书成文过程中参与了全书的统稿，付出了很大的心血，在此作者一并表示深切谢意。

机动车污染控制和氮氧化物的环境影响是一个十分复杂和涉及领域广泛的研究主题，限于作者的知识水平和研究条件的制约，本书的不足之处在所难免，欢迎读者及有关人士批评指正。

编著者

2004 年 3 月

内 容 提 要

本书以广州市为例，以城市氮氧化物污染控制为核心，主要介绍了国际机动车污染控制的经验，机动车排放与污染源排放清单，交通区、市区与郊区空气质量现状及特征，空气质量的数值模拟，大气污染的控制技术，机动车污染的管理框架及其评估，机动车污染控制的战略思路等内容，比较系统地解剖现代城市发展所面临的污染问题、机动车污染问题带来的大气环境本质特征的变化、主要的控制措施，以及控制措施的费效性，具有较强的知识性、系统性和借鉴意义。

本书适于环境科学与工程、环境保护、城市规划与管理等领域的工程技术人员、管理人员、科研人员及大众读者阅读，也可供高等院校相关专业师生参阅。

目 录

绪论	1
1 国际机动车污染控制概述	7
1.1 机动车排放标准	9
1.2 机动车排放控制技术的发展历程	12
1.3 车用燃料的改善	14
1.4 机动车污染控制管理体系	16
1.5 机动车污染控制的措施分析	18
2 机动车排放与污染源排放清单	22
2.1 广州市概况	23
2.1.1 自然和社会条件	23
2.1.2 产业结构	24
2.1.3 能源结构和能源消费	26
2.2 广州市机动车保有量和交通特征	27
2.2.1 广州城市道路的建设	27
2.2.2 机动车保有量	28
2.2.3 车流量的变化规律	30
2.2.4 机动车行驶特征	32
2.2.5 机动车的年均行驶里程	34
2.2.6 油料的质量与使用	35
2.2.7 机动车国产化程度	35
2.2.8 行驶工况的实测	36
2.2.9 行驶特征小结	39
2.3 机动车的排放因子	40
2.3.1 基本排放因子的实测	40
2.3.2 机动车排放因子模型 MVEI	43
2.3.3 芳村隧道试验	45

2.3.4	广州机动车排放因子的选取与比较	49
2.4	流动源污染排放研究	52
2.4.1	机动车污染物排放量的计算方法	52
2.4.2	机动车污染物的排放量	53
2.4.3	各种机动车污染物排放的分担率	53
2.4.4	珠江三角洲地区各城市机动车污染物排放	55
2.5	固定源污染物排放	57
2.5.1	点源(工业源)的排放	57
2.5.2	面源的排放	59
2.5.3	加油站的排放	59
2.5.4	第三产业的排放	60
2.5.5	天然源 VOC 的排放	61
2.6	机动车排放分担率与排放量区域分布	61
2.6.1	广州市中心区各种污染源污染物排放分担率	62
2.6.2	广州市工业与机动车污染物排放及分担率	62
2.6.3	广州市机动车 NO_x 区域分布	63
2.7	结论	64
3	交通区、市区与郊区空气质量现状及特征	65
3.1	广州市空气质量历史变化特征	65
3.1.1	广州市大气监测网络	65
3.1.2	功能区空气质量的演变	67
3.1.3	全市主要环境问题	71
3.1.4	市区大气污染物的主要影响因素	72
3.2	莲花山、白云山、龙归大气 NO_x 和 O_3 污染状况	77
3.2.1	监测点位置及背景情况	77
3.2.2	大气 NO_x 和 O_3 浓度水平	77
3.3	城市街道峡谷中机动车排气污染物浓度空间分布	81
3.3.1	监测点设置	81
3.3.2	测试项目与方法	82
3.3.3	街道空气质量及影响因素	84
3.4	机动车排放对广州市空气质量的影响	91
3.4.1	大气污染加密监测实验	91
3.4.2	加强观测期间天气形势	92
3.4.3	市区空气质量变化规律	95
3.4.4	市区大气光化学污染	99

3.4.5	广州郊区空气质量现状	104
3.5	广州地区大气污染规律研究	120
3.5.1	广州地区大气中 NO_x 和 O_3 空间分布特征	120
3.5.2	广州地区光化学烟雾污染规律讨论	123
3.6	结论	132
4	空气质量的数值模拟	134
4.1	二维 (2-D) 城市空气质量模式	134
4.1.1	模式基本情况	134
4.1.2	模式验证与空气质量现状模拟	140
4.1.3	污染源排放变化对臭氧浓度的影响	144
4.2	三维 (3-D) 区域空气质量模式	149
4.2.1	区域源排放估算	151
4.2.2	气象场数值模拟	164
4.2.3	空气质量数值模拟	170
4.3	街道峡谷扩散模式	183
4.3.1	城市街道机动车排气污染物扩散的基本过程	183
4.3.2	OSPM 机动车污染物扩散预测模式	185
4.3.3	参数估算与测量	190
4.3.4	模拟结果	191
4.3.5	广州市交通参数变化引起污染物浓度变化的情景模拟	192
4.4	城市大气扩散模式	194
4.4.1	基准年 1995 年的环境空气质量模拟	195
4.4.2	2001 年大气 NO_x 浓度测试	197
4.4.3	2010 年大气 NO_x 浓度预测	202
4.5	结论	206
5	大气污染控制的技术战略	210
5.1	大气污染控制的技术	210
5.1.1	工业排气污染控制技术	210
5.1.2	机动车排气污染控制技术	211
5.2	大气污染控制的管理手段	221
5.2.1	固定源的管理及市场措施	221
5.2.2	机动车排气污染管理及市场措施	224
5.2.3	交通管理	226
5.3	产业结构调整的效果	228
5.4	节能	229

5.4.1	能源利用现状	229
5.4.2	加强节能的行动	229
5.5	清洁生产和可持续发展	230
5.6	大气污染控制战略设计	231
5.6.1	转变经济发展模式, 建立阳光型经济	232
5.6.2	区域发展的空间模式——建设生态城市群落发展战略	232
5.6.3	渐进式的产业结构调整模式	233
5.6.4	新型的能源发展战略	234
5.6.5	交通系统与机动车的发展战略	235
5.6.6	污染控制技术的发展战略	236
5.6.7	环境管理的发展战略	236
5.7	珠江三角洲大气污染控制的政策体系	237
5.7.1	技术政策建议	239
5.7.2	经济政策建议	239
5.7.3	管理政策建议	239
5.8	小结	240
6	机动车污染的管理框架及其评估	241
6.1	市政府的作用	241
6.1.1	大气污染控制	241
6.1.2	机动车排气污染控制	243
6.2	管理工作的运行	244
6.2.1	固定源	244
6.2.2	流动源排气污染的控制	245
6.3	机动车污染控制的现状评估	250
6.3.1	机动车维护保养体系	250
6.3.2	机动车检查体系评估	252
6.4	机动车排放标准评估	253
6.4.1	现行机动车排放标准分析	253
6.4.2	怠速污染物排放标准的比较	254
6.4.3	工况法污染排放标准比较	255
6.4.4	存在的问题	255
6.5	机动车排放控制法规实施体系评估	256
6.6	小结	258
7	机动车污染战略及分析	259
7.1	机动车排放的控制目标	259

7.1.1	未来年的无控排放量预测	259
7.1.2	目标年背景排放预测	260
7.1.3	NO _x 排放控制目标与削减目标	261
7.1.4	不同类型机动车的 NO _x 排放对比	262
7.2	控制措施的费用效果分析	265
7.2.1	新车排放标准	267
7.2.2	燃油质量改善的分析	272
7.2.3	在用车 I/M 计划的分析	282
7.2.4	旧车淘汰的分析	286
7.2.5	在用车改造的分析	289
7.2.6	其他措施的分析	292
7.2.7	不同措施的比较	294
7.2.8	广州市机动车 NO _x 排放控制的情景分析	295
7.3	机动车污染控制的信息管理系统	296
7.3.1	系统特点	296
7.3.2	系统构成	296
7.3.3	系统介绍	297
7.4	未来控制措施的考虑	298
7.5	小结	299
结束语		301
参考文献		304

绪 论

城市发展过程伴随着十分严重的空气污染，导致了对自然和人类生态系统的损害，主要包括人体健康、农业和森林资源、材料和结构腐蚀等。这些空气污染造成的损失从经济的角度上看是十分现实的，并且将会限制未来经济的增长和国家福利的发展。

引起中国城市严重空气污染的原因是多种多样的，主要有以下几点。

首先是社会、经济发展对煤的高度依赖。自然资源的分布特点使得中国主要依靠煤（>75%）作为基本能源。在这些空气污染严重的城市中居民生活和经济发展都主要靠煤提供能源，包括工业生产、电力生产、冬季供暖和居民做饭等。煤的燃烧，以及其释放出的大量颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和其他燃烧产物是造成空气质量恶劣的主要原因。

经济高速增长也是造成巨大环境压力的一个原因。全世界一直惊叹过去 20 年间中国的城市经济取得的巨大发展，一些耐用消费品如汽车、冰箱和电视机等消费品的需求量迅速增加，从而使城市居民的生活质量得到很大改善。然而，由于支持这样的生活质量所需的新增能源消费，包括更多的电力和更多的汽车燃料，过去持续高速的经济增长也导致城市空气污染的明显加剧。

例如，快速的经济增长促进了开始于 20 世纪 80 年代末期的中国汽车和摩托车工业的飞速发展。1991~1995 年间，汽车生产量从 71 万辆增加到 150 万辆。摩托车工业的增长更是特别的迅速。尽管摩托车被认为比汽车对空气质量的危害性更大，但从 1993 年起，中国已成为世界摩托车生产量最大的国家。伴随着如此迅速的机动车数量增长，中国相应地出现了氮氧化物、挥发性有机物排放的增加和臭氧污染的恶化。

低效率的资源管理是加剧环境污染的另一个重要因素。政府已经意识到集中的计划管理方式造成了对重工业的过度重视，而对燃料和资源的充分利用管理的不够。这些都造成了城市污染加重。因此，我国已采取一系列的经济改革措施来解决这些问题，不过这些改革还在进行当中，至今尚未全部完成。

很显然，以上这些原因是彼此相互联系的，而且每一种几乎对每一个城市都

有贡献。这些因素在每个城市中的相对重要性随不同的城市而各异，城市的一些具体特征对局部地区环境状况有很大影响。因此，大气污染控制战略必须依每个地区不同的特点和要求来具体制定。

在上述背景下，机动车问题在许多城市已经成为一个环境保护与社会经济发展尖锐矛盾冲突的焦点。一方面，中国的机动车生产技术相对处于初级阶段，但是汽车行业的技术基础和巨大的汽车市场使我国基本处于汽车工业起飞的前期，汽车产业本身对现代化和城市化具有无可替代的“发动机”作用，中国政府也适时将汽车行业确定为我国国民经济的支柱产业之一。另一方面，经济快速发展的同时家庭收入的增加也十分快速，轿车几乎成为小康家庭的一个标志，机动车产业的腾飞具备了现实的条件。因此，机动车保有量在城市的快速增长将是一个必然的趋势。

然而，不得不同样深刻地认识到，在我国下大力气控制工业污染源和生活面源的同时，机动车已经成为城市和区域空气污染中增长最为快速的污染源。机动车辆排放出一氧化碳（CO）、氮氧化物（NO_x）、挥发（VOC）性有机化合物、细微粒子和铅（Pb），目前机动车辆排放已开始引起中国城市严重的空气污染。目前虽然我国尚没有全国机动车污染排放的基础数据，但在一些城市的研究结果显示机动车已经是贡献最大的污染源之一。更重要的是，如果没有科学高效的机动车污染排放控制体系，机动车的污染排放还将持续快速地增加，这将会成为城市机动车发展战略必须面对的严峻挑战。

在我国机动车发展的初期，我国机动车辆耗油量高，排放出的污染物量也大；另外，车辆的车龄显著大于其他发展中国家，许多车辆的车龄已超过 20 年。此外，机动车广泛使用含铅燃料，而且燃料本身的质量就很低劣。油品质量的低水平使我国机动车无法使用先进的催化转化器，而中国至今还没有发展自己的催化转化器工业。因此，缺乏科学的知识、有效的规章制度和能够解决实际问题的技术，使得我国还不能有效地处理机动车辆的污染排放。

除了高速增长机动车辆和应用不相称的技术外，我国城市的空气污染问题还因为自然因素而使其恶化。以广州市为例，广州 1995 年平均每人公路面积仅仅为 3.9m²，显著低于国家平均值 6m²。公路狭窄和工况低劣，平均车速为 16.6km/h，该车速导致更加高的排放量。此外，公路邻接高大的建筑物，从而限制了污染物的扩散。

因此，在广州市，机动车辆排放是城市空气质量恶化的根本原因，大气中 NO_x 浓度自 1985 年以来超过 SO₂ 的浓度，曾一度达到 152μg/m³ 的全国最高水平，这在以燃煤为主的中国是极为罕见的，也具有很强的警示意义。

NO_x 通过高温燃烧排放出来，是由氮与氧在燃料燃烧过程中合成的结果。机动车辆启动和运转、工业操作、发电厂、天然气燃烧等，是氮氧化物产生的

排放源。 NO_x 排放至少以 3 种方式促使空气质量恶化。

① NO_x 本身是一个污染物，国家制定了相应的环境空气质量标准来限制 NO_x 的浓度水平。我国在相当长的时期，空气污染的焦点问题是煤炭燃烧产生的 SO_2 和粉尘，而 NO_x 被视为次要的问题。然而不能忽视的是，由于 NO_x 主要来源于燃烧过程，因此一旦 NO_x 污染变得严重， NO_x 污染控制在技术上更加困难，在经济上也是十分昂贵的。

② NO_x 也有助于大气酸化，是酸雨的重要化学前体物质，进而引起地方性和区域性生态系统的损害，导致地方和区域不可忽视的环境问题。

(3) 除了对人类健康有直接影响外， NO_x 和挥发性有机物共同产生有害的光化学氧化剂；最具代表性的光化学氧化剂是臭氧 (O_3)。光化学氧化剂对人体的黏膜系统有严重损害，并对植物引起广泛危害，也造成一些材料（如橡胶等）的腐蚀。

因此，机动车不仅将大量的污染物质排放进入大气，导致日益恶化的大气污染，而且这一趋势随着我国机动车的未来发展还将呈不断加剧的趋势。更加值得注意的是机动车排放引起的大气污染在特征上与燃煤造成的大气环境问题有本质的差异；在一些城市和区域，这些问题是同时存在而且相互作用的，形成国际上均较罕见的复合型大气污染。这使得机动车污染的控制在我国具有了特殊重要的意义。

我国的机动车制造业已经成为重点的产业部门（特别是广州地区）。为了缓解环境与发展的矛盾冲突，向地方决策者提供必要的包括信息和管理技能的技术支撑，是环境科学工作者的一个重要任务。

实际上，中国 20 世纪 70 年代开始的经济和政治变革也给环境保护带来了有益的变化。虽然在开始的 10 年内只有个别的污染问题得到了重视，70 年代后期建立的国家计划则更加注意城市的空气污染。在 20 世纪 80 年代，与城市污染有关的全国性制度建立起来，这些制度包括：(a) 环境保护目标责任制，该制度规定了地方行政负责人不仅要实现经济、社会等传统目标负责，还要对环境质量负责；(b) 污染集中控制制度，该制度要求全部污染问题都应给予重视，包括居民、公用设施和工业污染源；(c) 排污许可证制度试点，目前已在 17 个城市对污染源采取了许可证制度并限制排放。

20 世纪 90 年代，政府意识到了环境保护工作需要做进一步的努力，在基本环境政策方面进行了三个转变：第一个转变是由污染的末端控制转变到污染预防，通过清洁生产在工艺过程中减少污染；第二个转变是认识到总污染负荷的问题，提出了在现行浓度的基础上增加总量的限制；第三个转变是在实施单个污染源控制的基础上鼓励集中控制计划，这些集中控制计划将一些需要特别注意的源纳入控制范围，如无组织的城市面源。

由于全国的社会、经济发展不均衡,因此大气环境管理所面临的问题也不相同。在我国许多地区在着力控制燃煤引起的 SO_2 、烟尘等污染问题时,珠江三角洲作为我国城市化发育最早的城市群地区(见图 0-1),已经出现了由机动车污染排放引起的光化学烟雾和细粒子污染问题,而且这些新型的污染问题已呈现区域化的势头。

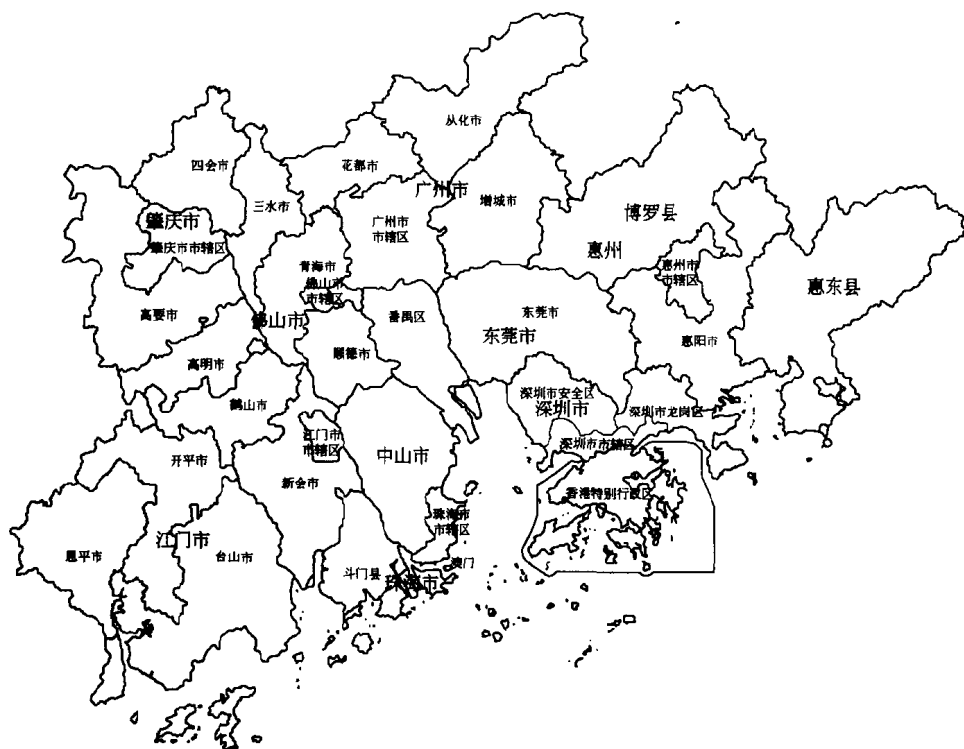


图 0-1 珠江三角洲城市发展示意地图

针对这些问题,当地政府也采取了一些积极措施来予以控制和预防,主要包括以下内容。

(1) 广州交通规划

1995 年广州交通规划局制定了一个广州市交通管理规划。中国香港公司 MVA 援助广州准备详尽地执行中国主要地段(内环路)交通改善的规划。该规划 1996 年完成,包括公路网络结构、交通发展、管理和控制战略,但没有考虑机动车辆排放对环境的影响。

(2) LPG 机动车的发展

广州市开始注意对使用汽油替代品的机动车实施污染免税,已经开始发展 LPG 机动车,并建立了生产公司。目前只与政府运输部门有关的计划是首先在少数公共汽车使用汽油和 LPG;已经生产出 2 辆公共汽车,最终将增长到 10 辆

或更多，因此这种机动车将投入运行。

(3) 电动汽车的发展

电动汽车是“九五”科技攻关项目中优先考虑的项目。由 SSTC 提供资金的一个项目，将生产 15 辆用电池作为动力的公共汽车，并将在海宁桥和广州火车站之间投入运行。在初始阶段，将使用铅-酸电池，接着发展 H_2 -Ni 电池。

但是，以广州市为例，为全面掌握机动车污染的发展规律，深入认识机动车污染排放的环境影响，以制定科学有效的机动车污染控制战略体系，在科学研究上尚有许多亟待解决的问题。

① 缺乏广州机动车辆排放源清单 机动车辆排放源清单是支持详尽分析政策开发必需资料。缺乏与机动车辆排放相关的每个污染物对总排放贡献的资料，例如铅、一氧化碳、氮氧化物、挥发性有机物和烟尘，因此难以识别主要因素和难以提出广州交通污染控制的正确战略。

② 缺乏机动车辆排放对城市总排放的资料 估计机动车辆排放是导致广州 NO_x 奇高的主要原因。缺乏由机动车辆排放和其他源排放出 NO_x 的总百分数的详尽数据，因此使得广州决策者不能集中于个别 NO_x 污染控制的途径。

③ 缺乏评价交通排放的分析工具 与流动源和机动车辆交通排放有关的污染是一个新颖的课题。与机动车辆有关的污染水平和对空气质量、人类健康及生态系统的影响，在广州或中国其他城市还没有进行过研究。市政专家没有准确地评价交通排放对健康影响的必需的分析工具，以及没有识别不同政策手段对空气质量改变的趋势和确定这些政策手段对空气质量影响所需要的分析工具。

(4) 缺乏将交通污染控制纳入政策和确定投资的综合机制

人们难以致力于作为 NO_x 和机动车辆排放这样复杂和困难的环境问题，至今还没有可利用的综合战略以指引交通污染控制的政策和决定进行交通污染投资。作为一个结果，最近在广州运输规划中并没有阐述环境因子，仅为了对交通污染控制确定综合的和费用有效的估量而进行了少量工作。

(5) 缺乏 NO_x 控制的适当管理体制和环境强制手段

在中国，关于控制排放的管理和排放标准的法规基本具备，然而这些标准不适用于特定的地方条件，常常显得难于实施。独立检查表明，在刚完成的一年一度检验机械和环境两方面的大部分车辆的排放仍然超过国家车辆排放标准。

因此，从以上问题出发，本书的结构依照图 0-2 所示的思路，以广州市为例，比较系统地解剖现代城市发展所面临的问题，机动车污染问题带来的大气环境本质特征的变化，主要的控制措施，以及控制措施的费用和效果。本书试图在一个城市研究的基础上，尝试探索机动车污染对大气环境影响（包括现状和未来发展趋势）进行评估的方法学，期望在广州市进行的研究对我国类似的城市和地区的机动车发展战略有一定的借鉴意义。

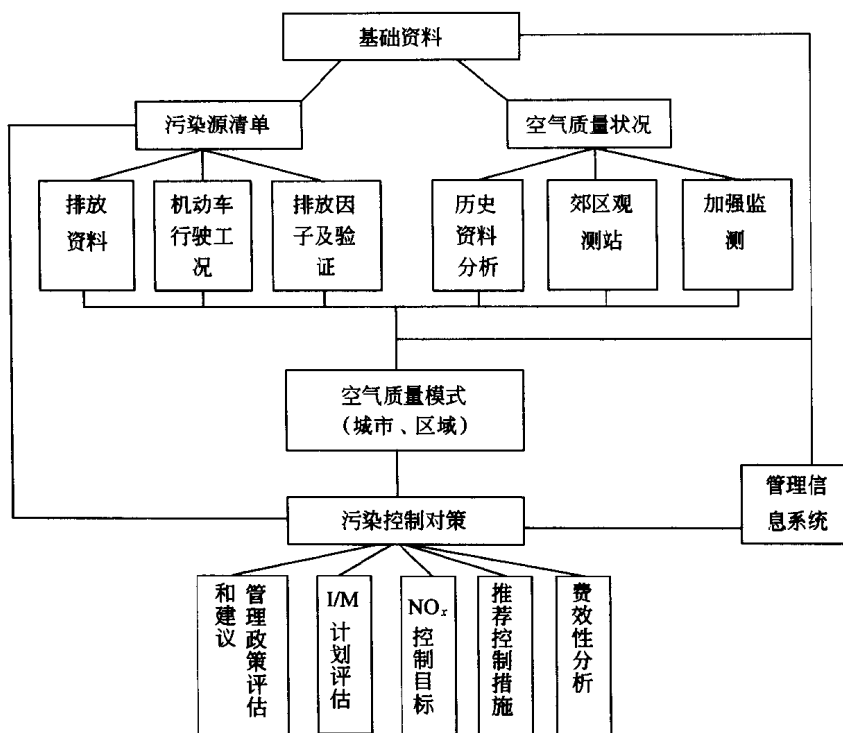


图 0-2 机动车污染评估的基本结构