

中国城市空气污染控制

联合国开发计划署 中国国际经济技术交流中心



中国科学技术出版社

ISBN 7-5046-2993-6



9 787504 629937 >

ISBN 7-5046-2993-6/X · 64

定价: 68.00 元



X512.82

2

中国城市空气污染控制

联合国开发计划署 中国国际经济技术交流中心

中国科学技术出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

中国城市空气污染控制/联合国开发计划署,中国国际经济技术交流中心. —北京:中国科学技术出版社, 2001.1
ISBN 7-5046-2993-6

I. 中... II. ①联... ②中... III. 城市—空气污染控制—中国 IV. X510.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 87023 号

中国科学技术出版社出版
北京中关村南大街 16 号 邮政编码:100081
电话:62179148 62173865
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京地质印刷厂印刷

开本:889毫米×1194毫米 1/16 印张:25.5 字数:800千字
2001年1月第1版 2001年1月第1次印刷
印数:1—600册 定价:68.00元

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

内 容 提 要



城市空气污染问题是我国长期没有彻底解决的环境问题。在全国统计的 338 个城市中,有三分之二城市的空气质量达不到国家二级标准,其中超过三级标准的城市多达 137 个,占统计城市的 40.5%。本书讨论了城市空气污染的成因,并介绍了从空气污染控制能力建设角度进行试点的结果。全书分 6 篇,其中第一篇是有关全国空气污染普遍性问题的分析讨论,第 2 至第 6 篇则是 5 个试点城市空气污染的调研和典型经验介绍。本书也是一个面向 21 世纪的展望性报告,针对中国城市空气污染控制存在的挑战与问题,介绍了控制污染的一些手段,并提出了战略性的建议。本书适合各级环保、城市规划、交通等决策与管理人员阅读,也可供教学、科研人员参考用。

作 者 声 明

本书内容欢迎引用,但请注明出处。

本书所刊登的结果、结论与观点只代表项目负责单位或作者的观点,而不一定代表联合国开发计划署或中国国际经济技术交流中心的观点。书中的数据和结果只反映中国大陆部分的情况,没有包括香港、澳门和台湾。

编者的话

为了帮助中国政府进行环境管理能力建设、加强政府部门在环境保护中的作用,联合国开发计划署(UNDP)在中国开展了题为《中国城市空气污染控制》的方案。

中国城市空气污染控制方案下设5个试点城市项目和1个方案支持项目,1997~1999年由联合国开发计划署资助,并由中国国际经济技术交流中心负责实施。本方案的发展目标是提高政府对城市空气污染控制的管理能力,促进中国空气污染的协调治理,减缓城市空气污染带来的不良社会、经济及环境后果。

本方案中的5个试点城市项目是针对空气污染治理的不同方面,但它们又是相互补充的。方案组成部分包括污染物监测、污染源调查、建立污染信息系统和管理模式计算,并提出改善空气质量的措施和对策。5个城市项目分别控制燃煤引起的二氧化硫、机动车排放的氮氧化物、自然和人为排放的颗粒物、通过清洁生产减少工业排放的污染物以及通过交通管理减少机动车污染。

#304项目“贵阳酸雨及二氧化硫的污染控制”促进贵阳市实施有效地控制二氧化硫排放的对策,以减少酸雨危害。

#305项目“广州氮氧化物的污染控制”建立排放源清单,增强对氮氧化物污染源的了解,确定机动车对氮氧化物污染的贡献,以及制定相应的治理对策。

#306项目“西安环境颗粒物的污染控制”深入研究和分析当地颗粒物的各种来源,包括煤与非煤燃烧和非燃烧源,并提出经济合理的治理颗粒物的对策。

#307项目“本溪通过清洁生产控制空气污染”通过清洁生产审计,选出适合当地情况的清洁生产技术,评估工业结构调整方案,加强地方政府治理污染的决策能力和管理能力。

#309项目“北京改善交通管理控制空气污染”通过道路设施和交通管理信号系统的改进,缓解交通堵塞,从而减少机动车对空气的污染。

#308项目“中国城市空气污染控制方案的支持项目”的设置,是为了协调5个试点城市的活动,进行培训,促进相互交流,产生规模效应;本项目综合各城市项目得到的结果,向其他城市推广;并根据各试点城市的结果提出中国城市空气污染控制的对策建议。

整个方案的活动内容有空气污染现状调研、国内培训、国外考察和培训、召开国内与国际研讨会等。

本书是联合国开发计划署资助的中国城市空气污染控制方案的最终成果。全书共分6部分,其中第一部分是有关全国空气污染普遍性问题的分析讨论,是此方案的综合报告。第2至第6部分则是5个试点城市项目的分报告和典型经验介绍。

前后参加过这个方案工作的以及对方案和项目提过建议的人员总数,共计大约有200人。其中有5个城市一级的以及中央和省级政府机构的官员、学校、科研院所和企业的专家、技术人员共同合作,历时3年半。同时还有国外的专家、顾问短期来华讲课,进行指导,以及在国外接待试点城市派出的人员,进行培训。

感谢所有参加本方案工作的单位和各级人员。同时感谢参加本书撰写、编辑和翻译的人员。

照片由张小曳、张建宇、谢绍东、佟军、唐桂梅、孟凡、程群、俞开衡、张远航和胡建信提供;两控区及酸雨分布图由张建宇和孟凡提供,在此并表谢意。

唐孝炎 Roger Raufer 庄亚辉 王伟黎 李少义

2000年5月

参加工作人员名单

1. 方案

方案资助部门(UNDP): Kerstin Leitner, Yannick Glemarec, Dennis Fenton, 马健, 苗红军, 邓永峥, 沈春, (中国代表处); 李少义, Michael Willingham (UNDP 总部)

方案实施机构(CICETE): 王伟黎

方案办公室: 李珂

方案协调委员会: 梁丹(中国国际经济技术交流中心), 樊元生(国家环境保护总局), 赵鹏高(国家经济贸易委员会), 杨英明(财政部), 周喜安(国家发展计划委员会), 陶华(建设部), 李宝山(科技部), 赵家荣(国家经济贸易委员会), 何长江(前冶金部环保办公室), 李秀(前城建部城建司), 史玉波(前电力部)

方案国际专家: Roger Raufer (Pennsylvania University), Pascal van Knippenberg (Philips), David Calkins (ENVIRONS Consulting Co.), Paula Coussy (Francais Petrole Institut), Hilary Sunman (UK 环境顾问)

方案国内长期专家: 庄亚辉(中国科学院), 唐孝炎(北京大学)

方案国内短期培训专家: 周宏春(国务院发展中心), 段宁(中国环境科学院), 张士秋(北京大学)

方案咨询人士: 鲍强, 李秀, 李雷, 刘孜, 王汉臣, 杨明珍, 杨铁生, 张庆杰, 陈罕立, 侯保勤, 舒惠芳, 胡启铤, 宋殿棠, 李玉达, 冉新权, 吴政奇, 贾胜文, 姜学锋, 孙义荣, 张喆, 周献慧, 朱琳玲, 祝顺泉, 庄德安, 田广生, 汤大钢, 胡鞍钢, 王毅, 沈迪新(以上为中国环境科学学会)

方案分包报告的撰写人:

* 现状分析分报告: 庄亚辉、刘双进, 张康生, 范秀英, 张薇, 范貌宏, 韩圣慧(中国科学院环境评价部)

* 网页: 王启明, 陈晓林, 李玫, 程光(21 世纪议程管理中心)

方案报告撰写人: Roger Raufer, 庄亚辉, 范秀英, 张薇

总报告主编: 唐孝炎, Roger Raufer, 庄亚辉, 王伟黎

2. 贵阳项目

贵阳项目总报告编写人员: 孟凡, 叶松铿, 程群, 景峰

贵阳项目参加工作人员: 刘鸿亮, 孟凡, 汤大钢, 徐峻, 何毅, 王玮, 刘红杰, 岳欣(中国环境科学院), 叶松铿, 程群, 景峰, 程宁生, 叶晓云, 吴德刚(贵阳市环保局)

贵阳项目国际专家: Sjaak Slanina (the Netherlands Energy Research Foundation), Greg Yarwood (ENVIRONS Consulting Co), Julius Chang (State University of New York at Albany)

贵阳项目分报告国内专家: 陈复, 张世秋, 胡建信

3. 广州项目

广州项目参加人员名单: 张远航, 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(以上为北京大学环境科学中心); 俞开衡, 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(以上为广州市环境保护科学研究所)

广州项目领导小组: 列增彪(组长), 黄志刚, 胡善钰(副组长), 吴政奇, 刘振勇, 吴志汉, 罗宇宽, 肖汉池, 卢增荣, 何榕友, 吴乾钊, 罗妙榕

广州项目顾问组: 刘锦湘, 戴治国, 王荫昆, 赵正强, 江佳培, 郭锡岭, 温健辉, 李文渊, 戴逢, 杨晖

广州项目国际专家: Sjaak Slanina (the Netherlands Energy Research Foundation), David Calkins

(ENVIRONS Consulting Co), Greg Yarwood (ENVIRONS Consulting Co), Julius Chang (State University of New York at Albany), Chuck Freed (Retired official of US EPA)

广州项目国内专家:李金龙,邵可声,秦瑜,汤大钢,马倩如,邹骥,甘海章,吴政奇

广州项目分包报告专家:汤大钢,王伟(以上为中国环境科学研究院),胡敏,胡建信(以上为北京大学大气环境模拟实验室)

4. 西安项目

西安项目总报告参加人员:安芷生,张小曳,曹骥军(以上为中国科学院西安分院地理环境所黄土室);苏广路(陕西环境科学研究设计院);张承中(西安建筑科技大学)

西安项目指导小组:潘连生(陕西省副省长),崔林涛(西安市委书记),孙海鹰(陕西省科委主任),安芷生(陕西省科学院院长),郑德义(陕西省环保局局长),冉新权(陕西省环保局副局长),彭志玺(西安市环保局局长)

西安项目国际专家:Barry Huebert (School of Ocean and Earth Science and Technology, University of Hawaii), Richard Arimoto (Carlsbad Environmental Monitoring and Research Center, New Mexico University), Judith C. Chow (University and Community College System of Nevada), John G. Watson (University and Community College System of Nevada)

西安项目分报告国内专家:李联盟(西安环保局),马龙宝(西安环科所),王新荣,韩延庆,刘鹤(以上陕西环境科学设计院);阳红(西安公路交通大学),张思棉(西安环境卫生所),杨建军,孙宁生,郝彦伟,严秉勤(以上陕西环保局);尚综燕,崔铁成(西安植物园);朱光华(北京师范大学);车凤翔(军事科学院);刘安林(陕西气象局)

5. 本溪项目

本溪项目项目主任:宋克成;项目主任顾问:唐桂梅;项目副主任:佟军,张金生;项目官员:崔莹;项目参加者:高树生,栗强,杨光,张弓,于洪冰,陈晓亮,赵爽,宋岩,王丽静

本溪项目国际专家:Philippe Bergeron (Regional Institute of Environmental Technology, Singapore); Lucien Sowa (Industrial Hygiene and Ventilation Department, LECES/Environment, France); Hebab A. Quazi (MARTECH International, Inc., USA)

本溪项目国内专家:段宁,叶文虎,魏宗华,陈兴建,李玉实,齐克敏,余仁焕,于溪凤,钟良才,胡彼敏,杜钢,吴迪,方觉,童步章,金凤鸾,郭瓦力

本溪项目分包合同:

* 清洁生产审计负责人:段宁;参加人员:刘忠,李炯源,于秀玲,薛萍,梁斌,陈文明,尹荣楼,孙宁,元炯亮,毛岩

* 决策信息系统负责人:李金龙;参加人员:王雪松,戴华,张树宇,陈少杰,刘俊峰,陈旦华

* 产业结构调整负责人:栾胜基;参加人:茹江,洪阳,张世秋

* 清洁生产规章与政策负责人:董厚德;参加人:邵成,李琦,田增

* 本溪市政府环境管理体系负责人:段宁;参加人员:乔琦,刘忠,林军,万年青,薛萍

* 清洁生产中高费项目包装及网页制作负责人:施涵

* 本溪总报告:马中,张建宇,吴健,宋国君

6. 北京项目

北京项目总报告参加人员:段里仁,贾胜文,李少明,陈冰,姜学锋,刘勤

北京项目分报告国际专家:Olivier Teutsch, Shady Shazbak, Franck Fournier, Alaine Bricoune, Jean-Guy Faugère, Benoit Abgrall, Sylvie Dubourdieu-Lange, Claire Bernard, Stephane Glockner (GERTRUDE)

北京项目分课题负责人:谢绍东;课题参加人员:谢绍东,邵敏,曾立民,龚慧民,李振鹏,许云平,左鹏,万小春,苏芳,张化天,陈冰

目 录

编者的话	(I)
参加工作人员名单	(II)
第一篇 中国城市空气污染控制(综合报告)	
第 1 章 城市空气污染状况.....	(1)
第 2 章 城市空气质量未达标的原因(现状分析报告)	(22)
第 3 章 试点城市空气污染控制对策和存在问题(试点城市经验汇总)	(34)
第 4 章 有关城市空气污染控制能力建设的述评(国际顾问的咨询报告)	(41)
第 5 章 结论和建议(政策建议书)	(50)
附录 控制城市空气污染的排放标准	(56)
第二篇 贵阳市酸雨和二氧化硫污染控制	
第 6 章 贵阳市概况	(58)
第 7 章 贵阳能源消费与二氧化硫排放	(61)
第 8 章 贵阳市空气污染和酸雨现状	(65)
第 9 章 贵阳市大气环境管理信息系统	(79)
第 10 章 区域硫沉降模型及其应用.....	(87)
第 11 章 贵阳市二氧化硫排放控制政策分析.....	(95)
第 12 章 二氧化硫控制技术措施评估	(105)
第 13 章 贵阳市二氧化硫和酸雨的控制战略	(118)
第 14 章 贵阳市二氧化硫和酸雨控制的能力建设	(123)
第 15 章 增强有关酸雨影响的公众意识	(126)
第三篇 广州市氮氧化物污染控制	
第 16 章 广州市概况	(128)
第 17 章 广州市区空气质量状况综述	(134)
第 18 章 机动车排气对空气质量的影响	(143)
第 19 章 广州地区光化学污染模拟	(156)
第 20 章 广州市大气污染物排放源清单	(167)
第 21 章 广州市的控制技术及污染防治	(183)
第 22 章 广州市污染控制的管理框架	(190)
第 23 章 机动车排污控制的现状评估	(198)
第 24 章 广州市氮氧化物污染削减战略	(204)
第 25 章 广州市污染控制的宣传与教育	(216)
第四篇 西安市的颗粒物污染控制	
第 26 章 西安市环境概况	(222)
第 27 章 西安市颗粒物污染源调查	(226)
第 28 章 西安市大气颗粒物的采样分析	(235)

第 29 章	西安颗粒物受体模式的解析结果	(248)
第 30 章	颗粒物控制措施的费用有效性分析	(266)
第 31 章	颗粒物控制技术及管理措施	(274)
第 32 章	西安市污染控制的组织系统	(281)
第 33 章	西安市污染控制对策的评价	(282)
第 34 章	实施颗粒物污染控制战略的保证体系	(290)
第 35 章	西安市控制颗粒物污染的宣传与教育	(292)
 第五篇 本溪的清洁生产与空气污染控制		
第 36 章	本溪市及清洁生产项目的基本情况	(294)
第 37 章	本溪市大气污染源	(299)
第 38 章	本溪市大气环境质量状况	(307)
第 39 章	本溪市清洁生产和大气污染信息管理系统	(313)
第 40 章	本溪市大气污染预测模型	(314)
第 41 章	清洁生产对本溪市大气污染控制的作用	(318)
第 42 章	城市环境管理的能力建设	(327)
第 43 章	本溪市的大气污染控制政策	(336)
第 44 章	本溪市大气污染控制战略	(346)
第 45 章	清洁生产在本溪的推广和宣传	(360)
 第六篇 北京的交通管理与空气污染控制		
第 46 章	北京市交通路口机动车排放污染现场监测及其浓度分布特征(阶段报告)	(366)
参考文献		(391)

第一篇

中国城市空气污染控制

(综合报告)

第 1 章 城市空气污染状况

在国际文献中,空气污染(air pollution)的概念有别于大气污染(atmospheric pollution)。空气污染指地表边界层内的污染,如 TSP、SO₂ 和 NO_x 的污染,而大气污染则指整个大气层圈(平流层和对流层内)的污染,如温室气体污染、臭氧层损耗等。在中国环保局系统的文件中常把这两类污染统称大气污染,不加区别。但本书同时用中文和英文出版,为了便于对外交流,还是沿用国际通用的空气污染的概念,不涉及二氧化碳等温室气体的大气污染问题。

1.1 城市空气质量

中国一些主要城市的空气质量很差,其常规空气污染物的浓度是世界最高的(鲍强,1996)。根据 1999 年世界资源研究所的报告,世界上 10 个污染最严重的城市中有 9 个在中国(Davis 等, 1999)。另外,世界卫生组织(WHO)与联合国环境规划署(UNEP)下属的全球环境监测系统(Global Environmental Monitoring System, 简称 GEMS)把沈阳、西安和北京列入世界上总悬浮颗粒物(TSP)浓度最高的 10 个城市。

从表 1-1 和图 1-1~1-6 可看出一些大城市 TSP、SO₂ 和 NO_x 的年均污染物水平超过国家“大气质量标准”的二级标准(即城市空气质量标准,保障人群长期暴露在空气中不受危害)。1998 年有监测数据的城市总悬浮颗粒物年均浓度的平均值为 289 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1996 年年均浓度的平均值为 309 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1995 年为 317.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 年年超过国家城市的空气质量标准。如把北方与南方城市分开来比较,北方城市超标更多。1998 年全国排放的二氧化硫总量达 2090 万 t, 超过美国,成为世界上最大的二氧化硫排放国。全国有 62.3% 的城市,二氧化硫年均浓度超过空气质量二级标准。

对于几个大城市,如北京、上海和广州,由于机动车排放污染物增加,NO_x 也变为重要污染物了。广州 1997 年城区氮氧化物年均水平约为 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。北京三环路以内非采暖期,汽车排放的空气污染物占一半以上。广州和北京等城市已出现过光化学烟雾,并继续面临这种威胁(详见本书第三部分广州的报告)。1998 年 9 月 25、29 和 30 日,北京连续出现空气污染事件(北京环保局, 1998b)。

酸沉降呈蔓延趋势,主要发生在我国长江以南、青藏高原以东地区和四川盆地。华中地区的污染最为严重,长沙、怀化、南昌、赣州地区雨的酸性最强,酸沉降的发生频率也最高,达到 90% 以上。酸雨年平均 pH 低于 4.0。川黔的南充、宜宾、重庆和遵义酸雨区,其中心地区 pH 年平均值低于 5.0,酸雨出现频率大于 80%。酸雨也在华南与沿海地区发现,韶关、广州、柳州、桂林 pH 年均值在 4.5 和 5.0 之间。酸雨出现频率为 60% 至 90% 之间。华东沿海的酸雨区分布在长江下游南至厦门,覆盖江苏南部、安徽

南部、浙江大部 and 福建沿海。北方城市中 pH 年均值低于 5.6 的计有青岛、图们、太原和石家庄。1996 年在 84 个监测酸雨的城市内,有 43 个降雨的 pH 值小于 5.6。长沙雨水的 pH 值最低达 3.54,而宜宾、赣州与厦门降雨的年均 pH 值低于 4.5。1998 年全国有降水监测的 103 个城市中,有 42 个城市降水年均 pH 值小于 5.6。到 1999 年为止,出现酸雨的面积占全国面积的 30%,污染程度居高不下(国家环保总局,2000)。

表 1-1 中国 5 个主要城市的空气质量

城市	年份	数据来源	日均水平的年平均值(mg/m ³)		
			TSP	SO ₂	NO _x
沈阳	1990	国家环境保护局,1991	0.438	0.111	0.078
		马晓春等,1997	0.500	0.154	0.148
		GEMS ^②	0.411	0.171	—
	1991	国家环境保护局,1992	0.358	0.137	0.091
		马晓春等,1997	0.440	0.129	0.138
		GEMS	0.385	0.151	—
	1992	国家环境保护局,1993	0.398	0.131	0.075
		马晓春等,1997	0.437	0.091	0.088
	1993	国家环境保护局,1994	0.425	0.117	0.080
		马晓春等,1997	0.393	0.120	0.089
	1994	国家环境保护局,1995	0.497	0.120	0.084
		马晓春等,1997	0.380	0.071	0.079
	1995	国家环境保护局,1996	0.374	0.105	0.074
		马晓春等,1997	0.364	0.073	0.072
	1996	国家环境保护局,1997	0.422	0.108	0.075
		马晓春等,1997	—	—	—
西安	1990	国家环境保护局,1991	0.381	0.051 ^①	0.051
		GEMS ^②	0.458	0.065	—
	1991	国家环境保护局,1992	0.523	0.068	0.051
		GEMS	0.506	0.049 ^①	—
	1992	国家环境保护局,1993	0.504	0.058 ^①	0.051
	1993	国家环境保护局,1994	0.378	0.052 ^①	0.049 ^①
	1994	国家环境保护局,1995	0.369	0.047 ^①	0.040 ^①
	1995	国家环境保护局,1996	0.370	0.060	0.056
	1996	国家环境保护局,1997	0.316	0.066	0.053
	1997	国家环境保护总局,1998	0.385	0.091	0.054
北京	1990	国家环境保护局,1991	—	0.099	0.083
		GEMS ^②	0.406	0.099	—
	1991	国家环境保护局,1992	0.307	0.122	0.097
		GEMS	0.385	0.112	—
	1992	国家环境保护局,1993	0.340	0.117	0.102
	1993	国家环境保护局,1994	0.343	0.140	0.097
	1994	国家环境保护局,1995	0.397	0.110	0.120
	1995	国家环境保护局,1996	0.370	0.094	0.123
	1996	国家环境保护局,1997	0.365	0.099	0.117
	1997	国家环境保护总局,1998	0.377	0.124	0.133
	1998	国家环境保护总局,1999	0.379	0.119	0.151
	1999	国家环境保护总局,2000	0.364	0.080	0.140

续表

上海	1990	国家环境保护局,1991	0.354	0.083	0.059
		GEMS	0.253	0.076	—
	1991	国家环境保护局,1992	0.327	0.099	0.063
		GEMS	0.226	0.086	—
	1992	国家环境保护局,1993	0.337	0.098	0.070
	1993	国家环境保护局,1994	0.280	0.091	0.075
	1994	国家环境保护局,1995	0.256	0.073	0.061
	1995	国家环境保护局,1996	0.246	0.053 ^①	0.075
	1996	国家环境保护局,1997	0.242	0.054 ^①	0.087
	1997	国家环境保护总局,1998	0.229	0.068	0.105
广州	1990	国家环境保护局,1991	—	0.100	0.133
		GEMS ^②	0.196 ^①	0.063	—
	1991	国家环境保护局,1992	0.260	0.070	0.103
		GEMS	0.182 ^①	0.049 ^①	—
	1992	国家环境保护局,1993	0.297	0.060	0.107
	1993	国家环境保护局,1994	0.264	0.048 ^①	0.109
	1994	国家环境保护局,1995	0.300	0.065	0.107
	1995	国家环境保护局,1996	0.295	0.057 ^①	0.129
	1996	国家环境保护局,1997	0.265	0.065	0.152
	1997	国家环境保护总局,1998	0.217	0.070	0.140
2级大	1996年起	国家环境保护总局,1999	0.215	0.052	0.100
		国家环境保护总局,1999	0.205	0.061	0.124
气质量	开始颁布	国标 GB3095-1996	0.200	0.060	0.050
标准	执行				

注:① 年均值未超过中国城市大气质量标准(2级标准);

② GEMS指全球环境监测系统。

酸雨污染造成粮食、蔬菜和水果减产;森林受到危害,甚至成片死亡。重庆林区85%的马尾松受到伤害,死亡率达35%。两广渔业损失每年达9亿元;广西受害地区农作物减产5%~10%。川黔两省酸雨造成的钢铁、镀锌和涂漆材料腐蚀损失每年达3.7亿元。全国因酸雨造成的总损失估计每年达130亿元。

空气污染引起人体呼吸道疾病,造成人群死亡率增加。重庆重污染区肺癌死亡率逐年升高,达10万分之50,比对照区高4.7倍。长沙有的街区肺癌死亡率高达10万分之94(中国环境科学学会妇女与环境网络,2000)。

1.2 中国主要的空气污染源

1.2.1 煤的燃烧

中国是世界上最大的煤炭生产国和消费国。1996年中国总共生产13.97亿t的原煤。煤占中国一次能源消费的75.0%(表1-2)。大约78%的电力、60%的民用商品能源以及70%的化工原料均靠煤。对煤的依赖程度在今后的几十年内不会有大的变动。煤的直接燃烧是中国最重要的人为空气污染源。

1.2.2 机动车污染

中国政府已将汽车工业列为支柱工业之一。现有的汽车运输货物与乘客的运输量分别占总运输量的15%和45%。特别在短途运输中起重要作用。1998年中国汽车总产量为160万辆。政府计划到

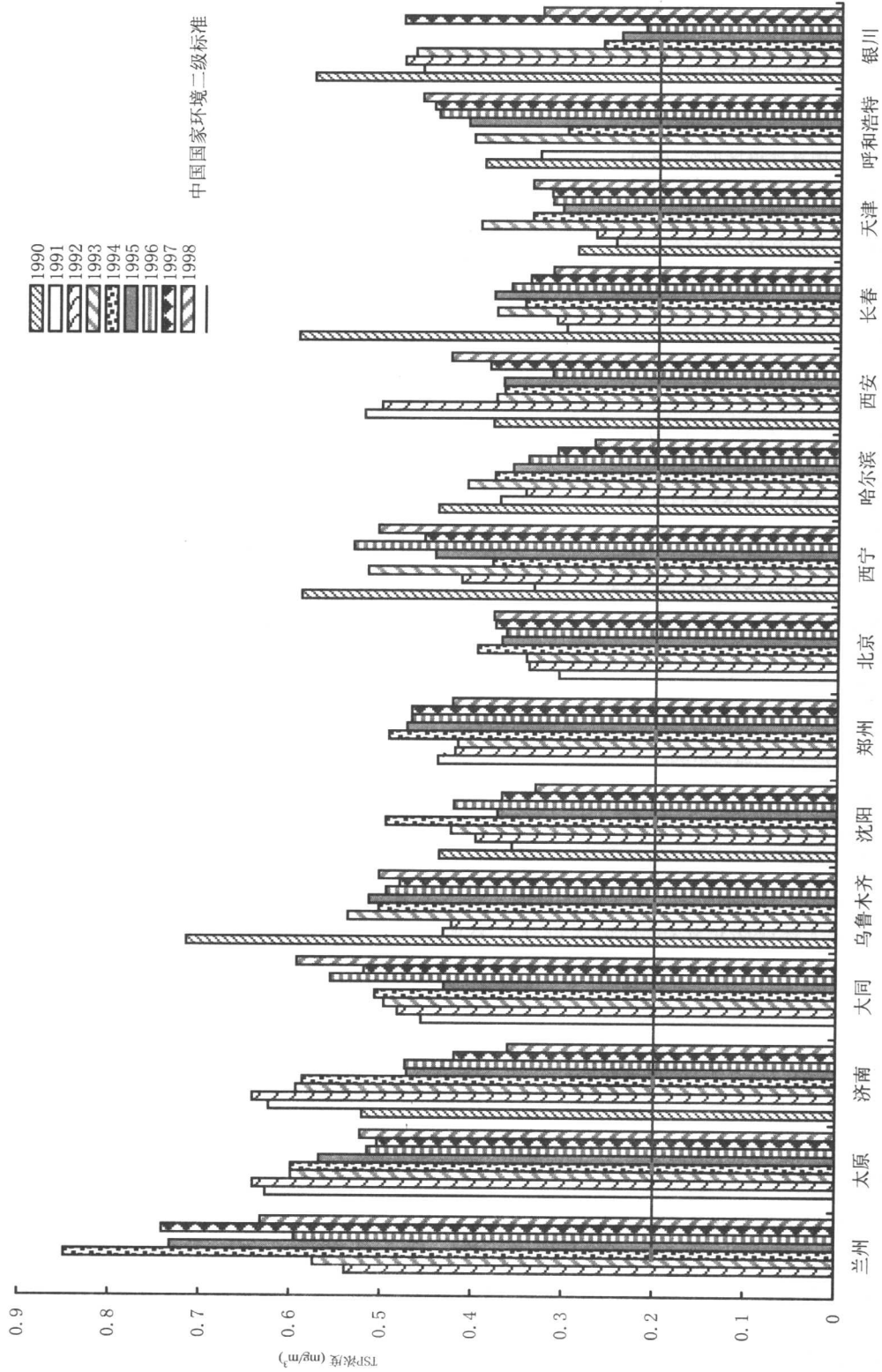


图1-1 1990-1998年部分北方城市TSP浓度年际变化

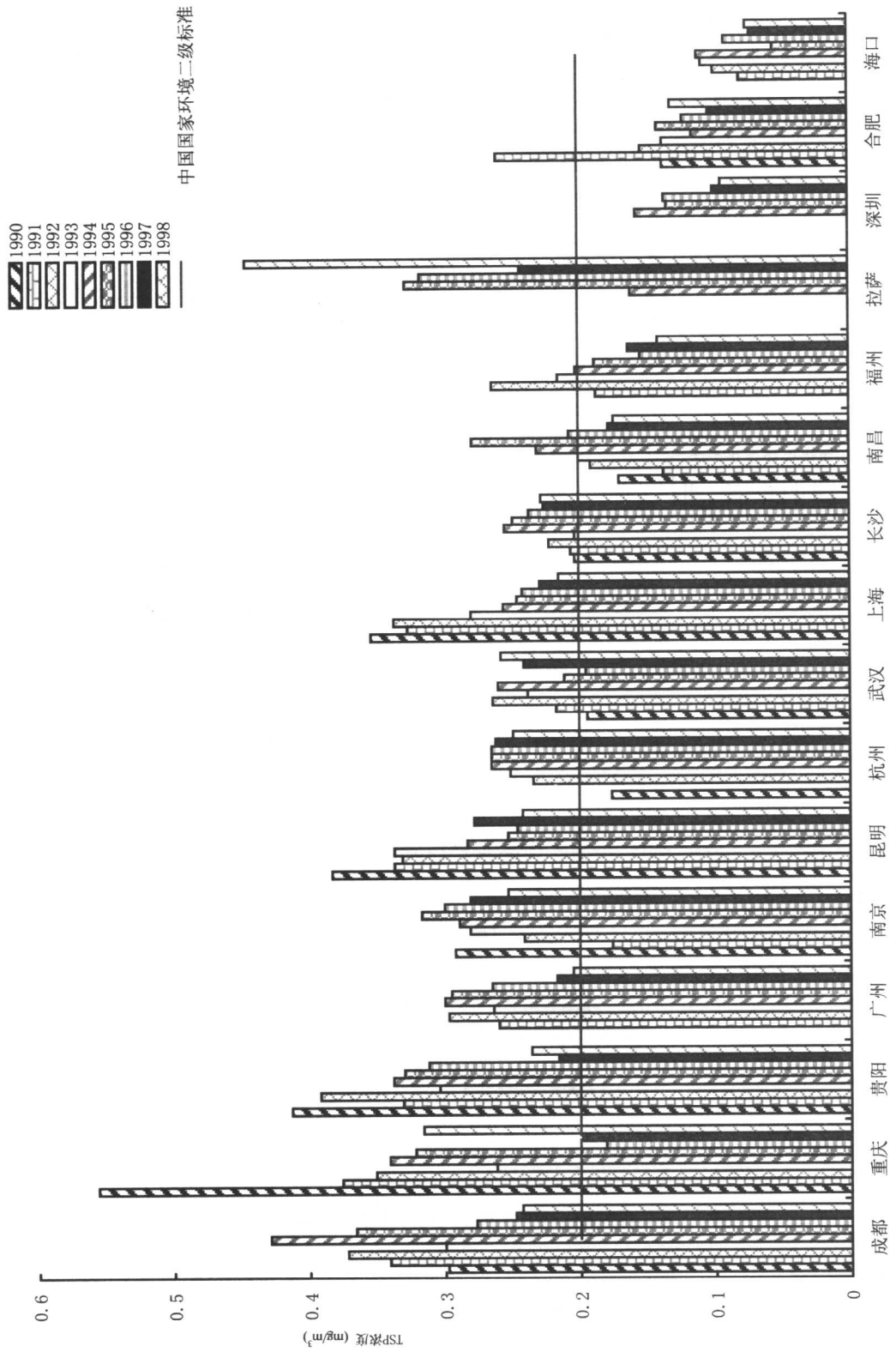
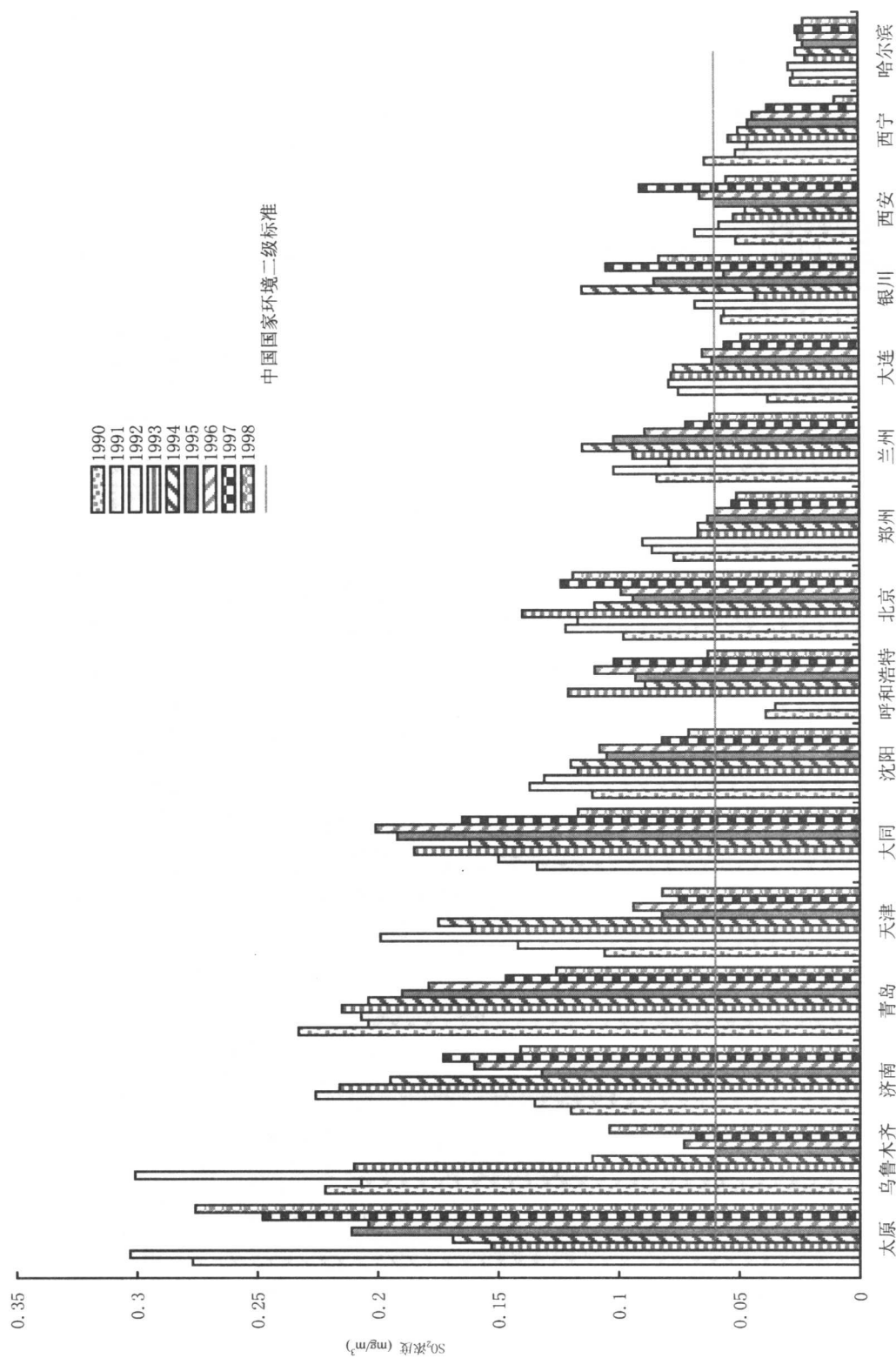
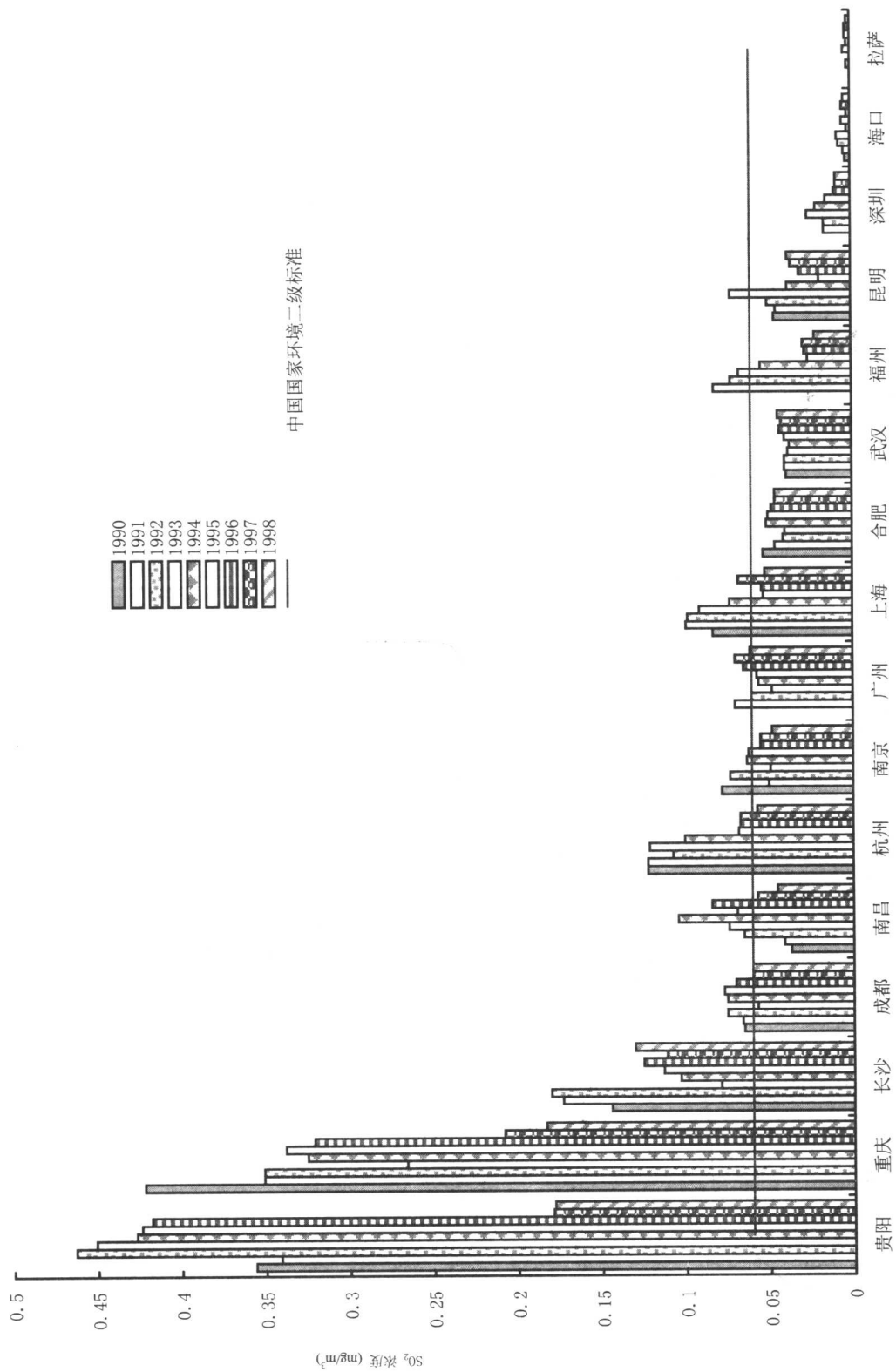


图1-2 1990-1998年部分南方城市TSP浓度年际变化

图1-3 1990-1998年部分北方城市 SO_2 浓度年际变化

图1-4 1990-1998年部分南方城市SO₂浓度年际变化