大气环境和污染控制丛书

城市大气环境概论

吴忠标　李伟　王莉红　编著

化学工业出版社
环境科学与工程出版中心
·北　京·

需要全本请访问 www.ertongbook.

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

城市大气环境概论/吴忠标,李伟,王莉红编著.
北京:化学工业出版社,2003.6
(大气环境和污染控制丛书)
ISBN 7-5025-4474-7

Ⅰ.城… Ⅱ.①吴…②李…③王… Ⅲ.城市环境:大气环境-概论 Ⅳ.X21
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 042187 号

大气环境和污染控制丛书
城市大气环境概论
吴忠标 李伟 王莉红 编著
责任编辑:夏叶清
文字编辑:周 倜
责任校对:蒋 宇
封面设计:蒋艳君

化学工业出版社
环境科学与工程出版中心出版发行
(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
北京市管庄永胜印刷厂印刷
三河市前程装订厂装订
开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 13¾ 字数 373 千字
2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-4474-7/X·293
定 价:36.00 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

内 容 提 要

本书是“大气环境和污染控制丛书”之一。

城市大气环境是我国当前环境工作者的一大关注热点。本书从城市大气环境和城市大气污染出发，结合经济学，对城市大气环境管理、城市大气环境规划、城市大气污染控制技术及城市大气污染控制对策进行了系统和全面的阐述。

本书可供环境科学与工程及相关学科的科研人员、工程设计人员、环境管理人员及高等院校的师生使用。

前　　言

目前，全世界城市人口已占世界总人口的40%以上，并将成为世界人口分布的主要形式。城市化已成为当今世界发展的必然趋势，我国正处在城市化快速发展时期。由于城市本身是一个非自然的特殊生态系统，因此，城市大气环境不仅具有作为大气环境共性部分的一些内涵（如作为人类生存自然环境的重要组成部分和满足人类生存基本物质需要的必不可少的自然资源），更重要的是，它还具有本身特征所决定的诸多特有的内涵，如城市热岛效应等。人们不会忘记，国际上令世人震惊的多起严重公害事件就发生在有名的大城市，这是因为发达的城市经济和特有的地理环境往往使城市大气污染更为严重，集中的城市人口又促使城市大气污染的影响更为广泛。让每一位城市居民都了解我们周围的大气环境，从而使我们自己、并带动身边的每一位朋友都将保护好我们共同的城市大气环境的良好愿望变成为自觉的实际行动，正是本书的希望所在。

本书共分6章，在阐述城市大气环境和城市大气污染的基础上，重点论述了城市大气环境管理、城市大气环境规划、城市大气污染控制技术等几个方面，最后提出了城市大气污染控制对策。

本书旨在让读者较全面地了解城市大气环境方面的有关知识，并兼顾了大众读者和专业人员两方面的不同要求，适用于关心支持城市大气环境事业的公众阅读，也可供从事城市大气环境管理、工程设计等工作的专业人员参考。

参加本书编写的有浙江大学吴忠标（编写第1～3章），李伟（编写第5、6章），王莉红（第4章）；吴忠标负责统稿，并任主编。邵雄飞、钟伟飞参加了部分章节的整理和编写。

在大气环境和污染控制系列丛书完成之际，作者衷心地感谢化学工业出版社对系列丛书的出版所付出的辛勤劳动和给予的诸多帮

助，同时还要特别感谢周煜苓女士的大力支持和帮助。

由于编写人员学术水平和时间经验所限，书中缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正。

吴忠标

2003 年 3 月于求是园

需要全本请访问 www.ertongbook.

目　　录

第 1 章　城市大气环境 …… 1

1.1　**城市发展特征** …… 1

1.1.1　**城市的定义** …… 1

1.1.2　**城市化进程** …… 4

1.1.3　**城市的发展特征** …… 7

1.2　**我国城市发展概况** …… 10

1.2.1　**城市化发展过程** …… 10

1.2.2　**城市化发展趋势** …… 13

1.3　**城市生态系统** …… 14

1.3.1　**城市生态系统的组成结构** …… 15

1.3.2　**城市生态系统的基本功能** …… 16

1.3.3　**城市生态系统的主要特点** …… 19

1.4　**大气与城市大气环境及特征** …… 21

1.4.1　**大气环境及特征** …… 21

1.4.2　**城市大气环境及特征** …… 23

第 2 章　城市大气污染 …… 26

2.1　**城市大气污染及特点** …… 26

2.1.1　**大气污染概述** …… 26

2.1.2　**大气污染源与污染物** …… 27

2.1.3　**气象与大气污染** …… 34

2.1.4　**影响城市大气污染的各种因素** …… 36

2.1.5　**酸雨** …… 37

2.1.6　**温室效应** …… 39

2.1.7　**臭氧黑洞** …… 40

2.2　**典型城市大气污染事件** …… 42

2.2.1　**震惊世界的著名公害事件** …… 42

2.2.2　**美洲** …… 45

2.2.3 欧洲 …… 48
2.2.4 非洲 …… 56
2.2.5 大洋洲 …… 57
2.2.6 亚洲 …… 57
2.3 我国城市大气环境状况 …… 61
2.3.1 城市空气 …… 62
2.3.2 酸雨现状及分布 …… 64
2.3.3 废气及主要污染物排放量 …… 65
2.3.4 我国大气污染依然严重 …… 65
2.4 我国城市大气污染特点 …… 69
2.5 城市大气污染预报与人体健康 …… 72
2.5.1 大气污染对人类健康的危害 …… 72
2.5.2 城市大气污染预报 …… 81
2.5.3 我国的大气污染预报 …… 91
2.6 城市大气污染发展趋势 …… 94
2.6.1 机动车排放是城市大气污染的主要来源 …… 94
2.6.2 我国机动车尾气污染控制现状和趋势 …… 95
第 3 章 城市大气环境管理 …… 98
3.1 城市环境目标管理 …… 98
3.1.1 环境管理的提出与发展 …… 98
3.1.2 环境管理职能与手段 …… 101
3.1.3 我国的环境管理制度 …… 105
3.1.4 城市环境管理概述 …… 116
3.2 城市大气环境法规标准 …… 119
3.2.1 大气污染防治法律法规 …… 119
3.2.2 大气污染防治标准 …… 125
3.3 城市大气环境管理措施 …… 131
3.3.1 加强城市环境管理的立法和制度建设 …… 131
3.3.2 提高城市政府环境管理的水平 …… 132
3.3.3 城市空气质量报告制度 …… 136
3.3.4 城市环境综合整治 …… 136
3.4 公众参与和舆论监督作用 …… 145
3.4.1 公众环境意识 …… 145

3.4.2 公众参与 …… 150
3.4.3 舆论监督 …… 159
3.5 城市可持续发展 …… 161
3.5.1 可持续发展战略 …… 161
3.5.2 中国可持续发展战略与对策 …… 167
3.5.3 中国城市可持续发展 …… 178
3.6 提倡可持续发展的生活方式 …… 185
3.6.1 “绿色消费”的兴起 …… 186
3.6.2 常见的不可持续的生活方式 …… 194
第 4 章 城市大气环境规划 …… 202
4.1 大气环境规划概述 …… 203
4.1.1 环境观念变化的历程 …… 203
4.1.2 规划内容、原则与依据 …… 206
4.1.3 与城市总体规划的关系 …… 213
4.1.4 大气环境规划的方法 …… 216
4.2 城市环境分析 …… 229
4.2.1 城市空间分析 …… 229
4.2.2 影响城市大气环境的自然因素 …… 233
4.3 大气环境规划 …… 238
4.3.1 大气环境现状与环境问题分析 …… 238
4.3.2 大气环境功能区划与环境目标确定 …… 256
4.3.3 城市大气污染综合整治备选项目设计 …… 262
第 5 章 城市大气污染控制技术 …… 272
5.1 颗粒物污染控制技术 …… 272
5.1.1 机械除尘器 …… 274
5.1.2 湿式除尘器 …… 276
5.1.3 过滤除尘器 …… 281
5.1.4 电除尘器 …… 284
5.2 二氧化硫控制技术 …… 287
5.2.1 燃烧前脱硫技术 …… 287
5.2.2 燃烧中脱硫技术 …… 288
5.2.3 烟气脱硫技术 …… 289
5.3 氮氧化物控制技术 …… 298

5.3.1 燃烧中氮氧化物减排技术 …… 299
5.3.2 燃烧后氮氧化物控制技术 …… 300
5.3.3 其他氮氧化物处理技术 …… 304
5.4 典型工业废气污染控制技术 …… 314
5.4.1 有机废气处理技术 …… 314
5.4.2 氯化氢废气治理技术 …… 326
5.4.3 含铅废气处理技术 …… 331
5.4.4 恶臭处理技术 …… 336
5.4.5 酸雾处理技术 …… 340
5.5 交通废气污染控制技术 …… 345
5.5.1 排气前处理技术 …… 346
5.5.2 防止汽油蒸发措施 …… 348
5.5.3 机内净化 …… 351
5.5.4 排气后处理技术 …… 355
5.6 生活废气污染控制技术 …… 358
5.6.1 居民生活废气控制 …… 358
5.6.2 油烟废气处理技术 …… 359
5.7 其他城市大气污染控制技术 …… 362
5.7.1 一般室内空气污染控制 …… 362
5.7.2 室内空气中挥发性有机物的污染控制技术 …… 365
5.7.3 室内空气中甲醛的控制技术 …… 369
5.7.4 大气中可吸入颗粒物的控制 …… 371
第 6 章 城市大气污染控制对策 …… 376
6.1 加强城市大气环境法规标准建设 …… 376
6.1.1 国外城市大气污染治理及可借鉴的经验 …… 376
6.1.2 加强我国大气环境法制建设 …… 381
6.2 提高城市大气环境管理水平 …… 386
6.2.1 严格执法，依法开展环境管理 …… 387
6.2.2 强化环境监督，充分发挥基本职能 …… 390
6.2.3 做好协调与服务工作，发挥辅助职能作用 …… 392
6.2.4 坚持科研为管理服务，加强科学研究 …… 396
6.3 重视能源的利用 …… 398
6.3.1 提高能源效率和节能 …… 398

6.3.2 采用洁净煤技术 …… 400
6.3.3 开发清洁能源与可再生能源 …… 402
6.4 运用经济杠杆 …… 407
6.4.1 经济杠杆的使用方式 …… 407
6.4.2 运用经济杠杆存在的问题 …… 414
6.4.3 我国运用经济杠杆的现状及思考 …… 416
6.5 城市大气污染控制发展趋势 …… 420
6.5.1 国外城市大气污染控制经验 …… 421
6.5.2 城市大气污染综合治理措施 …… 423
6.5.3 开发及推广城市大气污染控制关键技术 …… 425
参考文献 …… 427

第 1 章　城市大气环境

1.1　城市发展特征

1.1.1　城市的定义

大家对于共同居住的城市感觉很熟悉：高楼林立，车水马龙，商业繁荣，人声鼎沸，讯息灵通，文化丰富等等。但是，如果请你回答“城市是什么？”恐怕会忽然间觉得有点陌生，不知从何答起，因为这是一个看似简单、却非简单的问题。

1.1.1.1　城市一词的由来

城市起源于“城”和“市”的结合。“城者，所以自守也”，“筑城以卫君，造廓以守民”，以军事和安全防御为目的而筑造的城堡或者圈围起来的城垣，便是早期的“城”。“日中为市，致天下之民，聚天下之货，交易而退，各得其所”，古时候人们群聚进行物品交易的场所即称之为“市”（肆）。“市”进入“城”，“城”中有“市”，于是乎形成了城市。世界上迄今发现的最早的城垣距今有 8 000 年的历史。我国城市的形成大概在春秋战国时期，那时出现了集中的工商业区——市。战国时期或是汉代人所记《周礼·考工记》规定：“匠人营国，方九里，旁三门，国中九经九纬，经涂九轨，左祖右社，面朝后市，市朝一夫。”这就对城市的营造进行了规范。后代的许多城市，从汉长安开始，或多或少都附会《周礼·考工记》的这个规则，如十二城门，左祖右社，面朝后市等。应该说，这大约就是我国最早的对城市的定义了。当然，随着历史的推移和社会经济、科学技术的发展，现代城市在时间、空间和功能上都发生了巨大的变化，其概念早已超出了“城”和“市”的范畴，也不是古代人所认识的城市的涵义了。

需要全本请访问 www.ertongbook.

1.1.1.2 城市的特征

城市的特征，可从表面特征和内在特征两个方面来分析。

(1) 城市的表面特征

城市的表面特征是它区别于乡村的、给人们的直观印象，是城市外在的表现形式。比如，鳞次栉比的高楼，川流不息的汽车、自行车，四通八达的道路，琳琅满目的商品，摩肩接踵的人流，源源不断的物质流，各式各样的工厂、企业，十分方便的服务设施，充分利用的地下空间，非常便利的通讯系统和游人众多的园林绿地等。

(2) 城市的内在特征

城市的内在特征是它区别于乡村的、深层的、比较抽象的特征，是城市内在的表现形式。主要反映在以下三个方面。

① 聚集性。马克思、恩格斯指出：“城市本身表明了人口、生产工具、资本、享乐和需求的集中，而在乡村里所看到的都是完全相反的情况：孤立和分散。”城市聚集了大量的建筑物、构筑物、道路桥梁和公共服务设施，聚集了大量的非物质生产活动，聚集了大量从事科学技术、文化教育、工业生产和商业服务等事业的人，聚集了大量的产品、商品、信息以及废弃物。聚集，是城市的明显特征。

② 多功能性。城市是商品经济发展的产物，其功能是多方面的。它不仅是工业发展基地，而且是贸易中心、金融中心、交通枢纽、信息中心，有些还是政治中心、科学教育中心或风景旅游中心。城市的多功能性，来源于城市的自补性、开放性和互补性，来源于城市在城乡经济、社会发展中的中心地位与作用。

③ 高效性。因为城市集聚了先进的生产力诸要素，即大量产业工人和科技人员、先进的劳动工具和信息、各种新颖的材料和技术手段，使它们在城市中得到充分的凝聚和有机结合，于是产生了集聚效益，从而使城市中的生产效益、经济效益和商品流通效益非常高，讯息传递非常快，交通十分便捷。高效能、高速度、快节奏是城市发展的必然结果。

现代城市的内在特征有时可归纳为以下五个特点：功能多样化、生产智力化、活动社会化、系统开放化、管理信息化。

从以上分析可以看出，集聚是城市最本源、最主要的特征，其他各种特征都是由集聚衍生出来的。如城市功能多样化、活动社会化、系统开放化以及生产智力化和管理信息化，究其根源，都是由于集聚而派生的，集聚是城市的根本特征。城市是先进生产力的空间凝聚形式，其本质是能够产生集聚效益。

1.1.1.3 城市的自然涵义

城市的定义可以从法律的和自然的角度来看。从法律上看，城市是国家和政府从法律上认可的一类行政单位，我们将在下一节讨论。从自然和社会的角度来看，城市具有如下共同特征。

（1）具有经济的特定功能

城市具有非农业的经济功能，职业的专业化分工，以及由于宗教和政治的原因而形成的一些特定的功能。

（2）人口规模较大、密度较高

除了人口的规模大、密度高之外，其他的人口特征有：人口的流动性大；城市为居民提供各种服务设施，如住宅、商店、学校、教堂、街道、交通工具等；人口的异质性，性别、年龄、族群和阶级呈现出多元性，这种异质性满足了城市的基本需要。

（3）社会关系的特征

都市人口的大规模、高密度、高流动性极大地影响着居民的社会关系。尽管家庭与友好团体本质上与乡村一致，但在一些关系上存在着功能上的差异。①非人际性，城市中许多非人际关系取代了人际关系；②城市职业的多样性和社会群体的多元性，组织更为复杂化；③城市中的成年人大多在不同的群体中扮演不同的角色。

（4）跨区组织

这可以从空间和社会两个角度来看。从空间上看，一个城市包括更多的次级地区，如不同区的商业中心、重轻工业区、居住区等，每个次级区通过交通和通讯设施联结起来，相互作用、相互影

响，每个区都对别的区的地位产生作用，形成一个整合的空间联合体。从社会的角度看，一个城市存在着各种各样的、不同层次的群体、组织，它们相互作用整合在一起。

1.1.1.4 城市的法律涵义

到目前为止，我国除《城市规划法》外，其他法律、法规文件都没有专门的规定。《城市规划法》第三条规定："本法所称城市，是指国家按行政建制设立的直辖市、市、镇。"

1990 年底，我国有直辖市 3 个，建制市 464 个，建制镇 12 084 个，共计 12 551 个（未包括台湾省、港澳地区的城市），城镇人口 30 191 万人，到 2000 年，包括 4 个直辖市在内，建制市已发展到 663 个，城镇人口 45 594 万人。

根据《城市规划法》的规定，城市的内在法律涵义，主要是指城市规划区。《城市规划法》第三条第二款规定："本法所称城市规划区，是指城市市区、近郊区以及城市行政区域内因城市建设和发展需要实行规划控制的区域。城市规划区的具体范围，由城市人民政府在编制的城市总体规划中划定。"

1.1.2 城市化进程

城市化是以农村人口向城市迁移和集中为特征的一种历史过程，表现在人的地理位置的转移和职业的改变，以及由此引起的生产与生活方式的演变，既有看得见的实体变化，也有精神文化方面的无形转变。城市化在 19 世纪工业革命后开始兴起，1851 年，英国城市人口首次超过乡村，率先在世界上实现了城市化。

随着各国工业化程度的加快，非农业经济活动的比例逐步上升，世界城市化的速度也大大加快。根据联合国的统计，从 1950～1995 年，发达国家的城市居民增长了 37％左右；在发展中国家，城市居民的人数增加了 1 倍以上；而在最不发达的国家，城市居民的人数增加了两倍以上。现在，全世界人口超过 100 万的大城市已达到 325 座，超过 1000 万人的超大城市有 20 座。预计到 2006 年，世界人口的 1/2，即 32 亿将是城市居民。

1.1.2.1 城市化的趋势

国家的城市化程度是指居住在城市地区的人口比例。城市人口增长有两种途径：迁移（主要是从乡村地区的迁入）和自然增长（出生人数多于死亡人数）。总体上看，城市经济的快速发展吸引了大量乡村人口，乡村人口的快速增长和贫困形成的反差大大推进了大量的乡村人口迁移入城市。以下一些趋势值得我们注意。

① 1900～1991 年间城市地区居住人口从 14％增加到 43％（发达国家是 73％，发展中国家是 34％），预计到 2020 年 3 人中有 2 人将居住在城市地区。

② 世界不同地区的城市化不同。

a. 大城市的数量增长迅速。现在 10 人中有 1 人生活在拥有 100 万多居民的城市中，其中有许多人生活在拥有 1000 万或更多居民的大城市里。

b. 发展中国家城市化程度达 34％，正经历着人口自然增长的高速率和快速增长的城市增长，是发达国家增长速度的 4.5 倍。预计到 2020 年，发展中国家城市化将达 58％，从 1990～2020 年，城市人口将从 13 亿增长到 1990 年的 3 倍——39 亿，这是历史上最大的人口移动。

c. 发达国家城市化达 73％，城市增长速率比发展中国家低。预计 1990～2020 年间，发达国家城市人口将从 8.9 亿增加到10 亿。

1.1.2.2 两次城市革命

自 1800 年以来，曾有过两次城市革命，包括大量人口从乡村地区向城镇的迁移。第一次城市革命，发生在 1800～1991 年间的发达国家，现已基本结束。其间，发达国家的城市人口从总人口的 5％增加到 73％。第二次城市革命发生在发展中国家，时间为 1940～2020 年，1940～1991 年间城镇的人口已从 3％增加到 34％，到 2020 年将会增加到 58％（世界城市化模式见图 1-1）。

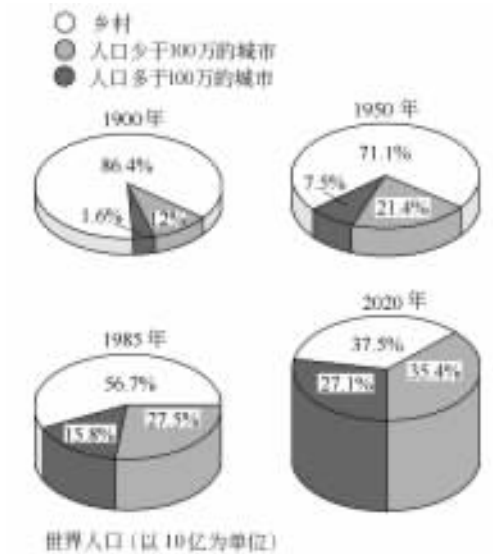

图 1-1　世界城市化模式

（从 1900～1985 年，以及所预测的 2020 年）

注：资料来源于联合国和人口调查局。

城市地区对资源的大量需要是森林、草场、大片土地锐减，洪灾发生及引发其他非城市地区问题的主要原因。我们对于城市增长问题和相应的资源利用、污染、环境质量下降问题的处理，将成为决定城市、乡村居民健康和环境健康的主要因素，而环境正是人类和其他物种所需依靠的。

第二次城市化革命，正以急剧的速度在大部分发展中国家发生，使得城市不能为 1/3～1/2 的城市人口提供充足服务、住所和工作。而且，在当前这种不充足的条件下，发展中国家还将要为 1990～2020 年间增加的两倍人口提供住房、食物、工作和基本生活必需品。

在发展中国家的许多大城市里，贫困人口每 5～7 年增长 1 倍，是全市人口增长速率的 4～5 倍。许多城市还无法供给这些居住者以充足的饮用水、卫生条件、电、食物、医疗保健、房屋、学校和工作。尽管贫困居民没有工作，人口过分拥挤，住所肮脏、疾病猖獗，他们还是顽强地、充满希望地活着。

在北美和欧洲的许多发达国家，完成了19世纪和20世纪初工业革命的从乡村向中心城市的迅速移民，但是许多例子表明，这种趋势正在发生倒转，人们已经开始从中心城市向郊区或更小的城市迁移。

1.1.3 城市的发展特征

城市化发展的特点主要有：发展中国家成为城市化浪潮中的主体；居住在大城市中的人口比例增多，大城市的发展速度加快；世界经济的一些结构性变化，如服务业、交通业和通讯业的革命逐渐成为全球城市化发展的主要动力等。

城市发展主要呈现三种类型。第一种是以非正规的和过度的增长为特征的城市，这类城市主要集中于非洲西撒哈拉以南、印度次大陆等地区，其特点是人口增长迅速、极其依赖非正规行业的经济、极度的贫困、贫民窟成片、存在根本性的环境和卫生问题等。第二种是以经济高度增长为特征的城市，这类城市主要集中于东亚、拉美、中东等中等收入的发展中国家，其特点是人口增长率在下降，有些城市已经面临老龄化的问题，富裕的生活带来了环境问题等。第三种是以人口老龄化为特征的、成熟的城市，这类城市主要在发达国家，其特点是人口稳定或者下降、人口老龄化、小的家庭比例在增加、经济发展缓慢、社会两极分化等。不过这类城市拥有解决环境问题所需要的足够资源，它们具有向郊区转移的倾向，在那里再形成新的中心。

城市发展模式可大致划分为如下三种类型（见图1-2、图1-3、图1-4）。



图1-2 城市结构总体模式——同心圆模式

1—中心商业区；2—恶化过渡区；

3—工人居住区；4—中层阶级郊区；5—交通区

需要全本请访问 www.ertongbook.