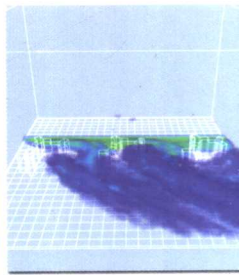
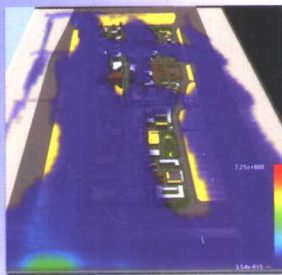
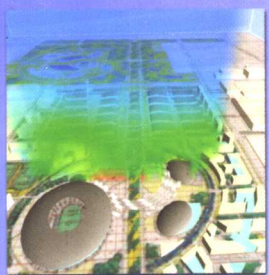


北京市自然科学基金委员会资助出版



# 城市规划 与 大气环境

《北京城市规划建设与气象条件  
及大气污染关系研究》课题组 著



气象出版社

# 城市规划与大气环境

《北京城市规划建设与气象条件  
及大气污染关系研究》课题组 著

气象出版社

## 内容提要

本书以国家重点科技攻关、北京市重大科技项目“北京城市规划建设与气象条件及大气污染关系研究”的成果为基础,经系统分析、归纳、总结提炼而成,主要涵盖了城市发展对大气环境影响、城市规划大气环境影响评估数值模拟技术、城市规划大气环境评估指标体系以及地理信息数据形成等内容。

本书可供城市规划、城市建设、气象、环境保护、测绘等领域从事科研、业务、教学和管理等工作的有关人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

城市规划与大气环境/《北京城市规划建设与气象条件及大气污染关系研究》课题组著  
—北京:气象出版社,2004.3

ISBN 7-5029-3703-X

I. 城… II. 北… III. 城市规划-影响-大气环境-研究 IV. X16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 016320 号

Chengshi Guihua yu Daqi Huanjing

## 城市规划与大气环境

责任编辑:俞卫平 纪乃晋 终审:周诗健

封面设计:王伟

责任技编:吴庭芳 责任校对:吴庭芳

出版:气象出版社

发行:新华书店总店北京发行所 全国各地新华书店经销

出版社地址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮政编码:100081

出版社电话:68406262

传真号码:62176428

出版社网址:<http://cmp.cma.gov.cn>

电子邮箱:qxcbs@263.net

印刷:北京市兴怀印刷厂

开本:787×1092 1/16

版次:2004 年 3 月第一版

印张:11.75

印次:2004 年 3 月第一次印刷

彩页:8

ISBN 7-5029-3703-X/P·1311

字数:320 千字

定价:50.00 元

## 序 一

气象、环境与城市规划的问题源于现实生活,研究和解决这一问题,是社会发 展过程中的一种客观要求。城市是人类经济和社会活动高度集中的区域,城市的大气环境状况不仅仅与污染源有关系,与城市规模、建设也有着密切的关系。环境和资源的可持续性 是城市可持续发展的基础,城市应以可持续发展为原则,力求城市与自然共生、城市与区域和谐统一,从而实现城市经济不断增长、生活质量不断提高、城市生态系统良性循环。所以,城市规划建设需要统筹考虑资源的合理利用、生态环境保持、人居环境良好以及百姓生活方便等各种因素。另外,气象条件——地球大气中所发生的风、雨、雪以及冷、暖、干、湿、阴、晴等气象要素的变化、分布,及其电、光、声等现象的演变过程,也是影响大气环境的一个非常重要的因素。如何从科学的角度去认识和揭示这些自然界的 变化规律,采取科学的方法合理安排城市各项建设布局,避免对自然环境及其气象条件的人为破坏,保持良好的生态环境,减轻恶劣气象条件对城市正常经济和社会生活的影响,为百姓提供良好的人居环境,是城市规划的一项重要任务。

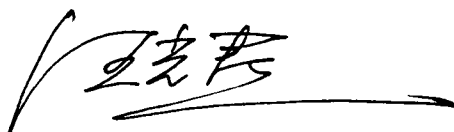
在通常的城市规划理论中,关于气象因素对城市建设和城市环境的影响已有所考虑,但主要以风玫瑰图和污染系数玫瑰图为依据进行规划。这在当时的技术条件和背景下是合理和客观的,但是随着城市的发展和科学技术的进步,这种认识和技术都出现了一定的局限性。尤其是在科学技术进步的前提下,计算机模拟技术有了很大进展,利用计算机进行模拟评估城市规划的优劣已经成为可能。在 20 世纪 50 年代至 80 年代的城市规划实践中,所遵循的一条重要原则是将有污染的工厂企业布局于城市的下风和下水方向。依据这种方法,在 50 年代北京市分别把首钢和东郊化工区建在城区西部和东南部,这在当时的条件下是合理的。但是根据目前的研究和观测资料的分析,这两个厂 区却成了北京的主要污染源。这说明随着城市的发展,按照传统的风玫瑰图和污染系数玫瑰图所做的城市规划,在现代已不能完全适应城市的发展需要。

近年来随着应用气象学研究的不断深入,从科学的角度重新去认识和研究城市规划与大气环境的关系,从以人为本、绿色城市等生态环境保护的角度,为加深对城市规划的认识和转变规划观念提供了前景和希望。建设生态城市、实现城市可持续发展,已成为 21 世纪世界各国城市共同追求的发展目标。北京市把实现可持续发展作为社会经济发展的长远战略,以加强城市环境、交通建设和危旧房改造为切入点,将建设生态城市作为推进城市可持续发展的一项重要任务。在城市的规划建设中,生态环境的地位和作用越来越重要,“自然与城市一体化”的趋势越来越明显。

由北京市规划委员会、北京市气象局和北京市环保局联合组织开展的《北京城市规划建设与气象条件及大气污染关系研究》项目就城市规划和大气环境这个问题进行了深入的研究。这个项目所建立的“城市规划大气环境影响评估系统”通过对计算机模拟结果进行环境影响综合评分,分析不同规划方案实施后的大气环境状况,定量评估规划建设对大气环境条件的影响,同时从提高城市自净能力角度提出规划适应对策,为调整、优化城市布局以及优选方案提供依据。科研成果充分体现了城市规划建设中确立生态环境建设目标的现代规划理念,并已开始在城市规划中应用。

在气象与城市规划研究领域需要根据信息化社会发展和科技进步的新要求,加强研究的覆盖面与深度,为不断更新规划观念、创建良好生态环境、提高人们的生活质量创造条件。随着科学技术的发展,对气象与生态环境问题的研究将更加深入,并在跨学科、多专业研究的基础上,更好地服务于城市规划编制、决策、建设与管理。

总之,科技的进步带动很多观念的转变,我们要充分认识到气象的重要性,进一步提高规划的科技含量,为人居环境创造良好的条件。

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, connected strokes that form the characters '王晓芳'.

2003年3月18日

## 序 二

在国家可持续发展战略的推动下,防灾减灾、生态建设与环境保护、区域经济发展等被置于突出的地位,国民经济建设、社会发展、人民生活和国家安全对气象工作提出了新的更高的要求。得益于气象以及其他科学技术的发展成就,我国气象事业在过去的十几年中取得了举世瞩目的成就,气象科学及其相关学科的蓬勃发展和相互渗透与融合为拓展气象工作领域提供了历史性机遇。如何充分调动、发挥气象部门的业务服务潜力,组织开展与兄弟部门在人才、技术、装备等方面的全面合作是我们面临的一个新课题。只有不断解放思想,与时俱进,开拓创新,打破学科界限,打破部门围墙,用崭新的现代科学理念,吸收最新的研究成果,确立新的发展定位,不断开拓新的发展境界,不断提高气象科技含量和科技水平,才能极大地提升气象工作的业务和服务能力。

由北京市气象局与北京市规划委员会、北京市环保局共同承担的《北京城市规划建设与气象条件和大气污染关系研究》课题是跨学科、跨专业、跨部门的科研项目,该课题综合应用测绘科学、规划科学、软件工程学、大气科学知识理念,从宏观和微观两个方面开展了北京城市规划建设大气环境影响综合评估工作。这项研究成果充分体现了城市规划中以人为本的理念,为提高城市特别是大城市的科学规划和管理水平,为建设现代化大都市的设计理念提供了不少科学依据。该项研究工作层次丰富,针对性较强。其研究成果拓展了气象工作领域,体现了增强城市可持续发展能力,从而达到改善生态环境、提高资源利用效率、促进人与自然的和谐发展和提高市民生活质量的目的。

本世纪头 20 年是我国气象事业发展的重要战略机遇期。我们必须坚持把发展作为气象工作的第一要务,面向国家需求、面向世界科技前沿,大力实施科技兴气象、拓展领域、人才强局战略,实现气象科学向多学科交叉融合转变、气象工作向气候领域转变、气象科技向气象业务科研有机结合转变、部门气象向社会气象转变,努力做好为党中央、国务院和各级政府决策服务,为经济建设、社会发展和人民生活服务、为国防建设和国家安全服务。“海纳百川、有容乃大”。我们要大力加强城市气象领域的科研工作,形成较完整的理论和技术方法,提高服务能力和水平,为贯彻落实十六大提出的全面建设小康社会目标,实现人口、资源、环境协调可持续发展做出贡献。

# 秦大河

2003 年 8 月 3 日

# 前 言

随着人口的急剧增长和城市化进程的加剧,城市作为人口的聚集地,规模迅速扩张,并产生了一系列的城市问题,如环境污染、交通拥挤、缺乏绿地、城市生态环境严重恶化等。因此现代的城市规划更应该注重人与自然的和谐,力求城市与自然共生、与区域和谐统一,创造一个生态环境良好的城市,实现城市经济不断增长,生活质量不断提高,使城市生态系统保持良性循环。

随着科学技术的发展,在大气物理学、天气学、动力气象学、气候学、大气探测学等基础研究的基础上,各种应用气象学的研究(例如空气污染气象学、水文气象学、农业气象学等)有了很大的发展。如何在科技进步的背景下重新认识气象与城市规划的关系,如何从可持续发展、生态环境保护的角度研究自然与城市的关系,成为目前城市规划建设需要迫切解决的问题。

城市中人类活动及下垫面的变化、城市中建筑群及单体的布局差异,都对城市环境气象要素产生不同程度的影响,从而改变了城市局地小气候,影响城市污染物的扩散速度和方向。从城市规划、管理角度来看,如不重视城市发展对局地环境气象条件的影响,很可能造成难以逆转的严重后果。例如城区的扩大和建筑物增高,可能导致城市通风能力下降,造成城市大气污染浓度程度加剧。尽管同时在污染源治理上投入了大量资金,最终改进大气环境质量的收效也会被抵消。相反,如果在城市发展中合理考虑大气环境条件,不但可以防治污染及其生化灾害的形成,将环境污染减小到最低限度,而且对于提高城市规划建设对气象条件及环境影响的评估能力;对于政府及城市规划、建设部门的科学决策,改善城市环境气象条件,提高市民生活质量;建设面向 21 世纪的现代化大都市,具有重要的意义和实用价值。

1998 年,针对北京市治理大气污染工作需求,原北京市副市长现任建设部部长汪光焘同志提出并建议由北京市规划委员会、北京市气象局和北京市环保局联合开展《北京城市规划建设与气象条件及大气污染关系研究》项目研究。此项目被列为北京市重大科技项目,同时也被科技部列为国家重点科技项目攻关(攻关)计划。在项目进行过程中,汪光焘同志多次听取课题汇报,对技术路线提出意见。在课题进行后期,汪光焘部长和中国气象局局长秦大河院士再次听取汇报,对拓展研究内容,丰富课题研究成果,科学合理解决课题中科学问题起到了重要作用。课题取得阶段性成果后,为提高城市的科学规划和管理水平,汪光焘同志积极倡导在北京市政建设、奥运会场馆建设、建设部承担的广东珠江三角地区、海南省海口市、四川省成都市等多个城市的城市规划设计项目中,应用该课题成果进行城市规划大气环境影响效应评估分析工作,为合理、科学设计和优选规划方案提供了科学依据。

本书是在“北京城市规划建设与气象条件及大气污染关系研究”课题的研究成果基础上经系统分析、归纳、总结完成的科技专著。参加该课题研究的主要单位及人员分别是北京市规划委员会:刘永清、惠西宁、陈倬、李兆平、冯学兵、杨军、陈积绪、罗晓艳等人;北京市气象局:恽耀南、王晓云、郭文利、季崇萍、李炬、刘凤辉、陈鲜艳、刘海涛、魏建明、轩春怡、奚文、李浚河、张琳娜、王志华、杜辉、叶彩华、潘莉卿、高燕虎、唐广、张青等人;北京市环境保护局:史捍民、樊建生等人;北京市科学技术委员会:王丽水、郑俊等人。参与课题协作研究的单位及人员是南京大学:蒋维楣、苗世光、房小怡、张宁、徐敏、刘红年等人。

本书主要展示了城市规划建设与大气环境关系研究的最新进展和成果,通过对北京城市的自然环境和生态环境变化进行监测、模拟和评估分析,在开展城市气象要素观测试验、风洞实验等工作基础上,建立基于北京城市地理信息资料的多尺度数值模拟系统;建立北京城市规划建设大气环境影响评估指标体系和计算机软件系统,实现对数值模拟结果的可视化分析、评估,从环境可持续发展角度,在城市规划实施之前,预测出未来城市的不同设计方案可能产生的不同大气环境条件状况,为优选、调整、优化城市整体和局部规划提供依据。进而达到使城市发展在社会需求、经济利益、文化景观和良好的大气环境条件和生态环境方面得到均衡与协调的目的。

本书的主要内容包括:城市规划与大气环境(第一章);北京城市大气环境(第二章);多尺度数值模拟系统(第三章);环境风洞模拟实验技术(第四章);非结构网格技术在气象中的应用(第五章);城市规划大气环境影响评估系统(第六章);城市规划与大气环境关系研究(第七章);空间数据基础设施发展(第八章);城市规划大气环境评估系统应用前景展望(第九章)。

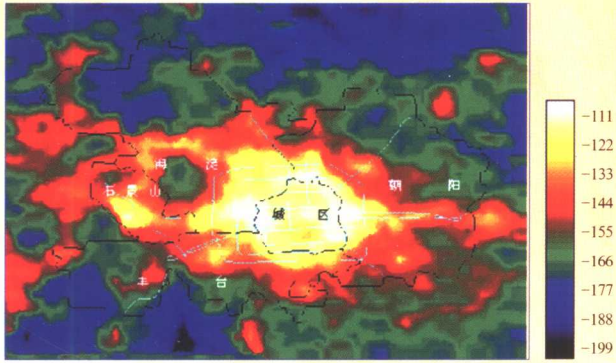
本书完成过程中得到有关学科专家、学者的多方面支持和指导,在此一并谨表感谢。

由于水平有限,书中难免有错误之处,敬请批评指正。

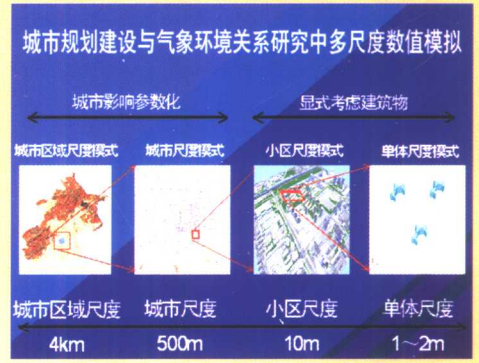
作 者

2004 年 2 月

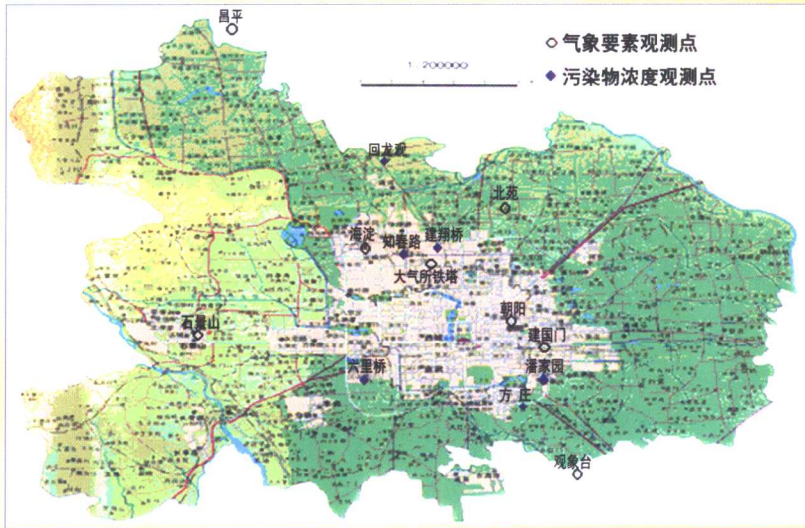




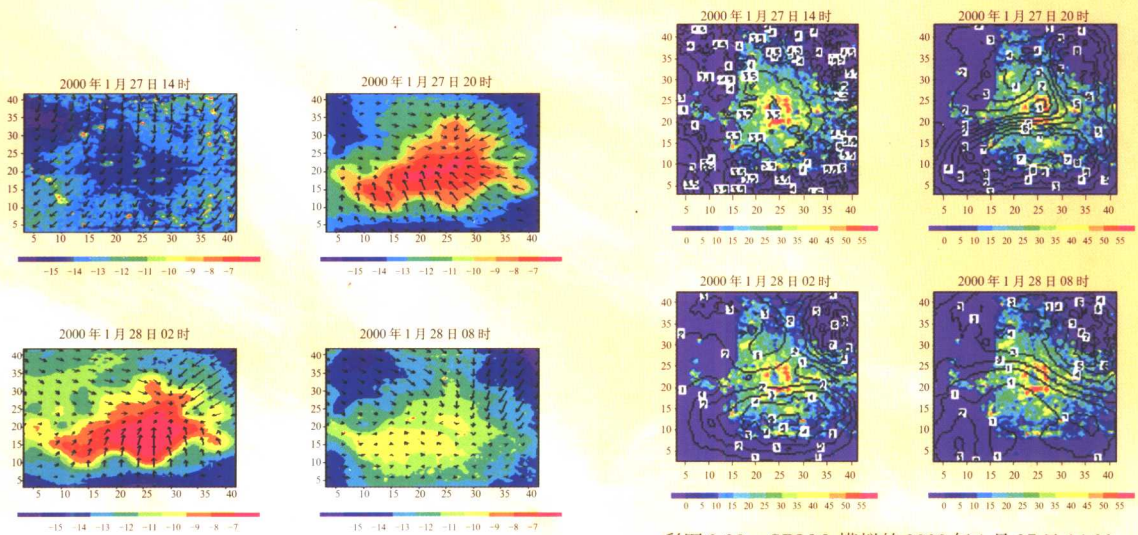
彩图 1.2 卫星遥感北京城市热岛分布图(1998年1月21日夜)



彩图 3.1 多尺度模拟系统总体结构

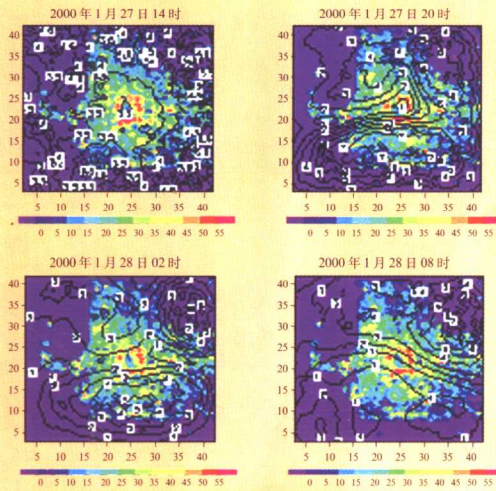


彩图 2.3 城市尺度观测布点示意图



彩图 3.27 CBLM 模拟的冬季北京市区近地面 10 m 处风速 (图中色彩表示温度) 分布

彩图 3.28 CBLM 模拟的 2000 年 1 月 27 日 14:00, 20:00 和 1 月 28 日 2:00, 8:00 北京市区近地面 10 m 处的湍能(等值线)和建筑物所占比例(填色等值线)



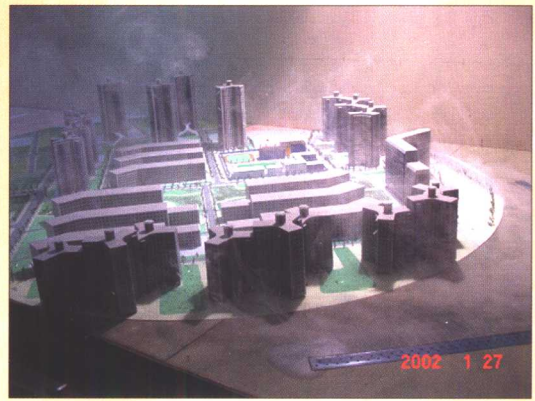
彩图 3.29 模式模拟得到的冬季北京市区近地面10 m处水平风速 (m/s) 大小 (图中的填色等值线表示建筑物所占比例, 等值线表示水平风速大小)



彩图 4.3 烟气图像



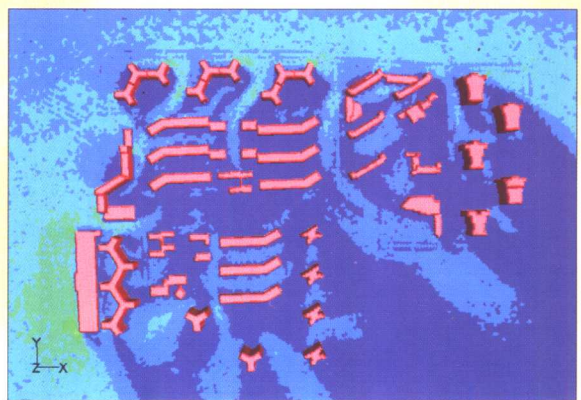
彩图 4.4 烟气图像



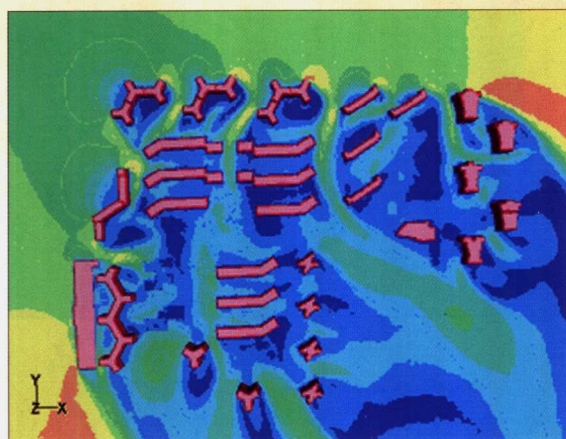
彩图 4.5 烟气图像



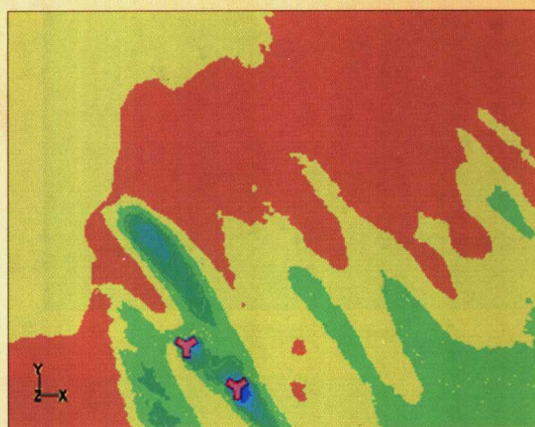
彩图 4.6 烟气图像



彩图 5.6 西北风 2 m/s 条件下 2 m 高度风速分布



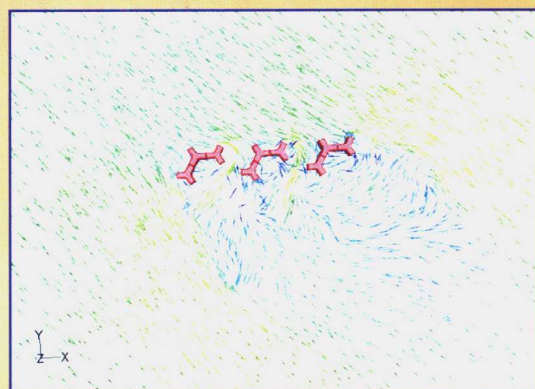
彩图 5.7 西北风 2 m/s 条件下 2 m 高度风速分布



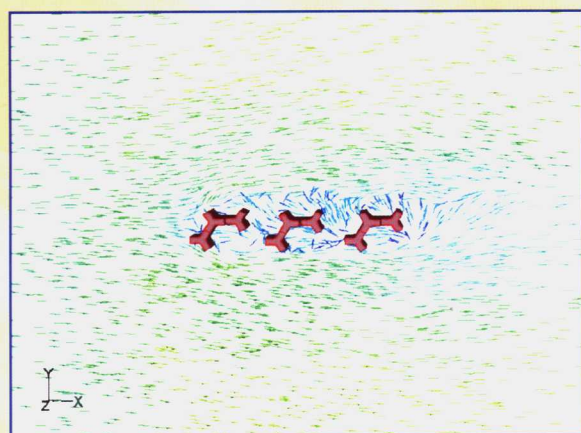
彩图 5.8 西北风 2 m/s 条件下 10 m 高度风速分布



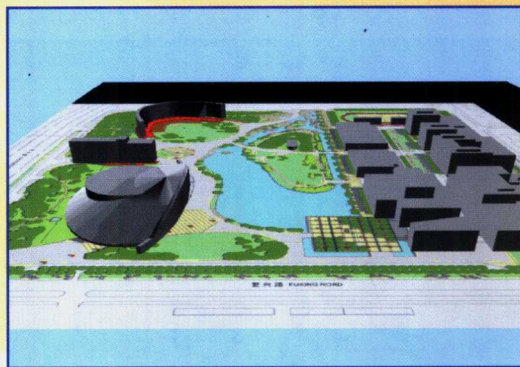
彩图 5.9 北风 2 m/s 条件下的风场分布



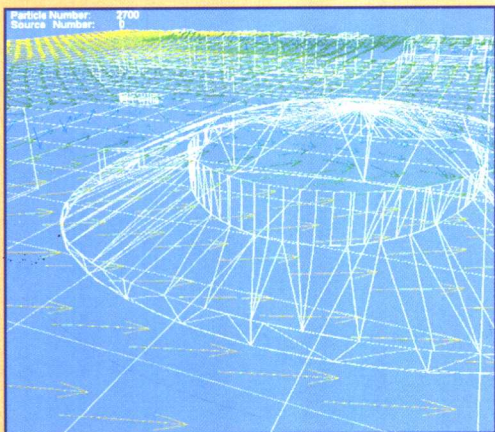
彩图 5.10 西北风 2 m/s 条件下的风场分布



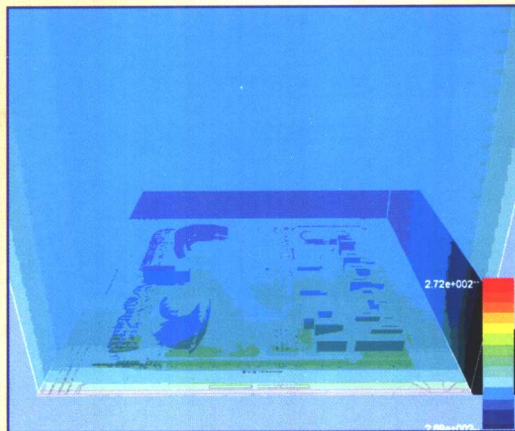
彩图 5.11 西风 2 m/s 条件下的风场分布



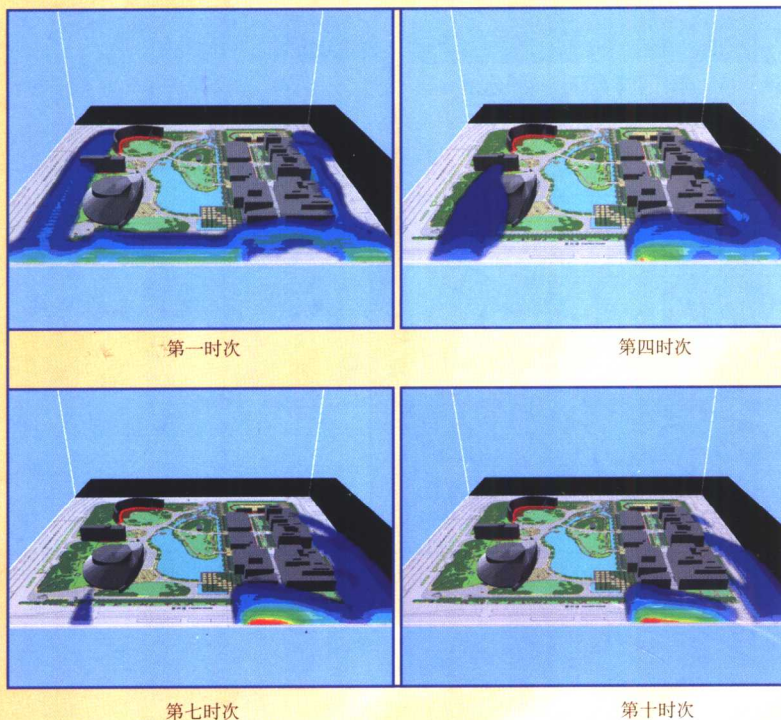
彩图 6.7 地理场景



彩图6.9 线框模式显示



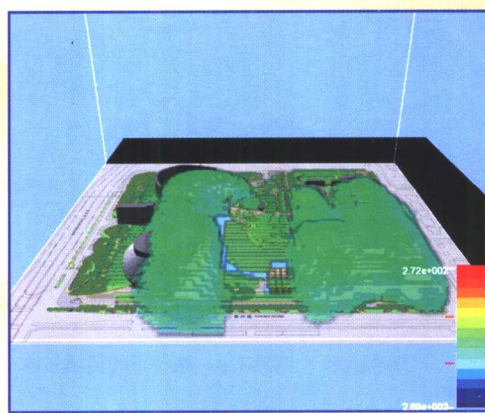
彩图6.10 三维标量场容积渲染



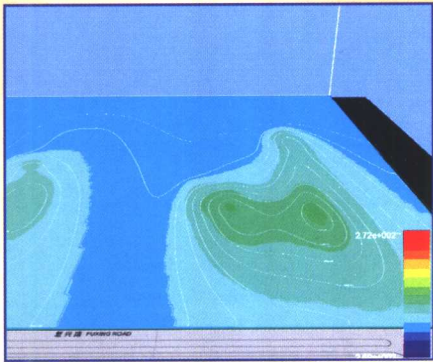
彩图6.12 多个时刻污染物扩散



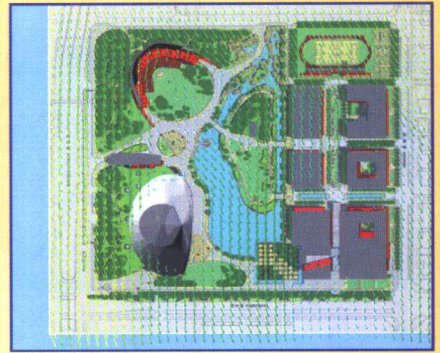
彩图6.11 垂直剖面显示



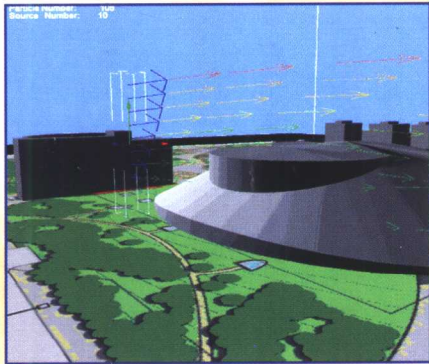
彩图6.13 指定范围值显示



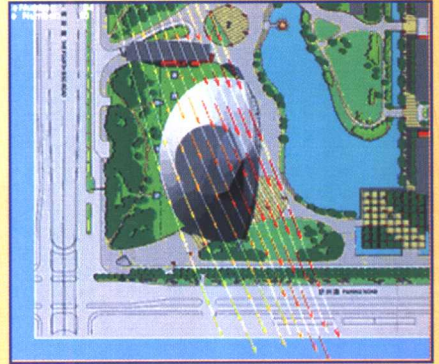
彩图6.14 等值线显示



彩图6.16 三维矢量场的剖面显示



彩图6.17 有粒子源的矢量场



彩图6.18 质点轨迹



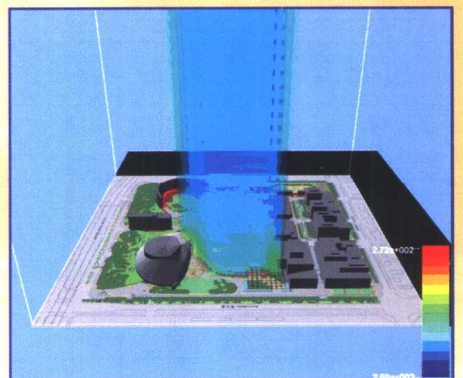
彩图6.19 矢量场的纹理模式



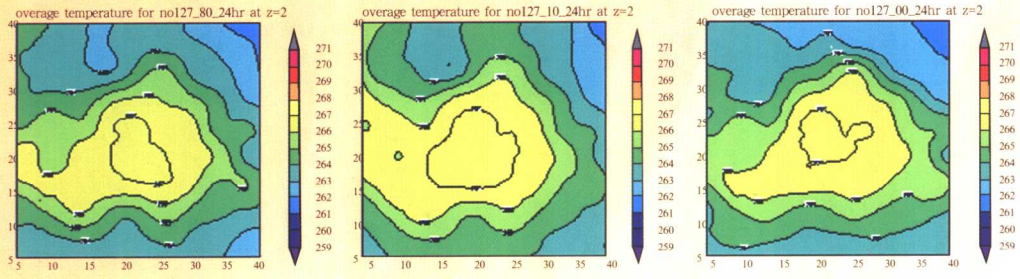
彩图6.23 比较结果场



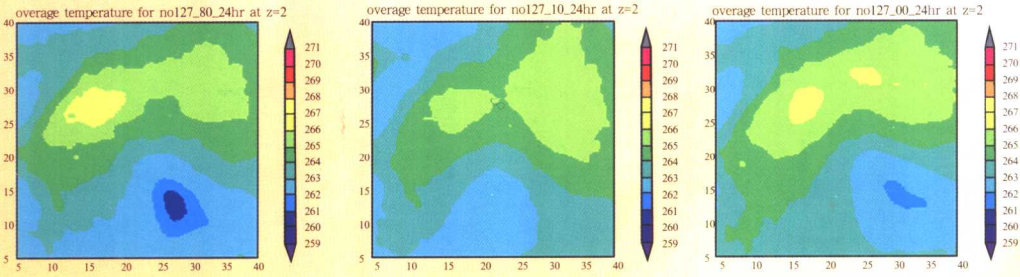
彩图6.25 气象统计结果场  
红色说明在统计范围内，蓝色在统计范围外



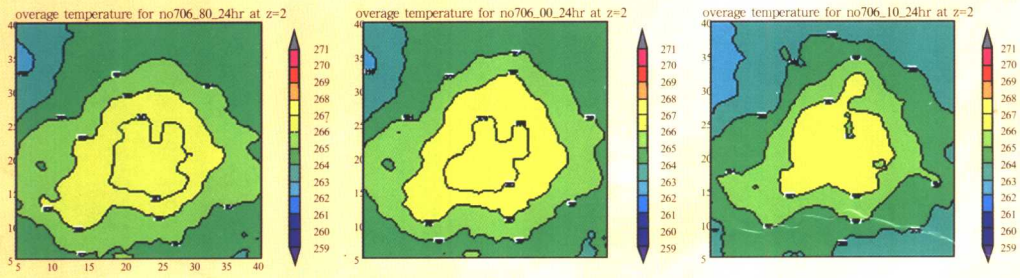
彩图6.26 局部评估显示



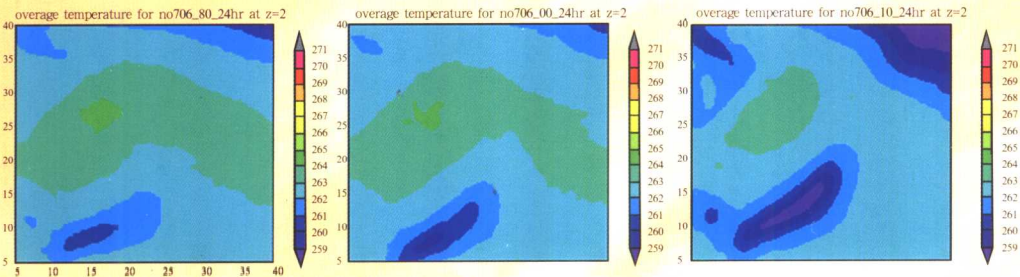
彩图 7.12 三个年代冬季 2 m 高度气温分布图  
(从左至右依次为 1980、2000、2010 年)



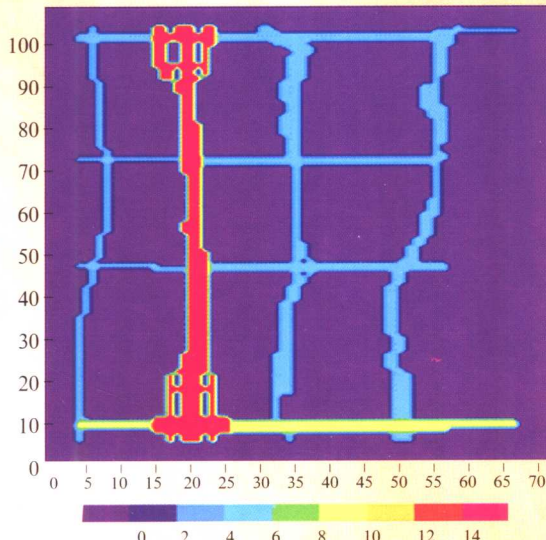
彩图 7.13 三个年代冬季 2 m 高度风速分布图  
(从左至右依次为 1980、2000、2010 年)



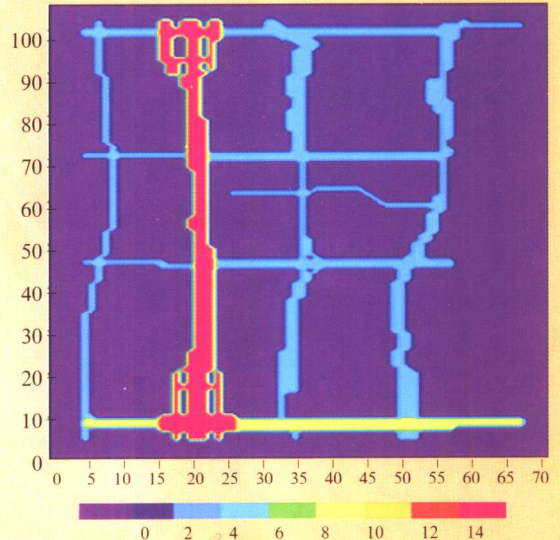
彩图 7.14 三个年代夏季 2 m 高度气温分布图  
(从左至右依次为 1980、2000、2010 年)



彩图 7.15 三个年代夏季 2 m 高度风速分布图  
(从左至右依次为 1980、2000、2010 年)



彩图 7.17a 规划方案1 NO<sub>x</sub>交通源分布 (单位: mg/(ms))

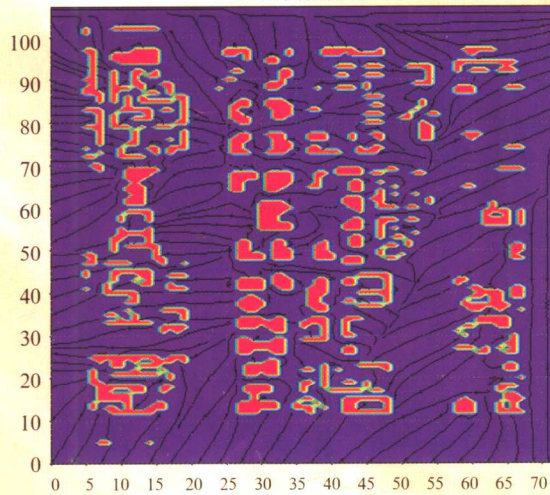


彩图 7.17b 规划方案2 NO<sub>x</sub>交通源分布 (单位: mg/(ms))

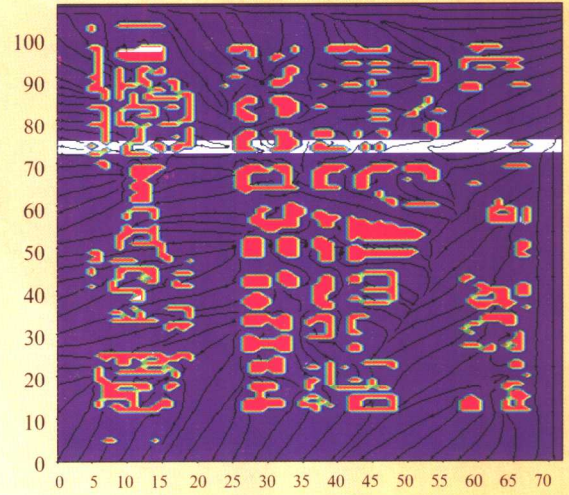
(图中不同的颜色代表不同的源强度)

10 m 高度流场

10 m 高度流场



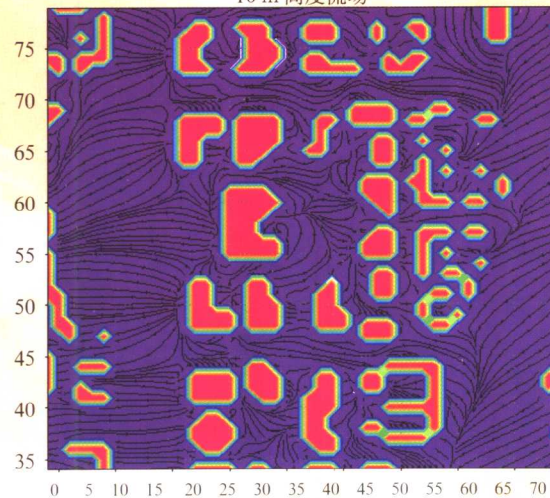
彩图 7.18a 方案1夏季气流场 (10 m)



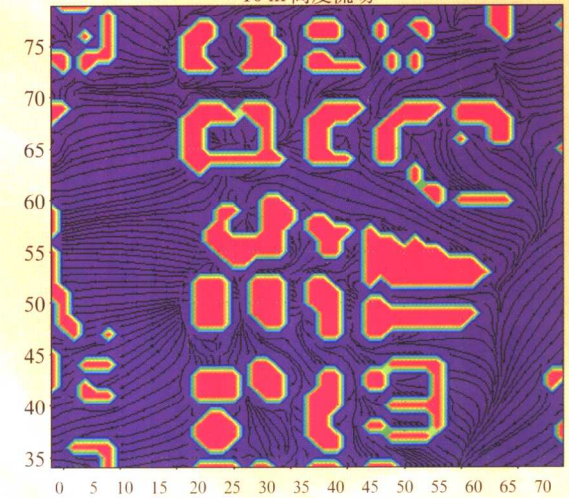
彩图 7.18b 方案2夏季气流场 (10 m)

10 m 高度流场

10 m 高度流场

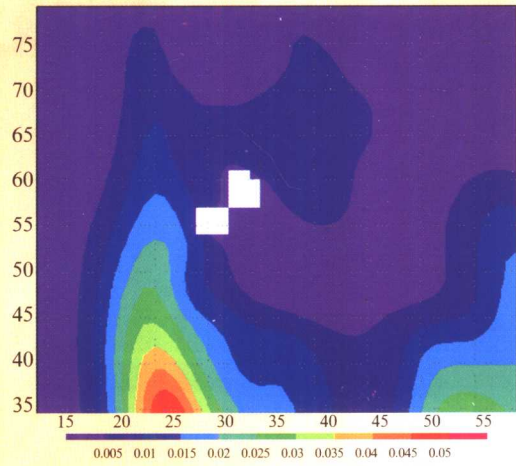
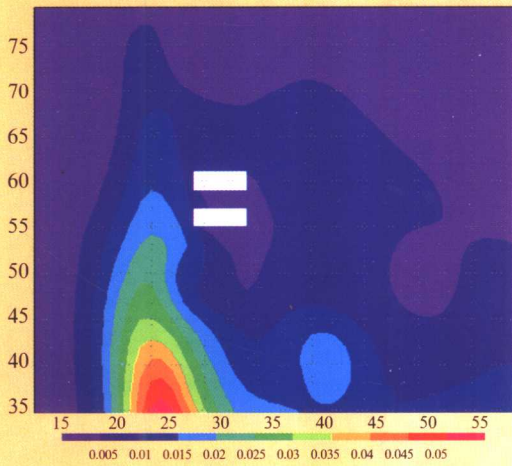


彩图 7.18c 方案1夏季气流场 (10 m)(局部)



彩图 7.18d 方案2夏季气流场 (10 m)(局部)

(图中红色小块为建筑物, 黑色箭头实线为流线)

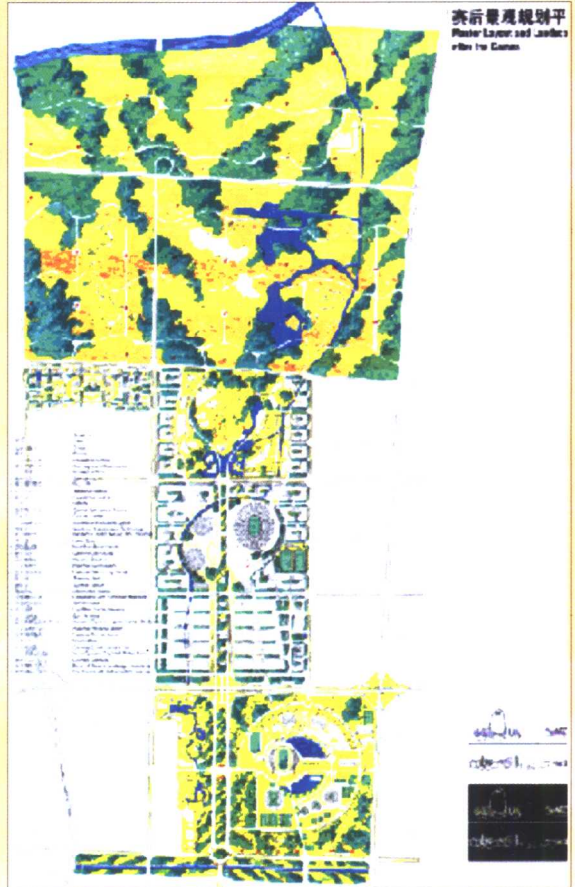


彩图7.21g 方案1 NOx浓度场(111 m)(局部, 单位:  $\text{mg}/\text{m}^3$ )

彩图7.21h 方案2 NOx浓度场(111 m)(局部, 单位:  $\text{mg}/\text{m}^3$ )



彩图7.24 方案1 规划设计



彩图7.24 方案2 规划设计



# 目 录

序一

序二

前言

<b>第一章 城市规划与大气环境</b> .....	( 1 )
1.1 城市规划 .....	( 1 )
1.2 大气污染及其危害 .....	( 3 )
1.3 城市规划与城市发展 .....	( 6 )
1.4 城市规划与大气污染的关系 .....	( 7 )
1.5 国内外的有关研究及其进展 .....	( 8 )
1.6 北京市城市规划与大气污染 .....	( 11 )
<b>第二章 北京城市大气环境</b> .....	( 14 )
2.1 北京地理地貌及气候特点 .....	( 14 )
2.2 城市发展对北京环境气象的影响 .....	( 14 )
2.3 观测试验 .....	( 15 )
2.4 观测试验结果分析 .....	( 17 )
<b>第三章 多尺度数值模拟系统</b> .....	( 29 )
3.1 多尺度数值模拟系统的设计思路 .....	( 30 )
3.2 多尺度数值模拟系统 .....	( 31 )
3.3 多尺度数值模拟系统检验与数值试验 .....	( 60 )
<b>第四章 环境风洞模拟实验技术</b> .....	( 78 )
4.1 试验装置与模型 .....	( 78 )
4.2 环境风洞试验方法 .....	( 80 )
4.3 风洞试验结果与分析 .....	( 82 )
4.4 单体模式模拟结果与风洞试验结果比较 .....	( 90 )
4.5 城市小区尺度模式风洞实验检验 .....	( 92 )
<b>第五章 非结构网格技术在气象中的应用</b> .....	( 97 )
5.1 模式的理论基础 .....	( 98 )
5.2 在气象中的尝试和应用 .....	( 100 )
5.3 模式检验 .....	( 101 )
5.4 模拟结果分析 .....	( 105 )
<b>第六章 城市规划大气环境影响评估系统</b> .....	( 106 )
6.1 评估指标体系 .....	( 107 )
6.2 城市规划大气环境影响评估平台 .....	( 116 )