

Chengshi Guihua Daqi Huanjing Xiaoying
Dingliang Feixi Jishu

城市规划大气环境效应 定量分析技术

© 王晓云 著

气象出版社

城市规划大气环境效应 定量分析技术

王晓云 著

气象出版社

内 容 简 介

本书针对城市规划中大气环境效应定量分析技术问题,根据研究对象的不同尺度特点,建立了城市规划大气环境效应定量分析的技术方法。围绕城市规划编制中关注的部分重点问题,结合数值模拟试验和应用实践,在多尺度、多角度、多层次地对大气环境效应定量分析技术方法进行探讨的基础上,提出了城市规划方案中的大气环境效应多尺度评估指标体系,实现了城市规划方案中的大气环境效应的量化综合判别,并分别进行了案例分析,为定量分析评估城市规划中的大气环境效应,科学、合理地编制城市规划提供了辅助决策的技术手段。

本书可供从事城市规划、环境保护、大气科学等领域的有关工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市规划大气环境效应定量分析技术/王晓云著. —北京:气象出版社,2007.9

ISBN 978-7-5029-4368-4

I. 城… II. 王… III. 城市环境:大气环境-环境效应-定量分析
IV. X831.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 155624 号

出版者:气象出版社

网 址: <http://cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@263.net

责任编辑:李太宇 袁信轩

封面设计:张建永

责任校对:王 欢

印刷者:北京恒智彩印有限公司

发行者:气象出版社

开 本: 787×1092 1/16 印 张: 9 字 数: 230 千字

版 次: 2007 年 11 月第一版 2007 年 11 月第一次印刷

印 数: 1~2000

定 价: 40.00 元

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮 编: 100081

电 话: 总编室: 010-68407112 发行部: 010-68409198

终 审: 黄润恒

版式设计: 安红霞

序一

城市化是社会发展的必然趋势,是现代化发展的必然结果,同时也会带来一系列的大气环境问题。众所周知,自然界环境状况与气象条件密切相关,特别是大气环境的变换,直接受到气象因子的影响。随着经济快速发展和社会不断进步,人们对生活质量的要求与日俱增,如追求物质生活条件的改善、高标准的人居环境等,这对城市的建设和发展也提出了更高的要求。

城市规划是城市建设的基础工作,在城市建设过程中起着举足轻重的作用。将大气环境的优化纳入城市规划优先考虑问题,是改善城市人居环境的重要举措之一。长期以来,发达国家对城市规划就有明确的法律规定和要求,研究部门对城市规划中气象环境等问题开展研究,如,德国法律规定城市中实施一定规模的建设,必须由有关机构对其产生的气象环境等效应进行事前评估;新西兰在对城市规划时,就要求针对交通及环境问题进行评估等。改革开放以来,我国逐步重视城市规划工作,但对城市规划中的大气环境影响方面的研究还比较少,影响了城市规划的质量。

基于城市规划的现实需求,该书作者从气象与城市规划的结合点出发,围绕城市规划编制中关注的重点问题,如城市布局、城市功能区设计以及小区规划中的建筑物、绿地和水体布局等,利用数值模拟试验和理论分析,研究了城市规划中大气环境效应定量分析方法,提出了城市规划中大气环境效应评估指标体系和量化综合判别,同时结合城市规划的实践,进行了案例分析。这是一项很有意义的工作,为定量分析评估城市规划中的大气环境效应,科学、合理地编制城市规划,提供了基础的技术方法。

大气科学不仅是地球科学和资源、环境科学的重要组成部分,同时,又具有易于与多学科交叉融合的特点,是社会、经济、资源、环境与人类社会协调发展等的一个重要科学技术基础。利用大气科学技术为城市规划提供科学依据和支撑,解决城市规划实践中的科学问题,对于发挥两个学科的优势,探索应对气候变化和改善人居环境的措施,是一项有意义的工作,也是拓展气象服务领域的很好实践。

近年来,中国气象事业的内涵发生了深刻变化,涵盖了气候系统相关内容和领域,形成与自然科学、社会科学等多学科交叉融合的综合体系。《国务院关于加快气象事业发展的若干意见》明确要求,各级气象主管机构要依法组织对城市规划编制、重大基础设施建设、大型工程建设、重大区域性经济开发项目进行气

候可行性论证,避免和减少重要设施遭受气象灾害和气候变化的影响,或对城市气候资源造成破坏而导致局部地区气象环境恶化,确保项目建设与生态、环境保护相协调。因此,开展城市规划的大气环境效应评估与研究,是气象科技工作者一项新的重要任务,需要加强与相关部门之间的合作,使这项工作更贴合城市规划的实际,更好地发挥这项工作在城市规划和建设中的作用和效益。我很高兴地看到,作者在这方面的积极探索和研究成果。这部著作既是作者辛勤劳动的成果,也是我国首部城市规划中大气环境效应评估的专著。可以相信,在本书的引领下,在不远的将来,会有更多、更好的城市发展与气象环境方面的专著面世,为国民经济社会可持续发展作出新的更大贡献!

郑国光*

2007年6月

* 中国气象局局长,博士,研究员、博士生导师

序二

随着经济社会的发展、国家对应气候变化措施的高度重视及人们对生活质量要求的提高,研究探索城市规划中的大气环境问题,是社会发展过程中的客观需求。城市规划工作是综合性、前瞻性、战略性的工作。资源、环境的可持续性城市可持续发展的目标,科学、合理编制城市规划是城市规划工作的重要内容,要改变注重经济发展和人口规模,忽视资源环境保护与社会和人文发展的做法,深入研究资源、环境问题,统筹考虑资源的合理利用、人居环境的改善以及百姓生活方便等诸多因素。

城市是人类经济和社会活动高度集中的区域,城市的大气环境不仅与污染源有关,还与城市布局、规模等有密切关系。气象因素一直是城市规划关注的内容,然而随着大气科学的发展和人们认知层面的提高,传统的城市规划理念与方法受到了挑战。尤其在大气科学发展的背景下,计算机数值模拟技术有了长足进展,利用数值模拟技术,定量分析城市规划中的大气环境效应,评估城市规划方案大气环境效应的差异已成为可能。因此,要从科学的角度重新认识全球气候变暖形势下的城市规划中大气环境问题,从以人为本、保护环境、建设生态文明的角度,转变规划观念,科学编制城市规划。

该书针对城市规划中大气环境定量分析技术的研究,是跨学科、跨专业的研究,力求将学科前沿技术,如:数值模拟技术等,应用于城市规划编制的实践,具有较高的科技含量和应用价值,丰富了城市规划编制的内容,为城市规划中人居环境的优化提供了综合评估体系的技术环节,增强了城市规划的科学性。体现了在科技进步背景下,城市规划学科深入研究大气环境问题的科学尝试,具有一定的创新性。

城市规划中的大气环境领域研究工作刚起步不久,目前在该领域许多深入的研究工作正在进行。我相信,随着科学技术的发展,对于城市规划与大气环境问题的研究将更加深入,并在跨学科、多专业研究基础上,更好地服务于城市规划编制。



2007年11月15日

前 言

随着全球城市世纪的到来,城市化引起的大气环境问题越发突出,可持续发展是城市发展的唯一出路。开展城市规划大气环境效应研究,是合理规划城市、科学管理城市、实现可持续发展的重要手段之一,是城市规划中引入“以人为本”环境理念的迫切要求。本书就是在继承和吸收人居环境科学、大气科学、环境科学研究成果的基础上,跨学科开展城市规划中大气环境效应定量分析与评估指标研究的成果总结。

书中首先分析了影响城市大气环境的关键因素及城市规划对这些关键因素的影响,提出了在科技进步背景下城市规划中大气环境问题的科学实施理念。根据研究对象不同尺度的特点,建立了城市规划中大气环境定量分析的技术方法——城市尺度和小区尺度数值模拟系统。

本书围绕城市规划编制中关注的部分重点问题——城市总体布局、城市绿地布局、城市水体及湿地布局、城市工业区选址、城市通风走廊以及小区规划中的建筑物、绿地和水体布局等,结合数值模拟试验和应用实践,多尺度、多角度、多层次地对大气环境效应定量分析技术方法进行了探讨。在此基础上,提出了城市规划方案大气环境效应多尺度评估指标:城市尺度——扩散能力、热岛面积、人体舒适度、小风区面积、逆温强度、混合层高度等六个指标;小区尺度——扩散能力、人体舒适度、地面污染物浓度、建筑物周围污染物浓度、污染物滞留等五个指标,实现了城市规划方案大气环境效应的量化综合判别,并分别进行了案例分析,为定量分析评估城市规划中的大气环境效应,科学、合理地编制城市规划提供了辅助决策的技术手段。

研究表明:利用城市大气多尺度定量分析和评估技术,不仅可以定量再现历史气象环境信息,而且能够展现未来城市大气环境的分布与变化,刻画出研究对象由大到小,由粗到细的环境信息。在规划方案比选和环境适宜性分析实践中,应用评估技术,可从大气环境角度量化、简洁地分析不同尺度规划方案的差别,并以综合指数的形式表现。该方法体现了科学、客观、可操作性强的技术特点,丰富了城市规划综合评估体系的技术环节,为优选、调整、优化城市总体和局部规划提供了技术支持,为城市规划建设中人居环境的优化提供了科学依据。

本书是作者近几年来在城市规划与大气环境关系研究中的成果,也是作者对该领域有关理论与应用实践探索的初步归纳、总结。在对该领域的探索过程中,始终得到了我的导师汪光焘先生的精心指导。1998年,针对北京市治理大

气污染的工作需求,时任北京市副市长、现建设部部长汪光焘建议,由北京市气象局、北京市规划委员会和北京市环境保护局联合立项,开展“北京城市规划建设与气象条件及大气污染关系研究”项目的研究工作。在项目进行过程中,汪先生多次听取课题组汇报,对课题的技术路线,如何做好跨学科、跨部门的研究工作,丰富课题研究成果,科学合理地解决其中的科学问题提出了具体的意见,对项目的完成起到了重要的指导作用。自2002年该课题取得阶段性成果以来,为提高城市规划水平,他积极倡导在城市规划编制工作中更新观念,将科研成果应用于城市规划编制实践中。先后在珠江三角洲、长江三角洲、京津冀三个区域城镇群规划及北京、天津、海口等40多个城市规划编制工作中,利用课题成果解决城市规划中的大气环境问题。近年来,他在百忙之中还继续组织人员在该领域进行深入研究,先后在国家自然科学基金、国家科技攻关计划和北京市自然科学基金等立项,开展研究工作。在该领域的系列研究和阶段成果应用的每个过程中,他都倾注了大量的心血。在我于清华大学建筑学院攻读博士学位以及本书的形成过程中,一直得到了汪先生的精心培养、指导和支持。他敏捷的学术思路和对科研工作的执着追求,给我留下了深刻的印象,使我受益匪浅,在此表示深深的敬意和衷心的感谢。

本书是在国家自然科学基金《基于大气环境优化的城市功能区规划理论和方法研究》项目(批准号:40652001)及中国气象局2007年多轨道业务建设项目《城市规划气候可行性论证业务系统》资助下完成的。苗世光、房小怡、蒋维楣、轩春怡、李书严、李磊、郭文利等参与了本书的编写工作。参加本书前期工作及出版的还有:季崇萍、陈鲜艳、奚文、杨经博等,在此表示感谢。

在本书形成过程中,建设部周干峙院士、中国气象局李泽椿院士、中国环境科学研究院任阵海院士,中国城市规划设计研究院李迅教授级高级规划师,清华大学建筑学院毛其智、尹稚、吴唯佳、秦佑国、左川教授、环境工程学院杜鹏飞副教授,中国科学院大气物理研究所胡非研究员等提出了宝贵意见。在此对大力支持与关心本书出版的有关单位和个人表示感谢。

本书的写作目的在于将本人多年来在城市规划中大气环境研究和实践的探索经验奉献给读者,希望与大家在学术思路 and 开展交叉学科研究实践方面互相启发,互相交流,以便促进学科之间的交融。因时间仓促,书中难免有错误之处,敬请读者和同行们指正。

作者

2007年5月

目 录

前言	
序一	
序二	
第1章 引 言	(1)
1.1 研究背景	(1)
1.2 国内外研究现状分析	(7)
1.3 研究内容和方法	(12)
1.4 小 结	(13)
第2章 城市规划大气环境效应定量分析技术方法的建立	(14)
2.1 城市规划大气环境效应多尺度数值模拟分析技术	(14)
2.2 城市规划大气环境效应多尺度数值模拟系统的建立	(18)
2.3 城市规划大气环境效应多尺度数值模拟系统的检验	(24)
2.4 小 结	(30)
第3章 城市规划典型要素大气环境效应模拟试验研究	(32)
3.1 城市规划典型要素的选取	(32)
3.2 技术流程	(38)
3.3 城市尺度模拟试验结果分析	(39)
3.4 小区尺度模拟试验结果分析	(59)
3.5 小 结	(65)
第4章 城市规划大气环境效应定量分析技术的应用研究	(67)
4.1 城市尺度大气环境效应定量分析研究	(67)
4.2 小区尺度大气环境效应定量分析研究	(94)
4.3 小 结	(103)
第5章 城市规划方案大气环境效应评估指标研究	(105)
5.1 建立评估指标的基本思路与原则	(105)
5.2 规划方案大气环境效应评估指标的建立	(106)
5.3 规划方案大气环境效应评估指标的应用研究	(112)
5.4 小 结	(126)
第6章 展 望	(127)
参考文献	(129)

第①章 引 言

人类生存与大气密切相关,随着社会经济的发展以及人们对生活环境质量要求的提高,创建良好的人居环境已成为人类社会共同追求的目标。大气环境对于城市及城镇密集地区的人居环境有着十分重要的影响,认识和揭示这些自然界的规律,采取科学的方法合理规划城市,促进城市生态系统的良性循环,减轻恶劣气象条件对城市生产、生活的影响,保持正常的局地气象条件,是城市规划的一项重要任务。因此,在城市规划建设中,必须进一步加强对城市及局地大气环境问题的综合研究,依靠科技进步,实施基于大气环境定量分析的城市规划理念。

1.1 研究背景

1.1.1 城市化与可持续发展

全球进入城市时代

未来的世界被认为是一个城市的世界。在 20 世纪,大都市的光彩璀璨夺目,对国际政治、经济、文化的发展有着重要影响;在 21 世纪,城市居民的数量将首次超过农民,“城市时代”名副其实(吴良镛等,2002)。

发展中国家城市发展势头迅猛,在未来 25 年里,拉美、加勒比海地区、亚洲、非洲的城市人口的比例将翻一番。中国城市化的快速发展越来越受到国际社会的关注,其意义早已超出国界的范围。2000 年 7 月,诺贝尔经济学奖获得者斯蒂格利茨就说过:“中国的城市化与美国的高科技发展将是深刻影响 21 世纪人类发展的两大主题”(吴良镛,2003)。

城市可持续发展——关系人类未来的重大课题

联合国副秘书长、人居署执行主任安娜·卡琼穆罗·蒂贝琼卡博士在南宁开幕的“2005 年城市可持续发展南宁国际会议”开幕式致辞中指出:“城市的可持续发展不仅要强调经济增长和社会进步,也要注重城市质量,包括生态环境、城市风貌、城市文化的逐步提高,要走稳定、协调的城市化发展之路”。

中国的城市化发展要接受可持续发展的理念与行动

改革开放以来,中国城市化也处于快速发展的状态。2000 年我国城市总人口占到了全国总人口的 36.2%(中华人民共和国国家统计局,2001),而 2004 年则达到了 41.8%(中华人民共和国国家统计局,2005),已经明显处于城市化加速阶段。未来 15~20 年内,随着国民经济的持续快速增长,预计 2020 年人口城市化水平将达到 60%以上(陆大道,1999)。中国城市发展必须适应当今世界的三大潮流:其一要适应知识经济时代的要求;其二要参与经济全球化的激烈竞争;其三要接受可持续发展的理念与行动。

中国是一个发展中国家,正处于快速工业化和城市化进程中,中国能否实现国民经济的

可持续发展,具有全球意义。由于我国人口基数庞大,如果城镇化水平提高 10 个百分点,从乡村转移到城镇的人口规模相当于日本的总人口;提高 20 个百分点,就相当于美国的总人口。因此,中国的城镇化能否健康发展,不仅影响中国,而且影响世界。

科学规划——城市可持续发展的关键

可持续发展已经逐步成为当今世界各国的新的发展理念,借鉴世界其他国家的做法,结合中国的经验教训,实现中国城市可持续发展,首先就是要科学编制城市规划,促进资源节约和环境保护。城市规划是指导城市发展、建设和管理的重要依据。在城市规划编制中,要坚持可持续发展的原则,立足资源和环境的承载能力,合理确定城镇发展的空间布局,统筹安排重大基础设施,引导土地集约利用,完善城市综合功能,改善人居环境。

1.1.2 城市化引起的大气环境问题

(1)城市地理环境的复杂性

除了城市地域范围广阔和人口密集的特征外,由于城市化的不断发展,街区、道路、高楼、建筑物群体的结构极其复杂,并对城市大气边界层施加强烈的影响(如图 1.1 所示),如:由于地面和建筑物的拖曳作用使风速减小,湍能增加,迫使风向多变等。

(2)人为活动的影响

城市地区是人类活动最为频繁的区域,在此区域内,人类活动不断地消耗各种能源,如煤,汽油,电力等,并将热量、水汽和污染物不断地释放到城市大气中,对该区域的大气环境造成重大影响。

(3)城市大气环境多尺度特征

城市大气环境问题研究领域广泛,首先城市内单体空气污染源直接造成微尺度和区域尺度的污染物传输,这种污染在特定的气象条件下易于造成严重危害,尤其是在城市大气多尺度环流系统的相互作用下城市点源、线源、面源空气污染等混合扩散,并通过不同时空尺度的化学成分转化及光化学过程,形成污染的时空多尺度分布特征。污染多尺度传输,呈跨境、跨省市地区远、近距离输送。经济发达区域多个城市可构成“城市群”,其污染扩散混合或特大城市之间的综合影响效应,构成区域性大范围污染扩散、混合现象。如酸雨,大量的气溶胶、温室气体进入对流层后,经大尺度环流的动力效应,形成污染物的远距离输送和再扩散。区域及局地尺度污染传输最终也可扩散到城市周边地区,并远距离传输到其他相关区域。另外,城市尺度热岛效应可加剧城市内与郊区周边地区大气污染扩散、混合等过程的相互影响效应(徐祥德等,2002)。因此,在污染严重的大城市上空,城市边界层积聚着各种各样的排放气体,覆盖整个区域,甚至周边连成一片大范围城市群污染覆盖层结构。在大气风温湿特定条件下通常污染物以烟羽的形式被传播到下风方,烟羽范围可以向下游输送数百公里远。

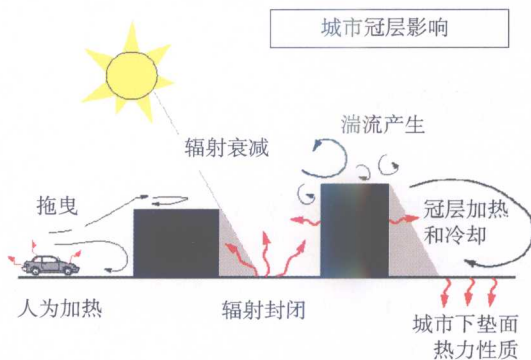


图 1.1 城市对大气边界层的影响

图片来源:Current Status of Urban Modeling in the Community Weather Research and Forecast (WRF) Model. Chen Fei. 2006.

城市局地尺度或微尺度(包括小区尺度的街区污染排放及汽车尾气等气体扩散与街道局地建筑物动力综合效应)与城市区域尺度之间动力、热力相互作用过程,对城市大气污染物的迁移、转化、扩散等各类影响效应是十分显著的(Arnfield A. J., 2003)。

上述多尺度区域性污染特征改变了城市及"城市群"的经济圈形成的局地大气辐射分布特征及其热量平衡,影响了城市边界层及其经济圈的环境气候动力、热力结构时空变化。因此,城市大气多尺度动力学影响及其大气环境物理、化学反应过程使城市大气环境的问题更为复杂。

(4)多圈层相互作用

城市大气环境从本质上反映了城市水-土-气-生介质的多圈层相互作用。城市水-气、土-气及生-气均可通过陆面过程,人为热源,大气干、湿沉积过程,土壤、水体污染物的迁移、转化过程产生相互影响。城市水-土-气-生多圈层相互影响本质上描述了复杂的城市大气动力—物理—化学耦合过程。

1.1.3 城市规划与城市大气环境的关系

1.1.3.1 影响城市大气环境的关键因素

(1)城市下垫面状况

城镇人口的急剧增长和城市规模的不断扩大,改变了城市区域的土地利用结构和气层下垫面特性,使得原有的自然植被或裸露土地被各种各样的建筑物以及大量的沥青、水泥马路所代替,人们的生产和生活极大地改变了城市大气的热力和动力状况,城市工业排放的大量烟尘、气溶胶、颗粒物以及城市道路上汽车尾气和扬尘等对于城市的气温、湿度、能见度、风和降水都有影响,带来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,产生了“城市热岛”、“城市干岛”、“城市浑浊岛”等城市特有的现象,对城市人居环境诸要素等方面产生多方面的影响。

城市下垫面的机械作用是造成城、郊间风速差异的动力原因,它包括城市粗糙度的加大和城市景观对于空气运动造成的障碍,使动能消耗在克服摩擦力上,因此市区风速比空旷的郊区小。在排放量一定的情况下,污染物浓度与风速大小成反比。这表明城区通风能力的降低,亦即大气扩散能力的降低会使大气中污染物浓度成倍地增加。

① 城市热岛及城市热岛环流

随着城市用地的增加和城市建筑的增加,城市热岛是城市用地对气温影响最明显的特征。城市影响气温主要表现在两个方面,一是城市因生活、取暖以及工业化和交通运输等燃烧大量的石化燃料,向大气排放大量的包括二氧化碳、甲烷在内的温室气体和气溶胶,污染大气。这些温室气体排放到大气中之后,通过温室效应使城市温度增加。另一个原因是它的固定建筑物,城市人口众多、高楼林立、道路四通八达,改变了原有的自然下垫面,形成了以混凝土建筑物和柏油路为主的立体下垫面。城市下垫面的不透水性、导热率、热容、反射率以及它的立体性,再加上人为热等因素,都导致城市近地层温度比郊区农村高(徐祥德等, 2002)。

在城市热岛效应的影响下,城区空气受热上升,较冷的空气在地面附近从郊区流向城市,在一定高度上气流由城市流向郊区,因此在城市与郊区之间形成一个闭合的局地环流,称为热岛环流。这很容易促使空气中污染物向市区集聚,使市区污染物浓度增大(曹玉芬

等,1997)。

② 城市干岛

城市下垫面增加影响城市气象的结果进一步表现为“城市干岛”。构成城市景观的厂房、住宅、公共设施、人造路面等具有良好的排水系统,但缺少植物覆盖,蒸发和蒸腾大为减少,使城市空气的水汽含量比郊区少(北京市气象局气候资料室等,1992)。

③ 城市混浊岛

城市是电力、水和化石燃料的消耗中心,同时也成为废弃物和污染物的产生中心,每天向空中排放着大量的二氧化碳和其他大气污染物。当二氧化硫、二氧化氮、一氧化氮等污染物排放到大气中,不仅会形成直接的一次污染,而且在一定的气象条件下,经过大气中发生的化学变化后还会形成二次污染物,如臭氧、硝酸、硫酸类物质等。这些污染物散布在城市上空,形成了城市污染岛,对城市气象环境产生重要的影响。城区大气混浊度大于郊区的现象称为“城市混浊岛”。

(2) 地形地貌

地形地貌特征直接影响大气环流(例如山谷风环流),进而影响城市大气环境。以北京为例,北京的地形呈西北高、东南低,具有特殊的局地环流,很难依靠自然环境来净化空气,这使得污染问题更加突出。从大气环流模拟试验以及典型天气条件下风场和污染扩散模拟结果可以明显看出这一特点——即污染物随着受地形地貌影响而形成的局地环流在整个地区流动并滞留,很难扩散出去,这是与其他城市比最为不同的环境难题。

(3) 城市大气污染源

按污染源存在的形式分为固定源和流动源两类。所谓固定源就是位置和地点固定不变的污染源。主要指工矿企业在生产中排放的大量污染物。冶金、钢铁、建材等工业企业都是对大气环境污染严重的固定源。流动污染源是指交通工具在行驶向大气中排放的有害气体而形成的污染源。

(4) 城市气候特征

根据我国季风气候特点,我国城市规划工作者与气候工作者专门研究了我国城市规划合理布局的气候分区。根据我国各地 1、7 月和年的风向频率玫瑰图,按其相似形状进行了分类,共划分为:季节变化型、主导风向型、双主导风向型、无主导风向型和准静止型五大类型(朱瑞兆等,1992)。城市气候特征,即城市气象条件的长期特征,直接影响城市大气环境状况。

1.1.3.2 城市规划对这些关键因素的影响

城市是一个建筑物林立,生态环境已经次生人工化的环境,城市风速的降低与城市的规模,建筑物的高度和密度,绿地和功能区的布局与规模等因素有关。另外,除了对城市整体气候的影响外,在较小范围内,例如居民小区广场等建筑设施附近的局地气候变化也应引起重视。街道的宽度和走向,街道两侧及附近建筑物布局的形式、高度、间距等会影响街道的通风。城市中无植被的广场空地也会形成特定的微气候。因此,从城市总体规划到各功能区的详细规划,对城市大气环境都将产生一定的影响。

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,很可能会造成难以逆转的严重后果。尽管同时在污染治理上投入了大量资金,最终改进大气环境质量的收效也可能会被抵消。相反,如果在城市发展中合理考虑大气环境条件,科学规划布

局,对于提高城市及各功能区的扩散能力,改善城市大气环境条件,提高市民生活质量,实现良好的人居环境,具有重要的意义。

(1) 污染源的变化

在城市污染源难以实现零排放的条件下,污染源的布局是影响城市大气环境质量的重要因素。城市规划对重要污染源的布局起决策作用。做好城市规划,合理控制污染源(如城市工业区的布局考虑城市主导风向影响、避免城市近郊区工业污染殃及城区),能够将污染源对城市造成的污染减少到最低程度。

(2) 风场的改变

城市规划对城市物质空间的形成有决定性的影响,城市物质空间诸要素(建筑物、绿化、道路、广场、水面等)的布局对城市风向、风速有重要影响,从某种程度上讲改变了城市的风场。

(3) 热岛效应

城市工业和居民的生产和生活释放热量增加;城市地面为建筑物所覆盖,热容大,同时城市地面水域少,相变耗热少,热量大部分以湍流输送方式传给大气层,极大地改变了城区热力状况;城市大气污染物吸收地面长波辐射等,产生热岛效应。热岛效应对城市大气稳定性、风速垂直分布、大气温度结构、混合层高度有重要影响。城市规划影响到城市的产业类型、城市的能源结构和城市的建设方式等,对城市热岛效应的形成将产生较大影响。

1.1.4 科技进步背景下城市规划中大气环境理念的科学实施

随着社会经济的发展以及人们对生活环境质量要求的提高,创建良好的生态环境已成为人类社会共同追求的目标。在实施可持续发展战略、建设生态良好城市的进程中,如何从科学角度深刻认识城市发展以及城市间相互影响的规律,制定合理的城市规划,传统观念和方法正在受到前所未有的挑战。

气象条件对于城市发展、城镇密集地区的大气环境以及人居环境有十分重要的影响。认识和揭示这些自然界的规律,采取科学的方法合理安排城市各项建设布局,避免对自然环境的人为破坏,并促进城市生态系统的良性循环,减轻恶劣气象条件对城市生产、生活的影响保持正常的局地气象条件,是城市规划的一项重要任务。因此,在城镇的规划建设过程中,必须进一步加强对区域及城市气象问题的综合研究,在科技进步背景下对气象、环境与城市规划问题进行重新认识。要从重视地形地貌对污染扩散的影响、重视污染物远距离区域传输扩散的影响、重视控制和减少污染源及其污染总量、重视热岛效应对城市环境质量的综合影响等方面,对环境污染问题加以重新估价,建立良好的城市生态系统(汪光焘,2004)。

1.1.4.1 传统城市规划关于大气环境问题认知层面的反思

气象条件是构成环境状况的主要因素之一,对于城市和城镇密集地区的发展有十分重要的影响。气象因素也一直是城市规划关注的内容。然而随着大气环境科学的发展和人们认知水平的提高,传统的城市规划理念与方法受到愈来愈大的冲击。这主要表现在两方面:

一方面是传统的城市规划理论与方法对气象问题认识的局限性开始突现。在传统的城市规划理论中,关于气象因素对城市建设和城市环境的影响已有所考虑,主要以风玫瑰图和污染系数玫瑰图作为根据进行规划。风玫瑰图和污染系数玫瑰图都是某一确定地点大气在气

象和污染方面的统计特征,是多年的平均状态,这种小范围统计状态的描述和分析与人们日益增长对人居环境的需求产生了很大矛盾。人们生活的时空是具体某个地方某个时间,这是一种随机状态,统计状态无法反映这种随机状态的特点,也减弱了对人居环境的指导意义。在当时的条件和背景下,这种统计方式起到了一定的规划指导作用,具有一定的合理性和客观性。随着城市的发展和科学技术的进步,这种认识和方法出现了局限性,特别是特殊污染气象条件和大气污染状况严重的日数仅占全年日数很小的比例,这在统计分析中是无法反映的,而往往这种污染严重状况会产生对人居环境有较大影响的污染事件。这反映了“统计”与“随机”的矛盾,揭示了传统风玫瑰图的局限性。

另一方面,随着城市规模的扩张,城市功能结构的变化,当今的城市环境污染问题变得更加复杂化,对规划理念与方法提出了更高要求。当前,城市规划的本质已经改变为统筹资源、环境和人口上及建设、发展和保护环境的公共政策属性上来。全面建设小康社会和“以人为本”的发展理念对规划提出新的更高要求,即规划中必须统筹兼顾,协调人居环境与城市综合布局。

1.1.4.2 依靠科技进步实施城市规划中大气环境的科学理念

随着近年来大气科学研究领域的拓展和基于大气物理学、天气学、动力气象学、气候学、大气探测学等研究基础上的各种气象学应用研究快速发展,在城市规划领域对大气环境问题的综合研究开始受到人们的关注,寻求基于大气环境优化的可持续发展城市规划新理论与方法已提上日程。需要从科学的角度重新去认识和研究城市规划和大气的关系,将大气科学的研究成果应用到城市规划中。

与此同时,计算机技术的飞速发展为气象环境数值模拟提供了强有力的支持,使其成为国际上大气环境领域倍受重视、有活力、具备科学性的研究方法。数值模拟技术迅速发展,城市大气多尺度数值模拟水平不断提高,为大气科学与城市规划的学科融合提供了可能。信息技术的发展使数字规划技术成为城市规划编制和管理过程中的重要手段和推动力量。在这种工作环境具备的条件下,如何借助新兴科学技术,在科技进步背景下提升气象与城市规划的契合关系,更为科学、客观、系统的研究城市规划大气环境效应,并对其影响进行定性和定量的评估是目前研究城市规划大气环境问题的热点与前沿。

基于城市规划、大气环境紧密结合的理念,通过确立数学物理模型和数值运算的计算机技术及精细城市信息资料支撑等方面考虑,采用不同尺度气象模式、污染物输送扩散模式、大气环境评估指标体系,建立城市规划大气环境效应评估系统(如图 1.2 所示),不仅可以定量再现历史气象环境信息,而且能够展现未来情况下的分布与变化,刻画出研究对象由大到小,由粗到细的环境信息,掌握从小区、城市、区域及周边地区的大气环境特征,为人居环境的综合评价在规划建设总体布局中提供切实可信的科学依据(汪光焘,2004)。

新的城市规划大气环境理念核心为:在以人为本、建设和谐社会的指导思想下,运用现代信息化技术和数字化定量分析技术,定量分析评估城市规划大气环境效应。

城市规划大气环境定量分析和评估系统的建立,将使传统运用统计分析的手段得到了补充,丰富了城市规划综合评估体系中的技术环节,为更新规划理念、优化规划编制、创建良好人居环境提供了新的技术手段。

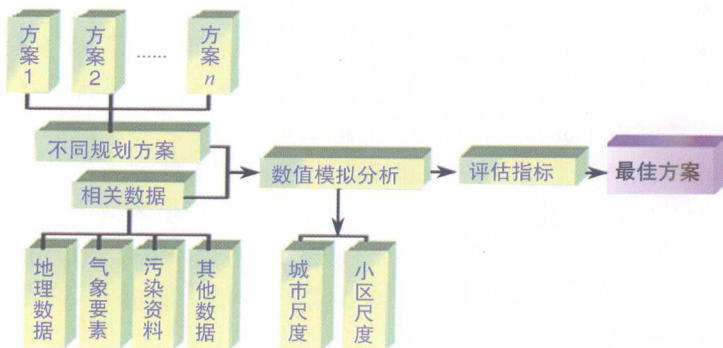


图 1.2 城市规划大气环境评估系统流程图

1.2 国内外研究现状分析

本书研究领域涉及城市气象学、城市边界层和生物气象等研究范畴,是近代气象学、环境学的重要课题之一,也是人居环境研究和可持续发展研究的重要基础。

1.2.1 城市气象学研究

随着城市环境和城市规划建设发展的需要,城市气象条件已日益成为国内外人们关注和研究的课题。

在世界范围内,由世界气象组织、国际生物气象学会及国际建筑与规划联合会共同组成了“城市及建筑气候委员会”常设机构,促进全球性的城市气候研究和交流。该委员会强调,城市气候研究应重点放在应用方面,促进城市合理规划,改善城市居住环境,并且在深入研究基础上,使城市气象条件研究从定性描述提高到更加定量化,以达到可以预测的水平。

在最近二十年,世界各国对城市气象条件研究有了长足的进展,并在城市规划、城市建设、城市能源与交通、城市水资源以及环境保护等方面发挥重要作用。从 20 世纪 90 年代开始,城市气象条件研究在定量化方面迈出重要一步。在气象数值模式基础上,结合生态学、建筑学、计算流体力学等学科的学术成果,发展起了城市气象模式。这类模式将城市中各类建筑物、街道、公园、绿地、广场、水体等不同下垫面对周围环境的影响以及它们综合的气候效应,以数学物理方程表达出来,并通过高速计算机运算,可以得出在各种天气条件下,城市中温度、湿度和风向风速的空间分布。

世界各国特别是面临城市化快速进程的发展中国家,都非常重视城市气象研究。例如,墨西哥政府投资 450 万美元与美国政府合作,在上世纪(90 年代初)开展了墨西哥城空气质量研究计划。美国方面也支持能源部洛斯阿拉莫斯(Los Alamos)国立实验室 450 万美元投入此项研究。研究表明,墨城空气质量与城市气象条件状态密切关联。在上世纪 90 年代中期墨西哥政府继续与美国能源部合作,开展墨城城市气象条件研究,为城市改造措施提供依据,目的是改善该城的气象条件和大气环境质量;德国政府规定,凡新上的具有一定规模的市政建设项目,必须事先由设在各州的工程事务所,对其竣工以后将对气象条件产生的影响进行评估,从而选择最佳方案,达到改善城市气象条件,避免因局地条件改变而导致城

市气象条件改变的目的。

我国城市气象研究起步较晚,从 1982 年第一次中国城市气象学术会议以来发展较快,各地学者对城市气象及其应用的研究,显示了极大的热情。其领域涉及:(1)城市化对气象要素的影响;(2)有关新技术和新手段的应用,如:数值模拟和风洞试验等;(3)城市应用气象领域研究,如:城市气象条件与城市规划、建筑设计、空气污染等方面作了一些理论研究。

伴随着经济的发展,城市化进程也在加速,对城市气象环境的诸多方面产生影响。根据北京气象资料分析,近 20 多年来,城市气象条件发生了明显改变,“城市热岛效应”、“城市混浊岛”、“城市干岛”等现象日趋明显,从而造成城市的大气污染、雷电、高温闷热等气象灾害日益严重。

城市发展同城市气象环境的关系如图 1.3 所示(李慧等,1995)。框图概括总结了城市发展过程中改变了城市气象环境的现状,这个现状又会反过来影响城市可持续发展。

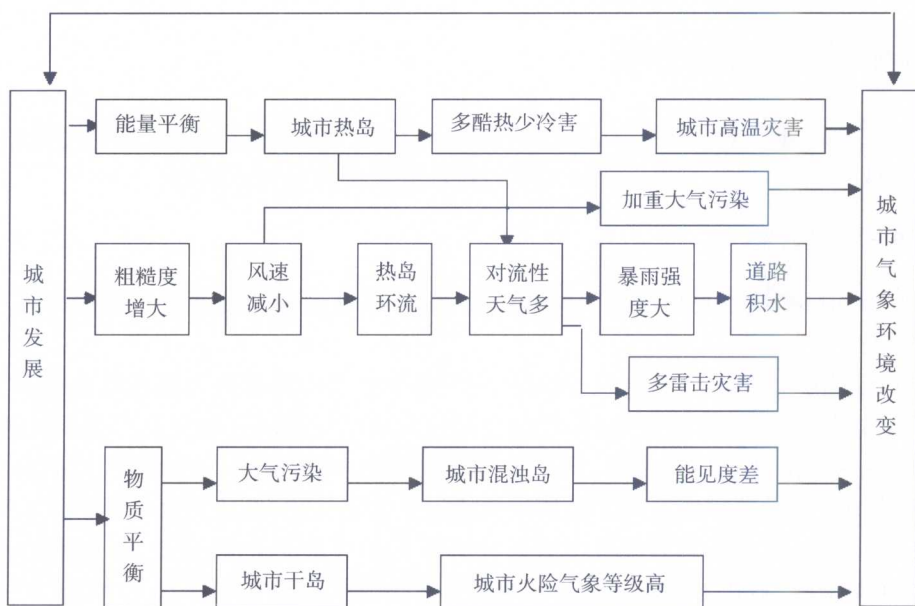


图 1.3 城市发展对城市气象环境影响示意图

运用数值模拟等新技术和新手段对城市气象环境的研究工作也在积极展开。例如:运用区域边界层模式对北京市的气象环境进行的模拟研究(徐敏,蒋维楣等,2002)、运用不同的数值模式对复杂城市下垫面气象环境特征进行模拟(周晔,蒋维楣等,2001)(张宁,蒋维楣等,2002)等。此外,已有一些工作开始研究植被覆盖对城市气象环境的影响(陈燕,蒋维楣等,2005)。

1.2.2 城市边界层研究

国际上,为了一些紧迫的任务和目的(如国家安全、城市改造),开展了一些城市建设与大气环境关系研究。其中颇具代表性的是最新公布的两项计划:

一项是英国 Reading 大学等联合实施的城市气象计划(UWERN 2004),它是欧盟城市