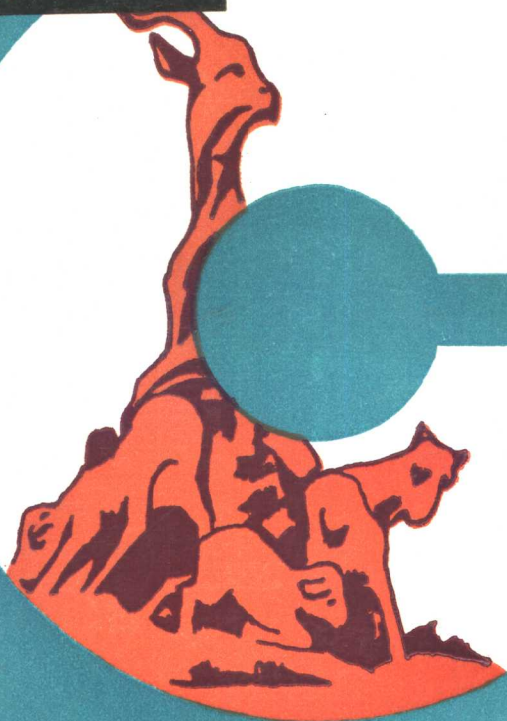


中国城市气候丛书

黄增明等 编著



广州城市气候



气象出版社

《中国城市气候丛书》

广州城市气候

黄增明 梁建茵 编著
吴艳标 万齐林

气象出版社

(京)新登字 046 号

内 容 提 要

本书是《中国城市气候丛书》之一。较全面、系统地论述了广州城市气候特征。内容包括:广州城市热岛,广州温度、湿度、降水、风、辐射和热量平衡等气候特征,广州大气质量、酸雨和城市气候与城市建设等应用气候问题并介绍了数值气候模式在城市气候研究中的应用情况。

本书资料丰富,图文并茂,从各个角度总结了广州城市气候研究的成果,可为广州城市规划与环境保护提供科学依据,可供国民经济建设和规划部门人员和对广州城市气候有兴趣的人士参考阅读。

广州城市气候

黄增明 梁建勋 编著
吴艳标 万齐林

责任编辑:陈云峰 终审:周诗健

封面设计:牛涛 责任技编:都平 责任校对:刘祥玉

气象出版社 出版

(北京市海淀区白石桥路 46 号 100081)

* * *

中国科技信息研究所印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

开本: 850×1168 1/32 印张: 5.25 字数: 124千字

1994年4月第一版 1994年1月第一次印刷

印数: 1—1200 定价: 5.70元

ISBN 7-5029-1568-0 P·0649

《中国城市气候丛书》

序

世界上已有三分之一以上的人口生活在城镇或城市，到本世纪末将可能达到三分之二。某些发达的资本主义国家现在已有80%以上的人口居住于城市。由于城市中的建筑面积不断扩大以及生活生产活动中排放大量的废气、废液、废渣和燃烧时放出的人为热等，因此无可置疑地人类改变了下垫面环境，从而对气候有很大的影响。所谓城市气候，就是在区域气候的背景上，由城市环境的气候效应而形成的独特气候。

随着城市环境和城市建设规划发展的需要，随着气候变化研究的需要，城市气候已日益成为国内外人们关注和研究的课题，特别是近二三十年来它的发展相当迅速。

国际上早在1959年就成立了“城市与建筑气候学研究小组”。1977年在比利时首都布鲁塞尔开会时，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组成“城市及建筑气候常设委员会”，每三年举办一次讨论会。1985年12月第9次气候委员会对城市气候及其应用又作了若干决议。如决议认为需要考虑把气候与人类居住区的生活、经济和环境生态等方面联系起来，应当促进气候在土地利用、城市化和建设中的合理利用。关于城市气候研究工作，委员会认为，应努力推进热带城市气候工作，最终把重点放在应用方面，同时，在此基础上，城市气候从定性描述转而更物理化、定量化、最终达到能够预测。

世界气候计划(WCP)中的世界气候应用计划(WCAP)，其中包括有城市气候研究计划。世界气象组织(WMO)的气候委员会(CCI)也成立有城市与建筑气候小组。为了宣传城市气候的重要性，WCP和WMO合作出版了“气候、城市化和人类”

一书。

我国的城市气候研究工作起步较晚，中国地理学会于1982年9月在厦门召开了全国第一次城市气候学术会议，会上共交流了48篇文章，涉及20多个城市。会后出版了《城市气候与城市规划》论文集，收集了25篇论文。中国气象学会和地理学会联合于1986年4月在桂林召开了第二次全国城市气候会议，有57名代表与会宣读了55篇论文，基本反映了我国城市气候研究的现状和动向。

随着我国经济建设的蓬勃发展，在工业化步伐加快的过程中，城市不断扩建和新建，由城市化引起的气候变化已日益受到人们的关注，人类发展的进程与城市化的进程密切相关。因此，城市气候的研究具有重大的实用价值和重要的理论意义。

近年来，我国城市气候研究工作蓬勃开展，并且取得了很大成绩。城市气候研究的不断深入，使它在城市建设、城市规划、城市能源、城市水资源及环境保护等方面起着越来越重要的作用。

有鉴于此，我们决定组织编写一套《中国城市气候丛书》。它将及时总结我们城市气候的研究成果，并通过图书的媒介将成果推向社会，为国民经济各部门提供必要的资料和决策依据，充分发挥科学技术是第一生产力的作用。另一方面，《中国城市气候丛书》的出版也必将促进城市气候研究工作更深入广泛地开展。

1991年6月由气象出版社召集了《中国城市气候丛书》编写会议，正式成立了《丛书》编委会，决定由中国气象科学研究院朱瑞兆研究员为《丛书》主编，《丛书》各分卷的主编(1人)为编委会委员。同时讨论了《丛书》各分卷的写作提纲以及整个编写工作的进展。会议认为，我国幅员辽阔，气候多变，从长远观念出发，至少直辖市、省会、自治区首府等城市都能参加《丛书》的编写。为此，编写会决定《丛书》将分辑出版，每8—10

个城市为一辑，第一、第二辑将尽快出版，以便推动以后的编写工作。同时，也热忱地欢迎一些还没有参加《丛书》编写有城市能加入这一行列，与我们联系，以便列入以后各辑的出版计划中，使这套《丛书》能够更全面地反映我国的城市气候的研究成果和进展。

《中国城市气候丛书》

编审委员会

1991.10

《中国城市气候丛书》编委会名单

主 编	朱瑞兆			
副主编	周诗健	张家诚	顾庭敏	钱林清
编 委	陈 松	韩玺山	陈榛妹	李兆元
	周陆生	王远忠	王长根	黄增明
	许朝斋	赵明明	潘小凡	赵家俊
	史定珊	朱诗武	顾庭敏	钱林清
	薛 桁	汤锁坤	朱祥康	洪 光
秘 书	陈云锋	殷 钰		

前 言

城市是人类活动最集中、对自然和生态环境改变最明显的地方，全世界将近有 50% 左右的人口生活工作在城市里，人类为生存、繁衍、生产、生活进行了大量的改造自然的工作，使得城市的自然环境和生态环境发生了深刻的变化。城市气候研究对城市规划、城市生态环境保护等有重要意义。

近十几年来国内外城市气候研究有了长足的进步，不仅在观测上和理论上揭示了城市的气候效应（如热岛现象、大气污染、风速减小等），而且还利用已有成果，为城市规划、建筑设计、环境保护和改善等方面做了大量的富有实效的工作。这些成果使人们深刻地了解人类如何影响气候和气候条件对人类活动的反作用以及人类如何适应气候条件的改变。

广州市是我国南方最大的城市，它位于亚热带季风区。近年来城市建设飞速发展，人口急剧增加，环保问题日益突出，因此广州城市气候的研究提到了工作日程上来。

70 年代中后期国内外科学界重视全球气候变化问题的研究，注意到人类活动既受气候的制约又反过来对气候产生深远广泛的影响。其中城市化导致的热岛等现象是普遍关注的问题之一，这也引起了我们的重视和兴趣。我们在 80 年代初即组织了广州城市气候综合观测，以后陆续参加了有关单位关于城市生态、大气污染等科研协作。近 10 年来广州地区许多科研单位与高等院校也从事过多方面的研究，积累了相当丰富的资料。1987 年我们参加了朱瑞兆主持的国家气象局气候基金项目《中国不同气候区域城市气候变化规律的研究》的协作，对广州城市气候做了进一步研究。《广州城市气候》就是在此基础上较系统地总结

了近年来的科研成果，集中论述了城市气候中人们关注的问题，如热岛，城市对降水、湿度、温度、风、雾、能见度、辐射和热量平衡的影响，城市应用气候（大气污染、城市规划）等。

本书原稿由黄增明、梁建茵、吴艳标等撰写。现按照《中国气候丛书》编写提纲的要求作了较大的修改和补充。这方面的工作主要是梁建茵完成的。全书共分为八章，其中绪论由黄增明执笔，第二至第六章由梁建茵执笔，第七章数值模式在城市气候研究中的应用是新增加的内容，由万齐林执笔，第八章由吴艳标执笔。黄增明对全稿进行了校阅和修改。

本书的面世有赖于广州中学地理学会、广州市防疫站以及有关布点观测单位在观测方面的大力协作；袁裕琴、袁惠琼、吴开嘉、刘宗锦等同志的在观测和资料整理过程中的辛勤劳动；广州同行的工作成果以及广东省气象局、广东省气候资料中心、广州热带气象研究所的大力支持，在此一并表示衷心感谢。

城市气候研究是一项艰巨复杂的工作，因经费等客观原因的限制，使我们开展广州城市气候研究的广度和深度受到影响。由于编著者水平和时间有限，不足或不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编著者

1992.11.19

目 录

前 言

第一章 绪论	(1)
第二章 广州城市热岛	(6)
第一节 城市气温水平分布	(6)
第二节 城市热岛强度特征	(10)
第三节 影响广州城市热岛的因素	(15)
第三章 广州的气温	(20)
第一节 气温的变化	(20)
第二节 城市逆温	(25)
第三节 绿化对广州城市气温的影响	(32)
第四章 广州城市降水及湿度	(40)
第一节 城市降水	(40)
第二节 湿度	(50)
第三节 雾和能见度	(53)
第五章 广州城市风场	(60)
第一节 地面风场	(61)
第二节 低空风场	(68)
第六章 广州城市辐射和热量平衡	(78)
第一节 辐射平衡	(78)
第二节 地表热量平衡	(87)
第三节 城市对辐射和热量平衡的影响	(91)
第七章 广州城市气候数值模式研究	(96)
第八章 广州城市应用气候	(116)
第一节 空气质量和大气污染	(116)
第二节 酸雨	(126)

第三节	城市气候与城市建设	(133)
第四节	城市气候与人体健康和舒适	(136)
第五节	利用自然改善城市气候环境	(142)
第六节	城市主要灾害及其防治对策和建议	(147)

Contents

Preface

I. Introduction	(1)
II. Guangzhou Urban Heat Island	(6)
1. Horizontal distribution of urban air temperature	·· (6)
2. Characteristics in the intensity of urban heat island	(10)
3. Factors influencing the urban heat island of Guangzhou	(15)
III. Air Temperature of Guangzhou City	(20)
1. Air temperature change	(20)
2. Urban inverse temperature	(25)
3. Effects of afforestation on urban air temperature	·· (32)
IV. Urban Precipitation and Humidity of Guangzhou	(40)
1. Urban precipitation	(40)
2. Humidity	(50)
3. Fog and visibility	(53)
V. Urban Wind Field of Guangzhou	(60)
1. Surface wind field	(61)
2. Low-level wind field	(68)
VI. Radiation and Heat Balance in Guangzhou City	(78)
1. Radiation budget	(78)
2. Heat balance on the ground surface	(87)
3. Effects of urban development on radiation and heat balance	(91)
VII. Numerical Simulation Research on Urban Climate of Guangzhou	(96)
VIII. Urban Applied Climatology of Guangzhou City	(116)

1. Air quality and air pollution	(116)
2. Acid rain	(126)
3. Urban climate and urban construction	(133)
4. Urban climate and people health and comfort	(136)
5. Improvement of urban climatic environment utilizing natural conditions	(142)
6. Major meteorological disasters in Guangzhou city and their prevention strategies	(147)

第一章 绪 论

广州位于东经 $112^{\circ}57'$ 至 $114^{\circ}35'$ ，北纬 $22^{\circ}36'$ 至 $24^{\circ}4'$ ，为祖国的南大门。优越的地理位置与自然环境，使广州既是历史文化名城，又是迅速发展中的全方位开放的现代化大都市。

广州是广东省会，地处广东省中部、珠江三角洲北缘，南面是广阔平坦、肥沃富饶的珠江三角洲冲积平原，经此与深圳、珠海这两个经济特区相连；东南面为黄埔港，港阔水深，可停泊巨轮，是联系东南亚和西亚的海上最短航线。广州为京广、广深、广湛等铁路的交会点，同时也是华南地区民用航空中心，与全国各地和海外联系极为密切。江海直达，水陆空运交会，优越的地理位置使其成为华南的政治、经济、文化中心与交通枢纽，我国对外贸易、国际交往、科技交流的重要口岸之一。

广州在距今四五千年前的新石器时代，已有人类从事渔猎和农业生产。广州古有羊城、穗城之称，乃源于五仙骑羊降临、赠谷穗予当地人民的神话。据史料记载，广州建城始于公元前 214 年（秦朝），以当时南海郡尉之名而称“任嚣城”。秦汉之际南越王赵佗将之扩建，称“赵佗城”。广州之名约始于公元 226 年（东汉末年）。唐宋时期外商多集中于广州贸易，成为世界著名大港。元代，广州作为全国第一大港的地位虽被福建泉州所代替，但其海外交通与贸易依然在发展。明清时期，广州仍然长期是全国唯一的通商口岸。近代和现代的广州还是中国革命的策源地。现在是综合改革试验区广东省的中心城市。

远古时代广州一带是南海边的溺谷湾，六千年前仍是一片浅海，以后海湾逐渐被沉积物淤浅，珠江流域三大河流的西江、东江、北江在此汇流出海，不仅广州一带成为陆地，珠江三角洲亦

由此不断往南延伸。至今盈盈的珠江如玉带横贯广州市区，江面宽约 180 米。广州距海已有一百多公里。

广州城最初兴建的地点，据考证为今天的中山四路至北京路一带，现在仍为繁华的市中心。史载赵佗城周长十里。随着陆地面积的扩大，特别是社会经济的发展，广州城区在不断拓宽。元朝时来华旅行的意大利人鄂多立克，在其所著《东游录》中，称广州“是一个比威尼斯大三倍的城市”，“整个意大利都没有这个城市的船舶多”。其后，宋、明、清三代广州城都有较大规模的扩建，本世纪初期的城市轮廓基本上维持到解放前夕。建国后广州城市建设进展巨大，而出现举世瞩目的新面貌却是在十一届三中全会以来的最近十多年。现市中心区面积约 100 多平方公里。

广州市区现分为八个区（图 2.1）。城区主要在珠江北岸的荔湾区、越秀区和东山区。随着城市的发展，城区向南、向东、向北扩展迅速。过去基本上属于市郊的天河区、白云区、芳村区和海珠区，一簇簇新式建筑群相继拔地而起。市中心区 20 多层的高楼已数不胜数，现在最高的是座落于环市路的 63 层的广东国际大厦。离市区较远的黄埔区，亦随广州市经济技术开发区的建立而面貌焕然一新。旧城区逐步成片地改造，新城区连片地兴建，使广州成为繁华美丽的综合性城市。过去只有海珠桥连接南北两区，现已新修了人民大桥、广州大桥、海印大桥，使南北更紧密地联系起来。多条宽敞的环城或东西、南北向交通干线，以及高架路、立交桥，大大增添了城市的活力。广州市政建设，除了重视不同职能区的合理布局外，也极重视生态环境的改善和保护。市中心区已初步实现“无黑烟区”的目标。

广州有花城之誉，四季常青，繁花似锦。现有公园 20 处，绿化面积达 6000 多公顷，全市区平均绿化覆盖率 22.56%，其中以越秀区的绿化覆盖率最大，达 26.3%；全市区人均公共区绿地为 3.8 米²，其中天河区人均公共绿地最多，达 27.90 米²。市郊的低山丘陵也逐渐披上了绿装。如今广州已成为花园般城

市，到处都呈现亚热带的自然风光，瑰丽舒心的湖光山色，如诗如画的建筑布局，处处步换景移，美不胜收。

经过四十年来的建设，广州市已从解放前的消费城市变为以轻纺工业为主体，重工业有一定基础，门类比较齐全，设备技术较为先进的工业城市。轻工业产品不仅在华南地区和国内占有重要的位置，有些名牌产品如电冰箱、洗衣机等还远销海外，进入国际市场。广州新兴的电子、食品和已有的冶金、矿产、机电、造船、化工等工业企业，均在不断地完善和提高，并有着光明的前景。广州市经济技术开发区已在市郊黄埔高速度兴建，它将成为技术密集型的经济区，成为引进和学习外国先进科技和管理的窗口。自改革开放以来，国民经济出现了持续、协调发展的新局面。1989年社会总产值496.42亿元，比上年增长35%，国内生产总值（按现行价格计算，以下相同）235.53亿元，比上年增长42.7%，其中第一、二、三产业产值分别占国内生产总值的3.66%、45.3%和51.03%，第三产业的发展速度居国内领先地位。1989年市区有工业企业2945个，总产值达339.9亿元，其中大、中型企业248个，产值占总产值65.65%。

随着农业经济体制的改革，广州市郊县新调整了农业布局，农、林、牧、副、渔业并举，油料、甘蔗、水果、塘鱼、蔬菜、花卉等经济作物有了新的发展，奶牛场、养猪场、机械化养鸡场如雨后春笋般出现，逐步成为广州市的副食生产、轻工原料和出口商品基地。

城市与经济的发展使广州城区发生日新月异的变化，但人口剧增，住房、交通、能源环境等老大难问题仍相当严重。现广州市区人口已达365万，比5年前增加了23万。据1987年资料，市中心区人口密度约4.35万人/平方公里，其中越秀区达5.51万人/平方公里，有些街道（如清平街）竟高达14.81万人/平方公里。广州的流动人口亦颇惊人，日平均流动人口达120万，全年旅客到发量及公共交通客运量达8—9亿人次。本市机

动车辆及外地进城车辆近 50 万辆，市区车流密度超过 240 辆/公里，最大路口车流量达 2.6 万辆/日。虽然扩宽马路，修筑高架路，但市区交通依然拥挤，上下班高峰时刻车辆堵塞现象严重。广州城区污染问题也很突出，据环保部门估计，广州市每年污染物排放量大致是：工业废气 1.64 亿立方米，烟尘 3.9 万吨，粉尘 2.32 万吨，废渣 200 万吨。经强化监督管理和大力综合治理，“三废”处理能力不断提高，环境质量逐年改善。

本市地貌环境特征是丘陵和平原广布，地势基本上为自东北向西南倾斜。丘陵主要分布在东北部，其中以海拔 250—500 米的高丘陵为主，大致呈东北—西南向延伸，海拔 250 米以下的低丘陵，多分布在高丘陵的外围，尤以东部比较集中，这些丘陵的连片分布，有利于防护林带建设的布局。

平原主要分布在西部和南部。西部为流溪河冲积平原，总的地势平坦，但其间亦分布有东北—西南走向经过分割的砂页岩台地；南部为河海合力淤积平原，总的地势低平，珠江河网纵横，但在珠江南北两岸亦分布着东北—西南走向，经过分割的上白垩系红色岩系台地。

本市区的地带性植被为亚热带季风常绿阔叶林，理应森林茂密，植被结构比较复杂，具有较高的调节生态环境能力。但由于种种原因，使季风常绿阔叶林植被环境遭受严重破坏，绝大部分为针叶林、栽培植被和农作物等所代替。据调查统计，现有林地 49.90 万亩，占总土地面积 23.04%；疏林地 1.72 万亩，占 0.79%，灌木林地 0.53 万亩，占 0.24%；未成林地 2.66 万亩，占 1.23%，苗圃地 0.16 万亩，占 0.07%；无林地 3.13 万亩，占 1.45%。

广州大气候环境较优越。由于地处低纬（北回归线经过北郊），濒临南海，本地属于亚热带季风海洋性气候，温暖、多雨、湿润。年平均气温 21.8℃，最热月（7 月）平均气温 28.4℃，最冷月（1 月）平均气温 13.3℃，气温年较差 15.1℃，