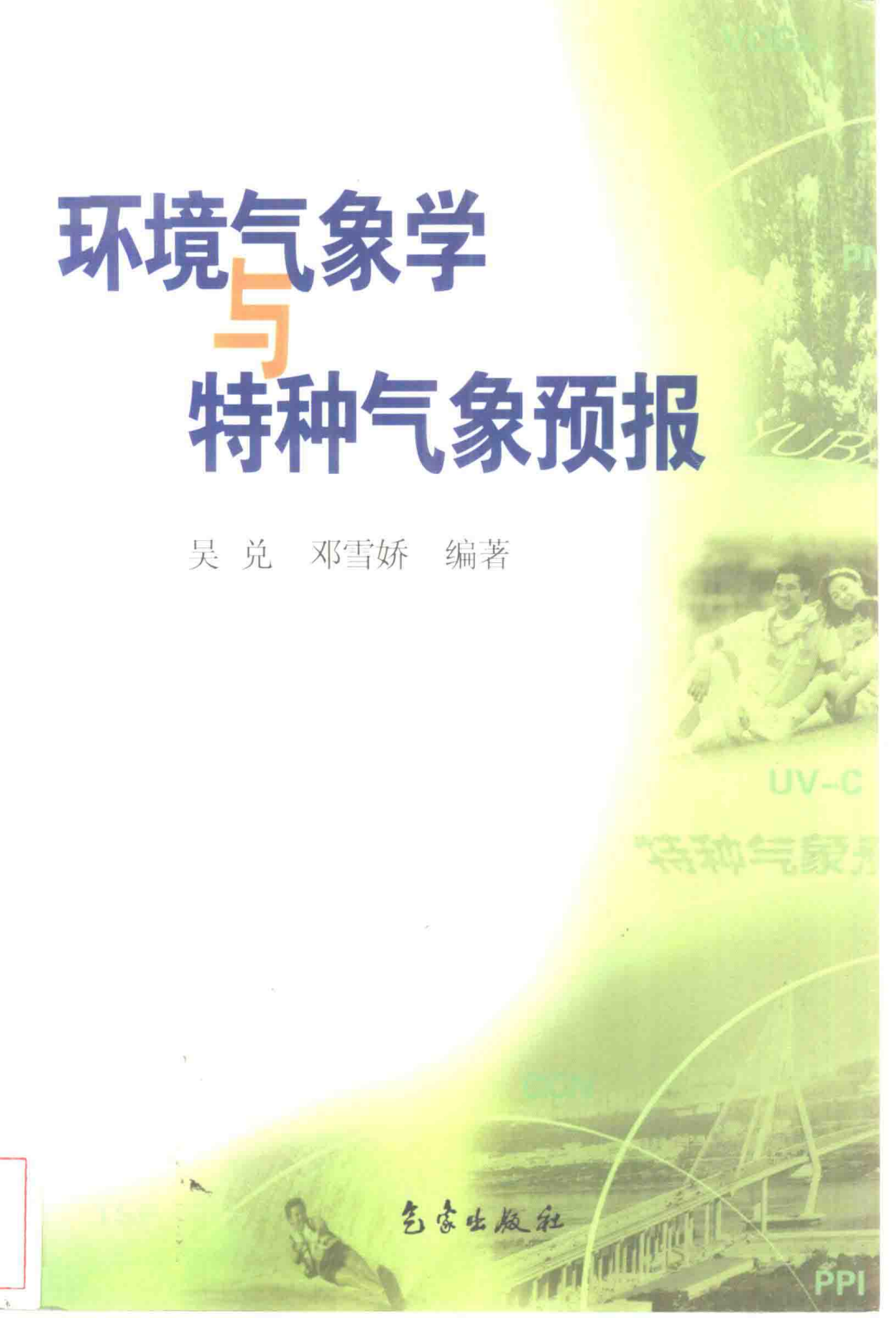


环境气象学 与 特种气象预报

吴 兑 邓雪娇 编著

气象出版社



环境气象学 与特种气象预报

吴 兑 邓雪娇 编著

气象出版社

内容提要

本书介绍了城市环境气象特点及城市特种气象预报服务的内容,论述了各种气象条件对人类生活和健康的影响,介绍了旅游气象及其特种气候预测方法。还介绍了大气污染与边界层气象的内容和空气质量预报的几种方法。此外也谈到了人工影响天气活动中的环境问题。

本书内容翔实,资料可靠,实用性较强,可供环境保护工作者,气象工作者、医疗保健工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境气象学与特种气象预报/吴兑 等编著. —北京:
气象出版社, 2001. 2 ISBN 7-5029-3099-X

I. 环… II. 吴… III. ①环境气象学 ②城市环境-气象预报
IV. ①X16 ②P457

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 12902 号

环境气象学与特种气象预报

吴兑 邓雪娇 编著

责任编辑:李太宇 张婉佩 终审:纪乃晋

封面设计:曾金星 责任校对:袁信轩

气象出版社出版

(北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码:100081)

北京市宏远兴旺印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

2001 年 4 月第一版 2001 年 4 月第一次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:12.875 字数:350 千字

印数:1~3000

ISBN 7-5029-3099-X/P·1093

定价:28.00 元

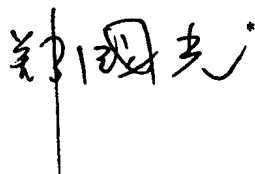
序

随着气象科学技术的迅猛发展，应用气象领域得到了极大的拓宽。环境气象的诞生与发展就是其中的典型代表。

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化，直接受到气象因子的影响。在社会经济快速发展、人民生活水平不断提高的今天，人们对生活质量的要求与日俱增，不仅追求物质生活条件的改善，而且对大气环境、人体健康、交通安全、假日旅游等文化生活条件提出了更高的要求。近年来，各地气象部门抓住机遇，适应需求，加强研究，全面规划，从城市环境气象监测、预报服务入手，大力开拓新的服务领域，努力为提高城市人民的生活质量提供丰富多彩的环境气象服务，特别是国务院在中国气象局机构改革“三定”方案中，明确了中国气象局“管理全国城市环境气象预报”的职能。开展环境气象服务已成为气象部门义不容辞的重要职责。

环境气象作为一门新兴气象科技与服务领域，其发展不仅需要在实践中积极探索和积累经验，而且迫切需要加强理论方面的研究，从而进一步指导环境气象实践活动。尤其是环境气象作为一门发展中的学科，更需要对其理论与实践进行及时归纳，明确其内涵与范畴，阐述其基本原理和内在规律，从而更好地服务于环境气象科技工作者。吴兑、邓雪娇二人合著的《环境气象学与特种气象预报》一书，正是满足了这一客观迫切需求，在环境气象理论与实践的结合点上，在当前环境气象科技发展的焦点与热点上，比较系统地总结了环境气象有关过程，并使其在理论上得到表现和反映。这部著作既是作者辛勤劳动的成果，也是我国首部环境气象学专著，对促进我国环境气象科技发展具有十分重要的现实意义。

同其它学科一样，环境气象学科需要在理论与实践的相互作用中不断发展与完善，需要广大气象科技工作者用辛勤劳动与汗水对其进行精心培育。可以相信，在本书的引领下，在不远的将来，会有更多、更好的环境气象学专著面世，为环境气象学科发展作出新贡献。

A handwritten signature in black ink, reading '郑国光' (Zheng Guoguang). The signature is written in a cursive style with a vertical line extending downwards from the middle character.

2000 年 12 月

* 郑国光，教授，现为中国气象局副局长

前言

近几年来,随着气象科技服务领域的不断拓宽和气象科技服务水平的不断提高,城市环境气象与特种气象预报服务应运而生,在短时间内得到了快速的发展,这是因为伴随着社会进步和经济发展,气象与人们的生产和生活关系越来越密切,特别是城市经济的发展,对气象服务提出了许多新需求,使得城市环境气象与特种气象预报服务成为气象业务为公众服务的新的增长点。

环境气象学的范畴应该包括哪些内容,意见并不一致,但其内容片段地出现在理论性很强的大气物理学与大气化学专著的有关章节中,也能在实用性较强的应用气候学著作中找到,或散见于各类期刊文献与手册中,以及其它有关材料中。近来,作者有意收集关于环境气象方面的素材,并不断思考环境气象学所包含的内容,将这些想法写成一篇报告,并应邀在广东省气象学会4年一次的学术交流会上做了特邀报告。承蒙中山大学地球与环境科学学院范绍佳副院长的建议,又在气象出版社的鼓励与支持下,开始撰写《环境气象学与特种气象预报》一书,希望能为从事环境气象工作的业务人员提供一本通俗易懂的,操作性强的,力求能有实用价值的技术读物,因而在收集素材与写作过程中,注重解决实际问题。比如人体舒适度预报的调查统计订正一段,虽然十分简单,但也是地市级气象台站预报员经常提出的问题,故而也提供了一种可操作的思路。在写作过程中,尽可能回避繁琐的理论推导,注重把概念交代清楚,并能提供实用的预报预测方法,书中除使用了收集的关于环境气象方面和特种气象预报方面的文献素材外,还将作者近20年来有关大气气溶胶、雨水化学成分、云和降水物理、雾与能见度、边界层特征的研究成果,以及近两年来从事特种气象预报的一些经验和体会收入书中。

本书共分六章，第一章概述了环境气象学的学科特点及其研究内容；第二章介绍了城市环境气象特点及其城市特种气象预报与城市特种气候预测服务的内容；第三章论述了生活与健康气象学概述、人体热环境、环境污染对人体的影响、以及特种气候预测和特种气象预报的内容；第四章介绍了旅游气象及其特种气候预测；第五章介绍大气污染与边界层气象的内容和空气质量预报的几种方法；第六章谈到人工影响天气活动中的环境问题。另外，原计划还有产业气象与工程气象两章，其内容也应属于环境气象学的范畴，但近期见到章澄昌教授所著《产业工程气象学》一书，内容翔实，既有学术价值又有实用意义，故而本书未收入这方面的内容，请有需要的读者直接阅读《产业工程气象学》一书。

至于哪些内容应归入哪一章，比如紫外线辐射强度预报可以放在“城市气象”中，也可以放在“生活与健康气象”中，又可以放在“旅游气象”中，按照作者的理解安排，并考虑到各章的平衡，可能不完全恰当。

在本书的编写过程中，得到毛节泰教授、秦瑜教授、章澄昌教授的热情指导，并曾得到湖北省气象科学研究所涂松柏所长、张东风工程师、云南省气象科学研究所王建彬所长、上海市气象科学研究所邵得民高级工程师、北京市气象科学研究所李慧所长、吕伟民高级工程师、孙庭凯工程师、天津市气象科学研究所边海所长、解以扬副所长、辽宁省气象科学研究所宫福久副所长、白乐生副所长、河北省专业气象台张书余台长、安徽省气象科学研究所张爱民副所长的大力帮助，在此致以衷心的感谢。此外，本书引用了同行中在环境气象、特种气候预测与特种气象预报方法研究方面的先行者们的研究成果与经验总结，除个别文献外，文献截止期大致在 2000 年 5 月，并列出了参考文献，在此向文献作者致以衷心的感谢。

本书的第一、三、四、六章及第二章的第 4、11 节由吴兑执笔；第五章及第二章的第 1、2、3、5、6、7、8、9、10、12 节

由邓雪娇执笔。全书由吴兑校订。

由于作者学术水平所限，本书的内容难免以偏盖全，亦会有失当之处，尤其是环境气象学、特种气候预测与特种气象预报等学科，在我国尚处于初步发展阶段，公开发表的研究成果甚少，文献收集颇难，因而诚请从事环境气象、特种气候预测与特种气象预报的同行们批评指正。

作者

2001 年 2 月

于广州梅花村

目 录

序

前言

第一章 绪论	(1)
1.1 环境	(1)
1.2 生态系统	(2)
1.3 大气环境	(3)
1.4 环境气象学	(7)
1.5 特种气候预测与特种气象预报	(9)
参考文献	(10)
第二章 城市气象及其特种气象预报	(11)
2.1 城市环境气象的特点	(11)
2.1.1 城市发展	(11)
2.1.2 城市效应	(12)
2.1.3 城市新生的环境问题	(14)
2.2 城市热岛(干岛、浑浊岛)效应	(15)
2.2.1 城市热岛	(15)
2.2.2 城市热岛的危害	(17)
2.2.3 如何降低热岛效应	(17)
2.2.4 城市干岛	(19)
2.2.5 城市浑浊岛	(20)
2.3 城市发展对风的影响	(20)
2.3.1 城市高层建筑	(21)
2.3.2 城市风	(21)
2.3.3 街道风	(21)
2.3.4 峡谷效应和城市急流	(22)

2.3.5	城市汽车风	(22)
2.4	城市、高速公路、航空港、海港雾与能见度的预报	(23)
2.4.1	雾的物理特征和化学成分	(25)
2.4.2	雾生成与消散的物理过程	(31)
2.4.3	雾与能见度的观测	(32)
2.4.4	高速公路雾与能见度预报	(44)
2.4.5	航空港雾与能见度预报	(60)
2.4.6	海港、航道雾与能见度预报	(63)
2.4.7	城市雾与能见度预报	(64)
2.5	城市雷电灾害及其预报	(66)
2.5.1	雷电现象	(66)
2.5.2	雷电危害	(68)
2.5.3	雷电预防	(71)
2.5.4	雷电预报	(76)
2.6	城市火险及其预报	(76)
2.6.1	城市火险隐患多	(76)
2.6.2	城市火灾与气象条件	(77)
2.6.3	城市火险气象预报	(82)
2.7	城市噪声污染	(86)
2.7.1	噪声概述	(86)
2.7.2	环境噪声的主要特征	(88)
2.7.3	噪声源及其分类	(88)
2.7.4	噪声的影响	(89)
2.7.5	噪声的限值标准	(90)
2.8	城市噪光污染及其预防	(92)
2.8.1	噪光污染的产生	(92)
2.8.2	白亮污染	(93)
2.8.3	人工白昼污染	(95)

2.8.4	彩光污染	(95)
2.8.5	噪光污染对眼睛的影响	(96)
2.8.6	噪光污染的预防	(97)
2.9	城市电磁辐射污染及其防治	(97)
2.9.1	电磁辐射源	(97)
2.9.2	电磁辐射的作用方式	(98)
2.9.3	电磁辐射的危害	(99)
2.9.4	家居型电磁辐射	(100)
2.9.5	电磁辐射防治	(102)
2.10	城市酸雨及其防治	(104)
2.10.1	酸雨定义及其危害	(104)
2.10.2	我国酸雨概况	(105)
2.10.3	影响降水酸度的主要过程	(112)
2.10.4	酸雨的防治	(113)
2.11	沿海城市海盐粒子污染及其预测	(113)
2.12	其它城市生活特种气象预报服务	(118)
2.12.1	江苏省城市气象服务系统	(120)
2.12.2	啤酒销售与气象预报服务	(121)
2.12.3	汽水销售与气象预报服务	(122)
2.12.4	高温与供电	(122)
2.12.5	城市供水与气象	(123)
2.12.6	气象服务与供暖节能	(124)
2.12.7	气象因素与建筑施工	(124)
2.12.8	天气预报与水库防洪调度	(125)
2.12.9	城市交通事故与气象条件	(127)
2.12.10	中药材储藏与气象条件	(128)
2.12.11	气象条件与金属腐蚀	(129)
2.12.12	气象与体育	(131)
2.12.13	钓鱼与气象	(134)

参考文献	(135)
第三章 生活与健康气象及其特种气象预报	(146)
3.1 生活与健康气象学概述	(146)
3.2 气象因素对人体的影响	(148)
3.2.1 大气环境变化与人体的适应	(148)
3.2.2 气象要素作用于人体的途径	(149)
3.2.3 人体热环境	(152)
3.3 大气污染物对人体健康的影响	(154)
3.3.1 气态污染物及其对人类健康的影响	(155)
3.3.2 无机气溶胶及其对人类健康的影响	(157)
3.3.3 有机气溶胶及其对人类健康的影响	(159)
3.3.4 放射性气溶胶及其对人类健康的影响	(161)
3.4 人体舒适度预报	(162)
3.4.1 人体舒适度的含义	(162)
3.4.2 生物气温指标	(163)
3.4.3 体感温度	(164)
3.4.4 不舒适指数	(167)
3.4.5 炎热指数	(170)
3.4.6 寒冷指数	(174)
3.4.7 皮肤相对湿度	(175)
3.4.8 实感温度	(176)
3.4.9 体感指数	(179)
3.4.10 湿冷天气标准	(179)
3.4.11 冷度	(180)
3.4.12 感觉温度与气温的线性回归	(180)
3.4.13 夏季暑热指数	(181)
3.4.14 卡他温度表	(182)
3.4.15 湿黑球温度	(182)
3.4.16 体表温度	(183)

3.4.17	着装厚度气象指数预报	(184)
3.4.18	我国北方冬季采暖期人体舒适度预报	(188)
3.4.19	人体舒适度预报结果的订正	(189)
3.5	紫外线辐射预报	(191)
3.5.1	紫外线的生物效应	(192)
3.5.2	紫外辐射增加对人类的影响	(198)
3.5.3	紫外线的观测	(204)
3.5.4	紫外线指数预报	(212)
3.6	生物气溶胶浓度监测与预报	(224)
3.6.1	真菌与花粉过敏症	(225)
3.6.2	真菌浓度监测	(228)
3.6.3	真菌浓度预报	(230)
3.6.4	花粉浓度监测	(231)
3.6.5	花粉浓度预报	(233)
3.7	气象疾病及其预报	(235)
3.7.1	气象官能症	(235)
3.7.2	中暑	(237)
3.7.3	焚风病	(240)
3.7.4	冻僵、冻伤与冻疮	(242)
3.7.5	高原适应不全症	(244)
3.7.6	感冒与流行性感冒	(245)
3.7.7	支气管哮喘	(248)
3.7.8	慢性支气管炎	(249)
3.7.9	高血压与冠心病(心肌梗塞)	(250)
3.7.10	脑中风	(252)
3.7.11	风湿病(关节炎)	(254)
3.7.12	急性传染病	(255)
3.7.13	抑郁症	(256)
3.7.14	眼病	(256)

3.7.15 皮肤病	(257)
参考文献	(258)
第四章 旅游气象及其特种气象预报	(264)
4.1 旅游气候指数	(264)
4.2 海滨旅游气象条件	(267)
4.3 森林旅游气象条件	(269)
4.4 沙漠旅游气象条件	(270)
4.5 高山、高原旅游气象条件	(272)
4.6 草原旅游气象条件	(275)
4.7 洞穴旅游气象条件	(276)
参考文献	(277)
第五章 大气污染与空气质量预报	(278)
5.1 大气污染概述	(278)
5.1.1 清洁大气	(278)
5.1.2 大气污染及其发展	(279)
5.1.3 大气污染物分类及来源	(281)
5.1.4 大气污染有关的概念	(283)
5.1.5 大气污染的危害与影响	(285)
5.1.6 大气污染的防治与控制	(286)
5.1.7 大气污染的基本研究方法	(287)
5.2 大气污染物散布的主要影响因子	(288)
5.2.1 大气边界层	(289)
5.2.2 风和湍流输送	(290)
5.2.3 气温与大气的垂直稳定度	(292)
5.2.4 辐射和云	(296)
5.2.5 湿度	(297)
5.2.6 下垫面条件	(297)
5.2.7 大气中污染物的沉降及其它作用	(297)
5.3 大气边界层污染物扩散的理论	(297)

5.3.1	大气边界层有关的概念	(297)
5.3.2	大气边界层理论发展	(310)
5.3.3	湍流扩散的统计理论	(312)
5.3.4	湍流扩散的相似理论	(313)
5.3.5	湍流扩散的梯度输送理论 (K 理论)	(314)
5.4	空气污染气象条件预报与空气质量预报	(315)
5.4.1	基本概念	(315)
5.4.2	国外概况	(318)
5.4.3	国内概况	(319)
5.4.4	大气平流扩散的箱格预报模型与污染 指数预报	(325)
5.4.5	珠江三角洲城市群污染指数预报的 模式方法	(329)
5.4.6	上海城市空气质量预报业务系统	(334)
5.4.7	辽宁省污染预报业务系统	(340)
5.4.8	武汉市污染预报方法	(345)
5.4.9	福州市污染浓度预报	(346)
5.4.10	南昌市空气洁净指数预报系统	(348)
5.4.11	北京城区空气污染浓度长期预测	(349)
5.4.12	吉林市 SO ₂ 浓度预报简介	(350)
5.5	大气环境影响评价	(351)
5.5.1	环境影响评价的一些基本概念	(351)
5.5.2	环境影响评价的发展	(355)
5.5.3	环境评价特别关注的几个领域	(360)
5.5.4	大气环境影响评价	(367)
	参考文献	(379)
第六章	人工影响天气中的环境问题	(384)
6.1	人类活动对天气气候的无意识影响	(384)
6.1.1	温室气体与大气气溶胶引起的气候 变化问题	(384)

6.1.2	臭氧层损耗	(386)
6.1.3	酸沉降	(387)
6.1.4	城市化对大气的无意识影响	(390)
6.2	人工影响天气活动对大气环境的影响	(391)
6.2.1	播云活动对云雨重新分布的影响	(391)
6.2.2	催化剂对环境的影响	(392)
	参考文献	(394)

1 绪 论

1.1 环 境

人类和一切生物都不可能脱离环境而生存，每时每刻都生活在环境之中，并且不断地受到各种外界环境的影响。人类自诞生以来，就开始同周围环境打交道，从周围环境中获取生存必需品，在试图改善环境的同时，也无意识地在破坏着环境。环境是一个极其复杂的自然综合体，一切生物都要适应环境而生存，人类不但要适应环境，而且还要利用、支配和改造环境。研究环境气象学的问题，首先应对环境的基本概念有所了解。

人类的自然环境指环绕在我们周围的各种自然因素的总和。人类和一切生物都生活在地球的表层，这个有生物生存的地球表层称为生物圈。生物圈的范围涉及约 11 km 厚的地壳和约 15 km 以下的大气层，其间有空气、水、土壤和岩石，为生命活动提供了必要的物质条件。人类的环境是由大气圈、水圈、岩石圈和生物圈所共同组成的。从地球开始形成到四个圈的逐一出现，经历了极其漫长的历史岁月。其中大气圈在行星地球形成之初主要由氢和氦组成，其次是甲烷、水汽等，称为原始大气；到了大约 45 亿年以前，地球大气演化成以二氧化碳、甲烷、氨、水汽等为主的次生大气，与今天的金星大气与火星大气有相似之处；大约到了 38 亿年以前，地球上诞生了生命，生物圈的出现使大气中的二氧化碳、甲烷含量减少，而使氮气和氧气的比重增加，这一进程在大约 4 亿年前由于陆地绿色植物的出现而明显加快，进而形成了现代大气。