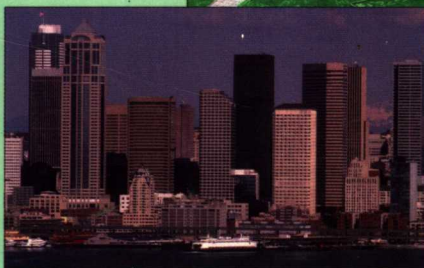


城市环境气象 预报技术

张书余◇编著



● 气象出版社

城市环境气象预报技术

张书余 编著

气象出版社

内容简介

城市环境气象预报技术是生态、环境和气象等学科交叉发展起来的一门实用技术。全书共分八章，系统地总结了城市生态环境、大气环境化学、城市大气环境微生物及城市环境气象的研究成果，并较详细地介绍了城市环境气象指数、医疗气象及空气污染质量预报的方法。

本书适用于从事专业气象预报的工作者阅读，亦可供大中专院校有关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市环境气象预报技术/张书余编著. —北京: 气象出版社, 2002.5

ISBN 7-5029-3340-9

I. 城… II. 张… III. 城市环境: 大气环境—气象预报—技术 IV. X16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 019889 号

城市环境气象预报技术

张书余 编著

责任编辑: 俞卫平 终审: 周诗健

封面设计: 曹琦 责任技编: 吴庭芳 责任校对: 王红

气象出版社 出版

(北京市中关村南大街 46 号 邮编 100081)

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

开本: 787×1092 1/16 印张: 15 字数 390 千字

2002 年 5 月第一版 2002 年 5 月第一次印刷

印数: 1~1000

ISBN 7-5029-3340-9/P·1176

定价: 35.00 元

序

城市环境气象预报技术是气象应用科学中一门新技术，目前发展方兴未艾。科学技术特别是信息技术的进步以及地球科学各学科的交叉与渗透，气象业务服务的内涵和外延已发生了深刻变化。气候变化对国家利益和环境的影响越来越显著，人民生活质量的提高对气象业务服务和环境提出了更多、更深层次的需求。社会发展、环境保护也对气象服务提出了越来越高的需求。特别是全球气候变化问题，已成为影响和制约可持续发展的重要因素，有关气候变化的对策研究已上升为政治、外交、经济和社会等关系国家利益的重大问题。为确保我国在气候与环境领域的竞争优势，促进我国经济的可持续发展，为政府科学决策提供依据，开展与气候相关的大气环境科学技术的研究与开发是非常必要的。

地球科学的各分支学科都在利用其丰富的资料、已有的成果和高新技术各自发展，积极拓展学科领域，同时，它们的发展日益突出学科的交叉和融合。大气科学本身对气候及其变化的认识已由传统的天气的统计平均发展为综合考虑大气圈、水圈、生物圈、冰雪圈和岩石圈等圈层之间以及与人类活动相互作用的气候系统。由此，在地球科学走向综合发展的趋势下，拓展气象业务服务领域必然成为学科建设和发展的要求，拓展发展空间已成为气象行业可持续发展的重大课题。

该书以与时俱进的观念，根据国际、国内大气科学研究的态势，以及中国社会发展的状况与人民群众对环境气象的需求，较为系统全面地阐述了城市环境气象的内涵、任务及业务预报方法，具有极大的科学和实用价值，它的出版将进一步推动我国城市环境气象预报工作的深入发展，使我国城市环境气象预报技术的普及上一个新台阶。

秦大河

2024年4月5日

* 秦大河为中国气象局局长

目 录

第一章 总 论	(1)
§ 1.1 生物气象学	(1)
§ 1.2 生物圈研究	(2)
§ 1.3 空气微生物研究发展	(8)
§ 1.4 环境医学研究	(9)
§ 1.5 大气环境污染的研究与发展	(13)
§ 1.6 环境气象预报技术研究与发展	(15)
第二章 城市生态环境	(16)
§ 2.1 城市生态环境问题	(16)
§ 2.2 城市生态环境特征	(19)
§ 2.3 城市绿化的生态环境效应	(20)
§ 2.4 城市地貌的环境效应	(26)
§ 2.5 城市形态的热效应	(38)
第三章 大气环境化学	(42)
§ 3.1 资料采集建站	(42)
§ 3.2 采集项目	(43)
§ 3.3 资料内容及格式	(48)
§ 3.4 大气污染物质排放计算	(50)
§ 3.5 大气环境化学的基本特征	(61)
§ 3.6 环境主要污染物的转化	(64)
§ 3.7 大气主要化学污染物致病机理	(76)
第四章 城市大气环境微生物	(82)
§ 4.1 大气微生物污染	(83)
§ 4.2 大气微生物气溶胶的生长、传播与衰亡	(88)
§ 4.3 大气微生物感染	(93)
第五章 城市环境气象	(96)
§ 5.1 城市热岛效应	(96)
§ 5.2 沙尘天气	(99)
§ 5.3 风向、风速	(101)
§ 5.4 降水对空气污染的影响	(104)
§ 5.5 大气稳定度	(105)
§ 5.6 城市大气环境污染现状和机理研究	(106)

第六章 城市环境气象指数预报	(118)
§ 6.1 空气污染指数	(118)
§ 6.2 紫外线指数	(120)
§ 6.3 舒适度指数	(124)
§ 6.4 感冒指数	(126)
§ 6.5 中暑指数	(126)
§ 6.6 穿衣指数	(127)
§ 6.7 啤酒、饮料、雪糕(冰淇淋)气象指数	(128)
§ 6.8 水泥混凝土施工冻害指数	(130)
§ 6.9 城市火险等级指数	(131)
§ 6.10 空调销售指数	(138)
§ 6.11 游泳气象指数预报	(140)
§ 6.12 花粉浓度预报	(142)
§ 6.13 商场客流量指数	(145)
§ 6.14 霉变指数	(146)
§ 6.15 蔬菜运输气象指数	(147)
第七章 医疗气象预报	(149)
§ 7.1 医疗气象预报概论	(149)
§ 7.2 气象条件对人体生理机能的影响	(151)
§ 7.3 天气变化对植物神经系统的影响	(153)
§ 7.4 气温对人体的生理影响	(154)
§ 7.5 空气离子的生物效应	(158)
§ 7.6 湿度、风对人体舒适感的影响	(159)
§ 7.7 大气污染对健康的影响	(161)
§ 7.8 气象疾病	(167)
§ 7.9 医疗气象预报	(176)
第八章 空气污染质量预报	(184)
§ 8.1 空气污染质量数值预报方法	(184)
§ 8.2 空气污染质量统计预报方法	(202)
§ 8.3 用气象条件定性预报大气污染	(209)
附件一 环境空气质量标准	(214)
附件二 锅炉大气污染物排放规定	(216)
附件三 大气污染物安全排放有关标准	(218)

第一章 总 论

环境气象是研究大气圈、水圈、岩石圈和生物圈之间相互作用以及人类活动引起的大气变化、污染（包括有机物、无机物、微生物等污染）、辐射等对所有生物（动、植物）、各种设施及国民经济影响的学科。随着这些研究的进展，在国内外逐步形成了各种门类的学科分支，分别是生物气象学、医疗气象学、环境医学、大气化学、大气污染气象学及相应的预报基础学科。

§ 1.1 生物气象学

生物气象学是研究地球及地球外大气及小气候的物理、化学或理化环境对生活的机体（植物、动物及人类）的直接或间接影响的学科。生物气象学过去也称为生物气候学，目前有个别拉丁语系国家如法国、罗马尼亚仍沿用生物气候学。生物气象学包括植物生物气象学、动物生物气象学、人类生物气象学、宇宙空间生物气象学、古生物气象学。

几千年来，我国人民在生产实践中，就发现植物、动物及人类与天时有密切关系。战国时代《荀子》就谈到：“春耕、夏耘、秋收、冬藏，四者不失时，故五谷不绝，而百姓有余食也”。北魏《齐民要术》有“顺天时，量地利，则用力少而成功多，任情返道，老而无获”。这些是古人对气象与植物种植、生长、发育及收获的认识。直到 20 世纪 30 年代有关生物气象学的研究才逐渐多了起来。1955 年 Tromp 博士在荷兰建立了生物气象研究中心。同年，Tromp 博士发起成立了国际生物气象学会，并获得国际上从事这门学科的 100 多位科学家的支持，于 1956 年 8 月 29~31 日在巴黎的联合国教科文组织总部举行了国际生物气象座谈会。会议将学会名称命名为国际生物气候及生物气象学会。1961 年在绝大部分会员的建议下又改为国际生物气象学会，并一直沿用至今。国际生物气象学会从 1957 年开始每隔 3 年举行一次会员大会进行学术交流，至今已举行了 14 次。历次会议分别在奥地利、英、法、美、瑞士、荷兰、以色列、德国、日本、加拿大等国家召开（其中美国举行了两次）。1956 年 Tromp 主编了生物气象及生物气候杂志。1960 年第 5 卷后，改由瑞士的 Weihe 博士主编。1982 年由英国的 Gloyne 博士担任主编，1994 年已出版了 38 卷。此外，从 1976 年起还出版了国际生物气象学会公报。1980 年 Tromp 主编了《生物气象学概览》（*Biometeorology Survey*）一书。涵盖了生物气象学多年的研究成果。

我国的生物气象研究起始于 50 年代，它没有形成独立的学科，研究工作分别在农业气象学、植物生态学、畜牧气象学、动物生态学、人类生物气象学等各相近学科中开展。1958 年在南京召开了第一次农业气象学术会议，提出了气象条件对农作物的影响。1964 年在苏州召开了第二次会议，交流了研究成果，提出了依据农作物的生物气象条件做好气候区划的必要性。1972 年由中国医学科学院召开了第一次全国医疗气象研究座谈会，标志着我国医疗气象研究已有了一个良好的基础。随着人工气候室的建立和发展，进行了气象环境因子对农作物生物内在生理机制影响的微观研究。80 年代以后开展了土壤—植物—大气系统的试验研究，在人工控制和模拟环境条件下，深入研究农业植物群体中物质与能量的交换、传输过程以及光合作用、 CO_2 收支等机制规律。冯秀藻对杂交水稻气象条件、高亮之对水稻气候生态、江爱良对橡胶、柑橘寒害与地形小气候关系所做的研究。90 年代随着我国航天事业

的发展,载动物和植物种子的宇宙飞行,空间宇宙生物气象学也有了初步进展。

生物气象学研究的内容涉及面很广,主要分为十个方面:冷、热对人与动物的影响;高度对人与动物的影响;天气、气候对人类健康及疾病的影响;天气、气候对动物的影响;天气、气候对植物的影响;建筑、城市及宇宙生物气象学;自然条件下电、磁场及电磁场生物效应;离子化空气及带电气溶胶的物理、生物及治疗效应;环境对生物(人、动物和植物)节奏及周期现象的研究。

生物气象学是生物学的一个分科。它和形态学、生理学、分类学、遗传学、进化论、生物发生学、分子生物学等学科都是生物学的基础分科。这些学科所研究的都是所有生物共同的基本生命现象。它们之间有密切的关系。如果把生物学当作一块蛋糕作水平和垂直切法,切成的水平小片,可以代表上述生物科学各基础学科。而垂直切法则按系统分类,可将生物科学分为动物学、植物学、细菌学、真菌学、昆虫学、鱼类学、鸟类学、兽类学等分类学科。因此,在所有基础分科中,生物气象学与生理学、形态学、遗传学、进化论及生物分类学关系较为密切,特别是生理学和形态学。要对他们进行研究,必须对他们生物气象环境进行正确和完整的研究与分析,才能回答人类、动物及植物的进化,才能适应自然环境趋利避害,使物种进一步发展。

随着现代科学技术的发展和大气科学、生物科学、植物学、动物学、医学以及相关学科、相关科学技术手段的发展,生物气象学的研究范围不断扩大,研究手段与服务水平不断提高,学科的理论基础不断深入,研究方法也更向复合系统与数值模拟方向发展。生物气象学作为实验科学,将进一步改进监测和实验手段,在更多有控制的条件下,获取更准确、更广泛的科学数据,通过建立动态模拟研究模式,进行更加深入的量化研究,从而更深刻地揭示大气、土壤物理环境、气象条件和人类、动物、植物之间的关系。生物气象学与气候系统、大气科学、环境科学及植物(动物)生态学等将有更密切的结合。为生态系统的可持续发展,作出积极的科技贡献。

§ 1.2 生物圈研究

生物圈计划是 1983 年由国际科学理事会(ICSU)单独组织并提出,经过可行性论证和计划制定阶段,于 1991 年正式实施。目标是描述和了解控制地球系统及其演化的相互作用的物理、化学和生物过程,以及人类活动在其中所起的作用。其中心目标是为定量地评估整个地球的生物化学循环和预测全球环境变化建立科学基础。其应用目标是增强人类对未来几十年至百年尺度上重大全球变化的预测能力,为国家级的资源管理、环境战略,即“环境与发展”问题的决策服务。生物圈计划确定了 8 个核心计划和 2 个支撑计划。

1.2.1 国际全球大气化学研究

1988 年 11 月由国际气象学和大气物理学协会(IAMAP)的大气化学和全球污染委员会(ICAGP)制定了国际全球大气化学研究(IGAC)计划,其总目标是观测、认识全球大气化学现在的变化(如降水酸度增加、平流层臭氧减少、微量气体增加引起的温室效应增强以及氧化力增加引起的生物变化),预测其下世纪的变化,特别是那些影响大气的氧化能力、影响气候以及影响大气化学与生物圈相互作用的变化。其具体目标是“推进对决定大气化学成分的基本化学过程的认识;认识大气化学组成与生物过程和气候过程之间的关系;预测自

然力和人为活动对大气化学组成的影响；为保护生物圈和气候提供必要的知识”。为了达到上述目标，IGAC 在全球分布和长期变化趋势、地表交换过程、气相化学反应、多相过程以及模拟对流层化学系统及其与海洋和陆地系统相互作用的区域模式、全球模式等方面进行观测和研究。该计划的区域研究重点是海洋大气、热带大气、极区与北半球中高纬度地区。IGAC 包括以下 7 个重点研究领域：

(1) 海洋大气的自然变化和人为扰动，包括北大西洋地区研究；海洋气体排放、大气化学和气候；东亚-北太平洋区域研究等三个课题。

(2) 热带大气化学的自然变化和人为扰动，包括从“热带地区生物圈和大气痕量气体交换”、“重要生物地球化学痕量气体的沉降”、“生物物质燃烧对全球大气和生物的影响”、“稻田耕作与痕量气体交换”四个方面来研究热带大气及人为活动引起的变化。

(3) 极区在大气化学组成变化中的作用，其目标是了解极区对流层化学在全球变化中的作用，建立大气化学成分与冰川雪冰化学成分之间的关系，提供有关资料，包括“北极日出实验”、“北极气体和气溶胶取样计划”、“南极对流层和雪化学”、“格陵兰冰川化学研究”。

(4) 北半球北方地区在生物圈-大气圈相互作用中的作用，其目标是研究作为痕量气体的源和汇的北半球北方地区的作用及控制这些痕量气体通量的生态系统的动力学，内容包括“作为痕量气体源和汇的高纬度生态系统”和“北方湿地研究”。

(5) 中纬度（北半球温带地区）生态系统中的痕量气体通量，包括研究“中纬度生态系统与光化学氧化物”（重点在北美、欧洲、东亚地区）和“中纬度陆地生态系统与大气的痕量气体交换”。

(6) 大气成分的全球分布、转化、变化趋势与模拟，包括“全球对流层臭氧网络”、“全球大气化学测量”、“全球对流层 CO_2 网络”、“多相大气化学”、“全球排放表编制”、“全球综合与模拟”。

(7) IGAC 的支撑活动，即大气化学和全球变化的教育；通讯联络（IGAC 通讯）；相互标定和相互比较。

1.2.2 全球海洋通量研究

全球海洋通量联合研究 (JGOFS) 的主要目的是从全球尺度研究和了解控制海洋中碳及有关生物成因元素通量变化的各种过程，估计其与大气、海底和陆架三者间的交换以及海洋对大气中 CO_2 的吸收、储存和转移能力，预测大气中 CO_2 含量的发展趋势，以有助于气候和生物资源研究。

该研究于 1990 年 3 月正式确定并开始实施，JGOFS 有两个目标：

(1) 在全球尺度上确定和了解海洋中控制碳及相关生物元素通量随时间变化的过程，估计它们与大气、海底和大陆边界间的交换量。具体内容包括：①描述与海洋碳系统有关的关键生物地球化学过程的现代地理分布和速率，作为预测该系统内变化的必要条件；②确定海洋中控制碳随海洋、海水混合、扩散和颗粒下沉而运移的因素；③确定海洋碳系统对季节性到 10 年尺度变化产生的物理和化学作用的响应；④估计海洋边界处的交换量，包括海气交换、海底的交换（与底栖生物群落的交换和与埋藏沉积物的交换）以及在大陆边缘处的交换。

(2) 发展在全球尺度上预测海洋生物地球化学过程对人的扰动，尤其是与气候变化有关扰动的响应的能力。具体内容包括：①确定海洋在减缓大气中人为造成的 CO_2 以及其他

影响气候的气体的浓度增加中的作用；②发展海洋的物理和生物地球化学耦合模式，以检验和改进我们理解和预测与气候有关的变化能力；③在自然季节性和事件规模变化性的基础上，制定监测与气候变化有关的海洋生物地球化学循环的长期变化的策略；④研究晚第四纪古海洋学记录，确定海洋环流、古有机物生产率与大气 CO_2 含量间的关系，以帮助对未来与 CO_2 有关的气候变化的预测。

JGOFS 提出了以下研究内容：

(1) 开展若干过程研究以阐明控制全球海洋中各个部分碳循环的机理。

(2) 运用遥感、海洋调查船等开展大尺度全球断面调查，以及在关键地点开展长时间序列观测计划，以改进对生物地球化学过程变化性的基本描述。

(3) 开展模式研究，识别关键过程和变量，将观测到的参数引入盆地尺度或全球尺度研究中，以及预测海洋的未来状况。

(4) 在深水和大陆架沉积物中采集地球化学样品，研究过去的气候记录。

(5) 建立国际数据档案，以便有效地利用 JGOFS 观测研究期间获得的大量高质量数据。

1.2.3 过去的全球变化研究

过去的全球变化研究 (PAGES) 于1991年3月开始实施。通过对历史资料和自然记录如发现于树木年轮、湖泊和海洋沉积物、珊瑚、冰芯中的自然信息的研究，以及借助于有效的现代物理、化学分析技术，使我们有能力恢复遥远的过去地面温度的变化、大气和海洋化学、火山事件和植被分布，其时间分辨率有时高到能辨别局部或区域环境中的季节性变化。这些信息对我们现在认识全球系统的耦合性极有帮助。同时也提供了能够用于校正数十至数百年时间尺度气候和环境变化模式的数据。

为达到以上目的，计划集中研究两个时间阶段。

时间阶段 I 将集中研究最近 2000 年的地球历史，这段时间是人类对地球影响最大的时期，同时也是人类历史资料与自然记录中对信息记载存在着重要重叠的时期。对这段时间（包括小冰期及其前面的温暖时期如所谓的“中世纪温暖期”）的气候和环境变化的深入了解，将为预测未来 50~100 年地球系统的区域至全球尺度的变化速率提供极有价值的参考资料。时间阶段 I 的目标是重建距今 2000 年这段时间内全球气候和环境变化的详细历史，其时间分辨率至少为 10 年尺度，在理想的情况下，应达到年际尺度或季节尺度。

时间阶段 II 将集中研究晚第四纪的最后几十万年的冰期-间冰期旋回，主要是要理解引起冰期-间冰期变化的动力学，包括大气化学、海洋环流和生物群的作用，从而阐明控制地球系统对气候驱动力的响应的各组成部分间的相互反馈。目的是要弄清在冰期和间冰期期间地球系统变化的原因和地球系统的功能；积累从温暖期向寒冷期和从寒冷期向温暖期转变的时机和特点的资料；以及确定不时打断这些时期的突然变化及其间转变的原因和特点。时间阶段 II 的目标是重建整个冰期旋回气候和环境变化的历史，以深化我们对引起全球气候变化的自然过程的认识。

1.2.4 全球变化与陆地生态系统的研究

全球变化与陆地生态系统的研究 (GCTE) 计划的目标是预测气候、大气成分、土地利用的变化对陆地生态系统包括农业系统和生产森林系统的影响；确定这些影响将如何对大气和物理气候系统产生反馈。

GCTE 计划的主要研究内容包括:

(1) 生态系统生理学: ①增加的 CO_2 的效应; ②生物地球化学方面的变化; ③植被的变化对水和能量通量的影响; ④综合研究内容(全球变化条件下生态系统生理学的综合模式; 陆地生态系统中的碳储库与碳通量)。

(2) 生态系统结构的变化: ①局地尺度动力学; ②局地至区域尺度的模式; ③关于元素循环和气候反馈的区域至全球尺度植被变化模式。

(3) 全球变化对农业和林业的影响: ①全球变化对主要农作物种类的影响; ②害虫、疾病和杂草的变化; ③全球变化对土壤的影响; ④多种(复杂)农业系统的综合实验和模拟计划。

(4) 全球变化与生态复杂性: ①生物多样性和生态复杂性对生态系统功能的影响; ②全球变化对生物多样性和生态复杂性的综合影响; ③全球变化对孤立种群变化性的影响后果。

1.2.5 水循环的生物学研究

陆面的生态-水文过程的基础知识对评估气候变化对淡水资源的影响以及人类的直接压力对生物圈的影响、进而评估它们对地球的可居住性的影响是十分必要的。决定自然和人为经营的生态系统生产率的淡水资源的可利用性已日益成为可持续发展的最重要决定因素之一。而降雨的形式在时空上变化极大, 沙漠和雨林有时仅仅相隔一山之遥。大的干旱和洪水常常周期性地破坏大片地区。在全球变暖的情况下降雨状况的区域变化很可能比其它气候特征(如年平均温度)的变化的直接后果具有更大的生态和社会经济重要性。水循环的生物学研究(BAHC)计划的实施将提供对陆面过程以及植被与水文循环的大陆部分相互作用的过程的深入了解。

BAHC 计划的两个目标是: 通过野外测量, 确定水文循环的生物圈控制, 发展从植被的小块到大气环流模式(GCM)网格单元时空尺度上的土壤-植被-大气系统中能量和水的通量模式; 建立能被用于描述生物圈与地球物理系统间相互作用、以及能被用于验证这类相互作用模拟结果的适当数据库。

BAHC 计划的主要研究内容有 4 个方面:

(1) 发展和验证一维土壤-植被-大气传输(SVAT)模式: ①验证 SVAT 模式—能量、水和碳通量的野外研究; ②选择、评价和改进研究局地尺度通量的恰当 SVATs 模式—模拟研究活动; ③为应用 SVAT 模式确定世界范围内植被的功能类型; ④运用 SVAT 模式分析未来的全球变化对不同的生物群落类型和气候中的水文过程的影响。

(2) 陆面特征和通量的区域尺度研究—实验、解释和模拟: ①研究从局地到区域尺度上陆面的不均匀性和地形对陆地-大气相互作用影响; ②优先设计和协调区域尺度的陆面实验, 以研究植被、大气和水文过程; ③为区域尺度陆面过程发展一般性的参数化方案。

(3) 生物圈—水圈相互作用的多样性—时间和空间变化性: ①时间尺度上的综合研究; ②土壤、养分和碳的水载运移; ③描述陆面的特征以评价和模拟地面数据缺乏的地区。

(4) 天气发生器计划(Weather Generator Project): ①生态和水文研究及相关的管理目标和数据的需求; ②发展天气发生器; ③促进对天气发生器和数据库的使用。

1.2.6 海岸带陆地-海洋相互作用研究

海岸带陆地-海洋相互作用研究(LOICZ)计划于 1993 年 9 月开始实施, LOICZ 计划的

目标是:

(1) 在全球和区域尺度上确定: ①海岸带陆地、海洋和大气间的物质通量; ②海岸系统传输和储集颗粒物质和溶解物质的能力; ③外力条件的变化对海岸生态系统的结构和功能的影响。

(2) 确定土地利用、气候、海平面和人类活动的变化是如何改变海岸带颗粒物质的通量和保存的, 以及如何影响海岸的地貌动力学。

(3) 确定海岸系统的变化(包括对变化着的陆地和海洋有机质和养分输入量的响应过程的变化)将如何改变全球的碳循环和大气痕量气体的成分。

(4) 评估海岸系统对全球变化的响应将如何影响人类在海岸环境的居住和对海岸环境的利用, 进一步发展综合管理海岸环境的科学和社会经济基础。

LOICZ 计划的主要研究内容是:

(1) 外力或边界条件的变化对海岸通量的影响: ①水流入海洋的动力学及流量; ②大气向海岸带的输入物; ③陆架边缘能量和物质的交换; ④影响海岸系统中物质的质量平衡的因素; ⑤海岸带中过去的变化的重建; ⑥发展海岸系统的陆地-海湾-大洋耦合模式。

(2) 海岸生物地貌学与海平面上升: ①生态系统在决定海岸地貌中的作用; ②对海岸带土地的利用、气候和人类活动的变化的生物地貌学响应; ③对不同的相对海平面变化方案的海岸地貌学的预测。

(3) 碳通量与痕量气体的排放: ①海岸系统内有机质的循环; ②海岸带内 N_2O 与 CH_4 净通量的估计; ③全球海岸带 DMS (甲基硫化物) 排放量的估计。

(4) 全球变化对海岸系统的经济和社会影响: ①在不同的全球变化方案下海岸系统的演化; ②海岸系统的变化对社会和经济活动的影响; ③发展管理海岸资源的完善的战略措施。

LOICZ 计划的研究建立了一系列不同类型的模式, 这些模式将提供预测海岸系统的环境变化及其相互作用(海岸地貌、全球气候和人类社会间的反馈)的能力。预测性环境模式既是评估海岸系统对全球环境和资源的反馈效应的基础、也是制定海岸综合管理政策的基础。

1.2.7 全球海洋生态系统动力学研究

1995 年确定的全球海洋生态系统动力学研究 (GLOBEC) 的主要目标是认识全球环境变化对海洋生态系统的主要成分——动物种群的丰度、多样性和生产力的影响, 以及从全球变化的涵义上认识全球海洋生态及其主要亚系统的结构、功能对物理变化的反应, 发展预测海洋生态系统对全球变化响应的能力。其基本任务是: ①更好地认识多尺度的物理环境过程对海洋生态大规模变化的影响; ②确认全球海洋生态系统具有代表性意义的结构与多变的海洋系统之间的关系, 侧重于营养动力学通道及其变化和营养质量在食物链内的作用的研究; ③通过使用物理学、生物学和化学耦合模式以及适宜的观测系统, 确认全球变化对群体动力学的影响, 并发展预测未来变化的能力; ④通过定性和定量反馈机制, 确认变化中的海洋生态系统对全球系统的影响。

GLOBEC 的研究重点是:

(1) 通过重检、综合历史资料, 建立发展全球海洋生态系统模式的基础。如: 查明现有资料来源, 发展获取、贮存和分析现有资料和利用资料的途径, 使资料有益于国际科学界使用; 认识小尺度、中尺度和大尺度物理和生态系统过程的相互作用; 小尺度相互作用和参数在中尺度模式中的重要性。

(2) 开展关键性的生物和物理过程研究。重点认识营养动力学通道,尤其是它们的变化和食物网营养质量的作用。过程研究将围绕三个方面进行:①生态系统和营养动力学研究和模拟;②确认中尺度物理和生物相互作用;③研究生态系统胁迫反应的特征。主要课题如桡足类摄食策略;微型浮游动物的作用;浮游动物与鱼类补充量的相互作用;涡流与浮游动物;死亡率、生长率和繁殖率的估计。

(3) 发展多学科耦合模拟/观测系统的预测和建设能力。包括如下方面:发展多尺度的生物-物理动力学模式;发展实现四维动力学模式;发展适宜的传感装置,改进模拟和观测系统;发展特定的验证区,如东北大西洋、加利福尼亚海流和黑潮等。

(4) 同其他海洋、大气、陆地和社会全球变化研究合作,评估海洋生态系统变化对全球地球系统的反馈作用。

1.2.8 全球分析、解释与建模

全球分析解释与建模 (GAIM) 计划主要是针对“如何才能将我们关于地球系统的各个子系统的知识综合起来,提出一个具有预测能力的数值框架?”这个问题而提出来的。GAIM任务是:分析现有的模式和数据;解释现有的模式和实验计划的性能;推进和综合我们对全球生物地球化学循环以及它们与水文循环的联系、甚至与整个物理气候系统的联系的了解。

(1) 分析计划

由一系列短时间(2~3 d)的研讨开放科学问题的专题组成。这些科学问题限制了我们深入认识全球生物地球化学循环以及这些循环与相关的子系统是如何响应气候变化而发生变化的,从而也限制了对其模式的发展进程。许多这类专题讨论会将在 IGBP 的其它核心计划办公室和 IGBP-DIS(数据与信息系统)的联合资助下召开。

(2) 解释计划

通过学术讨论会、部分地通过研究小组(这些研究小组很可能在学术讨论会上成立)来实施。将致力于阐明由 IPCC 所提出的专门科学问题。

(3) 协调的模拟实验

解决以下两方面广阔的、相联系的科学问题:①全球碳循环的特征动力学和控制因素是什么?全球碳循环发生了什么扰动?它与其它生物地球化学循环的联系如何、以及未来它将如何演化?②气候与植被有什么联系?在变化着的气候条件下,这些联系的效应是什么?

1.2.9 数据与信息系统

数据与信息系统(DIS)是生物圈研究计划的两个支撑计划之一,在生物圈计划的设计中,就已经认识到了信息系统的决定性作用和数据管理方法的重要性。即改进我们对地球系统过程的认识的先决条件是发展地理参考模式和数据集;同时需要发展处理地理参考模式中的大量数据的方法和方案。

DIS 涉及到两类数据集:一类是证明全球变化的数据集,包括精确校准的反映周围环境条件的细微变化的数据,如陆地和海面温度、全球降水型式和降水量、全球陆地覆盖特征和生态系统动力学的变化等;另一类是支持全球过程研究的数据集及全球过程的参数化数据集,这些过程研究如水与能量的平衡与动力学研究、全球生物地球化学循环研究,不同气候条件下的生态系统动力学研究,海气间痕量气体交换过程的研究等,目前在全球范围还缺乏绝大多数这类数据集。DIS的目标是发展数据与信息系统,开发全球数据集和发展数据处理方法。

1.2.10 全球变化的分析、研究和培训

全球变化的分析研究和培训 (START) 是生物圈计划的两个支撑计划之一, 其提出的背景是生物圈计划以及相伴随的以全球变化研究为目标的计划, 包括 WCRP 和 HDP 计划, 需要在全球范围内的每一个区域内进行。由于①发展全球范围研究计划的研究需要考虑到每一个区域的生物、化学和气候等方面的不同的特点, ②全球环境变化预测能力的提高必须首先使得次大陆尺度上的区域预测能力有较大的发展, 全球变化研究特别强调区域性研究方法。

START 是分析、研究和培训系统的简称 (System for Analysis, Research and Training)。它是一个包括全世界的区域网络 (RRN) 的系统, 每一个 RRN 包括区域研究中心 (RRC) 和若干个区域研究站 (RRS)。区域研究中心是本地区的信息中心并起着协调地区内外的作用。RRNs 通过 RRCs 相互联系, 形成全球系统, 通过它进行科学信息的分发, 以组织研究和执行国际上主要的核心计划。

§ 1.3 空气微生物研究发展

空气微生物学是近年来发展迅速的一门交叉边缘学科。它主要是研究空气微生物的发生、播散、侵染及控制规律的科学。它主要的任务是揭示空气微生物的活动规律, 寻求控制空气污染措施, 改善人类生存环境, 创造可持续发展的生产条件。因此它与医院感染学、临床医学、预防医学、卫生微生物学、公共卫生学、军事医学、大气物理学、流体力学、气象学、洁净技术及生物工程学等都有密切关系。它在国防科研及国民经济中都有重要的作用。

生物体与环境是统一的, 人类从适应环境发展到去改造环境以提高生存质量。环境卫生最先主要是停留在表面整洁少尘的初级阶段, 对人类接触最频繁的空气微生物, 由于看不见, 摸不着, 以眼不见为净, 则常常被忽视。随着国民经济的迅速发展, 人民生活水平极大提高, 对环境卫生的要求将越来越高。从物表整洁发展到空气洁净、少菌污染的高级卫生阶段, 以满足生活、生产、科研实践的需要。科学与生产力的发展, 不断产生出大量需要用空气微生物学的知识及技术去解决有重大经济价值和社会意义的技术难题。一位医术高超的外科专家, 如果不解决空气微生物污染所造成的切口感染问题, 即使手术做得再高明, 最终也难逃失败的厄运。生物工程专家, 即使发酵工艺再先进, 不解决空气中微生物的污染, 也难免失败。许多工业或军事设施如不测定出它对空气微生物的防护性能将很难启用, 等等。

证实环境中有微生物的存在是 17 世纪荷兰人 A.V.Laeuwenhoek (列文虎克), 他用自制显微镜中观察到雨水、井水中有细菌存在。在微生物被发现之前, 一些国外的学者对环境中微生物与人类健康间的关系做过很高超的推论和预言。意大利学者费拉卡斯托罗认为一些疾病是由于某些“疾病的种子”传播的, 并指出这些疾病可以通过病人、病人衣服或空气传播。到 18 世纪中叶不少医生、学者预言, 传染病可能是由于“病菌”引起的, 并认为它们可以通过水、空气或人与人之间的接触而传播。

在 17 世纪荷兰人 A.V.Leeuwenhoek 首次观察到微生物在环境中的存在, 并正确描述了各类细菌的基本形态, 从而揭示了除动、植物以外的另一个微生物世界, 自此微生物学由经验时期进入实验时期。但在当时他确实没有联想到这些微小的生命在生物圈的物质循环中, 在人类的生活和疾病中起着如此巨大的作用。此后微生物学的先驱者们从自然环境、生活环境和生产环境中的微生物入手开始了最初的研究。

意大利学者 L.Spallanzani 用种子的浸液装入两组烧瓶, 同样加热煮沸, 不同的是一组瓶颈密封, 一组敞开。经过一段时间后, 密封组浸液清洁如初, 未密封组密布着微小的生物, 由此断定这些微小生物来自外部空气, 否定了当时认为有机物浸液中微生物的自然发生论。

1837 年, 德国学者 T.Schwann 指出, 将煮熟的肉, 放入洁净的烧瓶, 使空气通过烧红的管子进入瓶内, 肉可长时间不变质; 若去掉瓶塞, 让未经加热的一般空气进入, 经 1-2 d 后, 肉就会变得腐臭, 上面并挤满了比针尖还要小 1000 倍的蠕动着微小动物。首次报道了空气中微生物可污染食品, 并造成食品的腐败与变质。法国科学家 Pasteur (巴斯德) 发现了酒类酿造是酵母菌的作用, 而酒类变质则是由于外界杂菌污染所致。并发现, 刚发酵完毕的酒, 在沸点之下, 文火加热, 就可以杀死酒中存在的微生物, 酒就不会再变质, 这就是沿用至今的巴氏消毒法。Pasteur 并且用更加生动巧妙的实验证实了空气中微生物的存在, 在一位化学家的启发下, 设计了尖端口径极细的鹅颈瓶(如鹅在水中啄食弯着头颈的样子), 这时空气可以进入瓶内, 而附着有微生物的尘埃则不能朝上降落到瓶内加过热的酵母浸液中, 从而保证了酵母浸液长时间的洁净。Pasteur 又将若干组经加热后的酵母浸液瓶瓶口密封, 带到不同地域和山峰的不同高度, 然后陆续分组折断瓶颈, 使带着尘埃的空气进入。实验向人们证实, 越是人迹罕至的清洁环境, 以及山峰随着高度的增加, 微生物的粒子越少, 对微生物在空气中密度分布的差异做了首次报道。他的研究向人们揭示, 空气中含有大量微生物, 发酵和腐败都是微生物生长繁殖的结果。英国外科医生 Lister, 在 Pasteur 的启发下, 认为伤口化脓也是由于空气中的微生物进入伤口引起的, 空气中的微生物可以通过手、医疗器械、敷料等进入伤口, 因而他创用了碳酸喷洒手术室, 病人的皮肤、医生的手、使用的器械均用稀释碳酸液消毒, 以防止外科手术后的继发感染, 为外科消毒技术奠定了基础。上述简单的历史回顾表明, 自然界中最早被证实的是空气中微生物的存在, 以及空气微生物对环境的污染和危害; 随后食品中微生物的存在、医院感染与微生物关系的研究也得到了迅速的发展。由于懂得了防范空气中微生物的污染, 给卫生事业和其他相关事业带来的巨大利益是难以估量的, 正如 Lister 给 Pasteur 的信中所说: “请允许我万分感谢你, 由于你的卓越实验, 向我揭示了细菌致腐烂学说的真理, 你如能目睹我们医院里有多少人因你的工作而得益, 我相信这将对你的真正报酬”。稍后于 Pasteur 的医学细菌学奠基人德国医生 R.Koch 于 1876 年从病死畜的血液和组织中发现并分离出炭疽杆菌, 这是人类第一次从病变组织中分离到致病菌。真正向人们揭示了一种传染病是由一种特定细菌引起的事实。并经实验证实炭疽杆菌在一定条件下可以形成芽孢, 一旦形成芽孢就能耐受冷、热、干燥, 并能长期存活在环境中, 致使畜群及人类连年感染。指明了疾病、致病菌、外环境之间的相互关系。此后 Koch 于 1882 年发现了结核杆菌, 1883 年发现了霍乱弧菌, 并用结核杆菌喷雾试验成功地感染了动物, 证实了结核杆菌可以经呼吸道传播。

到 19 世纪, 国外对空气微生物的研究发展更快, 在 60 年代初, 在美国就召开了首届国际会议, 而后美、日、意等国家每年召开年会, 并早已有了专著、杂志。我国起步较晚, 1993 和 1997 年先后召开了两届学术会议, 促进了空气微生物研究的开展。但是, 把空气微生物做为大气的一种污染物来研究, 才刚刚起步。

§ 1.4 环境医学研究

环境医学是研究自然环境和生活居住环境与人群健康的关系, 阐明环境因素相关疾病

的发生和发展规律,并研究利用有利环境因素和控制不利环境因素的对策,预防疾病,保障人群健康的科学。环境医学是环境气象学和预防医学的一个重要的交叉学科,是环境科学的重要组成部分。环境医学的研究内容包括两方面,一是环境因素,二是对健康的影响。如果从环境相关疾病的角度看,前者是研究病因,后者是研究疾病的自然史、表现、治疗和预防。

1.4.1 影响人类生存的环境研究

人类的生活环境可分为原生环境和次生环境两类。原生环境指天然形成,并且基本上未受人为活动影响的自然环境,其中存在着对人体健康有利的许多因素;次生环境在人为活动影响下形成的环境,称为次生环境。工农业生产排放大量有毒有害污染物,严重污染大气、水、土壤等自然环境,破坏生态平衡,使人类生活环境的质量急剧恶化。各种环境因素按其属性可分为:

(1) 物理因素:小气候包括生活环境中空气的温度、湿度、风速和热辐射等因素,他们对人体的热平衡产生影响;噪声环境可分交通噪声和室内噪声,能影响人体的听觉等许多生理机能,妨碍休息和睡眠;电磁辐射,按波长分为太阳辐射中的紫外线、可见线、红外线以及由无线电广播、电视和微波通讯等设备产生的射频电磁辐射(又称微波辐射)。紫外线具有杀菌、抗御佝病和增强机体免疫能力等作用。可见线是使人体产生视觉的辐射,与视机能有密切关系。微波辐射能影响人体心血管等系统的功能;电离辐射环境中的电离辐射主要是由于人类生产活动排放射出放射性废弃物而造成的;某些地区的自然环境和建筑材料中也可能含较高的放射性物质。放射性污染能引起机体的急性和慢性疾病以及某些组织的癌变。

(2) 化学因素:大气、水和土壤中含有各种有机和无机化学成分,其中许多成分在含量适宜时是人类所必需的。人类生产和生活活动将各种污染物排入环境,特别是生产过程排放的污染物种类很多,这些污染物随同空气、饮水和食物进入人体后,对人体健康产生各种有害影响。环境中分布广泛且对人体健康危害严重的化学性污染物主要有:硫氧化物、氮氧化物、一氧化碳、烟尘、挥发性烃、重金属化合物、耗氧有机物、多环芳烃、石油、酚、氰、农药、卤代烃、多氯联苯、以及放射性物质等。

由污染源直接排出的化学性污染物,进入环境后其理化性状保持未变的,称为一次污染物。有些一次污染物进入环境后,由于物理、化学或生物学的作用或与其他物质发生反应,结果产生与原污染物理化性状和危害不同的新污染物,称二次污染物。例如,环境中无机汞化合物在微生物作用下可生成甲基汞化合物,汽车废气在日光紫外线作用下可形成光化学烟雾。大气环境学的大量调查研究已经证实,许多种化学性污染物对人体健康有毒害作用,成为公害病的祸根。有些污染物不仅可使人群发生急性、慢性中毒与死亡,还有致畸、致癌和致突变作用,对人体产生远期效应并影响后代健康。

(3) 生物因素:主要指环境中能引起传染病和寄生虫病的生物性病源因子,如细菌、病毒等。空气(尤其是室内)的微生物污染,主要是由于人们大声说话、咳嗽或喷嚏时的飞沫和飞扬的尘埃等引起的。病原微生物传播的呼吸道传染病如肺结核、流行性脑膜炎、腮腺炎、流感、军团菌病等。

上述各种环境因素中,有些环境因素是人体生理机能所必需的,例如洁净的空气和饮水、适宜的小气候等。许多环境因素按其存在的性质、浓度(或强度),对机体呈现“有利”和“有害”的两重性。即某种环境因素当其浓度(或强度)在一定范围内时,不一定对机体有害,甚至对机体生理机能有利或必需。只有当这种环境因素的浓度(或强度)超过某个阈值,

以致机体不能通过适应和防御机制与环境保持平衡关系时,环境因素才对机体健康有害。另外,有些环境因素如病原微生物、电离辐射、微波辐射等则是对人体有害而非必需的。

调查环境污染及其对健康的影响,工业的发展带来环境污染,西方国家环境污染引起的公害问题,给我国敲响了警钟,特别是1970年斯德哥尔摩第一次世界环境大会,推动了我国环境保护体制的建立和环境科学体系的建立,自然也推动了环境气象工作的发展,开始向化学、物理因素污染方面投入,进行了大量的调查研究。参加了全球环境监测系统,对重点城市进行了大气污染监测,对人群血和乳汁中铅、有机氯农药等进行了生物监测和评价。1980年到现在的20多年中,完成了大量的环境污染对健康影响的调查研究,例如,室内外空气污染与健康、饮水与疾病等,同时还进行了大量的污染事故的调查处理。

1.4.2 国外环境医学的发展

近50年,国外环境医学领域也取得了非常大的进步,举例如下:

(1) 污染事件的研究和处理。第二次世界大战以后,各国工业迅速发展,同时环境污染也日益加重,出现了很多公害问题。影响深远的有伦敦烟雾事件、多诺拉烟雾事件、马斯河谷烟雾事件、洛杉矶光化学烟雾事件、印度博帕尔毒气泄漏事件、前苏联切尔诺贝利核电站爆炸事件等等。这些环境污染事件对人类的环境和健康造成恶劣的影响。在调查研究环境污染事件过程中,丰富和发展了环境气象学的理论和方法。

(2) 铅中毒。铅是古老的毒物,人们过去主要关心的是职业铅中毒。60~70年代,美国、澳大利亚等国家开始研究儿童铅中毒,发现儿童和胎儿铅暴露对神经行为和智能发育有不良影响。儿童的铅暴露与汽车尾气铅的排放有关。预防儿童铅中毒已成为国际关心的环境问题。随着技术的进步,对铅中毒危害的认识越来越深入,儿童血铅卫生标准也越来越严。例如美国儿童血铅标准,1960年代为 $60\mu\text{g/dl}$,1971年下降到 $35\mu\text{g/dl}$,1985年 $25\mu\text{g/dl}$,1991年 $10\mu\text{g/dl}$ 。我国从1980年代以来也对儿童铅中毒问题进行了很多研究、宣传和防治工作,取得了明显的成绩。1997年北京开始禁用含铅汽油以后,又有不少城市陆续实行同样政策,这是环境污染研究工作成绩变成政府行为的具体体现。

1.4.3 全球环境问题

(1) 气候改变。大气污染物中的烟尘能促使形成云雾而吸收太阳的直射光和散射光,影响紫外线的生物学作用。许多研究资料表明:工业城市的雾天数比农村多1~2倍;太阳辐射强度较农村减弱10%~30%;紫外线减弱10%~25%。波长290~315nm的紫外线具有抗御佝偻病作用和杀菌作用。因此,在大气严重污染的地区,儿童佝偻病发病率较高,某些通过空气传播的疾病容易流行。大量的颗粒物飘浮在大气中还能吸收太阳能而使气温明显降低,造成“冷化效应”。例如火山爆发、大规模核试验等都能发散出大量尘埃,遮天蔽日,使气温降低。1991年海湾战争,科威特数百口油井遭大火,许多地区白昼犹如黑夜,浓烟挡住了阳光,使地表气温比往年同期下降约 10°C 。

(2) 产生温室效应。大量燃料的燃烧,产生出大量 CO_2 排入大气,笼罩在近地面上空。又因大面积森林的砍伐而缺乏足够的植物来吸收它们,使大气中 CO_2 含量上升。 CO_2 能吸收红外线等长波辐射,使气温转暖,犹如温室。地表气温升高的后果,不仅能使南北极冰山融化、海平面上升,而且由于气温的增高有利于病原体的加速繁殖,例如致病菌、病毒、蠕虫、致病昆虫等大量繁殖生长,造成各种传染病、寄生虫病、生物性地方病、食物中毒等的发病