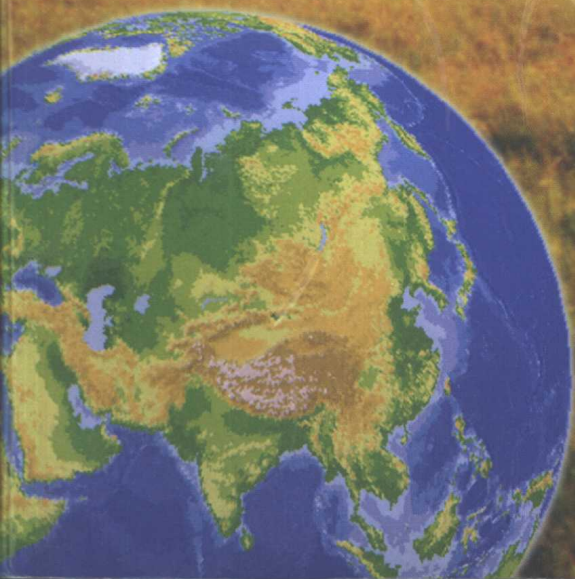


21世纪初大气科学回顾与展望

——第三次全国大气科学前沿学科研讨会论文集

国家自然科学基金委员会地球科学部
中国科学院资源环境科学与技术局
中国气象局科技教育司
中国科学院地学部



气象出版社

21 世纪初大气科学回顾与展望

——第三次全国大气科学前沿学科研讨会论文集

国家自然科学基金委员会地球科学部
中国科学院资源环境科学技术局
中国气象局科技教育司
中国科学院地学部

气象出版社

内 容 简 介

本书收集了中国大气科学界八位院士和几十位著名大气科学家对于 20 世纪大气科学各个领域研究进展的回顾以及对 21 世纪大气科学前沿领域展望的文章。其范围涉及了全球变化,气候变化模拟与预测、大气环流与大尺度动力学、中小尺度气象学、大气物理、大气遥感和人工影响天气、大气环境和大气化学以及高新技术在大气科学研究的应用等领域。这些文章不仅总结了大气科学各个领域在 20 世纪的重大研究成果,而且还根据国际大气科学的发展趋势和我国国民经济建设对大气科学研究的需求以及我国大气科学研究的优势,提出了新世纪初我国大气科学研究的优先领域与前沿课题。

本书可供大气科学工作者,科研院所、有关院校和政府、团体部门参考。

图书在版编目(CIP)数据

21 世纪初大气科学回顾与展望——第三次全国大气科学前沿学科研讨会论文集/国家自然科学基金委员会等编. —北京:气象出版社,2000.12

ISBN 7-5029-3046-9

I .2… II .国… III .大气科学-学术会议-文集 IV .P4-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 77091 号

21 世纪初大气科学回顾与展望

——第三次全国大气科学前沿学科研讨会论文集

责任编辑:李太宇 周景林 终 审:纪乃晋

封面设计:周可方 责任校对:浦一芬 责任技编:安红霞

气象出版社出版

* * *

北京市宏远兴旺印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:15.75 字数:403 千字

2000 年 12 月第一版 2000 年 12 月第一次印刷

ISBN 7-5029-3046-9/P·1058

印数:1~1500 定价:35.00 元

序

——在第三次全国大气科学前沿学科研讨会闭幕式上的发言

第三次全国大气科学前沿学科研讨会集中了全国大气科学各分支学科 120 多位专家,经过了三天的热烈讨论,收获很大。会议回顾了 20 世纪国内外大气科学的研究进展,展望了新世纪初大气科学前沿学科与优先发展领域,会议也找出我国大气科学在某些领域的不足,并建议应采取的措施等。我相信这次会议对于我国新世纪初大气科学的发展将会起到重大作用。

为了使这次研讨会的结果能够发挥更大的作用,我认为以下几点还是很重要的:

第一,要根据新世纪国际大气科学发展的可能趋势、国家建设的需要和我们的优势,国家科技部、国家自然科学基金委员会、中国科学院、中国气象局、国家海洋局、教育部有关院校、水利部等单位应联合起来,共同制定一个新世纪初全国大气科学的发展规划,以作为在新世纪初我国大气科学发展的一个纲,各单位可根据这个纲分工协作,使我国大气科学研究能更上一台阶。

第二,在新世纪初,大气科学研究要发挥我国大气科学研究的优势。我国大气科学研究有些领域在国际上是领先的,领先的领域不能忘,要加强研究,继续领先下去;但也有些领域落后于国际先进水平,落后的原因要找出来,加以克服,并赶上去。同时要加强大气科学内部各学科的交叉以及大气科学和其它学科之间的交叉,开辟新的领域。

第三,新世纪初要加强大气科学研究基地的建设,大气科学研究与野外观测分不开,我国大气科学研究要想位于国际大气科学的前沿,就必须加强观测试验。但观测试验基地的建立要花费大量资金,要节省资金,因此,基地的建设要注意综合性,可以几个项目联合建一个观测基地,不要一个项目建一个基地,如灾害性天气项目的观测基地可与气候灾害项目在一起建设基地,一方面通过观测可以看看中、小尺度天气系统对气候变化如何反馈的,另一方面也可以看看灾害性天气发生的气候背景,这样有利于学科的综合。

第四,现在面临的最关键问题是优秀的青年大气科学人才不足,因此,首先要尽量给中青年创造好的环境,留住一批年轻优秀人才扎根于祖国的大气科学研究、业务和教学;同时要想办法吸引在国外的优秀青年人才回国;并且要加强国际交流,以利于青年人才的成长。

总之,我希望我国大气科学的学者无论是从事研究的也好,或者是从事教学的也好,以及从事业务的也好,大家要共同努力、互相协作,为新世纪我国成为国际大气科学研究强国而奋斗。



前 言

由已故著名气象学家谢义炳院士在世时发起的大气科学前沿学科研讨会已成功地召开了两次。在世纪之交,由国家自然科学基金委员会地球科学部、中国科学院资源环境科学技术局、中国气象局科技教育司和中国科学院地学部联合组织的第三次大气科学前沿学科研讨会于2000年7月14~16日在北京召开。来自中国科学院、教育部各有关院校、中国气象局、国家海洋局以及部队气象院校的领导和专家120余人参加了会议,并就20世纪国内外大气科学各领域的研究成就作了全面的回顾以及对新世纪初大气科学各领域的发展趋势作了展望;并且,10位大气科学的两院院士亲临此会,就新世纪初国际和我国大气科学发展的方向和前沿领域作了指导性的报告;此外,令人可喜的是在这次研讨会上青年大气科学家占了相当比例,这说明了我国大气科学研究方面已有一批优秀青年专家正在成长。

此次研讨会不仅全面回顾了全球变化、气候变化模拟与预测、大气环流与大尺度动力学、中小尺度气象学、大气物理、大气遥感和人工影响天气、大气环境和大气化学以及高新技术在大气科学研究的应用等领域在20世纪的重大研究成就,而且对上述大气科学各领域在新世纪初的发展趋势和前沿问题作了卓有远见的展望。此外,经过充分讨论,会议根据国际大气科学的发展趋势,我国经济建设对大气科学研究的需求以及我国大气科学研究的优势,提出了新世纪初我国大气科学研究的优先领域与前沿课题。

与会专家普遍认为:在这次研讨会上,许多学者关于20世纪大气科学各领域研究进展的回顾和新世纪初前沿领域的展望不仅对于一些科技管理和科学基金部门制定新世纪初大气科学研究项目、课题和大气科学研究基金申请指南将起到积极的指导作用,而且对于我国大气科学各领域的研究也将起到很好的参考和借鉴作用。为此,第三次全国大气科学前沿学科研讨会组织委员会和会议秘书处把在此次研讨会上许多学者和专家所作的大气科学各领域的研究进展的回顾和新世纪初大气科学前沿领域的展望的论文整编成集,供有关部门和学者参考之用。这当中,虽然有些论文并不是学科回顾与展望的文章,而是具体的学术论文,但我们认为这些论文对于今后大气科学研究也将起到很好的参考作用,为此,这些论文也一起编入文集。

本论文集由本次研讨会的组织委员会和秘书处负责收集和出版,并经黄荣辉、张人禾、郭裕福、忻妙新和浦一芬等同志统稿、修改和编辑成集。编辑过程中并得到马万顺、王晓白、胡景琳等同志的帮助,借此表示感谢。由于时间匆忙,书中肯定有许多不妥之处,也可能有编排不合理之处,望读者批评指正。

编者

2000年9月16日

目 录

序

前言

第一部分 关于学科进展与展望综合报告

21 世纪大气科学前沿与展望——在第三次全国大气科学前沿学科研讨会上的总结报告	黄荣辉 章国材 陆则慰(3)
面向 21 世纪气象业务技术体系若干问题的思考	颜 宏(10)
中国气象局未来气象科技发展展望	章国材(13)
国家自然科学基金应大力支持“源头创新”着力营造有利于创新的研究环境	陆则慰(19)
关于中国科学院地球科学发展的初步设想	范蔚茗(22)
积极筹划地球科学未来发展的方略	孟 辉(28)
大气科学学科“十五”优先资助领域和一些设想	罗云峰(29)

第二部分 关于全球变化研究

有关大气科学前沿的三个问题	叶笃正(37)
全球(气候)变化研究的思考——不知道我们不知道什么	石广玉(40)

第三部分 关于气候动力学和气候预测研究

气候数值预测的进展和发展前景	丑纪范(49)
东亚季风气候预测的困难性及应加强研究的几个科学问题	王会军(52)
气候统计学发展的回顾与展望	黄嘉佑(55)
有关气候模式检验及改进的一点意见	郭裕福(60)
研制区域性海气耦合模式的必要性和可行性	钱永甫(63)
年代际气候变化研究	李崇银(68)
气候的不稳定性——千年尺度气候变化的研究	王绍武(73)
极值气候机理及预测	刘式达 陈 炯 梁 爽(79)
极端气候变化研究	严中伟(83)

第四部分 关于大气环流和大气动力学研究

20 世纪大气环流与大尺度动力学研究进展回顾与展望	黄荣辉(89)
亚洲季风的中长期预报	丁一汇 罗 勇(98)
太平洋 SSTA 与东亚大气环流关系的研究	孙照渤 闵锦忠 李忠贤(101)
关于东亚季风研究中相关科学问题的讨论	何金海 周 兵(107)
大气动力学若干问题的研究	陆维松(112)
热带海洋与东亚季风	张人禾(115)
中层大气行星波动力学研究进展与展望	陈 文(120)
阻塞与天气尺度波相互作用的研究进展	罗德海(124)

第五部分 关于中小尺度气象学研究

大气锋面动力学的若干问题·····	伍荣生 方 娟(131)
发展中尺度天气学研究的若干问题探讨·····	倪允琪 贾朋群 许小峰等(136)
灾害天气机理和预测理论研究·····	赵思雄(140)
瞬变波同纬向平均流相互作用研究进展·····	高守亭(144)
α 中尺度涡旋波不稳定的研究·····	张 铭 张立凤(149)
涡旋大气运动中尺度扰动发展的可能机制——非线性对流对称不稳定·····	····· 陆汉城(153)

第六部分 关于大气物理、大气探测和人工影响天气研究

大气物理学 20 世纪成就与 21 世纪展望·····	吕达仁(159)
2000 年后气象卫星的发展趋势·····	许健民(165)
人工影响天气的科技发展前景·····	胡志晋(172)
关于大气遥感研究的若干问题·····	邱金桓(176)
非球形粒子光散射理论研究的进展与展望·····	许丽生 丁继烈 张 强(180)
天基微波被动遥感大气的回顾和展望·····	陈洪滨 吕达仁(185)
雷电研究进展及展望·····	郅秀书(189)
星载微波 SAR 和多通道 SSM/I 观测的相关性及其散射辐射数值模拟·····	····· 金亚秋 张南雄 陈 轶等(193)

第七部分 关于大气环境和大气化学研究

关于人工影响天气和自然控制论·····	曾庆存(197)
绿洲生态系统的发展与气候·····	巢纪平 潘晓玲(199)
大气气溶胶研究的若干前沿问题及相关的国际计划·····	王明星 张仁健(204)
城市大气环境动力学影响问题探讨·····	徐祥德(209)
陆地—大气相互作用和大气边界层模式研究进展·····	刘树华(213)
地—气物质交换与通量测量·····	朱 彤(219)
地表热力作用对局地臭氧亏损的影响·····	邹 捍 周立波(224)

第八部分 关于高新技术在大气科学研究应用

并行计算机在数值预报领域中的应用·····	李泽椿 施培量 朱宗申等(233)
GPS 气象资料同化展望·····	王 斌 李树勇 程 强(237)

附录·····	(241)
---------	-------

第 一 部 分

关于学科进展与展望综合报告

21 世纪大气科学前沿与展望

——在第三次全国大气科学前沿学科研讨会上的总结报告

黄荣辉¹ 章国材² 陆则慰³ 等

(¹中国科学院大气物理研究所 ²中国气象局科技教育司

³国家自然科学基金委员会地球科学部)

由国家自然科学基金委员会地球科学部、中国气象局科技教育司、中国科学院资源环境科学技术局和中国科学院地学部联合组织的第三次大气科学前沿学科研讨会经过三天紧张的研讨,就要结束。四个单位的领导和 10 位大气科学领域两院院士亲临此会,就我国大气科学优先发展领域和前沿问题作了指导性报告。叶笃正先生、陶诗言先生已是 80 多岁老院士,还在百忙之中自始至终坚持亲临会议指导。来自中国科学院、各有关院校、中国气象局、国家海洋局以及部队气象院校的领导和专家 120 余人参加会议,并就近年来国内外大气科学各领域的研究成就作了精彩的回顾与展望。大家畅所欲言,各抒己见,会议取得圆满成功,并且,令人可喜的是在这次研讨会上中青年科学家占相当比例,已经显示出我国大气科学研究方面已有一批优秀青年专家正在成长。

会议就 21 世纪国内外大气科学发展现状、趋势、问题及我国的优势领域进行了深入的研讨;并就我国“十五”及 21 世纪初大气科学优先发展学科领域及前沿科学问题开展了讨论并达成共识;会议还就发展我国大气科学的措施和策略进行了初步而实事求是的讨论。

下面就此次会议作一初步总结。

一、第三次大气科学前沿学科研讨会的收获

由著名气象学家谢义炳院士在世时发起的大气科学前沿研讨会已在 1990 和 1995 年分别召开第一次和第二次会议,这两次会议对于“八五”、“九五”我国大气科学研究的发展起到很重要的作用。为了更好地把握 21 世纪大气科学发展的前沿学科,正确地选择新世纪我国大气科学发展方向和优先领域,造就和培养跨世纪学术带头人,我国大气科学界召开了第三次大气科学前沿学科研讨会。此次会议回顾了 20 世纪国际和我国大气科学的研究进展和成就;展望了 21 世纪国际大气科学研究的发展趋势和方向。会议就当前国际和国内大气科学研究的重大研究计划作了全面和及时的介绍;并且就全球变化、气候系统动力学、季风和大气环流、中尺度系统与暴雨、边界层动力学、大气化学、大气环境与污染气象、大气物理、大气探测、中层大气物理和动力学以及大气遥感、自然控制论和非线性动力学等领域的研究进展作了全面回顾,并就今后急待研究的前沿问题进行了高水平的研讨;在会议中,国家自然科学基金委员会、中国科学院资源环境科学技术局以及中国气象局科教司分别介绍了这些部门“十五”大气科学研究规划的初步设想,专家们经过研讨,对“十五”我国大气科学优先发展的学科和前沿科学问题达成共识。与会专家认为:会议

的研讨结果对我国大气科学的发展具有一定指导意义,对我国自然科学基金委员会、中国气象局、中国科学院等部门的大气科学的学科规划将起到重要的借鉴作用,对基金课题的申请将起积极的指导作用;对于国家教委和其它有关部门在制定大气科学研究规划时可能也会有一定参考价值。会议指出的我国大气科学发展中所存在的问题是切中要害的,因此正确地对待和解决这些问题将对我国大气科学的发展起到重要的推动作用。会上老、中、青科学家深入交流,加深理解,也锻炼了青年科学家,加深了他们对国内外大气科学发展的整体了解,这也是培养跨世纪人才重要的一环。会议中业务部门就提高我国天气、气候预报水平问题提出许多急需解决的问题,这给我国大气科学的基础研究提供了动力,与会专家对此表示赞赏并表现出极大的兴趣。

这次会议是非常成功的,取得了很大收获。会议由于专家们都很希望自己的研究成果在会上讲讲,因此,对一些学科讨论不够充分,望各位专家给予原谅。

二、在新世纪初国际大气科学发展趋势及国内需求

会议回顾了 20 世纪大气科学成就,展望新世纪大气科学的发展,与会专家认为,新世纪初国际大气科学的发展有以下新趋势:

(1) 新世纪初大气科学发展的一个显著特点可能是突出学科交叉:由于提出了全球气候系统的概念和地球系统科学的概念,大气科学的研究已从气圈、水圈、生物圈、冰雪圈和岩石圈的相互作用来理解全球气候的变化,理解发生在大气中的各种运动和过程—包括物理的、化学的和生物的过程,从而赋予大气科学新的概念。同时,为了研究如此复杂的学科,大气科学的研究必须充分利用现代化的科学技术手段,如利用卫星遥感等现代化探测手段以及超大型计算机等先进的计算工具;应用先进的数学、物理、化学和生物等学科成果和方法以及先进的信息网络通讯, GPS 技术等。

(2) 大气科学重视观测系统的建设和新观测技术的应用。20 世纪大气科学为什么取得如此迅速的发展?这是由于大气科学重视观测系统的建设和新观测技术的应用。目前,在国际几个大型研究计划,如 CLIVAR (气候变化与可预测性) 研究计划、GEWEX (全球能量和水分循环研究试验)、还有最近提出的世界天气研究计划 (WWRP) 都是把观测系统的建设放在首位;并且,国际上积极发展新的大气观测技术,如空基遥感探测技术, GPS 测风技术等。我国在“九五”进行的四大大气科学试验,为促进国际大气科学的发展作出重大贡献。

(3) 新世纪中,年际和年代际的气候变化及其预测将是大气科学研究的重要前沿问题,特别是年代际气候变化问题,它不仅与年际气候变化有关,而且还与干旱化和水资源问题有关。

(4) 气候和环境变化及其影响、预测和控制问题,日益为科学界所瞩目。环境变化不仅关系到人类未来的生存环境,而且对经济发展和社会进步的各个方面都具有潜在的重大影响,它是社会和经济可持续发展中最关键的问题之一,在新世纪中它将更加受到各国政府和公众所重视。因此,在新世纪中,气候、环境变化的预测和控制问题、沙漠化治理与控制问题、环境污染治理、环境保护、河口整治等许多科学问题的研究将带动大气科学各领域研究向更高水平发展,并且在这方面将可能发展出一个新的学科—自然控制论。

(5) 灾害气候、天气及中小尺度天气动力学的研究日益受到重视, 在新世纪中, 如何提高气候和中小尺度天气系统的监测和预报水平, 对于减轻灾害气候和天气造成的损失将更是各国政府关注的问题。目前各国为了提高短期气候和暴雨的预测水平, 正在发展如水平分辨率为 5km 和 10km 的超高分辨率的数值模式以及研制计算速度为每秒几十万亿~一千万亿次的超高速的超大型计算机。可以相信, 在 21 世纪 10~20 年代, 在月、季、年际气候和暴雨预测方面将会有新的突破。

(6) 在新世纪中全球将更重视温室气体的监测和大气化学的研究。由于 CO_2 、 CH_4 等温室气体在大气中浓度的增加, 致使全球不断增暖, 90 年代又有加速增暖倾向, 它将给新世纪中气候和环境带来许多不良的影响, 因此, 在新世纪中全球将更重视温室气体的监测和大气化学的研究。

(7) 边界层与天气、气候相互作用为边界层动力学主要研究内容之一。随着全球变化, 气候系统研究的深入, 由于陆-气、海-气相互作用都要通过边界层, 因此, 边界层与天气和气候相互作用为边界层动力学研究开辟了更宽广的研究领域。

(8) 大气科学综合探测系统向以空基为主的方向发展, 对地观测卫星将具有连续光谱信息的探测能力, 除了大气外, 还能获取水圈、地圈、冰雪圈、生物圈等多种遥感信息。如何充分利用这些信息进行科学研究和用于气象服务, 是对气象工作者的重大挑战。

(9) 气象综合探测获得各种资料将会得到最佳应用。气象综合探测系统获得的各种资料的同化和融合技术获得了巨大进步, 三维、四维变分同化系统在许多发达国家已经变为业务, 并在提高业务天气和气候预报的水平方面发挥了重要作用, 推动了气象科研工作的发展。会议分析了国内对大气科学研究的应用需求, 这些需求为研究提出许多课题:

(1) 由于我国旱涝、低温等气候灾害的严重性以及如台风、暴雨等灾害性天气预报的困难, 因此, 在新世纪初, 各级气象业务部门迫切需要灾害气候和天气的形成机理和预测理论及方法的研究, 以便更好地改进天气、气候预报水平。

(2) 政府和民众更加关心日常天气预报的准确率和服务的多样化。在新世纪中, 民众不仅关心降水、温度、风力的预报, 而且关心辐射、 O_3 、气溶胶、可吸入颗粒物等预报。提高日常天气和环境预报的准确率是大气科学工作者的永恒主题。为了提高天气预报的准确率, 必须在四维资料同化、我国天气气候特点的物理过程、地形处理等方面取得突破性进展, 才能实现我国数值气象预报的技术跨越。

(3) 由于我国气候变化和北方干旱化, 致使环境恶化、生态破坏、草原退化, 因此, 生态环境变化预测、大气污染物的跨界输送、环境生态的控制理论和城市大气环境调控等成为我国经济和社会可持续发展中迫切需要研究的问题。

(4) 我国西部地形复杂, 又有世界上最高的青藏高原, 我国广大西北地区处于干旱和半干旱地区。随着国家西部大开发的进展, 将对西部的天气气候和环境提出许多迫切需要研究的问题。

(5) 由于我国干旱的严重性和冰雹对农业的危害, 目前人工增雨和消雹作业急剧发展, 因此, 实际业务部门迫切需要人工增雨和消雹的理论和有效方法的研究。

(6) 由于北方连年干旱和植被的破坏, 近年来我国西北和华北沙尘暴或沙尘天气在春季频繁发生、严重影响人民生活、农业和交通运输, 造成很大损失, 国家急需沙尘暴发生的监测、预测和防治机理的研究。

与会专家认为，大气科学的研究需要紧紧抓住这些有实际应用的课题，并建议各有关部门在可能范围内积极创造条件为上述研究提供资助，这样将会使我国大气科学基础研究出现一个新的局面。

三、21 世纪初我国大气科学的优先发展领域

根据新世纪国际大气科学发展趋势，我国国内需要以及我国大气科学研究的优势，会议经过充分讨论，提出如下我国大气科学研究的优先领域与前沿课题：

1. 气候系统动力学和气候预测理论和方法

- (1) 气候系统动力学；
- (2) 东亚气候系统及其年际和年代际变化特征；
- (3) 亚洲季风与 ENSO 循环的相互作用，包括南海季风变化成因，热带太平洋海－气相互作用；
- (4) 东亚季风区、干旱与半干旱区能量、水份循环过程及其对天气、气候的影响；
- (5) 海－陆－气耦合系统与水循环；
- (6) 气候系统中物理、化学、生物过程；
- (7) 季风变化和中高纬地区气候的年际、年代际可测性；
- (8) 高分辨率气候模式；

2. 全球变化

- (1) 东亚区域气候对全球增暖的响应；
- (2) 季风驱动下生态系统变化过程和预测；
- (3) 我国北方干旱化趋势及其对生态环境的影响和预测；
- (4) 我国潮湿地区和有关海洋区域生物地球化学循环过程；
- (5) 区域环境变化的预测、影响评估和环境适应用；
- (6) 有序人类活动对环境的改善。

3. 中小尺度动力学和暴雨

- (1) 我国暴雨的突发性和频发性机理；
- (2) 梅雨期季风降水系统多尺度相互作用与参数化；
- (3) 我国典型区域中尺度系统的特征及其与环境场的相互作用；
- (4) 我国中尺度强对流天气动力学及其数值模拟；
- (5) 高分辨率的暴雨数值模式与预测；
- (6) 风暴雷电机理。

4. 数值气象预报系统理论与技术

- (1) 数值预报的新理论；
- (2) 大气和海洋四维变分同化系统；

- (3) 多尺度通用的模式框架及新守恒格式;
- (4) 不同尺度卷理(化学)过程;
- (5) 集合预报新技术。

5. 大气环境与边界层物理

- (1) 城市和城市群大气污染的数值预测与调控机理;
- (2) 我国温室气体和气溶胶的变化特征;
- (3) 复杂地形边界层动力学结构及其特征;
- (4) 边界层过程及其与天气和气候的相互作用;
- (5) 污染物长距离跨界输送;
- (6) 起沙机制、沙尘输送和影响。

6. 中层大气、大气探测

- (1) 中层大气基本过程与动力学;
- (2) 平流层、中间层和对流层之间的物质、辐射与动力耦合机理;
- (3) O_3 和平流层气溶胶的长期变化、输运及控制过程;
- (4) 光化学、辐射与动力过程的相互作用;
- (5) 卫星遥感新方法、新理论。

7. 自然控制论

- (1) 局地气候和环境的调控机理;
- (2) 自然环境演变动力学;
- (3) 人工影响天气的新理论和新方法;
- (4) 河口流沙与沙尘控制机理。

8. 地球流体非线性动力学的研究

- (1) 气候系统和全球变化中的非线性相互作用;
- (2) 大气环流非线性动力不稳定;
- (3) 大气湍流机理;
- (4) 非线性四维资料同化方法。

四、关于新世纪大气科学观测系统与高新探测技术的研究

由于在新世纪国际大气科学界重视新的观测系统的建设,如 GCOS(全球气候观测系统)和 EOS(全球观测系统),并且在 CLIVAR 和 GEWEX 研究计划中将继续组织大型野外观测试验。因此,在新世纪,我国不仅要重视理论研究,而且更应该重视观测试验系统的建设和高新技术的应用;要协调好理论研究和观测研究的关系,从而推动大气科学新观测原理技术的提出。

- (1) 加强与气候全球变化研究有关的陆-气相互作用和陆面能量和水份循环的观测试

验系统的建设,如加强青藏高原和我国在西北型干旱区的陆-气相互作用试验观测系统的建设,并应部署海-气相互作用的观测试验;

(2) 重视与环境有关的综合观测试验系统的建设,如 O_3 、 CH_4 、气溶胶、酸雨和沙尘等观测试验系统的建设;

(3) 积极开展暴雨的观测试验系统建设;

(4) 重视青藏高原及其周围的环境变化监测系统的建设;

(5) 重视大气探测飞机实验室的建设和推广以小飞机等新流动观测技术的应用。

五、在世纪之交我国大气科学发展存在的问题及在新世纪初应采取的措施

回顾 20 世纪我国大气科学研究的进程,展望新世纪我国大气科学研究面临的使命,与会专家认为我国大气科学研究中还存在以下问题:

(1) 目前大气科学基础研究经费不足,缺乏足够强度的经费支持;

(2) 国际高速计算机急剧发展,美、日相继研制一百至千万亿次的超高速计算机,在新世纪中我国大气科学研究用的计算机急待更新。

(3) 大气科学有关的资料信息系统虽然有一定规模,但很分散,使用尚欠方便,相互交流也较差;

(4) 研究队伍中青年研究力量虽有一定规模,但尚不稳定,有的部门还相当欠缺,还需大力加强;

(5) 如何更好地参加国际大计划有待进一步协调与改进,有些研究在国际上宣传不够,我国大气科学研究被 SCI 所收录的文章数量不多;

(6) 各种气候、大气环流、中小尺度和环境的数值模式很多,但品牌模式不多。

为了使我国大气科学研究在新世纪中能够在某些领域作出有我国创见的成就,与会专家建议:

(1) 增加对大气科学研究经费的投入,并给与稳定支持。在当前,在大气科学研究系统中安装新的超高速计算机显得特别重要;并且鉴于观测研究的困难,应适当对有前景的观测研究给予优先支持。

(2) 加强大气科学研究的规划,应当根据我国国民经济建设与社会发展的需求,特别是气象现代化建设的急需程度,区别轻重缓急,按照“有所为,有所不为”的原则,集中优势,开展由我国创建的某些领域研究,争取在一些学科领域取得新的突破;并且,发挥中国科学院、高等院校、气象部门在大气科学研究中的作用,加强科研部门、高校和业务部门的研究协作,在一些重大研究计划中应组织优势力量进行攻关,努力使我国大气科学的一些领域在国际上占有一席之地。

(3) 鉴于国家自然科学基金委员会、中国科学院、中国气象局将提出有关西部大开发的研究规划,因此,希望大气科学各领域的研究应尽量参与研究西部天气气候环境的变化规律及其对东部的影响;

(4) 在继续重视气候、环境和暴雨研究的同时,还应加强中层大气、大气物理和大气探测技术等领域的研究,使我国大气科学研究在这些领域不致于逐渐萎缩。

(5) 为加速跨世纪学术带头人的培养, 建议: 进一步扩大青年科学基金的比例, 并根据大气学科具体情况, 在适当年份设立博士后专项科学基金。在公平竞争中加速培养和造就年青一代大气科学家;

(6) 办好我国大气科学的 2~3 个杂志, 争取有 1 个杂志能在新世纪初进入 SCI 收录的杂志行列;

(7) 建议创造更多机会, 开展大气科学与海洋科学、水文科学、天文科学、环境科学等学科间大跨度交流。

最后, 在新世纪我国大气科学的研究中, 希望科研、教学和业务部门团结一致、相互协作, 发展创新、共同奋斗, 为在新世纪中使我国成为国际大气科学研究强国而奋斗。

面向 21 世纪气象业务技术体系若干问题的思考

颜 宏

(中国气象局)

一、科学技术发展给气象事业带来的机遇和挑战

面向 21 世纪, 人类将迎来知识经济的新时代, 科学技术在推动社会经济发展的同时, 也将对人类的生产和生活方式带来革命性的变化。现代大气科学理论与技术的发展, 特别是各种先进的气象探测技术、资料四维同化技术、数值模拟和预报技术等将取得长足的进步。信息科学技术的迅速发展以及环境、生态和海洋等科学研究的一系列重大进展与发展, 将促进地球环境科学, 包括大气科学, 呈现多学科交叉和融合的发展特点。这给气象业务现代化带来了高速度、高效益和高水平的发展机遇。从发展趋势看, 新技术的综合应用、地球环境系统的探测和模拟(预测)以及空(天)基和其他卫星遥感观测在未来大气环境观测系统中的主导作用等应当引起我们特别的关注。

21 世纪的科技发展的关键技术领域及其影响简要归纳如下:

1. 大气科学理论与方法

集合预报近年来得到了很大的发展, 且在气象业务中发挥了积极作用, 但其理论、方法和释用都有待于进一步发展。气候预测的理论与方法, 数值预报模式的水平和资料同化技术都十分关键。

2. 信息技术方面

下列信息技术领域的发展都对气象现代化发展影响很大: 高性能计算机系统, 高速(宽带)计算机信息网络, 大信息量数据存储系统(包括实时和非实时数据库), 高性能工作站或微机, 多媒体、视觉化、智能化、虚拟现实技术, 以及人机交互气象信息处理应用软件等。

3. 大气与环境探测技术

如前所述, 在未来对地球环境系统的探测中, 空(天)基遥感观测将起主导作用。这应当引起我们特别的关注。天基观测技术包括新一代静止和极轨气象卫星、对地观测的环境与资源卫星、基于 GPS 的新型大气遥感技术(Occultation 技术)。近年来国际上正在研讨设计新一代地球环境综合观测系统, 提出了 IGOS - FGOS 发展战略设想, 特别是如 GCOS、GOOS 和 GTOS 等全球观测系统, 有的已开始实施。