

21世纪初大气科学前沿与展望

——第四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
中国气象局科技发展司
教育部科学技术司
中国科学院大气物理研究所
中国气象科学研究院



气象出版社

21 世纪初大气科学前沿与展望

——第四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
中国气象局科技发展司
教育部科学技术司
中国科学院大气物理研究所
中国气象科学研究院

气象出版社

内容简介

本书对 20 世纪和 21 世纪初国内外大气科学各领域的研究成就做了全面的回顾,并对新世纪初未来 5~10 年大气科学各领域的发展趋势做了展望。书中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、大气环境和大气化学、大气遥感、人工影响天气、中层大气以及高新技术在大气科学研究的应用等领域在 20 世纪和 21 世纪初的重大研究成就,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科学问题做了卓有远见的展望。本书还根据国际大气科学的发展趋势,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“十一五”期间我国大气科学研究的优先领域与前沿课题。

本书不仅对于与大气科学有关的科技管理和有关部门制定“十一五”大气科学研究计划可以起到参考作用,而且对于我国大气科学各领域的科技人员和有关院校的师生在进行科研工作和进行科研课题立项方面也将起到参考和借鉴作用。

图书在版编目(CIP)数据

21 世纪初大气科学前沿与展望:第四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等编. —北京:气象出版社,2006.9

ISBN 7-5029-4193-2

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(2006)第 113887 号

出版者:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

网 址: <http://cmp.cma.gov.cn>

邮 编:100081

E-mail: qxcs@263.net

电 话:总编室:010-68407112 发行部:010-62175925

责任编辑:李太宇 章澄昌

终 审:陆同文

封面设计:张建业

印刷者:北京中新伟业印刷有限公司

发行者:气象出版社发行 全国各地新华书店经销

开 本:787×1092 1/16 印 张:12 字 数:307 千字

版 次:2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:35.00 元

第四次全国大气科学前沿学科领域研讨会

组织委员会和秘书处

会议组织委员会主席：黄荣辉(中国科学院院士)

组织委员会成员：陆则慰(国家自然科学基金委员会地球科学部副主任)
范蔚茗(中国科学院资源环境与科学技术局副局长)
巢清尘(中国气象局科技发展司副司长)
雷朝兹(国家教育部科学技术司副司长)
王会军(中国科学院大气物理研究所所长)
王 辉(中国气象科学研究院副院长)
朱 江(中国科学院大气物理研究所副所长)
谭本馥(北京大学物理学院副院长)
陆日宇(中国科学院大气物理研究所学术秘书)

会议秘书长：罗云峰(国家自然科学基金委员会地球科学部大气科学处处长)

浦一芬(中国科学院大气物理研究所科技处处长)

会议秘书处成员：任小波(中国科学院资源环境科学与技术局
大气海洋处处长)

王金星(中国气象局科技发展司科技项目处处长)

张宏升(北京大学物理学院教授)

梁 涛(中国科学院大气物理研究所科技处
业务助理)

序

一门学科中新的观测手段、新技术的应用以及新的重要科学事实的发现都会引发新科学理论的提出,从而促进这门学科的快速发展。大气科学发展的历史,就是沿上述道路前进的。近十多年来,对大气、海洋、陆面、冰雪和生物圈进行了大规模的观测,获得了海量的观测资料;并且,国际上组织了丰富多彩的多项国际和地区性的观测研究计划,进行了多种全球和区域观测试验。可以相信:通过对观测资料的深入分析和研究,必将发现许多新事实和新现象,这些新事实和新现象的发现必将导致大气科学发展的一个飞跃时期的到来。

近几年,世界气象组织(WMO)、政府间海洋委员会(IOC)、联合国环境署(UNEP)和国际科学联盟(ISCU)支持下的全球气候观测系统(GCOS)的建立应是促进大气科学发展的首要举措。这个全球气候观测系统包括了全球大气观测系统、全球海洋观测系统以及全球陆地观测系统。这个系统的建立,可以使人们及时观测到全球的气圈、水圈、冰雪圈和生态系统的状况。并且,除了上述大范围全球观测计划外,国际上还出于不同目的开展了或正在开展不少特殊的观测计划,如碳循环观测计划、国际协同加强观测计划(CEOP)、国际长期生态观测网络、ENSO循环的监测等。这些观测资料的获得无疑将为全球的气候、环境、水资源和生态系统变化的研究提供资料基础。

为了促进大气科学的急速发展,除了上述宏伟的观测计划以外,还有国际科学团体或组织制定的众多的全球大型综合性研究计划,如世界气象组织和国际科学联盟等共同组织或单独组织有关大气科学的国际研究计划就有四个:即世界气候研究计划(WCRP);国际地圈生物圈计划(IGBP);全球环境变化的人文因素计划(IHDP)和生物多样性计划(DIVERSITAS)。当前,尤其要强调的是:为了更好地研究地球系统的气候、环境、水资源和生态的变化,这四个国际科学计划组成了联盟,称为地球系统科学联盟(ESSP)。ESSP的合作研究计划将要开展全球碳循环研究计划(GCP)。碳循环是地球系统的一个核心,它与气候、水循环、养分循环以及陆地和海洋的生物量生产都有密切关系。此外,ESSP还有全球水系统研究计划(GWSP)、全球环境与食物系统研究计划(GECAFS)和全球环境变化与人类健康研究计划(GECHH)。这些研究不仅与人类的生存和生活密切相关,而且也与大气环境、气候密切相关。因此,这些研究计划的开展将大大促进大气科学的飞跃发展。

展望未来10~20年大气科学的发展,可以预计,今后将会有多方面的重大突破,大气科学将有可能进入一个飞跃发展时期。地球系统新事实和新现象的发现

将催生大气科学新理论的提出。由于对气候系统中包括物理、化学、生物和水文等各种过程的深入了解,以及巨型计算机的发展,必将使得包括地球系统各圈层变化的全球气候环境模式出现。这种庞大的全球气候环境数值模式,将是一种集地球系统中物理、化学、生物和水文等自然过程和人类社会、经济活动的综合数值系统模式。利用这种庞大的地球系统的数值模式,不仅可以使气候预测的精度大大提高,而且对于地球系统的水资源、环境和生态系统的变化也将可以在某种程度上进行预测;并且,对于人类生存环境有重大影响的气候突变现象的发生、发展机理的了解将会比现在前进一大步,在此基础上能够发现一些气候突变的阈值和一些气候突变的前期信号。此外,对于未来气候的稳定性、极端气候的发生、海平面升高的程度都将会得到比较确切的回答。

上述大气科学的飞跃发展前景也将使我国大气科学事业快速前进。这不仅是机遇,更是重大的挑战。首先,我们一定要抓住这个机遇,加入国际观测计划,尽可能多地取得全球各种观测资料;同时,应组织人力把得到的资料及时进行分析研究;其次,我们应有选择地加入国际上这些大型综合性的研究计划,并应随时注意分析国际上各种研究计划的进展情况。我们不仅要自主地做出创新成果,而且也要随时将国际研究结果为我所用;第三,组织人力尽可能地开展一些大气科学的基础研究,对人类生存环境以及对我国社会、经济发展有重要影响的课题要组织有关单位进行协作研究,时时刻刻注意创新,尤其是原始创新。

只要我们不失时机地把握机遇,脚踏实地,求实创新,经过几十年不懈的努力,可以坚信,我国大气科学水平一定会全面地进入到世界的前列。让我们共同迎接大气科学发展即将到来的新飞跃时期。



2006年4月20日

前 言

为了回顾近年来国际大气科学研究进展和国家需求的变化趋势,把握新世纪初未来 5~10 年国际大气科学新的发展动向和前沿科学问题,进一步分析我国大气科学发展的现状、特色、存在问题及应采取的发展战略和措施,加强我国在新世纪初未来 5~10 年大气科学前沿问题的研究,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与技术局、中国气象局科技发展司、国家教育部科学技术司、中国科学院大气物理研究所、中国气象科学研究院和有关院校联合组织的第四次大气科学前沿学科研讨会于 2005 年 9 月 19~22 日在北京召开。来自中国科学院、教育部各有关院校、中国气象局以及部队气象院校的领导和专家近 100 位学者参加了会议,就 20 世纪和 21 世纪初国内外大气科学各领域的研究成就做了全面的回顾,并对新世纪初未来 5~10 年大气科学各领域的发展趋势做了展望。特别是十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科学问题做了指导性的演讲。

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、大气环境和大气化学、大气遥感、人工影响天气、中层大气以及高新技术在大气科学研究的应用等领域在 20 世纪和 21 世纪初的重大研究成就,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科学问题做了卓有远见的展望。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“十一五”期间我国大气科学研究的优先领域与前沿课题。

为了能及时总结此次大气科学前沿学科领域研讨会的成果,及时汇编并出版各位专家在研讨会上的综述报告,研讨会组委会经与有关主办单位商议,决定出版第四次全国大气科学前沿学科领域研讨会论文集。这不仅对于一些与大气科学有关的科技管理和有关部门制定“十一五”大气科学研究计划可能起到积极的作用,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,第四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研究进展的回顾和对新世纪初我国“十一五”大气科学前沿科学问题的展望整编成集,以供有关部门和学者参考之用。其中的有些论文虽然并不是学科回顾与展望的文章,而是具体的学术研究论文,但我们认为这些论文对于今后大气科学研究也可以起到很好的参考作用,故

这些论文也一并编入文集。

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、浦一芬、梁涛和王磊以及耿淑兰等同志统稿、修改和编辑成集。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

2006年5月10日

目 录

序

前言

21 世纪初国际大气科学发展趋势和前沿学科领域——在第四次全国大气科学 前沿学科研讨会上的总结报告	黄荣辉 陆则慰 范蔚茗等(1)
--	-----------------

第一部分 21 世纪初国内外大气科学前沿领域与展望 (9)

20 世纪大气科学的发展成就和 21 世纪初大气科学的前沿科学问题	黄荣辉(11)
国际大气科学发展的一些特点	张人禾 赵 平 武炳义(24)
国际大气科学若干发展趋势评述	琚建华 贾朋群(29)
国内大气科学发展状况及优先领域分析	许小峰 胡 欣 王卫丹等(39)

第二部分 气候系统变化研究进展与前沿课题 (51)

气候系统研究与趋势	李崇银(53)
气候变化科学研究的新进展	丁一汇 孙 颖(57)
全新世气候突变的研究	王绍武(67)
关于我国地球系统模式发展的几点考虑	王 斌(76)
气候季节变化的可预报性研究回顾和展望	陈丽娟 王会军(82)
季节内振荡研究的过去、现在和将来	何金海 董 敏 韩荣青(85)
大气可预报性研究的回顾与展望	李建平 丁瑞强 陈宝花(96)
大气准定常行星波动力学研究进展与展望	陈 文(104)
热带印度洋海表温度异常及其对我国气候年际变化影响的研究进展	
.....	刘秦玉 杨建玲(110)
南海海-气相互作用及其对我国天气气候的影响	王 辉 王桂华(121)
南海夏季风爆发研究的进展与展望	温之平 吴乃庚 蓝光东(126)

第三部分 极端天气与中小尺度系统研究进展与前沿课题 (133)

极端天气灾害的成因与预测理论研究回顾和展望	赵思雄 孙建华(135)
次天气中尺度动力学研究进展及待研究的问题	高守亭(144)

第四部分 大气物理与大气探测研究进展与前沿课题 (149)

大气物理学前沿与进展展望——国际物理年的一些思考	吕达仁(151)
--------------------------------	----------

对未来雷电研究的思考..... 邴秀书 冯桂力 孔祥贞等(154)

青藏高原地表过程研究的粗浅认识和思考..... 王澄海(161)

第五部分 大气化学与大气环境学的研究进展与前沿课题 (167)

气候与环境变化中的大气化学研究 葛茂发(169)

城市化对区域及全球气候和环境影响的战略思考..... 刘树华(177)

21 世纪初国际大气科学 发展趋势和前沿学科领域

——在第四次全国大气科学前沿学科研讨会上的总结报告

黄荣辉⁴ 陆则慰¹ 范蔚茗² 巢清尘³
王 辉⁵ 罗云峰¹ 谭本旭⁶ 浦一芬⁴等

(1. 国家自然科学基金委员会地球科学部, 北京 100085; 2. 中国科学院资源环境科学与技术局, 北京 100864;
3. 中国气象局科技发展司, 北京 100081; 4. 中国科学院大气物理研究所, 北京 100029;
5. 中国气象科学研究院, 北京 100081; 6. 北京大学物理学院大气科学系, 北京 100871)

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与技术局、中国气象局科技发展司、中国科学院大气物理研究所、中国气象科学研究院和教育部有关院校联合组织的第四次大气科学前沿学科研讨会于 2005 年 9 月 20 日召开, 经过三天紧张的研讨, 于 22 日圆满结束。上述单位的领导和七位大气科学领域院士亲临此会, 就我国大气科学优先发展领域和前沿问题做了指导性报告。特别是叶笃正先生, 已是 90 岁高龄的资深院士, 还在百忙之中亲临会议指导, 给大家做了精彩报告。来自中国科学院、各有关院校、中国气象局以及部队气象院校的领导和专家近 100 位学者参加了会议, 并就近年来国内外大气科学各领域的研究成就做了回顾与展望。大家畅所欲言, 各抒己见, 讨论热烈。令人可喜的是, 在这次研讨会上中青年科学家成为会议的中坚力量, 显示出我国大气科学研究方面已涌现出一大批优秀青年专家, 他们已成为各领域的学科带头人。

会议就 21 世纪初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“十一五”及 21 世纪初大气科学优先发展领域及前沿科学问题开展了讨论; 会议还就发展我国“十一五”大气科学的战略措施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、第四次大气科学前沿学科研讨会的成果

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研讨会已在 1990、1995 和 2000 年分别召开了第一、二、三次会议, 这三次会议对于“八五”、“九五”和“十五”我国大气科学研究的发展起到了重要的作用。为了更好地把握“十一五”期间大气科学发展的前沿领域, 正确地选择“十一五”我国大气科学发展方向和优先领域, 造就和培养新世纪学术带头人, 我国大气科学界于 2005 年 9 月 20~22 日在北京召开了第四次大气科学前沿学科研讨会。研讨会取得了丰硕的成果。与会专家认为, 会议的研讨结果将对我国大气科学的发展具有一定指导意义, 为我国自然科学基金委员会、中国气象局、中国科学院和教育部有关院校等部门的大气科学的学科发展规划提供科学背景。

1. 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“十一五”国际大气科学研究的发展趋势和方向以及前沿领域和重要研究课题。会议不仅就当前国际和国内大气科学研究的重大研究计划做了全面和及时的介绍,而且就全球变化、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等大气科学各领域的研究进展做了较全面的回顾,并就今后亟待研究的前沿领域和重要科学问题进行了热烈而深入的研讨。

2. 在会议上,国家自然科学基金委员会地球科学部和大气科学处分别介绍了“十一五”地球科学和大气科学研究规划的初步设想,这使与会专家对“十一五”我国地球科学和大气科学优先发展的领域和前沿科学问题有了进一步的认识。

3. 会议所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对我国大气科学的发展将会起到重要的推动作用。

4. 在会议上,老、中、青科学家深入交流,加深理解,也锻炼了青年科学家,加深了他们对外国内外大气科学发展的整体了解,这也是培养 21 世纪初人才的重要工作环节。

5. 会议还就提高我国天气、气候预测预警水平、环境保护和国家安全等方面提出了许多急需研究的科学问题,与会专家对此表现出极大的兴趣,认为,这些国家急需的科学问题为我国大气科学的基础研究提供了动力。

二、新世纪初国际大气科学的发展趋势

回顾 20 世纪大气科学所取得的成就,展望“十一五”和新世纪大气科学的发展,与会专家认为,当前正是大气科学发展的飞跃时期,“十一五”和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:由于近年来国际上提出了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,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。今后大气科学将把气候、环境、水资源和生态环境的科学问题融为一体来讨论。

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。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;并且应用先进的数学、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和 GPS 技术等。目前,在国际几个大型研究计划中,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),还有最近提出地球系统的观测和预测的协调研究计划(COPES)以及世界天气研究计划(WWRP)中的观测和可预报性研究计划(THORPEX)都是把观测系统的建设放在首位。目前国际上正在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”、“十五”进行的几个大型大气科学试验,为促进国际大气科学的发展做出了重大贡献。

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:由于气候灾害的严重性,年际和年代际气候变化(variability)机理的研究显得很重要。特别是年代际气候变动问题,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,各国科学家都在关注这个科学问题的研究。

4. 全球和区域环境变化及其影响、预测和控制问题日益为大气科学界所瞩目:当前全球和区域环境的恶化不仅关系到人类未来的生存环境,而且对经济和社会的可持续发展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科学问题之一。因此,在新世纪中它将更加受到各国政府和公众的重视。在“十一五”期间,全球和区域环境变化的预测和控制问题、荒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。

5. 灾害气候和灾害天气等高影响天气气候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测预警水平,对于减轻灾害气候和灾害天气造成的损失将更是各国政府所关注的问题。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 5 km 和 10 km 的超高分辨率的数值模式以及研制计算速度为每秒百万亿~千万亿次的高性能计算机。可以相信,在 21 世纪 10~20 年代,在季、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,全球从 20 世纪 70 年代末以来又有加速增暖倾向,它将给新世纪中的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:大气环境科学研究的深入并随着全球变化、气候系统研究的深入,边界层物理研究不仅与环境污染机理研究密切相关,而且,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:由于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、岩石圈、冰雪圈、生物圈等多种遥感信息。因此,如何充分利用这些信息进行用于大气科学各领域的科学研究,这是对大气科学研究的重大挑战。

9. 气象综合探测获得的各种资料将会得到最佳应用:为了天气和气候预报准确率的提高,包括遥感和雷达观测的气象综合探测系统获得的各种资料的同化和融合技术已成为大气科学重要的科学问题之一。虽然在这方面的研究获得了初步的进展,三维、四维变分同化系统在许多发达国家已经变为业务,但是,在这方面尚需大力研究,以便使之在提高业务天气和气候预报水平方面发挥作用,从而推动气象科研工作的发展。

三、“十一五”期间国家对大气科学研究的需求

会议初步分析了“十一五”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. 由于我国旱涝等气候灾害以及如台风、暴雨等天气灾害的严重性以及进行预报的困

难,因此,在“十一五”期间各级气象业务部门迫切需要灾害天气气候的形成机理以及监测、预测和预警的研究,以能更好地改进天气、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“十一五”期间,民众不仅关心日常降水、温度、湿度和风力的预报,而且关心辐射、气溶胶、可吸入颗粒物等的预报。提高日常天气和环境预报的准确率将对大气科学工作者提出更高要求。为了提高天气预报的准确率,必须在我国天气气候特点和物理机制、数值模式中的物理过程的考虑方案及其参数化、四维资料同化、地形处理等方面取得突破性研究进展,才能实现我国数值气象预报的技术跨越。

3. 全球增暖在我国不同区域有不同响应,并严重影响到区域的可持续性发展: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,又由于我国城市化进程加快,大气质量没有根本好转、局部地区日益恶化、突发性环境灾害偶有发生,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课题。

4. 我国地形复杂,又有世界上最高最大的青藏高原,我国广大西北地区处于干旱和半干旱地区,东部又处于季风湿润区,随着国家经济发展以及西部大开发的进展,天气气候和水循环的相互作用已成为迫切需要研究的问题。因此,开展我国不同下垫面能量和水分循环及其对天气气候和水资源的影响观测和机理研究是非常必要的。

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效益的评估以及提高人工影响天气效益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。

7. 国家安全已对大气科学提出许多需求。

与会专家认为,我国大气科学的研究需要紧紧抓住上述对我国天气气候和环境以及国家安全有实际应用的课题,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,这样才会使我国大气科学基础研究出现一个新的局面。

四、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. 气候系统变异和预测的研究

- 亚洲季风系统的季内、年际和年代际时间尺度的变异过程和机理
- ENSO 循环和热带海-气相互作用机理及其与亚洲季风相互作用
- 青藏高原热状况、干旱、半干旱区的陆面过程以及极地海冰变化对区域气候的影响
- 世纪以上时间尺度的亚洲季风的演变机理及未来趋势
- 气候变化对我国区域水循环及水资源的影响
- 人类活动影响的土壤-植被-大气相互作用及其对我国气候的影响
- 全球增暖的区域响应

- 高分辨率短期气候数值模式、模拟集合预测的理论和方法

2. 高影响(high-impact)天气的物理、动力过程与可预报性理论研究

- 东亚大尺度环流系统异常与东亚暴雨频发性与突发性机理
- 热带气旋和台风的生成、结构、强度和路径突变机理以及相联系的大风和暴雨预报理论
- 中尺度强对流过程与强降水系统
- 地形、边界层和陆面过程对中尺度系统的影响
- 中尺度天气系统的可预报性及降水定量预报理论
- 影响天气系统的物理过程及其参数化
- 精细化中尺度系统的数值模式
- 中尺度天气系统的集合预报与可预报性

3. 大气化学和大气环境研究

- 海洋和陆地碳循环的观测、机理和模拟
- 我国温室气体、气溶胶和有毒有害物质的排放和输送
- 重要大气化学反应过程和微观机制
- 气溶胶、臭氧输运模式及其与气候系统模式的耦合
- 大气成分的直接、间接气候效应
- 城市和区域大气复合污染的形成机理和影响
- 大气成分的沉降、生态效应及生物地球化学反馈机制
- 城市大气环境预报模式及集合预报方法

4. 大气边界层以及陆-气、海-气交换过程的研究

- 非均匀下垫面边界层过程的观测试验和理论
- 典型下垫面能量和水分循环的观测试验
- 城市边界层和大气环境
- 边界层和自由大气相互作用
- 边界层中化学、生物和水文过程
- 高原边界层
- 大气湍流基础理论
- 三维高分辨大气边界层数值模式
- 卫星遥感在大气边界层研究中的应用

5. 中层大气及其与气候和环境的关系研究

- 中层大气动力/化学/辐射过程探测
- 中层大气波动的年际、年代际变化及其对气候的影响
- 平流层气溶胶对臭氧光化学过程的影响
- 平流层大气化学及其对气候和环境的影响
- 中层大气中的物理、化学和辐射的相互作用过程
- 中层大气模式及其与气候系统模式的耦合

6. 地球系统数值模式的研究与发展

- 海-陆-气-冰耦合的气候系统模式(即物理气候系统模式)的发展与完善

- 适用于我国气候特征的物理过程参数化
- 生物地球化学(biogeochemical)系统模式
- 多圈层耦合的地球系统模式
- 全球和区域气候、水资源、环境和生态系统的数值模拟及其可预报性

7. 大气探测和遥感与资料同化研究

- 快速、机动、多参量探测技术
- 各种观测系统的最优配置
- 多种大气探测资料的反演方法
- 多普勒雷达和地基大气遥感的综合集成
- 遥感资料及多种资料同化方法

8. 云雾物理和化学过程与人工影响天气机理研究

- 强对流、强降水过程的触发和演变机制
- 云雾微物理和化学过程及其多尺度动力学间的相互作用
- 大气雷电过程及其与云降水过程的关系和内在机制
- 对云自然物理过程和人工催化过程的外场试验、综合观测、模拟
- 多种云人工催化的机制和效果检验
- 云水动力学
- 云雾演变的数值模拟

9. 行星大气比较研究

- 地球中层大气与对流层大气的相互作用
- 地球系统对太阳活动变动的响应
- 地球、火星、金星上层大气演变规律与机理的比较
- 火星、金星、木星大气环流的数值模型
- 空间天气

五、我国大气科学发展存在的问题及在“十一五”期间应采取的措施

回顾“十五”我国大气科学研究的进程和问题,展望“十一五”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,资源配置尚不尽合理;
2. 国际高性能计算机急剧发展,美、日已研制几十万亿~百万亿次的高性能计算机,并正在研制百万亿次~千万亿次的超高速高性能计算机系统,在“十一五”期间我国大气科学研究用的计算机急待更新,迫切需要高性能计算机系统;
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,急需资料共享机制的建立;
4. 研究队伍中青年研究力量虽有一定规模,但不够壮大且尚不稳定,有的部门还相当欠缺,特别在学科分布上很不平衡,对行星大气的研究完全是空白;
5. 如何更好地参加国际大气科学的计划还有待于进一步协调与改进;我国有些研究在国

际上宣传不够;我国大气科学研究被高影响因子 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;

7. 在大气科学研究中存在着急功近利的趋势,与实际需求也尚有一定距离。

为了使我国大气科学研究在“十一五”和新世纪中能够在某些领域作出有我国创见性的成就,与会专家建议:

1. 呼吁国家增加对大气科学研究经费的投入,并给予稳定支持:当前,国家正在制定国家“十一五”基础科学研究计划,我们应尽快提出建议使国家有关部门增加经费投入;

2. 在当前,为了发展地球系统模式,在大气科学研究系统中安装新的超高速、高性能计算机系统显得特别重要;并且鉴于观测研究的重要性,为了使我国大气科学研究在“十一五”和新世纪中能够在某些领域取得原创性的创新研究成果,应适当对有前景的观测研究给予优先支持;

3. 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可持续发展的需求,按照“有所为,有所不为”的原则,集中优势,开展有我国特色的某些领域研究,争取在这些学科领域取得新的突破,努力使我国大气科学的一些领域在国际上能占有一席之地。并且,发挥中国科学院、高等院校、气象研究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,提出有关提高我国天气气候预报和环境保护中急需研究的项目,组织优势力量进行攻关,使我国天气预报水平有明显的提高;

4. 应加强大气化学、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;应开始注意行星大气对比研究以及太阳活动对天气气候影响的研究;

5. 应重视新的观测系统的建设和观测试验: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,要协调好预测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;加强与气候和水资源变化研究有关的陆-气相互作用和不同下垫面的能量和水分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和半干旱区的陆-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;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;积极开展暴雨的观测试验系统建设;

6. 加速新世纪学术带头人的培养,建议进一步扩大大气科学杰出青年科学基金的比例,并根据大气学科具体情况,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;

7. 应办好我国大气科学的三个杂志,争取有一个杂志能在“十一五”期间进入 SCI 收录的杂志行列,争取有两个杂志进入 SCIE 收录的杂志行列;

8. 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的学术交流。

最后,在“十一五”我国大气科学的研究中,希望科研、教学和业务部门努力奋斗、团结一致、相互协作、与时俱进、自主创新,用科学发展观指导我国大气科学研究,为我国大气科学的发展,在新世纪中使我国成为国际大气科学研究的强国而努力奋斗。