

大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室

Laboratory of Numerical Modelling for Atmospheric Sciences and Geophysical Fluid Dynamics

刘勤

(国家计委科技司)

大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室(英文缩写LASG)位于中关村。它依托于中国科学院大气物理所,其前身是中国科学院大气科学和地球流体力学数值模拟开放研究实验室。实验室已于1990年向国内外开放(边建设、边开放)。

一、学科发展

大气科学的数值模拟研究是各学科中数值模拟研究最成熟、最发达而最富有成果的分支之一。最近十多年间,世界上主要发达国家,如美、日、苏和欧洲共同体,都相继建立了大气科学数值模拟中心或以数值模拟为主的大气科学研究中心。美国的地球流体动力学实验室(GFDL)和国家大气研究中心(NCAR)得到美国政府大力支持,成为国际上最有名的研究机构之一;欧洲共同体支持的欧洲中期天气预报中心(ECMWF)专门从事中长期数值天气预报问题和气候模拟研究;苏联有山科学院院长马尔丘克亲自领导的计算数学部(研究所),专门从事大气、海洋和环境及其相互影响的数值模拟。上述中心都配备了世界上最新、最大的巨型计算机,并吸引世界各国著名学者和大批有才华的青年参加研究工作,使其在重大理论研究方面以及在重大复杂的应用研究方面均处于世界领先的地位。近年来,以上述几个大气科学和地球流体力学研究中心为先导,在国际上普遍开展了气候变化、人类活动(特别是CO₂含量增加)的气候效应和环境效应,长期天气和气候变化的可预测问题,大气—海洋相互作用,气候—生态环境,以及地球流体力学基本规律等一系列重要

理论研究和数值模拟试验。大气科学和新兴的地球流体力学正处于新的发展阶段,一些重要研究成果已成功地用于经济建设中。

我国的大气科学研究有相当深厚的基础,并在国际上占有重要地位。不仅有一批跻身于世界前列的研究成果,也拥有一批优秀的学科带头人,他们中不少人也是世界知名的科学家。老一辈科学家叶笃正、谢义炳、陶诗言等在东亚天气系统、大气环流、气候和季风等方面作了开创性和奠基性的工作,其研究成果处于世界前沿。在大气动力学和数值模拟理论方面我国学者也有优异成绩。60年代我国学者提出的“半隐式差分格式”成为世界上最早的数值天气预报模式设计的研究成果之一;曾庆存所著《数值天气预报的数学物理基础》一书,系统地把近代大气环流和数值预报研究中的物理和数学问题进行了理论概括,被国际上誉为大气科学的理论名著;实验室在地球流体运动的基本规律——地转适应理论的研究方面一直处于国际领先地位。近年来,实验室还在行星波动力学、热带大气动力学、大气运动稳定性理论以及计算地球流体力学理论等方面,取得了一大批具有国际先进水平的研究成果。

LASG将以数值模拟为重要研究手段和研究核心,同时紧密结合理论研究和资料分析,发挥大气科学、海洋动力学、环境科学和计算数学等学科相互渗透和综合的优势,系统研究地球流体(大气、海洋等)宏观演变及其控制的理论;揭露环境系统和气候系统的大范围异常现象,以及灾害性天气的机制和变化规律,并进行预测试验研究;研究合理利用自然资源(主要是气候和环境资源)、保护和改造生态环境的决策问题。目的是把大气科

学和地球流体力学提高到一个新的水平,并为解决国民经济建设中的有关重大科学问题作出贡献,实现国内外老一辈科学家的愿望,使其成为亚洲大气科学和地球流体力学最好的研究中心。

二、工作基础

1. 研究力量

实验室现有固定成员12名,其中有研究员4人,副研究员8人,平均年龄48岁。他们中既有大气科学各领域和地球流体力学的专家,也有应用数学和计算数学的专家,其中一部分又有多年从事海洋动力学研究的经验。可以说这是一个年富力强,学科配备较齐全,团结合作的科研集体。他们中大部分是国内外有关各种学术组织的成员或负责人,在国内外有较好的学术影响和地位。他们既有丰硕的研究成果,又有指导科学研究的能力和经历。

2. 承担的研究任务

LASG已开展的研究工作包括国家“七五”攻关、国家重大基金项目,以及国际合作等方面。其中仅固定成员承担的研究任务有“七五”国家攻关项目课题5个,重大基金项目课题3个,自然科学基金课题6个,科学院重大项目课题2个。同时,针对科学发展的前沿,并结合我国四化建设的需要,LASG经学术委员会批准共开设了研究课题58个(大部分为客座研究人员申请开设),已完成24个,都取得了很好的成果。

目前LASG同美国、德国、意大利、澳大利亚等国家有合作研究计划5个。都在顺利执行中,有的已取得非常好的结果。

3. 研究成果

LASG已有2项成果分获国家自然科学基金二、三等奖;有5项成果获科学院级重大成果奖。

同时,关于大气和大洋环流模式的设计研究,气候模拟及气候预测研究,厄尔尼诺事件发生机理的研究,大气动力学中连续谱在大气环流中的重要作用的研究,农业产量与气候异常的研究,热带大气中30~50天低频振荡机制的研究,大气环流动力学及统计特征的研究以及近海海流的数值计算研究等,都是一批具有国际先进水平的研究成果,在国民经济建设中也有适用价值。

据不完全统计,LASG已出版论著三本,共计发表学术论文200余篇。其中,国际会议报告60余篇,在国外刊物及《中国科学》、《大气科学》、《气象学报》等国内刊物上发表论文142篇。

4. 现有设备

LASG的基本设备是大型电子计算机及其外围设备。国外同LASG类似的研究机构,例如美国

的地球流体动力学实验室(GFDL)等,目前已拥有10亿次/秒的巨型计算机。由于我国经济力量的限制,尚不能实现这样的要求,但经过努力,目前LASG已拥有一台CONVEX C1计算机,其标量运算最快为400万次/秒、向量运算最快为4 000万次/秒;还有一台PYRAMID 98X计算机,双CPU,运算速度为510万次/秒。外围设备有磁盘9台(共3600MB),磁带机3台,打印机3台,终端16台,以及图形输出设备等。

5. 开放情况

LASG的高水平研究工作和浓厚学术空气吸引了国内一大批优秀科学工作者(特别是优秀的中青年科学工作者)来实验室从事客座研究。每年都有30多名国内学者(不包括他们来LASG工作的助手)成为LASG的客座研究人员,开放度为72~80%。不少客座研究人员由于在LASG的研究成绩突出,受到本单位好评,有些已越级提升为教授。

LASG的开放和具有国际影响的研究工作也吸引了国际上的科学家。曾有美国、英国、日本、德国、苏联、加拿大、澳大利亚、意大利、保加利亚、泰国等国家的近70位学者来LASG短期工作、讲学和访问。日本气象学会前理事长、东京大学教授Gambo曾于1986年来LASG工作3个月,对LASG的研究给予了很高评价;美国科学院院士Lindzen教授和Goody教授都到LASG访问过;苏联科学院副秘书长、通讯院士Sarkisyan来LASG进行了广泛学术交流后,甚赞LASG科学研究水平高,希望加强合作和交流。

三、研究方向和近期课题指南

1. 研究方向

气候变化及气候异常的研究是当前国际上的前沿领域,国际上正开展“世界气候研究计划”(WCRP),诸如气候变化的规律,气候异常的原因和机制,以及人类活动对气候可能带来的影响等问题,都是极为重要而又尚未搞清的问题。有关问题的研究进展不仅在科学上有突破性的意义,而且对于人民生活及国民经济建设也有重大意义。特别是我国处于气候脆弱区,气候灾害经常发生,其重要性更为突出。

海洋状态的变化对海洋资源以及海洋开发都有重要影响,而且对气候变化和灾害性气候的发生也具有重要的影响,因此海气耦合及其相互作用的研究对于气候变化以及海洋动力学都有重要意义。

随着科学的发展和研究工作的深入,人们已逐步认识到地球环境系统(地圈、大气、海洋、生物

圈)是一个统一的整体,它们的相互影响是极其重要的跨学科问题,其研究成果具有广泛的科学意义,对更好地利用和改造自然环境资源有重要价值。目前国际上正计划开展国际地圈-生物圈研究(IGBP),极有可能成为21世纪国际科学研究的重要领域。从大气科学及其有关领域入手是一个基本趋势,实验室将在广泛进行资料分析的基础上,对地球环境问题进行深入的理论研究和数值模拟。

台风,暴雨及强对流天气(冰雹,龙卷风等)对国民经济和人民生命财产有着重大影响,它们的生成和发展理论以及预报方法的研究,各国都很重视,都有其专门研究计划。上述灾害性天气系统在我国的发生频率很高,因此,对灾害性天气系统的进一步研究并取得高水平研究成果,有重要科学和实用价值。

空气污染所造成的环境恶化,特别是酸雨问题和臭氧含量的减少,已经为世界各国人民和政府所重视。但是,同大气污染有关的一些理论和数值模拟在我国开展还很不够。建立一套完整的理论系统,并进行中远距离大气扩散的数值模拟,将为解决建设规划和环境保护乃至国际争端中我们应采取的策略等迫切的问题提供科学依据。

地球流体力学理论是研究大气和海洋运动的基础,也是气候和地球环境科学的现代理论基础。研究和发展地球流体力学理论,包括计算地球流体力学,不仅对大气科学和海洋动力学各分支学科的发展有重要指导意义,而且将为它们将来的发展开辟新的途径。

2. 近期课题指南

(1) 气候理论及气候数值模拟研究

气候形成及气候异常的理论

气候模式(以GCM为主)设计和模拟试验
CO₂及其它微量气体含量变动的气候效

应

海气和陆气相互作用

(2) 大气环流中长期演变过程的研究

大地形对大气环流影响的数值模拟

大气环流的低频变化和遥相关

大气和大洋中行星波理论和数值模拟

季风形成及其变异的数值模拟

各种物理过程的参数化方法

(3) 台风、暴雨等灾害性天气的数值模拟研究

高分辨率数值模式的建立和试验

中尺度系统的结构及其形成过程的动力

学研究和数值模拟试验

台风发生发展的数值模拟

积云过程的数值模拟

(4) 中尺度大气污染扩散数值模式的建立和

计算研究

边界层过程的数值模拟

中尺度大气扩散的数值模拟

酸雨的数值模拟

(5) 海洋动力学的数值模拟研究

大洋环流的数值模拟

大洋环流和近海环流的相互作用

台风、寒潮影响下海流、浪、潮的计算研究

(6) 地球流体力学和计算地球流体力学的基础研究

旋转流体多平衡态、分岔和混沌等非线性动力学研究

运动失稳的非线性理论

波和基流的相互作用

地球流体力学计算方法

四、管理体制

大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室以“开放、流动、联合”为方针,实行实验室主任负责、学术委员会评审制。现任实验室主任,为中国科学院学部委员曾庆存,学术委员会主任为学部委员叶笃正。学术委员会是实验室的学术领导机构,它负责决定实验室的研究方向、审定研究课题,协调开放事宜,组织成果评价等。其成员有26名,分别来自国内有关单位。

(责任编辑 刘先曙)

(上接第11页)

和奖励机制,形成激励科技开发的政策环境,完善科技成果转化的内部运行机制。

2. 加强政策引导,突破陈旧模式,完善企业承包制度,兴办各种形式的科研生产联合体,以解决高校与企业联姻中一头热,一头冷的普遍问题,开创高校与企业产学研紧密合作的有效途径,改善高校科技成果转化的外部环境。

3. 打破校际割据,部门所有,兴建各种层次和形式的中试基地,构架高校科技成果产品化和商品化的坚实渠道。

4. 加快科研生产经营机构的企业化进程,各校主动兴建“自我长入型”和“外向开拓型”的高新科技产业以及以高校为依托的民办科技企业,不断提高和完善成果转化的结构层次。

5. 建立相应的基金,以融通科技开发、转化的投资,并确立优惠政策和相应的法规,以确保高校科技潜力和科研成果的开发及其全面效益的发挥。

(责任编辑 蔡德诚)