

文章编号 1001-8166(2004)06-0903-07

NCAR 下一个 10 年新的研究方向

罗云峰¹, 周小刚^{1, 2}

(1. 国家自然科学基金委员会地球科学部, 北京 100085; 2. 中国气象局培训中心, 北京 100081)

摘要 21 世纪初, 美国国家大气研究中心(National Center for Atmospheric Research, NCAR)专门组织人员撰写了它将来在研究、设施及教育上的规划报告。该报告围绕什么是要继续的、什么是阶段性的、如何开创新的研究方向、新方向的选择标准等作了阐述。介绍了该规划报告中关于下一个 10 年新的研究方向, 其中包括 NCAR 各分支机构之间联合研究的新研究计划, 以及模式集成、先进的工具和方法以及将信息技术用于研究和教育等方面的新研究计划, 同时还界定了新研究计划的选择标准。

关键词 NCAR 战略规划; 新方向
中图分类号 P4 文献标识码 A

0 引言

2001 年 10 月美国国家大气研究中心(NCAR)发表了一份战略性报告^[1], 并与美国国家科学院大气科学与气候委员会(BASC)的报告“21 世纪的大气科学”^[2]、美国国家科学基金会(NSF)的报告“新千年的地球科学”^[3]相呼应。一方面 NCAR 的报告针对了 BASC 和 NSF 提出的一些新的科学问题, 另一方面, 考虑了联邦政府有可能划拨多少财力用于实现新的科学目标。如 2000 年 NSF 的预算是过去 5 年的 2 倍, 这是由于美国国会以 NSF 历史上从未有过的增长率增加了经费, 但 NSF 的未来经费增长率肯定要下降。此外, 美国国家重视的问题并不总与大气科学(尤其是 NCAR)重视的问题相一致。就一定程度而言, NCAR 和其它机构有效的倡议有助于联邦政府形成国家所重视的问题, 这份规划的意义即在于此。因此 NCAR 的这份战略性报告力求既使人信服又有足够的灵活性以适应将来可得到的财力资助。

NCAR 是研究大气及相关科学问题的研究中心。它的科学贡献主要在以下几方面: 天气预报模式、耦合的海洋/大气候模式; 平流层和对流层化

学; 太阳系外行星的发现; 太阳机制的研究; 云的微物理过程; 强天气的社会、经济影响的定量分析等。同时它通过提供先进的观测设施、不断增长的超级计算环境及相关软件、共同模式和描述地球—太阳系统的有价值的资料为大学和其它科研机构服务。NCAR 的教育和技术转让活动又将其的研究成果传播并应用于社会。

NCAR 各分支机构的合作是 NCAR 取得成功的关键因素。下面介绍的是分支机构的科学延伸范围, 同时还说明了如何将新的研究方向与以前的核心研究计划相结合^[4]。

1 分支学科之间的联合计划

大气科学和环境研究的问题已不再局限于单个分支学科的范围。如化学输送研究是大气动力学、辐射传输、大气化学的集合, 降水研究需要既有预报经验又有理论的水文学、云物理学、生态系统动力学、大尺度大气环流的专家联合, 强天气的社会生态研究需要定性的社会科学与定量的数值模式研究相结合, 空间天气预报模式需要有太阳物理、磁层和电离层的知识, 以及上层和低层大气的动力耦合。

为了在这些领域取得成就, NCAR 必须打破目

收稿日期: 2004-03-25; 修回日期: 2004-09-08.

作者简介: 罗云峰(1966-) 男, 甘肃天水人, 副研究员, 主要从事大气物理学研究和科研管理工作. E-mail: luoyf@mail.nsf.gov.cn

前的分支机构界限 进行合作研究。

1.1 化学—气候联合计划

经过初步调研, NCAR 为了解人类活动对大气化学的影响是根本性的挑战, 化学—气候的联合研究是新的优先研究领域之一。NCAR 的此项计划与国际地圈生物圈计划中的国际全球大气化学计划有密切关系。

野外观测试验仍是了解不同环境中气体和气溶胶特性的主要方法。NCAR 是亚马孙大尺度大气—生物圈实验(LBA)及亚洲气溶胶特征实验(ACE-Asia)的主要参与单位。这些野外实验结果对改进 NCAR 的臭氧与痕量气体模式(MOZART)及共同气候系统模式(CCSM)的过程有较大的作用。

NCAR 的化学—气候计划提出要在多时间和空间尺度(从城市大气到遥远的太阳)上进行研究, 这种跨尺度的来自于人类活动和自然影响的气体 and 粒子的交换使得全球大气的动力学和化学过程十分复杂。

1.2 生态地球科学计划

NCAR 的生态地球科学计划将鼓励来自于国内外的科学家对地球系统中的动力、化学和气候演变过程中的生态过程进行研究, 其时间尺度从日到千年。该研究有助于发展 CCSM 的新一代陆面和海洋模块, 并使之向地球系统模式过渡。简单的反演、预报陆地和海洋的模式、遥感资料和大气示踪物将用于确定影响气候系统辐射平衡的气体和气溶胶通量。CCSM 生态化学工作组将进行“飞跃实验”, 用以记录化石燃料中碳的释放及碳在地球系统中的平流输送; 大气中碳的浓度将作为全球生态化学相互作用的标志被测定。生态地球科学计划还包括对气候系统和生态圈之间相互反馈过程的模拟和野外实验研究。

NCAR 将是北美 CO₂ 实验的主要参加者, 此计划将揭示陆面和大气间净 CO₂ 交换观测的不确定性, 并将为未来几年里美国 CO₂ 源和汇的估计提供观测基础。

NCAR 的生态研究计划将会对共同地球系统模式的发展有较大贡献。

1.3 天气、气候影响评价科学

天气和气候影响着人类, 同时人类活动也影响着气候系统, 大气过程与人类活动的相互作用又能造成生态系统的变化。它们之间的这种相互作用有着较为广泛的社会、经济和政治影响。

NCAR 的环境、社会和应用研究计划是分机构之间、天气气候信息的研究者和用户之间的桥梁。

该计划的研究新领域包括: 将准确的天气和季节预报应用到能源管理、农业产量系统及国家安全计划之中。因此需要 NCAR 与政府机构或私人团体中的广大科学家通力合作。所用的工具和方法包括自动决策支持系统、遥感资料和全球信息系统、高性能模拟等。

NCAR 气候评价战略计划拟从 5 个方面改进评价科学的不确定性: 大气中的排放物; 气候计划; 影响模式(如农业和生态系统模式); 这些模式使用的环境资料集(如气候观测资料、土壤资料); 涉及政策制定的不确定性。重点是模拟和评估气候极端性影响的不确定性。NCAR 也有一个分支机构——环境与社会影响组(ESIG)的计划, 主要研究气候极端事件对人体健康的影响。

NCAR 及其高校合作者已经开始涉足于对长期气候变动和变化潜在影响的估计, 包括参加政府间气候变化专门委员会(IPCC)的评估和美国气候变动、变化评价。如何描述气候评价中的不确定性对气候评价科学的发展极其重要。这里介绍的对天气和气候影响的研究将有利于将来对国家和国际气候评价的设计和和实施。

1.4 太阳—地球与行星大气

太阳电磁计划采取综合手段以了解太阳—地球系统。因为变化的太阳辐射和太阳粒子数影响着地球大气的组成, 极端的太阳变动引发短期空间天气事件, 而长期的太阳周期影响着气候系统的动力学和化学过程。

NCAR 科学家及其国内外太阳物理研究机构的合作者正在寻求秒到千年时间尺度上控制太阳辐射和太阳粒子数变化的物理过程。可从太阳磁场及其与湍流的太阳等离子区的动力学相互作用来寻求太阳变动的原因。对太阳辐射和粒子通量变化原因的了解有助于空间天气预报和气候模式的改进。NCAR 在太阳—地球物理上的研究重点是:

- (1) 了解太阳磁场及其固有变动。
- (2) 与地球系统的耦合及地球系统对太阳变动的响应。

对太阳磁场活动的深入了解是实现国家空间天气计划和 NSF 资助的地球系统模拟的先决条件。太阳磁场影响着太阳粒子的变化。太阳电磁计划将包括研发近红外光谱仪探测日冕的电磁场; 开展模拟太阳基本过程的理论研究(包括全球数值模拟); 分析太阳大气的观测结果, 并对观测与理论研究作综合分析。

行星大气比较计划 太阳系内外的行星大气比较是令人兴奋的研究领域,它可以促进地球与行星大气研究人员之间的有效合作。二个研究重点是行星上层大气的比较与太阳系外行星系统的动力学研究。

该计划是建立在对地球、火星、金星上层大气的研究基础之上 这些研究包括比较光化学特性、磁圈—电离圈相互作用、行星大气成分的外层逃逸研究。该计划的重要目标是定量观测和模拟地球中层和热层风及温度,全面了解太阳风对太阳系行星上层大气的影响,并研究太阳系外行星大气的成分、结构和形成史。与热层、电离层、中层能量和动力学有关的卫星飞行观测和模拟研究可为了解上层大气热潮、行星潮及夜晚气辉放射物的主要成分提供基础。NCAR 科学家已用光速和中天测光技术开展了对太阳系外行星的观测。通过地基仪器与新的空基仪器相结合的观测可使上述研究得到进一步加强。与 NCAR 有合作关系的高层大气研究机构也有将大气环流模式改编成适合研究地球、火星、金星、木星大气的经验,其中面临的是必须了解新框架下的大气成分、表面重力、太阳辐照及旋转等方面的问题。

1.5 跨尺度的水循环

地球的水循环(尤其是通过降水)对人类活动及经济繁荣有很大的影响。但对控制水循环的不同物理过程之间复杂的相互作用的了解仍是科学上的难题。这种不确定性部分是由于大气中缺乏水汽分布的观测及相应的水汽源、汇资料造成的,但主要还是由于流体运动(特别是水的3种相态的转换过程中的)混沌和非线性特性引起的。

水循环是云微物理过程、辐射、对流、边界层和地表水过程之间的多尺度相互作用的产物,且这些过程都包含次网格尺度的分量。由于对包含在参数化过程中的动力学相互作用了解不够,导致在大尺度模式中不能很好地表示它们。因此,即使用目前最先进的天气预报模式来估计降水亦有较大的困难。

水循环研究计划的第一步是试图寻找跨尺度的水汽、降水及地表水的相互作用以了解直到大陆尺度的水循环,来改进大尺度预报模式。此目标与旨在改进区域和全球水循环模式的全球能量与水循环试验(GEWEX)是一致的。关键的研究领域是如何更好地观测和了解水循环(作为一个耦合系统)分量,总体目标是给出小尺度和大尺度研究之间的联系及如何在大尺度模式中对小尺度过程作参数化。重点围绕以下4个方面:大陆尺度降水的诊断分

析;云系统的模拟;水汽、对流的产生和触发机制;地表水过程。

水循环研究计划的第二步将是利用空基全球定位系统(GPS)的观测来反演大气参数,该研究建立在GPS/MET 先驱者卫星试验成功的基础上,由在大气柱中传输的GPS信号的折射可以导出其与水汽和温度的关系。在下一个10年,美国大学大气研究联盟(UCAR)将在气象、电离层及气候的星群观测系统(COSMIC)的GPS星群的设计、实施和业务上起重要作用。这个国际性试验将提供与大气中的水汽和温度有关的全球观测数据集,它将能显著提高天气预报和分析水平。NCAR 科学家将在此国际性试验中从事资料同化、模式发展、COSMIC 观测和预报能力的社会价值评估等工作。

1.6 改进天气、气候研究与预报

微尺度和中尺度气象的研究根本上是为了改进降水预报和下一代天气气候模式。就降水天气系统预报而言,主要的目标是提高对重要降水事件的了解和预报以减少预报误差。NCAR 及其高校合作者将致力于发展高分辨预报模式——天气研究和预报模式(WRF),及天气和气候模式初始场所需要的资料同化系统。有关WRF 软件框架的新计划将使模式能在多种平台上有效地运行,它将使WRF 能像宾洲大学 NCAR 的中尺度模式(MM5)一样被广泛使用。

北美大陆暖季大气和跨尺度近地层水循环的集成研究计划着重解决以下几个问题:

(1) 提高1~12小时间隔的对流降水预报。

(2) 提供综合方法以改进模式中跨尺度(从云到全球)的水循环处理,一系列已计划或正计划的野外观测试验将定性、定量地描述与热量、水汽及动量通量和传输有关的云和陆面过程特征。

CCSM 是由NCAR、高校及美国国家实验室共同合作开发的。CCSM 的目标是了解和预报气候系统。即将研制的CCSM-2 将能改进平均气候和气候变率的模拟,并降低深海漂移。它将是评估气候变动和变化的国家性及全球性影响的重要工具。

对全球模拟而言,下一步将是研发地球系统模式,它将包含一系列相互作用的对气候系统有影响的反馈过程。地球系统科学的最高目标——完全集成的、长期的预报能力,NCAR 及其高校合作者正在向此目标迈进。

1.7 地球物理湍流的基本问题

NCAR 地球物理湍流项目办公室(GTF)^[4] 现已

不作为 NCAR 的独立机构,而被合并到 NCAR 预研究项目处(ASP)中将参与从以下 4 个方面提高湍流基本理论和方法的研究:

(1) 影响大气化学、气溶胶和云物理过程的湍流相互作用。

(2) 边界面上的各向异性湍流。

(3) 准地转湍流(QG)。

(4) 与磁场有关的湍流。

GTP 认为湍流和流体动力学这二个学科是互相渗透的,超出了经典湍流研究所描述的范围。采用新的快速响应的激光雷达和雷达观测湍流结构,为 NCAR 科学家及其合作者进行理论和实验的比较提供了条件。计算能力的提高也使得对湍流现象的模拟和可视化成为可能。

对湍流相互作用的研究可用于改进有化学微滴相互作用时云端流的特性、云滴的增长和相互作用、太阳外层空间由对流引起的热湍流传输。如由于旋转、层结和平均磁场的存在,太阳上的各向异性运动是普遍的。GTP 科学家将从研究各向同性的螺旋式运动和二维运动着手,如研究弱磁流体动力学湍流的主要性质。QG 研究与 QG 湍流的源和汇有关,并涉及到次网格尺度的动力学参数化和大尺度的输送。通量管、股流、太阳黑点、日冕质量放射、日冕热量的可压缩磁对流及动力学研究是湍流和磁场研究的主要领域。

2 模式集成

地球科学所面临的挑战是大气、海洋、陆地、冰盖及生态系统中许多相互制约的过程共同决定着地球的状态。这种对整体过程的考虑要求对全球、甚至区域和局地问题都要用地球系统的处理方法,即包含不同专业知识的综合处理方法。

2.1 第一代地球系统模式

NCAR 有义务研发第一代地球系统模式(ESM),它要求综合现有的模式能力,如共同气候系统模式(CCSM)、天气研究和预报模式(WRF)及生物圈和生态圈模式。这不但对计算能力和观测设施提出了更高的要求,同时也需要广泛的团队合作。

2.2 大气圈共同气候模式

一个重要的新研究计划是研发大气圈共同气候模式(WACCM),以改进地球动力学和代谢的模拟和预报能力。WACCM 研究的大气范围从地面到 140 km,甚至到 500 km,它要能很容易插入到 CCSM 耦合器上,并在 CCSM-2 中作为可选择的大气模块,

最终要成为 ESM 的主要组成部分。

2.3 天气研究和预报模式

WRF 模式是下一代中尺度预报模式和同化系统,将能提高对中尺度降水系统的了解和预报。

该模式的发展需要不同机构的工作组共同努力,需要先进的数值模拟和资料同化技术、多重格点的嵌套能力及改进的物理过程(特别是对流和中尺度降水的处理)。同时还需要有综合的新模式框架,提供模块化的、灵活的标准源代码以适合在不同计算体系上使用。该模式的目标是要有广泛的应用范围(从理想化的研究到业务预报),其水平格距为 1~10 km。

3 先进的工具和方法

3.1 资料同化计划

NCAR 重视理论、观测和模拟的齐头并进,它们正作为一个整体在发展。如复杂的资料同化技术使得数值预报水平有了明显的提高。另外,共同模式及其中的主要参数化方案需要利用新旧资料集进行反复比较来得到广泛认可。同样,通过使用模拟和先进的可视化技术,观测试验(如最近的 ACE-Asia 试验)也能得到较大的提高。但这些技术在实际中的应用还是有障碍的,包括数据格式不统一、资料读取困难及计算时间的限制等。因此 NCAR 必须提供专门的基础技术来有效推动理论、模拟和资料的综合提高。

改进的资料同化系统对综合考虑来自于新观测系统的资料、观测的最优分析、观测要求的理解、目标观测的最优设计是重要的。NCAR 有义务支持共同资料同化系统及相关的支撑领域的发展,如观测人员、最优化的软件及背景和观测误差的协方差分析。该项计划的重点是要在资料同化上取得根本性的进展,以便给 WRF、CCSM、ESM 及其它机构的预报模式提供新的资料处理方法。特别是通过将新的观测工具(如 Doppler 雷达、空基和地基 GPS 系统及其它地基和空基观测系统)所得的资料同化到天气、气候模式,以改进模式准确率。

3.2 遥感计划

在下一个 10 年,新的空基地球观测系统将能对地球系统提供一个全面的描述。事实上,就现代观测技术而言,地球系统的各个方面都可以被监测到。如卫星将可以监测到大气污染的分布,也可观测到行星尺度的碳循环和水循环。NASA 的 Star 计划中准备用一组卫星实时提供上层大气、磁圈和太阳环

境场的观测信息。它将为地球系统和日—地关系研究提供大量的资料,也为 NCAR 带来机遇与挑战。

NCAR 必须能充分解释这些资料并提供对控制地球系统的基本过程的定量理解。为满足这一需求,NCAR 要建立遥感技术支持及遥感资料处理的能力。NCAR 和 UCAR 已通过一些研究计划(如高分辨动力学临边探测器(HIRDLS)、对流层污染观测(MOPITT)、GPS/MET、TIMED、Solar-B 及将要进行的 COSMIC 计划)参与了卫星观测,但仍要进一步开发遥感能力,以提供基本的技术支持。NCAR 需要发展和确认新的反演方案和资料同化技术,并了解仪器的局限性,且这种了解只能通过直接参与工程建设来得到。相比战略规划的其它部分而言,在遥感研究上 NCAR 只是高校机构的合作者之一。

3.3 地理信息系统计划

打破学科界限的模式集成和数据产品有利于 NCAR 与其它机构有共同的语言。在社会科学的许多领域,如城市规划、人口统计研究、自然资源管理及教育研究,地理信息系统(GIS)已成为一种语言工具。GIS 工具是二维、甚至三维地点的多重信息的空间分析工具,已被许多学科广泛接受。NCAR 需要依据 GIS 技术来综合处理资料集和模式产品。

NCAR 首先要研发合适的技术将传统的大气科学资料格式及计算工具转换到 GIS 可用的环境中。为此要在 NCAR 建立一个小的 GIS 技术中心。第二步是要将 GIS 纳入到地球科学的信息环境计划之中(见本文 5.1 节)。

4 设施和装备

在 NCAR 的核心设施计划^[4]中已论述过相关内容。这里重点是 2 个方面:用于地球系统模式的超级计算和大气观测系统。

4.1 用于地球系统模式的超级计算

即使将“先进的计算设施和万亿次计划”的参与者 NSF 中心考虑在内,CCSM 和 WRF 模式所需要的超级计算循环也超出了可使用的计算资源范围。今天的大范围地球科学模式需要每秒万亿和千万亿次的计算。如国家气候评价对模式的要求为:

(1)耦合土地使用、土地覆盖、海冰、地表水、大气和海洋环流。

(2)能提供用于区域性决策支持系统和预报强天气的影响所需的时间和空间分辨率。

(3)能高效、快速地运行。

(4)能以集合方式运行。这就自然需要有每秒

万亿次的计算要求。

2001 年 NCAR 科学计算处(SCD)开始了先进的研究计算系统(ARCS)的实施,它将使 NCAR 在 2005 年进入 10^{12} 的计算环境。

尽管需要万亿次的计算资源,而且下一代模式对计算资源的需求更高,但在下一个十年,还不能解决这一问题。最近美国国家科学委员会和美国国家科学院的报告也指明了这点。

NCAR 提出了“用于 ESM 的地球科学计算计划”,该计划将量化计算需求,并对将来所需的计算能力进行规划。该计划的一个直接目的就是在国家信息技术议程中给出地球科学需要的超级计算的轮廓。

4.2 大气观测系统

NCAR 认为现在应考虑发展更加综合和集成的下一代大气观测系统,它是地基网络系统和现代信息技术的结合。大气观测系统(AOS)将是国际范围内的集成研究,它将被设计成分布式、多用途的仪器阵列,能观测 0~300 km 的整个垂直大气柱的物理和化学特性,观测的参数包括风、波、潮汐、温度、污染物、气溶胶、臭氧、氧化氮、奇氮、碳、水汽等要素的密度、氮通量及感热通量。初步构思是在约 50~100 个站点安放 AOS 阵列,这些站点可以是 NSF 的合作伙伴、大学及国际上的研究机构。另外,将由 5 个配有 GPS 装置的可移动的大气探空实验室对地基阵列作补充,以便描绘出详细的大气轮廓,如城市内的碳通量。AOS 适合于提供实时业务、GCM 资料同化及用于公众教育的产品。

5 将信息技术用于研究和教育

对 NCAR 而言,集成信息革命成果用于研究是前所未有的机遇和挑战。作为一个将超级计算引入大气和地球科学已有较长历史的国家研究中心,在网络、可视化、资料处理、高性能计算上拥有的经验是与之不匹配的。

在 NSF 的计算和信息科学指导委员会的指导下,必须“定义数字革命对地球科学意味着什么”,已提出了一个为地球科学机构建立一个丰富的 IT 环境的议程。2000 年和 2001 年初,在科学计算处(SCD)的倡导下,NCAR 提出了一系列建议,将 IT 革命用于为大气科学机构服务。

5.1 用于地球科学的信息环境

NCAR 将建立一个“用于地球科学的信息环境(NCAR-KEG)”,KEG 将是高性能计算、网络、数据

开发、可视化技术的联合。

KEG 不仅可促进地球科学研究,而且也用于大范围联合研究及信息环境的 IT 成果,先进的方法和技术提供了平台。KEG 分成 3 个相互作用的层次:信息端口、信息结构、信息贮藏。

信息贮藏由观测资料、联结地球系统模式的层、模式试验结果及其它资料来源组成,信息端口为用户提供从个人浏览器到分布式的软件系统进入 KEG 的机会,信息结构是支持大范围联合研究(如信息压缩、记录及共享)的中间设备。该系统将能使科学家、学生及公众获取和使用所有种类的资料,以创造、共享、探索和发现与地球科学有关的新信息。

5.2 增强资料处理与共享的能力

NCAR 将通过几个计划(重点在资料处理的系统性和资料能被获得的方便性)的实施,来致力于解决观测和模拟资料产品的巨大增长。这个增强资料处理与共享能力的计划是由用于机构内和集成资料集的数据库管理组成。

5.3 用于地球系统科学的公共模拟设施

NCAR 正率领一个来自于多机构并有丰富经验的团队来建立和维持地球系统模式框架,以作为地球科学模式的公共设施。该计划是战略规划中最终实现高性能模拟的主要一环。该计划是与 NOAA、NASA、DOE 和几个高校的模拟中心合作进行的,它使用了许多软件工程规则,来研发地球科学模拟通用的软件、标准程序、库程序、框架结构。该工作将能极大地提高地球科学模式的通用性及方便性,能在较大的共同模式中更有效地置换物理参数化方案。该工作还将需要与涉及气候、天气、空间天气模拟的高校和机构合作来完成。

5.4 世界一流的网路系统

NCAR 将要对网路界面进行改进。NCAR 将与 UCAR 的其它计划(地球系统教育数字实验室、业务气象、教育及培训计划等)及高校机构紧密合作,以完成此项任务。NCAR 的世界级的网路系统(包括端口和协作技术)将被设计成以新的方式,并将 NCAR 的资料、模式及其它资源用于为科学机构和公众服务。

已做了被称为共同资料端口的先期努力,它已表明外部用户可用灵活的、交互式图形用户界面来使用 NCAR 的资料。NCAR 对高校网站的窗口(<http://www.windows.ucar.edu>)现在每年已超过 400 万个用户。今后将进一步扩展该窗口,以包含更多的有关地球系统科学的内容,向公众和 K-12 教育机

构介绍 NCAR 的研究成果。

6 科研与教育的结合

过去几十年中,UCAR、NCAR 及 UCAR 计划办公室(UOP)已实施了一系列的教育和成果展出计划。这些计划被设计为不同年龄段的公众提供正规和非正规的教育,通过提供进入国家研究中心的机会和技术设施为学生和教师服务,向学生及公众传播有关地球科学的信息。

教育游及展览是 NCAR 的 Mesa 实验室的标志,每年接待数 10 万人。NCAR 科学家在 UOP 的业务气象、教育和培训(COMET)计划中起着很大作用,并且目前正与地球系统教育数字实验室(DLESE)密切合作。另外还有一些特定的计划,如面向中学教师的 LEARN 计划等,它们为从中学生到专业的培训提供教育资源、培训机会及工具。

有效地利用 NCAR 的科学、计算及观测设施为教育服务是 NCAR 的使命之一。NCAR 将为实现新出的 UCAR 教育和成果展的战略规划而努力。

7 新计划的选择标准

这份报告所列的新计划的准备状态是不相同的,需要决定哪些是已准备好并值得支持的。当然,也会有重要的、必须发展的科学领域被遗漏,这在以后要给予补充。下面 7 条标准用来决定哪些科学计划值得资助,并以什么程度资助。

科学上的优越性:必须满足这个基本的科学价值判别标准,才有可能获得支持,这也与 NSF 评议标准 1 的内容相吻合。

有较大影响范围的计划:超出特定、狭窄的学科界限并有广泛影响的计划是有利的。如对地球科学、其它相关领域(数学、计算机科学)、社会或私人团体有重要影响的计划值得考虑。这与 NSF 评议标准 2 的内容相吻合。

唯一性:仅仅是 NCAR 有唯一力量和能力的计划是有利的。

合适性:计划必须符合 NCAR 的使命和目标。如所有被选择的计划必须要更好地为高校机构服务。

人员投入:有较强的 NCAR 科技人员支撑的计划是有利的。

时效性:时间上有迫切性的计划是有利的。

机遇性:新的计划意味着要开辟新的方向。提供或是响应特定机遇的计划是有利的。

8 结 语

当前,我国正在开展2005—2020年科学和技术中长期发展规划的研究制定工作,此次规划工作受到政府的高度重视。一些与大气科学研究密切有关的单位,如中国气象局也正在制定相应的战略发展规划。NCAR的报告一方面结合了国家层面战略报告中提出的新需求,一方面从本部门的具体实际出发,并兼顾了延续计划和新计划之间的联系。它对我国大气科学相关机构的战略决策有一定的参考价值,同时对我国从事大气科学研究的科研工作者了解学科前沿的新方向也有一定的意义。

参考文献(References):

- [1] National Center for Atmospheric Research. NCAR as an integrator, A Vision the Atmospheric Sciences and Geosciences National Center for Atmospheric Research[EB/OL]. <http://www.ncar.ucar.edu>, 2001.
- [2] Board on Atmospheric Sciences and Climate: The Atmospheric Sciences Entering the Twenty-First Century[R]. National Academies Press, 1998.
- [3] Directorate for Geosciences, NSF. NSF Geosciences Beyond 2000, Understanding and Predicting Earth's Environment and Habitability[R]. <http://www.geo.nsf.gov>, 2000.
- [4] Zhou Xiaogang(周小刚), Luo Yunfeng(罗云峰). The current NCAR divisions and their future research direction[J]. Advances in Earth Science(地球科学进展), 2004, 19(6): 1045-1051 (in Chinese)

NEW DIRECTIONS FOR NCAR IN NEXT TEN-YEAR

LUO Yun-feng¹, ZHOU Xiao-gang^{1,2}

(1. National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China;

2. Training Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China)

Abstract: At the turn of 21 century, the National Center for Atmospheric Research presented the strategic plan for its future activities in research, facilities and educational programs. It put forward what to continue, what to phase out, what new direction, and what criteria for selection of new direction, etc., which are new directions for NCAR in next ten years. They consist of integrating interdisciplinary scientific initiatives, integrating models, advancing tools and methods, and applying the benefits of information technology to research and education, etc. In the end, seven criteria used to select new initiatives are introduced.

Key words: NCAR; Strategic plan; New directions.