

·学科进展·

全球变化的新挑战

林海

(国家自然科学基金委员会,北京 100085;北京师范大学资源科学研究所,北京 100875)

[摘要] 简要回顾了过去 10 年国内外全球变化研究计划的发展历程,介绍了下一个 10 年国际全球变化研究的新框架,探讨了中国面临的机遇和挑战,提出了国家自然科学基金“十五”期间支持方向的建议。

[关键词] 全球变化,人类生存环境,社会可持续发展

在地球的发展过程中,自然因素影响并造就了人类居住的地球的基本环境,当前环境变化所具有的独特性和挑战性,并非仅在于其出现的速率和量值,而且还在于人类对这些变化所具有的无意识和有意识的干预能力,大气温室气体浓度的增长部分是由于使用化石燃料,它会显著地改变我们的气候、农业、林业和其他土地利用活动,加上工业活动、废物处理和运输业,已经改变了陆地生态和沿海生态系统,进而影响了生物生产力、水资源和全球大气化学,一些基本的环境变化还体现在平流层臭氧减少和酸沉降中,已远远超越传统学科的界线,其潜在的破坏力也已远远超越单个国家的界限。人类如何对迅速变化着的全球环境做出较好的预测和响应,取决于我们对在变化中的地球系统过程的监测和认识程度,以负责的态度迎接我们的未来,正是为了对应这个挑战,国际科联理事会才组织了国际地圈生物圈计划(IGBP),即全球变化的研究。

当前,中国国民经济正以高速持续发展,历史上前所未见的如三峡工程、青藏铁路、南水北调等重大工程和西部大开发战略的实施为世界所瞩目,中国即将进入世贸组织,北京已成为 2008 年奥运会的举办地,这一切给我国生存环境带来的既是严峻的考验,也是极好的机遇。改善我国生存环境,保持社会经济的可持续发展已成为全社会共同关心的热点。因此,从科学研究角度出发,总结全球变化研究的经验,展望未来的发展,提出今后的研究方向正是当务之急。

1 国际全球变化研究的发展现状

自从 1990 年国际科联推出国际地圈生物圈计划(IGBP)以来,“全球变化”(Global Change)或全球环境变化一词逐渐有了确切的内涵,其科学的定义是指全球环境系统的变化,包括地球大气圈、水圈、生物圈和地圈(包括岩石圈)之间相互作用的物理、化学和生物学过程,以及人与环境相互作用过程。全球变化作为一门新兴的综合科学在过去的 10 年经历了她的形成、发展和壮大的过程,到了 20 世纪末,全球变化构成了一个完整的体系,由 4 大计划组成^[1],他们是 IGBP,世界气候研究计划(WCRP),国际全球环境变化人文因素计划(IHDP)以及生物多样性计划(DIVERSITAS),每个大计划又包含若干核心计划或子计划,以 IGBP 为例,她的成员有 8 个核心计划和 3 个支撑系统。考虑到其他 3 个大计划所包含的子计划,可以说涉及的学科领域从自然科学到社会科学的各个方面,全球变化成为一个超级国际巨型计划,虽然世界各国为实施这些计划做出了巨大努力,取得了一系列重大成就^[2],但在发展过程中也逐渐感到再不能无限制膨胀,目标要更集中,研究方向应作调整,计划之间应加强联系,已成为国际学术界的共识,具体体现在以下几个方面:

(1) 应把地球作为一个整体系统来研究,即把气圈、水圈、地圈和生物圈作为一个整体,由它们之间的相互作用和其中物理、化学和生物过程之间相互作用及其与人类活动的相互作用构成的耦合系统,

本文于 2001 年 8 月 6 日收到。

并突出人作为主要驱动力,加强地球环境对人类活动的影响及社会经济对全球变化的适应性研究。

(2)多学科交叉研究的深度和广度要加强,提出 IGBP 与 WCRP, IHDP 之间要加强合作,过程研究方面,描述物理、化学和生物过程的耦合模式要发展,核心计划之间要组织交叉合作,如世界海洋环流实验(WOCE)和全球海洋通量联合研究(JGOFS)在 CO₂ 问题上的交叉合作,全球能量和水循环试验(GEWEX)与水文循环的生物学作用(BAHC)之间在水问题上的交叉,气候变率及其可预见性计划(CLI-VAR)与过去全球变化(PAGES)之间的交叉合作等。

(3)全球问题与区域问题的结合更加明确,全球环境变化的问题应主要通过区域研究来解决,区域性研究必须体现全球性问题,因此,更加重视全球变化的区域响应的研究。亚洲将成为全球变化研究的战略重点,因为亚洲人口占世界的 60% 以上,化肥占 50% 以上,建的水坝占 60% 以上,世界上 10 条最大输沙河流中亚洲占 5 条,尤其是中国的经济持续发展,亚洲势必处于全球变化研究的中心地位。

(4)提出了集成研究的新方法^[3]。IGBP 认为,集成(synthesis)是将不同或相反思想和观点、群体的或个体的行为,不同类型的要素和力量整合成统一的或协调一致的整体行动,以达到一个明确的目标(特别是指将不同的或相反思想和观点整合成一种理论系统),其目的一是要围绕地球系统的基本问题,在现有研究成果的基础上进行升华,发展新的假说和理论,二是要针对人类社会可持续发展相联系的一系列实际问题,通过多学科交叉的集成研究,为决策者提供可用的知识。

(5)全球变化研究要考虑如何与生存空间的可持续发展紧密地结合起来,为可持续发展提供科学背景和依据^[4]。未来的可持续发展必须与未来环境的变化有机地结合,可持续性是人类适应全球变化的准则,人类对环境的适应必须符合可持续性。因此,近年来全球变化的适应研究这一方向将是在今后一个时期国际全球变化研究所关注的重点之一。

2 国家自然科学基金对我国全球变化研究的推动作用

国家自然科学基金委员会自成立以来,积极推动我国全球变化的研究,经历了“七五”、“八五”和“九五”3 个阶段^[5]。1989 年以前,全球变化作为相关学科的鼓励领域支持,1989 年起将“全球变化”列为“专门领域”,陆续在自然科学基金重大、重点、面

上项目 3 个层次上给予资助。据统计^[6],1986—1995 年资助有关全球变化面上项目 233 项,资助金额 1 700 余万元;“七五”期间重大项目 7 项,1 370 余万元;“八五”重点项目 13 项,937 万元,重大项目 6 项 1 530 万元,总计 5 500 余万元,约占全委总投资额的 4%。“九五”期间,国家自然科学基金委员会采取了鼓励学科交叉的综合研究,加大对交叉学科支持力度的各项措施,将“全球变化”列为“九五”优先资助领域之一^[7],并专门从宏观调控经费中给予项目数和经费额度的增加,现已资助重大项目 9 项,4 390 万,重点项目 48 项,5 160 万,面上项目 170 项,2 530 万元。总额达 1.2 亿元,超过过去 10 年的两倍。资助的研究领域从最初的气候系统和海平面变迁扩展到古环境、陆地生态系统、生物圈在水循环中的作用、全球大气化学、全球海洋通量、全球能量与水循环试验、全球气候变异与预测以及海洋生态系统动力学等方面,做出了一批具有国际影响的科研成果,例如:我国东北样带(NECT)和东部南北样带(NSTEC)均已成为 IGBP 陆地生态系统研究的热点和前沿,并被列入国际全球变化实施的生态样带计划;在古环境领域里,我国科学家从借助黄土、冰芯、岩溶、湖泊和深海沉积物、树木年轮和历史文献对百年、千年和万年时间尺度的古气候恢复和重建,发展到领衔实施世界性的北极-赤道-南极(PEP II)断面计划和世界大洋钻探计划(ODP)中的南海钻探 184 航次活动;在对 20 世纪中国和全球气候变异研究中,建立了 120 年完整的中国气温和降水量序列和完整的近百年北半球海平面气压图与 500 百帕高度距平图,对气候预测与气候诊断研究具有重要理论与实际意义;在世界上率先开展了陆架边缘海洋通量研究,对回答全球陆架在全球碳循环中的作用提供了有力的科学依据;首次发现夏季青藏高原上空大气臭氧低值区,为研究全球大气臭氧损耗提供了又一新事实;1996 年启动的“渤海生态系统动力学与生物资源持续利用”重大项目已成为北太平洋地区第一个国家层次的“全球海洋生态系统动力学(GLOBEC)”研究项目,在此基础上于 1999 年扩展成国家重点基础研究发展规划项目——“东、黄海生态系统动力学与生物资源可持续利用”,使我国在全球海洋生态系统动力学这一国际前沿领域占居了一席之地,等等。我国科学家已从积极参与国际计划逐步转向由我国主持在世界上屹立起一批大型全球性科学试验,为国际全球变化研究做出了显著贡献。

3 全球变化研究的新框架

在过去10年的基础上,全球变化研究在未来10年将进入一个新的阶段,其研究目标要达到对地球系统科学的全面认识,因此IGBP原先的核心研究将围绕几个有限的核心计划重新组织,针对地球系统的主要组成部分——海洋、陆地、大气以及他们之间的界面开展更为系统的研究。研究方法上,要更紧密加强IGBP与IHDP和WCRP之间的合作,既要站在地球系统科学的前沿,又要密切瞄准全球可持续性问题的组织全球环境变化计划。现已明确作为合作的第一步,组织3个联合计划,他们是:全球碳循环、全球环境变化与食物系统和水资源。因此,全球变化研究的新框架由大气、陆地与海洋,陆气界面、海陆界面与海气界面,地球系统分析模拟(GAIM)和过去全球变化研究(PAGES)等研究单元以及相关的联合计划组成。他们各自的考虑要点和科学内容分别简述如下:

(1)未来的大气研究将由一个国际全球大气化学综合集成计划来实施,其目的将为评估全球变化和地球系统范围内大气化学现有水平提供坚实的科学基础,并发展引入下一个10年大气化学研究的科学问题。

(2)未来的海洋研究的主要科学问题集中在海洋生态系统的结构、功能与反馈,碳库,大陆边缘和渔业。

(3)未来陆地研究主要是寻找研究与大气、海洋、陆地界面之间的重要结合点,提出研究陆地系统现行最适用的集成方法,讨论和确定一种能够对重大的可持续问题做出贡献的陆地研究。

(4)陆海界面研究主要将制定的海岸带陆海相互作用计划(LOICZ)的集成研究第二阶段的目标与任务。

(5)海气界面研究将开展浅层海洋和低层大气研究(SOLAS),主要目标为获得海洋大气之间的关键生物地球化学物理相互作用和反馈的定量认识;以及确定海气耦合系统对气候和环境变化的影响及其反馈。

(6)陆气界面研究将在原先与陆气界面相关的5个核心计划(BAHC, GEWEX, JGOFs, GCTE和LUCC)的基础上,围绕陆气界面讨论和建立一个综合研究计划。

(7)全球分析与模拟(GAIM)要为地球系统中的基本过程——全球碳循环进行深入的综合分析与模

拟。

(8)过去全球变化(PAGES)又称古科学(Paleo-science)其目的为地球系统提供长期的时间背景,这对认识全球变化的现在和未来能起到巨大的作用。

(9)水资源联合计划是直接关系到人类生存的头等大事,该计划必须从水循环的科学问题与社会经济及国家安全相结合,综合提出增加水资源和提高水质量的政策措施。其目的是了解大陆水系统(河、湖、湿地、河口、地下水和陆架海)在地球系统的生物地球化学过程中的作用。重点研究水、沉积物、碳和营养物质(如氮、磷、硅)的通量,转换过程和变化。

(10)全球碳循环联合计划的目标是认识控制碳循环的机制和反馈,解释其源和汇的分布,发展未来碳循环行为的可能趋向以及提供政策依据。该计划的科学问题是:(i)碳源、汇的时空分布,(ii)确定年到千年时间尺度碳循环动力学的人为活动和自然因素的控制和反馈机制,(iii)未来全碳循环动力学。

(11)全球环境变化与食物系统联合计划(GECAFS)的目标为评估全球环境变化对食物生产的影响以及分析减少社会易损性和提高社会能力的适应战略的有效性。

4 “十五”期间的支持方向

在全球变化研究方面的水平,在某种程度上已成为一个国家整体科学水平的重要标志之一。因此,“十五”期间国家自然科学基金委员会应遵循“坚持实施可持续发展战略,使人口增长、资源开发、生态建设、环境保护与经济增长相协调”的重要原则,充分发挥我国已有的学术优势和独特的地域特征,选择能够带动区域整体环境的关键科学问题,作为“十五”期间国家自然科学基金优先资助领域,朝着我国全球变化研究的战略目标,引导全球变化学术界,有效组织一批项目,开展综合集成研究,围绕全球变化及其区域响应,揭示我国对全球变化的响应与影响,剖析环境变化的自然和人文因素,为我国典型区域在全球变化背景下的合理发展提供对策和决策依据。

4.1 我国全球变化研究的战略目标

1996年国家自然科学基金委员会地球科学部,根据国家自然科学基金优先资助领域战略研究的工作部署,会同生命科学部和化学科学部提出首选“全球变化”领域,及时组建全球变化战略研究组,制定全球变化优先领域战略研究计划,历时一年半,完成了“全球变化:中国面临的机遇和挑战”的研究报

告^[1]。报告中明确指出我国全球变化研究的战略目标:

(1)认识和识别全球环境变化中自然因素和人类活动的作用,研究自然和人为因素的相互作用机理,提高人类对自然因素和人类自身作用的了解;

(2)分析全球环境变化对我国环境、社会、经济与人民健康的影响,从国家角度提出对全球环境变化问题的评价意见;

(3)预测我国未来环境趋势及其全球影响,努力使人类赖以生存的自然环境朝着有益于人类生存的方向演变;

(4)为解决国家所面临的环境问题提供可靠的科学依据。

该战略目标虽是3年前完成的,但仍然符合当前全球变化的新发展,目标强调了人类活动对地球环境的影响及其适应性研究,目标服务于我国社会经济的可持续发展和人类健康,并为国家面临的环境政策提供依据。因此,该报告为我国部署跨世纪全球变化研究提供了科学依据,对“十五”期间有关科学计划的立项工作起到积极作用。

4.2 优先资助方向

在此基础上,国家自然科学基金委员会为具体制定“十五”期间全球变化有关资助领域研究内容,及时提出了“全球变化的区域响应”作为“十五”期间优先资助领域^[8]。为此,应进一步明确其科学问题或支持方向。根据过去15年资助现状和国际全球变化发展趋势,特提出下列有关“全球变化的区域响应”的优先资助方向:

全球环境变化对中国的影响及适应研究;

人类活动对东亚区域环境的影响;

东亚季风环境的形成演变及其对全球变化的响应与影响;

东亚季风系统的组成体系和全球气候系统的关联;

生物圈在水循环中的作用及水资源评估理论与方法;

东亚水分循环与全球变化;

中国陆地与海洋生态系统碳收支与碳循环研究;

陆地生态系统对全球变化的响应与适应机制;

中国生态环境退化与整治机理研究;

中国近海海洋生态系统动力学与生物多样性;

南海海洋环境演变规律和资源的可持续利用;

太平洋-印度洋暖池系统及其与邻近海域环流系统的相互作用;

近海海洋环境变异及其对全球变化的响应;

中国近海海平面变动与全球变化的关系;

中国近海海洋环流年际和年代际变化;

东南沿海经济快速发展地区环境质量演替规律与调控机理对策;

以城市为中心的区域性复合大气污染的形成机制、影响因素和控制对策。

参 考 文 献

- [1] 国家自然科学基金委员会.全球变化:中国面临的机遇和挑战.北京:高等教育出版社,施普林格出版社,1998.
- [2] 符淙斌.全球变化科学的发展.科学,2000,6:3-5.
- [3] 葛全胜,陈泮勤,张雪芹.全球变化的集成研究.地球科学进展,2000,15(4):461-466.
- [4] 叶笃正.中国的全球变化与可持续发展研究.地球科学进展,1999,14(4):1-2.
- [5] 林海.全球变化的区域响应的产生背景及其内涵,全球变化区域响应研究.北京:人民教育出版社,2000,22-28.
- [6] 国家自然科学基金委员会地球科学部.1997年度国家自然科学基金项目指南:地球科学部分和专门领域部分.地球科学进展,1996,11(6):521-536.
- [7] 林海.总结科学基金的经验,迎接新世纪的到来.地球科学进展,1997,12(1):74-78.
- [8] 朱大保.国家自然科学基金“十五”发展计划的基本思考.中国科学基金,2001,15(2):65-67.

NEW CHALLENGE OF GLOBAL CHANGE

Lin Hai

(National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085; Institute of Resources Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875)

Abstract In this paper, development of global change programme in the last decade is briefly reviewed. The new structure of global change in the next decade is introduced, and our opportunities and challenges are discussed. The supporting research areas of NSFC during the Tenth Five-Year Plan are proposed.

Key words global change, human-living environment, social sustainable development