

·科学论坛·

# 我国未来全球变化的研究方向

陈泮勤

(中国科学院资源环境局,北京 100864)

**[摘要]** 评述了全球变化研究的总趋势、近期工作重点和新的研究方向,回顾了我国近十年所取得的主要研究进展及其对国际全球变化研究的贡献,提出了我国未来全球变化研究的若干重要方向。

**[关键词]** 全球变化,研究方向,综合集成

90年代以来,国际社会特别是国际科学界已广泛地认识到人类正面临着重要而急迫的全球环境问题,全球变化研究成为当今人类社会共同关注的研究“热点”。

从科学的角度来看,全球环境问题的产生是地球大气圈、水圈、岩石圈、生物圈相互作用并与人类活动相互影响的结果。因此,与其说全球变化研究是科技界为迎接全球环境为主体的挑战而作出的科学努力,不如说是当代人类为维持自身生存和持续发展而必须为之的任务。

## 1 国际研究趋势

### 1.1 全球变化研究的总趋势

经过十多年的发展,国际全球变化研究已向更深的方向发展,主要体现在:

(1)从所关注的实际问题看,已从一般性全球变化问题向既具有区域性特点、又有全球意义的环境问题发展;

(2)在研究深度上,从一般性的理解描述向全球变化的预测和最佳响应方向发展;

(3)在研究方式上,从多学科的介绍、联合和渗透向更高层次的综合集成发展;

(4)在组织形式上,由于世界气候研究计划(WCRP)、国际地圈生物圈计划(IGBP)和全球环境变化的人文因素计划(IHDP)的形成,从而使这三大计划的连接和融合更加得到重视。因此,IGBP明确提出将上述三个计划的国家委员会融为一体,建立

新的三位一体的全球变化国家委员会;

(5)在理论研究与实际应用的结合上,更加强调研究成果的转化,强调尽快将全球变化研究的最新成果用于决策部门和为地区社会经济发展服务,使研究计划能最大限度地得到政府和公众的认同和支持,从而保证计划的持续推进和最终目标的实现。

### 1.2 未来的工作重点——更高层次上的综合集成(Synthesis)

当前国际科学界面临着严峻挑战:人类究竟在多大程度上认识了地球的本性?IGBP将通过高层次的综合集成,为迎接这一挑战提供关于地球本质的更好认识,并准确回答在可能面临的环境灾害面前,地球是脆弱和易受冲击的呢?还是强劲并具有适应能力的呢?

(1)关于集成(Synthesis)

IGBP主席 Moore III先生在IGBP科学咨询委员会第五次会议(SAC-V)(1998年9月于肯尼亚内罗毕举行)上指出:过去3年来,IGBP取得了对人类社会及科研活动有重大影响的进展,提出了“集成”(Synthesis)的概念,并成功地进行了实践。IGBP认为“集成”不是“综述”(Review),两者间有着本质差别。“集成”是将不同的、甚至相反思想和观点、群体的或个体的行为、不同类型的要素,整合成统一的或协调一致的整体(行动),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);“综述”则指针对一个主题或一个问题所进行的一般意义上的考察或评估。“综述”和“总结”(Summary)是集成过

本文于1999年7月19日收到。

程中的重要组成部分,但“集成”的关键是通过对所有主题的各个方面的研究结果进行综合以获取新的概念,并使原有认识水平提高到一个新的高度。因此,“分析”(Analysis)和“解释”(Interpretation)是“集成”过程中关键的组成部分。“集成”研究中的一个重要方法是“自上而下(Topdown)”和“自下而上(Bottom up)”的方法的交叉运用。

作为集成的一个案例,GCTE的经验表明,集成更多的体现了预测性和前瞻性,而“综述”则侧重对现有工作的检查、评述及从中引出的结论。

IGBP核心计划—全球变化与陆地生态系统(GCTE)对陆地碳循环的集成就是一个很好的例子。借鉴GCTE的经验,IGBP其它四个核心计划水循环的生物学方面(BAHC),全球海洋通量联合研究(JGOFS),国际全球大气化学计划(IGAC)和过去的全球变化(PAGES)将在未来2年内在项目层次上进行综合集成、评述和讨论,其讨论结果将在IGBP的News Letter上刊出。与上述活动平行但滞后半年,IGBP将对更为广泛的全球变化问题进行综合集成。这些问题包括生物地球化学循环与地球系统的功能等,全球分析、解释与建模系统(GAIM)将在这方面发挥核心作用。

#### (2)关于研究方向

集成研究将围绕IGBP最初提出的科学问题和GAIM最近提出的4个研究方向展开。其中GAIM提出的4个研究方向是:(i)什么控制着地球系统主要的生物地球化学要素的分离?什么类型和过程使得C、N、P、S、Fe以及其他重要的生源要素被分离?(ii)生态系统的变化是怎样与物理气候系统相互作用的?主导过程是什么,气候变化如何影响海洋及陆地生态系统,这些过程的潜在气候影响是什么?(iii)大气中辐射和化学性质活跃的气体组分是如何与物理气候系统相互作用的。什么控制着CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、NO<sub>x</sub>、NMHC及CO的源和汇,它们的浓度变化是如何影响气候变化的?(iv)在给定物理与生物地球化学循环耦合系统的理解基础上,未来自然与人类活动相互作用的特点是什么?

IGBP集成的另一个可供采纳的思路是土地利用与土地复盖变化(LUCC)科学会议提出的一系列研究领域。这些研究领域重点强调人类社会在地球系统中所起的作用,提出应加强IGBP与IHDP之间联系。它包括以下研究方向:(i)地球主要元素循环的特征,在受到扰动时,它是呈现强健(Robust)和缓冲(Buffered)呢?还是易脆和易变的?(ii)地球

生物圈的主要特征,易脆还是强健的?生物圈是怎样与人类活动及环境相互作用的?(iii)过程的空间特征,(局地区域、全球尺度上)地球变化的类型和相互作用?

上述两条思路所提出的研究方向并非互相排斥,而是互补的,从而为如何进行集成提供了一个基本框架。

### 1.3 新的研究方向

GCTE通过集成,提出了以下8个新的研究方向:

(1)自然与社会科学的集成。在不远的将来,需要加强合作,以推动自然与社会科学的集成。提高正在进行的全球变化影响的综合评估能力。

(2)持续发展与全球变化。持续发展与全球变化密切相关,全球变化将制约着未来持续发展战略的制定。因此,我们怎样才能有效地将那些与研究和应用有关的活动与政策和资源管理所需的有效产品有机地结合起来。

(3)变化速率。地球各圈层一直在不断地变化着,但人类活动引起的全球变化比自然活动造成的某些变化更为剧烈,从而带来一系列严重问题。为确保自然生态过程不造成破坏性扰动,我们必须研究全球变化的安全速率,人类应进行什么样的努力才能减缓全球变化并使其达到预定的安全速率。

(4)全球变化驱动力的相互影响。全球变化各要素不是相互独立而是相互影响的,我们应该研究如何用更好、更有效地方法研究陆地生态系统的相互作用以及全球变化驱动力的综合影响,而不仅仅考虑驱动力-响应-影响这一线性链。

(5)气候情景。尽管在模拟气候过程的能力方面已有较大改进,但在气候变化对生态系统的影响方面仍知之甚少。能否提高气候预测能力以获得真实的区域尺度的自然情景和极端事件的发生频率。

(6)生理学与植被结构之间的相互作用。发展并研究生理学与植被结构相互作用的新的集成研究方法,从而获得在多个时空尺度上认识全球变化相互作用及其对生态系统影响的整体图象。

(7)宏观过程。许多动力扰动和人类活动对陆地生态系统的直接影响是宏观尺度的。我们能否提高对它们的认识,以帮助资源管理者充分理解并重视全球变化,从而提高对斑块尺度和全球尺度上全球变化影响的认识。

(8)生态系统复杂性、生物多样性与生态系统恢复之间的

关系,以及全球变化对上述关系影响的途径。

## 2 中国全球变化研究进展

经初步评估,中国的全球变化研究在以下几个方面取得了明显进展,其中部分进展已得到国际同行的认同。

### (1)古环境、古气候研究

利用冰芯、黄土沉积、湖泊沉积、孢粉、树木年轮和历史文献重建了过去100万年、1万年,以及500年来的中国环境要素演化序列,受到国际学术界广泛地关注。PAGES 1998年度研究报告中,我国学者安芷生、王绍武、姚檀栋等人的部分研究成果已被正式引用。

此外,刘东生先生领导的东半球环境大断面(PEP-II)办公室,孙鸿烈先生主持的“青藏高原”研究,中国科学院地理研究所、国家气候中心等研究机构关于历史时期气候序列重建、土地利用及气候变化影响的评价、重大历史环境事件的成因等研究,以及通过各种代用资料建立的古环境、古气候数据库目前也逐渐为国际所认可和重视。

### (2)极端环境事件的预测和防治研究

1998年,我国长江流域、三江平原遭受了几十年不遇的洪涝灾害。我国学者在洪涝灾害的预测、监测、灾损评估等方面进行了大量卓有成效的研究。这既为国家防汛指挥部门防灾、抗灾提供了依据和保障,也大大促进了我国极端环境事件的预测和防治研究。中国气象局关于突发天气事件和长周期天气过程的研究,中国科学院地面卫星站、遥感所对于环境事件的实时监测研究达到了国际先进水平。

### (3)全球变化适应研究

适应研究是当今国际全球变化研究特别关注的前沿领域,也是联合国气候变化框架公约(UNFCCC)谈判各方立论和商谈的重要基础。由于缺少先进的、综合的全球和区域模式,我国开展适应研究的条件相对较差。近年来我国学者结合国情,通过自然科学和社会科学的交叉、历史资料的重新挖掘,走出了一条开展适应研究的新路。

### (4)关于驱动力研究

继提出季风驱动的生态系统概念后,我国学者在季风系统的动力过程,东亚地区气候模拟,以及古季风北界、季风对华北平原的土地覆盖的影响、青藏高原的作用等方面的研究取得了一定进展。其中,通过对中国北部三个有代表性观测站点(分别位于温带针叶林区、温带草地和半沙漠地区)的资料分析

所建立的中国生态过渡带气候生态系统模型已逐步完善,部分研究结论已为国际全球变化研究领域所接纳。

### (5)痕量气体源、汇监测和机理研究

青藏高原上空臭氧监测、四川稻田甲烷监测、中国部分大城市上空大气质量研究,以及工业能源使用对农业生态系统、森林系统C、N、S、P的影响等方面均取得了一批具有国际水平的成果。

### (6)极地研究

以秦大河为代表的一批关于极地的环境演变序列、极地与全球气候变化的关系等方面的研究成果已得到国际学术界的认可。

### (7)资料收集和共享

中国科学院地球科学网络数据库正在上网运行,中国生态研究网络(CERN)的数据收集工作也取得了一定的进展。

此外,中国还在全球变化研究的其他方面取得了可喜的进步(如全球大气环流模式、区域可持续发展研究,滨海环境和资源研究,海洋动力学过程研究等方面取得了进展),其中部分研究成果达到国际先进水平。

## 3 我国未来全球变化的研究方向

由于全球变化研究涵盖了大气、海洋、地理、地质、地球物理、环境、生物、生态、能源、人口、经济、社会等学科,因而以下讨论所涉及的具体领域或任务也只是举例性的,很不全面的,敬请读者批评指正。

### (1)全球变化与可持续发展适应研究

全球变化可能会干扰我国北方森林的自然演替,造成积雪减少以至部分消失和淡水供应的短缺,气候增暖将导致海平面上升并进而威胁到我国沿海地区的生产和生活。更为重要的是,全球变化将引发人类社会人文方面的一系列变化,如人口迁移和重新分布、生活方式的变化、经济系统的重构等等,并最终影响到一个区域、一个国家,乃至全球可持续发展的模式、措施、目标和进程。

另一方面,科学研究表明,人类通过自身的社会、经济行为正在扰动或改变着自然界的各种自然过程,已经给地球生态系统造成了显著的影响。从本质上来说,当今全球变化问题已超出了纯粹科学的范畴,而更多地涉及到人类社会的政治、经济、文化、宗教等诸多方面。因此,任何有关可持续发展方面的研究、思考和实践,必须结合并融入全球变化的研究中。

## (2) 全球变化与国家安全研究

最近,部分青年学者提出了一个很值得关注的问题——全球变化中的中国国家安全问题,这与陈运泰院士等关于“地球科学对国家利益和国家安全具有重要意义”的观点不谋而合。

全球变化可能在两个方面构成对我国国家安全的潜在威胁。从国际上来看,全球变化对我国国家安全的影响包括两层含义:一是作为发展中国家,我国对环境与发展问题的处理在今后相当长一段时间内会与发达国家的利益相左。去年在东京 UNFCCC 谈判桌上,发达国家联合起来要求我国承诺消减二氧化碳的排放量即是一个最好的例证。二是全球环境变化会引发我国与周边国家的矛盾和冲突。例如,我国的越境酸雨、领海资源利用及流域水资源利用等,都潜伏着发生冲突的危险。

从国内来看,全球变化会引发地区或区域间的矛盾和冲突,表现为不同地区或利益集团为了自身生存和发展的需要而争夺日益稀缺的资源。黄河干流自 1972 年出现自然断流现象以来,断流频率越来越高,断流河段越来越长,断流天数越来越多。鉴于黄河沿岸居民对黄河水的依赖,黄河水的断流业已威胁到部分地区人民群众的生存和发展。在有些地方,因争夺水源已多次发生区域性冲突甚至械斗。

同时,全球变化还会通过引发或加剧自然灾害威胁到我国的国家安全。虽然 1998 年百年一遇的长江流域大洪水在全国军民的共同努力下,保住了大部分堤岸的安全,并使损失降到了最小,但必须看到的是,引发我国各类自然灾害的潜在威胁并没有消失,特大自然灾害随时都有再次爆发的可能。一旦引发成为大灾,对灾民的安置、救济以及灾区的重建等若出现大的疏漏都将严重威胁到国家的安定与发展。

鉴于全球变化和国家安全之间的复杂关系,进

行跨学科、多角度、综合性、协同研究已成为我国科学界的当务之急。

## (3) 地球系统演化关键过程和机理研究

全球变化研究的目的是更好地理解 and 把握地球系统是如何演化的,因此,我们必须强化地球系统演化的一些关键过程和机理的研究。包括:

(i) 过去 10 000 年、2 000 年时间尺度上人与环境变化作用过程及关键事件成因研究;(ii) 过去 300 年土地利用和土地覆盖变化的过程和驱动力问题;(iii) 大气中痕量气体的“温室效应问题”;(iv) 气溶胶的“阳伞效应”和云对辐射的制约问题;(v) 海洋中的物理过程和生物地球化学过程;(vi) 生物在全球水循环中的作用;(vii) 人类对全球变化的响应和适应对策。

## (4) 相互作用研究

主要包括:(i) 自然系统和社会系统相互作用研究;(ii) 自然系统内部子系统的相互作用研究。

## (5) 预测研究

回答未来十年到百年范围内全球将发生什么样的变化,在很长时间内仍将是全球变化研究所应关注的重要课题。目前建议努力的方向是:(i) 全球变化的可预测性研究;(ii) 全球变化的预理论和方法研究;(iii) 全球变化信息的综合分析研究;(iv) 全球环境变化早期强信号捕捉和监测研究;(v) 全球及区域环境系统模式研究;(6) 数据收集和共享。为了推动全球变化研究的集成研究,保证决策支持系统分析结果的时效性,必须加强以下研究:(i) 区域和全球尺度上相应研究计划的基础数据和衍生数据的收集、整编与标准化;(ii) 区域研究计划与全球变化研究核心计划间的信息交流;(iii) 数据的可集成性、互操作性和数据共享;(iv) 区域研究网络中的人才培训与能力建设。

## FUTURE STUDY OF GLOBAL CHANGE IN CHINA

Chen Panqin

(Bureau of Science and Technology for Resources and Environment, CAS, Beijing 100864)

**Abstract** This paper comments on the overall trend, focal points in the near future, as well as the new directions of global change study all over the world. The paper also reviews the major advances and contribution of China to international global change study for the last the years. Finally, the key directions of global change study in China are raised in this paper.

**Key words** global change, research directions, synthesis