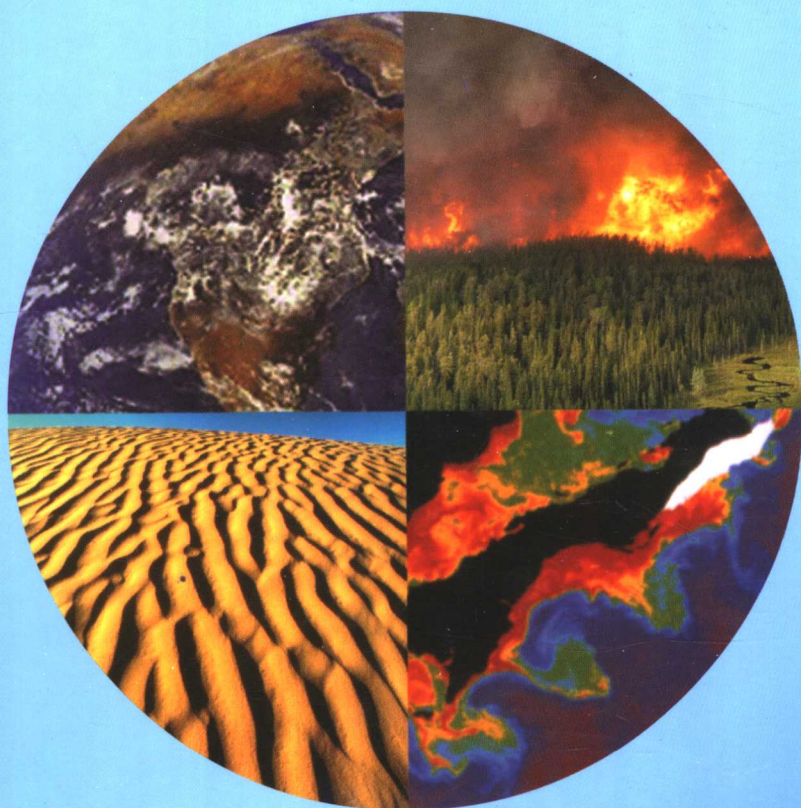


国家自然科学基金委员会地球科学部委托项目
《国际全球变化前沿动态与科学进展》资助
全球变化研究系列文集（五）

国际全球变化研究 核心计划与集成研究

孙成权 林 海 曲建升 主编



气象出版社

国家自然科学基金委员会地球科学部委托项目
《国际全球变化前沿动态与科学进展》资助
全球变化研究系列文集(五)

国际全球变化研究 核心计划与集成研究

孙成权 林 海 曲建升 主编

气象出版社

内容简介

本书详细介绍了国际全球变化研究几个核心计划的实施计划及综合集成研究情况,包括“国际全球变化研究的新进展——IGBP 第二阶段的规划与任务”、“全球变化的分析、研究和培训系统(START)1997~2002 的实施计划”、“全球湿地分布及其功能特征:痕量气体与水循环”、“自然生态系统和人工生态系统的关联——GCTE 与相关研究的集成”、“全球变化与山区—山地研究倡议”。另外,还收录了“美国全球变化研究计划(USGCRP)未来 10 年研究展望与 2000 财年实施规划及预算概述”、“IPCC 第三次气候变化评价报告概览”等内容。本书对科研人员和科研管理人员了解全球变化研究前沿和动态、把握国际全球变化研究的新特点与新趋向、推动我国相关领域全球变化研究的深入发展以及规划科研工作具有重要指导意义,可供从事全球变化研究及其相关领域的广大科研和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

国际全球变化研究核心计划与集成研究/孙成权,林海,曲建升主编.

—北京:气象出版社,2003.5

ISBN 7-5029-3570-3

I. 国… II. ①孙…②林…③曲… III. 全球环境—科学研究—计划 IV. X21-110.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 030686 号

Guoji Quanqiu Bianhua Yanjiu Hexin Jihua Yu Jicheng Yanjiu

国际全球变化研究核心计划与集成研究

孙成权 林 海 曲建升 主编

责任编辑:李太宇 张 远 终审:周诗健

责任校对:李 新

* * *

气象出版社出版

(北京海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码:100081)

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

北京市金瀑印刷有限责任公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:13.625 字数:350 千字

2003 年 5 月第一版 2003 年 5 月第一次印刷

定价:35.00 元

ISBN 7-5029-3570-3/P·1268

前 言

国际全球变化研究经过近 20 年的发展,已形成了以大型国际研究计划为框架,集成各类相关学科的复杂性科学,逐步形成了以研究全球环境变化为对象的新兴学科——全球变化科学(Global Change Science)。而且由于其研究的时空尺度范围之广,动员人数之多,投资规模之大,加上跨学科、跨部门、国际化的研究特点,也是名副其实的大科学计划。

全球变化问题将是 21 世纪最关键的问题之一,人类通过开展系列的研究计划与研究活动,试图更清晰地了解我们变化的星球,掌握其发展规律,规范人类自身的活动。全球变化研究在对自然变率、环境演变进行广泛、深入及定量研究的同时,已经开始渗入到广泛的人文社会领域,对诸如人类健康、生存安全、粮食生产与食物供应、碳排放及其减排、国家安全等方面的全球变化因素展开了全面的研究。目前以 IGBP、IHDP、WCRP 和 DIVERSITAS 等四大计划为主的全球变化研究组织与计划在研究活动的设计、实施等方面的合作趋势更趋明显,符合当前全球变化研究在自然、人文社会方面综合集成的要求。

在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、IGBP 中国全国委员会以及 IGBP、IHDP 等国际、国内研究机构与组织的大力支持下,中国科学院资源环境科学信息中心组织编译出版了《国际全球变化研究核心计划与集成研究》一书,同时出版的还有《全球变化与人文社会科学问题》一书。这是继出版《国际全球变化研究核心计划(一)》(1992,气象出版社)、《国际全球变化研究国家(地区)计划及相关计划》(1993,气象出版社)、《国际全球变化研究核心计划(二)》(1994,气象出版社)、《国际全球变化研究核心计划(三)》(1996,气象出版社)等 4 个文集之后,针对目前国际全球变化研究的新趋势与新热点,编译出版的《全球变化研究系列文集》有关国际全球变化研究的最新内容。。

此次出版的《全球变化研究核心计划与集成研究》主要对国际全球变化研究核心计划最新研究动态和 IGBP 第二阶段的规划与任务,尤其是国际研究组织的综合集成研究方法、成果等进行了介绍,其中包括“国际全球变化研究的新进展(IGBP II)”、“全球变化的分析、研究和培训系统(START)1997~2002 的 implementation 计划”、“全球湿地分布及其功能特征:痕量气体与水循环”、“自然生态系统和人工生态系统的关联——GCTE 与相关研究的集成”、“全球变化与山区——山地研究倡议”,另外,还收录了“美国全球变化研究计划(USGCRP)未来十年研究展望与 2000 财年实施规划及预算概述”和“IPCC 第三次气候变化评价报告”的概要内容。

本书由孙成权、林海、曲建升主编,孙成权、林海、曲建升、侯春梅、郑军卫、张延敏、高峰、吴新年、霍艳蓉、张金东、周少平、郭亚曦、倪建红、沈永平、钟强、林而达、杨明川、赵转军等同志参与了译校工作。李太宇先生也为本书的出版做了大量的编辑整理工作。

由于全球变化研究涉及学科广泛,参加译校人员专业知识所限,编写、编译不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2003 年 2 月

目 录

前言

国际全球变化研究的新发展——国际地圈生物圈计划第二阶段(IGBP II)

的规划与任务·····	(1)
1 不断创新和发展的国际地圈生物圈计划·····	(1)
2 IGBP 组织结构简介·····	(3)
3 PAGES 回顾与展望·····	(4)
4 2002 年及以后的 GAIM:全球变化研究持续发展的基点·····	(7)
5 IGBP 中一项新的大气科学研究计划:IGAC II·····	(10)
6 表层海洋—低层大气研究(SOLAS)·····	(13)
7 IGBP II 的海洋研究·····	(16)
8 陆海相互作用:关于 LOICZ II·····	(21)
9 陆地人类-环境系统:IGBP II 陆地研究的未来·····	(25)
10 IGBP II 陆气系统研究计划·····	(28)
11 地球系统科学合作组织(ESSP)·····	(30)
12 全球碳计划(GCP):链接碳循环的生物物理和人文因素·····	(33)
13 全球环境变化与食物系统·····	(34)
14 水问题联合研究计划·····	(37)
全球变化的分析、研究和培训系统(START)1997~2002 年实施计划·····	(42)
1 挑战·····	(42)
2 目标、行动及预期成果·····	(48)
3 经费、管理和评估·····	(56)
4 START 的区域网络·····	(60)
全球湿地分布及其功能特征:痕量气体与水循环·····	(64)
1 摘要·····	(64)
2 引言·····	(65)
3 湿地分布及分类的研究现状·····	(69)
4 遥感·····	(70)
5 概念框架——湿地功能参数化·····	(79)
6 现有资料的评价和湿地功能分类方案·····	(82)
7 现有湿地模式研究实例·····	(86)
8 1998~2002 年湿地研究实施计划·····	(89)
9 试点研究举例·····	(93)
自然生态系统和人工生态系统的关联——GCTE 与相关研究的集成·····	(99)
1 全球变化的各分量和各种驱动力·····	(99)

2 陆地生态系统与全球变化的相互作用.....	(99)
3 对全球变化的适应	(104)
4 未来的挑战	(112)
美国全球变化研究计划(USGCRP)未来 10 年展望与 2000 财年实施规划及	
预算概述	(113)
1 前言	(113)
2 1998 年 USGCRP 的主要成就	(114)
3 未来 10 年的前景与展望.....	(116)
4 21 世纪研究议程不断变化的视点	(120)
5 2000 财年 USGCRP 的实施安排	(122)
6 观测、监测与数据管理.....	(133)
7 地球系统建模与模拟	(136)
8 国际联系	(137)
9 全球环境问题的评估	(139)
10 附录 A 2000 财年 USGCRP 预算	(140)
11 附录 B 1998~2000 财年 USGCRP 机构和计划的经费预算	(141)
全球变化与山区—山地研究倡议	(161)
1 前言	(161)
2 实施纲要	(162)
3 行动介绍与理论基础	(163)
4 目标	(165)
5 集成的跨学科方法	(166)
6 研究行动及任务	(168)
7 结论及建议	(189)
IPCC 第三次气候变化评价报告概览	(190)
1 引言	(190)
2 20 世纪全球气候变化的新结果	(190)
3 未来气候变化的预测结果	(193)
4 气候变化对自然和人类社会系统的影响	(195)
5 气候变化减缓的战略措施	(200)
附录 缩略语	(204)

国际地圈生物圈计划第二阶段(IGBP II)专版编者按:

IGBP 自开展 15 年来取得了重大的科学成果,它的研究正进入令人兴奋的第二阶段。现在,《全球变化通讯》(Global Change Newsletter)以专版的形式介绍即将开展的研究工作。每个新的 IGBP 计划阐述了过去 10 年的研究进展和未来所面临的挑战。在 IGBP 的第二阶段,将与 IHDP、WCRP、DIVERSITAS 等姊妹项目进行更密切的合作研究,它们 4 个计划联合组成地球系统科学合作组织(ESSP)。有关 ESSP 和新的“联合计划”文件和 IGFA 基金会的资助正式文件一样,将 IGBP 科学研究推广到一个更广阔的领域。

国际全球变化研究的新发展——国际地圈生物圈计划第二阶段(IGBP II)的规划与任务

IGBP 科学委员会

1 不断创新和发展的国际地圈生物圈计划^[1]

15 年前,当人们清楚地认识到人为诱发的扰动将对地球环境产生全球化的影响时,人类便开始实施国际地圈生物圈计划(IGBP)。IGBP 发展了几个子计划以研究影响海洋、大陆生物圈及大气的过程。一些计划的最初目标是了解发生在地球系统各组成部分之间的相互机制,并评估经济发展和人口增长的结果会给他们带来什么样的影响。通过国际科研机构科学家们 10 年的精深研究,已经绘制出决定我们星球命运的作用机制的复杂图像。10 年前,我们还并不了解人类活动对地球系统的影响程度有多大,但现在已经可以量化描述。现在,我们还能通过对过去气候的典型记录来分辨出自然变化和人类引发的变化。我们有很好的模型和预测手段帮助我们确定未来事件的序列。我们更加深刻地了解到陆地、海洋和大气之间,以及生物、物理和化学过程之间的密切联系,尤其是了解到生物圈在地球系统的重要作用。2001 年 7 月阿姆斯特丹全球变化开放大会强调了这些发现和成果,作为即将出版的 IGBP 系列专题报告的一部分,这些发现及成果将被综合到其中许多卷中。

过去 10 年我们完成了了解地球系统这一重大的科学目标,但是现在还有更多的事需要我们去完成,这一问题非常重要。假如科学挑战时代全面来临,与过去 10 年相比,在未来的 10 年中必然要求我们以更加一致,更加勇于探索的方式来执行计划。现在,人类正面临着处理全球环境变化和获得可持续未来的两大挑战,当然这些挑战并不是不可能战胜的,我们只有通过新的强有力的方法来了解正在变化的星球及人类,才能战胜这些挑战。

过去 20 年,生物多样性计划(DIVERSITAS)、全球环境变化的人文因素计划(IHDP)、

世界气候研究计划(WCRP)及国际地圈生物圈计划(IGBP)为我们迎接这些挑战建立了科学的基础。

这就要求我们重点发展 IGBP, 加强并扩展 IGBP 同 DIVERSITAS、IHDP、WCRP 之间的关系。这也是过去 2 年的中心活动。通过以下 4 个不断递进的步骤, 我们已经取得了很大的进步。

(1) 弄清楚重要系统尺度的特征及核心科学问题的联系。很显然, 这些问题既涉及到学科也涉及到跨学科。

(2) 发展能更好地反映地球系统特征及说明重要核心科学问题的研究战略。这一发展战略包括专门的研究计划, 它们将优先发展理论研究、观测系统和产品开发, 重点研究最需要的东西。实施优先发展战略十分困难, 但这是必须实施的。

(3) 定义、创建、发展和完成适宜于实施新的研究战略的组织结构。这将是一个不断发展的过程, 因此, 在此过程中一定会遇到许多困难。只有理论而不实践、不受挫折是不可能成功的。但是这种知识共享和合作精神促进我们向前发展, 我们已做好了探索的准备。

(4) 建立并支持一支不断壮大的国际科研队伍的目标正在实现, 这些学者将负责应付出现的响应、挑战和期望。过去 10 年, 我们在能力培养方面取得了很大进步。但是, 我们今后还需要更加努力, 创造必要的科学资源来处理全球环境变化、获得可持续发展和面对未来的相关挑战。

现在, 我们需要快速的行动, 而且我们必将从集体研究中获益。我们必须坚持这一方向。2002 年, 我们还需要为 IGBP 下一发展步骤制定新的计划。现在时机已经成熟, 因为进一步了解大气、海洋和陆地以及它们之间的联系的需求已十分迫切; 地球系统科学合作组织(ESSP)正在发展, 有关食物、水、碳方面的三个联合计划正在朝着既定的目标前进。为了学会处理未来出现的更大的科学难题, 现在我们必须开始攻克面临的科学难题。

以上工作的实施需要我们大家齐心协力, 相互沟通, 多提建设性意见。有时, 会因为意见不统一而变成一种阻力。科学的道路上并不是一片坦途, 但它是非常重要的事业, 我们只有勇往直前, 应付这些挑战。

值得欣慰的是, 在应付这些挑战的过程中, 我们获得了动力。IGBP 正处于过渡时期。2003 年开始执行的新 IGBP 将不同于前期执行的 IGBP。在学科方面(包括过程研究)将保留科学议程中的重要核心部分。我们将通过综合的方法拓展我们的工作, 并突出科学问题。通过系统尺度的研究, 发现地球是一个非线形问题, 它的运动、反馈机制等是无序的, 未来演变的预测也不总是确定的。

如上所述, 不同计划间的合作研究将成为 IGBP 第二阶段的主要特征。通过与 WCRP 的密切合作, 我们能够更好地了解物理气候系统和生物地球化学系统之间的关系。传统研究方法中的人类因素研究是一项挑战性的工作, 但是通过与 IHDP 的密切合作, 或许可以解决这一难题。很明显, 未来的全球变化研究将在地球系统科学合作组织(ESSP)的带领下进行, ESSP 包括 IGBP、WCRP、IHDP 及 DIVERSITAS。

处理跨学科问题最有效的方法或许就是将所有问题在区域尺度上联系起来。地球系统科学组织和 IGBP 尤其重视与地方科学团体进行合作开展大量完整的区域研究工作。START 也将起到重要的作用。将来这种方法将加速实现 IGBP 提出的新的教育事业。无论

在世界什么地方,科学研究无法与教育活动相互分离已成为不争的事实。教育课程应代表全球变化研究取得的科学进步。

我们已经进入一个全新的激动人心的 IGBP 时代。我们正在发展新的研究热点和创新的方法学,我们可以通过以下几种方式进行科学研究:强调跨学科问题;利用分布在六大洲的优秀网络中心开展工作;联系不同专业背景的科学家。信息和现代通讯技术的应用尤为重要。IGBP 第二阶段任务的成功实现首先取决于研究的质量和创造性。地球是一个动力系统的认识将推动本研究,它的发展令人倍感惊喜。

2 IGBP 组织结构简介^[2]

2.1 国际网络

全世界很多科学家都在从事基于 IGBP 的研究。另外,一些科学家自愿支持 IGBP 计划的研究工作,包括在指导委员会中担任全面指导 IGBP 研究方向的科学家,担任领导组织网络和实施其他集成活动的研究人员,以及与 IGBP 科学家和国际项目办公室(IPOs)职员一起工作的博士后和研究生。

IGBP 国家委员会帮助国家协调相关的研究,促进国家与国际间全球变化研究的结合,以及经常帮助筹集资金支持 IGBP 的重要活动。目前,已有 80 个国家建立了国家 IGBP 或全球变化委员会。

2.2 IGBP 组织结构

正如在这期通讯中描述,IGBP 从其先前的具有 8 个核心计划和 2 个框架行动(包括联合发起的 START)的科学结构改变为图 1 中所展示的具有 6 个计划和 2 个综合行动的新结构。根据 PAGES 和 GAIM 规划的集成系统远景,这 6 项计划将集中在 3 个主要的地球系统部分——海洋、陆地和大气——和它们之间的界面。

2.3 支撑组织

IGBP 计划的国际项目办公室是单个计划间集成、协调和交流的枢纽。IPO 职员帮助发起并支持研究网络,增加核心计划行动的资金,促进和交流核心计划的工作,编辑和撰写描述 IGBP 计划成就的文件,组织工作组和讨论会,以及支持 IGBP 计划科学指导委员会的工作。

瑞典斯德哥尔摩 IGBP 秘书处担当 IGBP 计划整体综合、协调和交流的中央枢纽。秘书处执行 IGBP 科学委员会的决定,在项目进行期间为整个研究工作提供支持,增加 IGBP 行动的资金,向广大公众(例如,科学、观测、资源管理和政策团体)公布 IGBP 计划研究情况,与合作组织进行联络,以及管理 IGBP 中央预算。

2.4 地球系统科学合作组织(ESSP)

ESSP 是由四大全球变化计划(IGBP、IHDP、WCRP 和 DIVERSITAS)组建的合作组

织,目的是促进地球系统集成研究和变化研究,以及利用这些变化进行全球可持续发展能力研究。

计划设立了 3 项有关碳、食物和水问题的“联合计划”——分别为 GCP、GECAFS 和 JWP。同样正在发展的“综合的区域研究”将是跨学科的研究,每一项都将集中在一个对地球系统功能具有全球重要性的区域。

2.5 全面的科学指导和评价

IGBP 科学委员会对研究计划提供全面的科学指导,发展特殊的科学计划,监督科学计划的实施以及帮助宣传研究成果。科学委员会的成员有:IGBP、WCRP、IHDP 和 DIVERSITAS 四大研究计划的主席,ICSU 环境顾问委员会(ICSU-ACE)的代表以及 15 位由 ICSU 指定的在各自领域从事研究工作的独立科学家。

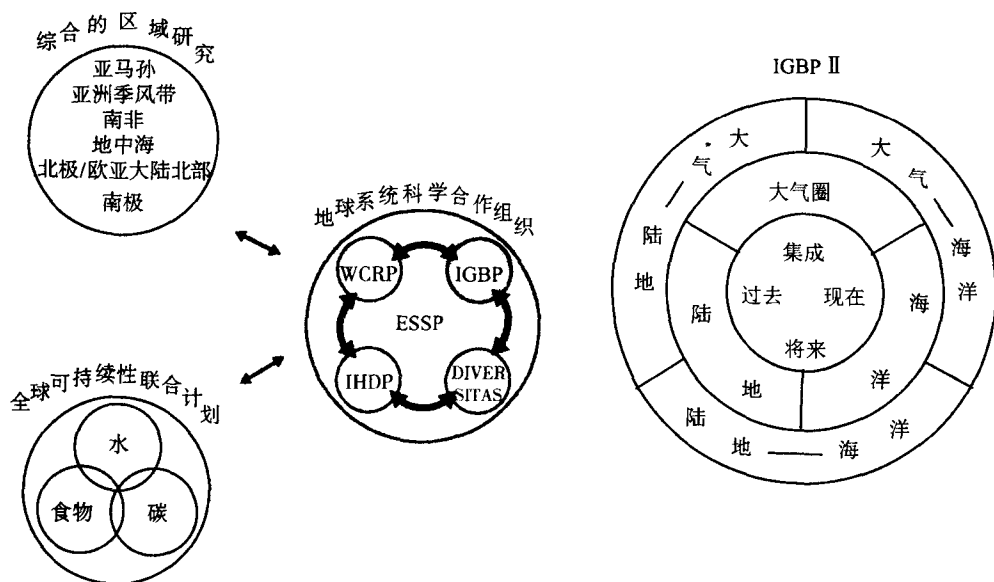


图 1 IGBP 组织结构图

3 PAGES 回顾与展望^[3]

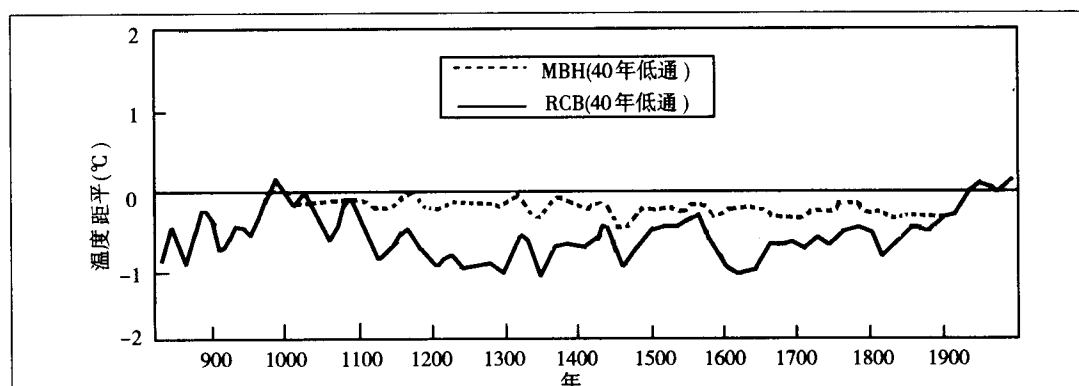
地球系统是以时间尺度上的变化为特征的。过去几十年到几十万年间全球环境发生的巨大变化是由外部强迫和地球系统动力联合作用产生的,而且地球系统史上,有大量关于非线性地球系统动力学的实例,它们证明了地球系统不同组成部分以发生巨大变化、突变或渐变的形式对小而连续的强迫作出响应,气候和生态系统的相关资料可以用短期或偶然事件的地质史来表征。气象资料的获取和使用已有百年的历史,但是应用卫星测量地球系统的特征资料仅有几十年的历史。

过去的全球变化(PAGES)的目标是为地球系统史上长期、大量的记录和地球系统史上短期、地质事件相对较少的记录资料寻求一个连接的纽带。只有建立起这个纽带,才能应用

大量过去的记录资料指导相关区域和全球资源的可持续性。定量观测是实现此目标的基础。

3.1 注意事项

过去 10 年,古科学取得了长足的发展。在泥炭中寻找古生物遗体,已被社会生物学家大量应用。在过去典型记录的基础上,我们能对现在的情况做出正确的认识。现在,温室气体含量比数十万年前要高,全球平均气温比千年前要高。快速变化的环境是对连续、小而变化的内外营力的响应,这些都是过去 10 年古研究获得的研究成果。因为古研究在地球系统科学中起着核心作用,所以现在面临的挑战也愈加艰巨。通过加强与其他地球系统科学组织在提供免费、详实、实用的古数据、连续测年及增加定量化结果方面的相互协作,古群落研究就能够应对目前面临的挑战。



古树木年轮是过去千年气候变化最主要的信息源,图中给出了通过树木年轮重建构造出的温带气温的最近变化与北半球早期气候变化的对比曲线,以及各自的估计值。曲线的不同部分是现在争论的主要问题。人们尤其感兴趣的问题是最近几十年北半球的平均增温,是否比一千年前中世纪暖期的最高平均增温还要大。争论的另一问题是小冰期期间的几个世纪的降温量,以及降温的地理位置是否仅局限于温带地区。这两条曲线结构上存在差别,前者包含了热带地区的记录,后者应用了一项特殊的新技术,用来消除时间序列中百年尺度变化固有的损失。这种长时间序列中百年尺度的变化是由一系列短且不连续的记录构成。与说明这两条曲线不同之处相比,我们更愿意考虑他们的相似之处。他们能够获得十年尺度的事件,其可信度可达 95%。它证明了古气候记录对现代气候变化具有十分重要的作用。借助古气候记录能够更好地了解全球变化的自然和人为驱动力。同时它指出了未来几个十分重要的研究领域:更好地测定树木生长对气候外营力的响应;对通过重建获得古气候变化频率范围进行定量化;在热带地区发展大尺度及年际分辨率定量化的古气候记录。

地球系统是一个巨大而复杂的系统,而我们的数据仍存在着异议,我们的模型也不完善。因此地球系统在很大程度上也是不确定的。这正如大学一年级数学系的学生所知道的,对一道不确定性问题有很多种解法。所以那些符合我们数据的解释看起来好像是合理的,而且是令人激动的,但是它们并不一定是正确的或重要的。古群落研究已经超越了假设研究模式,即先收集资料,然后解释资料。它采用假设的方法,先寻找出特定的数据,然后推导出特定的结果。单一的岩芯、单一的代用资料、单一的模型或单独的研究者不能对地球系统的复杂发展过程做出全面的解释。与过去相比,古研究必须在定量校准的基础上开展,而不是仅仅依靠多种代用方法和仪器测量数据。

3.2 未来的情况

工业革命以来人类活动对地球系统的影响不断增加,这或许可以说明现在与过去地球系统的动力学呈现的非相关性是由人为因素造成的巨大变化而导致的。自然过程以复杂的内外营力、响应、反馈及结果的方式与人为因素引起的变化交织在一起。然而过去的记录对未来有重要的作用。例如,有证据表明,在气候自然变化模式中,人为因素已引起全球气候的变化;另一个实例是生物多样性。仅依靠现在气候条件无法从深度和广度上解释现代生物多样性。它是在过去气候条件对环境做出响应的基础上累积形成的。了解生物多样性遇到古环境变化时的特征是确定在现代环境变化条件下生物生存的关键。通过全球范围的密切合作来解释未来自然气候变化和生态系统变化的复杂性是 PAGES 的首要目标。

国际地圈生物圈计划第二阶段中的过去的全球变化计划

过去的全球变化(PAGES)包括物理气候系统、生物地球化学循环、生态系统过程、生物多样性及人类因素。因此 PAGES 活动并不仅限于 IGBP,它与 IGBP 的姊妹计划 WCRP、IHDP 及 DIVERSITAS 有着紧密的联系。PAGES 希望能在发展食物、碳和水方面的三个联合计划中起到重要作用。为公众获取古数据提供便利条件,加强与气候模拟组织的合作,加大发展中国家科学家的参与,以及学科交叉和国际组织的建立是 PAGES 活动的主题。

PAGES 在 IGBP 第二个 10 年内将继续作为一个中心的集成单元来运行。与大多数 IGBP 的核心计划相比,IGBP 第二阶段过渡期内,PAGES 的重组是较少的。PAGES 正在抓住机会进行再评估和理顺关系。在此过程有 3 条准则非常重要:

- (1)保持并建立过去 10 年间发展起来的与 PAGES 计划紧密相关的交叉学科及国际机构。
- (2)保留由单个科学家领导的基础研究机构,并将其他不同国家或学科的研究综合到一起。
- (3)确保 PAGES 活动能为世界古科学研究机构带来明确的利益。

在 IGBP 第二阶段的初期,PAGES 将围绕古研究的各个方面进行 5 方面的重点研究:

- (1)南北半球古环境(PANASH):包括 3 个陆地剖面(PEP,北极—赤道—南极)计划及它们在半球内的联系,重点研究气候过程,如厄尔尼诺—南方涛动(ENSO)及季风。
- (2)国际海洋全球变化研究(IMAGES):它是由 24 个成员国组成的 PAGES 国际古海洋研究组织。
- (3)CLIVAR/PAGES 的交叉研究。
- (4)极地研究计划:包括在南北半球高纬度地区的国际合作研究。
- (5)过去生态系统过程与人类环境相互作用,评估历史时期气候与社会间的内在关系。

一位主席和一个指导小组将监督重点研究工作中的所有活动。这些建设中的机构或研究计划将为与 PAGES 相关的基础科学组织提供重要的服务。

3.3 如何参加 PAGES

PAGES 中约有 30 项基础任务或活动正在逐一完成,虽然 PAGES 希望这些活动或者任务能够继续留在 PAGES 中,自发解决一些 PAGES 委员会和 PAGES 办公室没有规定的科学问题。PAGES 在响应研究团体提出的活动的预算和组织结构上具有足够的灵活性。PAGES 科学指导委员会将严格审查那些自愿留下的研究机构是否具备加入 PAGES 的资格。包括加强自发组织的简介,将它介绍给国际组织,并为科学研究提供部分资金。有关确定任何自发组织必须具备的资格这一问题将在 3~5 年内解决。必须具备的资格包括促进这

一研究领域发展的可能性及为什么要加入 PAGES,例如帮助建立国际合作或交叉学科的纽带。

4 2002 年及以后的 GAIM:全球变化研究持续发展的基点^[4]

IGBP 依赖上个世纪特别是最后 10 年的研究基础进入了一个新阶段。全球分析、解释与建模计划(GAIM)及时地再次肯定了在 IGBP II 地球系统研究中的目标。IGBP 之所以建立 GAIM 是为了促进全球生物地球化学系统模型。于是,GAIM 根据 IGBP 各个核心计划所探索的开发各个地球系统部分建立起一个综合的整体部分,这当然很具挑战意义。首先,GAIM 必须要能够确定地球各子系统实际情况与我们认识上的差距之间的关键联系,包括对地球系统各部分及其之间相互作用的认知。它具有智囊机构的特征,它必须整体性地、综合性地看待地球,同时也对 GAIM 活动进行综合性探讨。地球系统标准要求要超越严格意义上的生物地球化学,扩大 GAIM 活动范围。一方面要涉及物理学,另一方面也要涉及社会经济学。这样,GAIM 可为更广阔的全球变化研究统一部分起到灯塔的作用,保证它不会忽略任何关键问题。这一点在地球系统标准中被证明是非常重要的。其次,GAIM 必须能够汇集全部 IGBP 核心计划成果以及与其他 ESSP 计划的联系。

为实现其目标,GAIM 做出了姿态,部分地尝试解答那些挑战全球变化研究的最基本问题。例如,有人或许问:地球系统的关键要素(阈值、瓶颈、开关)是什么?行星机制是可半恢复的、远远达不到热力平衡的、受外部动力驱动的耗散系统。线性和均匀系统不会出现这种情况。因此,多个非线性过程和不均匀结构一定是占优势的。即主要阈值、瓶颈和开关要素是存在的(图略)。作为结果,地球系统易受到临界扰乱的影响,这种临界扰乱还可引起历史观测记录活动的重复或引起更新奇的运行模式。

另外一个例子,考虑一下这个问题:地球的承载能力有多大?地球承载力可根据人类数量来定义,而人类数量则由相互联系生物、化学、地球物理子系统构成的地球生命支撑系统来维持。承载力可在生态系统产出和服务传递的长期可持续性范围内来进行评估。承载力实际上是一个受技术、生存方式、社会组织、财富分配以及其他社会经济因素等影响的多维面。弄清该多维面阈值的范围,当超过时,它会耗尽由地球生命支撑系统产出的储备生活资料。

回答这些问题和其他许多可比较的问题必须在对现代和古代系统观测以及一系列复杂的模拟基础上,才能对地球系统的运行有更深入的理解。这是 GAIM 和大尺度全球变化研究所面临的最大挑战。

4.1 GAIM 的新探索

在 2000 年初,GAIM 在夏威夷召开会议,重新强调了其使命并确定了 GAIM 的科学重点和它在 IGBP 中的作用等重要观点(即怀基基准则,Waikiki Principles),这提供了一个组织 GAIM 活动的重要框架。

4.1.1 分析

在其分析作用中,GAIM 提出了鼓舞人心的问题并鼓励更广大的研究群体来探索它们。这样,将会对地球系统层次的研究探索做出最大的贡献。这就特别意味着 GAIM 在跨计划间的主题搜索和可行性评估中起到很大作用。这还需要与更大范围内的科学家、政府部门和其他研究机构相互合作。

4.1.2 综合

GAIM 将促进与 IGBP 内外相关的知识的综合。目的是总结整理出一套最好的方法和抓住那些首先由姊妹计划 WCRP、IHDP 和 DIVERSITAS 等开始调查研究的系统和问题。由于它在概念上和实际上都很复杂,GAIM 将重点放在那些可让其他项目和机构能参与到综合性地球系统分析的综合活动上。

4.1.3 模拟

GAIM 将通过组织地球系统模型等级的建造、评估和维护来对地球系统进行分析。特别是它将帮助建立不同复杂程度的模型,使用成果性互补的集合来引导现在关于过去、现在和未来全球变化的实验。该类模型必须基于关键问题分析和学科科学一体化的牢固基础上。发展一系列模型对比协议是 GAIM 目前最显著的成就之一。

从参与 NPP 模型比较的 17 个模型得到的全球年均净初级生产力(NPP)($g \cdot C \cdot m^{-2}$)。尽管所有参与比较的模型的平均差别与预期和有限的观察数据都一致,但是,每个模型之间仍有显著不同。这些差别引导模型的研制者们重新检查他们的公式和用新的见解研究生态系统过程。因此对比的结果可以修改模型和得到系统对每一个重要过程的敏感程度。

地球系统分析依靠模拟模型的等级,这一等级包含整个复杂程度范围。根据所提出问题的性质和适当的时间尺度,一方面会有许多概念性模型,而另一方面,三维综合的模型还正在全世界许多实验室中实验。GAIM 正在不断地推动研究开发复杂和中等复杂的模型,他们各自有其用途,并提供所需的关于地球系统运行的知识。

4.2 GAIM 地球系统问题

2001 年,GAIM 向关注全球变化的科学群体提出了一整套问题来进行挑战,以响应 IGBP 的不断发展的科学、结构和成就。这些问题并不只是被限定在只有那些单独的研究项目、研究计划可以回答,甚至其他科学群体也能回答。其目的是帮助确定全球变化科学的总体内容而不管我们当前的能力能否解决其中涉及的问题。在很多情况下,同科学群体进行对话远比同 IGBP 和 ESSP 必要的多。

4.2.1 分析的问题

- (1)考虑到演变和运行,生态圈的最重要部分是什么?
- (2)运行机制的主要动力图像、遥相关连接和反馈是什么?
- (3)地球系统中的关键要素(阈值、瓶颈、开关)是什么?

- (4)自然行星变率的特征体系和时间尺度是什么?
- (5)地球系统层次上人类扰动方式和遥相关扰动是什么?
- (6)可被人类活动真正转换的生态圈最重要部分和关键行星要素是什么?
- (7)在全球变化条件下,哪些是最脆弱的区域?
- (8)在自然与社会的相互作用下,突变和极端事件的过程是怎样的?

4.2.2 业务问题

- (9)什么是构建“宏观(macrosopes)”的原则?即在不考虑系统细节的情况下,地球系统整体表征是什么?
- (10)地球系统模拟中必须达到何种复杂程度和分辨率?
- (11)有无可能通过部分与区域的耦合来描述地球系统?有无可能从这些部分中重建行星机制?
- (12)用于建立、处理和综合有关的地球系统数据集的最有效的全球战略是什么?
- (13)可用于分析和可能预测无序事件的最好技术是什么?
- (14)能将自然科学和社会科学知识结合在一起的最佳方法是什么?

4.2.3 标准问题

- (15)区分不可持续和可持续未来状况的一般标准和规则是什么?
- (16)地球的承载能力是什么?
- (17)自然和人类共同演化空间内可忍受的极端界限是什么?
- (18)现代社会需要何种自然状况?
- (19)什么是能支配全球环境管理的公平原则?

3.2.4 战略问题

(20)适应和减缓全球变化的措施的最佳结合是什么?

(21)对于自然储备和能够作用到的区域的运行方面的最佳分解是什么?

(22)如同地质工程和遗传学一样,对技术定位的选择和说明是什么?

(23)全球环境与发展研究机构的有效系统结构是什么?

对于这些问题,GAIM 已经处在提供科学问题的初期,其他方面,与 IGBP、WCRP、IHDP 和 DIVERSITAS 等科学计划的密切合作将是十分必要的。另外需要回答的问题将与科学研究无关,只与社会或者哲学考虑

纲领:GAIM 进展和 IGBP II

2002 年在斯德哥尔摩召开的 IGBP 科学委员会会议上,GAIM 地球系统问题被认为是 IGBP 下一阶段科学计划发展的中心基础,而且也是与其他地球系统科学计划合作的重要内容。这样,IGBP 可以在最初就有关地球系统一些关键主题提出综合性的描述,对地球系统问题本质提出概括性的和综合性的解释,GAIM 本身无法开展所要求的全部活动(比如巨大的数据换代工程)。GAIM 将发展战略合作伙伴来通过研究计划的很好结合致力于已经明确限定的问题。特别是由 GAIM 问题评议会支持的进一步纲领讨论将要产生新的项目和研究活动,就像 IGBP II 开展的一样。因此,GAIM 活动由一项自上而下的战略负责实施。同时,IGBP 计划研究活动本身也将产生能影响这些问题系统阐述的新见解和新的科学难题。

有关。

5 IGBP 中一项新的大气科学研究计划:IGAC II^[5]

大气的化学成分在确定我们星球的气候和生物圈的安全与健康方面起着决定性的作用。由于人类活动对地球大气所起的作用越来越大,因此,我们迫切需要建立一个大气预测系统和一个大气成分与地球系统的其他成分的相互联系。国际全球大气化学计划(IGAC)在过去 10 年中的研究已经大大加深了我们对对流层化学成分、对流层内外化学成分的通量以及对流层内化学成分传输和转化的过程控制的了解。IGAC 已经在许多关键领域内取得了特殊的成就,包括生物圈—大气圈痕量气体交换(GEIA,生物量燃烧,TRAGNET),氧化气体的产出和活动性(NARE,APARE,EXPRESSO,MILOPEX,BIBLE),以及气溶胶的化学、物理和辐射特性(ACE-1,TARFOX,ACE-2,ACE-ASIA)。IGAC 计划最近已经完成了研究活动的集成和综合。许多重要的发现为:

(1)90 年代初期,就发现某些大气污染物的热排放可以比得上和超过化石燃料燃烧的热排放,而且由于大范围输送更具有全球效应。我们现知道生物体燃烧时的热排放就是对全球地球化学的大扰动,特别是在所有大陆的热带区域。烟雾气溶胶散射和吸收阳光以及云的微物理过程等也会干扰气候。燃烧对来自植物和土壤的后燃痕量气体排放有更重大的影响。平流层的臭氧年度和季度趋势符合于热带非洲、拉丁美洲和亚洲生物体燃烧的季节周期和范围。

(2)自前工业时代以来,随着 OH 浓度和主要原污染物寿命的降低,大气氧化能力是相对稳定的,未超越 20%。

(3)短寿命化学成分,如臭氧、气溶胶及它们的原始气体,由于从大陆的远距离输送的结果,以多层结构形式存在于海洋内。

(4)大多数现场观测可为气溶胶成分结合到全球气候模型中提供关键数据。尽管还不能完全确定,气溶胶直接和非直接辐射强迫在数值上与温室气体的作用相当,但符号相反(图 2)。

也许重要的是 IGAC 在过去几年内已经把气圈和生物圈研究机构联系到一起。遥感、大气模拟以及气体与气溶胶现场测量研究机构现在无论是在野外还是在数据处理室都在一起并肩工作,这样大家能更好地了解大气化学。IGAC 的协同作用和总能力为设立一个在 IGBP II 下面新的大气科学计划提供了很好的基础。

5.1 IGAC II 研究问题

IGBP II 关注的研究重点是通过突破传统学科界限把各学科的科学集中到一起进行地球系统科学研究。这项跨学科的探讨研究要求必须清楚了解地球系统的活动和影响以及对人类活动扰动的反应。尽管大气化学本身也包含许多领域,而且在学科内也能取得进展,但如果鼓励科学家们打破学科界限在一个共同的研究方向内一起工作,定会清楚了解地球系统的功能作用。

IGAC 未来研究方向的讨论已经产生了许多涉及大区域和全球范围内气候和空气质量

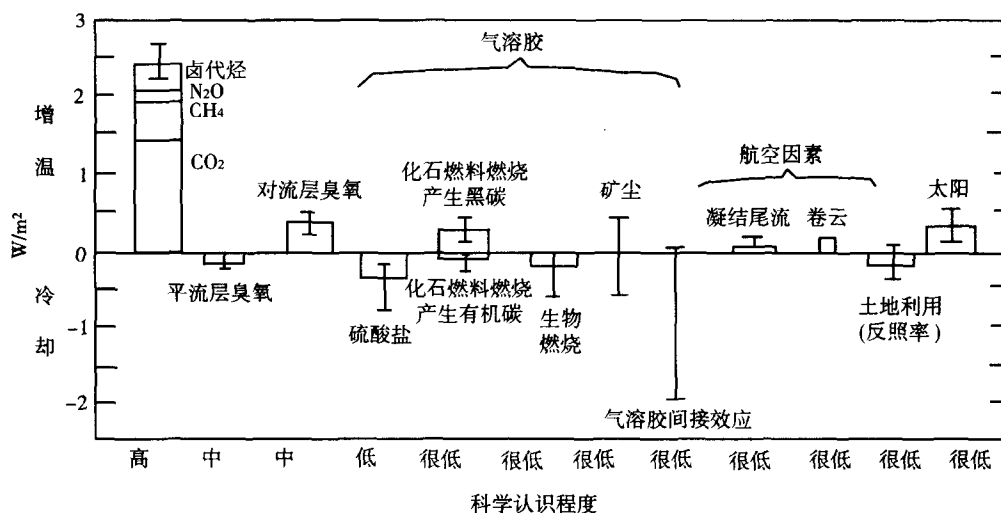


图2 2000年全球气候系统平均辐射强迫(相对于1750年)

在过去数十年间大气化学研究团体确定和量化出很多相对活跃物质的分布。然而,在大多数情况下,计算这些物质的辐射强迫的科学理解水平还相当低。IGAC II 的一个重要主题将会减少气候系统计算辐射强迫的不确定性,了解大气化学在扩大或减小气候变化中的作用

问题的重点主题:

(1)大气化学在扩大和减轻气候变化中所起的作用是什么?

- 不断变化的气体排放和沉降如何影响气候强迫的空间分布?
- 平流层—对流层交换,人为和自然排放,控制臭氧的光化学过程以及对全球变化的影响的相关作用是什么?
- 气溶胶的源、汇、分布和特性是什么? 它们对气候的辐射影响是什么?
- 气溶胶对云、云的光学特性、雨量以及水文循环的影响是什么?
- 变化的气候如何影响大气化学成分?

(2)在地球系统中,什么样的影响可以改变区域排放和沉降、远距离输送、对流层化学成分和空气质量的转化?

- 氧化物、气溶胶的输出通量是多少? 它们从大陆(如:大城市,生物体燃烧,沙漠尘)到全球大气的前兆是什么?
- 大陆间输送对地表空气质量的影响如何?
- 人类活动将如何改变未来大气的动力学和化学特性?

5.2 IGAC II 的目标

国际协调与合作是提出这些全球科学问题的基础。所要求的研究力量要紧紧围绕三个基本目标。IGAC II 将进行:

5.2.1 准确确定大气中长、短寿命化学成分的全球分布,记录它们浓度的时间变化

过去几十年的研究清楚地记录了寿命较长的温室气体在大气中的浓度变化。在许多由