

中国科学院国家科学图书馆

科学研究动态监测快报

2010年8月15日 第16期（总第94期）

地球科学专辑

中国科学院资源环境科学与技术局

中国科学院规划战略局

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆
邮编：730000 电话：0931-8271552

甘肃省兰州市天水中路8号
<http://www.llas.ac.cn>

目 录

地球科学计划

地球系统分析、综合与模拟科学计划和实施战略

1	AIMES计划的背景.....	2
2	AIMES计划的宗旨、目标与结构.....	3
3	AIMES的研究方法.....	4
4	AIMES的研究主题.....	5
4.1	主题 1: 过程与参数研究.....	6
4.2	主题 2: 区域—全球相互作用.....	7
4.3	主题 3: 应用地球系统科学.....	8
4.4	主题 4: 地球系统动力学.....	10

地球科学计划

地球系统分析、综合与模拟科学计划和实施战略

科学家和政策制定者们认为应该融合多种研究方法来研究全球环境变化。这是因为地球系统的运行包括大气、海洋和陆地（生态系统的主要作用也包括在内）之间的强相互作用，同时也因为人类活动在很大程度上干扰了地球系统的运行，造成了严重的后果。

地球系统分析、综合与模拟计划（AIMES），是国际地圈生物圈计划（IGBP）中的一个核心计划。AIMES将发展创新的、跨学科的方法与手段，用来认识自然界及其人类与自然之间相互作用的复杂性。其关键的重点就是要理解并量化人类活动对生物地球化学循环的生态系统以及气候系统所产生的后果与反馈作用。AIMES的目标包括：由气候与古环境科学家们通力合作进行的有根据的情景分析、考古学家与历史学家共同研究发展的关于地球系统变化和人类—环境相互作用的正确理解。

AIMES计划共同参与筹划指导委员会的成员包括：各种自然与社会学界的社会团体代表，他们相互交流合作形成四个综合的主题：

- （1）过程与参数化研究（诠释地球系统过程的具体方面以及全球模拟功能）；
- （2）区域—全球综合研究（在基于区域分析的背景下全面认识理解地球系统）；
- （3）应用地球系统科学（端到端的研究是为了与决策者需要的综合信息相匹配）；
- （4）地球系统动力学（基础的地球系统研究，包括全球观测与模拟）。

过程与参数化研究包括以下几个方面：全球污染物排放清单活动（GEIA）（模拟活性示踪气体的量从规定值向预测值转变的过程），一项新的合作——气候与冰冻圈计划（CLiC）项目与世界气候研究计划（WCRP）共同合作的关于碳排放量的项目，以及在北半球高纬度地区的岩土动力学研究。区域—全球综合研究行动将计划在亚洲季风区（区域人口密集，人类活动对气候造成较大影响）以及北半球高纬度地区（气候变化、远距离作用力能够在全球尺度范围内引发相应的后果）进行。

地球系统科学的议题包括：关于政府间气候变化专门委员会（IPCC）的方案发展；国际氮倡议（探索如何使穷国的少氮状态和富国的多氮状态之间保持一个相对平衡）；在政策与能源评估中保证地球系统模型和经济的一体化。

在地球系统动力学中，耦合碳循环—气候模型比较计划（C⁴MIP）的目标是改进碳循环对气候变化反馈作用的量化，最终在更广范围内生物化学反馈与生态系统服务之间的相互作用。人类活动的历史与未来计划（IHOPE）从一个新的视角看待人类的历史发展，从各方面考虑环境对人类产生影响的同时，人类也对环境施加了相应的压力（比如：在社会政治、社会生态以及社会经济方面）。

1 AIMES 计划的背景

AIMES是IGBP第二阶段的新计划之一，它是第一阶段“全球分析、解释和模拟（GAIM）”计划的延续，并在此基础上进行了拓展，是IGBP在地球系统层面上进行综合研究的前沿计划。

1989年在德国的Hinterzarten举行的第三届过去大气中CO₂数据的分析与评估国际会议上，召开了GAIM的特别工作组首次会议，Bert Bolin以该计划主席的身份出席会议。GAIM的主要目标是：利用数据资料和数值模拟来改进地球系统的耦合动力学研究。从1992年开始，每年Berrien Moore都以主席的身份定期召开会议，在2000—2004年，他又将此项工作任务传递给了John Schellnhuber。在2003—2004年间，Colin Prentice担任了该计划的联合主席来辅佐John Schellnhuber。在这段时间里，全球碳循环成为IGBP投资方案中主要的空白地带。GAIM已承担了一系列的工作来填补这一空白。GAIM的目标就是量化全球生物地球化学与气候系统之间的联系。最关键的意義就在于：最终它将加速与气候物理模型相联系的生物地球化学模型组分的发展。GAIM仍然致力于在当代与古代（晚第四纪）时期陆地—大气圈之间的生物物理相互作用，同时它在通过IGBP数据与信息系统（IGBP-DIS）而发展数据集时起到了关键的作用。

GAIM与AIMES计划包括三个阶段。第一阶段，GAIM计划一个最初的重点就是量化生物地球化学循环的子系统以及包括水循环在内的气候与生态系统之间的物理相互作用。研究行动包括区域内气候与生态系统的相互作用（RICE）、GAIM模拟6000年前的现场试验、以及模型的开发与相互比较。这些包括波茨坦（Potsdam）净初级生产力（PIK-NPP）、生态系统模式—资料比较计划（EMDI）、碳循环模型联合计划（CCMLP）、海洋碳模型比较计划（OCMIP）和大气微量元素输送模型比较（TRANSCOM）。

GAIM计划关于6000年前的现场模拟试验引起了一个主要的全球数据综合行动——全球古植被计划（*aka* BIOME 6000）——该计划是由以下几个计划共同合作的，它们分别是：IGBP数据与信息系统（IGBP-DIS）、过去的全球变化研究计划（PAGES）以及全球变化与陆地生态系统的计划（GCTE）。

第二阶段，在2000—2003年的过渡期间重新考虑GAIM的目标，并且开始着手精确界定一些宽泛的地球系统方面的问题。在GAIM计划进行的后期阶段，在John Schellnhuber的领导下，更加关注了人类社会与生物地球物理系统之间的相互作用（Schellnhuber, 2000）。这更加明确地界定了IGBP框架中综合地球系统计划的地位，在IGBP框架中包括一个强大的社会科学体系和政策层面上在地球系统科学方面长期以来所强调的综合议题。早在21世纪初，人们就已经看到了：完全的耦合碳—气候模型和C⁴MIP，这两个项目作为一个结合点，与世界气候研究计划（WCRP）的耦

合模式工作小组（WGCM）紧密合作、共同研究，呈现出欣欣向荣的景象。

第三阶段，GAIM计划改为AIMES计划充分反应了当前优先研究重点，结合人类与生物地球物理系统相互作用的分析，迎接新的研究挑战，维护有关生物地球化学—气候之间联系强烈的研究行动，无需通过其它的IGBP或全球环境变化（GEC）计划。

必须在以前的研究基础上逐步认识到，全球变化的研究必须更加关注全面的、多学科间交叉和综合的研究方法。至关重要的是这种观点的出现使得地球系统功能的两个方面越来越多地被人们所意识到。首先，地球表层的大气、海洋和陆地如同一个耦合系统一样运行着，系统内部的生物圈是一个极具影响力的组成部分。第二，人类活动是无处不在的，并且对地球表层产生了深远的影响；它们在全球尺度范围内改变了地球的物理、化学、生物性质，因此它也将人类社会潜藏着相应的反馈作用。于是，人类不但会被认为是一个外部因素，而且更实际地来讲，在这个耦合的、动态的系统中，人类更是深入其内部，扮演着更重要的角色。这种观点的出现是一种挑战，从单独的研究组与机构层面上升到国际性的全球变化研究项目，在对地球系统的分析与模拟研究中不愧是一种有条理、有组织的研究方法。

2 AIMES 计划的宗旨、目标与结构

理论、模型和观测都是用来认识理解自然地球系统动态学。人类活动对自然所产生的扰动是叠加的，并且会对变化的驱动因素产生复合反应。AIMES计划希望：关于人类对生物地球化学循环产生影响时所起的作用，以及它们在改变过去、现在和将来的物理气候系统时，人们能从中获得更多、更深入的科学认识。关于生物地球化学与气候系统之间、人类活动的后果与这些系统所产生的结果之间、以及对于整个人类来说全球环境变化的含义，该计划是为了探索更好地描述并量化它们之间的相互作用与反馈机制。

AIMES计划是由科学协调委员会（SSC）所指导的，该委员会的职责就是让大家实现共享。对于AIMES计划的宗旨来说，跨学科间的综合是关键，AIMES计划的科学协调委员会成员包括从事自然和社会学研究的这两方面的科学家。

由一个国际项目办公室（IPO）来管理AIMES计划的研究活动。该国际项目办公室执行主任由AIMES计划的联合主席担任，他既是AIMES计划的领导人又是地球系统科学方面的专家学者。此项计划的战略规划是由主席团和科学协调委员会（SSC）负责；后勤、资金筹措以及组织研究网络中各单位的交流合作是由国际项目办公室（IPO）负责。科学协调委员会（SSC）每年召开一次会议。自2005年以来，AIMES计划的国际项目办公室一直在美国科罗拉多州的博尔德（Boulder）国家大气研究中心举办会议。

3 AIMES 的研究方法

AIMES所面临的挑战是需要有特色的工作方式，其中包括和其他的IGBP核心计划以及ICSU的三个GEC项目进行密切的合作。在一定程度上，人们期望AIMES能继续向前发展，对许多地球系统科学相关领域的新进展做出反应，同时这也是它所依赖的地方，而且在自然界、其它计划的优先事项以及AIMES计划之间都存在着必要的相互合作。

AIMES综合的职权范围是研究对地球系统过程以及它们之间的驱动力和影响力的定量化认识。这就需要密切地与IGBP核心计划中研究地方与区域方面的大气、海洋和陆地项目合作，寻找他们的结合点。例如，大气—海洋、陆地—大气、陆地—海洋之间的相互作用。AIMES研究是集古系统研究和地球系统科学联盟（ESSP）计划为一体的综合研究计划。

作为一个综合的计划，AIMES并不是一个重要的生物圈挑战计划或职权范围。AIMES已发展形成了4个主题，这些主题都未详述一个具体的地球系统组成部分或范围，而是尽力地去解决地球系统科学的整体性与综合性方面的难题。这四个综合的AIMES主题与其他研究活动并不是相互独立的，相反，对于地球系统动态的认识与量化，它可以充当为“积木”的角色。

通过GAIM的特别工作小组的努力，AIMES继续促进最初的地球系统模型研究。它主要进行了以下的工作：识别现有的模型结构、改进全球关键过程的描述、在全球尺度的分析中更好地实现地形摄影与复杂处理过程之间的转换。这些研究活动是由AIMES或者其它的核心计划所指导的，这些计划包括AIMES的几个起协调作用的核心计划。人们期望这样的主题将产生数据集并且使模拟的部分能够用于其它的研究主题，同时又能对地球系统模型进行评估与初始化。

AIMES创建了一个基于分析与区域相关的地球系统远景图。这主要是通过AIMES计划在量化区域影响与反馈作用的工作中所完成，在这些区域内快速的发展能够引起大气圈和生物圈内大规模的变化，而这些区域内的变化很有可能会导致全球性的后果。这个研究主题需要AIMES行动和综合区域研究（IRS）之间能够通力合作，这对ESSP的跨领域活动、以及国内或国际项目中的其它领域也是非常重要的。

决策者越来越多地要求得到对全球变化的评估结果，主要是对于危险性的评估，这样可以用来对照采取相应的政策去处理或减缓这些危险，同时为了发展的目标来评估全球环境变化所带来的后果。这些要求需要自然与社会两方面的科学家，同时也包括环境学家之间更加紧密地沟通交流。AIMES将指引IGBP为端到端的应用地球系统科学带来新兴的策略。这包括对于纳入科学理解范畴的评估信息、政策、资源管理以及决策者团体等利益相关者的参与。

地球系统动力学主要是认识地球系统过去、现在和将来相互关系的基础研究。

研究工作是基于模型与定量化（如利用现有的耦合模型评估全球变暖反馈作用的强度）、或基于调查与观测（如利用历史证据来评估当环境发生变化时社会的适应力）所开展的。这些研究的执行将要求IGBP和GEC计划的强强联手。AIMES将会指导关于地球系统模型概念框架的建立，该模型将会融入人类活动与环境过程。

AIMES与其它GEC计划和项目开展广泛的交流与合作。在其它明确的综合性计划范围的IGBP计划内，PAGES的地位尤其特殊。例如，在AIMES的领导下，PAGES的共同主办方，IHOPE的研究行动与国际人文因素计划（IHDP）将会并肩作战。除了PAGES，余下的IGBP核心计划代表了地球系统其特殊的、综合的地位，同时AIMES期望IGBP核心计划在相关的活动中能与AIMES的研究主题保持合作关系。

作为GAIM特别工作组的接替者，AIMES与WCP、特别是耦合模式工作小组（WGCM）有着历史上的合作渊源，在研究和评估活动中，生物地球化学与生物物理气候模拟学界紧密相连。AIMES的科学协调委员会大概每隔一年都会与WGCM举行会议，共同讨论并设计研究与评估工作。AIMES与WCRP之间的科学合作也包括WCRP的模拟策略和地球系统的协同观测与预报（COPE）。这种合作是由WCRP模拟专门工作委员会（WMP）直接沟通与联合参与所发起的，该委员会促成了“利用与社会的直接相关性、效益和价值的越来越广泛的实际应用，对地球系统变异与变化进行分析与预测。” AIMES、COPE战略框架和其它WCRP计划之间的联合，为完全综合的生物地球化学与耦合物理地球系统模型打下基础。

科学拓展的其他途径包括动态地表模型评价、与IGBP的陆地生态系统与大气过程的综合研究（iLEAPS）相关的土地利用与气候和影响力识别、以及WCRP全球能源与水循环试验（GEWEX）的全球陆地/大气圈系统研究（GLASS）；AIMES和PAGES共同合作的与IGBP活动相关的iLEAPS；海洋生态系统（全球海洋生态系统动力学，GLOBEC）和气候变异（气候变异与预测CLIVAR）的联合；为了评估地球系统模型中生物地球化学（主要是碳循环）反馈作用的联合试验设计，这将作为IPCC有关WCRP同温层演变进程及对气候变化的影响（SPARC）计划、WGCM、IGBP、国际全球大气化学计划（IGAC）、IPCC新排放方案的特别工作小组（TGNES）的第五次评估报告。

4 AIMES 的研究主题

AIMES的研究活动一部分是来自于过去的GAIM研究活动，而一部分则代表自己的首创，其中包括人类与环境的相互作用。关于作为一个综合模拟计划的AIMES广泛的职权范围，在尝试从事或领导众多计划与活动时，由于结果纷杂会面临相应的危险。为了确保AIMES主题有效并成功的实施，必须确立AIMES的科学协调委员会的领导权。这会确保包括AIMES主题在内的地球系统模型创建的研究活动能更加顺利地进行，以及代表人类活动与地球系统模型决策评估的必要性。

4.1 主题 1: 过程与参数化研究

我们需要观测资料以及对处理过程的理解认识,可以用来支持模型的创建。特别是创建协调一致的全球规模的模型,通常需要不同来源、区域和学科的观测资料。

全球污染物排放清单活动 (GEIA)

地球系统全球模型需要更加精确的数据,这些数据应得自于地表(如化石燃料和陆地生物圈)、大气圈(如飞机和闪电)中人类和自然界的排放量,这些都是促成GEIA创立的原因。从大气圈化学模型中简单规定的排放量到耦合模型框架中的预测排放量,这种转变反应了人们的研究取得了进展。相应地,GEIA将推动模型的创建、评估以及相互比较,继续重点关注数据的合成研究。

GEIA与3个IGBP核心计划合作,这3个计划分别是:国际全球大气圈化学(IGAC)计划、陆地生态系统与大气过程的综合研究(iLEAPS)、上层海洋—底层大气研究(SOLAS),同时再加上WCRP的同温层演变进程及对气候变化的影响(SPARC)计划。

AIMES将在其它国际计划(包括海洋与人类研究在内)之间建立联系。新信息的发展将作为GEIA组织的一部分,这将通过GEIA的网站(www.geiacenter.org)进行组织、传播与申请,这是在美国国家科学基金会(NSF)与美国国家航空航天局(NASA)以及GEIA的电子工作网络(囊括了世界范围内的500多名科学家)的支持下开展的。该工作是在与大气组分变化欧洲卓越网络(ACCENT)的合作下执行的。网站(www.accent-network.org)目前上传了GEIA近期来的详细目录以及数据库。在SOLAS、iLEAPS及其它一些研究的合作下,GEIA发起包括暑期学校在内的拓展活动,该活动可以提供培训以及在排放计划与地球系统模拟的下一步计划中起到非常重要的作用。GEIA在未来排放清单活动中将继续与AIMES合作,一直持续到2015年。

气候与海洋生态系统

气候变化的频率高、波及范围广,深刻地影响了各种各样的生态变化过程,也就因此使得人类物种丰度的时间和空间格局也相应地发生了变化。这些空间格局内的变化能对社会产生重要的影响,例如,通过对不同的国家或资源利用者群体带来利益或产生危害,以及通过扰乱渔业利益分配的国际协定来对社会产生相应的影响。

相比之下,大规模的气候模型指数为天气状况的估测提供了方便,因此它也可以与系统全面的物理变化相联系。例如,北大西洋涛动(NAO)指数暗含在海洋中有关气温、风暴、降水、云量、水文特征、混合层深度以及环流类型等方面的信息,同时解释了更多的关于一个物种可观测的变化情况,也就因此得到了水温的变化情况。而且因为震荡模式变化多端,导致较大区域内气候的连续性变化,因此它们对空间尺度下的生态系统产生众多影响,主要以多种形式对社会产生了影响,其中包括对大西洋和太平洋渔业的影响,以及对火灾和其它扰动的实质性控制。模式变异

从而形成了一个自然课题，该课题中气候的深入研究、生态系统以及气候影响学可以互相合作。为了模型数据之间的相互比较以及评估并检测全球海洋生态系统模型，AIMES将和其它的IGBP计划通力合作。

4.2 主题 2: 区域—全球相互作用

为了将人类和地球系统的自然过程联系起来，AIMES正在发展区域—全球的联合战略。全面考虑地球系统的区域—全球相互作用以及人类的发展，主要通过以下两种途径：

(1) 当特定区域内人类系统发生急剧变化时，这就会引起全球响应的潜在危险，既可以直接通过物质的迁移来实现，又可以间接地通过气候的遥相关来触发。为了充分地认识区域信息的重要性，我们必须在全球范围内深入研究。例如：在亚洲土地利用的巨大变化以及工业/城市的排放问题中，可以通过亚洲季风区影响到整个气候和水循环，这将对整个人类社会产生严重的后果；

(2) 当全球变化引起区域内的急剧变化时，也会存在全球反馈作用发生的可能。在这里要强调的并不是高纬度地区直接的人类因素，而是高纬度地区人类极端活动所带来的后果。区域—全球相互作用主要是由以下几个方面所表现出来的：北半球高纬度地区（NHL）全球气候变化的影响、水文状况、地表特征和碳存储，而这些方面将会在地球低纬度地区的气候产生影响。尽管它们对人类活动有潜在的意义，但是这样的反馈作用在近期却无法得到精确的量化。

我们离AIMES所阐述的全球远景还有一定的距离，我们想通过包括亚马逊地区大尺度的生物圈及大气圈实验（LBA）综合区域研究、ESSP活动、以及典型的亚洲季风一体化区域研究（MAIRS）之间的合作来实现这样的远景目标。LBA计划是由Brazil领导的具有开创性的国际研究壮举，该计划旨在量化亚马逊地区的气候、生态、生物地球化学以及水文循环状况，量化土地利用变化对这些运作功能产生的影响以及亚马逊地区与地球生态时间的相互作用。AIMES将与MAIRS和LBA的科学家一起合作，以上文所描述的途径得出区域—全球相互作用的全面特征。

北半球高纬度地区的区域—全球相互作用：量化并理解全球变化与北方地区、北极地区之间的联系

北极高纬度地区已有强烈反馈作用，在过去是因为外部驱动力所致，同时内部反馈作用（植被，海冰）也起到了一定的作用。如上所述，在区域全球相互作用的影响下，由于人类的压力和全球变暖的影响，北半球高纬度地区（NHL）正在发生着剧烈的变化。由于在地球系统和NHL之间地球生物化学、水文学以及能量的反馈作用，整个地球系统将来的状况都会随NHL对全球变暖的响应而定。如今的研究重点主要关注许多IGBP的核心主题，例如：

(1) 巨大的NHL土壤碳库的脆弱性，对于变暖诱发的矿化以及植被变化，这些

又能加速CO₂在大气中的积累，因此它对气候变化起着正反馈的作用。

(2) 反照率的变化，例如海冰与雪盖的减少、植被的变化以及能量平衡之间的相互作用。反照率的降低与冰雪量的减少相关，森林覆盖面积的增加将增大放射性吸收的量、致使温度上升等其它的正反馈效应（气溶胶及其对烟雾的影响、气溶胶与云之间的相互作用如今还无法确定）。

(3) 陆地水文学的变化，例如，与冻土动力学和海洋含盐量梯度相关的陆地径流降水与蒸发率改变的影响。来自于河道流量的北冰洋淡水储存量对于控制热盐环流来说非常重要，所以河道流量的变化能够影响到北冰洋深水区的结构，因此会产生更深远的气候影响。

(4) 海洋环流的变化，例如，通过表面暖流而形成的热盐环流的潜在变化、含盐量梯度的变化、以及CO₂吸收的变化、海洋的溶解性和吸收率，所有这些都可以对全球气候产生反馈作用。

(5) 人类行为的变化，例如，土著居民的生活方式和新航线的开辟。

典型的NHL活动所涉及的一个初步调查（过去、现在以及将来的计划）并不局限于：国际极地年2007—2008；通过GLOBEC的次北极海生态系统研究（ESSAS）；全球陆地网络—永久性冻土（GRN-P）；欧亚大陆北部地球科学计划（NEESPI）；北方生态系统—大气研究（BOREAS）；欧洲—西伯利亚区碳通量；NSF北极系统科学计划（ARCSS）；国际冻原计划（ITEX）；环北极环境监测网络（CEON）；北极区域模拟比较计划（ARCMIP）；北极气候过程与反馈作用的全球影响（GLIMPSE）；如此大量的研究活动为当地或区域演变过程提供了更深刻的认识，并且指出国际上对北极地区环境状况极高的关注程度。但是我们仍然缺乏一个更清晰战略规划，在全球范围内融入到这些变化过程、观测以及模拟研究中。

在NHL的活动中，AIMES将关注整个过程的研究与规模的集成。AIMES将协助各种北半球高纬度地区的研究以及与全球环境变化相关的项目。全球模拟框架将会为人类、生物地球化学和气候之间的反馈作用分析提供便利。NHL的重点活动，其目的在于改进地球系统模型中关键的NHL过程是如何利用观测的范围、试验以及区域模拟研究来进行描述的。这将应用于全球模型中，作为一个尝试去量化源于NHL和地球系统之间联合的脆弱性与限度。希望AIMES将在WCRP和其它国际性计划中发展必要的相互合作，使NHL行动一直实施到2010年。

4.3 主题 3: 应用地球系统科学

决策者逐渐要求更深入地洞悉人类活动和气候系统之间的相互作用与反馈作用。显而易见，我们需要应用系统科学（AESS）为科学研究团体、广大民众以及决策者之间架起相互理解的桥梁。AIMES的应用系统科学议题因此而围绕的两个挑战，这些挑战将为广大民众、决策者与评估团体提供“有用的科学”：（1）为评估团体

提供更加复杂的耦合地球系统模型；（2）为资源管理者和决策者将研究结果转化成有用的科学。

气候变化评估中地球系统模型的应用

2006年的一个专题讨论会，由AIMES合作发起，WCRP、WGCM和Aspen全球变化协会（AGCI）开始了对话，对话主题是：IPCC第五次评估报告（AR5）中气候模拟部分的方案制定与实验设计。其合作的目的是为了在“排放情景”、或者历史上的排放情景特别报告（SRES）之间做出更明确的选择。SRES致力于温室气体减排的途径研究，而这将会使得：（1）模拟工作组更广泛地参与其中，包括独立的陆地与海洋生物地球化学模型、完全耦合的碳循环气候模型以及大气圈—海洋大气环流模型；（2）提供更清晰有序的一系列模拟结果，为政策群体和决策制定者所使用。专题讨论会的结果以及其它研究成果都描述了碳循环诊断的长期实验设计、IGBP与WCRP更深层次的联合报告、IPCC新的情景分析报告。AIMES和WGCM将继续它们之间的合作直到2015年，在此期间，它们会发表经过同行评审的若干论文，共同合作完成的相关报告（IGBP/WCRP），以及诸多新的联合研究活动。

国际氮倡议（INI）

人口的增长意味着对粮食与能源的消耗在增加。地球表面活性氮的生产率也增加了两倍之多，同时全球性的氮循环变化也远远超过其他物质的变化。因此，在世界的许多地方， NH_3 、 NH_4 和有机氮现在主要是由化肥生产、化石燃料的燃烧、以及农业生物固氮所控制，这些只能控制生物固氮作用（BNF）以及闪电的自然过程。但是活性氮的产生却远不止这些。在许多发展中国家长期缺乏氮会影响其粮食作物的正常生长并且会造成土地退化，同时在发达国家，生物圈内氮元素的过量会造成污染，导致水生生物的超营养作用以及陆地生物多样性的丧失。

在维持生命物质必要成长的同时如何优化氮元素的利用、减少氮对环境及人类健康的负面影响，这是一个挑战。INI在2003年成立并且致力于对该问题的研究。INI关注：（1）活性氮的产生与分布基础知识的评估；（2）找出区域内氮缺乏或氮过量的原因；（3）通过科学、工程以及政策途径去实施这些研究结论。人们希望在AIMES及其发起者，在环境问题科学委员会（SCOPE）之间的合作中INI能成为一个自治机构。

综合社会—经济与地球系统建模

由于人类活动是不可预测的，同时社会与经济结构又会导致人类活动不断发生变化，所以定量的预测有其不可确定性和潜在的误差。在复杂的全球预测模型中运用经济学部分是一个可信的尝试，但在应用地球系统科学中经济学并不是唯一的用途（这可能并不是最重要的运用）。在战略上使用可选的途径建立综合的模型是对科学正常问题的回应。可以对这种方法进行开发，如不同政策、政策不可预测的影

响、政策严格水平的不同影响、国家和区域中政策成本的分配。

在地球科学建模中植入经济学理论的途径可以在以下四个领域中实现。(1) 供求关系下的国家与其附属国可以继续致力于理解温室气体排放的驱动因素、预测适应性反应并且估计这些活动的经济成本和利益。(2) 贸易与移民的全球经济模型可以在全球范围内探索人类活动的影响如何从一国波及到其它国家并且具有一致性,因此全球的资源是充足的并不是过度利用的。(3) 全球经济理论有助于政策的制定,在国家之间建立合理的激励机制;这种方法可以激发模型发挥作用,并且正好对其做出解释。(4) 利用定量评估与定量经济模型的结合,可以实施政策评估。政策评估的结果有可能会反馈给(3),但是也有可能反馈给(1)和(2)的基础模拟,在接下来的环节中,科学部分需要建立更好的政策以及更有用的政策评估模型。

在上述(1)、(2)、(3)的途径中,社会经济学方面已经开展了大量的工作,但是却远远不及(4)中的多。现在的经济与自然科学综合模型尤其关注能源方面,这可能更加有用。AIMES将继续通过综合评估团体之间的交流与合作来继续为综合社会经济与气候模型的创建做出贡献。我们希望AIMES仔细审查方法,为政策评估推动建模的发展,鼓励多种多样的方法框架并且促进关键的社会经济研究团体与全球环境变化研究团体之间的相互联系。

4.4 主题 4: 地球系统动力学

AIMES的两个具有开创性的活动已经着手迎接地球系统动力学方面的重要挑战:一个是主要从生物地球物理—生物地球化学角度来考虑的工业CO₂排放的后果,另一个则是从人类角度来看工业CO₂排放的后果。

耦合碳循环—气候模型比较计划(C⁴MIP)

C⁴MIP于1998年被提议,作为一个GAIM-WGCM之间的合作项目,主要任务是为了分析当前的以人类活动为驱动力的碳循环与气候之间的相互作用。C⁴MIP的首个成果已记录在IPCC的第四次评估报告中,报告中明确地显示了气候—碳循环的反馈作用(如,碳循环过程往往会加剧全球变暖),但是就其重要性而言,这又有很大不确定性。

根据这些发现,AIMES将继续从事于这些研究途径的开发。一方面,优先考虑缩小模型与模拟之间的差距;这将要求新的诊断技术在碳循环模拟、气候模型以及它们相互作用中识别潜在的错误。另一方面,耦合模拟的几个新方向将进一步说明地球系统过程与反馈作用,特别是围绕生物源排放、气溶胶与大气化学,这些都是与生态系统服务相关的。

冰芯数据如今已经可以记录到八个冰期—间冰期循环,在冰芯中,CO₂、CH₄和粉尘等物质的气候与生物地球化学指标都有共同变化的显示,与此同时,大量的海洋与陆地的古资料信息记录文件也反应了生态系统与气候的普遍变化。模型还尝试

去模拟生物地球化学循环在这些时间范围之外的演变发展，观测发现在冰期最大值与间冰期之间CO₂有80ppmv的变化量、CH₄有350ppmv的变化量，而这种变化差距仍然无法解释其成因。地球系统建模团体下一步的工作将要利用耦合碳—气候模型从事“冰芯”记录中有关CO₂的研究。该活动被称之为全球古碳元素模拟对比研究计划（PCMIP）。PCMIP的原则就是首先模拟末次盛冰期海洋和陆地的碳循环，然后尝试模拟地球系统从冰期到间冰期阶段的短暂演变。这将考虑到在这个时间尺度内对CO₂限定方法能力的全部范围，其中包括海洋循环、海洋生态系统、海平面、大陆架以及陆地粉尘的输出。

其后，利用现在正在创建的碳循环—气候—化学模型，C⁴MIP将实施一个计划来研究冰期—间冰期在大气氧化能力、甲烷浓度以及全球氮循环方面的变化。国际古气候对比项目（PMIP，由PAGES和WCRP计划的气候变率及其可预报性计划共同支持的）的一个目标是促进详细记录的创建、海洋与大陆古数据集的空间描述，为了气候模型输出的对比。C⁵MIP将建立PMIP数据与模型，并且继续实行GEIA、IGAC、ILEAPS 以及PAGES计划之间的合作。

如今C⁴MIP模型在管理生态系统时显得有些简单，或并无法对其实施管理。尽管如此，在现代社会中，土地利用与土地覆盖变化通过生物物理变化和生物地球化学循环对气候系统有着重要的影响。它们也应该包括模拟20世纪和21世纪的全球模型。此外，由于气候变化、大气中CO₂的变化以及大气化学的其它方面的变化（NO_x的沉积和表面O₃浓度），生态系统服务（如农作物产量、粮食和纤维的生产以及渔业）很有可能在将来受到影响。生态系统服务是生态系统的那些功能直接或间接地支持人类福祉。千年生态系统评估（2005）引导人们关注人类所依赖的生态系统服务的活动范围，以及不可持续的生物圈管理相关风险。AIMES将推动陆地与海洋生态系统服务建模的发展，该模型包括环境与管理变化的结果，这将作为地球生态系统建模、与其它相关的IGBP计划合作项目（如全球陆地计划（GLP）、地球化学与生态系统综合研究（IMBER）以及海岸带陆—海相互作用研究（LOICZ））的一个组成部分。

人类活动的历史与未来（IHOPE）

地球近期的历史记载是以人类文明、战争以及特定的人类运动的起起落落为特征。然而，这种记载方式忽略了生态学和气候学之间的关系，因此，关于社会和环境之间的相互影响目前仍是急待解决的重要问题。

IHOPE的目标是用一个详细的、立体而细致的环境历史来统一人类的历史。这里有三个分别具有真实性、可操作性以及战略性的关键问题成为IHOPE的核心内容：一是，什么因素导致了社会生态学的起源于发展；二是，我们怎样才能面对高度变化的性质、质量和规模去选择性地评估替代的解释框架和模型呢；三是，我们如何

用过去的人类与环境学之间的相互作用关系去更好地预知未来。为了回答这些问题，IHOPE将提供一个关于地球近期和更早时期如何及其为什么发生变化的丰富画面。

IHOPE的研究信息系统（IRIS）将用来测试这个统一人类历史的模型，并且使人类适应这一正在变化的物理环境过程能清楚地显示出来。通过IHOPE与其IRIS的合作，随着时间和空间分辨率的提高，IHOPE将绘制出过去几百万年关于地球上自然和人类系统的变化，评估历史上人类活动在生物地球化学循环和气候变化方面的影响，发展和验证关于人类社会对环境变化影响的假设，用具有创新性的模型方法，尽力用自信和熟练的技能去设计这些未来人类的选项。

IHOPE团队，包括研究和解释人类社会曾经发生事件的考古学家，探索社会变化结构的人类学家，研究自然和生物环境的第四纪科学家（还包括古生态学家），处理和分析整个多重时空尺度的地理学家，以及对人类活动之间相互作用（比如水文过程和生物地球化学循环之间的相互作用）感兴趣的地球系统科学家。因为这些学科对IHOPE的应用模型都有贡献，这标志着在历史信息方面以及时空尺度方面，它们具有较大差别的看法。学科之间观点冲突的目的是要致力于发展一个创新性的解决方案，为了给完全不同的观测和模型方法给予合理的解释和分析。

在可获得大量数据的区域，IHOPE开展了区域性的案例研究。这是一个广泛的学科领域研究，最终将对全球范围内的大量数据予以分类，使其具有代表性。区域案例研究的框架是通过人类环境系统的耦合过程与变迁而实现的，例如在澳大利亚通过狩猎人与收集者对原始的土地进行改造；全新世以来，撒哈拉地区又通过狩猎人与收集者对土地实施开垦或弃耕；在冰川消退以后，北欧的人类又对土地重新加以耕种；迁徙至中东地区定居来发展农业；居住区Viking人为耕种对林地进行清算。区域案例研究将确定人口的数量、密度，在那些受特殊移居地或移民影响的区域绘制相应的时序与量化图，应用目标计划通过古代生态学记录数据、人口膨胀与迁移事件的量化与时序图以及综合的环境重现来估计人类对自然植被的影响。

IHOPE计划所期待的结果包括一个全新的、由考古学家、人类学家、古气候学家、历史学家、生态学家、数据系统专家和建模专家之间跨学科的交流。IRIS将为各学科间相互咨询与合作提供一个平台。IHOPE将计划发表几篇通过同行评审的论文、出版若干书籍、以及为了理解从现在到将来的人居环境中人类与环境的相互作用而开展的全新且综合的人类—自然系统之间的合作。IHOPE的结束时间不是预期的为期10年（直到2015年），也就是AIMES计划所进行的期间，相反它远远地超出了这个时间范围。人们期望IHOPE到2010年能发展属于自己的核心领导者。

（李娜 安培浚 编译）

原文题目： Analysis, Integration and Modelling of the Earth System Science Plan and Implementation Strategy

译自：http://www.igbp.net/documents/resources/AIMES_SPIS-lorenz.pdf

版权及合理使用声明

中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》（简称《快报》）遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法权益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《快报》用于任何商业或其他营利性用途。未经中科院国家科学图书馆同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中科院国家科学图书馆允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题《快报》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题《快报》内容，应向国家科学图书馆发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与国家科学图书馆签订协议。中科院国家科学图书馆总馆网站发布所有专题的《快报》，国家科学图书馆各分馆网站上发布各相关专题的《快报》。其他单位如需链接、整期发布或转载相关专题的《快报》，请与国家科学图书馆联系。

欢迎对中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》提出意见与建议。

中国科学院国家科学图书馆

National Science Library of Chinese Academy of Sciences

《科学研究动态监测快报》(简称系列《快报》)是由中国科学院国家科学图书馆总馆、兰州分馆、成都分馆、武汉分馆以及中科院上海生命科学信息中心编辑出版的科技信息报道类半月快报刊物,由中国科学院规划战略局、基础科学局、资源环境科学与技术局、生命科学与生物技术局、高技术局研究与发展局等中科院职能局、专业局或科技创新基地支持和指导,于2004年12月正式启动。每月1日或15日出版。2006年10月,国家科学图书馆按照统一规划、系统布局、分工负责、系统集成的思路,对应院1+10科技创新基地,重新规划和部署了系列《快报》。系列《快报》的重点服务对象首先是中科院领导、中科院专业局职能局领导和相关管理人员;其次是包括研究所领导在内的科学家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科学家。系列《快报》内容将恰当地兼顾好决策管理者与战略科学家的信息需求,报道各科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技进展与动态、科技前沿与热点、重大研发与应用、科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。

系列《快报》现有13个专辑,分别为由中国科学院国家科学图书馆总馆承担的《交叉与重大前沿专辑》、《现代农业科技专辑》、《空间光电科技专辑》、《科技战略与政策专辑》;由兰州分馆承担的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由成都分馆承担的《信息科技专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由武汉分馆承担的《先进能源科技专辑》、《先进制造与新材料科技专辑》、《生物安全专辑》;由上海生命科学信息中心承担的《生命科学专辑》。

编辑出版:中国科学院国家科学图书馆

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100190)

联系人:冷伏海 朱相丽

电 话:(010) 62538705、62539101

电子邮件:lengfh@mail.las.ac.cn; zhuxl@mail.las.ac.cn

地球科学专辑

联系人:高峰 安培浚 赵纪东 王金平

电 话:(0931) 8270322 8271552

电子邮件:gaofeng@lzb.ac.cn; anpj@llas.ac.cn; zhaojd@llas.ac.cn; wangjp@llas.ac.cn