

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

数据全球变化  
中国面临的机遇和挑战

BOOK  
中国图书网

## 前 言

当今世界，由于人类活动对地球系统的影响迅速扩大，经济发展和人口膨胀带来的需求空前增长，造成全球变暖、臭氧层破坏、土地退化、物种灭绝和资源匮乏等一系列重大全球性环境问题，使人类与其赖以生存发展的自然环境之间的矛盾日趋尖锐，构成了人类文明发展过程的严重障碍。地球环境的日趋恶化是科学面临的严峻挑战。中国位于地球环境变化速率最大的东亚季风区，又处于经济高速发展、人口压力剧增的时期，人为和自然因子对环境的扰动显得尤为突出，这一严峻形势所包含的有利及不利因素为全球变化研究形成了机遇和挑战。中国作为全球变化研究的发起国之一，在全球变化领域理应作出具有中国特色的国际性贡献，开展全球变化对中国未来生存环境影响的研究是中华民族未来发展的一项必不可少的科学投资。

国家自然科学基金委员会正是为了适应社会经济和科学发展的需要，在制定《国家自然科学基金“九五”优先资助领域》的基础上，及时提出了关于开展“九五”优先资助领域发展战略研究的部署。由此，地球科学部考虑到全球环境问题的迫切性以及全球变化领域的学科跨度大和综合性研究极强等特点，于1996年1月拟定全球变化优先领域战略研究计划，会同生命科学部和化学科学部组建全球变化战略研究组，提出研究提纲，向全国100多位专家发出通知，征集对开展全球变化战略研究的意见。根据返回的意见，对提纲作出修改，形成“全球变化：中国面临的机遇和挑战”战略研究提纲，并按科学专题邀请部分专家为战略研究报告提供文字材料。根据（96）国科金地字第008号关于“邀请参加‘全球变化：中国面临的机遇和挑战’战略研究的通知”的约定，凡提供材料的各位专家都将作为该战略研究组成员（见研究组名单），并由林海、陈泮勤、葛全胜、孙成权、张丕远五位同志组成编写小组，对稿件进行研究整理、修改和定稿。1996年7月在河北赤城召开撰写讨论会，重点讨论了撰写材料的来源、取舍和准确性，确定了统稿分工。1997年2月编写小组对全部素材进行集中整理，认为不少专家提供的我国全球变化研究进展述评内容极为丰富，但受整个报告篇幅所限不能全部收录，决定将原计划专门写一章的内容压缩成一节，整个报告变成4章。对于原素材，将与作者商定后择刊另行发表。同年3月形成初稿，5月完成讨论稿。讨论稿发至国内20位专家和研究组全体成员进一步征求意见，根据返回的意见，主要对2.4，3.1，3.2节和第4章内容作了调整和修改，形成送审稿。1997年7月17日由国家自然科学基金委员会政策局组织以陈宜瑜和刘昌明、符淙斌为正副组长的专家组对本研究报告进行评审。专家组听取了研究组关于全球变化战略研究的指导思想、研究过程和主要内容的介绍，经认真讨论，一致通过了如下评审意见：

“该研究报告系统地介绍了国际全球变化研究的缘起、计划的形成过程和当今国际科技界主要的发展思路，全面、简洁地归纳了当今国际全球变化研究的主要科学问题。

该研究报告中客观地评述了中国科学家在国际全球变化研究的形成、发展和研究中所作出的贡献；同时该报告客观、严谨地评述了我国独特的自然与人文因素在全球变化研究中的重要地位；结合我国具体情况，提出了我国开展全球变化研究的目的、意义，以及研究的时空尺度、研究方法和技术路

线。

该报告依据国家和地方、部门和行业大量的统计资料，对我国开展全球变化研究的能力，包括研究队伍，仪器设备，成果积累，信息的收集、处理和交换，以及投入强度和差距进行了全面、客观的评估。在上述基础上，该报告提出了中国全球变化的研究战略、战略重点、优先领域、近、远期目标和重大措施，具有导向性和可行性。

评审组专家一致认为报告中列举的战略目标是正确的，战略重点符合国际科学潮流和中国实际需要，所提的优先领域既位于国际科学前沿又具有中国特色，可以为全球变化研究作出重大贡献。评审组建议尽快出版这份报告，报送上级有关部门，作为制定全球变化研究国家计划和加强全球变化研究的重要科学依据，推动我国全球变化研究。”

在整个研究过程中，我们经常得到孙枢和张新时顾问的关心和指导，许多专家对我们的稿子提出过很多很有价值的修改意见，有的提供了素材，有的对初稿、讨论稿和送审稿进行了认真的审阅，改正了不少错误和不妥之处，国际地圈生物圈计划中国全国委员会的常委们曾对本研究的构想提出了宝贵的意见，特别是叶笃正先生许多有关全球变化研究的论著和谈话，给予了我们极大的帮助，在此一并表示深切的感谢。同时，我们也十分感谢为本书的出版而付出辛勤劳动的许多其他同志，正是由于他们的努力，本书才得以很决问世。

林 海

1997年12月

## 序

在以知识经济为特征的 21 世纪，知识的生产、分配和使用将对经济发展起决定性作用，以高新技术为代表的科技知识和掌握高新技术的人才将成为知识经济时代的两大支柱。作为高新技术先导和源泉的基础研究的发展将更为重要。从现在起到 2010 年，要使我国社会主义现代化建设取得关键性突破，就必须走“科教兴国”和可持续发展的道路，实现科技的跨越式发展，这是我国抓住世纪之交的历史机遇，尽快缩小与发达国家差距的必然选择。由于我国是一个发展中大国，财力毕竟有限，不可能在各个领域都投入更多的力量，因此，必须从社会和经济的长远发展需要出发，统观全局，突出重点，实行“有所为，有所不为”的方针，继续加强基础研究，在继续努力为科学家创造更为宽松的自由探索环境的同时，积极引导基础研究为国家目标服务。

国家自然科学基金委员会自成立之日起，始终发展我国基础科学事业为己任，努力使有限的科研资源得到合理的优化配置。1988 年起，我委以资助的 56 个学科为基础，开展了学科发展战略研究，在近十年的时间里，共有 2000 多位资深科学家参与了此项调研工作，至今已出版《原子分子物理学》等学科发展战略调研报告系列丛书 55 种。该研究的成果已陆续反映在每年发布的《国家自然科学基金项目指南》中，指导申请者的选题和评审专家对立项的评审工作。在此项调研工作的基础上，1993 年国家自然科学基金委员会开展了“九五”优先资助领域的战略研究，认真贯彻“有所为，有所不为”的方针，遴选国家自然科学基金“九五”优先资助领域。经过委内外专家、海内外科学家的共同研讨，并广泛征求相关部委的意见，听取两院院士的咨询，最终形成的 50 个优先领域正在指导“九五”重大项目和重点项目的选题和立项工作。

为了进一步适应急剧变化的外部环境和自身发展的需要，将优先资助领域的实施工作落到实处，国家自然科学基金委员会从 1996 年起，部署了深入的优先资助领域战略研究工作。此次工作本着起点高、观点鲜明和注重可操作性的要求，目前在各科学部选取若干领域开展试点。起点高，就是一定要站在科学前沿，重视运用最新技术成果，组织力量，集中攻关，占领科技制高点；观点鲜明，就是要坚持“有所为，有所不为”，瞄准国家目标，选取关系到国民经济和社会发展深层次科学问题的研究领域，以及我国已有相当实力、正或将处于国际领先地位的领域，优势集成，突出重点；注重可操作性，就是要把战略决策与国家目标紧密结合，把经费倾斜与政策导向紧密结合，把绩效评估与学科资助政策紧密结合，使有限的科学基金发挥更大的作用。

此次战略研究的成果，也将以研究报告的形式出版，并作为国家自然科学基金委员会战略决策的重要依据，在今后一段时间内指导研究者的选题。随着研究工作的开展，国家自然科学基金深入的优先资助领域战略研究丛书将陆续与读者见面。

我们衷心感谢科学家们的热情支持以及付出的艰辛劳动，并期待广大读者提出宝贵意见和建议。

1998年3月

## 1 国际全球变化研究的发展趋势与展望

全球变化研究，是近年来国际科学界发动和组织的超级科学计划，是人类为迎接全球环境问题的挑战而作出的重大努力。它与相伴出现的地球系统科学，在深度和广度上与地球科学各分支学科有着本质的不同，包括从科学概念到组织策划、从研究方法到观测体系、从知识更新到人员培训、从技术发展到数据共享，以及它们的形成过程、研究目标、思想内涵和实施方案等诸多方面。它的提出，标志着地学、生物学和环境科学研究进入了一个新的高度，是当前和今后几十年内自然科学中的一个最活跃的前沿领域。

### 1.1 全球变化的定义、缘起、计划形成和意义

20 世纪 70 年代末期以来，人类面临了严峻的资源、环境和发展问题的挑战。问题的产生源自人类为谋求更好的发展而进行的各种活动。这些活动在不同程度上改变和破坏着人类原有的居住环境，威胁着人类的生存。

经过多年的观测和研究，国际社会已逐渐认识到这一点，并试图利用人类的智慧和已掌握的技术、知识迎接这一全球环境问题的挑战。70 年代以来，国际科学界酝酿、讨论、设计、实施并在不断充实和完善的全球变化研究，正是国际社会高度缜密、步调一致地为解决该问题而做出的重大努力。

#### 1.1.1 全球变化的定义

“全球变化 (Global Change)” 一词首次出现于 70 年代，为人类学家所使用。当时国际社会科学团体使用“全球变化”一词主要是表达人类社会、经济和政治系统愈来愈不稳定，特别是国际安全和生活质量逐渐降低这一特定意义的。

80 年代，自然科学家借用并拓展了“全球变化”概念，将原先的定义延伸至全球环境，即将地球的大气圈、水圈、生物圈和岩石圈的变化纳入“全球变化”范畴，并突出地强调地球环境系统及其变化。

地球环境系统的变化是指表征这一系统的某些关于人类生存的要素出现了异常变化，如大气中温室气体的增多而导致的全球变暖，森林锐减造成的物种减少，土地退化和淡水资源短缺等等；并且由于某一要素的变化，造成了其它相关要素的变化，进而使得全球尺度的环境恶化。最能说明问题、且经常被引用的例子是酸雨和森林毁坏，它们的变化导致了生物圈的变化，从而降低了地球上生物储存  $\text{CO}_2$  的能力，破坏了碳循环 (Pernetta, 1995)。

因此，当今的“全球变化”一词被理解为“地球环境系统的变化”，其中“变化”具有“恶化”或“有恶化趋势”的含义，“地球环境系统”则因人类与环境密不可分，涵盖了相关的人类社会和经济的內容。

#### 1.1.2 全球变化研究计划的形成过程

目前，国际上公认的全球变化研究，由四个正在执行的国际科学计划构成，即：世界气候研究计划 (WCRP, World Climate Research Programme)、国际地圈生物圈计划 (IGBP, International Geosphere-Biosphere Programme—A Study of Global Change)、全球环境变化人文因素计划 (IHDP, International Human Dimension of Global Environmental Change Programme) 和生物多样性计划 (DIVERSITAS)。

### (1)世界气候研究计划(WCRP)

WCRP 计划于 1979 年启动,其思想与设计则产生于 70 年代,与“全球变化”概念的形成同期。70 年代以前,科学家已经注意到了气候变化及其与人类社会相互影响的问题,并在气候变化的原因、机制及预测(模式)等方面有了一定的知识积累和认识上的飞跃。科学家认识到,气候变化不是孤立的单学科问题,“气候”是一个系统,它涉及地球环境的诸多方面。这种认识源自三个方面的背景:其一,人类活动使得大气中  $\text{CO}_2$  增多,在理论上这将导致全球大气增温, $\text{CO}_2$  诱发的全球增暖向科学家提出了新的 10~100 年尺度的气候预测问题;其二,70 年代前后世界范围内陆续出现了许多全球范围的气候异常现象,如厄尔尼诺事件与西非干旱等,这些现象并非大气本身所能解释的(据后来研究,西非的干旱与南、北大西洋的海温异常有关);其三,70 年代短期数值天气预报取得了巨大进展,但延长预报时效时,原有的大气模式必须考虑海洋、陆面、冰雪等因素。

1979 年在日内瓦召开了第一次世界气候大会,建立了 WCRP,“气候系统”的概念被全面接受,并被理解为:气候系统由大气圈、水圈、冰雪圈、岩石圈、生物圈构成,气候变化是上述圈层综合作用的结果。“气候系统”概念的提出是气候学的一次革命,也是“全球变化”概念形成的重要基础和组成部分。1979 年,国际科学联合会理事会(ICSU)和世界气象组织(WMO)联合实施了 WCRP,旨在扩展人类对气候及其变化机制的认识,探索气候的可预报性及人类对气候的影响程度,包括对全球大气、海洋、海冰与陆冰以及陆面的研究。IGBP 诞生后,“全球变化”概念逐渐为国际科学界所接受,WCRP 成为全球变化的重要计划之一。

### (2)国际地圈生物圈计划(IGBP)

“地球是一个不断变化的星球,当某一物种——人类具有了从全球尺度上改变其环境能力时,地球开始进入了一个独特的发展阶段”。这是美国国家宇航局(NASA) T. Goody 1982 年 8 月在马萨诸塞州 Woods Hole 召开的一次专题讨论会上主题发言的篇首语(Goody, 1982)。Goody 的讲话指出了人类进行“全球变化”研究的原因,也说明了人类开始“全球变化”研究的时机。Woods Hole 会议是全球变化研究思想的动员会,也是“全球变化”研究国际行动的预备会。该次专题讨论会探讨了“地球的可居住性问题”,尤其是讨论了自然因素和人类活动引起的地球生命支持能力的变化问题。

通过讨论,学术界形成了以下三个共识:

人类不再拥有世外桃源。我们不再可能像我们的祖先那样,通过搬到另一个山谷的方法来逃避自己造成的环境后果。因为人口的增长及其对资源的需求已经填满了另一个山谷。解决这种进退两难的处境是科学界新面临的、不可逃避的挑战和机遇。

人类活动引起了大量的、复杂的科学问题。在几十年或更长的时间尺度内,海洋、大气和生物圈融合成一个整体而起着不容忽视的作用。人类具有双重作用,一方面因其自身的活动不断地使自然环境恶化,另一方面又在实施一系列计划试图来恢复被破坏了的自然环境。

随着科学和技术的进步,尤其是空间技术和计算技术的发展,人类有关保护和恢复环境的计划能够付诸实施(Goody, 1982)。

Woods Hole 会议还呼吁发起一个全球科学战略，将言词变为现实。

在 Woods Hole 会议精神的鼓舞下，1982 年冬，美国物理科学、数学和资源学国家研究会主席 H. Friedman 在国际地球物理年（IGY）25 周年年会上提出了“国际地圈生物圈计划”，希望全球科学家组织起来，共同致力于地圈、生物圈及其与人类相互作用的研究。他认为不管是“地圈”还是“生物圈”都不能用狭隘的、教条式的术语来定义，需要一种全新的思维方法。Friedman 的提议在美国国家研究委员会（NRC）内部得到普遍赞同。1983 年冬，在 Woods Hole 召开了第二次会议，就 IGBP 的目标和内容进行了讨论。大家认为，国际上迫切需要发动一个崭新的关于观察研究的地球科学计划，并建议在该计划设计时考虑两条思路：一条是国际地球物理年（IGY）模型思路，它主要通过最有效的观测工具的大量应用来推进对整个地球系统的科学理解，重点解决行星尺度的问题；另一条是全球大气研究计划（GARP）模型思路，它从社会需求出发，围绕一个特定目标进行集中的研究。

经过热烈讨论，后一种思路得到了认可，这是地球科学上的一个重要转折点，对各分支学科的发展起着重大的作用，并展示了国际地圈生物圈计划将以全球变化为中心来进行组织规划。

数月之后，在 Woods Hole 会议及 Friedman 建议的基础上，NRC 任命了一个以 A. Eddy 为主席的委员会，就 IGBP 的目标和内容作了研究。1984 年，以 Eddy 为首的委员会向国际科学界公布了该委员会的研究成果，该研究将 IGBP 的科学目标设定为：描述和理解控制整个地球系统的、关键的、相互作用的物理、化学和生物过程，描述和理解支持生命的独特环境，描述和理解发生在地球系统中的重大全球变化问题及人类活动的影响方式。研究时间尺度被建议为几十年至几百年，应用目标被认为是那些对生物圈影响最大、对人类活动最为敏感和最具有可预测性的重大全球变化问题，为国家一级的资源管理和环境对策服务。

为了达到拟议中的目标，该委员会设想组织全球科学家用 10 年时间专注于几个重点领域的研究。这些重点领域包括：

- 过去环境的变化
- 当前自然环境的变化
- 生物圈的全球变化
- 全球生物地球化学循环
- 全球水循环

Eddy 等建议，IGBP 应首先组织开展对全球变化的观测，以便更好地认识和理解诱发全球变化因素的相互作用过程，并要大力发展耦合模式以探索全球变化的可预测性，将理论与实践联系在一起。

与此同时，由 Friedman 领导的一个工作小组也进一步完善了当初的构想，并将研究结果送至 ICSU。Friedman 的构想与 Eddy 的设计基本一致，事实上，这两个工作组在工作之中不断交换意见，对于 IGBP 的目标、内容、优先领域、组织等重大设想都取得了一致看法。因此，ICSU 接到 Friedman 的报告后，即采纳了他的设计。

1984 年，在 J. Roederer 和 T. Malone 的领导下，ICSU 第 20 届大会组织了一次广泛的讨论会，在全球范围内正式发动了被称为全球变化研究的重要计划 IGBP 的讨论。我国派出了以刘东生为团长的代表团参加了此次会议，叶笃正和符淙斌提交了“气候变化——全球及多学科研究课题”的论文，提



出将气候变化作为全球变化研究的中心问题的观点(Yeh C, Fu C, 1985)。在这次会议上, IC-SU 责成特别计划小组(Ad Hoc Planning Group, 成立于 1983 年)对 ICSU 及其它国际科学组织正在进行的有关科学活动给出评价, 提出优先领域, 以便制定一个协调一致的国际科学计划, 在全球范围内开始进行全球变化的可行性研究(陈泮勤, 1990)。

与 NRC 和 ICSU 活动相平行, 1983 年, NASA 顾问委员会成立了一个由 F. P. Bretherton 领导的地球系统科学委员会(ESSC), 将透视和理解地球系统在所有时间尺度上的演化作为地球系统科学的最终目标, 将地球的进化和内部的运动列入研究日程, 同时强调, 解决人类面临的十年至百年尺度的关键性问题是 ESSC 的设计重点。尽管 ESSC 与 Eddy 等人的工作侧重点、提法都不尽相同, 但他们所关注的问题是一致的。该委员会通过一系列活动, 集 240 余名著名科学家之智慧, 于 1988 年出版了专题报告《地球系统科学》一书(此书已译成中文本, 见陈泮勤, 马振华, 王庚辰, 1992)。该报告首次提出了地球系统科学的观点, 强调从整体出发, 将地球的大气圈、水圈(含冰雪圈)、岩石圈和生物圈看作是一个有机联系的地球系统, 发生在该系统中的各种时间尺度的全球变化是地球系统各分量(圈层)相互作用的结果、三大基本过程(物理、化学和生物学过程)相互作用的结果、以及人与环境(生命与维持生命系统)相互作用的结果, 首次提出将人类活动作为与太阳和地核并列的、能引发地球系统变化的驱动力——第三驱动因素。

在研究方法上, 地球系统科学倡导用尺度分析的方法来建立地球系统运行的概念模型, 将全球变化的主要时间尺度用五个时段来定义: 几百万年至几十亿年, 几千年至几十万年, 几十年至几百年, 几天至几个季度, 几秒至几小时。其中, 前两个时段是传统的固体地球科学研究的对象, 后两个时段是大气科学、生物科学和海洋科学涉及的范围, 而中间这个时段(几十年到几百年时间尺度)的全球变化问题正是当前人类面临的巨大挑战, 对于人类社会的利害关系和发展规划尤为重要, 目前的研究却基本处于空白状态。因此, 地球系统科学要首先迎接这一挑战, 要融合地球科学、大气科学和海洋科学以及生物科学的知识, 从本质上去认识十至百年尺度的全球变化现象。其基本思路是对全球变化进行观测、理解、模拟和预测, 将全球变化用一些基本变量来描述, 并通过全球范围长期、持续、同步的观测(卫星和地面观测)以建立全球变量信息库来实现。研究程序上, 地球系统科学着重于开展过程研究, 以加深对全球变化的认识和理解, 在此基础上建立概念模型和数值模式, 进行数值模拟; 然后应用重建的过去环境记录检验模式, 最后对地球系统状态变量的变化趋势、取值范围做统计性预报。该报告赞同 Eddy 等提出的 IGBP 科学目标, 并对全球变化的概念, 以及如何实施和组织全球变化计划提出了许多建议。

1986 年, ICSU 对 IGBP 组织了为期 2 年的论证, 1988 年, ICSU 提出 IGBP 计划大纲, 并在充分征集、汇总各国科学家意见的基础上, 确立了 IGBP 计划。1990 年, ICSU 开始实施 IGBP 计划, 与早先实施的 WCRP 构成了当时全球变化的研究的主要框架(符淙斌, 1997)。

由此可见, 从 1982 年 Woods Hole 会议开始, H. Goody 等萌发了开展全球变化研究的思想, 历经 Bretherton 等人的努力, 到 1988 年正式确立 IGBP 计划为止, 前后经历了 6 年左右的时间, 诞生了一门崭新的大科学(Megascience)——地球系统科学, 为开展全球变化研究奠定了理论基础。

与此同时，从 1982 年由 Friedman 倡导组织的 IGBP 计划开始，经过以 Eddy 为首的委员会和 NASA 属下的 ESSC 委员会的努力、Roederer 和 Malone 的具体组织以及 ICSU 的推动，到 1990 年正式实施 IGBP 计划，前后历经 8 年，数以万计的科学家为此作出了贡献。这不仅反映了一个大型国际科学计划在组织实施中的严谨性，而且也反映了全球变化这一科学思想逐渐成为全民意识的深化过程。

### (3) 全球环境变化人文因素计划 (IHDP)

如上所述，在全球变化思想的形成过程中，国际科学界特别关注人类活动究竟在多大程度上干扰着全球环境、以及全球环境发生变化后对人类的生存有何影响，并将这种干扰和影响统称为“人文因素”(Human Dimension)。这里“因素”一词的英文是 Dimension，可以被理解成“方面”或“系统”，因为当一些自然现象所扮演的角色处在相似的地位上时(如“海洋因素”或者“大气因素”)，都被称作子系统。大气、海洋、土壤及其它自然系统都是地球系统的子系统，它们通过相互作用构成了地球系统。人类不是处于全球环境变化之外的观察者，而是处于这个正在变化着的系统之中。因此，人类同其它自然子系统一样，也是一个子系统，是地球系统的一个重要组成部分。但人类有主观能动性，即人类在认识自然的基础上可以改变自己的行为以适应或影响未来的自然变化。人类这种主观能动性是地球系统各自然子系统所不具备的，所以对人类这一块，用因素(Dimension)来界定。描述人类系统与其它系统间的相互作用的过程，以及认识人类系统所具有的功能及特点，自然成为科学家努力实现的目标。因此，是否将全球变化的人文因素方面纳入 IGBP 的框架始终是 IGBP 计划设计中的争论焦点。从可操作性出发，考虑到 IGBP 计划涉及的面太广，比较一致的意见是将全球变化的人文因素方面作为并行的姊妹计划单列，并责成国际社会科学联合会(ISSU)具体组织实施。

1986 年 12 月，ISSU 年会首次讨论了全球环境变化中的“人文因素”问题，讨论并设计了社会科学家参与全球环境变化研究的途径，公开号召社会科学家要与自然科学家一道参加全球变化研究。稍后，加拿大、挪威、瑞典和美国先后举行了与 1986 年 ISSU 会议议题相类似的国际研讨会。

经过研讨交流，国际科学界普遍认识到全球变化研究不是自然科学家的独家领地，解决全球性资源、环境问题需要全人类的共同努力，尤其需要社会科学家的参与。以自然科学家为主体设计的 WCRP、IGBP 计划，对于解决全球变化的重大问题是不完善的，当今社会需要另一个侧重于“人文因素”研究的国际科学计划来丰富全球变化的研究内容。因为人类子系统在 IGBP 的框架中是一个黑箱，要想把这个黑箱变成可见的、有理论依据的图像，以期为人类社会可持续发展提出科学意见，则必须要求一个新的、有社会科学家参与设计的国际计划。

另一方面，1987 年，世界环境与发展委员会在《我们共同的未来》一书中，引用了“可持续发展”(Sustainable Development)这一概念，要求当代人类在满足自身经济和社会发展的需求时不应造成对后代人资源环境需求的损害，维持社会的可持续发展，并要求科学家给出在环境变化的人文因素方面的科学性建议(WCED, 1987)。这本书引起了世界各方面的广泛关注。

在此背景下，以美国 Michigan 大学政治系 H. Jacobson 教授为首的一批

社会科学家，在充分吸纳 IGBP 计划的设计思想的基础上，提出了“全球环境变化人文因素计划”（IHDP, International Human Dimension of Global Environmental Change Programme, 其中 International 一词是 1996 年新加的）。1988 年 5 月在北京举行了中美双边社会科学家和环境学家会谈，同年 9 月国际远景研究机构联合会（IFIAS）、ISSU 和联合国大学在日本东京再次组织了社会科学家参与全球变化研究的讨论会。在以 ICSU 为代表的国际自然科学界鼓励和关注下，1990 年，ISSU 率先在西方发达国家实施 IHDP 计划，1994 年东亚及南美等发展中国家也纷纷参与了 IHDP 计划。

1990 年以来确定的 IHDP 七个研究方向为：

土地利用与土地覆盖变化； 工业化转移、能源生产与消费； 人口学与资源利用的社会因素； 全球环境变化的态度、观点、行为和认同； 社会、经济和政治构架及体制在地区、国家和国际层次上的影响； 工业增长； 环境保障与可持续发展（Miller, Jacobson, 1992）。

1994 年，IHDP 第二次学术会议讨论了研究项目中所需的基础资料问题。Eddy 根据 IGBP 的经验提出了对 IHDP 的建议（Eddy, 1996），R. Miller 开列了对社会科学资料的要求清单（Miller, 1994）。

1995 年，IHDP 第三次科学讨论会又进一步增加了三个新的领域，即：淡水保护与质量； 人类健康与全球环境变化； 贸易与全球环境变化。

目前 IHDP 设计中的项目有：

· 土地利用与土地覆盖的变化（LUCC）。其主要目标是：近 300 年来土地利用与土地覆盖的变化； 21 世纪土地利用和土地覆盖变化的前景； 社会-经济的发展对土地利用和土地覆盖的驱动力。1995 年 IGBP 与 IHDP 确认 LUCC 为共同实施的核心项目（Turner, 1993）。

· 全球环境调查计划（GOES）。这是一个拟议中的关于社会、经济的量度的项目，目的是衡量人们对环境的知识和认同。

#### (4)生物多样性计划（DIVERSITAS）

在 1993 年 ICSU 第 24 届全体会议上，生物多样性计划已被认定为与 IGBP、WCRP 和 IHDP 一起构成全球变化研究计划。早在 1992 年，国际生物多样性合作计划就由国际科学联合会理事会（ICSU）所属的国际生物科学联合会（IUBS）、环境问题科学委员会（SCOPE）以及联合国教科文组织（UNESCO）共同发起并取名为 DIVERSITAS。它的主要任务是通过确定科学问题和促进国际间合作，来加强对生物多样性的起源、组成、功能、维持和保护等基础性研究，以增进对生物多样性的认识、保护和可持续利用。其研究内容包括以下四个方面：生物多样性的生态系统功能；生物多样性的起源、维持和丧失；生物多样性的编目和监测；家养种的野生近缘种的生物多样性。1995 年这些研究内容又被扩大为九个方面（钱迎倩，1996），1996 年又对 1995 年的九个方面有了新的提法，并作了更为详细的说明，同时提出了第十个方面，即淡水生物多样性的研究。

#### 1.1.3 全球变化研究的特点和意义

国际全球变化研究同众多的国际科学计划相比，具有以下显著特点：

整体的、综合的科学观点。WCRP 强调的“气候系统”概念是气候学研究的革命性成果，气候系统将大气圈、海洋圈、陆地圈、冰雪圈和生物圈联

系起来，用系统论观点研究气候变化的原因、过程、趋势和影响。IGBP 以地球系统科学为指导，从整体的角度出发，将地球视作各部分相互作用、相互联系的“地球系统”，把太阳和地核作为全球变化的两个主要的自然驱动器，并将人类活动作为第三驱动因素，注重研究地球各圈层（及其界面）的相互作用。IHDP 强调“人文因素”的作用，并将人类作为一个子系统，考察它与地球系统中各子系统的相互影响。

提倡学科间相互渗透，开展交叉研究是全球变化研究的重要特点。譬如，IGBP 提出要了解、描述控制整个地球系统关键的相互作用着的物理、化学和生物学过程，以及出现在地球系统中受人类活动影响的重大全球变化问题。这不仅抓住了全球变化的实质，而且将传统的相互分离的物理学、化学和生物学研究联系在一起，将自然科学与社会科学融合在一起，体现了科学发展的必然，而且孕育着新的学科生长点，大大地促进了基础科学、应用科学、技术科学和社会科学的发展。

理论联系实际。如前所述，在全球变化研究计划的形成过程中，科学家始终认为科学研究不仅是要探索未知的科学“奥秘”，更重要的是要获取有用的知识，“最大限度地为人类谋取利益”，因而提出要以十年至百年尺度的全球变化问题为主攻目标，这一问题的解决对人类社会的发展必然会产生深远的影响。

精心组织、共同参与和区域合作是全球变化研究的又一特点。全球环境是一个不可分割的整体，任何区域的环境变化都要受整体环境变化的制约，反过来整体环境的变化又是各区域环境变化的综合体。因此，全球变化研究涉及的范围极其广泛，它的提出本身就决定了其研究的广泛性和国际性，需要全世界科学家通力合作。由于十年至百年尺度全球环境问题的复杂性和现有科学知识的不足，全球变化研究不仅需要以现代高科技为后盾的立体观测（全方位的对地观测和地面观测）和大量数据的收集、处理和分析，还需要精心组织以过程研究为重点的野外实验、实验室分析和数值模拟，更需要科学家、社会活动家、决策者和企业管理人员的广泛参与和合作，这是全球变化研究目标得以实现的根本保证。目前，国际上已建立了政府与非政府间七大科学组织的统一协调机构，全面协调处理全球变化研究中所碰到的问题，并形成了 100 多个国家的科学家广泛参与全球变化研究的基本格局。世界上已有 70 多个国家成立了 IGBP 国家委员会，有近 10 个国家成立了 IHDP 国家委员会，在亚洲、欧洲、大洋洲、北美洲和南美洲，几乎所有的国家都成立了国家气候委员会。

全球变化研究的意义可总结为以下几点：

科学上的意义。当前人类面临着一系列紧迫的人口、资源、环境问题，而这些问题的解决又是与地球环境系统演化密不可分的。全球变化研究试图通过对地球环境系统的观测、描述，来认识地球环境系统的圈层、生物圈和人类社会的相互作用过程、机理及可能的前景。这是人类历史上重大的科学议题，对该议题任何方面工作的推进，包括资料的收集、概念的提出、个别事件的描述，以及生物地球化学循环分析、演化模型的建立与模拟和人类的适应对策等等，都具有重大的科学意义。

生存上的意义。观测与模拟都表明，人类如果不及时调节自身的某些行为，地球环境系统必将进一步恶化，从而使得人类在可预见的年代里难以继续生存。全球变化研究计划的开展，不仅由于其专注于研究地球环境系统

变化问题而对维持人类的生存有所裨益，而且还由于其获得了全球范围内政界、科学界人士的广泛响应，在最大程度上唤醒了人类社会的“全球环境”意识，为人类的生存做出其它类似的国际计划所难以比拟的贡献。

非政府间合作上的意义。作为国际全球变化研究计划协调组织机构——ICSU 是一个独立的非政府组织，它所倡导并实施的国际全球变化研究几乎涉及自然科学和社会科学的所有领域，吸纳了全球 100 多个国家不同信仰、不同种族、不同文化背景的科学家的参与，无论计划成功与否，其运作过程均具有重要的非政府间合作意义。

## 1.2 国际全球变化研究的发展趋势

国际全球变化研究计划分别由 IGBP、IHDP、WCRP 以及 DIVERSITAS 构成，其发展趋势可以从这四个计划的发展进行透视。由于 IHDP 计划诞生较晚，国际科学界除建议增加两个优先领域外（参见 IHDP 形成过程），仍在全力执行原设计的计划；WCRP 已实施了 10 多年，近年正在设计新的 CLIVAR 计划；DIVERSITAS 仍在扩充内容；因此，本节有关国际全球变化趋势的讨论将侧重于 IGBP 计划。除了上述原因外，还由于 IGBP 计划是连结 WCRP、IHDP 和 DIVERSITAS 的纽带，近年来又提出了不少新的概念和思路。此外，本节对国际全球变化研究发展趋势的讨论，不是给出国际科学界将要提出的诸如优先领域、组织机构或子计划一类的预测，而是综述国际上有关开展全球变化研究计划的新的观点、思路。我们知晓了国际上这些新观点和新思路，也就基本上了解了国际全球变化研究发展的新动向。

### 1.2.1 交叉研究——地圈生物圈相互作用的新思路

IGBP 的第一个十年规划与研究创造了一系列独特而又富有价值的资产。这些资产包括：一个巨大的、先进的、跨学科的、高度国际化和网络化的研究技能储备库；不断更新的科学知识；一种新的可供全球变化研究、组织与管理工作的工具和机制。以此资产为背景，IGBP 还创造了一种新型的研究活动概念：“交叉研究计划”（Interproject）[ IGBP 1996 大会期间暂定名为“超计划”（HYPERPROJECT）]。

“交叉研究计划”的目的在于它集成现有的 IGBP 计划的各组成成分，扩大现有的核心项目所定义的相互作用的范围，升华 IGBP 框架活动所强调的一体化和综合集成的思想。“交叉研究计划”可以看成是为了某一个共同的目标，由各类研究群体与个人，及其技能、才干和知识形成的一个新的、独特的混合体的研究行为，也可以看成是一种科研计划，这种计划可能是两个或多个通常看来是界限分明的计划的交叉或集成。“交叉研究计划”的概念可以被有效地扩展，以涵盖 IGBP 以外的其它重要的国际计划，如 WCRP 和 IHDP 所包含的内容。

“交叉研究计划”的概念源于 IGBP 的样带(Transect)计划和以前的“旗舰计划”（Flagship Projects）。“交叉研究计划”因包含了以下特性，使其具有特殊的吸引力：

- 它是从 IGBP 独特的资源中提炼出来的，承认 IGBP 计划的作用和重要性；
- 它可以通过剪裁分别满足基础研究和决策的需求；
- 它具有全球与区域多种研究尺度，可以为 START 的扩大和促进发展中

国家参与 IGBP 计划提供坚实的基础；

· 它为加强与资助机构的联系提供了便利条件，有助于全球变化研究国际资助机构（IGFA）在国际协调中充分发挥作用。

目前，正在进行的和拟议中的活动包括：关键性的野外实验，如大尺度生物圈大气圈试验（LBA）；样带研究，如 Miombo 样带，Kalahari 样带，欧亚大陆北方样带等；有关淡水问题的计划；WCRP-IGBP 关于气候变率与农业计划；全球变化与人类健康的关系计划等等（Repley, 1996a）。

#### (1) PAGES/CLIVAR 交叉计划

1994 年，WCRP 的气候变率和可预报性小组（CLIVAR）与过去的全球变化小组（PAGES）在意大利威尼斯成立了若干联合小组。这些联合小组将致力于以下研究：低纬气候变化动力学；全球海洋热力变率；区域到全球尺度上的水文变率；气候突变动力学；气候模式评估和改进；气候变化的探测（Duplessy, Overpeck, 1996）。

PAGES 和 CLIVAR 的联合研究，不仅因为双方所探求的科学问题在机理、过程上存在着连续性和关联性，而且还因为双方需要借鉴和引用彼此的研究方法、成果。对此，PAGES/CLIVAR 气候突变工作组的成立及其计划形成过程可资说明。

近年来，科学界尤其是 CLIVAR 愈来愈重视气候突变问题，他们期望比较清楚地知道突变的机理和特征，以提高气候的可预报性。因此，CLIVAR 十分关注可用来帮助揭示气候突变规律的任何气候记录，尤其是较长时间尺度的古气候资料。显然，CLIVAR 需要 PAGES 的支持。同样，当 PAGES 从珊瑚、冰芯、年轮、沉积和历史文献等代用资料中发现过去异常的气候事件，并假定火山、太阳活动或微量气体的变化等因素是造成这些气候突变的驱动因子时，他们也需要 CLIVAR 的支持，即通过气候模式的模拟结果来证实他们的发现和假设的科学性和可靠性，揭示全球变化的规律性，进一步进行预测研究，为人类社会的可持续发展服务。

#### (2) 自然科学与社会科学的交叉

自然科学和社会科学一向是泾渭分明的。1996 年，IGBP 代表大会特别呼吁要加强自然科学和社会科学的交叉与综合。IGBP 认为，在过去的 5 年中，它们在自然科学方面取得了不少成绩，但在社会科学方面由于其研究思路和方法与自然科学不同，以及研究资金不足，工作进展缓慢。这一状况必须得到改变。因为当今全球光合产物的 40% 以上是人类经营的（这个比例在今后数十年还要增加），人类活动对生物圈的影响越来越大。为解决危及人类自身生存与发展的全球变化问题，人文科学家必须与自然科学家携手，这既是时代的需要，也是人文科学家的义务（Buddemeier, 1996；Sanderson, 1996）。

1996 年 IGBP 会议达成了一种共识，即自然科学和社会科学的交叉与综合是适在其时且必须为之。为保障这种交叉与综合落到实处，从现在开始，一切计划、项目的设计都须充分考虑人文因素和人文科学家的参与。大会确认了若干目标，包括未来研究领域、发展跨学科的联系等，并与 IHDP 联合设计了一个核心计划——LUCC（土地利用与土地覆盖变化）。此外，还提出了若干自然科学和社会科学交叉计划，如生态缓冲作用研究计划和全球变化与食物供给研究计划等。

生态缓冲作用研究计划，主要关注人类对生物圈的干扰，包括农业系统对温室气体的影响、生态系统对人类干扰的恢复能力（又称生态系统弹性度）。

全球变化和食物供给研究计划，要求把区域尺度的问题放在全球尺度之下进行研究。因为假如我们没有关于未来全球粮食产量及其衍生的粮价、技术等问题和人口增长的有关预测，区域性未来粮食变化的研究将毫无意义。

### (3)合作——交叉研究计划的精髓

IGBP 正是因为集成了不同学科、不同文化背景下的科学家的智慧、思想，才使得它在短短几年内在各个层次上做出了总合大于部分之和的成果，IGBP 本身就是一个世界范围内的学科交叉与文化交叉计划。通过学科交叉与文化交叉，使得 IGBP 运作顺畅、生机勃勃，并使得各参与国家、组织成员为了人类共同的目标做出了自己应有的贡献。

交叉研究计划的设计与执行必须注意以下几点：

**互补：**只有在各个参与者互相在技术上或经验上可以互补，或是合作双方具有大致等量的可贡献的资源的情况下，合作才能成功。

**平衡：**参与者的科学兴趣大体相同，至少感兴趣的程度要处在同一个层次上；同时，各发起组织对他们的优先领域的安排和对其成果的期望要相近。没有这种平衡，一旦日后受到某些压力时，各参与者之间依赖程度势必将减弱。

**相容：**在科学标准、技能和工作实践中，相容性是必不可少的。尤其是在科学实验、文件标准、交流和成果表达等方面，技术上必须相容（如设备、通讯、计算语言等）。

**交流：**交流是一项重要手段，因此，要在语言和词义上下功夫，以求得彼此充分理解。现代通讯手段，如电子通讯、互联网络等基础条件也应有所保障。

**边界：**这里的边界指的是互相交叉的部分。边界要划分得干净利落，简单明了，以便于组织管理。

**信任：**参与者要彼此尊重和信任，并把这种信任延伸到各参与团体和国别之间。

**责任人：**一个群体的领导人是至关重要的。

**规范和协议：**明确制订诸如目标、目的、责任，以及出版、表达方式和版权等方面的规范，确立出现困难或产生争议时的处理原则和程序（Repley, 1996b）。

### 1.2.2 IGBP 未来发展方向

国际地圈生物圈计划的科学咨询委员会第四次会议于 1995 年 10 月 22 ~ 27 日在北京召开，对 IGBP 未来方向提出了如下建议：

IGBP 核心计划的重点应放在对 IGBP 最为重要的问题上，避免那些目的不够鲜明的扩展。

要特别重视全球变化对区域粮食保障系统的影响，并与其它组织在该领域的已有活动互相协调。

要特别关注淡水质量与数量、淡水生态学的大尺度变化。

重视土壤和岩石圈中水分循环造成的迁移元素（mobilizing

elements) 的迁移过程及其与生物过程的相互作用, 以及对水质的后续影响。

注意地质过程, 特别是岩石风化过程在生物地球化学循环中的作用, 以及板块边缘的 CO<sub>2</sub> 排放问题。

开展生态系统的“可持续性指示物”(sustainability indicators) 研究, 确定强烈影响生态系统总体稳定性的敏感因素。

加强具有全球意义的区域性环境问题的研究及其规划。

全球变化的分析、研究和培训系统(START)是连结全球变化研究计划与区域研究计划的纽带, 要充分发挥其桥梁作用, 使 START 具有以下能力:

- 区域研究计划与全球变化研究核心计划间的信息交流;
- 为使区域研究纳入国际计划, 核心计划的目标应在区域专题研讨会上和区域工作的科学家中进行充分讨论;
- 向核心计划提供其尚不了解的区域性的专门知识;
- 在区域研究网络中加强培训与能力建设。

IGBP 还应将各核心计划间的活动作为重点, 建立 LUCC(土地利用与土地覆盖变化)、PAGES(过去的全球变化)和水循环的生物学方面(BAHC)之间的相互联系, 重视人类对土地覆盖影响的漫长历史的研究。

### 1.2.3 IGBP 计划组织管理的调整

1995 年, ICSU、IGFA 和 IGBP 科学委员会委托一个评估委员会对 IGBP 计划执行 5 年来的情况进行了一次全面评估, 评估委员会由参与 IGBP 计划的国际知名学者组成, 以保证评估工作的客观和公正。评估工作分两个部分, 一是对 IGBP 整体活动的评估; 二是对 IGBP 各核心计划、支撑计划和秘书处工作的评估。评估的具体内容包括: IGBP 的行动(执行)战略; 加强核心计划层次上的能力建设; 制定策略加强与联合国系统内外的机构、组织的联系; 更好地发挥 IGBP 科学委员会等组织的作用等。同年 8 月, 评估工作完成, 结论是“IGBP 计划是正在执行的良好的科学计划”。

对于 IGBP 的性质及其未来, 评估委员认为:

IGBP 是一个由相关科学团体直接筹划、独立设计的基础性研究计划, 在过去的工作中发挥了领导和组织协调作用, 并在其间达到了恰当的平衡, 但应避免使自己成为一种机构或准权力组织的趋势。

IGBP 要采取现实主义的观点看待自己的命运及其核心计划的更替。为进一步发展, 今后要加强管理, 要制定一个长期计划对 IGBP 科学委员会、核心计划科学指导委员会和框架活动常务委员会的成员交替作出规定。此外, 还应建立一个中期评估程序。

能力建设应是 IGBP 主要任务之一, 要有进一步发展的计划和行动, 要进一步吸纳世界上有关方面的科学团体参与计划。

对于计划的组织工作, 评估委员会建议 IGBP 应对章程进行适当修改, 并要加强与 ICSU 及合作者的联系。

作为区域合作与环境科学中能力建设的有效途径, START 计划具有一定的广度, 要理顺 START 与 IGBP 的关系。

### 1.2.4 全球变化与有关的环境与发展国际公约

80 年代以来, 联合国十分重视全球性环境问题对人类社会和经济发展的影响, 并采取了一系列限制性措施以调节和约束人类自身的活动, 保护人类



赖以生存的地球环境。从 1987 年开始，世界各主要国家签署了蒙特利尔协定，对氟氯烃一类的温室气体的排放进行了限制。1992 年在巴西召开的联合国第二次环境与发展首脑会议，相继通过了气候变化框架公约、保护生物多样性公约及防止荒漠化公约。这些公约的出台，是全球环境战略的一部分，也是人类为保护全球环境所作出的重大努力。

与此同时，政治家和科学家都普遍认识到全球环境问题（如 CO<sub>2</sub> 问题）在科学上尚存在诸多不确定性，而全球变化研究则是保证全球环境战略实施的重要组成部分。

为了将全球变化的最新研究成果尽快付诸使用，1988 年联合国授权世界气象组织（WMO）和联合国环境规划署（UNEP）共同组建了政府间气候变化专门委员会（IPCC）。

IPCC 作为一个非常设官方机构，主要任务是负责组织气候变化及有关问题的科学、技术、经济和政策评价。其下属的三个工作组分别接受各国政府推荐的科学家并确定各领域评价的主要撰稿人，同时还组织全球范围内的同行和各国政府对评价报告进行审查。1990 年，IPCC 发表了第一次评价报告，并于 1992 年对报告进行了补充。我国有关专家也参加了其中部分章节的撰写工作。1993 年，IPCC 着手撰写第二次评价报告，于 1996 年发表。其间我国共有 20 位专家参加了第二次评价报告中三个工作组 18 个有关章节的撰写。目前，IPCC 的第三次评价报告正在启动。从事全球变化研究的各国科学家积极参与 IPCC 组织的有关科学活动，为评价报告的完成作出了重要贡献。

由此可见，全球变化的研究结果通过 IPCC 等政府间科学机构，为国际公约的制定提供了科学与技术支撑。WCRP、IGBP 和 IHDP 的主要结果都曾在 IPCC 及公约缔约国大会上介绍。公约的科技委员会也对全球变化的各项研究计划非常重视，并将研究结果作为制定公约和履行公约的主要科学依据。

### 1.3 国际全球变化研究的科学问题

作为人类历史上最为庞大的超级科学计划——全球变化研究，涉及的时间尺度可以从分秒到几千万年，但重点放在季节至百年的时间尺度，特别是几十年至百年的时间尺度、具有全球意义的重大事件上；研究学科涵盖大气、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，并强调学科的交叉和研究方法、理论的集成；涉及的研究人员包括社会科学、自然科学的专家学者和政府、企业界管理人员。因此，其关注的科学问题不仅由于其内容之庞杂而要求更为简洁、明确，而且要求任何对于科学问题的理解必须统一在全球变化研究所特别强调的时空尺度上。另外，全球变化所提出的科学问题必须考虑到现在正在执行的其它相关科学计划，不能与其它科学计划重复，而应对其它正在执行的科学计划有所补充和完善。以下关于全球变化研究的重大科学问题的论述，是在 WCRP、IGBP、IHDP 和 DIVERSITAS 所涉及的主要科学问题的基础上概括而成的。

#### 1.3.1 全球变化的驱动力变化问题

驱动力（Driving Force），既可能是驱动全球变化的原始因子，又可能是全球变化所诱发并进而成为驱动全球变化的次生因子。目前，学术界最关注的全球变化驱动力有三个：一是太阳和地球轨道参数变化；二是地球内部的变化；三是人类活动，但全球变化研究的重点是考察、辨识和透视人类活

动所诱发的全球变化问题。这些问题是：

(1)大气中痕量气体的“温室效应问题”

与人类活动有关的温室气体的排放量、浓度的变化；  
全球大气化学成分是如何控制的；  
大陆生物圈的源汇作用过程问题。

(2)土地利用和土地覆盖变化问题

土地利用和土地覆盖变化的作用辨识评价，包括物理、生物、化学、人文因素的作用过程和强度；

土地利用是怎样变化的？特别是全球或区域尺度上历史时期土地利用变化过程与速率；

人文因素如何影响土地利用，包括人口数量、密度、技术、富裕程度、政策与政治结构、经济发展、所有权、价值观等的作用。

(3)气溶胶的“阳伞效应”和云对辐射的制约问题

与人类活动有关的硫酸盐、硫酸二酯等气溶胶和火山气溶胶的“阳伞效应”问题；

云辐射作用问题，包括云高、云量、云状、云厚变化对辐射的吸收和反射作用及参数化等。

随着科学的发展和研究的不断深入，尤其是学科交叉的扩展，太阳活动和地球内部过程这两类驱动力的作用将会逐步被揭示和认识。

### 1.3.2 几个重要的过程研究

地球系统变化过程研究是地球科学研究的重要领域，也是地质、地理、大气、海洋、生物等传统学科的重点问题，全球变化研究主要关注过去国际上其它相关计划未作安排的重要过程。这些过程是：

(1)海洋中的物理过程和生物地球化学过程 (WOCE、TOGA、JGOFS)

物理过程，包括热量的储存、海洋环流、变率、热容量和热惯性、厄尔尼诺和南方涛动 (ENSO) 事件；

生物地球化学过程，包括源汇作用 (生物泵)、通量交换 (气、海、海底)、生态系统结构变化及影响。

(2)生物在全球水循环中的作用 (BAHC、GEWEX)

地球系统中水分是怎样循环的？大气过程、陆面过程、海洋过程如何？

植物生理过程对水循环的影响；

水环境引起的物理、化学变化以及能量的重新分配；

区域水资源如何变化？大尺度水文模式、耦合模式的建立与模拟。

(3)相互作用研究 (BAHC, GEWEX, TOGA-COARE, LOICZ)

陆气相互作用，包括陆气耦合过程及陆面过程参数化等；

海气相互作用，包括海气耦合过程，海洋对气候的调节等；

陆海相互作用，包括陆地物质特别是营养元素对海洋的输入及影响

等。

### 1.3.3 地球系统中几个重要组成成分的作用

该问题与驱动力研究相辅相成。当人们关注驱动力问题时，必须要考虑地球系统的组成成分问题；同样，当研究地球系统组成成分问题时，驱动力的辨识和透视是前提性工作。另外，必须指出的是，全球变化研究所涉及的地球系统的几个重要成分的作用问题也是其它相关计划不曾特别关注过的。

#### (1) 平流层的作用 (SPARC)

平流层及紫外辐射的变化机制与变化速率；  
臭氧化学与物理学问题；  
平流层动力学研究及平流层的动力因子对气候影响的问题研究。

#### (2) 北极的作用 (ACSYS)

北极海洋环流、冰雪覆盖与水循环的相互作用问题；  
北极海盆的混合作用研究。

#### (3) 海岸带问题 (LOICZ)

陆地、海洋、大气间的物质通量研究；  
近海系统物质传输和储集能力研究；  
外界环境变化对海岸系统的影响研究；  
海岸带综合管理和合理利用问题研究。

### 1.3.4 全球变化的影响与人类响应

全球变化研究的最终目标是提出全球变化对人类社会影响的情景，以及人类将如何适应这种变化。因此，我们必须关注：

#### (1) 全球变化对陆地生态系统的影响 (GCTE)

气候和土地利用变化对陆地生态系统的影响，如何预测？  
全球变化对物理气候系统的反馈机制。

#### (2) 全球变化可能的情景

气候变化的情景模拟与分析；  
气候变化对生态、农业、能源的影响分析；  
全球变化与人类活动控制模式研究；  
如何建立全球生物地球化学系统的综合预测模式？

#### (3) 人类适应问题

适应的时间、代价评估；  
适应政策研究。

### 1.3.5 地球过去的环境变化及其原因

任何过去环境变化事件的揭示及其原因的研究，对于今天人类社会行为的规范、政策的制订以及具体的科研活动的开展和深化（如模拟、机理预测和适应研究等）都是必需的。目前，我们至少要投入人力、物力关注以下几方面的问题。

(1)过去发生过什么重大全球变化事件

冰期和间冰期存在什么样的温室气体以及地表温度如何变化？

如何恢复定量化的高分辨率的环境要素变化记录？

近千年来区域和全球地表温度是如何变化的？

恢复过去千年尺度全球或区域环境变化的图像。

(2)地球系统的自然反馈在何种程度上对温室气体有贡献

过去的人类活动在何种程度上改变了气候和全球环境？

过去的人类活动对全球变化影响的表征量分析。

(3)气候变率问题

过去年代的气候突变事件的揭示；

气候变率分析。

### 1.3.6 预测问题

通过对全球变化的研究，认识地球环境发生了的变化以及发生变化的原因的基础上，需要进一步回答未来十年到百年范围内全球将发生什麼变化的问题，即所谓全球变化预测问题，由于人类对此问题的认识所限，当前主要从事于探测气候预测以及涉及地球系统中个别子系统或一些耦合系统的预测，通过数值模拟进行初步预测研究，不断改进预测方法，从而建立起一套完整的预测模式，开展全球环境变化的预测。因此在上述的几个主要科学问题研究基础上，需要加强地球系统的综合研究，逐步开展以下研究：

气候预测问题；

全球变化的可预测性研究；

全球变化的预测理论和方法研究；

全球变化信息的综合分析研究；

全球环境变迁早期强信号捕捉和监测研究；

全球及区域环境系统模式的发展和环境系统长期变化（几十年到百年）的预测研究。

## 2 中国在全球变化研究中的地位和作用

### 2.1 中国科学家对全球变化研究的认识

中国从 1985 年开始着手立项进行全球变化的研究,但全球变化研究思想和认识则至少可追溯到 40 年前。50 年代中叶,竺可桢就明确提出要综合开展海洋、陆地和大气研究及环境治理(如沙漠治理)工作(竺可桢,1959)。80 年代初,叶笃正在国际场合多次倡导开展全球大气环境变化研究;80 年代中叶,他又着力强调开展土地利用研究(陈泮勤,1995)。从此,一大批中国学者开始积极投身于国际全球变化研究中,为全球变化研究计划的设计、实施做出了与我国国际地位相称的贡献。

中国学者的共识是:一方面,全球环境变化是人类面临的挑战和机遇,中国是国际大家庭中重要一员,必须融入国际全球变化研究之中,为人类社会可持续发展做出贡献;另一方面,中国正处于工业化初始阶段,有自己的国情和环境问题,因而中国的全球变化研究应当优先开展那些对中国特别重要且对全球环境有重要影响的项目,其研究成果能够为国家决策部门进行资源、环境及经济战略决策时提供基础依据(叶笃正,林海,1995;叶笃正,陈泮勤,1992)。

#### 2.1.1 关于研究目的

中国现阶段正在进行社会主义市场经济实践,国民经济以每年两位数的高增长率稳定发展,但同时中国以世界 1/7 的耕地养育着世界 1/5 的人口,承受着巨大的人口负荷,面临着人均资源匮乏、生存环境恶化的严峻问题。对此,中国政府和公众有着清醒的比较一致的认识。国务院制定和实施的《中国 21 世纪议程》即是中国政府有此认识而选择“走可持续发展”道路所开展的重大举措。

全球变化研究计划最终目标是解决百年尺度上全球人口、资源和环境问题,它的实施不仅关系着人类的生存和发展问题,也关联着中国社会、经济稳定发展问题。在当今社会信息十分通达,任何经济、环境事件都不是局地的,其影响不仅在很短时间内达至全球范围,而且迅速迁延于其它领域。因此区域经济的发展不仅依赖于自身的资源、环境条件以及由此制定的政策,还需要依赖于世界其它地区的情况和背景及这些地区的有关政策。全球各地区的生存环境特征各有不同,所以各地区和各国的发展政策也各有不同。只有充分了解这些情况,并重点掌握我国的生存环境状况及所存在的问题,才能科学地制定适合我国国情的发展政策,促进有利于我国社会经济可持续发展的国际环境的形成(叶笃正,1997)。

中国是世界四大文明古国之一,中国拥有维护和平、创造文明、促进人类进步与发展的优良传统。中国传统的伦理学主张通过当代的努力,创子孙幸福的万世基业。因此,当全球环境问题日益严重时,中国人民理应责无旁贷地为维护人类生存得以持续而贡献力量。近年来,中国政府实施了多项计划以期中国社会、经济能够持续稳定发展,并为人类社会持续发展做出贡献。我国人口占世界的 22%,对于全球性问题,中国科学界不能缄默无言,必须提出自己的看法(黄秉维,1996)。因此,中国参与全球变化研究的另一目的即是通过我们自己扎实的科学研究,为我国“环境政策”的制订提供一系

列科学的数据和背景资料。

简而言之，中国参加全球变化研究的目的是：

改善我国和全球环境质量，进一步运用科学手段，对全球环境起到调控的作用；

为中国“环境政策”的制定提供科学依据；

为人类社会可持续发展做贡献。

### 2.1.2 关于研究尺度

全球变化研究由 WCRP、IGBP、IHDP 及 DIVERSITAS 四个国际性计划构成，其中每个国际计划又由若干研究目标、内容不同的子计划构成。因此，从公布的文本上看，全球变化研究尺度弹性很大，如 WCRP 考虑的是季到年际的时间尺度，IGBP 和 IHDP 更强调研究几十年至几百年尺度的全球变化问题，这是考虑到两个方面的问题：一是人类现有的与生存相关的资源保有量大多只有百年内的开采寿命；另一是现有的环境恶化速率不容许人类考虑几百年以后的事情。这种观点已逐渐为国际学术界所接受，LUCC 和 LOICZ 及 Interproject 计划的迅速制定与实施大致与这种观点有关。与国际思潮不谋而合，中国学者也有此认识，即中国全球变化研究的尺度重点宜放在几十年至几百年时段上。人类关心自己的未来，需要制订针对未来的方针政策，核心是持续发展。持续发展的原则，是今天人类不以牺牲今后几代人的幸福而满足需要。持续发展的行动，在于使人类的行为与地球系统的各种过程相协调。针对中国实际情况，我们要重点考虑十年到百年尺度上的问题。几十年至几百年时间尺度上的地球系统变化研究构成了我国全球变化研究的优先领域，围绕这个时间尺度上的地球系统各部分及其整体的现象和过程，特别是气候、生态、土地覆盖和土地利用、水循环等是主要研究内容(叶笃正,1996)。

### 2.1.3 关于研究方法

从历史上看，人类对自身生存的认识呈现出阶段性提升，并与人类社会发展的需求、科学知识的积累、科学方法论的完善和技术进步等因素密切相关。全球变化研究跨越自然科学和社会科学，所涉及的学科之多、参与研究的学者之广和成份之复杂都是以往任何国际计划难以相比的，研究的时空尺度又涵盖了微观到宏观宽广的范围。因此，我们倡导用系统、交叉和开放的思想，在各学科知识积累的基础上，开展多学科、跨学科的交叉研究和系统集成研究，并与国内外同行交流观点、共享数据，尽可能地利用现代信息条件，即科学、精确的试验观测，坚实科学基础上的理论分析和数值模拟相结合，达到认识规律的目的(孙枢,1995)。

### 2.1.4 关于温室效应

从理论上讲，大气中 CO<sub>2</sub> 含量增多将导致全球变暖，现有的大气环流模式的模拟结果也证实了这一点。但 CO<sub>2</sub> 的增加究竟使得全球增暖多少、增暖后温度与降雨的空间分布如何，以及全球增暖究竟对人类活动有何影响、大气中其它痕量气体含量究竟有多少及其对气温的贡献有多大，大气气溶胶的“阳伞效应”最终对气温变化趋势影响如何，以及海洋对其吸纳能力如何等问题均有待进一步深入研究。

目前我们大致可以断定的是：由于温室效应，全球近十年来的平均气温

是过去 300 年来最高的，这期间的全球气候具有明显的不稳定性特征，灾害性事件发生频率及灾害发生后对社会的破坏性都比以往任何时候大。但是，必须看到中国是发展中国家，工业化步伐刚刚开始，全球大气中 CO<sub>2</sub> 及其它痕量气体因人类活动造成的增量部分，中国的排放相对较少。因此，我们认为：拥有维系后代子孙幸福生活这一优良传统的中国，必将为缓解全球增暖做出力所能及的贡献，但作为发展中国家，中国有理由要求发达国家应就其过去为达到工业化目标向大气中排放了较多的 CO<sub>2</sub> 和痕量气体的行为而提供必需的补救措施。

#### 2.1.5 关于全球变化的影响

可以认为全球变化研究各子计划的设计都是围绕着“全球变化的影响”来进行的。科学家希望了解地球各子系统是如何相互作用的，并以此提出解决当今社会一系列人口、资源、环境与发展问题的方案。社会公众最关心的是假如地球环境发生变化，它将对其自身的生存，如就业、医疗、保险、健康、交通、住房等有何影响。政府部门所给予的关注则更为明确，首先，任何大型的经济行为，包括工农业布局、水利工程、公路建设、社区开发、厂矿建设等必须虑及环境变化条件及其变化的情景；其次，任何政府都必须承担责任，维护下一代人的生存权利，因而也必须知晓全球变化可能产生的影响。因此，全球变化的影响研究已是当今社会最为关注的热点。

唯一的问题是，我们是否具备条件开展“影响研究”，答案是肯定的。不同国家的大气环流模式，大气-土壤-植被模式以及区域环境变迁模式在不同的设计方案、不同的初始、边界条件和不同类型的计算条件下，都给出了比较一致的全球变化情景，这就是如果人类仍维持目前的生产、消费方式不变，未来 50 年内，全球平均温度、降水及其分布将与现在有很大的不同。这一情景无疑构成了开展“影响”研究的基本条件，并且在这一情景下，参照任何具体的模拟结果而进行的影响研究都具有参考意义。

### 2.2 中国陆域在全球变化中的作用

中国是全球自然地理环境最丰富多样的国家之一，疆域辽阔，覆盖中纬度，处于欧亚大陆东岸，地貌多样，自然演变过程复杂。地表上聚集的山川、湖泊、冰雪、植被、耕地、建筑等，为全球变化研究提供了可互比的种类繁多的样本。在样带计划中，中国森林/草原陆地样带研究 (NECT) 已列入全球变化与陆地生态系统 (GCTE) 核心计划，于 1993 年 8 月国际样带学术会议上，被确定为全球首批选定的中纬度四条样带之一 (张新时, 1997b)。

中国疆土约有 98% 位于北纬 20° ~ 50° 之间，亚热带和温带 (包括暖温带、温带和寒温带) 所占面积特别广大，分别为全国国土面积的 26.1% 和 45.6%。在行星风系上，亚热带在世界其它地区多属副热带高压带，雨量稀少，地表荒漠化严重。但在中国，由于独特的海陆分布以及青藏高原隆起作用，中国亚热带地区水分和温度条件都较好，并无“回归线荒漠”现象的产生。

#### 2.2.1 中国季风区域特点

中国是典型的季风气候区。由于季风长期以来交替与进展的作用，中国具有非常特别的季风驱动的生态系统和自然地理系统 (刘东生等, 1996; 安芷生等, 1991)。

经典气候学是把气候当作静态的，当代气候学则要求预测地区或全球范围的各种时间尺度的气候变化，WCRP 的设计就是从这种气候不断变化的观点出发的。我国地处东亚，季风气候使中国成为世界上气候变异大的区域之一，而世界较大的气候异常在我国都有所反映。因此，季风气候区是观察全球变化的一个重要窗口，而季风驱动的生态系统和其特有的自然地理系统也成为全球变化的一个重要组成部分。

### 2.2.2 中国地形、地貌分布的特点

地形面貌及地势高度位置常常成为影响局部地区甚至全球环境变化的重要条件。中国地形地貌复杂多样，地表几乎覆盖了全球所有的地貌类型。中国地势呈梯级分布，分为三个梯级。中国山川特征是山基海拔越高，相对高差也越大，许多高山地区因之具有十分明显的垂直地带性分布。相对高差大意味着对能量（辐射能）和物质（空气、水）进行再分配的能力强，如位置差所产生的热力作用和动力作用，对能量与物质的流通均能起到屏障作用、分流作用和阻滞作用。

### 2.2.3 青藏高原的作用

青藏高原主要从热力和动力两个方面影响着我国各地乃至全球的气候系统（孙鸿烈，1996）。

冬季时，高原东侧平原上空形成东北风，从而加强了由于海陆分布引起的东北季风；夏季时，高原则加强了高原东侧上空的西南季风，并增加了东部地区的降水。高原季风的存 在，对西北干旱气候的继续加深也有重要的作用。另一方面，青藏高原的动力影响主要表现在对气流的屏障和分流作用上。其分流作用实际上使西风带向南扩展了 5~10 个纬度；其屏障作用使得蒙古高原一带在冬季受暖平流影响较少，夏季则有利于印度热低压的维持。

青藏高原隆起是我国新生代地质历史辉煌的一幕，它为中国地质环境演化提供了新的驱动力，彻底改变了原来的地质环境格局。高原本身形成独特的高寒环境区域，隆起过程中对周边地区的地质过程和环境历史也产生了巨大的影响。近年来研究发现高原隆起可能是全球环境变化驱动因素的证据（李吉均等，1994）。青藏高原平均海拔在 3 000 m 以上，长波辐射在地表辐射平衡中份量很重，地面又比较干旱，人类活动对自然界的影 响亦比较小，因此对温室气体作用的反应应比其它地区灵敏。研究表明，青藏高原的气候变化比中国东部要早十年左右（林振耀，赵昕奕，1996），而影响青藏高原气候变化的一个重要下垫面是占青藏高原总面积 60% 以上的冰川冻土。冰冻圈、地圈、气圈和水圈相互作用形成的特殊圈层，是青藏高原强烈隆起的产物，是研究地气系统之间物质、能量交换和物理、化学过程的天然实验室。冰冻圈对外界变化，尤其是气候变化十分敏感，使得青藏高原成为气候变化的一个预警区。青藏高原的生态系统是高原隆起过程中长时期生物进化与自然环境变化相适应的产物，深入研究青藏高原生态系统的分布规律、结构、功能与动态变化及其对全球变化的影响和响应具有重要的科学意义。

### 2.2.4 中国北方干旱化、荒漠化和黄土堆积的研究意义

黄土高原位于我国东部季风区的内陆过渡带，东西跨约 11 个经度，南北跨约 6 个纬度。地理位置处于沿海向内陆，平原向高原，湿润向干旱，森林向荒漠过渡的十字路口。黄土高原发育区厚的黄土地层，比较全面地记录着



第四纪以来古环境演变的历史，具有良好的古环境研究条件。黄土高原还是中华民族的重要发祥地，在相当长的一段历史时期内，曾是我国政治、文化中心。人类活动是导致历史时期地理环境变化的重要因素，尤其是黄土高原地理环境处于非稳定的脆弱状态，而人类活动的历史又非常悠久。因此，该地区地理环境受人类活动的影响，在我国乃至世界上都是非常突出的。

研究表明，第四纪时期气候温湿阶段，中国北方湖泊和河流沉积扩展；气候干冷的冰期阶段，中国北方沙漠和黄土堆积向东南延伸。这两者交替作用的结果是中国北方沙漠和黄土堆积范围不断向南扩展，湖泊则不断收缩。这种以旋回方式出现的环境演化发展趋势是米兰柯维奇 (Milankovitch) 理论所不能解释的，在世界其它地区也很少发现类似的情景。

中国北方黄土堆积过程中，黄土堆积地貌体的边坡角大小与当地的降雨、植被、风力、黄土物质特性等相关。在气候温湿阶段，黄土堆积的自然稳定的边坡角较小，而干冷时期时则较大。在同一地区，如果降雨量不断增加，那么在黄土堆积地貌的自然稳定边坡上应暴露出从老到新全部的黄土地层；反之，如果降雨量不断减小，那么后期黄土可以堆积在原来形成的自然稳定边坡上，即黄土是不断超覆的堆积过程。另外，一般来讲，干冷时期堆积黄土，温湿时期发育古土壤层，黄土层和古土壤层的厚度之间比值 (L/S) 可以看作是一个旋回中干冷程度的指标。这些特点将可用来进行古气候时间序列恢复研究 (刘东生等, 1996; 安芷生等, 1991)。

### 2.3 中国人文因素在全球变化中的作用

人文因素一词涵盖面较广，这里主要指中国的当代经济特征和历史文化遗产两个方面。

#### 2.3.1 经济高速发展的中国是一个良好的观察场所

中国从 1980 年开始进入经济高速增长阶段。1980~1990 年国民生产总值 (GNP) 年均增长速率达到 8.9%，1991~1996 年 GNP 的增长速率已接近 12%。预计中国的经济高速增长将持续一个较长时期 (中国科学院国情分析小组, 1996)。这样的速率是罕见的，所产生的影响，尤其是对资源、环境的作用也是空前的。因此，从中国观察环境变化与社会发展如何相互作用、相互影响、相互调节具有重大意义。而且，由于中国人口众多、地域广袤、工业化才起步，可以作为世界上良好的观察场所。如果考虑到经济基础差和地区之间不均衡等因素，那么，中国对全球发展中国家的发展亦有借鉴作用。

#### 2.3.2 中国拥有资源持续利用的传统

在现代世界中，中国是一个良好观察人类活动与环境相互作用的场所，而且中国可能是唯一的一个可观察历史全过程的国家。

中国农业生产历史悠久。勤劳智慧的中国人民在认识自然、改造自然的长期农业生产实践中，创造了伟大的业绩，积累了丰富的知识和经验。中国黄河流域、印度恒河流域、埃及尼罗河流域和中东地区“两河” (幼发拉底河、底格里斯河) 流域并称为世界文明四大发祥地。农业活动是以人们垦殖土地、耕作土壤、熟化耕地以及从耕地上获得更多更好的农副产品为主要内容的。因此，可以说农业生产发展的历史，很大程度上是耕作的历史，换言之，即耕地资源持续利用的历史。这是当今全球变化研究良好的背景资证。

人类活动对全球变化的影响，首先体现在工业代谢上；其次为土地利用

和土地覆盖的变化。这种划分的目的是便于对人类活动的表征、管理和操作。土地利用包括耕作、放牧、居民点或建筑物、伐木。土地自然变化及其社会驱动之间的关系不是一个新的课题，但以往的研究一直未能将自然过程与人文因素分离开来，也忽略了区域一级的差异。例如，从全球尺度上看，耕地面积减少、森林砍伐与人口密度增加和人均消费增长有关；而在西欧，某些人口密度高值区却在不断地扩大造林面积。

许多全球变化的预测模式都需要土地利用预测值作为输入量，因此就得对全球变化与土地利用的相互关系进行模拟。但迄今尚无成熟的方法或结果可以利用。目前不仅需要搜集有关土地利用覆盖变化的数据，而且更需要深入了解造成这些变化的基本驱动力。由于国土面积和人口密度的缘故，我国土地利用变化在世界上具有特殊的地位。将我国划分成几部分，仔细研究各部分的过程，进而构造土地变化模型，可成为土地变化预测模式的基础，并可以在土地利用和覆盖变化研究领域作出重要贡献。

## 2.4 中国对全球变化研究的贡献

中国是全球变化国际研究计划的发起者之一，叶笃正教授对 WCRP 和 IGBP 计划的制订作出了很大贡献。中国各级政府十分重视全球变化研究，中国科学家积极参与全球变化研究，不少学者在国际全球变化有关科学委员会中任职，对相应计划的制订提出了一些非常有益的学术思想和科学建议，如季风驱动生态系统、气候敏感带以及青藏高原上空作为东亚对流层平流层物质输送通道的可能性和东亚全球变化研究中心的建立等等。近年来，中国科学家已在若干全球变化核心计划，如过去的全球变化 (PAGES)、全球变化与陆地生态系统 (GCTE)、水循环的生物学方面 (BAHC)、国际全球大气化学 (IGAC)、全球海洋通量联合研究 (JGOFS)、全球能量和水循环试验 (GEWEX) 以及气候变率及其可预报性研究 (CLIVAR) 等方面，做出了一些具有国际影响的研究成果。

### 2.4.1 中国古环境、古气候研究进展

利用沉积物、孢子花粉、树木年轮和历史文献资料分析研究了中国古代季风，尤其是利用黄土沉积资料重建了过去 250 万年以来的中国环境要素演化序列，受到国际学术界广泛关注。由于中国在该方面研究的突出成就，中国著名地质学家刘东生教授出任 PEP- 负责人，PEP- 项目办公室挂靠在中国科学院地质研究所，北极-赤道-南极计划是 IGBP 中 PAGES 计划的重要研究内容。

中国拥有连续不断的历史文献记载，使得我们对于历史时期气候序列的重建、土地利用及气候变化影响的评价等方面的研究具有不可替代的优势。从历史文献中获取的数据目前已逐渐为国际科学界所认可和重视。

### 2.4.2 季风驱动生态系统概念的提出及其机理研究

近年来，中国学者提出的季风驱动的生态系统概念已为国际广泛接受 (FuCB, 1995)。对如何开展这一研究，中国学者也提出了很好的计划，并取得了初步成果。在不同时间尺度下，当全球变暖时，季风驱动下的生态系统具有高变率变化的特征，其中主要的气候参量和植被指数表现尤为明显。季风驱动生态系统这个新概念的提出有助于认识同类系统的动力过程，温带东亚地区被认为是从事该研究的关键地区。

1995年,全球变化东亚区域研究中心(TEACOM)经START批准在中国建立,目前正在开展土地利用变化、季风区域气候/生态化学过程的耦合模拟等工作。

#### 2.4.3 气候及生态过渡带对全球变化的响应研究

通过对中国北部的三个有代表性观测站点(分别位于温带针叶林区、温带草原和半沙漠地区)的资料分析,建立了中国生态过渡带气候生态系统模型。该研究已经被GCTE所认同,GCTE正在中国科学院开展长期生态模拟项目研究(EMA),中国东北北纬43.5°生态样带研究已被IGBP列为第一批实施的中纬度4个样带计划之一。

#### 2.4.4 卫星遥感和地理信息系统技术在中国全球变化研究中的应用

在过去数十年里,广泛地应用遥感技术,尤其是卫星遥感技术,进行监测和研究全球变化已是国际上的发展潮流。中国起步虽晚,但成绩卓著。譬如,利用遥感技术,已获取了大量有关全国土地利用、植被指数、土壤湿度的资料。利用高分辨率的AVHRR数据,用于发展地表生态站的校测技术方法。同时,中国目前也正在致力于遥感和地理信息系统(GIS)在全球变化中的应用研究(陈述彭,曾杉,1996)。

#### 2.4.5 中国生态研究网络的建设

在中国大陆上,仅中国科学院就有近百个分布在全国各地、代表各种不同生态类型的野外观测研究站。为了适应新时期科学研究的需要,中国科学院选择了其中覆盖农业、森林、草地、湖泊和海洋等领域的29个代表站,建立了中国生态研究网络(CERN)。CERN下设一个综合中心与5个分中心(水、土、气、生和水体生态系统),有21个研究所的1000多名科技人员和研究生先后参与了网络的各项工作。与世界上其它网络相比较,CERN强调整体性、连续性、长期性与标准化。CERN的建立将为中国全球变化研究提供丰富的最基本的资料,是中国对国际地球观测计划的重要贡献。

#### 2.4.6 痕量气体源汇和大气成分变化监测研究

痕量气体源汇研究存在许多不确定性,因之引起的国际争端不少。为了深入开展中国气候变化研究,也为了掌握中国痕量气体排放情况,中国有计划地进行了这方面的研究,包括稻田中CH<sub>4</sub>排放的试验观测研究、CO<sub>2</sub>的源汇观测研究、臭氧长期变化观测研究等,并在中国建立了痕量气体区域本底站网(含一个大陆基准站)。1994年,中国学者首次发现了青藏高原上空大气在夏季存在臭氧低值区现象,引起了国际上的高度重视(Zhou Xiuji, Luo Chao, 1994)。中国学者已开展了对平流层火山气溶胶的长期监测,对对流层和地面气溶胶的光学和成分特征亦已进行长期广泛的监测。作为监测臭氧减少引起的生态效应研究的起步,中国已从1993年开始进行紫外绝对光谱(UV-B, UV-A)的监测,并从地面紫外光谱和臭氧、气溶胶及云的定量关系上开展了比较符合实际的辐射传输模式研究。

#### 2.4.7 气候系统模式及气候模拟

中国气候系统模式的研究及模拟工作开始于80年代初,至今已取得长足

进步。气候系统模式主要包括大气环流模式、海洋环流模式以及反映陆地植被和土壤过程的陆面过程模式。中国科学院大气物理研究所 ( IAP ) 9 层大气环流模式已被证明具有很好的模拟能力和应用前景, 在季风模拟方面也显示了良好的性能。目前已能模拟出季节演替和季节突变现象, 季风雨带位置、强度和季节性迁移也都模拟得相当理想。目前几种版本的海洋模式已经经过长期积分试验, 具有较大的年际和长期变化信号, 特别是具有周期同真实的 El Nino 相近的变化信号。为气候模式服务的陆面过程方案已被证明对植被、土壤内的水热过程及其与大气之间的交换过程都能做出很好的描述, 在敏感性试验、气候变率及异常事件的模拟方面也有突出的成果 ( Zeng Q C et al , 1994 ; 黄荣辉等, 1994 )。

#### 2.4.8 全球变化中的海洋学研究

中国自 80 年代开始, 积极参与了有关全球变化研究中的海洋重大研究计划, 如热带海洋与全球大气计划 ( TOGA )、世界大洋环流实验 ( WOCE )、全球海洋通量联合研究 ( JGOFS )、热带海洋与全球大气-海洋大气耦合响应试验 ( TOGA-COARE )、南极综合考察、陆海相互作用 ( LOICZ ) 和全球海洋生态系统动力学 ( GLOBEC ) 等, 先后多次派出船只参加国际和国内的联合综合考察, 进行了大量的海洋、大气观测, 生物地球化学的观测与分析。就大洋环流、大尺度海气相互作用、陆架物质输送等开展了深入的研究, 揭示了许多新的科学现象, 提出了一些新的科学问题和新的学术观点, 为中国海洋学深入发展打下了基础。在大洋环流模式的洋盆尺度的环流模式 ( OGCM ) 和区域性环流模式方面为中国大洋环流的数值模拟与诊断开启了一个良好的开端。

#### 2.4.9 全球变化影响研究

中国对全球变化影响方面的研究工作多集中于全球气候变化对农业、森林、水资源等社会经济部门的影响方面, 对自然生态系统的影响多集中于自然地帶变化的研究方面, 特别是国家攻关研究和中美合作的气候变化的国家研究中都有较系统的影响研究课题。这些研究课题利用与国际接轨的动态模拟及地理信息系统的方法, 研制并改进了气候变化对全国及各大区的农业、林业、水资源、自然环境、沿海地区及区域脆弱性的影响评价的通用模型, 并对上述领域进行了影响评价和适应对策分析, 还进行了各领域适应气候变化的费用和效益分析。结果表明, 为适应气候变化对各经济部门和自然环境的影响, 我国需新增的投资是巨大的。

#### 2.4.10 南极在全球变化中的作用研究

中国从 80 年代初开始了南极考察, 并在 1985 和 1989 年先后在南极海岛和南极大陆建立了长城站和中山站, 开展了 10 余年的南极大气、海洋、冰川、生态、中高层大气物理和地磁等多方面的系统考察, 包括徒步横穿南极大陆的考察, 获得了南极大陆磷虾生态、南极半岛陆地生态、南极气象和气候变化、南极臭氧洞和平流层云的变化及南极冰特性等多方面数据。据此, 对南极地区温度变化、南极变化对北半球及中国的气候变化的可能影响进行了十分有价值的研究。在南极考察中还注意了太阳活动、高层大气扰动对极区地球系统的可能影响研究, 为极区变化及其全球变化作用建立了良好的基础。同时近年来我国也开始注意对北极在全球变化中的作用的考察研究。

#### 2.4.11 其它方面

中国的生态环境在近十几年来产生了很大的负面效应，可持续发展问题已成为一个十分重要的课题。近年来，中国对此花费了不少人力、物力，取得了不少成果。另外，如对海洋资源的调查研究、区域气候模拟研究、青藏高原研究等等，中国都做了不少工作并取得了可喜的成绩。

### 3 中国全球变化研究能力评价

国际全球变化研究十分强调能力建设问题。这对于各个国家、地区的研究不仅是必要的保障条件,而且对于实施计划、实现目标、综合评价也是必需的基础工作。同时它对于加强国家的科学能力、促进环境监测保护与社会经济发展,特别是实现可持续发展战略具有重大意义。

#### 3.1 研究队伍与经费投入

##### 3.1.1 研究队伍

中国科学家正式立项研究全球变化问题始于1985年。有一批科学家已经由原来各自不同的领域转入了全球变化研究,不仅做了许多工作,也培养了一些青年人才。截止1994年6月统计(孙成权,陈晔,1995),按每个科研人员参加一个项目为1人次计算,已达5706人次。据此推算,大约有1000个不同层次(高、中级科研人员和研究生)的科学家不同程度地参与了全球变化研究工作。

应该强调指出,以叶笃正教授等为首的一批著名科学家和资深研究员不仅积极参加了国内外的全球变化研究组织工作,而且还承担了许多重大项目,其中中国科学院院士被任命为约50%项目的首席科学家或负责人。这对于中国全球变化研究工作的顺利进行与深入发展起到了极大的推动作用。

中国全球变化研究队伍的人员组成主要来自中国科学院、中国气象局、国家海洋局、地矿部、国家教委、农业部、林业部、国家环保局等系统的科研单位或大学。其中中国科学院有关研究所(如大气物理研究所、植物研究所、海洋研究所、地质研究所、地理研究所、自然资源综合考察委员会、遥感应用研究所、兰州高原大气物理研究所、兰州冰川冻土研究所、南京地质古生物研究所、贵阳地球化学研究所、生态环境研究中心、动物研究所、沈阳应用生态研究所、西安黄土与第四纪地质研究室等)约占重大项目承担单位的2/3,其它部委系统参与较多的单位有中国气象局气象科学研究所、国家气候中心、卫星气象中心,国家海洋局第一、第二海洋研究所,海洋环境预报研究中心,国家教委系统北京大学、南京大学、青岛海洋大学、北京师范大学、华东师范大学等院校,地质矿产部水文地质与工程地质研究所、岩溶地质研究所等单位,农业部农业气象研究所和中国水产科学研究院黄海水产研究所,林业部林业科学研究院,国家环保局环境科学研究所,水利部水利科学研究所等单位。

在中国科协、国家科委、中国科学院、国家基金委等部门的大力支持下,于1988年正式建立了国际地圈生物圈计划中国全国委员会(CNC-IGBP),并陆续组建了8个工作小组(BAHC, CLI-MATE, GCTE, PAGES, 遥感信息, GLOBEC, JGOFs与LOICZ, 青藏高原),对组织国内全球变化研究、确定其研究方向和活动框架提出了很多很好的建议,同时加强国际联系,开展合作研究与信息交流,取得了很大的成绩。还有一些科研单位也积极主动地做了许多宣传、组织工作。

##### 3.1.2 经费投入

中国的全球变化研究经费主要来源于国家事业费投入,即主要是由政府有关部门拨款予以支持。据中国科学院兰州文献情报中心孙成权等人对

1985~1995年国家各部委投入全球变化研究重大项目的经费调查(附录3),国家科委、国家自然科学基金委员会、中国科学院、国家海洋局及南极办是最主要的资助单位(表3-1)。

表3-1 国家各部委投入全球变化研究重大项目经费统计表  
(1985~1995)

| 立项部门  | 投入经费/万元 | 所占比例/% |
|-------|---------|--------|
| 国家基金委 | 4165    | 25.8   |
| 中国科学院 | 3921    | 24.2   |
| 国家科委  | 3492    | 21.6   |
| 国家海洋局 | 2980    | 18.4   |
| 南极办   | 938     | 5.8    |
| 中国气象局 | 384     | 2.4    |
| 地质矿产部 | 148     | 0.9    |
| 其它    | 146     | 0.9    |
| 总体    | 16174   | 100.0  |

#### 经费匹配单位不能确定

1985~1995年期间,中国全球变化研究已实施项目约350项,它们可分为国家级项目、部委级项目和一般项目。前二项一般均为综合性研究和跨部门的大项目,近10年中已实施42项,投入为1.3亿人民币。一般项目大多为科学家个人的研究活动,研究课题、单项投资额度均较小,10年中立项约300项,投资总额为2000万元。主要资助机构是国家科委、国家自然科学基金委员会、中国科学院以及有关的专业部委,如中国气象局、国家海洋局、地矿部、林业部、农业部、环保局等。其中国家自然科学基金委员会自1986年成立以来,积极推动了我国全球变化的研究,并于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、面上项目三个层次上给予了资助。据统计(国家自然科学基金委员会地球科学部,1996),1986~1995年国家自然科学基金委员会资助有关全球变化面上项目233项,资助金额1700余万元;“七五”重大项目7项1370余万元;“八五”重点项目13项937万元,重大项目6项1530万元,总计达5500余万元,约占全委总资助额的4%。

“九五”期间,国家对全球变化的投入将有大幅度的提高,据统计(见附录3),国家科委在攻关项目和攀登计划中已有8项属全球变化研究,投资额度达9050万元。国家自然科学基金委员会采取鼓励学科交叉的综合性研究,加大对交叉学科支持力度的各项措施。对于全球变化的研究领域,除了各有关科学部从三个层次上给予资助外,国家自然科学基金委员会决定在“九五”期间,从宏观调控经费中列出专款加设2个重大项目和5个重点项目向全球变化研究倾斜,在1996年和1997年二年中已实施批准的有关全球变化重大项目有7项,重点项目20项,面上项目66项,批准经费为6400余万元,已超过前10年科学基金对全球变化投入总和的17%。又如,中国科学院对全球变化研究已实施8个重大项目,批准金额达3500万元。从上述三个部门近二年批准项目中可见,“九五”期间对全球变化研究的投入总和已近2亿元人民币。因此,可以预计,“九五”期间后三年,随着国家攀登计划、863

计划、攻关计划以及各有关部委重大课题的陆续实施，我国全球变化研究的投入在 1996 ~ 2000 年的总和必将远远超过预期目标。

### 3.2 研究能力建设

从全球变化研究所涉及的问题来看，能力建设分“软”、“硬”两个方面。“软件建设”指组织管理方面，如计划制定、项目管理和各种研究活动的协调，队伍组织、人员培训、继续教育与科学普及，各种数据、术语及计划要素的规范化，这些活动构成了全球变化研究的思想基础。“硬件建设”包括不同尺度、多平台的科学观测系统，更高分辨率的分析测试仪器设备，地理信息系统及其网络化发展，这是关系到研究成果的国际可比性、资源共享和长期观测、持续研究的重要条件和技术保障。下面将重点介绍一些中国全球变化研究的能力建设。

#### 3.2.1 国家重点和部门开放实验室建设

近 10 年来，在地球科学与资源、环境研究领域，由国家计委、国家科委、中国科学院、国家教委等部门陆续建成了一些国家重点实验室或部门开放研究实验室（表 3-2），在技术条件方面对实验观测、分析测试、计算模拟等仪器设备进行了更新添置，引进了一些新技术。许多全球变化研究的重大项目正是依托这些实验室的大力支持和保障而做出了很好的工作。

表 3-2 可供全球变化研究利用的国家/部门重点/开放实验室

| 实验室名称（挂靠单位）                          |
|--------------------------------------|
| 大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室（中国科学院大气物理研究所） |
| 大气边界层物理和大气化学国家重点实验室（中国科学院大气物理研究所）    |
| 资源与环境信息系统国家重点实验室（中国科学院地理研究所）         |
| 黄土与第四纪地质国家重点实验室（中国科学院西安分院）           |
| 环境地球化学国家重点实验室（中国科学院地球化学研究所）          |



| 实验室名称 (挂靠单位)                                  |
|---|
| 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室 (中国科学院水土保持研究所)           |
| 土壤圈物质循环开放研究实验室 (中国科学院南京土壤研究所)                 |
| 冻土工程国家重点实验室 (中国科学院兰州冰川冻土研究所)                  |
| 气体地球化学国家重点实验室 (中国科学院兰州地质研究所)                  |
| 测绘遥感信息工程国家重点实验室 (武汉测绘科技大学)                    |
| 暴雨监测与预报国家重点实验室 (北京大学)                         |
| 干旱农业生态国家重点实验室 (兰州大学)                          |
| 环境模拟与污染控制国家重点联合实验室<br>(清华大学、北京大学、中国科学院生态环境中心) |
| 系统生态开放研究实验室 (中国科学院生态环境研究中心)                   |
| 植被数量生态学开放研究实验室 (中国科学院植物研究所)                   |
| 湖泊沉积与环境开放研究实验室 (中国科学院南京地理与湖泊研究所)              |
| 陆地生态系统痕量物质生态过程开放实验室 (中国科学院应用生态研究所)            |
| 遥感科学开放实验室 (中国科学院遥感应用研究所)                      |
| 冰芯与寒区环境开放研究实验室 (中国科学院兰州冰川冻土研究所)               |
| 河口海岸动力沉积与动力地貌综合国家重点实验室 (华东师范大学)               |
| 环境演变与自然灾害开放研究实验室 (北京师范大学)                     |
| 海洋地质开放研究实验室 (同济大学)                            |
| 物理海洋开放研究实验室 (青岛海洋大学)                          |
| 森林植物生态开放研究实验室 (东北林业大学)                        |
| 森林生态环境开放研究实验室 (中国林业科学研究院)                     |
| 气候研究开放实验室 (国家气候中心)                            |

### 3.2.2 观测台站及其网络建设

在全球变化所涉及的科学领域中,中国科学院的野外台站,中国气象局、国家海洋局和国家环保局的观测(监测)台站网络,林业部的森林生态系统定位研究站,都可以成为有关项目的观测研究基地。特别是中国科学院的“中国生态系统研究网络”(CERN),共投入经费近2亿元,其规模、结构、功能均引起了国外专家的瞩目,达到了国际先进水平,已在全球变化研究中发挥了重要的、不可替代的作用。

中国生态系统研究网络于1988年筹建,其结构包括29个野外研究台站(农业16个,林业7个,草原2个,湖泊2个,海洋2个,见表3-3),水分、土壤、大气、生物和水体生态系统5个分中心及一个综合中心。其长远目标是在网络监测与观测,并与遥感、地理信息系统、数学模型等现代方法进行综合的基础上,开展全球变化背景下的主要生态系统与环境研究,为改善我们的生存环境、自然资源的持续利用和推动生态系统研究做出贡献。该网络的技术系统包括以生态站为基地的观测、实验技术系统和以站、分中心及综合研究中心为依托的数据质量监控系统的两个子系统。其信息系统的数据包括小尺度(台站范围)、中尺度(区域范围)和大尺度(全国范围)的环境、资源与生态系统的的社会与经济等数据。其信息系统的结构是由29个生态站信息系统、5个分中心信息系统和1个综合中心信息系统为结点的分布式信息系统网络,即由35个局域网和通过用光纤、微波、电话网、公

用分组交换网连接成的一个广域网络，并将通过采用国际标准的计算机网络协议和开放性的系统软件，最终建成对国内外开放的系统互联环境。

表 3-3 中国生态系统研究网络 ( CERN )

| 站 名            | 隶属单位      | 区域类型           |
|----------------|-----------|----------------|
| 海伦农业生态实验站      | 黑龙江农业现代化所 | 温带半湿润松嫩平原      |
| 三江平原洪河沼泽站      | 长春地理所     | 温带三江平原沼泽       |
| 沈阳生态实验站        | 沈阳应用生态研究所 | 暖温带半湿润辽河平原     |
| 奈曼沙漠化研究站       | 兰州沙漠所     | 暖温带半干旱科尔沁沙地    |
| 栾城农业生态实验站      | 石家庄农业现代化所 | 暖温带半湿润华北平原     |
| 禹城综合实验站        | 地理所       | 暖温带半湿润半干旱黄淮海平原 |
| 封丘农业生态实验站      | 南京土壤所     | 暖温带半湿润半干旱黄淮海平原 |
| 常熟农业生态实验站      | 南京土壤所     | 暖温带半湿润半干旱黄淮海平原 |
| 桃源农业生态系统观测实验站  | 长沙农业现代化所  | 中亚热带红壤丘陵区      |
| 鹰潭红壤丘陵农业生态实验站  | 南京土壤所     | 中亚热带红壤丘陵区      |
| 千烟洲红壤丘陵农业生态实验站 | 综考会       | 中亚热带红壤丘陵区      |
| 盐亭紫色土农业生态实验站   | 成都山地所     | 中亚热带川中紫色土丘陵区   |

| 站 名            | 隶属单位      | 区域类型          |
|----------------|-----------|---------------|
| 长武农业生态实验站      | 水土保持所     | 温带半湿润半干旱黄土丘陵区 |
| 长寨农业生态实验站      | 水土保持所     | 温带半干旱黄土丘陵区    |
| 沙坡头沙漠研究站       | 兰州沙漠所     | 温带半荒漠         |
| 阜康荒漠生态实验站      | 新疆生物土壤所   | 温带荒漠          |
| 长白山森林生态系统定位研究站 | 沈阳应用生态研究所 | 温带针阔混交林       |
| 北京森林生态系统定位研究站  | 植物所       | 暖温带落叶阔叶林      |
| 会同森林生态系统实验站    | 沈阳应用生态研究所 | 亚热带常绿阔叶林      |
| 鹤山红壤丘陵试验站      | 华南植物所     | 南亚热带常绿阔叶林     |
| 鼎湖山森林生态系统定位研究站 | 华南植物所     | 南亚热带常绿阔叶林     |
| 贡嘎山山地生态系统站     | 成都山地研究所   | 亚热带高山季雨林      |
| 西双版纳热带生态试验站    | 昆明生态所     | 热带雨林          |
| 内蒙古草原生态系统定位站   | 植物所       | 温带草原          |
| 海北高寒草甸生态系统定位站  | 西北高原生物所   | 温带高山草甸        |
| 东湖生态系统试验站      | 武汉水生生物所   | 亚热带淡水湖泊       |
| 太湖生态系统实验站      | 南京地理与湖泊所  | 亚热带淡水湖泊       |
| 胶州湾海洋生态实验站     | 青岛海洋所     | 温带海湾          |
| 大亚湾海洋生态系统试验站   | 南海海洋所     | 亚热带海湾         |

### 3.2.3 数据库建设

1988 年 9 月，中国正式加入国际科学联合会理事会的世界数据中心 ( WDC )，并定名为世界数据中心中国中心 ( WDC-D )。作为世界数据中心的正式成员，我国不仅可通过 Internet 等多种形式使用该机构在世界各地所属

单位的各种数据资料，也为及时掌握国外先进数据管理方法和技术、了解国际动态提供了重要的途径。WDC-D 目前共有海洋、气象、地震、地质、地球物理、空间物理、天文、冰川冻土、可再生资源和环境等 9 个学科中心，多数中心仍以印刷品和软盘、磁带为主要介质提供数据服务，但今后各中心在 Internet 上的数据服务将会迅速发展。这些中心可以提供的数据库服务包括：

- 冰川数据库、积雪数据库、冻土数据库；
  - 土地资源、水资源、气候资源、草场资源、森林资源、野生动植物资源、旅游资源、能源资源等各种数据，人口与劳动力、社会经济、宏观环境数据及地理背景等可用图形数据；
  - 太阳活动资料与中国综合世界时系统；
  - 通过实时和非实时方式收集的各种气象数据资料，如高空气象资料、地面气象资料、太阳辐射资料、海洋气象资料、冰雪圈资料、大气成分资料、水文资料、地面和植被资料、代用资料、日地资料等；
  - 基础地质、矿产地质、环境地质、矿产综合利用与分析测试、地质图件和各种数据；
  - 地磁、地热、重力、脉动哨声、考古磁学、地震、高温高压、岩石力学、盆地演化、人工地震测深、磁测深等地球物理数据；
  - 太阳活动区和太阳爆发、太阳宇宙线、太阳风和行星际磁场、宇宙线、地磁场、辐射带、等离子体波、高层大气等空间物理数据；
  - 海洋水文、气象、动力、沉积、化学、生物、地质、地球物理和污染等海洋数据；
  - 国家地震局各类台站的常规观测、流动观测以及专项观测等各种数据。
- 此外，据国家计委、国家科委 1995 年 3 月对全国信息资源的调查，全国科研单位自建有关地球科学、环境科学等数值库、事实库、文献库 100 多个，均已具有一定规模并能够对外提供服务。表 3—4 列出了一些全球变化研究及部分相关数据库的名称及其建库单位。

#### 3.2.4 遥感与地理信息系统

近年来，我国的遥感技术和地理信息系统发展迅速，为全球变化研究提供了良好的技术保障和设备支持。目前我国对地观测能力建设大大加强，如先后研制完成的第一颗国土资源普查科技实验卫星（1985）、中国遥感卫星地面站（1986）、“中国海监”飞机机载遥感系统（1987）、STAR-1 极轨气象卫星地面站（1987）、风云 1 号和风云 2 号气象卫星（1988，1990）及其资料接收处理系统（1987）、多条带多极化成像合成孔径侧视雷达（1988）、机载合成孔径雷达实时数据传输系统（1990）、高空机载遥感实用系统（1990）、海冰航空遥感监测技术系统（1990）、卫星海洋环境资料实时接收与处理业务系统（1992）、中国全球定位系统（GPS）A 级网（1992）、风云 1 号甚高分辨率扫描辐射计（1993）、专用于草地监测的气象卫星地面接收站（1993）、轻型多功能气象卫星云图接收处理系统（1993）、中国遥感卫星地面站接收及处理系统科技改造工程（1993）、机载微波散射计（1993）、航空遥感实时传输系统（1995）、新型遥感器及其配套技术（1995）、机载成像光谱仪（1995）、美国海星卫星（Seastar）地面接收站改造工程（1995）和巨型机并行处理的 SAR 成像处理设备（1996）等。通过这些努力，建立了

我国自己的多层次遥感数据获取、接收、处理应用系统，实现了“航天-航空-地面”遥感平台三位一体的立体实时观测（1994）；先后进行了全国的或区域性的一些应用研究工作，如上海海岸带和滩涂资源综合调查（1987）、海洋水色遥感（1989）、三北防护林和内蒙古草原地区牧场防护林及中国南方热带林调查（1989，1993）、京津唐和黄河三角洲地区国土资源与环境调查（1989，1993）、全国土壤侵蚀调查（1992）、晋陕蒙接壤地区脆弱生态系统监测（1993）、准实时海洋海冰业务预报（1995）和台风、暴雨灾害性天气监测预报（1996）以及洪水、林火监测等。一批颇具代表性的基础地理信息系统和专业地理信息系统的建设项目正在顺利实施，如国家基础地理信息系统（包括全国1：100万比例尺地形数据库、地名数据库、全国数字高程模型和试验性重力数据库）、国务院综合国情地理信息系统（即9202工程，以国家基础地理信息系统为基础，包含地理信息、政务信息、国民经济统计信息等办公自动化为一体的信息系统）、重大自然灾害监测与评估信息系统、重点产粮区主要农作物估产信息系统、中国资源环境宏观调查与动态研究，中国资源环境数据库及其相应的动态信息服务体系的建立等。

表 3 - 4 中国全球变化研究及部分相关数据库

---

数据库名称 (建库单位)

---

中国全球变化研究项目数据库 (中国科学院兰州文献情报中心)  
全球变化数据信息库 (中国科学院全球变化东亚研究中心)  
全球变化研究成果与资源数据库  
(国际地球科学信息网络集团中国科学院中心, CIESIN-CAS Node)  
空间科学数据库 (中国科学院空间科学与应用研究中心)  
国家级基本资源与环境遥感动态信息系统 (中国科学院遥感应用研究所)  
黑河实验数据库 (中国科学院兰州高原大气物理研究所)  
常规气象观测数据库 (中国科学院长沙农业现代化研究所)  
气象数据库 (中国科学院植物研究所)  
气候数据库 (中国科学院大气物理研究所)  
中国气候数据库 (中国科学院植物研究所)  
大气光学参数数据库 (中国科学院安徽光学机械研究所)  
地物波谱特性数据库 (中国科学院安徽光学机械研究所)  
全国资源环境数据库 (中国科学院自然资源综合考察委员会)  
中国土壤分类数据库 (中国科学院土壤研究所)  
中国植物地理数据库 (中国科学院植物研究所)  
国家基础地理信息系统 1 : 100 万地形数据库 (国家测绘局)  
国家基础地理信息系统 1 : 25 万地形数据库 (国家测绘局)  
中国湖泊数据库 (中国科学院南京地理与湖泊研究所)  
中国二叠纪古地理数据库 (中国科学院南京地质与古生物研究所)  
中国显生宙古气候敏感沉积物数据库 (中国科学院南京地质与古生物研究所)  
二叠纪古生物、地层和古地理信息资料数据库  
(中国科学院南京地质与古生物研究所)  
历史环境和社会、经济数据库 (中国科学院地理研究所)  
地球化学勘探数据库 (地矿部北京计算中心)  
全国水文数据库 (水利部水利信息中心)  
地下水资源数据库 (中国水文地质工程地质勘察院)

---

数据库名称 (建库单位)

---

地下水动态监测数据库 (中国水文地质工程地质勘察院)  
黄河流域水文资料数据库 (中国科学院水土保持研究所)  
生态环境数据库 (中国科学院植物研究所)  
自然保护区数据库 (中国科学院植物研究所)  
青藏高原生物多样性数据库 (中国科学院植物研究所)  
海洋环境数据库 (国家海洋信息中心)  
海洋数据库 (中国科学院南海海洋研究所)  
全国海岛资源综合调查数据库 (国家海洋信息中心)  
南海海洋生物数据库 (中国科学院南海海洋研究所)  
南沙地球物理数据库 (中国科学院南海海洋研究所)  
南沙海洋科学综合数据库 (中国科学院南海海洋研究所)

---

### 3.2.5 海洋观测及海洋资源、环境信息系统

经过多年努力，中国海洋观测站网初步形成，陆续开展了海岸和岛屿观测站、海上自动观测平台、海洋调查船、辅助观测船、海洋浮标站、海洋监测飞机等的海洋观测，以及卫星遥感资料接收处理工作；已进行了海洋普查和多种专业调查，坚持了长期的断面调查和台站观测，组织了全面性海岸带综合调查和海岛调查，为海洋资源和环境研究积累了丰富的实地调查资料和图件；特别是配合全球变化的一些核心计划展开的调查、观测，还为国际全球变化研究作出了贡献。今后，在强化由岸站、船舶、锚泊浮标、表层和深层漂流浮标、潜标、潜器、平台、飞机遥感、岸基遥感、水声遥感和卫星遥感组成的多功能立体观测网的基础上，将会建设一个布局合理、装备先进、功能齐全、全方位、立体化的中国海洋观测系统，使海洋观测工作在总体水平上接近或达到国际先进水平，使一些观测项目与重大的国际海洋计划（如全球海洋观测系统 GOOS 等）接轨，同时建立中国海洋资源、环境数据库和管理信息系统，并与国际联网，对中国海洋及海岸带资源、环境进行动态监测，及时实现数据更新和信息共享，预测未来变化趋势。

### 3.3 存在问题

客观地讲，中国学者不仅是较早地介入了而且是积极地参加了国际全球变化研究活动，并做出了自己的贡献。在国内，按照国家经济、社会发展的需求，从全球变化研究思想和框架出发，组织了一批很有意义的研究项目，取得了许多重要成果，而且得到了 ICSU、IGBP、WMO 以及联合国所属的许多国际组织负责人的高度评价。但由于种种原因，与科技发达国家相比尚有许多差距。目前存在的一些问题虽是发展中的问题，是任何大型科研计划执行中惯常出现的问题，但仍应引起我们的关注。

#### 3.3.1 学科交叉与综合不足

全球变化研究一直非常重视学科的交叉与结合。这个问题在 1996 年的 IGBP 大会上被再次强调，并认为目前的研究在学科交叉与综合，特别是自然科学与社会科学的交叉与综合方面存在着严重缺陷。这种缺陷在中国的全球变化研究中也很有严重。中国过去的科学研究往往习惯于强调各个学科和部门的独立性，这种习惯在一定程度上被涉猎全球变化研究的学者们不自觉地延续了下来，并在研究中表现出来，束缚着各个学科的交叉、渗透与综合。有些综合的课题，其综合通常只表现在课题的设计上，而不体现于实际操作过程中。这往往受制于合作者的兴趣和他拥有的可贡献的资源以及合作各方的科学标准、技术的相容性和工作过程中的交流。尤其是当研究内容涉及自然科学与社会科学两大领域时，由于自然科学研究者与社会科学研究者在过去的科学研究中很少沟通，所以这种缺陷更为严重。目前，虽然大多数全球变化研究者已经认识到这个问题的严重性，并已着手改善，但离全球变化研究的科学要求，差距甚远。

#### 3.3.2 组织与协调

与国际全球变化研究组织相对应，中国于 80 年代在中国科协的统筹下成立了 WCRP 和 IGBP 全国委员会，并分别挂靠在中国科学院大气物理研究所和中国科学院自然与社会协调发展局。I-HDP 和 DIVERSITAS 全国委员会正在国家科委和中国科学院系统内酝酿成立。这些全国委员会的建立对于促进国内外全球变化研究领域的交流、协调中国有关部门的全球变化研究做出了贡

献，但由于这些全国委员会并无一些实质性的管理权限，只能在较小范围内做协调工作，包括主持研讨会、保持与国际组织联系以及调研中国的研究进展等。对比国际全球变化研究组织，中国缺少国家级的跨部门统筹机构来全面指导协调 WCRP、IGBP 和拟成立的 IHDP、DIVERSITAS 全国委员会的工作。另一方面，中国支持全球变化研究的部委级机构大约有 20 多个，参加研究的大学和研究所超过 100 个，但彼此通气不够，往往是一个项目多头研究或一个学者多个项目，项目重叠现象大量存在，而有些重要的跨学科领域（如自然科学与社会科学的交叉）尚未及时组织投入，解决这些问题也迫切需要建立具有权威的国家级协调机构。

### 3.3.3 经费与人员问题

经费短缺是影响全球变化研究的重要问题。即使相比较于南亚发展中国家，中国的科研投入仍显得不足。如前所述，在 1985~1994 的 10 年间，共有 5706 人（次）获得了 12518.3 万元（人民币）的资助，平均每年每人（次）只有 2200 元的经费，这只是国内一次短途出差费用。据美国全球变化研究委员会信息办公室统计，1996 年美国用于全球变化研究的总投资约 24 亿美元，参与研究的科学家每年获得的资助人均约 12 万美元，是中国科学家的 400 倍。按中国国家统计局公布的“美国国民人均收入是中国的 60 倍”比例推算，中国资助全球变化研究的相对强度不及发达国家的 1/7。这种差距带来的不仅是研究水平的差异，人才的流失和学科的衰落，更重要的是使得中国缺乏实施社会经济持续发展战略时所必须参考依赖的科学依据和对策建议。

中国科研队伍目前呈现出严重的青黄不接现象，使得许多老科学家不仅奋斗在科研前沿，而且继续坚守在国家项目主力研究位置上。人们认识到培养一大批跨世纪青年研究人员是推进目前全球变化研究的重要保证，但在具体操作过程中却仍有许多问题需要改进。比如我国的全球变化研究培训工作相对薄弱，年轻的、具多学科高层次综合能力的学术带头人成长缓慢，知识面偏窄。

### 3.3.4 能力建设与资源共享

毫无疑问，中国的全球变化研究能力较之 10 年前有了长足的发展，但是由于长期投入不足，科学发展的支撑技术薄弱，尤其缺乏完整的、长期的和连续的现代观测探测系统和先进的测试实验技术及信息系统的保证。另一方面，由于条块分割历史造成的体制缺陷使得许多大型设施利用不足，在建立数据资源共享体制上困难重重。全球变化观测与研究具有大尺度、长序列、连续性、综合性、高技术、高投入的特点，而且会产生巨量数据需要进行汇编处理，必须认真了解有关要求，以使我们的观测与研究工作能够与之匹配，并能充分共享这些数据资源。现代通信技术、数据处理技术和计算机网络化的发展，也给我们提出了如何充分有效地开发利用网络资源问题。

### 3.3.5 宣传与动员

全球变化不仅是科学研究的重大课题，而且关系着人类社会的生存和发展。解决这一问题需要科学家的努力，需要决策者、政府部门和工商企业的努力，更需要全球每一个人的努力。这意味着，科学家除努力研究全球变化问题外，还负有一个重要使命，即广泛宣传、普及“全球变化”的概念，尽可能地唤醒社会公众的“全球环境意识”。与科研水平相比，中国学者在“全

球变化”宣传、普及工作上同西方发达国家的状况差距更大。国际全球变化研究发展很快，出现了许多新思想、新方法，许多计划都已制定实施，而国内除了少数专家了解国际计划的全貌外，绝大多数科研人员和管理人员对其目标、内容、进展至今缺乏全面了解。

在国际上的可视度(Visibility)也是宣传方面的一个重要问题。叶笃正多次强调：尽管在第三世界国家中，中国的全球变化研究成果和研究地位都是最显著的，国际科学界的评价亦很高，但实际上目前国际同行所知晓的仅仅是中国所有工作的一小块。中国的出版(主要是英文)、讲演(国际讲台)、宣传等都还远远不够。



## 4 中国全球变化研究战略

### 4.1 战略目标

中国开展全球变化研究的目的是为中国及全人类的可持续发展做出贡献，为中国“环境政策”提供科学依据。为达到上述目的，中国全球变化研究拟遵循如下战略目标：

(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)预测我国未来环境变化趋势及其全球影响，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。

### 4.2 战略重点

这里所指的战略重点是中国从事全球变化研究中的主要科学问题。

#### (1)生物地球化学过程

与物理过程或化学过程不同，生物地球化学过程强调的是生物圈中在生物有机体直接参与下发生的地球化学过程。自然界各类生态系统的存在与发展，依赖于C、N、P、S等生命必需的元素正常循环与相对稳定。随着人口的增长与社会各方面的发展，人类的生产、生活与消费过程已大大改变了自然界原有的循环与平衡。据报道，参与全球生物地球化学循环的磷(P)元素的潜在速度在本世纪就增加了近百万倍。同样，由于能耗增长，CO<sub>2</sub>等引起的全球温室效应，SO<sub>2</sub>引起的酸雨危害，氮、磷化肥的过量使用而产生的水体富营养化与生态破坏等环境问题，正在严重地威胁着人类的生存和发展。

#### (2)陆地生态系统与气候的相互作用

其目的是了解气候变化、大气成分变化、土地利用对陆地生态系统的影响以及预测这种影响和研究它们对物理气候系统的反馈作用。重点研究植被在地球系统水分循环中的作用和全球变化对生态系统的生理过程、组成与结构的影响，以及对农业和林业的影响。

#### (3)地球环境演变历史及其变化的原因

为了解地球环境过去的变化及地球系统长期演变的动力过程，可以从两个主要时段上去研究，其一为近2000年左右的历史时期的变迁，另一个为近15万年来的末次冰期过程。为此，高分辨率、可靠的代用资料的收集，及依此进行的历史环境的复原和历史时期的气候和环境分析十分重要；长时间的太阳辐射与气候环境变化的关系的研究工作，如太阳活动和地球轨道参数变化对历史时期气候变化的影响、地球内部的基本过程、历史上突变事件及其强迫机制和前兆等等，同样需要进一步加强。这些研究工作将有助于人类了解生物圈在近代环境变化中的作用，有助于科学界发掘人类活动和自然变化之间的联系。

#### (4)地球系统的综合分析和模拟

全球变化研究的重要目标之一是要对地球系统的变迁建立模型，作出定量解释和预测。因此，要逐步开展地球系统中各层圈之间相互作用的分析、模拟研究；地球系统中各种尺度之间的相互作用分析和模拟研究；并相应开展地球系统动力学的研究。

#### (5)人类对全球变化的适应与调控

全球变化研究的最终目的是促进人类社会可持续发展，全球变化研究计划实际上都围绕着当全球环境发生变化时人类社会将如何适应以及如何减缓与调控全球环境变化这两个方面，其中人类对全球变化的调控作用尤为重要。人类要充分利用先进的科学技术，不仅要恢复被人为活动破坏了的自然环境，而且要能够对环境的自然变化施加影响，为人类的文明发展创造一个更美好的全球环境。需要研究的问题有：人类活动对土地利用状况的影响，人类需求与技术和水资源的相互关系，人类对海岸带发展的影响，社会和经济因素对温室气体排放的影响，过去环境变化和社会变化之间的联系，全球变化对农业、海岸带、能源及其它诸如人类健康、城市建设、交通运输和各种工业活动的影响，等等。

### 4.3 遴选原则和优先领域

#### 遴选原则

立足于中国，着眼于中国生存环境变化中的突出问题，研究其演变、形成机理及预测其趋势，能够回答中国对全球变化的影响是什么？

能够回答全球变化诸因素中对中国影响最大的是什么？

能够为国家工农业生产、资源和环境保护带来直接利益；

能够与国家目标——国民经济和社会发展的近期计划及远期规划相结合，为国家制定相应政策提供科学依据；

具有不可替代的研究背景（如地域背景和资料背景），具有良好的研究基础，预期能够取得国际水平的研究成果；

有利于加强与国际全球变化计划相应组织的联系，有利于开展国际合作；

有利于加强交叉和综合研究。

#### 优先领域（“九五”期间至2010年）

##### (1)古气候、古环境研究

继19世纪进化论和20世纪板块学说之后，地球科学对气候和环境变迁机制的揭示可望成为21世纪的重大理论突破点。藉助黄土、冰芯、湖海沉积和历史文献等代用资料，重点恢复千年尺度的环境演化序列，揭示不同时间尺度上全球及区域的重大环境事件，将是实现上述期望的重要基础。依靠我国独特的自然条件和历史资料的积累，集成考察陆地、海洋和大气系统，建立我国过去数千年来高分辨率的、为国际公认的环境演变序列，恢复过去我国环境演变的图像，研究这些图像演变过程、机制及其全球影响，预测未来自然环境变化的趋势，将是未来几年内我国科技界为国际全球变化研究最有可能、也应该做出的重要贡献。

宜开展的研究包括：各类代用资料的合并及高分辨率、长时间尺度的环境要素序列的建立，东亚季风气候演变的地质记录和驱动机制；海陆相互作用和东亚环境演变的全球效应，我国生物区系演替及早期人类演化，等等。

#### (2) 季节到年际的气候变化研究

为了发展短期气候变化的预测技术，需要研究季节变化和年际气候变率，以提高季节到年际气候变化的可预报能力，尤其是要做好旱涝灾害的预测、预报工作。

本主题的科学目标是通过典型地区、重要过程的观测试验研究，系统的资料诊断、理论分析和数值模拟，认识地球系统变化（特别是年际和年代际）的规律和机理，揭示其控制因子，提出气候系统短期变化的预测理论和方法。

主要研究内容有：气候系统演变的动力学理论（低频振荡，不同时间尺度大气环流异常的相互作用）；ENSO 循环理论及海气相互作用；陆气相互作用；气候模式的发展与完善；气候系统的模拟及预测理论和方法。

#### (3) 十年到百年的气候和环境变化研究

认识海洋环流在十年到百年气候变化中的作用；揭示控制中国生存环境宏观变化的关键过程；探求环境变化的敏感区、敏感带及重大环境变化的早期信号；建立生物、化学和物理过程相耦合的季风区域环境系统模式和变化的科学理论；预测和评估全球变化和人类活动对下世纪我国生存环境的影响，为国家在重大环境问题上的宏观决策和社会发展长远规划的制定提供科学依据。

主要研究内容有：大气、海洋环流的长期变化及数值模拟；季风系统中生物、化学和物理过程的相互作用研究和季风驱动的生存环境系统动力学研究；全球变化敏感带、敏感地区的样带研究；环境变迁早期信号捕捉与监测研究；全球及区域环境系统模式的发展和环境系统长期变化（几十年到百年）的预测研究。

#### (4) 土地利用和土地覆盖变化研究

土地利用是人类社会活动和生产活动的一种主要方式。随着社会的发展，土地利用的格局、深度和强度不断发生变化，由此对地球环境的各个方面产生了深刻影响。应在深入了解土地利用变化的驱动因子的基础上，以充分翔实的数据信息为依据，确定土地利用和土地覆盖变化的历史与现状。要采用历史资料、宏观调查和遥感信息等多种手段获得过去（300 年）全球和不同区域土地利用和土地覆盖变化的科学数据。分析造成上述变化的自然和人为的因素，建立起土地利用和土地覆盖变化与诸因素之间的定量关系和数学模型。以此为工具，预测未来 50 ~ 100 年土地利用和土地覆盖状况的变化情况。

开展土地利用引起的地表覆盖状况变化的环境影响研究。土地利用的变化能够直接改变地表的覆盖状况，它一方面改变地球表面物理特性（如反照率、粗糙度、土壤含水量等），影响与气候直接有关的地表与大气之间的能量和水分交换过程；另一方面又能改变地球表面的生物地球化学的循环过程，影响地表与大气之间的微量气体交换和土壤-植被间的营养物质输送。另

外，土地利用变化还通过土地覆盖的改变而直接影响到生物多样性、影响区域的水份循环特征、改变生态系统的结构及组成并影响到生态系统的功能。

上述变化的集成作用，反过来又会影响全球气候和人类社会的发展。不合理的土地利用破坏了土地资源，并带来严重的生态和环境后果，是人类社会可持续发展的严重障碍。因此，土地利用问题也同一系列国际公约，如气候变化框架公约、生物多样性保护公约和荒漠化防治公约等有密切关系。

#### (5) 陆地生态系统演变与重建机理

陆地生态系统（森林、灌丛、草原等）是最重要的第一性生产力的天然合成工厂和保护与调节环境（气候与土壤）的绿色屏障。生态系统的结构、功能与过程的研究成为现代生物学永恒的主题，尤其是 70~80 年代分子生物学与信息科学技术的迅速发展，使生态系统研究在机理与模型方面取得了突破性的进展。在我国悠久历史的文明长河中，一方面培育与营造了形成大量优势高产的人工生态系统（农田、人工林、人工草地、复合农林系统等）；另一方面又由于不合理的开发利用而损害了自然陆地生态系统，导致了許多地区的系统结构在不同程度上衰退。如我国干旱半干旱区生态系统的荒漠化就是因为人类活动的影响而造成的具有普遍意义的、极端化的系统结构退化的例证。据保守的估计，我国退化生态系统的面积约占国土面积的 40%，其中荒漠化面积占国土的 27.3%，严重地威胁我国自然与社会的可持续发展。

本主题的研究目标是通过对我国特有的陆地生态系统的结构、功能与过程，以及对其退化演变机理的研究，探索恢复或重建（包括新组合）陆地生态系统的科学原理，以建立退化生态系统恢复重建的合理途径与优化模式，提高我国陆地生态系统研究，以奠定我国自然与社会可持续发展的重要理论基础。

主要研究内容有：我国亚热带生态系统的退化与重建机理及其多层次（区域、景观、生态系统）的优化生态模式研究；我国干旱、半干旱区生态系统荒漠化的原因、机制与过程及其治理的优化生态模式研究；长江三角洲的农业生态系统与农土复合系统的结构、功能与机理研究。

#### (6) 碳、氮、硫、磷生物地球化学循环及其生态、环境效应

我国人多地广，经济发展很快，每年释放的  $\text{CO}_2$  已占全球总排放量的 10.7%，农用化肥中氮、磷肥的使用量已分别占全世界的 21.6% 和 13.7%。我国又是煤耗量最多的国家，酸雨危害日益严重，加上资源分布与经济发展很不平衡，尤其需要研究这些元素在生物地球化学循环过程中的分布与变化规律，以便采取相应的环境对策与控制措施，这将对解决我国的生态、环境问题和研究全球变化与世界的环保策略均有重大贡献。

建议开展的研究有：N、P 的生物地球化学循环与农业持续发展；N、P 污染与水体的富营养化；S 的污染、输送、分布与酸雨的形成和危害；C、N 污染的生物地球化学循环与大气增温的机理；我国 C、N、P、S 生物地球化学循环与全球变化的关系和我国 C、N、P、S 污染及其主要控制对策。控制海洋内碳循环和相关联的营养物质随时间变化的大尺度过程；相应的海洋和大气之间的  $\text{CO}_2$  交换以及海洋与海底和大陆之间的碳交换评估；海洋生物地球化学过程对人为扰动的响应；人类活动对气候变化有关的海洋过程的影响。

#### (7) 大气物理化学过程及其对气候、环境的影响

本主题的目的是通过观测、分析我国乃至全球大气化学的变化，提高对决定大气化学成分的基本过程的认识，大气化学组成与生物过程和气候过程之间相互作用的认识，预测自然因子和人为活动对大气组成的影响，为保护生物圈和气候提供必要的科学依据。

其主要研究内容有：开展我国大气痕量气体、臭氧及其前体物和气溶胶基本特征的观测、分析，研究其主要大气成分的生物、化学、物理过程、复合生态系统与大气相互作用的生态过程，评估我国典型地区气候-空气质量-生态系统近期变化及未来发展趋势，寻求经济可持续发展的对策。

#### (8) 中国海海洋动力学过程

本主题的目标在于揭示中国海海洋环流动力学、生态系统动力学以及与此相关的沉积物动力学、营养盐动力学过程，提供海洋环流和海洋生态系统动态变化的定量依据，认识中国海海洋动力学过程及其环境、资源效应，提高对其未来变化趋势的预测能力，为我国海洋资源开发、环境保护、国防建设和维护海洋主权服务，为国家制定海洋国土长远规划提供科学依据。

其主要研究内容有：中国海海洋环流动力学；我国大河河口的陆海相互作用（河口环流，沉积物输运与转移，生物地球化学过程）；海洋沉积动力学、营养盐动力学和海洋生态系统动力学与生物资源可持续利用（物理、化学与生物过程的耦合，海洋生态系统结构和生产力）；选择具有全球意义的、有代表性的经济发达的滨海地区，研究区域内典型海洋生物种群生长的化学、物理及生物学条件。

#### (9) 青藏高原和极地对全球变化的作用研究

青藏高原和南北极是全球环境变化无（少）人类干扰的背景区域，要重点开展这些背景区域环境演变过程研究和对比研究。

近四五千万年来，大气  $\text{CO}_2$  减少几成，极地温度下降十余度，地球进入两极有冰盖的“冰室”状态，这一过程成为研究气候环境宏观演变机制的前沿课题。在此期间东亚地区自从印度板块碰撞以来经受了全球最强的构造形变。随着青藏高原的隆升和边缘海的张裂，形成了中国现存的地形气候格局。东亚的巨变，不仅是研究地球表面各圈层相互作用的绝好实例，也很可能就是导致新生代几千万年来全球变冷的重要原因，从而吸引了全世界的注意。

其主要研究内容有：青藏高原隆升与全球环境变化；青藏高原特殊生境生物学；青藏高原的资源与环境及其发展模式。为取得长时间尺度高分辨率环境演变序列，需要实现在我国陆地的环境钻探计划和参加国际大洋钻探。

南北极是全球变化的敏感区，同时其变化，特别是冰的变化会导致全球海洋环流、海洋生态和全球气候的变化。南北极区同时也是日地系统和地球系统相互作用强烈的区域。研究内容应包括极区冰、气候、生态和日地物理要素变化的综合分析研究，并加强极区变化与全球，特别是北半球变化相互作用的分析与模拟。

#### (10) 中高层大气全球变化特征及其对地表气候环境的耦合作用

地球系统的全球变化不仅表现在地表气候环境的重大变化，也表现为整个大气各层间独特的响应与表征。当由于温室气体排放引起“全球变暖”时，

从理论分析和实际测量中均已发现中高层大气的“全球变冷”。由此，中间层顶由于低温造成了夜光云的增加。中层大气的全球变化，又反过来调制和影响底层的气候与环境。南极臭氧洞的出现和北半球中纬臭氧的持续减少，突出表现在中层，特别是平流层大气对于地表与人类活动释放物质的破坏性响应，对地表生态和人类健康产生了不利的影响。地表与人类活动产生的温室和其它有害气体正是通过对流层顶进入平流层，造成了包括臭氧层变化在内的中层大气的全球变化。我国位于濒临太平洋的东亚大陆，又有青藏高原的独特地形，对对流层-平流层的交换具有重要作用。

其主要研究内容有：我国（东亚大陆）中层大气全球变化特征分析与模拟研究，我国上空臭氧层变化与地面紫外（-B）辐射的监测与变化趋势模式研究，青藏高原对对流层-平流层相互作用的过程及其对气候环境变化的作用研究等。

#### (11) 区域水资源的持续利用

淡水资源的匮乏和人类社会对水资源需求的不断增加已经成为一个全球性的问题。中国的淡水资源虽然较为丰富，但人均拥有量却较少，仅居于世界的第 88 位，属贫水国，因此这个问题更为严重。水资源的数量和质量虽都具有动态性和可恢复性，但水资源在一个特定时期内又是相对稳定的，即当自然环境，尤其是人类技术环境、需求环境相对稳定时，可利用的水资源量是相对稳定的。从社会发展的观点来看，水资源具有两个最根本的特性：一是它的社会性，即水资源的内涵是随着人类社会需求与价值标准而变化的，离开了社会性，水资源的内涵无从谈起；二是它的通量性，即水资源是一种通量资源。任何水资源的利用，都是水分以各种形式和各种速率表现的使用过程，并起到了载体、媒介、溶解、物质能量传输、化合等作用（刘昌明等，1996）。

水资源的持续利用实质是指人类社会在开发和利用水资源时，尽量利用科学技术，把需求关系放在环境允许的条件下，以期达到代际与区域的平衡。

建议开展的主要研究内容包括：全球变化与区域水资源评价；我国社会经济发展与水资源的可持续利用；区域水环境与水质保护；水资源的持续开发与重复利用；干旱与半干旱地区的水资源开发与持续利用；水资源的可持续利用政策等。

#### (12) 全球变化对中国社会经济影响研究及中国适应对策研究

主要包括：资源利用的人口和社会因素研究，能源利用研究，流域与海岸带治理研究，农业发展研究等。

全球变化研究必须打破传统学科的界限，以研究地球系统各组成部分之间的相互作用，物理、化学和生物过程的相互作用以及人与环境之间的相互作用等基本科学问题为对象，是一个学科交叉的基础科学命题，具有重大的理论意义。

### 4.4 近期目标和远期目标

#### 近期目标（2000 年以前）

初步形成中国全球变化研究体系，包括科学体系、研究队伍和研究装

备；

提出中国未来 20~50 年环境变化趋势及适应对策；

建成全球变化研究信息网络系统，实现信息共享；

力争“九五”期间全国范围内投入全球变化研究的经费达 1.5 亿元人民币（即比“八五”翻一番）；

积极推进学科交叉和综合集成研究，在大学本科和研究生教育中设立“全球变化”课程，在条件成熟的院校里增设“地球系统科学”系、科；

在全国范围内普及和宣传“全球变化”的概念和思想。

#### 远期目标（2001~2010 年）

形成和完善中国全球变化研究体系，建成一支高水平的、稳定的从事全球变化研究的队伍，完善包括从地面到空间的全球变化研究的观测系统；

做出 21 世纪中国环境变化趋势的预测，为中国 21 世纪可持续发展计划的实施如农业持续稳定发展、资源有效利用和环境保护等提供科学依据；

在全球变化研究的若干领域达到国际先进水平。

#### 4.5 战略措施

为实现上述战略目标和战略重点，尤其是根据近 5~15 年的优先研究领域，分阶段达到近期目标和远期目标，特提出下列战略措施供各部门参考：

迅速组建精干务实的全球变化研究协调办公室，协调各政府主管部门。在国务院科技领导小组的领导下，其主要职能包括：协调 WCRP、IGBP 全国委员会和拟建的 IHDP、DIVERSITAS 全国委员会以及其它组织机构（如 21 世纪议程领导小组）的相关活动，统一有关政策；在各有关政府部门间统筹安排全球变化多学科研究项目的设置，但不参与经费分配和项目管理；组织环境外交与有关国际公约问题的科技咨询，参加政府间全球变化研究网络（IGFA、APN、ENRICH 和 IAI）活动。

CNC-IGBP 要全面发挥科学指导作用，配合政府部门间全球变化研究协调办公室制定正式的全球变化研究国家计划，突出体现中国国情和区域特征的研究重点，继续加强与国际组织机构的交流与联系；CNC-IGBP 的各工作组应在有关领域中的学术组织、立项咨询、进展评价、成果鉴定等方面做出更大的贡献。

在国家自然科学基金委员会组织全球变化战略研究的基础上，制定“九五”与到 2010 年的兼顾 WCRP、IGBP、IHDP、DIVERSITAS 和可持续发展的研究规划，对国家攻关项目、攀登项目、基金项目及各部委立项的配套协调问题，重大（重点）项目与一般项目的比例问题，基础研究与应用研究的衔接延伸问题，全球变化在“863”、“921”等计划中的安排问题，分别提出较为具体的安排建议。

进一步加强全球变化研究的国际合作，努力扩大中国学者在国际全球变化研究组织中的地位，积极参与并争取主持有关重大国际科学计划，发展与世界各国的合作与对比研究。有关部门应该组织专门力量在国际上积极活动，谋取与中国国际地位相称的利益。

加强对全球变化研究的经费投入。在“九五”期间，国家有关部委对中国科学家进行全球变化研究的经费支持总额应不低于 1.5 亿元人民币，相当于“七五”、“八五”的投入总量，而且每年要有所增加（至少与物价增

长指数相同)。有关部门还应努力创造条件,组织中国科学家积极申请“世界银行全球环境基金”(GEF)和“全球变化研究资助机构国际小组”(IGFA)以及其它国际组织、国外合作基金的支持与援助。

加强对有志于从事全球变化研究的青年科学家的培训,给予其国际交流的机会,扩大其知识面;在中国科学院研究生院开办学科交叉的全球变化博士研究生班,培养具有综合分析研究能力的高层次人员;在全国开展全球变化的科普教育,提高公众对地球系统及其变化的认识。

强化中国全球变化研究系统与观测探测系统、分析测试系统、数据信息系统的管理与建设;在利用、改进原有观测系统,补充、完善海洋、空中、陆地不同类型的探测平台基础上,不断发展为全球变化研究服务的技术与支撑条件,逐步形成中国全球变化监测网络;统一确定观测要素,对常规观测与非常规观测进行格式化与规范化,同时对仪器设备的购置与标定、数据评价与汇编处理、数据网络的规划与实施、资源共享的原则与规定等统一安排,做好协调工作。

提高数值模拟和预测能力,重视超高速计算机、并行计算机和网络计算机的发展和应用,并力争在本世纪末到下世纪初在该方面缩短与发达国家的差距,以提高对全球数据的综合整理、分析和传递能力。

在CNC-IGBP之下增设数据工作组,制定有关全球变化研究数据资料管理法规,开发资源共享的示范工程,以此为契机解决全国地学界的数据资料壁垒现象。对国家级和省部级重大重点项目,增加数据评价与验收程序,实施在建立数据信息系统及其网络化方面可与国际接轨的政策与规范。

加强全球变化的宣传工作,特别是对外宣传。比如对中国全球变化研究国家报告的编纂,有关研究成果介绍的出版物及其在国际互联网络上的宣传、对IGBP NewsLetter的统一投稿等都应在国家科委、中国科协、国家自然科学基金委员会、中国科学院的支持下统一组织,给予落实。此外,支持建立几个综合的或专业的全球变化信息中心,长期跟踪国际前沿动态,随时报道国内研究成果,协助CNC-IGBP秘书处做好信息交流与情况通报工作。



## 附录 1

### 国际全球变化研究计划框架

全球变化研究 (Global Change Study) 是本世纪 80 年代兴起的跨学科的、综合性的、迄今规模最大的国际合作研究活动, 涉及地球科学、生物科学、环境科学、天体科学和遥感技术、数据库及网络化技术应用等众多的学科领域, 以地球系统科学理论为指导, 强调跨学科、交叉学科和跨部门、多国参与研究, 强调全球性诸多环境问题的区域尺度和全球模式的研究, 持续时间长, 经费投入多, 技术手段要求高, 强调基础研究与应用研究相结合, 代表了当今世界科学的发展趋势。广义的国际全球变化研究是一个庞大的计划体系 (图 1), 目前的发展来看, 它由四个相对独立又相辅相成的计划组成: 世界气候研究计划 (WCRP);

图 1 国际全球变化研究的科学计划与相关的观测 (监测) 系统  
国际地圈生物圈计划 (IGBP); 全球环境变化的人文因素计划 (IHDP);  
生物多样性计划 (DIVERSITAS)。其研究的对象及相互关系见图 2。

### 图 2 地球系统的全球变化研究

#### 1 世界气候研究计划 (WCRP)

在全球变化研究的有关计划中, WCRP 着重研究气候系统中物理方面的问题, IGBP 则着重研究地球系统中的地圈、生物圈相互作用问题。WCRP 是 1967 ~ 1980 年执行的 GARP 计划 (全球大气研究计划) 的继续, 从 70 年代中期开始酝酿, 1980 年起开始实施, 该计划由世界气象组织 (WMO) 和国际科学联合会理事会 (ICSU) 共同组织, 也是“世界气候计划” (WCP) 的最主要部分 (参见图 3)。

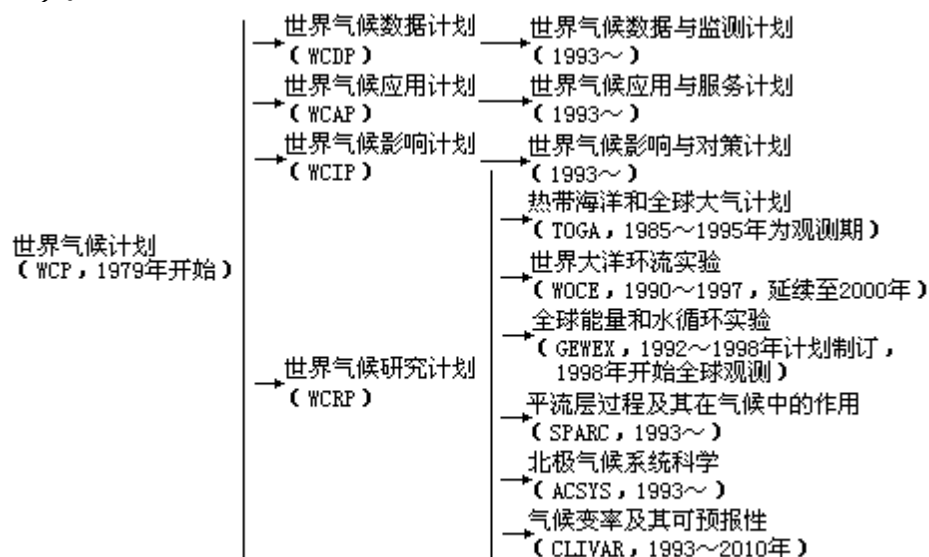


图 3 WCRP计划及相关计划

WCRP 目的是扩充人类对气候机制的认识, 探索气候的可预报性及人类对气候的影响程度, 它包括对全球大气、海洋、海冰与陆冰以及地表的研究。

WCRP 的长期目标是：改进和扩大对全球和区域气候的认识；设计和实施深入了解重大气候过程的观测和研究计划，包括海气相互作用、云与辐射间的相互作用、陆气相互作用；发展气候系统模式，论证对各种时空尺度的气候的预报能力；研究气候对人类活动引起的变化如大气中 CO<sub>2</sub> 增加的敏感性。

WCRP 主要针对三个时间尺度的气候问题进行工作：建立月至季时间尺度气候预报的物理基础。进行洋面温度现场观测，争取在陆面过程、降水和大范围云的研究方面取得进展，提出有效的云辐射参数化方案；年际全球气候变化的预测，了解热带大气-海洋耦合系统、极区大气-海洋-冰系统动力学；描述 10 年和世纪气候变化特征，评价气候对自然和人类活动的潜在影响。海洋被认为是关键因子，需要进行大洋环流观测和海气耦合模拟。

WCRP 主要致力于以下活动：进行全球气候分析、评估；进行数值试验、模式比较，改进物理过程的参数化方案；进行陆面过程、云辐射反馈、边界层及海冰的研究；实施热带海洋与全球大气计划 (TOGA)、世界大洋环流实验 (WOCE) 和全球能量与水循环实验 (GEWEX)、平流层过程及其在气候中的作用 (SPARC)、北极气候系统科学 (ACSYS) 和气候变率及其可预报性计划 (CLIVAR)。

### 1.1 热带海洋与全球大气计划 (TOGA)

TOGA 是一个气象学和海洋学的联合计划，即详细调查热带海洋海况变化对全球气候影响的计划。其主要任务是研究 20°N ~ 20°S 范围内的热带海洋和全球气候的逐年变化，从而确定这些变化的机理，以提高中、长期天气预报的准确性；研究建立几个月至数年时间尺度海洋与大气耦合系统变化的预报模式的可行性，研究厄尔尼诺现象的响应机制。

TOGA 计划的目标：以地球系统时间变量为函数，获得对热带海洋和全球大气的描述，以确定地球系统按月至年的时间尺度的可预测性的程度，认识这种可预测性所包含的机理和过程；为了预测月至年时间尺度的海洋和大气变化，研究模拟海洋与大气耦合系统的可能性；如果这种能力得到海洋与大气耦合模式的证实，就为观测系统和数据传输系统，也为业务预报的设计提供了科学依据。为实现第三个目标，应澄清的科学问题包括：热带海域存在暖池区（海面温度高于 28℃）的特殊问题；暖池区热收支的科学解释；海洋模式对暖池温度估算偏高问题；大气模式对海面温度较高、海域水温的极小变化也很敏感的问题。

TOGA 从 1985 年开始执行，在前 5 年的观测期已建立了一个观测系统，对赤道区域及其海洋与大气相互作用进行了几年的研究；特别是研究热带太平洋及其在海温异常变化和有关的厄尔尼诺、南方涛动气压形成中的作用，以便了解能否在几个月至几年的时间尺度上进行各种预报。后 5 年的观测期 TOGA 的工作集中在下列几个方面：

(1) 对厄尔尼诺—南方涛动变化预测目前已达到的水平及最终可能达到的水平进行定性评估：预报厄尔尼诺—南方涛动冷、暖位相的振幅和周期及转折特征；厄瓜多尔—秘鲁沿岸的重大厄尔尼诺事件；热带—副热带地区季风雨量距平和热带外环流距平。

(2) 增强海洋观测系统，以更好地分辨与厄尔尼诺—南方涛动变化有关的重大现象；特别要加强在赤道海面进行风应力观测和热带太平洋上的定点风

应力观测及卫星观测。

(3)发展实用的热带海洋资料四维同化能力。

(4)维持大气观测系统，包括在任何时间内至少维持两个极轨卫星，每日对 OLR（射出长波辐射）和 SST（海面温度）场进行测量，保证赤道太平洋探空站的日常工作和在热带太平洋定点观测的实时传输。

(5)资料处理计划。

(6)采用四维同化技术，组织并实现 TOGA 10 年资料的完整组合。

(7)设计一个有价值的热带观测系统，以支持并检验气候预报和全球变化监测。

(8)建立气候预报实验中心，作一季到数年尺度的气候预报。

(9)海洋—大气耦合响应实验（COARE）。在热带西太平洋开展重大过程研究，重点是海—气耦合中起重要作用的物理过程。包括：西太平洋暖地区海—气耦合的主要过程，对流形成的主要大气过程、浮力和风应力作用的综合海洋响应；将西太平洋暖地区海洋和大气的影响向其它地区扩展的各种尺度相互作用过程。

## 1.2 世界大洋环流实验（WOCE）

该计划的主要目标：

(1)发展气候变化预测模式，收集验证模式所需的资料，包括测定热量和汽水的大尺度通量及其五年以上期间的辐散、年度和年际变化的表面通量的响应；测定海洋变化分量及其小尺度的统计特征，其时间尺度为几个月到几年，空间尺度为几千公里到全球；测定影响几十年至一百年时间尺度气候系统的水团形成、运动及环流的速率和性质。

(2)确定对海洋长期变化有代表性的 WOCE 特定数据集，研究大洋环流长期变化的测量方法，包括：确定 WOCE 特定数据集的代表性；确定对几十年时间尺度气候观测系统的连续性所必不可少的海洋学要素、指数和场；发展适用于气候观测系统的经济有效的技术。

该计划由 WCRP 联合科学委员会（JSC）和气候变化与海洋联合委员会（CCCCO）共同发起，经过多年筹备，在有关国际组织的积极配合及众多国家的积极参与下，于 1987 年最后确定下来。该计划也包括全球描述、南大洋和涡流动力学计划。1990 年进入实施阶段，前五年为集中观测。为此建立了一个包括卫星遥感和现场船只、浮标组成的全球观测系统。在此期间，欧洲空间局发射“ERS—1”卫星，美国、法国联合发射“海面地形卫星”，日本发射“海洋观测卫星—2”。卫星遥感可获得全球海面地形和风应力的资料，并能收集海面热量、水汽通量的资料，以便为建立数据库和全球大洋环流模式创造条件。

## 1.3 全球能量与水循环实验（GEWEX）

GEWEX 旨在改善模拟全球降水和蒸发的能力，提供精确评估大气辐射和云的敏感程度以及水分循环、水资源对全球气候变化的响应；从模式研制、资料同化到有关观测系统的应用和运行，把所有气候研究各个方面结合成一个协调的计划。

GEWEX 的科学目标为：根据对大气和陆面特征的全球测量，确定水文循环和能量通量；模拟全球水循环及其对大气、海洋和陆面的影响；发

展预测全球和区域水文过程以及水资源变化，及其对环境变化响应的能力；促进观测技术、资料管理和同化系统的发展，使其适用于长期天气预报、水文和气候预测。

GEWEX 的执行分两个阶段，1992~1998 年为计划制订阶段，从 1998 年开始进行与国际地球观测平台计划相同步的全球观测。其任务是：为地球观测平台的全球数据与信息系统作准备工作；进行包括大气—植被—水文相互作用的各种过程研究；研制、改进和优化各种尺度的模式。

为完成上述目标和任务，GEWEX 设计了下列四个子计划：

GEWEX 大陆尺度国际计划（GCIP）——选择美国密西西比河流域开展未来气候模式中大气和水分过程的试验，为期至少五年，具体目标为：确定大尺度水文和能量平衡的时空变化；研制和试验与高分辨率大气模式相衔接的大尺度水文模式以及水文大气耦合模式；研制和验证信息反演方法，它将与卫星观测相结合，与加强的地面观测系统相衔接；提供一种能将未来气候变化的效应转换成对区域水资源影响的方法。

GEWEX 云系统研究（GCSS）——旨在改进气候模式和数值天气预报模式中云过程的表示方法，研究目标为：发展云过程参数化的科学基础，促进云过程参数化方案的评估和解释。在进行云参数化研究中，将着重考虑下述物理过程，云和辐射的相互作用，热量、水汽和动量输送，降水的微物理和降水强度尺度分布特征，云和地表通量相互作用，地形效应以及与平流层低层的相互作用。

全球降水气候学计划（GPCP）——目的是在全球范围内观测、估算降水的时空平均量。研究内容包括：以静止气象卫星所获取的红外图像来估算月降水量，计算方法采用美国的“GOES 降水指标”；通过极轨卫星上安装的微波辐射计，估算热带地区以外的锋面降水；收集有雨量器的地面观测资料；为了验证根据卫星估算的资料，对当作标准使用的降水进行直接测量（船舶雨量器、测雨雷达）。

GEWEX 的水汽计划（GVaP）——从 1992—1995 年为 GVaP 的预试验阶段。预试验的目标是评估目前使用的各种星载传感器测定全球大气水汽含量的能力；在一个水汽观测站上得到三个月的水汽气候资料，实现大气水汽传感器的野外对比；为业务探空提供一种最佳的水汽传感器的处理方法。1995 年以后开始实施其正式计划。

#### 1.4 平流层过程及其在气候中的作用（SPARC）

SPARC 是 WCRP 中的一个新计划，旨在了解平流层如何影响气候，并预报平流层未来状况对于对流层-平流层气候系统将具有的影响。SPARC 涉及的内容包括人类活动导致的平流层臭氧变化对气候的影响，火山喷发进入平流层的气溶胶对气候的影响，以及温室气体浓度增加导致的平流层变化对气候的影响。平流层的自然以及人为因素产生的变化可以多种方式影响气候。例如，臭氧的减少导致大气对太阳紫外辐射吸收的减少，从而让更多的太阳辐射去加热地面。然而减少平流层的臭氧将导致平流层降温，从而减少向下进入对流层的红外辐射，引发对流层的降温效应。作为辐射通量流入和流出变化的结果，气候将可能发生变化。平流层臭氧的变化将导致平流层温度和风分布发生变化，从而有可能影响对流层和平流层之间的动力学相互作用。增加的紫外辐射一旦到达对流层，也能够影响对流层的化学过程，从而改变对流层

的化学成分。

SPARC 计划的四项主要研究课题为：

- 平流层对气候的影响。
- 与平流层臭氧变化相关的物理学和化学。
- 平流层的变率及其监测。
- 平流层变化和辐射，包括 UV—B 辐射。

### 1.5 北极气候系统科学 (ACSYS)

北极气候系统科学为 WCRP 的一个新项目，目的是研究和模拟北极地区的海洋和有关的海冰及水文过程。北极海盆可以看作是一个巨大的“混合机器”，它对来自太平洋和大西洋不同含盐量的海水、降水和北极河流的淡水进行处理，并向北大西洋活跃对流区输送含盐量较低的水和海冰。

ACSYS 的科学目标是确定北极在全球气候中的地位。为实现这个目标，ACSYS 瞄准以下 3 个主要目标开展和协调国家的和国际的北极科学活动：

- 了解北极海洋环流、冰覆盖与水分循环之间的相互作用。
- 启动关于北极的长期气候研究和监测计划。
- 为在全球气候模式中准确地描述北极地区的各种过程提供科学的基础。

ACSYS 的贡献应该是保证极地过程在耦合模式中得到合理的表述，这包括提交一份适合于北极地区的最优化的动力—热力学海冰模式和精确的海洋物理学。

### 1.6 气候变率及其可预报性计划 (CLIVAR)

WCRP 把 CLIVAR 作为一个新的 15 年研究计划，以研究气候变率和可预报性以及气候系统对人类活动的反应。其目标如下：

(1) 通过收集和分析观测资料，开发和应用耦合气候系统模式，结合其他有关气候和观测计划，描述和认识决定季节的、年际的、以及世纪尺度的气候变率和可预报性的物理过程。

(2) 通过对经过质量控制处理的古气候和仪器观测数据的汇编，把气候变率记录扩展到令人关注的时间尺度。

(3) 通过发展全球耦合预报模式提高季节到年际气候预报的时效和准确性。

(4) 认识和预报气候系统对辐射活性气体及气溶胶的反应，同时将这些预报结果与观测到的气候记录进行比较，以检测人类活动对自然气候的影响。

初步设想 CLIVAR 由三个部分组成，并逐步完善成为正式实施计划。

(1) 全球海洋、大气和陆地系统的季节到年际变率和可预报性 (CLIVAR-GOALS)

在 TOGA 计划取得进展的基础上，通过以下几方面确定季节到年际尺度的全球海洋、大气和陆地系统的变率和可预报性。

- 提高对描述季节到年际气候变率的观测能力，包括继续维持 TOGA 观测系统。

- 进一步发展关于全球热带地区季节到年际时间尺度的 SST 和其他气候变量的模式和预报技术。

- 形成认识和预报季风与印度洋、ENSO (厄尔尼诺-南方涛动) 和陆地表

面过程相互作用的能力。

- 认识由于热带和温带的相互作用而产生的气候变率及其可预报性。
- 探索由于大气与海洋、陆地表面过程及海洋过程之间的相互作用而导致的温带季节到年际气候变率的可预报性，并发展利用这种可预报性的手段。

#### (2) 年代到世纪尺度气候变率和可预报性 (CLIVAR-DecCen)

以海洋在全球耦合气候系统中的作用为重点，通过以下各方面，确定十年到百年时间尺度全球海洋、大气和陆地系统的气候变率及其可预报性：

- 描述和认识仪器观测的、古气候的和模拟的数据所反映的全球十年到百年气候变化的形式。

- 通过数据恢复，对现有大气、海洋和古气候数据的再分析，寻找新的古气候指标，以及建立新的海洋站等各方面协调一致的努力，扩展气候变化的记录。

- 发展和建立适当的描述、认识和预报全球十年变化所需的观测、模拟、计算，及收集和分发数据的系统。

- 识别和研究产生十年至百年气候变化的海洋与大气相互作用的区域和过程，如水体变性区，强边界流和回路“阻塞点”，以及这种海洋与大气相互作用产生十年至世纪的气候变率。

#### (3) 人为气候变化的模拟和检测 (CLIVAR-ACC)

将通过以下各方面，研究气候系统对人类活动造成的气候变化的响应：

- 提高模拟和预报气候系统对人为的辐射活性气体的增加和气溶胶的变化的响应的能力。

- 确定人类活动影响气候系统的平均状态及变化的方式。

- 在其他两个 CLIVAR 分计划中获得的对气候自然变率认识的基础上，检测与温室气体的增加和其他人为变化的影响有关的趋势和特征。

## 2 国际地圈生物圈计划 (IGBP)

IGBP 于 1983 年提出，经过可行性论证和计划制定阶段，于 1991 年正式实施。IGBP 是 ICSU 单独组织的，目标在于：描述和了解控制地球系统及其演化的相互作用的物理、化学和生物过程，以及人类活动在其中所起的作用。其中心目标是为定量地评估整个地球的生物地球化学循环和预测全球环境变化建立科学基础。其应用目标是增强人类对未来几十年至百年尺度上重大全球变化的预测能力，为国家的资源管理、环境战略，即“环境与发展”问题的决策服务。

为了深入地研究全球变化，IGBP 提出了八个需要解决的问题：

(1) 全球大气化学是怎样被调节的？在微量气体的产生和消亡中生物过程起着什么作用？

(2) 大气中的温室气体的产生和消失过程不仅发生在大陆，海洋起着什么作用？海洋中的生物地球化学循环是怎样影响和响应气候变化的？

(3) 海岸带（即海洋与陆地之间的过渡带）是人类活动的重要场所，既是经济发展的重要地区，也是海陆相互影响的重要地带。在海岸带地区土地利用的变化是怎样影响海岸资源的？海平面和气候变化将怎样改变海岸生态系统？

(4) 水循环在地球系统的变化中起着非常关键的作用，而植被在水循环中

起着什么作用？植被是如何与水循环中的物理过程相互作用的？

(5)全球变化将怎样影响陆地生态系统？这些影响将如何对大气与物理气候系统产生反馈？

(6)地球环境在过去发生过什么样的重大气候和环境变化？原因何在？

(7)全球土地利用/覆盖状况变化的原因及其环境影响是什么？

(8)全球变化如何影响海岸生态系统。

必须指出，IGBP 不仅要研究上述八个方面，而且特别要研究那些关键的、目前尚未被人们注意或注意不够的问题，并充分利用其它研究计划和成果，为认识全球变化的规律、认识地球的可居住性而努力。

预计 IGBP 将进行长达 20 年之久的长期观测，可望捕捉到 2 个太阳黑子周期，5~10 个火山活动年，2~5 年厄尔尼诺年，初步识别人类活动（如滥伐森林等）的严重后果，为全球变化研究积累必要的基础资料。其主要的研究手段和技术路线是：

(1)发展全球分析和模拟，借助于全球模式来定量分析地球系统内物理、化学和生物过程的相互作用，估计未来变化的可能影响。

(2)建立全球变化研究需要的全球资料和信息处理、存贮、传送、交流系统，特别要发展全球变化的空间观测能力和数据的处理能力。

(3)在全球的代表性生态区域，主要在发展中国家建立全球变化的区域研究中心（RRC），以保证生态环境的长期监测、特殊问题的实验研究、科学技术人员的培训以及区域数据的交换。

以上三个方面都需要努力发展计算机科学技术、卫星遥感技术及其各种先进的科学仪器设备，强化在全球变化研究中监测、实验和模拟等方面的作用以及物理、数学理论与方法在全球变化研究中的应用。

IGBP 已确定了 8 个核心计划和 3 个支撑计划。

## 2.1 国际全球大气化学计划（IGAC）

1988 年 11 月由国际气象学和大气科学协会（LAMAS）的国际大气化学和全球污染委员会（ICACGP）制定了 IGAC 计划未来 10 年的执行计划，该计划将不仅注重大气化学研究，还将特别注意大气化学与生物圈和人类活动之间的联系。

IGAC 的总目标是观测、认识全球大气化学现在的变化（如降水酸度增加、平流层臭氧减少、微量气体增加引起的温室效应增加以及氧化力增加引起的生物变化），预测其下世纪的变化，特别是那些影响大气的氧化能力、影响气候以及影响大气化学与生物圈相互作用的变化。其具体目标是“推进对决定大气化学成分的基本化学过程的认识；认识大气化学组成与生物过程和气候过程之间的关系；预测自然力和人为活动对大气组成的影响；为保护生物圈和气候提供必要的知识”。为了达到上述目标，IGAC 将在全球分布和长期变化趋势、地表交换过程、气相化学反应、多相过程以及模拟对流化学系统及其与海洋和陆地系统相互作用的区域模式、全球模式等方面进行观测和研究。该计划的区域研究重点是海洋大气、热带大气、极区与北半球中高纬度地区。IGAC 包括以下 7 个重点研究领域：

(1)海洋大气的自然变化和人为扰动，包括“北大西洋地区研究”；“海洋气体排放、大气化学和气候”；“东亚-北太平洋区域研究”等三个课题。

(2)热带大气化学的自然变化和人为扰动，包括从“热带地区生物圈和大

气痕量气体交换”、“重要生物地球化学痕量气体的沉降”、“生物物质燃烧对全球大气和生物的影响”、“稻田耕作与痕量气体交换”四个方面来研究热带大气及人为活动引起的变化。

(3)极区在大气化学组成变化中的作用,其目标是了解极区对流层化学在全球变化中作用,建立大气化学成分与冰川雪冰化学成分之间的关系,提供有关资料,包括“北极日出实验”、“北极气体和气溶胶取样计划”、“南极对流层和雪化学”、“格陵兰冰川化学研究”。

(4)北半球北方地区在生物圈-大气圈相互作用中的作用,其目标是研究作为痕量气体的源和汇的北半球北方地区的作用及控制这些痕量气体通量的生态系统的动力学,内容包括“作为痕量气体源和汇的高纬度生态系统”和“北方湿地研究”。

(5)中纬度(北半球温带地区)生态系统中的痕量气体通量,包括研究“中纬度生态系统与光化学氧化物”(重点在北美、欧洲、东亚地区)和“中纬度陆地生态系统与大气的痕量气体交换”。

(6)大气成分的全球分布、转化、变化趋势与模拟,包括“全球对流层臭氧网监测网”、“全球大气化学测量”、“全球对流层CO<sub>2</sub>监测网络”、“多相大气化学”、“全球排放表编制”、“全球综合与模拟”。(7)IGAC的支撑活动,即大气化学和全球变化的教育;通讯联络(IGAC通讯);相互标定和相互比较。

## 2.2 全球海洋通量联合研究(JGOFs)

JGOFs的主要目的是从全球尺度研究和了解控制海洋中碳及有关生物成因元素通量变化的各种过程,估计其与大气、海底和陆架三者间的交换以及海洋对大气中CO<sub>2</sub>的吸收、储存和转移能力,预测大气中CO<sub>2</sub>含量的发展趋势,以有助于气候和生物资源研究。

该计划于1990年3月正式确定并开始实施。本世纪90年代,JGOFs的两大目标是:

目标1:在全球尺度上确定和了解海洋中控制碳及相关生物元素通量随时间变化的过程,估计它们与大气、海底和大陆边界间的交换量。具体内容包括:描述与海洋碳系统有关的关键生物地球化学过程的现代地理分布和速率,作为预测该系统内变化的必要条件;确定海洋中控制碳随海洋、海水混合、扩散和颗粒下沉而运移的因素;确定海洋碳系统对季节性到十年尺度变化产生的物理和化学作用的响应;估计海洋边界处的交换量,包括海-气交换、海底的交换(与底栖生物群落的交换和与埋藏沉积物的交换)以及在大陆边缘处的交换。

目标2:发展在全球尺度上预测海洋生物地球化学过程对人为扰动,尤其是与气候变化有关扰动的响应的能力。具体内容包括:确定海洋在减缓大气中人为造成的CO<sub>2</sub>以及其他影响气候的气体的浓度增加中的作用;发展海洋的物理和生物地球化学耦合模式,以检验和改进我们理解和预测与气候有关的变化能力;在自然季节性和事件规模变化性的基础上,制定监测与气候变化有关的海洋生物地球化学循环的长期变化的策略;研究晚第四纪古海洋学记录,确定海洋环流、古有机物生产率与大气CO<sub>2</sub>含量间的关系,以帮助对未来与CO<sub>2</sub>有关的气候变化的预测。



要圆满完成 JGOFS 的目标, 需要开展大规模的全球海洋调查和特定地区生物地球化学过程的深入研究, 利用盆地研究和全球调查以及卫星数据提供的海洋特定时空位置的各有关变量的资料, 详细地了解海洋过程, 识别关键过程和参数, 建立模拟和预测生物地球化学通量的模式, 并将其引入到盆地尺度研究中, 以及预测海洋的未来状况。

鉴于此, JGOFS 提出以下科学战略:

- (1) 开展若干过程以阐明控制全球海洋中各个部分碳循环的机理。
- (2) 运用遥感、海洋调查船等开展大尺度全球断面调查, 以及在关键地点开展长时间序列观测计划, 以改进对生物地球化学过程变动的基本描述。
- (3) 开展模式研究, 识别关键过程和变量, 将观测到的参数引入盆地尺度或全球尺度研究中, 以及预测海洋的未来状况。
- (4) 在深水和大陆架沉积物中采集地球化学样品, 研究过去的气候记录。
- (5) 建立国际数据档案, 以便有效地利用 JGOFS 观测研究期间获得的大量高质量数据。

该计划还包括完成 JGOFS 目标的措施、生物地球化学组成成分的确定、过程研究、遥感、大空间-时间尺度调查、模拟研究、海底过程与沉积记录、数据管理等问题, 以及今后进一步完善其科学设计的补充实施计划设想。

### 2.3 过去的全球变化 (PAGES)

PAGES 的实施计划形成于 1991 年 3 月。通过对历史资料和自然记录如发现于树木年轮、湖泊和海洋沉积物、珊瑚、冰芯中的自然信息的研究, 以及借助于有效的现代物理、化学分析技术, 使我们有能力恢复遥远的过去地面温度的变化、大气和海洋化学、火山事件和植被分布, 其时间分辨率有时高到能辨别局部或区域环境中的季节性变化。这些信息对我们现在认识全球系统的耦合性极有帮助。同时也提供了能够用于校正数十至数百年时间尺度气候和环境变化模式的数据。通过这些研究, 将使我们能够回答下列问题:

- (1) 在冰期和间冰期的哪些层序中存在着温室气体和地表温度的变化?
- (2) 在近 1000 年以来, 区域和全球的地表温度是如何变化的?
- (3) 地球系统的自然反馈在何种程度上可以影响温室气体的作用?
- (4) 过去的人类活动在何种程度上改变了气候和全球环境?

由于人力和物力资源以及在何地可能获得何种数据的限制, PAGES 计划将集中研究变化过程比较长、关键的“时间片段”和那些最有可能产生对地球系统演化的深刻认识的地区。依据 IGBP 的指导原则, 这些时间和地区的选择重点是十年至百年尺度的全球变化的以及对生物圈和气候最有影响的地区。

为达到以上目的, PAGES 计划的最初努力将集中研究两个时间阶段。

**时间阶段** 将集中研究最近 2000 年的地球历史, 这段时间是人类对地球影响最大的时期, 同时也是人类历史资料与自然记录对信息记载存在着重叠的时期。对这段时间 (包括小冰期及其前面的温暖时期即所谓的“中世纪温暖期”) 的气候和环境变化的深入了解, 将为预测未来 50~100 年地球系统的区域至全球尺度的变化速率提供极有价值的参考资料。时间阶段 的目标是重建距今 2000 年这段时间内全球气候和环境变化的详细历史, 其时间分辨率至少为十年尺度, 在理想的情况下, 应达到年际尺度或季节尺度。

**时间阶段** 将集中研究晚第四纪的最后几十万年的冰期-间冰期旋回, 主

要是了解引起冰期-间冰期变化的动力学，包括大气化学、海洋环流和生物群的作用，从而阐明控制地球系统对气候驱动力的响应的各组成部分间的相互反馈。目的是要弄清在冰期和间冰期期间地球系统变化的原因和地球系统的功能；积累从温暖期向寒冷期和从寒冷期间向温暖期转变的时机和特点的资料；以及确定不时打断这些时期的突然变化及其转变的原因和特点。时间阶段的目标是重建整个冰期旋回气候和环境变化的历史，以深化我们对引起全球气候变化的自然过程的认识。

时间阶段 和 中的研究任务都直接针对以下四项主题： 太阳和轨道作用力及其影响； 地球系统的基本过程，包括痕量气体成分与气候、火山活动的全球影响、冰盖质量平衡与全球海平面变化、生物圈动力学与环境变化； 快速和突然的全球变化； 多种代用资料制图。

PAGES 计划也致力于研究下列五项“跨计划”的研究主题： 古气候与古环境模拟； 多种数据的恢复和解释技术的进展； 古数据管理； 古环境研究的改进的年代学的发展； 南北半球古气候（PANASH）试验计划。

#### 2.4 全球变化与陆地生态系统（GCTE）

GCTE 计划的目标是：

(1) 预测气候、大气成分、土地利用的变化对陆地生态系统包括农业系统和经营性森林系统的影响。

(2) 确定这些影响将如何对大气和物理气候系统产生反馈。

GCTE 计划的主要研究内容包括：

(1) 生态系统生理学：  $\text{CO}_2$  增加的效应； 生物地球化学方面的变化； 植被的变化对水和能量通量的影响； 综合研究内容（全球变化条件下生态系统生理学的综合模式；陆地生态系统中的碳储库与碳通量）。

(2) 生态系统结构的变化： 局地尺度动力学； 局地至区域尺度的模式； 关于元素循环和气候反馈的区域尺度至全球尺度植被变化模式。

(3) 全球变化对农业和林业的影响： 全球变化对主要农作物种类的影响； 害虫、疾病和杂草的变化； 全球变化对土壤的影响； 多种（复杂）农业系统的综合实验和模拟计划。

(4) 全球变化与生态复杂性： 生物多样性和生态复杂性对生态系统功能的影响； 全球变化对生物多样性和生态复杂性的综合影响； 全球变化对孤立种群变化性的影响。

上述前两项研究将提供我们关于全球变化对生态系统的功能、组成和结构的影响及其反馈效应的根本了解，后两项研究内容旨在研究全球变化对人类极为重要的生态系统（即食物和纤维的生产、地球生物多样性和生态系统复杂性的持续性）的专门影响。

对应于以上四项主要研究内容，GCTE 计划的实施将需要建立或确定以下综合研究设施：

(1) 长期生态系统模拟项目（LEMA）的模拟中心网络。

(2) 沿环境梯度（如温度或降雨）的一系列主要研究断面。

(3) 集中农作物实验研究站的国际网络。

(4) 利用 FACE（自由大气  $\text{CO}_2$  富集）技术研究增加的  $\text{CO}_2$  对生态系统功能的影响的一系列实验站。

GCTE 计划的实施还涉及到与全球变化研究的其它监测计划的合作，如全

球气候观测系统 (GCOS)、全球大气监视网 (GAW) 和世界天气监视网 (WWW) 等。建立 GCTE 研究网络的第一步是了解这些已有的研究网络或已经提出的研究网络的现状, 以及这些网络收集或拟收集的数据类型; 第二步是从这些系统的研究中选定符合 GCTE 研究网络目标的研究站。

## 2.5 水循环的生物学方面 (BAHC)

陆面的生态-水文过程的基础知识对评估气候变化对淡水资源的影响以及人类的直接压力对生物圈的影响、进而评估它们对地球的可居住性的影响是十分必要的。决定自然和人为经营的生态系统生产率的淡水资源的可利用性已日益成为可持续发展的最重要的决定因素之一。而降雨的形式在时空上变化极大, 沙漠和雨林有时仅仅一山之隔。大的干旱和洪水常常周期性地破坏大片地区。在全球变暖的情况下降雨状况的区域变化很可能比其它气候特征 (如年平均温度) 的变化的直接后果具有更大的生态和社会经济重要性。BAHC 计划的实施将提供对陆面过程以及植被与水文循环的大陆部分相互作用的过程的深入了解。BAHC 执行期为 1993~1998 年。

BAHC 计划需要解决的基本问题是: 植被是如何与水文循环的物理过程相互作用的? 因此, BAHC 计划的两项根本任务 (或目标) 是:

(1) 通过野外测量, 确定生物圈对水文循环的控制, 发展从小块植被的到大气环流模式 (GCM) 网格单元时空尺度上的土壤-植被-大气系统中能量和水通量模式;

(2) 建立能被用于描述生物圈与地球物理系统间相互作用、以及能被用于验证这类相互作用模拟结果的适当数据库。

BAHC 计划的主要研究内容有以下四个方面:

(1) 发展和验证一维土壤-植被-大气传输 (SVAT) 模式: 验证 SVAT 模式——能量、水和碳通量的野外研究; 选择、评价和改进研究局地尺度通量的恰当的 SVAT 模式——模拟研究活动; 为应用 SVAT 模式确定世界范围内植被的功能类型; 运用 SVAT 模式分析未来的全球变化对不同的生物群落类型和不同气候下的水文过程的影响。

(2) 陆面特征和通量的区域尺度研究——实验、解释和模拟: 研究从局地到区域尺度上陆面的不均匀性和地形对陆地-大气相互作用影响; 优先设计和协调区域尺度的陆面实验, 以研究植被、大气和水文过程; 为区域尺度陆面过程发展一般性的参数化方案。

(3) 生物圈-水圈相互作用的多样性-时间和空间变化性: 时间尺度上的综合研究; 土壤、养分和碳的水载运移; 描述陆面的特征以评价和模拟地面数据缺乏的地区。

(4) 天气发生器计划 (Weather Generator Project): 生态和水文研究及相关的管理目标和数据的需求; 发展天气发生器; 促进对天气发生器和数据库的使用。

## 2.6 海岸带陆海相互作用 (LOICZ)

LOICZ 计划的科学目标是:

(1) 在全球和区域尺度上确定: 海岸带陆地、海洋和大气间的物质通量; 海岸系统传输和储存颗粒物质和溶解物质的能力; 外力条件的变化对海岸生态系统的结构和功能的影响。

(2)确定土地利用、气候、海平面和人类活动的变化是如何改变海岸带颗粒物质的通量和储存的，以及如何影响海岸的地貌动力学。

(3)确定海岸系统的变化(包括对变化着的陆地和海洋有机质和养分输入量的响应过程的变化)将如何改变全球的碳循环和大气痕量气体的成分。

(4)评估海岸系统对全球变化的响应将如何影响人类在海岸环境的居住和对海岸环境的利用，进一步发展综合管理海岸环境的科学和社会经济基础。

LOICZ 计划将进行与海岸系统动力学的主要方面有关的以下三类基础科学研究：

(1)集中过程研究及建立相关模式，以了解在变化着的环境条件下海岸系统的行为。

(2)获取关键环境参数的大量观测数据，以确定海岸过程在决定这些环境参数全球分布的重要性。

(3)海岸系统的模拟和预测性模拟研究，以模拟和预测在一系列时空尺度上全球变化对陆地-海洋界面的影响。

LOICZ 计划的主要研究内容是：

(1)外力或边界条件的变化对近海通量的影响：汇水盆地的动力学及流量；大气向近海的输入物；陆架边缘能量和物质的交换；影响近海系统中物质的质量平衡的因素；近海中过去的变化的重建；发展海岸系统的陆地-海湾-大洋耦合模式。

(2)海岸生物地貌学与海平面上升：生态系统在决定海岸地貌中的作用；对海岸带土地の利用、气候和人类活动的变化的生物地貌学响应；对不同的相对海平面变化方案的海岸地貌学的预测。

(3)碳通量与痕量气体的排放：海岸系统内有机质的循环；海岸带内 $N_2O$ 与 $CH_4$ 净通量的估计；全球海岸带DMS(二甲基硫化物)排放量的估计。

(4)全球变化对海岸系统的经济和社会影响：在不同的全球变化方案下海岸系统的演化；海岸系统的变化对社会和经济活动的影响；发展管理海岸资源的完善的战略措施。

LOICZ 计划的研究将提出一系列不同类型的模式，这些模式将提供预测环境模式，它们既是评估海岸系统对全球环境和资源的反馈效应的基础、也是制定海岸综合管理政策的基础。要成功地提出这些模式，将取决于对海岸系统的：水文和水文动力过程；生态系统的结构和功能；化学转变、尤其是颗粒-水相互作用等的多学科深入研究。

## 2.7 全球海洋生态系统动力学 (GLOBEC)

1995年确定的GLOBEC的主要目标是认识全球环境变化对海洋生态系统的主要成分——动物种群的丰度、多样性和生产力的影响，以及从全球变化的涵义上认识全球海洋生态及其主要亚系统的结构、功能对物理变化的反应，发展预测海洋生态系统对全球变化响应的能力。其基本任务是：更好地认识多尺度的物理环境过程对海洋生态大规模变化的影响；确认全球海洋生态系统具有代表性意义的结构与多变的海洋系统之间的关系，侧重于营养动力学通道及其变化和营养质量在食物网内的作用的研究；通过使用物理学、生物学和化学耦合模式以及适当的观测系统，确认全球变化对群体动力学的影响，并发展预测未来变化的能力；通过定性和定量反馈机制，确

认变化中的海洋生态系统对全球系统的影响。

GLOBEC 的研究重点是：

(1)通过重检、综合历史资料，建立发展全球海洋生态系统模式的基础。如：查明现有资料来源，发展获取、贮存和分析现有资料和利用资料的途径，使资料有益于国际科学界使用；认识小尺度、中尺度和大尺度物理和生态系统过程的相互作用；小尺度相互作用和参数在中尺度模式中的重要性。

(2)开展关键性的生物和物理过程研究。重点认识营养动力学通道，尤其是它们的变化和食物网营养质量的作用。过程研究将围绕三个方面进行：生态系统和营养动力学研究和模拟；确认中尺度物理和生物相互作用；研究生态系统胁迫反应的特征。主要课题如挠足类摄食策略；微型浮游动物的作用；浮游动物与鱼类补充量相互作用；涡流与浮游动物；死亡率、生长率和繁殖率的估计。

(3)发展多学科耦合模拟/观测系统的预测和建模能力。包括如下方面：发展多尺度的生物-物理动力学模式；发展实现四维动力学模式，发展适宜的传感装置，改进模拟和观测系统；发展特定的验证区，如东北大西洋、加利福尼亚海流和黑潮等。

(4)同其他海洋、大气、陆地和社会全球变化研究合作，评估海洋生态系统变化对全球地球系统的反馈作用。

GLOBEC 的活动包括国际性的核心计划，也与国家和地区间密切合作。初始阶段侧重多学科的模式、观测系统和全球范围内的重要生物和物理过程的研究。同时，将收集历史资料并进行分析，这些研究需要大约 5 年的时间。

GLOBEC 将利用国际间协作这一有利条件，至少包括 4 个正在进行或计划进行的区域性的国际研究项目：南大洋 GLOBEC；北大西洋鳕和气候变化；小型中上层鱼类和气候变化；北太平洋气候变化与容纳量计划。

## 2.8 土地利用与土地覆盖变化计划 (LUCC)

鉴于土地利用与土地覆盖变化研究对于深入认识全球环境变化的重要性，IGBP 与 IHDP 于 1992 年正式确立了共同的核心计划——LUCC。其思想与认识的基础包括以下要点：

- 认识过去和未来土地覆盖变化的影响是研究全球环境变化及其人类驱动力和影响的核心，包括水文学、气候系统、生物地球化学循环、生态复杂性和土地退化及其农业和居住地的影响。

- 土地覆盖建模需要更新的土地利用资料；没有确凿的土地利用和土地利用变化因素的知识，就不可能预测未来土地覆盖状态。

- 土地利用的主要决定因子是人口统计学因素，如人口的数量和密度，技术，富裕程度，政治结构，经济因素（如所有权或交换体系，认识与价值观）。

- 一个重要的基础研究是认识这些因子怎样相互作用从而驱动土地覆盖变化的，或土地覆盖的设计怎样才能用来规划将来的土地利用格局、将来土地覆盖变化的速率及将来土地覆盖的状态。

- 为了加深我们对土地利用变化及其对全球系统贡献的认识，必须结合有关的实例研究对土地覆盖变化及相关的社会-政治-经济条件进行分类。

- 必须通过分类及实例研究所获得的知识发展区域的和全球的土地利用/土地覆盖变化模型。

因此，LUCC 的研究内容涉及“土地覆盖与全球环境”（如土地覆盖变化及其对生物地球化学循环、气候系统和生态复杂性的影响）、“土地利用与全球变化”、“土地利用变化的人为原因及可能驱动力”、“土地利用与土地覆盖变化的关系”，并以亚马逊流域的森林采伐作为典型案例深入剖析。LUCC 的研究计划将围绕 4 个交叉而又有内在联系的问题进行：过去 300 年间土地覆盖是怎样被人类利用改变的？未来 50 年土地利用变化将怎样改变土地覆盖？在不同地理和历史背景下土地利用变化的主要人为原因是什么？全球环境变化怎样影响土地の利用和土地覆盖？目前已确定的有关研究重点是：土地覆盖变化状况的评估；全球土地利用与土地覆盖变化的建模与预测；全球、区域和局地不同空间尺度土地利用和土地覆盖变化的不同驱动力之间的联系；数据开发活动与数据信息系统（DIS）。

## 2.9 全球分析、解释与建模（GAIM）

GAIM 是 IGBP 三个支撑计划之一。

GAIM 计划主要是针对“如何才能将我们关于地球系统的各个子系统的知识综合起来，提出一个具有预测能力的数值框架？”这个问题而提出来的。GAIM 的作用是：分析现有的模式和数据；解释现有的模式和实验计划的性能；推进和综合我们对全球生物地球化学循环以及它们与水文循环的联系、甚至与整个物理气候系统的联系的了解。

模拟研究是 IGBP 的基础，其目的不是简单地提出全球的更大和更复杂的模式，而是发展针对变化着的复杂性和实际情况的、解决专门问题的一族模式，这些模式和模式实验的预测性特征能用已有的或已计划收集的数据集检验。

地球系统可以被看成是由两个相互作用的子系统——物理气候子系统和生物地球化学子系统——组成的，这两个子系统由全球水文循环和子系统的状态变量如温室气体浓度、地面粗糙度和反射率等联系起来。大气环流模式（GCM）已在世界上的许多研究得到作用，而预测性全球生物地球化学模式（GBM）尚处于初始研究阶段。因此，GAIM 计划面临的挑战是：推动 GBM 系列的迅速发展和应用的研究活动。GBM 将部分地通过水文耦合而与 GCM 相联系，进而提供地球系统的模式。

GAIM 计划的目标是：运用数据和模式工具，推进对地球系统的耦合动力学的研究。

为此，GAIM 确定了以下专门目标或任务：

(1) 发展、建立、评价和应用全球生物地球化学子系统的综合预测模式的战略，该模式最终将与物理气候子系统模式相结合。

(2) 提出、促进利用现有模式或子系统的相互联系的模式，特别提倡利用与 IGBP 的核心计划和 WCRP 计划的研究活动有关的模式，为此要进行实验。这些实验将致力于解决与发展与关键过程的行为的预测有关的界面问题（interface issues）。

(3) 开展专题学术讨论会，研讨发展全球生物地球化学模式、以及这些模式与大气环流模式的耦合方面所面临的关键科学问题。

(4) 通过适时研究，弄清楚与变化着的生物地球化学循环有关的尚待解决的重要科学问题，以及生物圈在物理气候子系统中的作用，特别是它在全球水文循环中的作用，以帮助政府间气候变化专门委员会（IPCC）发挥作用。

(5)建议 IGBP 科学委员会参加发展综合的全球性生物地球化学模式的进程；保持与 WCRP 的全球气候模拟指导组的科学联络。

GAIM 计划包括以下三个互相重叠的研究方面：

(1)分析计划。将由一系列短时间（2~3 天）的开放研讨专题学术讨论会组成。许多这类专题讨论会将在 IGBP 的其它核心计划办公室和 IGBP-DIS（数据与信息系统）的联合帮助下召开。

(2)解释计划。将致力于阐明由 IPCC 所提出的专门科学问题。

这一计划部分地通过学术讨论会、部分地通过研究小组（这些研究小组很可能在学术讨论会上成立）来实施。

(3)协调的模拟实验。将解决以下两方面相互联系的科学问题：全球碳循环的特征动力学和控制因素是什么？全球碳循环发生了什么扰动？它与其它生物地球化学循环的联系如何、以及未来它将如何演变？气候与植被间有哪些联系？在变化着的气候条件下，这些联系的效应是什么？

对这两个问题，将通过对以下三个时间阶段的初步模拟计划来阐明：当代阶段；化石燃料时代（工业革命以来）阶段；古代阶段（包括 6 000 年前、末次冰期-间冰期过渡期间两个阶段）。

## 2.10 数据与信息系统（DIS）

数据与信息系统（DIS）是（IGBP）的三个支撑计划之一（通常写成 IGBP-DIS）。在 IGBP 计划的设计中，就已经认识到了信息系统的决定性作用和数据管理方法的重要性。即改进我们对地球系统过程的认识的先决条件是发展地球参考模式和数据集；同时需要发展处理地球参考模式中的大量数据的方法和方案。

IGBP-DIS 涉及到两类数据集：一类是：全球变化的证据数据集，包括具有精确标准的反映周围环境条件的细微变化的数据，如陆地和海面温度、全球降水类型和降水量、全球陆地覆盖特征和生态系统动力学的变化等；另一类是支持全球过程研究的数据集及全球过程的参数化数据集，这些过程研究如水与能量的平衡与动力学研究，全球生物地球化学循环研究，不同气候条件下的生态系统动力学研究，海-气间痕量气体交换过程的研究等，目前在全球范围还缺乏绝大多数这类数据集。IGBP-DIS 的目标是发展数据与信息系统，开发全球数据集和发展数据处理方法。

现已确定的 IGBP-DIS 执行计划的两个主要内容是：

(1)数据管理：充分地 and 开放地使用全球变化研究所需要的全球数据集和其它数据集是 IGBP-DIS 的基本目标，因此 IGBP-DIS 必须具有以下特征：

- 必须保证长期全球变化研究所需要的所有数据的恰当保管。
- 数据档案中必须包括描述数据集的文件，使人们容易提取和综合信息。
- 负责全球变化数据的存档和分发的国家和国际机构应尽可能地采用被国际接受的标准和一致的处理系统和通讯系统。
- 科学家个人对数据享有最初的专有使用期，一旦数据能广泛使用时，就公开供研究人员使用。
- 数据应尽可能以最低的价格提供，不应高于其重新测定和分发所需的费用。

由 IGBP-DIS 常设委员会指导的 IGBP-DIS 办公室将发挥下列作用：

- 通过促进数据交换的标准和方案的发展，以便利于和协调 IGBP 数据的

提取和交换。

- 帮助开发目前存储于其它地方的重要 IGBP 数据集。
- 协调和跟踪一系列典型计划，以提供初步的数据处理和管理经验。
- 促进并组织数据集和数据产品评价系统，以保证开发最可能的数据，并提供能促进研究者开发和使用数据集的条件。
- 宣传典型数据集、召开学术讨论会或其它有关活动，提供国际培训。
- 建立并保持一个国际数据名录系统，由 IGBP-DIS 办公室和参加的国家数据中心或机构合作管理。该系统将给科学家提供各类 IGBP 数据集和非 IGBP 数据集的地址信息。

由于 IGBP-DIS 的多学科和多用户特征，因此它必须是数据和信息交换的一个开放的、灵活的系统。IGBP-DIS 的数据管理还涉及到数据的提取、全球环境数据名录 (GEDD) 的建立、用于培训和教育的数据集等内容。

(2) 全球数据集的开发，建立陆地覆盖变化的全球综合数据库，对 IGBP 的各核心计划是至关重要的。当然，不同的核心计划侧重的数据地区和数据类型不同。

该工作的目标是开发、验证能够监测一系列环境中陆地覆盖特征及其变化的方法，并随后在全球范围推广使用。这方面的研究主要涉及：全球综合陆地覆盖数据库的开发；陆地覆盖类型的确定；遥感数据及其预处理程序的选择；先行性研究 (pilot studies) 的确定；数据验证和质量控制的先行性研究。

全球综合陆地覆盖数据库将包括一系列不同层次的数据集：校正用的基本遥感数据集；预处理的遥感数据集；关键的辅助数据集；标志性数据集 (基准的和变化的)；参数数据集 (基准的和变化的)。

## 2.11 全球变化的分析、研究和培训系统 (START)

START 是 IGBP 的三个支撑计划之一，其提出的背景是，IGBP 以及相伴随的以全球变化研究为目标的计划，包括 WCRP 和 IHDP 计划，需要在全世界范围内的每一个区域内进行。由于发展全球范围研究计划的研究需要考虑到每一个区域的生物、化学和气候等方面的不同的特点，全球环境变化预测能力的提高必须首先使得次大陆尺度上的区域预测能力有较大的发展，全球变化研究特别强调区域性研究方法。

区域范围内全球变化必须解决的问题为：

- 区域内部发生了什么变化，例如：土地的使用、工业活动、能源生产和城市化等区域变化是如何改变区域大气组成、区域水循环及区域生态系统的结构和功能的？

- 一个区域内的这样的变化或者一个地区与其它区域相联系的这些变化对全球尺度的生物地球化学循环和物理气候的影响是怎样发生的？

- 全球变化的总效应是怎样通过其直接作用或改变反馈链而导致生命支持系统——生物圈的进一步的区域变化？

这些问题的解决有助于深刻地理解陆地-大气、陆地-海洋、海洋-大气间 10~100 年时间尺度上能量、质量和动量交换的根本机理，以及了解在这一时期内人类对全球变化的影响。IGBP 的核心计划和 WCRP 计划已设计了在全球范围内达到这一科学目标的内容，他们认为，需要集中研究区域性课题作为与社会科学及工程科学的联合计划。



START 是分析、研究和培训系统的简称 (System for Analysis, Research and Training)。它是一个包括世界不同区域研究网络 (RRN) 的系统, 每一个 RRN 包括一个区域研究中心 (RRC) 和若干个区域研究站 (RRS)。区域研究中心是本地区的信息中心并起着协调地区内外的作用。RRN 通过 RRC 相互联系, 形成全球系统, 通过它进行科学信息的分发, 以组织研究和执行国际上主要的核心计划。

START=分析、研究和培训系统= RRN

RRN=区域研究网络= RRC+ RRS

RRC=区域研究中心

RRS=附属的区域研究站=(研究所和研究站)

RRN 要动员科研力量和物力参与研究全球环境变化的科学问题, 同时, 对每个 RRN 而言, 也要考虑与区域自然特征及区域内社会、文化和政治需要密切相关的一些问题。

RRN 的目标是: 加强区域内部环境变化的直接监测研究; 开展旨在改进对区域内全球变化原因和结果的评价研究, 包括对全球变化的适应能力和减缓全球变化的措施; 预测未来的全球变化, 从而采取措施减缓全球变化或适应这些变化。RRN 将联接本研究区内的所有研究站和设备, 并联合不同学科中性质各异的工作和分散的设备以达到共同的目标。RRC 将有效地进行与区域之间分析有关的研究, 研究其研究方向的分析、全球变化模式在区域范围的发以及中央数据库的形成, 这是研究区域中的全球变化问题的关键。

RRC 的主要作用是区域综合研究, 并通过 RRN 促进跨学科研究和人才培养。由于 RRC 将由几个不同的研究站 (RRS) 组成, RRC 将促进 RRS 之间有效的相互合作, RRC 还应在加强区域现有的研究活动中起积极作用, 利用各不同学科的实验室进行联合研究并加以协调。此外, RRN 中的研究将依靠 RRC 的设备合作研究和培训进行协调, 使其成为 IGBP 和其他的全球变化研究计划的一部分。RRC 的主要功能有: 研究功能; 培训功能; 数据管理功能; 综合与模拟功能; 科学家和决策者之间的信息交流功能。

为了实施 START, 需要建立一组能均匀覆盖全球的区域系统 (RRN)。

根据有关原则, 共提出了 14 个区域: 南美洲赤道地区; 非洲北部地区; 亚洲热带季风区; 南美洲温带地区; 非洲南部和东部地区; 亚洲中部干旱地区; 南极地区; 北极地区; 加勒比海地区; 地中海地区; 大洋洲; 东亚温带地区; 北半球温带地区; 北美洲西部地区。所有上述区域在全球变化研究中都是重要的, 因为每个区域都有自己的特点, 只有对所有区域进行综合研究才能为全球系统提供一个完整的环境变化的描述。目前已建立东亚 (北京)、东南亚 (曼谷)、南亚 (新德里) 和非洲 (内罗毕) 四个全球变化研究中心。START 的意义是为区域尺度和全球尺度之间提供联系, 使之成为有效开展全球变化区域研究的必要保证。

### 3 全球环境变化的人文因素计划 (IHDP)

IHDP (或 HDP 计划) 由国际远景研究机构联合会 (IFIAS)、国际社会科学联合会 (ISSC) 和联合国教科文组织 (UNESCO) 联合制定、组织和协调, 时间跨度为 10 年。1988 年 9 月和 1990 年 11 月分别在日本和西班牙召开了有关国际学术讨论会, 确定了该计划研究内容、方法、近期实施安排等。

该计划力图在社会科学领域仿效某些自然科学所特有的大规模合作精神，力求更好地了解导致全球环境变化的人类原因。其全面目标可概括为以下四点：促进对左右人与地球总体系统相互作用的复杂原因的科学研究和理解；不断努力探索和预测全球环境下的社会变化；确定大范围的社会战略以预防或减轻全球变化的不利影响，或适应那些无法避免的变化；分析对付全球环境变化、促进实现持续性发展目标的政策与方案。

为实现上述研究目标，该计划进行以下几个方面的活动：提倡建立一个由科学家和其他有关方面人士组成的全球网络，鼓励这一网络与其他有关研究活动合作进行研究工作，以便探索人与全球经济系统相互作用的原因；

承担精选的切合计划目的的研究项目；确定能使该项计划付诸实施的适当的情报系统和方法；探索全球变化的人类因素的背景和促其形成的道德、文化、法律等传统和框架；提出程序和技术，以便按政策取向整理各种研究成果；针对全球环境有重大影响的人类活动，开展教育工作。

该计划的理论取向大致有三个特点：观点是全球性的；时间跨度大，要进一步追溯过去和展望未来，不可能就便采取适合于一般学科或学术领域的研究方法。该计划研究的主要内容包括：全球变化的根源，主要是人为根源；仔细区分自然趋势引起和由人类活动所造成的两类变化；由于地圈/生物圈的其他部分和直接由于人类作用系统所引起的变化的后果；对全球变化的管理。大致有三个对策可供选择：防止变化，充分发挥人类的主观能动性；适应那些人类无法调控的变化；复原或重建原来的系统。

随着全球变化的深入研究，这些问题的解决不仅需要“常规科学”，而且需要借助新型的被称之为复杂系统理论的科学范式。这种新的范式强调非平衡、不稳定、非线性和不可逆性，所有这些观点都适用于研讨全球变化中近年来出现的易损性和恢复力等概念，风险评估的概念和方法，使全球变化的研究趋于全面。

全球变化的人类因素计划的初期研究课题有如下六个：对全球气候变化作出反应的策略，特别要考虑新的能源问题；用以估量全球问题风险的方法，包括扩大充实全球范围风险评估技术的专业知识；解决世界上最易受损地区和居民的迫切需要；工业的改造，以及分析全球变化中的全球“工业新陈代谢”；对全球公有领域进行所涉及的法律、伦理和机构体制等各个方面；全球性社会科学研究计划的模式、数据资料 and 概念。

1990年11月召开的ISSC第18届大会通过的《全球环境变化的人类因素计划研究纲要》指出：该研究必须同时考虑人类活动对全球环境变化的作用和全球环境变化对人类的影响这两个方面的内容。与地球系统相互作用的人类活动受三个基本因素驱动：人口数量及其在全球范围的分布；受心理、文化、经济及历史因素制约的人类的需求和期望；调节与规范人类行为的社会、文化、经济和政治组织、制度与和各种法规。这些因素可纳入三个更明确更广泛的主题：资源利用的社会因素；对全球环境现状及其变化的认识与评估；地方、国家和国际社会、经济、政治组织与制度对全球环境的影响。这些主题既需独立地进行研究，又需将各主题综合起来进行研究。这些研究工作必须在所有地域尺度上展开，而且应当包括过去、现在和将来的研究。

《全球环境变化的人类因素计划研究纲要》提出的七个研究课题是：资源利用的社会因素；对全球环境状况及其变化的认识和评估；地方、国家和国际社会、经济、政治组织与制度的影响；土地利用；能源生产

和消费； 工业增长； 环境安全与持续发展。

根据研究进展，1995年10月IHDP第三次科学讨论会进一步确定了其主要研究领域，即 土地利用与土地覆盖变化； 工业化转移、能源生产与消费； 人口学与资源利用的社会因素； 全球环境变化的态度、观点、行为和认同； 社会、经济和政治构架及体制在地区、国家和国际层次上的影响；

工业增长； 环境保障与可持续发展； 淡水保护与质量； 人类健康与全球环境变化； 贸易与全球环境变化。

IHDP 现有两个子计划：LUCC 和正在设计中的全球环境调查（GOES），其中，LUCC 是由 IHDP 和 IGBP 共同发起的（详见 2.8 节）

### 3.1 全球环境调查（GOES）

这是一个拟议中的关于社会、经济的量度的项目，目的是量度人们对环境的知识、认同和行为，并了解知识和认同是如何形成并且如何影响人们行为的。其所要考察的事实是：全球变化起源于个体行为、还是起源于人类对自身活动的觉察、了解、思考和感觉？了解这些觉察和由之引出的反应对于全球变化研究来说是至关重要的。

“全球环境调查”（Global Omnibus Environment Survey，简称 GOES）同时从属于研究“公众态度、偏好、行为与知识”计划组群的一个子群。目前为止，GOES 已召开了一系列会议，制定了一系列方案，同时许多来自于其它国家与其它相关学科团体的社会科学家也参与进了 GOES 的工作中，这使 GOES 带有明显的国际性质。

#### (1) GOES 总体目标

在认识人类在全球环境变化中的作用及产生的结果时，我们必须认识到一点：人们正在制定的有关可持续发展政策，不论从技术的观点看，设计得多么好，如果没有公众的支持和理解，这个政策也会失败。所以我们必须对公众在可持续发展问题上的态度进行监测分析。GOES 的工作就是要提供有关人们对环境可持续发展政策所持有的潜在的、长期的抵触行为方面不同阶段的资料。并且还要找到一种适用的公众对环境看法评价方法，它必须是可跨时段、超国界、跨文化背景的。这种方法不但要与里约热内卢计划《21 世纪议程》这一类国际公约一致，而且还要反映出 IHDP 所关心的环境重点。

#### (2) GOES 存在的必要性

GOES 包括了一个纵向方案以评价和解释公众对环境的态度、知识与行为在时间上的变化。过去几乎所有的环境研究都只是对某一时间点的调查，从而造成衡量变化的标准难以确定，推断变化的原因变得困难甚至不太可能。

在这以前，几乎没有几个调查可在国与国之间进行交叉比较的。即使有例外，也存在着许多局限性。诸如：调查所选的对象令人不可信，大多倾斜于受过良好教育的人群或生活在大都市的人群，而且问卷上的问题本身也很明显地是为教育程度较高的人群而设计的；环境因素常被弱化；人们对人口密度、人口增长的态度很少被征求过。另外也很少开发价值系统，很少注意政策的可替代性。

早期的调查大多是描述性的，很少包括与变化相关的可变事物。GOES 的调查设计内容要求从理论上讲更适合于可变事物。如包含了一般价值系统，强调了许多能够调整关系的社会与生态方面的可变物。

人类的特征与它在全球变化中所扮演的角色,要求一个与输入/输出模式或状态转化模式来描述,但必须认识到,原来那些输入/输出模式或状态转化模式在全球变化中虽得到运用,但不敷描绘人类活动的要求。这种状态转化(输入/输出、刺激/反应)的观点只是当人类这个子系统放在有限的环境中时,它是可用的。但如果向外延伸,它可能就不正确了。如果时间尺度很短,并且局限在通常的业务范围以内,那么通过输入/输出模式得出来的预测就可以信赖。然而当变化充分大,而且变化的结果要经过足够长的时间才能被感觉出来时,输入/输出模式就无效了。Mesarovic M D 等人提出目标搜索模型来解决这个问题,可能是一个很好的方案。

#### 4 生物多样性计划(DIVERSITAS)

国际生物多样性计划是由 ICSU 所属的国际生物科学联合会(IUBS)、环境问题科学委员会(SCOPE)及联合国教科文组织(UNESCO)于1991年共同发起的。1995年推出的该计划的下一步方案,不仅进一步完善了该计划原先的研究内容,而且强调了生物多样性保护与持续利用问题中的人文因素。

主要任务:

通过确定科学问题和促进国际间合作,来加强对生物多样性的起源、组成、功能、继续与保护等基础性研究,以增进对生物多样性的认识、保护和可持续利用。

主要领域:

- (1)生物多样性的起源、维持和丧失;
- (2)生物多样性的生态系统功能;
- (3)生物多样性的编目、分类及其相互关系;
- (4)生物多样性评价与监测;
- (5)生物多样性的保护、恢复和持续利用;
- (6)生物多样性的人类因素;
- (7)土壤和沉积物的生物多样性;
- (8)海洋生物多样性;
- (9)微生物生物多样性;

其中(6)~(9)为学科交叉领域。

1996年8月IUBS执委会经过讨论后提出当前DIVERSITAS操作计划的最后文本。提出生物多样性科学在现阶段的内涵由5个核心要素(core elements)和5个特殊目标研究领域(special target areas of research,简称STARs)组成。对这10个研究领域的相互关系,用图解方式(图4)表示。

核心研究领域是:

- 生物多样性的生态系统功能

基本问题:生物多样性是如何为人类服务作贡献的。

该领域的两个主要问题是:物种多样性如何影响到生态系统的稳定性和恢复以及全球变化是如何影响它们之间的相互关系的;生物多样性在生态系统的各种功能过程中是如何发挥作用的。通过这些研究将可以量化生态系统是如何保持水量和水质、土壤肥力、空气质量,并识别气候变化对上述功能的影响。

- 生物多样性的起源、维持和变化

基本问题：人类如何才能保持一个具有丰富的生物多样性的世界。

该领域将主要研究： 种群水平上生物多样性的动态； 物种间相互作用的生态学和遗传学； 生境片段化与种群动态； 珍稀物种的生物学和遗传学。

· 系统学：编目与分类

系统学是研究生物多样性的基础。该领域将说明生物多样性的现状以及如何信息化后为所有的国家所利用。

该领域将发展一种为国际上均能接受的对全世界物种的系统学的编目方法，把从全球获得的信息分析和综合成能反映生命史的具有推断性的分类，并将促进把这种知识变成成为世界各国都能得到的一种有效的、并有预测功能的数据库。

该领域将主要研究： 全世界物种的编目和分类； 对生物多样性进行系统发育的研究，最后归入分类系统内； 完成物种 2 000 (species 2 000) 项目——全世界已知物种的索引。

· 生物多样性的监测

基本问题：生物多样性的分布以及它们是如何在迅速的变化。

该领域开发出有效的和标准化的监测方法，以提供可以互比的数据。这样可以促进快速积累有关生物多样性现状和未来状态的资料，从而得到地球不同位置之间作比较和监测活动的一个更可靠、更具有预测性的框架。该领域应与第 3 领域有紧密的联系。

· 生物多样性的保护、恢复和持续利用

基本问题：生物多样性如何保护、恢复和持续利用。

该领域将致力于研究： 生物多样性的动态及其在制定保护生物多样性的政策中的应用； 对栽培植物和驯养动物野生近缘种遗传多样性的保护； 强调对退化生态系统的恢复，以及在恢复过程中提高生物多样性保护的需要的不同方案； 可持续的土地利用方式与生物多样性保护之间的相互关系。

特殊目标研究领域是：

· 土壤和沉积物的生物多样性

基本问题：土壤和沉积物中的生物在生态系统中起什么作用。

土壤和淡水水体及海洋系统的沉积物中的生物在重要的生态系统过程（包括营养循环的控制和它们对温度、气体的影响等）中起关键作用。了解保持肥沃的土壤和沉积物的生物学基础将是一个重点研究问题。要为评估、监测土壤和沉积物建立数据库与标准的方法，以及开展定量化的实验去了解土壤和沉积物中的生物在生态系统功能中的作用。

· 海洋生物多样性

基本问题：海洋和海岸带的生物多样性与人类活动之间的相互关系。

该领域将致力于研究： 生态系统功能及其对海洋生物多样性的影响； 海洋生态系统生物多样性的起源、维持和变化； 海洋生物系统分类和监测； 位置之间作比较和监测活动的一个更可靠、更具有预测性的框架。该领域应与第 3 领域有紧密的联系。

· 微生物生物多样性

基本问题：微生物的活动如何影响生态系统的功能。

微生物具有巨大的遗传多样性，在食物链和生物地球化学循环中它们作

为基本组分起到极为重要和不可替代的作用。该领域将致力于研究： 微生物多样性与生态系统功能； 微生物多样性与系统分类（编目和分类）； 微生物多样性及其保护； 微生物多样性和海洋生物多样性。

· 淡水生物多样性

基本问题：河流、湖泊、池沼以及它们之间的过渡带与人类活动之间的相互关系。

淡水生物多样性发生变化的主要原因是由于采水过量，各种水体生境自然的改变，化学污染和富营养化，过度捕捞，外来种的入侵，以及包括酸雨、气温上升和荒漠化在内的全球变化造成水体内环流和营养供给的变化，影响着生态系统内的淡水生物多样性。通过该领域的研究最后可得到淡水生态系统功能的预测模型及其基本理论。

· 生物多样性的人文因素

基本问题：要了解生物多样性与人类健康、提高生活质量之间的关系。

由于人类在改变生态系统过程中起到关键作用，所以在保护和持续管理生物多样性时，要将人类活动综合到这些生态系统功能中去考虑。该领域将致力于研究： 了解社会文化特征及公众对生物多样性的科学理解之间的关系； 评估人口压力和生物多样性动态之间的关系，这个关系是指对人类健康和生活质量的影响； 分析传统的与现代的人类社会，即过去如何管理和现在管理生物多样性的方法； 在生物多样性的保护和持续管理生物资源上，对公众参予的策略进行评估。

图 4 生物多样性科学的各个领域和它们之间的相互关系图  
图中 1~5 为核心研究领域：6~10 为 STARS。

