

全球变化和我国未来的生存环境

符淙斌 叶笃正

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100080)

提 要

本文在分析我国生存环境的主要特点的基础上,讨论了生存环境长期变化中的科学问题及其与全球变化的关系,并就我国全球变化研究的总体设想、主要内容和目标提出了建议。

关键词: 全球变化; 生存环境; 中国。

我国所处的地理位置和独有的地质、地貌条件决定了生存环境的宏观格局。在这块土地上,养育着占世界人口五分之一的中华民族。在五千年文明古国的发展中,我们不断地改变着它的自然面貌,形成了独具特色的生存环境,并对整个地球环境产生了不可忽略的重要影响。全球变化必须考虑发生在中国这块土地上的自然的、社会的和经济的活动。没有中国的参与,要研究全球变化问题是不可能的,这是世界上一些权威科学家的共识。中国应当积极参与全球变化的研究,在这一领域作出我们的贡献,保护人类共有的、唯一的地球环境是我们的义务。

一、中国生存环境的主要特点

1. 典型的季风气候—生态系统

我国东部的大部分地区处于典型的亚洲季风气候控制之下。这里雨量充沛,四季分明,光、水、热资源丰富,形成了典型的季风气候生态系统,从北到南依次分布着寒温带针叶林、温带针阔混交林、落叶阔叶林、亚热带常绿阔叶林、热带季雨林和雨林。季风雨所释放的大量潜热在全球大气环流中有重要作用。亚热带常绿阔叶林、热带季雨林和热带雨林,作为一个巨大的蒸腾源,它在全球水循环中起着重要的作用。那里繁育着大量的动、植物品种,是保持生物多样性的一个重要地区。

由于季风气候明显的年际变化特点,这里干旱和洪涝发生的频率高,对人民的生活有很大的影响。另一方面,一些研究结果表明,由于季风气候热力驱动的性质,季风系统对全球增暖的响应较为敏感,是研究区域气候变化的一个重要地区。

2. 独特的地理景观

世界著名的青藏高原在中国、东亚乃至全球气候和环境的形成和变化中都有十分重要的作用。一方面,青藏高原的热力和动力作用是形成全球大气环流基本结构的不可忽

略的重要因素, 又是东亚季风气候形成的一个主要因子。另一方面, 青藏高原地域辽阔、地貌复杂, 冰川面积和储量丰富。高原上新构造运动剧烈, 由此造成的湖泊多, 面积大。全区湖泊占我国湖泊总面积的 52%, 是世界上海拔最高, 湖泊最多, 面积最大的内陆高原湖区, 那里成为我国大江大河的发源地。由于地势坡度差大, 降水充沛, 河川径流量大, 流速快, 是我国水力资源极为丰富的地区^[1]。

另一个为世界各国注意的事实是, 青藏高原地区大部分地方人口稀少, 是未开发的处女地。可以近似地作为未扰动的环境本底来看待, 是研究全球变化的基础。从高原冰岩芯可以获得晚生代以来, 特别是 15 万年以来, 气候和环境变化的连续记录和可靠信息, 为阐明环境演变历史及其对东亚环境的影响提供依据。

黄土高原是另一个主要的自然地理景观。黄土在我国北方, 尤其是黄河中游地区有着广泛的分布。巨厚的黄土堆积期从第四纪初开始, 绵延不断, 直至今日。由此形成的黄土-古土壤剖面成为气候和环境变化的一个“记录器”。通常气候变干变冷时, 成土作用减弱, 黄土堆积作用加强; 气候变暖、变湿时, 形成土壤层。土壤剖面中黄土和古土壤的交替出现可以揭示我国气候和环境的重大变化。我国地质和气候工作者, 根据黄土剖面对我国古气候和古环境格局的演替已作了大量的分析研究, 取得了许多有意义的结果, 也为世界科学同行所关注^[2]。

另一方面, 位于中国中部的巨大的黄土高原和沙漠地带又是大气气溶胶的一个重要来源。黄土堆积与西伯利亚的冷空气活动及由此而引起的中亚沙暴过程有关。同时, 西风气流和黄河流水对黄土的长距离搬运, 直至太平洋中部, 是一个大范围的环境问题, 也已引起不少科学家的兴趣。

黄土高原是水土流失最严重的地区, 水土流失面积达 43 万平方公里, 占总面积 70% 左右。除自然侵蚀外, 人为因素在日益加剧, 也是研究人类活动对生存环境影响的一个重要区域。

海岸带为人类提供了优良的居住环境, 丰富多样的食物以及方便的交通, 因此被中国人称为“黄金地带”。海岸带是一个过渡带, 是地球上物理、化学、生物和地质过程最活跃的地区, 是全球变化研究不可缺少的组成部分。

由于自然的海陆分布和河流系统, 加上强烈的人类活动, 广阔的中国东部沿海地区和中国海海域是世界上发育最完好的海岸带。其中环南中国海的海岸带, 是地球上人口密度最大的地区之一, 有著名的湄公河三角洲和珠江三角洲等河口区, 有最高生产力的热带生态资源, 这里雨量充沛, 河川纵横, 年径流量高达 $13000 \times 10^8 \text{ m}^3$, 是研究海陆相互作用的理想区域之一。

3. 人类活动对环境的影响大

我国有近 12 亿人口, 人类活动强烈地影响着生存环境。作为一个发展中国家, 人类活动对环境的影响主要表现在土地利用和工业发展上。土地利用与农、林、牧、渔业及城市交通建设等有密切关系。它包括森林的采伐, 放牧、土地垦植, 水体利用和水生物捕捞, 道路和城市居民区建设等, 其结果是天然植被破坏, 水土流失。一方面地表的物理、化学特征发生变化, 另一方面影响到地表与大气之间的热量、水分和微量气体通量, 改变自然的生物地球化学循环、能量和水循环, 并通过大气、植被和土壤之间的相

互作用给人类生存环境带来长远的影响。工业的发展除造成“三废”污染, 酸雨等局地性和区域性环境问题外, 更主要的是大量的化石燃料, 向大气排放的温室气体, 直接改变了大气成分, 对全球气候和环境产生影响。

森林破坏 我国森林的覆盖面积本来就不大。建国以来, 主要是不适当的采伐, 全国森林覆盖面积从 1949 年的 13% 减少到 80 年代的 11.5%。平均每年砍伐约 1342 公顷。其中, 东北林区, 从 1949 年的 82.5% 减少到 80 年代的 14.2%。西双版纳也砍掉了近一半以上的森林^[2]。

草原退化 由于过渡的放牧和不合理的开垦, 我国已有大约 1/6 的草原遭受不同程度的退化, 产草量比 60 年代减少了 45% 左右。

水土流失 由于森林砍伐、草原破坏以及其它的人为原因, 我国水土流失的总面积达到了 150 万平方公里, 占国土的 1/5。每年流失表土达 50 亿吨, 相当于全国耕地每年剥去 1 厘米的土层, 损失氮、磷、钾的量相当大, 约 4000 多万吨化肥, 接近我国化肥的年产量^[3]。

土地沙化 由于人类活动和气候变化等原因, 我国沙漠的总面积为 109 万平方公里, 占国土 11.4%, 潜在沙漠化土地为 15.8 万平方公里。近三十年, 沙漠化土地扩展速度为每年大约为 1560 平方公里, 占沙化面积的 3.5%^[4]。

水污染 由工业、农业和生活用水等造成的全国污水排放总量为 342 亿吨, 其中仅 22% 经过处理。城市地表水污染达 88% 以上, 17 条主要江河均受到不同程度的污染^[3]。

温室气体的排放 工业化, 主要是原煤、原油、天然气的燃烧以及化肥生产是温室气体的主要来源, 其中原煤占燃烧总量的 90% 以上。其它, 如生物燃烧、生物排放, 工业排放也是温室气体的来源。表 1 给出了用 1989 年的产值估计的我国主要

表 1 我国主要温室气体的排放量^[1]

温室气体	排放方式	排放量	
		1988	2000
CO ₂ (百万吨碳)	原煤燃烧	486.075	644.286—694.274
	原油燃烧	109.223	168.709—198.562
	天然气燃烧	13.413	27.771
	工业排放	28.68	63.75
	生物燃烧	189.63	224.10
CH ₄ (百万吨)	水稻田	2300.	23.00
	工业排放	1.22	1.6
	反刍动物	1.9	6.1
N ₂ O (万吨氮)	化石燃烧	0.059—0.132	0.089—0.2
	生物燃烧	0.03	0.035
	化肥生产	0.011	0.011
	土壤排放	0.15	0.13
CFC _s (千吨)	-11	5.5*	21.6
	-12	14.0*	52.4
	-13	1.5*	5.2

注: * 表示由 1989 年产量估计的值。

温室气体 (CO₂, CH₄, N₂O, CFC_s) 的排放量, 及预测的 2000 年的排放量^[1]。由表可见, 80 年代后期我国每年排入大气的 CO₂ 总量为 6.2 亿吨碳, 甲烷为 2612 万吨, 一氧化二氮为 25—32 万吨氮, 氟氯烃为 24510 吨。虽然这个总排放量是相当可观的, 但是, 按人口平均我们的排放量远远低于发达国家的水平。毫无疑问, 发达国家应当在全球环境问题上承担更多的责任。

4. 人均资源少, 土地承载力低

我国号称地大物博。但是, 我们要在占世界不到 7% 的耕地上养活 22% 的世界人口。我们的播种面积只有美国的 70%, 却要养活比美国大 4 倍以上的人口。人均土地资源、生物资源和水资源少, 土地承载力低, 是我国生存环境中又一个十分严重的问题。表 2 给出了我国同全球平均相比较的耕田、森林、草地和水资源状况。

表 2 我国同全球平均相比较的耕田、森林、草地和水资源状况

	中国	世界	中国 / 世界
耕 地	2 亩	5.5 亩	~1 / 3
森 林	1.7 亩	9.8 亩	~1 / 5
草 地	4.1 亩	11.4 亩	~1 / 3
水	<2700 m ³	11000 m ³	~1 / 4

5. 生存环境的脆弱性

我国处于中纬度地区, 同时受到极地和低纬度两个方面的影响, 气候复杂多变, 温度、降水和水文状况的相对变率大, 自然灾害频繁。加上经济实力等原因, 对自然灾害的承受能力也低, 灾害造成的损失大。表 3 给出了我国各种类型的自然灾害 (大气、大地和生物) 的经济损失的粗略估计。可见, 由于自然灾害, 每年粮食损失为 700—800 亿斤, 总的经济损失达 500 亿以上。从而更加重了土地的承载量。

表 3 中国自然灾害经济损失估计 (引自文献[5], 略有删改)

	灾害种类	粮食损失 (亿斤)	直接经济损失 (亿元)	小计 (亿元)
大气灾害	干旱灾害	400—500	150—200	420—510
	洪涝灾害	200	150—200	
	风暴潮	5—10	50—60	
	冰雹及低温冷害	30—50	20—30	
	林火	—	50—100	
大地灾害	地震	—	10—20	70—110
	山崩、滑坡、泥石流	5—10	20—30	
	灾害性水土流失	30—50	20—30	
	风沙及沙漠化	5—10	20—30	
生物灾害	病、虫、鼠害	20—30	10—15	10—15
	总计	695— (780)	500— (620)	500— (620)

二、中国对全球变化的贡献

中国是一个拥有 960 万平方公里, 近 12 亿人口的大国。国土面积占世界第三位, 人口占世界第一位。根据 1988 年的数字, 我国年燃煤量为 9 亿吨, 占世界第一; 年稻麦秸燃烧量为 2 亿吨, 占世界第一; 作为燃料的木材和碳的消耗量为 1500 万米³, 占世界第三; 水稻的种植面积占世界第三位, 产量占世界第一; 因此, 我国在全球温室气体排放中有重要作用, 其中 CO₂ 的排放量占全球排放量的 10.7%, 居世界第三位, 甲烷排放量占全球排放量的 4.7%, 是世界上甲烷生物排放的主要国家之一。

表 4 给出了我国森林砍伐, 沙漠化和水土流失状况的比较。我们每年砍伐的森林占世界砍伐量的 19%; 旱地沙化的面积超过全球平均; 水土流失量和入海泥沙量均占全球总量的 8.3%。污水排放量占全球污水排放量的 8.5%。由此可见, 我国在全球的气、水、土、生(植被)的变化中占有举足轻重的地位。

表 4 中国与全球环境问题的比较 (除注明的外, 资料取自文献[1])

	全球	中国	中国 / 全球	排行	资料出处
人口 (亿)	50	11	22%	1	
面积 (平方公里)	1 亿 5 千万	960 万	6.3%	3	
燃煤量 (亿吨)		9		1	(1)
薪柴木炭 (万米 ³)		1500		3	(1)
麦稻秸燃烧量 (亿吨)		2		1	(1)
水稻产量 (百万吨)	470	181	39%	1	(2)
微量气体					
CO ₂ (百万吨)	5800	619.76	10.7%	3	
CH ₄	553	26.12	4.7%		
CFC-11	280.8	9.5	3%		
CFC-12	368.4	15.5	4%		
森林砍伐速度 (千公顷 / 年)	7046	1342	19%		
旱地沙漠化速度 (%)	61	69			
水土流失量 (亿吨 / 年)	600	50	8.3%		
入海泥沙量 (亿吨 / 年)	240	20	8.3%		
污水排放量 (亿米 ³)	4000	342	8.5%		文献[3]

注: ① 由庄亚辉提供;

② 取自 EPA, Policy option for stabilizing global climate, 1990.

必须指出是, 我国是一个发展中国家, 正面临经济全面发展的新时期, 人类活动对环境的影响正在进一步加强。只有努力解决好生存环境保护和持续发展之间的关系, 才能减少人对环境的不良影响, 并通过人类有计划的活动, 使环境朝着有利于人类的方向发展。例如, 大力开展的全国植树造林活动, 已使森林覆盖状况有明显改善。据第三次全国森林调查的资料, 我国目前的森林覆盖率比 1977—1981 的调查结果提高了 0.62%, 其中人工林面积占全部森林面积的比例, 提高了 6%。

三、我国生存环境变化中的主要科学问题

全球变化与我国未来的生存环境问题有着十分密切的关系。一方面, 生存环境变化是地球系统的整体行为, 不可能离开全球变化的背景, 孤立地来研究我国的生存环境问题。必须充分考虑全球变化对我国的影响。另一方面, 全球的生存环境变化是组成地球的全部区域的综合表现。必须研究那些具有全球意义的区域性生存环境问题才能够得出全球的整体状况。因此, 全球变化的研究必须有最大范围的国际合作。研究区域水平上的全球变化问题, 既是解决本地区、本国生存环境问题的需要, 又是对全球变化国际研究计划的贡献。

中国的全球变化研究应当包括两个方面的科学问题: (1) 全球变化对东亚和我国的气候、环境、经济发展的影响; (2) 具有全球意义的区域性生存环境问题。

1. 全球变化对东亚和我国生存环境变化和持续发展的影响

这里的全球变化将主要是全球气候变化, 包括自然和人为的, 特别是全球增暖的影响。这是一个具有明显的实用意义和理论价值的问题。现有的气候理论和气候模式给出了大气中温室气体含量增长可能引起的全球气候变化的估计。但是, 人们更关心的是东亚季风在全球增暖下会发生什么变化? 未来我国的气候冷暖、干湿情况如何? 对水资源有什么影响? 对气候灾害出现的频率和强度有什么影响? 对农业收成有什么影响? 海平面是否要升高, 升高多少? 对沿海城市有什么影响? ……这些是在全球变化研究中必须回答的问题, 还要研究协调环境保护和持续发展的关系, 这对第三世界具有普遍意义。

2. 有全球意义的区域性生存环境问题

区域性环境问题很多, 最为常见的是由工厂排放废物引起的局地水、土和气的污染等。这里我们强调的是那些具有全球意义的问题。就东亚和中国来说, 我们认为有下述主要科学问题:

(1) 季风气候—生态系统相互作用

季风是全球气候系统的一个重要组成部分。它是在特定的自然条件下(主要是海陆分布)形成的, 一种类型的气候。在这样的气候条件下发育起来的陆地生态系统中植被—土壤—气候的相互作用过程是一个重要的科学问题, 其中包括季风雨和季风雨林在水循环中的作用, 季风雨林在碳循环中的作用等。我国在季风气候研究方面有悠久的历史和丰富的积累, 在季风的形成、变化及其对区域降水的影响方面有许多成绩。需要把季风气候—生态系统作为一个整体来研究, 揭示大气圈—生物圈之间的相互作用。

(2) 人类活动, 主要是土地利用在生存环境变化中的作用

在我国和其它的发展中国家, 人类活动对环境的影响是一个十分重要的科学问题。土地利用状况的变化又是人类活动主要形式, 这里需要社会科学和自然科学的合作。就自然科学而言, 土地利用, 包括植被(森林、草原、耕地)变化, 土壤变化, 水体变化以及工业和城市发展占用土地状况的变化等, 将明显改变陆地表面的性质。一方面, 它改变地表反照率, 地表与大气之间的辐射、热量和水分交换; 另一方面, 它改变陆地表

面与大气之间的微量气体交换和土壤内的营养物质交换等,从而使陆地生态系统的生物地球化学循环过程发生变化。这些发生在陆地表面的过程都将影响大气物理过程,引起气候变化。人们对这些影响的过程知道得还很不清楚。例如:作为世界最大水稻生产国的中国,以及占全球水稻产量 70% 以上的亚洲,在全球甲烷排放中的地位如何? 迄今还不能确切地回答这些问题。因为甲烷排放同耕作制度、灌溉状况、土壤类型、气候等有十分密切的关系,也就同土地利用状况相关联。气候变化又反过来影响陆地生态系统中的生物化学过程,改变生态系统的结构和功能,进而影响土地利用的宏观格局。研究土地利用对陆地生态系统的影响及其对气候变化的反馈是一个重要的科学问题。

(3) 生存环境的敏感带和变化的突变性

生存环境是复杂的,它由多种不同的气候、植被、土壤类型所组成,不同类型的生态系统之间有着明显的过渡带,那里有最强的“生态梯度”。一些初步研究表明,这样的过渡带在动力学上是不稳定的,极容易受自然和人为的干扰而发生变化,可能是全球变化中的敏感地区。全球环境的重大变化可能在这些地带出现的比较早,比较强,因而为检测全球变化的早期信号提供了一种可能性。

例如,在中国,从内蒙到高原南侧,东北西南走向的半干旱带就是一个典型的气候过渡带,是我国湿润的东部季风区和干旱的内陆区之间的过渡带。在自然生态系统方面,它是从半湿润森林草原向半干旱草原和沙漠之间的过渡带。它也是我国历史上农牧交错带的位置。虽然,已经有一些迹象表明,这个过渡带在环境变化中是比较敏感的,但确切的依据还不多。需要加强监测和观测试验,从气候、植被、土壤和其它环境信息中提出确实能说明它的敏感性的依据。另一方面,还要研究为什么过渡带具有敏感性,从理论上阐述敏感带的形成机制。

海岸带,作为海洋和陆地之间的边界,是又一类型的过渡带。研究海岸带的海陆相互作用对亚洲和我国都有重要意义,因为,这里有发育良好的海岸带,又受到人类活动的强烈影响。要从全球变化的角度研究海岸带在全球碳循环、营养物质循环中的作用,以及它对全球气候的响应的敏感性。

环境变化的突变性是又一个重要的科学问题。由渐变和突变组成事物变化的全过程,这似乎是一些普遍规律。长期的渐变孕育出一次突变。突变将积聚的能力释放出来后就转为渐变,周而复始,事物不断变化发展。

环境变化的突变性,特别是气候变化的突变性已经有了许多研究,揭露了不少观测事实,并就突变的定义、分类和检测方法等进行了研究^[6]。也企图用近代突变论,混沌理论来解释突变现象的发生。但是,人们对突变产生的原因至今还知道得很少,关于生存环境作为整体的突变的研究更少。需要进一步揭示气候突变以及其它环境因子的突变事实,从而建立起生存环境突变的完整图象,进一步研究突变发生的机理,这对于我们预测未来环境的变化有重要意义。

四、中国的全球变化研究——全球变化和我国未来的生存环境

1. 研究内容和意义

我国的全球变化研究的总的指导原则是,集中力量于我们自己的生存环境问题,特

别是那些具有中国特点又有全球意义的生存环境问题,即要在全球变化的背景下,研究我国生存环境(气、水、土、生)变化中物理、化学和生物过程相互作用的机理,科学地估计在人类活动(主要是土地利用)的强烈作用下未来(20—50年)生存环境的宏观变化趋势,在较高的层次上为国家在资源开发、环境保护和土地利用等方面的宏观决策提供较全面的科学依据。

这是一项具有明确应用前景的重要基础研究。一方面,科学地评价我国生存环境的现状、预测其发展趋势是关系到我国这块土地上究竟最终能承受多少人口的战略问题,必须及早开始,做好充分的科学储备;同时,生存环境也是一个全球关注的重大问题,是当今国际事务的一个重要内容。本项目的研究也将为我国在这一方面的外交决策提供科学依据。另一方面,生存环境问题就其科学性来说,超越了任何单一学科的领域,它涉及到地球科学、环境科学和宏观生物学的许多学科分支以及社会科学的某些领域。从整体上来了解人类赖以生存的环境变化规律和原因,并预测其发展趋势,是当代科学的一个前沿领域。

2. 总体研究目标和主要研究方案

生存环境问题是一个全球性的多学科问题,需要较多的人力、物力和经费投入,也需要经过较长时间的知识积累。根据对我国生存环境特点和未来起主导作用的因素的分析,考虑到国力和近期内对基础研究可能的投资强度,10年内的总体研究目标是:

科学地确定我国现在的生存环境在长期变化中所处的地位和人类活动对生存环境的影响,检测生存环境变化的敏感地带和重大变化的早期信号,了解生存环境变化的机理;在此基础上对未来20—50年我国生存环境变化趋势的宏观特征提出科学估计。

同时,在全球变化的基本理论方面,提出具有若干有国际水平的重大成果。如生物圈在气候增暖和水循环中的调节作用,气候和生态系统相互作用的理论等,为国际IGBP计划作出贡献。

作为第一阶段,前五年的研究目标是:

建成我国生存环境长期变化的多要素综合基础数据集和分析系统;发展生存环境主要组成成分的子系统模式;捕捉敏感带变化的强信号;在探讨生存环境的可预报性和若干理论问题的基础上,初步估计几种可能的人类活动背景下生存环境变化的趋势。

为达到预期目标,研究方案由四个部分组成。

第一部分是观测和监测研究,这是工作的基础。其中包括(1)搜集和分析生存环境变化的观测资料(直接和间接);(2)采用卫星遥感和地面气象、水文和生态站网相结合的方法监测分析生存环境的现状,以确定生存环境变化的宏观特征,检测敏感地带的变化和其他重大变化的早期信号;同时,为模式的建立和检验提供基础资料。

第二部分是实验研究,在生存环境变化的敏感地带和典型生态系统的区域组织陆地—大气—植被之间相互作用的对比观测和实验研究,以及专控温室中 CO_2 含量变化对植物生理过程影响的实验室研究等,以了解生存环境变化的过程和机理,并为模式建立提供依据。

第三部分是模拟和理论研究。数值模拟是研究相互作用着的复杂的生存环境问题的重要手段。在观测和过程研究基础上,首先发展子系统模式,逐步建立相互联结的耦合

模式,最终向总体系统模式发展。与此同时,开展基本理论问题的研究。

第四部分是预测研究。生存环境的可预报性,即可预报程度是一个基本理论问题。也是一个很困难的问题,需要探索可能的预报方法,在本项目其他课题研究成果的基础上对生存环境作出现有水平下的最优化的科学估计。

3. 主要研究内容

由于生存环境问题的复杂性和多学科性,应集中力量抓好学科之间的结合,在彼此联接的交叉领域安排主要研究课题和研究力量,分六个方面进行安排:

(1) 我国生存环境历史演变规律的研究

充分利用在资源、环境和生态等领域中丰富的科学积累和保存的各类古环境载体的样本,采用高精度测年技术和先进的测试手段,提取古环境信息,提高时空分辨率,重建不同时间和空间尺度的高分辨率陆地生态环境演变序列(重点为1万年,2千年和2百年及近几十年),确定现在我国生存环境在自然演变中所处的位置,评估人类活动对我国生存环境变化的影响。

我国在生存环境变化史方面已经有过许多工作,但大多是分散的、单一手段的。需要在这些工作基础上进行综合分析,去伪存真,提出比较一致的权威性的结果。还要进一步研究历史上气候温暖期、气候快速或突然变化期、重大事件发生期的我国陆地生态环境的古环境格局(古植被、古土壤和气候分布)、研究在这些时期内植被-土壤-气候-大气成分之间的相互作用、人类活动与环境的相互作用以及太阳、地球参数和火山爆发对环境的影响,为建立生存环境变化的数值模式提供基础数据和概念模式。同时利用历史类比法为预测未来生存环境变化提供相似模型。

(2) 陆面物理特征和宏观生物学特征的监测分析研究

发展应用卫星遥感技术进行陆面物理特征性(土壤湿度和反照率等)和宏观生物学特征(植被指数、生物量和初级生产量等)的监测技术和方法研究,同时开展生态网络环境要素监测资料的分析;在选择的代表站,进行遥感信息和地面观测的对比研究,改进标定和反演模式在此基础上建立我国陆面覆盖状况的高分辨资料集。

(3) 大气微量气体(CH_4 、 CO_2 、 NO_x 等)生物源的测定和识别方法的研究

组织典型生态系统(自然的和人为的)中微量气体通量的长期监测计划,并运用同位素分析技术识别微量气体源;研究生物源和人为活动源的特征指示化合物,以识别微量气体的来源,确定源的分布,逐步建立微量气体循环的大气化学模式。

(4) 敏感带和典型生态系统对气候变化响应的实验研究

在典型的生态系统敏感带(如北方从东北-内蒙-西北的森林-草原-荒漠生态梯度带),选择若干代表性生态研究站,设计加强观测系统和特殊观测项目,配备较先进的观测仪器,进行土壤-植被-大气间水、热和主要微量气体通量、地表物理特征和生物学特征,植物生理和生态过程的综合观测试验,检测生存环境变化的早期信号,研究气候(包括 CO_2 含量变化)对生态系统的结构与功能变化的影响和人类活动(主要是不同类型的土地利用)在这一过程中的作用,同时开展典型生态系统对气候变化和大气中 CO_2 浓度变化的模拟研究。

(5) 气候与生态系统相互作用的模拟和理论研究

首先建立和改进大尺度子系统模式, 包括适合亚洲和我国的区域气候—生态模式、水循环模式、化学—气候模式等, 开展模式性能的敏感性试验研究, 在此基础上逐步建立简单的相互作用模式, 重点是双向的气候植被耦合系统模式; 同时开展相互作用若干基本理论问题研究, 如尺度匹配, 适应过程和突变等。

区域气候及其变化的模拟是研究区域水平上的全球变化问题的一个关键性科学问题。区域水文模式、植被模式和化学过程模式都需要区域气候作为它们的主要驱动力。因此, 它是介于 WCRP/IGBP 之间的一个交叉科学问题。建立适合中国特点的区域气候模式, 充分考虑大气—植被—土壤相互作用层内的主要过程, 用以模拟中国气候及其变化。

(6) 我国生存环境宏观特征变化趋势预测研究

在已有全球气候变化预测结果的基础上, 开展全球环境变化的区域订正方法的研究, 并利用环境史的信息建立历史相似模型, 同时要加强地球系统非线性动力学和可预报性的基本理论研究。

全球变化是一个综合的多学科交叉的科学问题, 目前, 由国家科委支持的作为攀登计划之一的“我国未来 (20—50 年) 生存环境变化趋势的预测研究”, 是众多研究计划中的一个核心计划, 但只是我国全球变化研究的一部分。由国家科委、国家自然科学基金委和中国科学院支持的一批与全球变化有密切关系的研究项目, 组成了我国的全球变化研究计划。它们是:

- ① 气候动力学和气候预测理论研究 (国家科委);
- ② 青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统的研究 (国家科委);
- ③ 我国主要类型地区生态环境资源综合开发治理的试验观测和示范研究 (中国科学院);
- ④ 南极生物资源、生态环境和全球变化研究 (南极办、中国科学院);
- ⑤ 黄土高原区域综合治理 (八·五攻关);
- ⑥ 脆弱带生态环境综合治理和恢复研究 (八·五攻关);
- ⑦ 气候变化及其影响 (八·五攻关);
- ⑧ 资源环境宏观调查和动态分析的遥感技术 (中国科学院);
- ⑨ 十五万年以来干旱带的气候变化 (自然科学基金委);
- ⑩ 海洋通量研究 (自然科学基金委)。

另外, 各部门还有一批研究计划和课题。

我国是全球变化国际研究计划的发起者之一。在环境保护基本国策的指导下, 中国科学院和其它有关部门, 在全球变化和生存环境研究领域有一支由大气、海洋、生态、冰川、沙漠、土壤、地质、地理、空间和计算机科学等组成的多学科、高水平的科研队伍, 有较先进的仪器设备和实验室, 以及一批初具规模的生态实验台站和丰富的科学积累。经过艰苦奋斗, 努力攀登, 有可能在这一基础研究领域取得国际水平的成果。例如, 在学科之间交叉和过度带孕育出新的生长点, 在科学研究的方法论上有新的创造, 从而推动科学理论的发展, 使人类对作为整体的地球系统的认识产生新的飞跃。

参 考 文 献

- [1] 叶笃正, 1992, 中国的全球变化预研究, 第一部分总论, 气象出版社, 101pp.
- [2] 刘东生等, 1987, 黄土与环境, 科学出版社.
- [3] 胡鞍钢、王毅, 1989, 生存与发展, 科学出版社.
- [4] 董光荣, 1989, 中国的沙漠化, 气候蓝皮书, 科技情报出版社.
- [5] 孙广忠等, 1990, 中国自然灾害, 学术书刊出版社.
- [6] 符淙斌、王强, 1992, 气候突变的定义和检测方法, 大气科学, 16, 4, 482—493.

Global Change and the Future Trend of Ecological Environment Evolution in China

Fu Congbin and Ye Duzheng

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Science, Beijing 100080)

Abstract

This paper discusses the major scientific issues of ecological environment changes in China and their relationship with the global change, based on the analysis of the major characteristics of the ecological environment in China. Some proposals for the general framework, main objectives and research tasks of global change studies in China are offered.

Key words: global change; ecological environment; China.