

## 国家重点基础研究发展规划项目

# 我国生存环境演变和 北方干旱化趋势预测研究<sup>\*</sup>

关键词 中国, 生存环境, 北方, 干旱化, 预测研究

## 1 首席科学家

**符淙斌** 中国科学院大气物理研究所研究员, 国际 START 全球变化东亚研究中心主任, 国际太平洋科学协会副主席, 并在国际地圈-生物圈计划 (IGBP) 和亚太全球变化研究网络 (APN) 科学委员会等国际学术组织任职。1966 年中国科学院研究生毕业。对全球气候与环境变化有深入系统的研究。参与了国际全球变化新领域的开拓工作, 为推动我国全球变化科学领域的建立和发展做出了贡献。在海洋-大气相互作用、全球增暖及其区域影响、气候与生态系统相互作用和区域环境系统模拟及预测研究等方面完成专著、译著等 6 部, 发表学术论文 120 余篇, 其中在 *SCI* 和其它国际刊物上发表论文 30 余篇。

**安芷生** 中国科学院院士。陕西省科学院院长, 中国科学院西安分院院长, 地球环境研究所所长, 国际第四纪联合会 (INQUA) 主席。1966 年中国科学院研究生毕业。参与确立了中国黄土-古土壤序列, 与深海沉积序列进行了成功的对比, 重建了黄土高原的气候历史, 提出了黄土堆积演化模式及其与环境演变的关系; 首先引入了第四纪磁性地层学, 最早指出我国 240 万年前发生的重大地质气候事件, 测定了蓝田猿人和澳洲沙漠化年代; 重建了

最近 250 万年、13 万年和 2 万年中国北方气候变化的代用序列; 从气候动力学角度, 对控制我国中东部环境的古季风首次提出了较为系统的理论。在国内发表论文 100 余篇, 国外发表 30 余篇。

## 2 科学内涵及意义

我国地处生存环境脆弱多变的东亚地区。在全球变化和社会经济高速发展的影响下, 环境问题尤为突出。其中最为严峻的, 是占国土面积 40% 的北方地区干旱化, 它已成为妨碍东北商品粮基地的发展、华北能源基地的建设以及实施“战略西移”方针的主要障碍。科学地预测干旱化未来的发展趋势, 评估其社会经济影响, 提出合理的适应对策, 是国家战略决策的需要。

80 年代末开始提出的以环境问题为研究对象的全球变化科学 (Global Change Science) 是当代科学的前沿领域, 它的发展为干旱化研究提供了理论和方法。

同时, 干旱化问题也为全球变化研究提供了一个具体的对象, 这是因为其形成机理的研究将涉及到全球变化的一系列基础科学问题, 如水、土、气、生的相互作用, 物理、化学、生物过程相互作用以及人与环境相互作用等, 并同我国季风环境系统的地域特点紧密结合, 从而将在全球变化科学的前沿问

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2001 年 8 月 6 日

题上做出贡献。

该项目的关键科学问题是“干旱化的发展规律和形成机理”。研究的总体思路是,以全球变化科学理论为指导,运用多学科交叉的集成分析、生态系统的观测试验和数值模拟方法,研究生存环境系统的自然演变规律,揭示全球增暖以及人类活动(主要是土地利用和水利用)对干旱化的影响过程和机理,在此基础上发展北方干旱化趋势预测和影响评估的理论和方法;研究如何通过组织有序人类活动,保护和改善生态环境,从根本上缓解干旱化影响的科学途径,同时又将在季风环境系统的形成和变化规律、全球变化的区域响应和人类活动的环境效应等基础科学问题上进行研究,发展季风环境系统与全球变化相互关系的科学理论。这是干旱化研究的全新思路和方法。

### 3 重要研究进展

该项目于 1999 年 10 月启动,实施期限 5 年。目前取得的重要研究进展:

(1) 对北方干旱化的演变规律有了更深入的认识,取得了多种时间尺度干旱化的新的更确凿的证据。

多种古环境信息的综合分析揭示,在万年以上时间尺度,北方干旱化是亚洲自然环境长期变化的结果,而且与青藏高原隆升有密切关系。

在风尘红粘土、黄土、古土壤的风尘堆积记录、石英粒度、磁化率等内容的分析,深海氧同位素记录的分析 and 古气候模拟中发现:

青藏高原隆升与东亚季风气候形成至少通过两个演化阶段。青藏高原大规模隆升发生在距今 1 000 万—800 万年前,这导致了季风气候的出现;在距今 360 万—260 万年前,青藏高原再次加速抬升,奠定了亚洲季风气候的基本框架;

青藏高原隆升到了有意义的高度同晚新生代亚洲内陆干旱化的开始和东亚古季风环流的开始建立有密切成因联系,青藏高原隆升过程对黄土高原风尘堆积发育具有驱动作用;

全球冰量变化对亚洲内陆干旱化和黄土高原风尘堆积的发育具有重要作用。

④湖泊沉积、冰芯、石笋以及历史记录等和现代仪器观测记录的分析,揭示了叠加在干旱化的长期趋势上的不同时间尺度的干湿振荡以及半干旱区 3 000 年以来的干旱化、近百年来干旱化和 70 年代以来的干旱化的速率加快的趋势。

(2) 取得了人类活动加剧北方干旱化的一些定性和半定量的证据。

根据重建的末次冰期和全新世适应期的古沙漠变迁范围及其与当今沙漠范围的比较发现,现今我国北方沙漠向东扩展的范围接近末次冰期状况,即比全新世适宜期向东推进了 10 个经度。但是现在东部沙区的气候状况大约于全新世最适宜期相当,在自然状况下,东部沙区应当是草原景观。这种气候和生态景观的不一致性可能指示,当代沙漠的扩展主要是人类活动的作用。大量考古证据也证实了人类活动参与荒漠化过程。同时,粒度分析表明,近代黄土层的粒度较全新世土壤要粗得多,接近末次冰期的粒度。显然近代黄土不是气候变化造成的,而是历史时期人类活动导致的沙漠扩张。

④对北方干旱/半干旱区和其中典型地区的土地利用和水利用驱动力以及相关生态特征的分析结果表明,由于近几十年来我国北方地区人口总量及密度迅速增加,工业快速发展,城市扩展,消费水平不断提高以及对生态系统的不合理经营,造成该地区土地利用和水资源利用变化,加剧了干旱化的发展。

(3) 发展了可以用于干旱化趋势预测和有序人类活动虚拟试验的区域环境系统集成模式(RIEMS)。

对模式进行了连续 10 年的积分。同时,提出了在侧边界设置地形缓冲区的新方法。结果表明,RIEMS 具有模拟东亚季风和北方干旱区气候的良好能力。

④发起并主持了由美、日、澳、韩和中国的 10 个研究组参加的“亚洲区域模式比较计划”,在第一阶段的比较研究中,项目发展的 RIEMS 在某些方面处于领先地位。

④建立了一个考虑水文过程中降水及入渗非

均匀性特点的水文模式和一个简化大气化学过程模式(其中包括对流层大气化学过程、尘粒气溶胶过程和非均相化学过程)。通过耦合水文过程模式和简化的化学过程模式,进一步提高了 RIEMS 描写水、土、气、生相互作用的能力。

(4) 水分胁迫对典型生态系统影响的系统观测,初步揭示了干旱化的生理和生态效应。

对长白山森林天然林、草甸草原、典型草原和荒漠草原等我国北方干旱/半干旱地区代表不同水分条件的典型陆地生态系统,开展了植株和群落水平的大量观测试验,并对不同水分梯度上的典型生态系统优势植物进行了模拟试验。结果表明:

典型草原优势植物对水分变化响应的观测试验揭示,北方干旱化将导致草原植被群落的物种数、地上存留生物量和土壤中碳和氮含量的明显减少。

④干旱使羊草草原的总生物量、叶、茎和根部生物量减少,但根冠比有明显增加,反映了植被对干旱化的适应能力。

④干旱还将使羊草草原的蒸腾速率减小,气孔阻力加大,光合作用速率减小。

(5) 建立了有序人类活动的理论框架,提出了采用虚拟试验研究半干旱区有序人类活动的气候和生态效应的科学方法。

选择东北西部、内蒙古东部及华北半干旱地区设计了过度开垦、不同比例土地利用的差异和土地荒漠化虚拟试验,研究土地利用格局对生态环境的影响。证据表明,半干旱区具有脆弱性和可恢复性的双重特点。这里既是干旱化表现最为剧烈的地区,又是防治干旱化最有可能取得突破的地区。不同土地利用格局的一系列试验表明,根据当地的气候和生态条件恢复自然植被,可以产生显著的生态效应,防治干旱化。因此,应当把半干旱区作为防治干旱化的重点地区。

态效应,防治干旱化。因此,应当把半干旱区作为防治干旱化的重点地区。

④采用项目发展的区域环境系统集成模式,模拟了东亚地区自然植被的破坏和恢复对区域气候和环境的影响。虚拟实验揭示,东亚地区自然植被的恢复或破坏,不仅可以显著地影响区域气候,而且这一叠加在自然变化过程上的驱动力可以对冬夏季风环流产生影响。把过去无序的人类活动改为有序,即根据当地的气候、水文和土壤等条件合理安排农、林、牧和工业的宏观布局是成功实施退耕还林(草)战略措施的一个基本原则。

④项目与地方合作在宁夏沙湖设立项目“荒漠草原生态治理示范区”,在新疆青格达湖设立项目“荒漠人工湿地生态林建设示范区”。另外,在对东北西部考察的基础上,结合吉林省正在完善和实施“生态省”建设的规划方案,达成了长期合作意向,共同促进“有序人类活动”研究的发展和生态环境建设水平的提高。这些示范区为研究人员提供良好的试验基地,促使研究人员从实验室走向社会,努力实现科学技术向社会生产力的转化,把理论研究成果直接服务于西部开发中的决策制定。

上述主要研究成果处于国际先进水平,并产生了重要的学术影响。一批研究论文在国际 *SCI* 刊物(包括 *Nature*)上发表或即将发表;部分研究成果作为国际会议大会特邀报告,受到国际同行的好评。项目还对北方干旱化发展的未来趋势作出了初步的定性预测,并为国家有关部门提供了咨询报告。上述研究进展为全面实现项目的总体目标奠定了坚实基础。

(相关图片请见彩插一)

国家重点基础研究发展规划项目

# 我国生存环境演变和北方干旱化趋势预测研究



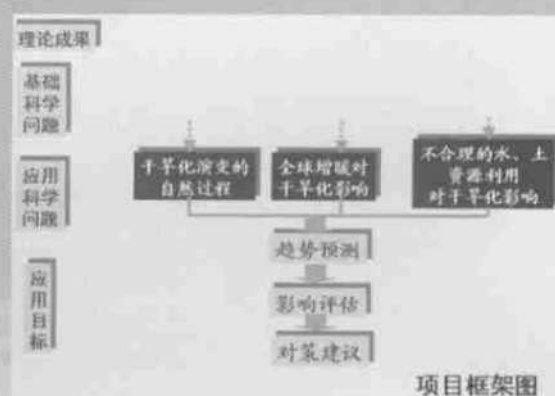
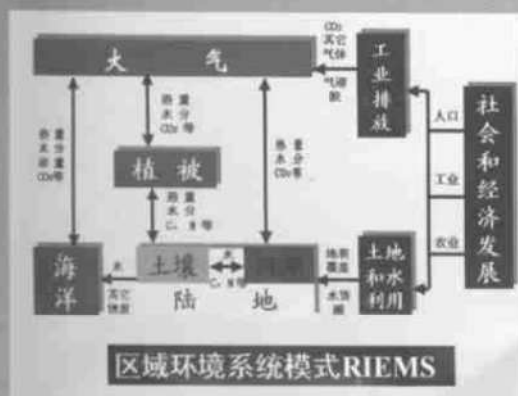
▲北方干旱化综合考察站



▲首席科学家薛宗斌(中)正在进行课题工作检查



▲首席科学家安芷生在项目年度工作会议上做报告



野外观测站

(详细内容请见本期370页)