



# 中国陆地生态系统固碳效应

## ——中国科学院战略性先导科技专项 “应对气候变化的碳收支认证及相关问题”之 生态系统固碳任务群研究进展\*

文/ 方精云<sup>1</sup> 于贵瑞<sup>2</sup> 任小波<sup>3</sup> 刘国华<sup>4</sup> 赵新全<sup>5</sup>

1 中国科学院植物研究所 北京 100093

2 中国科学院地理科学与资源研究所 北京 100101

3 中国科学院重大任务局 北京 100864

4 中国科学院生态环境研究中心 北京 100085

5 中国科学院成都生物研究所 成都 610041

**【摘要】** 气候变化是当前人类生存和发展所面临的共同挑战,受到世界各国人民和政府的高度关注。陆地生态系统固碳被认为是最经济可行和环境友好的减缓大气CO<sub>2</sub>浓度升高的重要途径之一,因此,如何提高陆地生态系统碳储量及其固碳能力,是近年来全球变化研究的热点领域。2011年,中科院启动了“应对气候变化的碳收支认证及相关问题”的战略性先导科技专项;其中,生态系统固碳任务群在中国森林、灌丛、草地和农田生态系统约16 000个野外样地进行了系统的野外调查,并开展了6大国家重大生态工程固碳效应评估和4个典型区域固碳增汇技术体系和示范的综合研究。在全国尺度上准确评估了森林、灌丛、草地和农田生态系统的固碳现状、速率和潜力,科学评估了中国重大生态工程的固碳效应,并发展了兼顾社会经济和固碳效应需求的区域可持续新模式。此外,生态系统固碳任务群首次在国家尺度构建了科学的、可核查的陆地生态系统碳清查实体数据库,不仅可为中国应对气候变化的国际间谈判提供重要数据,还将在中国生态文明建设中发挥重要作用。

**【关键词】** 生态系统,碳储量,碳吸收,生态工程,中国

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2015.06.019

## 1 背景

近年来,如何缓减气候变化对人类社会发展的影响受到世界各国政府和人民的高度重视。《联合国气候变化框架公约》及《京都议定书》的制定,

的影响受到世界各国政府和人民的高度重视。《联合国气候变化框架公约》及《京都议定书》的制定,

\* 基金项目:中科院战略性先导科技专项(XDA05050000、XDA05060000、XDA05070000)

修改稿收到日期:2015年11月11日

深刻影响了世界各国经济和社会的发展。2015年11月30日即将召开的巴黎气候大会,预计将达成一系列具有明确目标和约束力的国际协议,敦促世界各国通过切实行动来降低温室气体排放和增加碳固持,减缓全球升温速率。

作为负责的最大的发展中国家,近年来中国从转变经济发展模式和保护生态环境的需要出发,制定了“调整经济发展模式、促进节能减排技术进步、增强生态系统碳汇功能”的战略思路,并在降低能耗和减少温室气体排放方面取得了举世瞩目的成绩。然而,随着中国经济进一步发展和人民生活水平持续提升,中国能源消耗和温室气体排放量短期内继续增加的趋势将难以改变,在未来的气候变化谈判中势必面临国际社会对中国温室气体减排或限排的巨大压力。

陆地生态系统固碳是当前国际社会公认的最经济可行和环境友好的减缓大气CO<sub>2</sub>浓度升高的重要途径之一。《京都议定书》第3.4款也明确规定:世界各国可以通过增加陆地生态系统碳储量来抵消经济发展中的碳排放量<sup>[1-3]</sup>。因此,如何提高陆地生态系统碳储量和固碳速率,是当前国际社会广泛关注的焦点。前期的大量研究表明:中国陆地生态系统具有非常强的固碳速率和潜力,尤其是森林生态系统<sup>[4-8]</sup>。

为了精准评价陆地生态系统固碳效应并制定适宜的管理措施,我们亟需自主研发符合中国国情的陆地生态系统碳储量、固碳速率与固碳潜力的监测、计量和模拟分析系统,建立科学的、能被国际同行认可的精准计量方法和可供核查的数据库。2011年中科院启动了战略性先导科技专项“应对气候变化的碳收支认证及相关问题”,专门设置了生态系统固碳任务群,重点是通过大量实测数据来深入揭示中国陆地生态系统碳储量、固碳速率及其时空分布格局、国家重大

生态工程的固碳效应。

## 2 研究目标

通过对中国主要生态系统类型和国家重大生态工程区碳储量的综合调查,开展生态系统固碳现状、速率和潜力的集成分析,建立我国陆地生态系统固碳可测量、可报告、可核查技术体系和数据体系,为我国应对气候变化谈判提供重要的基础数据和科技支撑;通过在典型区域开展生态固碳增汇技术体系构建与示范,服务中国政府制定碳汇管理策略。具体目标包括:

(1)构建中国陆地生态系统碳储量数据库(地上生物量、凋落物、0—1 m地下生物量和0—1m土壤)及其相关的配套数据库;

(2)准确评估中国森林、灌丛、草地和农田生态系统固碳现状、速率和潜力;

(3)准确评估6大国家重大生态工程(天然林资源保护、退耕还林(草)、“三北”防护林、长江/珠江流域防护林、京津风沙源治理和退牧还草工程)的碳增汇效应;

(4)阐明中国陆地生态系统固碳现状、固碳速率与固碳潜力的空间分布特征及其影响因素;

(5)结合IPCC清单的碳计量需求,发展适用于中国陆地生态系统碳收支计量/认证的方法论体系、建立碳管理技术和工程碳汇效应的可测量/可报告/可核查的技术体系;

(6)在北方沙化草地、三江源区草地、南方典型人工林和石漠化区域建立固碳增汇技术体系和示范区,构建同时兼顾固碳效应与区域经济发展的技术体系和新模式。

## 3 主要研究内容

生态系统固碳任务群由3个项目组成,分别是“中国生态系统固碳的现状、速率、机制和潜力”(项目1)、“国家重大生态工程固碳量评价”(项目2)和“典型区域生态固碳增汇技术体系与示范”(项目3)。任务群各项



中国科学院

任务分工及其内在逻辑联系见图1。

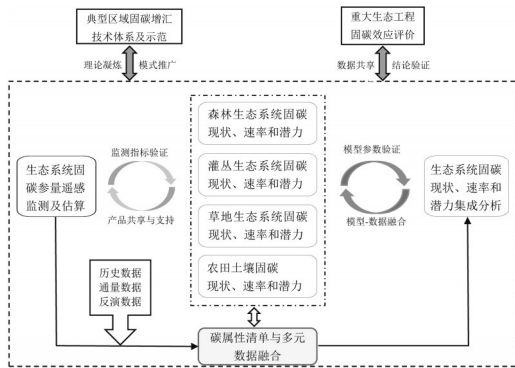


图1 生态系统固碳项目群分工及其逻辑关系

项目1结合中国陆地生态系统的特点,采用分区域+随机抽样模式,在中国森林、灌丛、草地和农田生态系统中设置了约16 000个野外调查样地,系统地测定了每个样地地上生物量、凋落物、0—1m地下生物量和土壤(0—1m)碳储量及其相关属性;结合IPCC清单的碳计量需求,基于雷达数据和高分遥感数据,生产了1990、2000、2005及2010年4期全国尺度30 m分辨率的土地覆盖数据集。在此基础上,科研人员结合野外长期控制实验、历次普查数据和公开发表数据,开展了中国陆地生态系统固碳现状、速率、机制和潜力的深入分析,发展了中国陆地生态系统碳收支计量/认证的方法论体系。

项目2针对6个国家重大生态工程,通过野外实地调查、历史资源清查、遥感监测等多源数据的获取与应用,开展重大生态工程固碳效应的评估方法研究,并科学地评估了每个重大生态工程的固碳速率和固碳潜力。

项目3着眼于北方沙化草地、三江源区草地、南方典型人工林和典型石漠化地区的社会经济发展和固碳效应提升相协调的关键技术研发。具体开展了沙地“草原牧鸡”固碳增汇技术试验示范,三江源区草地增汇模式与技术试验示范,南方典型人工林固碳增汇技术的试验示范和典型石漠化地区植被恢复和增汇技术的试验示范。通过试验示范,构建了碳增汇型“生态-生产-生活”的可持续发展新模式,促进区域新兴产业的形成与发展。

## 4 主要研究进展

### 4.1 陆地生态系统碳收支清查体系的构建

任务群组织编写了陆地生态系统固碳现状、速率、机制和潜力研究的野外观测与调查技术规范<sup>[9]</sup>。该规范明确了陆地生态系统碳收支调查的指标体系、野外调查样点布设与野外取样的关键环节、样品测试方法和数据质量控制等,确保了项目群内野外调查数据的规范性、时间和空间上的代表性以及不同生态系统间数据的可比性。

任务群采用顶层设计的模式布置各课题的野外调查样地,既保证森林、灌丛、草地和农田生态系统的野外调查样地的代表性,又要实现对主要陆地生态系统类型的全覆盖且不重复调查和计算的目的。首先,结合前人的研究成果和普查资料(如中国土地利用分类图、植被图、土壤普查资料、森林清查资料、草地普查资料、全国行政区划和全国气象资料等),弄清中国森林、灌丛、草地和农田生态系统的基本特征和分布状况;在此基础上,再采用“网格划分+随机抽样”的方法来确定野外调查样地。根据IPCC<sup>[1]</sup>《土地利用、土地利用变化和林业优良做法指南》的建议,陆地生态系统固碳研究应采用分区-分层随机抽样法来确定野外调查样点,抽样比率控制在3%—5%间。如果抽样点太少,会造成抽样的空间代表性或生态系统类型代表性不足;如果抽样点太多,野外调查工作量将大大增加。此外,森林、灌丛、草地和农田生态系统的野外调查样地,应有一部分与遥感固碳参数地面验证的调查样地相同,实现不同类型调查数据间的相互校正与验证。

目前生态系统固碳任务群已构建了全球首个国家尺度的陆地生态系统碳清查体系(野外清查体系、样品保存与测试分析体系、质量监控体系以及碳清查数据管理4个子系统),为中国碳清查以及生态监测、评估和保护提供了强大的支撑平台(图2)。此外,任务群还建立了长期样品保存库与样品检索系统,为后续发挥这些宝贵样品的科学价值奠定了坚实基础(图3)。

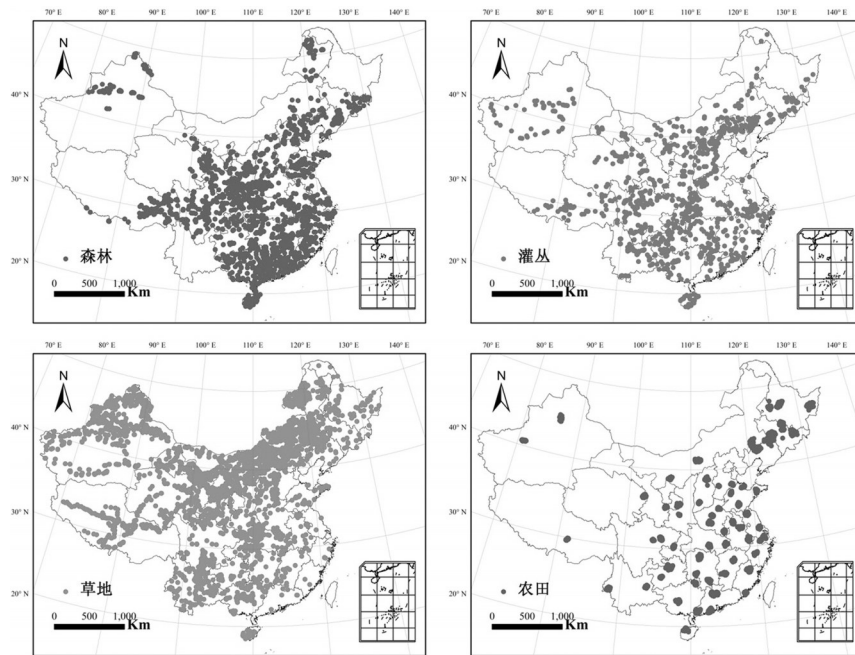


图2 生态固碳项目群的野外清查体系(截至2015年7月31日)



中国科学院



图3 生态固碳项目群的样品保存及测试体系

#### 4.2 陆地生态系统碳收支数据体系的构建

任务群构建了科学的、可核查的中国陆地生态系统碳清查的数据库。该数据库主要包括:

(1) 全国尺度森林、灌丛、草地、农田生态系统不同组分的碳储量基础数据(初步纳入数据库约有16 000个样地)。具体包括: 样地属性信息、地上生物量碳储量、地表凋落物碳储量、0—1 m根系碳储量和0—1 m土壤碳储量。

(2) 完成了符合IPCC碳计量要求的1990、2000、2005和2010年4期中国土地覆被系统数据和相关的遥感数据参量。新的

土地覆被系统将中国土地覆被分为3级(见封三);其中,一级分类系统包括林地、草地、湿地、耕地、人工表面及其他(共6类),与IPCC碳计量指南的土地分类系统基本一致。二级分类系统共分38类,在满足陆地生态系统碳储量和固碳速率评估需求的前提下,更多采用了与土地覆被系统(LCCS)相似的土地利用分类系统。三级分类系统结合了植被水平结构、群落建群种、土地利用方式等特征。此外,通过遥感途径生产了2000—2010年中国陆地生态系统地上生物量、植被覆盖度、叶面积指数、生长期、植被扰动、作物留茬量、地表温度和蒸散发的空

间数据集。

(3)在中国通量网(ChinaFLUX)现有观测站点的基础上,系统地获得了36个典型生态系统的碳氮水交换通量数据,其中森林11个、草地17个、农田8个。从植被类型而言,这些观测站点基本涵盖了我国主要陆地生态系统类型,为基于生态系统碳水交换数据来估算我国陆地生态系统固碳速率提供了重要的基础数据。

(4)完成了全国气象数据、森林清查数据、草地清查数据、土壤普查数据等的集成与整合,完成了我国现有野外台站长期观测数据的收集与整理,为解析我国陆地生态系统固碳的主要途径和机制奠定了重要基础。

### 4.3 中国陆地生态系统固碳现状和速率

通过对以往各种研究结果的整合,我国陆地生态系统0—1 m土壤有机碳和无机碳储量分别为93.9 PgC和61.2 PgC(1 Pg=10<sup>15</sup> g=10<sup>3</sup> Tg=10亿吨),陆地植被碳储量约为14.9 PgC;其中,森林植被约为7.8 PgC、草地植被约为2.1 PgC、灌丛植被约为3.4 PgC,农田植被约为0.95 PgC,荒漠植被约为0.49 PgC,湿地植被约为0.25 PgC。我国陆地生态系统总初级生产力(Gross primary productivity, GPP)约为5.56 PgC yr<sup>-1</sup>,净初级生产力(Net primary productivity, NPP)约为2.84 PgC yr<sup>-1</sup>,土壤呼吸速率(Soil respiration, SR)约为3.95 PgC yr<sup>-1</sup>,陆地生态系统净生产力(Net ecosystem productivity, NEP)约为0.21 PgC yr<sup>-1</sup>[10]。

我国森林覆被率由20世纪80年代的13.92%,快速增至2010年的20.36%;随着我国大面积人工林(或低龄林)的逐步成长,我国森林将具有巨大的固碳潜力[11,12]。利用林业部6期全国森林资源清查数据(1977—2008年),采用生物量转换因子法估算表明:1977—2008年间,我国森林生物量碳库(或生物量碳汇)累计增加1.71 PgC,年均生物量碳汇为63.3 TgC yr<sup>-1</sup>[13]。此外,利用林龄-面积转移矩阵模型预测,我国现有森林生物量碳库将由2004—2008年的6.43PgC增至2050年的9.97

PgC,新增生物量碳汇为3.55 PgC,年均生物量碳汇为78.9 TgC yr<sup>-1</sup>(图4)。

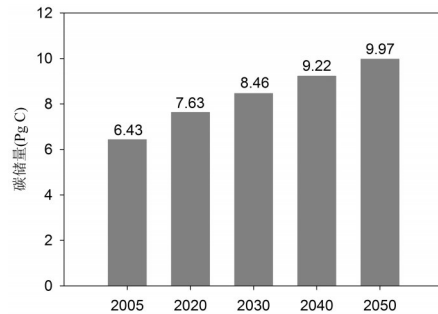


图4 我国森林生物量碳储量持续显著增加<sup>[7]</sup>

基于60个典型农业县4200个样地的实测数据,发现我国农田土壤表层(0—20 cm)碳密度从1980's的28.51 MgC ha<sup>-1</sup>增至2010's的32.6 MgC ha<sup>-1</sup>(1 Mg = 10<sup>9</sup> g; 1 Pg = 10<sup>3</sup> Tg = 10<sup>6</sup> Mg),年均增长为0.13 MgC ha<sup>-1</sup>。通过深入分析发现,秸秆还田、施肥和作物根系增长分别贡献了40%、30%和30%。根据模型预测,如果50%农田秸秆还田,未来20年还将提高农田土壤碳储量546 TgC。

根据来自ChinaFLUX、亚洲通量网(AsiaFlux)、欧洲通量网(CarboEurope)、美洲通量网(AmeriFlux)和全球通量网(FLUXNET)的106个森林通量观测站1990—2010年年度相关的碳交换通量观测数据,20°N—40°N东亚季风区的亚热带森林生态系统具有很高的净CO<sub>2</sub>吸收强度,其净生态系统生产力(NEP)达3.6 MgC ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>(图5)。东亚季风区的亚热带森林生态系统NEP总量约为0.72 PgC yr<sup>-1</sup>,约占全球森林生态系统NEP的8%<sup>[6]</sup>。亚洲的亚热带森林生态系统在全球碳循环及碳汇功能中发挥着不可忽视的作用,挑战了过去普遍仅仅认定欧美温带森林是主要碳汇功能区的传统认识。

如果把我国看为一个尺度的生物-社会群落生态系统,采用多源数据整合分析技术,我国陆地生态系统可以形成0.41 PgC yr<sup>-1</sup>的碳汇总量(图6)。人为干扰引起的碳排放可达到NEP的42.65%,因此,加强生态系统过程管理、减少人为

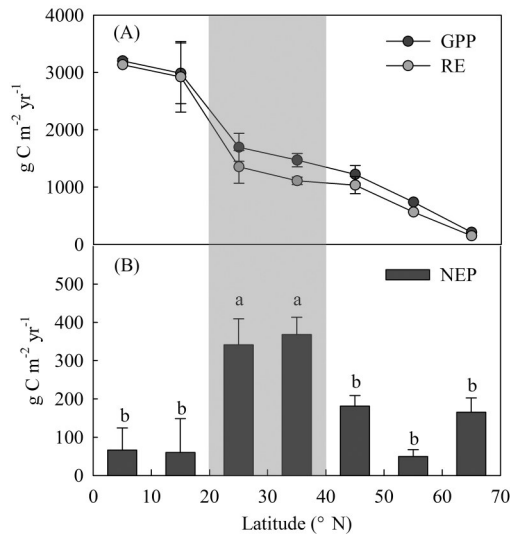


图5 中国森林总初级生产力和净初级生产力的纬度变化<sup>[6]</sup>

活动的碳排放和增加已经固定有机碳在大尺度生物-社会群区生态系统的滞留时间也是增加陆地碳吸收和减缓气候变化的重要措施<sup>[8]</sup>。

4.4 国家重大生态工程的固碳效应

基于文献调研、森林清查资料和土壤普查资料,明确了6个重大生态工程的面积和工程规划区的初始植被和土壤碳密度;并以此为基线值,结合此次大规模实测数据,科学评估了6个重大生态工程2000—2010年间的固碳量。中国6个重大生态工程区内生态系统碳储量增加了1.48 PgC(表1),年均碳汇强度为127.8 TgC yr<sup>-1</sup>。6个国家重大生态工程区在我国16%的土地上形成的

碳汇量约占我国当前陆地生态系统碳汇的50%<sup>[4]</sup>。总体而言,6个重点生态工程区内平均固碳速率达0.83 MgC ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>;其中长江珠江防护林工程、退耕还林工程和京津风沙源治理工程区的平

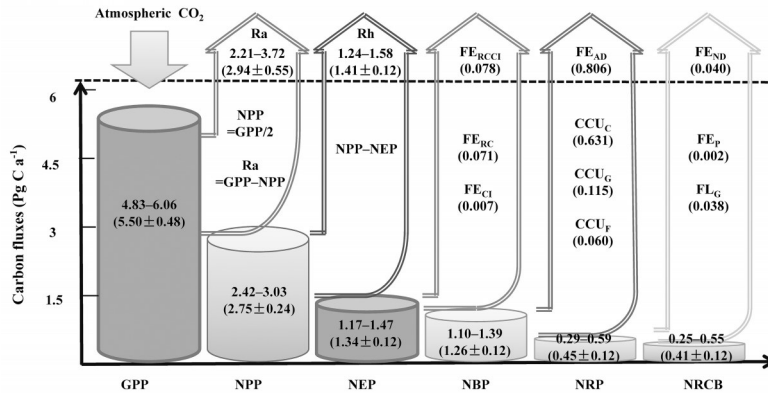


图6 中国区域陆地生态系统碳通量估算<sup>[8]</sup>

表1 重大生态工程区内碳储量增量和工程对固碳贡献

重大生态工程	实施面积 万 km <sup>2</sup>	工程区内碳库储量增量 TgC			工程对区域生态系统 固碳的贡献 TgC
		植被	土壤	总计	
天然林保护	72.9	479.6	409.5	889.1	170.2
退牧还草	60.0	63.77	59.94	123.7	117.8
三北防护林四期	5.2	22.35	8.08	30.43	340.7
京津风沙源治理	3.3	43.13	9.20	52.32	69.7
退耕还林	9.2	181.1	89.68	270.8	198.5
长珠防护林二期	3.6	96.10	14.60	110.7	136.9
总计				1 477.0	1 034.0



均固碳速率超过了  $1 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ 。中国重大生态工程主要在华北地区、东北地区、西北地区和西南地区实施,这4个地区生态工程的碳汇总和约为全国的92.7%。

#### 4.5 固碳增汇技术体系及其示范案例

在中国北方沙化草地推广“草原牧鸡”模式、三江源地区推广“种草养畜”和“暖牧冷饲”生态畜牧业模式、石漠化地区推广的“路面集雨与管网化灌溉”等模式,可显著提高生态系统固碳能力(图7)。据初步估算,草原牧鸡可使内蒙古沙化退化草原碳储量提高37.7%;围封、建植人工植被和退耕还草可分别提高三江源地区退化草地碳储量37.1%、15.9%和11.5%。通过对南方中龄林以上人工林进行恢复改造,可提高森林碳汇37%;在西南喀斯特地区,随着植被的恢复,生态系统碳储量由稀灌草丛的  $38.05 \text{ Mg ha}^{-1}$  增至次生乔木林的  $150.65 \text{ Mg ha}^{-1}$ ,其碳固持能力增加近3倍。

#### 4.6 陆地生态系统碳收支计量/认证方法论

在国际碳收支计量与认证时(如IPCC清单或国际间碳贸易),仅对人为干扰(或人为措施)所产生的陆地增汇效应进行计算,并未考虑自然过程的碳汇效应。针对IPCC的碳计量体系,我们完善了中国森林、农田和草地生态系统的碳计量方法学体系,明确了中国碳汇计量的计算对象、计算情

景、计算类别、计算范围、计算方法及所需关键参数的取值;该计量方法学体系是既符合IPCC国家温室气体清单编制指南,又符合我国生态系统人为活动特点的碳计量方法<sup>[14]</sup>。新计量方法体系将中国森林、农田和草地划分为土地利用类型不变和土地利用类型相互转化两大计算情景,每个情景包括5大碳库和1个温室气体排放的计算类别,即生物量(地上和地下生物量)、死有机质(枯死木和枯落物)、土壤有机碳和生物质燃烧产生的非 $\text{CO}_2$ 温室气体排放( $\text{CH}_4$ 和 $\text{N}_2\text{O}$ )。根据各计算类别所涉及的人为活动,构建不同的排放因子、活动水平数据。目前,该套碳计量体系已获国家发改委的批准并被用于国家排放清单的计算。

#### 5 未来工作展望

碳专项生态系统固碳任务群通过大量的野外调查,建立了科学的、可核查的中国陆地生态系统碳清查体系和碳属性数据库;未来将重点在如下5方面开展深入的研究。

(1)利用任务群所产生的数据,科学评估中国陆地生态系统固碳现状、速率和潜力,并明析其空间分布格局及其控制机制。

(2)结合野外控制实验数据、长期定位监测数据,深入剖析不同类型生态系统固碳途径和机制;凝练出经济可行和技术可行的人为管理措施,为

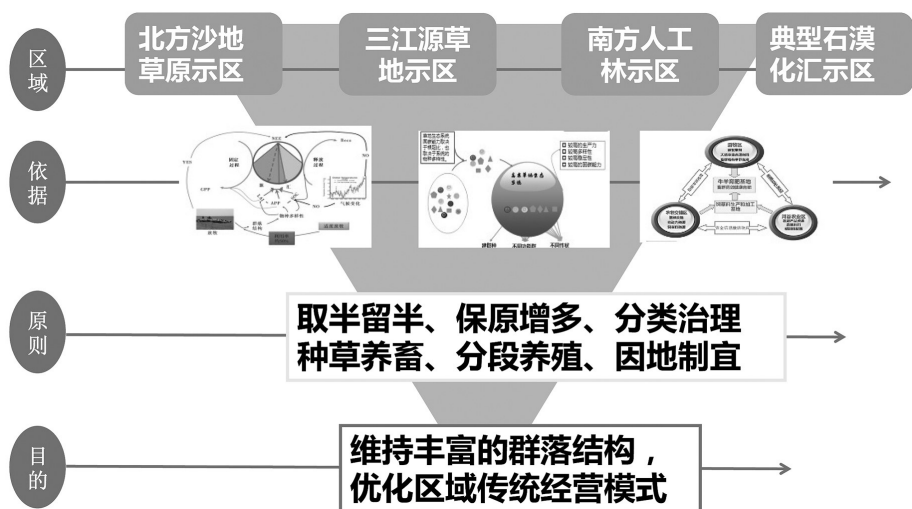


图7 中国典型区域固碳增汇技术体系与模式

切实提高中国陆地生态系统固碳能力提供技术和政策支持。

(3) 结合国家重大生态工程的实地调查数据,从机制上加强对不同区域生态恢复过程和机理的研究;进而从生态系统服务功能的多个视角,拓展国家重大生态工程的生态效应。

(4) 结合恢复中国退化生态系统的国家重大需求,研发和推广碳增汇技术(技术创新+模式集成),构建生态修复、生态固碳和区域经济发展相结合的新模式,促进生态文明建设。

(5) 充分利用已建成的野外长期观测样地和数据库,围绕中国生物多样性监测与保育、生态环境状况评价和生态服务功能评估等多领域的需求,拓展数据的应用范畴,更好地服务于中国生态文明建设。

#### 参考文献

- Fang J Y, Kato T, Gao Z D, et al. Evidence for environmentally enhanced forest growth. 2014, PNAS, 111(26): 9527-9532.
- Guo Z D, Hu H F, Li P, et al. Spatio-temporal changes in biomass carbon sinks in China's forests from 1977 to 2008. Science China: Life Science, 2013, 56(7): 661-671.
- Hu H F, Wang S P, Guo Z D, et al. The stage-classified matrix models project a significant increase in biomass carbon stocks in China's forests between 2005 and 2050. Scientific Reports, 2015, 5: doi.10.1038/srep11203.
- IPCC. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry pp. Institute for Global Environmental Strategies, Kanagawa, Japan, 2003.
- IPCC. Intergovernmental panel on climate change guidelines for national greenhouse gas inventories. Agriculture, forestry and other land use, prepared by the national greenhouse gas inventories programme. Institute for Global Environmental Strategies, Kanagawa, Japan, 2006.
- IPCC. Climate change 2013: The physical scientific basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2013.
- Liu Y C, Yu G R, Wang Q F, et al. Carbon carry capacity and carbon sequestration potential in China based on an integrated analysis of mature forest biomass. Science China: Life Sciences, 2014b, 57(12): 1218-1229.
- Liu Y C, Yu G R, Wang Q F, et al. How temperature precipitation and stand age control the biomass carbon density of global mature forests. Global Ecology and Biogeography, 2014a, 23: 323-333.
- Piao S L, Fang J Y, Ciais P, et al. The carbon balance of terrestrial ecosystems in China. Nature, 2009, 458: 1009-1013.
- Wang Q F, Zheng H, Zhu X J, et al. Primary estimation of Chinese terrestrial carbon sequestration during 2001-2010. Science Bulletin, 2015, 60(6): 577-590.
- Yu G R, Chen Z, Piao S L, et al. High carbon dioxide uptake by subtropical forest ecosystems in the East Asian monsoon region. PNAS, 2014, 111(13): 4910-4915.
- 刘硕, 李玉娥, 张小全. 中国森林、农田和草地温室气体计量方法. 北京: 科学出版社, 2015.
- 生态系统固碳项目技术规范编写组. 生态系统固碳观测与调查技术规范. 北京: 科学出版社, 2015.
- 于贵瑞, 何念鹏, 王秋凤. 中国生态系统碳收支及碳汇功能—理论基础与综合评估. 北京: 科学出版社, 2013.



中国科学院

## Carbon Sequestration in China's Terrestrial Ecosystems under Climate Change

### —Progress on Ecosystem Carbon Sequestration from the CAS Strategic Priority Research Program

Fang Jingyun<sup>1</sup> Yu Guirui<sup>2</sup> Ren Xiaobo<sup>3</sup> Liu Guohua<sup>4</sup> Zhao Xinquan<sup>5</sup>

(1 Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China;

2 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

3 Bureau of Major R&D Programs, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China;

4 Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China;

5 Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China)

**Abstract** Climate change is a serious challenge for the survival and development of human beings, which is highly concerned by the people and governments across the world. Sequestering carbon in terrestrial ecosystems is considered as one of the most economical and environmentally friendly way to reduce atmospheric CO<sub>2</sub> concentration. Therefore, how to increase carbon storage and enhance carbon sequestration capacity of terrestrial ecosystems has been a hot issue for global change research. In 2011, Chinese Academy of Sciences launched the Strategic Priority Research Programme “Climate Change: Carbon Budget and Relevant Issues”, which aimed to address the key scientific issues urgently needed in China's participation in the international negotiation on climate change and the reduction of net greenhouse gases (GHGs) emissions, and the selection of the optimal route of the national sustainable development. As a major part of this programme, ecosystem carbon sequestration group has systematically conducted field surveys in more than 16,000 plots in forest, shrubland, grassland, and farmland ecosystems across the country, investigated the carbon sequestration effects of China's six key ecological stewardship projects, and comprehensively studied the mechanism and technical system of intervened carbon sink increment within four major regions in China. Based on a large amount of measured data, our group has accurately evaluated the carbon storages, sequestration rates and potential capacity of forest, shrubland, grassland, and farmland ecosystems on the national scale, scientifically assessed the carbon sequestration effect of China's six key ecological stewardship projects, and furthermore, developed the new models of balancing the social economy development and carbon sequestration effect within these regions. In addition, our group has firstly established the scientific, measurable and verifiable carbon inventory database of China's terrestrial ecosystems on the national scale, which can not only provide the important basic data for the international negotiations on global climate change, but also play an important role in China's ecological civilization Construction in future.

**Keywords** ecosystem, carbon storage, carbon sequestration, ecological stewardship projects, China

方精云 中科院院士,发展中国家科学院院士。中科院植物所所长,研究员,北京大学长江学者,曾任及现任6个国际学术刊物的副主编或编委。1994年获首届国家“杰出青年基金”,2004年获国家自然科学基金二等奖,2006年获“长江学者成就奖”,2007年获“何梁何利科学技术进步奖”,2011年获第二届中国出版政府奖(图书奖),2014年获教育部自然科学奖一等奖。先后发表中英文论文320余篇(*SCI*收录150余篇),包括*Science* 3篇、*Nature* 3篇、*PNAS* 5篇;向中央提交建议书4份。E-mail: jyfang@urban.pku.edu.cn

Fang Jingyun, Director of IOB, and Cheung Kong Professor of Peking University, member of CAS and the Academy of

Sciences for the Developing Worlds(TWAS). He has served as associate editor-in-chief or editors of 6 international journals. He has been awarded “National Outstanding Youth Funds” in 1994, “National Natural Science Award of the State Council”(second place prize)in 2004,“Chang Jiang Scholars Achievement Award”in 2006, “HeLiangHeLi Science and Technology Progress Award” in 2007, the “2nd Chinese Government Award for Publishing” in 2011, and “Natural Science Award of Ministry of Education”(the first prize)in 2014. He has published more than 320 publications (more than 150 included by SCI), including three papers in Science, three in Nature, and five in PNAS. E-mail: jyfang@urban.pku.edu.cn

**于贵瑞** 中科院地理科学与资源所副所长,中科院生态系统网络观测与模拟重点实验室主任,研究员。兼任中国生态系统研究网络(CERN)综合研究中心主任、国家生态系统观测研究网络(CNERN)综合研究中心主任和中国生态学会副理事长。主要从事陆地生态系统通量观测理论和方法、生态系统碳氮水耦合循环及其对全球变化响应等领域的研究。主持国家“973”计划项目、国家基金委重大项目和重大国际合作项目、中科院重大项目等10余项,获国家“杰出青年科学基金项目”;已在*PNAS*,*GCB*,*GEB*,*JGR*等发表科研论文200余篇;获国家科技进步奖一等奖1项、国家科技进步奖二等奖2项。E-mail: yugr@igsnr.ac.cn

**Yu Guirui**, the deputy director of Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, and is the director of Key Laboratory of Ecosystem Network Observation and Modelling, Chinese Academy of Sciences. Meanwhile, he also is the director of synthesis research center of Chinese Ecosystem Research Network (CERN), the director of synthesis research center of China National Ecosystem Research Network (CNERN), and the vice-present of Ecological Society of China (ESC). His works focused on the measurement principles of carbon, nitrogen, and water fluxes in terrestrial ecosystems, and the coupling cycles of carbon-nitrogen- water fluxes and their response to global change. He hosted more than 10 key research projects, Such as National Key Research and Development Program, Key Program of National Natural Science Foundation of China, Major International Cooperation Projects of National Natural Science Foundation of China, and Major project of Chinese Academy of Sciences; and has been awarded National Outstanding Youth Funds. To date, Pro. Yu has published more than 200 peer-reviewed papers in academic journals, such as PNAS, GCB, GEB, and JGR. These researches of his group won one time of the First-Prize for National Scientific and Technological Progress and two times of the Second-Prize for National Scientific and Technological Progress. E-mail: yugr@igsnr.ac.cn



中国科学院