

2017 年度国家科学技术奖拟推荐项目公示表

一、项目名称：竹林生态系统碳汇监测与增汇减排关键技术及应用

二、推荐单位意见

推荐单位	浙江省林业厅
<p>推荐意见：</p> <p>森林在应对全球气候变化中具有重要作用。竹林分布广泛，生长利用特殊，是应对气候变化的重要战略资源。该项目以监测竹林碳汇动态、提升竹林碳汇能力、开辟竹林碳汇产业为主要突破目标，经过 12 年的联合攻关，解决了四大关键科学与技术难题。构建了竹林碳通量精准监测技术，首次探明我国竹林是一个巨大的碳汇，突破了国际长期争议，使竹林碳汇纳入国际森林减排范畴。创建了竹林碳动态一体化监测技术体系，实现竹林碳时空分异的快速准确测算。研发出竹林增汇稳碳减排五大关键技术，显著提升竹林净碳汇能力。开发出 5 项国家、国际标准竹林碳汇项目方法学，使竹林碳汇进入国内、国际核证碳减排市场并实现交易。</p> <p>该成果发表学术论文 278 篇，出版专著 9 部，在联合国气候变化大会上提交竹子应对气候变化技术报告 6 份，授权国家发明专利 13 件，开发出 5 项国家、行业标准竹林碳汇项目方法学，成果已在浙江、安徽、福建、江西等地累计开发竹林碳汇项目 40.6 万亩，推广竹林提质增汇减排面积 500 多万亩，产生了显著的经济、生态和社会效益。项目成果为科学评测并大幅提升竹林碳汇能力，促进国际社会把竹林纳入森林碳汇减排范畴，开辟我国竹林碳汇产业并推动林业碳汇科技进步发挥了重要作用，对提升传统竹产业价值链作出了重要贡献，已获得省部级一等奖。</p> <p>推荐该项目为国家科学技术进步奖 <u>一</u> 等奖。</p>	

三、项目简介

本项目属林业科学技术领域。森林碳汇问题是国际气候变化谈判的重要议题，也是我国政府履行温室气体减排的重要内容。竹林是世界第二大森林，在应对气候变化中蕴藏着巨大的潜力。然而竹林特殊的爆发式生长与异龄结构特性、频繁的经营干扰、碎片化的空间分布，使其碳源汇动态不清、时空格局不明，碳汇精准监测与增汇减排技术缺乏，严重制约了其固碳功能的科学评价和碳汇能力的提升；同时，竹林碳汇项目在国内外都缺失方法学标准，使产生的碳汇难以进入碳减排市场，成为竹林碳汇科技与产业发展的最大掣肘。项目经过 12 年的联合攻关，突破了竹林碳汇研究领域四大关键科学与技术难题：

构建了竹林碳通量精准监测技术，实施大范围碳储量与分配格局研究，探明我国竹林是一个巨大的碳汇，突破了竹林碳源汇的国际争议。建立通量观测、无线传感联动校验的竹林碳通量监测方法，精确揭示典型竹林碳源汇动态，发现中国竹林年净固定量为 1.129 亿吨 CO₂；通过 1620 个竹林样地调查和土壤测试分析，发现中国竹林生态系统碳储量约为 780.16Tg，以 2.89% 的占比面积，占森林总碳储量的 9.28%；通过全程跟踪竹材产品碳转移发现，中国每年竹材产品的储碳量为 1340 万吨。

创建了竹林碳动态一体化监测技术体系，实现竹林碳时空分异的快速准确测算和响应模拟。构建出竹子异速生长和二元 Weibull 分布模型，实现竹子碳储量的精准测算和任意尺度转换；耦合地面模型和遥感信息，发明“三阶”竹林信息自动识别和冠层参数碳同化反演方法，实现竹林碳储量空间分异的快速准确提取和增汇潜力的精准辨识，面积精度达到 90% 以上，碳储量估算精度提高了 28%。

研发了竹林增碳稳碳减排五大关键技术，显著提升竹林净碳汇能力。从竹林植被结构与土壤碳周转出发，研发了地上地下双向调控材料与技术，植被固碳能力提高 27.6%，土壤温室气体排放量减少 20.5%；发现竹林植硅体碳积累特征和长期稳碳机制，研发了硅肥富硅生物质复合稳碳技术，封存有机碳能力提高了 2.2-3.5 倍。

开发出 5 项国家、国际标准的竹林碳汇项目方法学，填补了世界空白。创建竹林不同碳库 8 种计量方法模型，标定 10 项计量默认参数，建立包含 19 个竹种、48 个模型的竹子生长模型库，突破竹林碳汇计量方法和特征参数缺失的难题，解决了竹林碳汇进入碳减排市场的技术瓶颈。

发表学术论文 278 篇（其中：SCI 收录 106 篇，累计 IF=245.8；一级期刊 81 篇），授权国家发明专利 13 件，软件著作权 16 项，出版专著 9 部，在联合国气候大会上提交竹子应对气候变化技术报告 6 份，获省部级科学技术奖一等奖 1 项。已累计开发竹子碳汇项目 40.6 万亩，共产生核证减排量 528.2 万吨，通过国家发改委审核，获得额外碳汇收益 2.58 亿元；已在浙、皖、闽、赣等地累计推广竹林提质增汇减排面积 503 多万亩，年均增加固碳量 150.9 万 tCO₂-e，增加竹材和碳汇综合收益 9.05 亿元，经济、社会和生态效益显著。

四、客观评价

1.科技查新评价

浙江省科技信息研究院提供的项目国内外查新报告（编号：201133B2108718）认为：项目揭示竹子光合固碳与生物、环境因子的交互特征及碳水耦合机理，系统研究毛竹林生态系统碳密度、碳储量及其分配格局，分析竹子植硅体形态、数量和特性，阐明了竹林土壤碳库构成与 CO₂ 排放对施肥的响应机制，利用核磁共振技术，揭示了长期集约经营竹林土壤有机碳结构与稳定性演变规律。除项目单位外，国内外文献均未见报道。项目创建毛竹林测树因子的二元最大熵分布模型和二元 Weibull 分布模型实现了任意尺度毛竹林碳储量测算；构建了竹林碳储量遥感定量估算系列模型，实现了县域尺度竹林碳储量及空间分布的高精度遥感估算，研发形成竹林增汇稳碳减排技术体系，除项目单位外，在国内外所检文献中未见报道。

2.同行专家评价

（1）鉴定委员会认为【鉴字[2011]第7号】：（1）项目基于多角度、多维度、多尺度方式，采用多过程结合、多手段联合、多技术融合，系统而深入地开展竹林碳生成、转化、分配、迁移等全过程特征、碳储量碳通量动态监测方法和竹林增汇减排技术研究，对提升我国森林固碳能力及国际林业议题谈判具有重要意义；（2）项目阐明了竹林生长与生物量积累、采伐后碳转移与土壤碳库容量、形态特征和碳汇/源的变化规律；建立了竹林测树因子的二元最大熵概率分布模型和单株生物量模型，实现了任意尺度竹林碳储量测算，构建了竹林碳储量遥感定量估算技术体系，揭示了竹林碳水通量过程和碳源汇特征；开发出全国首个竹子碳汇造林方法学，提出了竹林增汇减排综合经营技术，为增强竹林固碳功能提供科学依据和规范指导。

（3）研究成果数据翔实、创新性明显，总体成果达到国际同类研究领先水平。

（2）《竹子碳汇造林方法学》专家评审委员会认为，方法学科学规范，创新性，既符合碳汇造林的基本要求，又充分反映了竹子特殊的生长和生物学特性，对于规范和推进我国竹子碳汇造林具有重要作用，建议在国内和国外推广使用。

3.学术机构评价

项目通过系统研究，在国际农林科学权威刊物 **Agricultural and Forest Meteorology**、**Plant and Soil**、**Soil Biology & Biochemistry**、**Forest Ecology and Management**、**中国科学**等期刊上发表学术论文 278 篇，其中：SCI 收录 106 篇，一级期刊 81 篇。美国国家地理杂志认为项目的系统深入研究非常有助于竹林碳源汇的科学论断。

4.国际组织评价

项目在联合国气候变化大会上提交了《Bamboo and Climate Change Mitigation》、《Carbon Off-setting With Bamboo》等 6 份竹子应对气候变化专题研究报告，**国际竹藤组织（INBAR）**认为：项目研究向世界介绍和展示了竹林优良的固碳能力和可能的增汇途径及措施，揭示了竹林在减缓和应对气候变化中的巨大作用和潜力，对于促进国际社会深化竹林固碳功能以及应对气候变化作用的认识起到了十分关键的作用和影响，对于促进和推动国际社会把竹林纳入林业议题和森林碳汇减排范畴产生

了重要作用，同时认为项目还对于帮助非洲地区提高林业应对气候变化能力建设，产生了重要的示范作用和国际影响。

5.政府部门评价

项目研究持续获得 26 项国家级项目资助，整体核心成果获省部级科学技术奖一等奖。

中央人民政府网（<http://www.gov.cn/gzdt/2012-12/03>）高度关注和评价《竹林项目碳汇计量与监测方法学》，认为“该方法学是中国首个也是世界领先的竹子碳汇项目方法学，将推动中国乃至世界竹林碳汇项目进一步开展，为适应全球气候变化作出贡献”。开发的《竹子造林碳汇项目方法学》、《竹林经营碳汇项目方法学》，通过国家发改委审核备案，成为我国竹林碳汇项目计量监测的方法标准；鉴于在竹林碳汇计量监测科研与产业推广方面所具有的能力与作出的贡献，项目主持单位获得国家林业局颁发的《林业碳汇计量与监测证书》。

在 COP22 马拉喀什气候峰会期间举办的“竹产业助力应对气候变化行动”边会上，联合国南南合作办公室主任 Jorge Chediek，联合国国际农业发展基金会(IFAD)主席 Kanayo F. Nwanze，国际竹藤组织总干事费翰思，以及加拿大、印度尼西亚、埃塞俄比亚、缅甸等各国部长代表都一致认可竹子是应对气候变化的重要战略资源，并强调竹子在应对气候变化和完成国家自主贡献中的重要作用。

6.社会团体评价

中央 CCTV-1《新闻联播》节目，央视新闻频道、科技频道、地理中国栏目等媒体对竹林碳汇项目交易和竹林碳汇研究进行了专门报道和专题采访。项目团队推动的“全国首个农户森林经营碳汇交易体系发布”、“林业碳汇交易促进农民增收”、“全国首个 CCER 竹子碳汇造林项目获得备案”3 项产业案例被评为 2014、2015 绿色碳汇十大事件。

五、推广应用情况

2008 年营建的临安毛竹碳汇林项目，碳信用额已被阿里巴巴集团公司认购；在湖北通山实施了全国首个 CCER 毛竹造林碳汇项目 10514 亩，产生 13.1 万吨核证减排量，已通过国家发改委备案；2013 年以来已在浙江安吉、景宁、诸暨、遂昌、临安等地开发国家 CCER 竹林经营碳汇项目 39.6 万亩，产生核证减排量约 515.1 万吨，使竹农获得额外碳汇收益 2.58 亿元。

已在浙、闽、皖、赣、湘等竹子重点分布区累计推广竹林提质增汇减排综合经营面积 503 万亩，年均增加固碳减排量 150.9 万吨 CO₂-e，增加竹材、竹笋和竹林碳汇综合收益 9.05 亿元，经济、社会和生态效益显著。

主要应用单位情况表

应用单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
1.安吉县林业局	竹林经营碳汇项目方法学	2013-2016	吕 玉 龙 /15957292785	实施 21394 亩，核证减排量 249658 吨，碳汇收益 1248 万元
2.景宁畲族自治县林业局	竹林经营碳汇项目方法学	2013-2016	吴 耀 根 /13575371966	实施 82697 亩，核证减排量 971659 吨，碳汇收益 4858 万元
3.遂昌县林业局	竹林经营碳汇项目方法学	2013-2016	翁 益 明 /13906786221	实施 129538 亩，减排量 1855575 吨，碳汇收益 9278 万元
4.诸暨市林业局	竹林经营碳汇项目方法学	2013-2016	陈 国 良 /13606567848	实施 92688 亩，核证减排量 1235295 吨，碳汇收益 6176 万元
5.临安市林业局	竹子碳汇造林	2008-2014	潘 伟 华 /13758281998	营造 3570 亩，产生 8155.5 吨自愿减排碳信用额
6.浙江华东林业产权交易所	竹子碳信用额交易	2011-2011	沈 国 华 /13968139206	交易了竹林碳信用额（8155 吨 CO ₂ 当量）
7.安徽省造林经营经营总站	竹林提质增汇减排经营技术	2009-2016	肖 斌 /13955158601	推广 162 万亩，每亩年均提高净固碳量 0.3-0.4 吨
8.福建省三明市林业科技推广中心	竹林提质增汇减排经营技术	2012-2016	吴 载 璋 /13507580578	推广 120 万亩，每亩年均增加竹材、碳汇间接经济效益 180 元
9.福建省宁德市林业科技推广中心	竹林提质增汇减排经营技术	2012-2016	王 鹏 /13509550087	推广 35 万亩，每亩年均提高净固碳量 0.3-0.4 吨
10.福建省南平市林业科技推广中心	竹林提质增汇减排经营技术	2012-2016	林 瑞 荣 /13509531305	推广 160 万亩，每亩年均提高净固碳量 0.3-0.4 吨，亩均增加竹材和碳汇间接经济效益 180 元
11.江西南方林场有限公司	竹林提质增汇减排经营技术	2012-2016	戴 月 萍 /13575465159	在抚州市资溪县推广 6 万亩，每亩年均提高净固碳量 0.3-0.4 吨，亩均提高收益 180 元
12.安吉县林业局	毛竹林碳遥感定量估算技术	2008-2014	吕 玉 龙 /15957292785	监测期间碳储量变化动态，精度达 85%，节支 140 万元
13.临安市林业局	竹林经营碳汇项目方法学	2010-2016	朱 永 军 /13516728136	实施 70000 亩，产生核证减排量 839200 吨，碳汇收益 4196 万元
14.安吉县林业局	竹林提质增汇减排经营技术	2011-2015	吕 玉 龙 /15957292785	推广 20 万亩，亩均提高净固碳量 0.3-0.4 吨，提高竹材产量 10%
15.湖北省通山县林业局	竹子造林碳汇项目	2013-2016	尹 合 棣	推广营建毛竹碳汇林 10514 亩，产生核

	方法学		/13907242487	证减排量 131123 吨，碳汇收益 655 万元
--	-----	--	--------------	---------------------------

六、主要知识产权证明目录（不超过 10 件）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
国家发明专利	基于模拟真实场景的遥感影像像元分解方法	中国	ZL 2010 1 0039795.9	2011 年 07 月 27 日	814198	浙江林学院	杜华强，范渭亮	有效专利
国家发明专利	一种提高竹林植硅体封存有机碳的方法	中国	ZL 2014 1 0509104.5	2016 年 04 月 06 日	2017585	浙江农林大学	吴家森，姜培坤，周国模	有效专利
国家发明专利	笋壳有机无机复合肥及其生产方法	中国	ZL 2006 1 0052652.5	2008 年 01 月 30 日	373970	浙江林学院	周国模，姜培坤，吴家森等	有效专利
国家发明专利	改良雷竹园土壤活性有机碳的肥料及其施肥方法	中国	ZL 2006 1 0052650.6	2008 年 04 月 30 日	393972	浙江林学院	姜培坤，吴家森，周国模等	有效专利
国家发明专利	基于回归参数变换的遥感图像专题信息提取方法	中国	ZL 2010 1 0039798.2	2012 年 02 月 29 日	916094	浙江林学院	王鑫，葛宏立，杜华强	有效专利
国家发明专利	基于无线传感器网络的森林环境效益监测系统	中国	ZL 2011 1 0363971.9	2016 年 05 月 18 日	2079229	浙江农林大学	周国模，吴晓平，莫路锋等	有效专利
国家发明专利	一种多功能生物质炭钾肥的制作方法	中国	ZL 2013 1 0238339.0	2014 年 07 月 09 日	1440111	浙江农林大学	宋成芳，单胜道	有效专利
国家发明专利	一种生物质炭基土壤修复剂及其制备方法	中国	ZL 2013 1 0238190.6	2016 年 05 月 11 日	2066142	浙江农林大学	宋成芳，单胜道，叶正钱等	有效专利
国家发明专利	亚热带森林土壤温室气体排放速率的间接测定方法	中国	ZL 2013 1 0557708.2	2015 年 10 月 07 日	1810559	浙江农林大学	李永夫，姜培坤，周国模等	有效专利
国家发明专利	基于非线性偏最小二乘优化模型的森林碳汇遥感估算方法	中国	ZL 2011 1 0207384.0	2014 年 03 月 26 日	1367240	浙江农林大学	杜华强，周国模，范渭亮	有效专利

七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目技术创造性贡献
周国模	1	校长	教授	浙江农林大学	浙江农林大学	全面负责项目整体设计和技术把关；在本项目研究中，主持 1 项国家科技部 973 课题、2 项国家自然科学基金、1 项国家林业局 948 项目和 1 项浙江省科技厅重大科技专项；以第一作者或通讯作者发表了 38 篇论文（其中 SCI 收录论文 10 篇），合作出版专著 6 部，获国家发明专利 6 件；对第 1、2 和 4 项科技创新作出了创造性贡献。
范少辉	2	处长	教授	国际竹藤中心	国际竹藤中心	主要负责竹林碳汇监测与提质增汇技术开发与国内外推广工作，开展竹林应对气候变化技术的国内国际宣传，共同完成竹林应对气候变化专题技术报告的研讨与撰写工作；在本项目研究中，以第一作者或通讯作者发表了 5 篇论文（其中 SCI 收录论文 1 篇）；对第 3、4 项科技创新作出了重要贡献。
姜培坤	3	院长	教授	浙江农林大学	浙江农林大学	主要负责竹林土壤碳库、碳形态、碳稳定性和植硅体碳方面研究；在本项目研究中，主持 2 项国家自然科学基金和 1 项浙江省自然科学基金重点项目；以第一作者或通讯作者发表了 28 篇论文（其中 SCI 收录论文 16 篇），合作出版专著 4 部，获国家发明专利 4 件；对第 1、3 项科技创新作出了重要贡献。
杜华强	4	无	教授	浙江农林大学	浙江农林大学	主要负责碳汇时空动态监测技术体系研发；主持 2 项国家自然科学基金、1 项浙江省自然杰出青年科学基金项目 and 1 项浙江省自然科学基金；以第一作者或通讯作者发表了 20 篇论文（其中 SCI 收录论文 8 篇），合作出版专著 2 部，获发明专利和软件著作权 7 件；对第 2 项科技创新作出了重要贡献
施拥军	5	无	副教授	浙江农林大学	浙江农林大学	主要承担竹林碳汇项目方法学开发，和碳汇项目推广；以第一作者或通讯作者发表了论文 6 篇，合作出版专著 3 部，获软件著作权

						6 件； 对第 4 项科技创新作出了重要贡献。
单胜道	6	副校长	教授	浙江科技学院	浙江农林大学	主要承担竹加工废弃物炭化利用、竹林生物炭固碳增汇技术和生物质炭钾肥的研制与推广工作； 主持 1 项浙江省优先主题重大农业项目、1 项浙江省重大科技专项社会发展重点项目；以第一作者或通讯作者发表了 4 篇论文，合作出版专著 2 部，获国家发明专利 2 件； 对项目的第 3 项科技创新作出了重要贡献。
钟哲科	7	副主任	研究员	国家林业局竹子研究中心	国家林业局竹子研究中心	主要负责竹基生物质炭的研发与土壤稳碳研究与技术工作； 主持 1 项国家自然科学基金项目；以第一作者或通讯作者发表了 3 篇论文，合作出版专著 1 部，获国家发明专利 3 件； 对项目的第 3 项科技创新作出了重要贡献。
楼一平	8	无	副研究员	中国林业科学研究院亚热带林业研究所	中国林业科学研究院亚热带林业研究所	主要负责竹林增汇经营技术在国内外的应用推广； 组织撰写 4 份竹林应对气候变化技术报告，对项目的第 4 项科技创新内容作出了重要贡献。
李永夫	9	无	教授	浙江农林大学	浙江农林大学	主要承担竹子器官碳形态、竹林土壤有机碳形态研究，对第 3 项科技创新和竹林土壤稳碳作出了重要贡献； 主持 2 项国家自然科学基金和 1 项浙江省自然科学基金；以第一作者或通讯作者发表了 12 篇论文(其中 SCI 收录论文 9 篇)，获国家发明专利 1 件。
郑蓉	10	无	教授级高工	福建省林业科学研究院	福建省林业科学研究院	主要负责从生竹碳库的调查工作，负责竹林提质增汇减排技术的和竹林碳汇项目方法学的成果推广与总结工作； 发表论文 2 篇，对项目成果推广、推动福建省竹林碳汇产业发展作出了贡献。
李金良	11	总工	教授级高工	中国绿色碳汇基金会	中国绿色碳汇基金会	完成竹子造林项目方法学和竹林经营碳汇项目方法学的开发，组织首个 CCER 竹子碳汇造林项目实施，推动竹林碳汇参与国家温室气体减排，承担国际核证碳减排（VCS）项目方法学的开发与转化工作；

						对第 4 项科技创新作出了重要贡献
宋新章	12	无	教授	浙江农林大学	浙江农林大学	主要承担竹林爆发生长固碳过程机理研究和 UV-B 辐射增加和氮沉降增强的复合叠加作用对竹林生态系统碳循环的影响研究；对第 3 项科技创新作出了重要贡献。 在本项目研究中，主持 3 项国家自然科学基金；以第一作者或通讯作者发表了 13 篇论文（其中 SCI 收录论文 9 篇）。
桂仁意	13	无	副教授	浙江农林大学	浙江农林大学	主要承担竹林高效培育和提质增汇机理研究和技术开发，承担竹林提质增汇技术的推广与总结反馈工作，对项目成果推广作出了重要贡献； 以第一作者或通讯作者发表了 6 篇论文（其中 SCI 收录论文 4 篇）。
宋照亮	14	无	教授	浙江农林大学	浙江农林大学	主要承担竹林植硅体特征和长期稳碳机制研究，以第一作者或通讯作者发表了 8 篇论文（其中 SCI 收录论文 6 篇）； 对第 3 项科技创新作出了重要贡献
吴家森	15	无	教授级高工	浙江农林大学	浙江农林大学	主要负责毛竹碳各器官分布、含碳率水平、生态系统内碳空间分配格局以及竹子植硅体含量特征研究工作； 以第一作者或通讯作者发表了 9 篇论文（其中 SCI 收录论文 2 篇），获国家发明专利 4 件；对第 1、3 项科技创新作出了重要贡献。

八、主要完成单位及创新推广贡献

1. 浙江农林大学

是本项目的第一完成单位。

全面负责项目的总体规划、设计组织与工作实施，统筹协调项目各子项研究工作。历时 12 年，集聚了近 30 多名科研人员，持续获得 26 项国家自然科学基金、2 项国家林业局 948 项目、2 项浙江省重大科技专项等项目资助，全面主导和协调竹林碳源汇动态及影响机理、碳时空分布动态、碳增汇减排技术和碳汇项目方法学的开发与推广工作。

建立了“森林生态系统碳循环与固碳减排”浙江省重点实验室，建立两座竹林碳通量观测塔，并组建“林业碳汇与计量”浙江省重点科技创新团队和“竹资源与高效利用协同创新中心”；系统研究竹林碳源汇过程，揭示了我国竹林碳源汇变化特征、碳分配格局和及其影响机理；研建立体、高精、普适的竹林碳储量估测模型和技术，实现任意尺度竹林碳储量的精准测算和区域尺度竹林碳储量的高精度遥感估算；揭示不同经营竹林的土壤碳储量、碳形态、碳呼吸特征，构建形成植被增碳、土壤稳碳技术，主持开发竹林碳汇项目方法学和竹林经营碳汇项目；发表学术论文 267 篇

（其中 SCI 100 篇、一级期刊 78 篇），出版专著 6 部，获得国家发明专利 11 件。

2. 国际竹藤中心

是本项目的第二完成单位。

主要负责我国竹林碳分配格局调查、竹林植被增碳及土壤减排技术研究工作；组织实施竹林碳汇提质增汇技术开发、集成与国内外的推广工作。

开展竹林应对气候变化技术的国内国际宣传工作、共同完成竹林应对气候变化专题技术报告的研讨与撰写工作，对推动国际社会深化竹林碳汇功能的认识并纳入国际森林减排范畴发挥了重要作用。在项目研究中，以第一作者或通讯作者发表了 5 篇论文，共同推进竹林提质增汇综合经营技术的大面积推广。

3. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所

是本项目的第三完成单位。

负责浙江省外主要竹产区的研究合作和协调工作，组织竹林应对气候变化专题技术报告的撰写工作，负责完成 6 份应对气候变化专题技术报告。

收集竹林碳汇研究资料，与第一完成单位合作开发完成《竹子造林碳汇项目方法学》；负责竹子碳汇造林和增汇经营技术在浙江省和国外的应用推广和总结，对项目的第 4 项科技创新和成果技术的广泛应用作出了重要贡献。

4. 国家林业局竹子研究开发中心

是本项目的第四完成单位。

主要负责竹基生物质炭的材料研制和生物质对土壤稳碳的影响机理与技术开发工作；开展竹林土壤稳碳减排技术的推广和人员培训工作。

主持 1 项国家自然科学基金项目和国际合作项目；获得国家和国际发明专利 3 件；发表 3 篇论文，合作出版专著 1 部，对竹林增汇稳碳减排关键技术研发作出了重要贡献。

5. 浙江科技学院

是本项目的第五完成单位。

主要承担竹加工废弃物炭化利用、竹林生物炭固碳增汇技术开发和生物质炭钾肥的研制与应用推广工作。

主持 1 项浙江省优先主题重大农业项目、1 项浙江省重大科技专项社会发展重点项目；在本项目研究中，获国家发明专利 2 件，发表了 4 篇论文，合作出版专著 2 部，对第 3 项科技创新作出了重要贡献。

6. 中国绿色碳汇基金会

是本项目的第六完成单位。

合作建立临安毛竹碳汇造林研究基地，共同完成 2 项中国温室气体自愿减排交易项目方法学，即竹子造林项目方法学（编号为：AR-CM-002-V01）和竹林经营碳汇项目方法学（编号为：AR-CM-005-V01）开发工作，获得国家发改委备案批准；

成功组织完成全国首个 CCER 竹子碳汇造林项目开发工作，积极促进和推广竹林经营碳汇项目，为国家温室气体减排和竹农增收致富做出贡献；积极探索在非洲和东南亚竹产区开展竹子造林碳汇项目试点，共同承担国际核证碳减排（VCS）项目方

法学的开发与转化工作，为世界竹产区通过开发竹林碳汇项目增收致富、减缓和适应气候变化作贡献。

7. 福建省林业科学研究院

是本项目的第七完成单位。

主要协作完成丛生竹植被碳库、土壤碳库的调查分析与测试工作，负责竹林提质增汇减排技术及竹林碳汇项目方法学的成果推广与技术总结工作；

发表论文 2 篇，推广竹林提质增汇减排经营技术面积 300 多万亩，为推进竹林生态经营、固碳增汇和区域竹林碳汇产业发展作出了积极贡献。

九、完成人合作关系说明

2002 年，国家林业局和浙江农林大学（原浙江林学院）组织召开首届“造林绿化与气候变化”国际研讨会，80 多位国内外专家就森林碳汇问题展开了热烈讨论，标志着我国林业碳汇工作的开始。竹林是我国南方极富特色的森林类型，在应对气候变化中具有重要地位，浙江省在竹林培育和竹产业发展方面具有深厚基础和优势，为此，浙江农林大学从 2002 年开始，聚集森林特别是竹林碳汇研究工作，与其他科研院所单位一起共同探讨研究方向和重点内容等，在竹林碳汇科研项目申报、创新团队组建、产业宣传推广等方面展开密切合作，努力推进竹林碳汇科技创新、人才培养和产业发展工作。

2007 年浙江农林大学与中国绿色碳汇基金会联合在临安营建了全国首个竹子碳汇造林项目，以此为契机，一直合作促进竹林碳汇项目方法学的开发、农户森林经营碳汇项目和 CCER 碳汇项目的开发工作。2009 年浙江农林大学获批成立“浙江省森林生态系统碳循环与固碳减排”重点实验室；2009 和 2011 年浙江农林大学分别牵头组建“浙江省竹产业科技创新团队”和“林业碳汇计量”浙江省科技创新团队，联合开展竹林碳汇科技创新活动；2012 年联合国家林业局竹子研究开发中心、中国林业科学研究院亚热带林业研究所等成员单位成立“竹资源与高效利用协同创新中心”，通过合作、开放、协同、共享机制，获得一大批竹林碳汇国家、省部级项目的资助，促进了竹林固碳机理、碳汇监测、增汇减排技术的研发与创新，逐渐积累成果，2015 年获批成为省级 2011 协同创新中心。从 2009 年开始，基于不断取得的竹林碳汇研究成果，浙江农林大学、中国林业科学研究院亚热带林业研究所、国际竹藤中心、中国绿色碳汇基金会等一起共同研讨撰写竹子应对气候变化报告，并提交联合国气候变化大会边会讨论，以促进和深化国际社会对于竹林碳汇功能的认识。

项目边研究、边开发、边推广，在产品开发与成果推广中，与浙江科技学院、福建省林业科学研究院、国际竹藤中心等单位加强协作，促进土壤稳碳肥料、竹林提质增汇减排技术和竹林经营碳汇项目的大面积开发与推广，并把技术推广至亚洲、非洲等其它竹子分布国家，充分发挥我国在竹林碳汇方面的示范引领作用。

第一完成单位中的所有项目完成人均为“浙江省森林生态系统碳循环与固碳减排”重点实验室、“林业碳汇计量”浙江省科技创新团队和“竹资源与高效利用”2011 协同创新中的骨干成员或核心成员，在第一完成人带领下，长期以来，紧密合作，

形成一支强有力的竹林碳汇研究队伍，一起申请科研项目、申请专利、发表论著等，其中有一位完成人在期间调往浙江科技学院工作，但仍继续保持合作，共同促进《竹林生态系统碳汇监测和增汇减排关键技术及应用》项目的研究、开发与成果推广工作。