

中国绿色碳汇基金会 ■ 总主编



生态文化经典出版工程
“碳汇中国”系列丛书

**Bamboo Forest Carbon Sequestration Projects:
Development and Practices**

竹林碳汇项目开发与实践

周国模 施拥军 ■ 编著

中国林业出版社

竹林碳汇项目开发与实践

Development and Practice of Bamboo

Carbon Sequestration Project

周国模 施拥军 编著

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

竹林碳汇项目开发与实践 / 周国模, 施拥军 编著. —北京: 中国林业出版社, 2017. 6

(“碳汇中国”系列丛书)

ISBN 978-7-5038-8960-8

I. ①竹… II. ①周… ②施… III. ①竹林—二氧化碳—项目开发—中国
IV. ①S795

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 083519 号

中国林业出版社

责任编辑: 李 顺 李 辰

出版咨询: (010)83143569

出版: 中国林业出版社(100009 北京西城区德内大街刘海胡同 7 号)

网站: <http://lycb.forestry.gov.cn/>

印刷: 北京卡乐富印刷有限公司

发行: 中国林业出版社

电话: (010)83143500

版次: 2017 年 6 月第 1 版

印次: 2017 年 6 月第 1 次

开本: 787mm × 1092mm 1/16

印张: 20.5

字数: 320 千字

定价: 68.00 元

“碳汇中国”系列丛书编委会

主 任：张建龙

副主任：张永利 彭有冬

顾 问：唐守正 蒋有绪

主 编：李怒云

副主编：金 旻 周国模 邵权熙 王春峰
苏宗海 张柏涛

成 员：李金良 吴金友 徐 明 王光玉
袁金鸿 何业云 王国胜 陆 霁
龚亚珍 何 宇 施拥军 施志国
陈叙图 苏 迪 庞 博 冯晓明
戴 芳 王 珍 王立国 程昭华
高彩霞 John Innes

总 序

进入 21 世纪，国际社会加快了应对气候变化的全球治理进程。气候变化不仅仅是全球环境问题，也是世界共同关注的社会问题，更是涉及各国发展的重大战略问题。面对全球绿色低碳经济转型的大趋势，各国政府和企业和社会都在积极调整战略，以迎接低碳经济的机遇与挑战。我国是世界上最大的发展中国家，也是温室气体排放增速和排放量均居世界第一的国家。长期以来，面对气候变化的重大挑战，作为一个负责任的大国，我国政府积极采取多种措施，有效应对气候变化，在提高能效、降低能耗等方面都取得了明显成效。

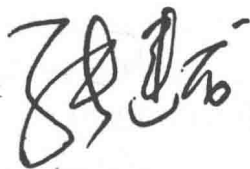
森林在减缓气候变化中具有特殊功能。采取林业措施，利用绿色碳汇抵消碳排放，已成为应对气候变化国际治理政策的重要内容，受到世界各国的高度关注和普遍认同。自 1997 年《京都议定书》将森林间接减排明确为有效减排途径以来，气候大会通过的巴厘路线图、哥本哈根协议等成果文件，都突出强调了林业增汇减排的具体措施。特别是在去年底结束的联合国巴黎气候大会上，林业作为单独条款被写入《巴黎协定》，要求 2020 年后各国采取行动，保护和增加森林碳汇，充分彰显了林业在应对气候变化中的重要地位和作用。长期以来，我国政府坚持把发展林业作为应对气候变化的有效手段，通过大规模推进造林绿化、加强森林经营和保护等措施增加森林碳汇。据统计，近年来在全球森林资源锐减的情况下，我国森林面积持续增长，人工林保存面积达 10.4 亿亩，居全球首位，全国森林植被总碳储量达 84.27 亿吨。联合国粮农组织全球森林资源评估认为，中国多年开展的大规模植树造林和天然林资源保护，对扭转亚洲地区森林资源下降趋势起到了重要支持作用，为全球生态安全和应对气候变化做出了积极贡献。

国家林业局在加强森林经营和保护、大规模推进造林绿化的同时，从 2003 年开始，相继成立了碳汇办、能源办、气候办等林业应对气候变化管理机构，制定了林业应对气候变化行动计划，开展了碳汇造林试点，建立了全国碳汇计量监测体系，推动林业碳汇减排量进入碳市场交易。同时，广泛宣传普及林业应对气候变化和碳汇知识，促进企业捐资造林自愿减排。为进

一步引导企业和个人等各类社会主体参与以积累碳汇、减少碳排放为主的植树造林公益活动。经国务院批准，2010年，由中国石油天然气集团公司发起、国家林业局主管，在民政部登记注册成立了首家以增汇减排、应对气候变化为目的全国性公募基金会——中国绿色碳汇基金会。自成立以来，碳汇基金会在推进植树造林、森林经营、减少毁林以及完善森林生态补偿机制等方面做了许多有益的探索。特别是在推动我国企业捐资造林、树立全民低碳意识方面创造性地开展了大量工作，收到了明显成效。2015年荣获民政部授予的“全国先进社会组织”称号。

增加森林碳汇，应对气候变化，既需要各级政府加大投入力度，也需要全社会的广泛参与。为进一步普及绿色低碳发展和林业应对气候变化的相关知识，近期，碳汇基金会组织编写完成了《碳汇中国》系列丛书，比较系统地介绍了全球应对气候变化治理的制度和政策背景，应对气候变化的国际行动和谈判进程，林业纳入国内外温室气体减排的相关规则和要求，林业碳汇管理的理论与实践等内容。这是一套关于林业碳汇理论、实践、技术、标准及其管理规则的丛书，对于开展碳汇研究、指导实践等具有较高的价值。这套丛书的出版，将会使广大读者特别是林业相关从业人员，加深对应对气候变化相关全球治理制度与政策、林业碳汇基本知识、国内外碳交易等情况的了解，切实增强加快造林绿化、增加森林碳汇的自觉性和紧迫性。同时，也有利于帮助广大公众进一步树立绿色生态理念和低碳生活理念，积极参加造林增汇活动，自觉消除碳足迹，共同保护人类共有的美好家园。

国家林业局局长



二〇一六年二月二日

前 言

森林是陆地生态系统的重要碳库，它维持着全球植被碳库的 86% 和土壤碳库的 73%，森林固碳是目前最安全、最经济、最环保的一种减排方式，对减缓气候变化具有重要作用。竹子属禾本科竹亚科植物，全球约有 150 属 1225 种，竹林面积达 3100 多万公顷，被称为“世界第二大森林”。我国竹子资源丰富，广泛分布于浙江、福建、江西、湖南、安徽、湖北、广西、广东等 15 个省区，现有面积 601 万公顷，约占世界竹种的 40% 和竹林面积的 20%，同时竹资源和竹产业发展迅速，被誉为“世界竹子王国”，在林业应对气候变化、保障国家木材安全和促进山区社会经济发展中作用显著。在倡导 REDD+ 和低碳减排的背景下，科学营造竹林，提高竹林固碳能力，促进竹林碳汇项目开展和碳汇交易具有重要的理论和现实意义。

竹林兼具作物和林木的生物学特性，具有特殊的地下鞭根系统和自我扩张更新能力，高径呈爆发式生长，竹材快速成熟，可以隔年采伐、持续利用，人为经营干扰十分频繁。竹林的生长更新习性、经营活动方式、竹林固碳特征与普通乔木森林存在明显区别，这些都对竹林碳汇项目的土地合格性、碳计量方法、碳监测程序以及造林营林技术提出了新的要求，无法套用普通森林乔木。为此，我们组建竹林碳汇研究团队，从 2001 年开始，持续 15 年，系统深入研究了竹林碳积累特征与过程、竹林碳储量和碳通量估算与监测方法以及竹林增汇减排技术。通过研究，阐明了竹子出笋、生长、采伐利用全过程的碳素积累、分配、迁移规律及其影响机制，揭示了竹子全生命周期的固碳过程机理特征和经营影响机制；创建了竹林碳储量碳通量计量监测方法；研发集成竹林土壤稳碳、养分调控、结构优化等增汇减排综合技术体系。在竹林固碳过程特征、计量监测与增汇减排技术研发基础上，研究团队还注重竹林碳汇项目开发与产业推动工作，首次开发出用于行业自愿减排和企业碳中和的《竹林项目碳汇计量监测方法学》，通过国家林业局审核批准，并在多哈气候变化大会(COP18)上发布，自主或者合作开发出中国核证减排的《竹子造林碳汇项目方法学》、《竹林经营碳汇项目方法学》，获得国家发改委审核备案，为竹林碳汇项目开发和进入碳减排交易市场提供了重

要的评价、计量与监测方法。并在浙江、安徽、福建、江西、四川、湖北等竹子重点分布区积极推广竹林增汇减排技术和开发竹林碳汇项目,以提高我国竹林固碳减排能力,推动我国竹林碳汇产业发展。

全书共分10章,其中第1~2章,主要介绍竹林资源与生长利用特性、论述竹林碳生长积累动态、竹林碳空间分布特征、竹林生态系统碳源汇能力、人为经营活动对竹林碳汇的影响、主要竹材产品的碳转移特征等内容,作为竹林碳汇项目开发的理论基础;第3~5章,主要介绍国家林业局、中国绿色碳汇基金会(CGCF)组织主导下的竹林碳汇项目开发的基本要求、计量监测方法、各种项目文件编制规范和内容组成;第6~7章,以浙江农林大学负责技术开发的湖北省通山县CCER竹子造林碳汇项目为案例,介绍中国自愿核证减排(CCER)竹子造林碳汇项目的各种设计文件编制的基本方法和内容要求;第8~10章,重点介绍中国自愿核证减排竹林经营碳汇项目的适用条件、合格性要求、基线与碳计量方法、监测程序和可采取的主要竹林经营措施,并通过案例形式介绍中国自愿核证减排竹林经营碳汇项目各种作业设计文件编写的基本要求、内容与方法。本书适用于关注林业应对气候变化和竹林碳汇项目开发的广大科研工作者、相关管理部门人员、项目开发业主、相关专业的研究生、本科生阅读和参考。

在本书相关内容研究、项目开发和著述过程中,得到了中国绿色碳汇基金会“森林碳汇关键技术研究示范推广”、“典型森林生态系统增汇稳碳技术研发与推广”、“竹木产品碳平衡及碳汇交易机制研究”等研究项目的支持与资助,同时浙江省安吉县林业局、临安市林业局、遂昌县林业局、景宁县林业局、湖北省通山县林业局等单位也给予了大力支持,在此一并表示感谢。李怒云、李金良、韦志洪、朱建华、张国斌、武曙红等碳汇专家学者提供了许多良好建议和帮助,浙江农林大学周宇峰、顾蕾、杜华强、徐小军、刘恩斌、俞淑红、李翀、裴晶晶、徐林等师生在外业调查、数据分析、图表整理等方面也做了大量工作,值此付梓之际,表示最诚挚的感谢!

限于著者的学识水平和时间仓促,书中难免有疏漏与不足之处,敬请广大读者批评指正!

著者

2016年10月

目 录

总序
前言

第一章 绪论	(1)
第一节 气候变化与林业碳汇	(1)
一、全球气候变化背景	(1)
二、碳汇与林业碳汇的由来	(2)
三、林业碳汇概念	(3)
四、林业碳汇作用	(3)
第二节 竹林资源与生长利用特性	(5)
一、竹林类型	(5)
二、竹林生长发育特点	(11)
三、竹林产品利用特性	(15)
四、竹林资源发展状况	(17)
第三节 竹林碳汇问题研究	(18)
一、国际林业碳汇技术研究	(18)
二、国内竹林碳汇技术研究	(19)
三、竹林碳汇项目活动及意义	(20)
第二章 竹林碳汇基本特征与能力	(24)
第一节 竹林碳生长积累动态	(24)
一、竹子笋期高生长特征	(24)
二、竹林笋期碳积累规律	(25)
三、毛竹单株生物量异速生长模型	(28)
第二节 竹林碳空间分布特征	(30)
一、毛竹不同器官的含碳率	(30)
二、毛竹不同器官的碳储量	(31)
三、毛竹林生态系统碳储量含量及分布	(32)

第三节	竹林生态系统碳源汇能力	(32)
一、	涡度相关原理与竹林通量塔观测系统	(33)
二、	毛竹林生态系统碳源汇能力	(36)
三、	雷竹林生态系统碳源汇能力	(40)
四、	不同森林生态系统碳源汇能力比较	(43)
第四节	人为经营活动对竹林碳汇的影响	(45)
一、	不同经营方式对竹林碳汇能力的影响	(45)
二、	不同经营措施对毛竹林土壤有机碳的影响	(46)
三、	不同经营方式毛竹林土壤活性碳库演变特征	(47)
四、	不同经营历史对竹林土壤碳库稳定性的影响	(49)
五、	人为经营对竹林土壤温室气体排放影响	(50)
第五节	主要竹材产品的碳转移特征	(52)
一、	竹材产品碳转移研究方法	(52)
二、	竹材产品碳转移率和碳储量比较	(53)
三、	竹材产品碳足迹研究方法	(55)
四、	竹材产品碳足迹研究结果	(57)
第三章	行业自愿减排竹子造林项目碳汇计量与监测方法学	(60)
第一节	范围和适用条件	(60)
一、	应用范围	(60)
二、	适用条件	(61)
第二节	术语和定义	(61)
第三节	基准线和监测方法学	(63)
一、	项目合格性确定	(63)
二、	碳库和温室气体排放源选择	(65)
三、	基线情景识别与额外性论证	(66)
四、	碳汇计量方法	(67)
第四节	碳汇监测程序	(71)
一、	主要监测内容	(71)
二、	主要监测方法	(71)
三、	抽样方案	(72)
四、	样地监测频率	(72)
五、	项目碳储量变化监测	(73)

六、项目温室气体排放和泄漏监测	(74)
七、抽样监测精度与不确定性分析	(74)
八、项目核查	(75)
第五节 碳汇造林技术	(75)
一、造林地清理与整地	(75)
二、竹种(苗)选择与处理	(75)
三、造林方法与初植密度	(76)
四、管护与抚育措施	(76)
第四章 行业自愿减排竹子碳汇造林项目设计文件编制	(77)
第一节 项目基本信息	(77)
一、项目名称	(77)
二、项目性质	(77)
三、项目建设单位	(77)
四、项目负责人及联系方式	(77)
五、技术负责人及联系方式	(77)
六、项目建设范围	(77)
七、项目建设内容与规模	(78)
八、项目实施期限	(78)
九、项目投资	(78)
第二节 项目区基线状况调查	(78)
一、项目活动地点的气候、土壤、地质情况	(78)
二、项目活动地点现有植被和野生动植物分布状况	(79)
三、项目活动地点水土流失情况	(80)
四、项目土地权属和利用现状	(80)
五、项目区社会经济和各类土地面积情况	(82)
第三节 项目实施必要性和可行性	(82)
一、项目必要性分析	(82)
二、项目可行性分析	(84)
第四节 项目实施进度安排	(86)
一、造林活动安排	(86)
二、宣传活动安排	(87)

第五节 项目造林作业设计	(87)
一、作业设计编制依据	(87)
二、项目选地和布局	(87)
四、造林树种设计	(89)
五、造林技术设计	(90)
六、成林管理与采伐利用	(92)
七、水土保持措施设计	(93)
第六节 项目实施预期效益分析	(94)
一、固碳效益	(94)
二、经济收益	(95)
三、社会和生态效益	(95)
四、专题研究成果	(95)
第七节 项目实施保障措施	(96)
一、组织制度保障	(96)
二、造林质量保障	(96)
三、资金使用保障	(97)
第五章 行业自愿减排竹子碳汇造林项目计量与监测报告	(104)
第一节 碳汇项目实施情况	(104)
一、项目基本信息	(104)
二、项目实施情况	(105)
第二节 碳汇计量与监测工作情况	(105)
一、计量和监测人员	(105)
二、计量和监测范围	(106)
三、计量和监测内容	(106)
四、计量监测工作进展	(106)
第三节 碳汇计量监测原则与依据	(107)
一、计量和监测原则	(107)
二、计量和监测依据	(108)
第四节 土地合格性和项目边界确定	(108)
一、土地合格性	(108)
二、项目边界确定	(109)

第五节 碳库选择和温室气体排放源确定	(109)
一、碳库选择	(109)
二、温室气体排放源确定	(110)
第六节 碳汇计量方法与结果	(110)
一、碳汇计量公式	(110)
二、事前分层	(111)
三、基线碳储量变化	(111)
四、项目碳储量变化	(114)
五、项目边界内的温室气体排放	(118)
六、项目边界外的温室气体泄漏	(119)
七、项目净碳汇量	(121)
第七节 碳汇监测方法与结果	(122)
一、项目活动及其边界监测	(122)
二、抽样设计	(123)
三、项目碳储量变化监测	(124)
四、项目边界内的排放监测	(128)
五、项目边界外的泄漏监测	(131)
六、项目净碳汇量计算	(131)
七、质量保证和控制措施	(132)
八、不确定性分析	(133)
第八节 碳汇计量与监测主要结论	(134)
第六章 中国核证减排竹子造林碳汇项目作业设计方案	(136)
第一节 设计依据和原则	(136)
一、作业设计依据	(136)
二、作业设计原则	(136)
第二节 造林地选择	(137)
第三节 作业设计布局	(137)
第四节 树种选择及造林类型设计	(137)
一、造林树种选择	(137)
二、造林类型设计	(138)
第五节 营林技术设计	(138)
一、林地清理	(138)

二、整地	(138)
三、苗木	(139)
四、造林密度	(139)
五、基肥与回穴土	(139)
六、栽植	(139)
七、抚育与追肥	(139)
八、宣传告示	(140)
第六节 森林与环境保护措施	(140)
一、森林保护措施	(140)
二、环境保护措施	(140)
第七节 项目建设工程量及物资需要量	(141)
一、建设工程量	(141)
二、苗木需要量	(141)
三、肥料需要量	(141)
第八节 投资概算	(141)
一、概算指标	(141)
二、概算模型	(142)
三、概算结果	(142)
第九节 资金来源	(143)
第十节 工程管理	(143)
一、组织管理	(143)
二、施工管理	(143)
三、资金管理	(144)
四、抚育管理	(144)
五、档案管理	(144)
六、检查与验收	(145)
七、项目设计文件编写与监测及审定核证和备案工作	(145)
第十一节 效益分析	(146)
一、生态效益	(146)
二、社会效益	(146)
三、经济效益	(146)

第七章 中国核证减排竹子造林碳汇项目设计文件编写	(147)
第一节 项目活动描述	(147)
一、项目目的与项目概述	(147)
二、项目活动的地点	(148)
三、环境条件	(149)
四、采用的技术和(或)措施	(152)
五、项目业主及申请备案法人	(153)
六、项目土地权属和核证减排量(CCER)的权属	(154)
七、土地合格性评估	(154)
八、林业项目减排量非持久性问题的解决方法	(155)
第二节 选定的基线和监测方法学应用	(155)
一、所采用的方法学	(155)
二、所采用方法学的适用性	(155)
三、碳库和温室气体排放源的选择	(156)
四、碳层划分	(156)
五、基线情景识别与额外性论证	(157)
六、项目减排量的事前预估	(159)
七、监测计划	(171)
第三节 项目运行期及计入期	(181)
一、项目运行期	(181)
二、项目计入期	(181)
第四节 环境影响	(181)
一、环境影响分析	(181)
二、环境影响评价	(182)
第五节 社会经济影响	(182)
一、社会经济影响分析	(182)
二、社会经济影响评价	(183)
第六节 利益相关方分析	(183)
一、收集当地利益相关方的评论	(183)
二、当地利益相关方的评论概要	(184)
三、关于处理当地利益相关方评论的报告	(185)
第七节 附件内容	(185)

第八章 中国核证减排竹林经营碳汇项目方法学	(186)
第一节 引言	(186)
第二节 适用条件	(186)
第三节 规范性引用文件	(187)
第四节 术语定义	(189)
第五节 基线与碳计量方法	(191)
一、项目边界确定	(191)
二、碳库和温室气体排放源选择	(192)
三、项目期和计入期选择	(193)
四、基线情景识别和额外性论证	(193)
五、碳层划分	(194)
六、基线碳汇量	(195)
七、项目碳汇量	(203)
八、项目减排量	(213)
第六节 监测程序	(214)
一、项目实施监测	(214)
二、项目碳层更新和抽样设计	(215)
三、竹林生物质碳储量变化的测定	(217)
四、项目收获竹材竹产品碳储量变化的测定	(220)
五、项目土壤有机碳储量变化的测定	(220)
六、项目边界内温室气体排放增加量的监测	(221)
七、监测精度控制和校正	(221)
八、不需监测的数据和参数	(222)
九、需要监测的数据和参数	(231)
第九章 中国核证减排竹林经营碳汇项目作业设计方案	(240)
第一节 设计依据和原则	(240)
一、作业设计依据	(240)
二、作业设计原则	(240)
第二节 林分现状调查	(241)
第四节 作业设计布局	(241)
第五节 经营技术设计	(242)
一、施肥	(242)

二、留笋	(242)
三、采伐	(242)
四、割灌除草	(242)
五、林地垦复	(243)
六、维持竹林健康	(243)
七、竹材利用	(243)
八、宣传告示	(243)
第六节 林分目标结构和调整年限	(243)
第七节 竹林资源与环境保护措施	(244)
一、竹林资源保护措施	(244)
二、环境保护措施	(244)
第八节 项目实施面积及物资需要量	(244)
一、实施面积	(244)
二、肥料需要量	(245)
第九节 投资概算	(245)
一、概算指标	(245)
二、概算模型	(245)
三、概算结果	(245)
第十节 资金来源	(246)
第十一节 项目管理	(247)
一、组织管理	(247)
二、资金管理	(247)
三、经营管理	(247)
四、档案管理	(247)
五、项目设计文件编写与监测及审定核证和备案工作	(248)
第十二节 效益分析	(248)
一、生态效益	(248)
二、社会效益	(249)
三、经济效益	(249)
第十章 中国核证减排竹林经营碳汇项目设计文件编写	(250)
第一节 项目活动描述	(250)
一、项目目的与项目概述	(250)