

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

Forestry Carbon Sequestration in China

中国林业碳汇 (修订版)

李怒云 ■ 编著

中国林业出版社

中国林业碳汇(修订版)

Forestry Carbon Sequestration in China

李怒云 编著

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国林业碳汇 / 李怒云编著. —2 版. —北京: 中国林业出版社, 2016. 5
(碳汇中国系列丛书)

ISBN 978 - 7 - 5038 - 8509 - 9

I. ①林… II. ①李… III. ①森林 - 二氧化碳 - 资源管理 - 研究 - 中国 IV. ①S718. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 093827 号

中国林业出版社

责任编辑: 李 顺 王 远

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: 2016 年 8 月第 1 版

印次: 2016 年 8 月第 1 次

开本: 787mm × 960mm 1/16

印张: 11.5

字数: 200 千字

定价: 60.00 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

序

2006 年的暖冬引起了全球的普遍关注。联合国环境规划署号召 2007 年在全球种植 10 亿株树,以作为减缓全球变暖的应急措施之一。森林是陆地生态系统的主体,通过森林植物的光合作用吸收大气中的 CO_2 ,放出氧气,把大气中的 CO_2 固定到森林生态系统中。森林的这种固碳功能可以在一定时期内起到减少 CO_2 在大气中的积累,缓解温室效应的作用。因此,在缓减气候变暖中,森林具有十分重要的作用。

中国作为最大的发展中国家,有效地避免了由于经济发展造成的森林资源的破坏,做到了一边发展经济一边保护和增加森林植被。中国成为世界上人工造林最多的国家。我们最近提出“森林恒等式”(forest identity)的评估方法,利用联合国粮食与农业组织的全球森林资源数据,对全球主要国家的森林生长量(growing stock)进行了评估,并分析了各国森林的固碳能力及其变化,得出中国是森林资源增加最快的国家之一,森林碳汇呈不断增加的趋势。因此,积极进行以植树造林为主的植被恢复、森林保护和减少毁林等林业活动,无疑可以对降低大气中 CO_2 浓度、减缓气候变暖起到积极作用。同时,这些活动也将有效地促进生物多样性保护和改善当地居民的生计,具有多重效益。而且,植树造林固定 CO_2 的成本,远远低于利用工业活动减排的成本。这也是为什么近年来林业碳汇项目日愈受到国际社会普遍关注的重要原因。因此,加强对林业碳汇问题的研究,具有重要的理论和实践意义。

作为林业碳汇的管理者和研究者,作者李怒云博士将传统的生态学、经济学、生态经济学的基本理论与政策学的理论相结合,将碳汇生产划分为自然生产、经济生产和综合评价,揭示了碳汇作为森林产品的自然属性和作为环境产品的经济属性;借助供求理论,提出了中国碳汇市场面临的主要问题是有效需求不足,需要政府采取支持价格的观点,以及构建中国碳汇京都市场和非京都市场的理论依据,并运用系统论的观点,将碳汇市场划分为京都市场和非京都(自愿)市场,提出按照京都规则和非京都规则开展中国碳汇活动的设计思路。在此基础上,利用全国森林资源清查数据与“3S”技术,确定了中国适合京都市场的造林再造林碳汇项目的优先发展区域。作者还参

照国际非京都市场的模式，提出了建立中国绿色碳基金的设计思路。书中所提出的政策建议，对国家林业主管部门研究和制定林业碳汇管理政策和有关规则具有重要的参考价值。

本书是一本研究林业碳汇的专著。书中介绍了许多关于气候变化与林业碳汇的新知识和新构想，是一本很好地了解和掌握碳汇知识的专著，我本人从中受益匪浅。本书不仅适用于林业碳汇的研究者和管理者，以及林业政策的制定者、林业科研人员和大专院校的师生，同时也可以为其他相关领域的专业人员在研究林业碳汇时提供有益借鉴。该书的出版对构建我国生态服务市场，促进森林生态效益价值的市场进程和林业又好又快的发展有着十分重要的意义。



中国科学院院士
北京大学教授
2007年6月

再版前言

过去的 50 年，二氧化碳等温室气体大量排放，引发全球性的气候变暖。上个世纪 80 年代以来，应对气候变化已成为国际社会高度关注的热点问题和重大研究课题。基于对此的一些了解和研究兴趣，2007 年，我在从事林业应对气候变化工作的第 5 个年头，有幸编著出版了这本《中国林业碳汇》（据说这是中国第一本有关林业碳管理的书籍）。也就是在这一年，国家成立了由国务院总理任组长的国家应对气候变化及节能减排领导小组，并下设办公室；“增加林业碳汇，应对气候变化”等内容被写进了人大决议。国际上，于 2007 年底在印尼巴厘岛召开的联合国气候大会，正为如何制定后京都时代的应对气候变化国际规则发生着激烈的争吵，“减少毁林和退化林地造成的碳排放 REDD”，遂被列为气候谈判重要议题。采用林业措施应对气候变化，植树造林增加碳吸收、保护森林减少碳排以及碳汇交易等，渐而成为人们聚焦的重点，促使他们比以往任何一个时期都要更加关注林业碳汇事业的起步与发展。在如此背景下问世的《中国林业碳汇》，自然受到广大林业工作者的欢迎。据说读者不少，有些专业知识内容还被引入诸多网站和相关培训教材，这对宣传和普及应对气候变化以及林业碳汇知识，无疑起到了积极的推动作用。读过此书的不少专家、学者、学生或基层林业部门的管理者都说有所收获，这不啻是对笔者的极大肯定与鼓励。

伴随全球应对气候变化的谈判进程，国际社会更加重视采用林业措施应对气候变化。鉴于本书的销售需求有所增加，因此，中国林业出版社希望修订后再版。我在修改时发现，虽已过去了近 9 年，但本书所涉内容总体上并未过时，特别是一些基本概念和作者对林业碳汇管理的论述以及当时对设立中国绿色碳基金的建议及其运行模式的探索，在此后的具体实施中均已成为现实，无不具有创新的意义。所以，本书的修订再版，既考虑到既往的实践发展过程，也考虑到与今年列入国家出版基金的“碳汇林业”系列丛书相承接，主要是对一些数据和内容作了更新。一是根据新的森林资源清查结果，更新了我国森林基本情况和一些已经过时的数据；二是对过去提出的林业碳汇概念进行了修订。在这十几年的实践中，笔者发现，有的读者对森林碳汇和林业碳汇的概念产生了歧义，误认为“森林碳汇是不能交易的碳汇，林业

碳汇是能交易的碳汇”。实际上林业碳汇应该包含行业的概念，相比森林碳汇，内容更丰富更广阔。所以将林业碳汇概念修改为：指通过造林和更新造林、森林经营管理、森林保护、湿地管理、荒漠化治理和采伐林产品管理等林业经营管理活动，稳定和增加碳汇量的过程、活动或机制。森林碳汇体现了森林的自然属性，而林业碳汇还包含了政策管理的内容，比森林碳汇内容更广泛。三是对已经更名的机构或发生变动的单位名称等，在保留原文后加括号以标明更新后的名称；四是保留了原书中的建议并将已实现的建议内容标示在括号内。对在实践中又有新发展的内容，如应对气候变化国家政策和有关规定、林业应对气候变化行动计划、国内碳交易试点、中国绿色碳汇基金会的创新实践等，笔者拟在另一本《中国林业碳管理的探索与实践》的新书中详细加以论述。

真诚期待本书修订再版后能够更好地为广大读者服务。对于书中依然可能存在的一些错误与不足，恳请各位专家、学者以及所有关心林业碳汇事业发展的人给予批评指正！

李怒云

2016年1月

第一版前言

对于林业碳汇和碳交易知识的了解和学习，源于6年前参加的一次国际会议。作为一名林业工作者，很高兴地看到了造林绿化与气候变化的内在联系，这为实现森林生态效益的价值提供了市场化的渠道。因此，在中国科学院农村政策研究中心副主任徐晋涛博士的支持下，2002年12月，国家林业局造林司在浙江林学院举办了全国第一个造林绿化与气候变化的国际培训班。在培训班教材的基础上，编辑出版了第一本普及气候变化与林业碳汇的图书《造林绿化与气候变化——碳汇问题研究》。2003年12月，国家林业局碳汇管理办公室成立，搭起了探索和研究林业碳汇这项新工作的舞台。随着国际社会对气候变化的关注，林业碳汇逐渐得到了国内外重视。作为碳汇管理办公室的副主任，认真学习碳汇知识、研究碳汇问题、推动碳汇项目的实施。特别是2004年12月~2005年5月，我有机会受国家林业局派遣到美国国际纸业公司工作和学习，访问了许多国际组织并拜访了一些气候变化专家，进一步了解了国际气候变化领域的发展趋势；随后到泰国、巴西、墨西哥、澳大利亚、德国等国参加会议和考察访问，对碳汇和国际碳贸易有了更深的了解。后来在实际工作中又积累和丰富了对林业碳汇的认识和理解。为了与读者分享我的所思所悟，激发我愿不辞辛苦撰写拙著。希望对我国林业碳汇工作的进一步加强尽到微薄之力。

在此，感谢国家气候办高广生副司长、外交部高风副司长、北京大学方精云院士、中国农业科学院林而达和李玉娥研究员、中国林业科学研究院张小全、徐德应研究员、国际纸业公司董汉民博士等给予的帮助和支持。

要感谢张新时院士经常给我提供学习和交流机会，使我得到了许多相关科学家的指教和帮助；感谢国家林业局植树造林司的领导和同事们对我工作的一贯支持；王春峰、章升东和徐泽宏为本书的撰写给予了大量帮助，深表谢意。

感谢我的博士导师、北京林业大学副校长宋维明教授，是他的精心指导，使我才能顺利完成此书的写作。

同时还要感谢陈健、侯瑞萍、史大林、陈叙图、高均凯以及龚亚珍等同志对本书所做的贡献。

第一版前言

要特别感谢美国大自然保护协会张爽博士和保护国际吕植教授在共同推进碳汇项目和研究上给予的支持。

由于本人水平有限，时间仓促，加之林业碳汇是一个新的研究领域，对其认识与理解还不完善，书中的错误和不妥之处恳请读者批评指正。

李怒云

2007 年 6 月

目 录

总序	
序	
再版前言	
第一版前言	
第一章 绪论	(1)
第一节 碳汇与林业碳汇	(1)
一、碳汇问题的由来	(1)
二、林业碳汇活动的意义	(4)
三、林业碳汇概念	(5)
第二节 碳汇市场与管理政策	(6)
一、碳汇市场概况	(6)
二、碳汇项目级的交易进展	(8)
三、碳汇管理	(9)
第三节 碳汇问题研究	(11)
一、研究的国内外背景	(11)
二、碳汇技术研究	(12)
三、碳汇管理政策体系的建立	(14)
第二章 林业碳汇研究的理论基础	(16)
第一节 生态学基础	(16)
一、生态理论的提出与发展	(16)
二、概念的界定与研究的核心内容	(17)
三、林业碳汇问题的生态学依据	(17)
第二节 经济学基础	(19)
一、几个相关的经济学概念	(19)
二、微观市场理论的主要机制	(21)
三、生态经济学的思想与碳汇功能的市场化选择	(30)
四、碳汇市场化过程中存在的问题	(32)

第三节 政策学基础	(33)
一、理论的提出和概念的界定	(33)
二、宏观政策与微观市场的相互关系	(34)
三、碳汇研究的政策架构	(36)
四、克服碳汇市场失灵的政策选择	(37)
第四节 森林生态系统理论基础	(39)
一、森林生态系统生产力研究的主要思想	(39)
二、森林生态系统是重要的碳库	(41)
三、森林的生长增加对碳的吸收和碳固定	(42)
四、毁林引起碳排放的增加	(44)
五、促进碳汇自然生产的政策措施	(46)
第五节 森林经营理论基础	(46)
一、森林经营的主要思想	(46)
二、保护现有森林的碳储存	(48)
三、增强森林对碳的吸收和固定	(49)
四、发展碳替代的可能方式	(49)
五、促进碳汇生产的政策措施	(50)
第六节 项目管理与评价理论基础	(51)
一、项目管理与评价的主要思想	(51)
二、项目管理的思想在碳汇活动中的应用	(52)
三、碳汇项目的评价	(53)
四、碳汇生产评价的政策含义	(53)
第三章 国际碳汇活动与管理	(55)
第一节 国际林业碳汇管理	(55)
一、国家主体资格	(55)
二、项目相关机构	(56)
三、项目实施的具体规则	(59)
四、项目运行周期	(65)
五、能力建设	(66)
六、我国参与项目的可行性	(67)
第二节 国际碳市场管理	(68)
一、欧盟排放贸易计划及其政策	(68)

二、英国排放贸易计划及其政策	(71)
三、美国芝加哥气候交易所及其政策	(73)
四、澳大利亚新南威尔士温室气体削减计划及其政策	(77)
五、碳市场管理模式评价	(80)
第三节 国际碳汇项目案例	(81)
一、普朗特(Plantar)项目	(81)
二、大西洋森林保护和恢复项目	(83)
三、案例评价	(86)
第四章 国内林业碳汇活动与管理政策	(89)
第一节 国内开展碳汇活动的必要性	(89)
一、引进林业建设的额外资金	(89)
二、引进先进的造林技术	(89)
三、推进林业发展投融资机制的改革和创新	(90)
四、积极影响林业发展的国际进程	(90)
五、支持国家气候外交谈判	(91)
六、促进林业经济理论的拓展	(92)
第二节 开展林业碳汇活动的可行性	(93)
一、碳汇活动的战略环境分析	(93)
二、SWOT 理论的基本思想	(94)
三、社会政治制度的保障	(96)
四、林地资源支撑	(96)
五、市场需求支持	(97)
六、资金和技术上的比较优势	(97)
七、可以消除的顾虑	(98)
第三节 管理政策研究	(99)
一、系统论的设计思想	(99)
二、优先战略	(100)
三、赶超战略	(101)
四、碳汇管理政策总体思路的构建	(102)
第五章 国内林业碳汇项目实践	(105)
第一节 广西碳汇项目	(105)
一、项目建设目标	(105)

二、前期准备	(105)
第二节 内蒙古碳汇项目	(111)
一、项目建设目标	(111)
二、项目实施区域	(111)
三、项目预期收益	(112)
第三节 云南、四川项目	(112)
一、项目概要	(112)
二、项目目标	(112)
三、项目内容	(113)
四、项目进展	(113)
第四节 辽宁项目	(113)
一、项目目标	(114)
二、实施过程	(114)
三、预期效益	(115)
第五节 山西项目	(115)
一、项目背景	(115)
二、项目目标	(116)
三、项目预期效益	(116)
四、投资预算	(116)
第六节 广西项目的经验	(116)
第六章 《京都议定书》规则下中国林业碳汇潜力	(118)
第一节 造林再造林碳汇项目优先发展区域	(118)
一、建立优先发展区域的意义	(118)
二、建立优先发展区域的思路	(118)
三、评价指标的选择	(119)
四、技术路线	(120)
五、1990 年以来无林地信息分析	(121)
七、林木生长率评价指标	(126)
八、社会经济评价指标	(129)
第二节 综合评价指标	(132)
一、数据标准化处理	(132)
三、编制全国清洁发展机制林业碳汇项目优先区域综合评价图	

.....	(136)
第三节 优先发展区域	(137)
第四节 针对京都市场的政策设计	(138)
一、开展清洁发展机制碳汇项目需要把握的基本原则	(139)
二、确定开展清洁发展机制碳汇项目的优先区域	(139)
三、建立清洁发展机制碳汇项目库	(139)
四、碳汇交易要获得国家行政许可	(139)
五、清洁发展机制项目应国家归口管理	(140)
六、进一步加强宣传教育的力度	(140)
七、重视人才培养和基础建设	(140)
八、制定配套政策	(141)
第七章 非京都规则下碳汇自愿市场	(142)
第一节 国际碳汇自愿市场	(142)
一、市场规模	(143)
二、市场准入标准	(143)
三、碳汇贸易的争论	(145)
四、零售市场的买卖双方	(146)
第二节 建立中国首个碳基金	(154)
一、建立绿色碳基金的目的	(154)
二、绿色碳基金的建立	(154)
三、绿色碳基金未来的走向	(155)
四、参与绿色碳基金企业获得的收益	(155)
五、民间融资	(156)
第三节 针对非京都市场的政策建议	(157)
一、扩大捐资渠道	(157)
二、碳汇基金用途	(157)
三、加强全国林业碳汇计量、监测工作	(157)
四、争取财政支持	(158)
五、呼吁相关立法	(158)
六、促进国内交易	(159)
附录	(160)
参考文献	(163)