

# Discussion on the Related Issues of Forestry Increasing Carbon Sink to Reduce Emission in China

Zhijun Zhang

China Forest Exploration & Design Institute on Kunming, Kunming Yunnan  
Email: [zj6112@126.com](mailto:zj6112@126.com)

Received: Mar. 2<sup>nd</sup>, 2015; accepted: Mar. 13<sup>th</sup>, 2015; published: Mar. 20<sup>th</sup>, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

This article introduced the main ways to increase carbon sink and reduce emission, and described the status and role of forestry activities in increasing carbon sink. This paper primarily focused on the forestry action practice, facing to the prominent contradictions, problems and difficulties. Based on the above, the paper presented measures including expanding forest area, improving forest quality, enhancing forest protection and developing biomass energy. Meanwhile, we should strengthen cost-effectiveness study on forestry increasing carbon sink under the climate change.

## Keywords

Forestry, Increasing Carbon Sink, Reducing Emission, Measure

---

# 关于我国林业增汇减排相关问题的探讨

张治军

国家林业局昆明勘察设计院, 云南 昆明  
Email: [zj6112@126.com](mailto:zj6112@126.com)

收稿日期: 2015年3月2日; 录用日期: 2015年3月13日; 发布日期: 2015年3月20日

## 摘要

介绍了碳增汇/减排的主要途径及林业活动在增汇减排中的地位与作用,着重探讨了我国林业增汇减排的主要行动实践及面临的突出矛盾、问题和困难。基于此,提出了在气候变化背景下我国林业增汇减排应采取扩大森林面积、提高森林质量、加强森林保护、发展生物质能源等措施及加强林业增汇减排成本有效性研究。

## 关键词

林业, 增汇, 减排, 措施

## 1. 引言

随着经济的发展,对能源需求的不断增加,中国 CO<sub>2</sub> 排放量也呈增加的趋势。虽然中国温室气体排放总量较大,但是人均排放量较低,仅为美国的 1/4 和世界平均水平的 61%。尽管目前发展中国家还没有承担温室气体减排义务,但是发达国家正在利用一切手段加紧向发展中国家施压,要求中国、印度、巴西等发展中大国尽早参与 CO<sub>2</sub> 减排行动,并且承担减排义务。由此可以预见,今后随着我国经济的发展,CO<sub>2</sub> 总排放量还会继续增加,未来 UNFCCC (联合国气候变化框架公约)外交谈判面临的形势更加严峻,受到的外交压力也越来越大。

占全球土地面积 30%左右的森林,其森林植被的碳储量约为全球植被的 77%,森林土壤的碳储量约占全球土壤的 39%,总的来说,森林碳储量约占全球陆地生态系统中碳储量的一半。因此,分析我国林业近年来在增汇减排上的重要举措及面临的突出矛盾、问题和困难,探索合理有效的森林增汇减排方式、方法,对减缓气候变化尤为重要。

## 2. 碳增汇减排的主要途径

碳增汇减排有多种途径,其中林业措施(主要包括人工造林、森林经营、减少毁林等)、改善能源结构和节能、土地利用和农田管理、征收碳税等 4 种方式是当前全球范围内重要的碳增汇减排途径。不同途径对不同国家和同一国家的不同发展阶段,所付出的成本是不一样的[1]。

王礼茂[2]通过对国际上的主要减排方式的减排效果和成本效益研究表明,总体上发达国家的碳减排成本高于发展中国家;对于广大发展中国家而言,某些低成本的减排途径效果较好;特别是中国在农业管理、造林和节能等方面有较大的增汇减排潜力。

中国土壤有较大的增汇潜力,而且这种途径,所需要的成本相对较低。提高能源效率和节约能源是重要的减排途径,而且与发达国家相比,中国有较大的节能潜力。中国的大规模造林是增汇的重要途径,方精云院士[3]的研究表明,中国森林的碳汇主要来自人工林的贡献。中国进行了多年的植树造林,可造林的面积越来越有限,造林的成本也越来越高,今后除了继续造林外,加强造林的成活率和对现有人工林的抚育经营应是关注的重点。

## 3. 林业活动与增汇减排

虽然人类活动对气候的影响在科学上还有一定程度的不确定性和地区差异,但温室效应正在加强,全球正在变暖,气候变化已经影响到人类社会生活的各个方面已是不争的事实。在减缓气候变化的各种

努力中，林业活动具有十分重要和不可替代的地位和作用。这集中反映在增强碳吸收汇、保护碳贮存、碳替代等三个方面[4]。

1) 增强碳吸收汇的林业活动包括造林再造林、退化生态系统恢复、建立农林复合系统、加强森林可持续管理以提高林地生产力等能够增加陆地植被和土壤碳贮量的措施。通过造林、再造林和森林管理活动增强碳吸收汇已得到国际社会广泛认同，并允许发达国家使用这些活动产生的碳汇用于抵消其承诺的温室气体减排指标。造林碳吸收因造林树种、立地条件和管理措施而异。森林管理可在一定程度上增加碳贮存，但其碳汇潜力与造林相比相对较低。

中国的研究表明，由于大规模的造林和再造林活动，预计在 2008~2012 年间的第 1 承诺期，中国森林可净吸收 6.67 亿 t C；到 2050 年，中国森林年净碳吸收能力将比 1990 年增加 90.4%。

2) 保护碳贮存是指保护现有森林生态系统中贮存的碳，减少其向大气中的排放。主要措施包括减少毁林、改进采伐作业措施、提高木材利用效率以及更有效的森林灾害(林火、病虫害)控制。降低大气 CO<sub>2</sub> 浓度最有效的方式是减少化石燃料燃烧的排放量，而土地利用变化和林业措施则是减缓气候变化最有效的技术手段。由于毁林直接导致森林生态系统的碳贮存在数年内排放到大气中，因此相对造林和再造林而言，降低毁林速率是减缓大气 CO<sub>2</sub> 浓度上升的更直接手段，因为从长远看，在某一土地上造林的碳吸收与毁林碳排放是相当的。降低采伐的影响是保护现有森林碳贮存的重要手段。张小全等[3]对我国连栽杉木人工林的研究表明，由于不合理的采伐作业和更新措施，二代杉木人工林生物量和土壤碳贮量分别比一代下降 24% 和 9.5%，三代比二代分别下降 40% 和 15.3%。此外，通过提高木材利用率，可降低木材分解和碳排放速率；增加木质林产品寿命，可减缓其贮存的碳向大气排放；废旧木产品垃圾填埋，可延缓其碳排放，部分甚至可永久保存。

3) 碳替代措施包括以耐用木质林产品替代能源密集型材料、生物能源(如能源人工林)、采伐剩余物的回收利用(如用作燃料)。由于水泥、钢材、塑料、砖瓦等属能源密集型材料，且生产这些材料消耗的能源以化石燃料为主，而化石燃料是不可再生的。如果以耐用木质林产品替代这些材料，不但可增加陆地碳贮存，还可减少生产这些材料的过程中化石燃料燃烧引起的温室气体排放。虽然部分木质林产品中的碳最终将通过分解作用返回大气，但由于森林的可再生特性，森林的再生长可将这部分碳吸收回来，避免由于化石燃料燃烧引起的净排放。据研究，用木材替代水泥、砖瓦等建筑材料，1 m<sup>3</sup> 木材可减排约 0.8 t CO<sub>2</sub> e。同样，与化石燃料燃烧不同，生物质燃料不会产生向大气的净 CO<sub>2</sub> 排放，因为生物质燃料燃烧排放的 CO<sub>2</sub> 可通过植物的重新生长从大气中吸收回来，而化石燃料的燃烧则产生向大气的净碳排放，因此用生物能源替代化石燃料可降低人类活动碳排放量。

#### 4. 我国林业增汇减排的主要行动实践

##### 1) 启动和实施林业重点生态工程

新中国成立以来，特别是 20 世纪 90 年代末开始实施的六大林业重点生态工程，是加快新时期我国林业发展的战略举措，也是我国参与国际社会应对气候变化挑战的积极行动。

六大林业重点生态工程即天然林资源保护工程、退耕还林工程、京津风沙源治理工程、三北及长江中下游地区等重点防护林工程、野生动植物保护及自然保护区建设工程、重点地区速生丰产用材林基地建设工程。根据中国林业统计年鉴(2001~2007 年)统计，2001~2007 年全国林业重点工程共完成造林面积 3.16 亿 hm<sup>2</sup>。大规模的林业重点工程造林行动，为我国应对全球气候变化做出了积极贡献，受到国际社会的高度评价，为我国气候外交赢得了主动权和话语权。《中国应对气候变化国家方案》中指出，2004 年中国森林净吸收了约 5 亿 t CO<sub>2</sub> e，约占当年全国温室气体排放总量的 8%，1980~2005 年中国造林活动累计净吸收约 30.6 亿 t CO<sub>2</sub> [5]。根据第七次全国森林资源清查(2004~2008 年)结果显示：全国森林面积

1.95 亿  $\text{hm}^2$ ，森林覆盖率 20.36%，提前两年实现 2010 年森林覆盖率 20% 的目标；活立木总蓄积 149.13 亿  $\text{m}^3$ ，森林蓄积 137.21 亿  $\text{m}^3$ ，森林植被总碳储量达到 78.11 亿  $\text{tC}$ ；人工林保存面积 0.62 亿  $\text{hm}^2$ ，人工林面积继续保持世界首位。联合国粮农组织发布的全球森林评估报告指出，在全球森林资源继续呈减少趋势的情况下，亚太地区森林面积出现了净增长，其中中国森林资源增长在很大程度上抵消了其他地区的森林高采伐率[6]。

### 2) 大力发展碳汇林业

林业活动已经成为各国致力温室气体减排的最经济和最有效的措施之一。国家林业局积极应对国际气候公约谈判出现的新变化、新问题，将开展林业碳汇工作纳入我国林业发展总体战略，并积极组织开展林业碳汇方面的研究，适时启动造林、再造林碳汇项目[7]。

碳汇造林项目包括 CDM (清洁发展机制)项目和非 CDM 项目两类。其中 CDM 碳汇造林项目又包括京都规则碳汇造林项目和非京都市场的志愿碳汇造林项目两类。非 CDM 下的碳汇造林项目泛指各类民间志愿碳汇造林项目。1997 年通过的《京都议定书》允许通过 1990 年以来的造林、再造林和森林管理活动吸收的  $\text{CO}_2$  来抵消其承诺的温室气体减排指标；同时，在设定的 CDM 中，允许发达国家通过在发展中国家的境外林业项目获得的碳汇来抵消其承诺的减排指标。

2004 年，国家林业局碳汇管理办公室在广西、云南、四川、山西、辽宁、内蒙古 6 省(区)启动了林业碳汇试点项目[7]。其中，在广西(项目地苍梧县和环江县)和内蒙古(项目地敖汉旗)实施的林业碳汇项目是《京都议定书》下的 CDM 项目。2009 年 9 月，我国政府在联合国气候变化峰会上明确指出：“大力增加森林碳汇，争取到 2020 年森林面积比 2005 年增加 4000 万  $\text{hm}^2$ ，森林蓄积量比 2005 年增加 13 亿  $\text{m}^3$  [8]。”2010 年 5 月，国务院批准设立了全国首家以应对气候变化、积累碳汇为主要目的的公募性基金会——中国绿色碳汇基金会。该基金会的前身是 2007 年 7 月由国家林业局、中国石油天然气集团公司、中国绿化基金会等共同发起建立的中国绿色碳基金。截止 2010 年 10 月，中国绿色碳汇基金会先后在全国 10 多个省(区)实施碳汇造林逾 6.67 万  $\text{hm}^2$ 。2010 年 11 月，中国碳汇造林试点启动会在昆明召开，拟在北京等 9 个省(区、市)安排 2010 年碳汇造林任务 0.81 万  $\text{hm}^2$ 。总体上讲，中国碳汇林业迎来了发展的春天、前景广阔[6]。

### 3) 大力发展能源林业

发展生物质能源是我国实施能源多元化战略，加快改善我国能源消费结构，促进温室气体减排的重要举措。

发展林业生物质能源，主要是利用宜林荒山荒地以及不适宜种植粮食作物的沙地、盐碱地等边际性土地进行开发建设，不与粮争地、不与人争粮，即可增加能源资源、减缓气候变化，又能加快造林绿化建设、提高森林质量，还可有效增加农民收入，一举多得。

我国现有森林植被能够提供生物质能源的生物量为 3 亿  $\text{t}$ ，如果把这部分能源充分利用起来，可以减少 1/10 的化石能源消耗。

我国现有木本油料树种的种植面积 400 多万  $\text{hm}^2$ ，种子含油量 40% 以上的有 154 种，现在产量能够达到 500 万  $\text{t}$ 。同时，我国有 5700 万  $\text{hm}^2$  的宜林荒山荒地，此外，还有部分盐碱地、沙化土地及矿区复垦地等，都是发展生物质能源的潜力所在。

根据国家林业局编制的《全国能源林建设规划》，“十一五”期间，我国要建设能源林示范基地约 83.33 万  $\text{hm}^2$ ；到 2020 年，培育高产优质能源林基地达到约 1333.33 万  $\text{hm}^2$ ，可以满足每年 600 多万  $\text{t}$  生物柴油和装机容量 1500 万  $\text{kW}$  年发电的原料需求。目前，国家林业局已先后与中国石油、中粮集团、国家电网公司等开展合作。2007 年已在云南、四川、湖南、安徽、河北、内蒙古和陕西等省(区)合作建设

油料能源林基地约 6.67 万  $\text{hm}^2$  [6] [9]。

## 5. 我国林业增汇减排面临的突出矛盾、问题和困难

虽然我国林业在增汇减排方面取得了巨大成就，受到国际社会广泛赞誉，但是，目前我国人均森林面积  $0.15 \text{ hm}^2$ ，仅为世界人均占有量的 1/4，森林覆盖率只有全球平均水平的 2/3，人均森林蓄积  $10.98 \text{ m}^3$ ，只有世界人均占有量的 25%。森林资源保护发展也面临诸如森林资源总量不足、质量不高，木材供需矛盾加剧，林地保护压力增加等突出矛盾与问题；同时，宜林地主要分布在土地退化严重的老少边穷地区，造林的难度越来越大、成本越来越高。这些都直接或间接影响我国林业增汇减排的空间与潜力。

1) 尽管我国是世界上森林资源增长最快的国家，但我国林业增汇潜力没有充分发挥。

第七次全国森林资源清查结果与第六次相比，5 年内我国森林面积净增 2054.30 万  $\text{hm}^2$ ，森林蓄积净增 11.23 亿  $\text{m}^3$ ，人工林面积净增 843.11 万  $\text{hm}^2$ ，蓄积净增 4.47 亿  $\text{m}^3$ ，森林覆盖率增加 2.15 个百分点。我国已成为全球森林资源增长最快的国家。但是，我国森林资源质量总体偏低，乔木林蓄积量仅  $85.88 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ ，只有世界平均水平的 78%，人工乔木林蓄积量仅  $49.01 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ ，人均森林蓄积量只有世界人均占有量的 1/7。大多数森林属于生物量密度较低的人工林和次生林，现有森林植被碳储量只相当于其潜在碳储量的 44.3%。因此，我国森林增汇潜力远没有充分发挥，合理调整林分结构、强化森林经营管理将成为我国林业未来重点发展方向之一。

2) 我国宜林荒山荒地、宜林沙荒地、陡坡耕地及未利用地尚有较大面积，林业增汇空间大，但营造林的难度越来越大、成本越来越高。

目前，我国尚有 0.57 亿  $\text{hm}^2$  宜林荒山荒地、0.54 亿  $\text{hm}^2$  宜林沙荒地和相当数量的  $25^\circ$  以上的陡坡耕地、未利用地。因此，经过不懈努力，实现“森林面积增加 4000 万  $\text{hm}^2$ ”这一战略目标是完全可能的，表明我国林业增汇空间很大。但是，要实现这一战略目标，任务相当艰巨。我国现有宜林地中，立地条件较好的仅占 13%，而 60% 的宜林地分布在内蒙古和西北地区，其余的也多分布在一些石质山区，营造林的条件越来越差、难度越来越大、成本越来越高。这就意味着，今后全国森林覆盖率每提高一个百分点，都需要付出更大的努力和代价。由于这些宜林地多处于经济发展水平相对滞后的地区，尚不富裕的农民群众很难支付得起高昂的造林成本。这将成为我国林业增汇减排面临的最突出矛盾和问题。

3) 中国碳汇林业发展迅速，但在碳汇造林、低质低效林改造、中幼龄林抚育等森林营造及管理方面存在不足。

如前所述，我国政府将“大力增加森林碳汇”作为向联合国气候变化峰会的庄严承诺，特别是中国绿色碳汇基金会的成立，使我国碳汇林业迎来了迅速发展的最佳机遇期。但在碳汇造林、低质低效林改造等森林营造及管理方面存在不足。主要表现在以下两方面：

① 全国碳汇造林空间布局及树种选择方面。尽管中国碳汇造林试点已经启动，但至今没有全国性的碳汇造林相关规划出台，在碳汇造林地块空间布局、树种选择等方面没有宏观规划做指导。碳汇造林项目除了要增加碳储量外，还应对项目区当地生物多样性保护和水土流失控制等方面产生积极影响，因此，提倡营造乡土树种和针阔混交林。事实上，国家下达给各个试点省(市、区)的碳汇造林任务，存在找地块难、造林树种单一、甚至选择固碳潜力较低的经济林果作为碳汇造林树种等问题。

② 低质低效林改造及中幼龄林抚育方面。我国森林、特别是面积居全球第一位的人工林，树种单一、林分质量不高，对其进行抚育间伐、集约经营，为促进我国林业增汇减排是非常重要的和必须的。但是，在低效林改造与中幼龄林抚育的实际过程中，部分地区林业行政主管部门在政策和技术环节宣传、指导不到位，林农积极性不高，大量存在“重造轻管”现象，低效林改造及中幼龄林抚育生态效益、经济效益不显著，林分增汇潜力没有得到发挥，存在人力、物力、财力的大量浪费。

## 6. 在气候变化下推动我国林业增汇减排的几点思考

在气候变化的大背景下，如何切实有效的推动我国林业增汇减排健康持续发展，应切实关注以下几点：

### 1) 积极扩大森林面积，提高森林碳汇能力。

我国尚有大面积的宜林荒山荒地、宜林沙荒地、大于 25° 的陡坡耕地等可用于植树造林。虽然大部分林地造林难度越来越大，造林成本越来越高，但应继续坚持走“全社会办林业、全民搞绿化”的具有中国特色的植被恢复道路，多渠道筹集资金，全党动员，全民动手，加快造林步伐。按照《中共中央国务院关于加快林业发展的决定》中所确定的林业中长期发展目标，经过努力，到 2020 年，实现“林业两增”目标，我国森林覆盖率由现在的 20.36% 提高到 23%，到 2050 年提高到 26% 以上。届时，森林生态系统碳储量将会得到较大提高。

### 2) 大力提高森林质量，增强森林碳汇功能。

我国森林植被碳储量只相当于其潜在碳储量的 44.3%，增汇潜力非常大。因此，要合理调整林分结构，强化森林经营管理。集体林权制度改革使大面积的集体林使用权落实到户，各级林业行政主管部门只有将森林经营的政策和技术充分宣传、落实到每一户林农，使林农逐渐意识到森林经营“重造重管”的实际利益所在，只有这样，单位面积林分生长量才会得到大幅度提高，从而大大增强现有森林植被的碳汇能力。

### 3) 突出加强森林保护，减少森林碳排放[10]。

① 通过严格控制森林火灾、乱征乱占林地以及乱砍滥伐等毁林活动，减少源自森林的碳排放。历次森林资源清查表明，我国每年因乱征乱占林地而丧失的有林地面积约 100 万  $\text{hm}^2$ 。

② 在森林采伐作业过程中，通过采取科学规划、低强度的作业措施，保护林地植被和土壤，可减少因采伐对地被物和森林土壤的破坏而导致的碳排放。

③ 土壤储存了大量有机碳，水土流失会导致土壤有机碳的排放。科学研究表明，将非森林土壤转化为森林土壤年均可增加土壤有机碳 50% 以上。实行以生物措施为主的治理模式，将大大减少水土流失造成的碳排放，提高森林土壤固碳能力。

④ 通过强化对森林中可燃物的有效管理，建立森林火灾、病虫害预警系统等措施，有效控制森林火灾和病虫害发生频率和影响范围，将会减少森林碳排放。

### 4) 大力发展生物质能源，积极促进节能减排[10]。

联合国粮农组织研究显示，到本世纪中叶，生物质能源将占全球总能耗的 50% 以上。据统计，我国每年有可以能源化利用的森林采伐和木材加工废弃物 3 亿多 t，如果全部利用，约可替代 2 亿 t 标准煤。利用现有宜林荒山荒地，如果培育能源林 1300 万  $\text{hm}^2$ ，每年可提供生物能源折合标准煤 2.7 亿 t。

### 5) 加强林业增汇减排成本有效性研究[1]。

目前，有关森林营造及经营措施的研究主要集中于不同造林密度、不同整地方式的林分生长差异的比较，较少考虑不同营造措施的经济因素，特别是在林分生长过程中增汇成本投入与效益产出的年际变化方面研究更少，无法解决这些措施的时效性和生长效果与经济效益的一致性，致使在营造及经营碳汇林时，究竟选择怎样的造林模式、经营措施及树种选择等以解决成本投入少、碳汇效益大的问题，仍无足够的依据。因此，在促进我国林业增汇减排的背景下，应根据现有经济发展水平，充分考虑成本有效性。对立地条件较好、造林及经营技术要求低、成本投入少的宜林荒山荒地、低质低效林及中幼龄林优先纳入林业增汇工作中。总体上要考虑成本有效性原则，应加强诸如以下几点的研究工作：

① 在造林及森林经营增汇减排技术方面，应加强树种选择、造林方式、经营模式等基础研究工作，

可以结合碳汇造林试点项目研究不同造林模式、造林方式和营林措施下，人工林生态系统的增汇减排技术及其成本效益。

② 人工造林及森林经营主要涉及我国生态环境脆弱、老少边穷地区，在考虑生态效益的同时，当地居民的增收致富至关重要，特别是不涉及采伐或者划为重点公益林区，碳汇交易如有可能，效益产出大于成本投入，农民群众才能真正得到实惠。因此，增汇减排的成本核算至关重要，同时为我国未来碳汇交易价格的确定提供依据，为与国际碳交易接轨提供条件。

③ 在考虑林地地租、造林或经营设计、碳汇计量监测等过程中发生的费用时，森林增汇成本会更高。这也是要研究的现实问题之一。

总之，在做好上述基础性研究工作的同时，对我国适合于发展碳汇林业的区域进行摸底，按照 CDM 下造林再造林碳汇项目的运作模式，尽快出台既符合国际规则又与我国现阶段经济发展条件下林业发展实际相适应的碳汇林业相关发展规划，确定适合开展我国碳汇林业项目的优先发展区域。

### 参考文献 (References)

- [1] 张治军 (2009) 广西造林再造林固碳成本效益研究. 中国林业科学研究院, 北京.
- [2] 王礼茂 (2004) 几种主要碳增汇/减排途径的对比分析. *第四纪研究*, **2**, 191-197.
- [3] Fang, J.Y., Chen, A.P., Peng, C.H., et al. (2001) Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998. *Science*, **292**, 2320-2322.
- [4] 张小全, 武曙红 (2006) 中国 CDM 造林再造林项目指南. 中国林业出版社, 北京.
- [5] 中国国家发展和改革委员会组织编制 (2007) 中国应对气候变化国家方案. 6.
- [6] 柯水发, 潘晨光, 温亚利, 等 (2010) 应对气候变化的林业行动及其对就业的影响. *中国人口·资源与环境*, **6**, 6-12.
- [7] 李怒云 (2007) 中国林业碳汇. 中国林业出版社, 北京.
- [8] 张治军, 唐芳林, 周红斌, 等 (2011) 云南省森林生态系统服务功能及其价值评估. *林业建设*, **2**, 3-9.
- [9] 国家林业局 (2008) 中国林业与生态建设状况公告. 1.
- [10] 李怒云, 袁金鸿 (2011) 气候变化背景下的中国林业建设. *防护林科技*, **1**, 4-6.