

本研究是由林业公益性科研专项“中国森林对气候变化的响应与林业适应对策（200804001）”和“中国木质林产品碳流动机制研究（200804004）”资助

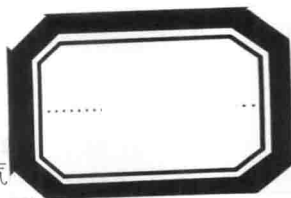
中国木质林产品 碳储量及其动态变化

白彦锋 姜春前 张守攻 ◎ 著



中国农业出版社

本研究是由林业公益性科研专项“中国森林对气候变化的响应与林业适应对策(200804001)”和“中国木质林产品碳流动机制研究(200804004)”资助



中国木质林产品碳储量 及其动态变化

白彦锋 姜春前 张守攻 著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国木质林产品碳储量及其动态变化 / 白彦锋, 姜春前, 张守攻著. —北京: 中国农业出版社, 2013. 12
ISBN 978-7-109-18698-9

I. ①中… II. ①白… ②姜… ③张… III. ①林产品—碳—储量—研究—中国 IV. ①S759

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 299943 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100125)
责任编辑 赵 刚

北京中科印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行
2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 6.5

字数: 145 千字

定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言



森林是陆地生态系统的主体，在减缓全球气候变暖过程中发挥了重要的调节作用，而木质林产品是森林资源利用的自然延伸。森林通过光合作用将大气中的碳固定，由于采伐而导致森林固定的碳被转移到木质林产品中。森林采伐和木质林产品使用影响了森林生态系统和大气之间的自然碳平衡，因此林业已经成为国际气候变化议程的一个重要组成部分。目前《联合国气候变化框架公约》（简称《公约》，UNFCCC）的谈判难点是资金机制的安排、技术转让、发达国家履约、土地利用和林业，这些也是第二承诺期谈判的焦点问题，其中林业议题的重点是土地利用、土地利用变化和林业（LULUCF）、减少毁林和森林退化所致碳排放、森林可持续管理、保护森林碳储量和增加森林碳储量（REDD+）以及木质林产品碳计量。

由于木质林产品具有替代能源密集型产品和可循环利用等作用而减缓温室气体的排放，在 1996 年召开的《公约》附属科技咨询机构（SBSTA）第四次会议

上提出了木质林产品碳储量计量的议题，并针对其碳计量方法学的相关问题举行了多次会议。政府间气候变化专门委员会（IPCC）《IPCC1996 指南》建议缺省假设“木质林产品碳储量在采伐当年立即氧化”，该假设主要基于“各缔约方木质林产品碳储量不变或没有明显增长”。很显然 IPCC 这种假设是不准确的，因为全世界木质林产品的碳储量正在不断增加。木质林产品碳储量是国际气候变化谈判土地利用、土地利用变化和林业（LULUCF）的一部分，LULUCF 碳储量变化也是国家温室气体清单的一个重要组成部分。如果将木质林产品碳储量纳入国家温室气体清单中，需要证明其碳储量是在不断增加的。然而目前各缔约方对木质林产品碳储量的计量方法学的合理性和公平性还存在很大争议，如果所有国家都采用统一的方法估算木质林产品的碳储量，又不太现实。

木质林产品碳储量对于评价温室气体的减排潜力和提交国家温室气体排放清单有着重要的意义。随着经济发展和人民生活水平的提高，人们对木质林产品的需求也越来越大。因此，木质林产品的碳储量核算已经成为我国当前一个迫切需要解决的问题。为合理地估算木质林产品碳储量，本研究分别基于联合国粮农组织（FAO）产品定义分类和不同产品用途分类的方法，估算我国木质林产品的碳储量。研究结果将为

评价其在减缓气候变化中的作用和提高国家温室气体清单编制质量方面具有重要的意义；同时还可以丰富木质林产品碳储量的方法学，促进国际气候变化谈判该议题的谈判。

为研究中国木质林产品的碳储量及其变化，在国家林业公益性行业科研专项（200804001，200804004）资助下，中国林业科学研究院林业研究所和课题合作单位首次针对中国木质林产品的碳储量及其变化进行研究，其研究成果以供管理者、广大林业科研工作者、研究生等人员参考。本研究得到了中国林业科学研究院林业研究所雷静品副研究员，中国林业科学研究院木材工业研究所王正研究员、任一萍副研究员和高黎助理研究员以及中国林业科学研究院林业科技信息研究所刘丹副研究员的帮助，在此表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限，加上时间仓促，本书难免有不妥之处，祈批评指正。

著 者

2013年5月

摘 要



森林采伐和木质林产品使用改变了森林和大气之间的自然碳平衡，木质林产品碳核算是国际气候变化谈判的一个重要内容，并被包含在国际气候变化谈判土地利用、土地利用变化和林业（LULUCF）议题中，且 LULUCF 碳储量变化是国家温室气体清单的一个重要组成部分。为提高我国国家温室气体清单的编制质量并认识我国木质林产品的碳储量变化，通过查阅公开发表的文献和外业调查的方法以及与对采集的样品进行测定相结合的方法获取木质林产品碳储量估算需要的诸如基本密度、含碳率和使用寿命以及不同行业的木材消耗强度等基本计量参数。本书对谈判中木质林产品的范围进行了明确界定，突出了公平性原则，首次提出碳质量概念并用其评价产品储碳效果。

木质林产品碳储量基于不同分类途径进行估算。首先基于 FAO 定义分类途径，以 IPCC 方法学框架为指导，应用储量数据法和逐步递归方程估算我国木质林产品的碳储量以及进出口木质林产品的碳储量；采用蒙特卡洛模拟分析碳储量结果的不确定性。然后在产品用途分类途径基础上，采用灰色系统模型预测我国建筑业和煤炭业的未来发展趋势，通过木材消耗强度法推算我国不同行业木材消耗情况，采用国家专门方法来分析我国不同部门消耗木材的碳储量变化。从数据获取难易的角

度,按产品用途分类途径要优于FAO定义分类途径。从目前碳储量估算结果来看,我国木质林产品是一个增长的碳库,也是木质林产品净进口国,因此应用储量变化法对我国较为有利。主要结论如下:

(1)我国木质林产品是一个碳库,并且这个碳库碳储量增长越来越快。工业和建筑行业年消耗木材的碳储量不断增长。我国是木质林产品净进口国。从木质林产品的碳储量和年平均碳储量变化结果来看,储量变化法估算的碳储量最大,其次是大气流动法估算结果,生产法估算的碳储量最小。木质林产品在替代建筑材料产品方面减排潜力巨大。

(2)我国树种含碳率和基本密度随树种的不同而存在差异。测定的人造板产品含碳率平均值为0.466,基本密度的平均值是 $0.670\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$;含水率平均值5%;纸张含碳率是0.34,明显低于0.5。

(3)以产品使用寿命小于20年为限,对比木质产品的碳质量,结果依次是建筑模板<纸和纸板<坑木和支柱<装修用材<木桌椅<木门窗<木橱柜<木床<木结构房屋。

(4)我国进出口木质林产品碳储量整体呈不断上升的趋势,是木质林产品净进口国。蒙特卡洛方法模拟结果表明生产法估算的碳储量结果不确定性最高;碳储量结果对木材基本密度和产品使用寿命比较敏感。

(5)预测到2020年建筑业消耗木材碳储量累积为674.62MtC;家具业消耗木材的碳储量将达363.96MtC;纸和纸板消耗木材的碳储量是442.26MtC;煤炭业消耗木材的碳储量将达39.51MtC。



前言

摘要

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的和意义	4
1.3 木质林产品议题谈判	6
1.3.1 谈判进程	7
1.3.2 主要缔约方的立场	9
1.4 国内外研究现状	11
1.4.1 森林经营对森林碳储量影响	11
1.4.2 木质林产品碳储量研究现状	13
1.4.3 分解率和使用寿命	18
1.4.4 转化系数	22
1.4.5 减排潜力	24
1.4.6 存在的问题	26
1.5 研究目标和主要研究内容	27
1.5.1 研究目标	27

1.5.2 主要研究内容	27
1.6 技术路线	28
第2章 研究方法	30
2.1 木质林产品分类	31
2.1.1 基于FAO定义的分类	31
2.1.2 基于HWP用途的分类	32
2.2 数据的采集和样品测定	32
2.2.1 产品使用寿命调查	32
2.2.2 基本密度和含水率测定	34
2.2.3 含碳率	35
2.3 碳储量的估算	37
2.3.1 1961年以前生产和贸易数据	38
2.3.2 灰色系统模型GM(1,1)的建立	39
2.3.3 碳储量的估算	41
2.3.4 未来木质林产品碳储量	42
2.4 不确定性的估算	43
2.4.1 不确定性的合并	43
2.4.2 蒙特卡洛模拟	45
第3章 木质林产品的相关概念	47
3.1 木质林产品涵义和范围	47
3.2 其他概念	50
3.2.1 最终产品	50
3.2.2 寿命周期和寿命	50

3.2.3 估计和核算	51
3.2.4 方法/途径	51
3.2.5 国家专门数据	53
3.2.6 碳储量和碳储量变化	53
3.2.7 碳质量	54
3.3 计量方法	55
3.3.1 IPCC 缺省法	55
3.3.2 储量变化法	55
3.3.3 生产法	57
3.3.4 大气流动法	59
3.4 小结	61
第4章 中国木质林产品碳储量分析	62
4.1 中国在用木质林产品碳储量	62
4.2 在用木质林产品碳储量变化	68
4.3 各类在用产品碳储量	70
4.3.1 在用锯材产品碳储量	70
4.3.2 在用人造板产品碳储量	72
4.3.3 在用纸和纸板产品碳储量	74
4.3.4 在用其他工业原木产品碳储量	77
4.4 不同产品对在用木质林产品碳库的贡献	79
4.5 由薪材加工成产品的碳储量	84
4.5.1 薪材所加工产品的碳储量	85
4.5.2 薪材生产的产品碳储量变化	88
4.6 中国所有在用木质林产品碳储量及变化	89

4.6.1	中国所有在用木质林产品碳储量	89
4.6.2	中国所有在用产品的碳储量变化	92
4.7	进出口木质林产品碳储量动态	95
4.7.1	进出口木质林产品碳储量	95
4.7.2	进出口工业原木的碳储量	98
4.7.3	进出口其他产品碳储量	101
4.8	不确定性分析	108
4.9	小结	110
第5章	不同行业木质林产品碳储量	115
5.1	建筑用材碳储量	115
5.2	家具用材碳储量	121
5.3	造纸业用材碳储量	126
5.3.1	造纸业现状	126
5.3.2	造纸用材需求预测	127
5.4	煤炭业用材碳储量	131
5.5	我国工业和建筑耗材碳储量	135
5.6	木质林产品的减排潜力	141
5.6.1	替代建筑材料的减排潜力	141
5.6.2	延长使用寿命的减排潜力	142
5.7	两种分类途径的对比	143
5.8	小结	144
第6章	计量方法的选择及其应用对我国的影响	148
6.1	计量方法的比较和选择原则	148

6.1.1	四种方法的比较	148
6.1.2	方法的选择原则	150
6.1.3	与 UNFCCC 和京都议定书报告的联系	152
6.1.4	和国家政策的联系	153
6.2	不同方法对我国的潜在影响	154
6.2.1	IPCC 缺省法对我国的潜在影响	155
6.2.2	储量变化法对我国的潜在影响	157
6.2.3	生产法对我国的潜在影响	158
6.2.4	大气流动法对我国的潜在影响	158
6.3	小结	159
第 7 章	讨论与结论	160
7.1	讨论	160
7.1.1	中国木质林产品碳储量	160
7.1.2	木质林产品分类	162
7.1.3	关于核算方法	163
7.1.4	关于转化系数	165
7.1.5	计量方法应用的影响	166
7.1.6	未来谈判	167
7.2	结论	168
7.2.1	关于基本参数结论	169
7.2.2	木质林产品碳储量及其变化	169
7.2.3	各类在用木质林产品的碳储量	170
7.2.4	进出口木质林产品碳储量	170
7.2.5	不确定性方面	170

7.2.6 不同行业木质林产品碳储量的结论	170
参考文献	172
缩略词	193



第 1 章 绪 论

1.1 研究背景

气候是地球上某个地区多年时段大气的一般状态，是长时间内气象要素和天气现象的平均或统计状态，是某时段各种天气过程的综合表现。我国唐朝诗人杜牧在《阿房宫赋》中有“一日之内，一宫之间，而气候不齐”来形容气候的变化。然而自工业革命以来，全球范围的气候变化正在引起人们的关注，由于人类和自然系统已经适应了目前的气候状态，因此如果气候变化太快，使得人类和自然生态系统难以适应，这将严重影响到人类社会的生存和发展。近十几年以来，气候变化问题被国际社会列为全球十大环境问题之首，并且成为国际社会普遍关注的一个热点话题。

2007 年，政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）公布了第四次评估报告的结果（IPCC, 2007）：自 1750 年以来，全球大气中温室气体（GHG）浓度显著增加。二氧化碳（ CO_2 ）浓度从工业革命前的 280×10^{-6} 上升到 2005 年的 379×10^{-6} ；化石燃料燃烧释放的 CO_2 从 20 世纪 90 年代的每年 $6.4 \text{GtC} \cdot \text{a}^{-1}$ （ $1 \text{Gt} = 10^9 \text{t}$ ）上升到 2000—2005 年的 $7.2 \text{GtC} \cdot \text{a}^{-1}$ ；20 世纪 90 年代，估计土地利用变化导致

CO₂ 排放是 $1.6 \text{ GtC} \cdot \text{a}^{-1}$ 。全球 CO₂ 浓度的增加主要是化石燃料使用和土地利用变化（主要是毁林）引起，CH₄ 和氮氧化物主要来自农业排放。

全球气候变暖给世界各地带来了令人担忧的后果，包括极端事件频发，海平面上升以及动植物物种灭绝的威胁剧增。沿海洪灾和海平面上升的影响可使某些地区极易受灾，这包括加尔各答、达卡和我国的上海等城市。

为减缓气候变暖，保护人类的生存环境，联合国政府间谈判委员会于 1992 年 5 月 22 日达成了《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC，简称《公约》），同年 6 月在巴西里约热内卢的联合国环境与发展大会上通过，并于 1994 年 3 月 21 日生效。《公约》是世界上第一个为全面控制 CO₂ 等温室气体排放，以应对全球气候变暖给人类经济和社会带来不利影响的国际公约，也是国际社会在应对全球气候变化问题上进行国际合作的一个基本框架。截至 2006 年 11 月公约已拥有 189 个缔约方，我国也是该公约缔约方之一。1997 年 12 月 11 日由《公约》第三次缔约方会议（COP3）通过了具有历史意义的《“联合国气候变化框架公约”京都议定书》（KP，简称《议定书》），为工业化国家规定了具有法律约束力的第一承诺期（2008—2012 年）温室气体减限排指标。2005 年 2 月 16 日《京都议定书》正式生效。为实现《公约》的最终目标，至 2013 年年底共召开了 19 次缔约方会议，并达成了一系列重要决议，主要包括“波恩政治协议”（Bonn Agreement, 2001）、《马拉喀什协定》（Marrakesh Accords, 2001）和“巴厘岛路线图”（Bali Road Map,

2007), 坎昆协议(2010)等。2011年的德班会议就《京都议定书》第二承诺期问题作出了安排; 2012年的多哈会议结束了巴厘路线图的进程, 开启了旨在2015年达成的所有缔约方均参与的新协议谈判; 2013年华沙会议是落实巴厘路线图成果, 加强德班平台谈判一次重要会议, 是新协议的一个起点。2014年第20次气候变化大会将在秘鲁利马举行, 各方将进一步讨论如何落实巴厘路线图成果和推进德班平台谈判。

《公约》第四款第1条(a)规定缔约方应该定期更新和公布因人类活动造成的碳排放和碳吸收(UNFCCC, 1992); 根据《议定书》3.3和3.4条款, 对LULUCF产生的排放和清除报告时要考虑各种不确定性、透明度和可核查性等(UNFCCC, 1997)。因此, 缔约方有义务根据《公约》要求编制国家温室气体清单(National Greenhouse Gas Inventory, NGGI), 并尽可能降低不确定性, 其中LULUCF是国家温室气体清单的一个重要组成部分。为满足国家温室气体清单编制的需要, IPCC编制了《1996年IPCC国家温室气体清单指南(修订本)》(简称《IPCC指南》)(IPCC, 1996)、《土地利用、土地利用变化和林业优良做法指南》(Good Practice Guideline for Land Use, Land Use Change and Forestry, GPG-LULUCF)(IPCC, 2003)和《2006IPCC国家温室气体排放清单指南》(简称《2006IPCC指南》)(IPCC, 2006), 在这些指南中, 都涉及伐后木质林产品(Harvested Wood Products, HWP, 简称木质林产品)的碳核算方法学问题。