

CO₂ CO₂ CO₂ CO₂

李俊清 主审



林业碳汇计量

Carbon Inventory Methods

N.H. Ravindranath

Madelene Ostwald 著

李怒云 吕 佳 编译

中国林业出版社

China Forestry Publishing House

李俊清 主审

林 业 碳 汇 计 量

Carbon Inventory Methods

李怒云 吕 佳 编译

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

林业碳汇计量/李怒云,吕佳 编译. —北京:中国林业出版社,2009.7
书名原文:Carbon Inventory Methods, N. H. Ravindranath & M. Ostwald 著
ISBN 978-7-5038-5432-3

I. 林… II. ①李…②吕… III. 森林-二氧化碳-资源利用-研究
IV. S718.5 F307.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 027772 号

Translation from the English language edition:

"Carbon Inventory Methods" by N. H. Ravindranath & M. Ostwald;

ISBN 978-1-4020-6546-0

Copyright © 2008 Springer, The Netherlands

as a part of Springer Science + Business Media

All Rights Reserved

Chinese Edition Copyright (C) 中国林业出版社

本书中文简体版经 Springer Science + Business Media B. V. 授权由中国林业出版社独家出版发行。本书图和文字的任何部分,事先未经出版者书面许可,不得以任何方式或任何手段转载或刊登。

著作权合同登记号:图字:01-2008-6148

中国林业出版社·环境景观与园林园艺图书出版中心

责任编辑:吴金友 李 顺

电话:83286967 83229512

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 址 www.cfph.com.cn

E-mail cfphz@public.bta.net.cn

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 三河市富华印刷包装有限公司

版 次 2009年7月第1版

印 次 2009年7月第1次

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 21.75

字 数 320千字

定 价 60.00元

序

全球气候变化是人类面临的巨大威胁，是人类必须共同面对的重大挑战。森林与气候变化有着十分密切的关系，在应对气候变化中具有独特的功能和地位。

森林是陆地最大的储碳库。据联合国政府间气候变化专门委员会估算：全球陆地生态系统中约贮存 2.48 万亿吨碳，其中 1.15 万亿吨贮存在森林生态系统中。目前，全球的 38 亿公顷森林，构筑了维持地球碳平衡的重要基础。

森林又是最经济的吸碳器。森林通过光合作用吸收二氧化碳，放出氧气，把大气中的二氧化碳以生物量的形式固定下来，这个过程被称为碳汇。科学研究表明：林木每生长 1 立方米，平均吸收 1.83 吨二氧化碳，放出 1.63 吨氧气。全球森林对碳的吸收和储量占全球每年大气和地表碳流动量的 90%。

森林固碳投资少、代价低、综合效益大，具有很强的经济可行性和现实操作性。世界各国已经把发展和保护森林资源，作为应对气候变化最根本的措施之一。《京都议定书》已将造林、再造林固碳确立为抵减二氧化碳排放量的重要途径。2009 年中央 1 号文件明确提出，要发展“碳汇林业”，从而把森林固碳提到了重要位置。

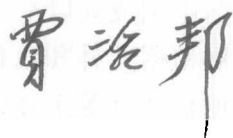
新中国成立以来，特别是改革开放以来，我国政府坚持不懈地开展植树造林和森林保护，先后实施了三北防护林、天然林保护、退耕还林等重点生态工程，实现了森林资源的持续快速增长。据联合国全球森林资源评估，2000 ~ 2005 年，全球年均减少森林面积约 1 亿亩，而中国年均增加森林面积 6000 多万亩。国际社会一致公认，中国已成为全球森林资源增长最快的国家，在很大程

度上抵消了其他国家与地区的森林高采伐率，为减缓全球气候变暖做出了重要贡献。

大力开发森林的碳汇功能，充分发挥森林在应对气候变化中的独特作用，必须首先建立一个科学的林业碳汇评价体系。只有全面掌握森林吸收二氧化碳的过程和机理，准确计量不同树种、不同生长期以及不同造林配置情况下，森林的碳吸收和森林破坏后的碳排放情况，才能准确地把握森林碳汇的运行规律，有针对性地改造森林，提高森林质量，提升森林的碳汇功能，也才能真实反映森林在减缓气候变化中的重要作用和突出贡献。

目前，我国林业碳汇计量和监测方面的研究还相对滞后，森林碳计量和监测体系还未建立，与碳汇林业的发展要求不相适应，也难以准确反映我国林业在应对气候变化中的巨大作用和贡献。很有必要引进、学习和借鉴国际上科学的碳汇计量方法，全面了解国际通行的林业碳汇计量和监测体系。李怒云同志主持编译的《林业碳汇计量》一书，系统介绍了国际林业碳汇计量、监测的基本知识和一些重要的碳汇计量方法。这本书是国际上林业碳汇计量方面的权威著作，代表了林业碳汇计量的国际水平，对我国准确计量林业碳汇很有指导意义。

我相信这本书的编译出版，必将为我国碳汇林业发展提供重要的理论支撑和技术保障，为普及林业碳汇知识、培训指导碳汇项目计量与监测人员、反映林业在应对气候变化中的贡献等起到积极的推动作用。



国家林业局局长

2009年7月

编译者的话

气候变化严重影响了人类的生存环境，同时也严重影响了经济社会的可持续发展。如何通过各方的共同努力，减缓气候变化和保护环境成为国际社会关注的焦点问题。为应对全球气候变化，国际社会先后制定了《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》。鉴于发达国家在工业化进程中已排放大量温室气体的历史事实，《京都议定书》要求发达国家在 2008 ~ 2012 年的第一个承诺期内，将其温室气体排放量在 1990 年基础上平均减少 5.2%。其中在《京都议定书》框架下的土地利用、土地利用变化和林业(LULUCF)条款中，充分认可森林吸收二氧化碳、减少温室气体排放的作用。2005 年 2 月 16 日，《京都议定书》正式生效。

森林是陆地生态系统的主体。森林植物通过光合作用吸收二氧化碳，放出氧气，把大气中的二氧化碳以生物量的形式固定在植被和土壤中，这个过程称为“汇”。因此，森林具有碳汇功能。森林的这种碳汇功能可以在一定时期内对稳定乃至降低大气中温室气体浓度发挥重要作用。森林以其巨大的生物量成为陆地生态系统中最大的碳库。因此，在减缓与适应全球气候变化中，森林具有十分重要的和不可替代的作用。加强森林管理，提高林分质量；加大湿地和林地保护力度；大力开发与森林有关的生物质能源；加强对森林火灾、病虫害和非法征占林地行为的防控；适当增加木材使用，延长木材使用寿命等都将进一步增强森林生态系统的整体固碳能力。而且，通过植树造林、封山育林等增加森林植被的方式吸收固定二氧化碳，其成本要远低于工业减排的成本。因此，大力开展植树造林和森林保护，成为国际社会积极推进的应对气候变化的重要行动之一。《中共中央国务院关于 2009 年促进农业稳定发展农民持续增收的若干意见》中要求“建设现代林业，发展山区林特产品、生态旅游业和碳汇林业”。**碳汇林业既遵循各国应对气候变化国家战略和可持续发展原则，以增加森林碳汇功能、减缓全球气候变暖为目标，综合运用市场、法律和**

行政手段,促进森林培育、森林保护和可持续经营的林业活动,提高森林生态系统整体固碳能力;同时,鼓励企业、公民积极参与造林增汇活动,承担社会责任,提高公民应对气候变化和保护环境意识;充分发挥林业在应对气候变化中的功能和作用,促进经济、社会和环境的可持续发展。

虽然碳汇林业是一个较新的名词,但是我国政府多年来重视森林植被恢复和保护,使我国成为全球人工林面积最多的国家。这实际上就是发展碳汇林业的举措。中国多年来大规模植树造林不仅提高了森林面积和蓄积量,也吸收固定了大量的二氧化碳。据专家估算:1980~2005年,我国通过持续不断地开展植树造林和森林管理活动,累计净吸收二氧化碳46.8亿吨,通过控制毁林,减少排放二氧化碳4.3亿吨,两项合计51.1亿吨。2004年全国森林净吸收5亿吨二氧化碳,相当于当年全国温室气体排放总量的8%,对减缓全球气候变暖做出了重要贡献。

为了帮助发达国家尽快实现其在《京都议定书》中承诺的减排目标,《京都议定书》设立了三种灵活机制,即联合履约(JI)、排放贸易(ET)和清洁发展机制(CDM)。其中清洁发展机制是指发达国家通过向发展中国家提供资金和技术,与发展中国家合作开展减少温室气体排放或增加吸收温室气体的项目,项目所获得的温室气体减排量,用于完成发达国家在《京都议定书》中承诺的减排指标;排放贸易是指那些已经完成了减排目标的发达国家可以把超额完成的温室气体排放权卖给其他发达国家;联合履约与清洁发展机制原理相同,只不过是在发达国家之间开展的项目合作。在《京都议定书》规定的这三种履约机制中,清洁发展机制是唯一与发展中国家有关的机制,这种机制既能使发达国家以低于其国内成本的方式获得减排量,又为发展中国家带来先进技术和资金,有利于促进发展中国家经济、社会的可持续发展。因此,清洁发展机制被认为是一种“双赢”机制。

清洁发展机制规定,附件I国家每年通过在发展中国家实施的清洁发展机制林业项目(即碳汇项目)所获取的减排量,不得超过基准年(1990年)排放量的1%。按照目前通过的国际规则,在第一承诺期内,造林是指在过去50年以来的无林地上开展的人工造林活动;再造林是指1989年12月31日以来的无林地上开

展的人工造林活动。

由于清洁发展机制对林业碳汇项目的要求很高，再加之计量复杂、交易成本高等问题，目前全球只批准了一个清洁发展机制的林业项目，即“中国广西珠江流域再造林项目”。该项目于2006年11月获得了联合国清洁发展机制执行理事会的批准，成为了全球第一个获得注册的清洁发展机制下再造林碳汇项目。这个项目通过以混交方式栽植马尾松、枫香、大叶栎、木荷、桉树等树种，预计在未来的15年间，由世界银行生物碳基金按照一定的价格，购买项目产生的60万吨二氧化碳。

但是，单纯依靠政府的力量还远远不能满足中国经济社会发展的日益增长对高质量的生态环境的需求，因此，迫切需要构建一个平台，既能以较低的成本帮助企业志愿参与应对气候变化行动，树立良好的公众形象和绿色经营理念，为企业自身长远发展抢占先机，又能增加森林植被，巩固国家生态安全。这个平台就是2007年建立的中国绿色碳基金。目前，中国绿色碳基金已经完成了100多万亩的造林面积。当地农户通过造林获得了就业机会并增加了收入，而捐资企业获得通过规范计量的碳汇。

当前，森林在应对气候变化中的功能和作用，受到了越来越多的重视。因此，深刻了解森林如何减缓与适应气候变化，成了社会公众和业内人士、专业人员关注的问题。例如，社会公众迫切想知道森林如何影响气候变化、又如何受气候变化影响；而专业人员又迫切想了解在应对气候变化的国际背景下，用什么方法能够准确地衡量和表述森林生态系统吸收固定二氧化碳的功能，如何用通俗语言告诉公众森林吸收固定二氧化碳的过程、活动或机制，这是一个十分复杂的科学问题。森林碳汇专家能够娴熟的计量和测量森林的碳贮存量，而在气候变化的国际规则下，特别是涉及《京都议定书》以及清洁发展机制造林再造林和国际碳贸易中的碳汇项目，问题就变得十分复杂。因此，我们希望更多的学习和了解应对气候变化框架下森林的碳计量方法，以促进我们正在积极推进的碳计量工作。

德国施普林格国际出版公司出版的 *Carbon Inventory Methods* (2008年底)，是当今世界上惟一本全面阐述以土地利用为基础的碳减缓项目的碳计量图书。该书囊括了《联合国气候变化框架

公约》和政府间气候变化专门委员会(IPCC)的指南以及目前国际社会有关土地利用、土地利用变化和林业等项目的碳汇计量方法、标准等。它对我们建立中国森林碳汇计量监测的科学体系和执行林业碳汇造林项目计量监测以及其他的碳汇项目,具有重要的参考价值。在阅读该书的过程中,我们对森林生态系统在应对气候变化中的功能和作用又有了新的认识。根据碳汇林业的概念,碳汇项目实施过程中,不仅仅考虑碳汇积累量,还要充分考虑项目活动对提高森林生态系统的稳定性、适应性和整体服务功能,对推进生物多样性保护、流域保护和社区发展的贡献等多重效益。要通过对项目积累的碳汇计量和监测,以证明项目实施对缓解气候变化产生真实的贡献。同时,还要促进公众应对气候变化和保护气候意识的提高。

碳汇林业虽然和传统林业有着密切联系,但又是对传统林业功能的进一步深化。为林业在全球气候变化背景下的发展提供了战略机遇和具体的技术方法。而学习这些技术方法有助于我们更好地掌握土地利用、土地利用变化和林业中的碳汇和碳源情况,寻找减少排放、增加碳汇的途径,加强我国应对气候变化的能力。

随着国际气候谈判的深入,需要让更多的人了解这些规则。因此,我们有一个强烈的愿望,就是把这些新知识介绍给公众。让相关专家和业内人士了解并掌握与国际接轨的碳计量方法。中国林业出版社购买了把此书翻译成中文版的版权,经作者同意编译出版。在编译的基础上,我们又增加了一章,主要介绍中国的森林碳计量方法和中国绿色碳基金。

本书观点明确、概念清晰、内容丰富、方法具体,理论性和实用性强。不仅可供碳计量的专业人员、管理人员使用,还可以作为高等院校的教材,教师和学生参考使用。

衷心感谢为本书编译和出版做出努力的专家、学者以及对我们工作支持的同事们。

由于水平有限,难免有译错或不准确的地方,请读者谅解。

李怒云

前言

全球关注的环境问题已经是当今世界面临的主要问题之一。毁坏森林、土地退化、生物多样性丧失、全球变暖和气候变化等环境问题都不同程度地与自然和人工经营的陆地生态系统有着直接关系。森林、草原和农田占地面积是全球土地面积的63%。陆地生态系统在全球碳循环中起到关键作用。全球对粮食、饲料、能源和木材的日益需求又给土地利用系统造成了巨大的压力，而土地利用系统的保护和可持续发展对满足这些持续地需求和稳定大气中的二氧化碳浓度，减缓全球气候变化起到了十分关键的作用。

15年前我开始对森林生态效益中的碳流通十分感兴趣，后来逐渐关注二氧化碳排放量的增加对气候变化影响的全球性问题。1996年，我的第一篇关于碳流通的论文发表在《气候变化》杂志上；从那时起，我的研究兴趣就转移到应对全球气候变化上了(R)。

作为《1996年IPCC指南条款(土地利用变化和林业)修订》的作者之一，参加了制定《温室气体(GHG)清单指南》IPCC报告的撰写工作，2003年又参加了土地利用、土地利用变化和林业(LULUCF)以及2006年的农业、林业和其他土地利用(AFOLU)的工作，开始关注碳计量，之后我更加努力地地为IPCC土地利用、土地利用变化和林业的特殊报告以及IPCC第三、第四次评估报告工作。参加制定IPCC温室气体计量指南，以及把指南应用在碳计量中和评估IPCC温室气体计量应用效果等。参加这些工作使我有撰写一本关于碳计量方法的图书想法。因为我了解IPCC指南条款提供的内容能够满足相关专家制定土地利用系统计量所需要的知识，同时作为温室气体清单的一部分，所有国家都要制定土地利用类型的碳计量清单(R)。

全球共同努力，减缓气候变化。人们越来越关注起到稳定大气中二氧化碳浓度的土地利用系统的主要作用。然而，由于受到不确定性和方法学以及数据的限制，实施以土地为基础的减缓项目的努力还受到许多约束。任何以土地为基础的项目——气候变化减缓项目都需要计量碳贮存量、累积速率、5大碳库的损失量等时间与空间的变化量，甚至单一植被种类。例如，常绿森林、草原、桉树或松树人工林等使得估算碳效益的方法十分复杂。通过土地利用系统减缓气候变化需要降低土地利用部门排放量、转移大气中贮存在植被和土壤中的二氧化碳以及应用生物质燃料替代化石燃料。像这样的碳效益应该是永久的和可持续的，但是通过皆伐森林、生物量燃烧、土地利用变

化,甚至简单地干扰地表土壤,都能损失碳效益。进一步说,保护一个地区的森林可能将导致另一个地区森林损失和碳效益泄漏。解决这些问题需要方法学和计量方法,碳计量就是这些方法的核心。

商品材生产以及社区林业项目需要估算碳量,尤其是在生物量、木材和薪炭材产品中的碳量。最后,草原改进、流域治理、土地开垦和防治荒漠化项目也需要计量碳。

从我们的教学和研究中发现,为教学课程和研究项目设计一本手册十分重要。这本书有利于应用在土地利用变化、植被评估和生物量计量项目以及受时间、资金和经验限制的研究领域。我们希望这本手册有助于教师、学生、研究人员以及项目管理者。

例如,已经出版了一些关于森林调查和土壤化学方面的专业教科书。我们一直惊讶为什么没有关于碳计量的简单方法手册,尽管各种机构和个人都需要这样的实践指导书。这本手册详细一步一步地介绍了估算碳贮存量和变化量的方法,为项目开发、评估者、评价者,更重要的是受益者,例如,以生产木材为主要目的的工业人工林经营者;要用薪炭材或木材的乡村社区,以及减缓气候变化项目的利益相关者等提供参考图书。

这本书为各类使用者提供了碳计量的简单方法,涵盖了项目概念、规划、建议书、评估、实施、监测和评价的项目周期,计量过程的所有方面。作为IPCC温室气体计量指南条款的补充,能够通过不同途径、方法和步骤估算出碳贮存量、碳排放量和温室气体转移量。

随着新技术的发展进一步提高了碳计量方法。例如,遥感技术的应用能够提高成本效益,使用者通过良好界面把新技术应用到大范围的实践中。传统方法既是成熟的,在应用上又是简单的。估算不同碳库碳贮存量和变化量等的碳计量工作中,经常应用缺省值。我们试图制定有价值的缺省值数据资源,提供选择和验证不同数据资源的方法和途径。

当确定本书是简单一点还是更详细一些时,我们感到为难。但是我们希望使用者能根据需要进行选择,我们没有过分追求篇幅长度和内容复杂程度,而是把内容控制在一个可接受的范围内。为了读者方便,减少阅读一些重复内容,我们试图每一章节自成体系,也就是各章独立,能够随意选择要读的内容,而不受章节相连的限制。同时,也需要改变土地利用系统碳计量工作中有争议、复杂和不确定性大的观点。我们希望这本书能够帮助所有潜在使用者为不同规划、机构和终端用户进行碳计量和制定碳清单。

N. H. Ravindranath (R)

Madelene Ostwald (O)

目 录

序

编译者的话

前言

第1章 绪论	(1)
1.1 土地利用部门二氧化碳排放与转移	(4)
1.2 土地利用部门减缓机会与潜力	(4)
1.3 气候变化的影响	(5)
1.4 为什么要进行碳计量	(6)
1.4.1 国家温室气体清单的碳计量	(7)
1.4.2 气候变化减缓项目或规划的碳计量	(7)
1.4.3 清洁发展机制项目碳计量	(8)
1.4.4 全球环境基金(GEF)项目碳计量	(8)
1.4.5 森林、草原与混农林业开发项目碳计量	(9)
1.5 碳计量方法与指南条款	(10)
1.6 本书的目的、组织和读者对象	(11)
第2章 全球碳循环、二氧化碳排放与减缓	(13)
2.1 碳贮存量与流动量	(13)
2.2 人类活动产生的二氧化碳排放量	(15)
2.3 大气中二氧化碳浓度	(15)
2.4 不同生物群落的植物和土壤内碳贮存量	(16)
2.5 土地利用部门二氧化碳排放量	(18)
2.6 土地利用部门减缓潜力	(20)
2.6.1 林业部门	(20)
2.6.2 农业部门	(21)
2.7 结论	(21)
第3章 项目、规划的碳计量	(22)
3.1 国家温室气体清单	(22)
3.2 气候变化减缓项目与规划的碳计量	(24)
3.3 清洁发展机制项目的碳计量	(26)
3.4 全球环境基金(GEF)项目的碳计量	(28)
3.5 森林、草原和农田开发规划与项目的碳计量	(29)
3.6 结论	(31)

第4章 碳库与碳计量的测量频率	(33)
4.1 碳库特性	(34)
4.1.1 不同碳库的分布	(34)
4.1.2 碳库定义	(36)
4.1.3 碳库的流通量	(39)
4.2 碳库选择的标准	(40)
4.3 不同规划与项目的主要碳库	(41)
4.3.1 碳减缓项目	(42)
4.3.2 木材生产、土地保护和开发项目	(44)
4.3.3 国家级层面温室气体清单	(44)
4.4 监测碳库频率	(45)
4.4.1 地上生物量	(45)
4.4.2 地下生物量	(46)
4.4.3 枯落物和枯死木生物量	(46)
4.4.4 土壤碳	(47)
4.5 结论	(47)
第5章 项目周期内不同阶段的碳计量	(49)
5.1 项目概念	(51)
5.2 项目建议书阶段	(52)
5.3 项目审阅、评估和批准阶段	(55)
5.4 项目实施阶段	(56)
5.5 项目监测阶段	(56)
5.6 项目评价阶段	(57)
5.7 碳减缓与不以碳汇为主要目的的土地开发项目	(57)
5.8 结论	(58)
第6章 土地项目方法学	(60)
6.1 基线	(60)
6.1.1 建立基线情景的基本步骤	(62)
6.1.2 项目特定的与一般的基线情景	(62)
6.1.3 固定的和可调整的基线情景	(64)
6.1.4 碳减缓与以土地为基础开发项目的基线情景	(64)
6.2 额外性	(65)
6.3 永久性	(67)
6.4 泄漏	(68)
6.5 项目界限	(69)
6.6 项目尺度	(70)
6.7 结论	(71)
第7章 基线情景与项目情景碳计量	(73)

7.1	估算碳贮存量的广义途径	(73)
7.1.1	以缺省值为基础的途径	(73)
7.1.2	以横断面现场研究为基础的方法	(75)
7.1.3	以模型技术为基础的方法	(76)
7.2	基线情景碳计量	(77)
7.2.1	固定的或可调整的基线情景的选择	(77)
7.2.2	估算项目周期内不同阶段的基线情景碳贮存量	(79)
7.2.3	估算和预测项目开发期间基线情景碳贮存量	(79)
7.2.4	碳贮存量的监测	(82)
7.2.5	应用模型估算基线情景碳贮存量	(85)
7.3	项目情景下的碳计量	(86)
7.3.1	项目开发阶段	(86)
7.3.2	监测碳贮存量的变化量	(88)
7.4	方法总结	(91)
第8章	项目面积和边界的估算与监测	(92)
8.1	选择方法	(94)
8.2	地表方法	(95)
8.2.1	物理测量	(95)
8.2.2	全球定位系统(GPS)方法	(97)
8.2.3	参与式乡村评价(PRA)	(99)
8.3	遥感方法	(101)
8.3.1	航空照片	(103)
8.3.2	被动卫星数据	(104)
8.3.3	主动的卫星数据	(105)
8.4	估算与监测土地利用变化	(106)
8.5	结论	(107)
第9章	碳库计量方法	(108)
9.1	估算碳库贮存量变化量的方法	(108)
9.1.1	碳通量方法	(109)
9.1.2	碳贮存量变化方法	(109)
9.1.3	碳通量方法与碳贮存量变化方法对比	(110)
9.2	估算碳库方法学的选择	(111)
9.3	估算地上生物量方法	(111)
9.4	估算地下生物量和根生物量	(117)
9.5	估算枯落物与枯死木生物量	(119)
9.6	估算土壤有机碳	(120)
9.7	结论	(122)
第10章	地上生物量估算方法	(123)

10.1	选择土地利用类型和项目活动或植被类型	(124)
10.2	定义项目边界与图示土地利用类型或项目面积	(124)
10.3	层级项目区面积或土地利用类型	(128)
10.3.1	基线情景的层级化	(128)
10.3.2	项目情景的层级化	(129)
10.3.3	土地利用类型变化的层级化	(130)
10.3.4	层级化的步骤	(131)
10.3.5	遥感与地理信息系统在层级化中的应用	(131)
10.4	应用样地方法估算地上生物量	(132)
10.5	选择测量地上生物量库的适宜频率	(133)
10.6	测量估算地上生物量库所需要的参数	(133)
10.7	选择抽样方法与样地容量	(135)
10.7.1	抽样原理	(135)
10.7.2	样地类型与形状	(137)
10.7.3	样地数量	(139)
10.7.4	样地大小	(142)
10.8	现场工作准备与信息记录	(143)
10.9	抽样设计	(145)
10.10	抽样样地的位置与设计	(147)
10.11	指标参数的现场测量	(151)
10.11.1	地上乔木生物量	(152)
10.11.2	灌木	(156)
10.11.3	草本植物	(157)
10.11.4	草生产量	(158)
10.11.5	棕榈植物和木质藤本	(159)
10.12	记录和编辑数据	(160)
10.13	长期监测地上生物量	(161)
10.14	结论	(162)
第11章	地下生物量估算方法	(163)
11.1	地下生物量	(163)
11.2	挖掘根	(164)
11.3	整体挖出深根	(166)
11.4	土壤芯或非树木植被的土壤坑	(167)
11.5	根冠比	(168)
11.6	异速生长方程	(169)
11.7	地下生物量的长期监测	(170)
11.8	结论	(170)

第 12 章 枯死木与枯落物估算方法	(172)
12.1 枯死木生物量	(173)
12.1.1 枯立木	(173)
12.1.2 枯倒木	(174)
12.2 枯落物生物量	(175)
12.2.1 每年枯落物生产量方法	(176)
12.2.2 枯落物贮存量变化量方法	(177)
12.3 枯死木和枯落物的长期监测	(178)
12.4 结论	(179)
第 13 章 土壤有机碳估算方法	(180)
13.1 土壤利用项目与温室气体清单中土壤碳计量	(181)
13.1.1 减缓项目土壤碳计量	(181)
13.1.2 国家温室气体清单中的土壤碳计量	(182)
13.2 土壤有机碳计量方法	(182)
13.3 土壤碳计量程序	(189)
13.3.1 土地利用项目层级和边界	(190)
13.3.2 确定测量频率	(190)
13.3.3 选择估算方法	(191)
13.3.4 选择抽样技术	(191)
13.3.5 现场准备工作	(192)
13.3.6 确定现场抽样点的位置	(192)
13.3.7 测量容重参数	(192)
13.3.8 野外提取土壤样本的步骤	(195)
13.3.9 实验室分析土壤样本	(196)
13.3.10 估算土壤有机碳	(196)
13.3.11 长期监测土壤有机碳	(196)
13.4 结论	(197)
第 14 章 遥感与地理信息系统的应用	(198)
14.1 在碳计量中的应用	(199)
14.2 遥感数据	(199)
14.2.1 遥感与地面参考数据	(208)
14.2.2 校正遥感数据	(208)
14.3 估算生物量的方法	(209)
14.3.1 应用遥感数据指标估算生物量	(210)
14.3.2 应用地理信息系统和遥感估算生物量	(212)
14.4 不确定性和准确性	(214)
14.5 遥感测量不同项目类型的可行性	(215)
14.6 地理信息系统的作用	(216)

14.7	遥感和地理信息系统的应用	(216)
14.8	结论	(218)
第15章	预测和估算模型	(220)
15.1	预测与估算碳贮存量的模型及其应用	(220)
15.1.1	生物量方程	(222)
15.1.2	PROCOMAP	(223)
15.1.3	CO ₂ FIX	(224)
15.1.4	CENTURY	(225)
15.1.5	ROTH3C-26.3	(226)
15.1.6	在国家层面温室气体清单中的应用	(226)
15.2	模型需要的数据和程序	(227)
15.2.1	应用生物量方程的步骤	(227)
15.2.2	应用 PROCOMAP 的步骤	(228)
15.2.3	应用 CO ₂ FIX(第3.1.0版)的步骤	(229)
15.2.4	应用 CENTURY(V.5)的步骤	(232)
15.2.5	应用 ROTH 的步骤	(234)
15.3	结论	(234)
第16章	国家层面温室气体清单	(236)
16.1	1996年IPCC指南条款修改稿	(238)
16.2	IPCC 2003和2006指南条款	(239)
16.2.1	IPCC指南条款(2003, 2006)	(239)
16.2.2	IPCC(2003, 2006)制定清单步骤	(240)
16.3	土地利用类型碳计量方法	(241)
16.4	IPCC 2003与2006清单指南条款	(241)
16.5	IPCC 1996、2003和2006清单指南条款没有包含的内容	(242)
16.6	碳计量方法在国家温室气体清单中的应用	(243)
16.7	估算碳排放和转移因子的方法	(245)
16.7.1	应用层级确定和选择温室气体清单	(245)
16.7.2	主要类型分析	(246)
16.7.3	土地利用类型和层级化	(248)
16.7.4	土地利用类型空间地图	(249)
16.8	估算和监测生物量贮存量和变化量	(250)
16.8.1	抽样方法与样地位置	(250)
16.8.2	固定样地方法	(251)
16.8.3	监测生物量碳的参数以及监测频率	(251)
16.8.4	现场准备、数据格式和现场测量程序	(252)
16.8.5	分析与计算生物量碳的程序方法	(252)