

碳汇造林项目方法学

(版本号 V01)

2013 年 10 月

编制说明

为进一步推动以增加碳汇为主要目的的造林活动,规范国内碳汇造林项目设计文件编制和碳汇计量监测工作,确保碳汇造林项目所产出的中国核证减排量(CCER)达到可测量、可报告、可核查的要求,推动国内碳汇造林项目的自愿减排交易,特编制了《碳汇造林项目方法学》(版本号 V01)。

本方法学以《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)有关清洁发展机制(CDM)下造林再造林项目活动的最新方法学为主体框架,在参考和借鉴 CDM 造林再造林项目有关方法学工具、方式和程序,政府间气候变化专门委员会(IPCC)《国家温室气体清单编制指南》和《土地利用、土地利用变化与林业优良做法指南》、国际自愿减排市场造林再造林项目方法学和有关方法的基础上,结合我国碳汇林业做法和经验,经有关领域的专家学者及利益相关方反复研讨后编制而成,以保证本方法学既遵循国际规则又符合我国林业实际,注重方法学的科学性、合理性和可操作性。

本方法学同已有的类似方法学相比,具有如下特点:

1. 本方法学更符合中国林业和温室气体自愿减排的实际情况。本方法学参考引用的规范性文件,除了遵循 CDM 有关项目方法学及其相关程序和规则的基本要求外,主要参考了我国《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》、《碳汇造林技术规定(试行)》、《碳汇造林检查验收办法(试行)》、《造林技术规程》等行业规范性文件和标准。例如:对于土地合格性的要求,本方法学要求至少是 2005 年 2 月 16 日以来的无林地,以区别于 CDM 再造林项目方法学所要求的 1990 年 1 月 1 日以来的无林地。

2. 本方法学基于中国林业的有关国家和行业标准,充分考虑中国林业工作者实际操作和表达习惯,对 CDM 方法学有关内容进行了调整和补充。例如使用习惯术语“碳汇量”取代“温室气体汇清除”、使用通用术语“项目减排量”取代“项目人为净温室气体汇清除量”等。

3. 本方法学对 CDM 项目有关过程和步骤进行了优化和简化,使本方法学更具有可操作性和成本有效性,更有利于本方法学的推广应用。例如:优化和简化了基线情景识别和额外形论证综合工具的过程和步骤;优化了灌木碳储量变化的

监测、取样和计算方法；简化了项目情景下枯落物、枯死木和土壤有机碳库的监测方法等。

4. 本方法学整合了国内众多研究成果，总结整理出了方法学中各类参数的缺省值和可供参考的回归方程，使之更适用于中国的碳汇造林项目。例如：提供了适用于我国的将不同树种(组)林木蓄积量换算为全株生物量的基本木材密度、生物量扩展因子、地下生物量/地上生物量之比、生物量含碳率等。同时还筛选出了我国不同地区、不同树种或森林类型的生物量参考方程等。

目录

1. 引言.....	1
2. 适用条件.....	1
3. 规范性引用文件.....	2
4. 定义.....	2
5. 基线和碳计量方法.....	4
5.1. 项目边界的确定.....	4
5.2. 土地合格性.....	5
5.3. 碳库和温室气体排放源的选择.....	5
5.4. 项目期和计入期.....	6
5.5. 基线情景识别与额外性论证.....	6
5.6. 碳层划分	8
5.7. 基线碳汇量.....	9
5.8. 项目碳汇量.....	12
5.9. 泄漏	19
5.10. 项目减排量.....	19
6. 监测程序.....	20
6.1. 基线碳汇量的监测.....	20
6.2. 项目活动的监测.....	20
6.3. 项目边界的监测.....	20
6.4. 事后项目分层.....	21
6.5. 抽样设计	21
6.6. 样地设置	23
6.7. 监测频率	23
6.8. 林木生物质碳储量的监测.....	24
6.9. 灌木生物质碳储量的监测.....	26
6.10. 项目边界内枯落物、枯死木和土壤有机碳库的监测	28
6.11. 项目边界内的温室气体排放增加量的监测	28
6.12. 精度控制与矫正.....	28
6.13. 不需要监测的数据和参数.....	29
6.14. 需要监测的数据和参数.....	42
7. 附件.....	45
附表 1. 全国主要乔木树种生物量方程参考表	45

1. 引言

为满足中国温室气体自愿减排交易体系下造林项目碳汇计量与监测的要求，规范国内碳汇造林项目的计量和监测方法，推动以增加碳汇为主要目的的造林活动，确保项目产生的碳汇可测量、可报告、可核查，特开发制订了本《碳汇造林项目方法学》（版本号 V.01.0）。本方法学参考了联合国气候变化框架公约（UNFCCC）有关清洁发展机制（CDM）下造林再造林项目活动的方法学及其工具、政府间气候变化专门委员会（IPCC）有关土地利用、土地利用变化和林业温室气体清单指南和优良做法指南，同时也参照了国际自愿市场造林再碳汇造林项目实施的一般要求等，并结合我国林业实际情况而制定。

本方法学参考了下列方法学、指南和方法学工具：

- (1) 国家林业局《造林项目碳汇计量与监测指南》（办造字[2011]18 号）
- (2) IPCC《土地利用、土地利用变化和林业优良做法指南》（IPCC，2003）
- (3) 非湿地类 CDM 造林再造林项目活动的基线与监测方法学（AR-ACM0003）
- (4) 非湿地类小规模 CDM 造林再造林项目活动的基线与监测方法学（AR-AMS0007）
- (5) CDM 造林再造林项目活动基线情景确定和额外性论证工具（EB35, Annex 19）
- (6) CDM 造林再造林项目活动林木和灌木生物量及其变化的估算工具（EB 70, Annex 35）
- (7) CDM 造林再造林项目活动监测样地数量的计算工具(EB 58, Annex 15)
- (8) CDM 造林再造林项目活动估算林木地上生物量所采用的生物量方程的适用性论证工具(EB65, Annex 28)
- (9) CDM 造林再造林项目活动估算林木生物量所采用的材积表或材积公式的适用性论证工具（EB67, Annex 24）
- (10) CDM 造林再造林项目活动生物质燃烧造成非 CO₂ 温室气体排放增加的估算工具（EB 65, Annex 31）

2. 适用条件

本方法学适用于温室气体自愿减排交易体系下以增加碳汇为主要目的的碳汇造林项目活动（不包括竹子造林）的碳汇计量与监测。使用本方法学的碳汇造林项目活动必须满足以下条件：

- (a) 项目活动的土地是 2005 年 2 月 16 日以来的无林地。造林地权属清晰，具有县级以

上人民政府核发的土地权属证书；

- (b) 项目活动的土地不属于湿地和有机土的范畴；
- (c) 项目活动不违反任何国家有关法律、法规和政策措施，且符合国家造林技术规程；
- (d) 项目活动对土壤的扰动符合水土保持的要求，如沿等高线进行整地、土壤扰动面积比例不超过地表面积的 10%、且 20 年内不重复扰动；
- (e) 项目活动不采取烧除的林地清理方式（炼山）以及其它人为火烧活动；
- (f) 项目活动不移除地表枯落物、不移除树根、枯死木及采伐剩余物；
- (g) 项目活动不会造成项目开始前农业活动（作物种植和放牧）的转移。

此外，使用本方法学时，还需满足有关步骤中的其它相关适用条件。

3. 规范性引用文件

本方法学遵循下列规范性文件的规定：

- (1) 温室气体自愿减排交易管理暂行办法（国家发展和改革委员会，发改气候[2012]1668 号）
- (2) 碳汇造林技术规定（试行）（国家林业局，办造字[2010]84 号）
- (3) 碳汇造林检查验收办法（试行）（国家林业局，办造字[2010]84 号）
- (4) 《国家森林资源连续清查技术规定》（林资发[2004]25 号）；
- (5) 《森林资源规划设计调查技术规程》（GB/T 26424-2010）；
- (6) GB/T15776-2006 造林技术规程
- (7) LY/T1607-2003 造林作业设计规程
- (8) GB/T18337.3 生态公益林建设技术规程
- (9) GB/T15781-2009 森林抚育规程

4. 定义

本方法学基于以下特定的定义：

碳汇造林：为区别于其它一般定义上的造林活动，本方法学特指以增加森林碳汇为主要目标之一，对造林和林木生长全过程实施碳汇计量和监测而进行的有特殊要求的项目活动。有关特殊要求参见第 2 节。

土壤扰动：是指如整地、松土、翻耕、挖除树桩（根）等活动，这些活动可能会导致土壤有机碳的降低。

湿地：湿地包括全年（或一年中大部分时间，如泥炭土）被水淹没或土壤水分处于饱和状态的土地，且不属于森林、农田、草地和居住用地的范畴。

有机土：指同时符合下列条件（1）和（2），或同时符合条件（1）和（3）的土壤：

- （1） 有机土层厚度 $\geq 10\text{cm}$ 。如果有机土层厚度不足 20cm，则 20cm 深度土层内混合土壤的有机碳含量必须大于或等于 12%；
- （2） 对于极少处于水分饱和状态（一年内处于水分饱和状态不超过数天）的土壤，其有机碳含量必须大于 20%；
- （3） 对于经常处于水分饱和状态的土壤，则：
 - a) 不含粘粒的土壤，有机碳含量不低于 12%；
 - b) 粘粒含量 $\geq 60\%$ 的土壤，有机碳含量不低于 18%；
 - c) $0 < \text{粘粒含量} < 60\%$ 的土壤，有机碳含量不低于 12%~18%。

基线情景：指在没有碳汇造林项目活动时，最能合理地代表项目边界内土地利用和管理的未来情景。

项目情景：指拟议的碳汇造林项目活动下的土地利用和管理情景。

项目边界：是指由拥有土地所有权或使用权的项目业主或其他项目参与方实施的碳汇造林项目活动的地理范围。一个项目活动可以在若干个不同的地块上进行，但每个地块都应有特定的地理边界。该边界不包括位于两个或多个地块之间的土地。

计入期：指项目情景相对于基线情景产生额外的温室气体减排量的时间区间。

基线碳汇量：基线情景下项目边界内各碳库中的碳储量变化之和。

项目碳汇量：项目情景下项目边界内所选碳库中的碳储量变化量，减去由拟议的碳汇造林项目活动引起的项目边界内温室气体排放的增加量。

泄漏：指由拟议的碳汇造林项目活动引起的、发生在项目边界之外的、可测量的温室气体源排放的增加量。

项目减排量：指由于造林项目活动产生的净碳汇量。项目减排量等于项目碳汇量减去基线碳汇量，再减去泄漏量

额外性：指项目碳汇量高于基线碳汇量的情形。这种额外的碳汇量在没有拟议的碳汇造林项目活动时是不会产生的。

碳库：包括地上生物量、地下生物量、枯落物、枯死木和土壤有机质碳库。

地上生物量：土壤层以上以干重表示的木本植被活体的生物量，包括干、桩、枝、皮、种子、花、果和叶等。

地下生物量：所有木本植被活根的生物量，但通常不包括难以从土壤有机成分或枯落物中区分出来的细根（直径 $\leq 2.0\text{mm}$ ）。

枯落物：土壤层以上，直径小于 $\leq 5.0\text{cm}$ 、处于不同分解状态的所有死生物量。包括凋落物、腐殖质，以及难以从地下生物量中区分出来的细根。

枯死木：枯落物以外的所有死生物量，包括枯立木、枯倒木以及直径 $\geq 5.0\text{cm}$ 的枯枝、死根和树桩。

土壤有机质：一定深度内（通常为 1.0m ）矿质土和有机土（包括泥炭土）中的有机质，包括难以从地下生物量中区分出来的细根。

5. 基线和碳计量方法

5.1. 项目边界的确定

造林项目活动的“项目边界”是指，由拥有土地所有权或使用权的项目参与方实施的造林项目活动的地理范围，也包括以造林项目产生的产品为原材料生产的木产品的使用地点。项目边界包括事前项目边界和事后项目边界。事前项目边界是在项目设计和开发阶段确定的项目边界，是计划实施造林项目活动的地理边界。事前项目边界可采用下述方法之一确定：

- (a) 利用全球卫星定位系统（GPS）或其它卫星定位系统，直接测定项目地块边界的拐点坐标，单点定位误差不超过 5m 。
- (b) 利用高分辨率的地理空间数据（如卫星影像、航片）、森林分布图、林相图、森林经营管理规划图等，在地理信息系统（GIS）辅助下直接读取项目地块的边界坐标。
- (c) 使用比例尺不小于 $1:10000$ 的地形图进行现场勾绘，结合 GPS 或其它卫星定位系统进行精度控制。

事后项目边界是在项目监测时确定的、项目核查时核实的、实际实施的项目活动的边界。事后项目边界可采用上述(a)或(b)方法之一进行，面积测定误差不超过 5% 。

在项目审定和核查时，项目业主或其他项目参与方须提交项目边界的矢量图形文件。在项目审定时，项目业主或其他项目参与方须提供占项目活动总面积三分之二或以上的项目业主或其他项目参与方的土地所有权或使用权的证据。在首次核查时，项目业主或其他项目参与方须提供所有项目地块的土地所有权或使用权的证据，如县（含县）级以上人民政府核发的土地权属证书或其他有效的证明材料。

5.2. 土地合格性

项目业主或其他项目参与方须采用下述程序证明项目边界内的土地合格性：

- (a) 提供透明的信息证明，在项目开始时项目边界内每个地块的土地均符合下列所有条件：
- 自 2005 年 2 月 16 日起，项目活动所涉及的每个地块上的植被状况达不到我国政府规定的标准，即植被状况不能同时满足下列所有条件：(1)连续面积 ≥ 0.0667 公顷 (ha)；(2)郁闭度 ≥ 0.20 ；(3)成林后树高 ≥ 2 米 (m)；
 - 如果地块上有天然或人工幼树，其继续生长不会达到我国政府规定的森林的阈值标准；
- (b) 为证明上述(a)，项目业主或参与方须提供下列证据之一，用于证明项目的每个地块的土地合格性：
- 经过地面验证的高分辨率的地理空间数据（如卫星影像、航片）；或
 - 森林分布图、林相图或其他林业调查规划空间数据；或
 - 土地权属证或其他可用于证明的书面文件。

如果没有上述(b)的资料，项目业主或其他项目参与方须呈交通过参与式乡村评估（PRA）方法获得的书面证据。

5.3. 碳库和温室气体排放源的选择

本方法学对项目活动的碳库选择如表 5-1。其中地上生物量和地下生物量碳库是必须要选择的碳库。项目参与方可以根据实际数据的可获得性、成本有效性、保守性原则，选择是否忽略枯死木、枯落物、土壤有机碳和木产品碳库。

表 5-1 碳库的选择

碳库	是否选择	理由或解释
地上生物量	是	这是项目活动产生的主要碳库
地下生物量	是	这是项目活动产生的主要碳库
枯死木	是或否	根据方法学的适用条件，项目活动的实施会增加这个碳库；也可以保守地忽略该碳库。
枯落物	是或否	根据方法学的适用条件，项目活动的实施会增加这个碳库；也可以保守地忽略该碳库。
土壤有机碳	是或否	根据方法学的适用条件，项目活动的实施会增加这个碳库；也可以保守地忽略该碳库。
木产品	是或否	根据方法学的适用条件，项目活动的实施会增加这个碳库；也可以保守地忽略该碳库。

本方法学对项目边界内温室气体排放源的选择如表 5-2:

表 5-2 温室气体排放源的选择

温室气体排放源	温室气体种类	是否选择	理由或解释
生物质燃烧	CO ₂	否	生物质燃烧导致的 CO ₂ 排放已在碳储量变化中考虑
	CH ₄	是	有森林火灾发生, 会导致生物质燃烧产生 CH ₄ 排放
		否	没有森林火灾发生
	N ₂ O	是	有森林火灾发生, 会导致生物质燃烧产生 N ₂ O 排放
		否	没有森林火灾发生

5.4. 项目期和计入期

项目业主或其他项目参与方必须准确说明项目活动的开始时间、计入期和项目期, 并解释选择的理由。

项目活动开始时间是指实施造林项目活动开始的日期, 不得早于 2005 年 2 月 16 日。如果项目活动的开始时间早于向国家主管部门提交备案的时间, 项目业主或其他项目参与方必须提供透明的、可核实的证据, 证明项目活动最初的主要目的是为了实现温室气体减排。这些证据必须是发生在项目开始之时或之前的官方的、或有法律效力的文件。

计入期是指项目活动相对于基线情景所产生的额外的温室气体减排量的时间区间。计入期按国家主管部门规定的方式确定。在颁布相关规定以前, 计入期的起止时间应与项目期相同。计入期最短为 20 年, 最长不超过 60 年。

项目期是指自项目活动开始到项目活动结束的间隔时间。

5.5. 基线情景识别与额外性论证

造林项目活动基线情景的识别须具有透明性, 基于保守性原则确定基线碳汇量。项目业主或其他项目参与方要提供所有与额外性论证相关的数据、原理、假设、理由和文本, 由主管部门认可的独立第三方机构进行可信度评估。项目业主或其他项目参与方可选用下述简化的方法来识别造林项目活动的基线情景并论证其额外性:

5.5.1. 基线情景的识别。

识别在没有拟议的造林项目活动的情况下, 项目边界内有可能会发生的各种真实可靠的土地利用情景。可以根据当地土地利用情况的记录、实地调查资料、根据利益相关者提供的数据和反馈信息等途径来识别可能的土地利用情景。还可以走访当地专家、调研土地所有者或使用者在拟议的项目运行期间关于土地管理或土地投资的计划。

从上述识别的土地利用情景中, 遴选出不违反任何现有的法律法规、其他强制性规定、

以及国家或地方技术标准的土地利用情景。可以不考虑不具法律约束力或尚未强制执行的法律和规章制度,但要证明这类法律或规章制度至少覆盖了项目所在地最小行政单元(行政村、乡镇或以上) 30%以上的面积,即在当地具有普适性。

- (a) 如果遴选结果为 0,或只具有 1 个土地利用情景,则拟议的项目活动不具有额外性;
- (b) 如果遴选结果不止 1 个土地利用情景,则继续进行下述 5.5.2 “障碍分析”。

5.5.2. 障碍分析

对 5.5.1 遴选出的多个土地利用情景进行障碍分析,识别可能会存在的障碍。这里的“障碍”是指至少会阻碍其中一种土地利用情景实现的障碍,主要包括:

- (1) 投资障碍。如:缺少财政补贴或非商业性投资;没有来自国内或国际的民间资本;不能进行融资;缺少信贷的途径等。
- (2) 制度障碍。如:国家或地方政策与法规发生变化可能带来的风险;缺乏与土地利用相关的立法与执行保障等。
- (3) 技术障碍。如:缺少必需的材料(如种植材料);缺少有关设备和技术;缺少法律、传统、市场条件和实践措施等相关知识;缺乏有技能的和接受过良好培训的劳动力等。
- (4) 生态条件障碍。如:土地退化;存在自然或人为灾害;不利的气候条件;不利的生态演替过程;放牧或饲料生产对生物需求的压力等。
- (5) 社会条件障碍。如:人口增长导致的土地需求压力;当地利益集团之间的社会冲突;普遍存在非法放牧、盗砍盗伐行为;缺乏当地社区组织等。
- (6) 其它障碍。如:不同利益相关者对公共土地所有权等级限制;缺乏土地所有权法律法规的保障;缺乏有效的市场和保险机制,项目运行期内存在产品价格波动风险;与市场服务、运输和存储相关的障碍降低了产品竞争性和项目收益等。

剔除因受上述至少一种障碍影响而不能实现的土地利用情景,保留不受任何障碍影响的土地利用情景:

- (a) 如果只有 1 种土地利用情景不受上述任何障碍的影响:
 - (i) 如果该土地利用情景就是拟议的项目活动,则不具有额外性;
 - (ii) 如果该土地利用情景不是拟议的项目活动,则该土地利用情景为基线情景,并进行下述 5.5.4 普遍性做法分析;
- (b) 如果不受任何障碍影响的土地利用情景有多个:

- (i) 如果拟议的项目活动包括在上述土地利用情景之内,则需进行 5.5.3 投资分析;
- (ii) 如果拟议的项目活动不包括在上述土地利用情景之内,则需定量评估每个土地利用情景下的减排量,选择其中减排量最高的情景作为基线情景,并进行 5.5.4 普遍性做法分析。

5.5.3. 投资分析

对 5.5.2 中(b)(i)遴选出的情景进行投资分析,确定其中哪一种情景最具经济吸引力或收益最高。投资分析可以采用简单成本分析、投资对比分析或基准线分析法,选择其中净收益最高的土地利用情景作为基线情景。但如果该情景就是拟议的项目活动,则项目不具有额外性。

5.5.4. 普遍性做法分析。

这里的“普遍性做法”是指在项目地块所在区域、或在类似的社会经济和生态环境条件下、普遍实施的与拟议的项目活动相类似的造林活动,包括那些由具有可比性的实体或机构(如大公司、小公司、国家政府项目、地方政府项目等)实施的造林项目活动和那些在具有可比性的地理范围、地理位置、环境条件、社会经济条件、制度框架以及投资环境下的造林项目活动,也包括 2005 年 2 月 16 日以前制定的土地利用规划方案。对拟议的项目活动和“普遍性做法”的造林活动进行比较分析,并评价二者是否存在本质区别。

- (a) 如果类似的造林活动确实存在,而拟议的项目活动和类似活动不存在本质区别,那么拟议的项目活动就不具有额外性;
- (b) 如果拟议的项目活动不属于普遍性做法,则拟议的项目活动不是基线情景,因而具有额外性。

5.6. 碳层划分

项目边界内生物量的分布往往是不均匀的。为提高生物量估算的精度并降低监测成本,可采用分层抽样(分类抽样)的方法调查生物量。为了更精确地估算项目碳汇量和减排量,基线情景和项目情景可能需要采用不同的分层因子,划分不同的层次(类型、亚总体)。碳层划分的目的是降低层内变异性,增加层间变异性,从而降低一定可靠性和精度要求下所需监测的样地数量。

分层分为“事前分层”和“事后分层”。其中,事前分层又分为“事前基线分层”和“事前项目分层”。“事前基线分层”通常根据主要植被类型、植被冠层盖度和(或)土地利用类型进行分层;“事前项目分层”主要根据项目设计的造林或营林模式(如树种、造林时间、间伐、轮伐期等)进行分层。如果在项目边界内由于自然或人为影响(如火灾)或其他因素(如土壤类型)导致生物量分布格局发生显著变化,则应对事后分层作出相应调整。

5.7. 基线碳汇量

基线碳汇量，是指在基线情景下项目边界内各碳库的碳储量变化量之和。

根据本方法学的适用条件，在无林地上造林，基线情景下的枯死木、枯落物、土壤有机质和木产品碳库的变化量可以忽略不计，统一视为 0。因此，基线碳汇量只考虑林木和灌木生物质碳储量的变化：

$$\Delta C_{BSL,t} = \Delta C_{TREE_BSL,t} + \Delta C_{SHRUB_BSL,t} \quad \text{公式（1）}$$

式中：

$$\begin{aligned} \Delta C_{BSL,t} &= \text{第 } t \text{ 年的基线碳汇量； } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{TREE_BSL,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内基线林木生物质碳储量的年变化量； } t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{SHRUB_BSL,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内基线灌木生物质碳储量的年变化量； } t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \end{aligned}$$

5.7.1. 基线林木生物质碳储量的变化

根据划分的基线碳层，计算各基线碳层的林木生物质碳储量的年变化量之和，即为基线林木生物质碳储量的年变化量（ $\Delta C_{TREE_BSL,t}$ ）：

$$\Delta C_{TREE_BSL,t} = \sum_{i=1} \Delta C_{TREE_BSL,i,t} \quad \text{公式（2）}$$

式中：

$$\begin{aligned} \Delta C_{TREE_BSL,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，基线林木生物质碳储量的年变化量； } t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{TREE_BSL,i,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，第 } i \text{ 基线碳层林木生物质碳储量的年变化量； } t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ i &= 1, 2, 3, \dots, \text{基线碳层} \\ t &= 1, 2, 3, \dots, \text{自项目开始以来的年数} \end{aligned}$$

假定一段时间内（第 t_1 至 t_2 年）基线林木生物量的变化是线性的，基线林木生物质碳储量的年变化量（ $\Delta C_{TREE_BSL,i,t}$ ）计算如下：

$$\Delta C_{TREE_BSL,i,t} = \frac{C_{TREE_BSL,i,t_2} - C_{TREE_BSL,i,t_1}}{t_2 - t_1} \quad \text{公式（3）}$$

式中：

$$\begin{aligned} \Delta C_{TREE_BSL,i,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，第 } i \text{ 基线碳层林木生物质碳储量的年变化量； } t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ C_{TREE_BSL,i,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，第 } i \text{ 基线碳层林木生物量的碳储量； } t\text{CO}_2\text{-e} \\ t &= 1, 2, 3, \dots \text{自项目开始以来的年数} \\ t_1, t_2 &= \text{项目开始以后的第 } t_1 \text{ 年和第 } t_2 \text{ 年，且 } t_1 \leq t \leq t_2 \end{aligned}$$

林木生物质碳储量是利用林木生物量含碳率将林木生物量转化为碳含量，再利用 CO₂ 与 C 的分子量（44/12）比将碳含量（t C）转换为二氧化碳当量（t CO₂-e）：

$$C_{TREE_BSL,i,t} = \frac{44}{12} * \sum_{j=1} (B_{TREE_BSL,i,j,t} * CF_{TREE_BSL,j}) \quad \text{公式（4）}$$

式中：

- $C_{TREE_BSL,i,t}$ = 第 t 年时，第 i 基线碳层树种 j 的生物质碳储量；t CO₂-e
 $B_{TREE_BSL,i,j,t}$ = 第 t 年时，基线第 i 基线碳层树种 j 的生物量；吨干重(t d.m.)
 $CF_{TREE_BSL,j}$ = 树种 j 的生物量中的含碳率；t C (t.d.m.)⁻¹
44/12 = CO₂ 与 C 的分子量之比

项目参与方可以根据下述从优至劣的方法，选择采用其中的一个方法来估算基线林木生物量（ $B_{TREE_BSL,i,j,t}$ ）：

方法 I：生物量方程法

$$B_{TREE_BSL,i,j,t} = f_j(x1_{i,j,t}, x2_{i,j,t}, x3_{i,j,t}, \dots) * (1 + R_{TREE_BSL,i,j}) * N_{TREE_BSL,i,j,t} * A_{TREE_BSL,i} \quad \text{公式（5）}$$

式中：

- $B_{TREE_BSL,i,j,t}$ = 第 t 年时，第 i 基线碳层树种 j 的生物量；t d.m.
 $f_j(x1_{i,j,t}, x2_{i,j,t}, x3_{i,j,t}, \dots)$ = 将第 t 年第 i 基线碳层树种 j 的测树因子（ $x1, x2, x3, \dots$ ）转化为地上生物量的回归方程。测树因子（ $x1, x2, x3, \dots$ ）可以是胸径、树高等；t d.m·株⁻¹
 $R_{TREE_BSL,j}$ = 树种 j 的地下生物量/地上生物量之比；无量纲
 $N_{TREE_BSL,i,j,t}$ = 第 t 年时，第 i 基线碳层的树种 j 的株数；株·ha⁻¹
 $A_{TREE_BSL,i}$ = 第 i 基线碳层的面积；ha
 j = 1,2,3.....第 i 基线碳层中的树种
 i = 1,2,3.....基线基线碳层
 t = 1,2,3.....项目活动开始以来的年数

方法 II：生物量扩展因子法

通过林木的胸径（DBH）和（或）树高（H），查材积表或运用材积公式转化成林木树干材积；利用基本木材密度（D）和生物量扩展因子（BEF）将林木树干材积转化为林木地上生物量；再利用地下生物量/地上生物量的比值（R）将地上生物量转化为林木生物量：

$$B_{TREE_BSL,i,j,t} = V_{TREE_BSL,i,j,t} * D_{TREE_BSL,j} * BEF_{TREE_BSL,j} * (1 + R_{TREE_BSL,i,j}) * N_{TREE_BSL,i,j,t} * A_{BSL,i} \quad \text{公式（6）}$$

式中：

$B_{TREE_BSL,i,j,t}$	=	第 t 年时，第 i 基线碳层树种 j 的生物量；t d.m.
$V_{TREE_BSL,i,j,t}$	=	第 t 年，第 i 基线碳层树种 j 的材积，是通过胸径和（或）树高数据查材积表或将数据代入材积方程计算得来； $m^3 \cdot \text{株}^{-1}$
$D_{TREE_BSL,j}$	=	第 i 基线碳层树种 j 的基本木材密度（带皮）；t d.m. $\cdot m^{-3}$
$BEF_{TREE_BSL,j}$	=	第 i 基线碳层树种 j 的生物量扩展因子，用于将树干材积转化为林木地上生物量；无量纲
$R_{TREE_BSL,j}$	=	树种 j 的地下生物量/地上生物量之比；无量纲
$N_{TREE_BSL,i,j,t}$	=	第 t 年时，第 i 基线碳层树种 j 的株数；株 $\cdot ha^{-1}$
$A_{BSL,i}$	=	第 i 基线碳层的面积；h
i	=	1,2,3.....基线碳层
j	=	1,2,3.....树种
t	=	1,2,3.....项目活动开始以后的年数

5.7.2. 基线灌木生物质碳储量的变化

假定一段时间内（第 t_1 至 t_2 年）灌木生物量的变化是线性的，基线灌木生物质碳储量的年变化量（ $\Delta C_{SHRUB_BSL,t}$ ）计算如下：

$$\Delta C_{SHRUB_BSL,t} = \sum_{i=1} \Delta C_{SHRUB_BSL,i,t} = \sum_{i=1} \left(\frac{C_{SHRUB_BSL,i,t_2} - C_{SHRUB_BSL,i,t_1}}{t_2 - t_1} \right) \quad \text{公式（7）}$$

式中：

$\Delta C_{SHRUB_BSL,t}$	=	第 t 年时，基线灌木生物质碳储量的年变化量；tCO ₂ -e $\cdot a^{-1}$
$\Delta C_{SHRUB_BSL,i,t}$	=	第 t 年时，第 i 基线碳层灌木生物质碳储量的年变化量；tCO ₂ -e $\cdot a^{-1}$
$C_{SHRUB_BSL,i,t}$	=	第 t 年时，第 i 基线碳层灌木生物质碳储量；tCO ₂ -e
i	=	1,2,3,.....基线碳层
t	=	1,2,3,.....自项目开始以来的年数
t_1, t_2	=	项目开始以后的第 t_1 年和第 t_2 年，且 $t_1 \leq t \leq t_2$

第 t 年时项目边界内基线灌木生物质碳储量计算方法如下：

$$C_{SHRUB_BSL,i,t} = \frac{44}{12} * CF_S * (1 + R_S) * A_{BSL,i,t} * B_{SHRUB_BSL,i,t} \quad \text{公式（8）}$$

式中：

$C_{SHRUB_BSL,i,t}$	=	第 t 年时，第 i 基线碳层灌木生物质碳储量；tCO ₂ -e
CF_S	=	灌木生物量中的含碳率；t C (t.d.m.) ⁻¹ ，缺省值为 0.47

R_S	=	灌木的地下生物量/地上生物量之比；无量纲
$A_{BSL,i,t}$	=	第 t 年时，第 i 基线碳层的面积；ha
$B_{SHRUB_BSL,i,t}$	=	第 t 年时，第 i 基线碳层平均每公顷灌木地上生物量；t d.m.ha ⁻¹
i	=	1,2,3,……基线碳层
t	=	1,2,3,……自项目开始以来的年数
44/12	=	将 C 转换为 CO ₂ 的分子量比值

灌木平均每公顷生物量采用“缺省值”法进行估算：

- 灌木盖度<5%时，平均每公顷灌木生物量视为 0；
- 灌木盖度≥5%时，按下列方式进行估算：

$$B_{SHRUB_BSL,i,t} = BDR_{SF} * B_{FOREST} * CC_{SHRUB_BSL,i,t} \quad \text{公式 (9)}$$

式中：

$B_{SHRUB_BSL,i,t}$	=	第 t 年时，第 i 基线碳层平均每公顷灌木生物量；t d.m.ha ⁻¹
BDR_{SF}	=	灌木盖度为 1.0 时的平均每公顷灌木地上生物量，与项目实施区域的平均每公顷森林地上生物量的比值；无量纲
B_{FOREST}	=	项目实施区域的平均每公顷森林地上生物量；t d.m.ha ⁻¹
$CC_{SHRUB_BSL,i,t}$	=	第 t 年时，第 i 基线碳层的灌木盖度，以小数表示（如盖度为 10%，则 $CC_{SHRUB,i,t}=0.10$ ）；无量纲
i	=	1,2,3,……基线碳层
t	=	1,2,3,……自项目开始以来的年数

5.8. 项目碳汇量

项目碳汇量，等于拟议的项目活动边界内各碳库中碳储量变化之和，减去项目边界内产生的温室气体排放的增加量，即：

$$\Delta C_{ACTURAL,t} = \Delta C_{P,t} - GHG_{E,t} \quad \text{公式 (10)}$$

式中：

$\Delta C_{ACTURAL,t}$	=	第 t 年时的项目碳汇量；tCO ₂ -e·a ⁻¹
$\Delta C_{P,t}$	=	第 t 年时项目边界内所选碳库的碳储量变化量；t CO ₂ -e·a ⁻¹
$GHG_{E,t}$	=	第 t 年时由于项目活动的实施所导致的项目边界内非 CO ₂ 温室气体排放的增加量，项目事前预估时设为 0；t CO ₂ -e·a ⁻¹

第 t 年时，项目边界内所选碳库碳储量变化量的计算方法如下：

$$\Delta C_{P,t} = \Delta C_{TREE_PROJ,t} + \Delta C_{SHRUB_PROJ,t} + \Delta C_{DW_PROJ,t} + \Delta C_{LI_PROJ,t} + \Delta SOC_{AL,t} + \Delta C_{HWP_PROJ,t}$$

公式（11）

式中：

$$\begin{aligned} \Delta C_{P,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内所选碳库的碳储量变化量； } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{TREE_PROJ,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内林木生物质碳储量的变化量； } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{SHRUB_PROJ,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内灌木生物质碳储量的变化量； } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{DW_PROJ,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内枯死木碳储量的变化量； } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{LI_PROJ,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内枯落物碳储量的变化量； } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta SOC_{AL,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内土壤有机碳储量的变化量； } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{HWP_PROJ,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目情景下收获木产品碳储量的年变化量； } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \end{aligned}$$

5.8.1. 项目边界内林木生物质碳储量的变化

项目边界内林木生物质碳储量变化（ $\Delta C_{TREE_PROJ,t}$ ）的计算方法如下：

$$\Delta C_{TREE_PROJ,t} = \sum_{i=1} \Delta C_{TREE_PROJ,i,t} = \sum_{i=1} \left(\frac{C_{TREE_PROJ,i,t_2} - C_{TREE_PROJ,i,t_1}}{t_2 - t_1} \right)$$

公式（12）

$$C_{TREE_PROJ,i,t} = \frac{44}{12} * \sum_{j=1} (B_{TREE_PROJ,i,j,t} * CF_{TREE_PROJ,j})$$

公式（13）

式中：

$$\begin{aligned} \Delta C_{TREE_PROJ,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内林木生物质碳储量的年变化量； } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{TREE_PROJ,i,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，第 } i \text{ 项目碳层林木生物质碳储量的年变化量； } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ C_{TREE_PROJ,i,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，第 } i \text{ 项目碳层林木生物质碳储量； } t \text{ CO}_2\text{-e} \\ B_{TREE_PROJ,i,j,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，第 } i \text{ 项目碳层树种 } j \text{ 的生物量； } t \text{ d.m} \\ CF_{TREE_PROJ,j} &= \text{树种 } j \text{ 生物量中的含碳率； } t \text{ C (t d.m)}^{-1} \\ t_1, t_2 &= \text{项目开始以后的第 } t_1 \text{ 年和第 } t_2 \text{ 年，且 } t_1 \leq t \leq t_2 \\ i &= 1, 2, 3, \dots, \text{项目碳层} \\ j &= 1, 2, 3, \dots, \text{树种} \\ t &= 1, 2, 3, \dots, \text{自项目开始以来的年数} \end{aligned}$$

项目边界内林木生物量（ $B_{TREE_PROJ,i,j,t}$ ）的估算，可以采用 5.7.1 中的“生物量方程法”或“生物量扩展因子法”进行计算，但要保证与基线情景下选择的计算方法一致。

实际计算时，用字母下标“ $PROJ$ ”代替公式（6）和公式（5）中的字母下标“ BSL ”，如：

用 $B_{TREE_PROJ,i,j,t}$ 代替的 $B_{TREE_BSL,i,j,t}$ 。

5.8.2. 项目边界内灌木生物质碳储量的变化

项目边界内灌木生物质碳储量变化 ($\Delta C_{SHURB_PROJ,t}$) 的计算方法, 与基线灌木生物质碳储量变化的计算方法相同, 采用公式 (7)、公式 (8) 进行计算。项目边界内灌木生物量的计算方法采用公式 (9)。

实际计算时, 用字母下标 “ $PROJ$ ” 代替公式中的字母下标 “ BSL ”, 如: 用 $\Delta C_{SHURB_PROJ,t}$ 代替 $\Delta C_{SHURB_BSL,t}$ 。

5.8.3. 项目边界内枯死木碳储量的变化

枯死木碳储量, 采用缺省因子法进行计算。假定一段时间内枯死木碳储量的年变化量为线性, 一段时间内枯死木碳储量的平均年变化量计算如下:

$$\Delta C_{DW_PROJ,t} = \sum_{i=1} \left(\frac{C_{DW_PROJ,i,t_2} - C_{DW_PROJ,i,t_1}}{t_2 - t_1} \right) \quad \text{公式 (14)}$$

$$C_{DW_PROJ,i,t} = C_{TREE_PROJ,i,t} * DF_{DW} \quad \text{公式 (15)}$$

式中:

- $\Delta C_{DW_PROJ,t}$ = 第 t 年时, 项目边界内枯死木碳储量的年变化量; $tCO_2-e \cdot a^{-1}$
- $C_{DW_PROJ,i,t}$ = 第 t 年时, 第 i 项目碳层的枯死木碳储量; tCO_2-e
- $C_{TREE_PROJ,i,t}$ = 第 t 年时, 第 i 项目碳层的林木生物质碳储量; tCO_2-e
- DF_{DW} = 保守的缺省因子, 是项目所在地区森林中枯死木碳储量与活立木生物质碳储量的比值, 无量纲
- t_1, t_2 = 项目开始以后的第 t_1 年和第 t_2 年, 且 $t_1 \leq t \leq t_2$
- i = 1, 2, 3, ..., 项目碳层

5.8.4. 项目边界内枯落物碳储量的变化

枯落物碳储量采用缺省因子法进行计算。假定一段时间内枯落物碳储量的年变化量为线性, 一段时间内枯落物碳储量的平均年变化量计算如下:

$$\Delta C_{LI_PROJ,t} = \sum_{i=1} \left(\frac{C_{LI_PROJ,i,t_2} - C_{LI_PROJ,i,t_1}}{t_2 - t_1} \right) \quad \text{公式 (16)}$$

$$C_{LI_PROJ,i,t} = C_{TREE_PROJ,i,t} * DF_{LI} \quad \text{公式 (17)}$$

式中:

$\Delta C_{LI_PROJ,t}$	= 第 t 年时，项目边界内枯落物碳储量的年变化量； $tCO_2-e \cdot a^{-1}$
$C_{LI_PROJ,i,t}$	= 第 t 年时，第 i 项目碳层的枯落物碳储量； tCO_2-e
$C_{TREE_PROJ,i,t}$	= 第 t 年时，第 i 项目碳层的林木生物质碳储量； tCO_2-e
DF_{LI}	= 保守的缺省因子，是项目所在地区森林中枯落物碳储量与活立木生物质碳储量的比值，无量纲
t_1, t_2	= 项目开始以后的第 t_1 年和第 t_2 年，且 $t_1 \leq t \leq t_2$
i	= 1, 2, 3, ..., 项目碳层

5.8.5. 项目边界内土壤有机碳储量的变化

在估算土壤有机碳储量变化时，本方法学采用以下假设：

- 项目整地和造林活动在同一年进行；
- 项目的实施将使项目地块的土壤有机碳含量从项目开始前的初始水平提高到相当于天然森林植被下土壤有机碳含量的稳态水平，大约需要 20 年时间；
- 从造林活动开始后的 20 年间，项目情景下土壤有机碳储量的增加是线性的；
- 造林前的整地活动对土壤的扰动面积不超过地表面积的 10%，土壤扰动造成的土壤有机碳损失忽略不计。

首先确定项目开始前各项目地块的土壤有机碳含量初始值 ($SOC_{INITIAL,i}$)。项目参与方可以通过国家规定的标准操作程序直接测定项目开始前各碳层的 $SOC_{INITIAL,i}$ ；也可以采用下列方法估算项目开始前各碳层的 $SOC_{INITIAL,i}$ ：

$$SOC_{INITIAL,i} = SOC_{REF,i} * f_{LU,i} * f_{MG,i} * f_{IN,i} \quad \text{公式 (18)}$$

式中：

$SOC_{INITIAL,i}$	= 项目开始时，第 i 项目碳层的土壤有机碳储量； $t C ha^{-1}$
$SOC_{REF,i}$	= 与第 i 项目碳层具有相似气候、土壤条件的当地自然植被（如：当地未退化的、未利用土地上的自然植被）下土壤有机碳储量的参考值； $t C ha^{-1}$
$f_{LU,i}$	= 第 i 项目碳层与基线土地利用方式相关的碳储量变化因子；无量纲
$f_{MG,i}$	= 第 i 项目碳层与基线管理模式相关的碳储量变化因子；无量纲
$f_{IN,i}$	= 第 i 项目碳层与基线有机碳输入类型（如：农作物秸秆还田、施用肥料）相关的碳储量变化因子；无量纲
i	= 1, 2, 3, ..., 项目碳层

$SOC_{REF,i}$ 、 $f_{LU,i}$ 、 $f_{MG,i}$ 和 $f_{IN,i}$ 的取值，可参考本方法学中的参数表。如果选取其它不同的数值，须提供透明和可核实的信息来证明。

确定第 i 项目碳层的造林时间（即由于整地发生土壤扰动的时间， $t_{PREP,i}$ ）。对于项目开始以后的第 t 年，如果：

- $t \leq t_{PREP,i}$ ，则第 t 年时第 i 项目碳层的土壤有机碳储量的年变化率（ $dSOC_{t,i}$ ）为 0；
- $t_{PREP,i} < t \leq t_{PREP,i} + 20$ ，则：

$$dSOC_{t,i} = \frac{SOC_{REF,i} - SOC_{INITIAL,i}}{20} \quad \text{公式 (19)}$$

式中：

- $dSOC_{t,i}$ = 第 t 年时，第 i 项目碳层的土壤有机碳储量年变化率； $tC\ ha^{-1}\ a^{-1}$
- $SOC_{REF,i}$ = 与第 i 项目碳层具有相似气候、土壤条件的当地自然植被（如：当地未退化的、未利用土地上的自然植被）下土壤有机碳储量的参考值； $tC\ ha^{-1}$
- $SOC_{INITIAL,i}$ = 项目开始时，第 i 项目碳层的土壤有机碳储量； $tC\ ha^{-1}$
- i = 1,2,3,...，项目碳层
- 20 = 假定项目地块的土壤有机碳含量从初始水平提高到相当于当地自然植被下土壤有机碳含量的稳态水平需要 20 年时间

由于本方法学采用了基于因子的估算方法。考虑到其精度的不确定性和内在局限性，实际计算过程中土壤有机碳库碳储量的年变化率一般不超过 $0.8\ tC\ ha^{-1}\ a^{-1}$ ，即：

如果 $dSOC_{t,i} > 0.8\ tC\ ha^{-1}\ a^{-1}$ ，则

$$dSOC_{t,i} = 0.8\ tC\ ha^{-1}\ a^{-1} \quad \text{公式 (20)}$$

第 t 年时，所有项目碳层的土壤有机碳储量变化估算如下：

$$\Delta SOC_{AL,t} = \frac{44}{12} * \sum_{i=1} (A_{t,i} * dSOC_{t,i} * 1a) \quad \text{公式 (21)}$$

式中：

- $\Delta SOC_{AL,t}$ = 第 t 年时，所有项目碳层的土壤有机碳储量的年变化量； $tCO_2-e\ a^{-1}$
- $dSOC_{t,i}$ = 第 t 年时，第 i 项目碳层的土壤有机碳储量年变化率； $tC\ ha^{-1}\ a^{-1}$
- $A_{t,i}$ = 第 t 年时，第 i 项目碳层的土地面积； ha
- i = 1,2,3,...，项目碳层
- t = 1,2,3,...，项目开始以后的时间
- 1a = 1 年

理论上造林活动可能会使项目地块的土壤有机碳储量的增加。但由于土壤有机碳储量及其变化的监测成本较高、监测结果的不确定性较大，基于保守性原则、成本有效性原则和降

低不确定性原则，项目参与方可以选择对土壤有机碳库的增加量忽略不计。

5.8.6. 项目边界内收获的木产品碳储量的变化

如果项目情景下有采伐情况发生，则项目木产品碳储量的长期变化，等于在项目期末或产品生产后 30 年（以时间较后者为准）仍在使用和进入垃圾填埋的木产品中的碳，而其他部分则假定在生产木产品时立即排放。对于项目事前和事后估计，项目木产品碳储量的变化均采用以下方法进行估算：

$$\Delta C_{HWP_PROJ,t} = \sum_{ty=1} \sum_{j=1} \left[(C_{STEM_PROJ,j,t} * TOR_{ty,j}) * (1 - WW_{ty}) * OF_{ty} \right] \quad \text{公式 (22)}$$

$$C_{STEM_PROJ,j,t} = V_{TREE_PROJ_H,j,t} * WD_j * CF_j * \frac{44}{12} \quad \text{公式 (23)}$$

$$OF_{ty} = e^{(-\ln(2) * WT / LT_{ty})} \quad \text{公式 (24)}$$

式中：

- $\Delta C_{HWP_PROJ,t}$ = 第 t 年时，项目产生的木产品碳储量的变化量； $\text{tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $C_{STEM_PROJ,j,t}$ = 第 t 年时，项目采伐的树种 j 的树干生物质碳储量。如果采伐利用的是整株树木（包括干、枝、叶等），则为地上生物质碳储量（ $C_{AB_PROJ,j,t}$ ），采用 5.7.1 中的方法进行计算； $\text{tCO}_2\text{-e}$
- $V_{TREE_PROJ_H,j,t}$ = 第 t 年时，项目采伐的树种 j 的蓄积量； m^3
- WD_j = 树种 j 的木材密度； $\text{t d.m}\cdot\text{m}^{-3}$
- CF_j = 树种 j 的生物量中的含碳率； $\text{t C}\cdot(\text{t d.m.})^{-1}$
- $TOR_{ty,j}$ = 采伐树种 j 用于生产加工 ty 类木产品的出材率；无量纲
- WW_{ty} = 加工 ty 类木产品产生的木材废料比例；无量纲
- OF_{ty} = 根据 IPCC 一阶指数衰减函数确定的、 ty 类木产品在项目期末或产品生产后 30 年（以时间较后者为准）仍在使用和进入垃圾填埋的比例；无量纲
- WT = 木产品生产到项目期末的时间，或选择 30 年（以时间较长为准）；年（a）
- LT_{ty} = ty 类产品的使用寿命；年（a）
- ty = 木产品的种类
- t = 1, 2, 3.....项目开始以后的年数；年（a）
- j = 1, 2, 3.....树种

$$\frac{44}{12} = \text{CO}_2 \text{ 与 C 的分子量之比, 无量纲}$$

5.8.7. 项目边界内温室气体排放量的增加量

根据本方法学的适用条件, 项目活动不涉及全面清林和炼山等有控制火烧, 因此本方法学主要考虑项目边界内森林火灾引起生物质燃烧造成的温室气体排放。

对于项目事前估计, 由于通常无法预测项目边界内的火灾发生情况, 因此可以不考虑森林火灾造成的项目边界内温室气体排放, 即 $GHG_{E,t}=0$ 。

对于项目事后估计, 项目边界内温室气体排放的估算方法如下:

$$GHG_{E,t} = GHG_{FF_TREE,t} + GHG_{FF_DOM,t} \quad \text{公式 (25)}$$

式中:

$$\begin{aligned} GHG_{E,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目边界内温室气体排放的增加量; tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ GHG_{FF_TREE,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目边界内由于森林火灾引起林木地上生物质燃烧造成的非 CO}_2\text{ 温室气体排放的增加量; tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ GHG_{FF_DOM,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目边界内由于森林火灾引起死有机物燃烧造成的非 CO}_2\text{ 温室气体排放的增加量; tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ t &= 1, 2, 3, \dots \text{项目开始以后的年数; 年 (a)} \end{aligned}$$

森林火灾引起林木地上生物质燃烧造成的非 CO_2 温室气体排放, 使用最近一次项目核查时 (t_L) 划分的碳层、各碳层林木地上生物量数据和燃烧因子进行计算。第一次核查时, 无论自然或人为原因引起森林火灾造成林木燃烧, 其非 CO_2 温室气体排放量都假定为 0。

$$GHG_{FF_TREE,t} = 0.001 * \sum_{i=1} \left[A_{BURN,i,t} * b_{TREE,i,t_L} * COMF_i * (EF_{CH_4} * GWP_{CH_4} + EF_{N_2O} * GWP_{N_2O}) \right] \quad \text{公式 (26)}$$

式中:

$$\begin{aligned} GHG_{FF_TREE,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目边界内由于森林火灾引起林木地上生物质燃烧造成的非 CO}_2\text{ 温室气体排放的增加量; tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ A_{BURN,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 第 } i \text{ 项目碳层发生燃烧的土地面积; ha} \\ b_{TREE,i,t_L} &= \text{火灾发生前, 项目最近一次核查时 (第 } t_L \text{ 年) 第 } i \text{ 项目碳层的林木地上生物量, 采用第 5.8.1 节中林木地上生物量与蓄积量的相关函数 } f_{AB,j}(V) \text{ 计算获得。如果只是发生地表火, 即林木地上生物量未被燃烧, 则 } b_{TREE,i,t} \text{ 设定为 0; t d.m}\cdot\text{ha}^{-1} \\ COMF_i &= \text{第 } i \text{ 项目碳层的燃烧指数 (针对每个植被类型); 无量纲} \\ EF_{CH_4} &= \text{CH}_4 \text{ 排放因子; g CH}_4\cdot(\text{kg 燃烧的干物质 d.m.})^{-1} \\ EF_{N_2O} &= \text{N}_2\text{O 排放因子; g N}_2\text{O}\cdot(\text{kg 燃烧的干物质 d.m.})^{-1} \end{aligned}$$

GWP_{CH_4}	=	CH ₄ 的全球增温潜势，用于将 CH ₄ 转换成 CO ₂ 当量，缺省值 25
GWP_{N_2O}	=	N ₂ O 的全球增温潜势，用于将 N ₂ O 转换成 CO ₂ 当量，缺省值 298
i	=	1, 2, 3……项目碳层，根据第 t_L 年核查时的分层确定
t	=	1, 2, 3……项目开始以后的年数；年（a）
0.001	=	将 kg 转换成 t 的常数

森林火灾引起死有机物质燃烧造成的非 CO₂ 温室气体排放，应使用最近一次核查（ t_L ）的死有机质碳储量来计算。第一次核查时由于火灾导致死有机质燃烧引起的非 CO₂ 温室气体排放量设定为 0，之后核查时的非 CO₂ 温室气体排放量计算如下：

$$GHG_{FF_DOM,t} = 0.07 * \sum_{i=1} \left[A_{BURN,i,t} * (C_{DW,i,t_L} + C_{LI,i,t_L}) \right] \quad \text{公式 (27)}$$

式中：

$GHG_{FF_DOM,t}$	=	第 t 年时，项目边界内由于森林火灾引起死有机物质燃烧造成的非 CO ₂ 温室气体排放的增加量；tCO ₂ -e·a ⁻¹
$A_{BURN,i,t}$	=	第 t 年时，第 i 项目碳层发生燃烧的土地面积；ha
C_{DW,i,t_L}	=	火灾发生前，项目最近一次核查时（第 t_L 年）第 i 层的枯死木单位面积碳储量，使用第 5.8.3 节的方法计算；t CO ₂ -e·ha ⁻¹
C_{LI,i,t_L}	=	火灾发生前，项目最近一次核查时（第 t_L 年）第 i 层的枯落物单位面积碳储量，使用第 5.8.4 节的方法计算；t CO ₂ -e·ha ⁻¹
i	=	1, 2, 3……项目碳层，根据第 t_L 年核查时的分层确定
t	=	1, 2, 3……项目开始以后的年数；年（a）
0.07	=	非 CO ₂ 排放量占碳储量的比例，使用 IPCC 缺省值（0.07）

5.9. 泄漏

根据本方法学的适用条件，不考虑项目实施可能引起的项目前农业活动的转移，也不考虑项目活动中使用运输工具和燃油机械造成的排放。因此在本方法学下，造林活动不存在潜在泄漏，即 $LK_i=0$ ，其中 LK_i 为第 t 年时项目活动所产生的泄漏排放量。

5.10. 项目减排量

项目活动所产生的减排量，等于项目碳汇量减去基线碳汇量：

$$\Delta C_{AR,t} = \Delta C_{ACTURAL,t} - \Delta C_{BSL,t} \quad \text{公式 (28)}$$

式中：

$\Delta C_{AR,t}$	=	第 t 年时的项目减排量；tCO ₂ -e·a ⁻¹
$\Delta C_{ACTURAL,t}$	=	第 t 年时的项目碳汇量；tCO ₂ -e·a ⁻¹

$$\Delta C_{BSL,t} = \text{第 } t \text{ 年时的基线碳汇量； tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$$

$$t = 1, 2, 3, \dots \text{项目开始以后的年数}$$

6. 监测程序

项目参与方在编制项目设计文件时，必须制定详细的监测计划，提供监测报告和核查所有必需的相关证明材料和数据，包括：

- 证明项目符合和满足本方法学适用条件的证明材料；
- 计算所选碳库及其碳储量变化的证明材料和数据；
- 计算项目边界内排放和泄漏的证明材料和数据。

上述所有数据均须按照相关标准进行监测和测定。监测过程的所有数据均须同时以纸质和电子版方式归档保存，且至少保存至计入期结束后 2 年。

6.1. 基线碳汇量的监测

在编制项目设计文件时，通过事前计量确定基线碳汇量。一旦项目被审定和注册，在项目计入期内就是有效的，因此不需要对基线碳汇量进行监测。

6.2. 项目活动的监测

项目参与方需对项目运行期内的所有造林活动、营林活动以及与温室气体排放有关的活动进行监测，主要包括：

- (a) 造林活动：包括确定种源、育苗、林地清理和整地方式、栽植、成活率和保存率调查、补植、除草、施肥等措施；
- (b) 营林活动：抚育、间伐、施肥、主伐、更新、病虫害防治和防火措施等；
- (c) 项目边界内森林灾害（毁林、林火、病虫害）发生情况（时间、地点、面积、边界等）。

6.3. 项目边界的监测

碳汇造林项目活动的实际边界有可能与项目设计的边界不完全一致，难免出现偏差。为了获得真实、可靠的减排量，在整个项目运行期内，必须对项目活动的实际边界进行监测。每次监测时，必须就下述各项进行测定、记录和归档：

- (1) 确定每个项目地块造林的实际边界（以林缘为界）；
- (2) 检查造林地块的实际边界与项目设计的边界是否一致；

- (3) 如果实际边界位于项目设计边界之外，则项目边界之外的部分不能纳入监测的范围；
- (4) 如果实际边界位于项目设计边界之内，则应以实际边界为准；
- (5) 如果由于发生毁林、火灾或病虫害等导致项目边界内的土地利用方式发生变化（转化为其它土地利用方式），应确定其具体位置和面积，并将发生土地利用变化的地块调整到边界之外，并在下次核查中予以说明。但是已移出项目边界的地块，在以后不能再纳入项目边界内。而且，如果移出项目边界的地块以前进行过核查，其前期经核查的碳储量应保持不变，纳入碳储量变化的计算中。
- (6) 任何边界的变化都必须采用全球卫星定位系统（GPS）或其它卫星定位系统直接测定项目地块边界的拐点坐标，也可采用适当的空间数据（如 1:10000 地形图、卫星影像、航片等），辅以地理信息系统界定地块边界坐标。

6.4. 事后项目分层

事后项目分层可在事前分层的基础上进行，并根据实际造林情况、造林模式等进行调整。如果项目活动边界内出现下述原因，则在每次监测前须对上一次的分层进行更新或调整：

- (1) 造林项目活动与项目设计不一致，如造林时间、树种选择和配置、造林地块的边界等发生变化；
- (2) 项目活动的干扰（如间伐、施肥等）影响了项目碳层内部的均一性；
- (3) 发生火灾或土地利用变化（如毁林）导致项目边界发生变化；
- (4) 通过上一次监测发现，同一碳层碳储量及其变化具有很高的不确定性，在下一次监测前需对该碳层进行重新调整，将该碳层划分成两个或多个碳层；如果上一次监测发现，两个或多个碳层具有相近的碳储量及其变化，则可考虑将这些不同的碳层合并成一个碳层，以降低监测工作量。

6.5. 抽样设计

本方法学要求达到 90%可靠性水平下 90%的精度要求。如果测定的精度低于该值，项目参与方可通过增加样地数量，从而使测定结果达到精度要求，也可以选择打折的方法（详见 6.12）。

项目监测所需的样地数量，可以采用如下方法进行计算：

- (1) 根据公式（29）计算样地数量 n 。如果得到 $n \geq 30$ ，则最终的样地数即为 n 值；如果 $n < 30$ ，则需要采用自由度为 $n-1$ 时的 t 值，运用公式（29）进行第二次迭代计算，得到的 n 值即为最终的样地数；

$$n = \frac{N * t_{VAL}^2 * \left(\sum_i w_i * s_i \right)^2}{N * E^2 + t_{VAL}^2 * \sum_i w_i * s_i^2} \quad \text{公式 (29)}$$

式中:

- n = 项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量; 无量纲
- N = 项目边界内监测样地的抽样总体, $N=A/A_p$, 其中 A 是项目总面积 (ha), A_p 是样地面积 (一般为 0.0667ha); 无量纲
- t_{VAL} = 可靠性指标。在一定的可靠性水平下, 自由度为无穷 (∞) 时查 t 分布双侧 t 分位数表的 t 值; 无量纲
- w_i = 项目边界内第 i 项目碳层的面积权重, $w_i=A_i/A$, 其中 A 是项目总面积 (ha), A_i 是第 i 项目碳层的面积 (ha); 无量纲
- s_i = 项目边界内第 i 项目碳层生物质碳储量估计值的标准差; $t \text{ C} \cdot \text{ha}^{-1}$
- E = 项目生物质碳储量估计值允许的误差范围 (即置信区间的一半), 在每一碳层内用 s_i 表示; $t \text{ C} \cdot \text{ha}^{-1}$
- i = 1, 2, 3……项目碳层

- (2) 当抽样面积较大时 (抽样面积大于项目面积的 5%), 按公式 (29) 进行计算获得样地数 n 之后, 按公式 (30) 对 n 值进行调整, 从而确定最终的样地数 (n_a):

$$n_a = n * \frac{1}{1 + n / N} \quad \text{公式 (30)}$$

式中:

- n_a = 调整后项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量; 无量纲
- n = 项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量; 无量纲
- N = 项目边界内监测样地的抽样总体; 无量纲

- (3) 当抽样面积较小时 (抽样面积小于项目面积的 5%), 可以采用简化公式 (31) 计算:

$$n = \left(\frac{t_{VAL}}{E} \right)^2 * \left(\sum_i w_i * s_i \right)^2 \quad \text{公式 (31)}$$

式中:

- n = 项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量; 无量纲
- t_{VAL} = 可靠性指标。在一定的可靠性水平下, 自由度为无穷 (∞) 时查 t 分布双侧 t 分位数表的 t 值; 无量纲
- w_i = 项目边界内第 i 项目碳层的面积权重; 无量纲
- s_i = 项目边界内第 i 项目碳层生物质碳储量估计值的标准差; $t \text{ C} \cdot \text{ha}^{-1}$

E = 项目生物质碳储量估计值允许的误差范围（即置信区间的一半），在每一碳层内用 s_i 表示； $\text{t C}\cdot\text{ha}^{-1}$

i = 1, 2, 3……项目碳层

(4) 分配到各层的监测样地数量，采用最优分配法按公式（32）进行计算：

$$n_i = n * \frac{w_i * s_i}{\sum_i w_i * s_i} \quad \text{公式（32）}$$

式中：

n_i = 项目边界内第 i 项目碳层估算生物质碳储量所需的监测样地数量；无量纲

n = 项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量；无量纲

w_i = 项目边界内第 i 项目碳层的面积权重；无量纲

s_i = 项目边界内第 i 项目碳层生物质碳储量估计值的标准差； $\text{t C}\cdot\text{ha}^{-1}$

i = 1, 2, 3……项目碳层

6.6. 样地设置

项目参与方须基于固定样地的连续测定方法，采用“碳储量变化法”测定和估计相关碳库中碳储量的变化。在各项目碳层内，样地的空间分配采用随机起点、系统布点的布设方案。为了避免边际效应，样地边缘应离地块边界至少 10m 以上。

在测定和监测项目边界内的碳储量变化时，可采用矩形或圆形样地。样地水平面积为 0.04~0.06ha。在同一个造林项目中，所有样地的面积应当相同。

样地内林木和管理方式（如施肥、间伐、采伐、更新等）应与样地外的林木完全一致。记录每个样地的行政位置、小地名和 GPS 坐标、造林树种、模式和造林时间等信息。如果一个层包括多个地块，应采用下述方法以保证样地在碳层内尽可能均匀分布：

- 根据各碳层的面积及其样地数量，计算每个样地代表的平均面积；
- 根据地块的面积，计算每个地块的样地数量，计算结果不为整数时，采用四舍五入的方式解决。

固定样地复位率需达 100%，检尺样木复位率 $\geq 98\%$ 。为此，需对样地的四个角采用 GPS 或罗盘仪引线定位，埋设地下标桩。复位时利用 GPS 导航，用罗盘仪和明显地物标按历次调查记录的方位、距离引线定位找点。

6.7. 监测频率

造林项目固定样地的监测频率为每 3-10 年一次。根据主要造林树种的生物学特性，在项目设计阶段确定固定样地监测频率。如南方速生树种人工林，可 3 年监测一次固定样地；北

方的慢生树种人工林，10 年监测一次固定样地；中生树种人工林可 5 年监测一次。首次监测时间由项目实施主体根据项目设计自行选择，但首次监测时间的选择要避免引起未来的监测时间与项目碳储量的峰值出现时间重合。由于间伐和主伐均会导致碳储量降低，为使监测时间不与碳储量的峰值出现时间重合，就需要对首次监测时间或间伐和主伐时间进行精心设计，避免在采伐或间伐后一年内监测，或在监测后一年内采伐或间伐，否则必须对首次监测时间或者对间伐和主伐时间进行重新调整。

6.8. 林木生物质碳储量的监测

第一步：样地每木检尺，实测样地内所有活立木的胸径（DBH）和/或树高（H），起测胸径为 5.0cm。

第二步：采用“生物量方程法”（公式（5））计算样地内各树种的林木生物量；或利用材积表（或材积公式）计算单株林木树干材积，采用“生物量扩展因子法”（公式（6））计算样地内各树种的林木生物量。将样地内各树种的林木生物量累加，得到样地水平生物量。采用公式（4）根据样地林木生物量计算样地水平的林木生物质碳储量、各碳层的平均单位面积林木生物质碳储量。

第三步：计算第 i 层样本平均数（平均单位面积林木生物质碳储量的估计值）及其方差：

$$c_{TREE,i,t} = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} c_{TREE,p,i,t}}{n_i} \quad \text{公式（33）}$$

$$S_{C_{TREE,i,t}}^2 = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} (c_{TREE,p,i,t} - c_{TREE,i,t})^2}{n_i * (n_i - 1)} \quad \text{公式（34）}$$

式中：

$c_{TREE,i,t}$	第 t 年第 i 项目碳层平均单位面积林木生物质碳储量的估计值； t $\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{ha}^{-1}$
$c_{TREE,p,i,t}$	第 t 年第 i 项目碳层样地 p 的单位面积林木生物质碳储量； t $\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{ha}^{-1}$
n_i	第 i 项目碳层的样地数
$S_{C_{TREE,i,t}}^2$	第 t 年第 i 项目碳层平均单位面积林木生物质碳储量估计值的方差； $(t$ $\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{ha}^{-1})^2$
p	1,2,3.....第 i 项目碳层中的样地
i	1,2,3.....项目碳层
t	1,2,3.....自项目活动开始以来的年数

第四步：计算项目总体平均数估计值（平均单位面积林木生物质碳储量的估计值）及其

方差：

$$c_{TREE,t} = \sum_{i=1}^M (w_i * c_{TREE,i,t}) \quad \text{公式 (35)}$$

$$S_{C_{TREE,t}}^2 = \sum_{i=1}^M \left(w_i^2 * \frac{S_{C_{TREE,i,t}}^2}{n_i} \right) \quad \text{公式 (36)}$$

式中：

$c_{TREE,t}$	=	第 t 年项目边界内的平均单位面积林木生物质碳储量的估计值； t CO ₂ -e·ha ⁻¹
w_i	=	第 i 项目碳层面积与项目总面积之比， $w_i=A_i/A$ ； 无量纲
$c_{TREE,i,t}$	=	第 t 年第 i 项目碳层的平均单位面积林木生物质碳储量的估计值； t CO ₂ -e·ha ⁻¹
$S_{C_{TREE,t}}^2$	=	第 t 年，项目总体平均数（平均单位面积林木生物质碳储量）估计值的 方差； (t CO ₂ -e·ha ⁻¹) ²
$S_{C_{TREE,i,t}}^2$	=	第 t 年第 i 项目碳层平均单位面积林木生物质碳储量估计值的方差； (t CO ₂ -e·ha ⁻¹) ²
n_i	=	第 i 项目碳层的样地数
M	=	项目边界内估算林木生物质碳储量的分层总数
p	=	1,2,3.....第 i 项目碳层中的样地
i	=	1,2,3.....项目碳层
t	=	1,2,3.....自项目活动开始以来的年数

第五步：计算项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量的不确定性：

$$u_{C_{TREE,t}} = \frac{t_{VAL} * S_{C_{TREE,t}}}{c_{TREE,t}} \quad \text{公式 (37)}$$

式中：

$u_{C_{TREE,t}}$	=	第 t 年，项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量的估计值的不确定性（相对误差限）； %。要求相对误差不大于 10%，即抽样精度不低于 90%。
t_{VAL}	=	可靠性指标：自由度等于 $n-M$ （其中 n 是项目边界内样地总数， M 是林木生物量估算的分层总数），置信水平为 90%，查 t 分布双侧分位数表获得。例如：置信水平为 90%，自由度为 45 时，双侧 t 分布的 t 值在 Excel 电子表中输入 “=TINV(0.10,45)” 可以计算得到 t 值为 1.6794。
$S_{C_{TREE,t}}$	=	第 t 年，项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量的估计值的方差的

平方根（即标准误差）； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{ha}^{-1}$

第六步：计算第 t 年项目边界内的林木生物质总碳储量：

$$C_{TREE,t} = A * c_{TREE,t} \quad \text{公式（38）}$$

式中：

$C_{TREE,t}$ = 第 t 年项目边界内林木生物质碳储量的估计值； $t \text{ CO}_2\text{-e}$

A = 项目边界内各碳层的面积总和；ha

$c_{TREE,t}$ = 第 t 年项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量估计值； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{ha}^{-1}$

t = 1,2,3,.....自项目活动开始以来的年数

第七步：计算项目边界内林木生物质碳储量的年变化量。假设一段时间内，林木生物量的变化是线性的：

$$dC_{TREE(t_1,t_2)} = \frac{C_{TREE,t_2} - C_{TREE,t_1}}{T} \quad \text{公式（39）}$$

式中：

$dC_{TREE(t_1,t_2)}$ = 第 t_1 年和第 t_2 年之间项目边界内林木生物质碳储量的年变化量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

$C_{TREE,t}$ = 第 t 年时项目边界内林木生物质碳储量估计值； $t \text{ CO}_2\text{-e}$

T = 两次连续测定的时间间隔（ $T = t_2 - t_1$ ）；a

t_1, t_2 = 自项目活动开始以来的第 t_1 年和第 t_2 年

首次核查时，将项目活动开始时林木生物量的碳储量赋值给公式（33）中的变量 $c_{TREE,i,t}$ ，即：首次核证时 $c_{TREE,i,t_1} = c_{TREE_BSL}$ ，此时， $t_1 = 0$ ， $t_2 =$ 首次核查的年份。

第八步：计算核查期内第 t 年（ $t_1 \leq t \leq t_2$ ）时项目边界内林木生物质碳储量的变化量：

$$\Delta C_{TREE,t} = dC_{TREE,(t_1,t_2)} * 1 \quad \text{公式（40）}$$

式中：

$\Delta C_{TREE,t}$ = 第 t 年时项目边界内林木生物质碳储量的年变化量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

$dC_{TREE(t_1,t_2)}$ = 第 t_1 年和第 t_2 年之间项目边界内林木生物质碳储量的年变化量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

1 = 1 年；a

6.9. 灌木生物质碳储量的监测

灌木生物质碳储量的监测，可通过监测各碳层灌木盖度，采用 5.8.2 节的缺省方法进行计算。在某些情况下（例如开展以灌木为主的造林活动），项目参与方也可采用下述方法进行

行监测：

灌木林的生物量通常与地径、分枝数、灌高和冠径有关，为此，可采用生物量方程的方法来监测灌木林生物量碳库中的碳储量。

第一步：在第 i 项目碳层样地 p 内设置样方 k （面积 $\geq 2\text{m}^2$ ），测定样方内灌木的地径、高、冠幅和枝数等，利用一元或多元生物量方程，计算样地 p 内灌木的单位面积生物量：

$$b_{Shrub,i,p,t} = \frac{\sum_{k=1} \sum_{j=1} [f_{Shrub,j}(x_1, x_2, x_3 \cdots) * N_{i,p,k,j,t} * CF_{S,j} * (1 + R_{S,j})]}{\sum_{k=1} A_{Shrub,i,p,k,t}} * \frac{1}{100} \quad \text{公式 (41)}$$

式中：

- $b_{Shrub,i,p,t}$ = 第 t 年时项目边界内第 i 项目碳层样地 p 内的平均单位面积灌木生物量； $\text{t d.m} \cdot \text{ha}^{-1}$
- $f_{Shrub,j}(x_1, x_2, x_3 \cdots)$ = 第 j 类灌木地上生物量与灌木测树因子 $(x_1, x_2, x_3 \cdots)$ （如基径、高、冠幅、灌径等）的单枝生物量方程； $\text{g d.m} \cdot \text{枝}^{-1}$
- $N_{i,p,k,j}$ = 第 i 项目碳层样地 p 样方 k 内第 j 类灌木的枝数； 枝
- $CF_{S,j}$ = 第 j 类灌木的生物量含碳率； g C (g d.m.)^{-1} 或 t C (t d.m.)^{-1}
- $R_{S,j}$ = 第 j 类灌木的地下生物量/地上生物量比值； 无量纲
- $A_{Shrub,i,p,k,t}$ = 第 t 年时第 i 项目碳层样地 p 内样方 k 的面积； m^2
- i = 1, 2, 3, ……项目碳层
- p = 1, 2, 3, ……第 i 项目碳层内的样地
- k = 1, 2, 3, ……样地 p 内的样方
- j = 1, 2, 3, ……灌木类型 j
- t = 1, 2, 3, ……自项目活动开始以来的年数
- $\frac{1}{100}$ = 将 $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 转换成 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 的系数

第二步：计算第 i 项目碳层平均单位面积灌木生物物质碳储量的估计值及其方差，参考公式 (33)，公式 (34)，用 $c_{Shrub,i,t}$ 替换其中的 $c_{TREE,i,t}$ ，用 $c_{Shrub,i,p,t}$ 替换其中的 $c_{TREE,i,p,t}$ ；

第三步：计算项目边界内平均单位面积灌木生物物质碳储量的估计值及其方差，参考公式 (35)，公式 (36)，用 $c_{Shrub,t}$ 替换其中的 $c_{TREE,t}$ ，用 $c_{Shrub,i,t}$ 替换其中的 $c_{TREE,i,t}$ ，用 $S_{cShrub,t}$ 替换其中的 $S_{cTREE,t}$ ；

第四步：计算项目边界内平均单位面积灌木生物物质碳储量估计值的不确定性，参考公式 (36)，用 $u_{cShrub,t}$ 替换其中的 $u_{cTREE,t}$ ；

第五步：计算第 t 年项目边界内的灌木总生物物质碳储量估计值，参考公式 (37)，用 $c_{Shrub,t}$

替换其中的 $c_{TREE,t}$ ，用 $C_{Shrub,t}$ 替换其中的 $C_{TREE,t}$ ；

第六步：计算第 t 年项目边界内灌木生物质碳储量的碳储量，参考公式（38）用 $c_{Shrub,t}$ 替换其中的 $c_{TREE,t}$ ，用 $C_{Shrub,t}$ 替换其中的 $C_{TREE,t}$ ，用 CF_S 替换 CF_{TREE} ；

第七步：计算项目边界内灌木生物质碳储量的年变化量。假定一段时间内，灌木生物量变化是线性增长的。参考公式（39），用 $C_{Shrub,t}$ 替换其中的 $C_{TREE,t}$ ，用 $dC_{SHRUB(t1,t2)}$ 替换 $dC_{TREE(t1,t2)}$ ；

第八步：计算核查期内第 t 年（ $t_1 \leq t \leq t_2$ ）时项目边界内灌木生物质碳储量的变化量，参考公式（40），用 $dC_{SHRUB(t1,t2)}$ 替换 $dC_{TREE(t1,t2)}$ ，用 $\Delta C_{SHRUB,t}$ 替换 $\Delta C_{TREE,t}$ 。

6.10. 项目边界内枯落物、枯死木和土壤有机碳库的监测

项目边界内枯落物、枯死木和土壤有机碳库碳储量及其变化在项目事前计量阶段进行了预估。根据保守性原则和成本有效性原则，项目参与方可以选择不再对上述几类碳库进行监测。

但是如果项目活动或项目边界发生变化，项目参与方要根据调整后的项目边界和事后项目分层，采用项目事前计量的方法重新计算项目边界内枯落物、枯死木和土壤有机碳库的碳储量及其变化。

6.11. 项目边界内的温室气体排放增加量的监测

根据监测计划，详细记录项目边界内每一次森林火灾（如果有）发生的时间、面积、地理边界等信息，参考公式（25）、公式（26）、公式（27），计算项目边界内由于森林火灾燃烧地上生物量所引起的温室气体排放（ $GHG_{E,t}$ ）。

6.12. 精度控制与矫正

以林木为例（灌木的方法相同），林木平均生物量最大允许相对误差的计算公式如下：

$$RE_{\max} = u_{b_{TREE,t}} \quad \text{公式（42）}$$

式中：

$RE_{\max}$ = 最大允许相对误差%

$u_{b_{TREE,t}}$ = 第 t 年时项目边界内平均单位面积林木碳储量的不确定性；%

t = 1,2,3.....自项目活动开始以来的年数

如果 $RE_{\max}$ 大于 10%（即抽样精度小于 90%），项目参与方可决定：

- 额外增加样地数量；或

- 估算碳储量变化时，予以扣减。

设置额外样地，最大允许相对误差范围内所需的样地数目根据上述“抽样设计”（第 6.5 节）进行计算。

对碳储量变化进行扣减时，采用下列方法：

- 如果 $\Delta C_{TREE(t_1,t_2)} \geq 0$ ，则：

$$\Delta C_{TREE,t} = \Delta C_{TREE(t_1,t_2)} * (1 - DR) \quad \text{公式 (43)}$$

- 如果 $\Delta C_{TREE(t_1,t_2)} < 0$ ，则：

$$\Delta C_{TREE,t} = \Delta C_{TREE(t_1,t_2)} * (1 + DR) \quad \text{公式 (44)}$$

式中：

$\Delta C_{TREE(t_1,t_2)}$ = 在前次监测时间 t_1 和后次监测时间 t_2 之间，项目边界内林木生物质碳储量的变化量； t CO₂-e

DR = 扣减率； %

t = 1,2,3.....自项目活动开始以来的年数

扣减率（ DR ）可从下列表格中获得。

表 6-1 扣减率

相对误差范围	扣减率（DR）
小于或等于 10%	0%
大于 10%但小于或等于 20%	6%
大于 20%但小于或等于 30%	11%
大于 30%	须额外增加样地数量，从而使测定结果达到精度要求

6.13. 不需要监测的数据和参数

不需要监测的数据和参数，是指可以直接采用缺省值、或只需一次性测定即可适用于本方法学的数据和参数。

数据/参数	$CF_{TREE,j}$
数据单位	t C (t d.m.) ⁻¹
应用的公式编号	公式（4），公式（13）
描述	树种 j 生物量中的含碳率，用于将生物量转换成碳含量

数据源	数据源优先顺序： (a) 项目参与方测定的当地相关树种的参数（需提供透明和可核实的资料来证明）； (b) 现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的数据； (c) 省级的数据（如省级温室气体清单）； (d) 国家级的数据（如国家温室气体清单），见下表；					
	中国主要优势树种（组）生物量含碳率（CF）参考值 单位：t C (t d.m.) ⁻¹					
	优势树种(组)	CF	优势树种(组)	CF	优势树种(组)	CF
	桉树	0.525	楝树	0.485	铁杉	0.502
	柏木	0.510	柳杉	0.524	桐类	0.470
	檫木	0.485	柳树	0.485	相思	0.485
	池杉	0.503	落叶松	0.521	杨树	0.496
	赤松	0.515	马尾松	0.460	硬阔类	0.497
	榎树	0.439	木荷	0.497	油杉	0.500
	枫香	0.497	木麻黄	0.498	油松	0.521
	高山松	0.501	楠木	0.503	榆树	0.497
	国外松	0.511	泡桐	0.470	云南松	0.511
	黑松	0.515	其它杉类	0.510	云杉	0.521
	红松	0.511	其它松类	0.511	杂木	0.483
	华山松	0.523	软阔类	0.485	樟树	0.492
	桦木	0.491	杉木	0.520	樟子松	0.522
	火炬松	0.511	湿地松	0.511	针阔混	0.498
	阔叶混	0.490	水胡黄	0.497	针叶混	0.510
	冷杉	0.500	水杉	0.501	紫杉	0.510
	栎类	0.500	思茅松	0.522		
	来源：《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》“土地利用变化与林业温室气体清单”（2013）					
测定步骤	采用国家森林资源调查使用的标准操作规程（SOPs）。如果没有，可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的 SOPs 程序					
说明	在基线情景下用 $CF_{TREE\ BSL,i,j}$ 表示；在项目情景下用 $CF_{TREE\ PROJ,i,j}$ 表示					

数据/参数	$f_j(x1_{i,b}, x2_{i,b}, x3_{i,b}, \dots)$
数据单位	t d.m
应用的公式编号	公式（5）
描述	将树种 j 的测树因子 $(x1, x2, x3, \dots)$ （如胸径、树高等）转换为林木生物量的生物量方程
数据源	数据源优先顺序： (a) 项目参与方根据实测当地相关树种的测树因子，构建的生物量方程（需提供透明和可核实的资料来证明）；

	(b) 现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的生物量方程（见附件）； (c) 省级的生物量方程（如省级森林资源清查、省级温室气体清单）； (d) 国家级的生物量方程（如国家森林资源清查、国家温室气体清单）。
测定步骤	采用国家森林资源调查使用的标准操作规程（SOPs）。如果没有，可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的 SOPs 程序。
说明	

数据/参数	$R_{TREE\ j}$																																																																																																																
数据单位	无量纲																																																																																																																
应用的公式编号	公式（5）公式（6）																																																																																																																
描述	树种 j 的地下生物量/地上生物量的比值，用于将树干生物量转换全林生物量																																																																																																																
数据源	数据源优先顺序： (a) 项目参与方测定的当地相关树种的参数（需提供透明和可核实的资料来证明）； (b) 现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的数据； (c) 省级的数据（如省级温室气体清单）； (d) 国家级的数据（如国家温室气体清单），见下表： 中国主要优势树种（组）地下生物量/地上生物量比值（R）参考值 <table border="1"> <thead> <tr> <th>优势树种(组)</th><th>R</th><th>优势树种(组)</th><th>R</th><th>优势树种(组)</th><th>R</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>桉树</td><td>0.221</td><td>楝树</td><td>0.289</td><td>铁杉</td><td>0.277</td></tr> <tr><td>柏木</td><td>0.220</td><td>柳杉</td><td>0.267</td><td>桐类</td><td>0.269</td></tr> <tr><td>檫木</td><td>0.270</td><td>柳树</td><td>0.288</td><td>相思</td><td>0.207</td></tr> <tr><td>池杉</td><td>0.435</td><td>落叶松</td><td>0.212</td><td>杨树</td><td>0.227</td></tr> <tr><td>赤松</td><td>0.236</td><td>马尾松</td><td>0.187</td><td>硬阔类</td><td>0.261</td></tr> <tr><td>椴树</td><td>0.201</td><td>木荷</td><td>0.258</td><td>油杉</td><td>0.277</td></tr> <tr><td>枫香</td><td>0.398</td><td>木麻黄</td><td>0.213</td><td>油松</td><td>0.251</td></tr> <tr><td>高山松</td><td>0.235</td><td>楠木</td><td>0.264</td><td>榆树</td><td>0.621</td></tr> <tr><td>国外松</td><td>0.206</td><td>泡桐</td><td>0.247</td><td>云南松</td><td>0.146</td></tr> <tr><td>黑松</td><td>0.280</td><td>其它杉类</td><td>0.277</td><td>云杉</td><td>0.224</td></tr> <tr><td>红松</td><td>0.221</td><td>其它松类</td><td>0.206</td><td>杂木</td><td>0.289</td></tr> <tr><td>华山松</td><td>0.170</td><td>软阔类</td><td>0.289</td><td>樟树</td><td>0.275</td></tr> <tr><td>桦木</td><td>0.248</td><td>杉木</td><td>0.246</td><td>樟子松</td><td>0.241</td></tr> <tr><td>火炬松</td><td>0.206</td><td>湿地松</td><td>0.264</td><td>针阔混</td><td>0.248</td></tr> <tr><td>阔叶混</td><td>0.262</td><td>水胡黄</td><td>0.221</td><td>针叶混</td><td>0.267</td></tr> <tr><td>冷杉</td><td>0.174</td><td>水杉</td><td>0.319</td><td>紫杉</td><td>0.277</td></tr> <tr><td>栎类</td><td>0.292</td><td>思茅松</td><td>0.145</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> 来源：《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》“土地利用变化与林业温室气体清单”（2013）					优势树种(组)	R	优势树种(组)	R	优势树种(组)	R	桉树	0.221	楝树	0.289	铁杉	0.277	柏木	0.220	柳杉	0.267	桐类	0.269	檫木	0.270	柳树	0.288	相思	0.207	池杉	0.435	落叶松	0.212	杨树	0.227	赤松	0.236	马尾松	0.187	硬阔类	0.261	椴树	0.201	木荷	0.258	油杉	0.277	枫香	0.398	木麻黄	0.213	油松	0.251	高山松	0.235	楠木	0.264	榆树	0.621	国外松	0.206	泡桐	0.247	云南松	0.146	黑松	0.280	其它杉类	0.277	云杉	0.224	红松	0.221	其它松类	0.206	杂木	0.289	华山松	0.170	软阔类	0.289	樟树	0.275	桦木	0.248	杉木	0.246	樟子松	0.241	火炬松	0.206	湿地松	0.264	针阔混	0.248	阔叶混	0.262	水胡黄	0.221	针叶混	0.267	冷杉	0.174	水杉	0.319	紫杉	0.277	栎类	0.292	思茅松	0.145		
优势树种(组)	R	优势树种(组)	R	优势树种(组)	R																																																																																																												
桉树	0.221	楝树	0.289	铁杉	0.277																																																																																																												
柏木	0.220	柳杉	0.267	桐类	0.269																																																																																																												
檫木	0.270	柳树	0.288	相思	0.207																																																																																																												
池杉	0.435	落叶松	0.212	杨树	0.227																																																																																																												
赤松	0.236	马尾松	0.187	硬阔类	0.261																																																																																																												
椴树	0.201	木荷	0.258	油杉	0.277																																																																																																												
枫香	0.398	木麻黄	0.213	油松	0.251																																																																																																												
高山松	0.235	楠木	0.264	榆树	0.621																																																																																																												
国外松	0.206	泡桐	0.247	云南松	0.146																																																																																																												
黑松	0.280	其它杉类	0.277	云杉	0.224																																																																																																												
红松	0.221	其它松类	0.206	杂木	0.289																																																																																																												
华山松	0.170	软阔类	0.289	樟树	0.275																																																																																																												
桦木	0.248	杉木	0.246	樟子松	0.241																																																																																																												
火炬松	0.206	湿地松	0.264	针阔混	0.248																																																																																																												
阔叶混	0.262	水胡黄	0.221	针叶混	0.267																																																																																																												
冷杉	0.174	水杉	0.319	紫杉	0.277																																																																																																												
栎类	0.292	思茅松	0.145																																																																																																														

测定步骤	采用国家森林资源调查使用的标准操作规程 (SOPs)。如果没有, 可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的 SOPs 程序。
说明	在基线情景下用 R_{TREE_BSLj} 表示; 在项目情景下用 R_{TREE_PROJj} 表示

数据/参数	$D_{TREE,j}$																																																																																																												
数据单位	$t\ d.m.m^{-3}$																																																																																																												
应用的公式编号	公式（6）																																																																																																												
描述	树种 j 的基本木材密度，用于将树干材积转换为树干生物量																																																																																																												
数据源	数据源优先顺序： （a）项目参与方测定的当地相关树种的参数（需提供透明和可核实的资料来证明）； （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的数据； （c）省级的数据（如省级温室气体清单）； （d）国家级的数据（如国家温室气体清单），见下表： 中国主要优势树种（组）基本木材密度（D）参考值 单位：$t\ d.m.m^{-3}$ <table><tr><th>优势树种(组)</th><th>D</th><th>优势树种(组)</th><th>D</th><th>优势树种(组)</th><th>D</th></tr><tr><td>桉树</td><td>0.578</td><td>楝树</td><td>0.443</td><td>铁杉</td><td>0.442</td></tr><tr><td>柏木</td><td>0.478</td><td>柳杉</td><td>0.294</td><td>桐类</td><td>0.239</td></tr><tr><td>樟木</td><td>0.477</td><td>柳树</td><td>0.443</td><td>相思</td><td>0.443</td></tr><tr><td>池杉</td><td>0.359</td><td>落叶松</td><td>0.490</td><td>杨树</td><td>0.378</td></tr><tr><td>赤松</td><td>0.414</td><td>马尾松</td><td>0.380</td><td>硬阔类</td><td>0.598</td></tr><tr><td>榎树</td><td>0.420</td><td>木荷</td><td>0.598</td><td>油杉</td><td>0.448</td></tr><tr><td>枫香</td><td>0.598</td><td>木麻黄</td><td>0.443</td><td>油松</td><td>0.360</td></tr><tr><td>高山松</td><td>0.413</td><td>楠木</td><td>0.477</td><td>榆树</td><td>0.598</td></tr><tr><td>国外松</td><td>0.424</td><td>泡桐</td><td>0.443</td><td>云南松</td><td>0.483</td></tr><tr><td>黑松</td><td>0.493</td><td>其它杉类</td><td>0.359</td><td>云杉</td><td>0.342</td></tr><tr><td>红松</td><td>0.396</td><td>其它松类</td><td>0.424</td><td>杂木</td><td>0.515</td></tr><tr><td>华山松</td><td>0.396</td><td>软阔类</td><td>0.443</td><td>樟树</td><td>0.460</td></tr><tr><td>桦木</td><td>0.541</td><td>杉木</td><td>0.307</td><td>樟子松</td><td>0.375</td></tr><tr><td>火炬松</td><td>0.424</td><td>湿地松</td><td>0.424</td><td>针阔混</td><td>0.486</td></tr><tr><td>阔叶混</td><td>0.482</td><td>水胡黄</td><td>0.464</td><td>针叶混</td><td>0.405</td></tr><tr><td>冷杉</td><td>0.366</td><td>水杉</td><td>0.278</td><td>紫杉</td><td>0.359</td></tr><tr><td>栎类</td><td>0.676</td><td>思茅松</td><td>0.454</td><td></td><td></td></tr></table> 来源：《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》“土地利用变化与林业温室气体清单”（2013）	优势树种(组)	D	优势树种(组)	D	优势树种(组)	D	桉树	0.578	楝树	0.443	铁杉	0.442	柏木	0.478	柳杉	0.294	桐类	0.239	樟木	0.477	柳树	0.443	相思	0.443	池杉	0.359	落叶松	0.490	杨树	0.378	赤松	0.414	马尾松	0.380	硬阔类	0.598	榎树	0.420	木荷	0.598	油杉	0.448	枫香	0.598	木麻黄	0.443	油松	0.360	高山松	0.413	楠木	0.477	榆树	0.598	国外松	0.424	泡桐	0.443	云南松	0.483	黑松	0.493	其它杉类	0.359	云杉	0.342	红松	0.396	其它松类	0.424	杂木	0.515	华山松	0.396	软阔类	0.443	樟树	0.460	桦木	0.541	杉木	0.307	樟子松	0.375	火炬松	0.424	湿地松	0.424	针阔混	0.486	阔叶混	0.482	水胡黄	0.464	针叶混	0.405	冷杉	0.366	水杉	0.278	紫杉	0.359	栎类	0.676	思茅松	0.454		
优势树种(组)	D	优势树种(组)	D	优势树种(组)	D																																																																																																								
桉树	0.578	楝树	0.443	铁杉	0.442																																																																																																								
柏木	0.478	柳杉	0.294	桐类	0.239																																																																																																								
樟木	0.477	柳树	0.443	相思	0.443																																																																																																								
池杉	0.359	落叶松	0.490	杨树	0.378																																																																																																								
赤松	0.414	马尾松	0.380	硬阔类	0.598																																																																																																								
榎树	0.420	木荷	0.598	油杉	0.448																																																																																																								
枫香	0.598	木麻黄	0.443	油松	0.360																																																																																																								
高山松	0.413	楠木	0.477	榆树	0.598																																																																																																								
国外松	0.424	泡桐	0.443	云南松	0.483																																																																																																								
黑松	0.493	其它杉类	0.359	云杉	0.342																																																																																																								
红松	0.396	其它松类	0.424	杂木	0.515																																																																																																								
华山松	0.396	软阔类	0.443	樟树	0.460																																																																																																								
桦木	0.541	杉木	0.307	樟子松	0.375																																																																																																								
火炬松	0.424	湿地松	0.424	针阔混	0.486																																																																																																								
阔叶混	0.482	水胡黄	0.464	针叶混	0.405																																																																																																								
冷杉	0.366	水杉	0.278	紫杉	0.359																																																																																																								
栎类	0.676	思茅松	0.454																																																																																																										
测定步骤	采用国家森林资源调查使用的标准操作规程（SOPs）。如果没有，可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的 SOPs 程序																																																																																																												
说明	在基线情景下用 $D_{TREE\ BSL,j}$ 表示；在项目情景下用 $D_{TREE\ PROJ,j}$ 表示																																																																																																												

数据/参数	$BEF_{TREE,j}$																																																																																																												
数据单位	无量纲																																																																																																												
应用的公式编号	公式（6）																																																																																																												
描述	树种 j 的生物量扩展因子，用于将树干生物量转换为地上生物量																																																																																																												
数据源	数据源优先顺序： （a）项目参与方测定的当地相关树种的参数（需提供透明和可核实的资料来证明）； （b）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的数据； （c）省级的数据（如省级温室气体清单）； （d）国家级的数据（如国家温室气体清单），见下表： 中国主要优势树种（组）生物量扩展因子（BEF）参考值 <table><tr><th>优势树种(组)</th><th>BEF</th><th>优势树种(组)</th><th>BEF</th><th>优势树种(组)</th><th>BEF</th></tr><tr><td>桉树</td><td>1.263</td><td>楝树</td><td>1.586</td><td>铁杉</td><td>1.667</td></tr><tr><td>柏木</td><td>1.732</td><td>柳杉</td><td>2.593</td><td>桐类</td><td>1.926</td></tr><tr><td>檫木</td><td>1.483</td><td>柳树</td><td>1.821</td><td>相思</td><td>1.479</td></tr><tr><td>池杉</td><td>1.218</td><td>落叶松</td><td>1.416</td><td>杨树</td><td>1.446</td></tr><tr><td>赤松</td><td>1.425</td><td>马尾松</td><td>1.472</td><td>硬阔类</td><td>1.674</td></tr><tr><td>榎树</td><td>1.407</td><td>木荷</td><td>1.894</td><td>油杉</td><td>1.667</td></tr><tr><td>枫香</td><td>1.765</td><td>木麻黄</td><td>1.505</td><td>油松</td><td>1.589</td></tr><tr><td>高山松</td><td>1.651</td><td>楠木</td><td>1.639</td><td>榆树</td><td>1.671</td></tr><tr><td>国外松</td><td>1.631</td><td>泡桐</td><td>1.833</td><td>云南松</td><td>1.619</td></tr><tr><td>黑松</td><td>1.551</td><td>其它杉类</td><td>1.667</td><td>云杉</td><td>1.734</td></tr><tr><td>红松</td><td>1.510</td><td>其它松类</td><td>1.631</td><td>杂木</td><td>1.586</td></tr><tr><td>华山松</td><td>1.785</td><td>软阔类</td><td>1.586</td><td>樟树</td><td>1.412</td></tr><tr><td>桦木</td><td>1.424</td><td>杉木</td><td>1.634</td><td>樟子松</td><td>2.513</td></tr><tr><td>火炬松</td><td>1.631</td><td>湿地松</td><td>1.614</td><td>针阔混</td><td>1.656</td></tr><tr><td>阔叶混</td><td>1.514</td><td>水胡黄</td><td>1.293</td><td>针叶混</td><td>1.587</td></tr><tr><td>冷杉</td><td>1.316</td><td>水杉</td><td>1.506</td><td>紫杉</td><td>1.667</td></tr><tr><td>栎类</td><td>1.355</td><td>思茅松</td><td>1.304</td><td></td><td></td></tr></table> 来源：《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》“土地利用变化与林业温室气体清单”（2013）	优势树种(组)	BEF	优势树种(组)	BEF	优势树种(组)	BEF	桉树	1.263	楝树	1.586	铁杉	1.667	柏木	1.732	柳杉	2.593	桐类	1.926	檫木	1.483	柳树	1.821	相思	1.479	池杉	1.218	落叶松	1.416	杨树	1.446	赤松	1.425	马尾松	1.472	硬阔类	1.674	榎树	1.407	木荷	1.894	油杉	1.667	枫香	1.765	木麻黄	1.505	油松	1.589	高山松	1.651	楠木	1.639	榆树	1.671	国外松	1.631	泡桐	1.833	云南松	1.619	黑松	1.551	其它杉类	1.667	云杉	1.734	红松	1.510	其它松类	1.631	杂木	1.586	华山松	1.785	软阔类	1.586	樟树	1.412	桦木	1.424	杉木	1.634	樟子松	2.513	火炬松	1.631	湿地松	1.614	针阔混	1.656	阔叶混	1.514	水胡黄	1.293	针叶混	1.587	冷杉	1.316	水杉	1.506	紫杉	1.667	栎类	1.355	思茅松	1.304		
优势树种(组)	BEF	优势树种(组)	BEF	优势树种(组)	BEF																																																																																																								
桉树	1.263	楝树	1.586	铁杉	1.667																																																																																																								
柏木	1.732	柳杉	2.593	桐类	1.926																																																																																																								
檫木	1.483	柳树	1.821	相思	1.479																																																																																																								
池杉	1.218	落叶松	1.416	杨树	1.446																																																																																																								
赤松	1.425	马尾松	1.472	硬阔类	1.674																																																																																																								
榎树	1.407	木荷	1.894	油杉	1.667																																																																																																								
枫香	1.765	木麻黄	1.505	油松	1.589																																																																																																								
高山松	1.651	楠木	1.639	榆树	1.671																																																																																																								
国外松	1.631	泡桐	1.833	云南松	1.619																																																																																																								
黑松	1.551	其它杉类	1.667	云杉	1.734																																																																																																								
红松	1.510	其它松类	1.631	杂木	1.586																																																																																																								
华山松	1.785	软阔类	1.586	樟树	1.412																																																																																																								
桦木	1.424	杉木	1.634	樟子松	2.513																																																																																																								
火炬松	1.631	湿地松	1.614	针阔混	1.656																																																																																																								
阔叶混	1.514	水胡黄	1.293	针叶混	1.587																																																																																																								
冷杉	1.316	水杉	1.506	紫杉	1.667																																																																																																								
栎类	1.355	思茅松	1.304																																																																																																										
测定步骤	采用国家森林资源调查使用的标准操作规程（SOPs）。如果没有，可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的 SOPs 程序。																																																																																																												
说明	（1）BEF 值通常适用于郁闭森林。当用于生长于开阔地带的单木时，所选 BEF 值应增加 30%（即乘以 1.3 倍）。 （2）在基线情景下用 $BEF_{TREE_BSL,j}$ 表示；在项目情景下用 $BEF_{TREE_PROJ,j}$ 表示																																																																																																												

数据/参数	立木材积表或立木材积方程
-------	--------------

数据单位	m^3
应用的公式编号	公式（6）
描述	材积表或材积方程是根据一个或多个林木测树因子（例如胸径 DBH 和或树高 H ）查算树干材积的数表或方程
数据源	采用国家公布的立木材积表、或省级森林资源清查采用的立木材积表
测定步骤	不适用
说明	一元材积表为地方材积表，只适合于编表地区。

数据/参数	CF_s
数据单位	t C (t d.m)^{-1}
应用的公式编号	公式（8）
描述	灌木生物量中的含碳率，用于将灌木生物量转换为碳含量
数据源	数据源优先顺序： （a）项目实施区当地的调查数据； （b）相邻地区相似条件下的调查数据； （c）省级或国家水平的适用于项目实施区的数据； （d）默认值 0.47。
测定步骤	采用国家森林资源调查使用的标准操作规程（SOPs）。如果没有，可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的 SOPs 程序。
说明	

数据/参数	R_s
数据单位	无量纲
应用的公式编号	公式（8）
描述	灌木的地下生物量/地上生物量之比，用于将灌木地上生物量转换为全株生物量
数据源	数据源优先顺序： （a）项目实施区当地的调查数据； （b）相邻地区相似条件下的调查数据； （c）省级或国家水平的适用于项目实施区的数据； （d）默认值 0.40。
测定步骤	采用国家森林资源调查使用的标准操作规程（SOPs）。如果没有，可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的 SOPs 程序。
说明	

数据/参数	BDR_{SF}
数据单位	无量纲
应用的公式编号	公式（9）
描述	灌木盖度为 100% 时的每公顷地上生物量与项目活动所在区域森林的平均地上生物量缺省值之比
数据源	数据源优先顺序：

	(a) 项目实施区当地的调查数据； (b) 相邻地区相似条件下的调查数据； (c) 省级或国家水平的适用于项目实施区的数据； (d) 默认值 0.10。
测定步骤	采用国家森林资源调查使用的标准操作规程（SOPs）。如果没有，可采用公开出版的相关技术手册或 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的 SOPs 程序。
说明	

数据/参数	B_{FOREST}
数据单位	$t\ d.m.ha^{-1}$
应用的公式编号	公式（9）
描述	项目活动所在区域森林地上生物量的缺省值
数据源	数据源优先顺序： (a) 项目实施区当地的调查数据； (b) 相邻地区相似条件下的调查数据； (c) 省级或国家水平的适用于项目实施区的数据。
测定步骤	获取方法： (1) 根据当地森林资源清查资料，获取项目活动所在区域主要优势树种面积 A_i 、蓄积 V_i 数据； (2) 获得各优势树种生物量扩展因子 BEF_i 和基本木材密度 D_i 值； (3) 计算项目活动所在区域森林地上生物量的缺省值： $B_{Forest} = \frac{\sum_{i=1} (V_i * D_i * BEF_i)}{\sum_{i=1} A_i}$ 式中， $i = 1, 2, 3, \dots$ ，通过森林资源清查资料获得的当地优势树种类型。
说明	

数据/参数	DF_{DW}												
数据单位	%												
应用的公式编号	公式（15）												
描述	枯死木碳储量与林木生物物质碳储量之比												
数据源	数据源优先选择次序为： (a) 现有的、当地的或相似生态条件下的基于树种或树种组的数据； (b) 采用下述缺省值： <table border="1"> <tr> <th>区域</th><th>DF_{DW}</th></tr> <tr> <td>东北、内蒙</td><td>3.51%</td></tr> <tr> <td>华北、中原</td><td>2.06%</td></tr> <tr> <td>西北</td><td>3.11%</td></tr> <tr> <td>华中、华南</td><td>2.25%</td></tr> <tr> <td>西南</td><td>1.88%</td></tr> </table> 数据来源：1994-1998 和 1999-2003 两次国家森林资源清查林分蓄积与枯倒木蓄积。	区域	DF_{DW}	东北、内蒙	3.51%	华北、中原	2.06%	西北	3.11%	华中、华南	2.25%	西南	1.88%
区域	DF_{DW}												
东北、内蒙	3.51%												
华北、中原	2.06%												
西北	3.11%												
华中、华南	2.25%												
西南	1.88%												

测定步骤	不适用
说明	

数据/参数	DF _{LI}		
数据单位	%		
应用的公式编号	公式（17）		
描述	枯落物碳储量与活立木生物质碳储量之比		
数据源	数据源优先选择次序为：		
	(a) 现有的、当地的或相似生态条件下的基于树种或树种组的数据；		
	(b) 国家级基于树种的数据（如森林资源清查或国家温室气体清单编制中的数据）；		
	(c) 采用下列缺省方程（ $DF_{LI} = a \cdot e^{b \cdot B_{TREE_AG}}$ ）计算：		
	树种	参数 a	参数 b
	云杉、冷杉	20.738491	-0.010164
	落叶松	67.412962	-0.014074
	油松	24.826509	-0.023362
	马尾松	7.217506	-0.006710
	其他松类（包括思茅松、云南松、台湾松、赤松、黑松、高山松、长白松、火炬松、红松、樟子松、华山松、湿地松等）	13.119797	-0.009026
	柏木	3.759535	-0.004670
	杉木和其他杉类	4.989672	-0.002545
	栎类	7.732453	-0.004769
	其他硬阔类（桦木、枫香、荷木、水胡黄、樟树、楠木等）	6.977898	-0.004312
	杨树	12.310620	-0.006901
	桉树	24.696643	-0.013687
	相思	9.538834	-0.000408
	其他软阔类（椴树、檫木、柳树、泡桐、楝树、木麻黄等）	8.128553	-0.004563
数据来源：根据中国森林生物量数据库整理			
(d) IPCC 缺省值 4%。			
测定步骤	不适用		
说明			

数据/参数	SOC_{REF}
数据单位	$t\ C\ ha^{-1}$
应用的公式编号	公式（18），公式（19）
描述	与项目第 i 层具有相似气候、土壤条件的当地自然植被（如：当地未退化的、未利用土地上的自然植被）下土壤有机碳库碳储量的参考值

数据源	数据源优先顺序： (a) 项目实施区当地的调查数据； (b) 相邻地区相似条件下的调查数据； (c) 省级或国家水平的适用于项目实施区的数据； (d) 如下默认值：																																																												
	矿质土壤的土壤有机碳库碳储量缺省值 (t C ha ⁻¹ ，深度 0-30cm)																																																												
	<table><tr><td>气候地区</td><td>高活性黏土^(a)</td><td>低活性黏土^(b)</td><td>沙质土^(c)</td><td>灰化土^(d)</td><td>火山灰土^(e)</td></tr><tr><td>寒带</td><td>68</td><td>—</td><td>10</td><td>117</td><td>20</td></tr><tr><td>寒温带，干燥</td><td>50</td><td>33</td><td>34</td><td>—</td><td>20</td></tr><tr><td>寒温带，湿润</td><td>95</td><td>85</td><td>71</td><td>115</td><td>130</td></tr><tr><td>暖温带，干燥</td><td>38</td><td>24</td><td>19</td><td>—</td><td>70</td></tr><tr><td>暖温带</td><td>88</td><td>63</td><td>34</td><td>—</td><td>80</td></tr><tr><td>热带，干燥</td><td>38</td><td>35</td><td>31</td><td>—</td><td>50</td></tr><tr><td>热带，湿润</td><td>65</td><td>47</td><td>39</td><td>—</td><td>70</td></tr><tr><td>热带，湿润</td><td>44</td><td>60</td><td>66</td><td>—</td><td>130</td></tr><tr><td>热带，山地</td><td>88</td><td>63</td><td>34</td><td>—</td><td>80</td></tr></table>	气候地区	高活性黏土 ^(a)	低活性黏土 ^(b)	沙质土 ^(c)	灰化土 ^(d)	火山灰土 ^(e)	寒带	68	—	10	117	20	寒温带，干燥	50	33	34	—	20	寒温带，湿润	95	85	71	115	130	暖温带，干燥	38	24	19	—	70	暖温带	88	63	34	—	80	热带，干燥	38	35	31	—	50	热带，湿润	65	47	39	—	70	热带，湿润	44	60	66	—	130	热带，山地	88	63	34	—	80
	气候地区	高活性黏土 ^(a)	低活性黏土 ^(b)	沙质土 ^(c)	灰化土 ^(d)	火山灰土 ^(e)																																																							
	寒带	68	—	10	117	20																																																							
	寒温带，干燥	50	33	34	—	20																																																							
	寒温带，湿润	95	85	71	115	130																																																							
	暖温带，干燥	38	24	19	—	70																																																							
	暖温带	88	63	34	—	80																																																							
	热带，干燥	38	35	31	—	50																																																							
热带，湿润	65	47	39	—	70																																																								
热带，湿润	44	60	66	—	130																																																								
热带，山地	88	63	34	—	80																																																								
(a)高活性黏质土壤（HAC）为轻度到中度风化土壤，由 2: 1 硅酸盐黏土矿物组成（见世界土壤资源参比基础（WRB）的分类，包括薄层土，变性土，栗钙土，黑钙土，黑土，淋溶土，高活性强酸土，漂白红砂土，碱土，钙积土，石膏土，暗色土，锥形土，粗骨土；在美国农业部（USDA）的分类包括软土、变性土、高基淋溶土、旱成土、始成土）；																																																													
(b)低活性黏质土壤为高度风化的土壤，由黏土矿质与非结晶铁铝氧化物按 1: 1 的比例组成（见世界土壤资源参比基础（WRB）的分类，包括低活性强酸土、低活性淋溶土、黏绵土、铁铝土；美国农业部的分类包括老成土、氧化土和酸性淋溶土）																																																													
(c)包括标准结构中砂土比例>70%且粘土比例<8%的所有土壤（与土壤分类无关，在世界土壤资源参比基础（WRB）中包括砂性土，在美国农业部（USDA）的分类中包括砂新成土）；																																																													
(d)具有强烈灰化作用的土壤（在世界土壤资源参比基础（WRB）中包括灰壤，在美国农业部（USDA）的分类中包括灰土）																																																													
(e) 来自火山灰及其同分异构矿质的土壤（在世界土壤资源参比基础（WRB）中为火山灰土，在美国农业部（USDA）的分类为火山灰土）。																																																													
测定步骤	不适用																																																												
说明																																																													

数据/参数	$f_{LU,i}$
数据单位	无量纲
应用的公式编号	公式（18）
描述	项目第 i 层与基线土地利用方式相关的碳储量变化因子

数据源	数据源优先顺序： (a) 项目实施区当地的调查数据； (b) 相邻地区相似条件下的调查数据； (c) 省级或国家水平的适用于项目实施区的数据； (d) 如下默认值：					
	不同农田土地利用相关的碳储量变化因子（20 年内的净效应）					
	因子类型	水平	温度条件	湿度条件	因子值	说明及标准
	土地利用(f_{LU})	长期耕种	温带/寒带	干燥	0.80	连续耕种 20 年以上的农田
				湿润	0.69	
			热带	干燥	0.58	
				湿润/湿地	0.48	
		热带山地	不适用	0.64		
	土地利用(f_{LU})	短期耕种（< 20 年）或闲置（< 5 年）	温带/寒带和热带	干燥	0.93	连续耕种时间不足 20 年的农田、和（或）在最近 20 年的任意时间段内闲置时间少于 5 年的农田
				湿润/湿地	0.82	
热带山地			不适用	0.88		
草地管理碳储量相对变化因子（20 年内的净效应）						
因子类型	水平	气候区	因子值	说明		
土地利用(f_{LU})	全部	全部	1.00	所有永久草地的土地利用因子值为 1		
测定步骤	不适用					
说明						

数据/参数	f_{MGi}					
数据单位	无量纲					
应用的公式编号	公式（18）					
描述	项目第 i 项目碳层与基线管理模式相关的碳储量变化因子					
数据源	数据源优先顺序：					
	（1）现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的数据；					
	（2）采用 CDM 有关方法学工具的缺省值（如下表）：					
	不同农田管理措施相关的碳储量变化因子（20 年内的净效应）					
	因子类型	水平	温 度 条 件	湿度条件	因 子 值	说明及标准

	农田管理 (f_{wU})	全耕	全部	干燥和湿润/湿地	1.00	充分翻耕或在一年内频繁耕作导致强烈土壤扰动。在种植期地表残体盖度低于 30%
	农田管理 (f_{wU})	少耕	温带/寒带	干燥	1.02	对土壤的扰动较低（通常耕作深度浅，不充分翻耕）。在种植期地表残体盖度通常大于 30%
				湿润	1.08	
			热带	干燥	1.09	
				湿润/湿地	1.15	
			热带山地		1.09	
	草地管理碳储量相对变化因子（20 年内的净效应）					
	因子类型	水平	气候区	因子值	说明	
	管理 (f_{wU})	中等退化草地	温带/寒带	0.95	过牧或中度退化，相对于未退化草地，生产力较低，且未实施改良措施	
			热带	0.97		
			热带山地	0.96		
	管理 (f_{wU})	严重退化	全部	0.70		
测定步骤	不适用					
说明						

数据/参数	$f_{IN,i}$																	
数据单位	无量纲																	
应用的公式编号	公式（18）																	
描述	项目第 i 层与基线有机碳输入类型（如：农作物秸秆还田、施用肥料）相关的碳储量变化因子																	
数据源	数据源优先顺序： （a）项目实施区当地的调查数据； （b）相邻地区相似条件下的调查数据； （c）省级或国家水平的适用于项目实施区的数据； （d）如下默认值： 不同农田输入相关的碳储量变化因子（20 年内的净效应） <table><tr><th>因子类型</th><th>水平</th><th>温度条件</th><th>湿度条件</th><th>因子值</th><th>说明及标准</th></tr><tr><td rowspan="3">输入 (f_{IN})</td><td rowspan="3">低</td><td rowspan="2">温带 / 寒带</td><td>干燥</td><td>0.95</td><td rowspan="3">收集去除或燃烧地表残体（如秸秆焚烧）；或频繁裸地休耕；或农作物残</td></tr><tr><td>湿润</td><td>0.92</td></tr><tr><td>热带</td><td>干燥</td><td>0.95</td></tr></table>	因子类型	水平	温度条件	湿度条件	因子值	说明及标准	输入 (f_{IN})	低	温带 / 寒带	干燥	0.95	收集去除或燃烧地表残体（如秸秆焚烧）；或频繁裸地休耕；或农作物残	湿润	0.92	热带	干燥	0.95
因子类型	水平	温度条件	湿度条件	因子值	说明及标准													
输入 (f_{IN})	低	温带 / 寒带	干燥	0.95	收集去除或燃烧地表残体（如秸秆焚烧）；或频繁裸地休耕；或农作物残													
			湿润	0.92														
		热带	干燥	0.95														

				湿润 / 湿地	0.92	体较少（如蔬菜，烟草，棉花等）；或不施矿物肥料、不种植固氮作物等	
			热带山地		0.94		
	输入 (f_{IN})	中	全部	干燥和湿润 / 湿润	1.00	所有作物残留都返回到田地里。若残留物被移除则添加有机质(如粪肥)。另外，施加矿质肥料或轮作固氮作物。	
	输入 (f_{IN})	高，不施肥	温带 / 寒带和热带	干燥	1.04	通过额外措施（如种植残体较多的农作物、施用绿肥、种植覆盖作物、休耕、灌溉、一年生作物轮作中频繁种植多年生草本植物，但不施有机肥），使作物残体的碳输入量显著增加。	
				湿润 / 湿润	1.11		
			热带山地		1.08		
	草地管理碳储量相对变化因子（20 年内的净效应）						
	因子类型	水平	气候区	因子值	说明		
	管理 (f_{WU})	中等退化草地	温带/寒带	0.95	过牧或中度退化，相对于未退化草地，生产力较低，且未实施改良措施		
			热带	0.97			
			热带山地	0.96			
	管理 (f_{WU})	严重退化	全部	0.70			
测定步骤	不适用						
说明							

数据/参数	TOR_{tyj}
单位	无量纲
应用的公式编号	公式（22）
描述	采伐树种 j 用于生产加工 ty 类木产品的出材率
数据源	数据源优先选择次序为： (a) 当地基于木产品种类、树种和采伐方式（间伐和主伐）森林资源采伐和管理数据； (b) 国家级基于木产品种类、树种和采伐方式（间伐和主伐）森林资源采伐和管理数据。
测定步骤（如果有）	不适用
说明	如果采伐利用的是整株树木，包括干、枝和叶，则 $TOR_{tyj}=1$

数据/参数	WW_{ty}
单位	无量纲
应用的公式编号	公式（22）
描述	加工 ty 类木产品产生的木材废料比例。这部分废料中的碳在加工过程中视作是立即排放。
数据源	数据源优先选择次序为： (a) 公开出版的适于当地条件和产品类型的文献数据； (b) 国家级基于木产品的数据。 (c) 缺省值 20%。
测定步骤（如果有）	不适用
说明	

数据/参数	LT_{ty}	
单位	年	
应用的公式编号	公式（24）	
描述	ty 类木产品的使用寿命	
数据源	数据源优先选择次序为： (a) 公开出版的适于当地条件和产品类型的文献数据； (b) 国家级基于木产品的数据。 (c) 如果没有上述数据，从下表选择缺省数据：	
	木产品类型	LT_{ty}
	建筑	50
	家具	30
	矿柱	15
	车船	12
	包装用材	8
	纸和纸板	3
	锯材	30
	人造板	20
	薪材	1
	数据来源： a) IPCC LULUCF 优良做法指南； b) COP 17 关于《京都议定书》第二承诺期 LULUCF 的决议； c) 白彦锋, 2010. 中国木质林产品碳储量. 中国林业科学研究院博士学位论文。	
测定步骤（如果有）	不适用	
说明		

数据/参数	$COMF$
数据单位	无量纲
应用的公式编号	公式（26）
描述	燃烧因子（针对每个植被类型）
数据源	数据来源的选择应遵循如下顺序： (a) 项目实施区当地的调查数据；

	(b) 相邻地区相似条件下的调查数据； (c) 国家水平的适用于项目实施区的数据； (d) 如下的默认值		
	森林类型	林龄（年）	缺省值
	热带森林	3-5	0.46
		6-10	0.67
		11-17	0.50
		18 年以上	0.32
	北方森林	所有的	0.40
	温带森林	所有的	0.45
测定步骤			
说明			

数据/参数	EF_{CH_4}
数据单位	$g\ CH_4 \cdot kg^{-1}$ 燃烧的干物质
应用的公式编号	公式（26）
描述	CH_4 排放因子
数据源	数据来源的选择应遵循如下顺序： (a) 项目实施区当地的调查数据； (b) 相邻地区相似条件下的调查数据； (c) 省级或国家水平的适用于项目实施区的数据； (d) 如下默认值 (i) 热带森林：6.8； (ii) 其它森林：4.7。
测定步骤	
说明	

数据/参数	EF_{N_2O}
数据单位	$g\ N_2O \cdot kg^{-1}$ 燃烧的干物质
应用的公式编号	公式（26）
描述	N_2O 排放因子
数据源	应对数据来源进行选择，具体选择顺序如下： (a) 项目实施区当地的调查数据； (b) 相邻地区相似条件下的调查数据； (c) 省级或国家水平的适用于项目实施区的数据； (d) 如下默认值 (i) 热带森林：0.20； (ii) 其它森林：0.26。
测定步骤	
说明	

6.14. 需要监测的数据和参数

数据/参数	A_i
-------	-------

数据单位	ha
应用的公式编号	公式（5）公式（6），公式（29），公式（31），公式（32）
描述	第 i 项目碳层的土地面积
数据源	野外测定
测定步骤	采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 (SOP)。
监测频率	首次核查开始，每五年一次
QA/AC	采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的质量保证和质量控制(QA/QC)程序。如果没有，可采用 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的 QA/QC 程序
说明	在项目情景下用 $A_{PROJ,i}$ 表示，在基线情景下用 $A_{BSL,i}$ 表示

数据/参数	A_p
数据单位	ha
应用的公式编号	公式（29），公式（31），公式（32）
描述	样地的面积
数据源	野外测定
测定步骤	采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 (SOP)。
监测频率	每 3-10 年一次
QA/AC	采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的质量保证和质量控制(QA/QC)程序。如果没有，可采用 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的 QA/QC 程序
说明	样地位置应用 GPS 或 Compass 记录且在图上标出。

数据/参数	$x_1, x_2, x_3, \dots$
数据单位	以长度为单位（如cm）
应用的公式编号	公式（5）
描述	测树因子。乔木通常为胸径（DBH）和树高（H），灌木通常为基径、高、冠幅、灌径等。
数据源	野外实测
测定步骤	采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 (SOP)。
监测频率	首次核查开始，每五年一次
QA/AC	采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的质量保证和质量控制(QA/QC)程序。如果没有，可采用 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的 QA/QC 程序
说明	

数据/参数	$V_{TREE,j,i,t}$
数据单位	m^3
应用的公式编号	公式（6）
描述	使用材积表或材积方程所得出的第 t 年第 i 项目碳层树种 j 的树干材积

数据源	野外测定如胸径 DBH 、树高 H 等
测定步骤	采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 (SOP)。
监测频率	首次核查开始，每五年一次
QA/AC	采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的质量保证和质量控制(QA/QC)程序。如果没有，可采用 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的 QA/QC 程序
说明	

数据/参数	$A_{SHURB,i,p,k,t}$
数据单位	ha
应用的公式编号	公式 (8) ,公式 (41)
描述	第 t 年第 i 项目碳层样地 p 样方 k 内的灌木面积
数据源	野外测定
测定步骤	采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序 (SOP)。
监测频率	首次核查开始，每五年一次
QA/AC	采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的质量保证和质量控制(QA/QC)程序。如果没有，可采用 IPCC GPG LULUCF 2003 中说明的 QA/QC 程序
说明	

数据/参数	$CC_{SHURB,i,t}$
数据单位	无量纲
应用的公式编号	公式 (9)
描述	第 t 年第 i 项目碳层的灌木盖度
数据源	野外测定
测定步骤	考虑到灌木生物量相对于林木生物量较小，在估算灌木盖度时候通常采用简化的方法，如目测法、样线法、速测镜法等。
监测频率	首次核查开始，每 3-10 年一次
QA/AC	
说明	

数据/参数	$A_{BURN,i,t}$
数据单位	ha
应用的公式编号	公式 (26) 公式 (27)
描述	第 t 年第 i 项目碳层发生火灾的面积；
数据源	野外测量或者遥感监测
测定步骤	对发生火灾的区域边界进行定位，可采用地面 GPS 定位或是通过遥感数据反演
监测频率	每次森林火灾发生时均须测量
QA/AC	采用国家森林资源调查使用的质量保证和质量控制(QA/QC) 程序
说明	

7. 附件

附表 1. 全国主要乔木树种生物量方程参考表

树种	部位	方程形式 (B =林木单株生物量, kg d.m.)	参数值			样 本 数	适用范围			建模地点	文献来源
			a	b	c		胸径 DBH (cm)	树高 H (m)	林龄 (年)		
柏木	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.12703	0.79975			6~20			贵州德江	安和平等, 1991
	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.1789	0.7406		16	-			四川盐亭	石培礼等, 1996
福建柏	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.0614	0.9119		17			10~37	福建安溪	杨宗武等, 2000
	全林	$B = a \cdot DBH^b$	0.13059	2.20446		28	4.4~14.8	4.4~9.3	6~15	湖南株洲	薛秀康等, 1993
侧柏	地上部	$B = a + b \cdot (DBH^2 \cdot H)$	2.57097	0.03172		75	3.9~15.2	3.16~10.35		河北易县	马增旺等, 2006
黑松	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.1425	0.9181		18			33	山东牟平	许景伟等, 2005
红松	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.30891	0.79746		53	2.8~32.8	2.80~20.71		辽宁	贾云等, 1985
	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.0615	0.3815		15				白河林业局	陈传国等, 1984
华山松	全林	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-2.9132	0.9302		86	4.0~38.3	3.0~20.1	14~57	甘肃小陇山	程堂仁等, 2007
黄山松	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.02193	1.04658			6.0~17.95	5.75~9.15		河南商城	赵体顺等, 1989
火炬松	全林	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH)$	-2.77631	2.52444		50			9~17	江苏句容	孔凡斌等, 2003
峨眉冷杉	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.0387	0.9293			6.2~29.1	7.7~15.8		四川峨边	宿以明等, 2000
冷杉	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.0323	0.9294		20				白河林业局	陈传国等, 1984
云冷杉	全林	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-3.2999	0.9501		57	5.5~45.7	6.0~20.5	10~69	甘肃小陇山	程堂仁等, 2007

树种	部位	方程形式 (B =林木单株生物量, kg d.m.)	参数值			样本数	适用范围			建模地点	文献来源
			a	b	c		胸径 DBH (cm)	树高 H (m)	林龄 (年)		
红皮云杉	地上部	$B = a + b \cdot DBH + c \cdot DBH^2$	5.2883	-2.3268	0.5775	17			6~37	黑龙江绥棱	穆丽蔷等, 1995
天山云杉	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.73863	0.56076		50				新疆乌鲁木齐	张思玉等, 2002
华北落叶松	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.02748	0.95757			6.50-29.10	9.32-22.60		山西吕梁山	陈林娜等, 1991
	地上部	$B = a \cdot DBH^b \cdot H^c$	0.01736	1.82232	1.20988	44				山西关帝山	郭力勤等, 1989
	地上部	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-1.4325	0.6784		57				山西关帝山	罗云建等, 2009
	地上部	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH)$	-1.0541	1.7707		24				山西五台山中山	罗云建等, 2009
	地上部	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH)$	-3.9187	3.0349		24				山西五台山山间盆地	罗云建等, 2009
	地上部 全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.33044 0.58022	0.6827 0.64403		16	1.5-21.5	3.0-16.1	6~21	山西五台山	刘再清等, 1995
	地上部	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-2.382	0.8047		32				河北塞罕坝	罗云建等, 2009
兴安落叶松	地上部 全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.1200 0.1500	0.78759 0.78153						辽宁东部和东北部山区	杨玉林等, 2003
日本落叶松	全林	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-0.95443	0.81881		35	9.7-24.4	9.2-25.5	10~33	河南栾川	赵体顺等, 1999
	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.28286	0.72380		24				湖北恩施	沈作奎等, 2005
落叶松	全林	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-3.3583	0.9552		73	6.3-31.5	5.0-20.0		甘肃小陇山	程堂仁等, 2007
马尾松	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.14568	0.74615			5.0~22.0			贵州德江	安和平等, 1991
	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.05396	0.88590		28	5.0~12.1	3.45~8.80		重庆江北	罗韧, 1992
	地上部	$\log B = a + b \cdot \log(DBH^2 \cdot H)$	-1.5794	0.9797		54	4.2~14.1	3.0~13.2	6~25	浙南	江波等, 1992
	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.09733	0.82848		108	4.90~18.00	5.28~19.95	8~30	贵州龙里	丁贵杰等, 1998

树种	部位	方程形式 (B =林木单株生物量, kg d.m.)	参数值			样本数	适用范围			建模地点	文献来源
			a	b	c		胸径 DBH (cm)	树高 H (m)	林龄 (年)		
油松	全林	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-3.5234	0.9655		121	2.3~40.0	3.8~19.4	12-72	甘肃小陇山	程堂仁等, 2007
	全林	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	1.7401	0.3844		16				北京延庆	武会欣等, 2006
	地上部	$B = a \cdot DBH^b$	0.1002	2.3216		16				山西离石	邱扬等, 1999
	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.05189	0.91388		16				山西太谷	肖扬等, 1983
	地上部	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-3.0861	0.90625		96	3.0~36.0	4.0~21.0		内蒙宁城	马钦彦, 1987
	树干 树枝 树叶	$\log B = a + b \cdot \log(DBH^2 \cdot H)$	-1.4475 -2.019 -1.6705	0.91389 0.90879 0.76205		114				河北承德	马钦彦, 1983
	树干 树枝 树叶	$\log B = a + b \cdot \log(DBH^2 \cdot H)$	-1.3557 -2.7186 -2.3155	0.86795 1.10705 0.95055		106				山西太岳	马钦彦, 1983
樟子松	树干 树枝 树叶 树根	$\log B = a + b \cdot \log(DBH^2 \cdot H)$	-0.79108 -0.7908 -0.84648 -0.66268	0.69528 0.56789 0.52498 0.53728		262	5.3~16.5	3.3~11.2		辽宁章古台	焦树仁, 1985
	地上部	$B = a \cdot DBH^b \cdot H^c$	0.08558	2.00651	0.45839	139	4.20~34.50	3.45~22.45	11-47	黑龙江佳木斯	贾炜玮等, 2008
云南松	地上部	$\log B = a + b \cdot \log(DBH^2 \cdot H)$	-0.8093	1.2660		>60	4.3~22.0	2.0~17.0	6~23	四川凉山	江洪等, 1985

树种	部位	方程形式 (B =林木单株生物量, kg d.m.)	参数值			样本数	适用范围			建模地点	文献来源
			a	b	c		胸径 DBH (cm)	树高 H (m)	林龄 (年)		
湿地松	地上部	$\log B = a + b \cdot \log(DBH^2 \cdot H)$	-1.9929	1.098		21	8.1~17.7	5.0~11.4	6~15	浙南	江波等, 1992
	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.009	1.1215		24				广西武宣	湛小勇等, 1994
	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.05405	2.4295		19				江西千烟洲	马泽清等, 2008
杉木	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.10301	0.77726			6~22			贵州德江	安和平等, 1991
	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.02106	0.9476		22	9.6~25.9	8.4~14.5	20	江西千烟洲	李轩然等, 2006
	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.0356	0.9053		32	5.0~25.0	6.22~20.92	7~26	福建洋口林场	叶镜中等, 1984
	树干	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.02649	0.80241		162				湖南会同	康文星等, 2004
	树枝	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.00604	0.33882							
	树叶	$\log B = a + b \cdot \log(DBH)$	-2.74521	3.04085							
	树根	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.03262	0.7271							
	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.2236	0.6912		103	6.10~20.25	3.94~15.95		浙江开化	林生明等, 1991
	地上部	$B = a \cdot DBH^b$	0.4776	1.5807		33	2.0~16.0	2~18		江苏镇江	叶镜中等, 1983

树种	部位	方程形式 (B =林木单株生物量, kg d.m.)	参数值			样本数	适用范围			建模地点	文献来源
			a	b	c		胸径 DBH (cm)	树高 H (m)	林龄 (年)		
	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.08371	2.31003		118			11~25	湖南株州	李炳铁, 1988
	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.1043	0.8335			7.95~19.60	6.10~16.90		浙江庆元	周国模等, 1996
	地上部	$B = a \cdot DBH^b \cdot H^c$	0.062	1.769	0.774	260				闽江流域	张世利等, 2008
	地上部	$\log B = a + b \cdot \log(DBH^2 \cdot H)$	-1.0769	0.8026		30				浙江北部	高智慧等, 1992
水杉	地上部	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-2.2311	0.7659		18	3.2~24.8	3.5~15.9	6~19	江苏东台	季永华等, 1997
	地上部	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-1.8998	0.7271		15	1.9~15.8	2.2~11.4	5~15	江苏如东	季永华等, 1997
柳杉	树干	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.1117	0.7096		20	10.0~26.0	10.0~17.0	16~19	四川洪雅	黄道存, 1986
	枝叶	$B = a + b \cdot DBH^2$	3.432	0.05706		15					
尾叶桉	地上部	$B = a + b \cdot DBH + c \cdot DBH^2$	13.372	5.8931	0.8481	35			1~6	广东湛江	黄月琼等, 2001
窿缘桉	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.04913	0.89497		99				广东	郑海水等, 1995
雷州 1 号桉	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.03471	0.95078		70	2.0~14.0	4.0~16.0		广东雷州林业局	谢正生等, 1995
柠檬桉	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.05124	0.89852		82	2.0~18.0	3.0~19.0		广东雷州林业局	谢正生等, 1995

树种	部位	方程形式 (B =林木单株生物量, kg d.m.)	参数值			样本数	适用范围			建模地点	文献来源
			a	b	c		胸径 DBH (cm)	树高 H (m)	林龄 (年)		
毛赤杨	全林	$B = a \cdot e^{b \cdot DBH}$	1.9055	0.2349		24				长白山	牟长城等, 2004
桤木	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.117	0.7577		16				四川盐亭	石培礼等, 1996
刺槐	树干	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-2.89553	0.86764	420					河北平山	黄泽舟等, 1992
	树枝		-3.71916	0.79079							
	树叶		-2.90872	0.45739							
	全林	$\log B = a + b \cdot \log(DBH)$	-0.85478	2.52429	33		4.5-24.7	6.6-21.9		河南尉氏/通许/ 开封/中牟/新郑	李增禄等, 1990
	树干	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.02583	0.95405	31		4.0-16.0	6.4-14.2		陕西长武	张柏林等, 1992
枫香	树皮		0.00763	0.94478							
	树枝		0.00464	3.21307							
	树叶		0.02340	1.92788							
	树干	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.0927	0.8006	34				17	福建顺昌	钱国钦, 2000
白桦	树枝		0.0825	0.6490							
	树叶		1.0836	0.2166							
白桦	全林	$B = a \cdot e^{b \cdot DBH}$	2.1392	0.2557		27				长白山	牟长城等, 2004
	全林	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-2.836	0.9222	92		5.1-44.2	5.0-22.3		甘肃小陇山	程堂仁等, 2007
白桦和棘皮桦	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.0327	0.9951	18		5.8-23.8		6.1-14.5	北京门头沟	方精云等, 2006
大叶相思	地上部	$B = a \cdot DBH^b$	0.31334	1.93709	249		1.0-11.5	3.0-5.0			郑海水等, 1994
栲树	地上部	$B = a \cdot DBH^b$	0.0941	2.5658	12		3.2-31.6	5.0-18.3		广西恭城	卢琦等, 1990

树种	部位	方程形式 (B =林木单株生物量, kg d.m.)	参数值			样本数	适用范围			建模地点	文献来源
			a	b	c		胸径 DBH (cm)	树高 H (m)	林龄 (年)		
元江栲	全林	$B = a \cdot (b + DBH)^2$	0.6131	-0.9678		17	4.5-31.2			云南嵩明	党承林等, 1994
乳状石砾	全林	$B = a \cdot (b + DBH)^2$	0.7205	-1.040		15	4.7-28.6			云南嵩明	党承林等, 1994
栓皮栎	树干	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	1.7271	0.0015	224					四川沱江流域	刘兴良等, 1997
	树皮		-5.0662	1.0506							
	树枝		-4.5282	0.8745							
	树叶		-4.9172	0.9257							
	树根		-0.2775	0.4539							
木麻黄	全林	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-1.8272	0.7964	21					福建东山	张水松等, 2000
	树干	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	2.1898	0.7818	300					福建平潭	黄义雄等, 1996
	树枝		1.5646	0.8621							
	树叶		1.4146	0.8767							
	树根		1.7529	0.8376							
楠木	地上部	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-2.05571	0.94293	21	5.0-36.9	4.5-20.4	5~53		江西安福	钟全林等, 2001
泡桐	地上部	$B = a \cdot DBH^b$	0.11246	2.22289	26	18.3-40.5		8		河南扶沟	蒋建平等, 1989
	全林	$B = a \cdot DBH^b$	0.07718	2.27589	27	4-44		>5		河南扶沟: 农桐间作	杨修等, 1999
	全林	$B = a \cdot DBH^b$	0.04234	0.92868	91			1~20		河南许昌: 山地	魏鉴章等, 1983
	全林	$B = a \cdot DBH^b$	0.09727	0.86973	92			1~20		河南许昌: 平原	魏鉴章等, 1983

树种	部位	方程形式 (B =林木单株生物量, kg d.m.)	参数值			样 本 数	适用范围			建模地点	文献来源
			a	b	c		胸径 DBH (cm)	树高 H (m)	林龄 (年)		
热带山地雨林	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.04569	0.96066		171				海南琼中	黄全等, 1991
热带季雨林	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.11312	0.84065		22				海南尖峰岭	李意德, 1993
石灰山季雨林(小径级乔木)	全林	$B = a \cdot DBH^b$	0.2295	2.2311			2.0-5.0			云南勐腊	戚剑飞等, 2008
石灰山季雨林(中径杉乔木)	全林	$B = a \cdot DBH^b$	0.1808	2.4027		45	5.0-20.0			云南勐腊	戚剑飞等, 2008
石灰山季雨林(大径级乔木)	全林	$B = a \cdot DBH^b$	0.2956	2.26921		12	20.0-88.4			云南勐腊	戚剑飞等, 2008
毛白杨	全林	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-1.1142	0.8964		21	DBH: 9.3-20.0 H: 7.4-18.3			山东冠县	徐孝庆等, 1987
南方型杨树	树干 树皮 树枝 树叶 树根	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.0300 0.0028 0.0174 0.4562 0.0040	0.8734 0.9875 0.8578 0.3193 0.9035		62				湖北石首/公安/ 洪湖/监利/潜江/ 沙洋/襄樊/枣阳/ 钟祥/天门等	唐万鹏等, 2004
藏青杨/北京杨/银白杨/箭	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.07052	0.93817		43				西藏	关洪书等, 1993

树种	部位	方程形式 (B =林木单株生物量, kg d.m.)	参数值			样本数	适用范围			建模地点	文献来源
			a	b	c		胸径 DBH (cm)	树高 H (m)	林龄 (年)		
杆杨											
新疆杨	全林	$B = a \cdot DBH^b \cdot H^c$	0.03293	1.99960	0.85005	45			8~23	新疆疏勒/麦盖提/叶城等县	陈章水等, 1988
健杨	树干 树枝 树叶 树根	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.01372 0.00022 0.00462 0.09858	1.00591 1.29693 0.80926 0.63615		103	10.0-33.0	11.0-26.0	3~14	山东长清	王彦等, 1990
I-214 杨	树干 树枝 树叶 树根	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.00235 0.00087 0.05072 0.02586	1.18784 1.12873 0.53636 0.71964		41	13.0-31.0	15.0-25.0	3~14	山东长清	王彦等, 1990
I-72 杨	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.015	1.032		23	12.0-36.0		10	河南武陟	李建华等, 2007
胡杨	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.1221	0.7813		24	3.5-33.5	3.18-12.54	幼龄林~ 成熟林	塔里木河中游	陈炳浩等, 1984
山杨	全林	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-2.836	0.9222		92	5.1-44.2	5.0-22.3		甘肃小陇山	程堂仁等, 2007
樟树	全林	$B = a \cdot DBH^b$	0.2191	2.0052		16				重庆南岸	吴刚等, 1994
桐花树	地上	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.02039	0.83749		18	2.5-9.2	1.40-2.49		广西龙门岛	宁世江等, 1996

参考文献

1. 安和平,金小麒,杨成华,1991.板桥河小流域治理前期主要植被类型生物量生长规律及森林生物量变化研究.贵州林业科技,19(4):20-34
2. 杨宗武,谭芳林,肖祥希,陈林生,卓开发,2000.福建柏人工林生物量的研究.林业科学,36(专刊 1): 120-124
3. 潘攀,李荣伟,向成华,朱志芳,尹学明,2002.墨西哥柏人工林生物量和生产力研究.长江流域资源与环境, 11(2): 133-136
4. 王金叶,车克钧,傅辉恩,常学向,宋采福,贺红元,1998.祁连山水源涵养林生物量的研究.福建林学院学报, 18(4): 319-323
5. 马增旺,毕君,孟祥书,李仲才,2006.人工侧柏林单株生物量研究.河北林业科技, (3): 1-3
6. 石培礼,钟章成,李旭光,1996.四川桉柏混交林生物量的研究.植物生态学报, 20(6): 524-533
7. 薛秀康,盛炜彤,1993.朱亨福建柏人工林生物量研究.林业科技通讯, (4): 16-19
8. 王玉涛,马钦彦,侯广维,等.2007.川西高山松林火烧迹地植被生物量与生产力恢复动态.林业科技.32(1): 37-40
9. 张旭东,吴泽民,彭镇华,1994.黑松人工林生物量结构的数学模型.生物数学学报.9(5): 60-65
10. 许景伟,李传荣,王卫东,乔勇进,程鸿雁,王月海,2005.沿海沙质岸黑松防护林的生物量及生产力.东北林业大学学报.33(6): 29-32
11. 贾云,张放,1985.辽宁草河口林区红松人工纯林生物产量的调查研究.辽宁林业科技,(5):18-23
12. 陈传国,郭杏芳,1984.阔叶红松林生物量的研究(1).林业勘察设计,(2):10-20
13. 程堂仁,马钦彦,冯仲科,罗旭,2007.甘肃小陇山森林生物量研究.北京林业大学学报,29(1):31-36
14. 赵体顺,张培从,1989.黄山松人工林抚育间伐综合效应研究.河南农业大学学报.23(4): 409-421
15. 胡道连,李志辉,谢旭东,1998.黄山松人工林生物产量及生产力的研究.中南林学院学报.18(1): 60-64
16. 吴泽民,吴文友,卢斌,2003.安徽大别山黄山松林分生物量及物质积累与分配.安徽农业大学学报.30(3): 294-298
17. 孔凡斌,方华.2003.不同密度年龄火炬松林生物量对比研究.林业科技.28(3):6-9
18. 宿以明,刘兴良,向成华.2000.峨眉冷杉人工林分生物量和生产力研究.四川林业科技.21(2):31-35
19. 陈德祥,李意德,骆土寿,林明献,孙云霄,2004.海南岛尖峰岭鸡毛松人工林乔木层生物量和生产力研究.林业科学研究,17(5):598-604
20. 陈林娜,肖扬,盖强,冀文孝,1991.庞泉沟自然保护区华北落叶松森林群落生物量的初步研究-群落结构、生物量和净生产力.山西农业大学学报,11(3):240-245
21. 杨玉林,高俊波,曹飞,卢德宝,赵庆喜,吴耀先,卢正茂,2003.抚育间伐对落叶松生长量的影响.吉林林业科技,32(5):21-24
22. 赵体顺,光增云,赵义民,刘国伟.1999.日本落叶松人工林生物量及生产力的研究.河南农业大学学报,33(4):350-353
23. 郭力勤,肖扬.1989.华北落叶松天然林立木重量的试编.林业资源管理,(5):36-39
24. 刘再清,陈国海,孟永庆,李建国,刘命荣.1995.五台山华北落叶松人工林生物生产力与营养元素的积累.林业科学研究,8(1):88-93

25. 沈作奎,鲁胜平,艾训儒.2005.日本落叶松人工林生物量及生产力的研究.湖北民族学院(自然科学版),23(3):289-292
26. 罗云建,张小全,王效科,朱建华,张治军,孙贵生,高峰,2009.华北落叶松人工林生物量及其分配模式.北京林业大学学报,31(1): 13-18
27. 罗韧.1992.抚育间伐对马尾松生物生产力的影响.四川林业科技,13(2):29-34
28. 江波,袁位高,朱光泉,等.1992.马尾松_湿地松和火炬松人工林生物量与生产结构的初步研究.浙江林业科技,12(5):1-9
29. 丁贵杰,王鹏程,严仁发.1998.马尾松纸浆商品用材林生物量变化规律和模型研究.林业科学,34(1):33-41
30. 李轩然,刘琪璟,陈永瑞,等.2006.千烟洲人工林主要树种地上生物量的估算.应用生态学报,17(8):1382-1388
31. 武会欣,史月桂,张宏芝,等.2006.八达岭林场油松林生物量的研究.河北林果研究,21(3):240-242
32. 邱扬,张金屯,柴宝峰,等.1999.晋西油松人工林地上部分生物量与生产力的研究.河南科学,17(专辑):72-77
33. 肖扬,吴炳森,陈宝强,等.1983.油松林地上部分生物量研究初报.山西林业科技,(2):5-14
34. 马钦彦.1987.内蒙古黑里河油松生物量研究.内蒙古林学院学报,(2):13-22
35. 焦树仁.1985.辽宁章古台樟子松人工林的生物量与营养元素分布的初步研究.植物生态学与地植物学丛刊,9(4):257-265
36. 贾炜玮,姜生伟,李凤日,2008.黑龙江东部地区樟子松人工林单木生物量研究.辽宁林业科技,(3):5-10
37. 江洪,林鸿荣.1985.飞播云南松林分生物量和生产力的系统研究.四川林业科技,(4):1-10
38. 湛小勇,项文化,钟建德,1994.不同密度湿地松林分生物量的研究.//林业部科技司.中国森林生态系统定位研究.哈尔滨:东北林业大学出版社,533-540
39. 马泽清,刘琪璟,王辉民,李轩然,曾慧卿,徐雯佳,2008.中亚热带人工湿地松林(*Pinus elliottii*)生产力观测与模拟.中国科学 D 辑:地球科学,38(8):1005-1015
40. 马钦彦,1983.华北油松人工林单株林木的生物量.北京林学院学报,(4): 1-16
41. 叶镜中,姜志林,周本琳,等.1984.福建省洋口林场杉木林生物量的年变化动态.南京林学院学报,(4):1-9
42. 康文星,田大伦,闫文德,等.2004.杉木林杆材阶段能量积累和分配的研究.林业科学,40(5):205-209
43. 林生明,徐土根,周国模.1991.杉木人工林生物量的研究.浙江林学院学报,8(3):288-294
44. 叶镜中,姜志林.1983.苏南丘陵杉木人工林的生物量结构.生态学报,3(1):7-14
45. 李炳铁,1988.杉木人工林生物量调查方法的初步探讨.林业资源管理,(6): 57-60
46. 周国模,姚建祥,乔卫阳,等.1996.浙江庆元杉木人工林生物量的研究.浙江林学院学报,13(3):235-242
47. 张世利,刘健,余坤勇,2008.基于 SPSS 相容性林分生物量非线性模型研究.福建农林大学学报:自然科学版, 37(5): 496-500
48. 穆丽蕾,张捷,刘祥君,等.1995.红皮云杉人工林乔木层生物量的研究.植物研究.15(4):551-557
49. 张思玉,潘存德.2002.天山云杉人工幼林相容性生物量模型.福建林学院学报.22(3):201-204
50. 高智慧,蒋国洪,邢爱金,等.1992.浙北平原水杉人工林生物量的研究.植物生态学与地植物学学报.16(1):64-71

51. 季永华,张纪林,康立新.1997.海岸带复合农林业水杉林带生物量估测模型的研究.江苏林业科技,24(2):1-5
52. 黄月琼,陈士银,吴小凤,2001.尾叶桉各器官生物量估测模型的研究.安徽农业大学学报,28(1):44-48
53. 郑海水,翁启杰,黄世能,1995.窿缘桉生物量表的编制.广东林业科技,11(1):41-46
54. 谢正生,陈北光,韩锦光,邓玉森,1995.雷州两种桉树的生物量估测模型.//曾天勋.雷州短轮伐期桉树生态系统研究.北京:中国林业出版社,66-75
55. 牟长城,万书成,苏平,宋宏文,孙志虎,2004.长白山毛赤杨和白桦_沼泽生态交错带群落生物量分布格局.应用生态学报,15(12):2211-2216
56. 黄则舟,毕君,1992.太行山刺槐林分生物量研究.河北林业科技,(2):48-52
57. 李增禄,张楷,马洪志,1990.豫东沙区刺槐人工林经营数表编制的研究.河南农业大学学报,24(3):319-326
58. 张柏林,陈存根,1992.长武县红星林场刺槐人工林的生物量和生产量.陕西林业科技,(3):13-17
59. 方精云,刘国华,朱彪,王效科,刘绍辉,2006.北京东灵山三种温带森林生态系统的碳循环.中国科学 D 辑:地球科学,36(6):533-543
60. 郑海水,翁启杰,周再知,黄世能,1994.大叶相思材积和生物量表的编制.林业科学研究,7(4):408-413
61. 卢琦,李治基,黎向东,1990.栲树林生物生产力模型.广西农学院学报,9(3):55-64
62. 党承林,吴兆录,1994.元江栲群落的生物量研究.云南大学学报:自然科学版,16(3):195-199
63. 刘兴良,鄢武先,向成华,蒋俊民,1997.沱江流域亚热带次生植被生物量及其模型.植物生态学报,21(5):441-454
64. 张水松,叶功富,徐俊森,林武星,黄荣钦,陈胜,潘惠忠,谭芳林,2000.滨海沙土立地条件与木麻黄生长关系的研究.防护林科技,(专刊 1):1-5,14
65. 黄义雄,沙济琴,谢皎如,方祖光,郑达贤,1996.福建平潭岛木麻黄防护林带的生物生产力.生态学杂志,15(2):4-7
66. 钟全林,张振瀛,张春华,周海林,黄志强,2001.刨花楠生物量及其结构动态分析.江西农业大学学报,23(4):533-536
67. 杨修,吴刚,黄冬梅,杨长群,1999.兰考泡桐生物量积累规律的定量研究.应用生态学报,10(2):143-146
68. 蒋建平,杨修,李荣幸,1989.泡桐人工林生态系统的研究(IV):净生产力和有机质归还.河南农业大学学报,23(4):327-337
69. 魏鉴章,吴理安,赵海琳,刘炳文,刘正芳,朱礼楚,1983.泡桐生物产量问题的研究.河南林业科技,(增刊 1):8-23
70. 黄全,李意德,赖巨章,彭国金,1999.黎母山热带山地雨林生物量研究.植物生态学与地植物学学报,15(3):197-206
71. 李意德,1993.海南岛热带山地雨林林分生物量估测方法比较分析.生态学报,13(4):313-320
72. 戚剑飞,唐建维,2008.西双版纳石灰山季雨林的生物量及其分配规律.生态学杂志,27(2):167-177
73. 徐孝庆,陈之瑞,1987.毛白杨人工林生物量的初步研究.南京林业大学学报,(1):130-136
74. 唐万鹏,王月容,郑兰英,2004.南方型杨树人工林生物量与生产力研究.湖北林业科技,(增刊):43-47
75. 陈章水,方奇,1988.新疆杨元素含量与生物量研究.林业科学研究,1(5):535-540

76. 关洪书,刘玉林,1993.西藏一江两河中部流域杨树人工林生物量的研究.林业科技通讯,(9):20-22,32
77. 王彦,李琪,张佩云,吴晓星,蒋岳忠,姜俊涛,1990.杨树丰产林生物量和营养元素含量的研究.山东林业科技,(2):1-7
78. 李建华,李春静,彭世揆,2007.杨树人工林生物量估计方法与应用.南京林业大学学报:自然科学版,31(4):37-40
79. 陈炳浩,李护群,刘建国,1984.新疆塔里木河中游胡杨天然林生物量研究.新疆林业科技,(3):8-16
80. 吴刚,章景阳,王星,1994.酸沉降对重庆南岸马尾松针叶林年生物生产量的影响及其经济损失的估算.环境科学学报,14(4):461-465