

# 森林经营碳汇项目方法学

(版本号 V01)

2014 年 1 月

## 编制说明

为进一步推动以增加碳汇为主要目的的森林经营活动，规范国内森林经营碳汇项目设计文件编制、碳汇计量与监测等工作，确保森林经营碳汇项目所产生的中国核证减排量（CCER）达到可测量、可报告、可核查的要求，推动国内森林经营碳汇项目的自愿减排交易，特编制《森林经营碳汇项目方法学》（版本号V01）。

本方法学以《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）下“清洁发展机制（CDM）”的方法学模板为基础，在参考和借鉴 CDM 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）《2006 年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》、国际自愿减排市场林业项目相关方法学和要求，结合我国森林经营实际，经有关领域专家学者及利益相关方反复研讨后编制而成，以保证本方法学既符合国际规则又适合我国林业实际，具有科学性、合理性和可操作性。

# 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 基线与碳计量方法 .....	4
5.1 项目边界的确定 .....	4
5.2 碳库和温室气体排放源选择 .....	4
5.3 项目期和计入期 .....	5
5.4 基线情景识别和额外性论证 .....	6
5.5 碳层划分 .....	7
5.6 基线碳汇量 .....	7
5.6.1 基线林木生物质碳储量的变化 .....	8
5.6.2 基线枯死木碳储量的变化 .....	11
5.6.3 基线枯落物碳储量的变化 .....	12
5.6.4 基线木产品碳储量的变化 .....	13
5.7 项目碳汇量 .....	14
5.7.1 项目林木生物质碳储量的变化 .....	15
5.7.2 项目枯死木碳储量的变化 .....	16
5.7.3 项目枯落物碳储量的变化 .....	17
5.7.4 项目木产品碳储量的变化 .....	19
5.7.5 项目边界内温室气体排放的估计 .....	20
5.7.6 泄漏 .....	21
5.8 项目减排量 .....	22
6 监测程序 .....	22
6.1 项目实施的监测 .....	22
6.1.1 基线碳汇量的监测 .....	22
6.1.2 项目边界的监测 .....	23
6.1.3 项目活动的监测 .....	23
6.2 抽样设计与碳层划分 .....	24
6.2.1 碳层更新 .....	24
6.2.2 抽样设计 .....	24
6.3 林分生物质碳储量变化的测定 .....	26
6.4 枯死木碳储量变化的测定 .....	28
6.4.1 枯立木碳储量的测定 .....	28
6.4.2 枯倒木碳储量的测定 .....	30
6.4.3 枯死木碳储量的计算 .....	31
6.5 项目边界内的温室气体排放增加量的监测 .....	33
6.6 精度控制和校正 .....	33
6.6.1 项目碳汇量监测的精度校正 .....	33
6.6.2 基线碳汇量监测的精度校正 .....	34
6.7 不需监测的数据和参数 .....	34

6.8 需要监测的数据和参数 .....	44
附件 1 主要森林经营活动 .....	48
附件 2 中国主要树种（组）人工林龄组划分标准 .....	50
附件 3 主要人工林树种的生物量方程 .....	51

# 1 引言

根据中华人民共和国《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》（发改气候[2012]1668号）的有关规定，为推动以增加碳汇为主要目的森林经营活动，规范国内森林经营碳汇项目（以下简称“项目”）的设计、碳汇计量与监测工作等，确保项目所产生的中国核证减排量（CCER）达到可测量、可报告、可核查的要求，推动国内森林经营碳汇项目的自愿减排交易，特编制《森林经营碳汇项目方法学》（版本号 V01）。

本方法学以《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）清洁发展机制（CDM）下 2012 年批准的最新方法学模板为基础，参考和借鉴 CDM 方法学有关工具、方式和程序、政府间气候变化专门委员会（IPCC）《2006 年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》、并结合国内有关森林经营碳汇的工作实际，经有关领域专家学者及利益相关方反复研讨后编制而成，力求方法学的科学性、合理性和可操作性，使之符合国际规则又适应我国林业实际。

## 2 适用条件

采用本方法学的项目活动，应遵循以下适用条件：

- (a) 实施项目活动的土地为符合国家规定的乔木林地，即郁闭度 $\geq 0.20$ ，连续分布面积 $\geq 0.0667$ 公顷，树高 $\geq 2$ 米的乔木林。
- (b) 本方法学（版本号 V.01.0）不适用于竹林和灌木林。
- (c) 在项目活动开始时，拟实施项目活动的林地属人工幼、中龄林。项目参与方须基于国家森林资源连续清查技术规定（附件 2）、森林资源规划设计调查技术规程中的林组划分标准，并考虑立地条件和树种，来确定是否符合该条件。
- (d) 项目活动符合国家和地方政府颁布的有关森林经营的法律、法规和政策措​​施以及相关的技术标准或规程。
- (e) 项目地土壤为矿质土壤。
- (f) 项目活动不涉及全面清林和炼山等有控制火烧。
- (g) 除为改善林分卫生状况而开展的森林经营活动外，不移除枯死木和地表枯落物。
- (h) 项目活动对土壤的扰动符合下列所有条件：
  - (i) 符合水土保持的实践，如沿等高线进行整地；
  - (ii) 对土壤的扰动面积不超过地表面积的 10%；
  - (iii) 对土壤的扰动每 20 年不超过一次。

采用本方法学的项目活动，还应遵循本方法学中所包含的工具以及项目活动所采用的工具的适用条件。

### 3 规范性引用文件

本方法学参考了下列文件和工具：

- (a) 中华人民共和国《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》（发改气候[2012]1668号）；
- (b) 中华人民共和国林业行业标准《低效林改造技术规程》（LY/T 1690-2007）；
- (c) 中华人民共和国林业行业标准《低产用材林改造技术规程》（LY/T 1560-1999）；
- (d) 《国家森林资源连续清查技术规定》（林资发[2004]25号）；
- (e) 《森林资源规划设计调查技术规程》（GB/T 26424-2010）；
- (f) 中华人民共和国国家标准《森林抚育规程》（GB/T 15781-2009）；
- (g) 中华人民共和国国家标准《生态公益林建设技术规程》（GB/18337.3-2001）；
- (h) 国家林业局《造林项目碳汇计量与监测指南》（办造字[2011]18号）。
- (i) 有关方法学和工具包：
  - IPCC《土地利用、土地利用变化和林业优良做法指南》（IPCC，2003）
  - 非湿地的土地上大规模 CDM 造林再造林项目活动的基线与监测方法学（AR-ACM0003）
  - A/R CDM 项目活动基线情景确定和额外性论证工具（V1.0.0, EB35）
  - A/R CDM 项目活动林木和灌木生物量及其变化的估算工具（V3.0.0, EB 70）
  - A/R CDM 项目活动监测样地数量的计算工具（V2.1.0, EB 58）
  - A/R CDM 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（V1.0.0, EB65）
  - A/R CDM 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（V1.0.1, EB67）
  - A/R CDM 项目活动生物质燃烧造成非 CO<sub>2</sub> 温室气体排放增加的估算工具（V4.0.0, EB 65）

### 4 定义

本方法学所使用的有关术语的定义如下：

**森林经营：**本方法学中的“森林经营”特指通过调整和控制森林的组成和结构、促进森林生长，以维持和提高森林生长量、碳储量及其他生态服务功能，从而增加森林碳汇。主要的森林经营活动包括：结构调整、树种更替、补植补造、林分抚育、复壮和综合措施等（见附件1）。

**项目边界：**是指由对拟议项目所在区域的林地拥有所有权或使用权的项目参与方（项目业主）实施森林经营碳汇项目活动的地理范围。一个项目活动可在若干个不同的

地块上进行，但每个地块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林地。项目边界包括事前项目边界和事后项目边界。

**项目情景：**指拟议的项目活动下的森林经营情景。

**基线情景：**指在没有拟议的项目活动时，项目边界内的森林经营活动的未来情景。

**事前项目边界：**是在项目设计和开发阶段确定的项目边界，是计划实施项目活动的边界。

**事后项目边界：**是在项目监测时确定的、经过核实的、实际实施的项目活动的边界。

**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。

**地上生物量：**土壤层以上以干重表示的活体生物量，包括树干、树桩、树枝、树皮、种子、花、果和树叶等。

**地下生物量：**所有林木活根的生物量。由于细根（直径 $\leq 2\text{mm}$ ）通常很难从土壤有机成分或枯落物中区分出来，因此通常不包括该部分。

**枯落物：**土壤层以上、直径小于 5 厘米、处于不同分解状态的所有死生物量，包括凋落物、腐殖质，以及不能从经验上从地下生物量中区分出来的活细根（直径 $\leq 2\text{mm}$ ）。

**枯死木：**枯落物以外的所有死生物量，包括枯立木、枯倒木以及直径大于或等于 5 厘米的枯枝、死根和树桩。

**土壤有机质：**一定深度内（通常为 100cm）矿质土和有机土（包括泥炭土）中的有机质，包括不能从经验上从地下生物量中区分出来的活细根（直径 $\leq 2\text{mm}$ ）。

**泄漏：**指由拟议的森林经营碳汇项目活动引起的、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。

**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：**指在基线情景下（即没有拟议的森林经营碳汇项目活动的情况下），项目边界内碳库中碳储量变化之和。

**项目碳汇量：**指在项目情景下（即在拟议的森林经营碳汇项目活动情景下），项目边界内所选碳库中碳储量变化量之和，减去由拟议的森林经营碳汇项目活动引起的温室气体排放的增加量。

**项目减排量：**即由于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：**指拟议的森林经营碳汇项目活动产生的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森林经营碳汇项目活动时是不会产生的。

**土壤扰动：**是指导致土壤有机碳降低的活动，如整地、松土、翻耕、挖除树桩（根）等。

## 5 基线与碳计量方法

### 5.1 项目边界的确定

事前项目边界可采用下述方法之一确定：

- (a) 采用全球定位系统（GPS）、北斗卫星导航系统（Compass）或其他卫星导航系统，进行单点定位或差分技术直接测定项目地块边界的拐点坐标，定位误差不超过 5 米。
- (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) 使用大比例尺地形图(比例尺不小于 1:10000)进行现场勾绘，结合 GPS、Compass 等定位系统进行精度控制。

事后项目边界可采用上述方法(a)或(b)进行，面积测定误差不超过 5%。

在项目审定和核查时，项目参与方须提交地理信息系统（GIS）产出的项目边界的矢量图形文件（.shp 文件）。在项目审定时，项目参与方须提供项目总面积三分之二或以上的林地所有权或使用权的证据。在首次核查时，项目参与方须提供所有项目地块的林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林地权属证书或其他有效的证明材料。

### 5.2 碳库和温室气体排放源选择

本方法学对项目边界内碳库选择如表 1。其中“木产品”碳库对项目边界内收获并产出的木产品进行计量或监测。尽管木产品是发生在项目边界外的碳库，但为了计量和监测方便，本方法学统一将其视为项目边界内的碳库来考虑。项目参与方可以根据实际数据的可获得性，或基于成本有效性和保守性原则，选择忽略“木产品”碳库的计量和监测。

表 1. 项目边界内的碳库选择



碳库	是否选择	理由或解释
地上生物量	是	项目活动影响的主要碳库
地下生物量	是	项目活动影响的主要碳库
枯死木	是或否	与基线情景相比该碳库可能会增加或降低。如果与基线情景相比该碳库不会降低，根据成本有效性原则可以忽略该碳库。
枯落物	是或否	与基线情景相比该碳库可能会增加或降低。如果与基线情景相比该碳库不会降低，根据成本有效性原则可以忽略该碳库。
土壤有机碳	否	根据本方法学的适用条件，与基线情景相比该碳库不会降低；基于保守性和成本有效性原则，可以忽略该碳库。
木产品	是或否	根据本方法学的适用条件，与基线情景相比该碳库会增加，但项目参与方也可保守地选择不考虑该碳库。

对项目边界内的温室气体源排放的选择如表 2：

**表 2. 项目边界内温室气体排放源的选择**

温室气体	排放源	是否选择	理由或解释
CO <sub>2</sub>	木本生物质燃烧	否	该 CO <sub>2</sub> 排放已在碳储量变化中考虑
CH <sub>4</sub>	木本生物质燃烧	是	森林经营过程中，由于木本植被生物质燃烧可引起显著的 CH <sub>4</sub> 排放
N <sub>2</sub> O	木本生物质燃烧	是	森林经营过程中，由于木本植被生物质燃烧可引起显著的 N <sub>2</sub> O 排放

### 5.3 项目期和计入期

项目期是指实施项目活动的的时间区间。项目活动开始日期是指实施森林经营碳汇项目活动的开始日期。项目活动开始日期不应早于 2005 年 2 月 16 日。如果项目活动开始日期早于向国家气候变化主管部门提交备案的日期，项目参与方须提供透明和可核实的证据，证明温室气体减排是项目活动最初的主要目的。这些证据须是发生在项目开始日之前的、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产生额外温室气体减排量的时间区间。计入期的起始日期应与项目开始日期相同。计入期按国家气候变化主管部门规定的方式确定。在未颁布相关规定以前，计入期最短为 20 年，最长不超过 60 年。如：一个项目期为 40 年的森林经营碳汇项目，可以确定为 2 个 20 年的计入期，也可以确定一个 40 年的计入期。

项目参与方须清晰地说明项目活动的开始日期、计入期和项目期，并解释选择该日期的理由。

## 5.4 基线情景识别和额外性论证

项目参与方可通过下述程序，识别和确定项目活动的基线情景，并论证项目活动的额外性：

### (a) 普遍性做法分析

普遍性做法，是指在拟开展项目活动的地区或相似地区（相似的地理位置、环境条件、社会经济条件以及投资环境等），由具有可比性的实体或机构（如公司、国家政府项目、地方政府项目等）普遍实施的类似的森林经营项目活动，也包括 2005 年 2 月 16 日以前编制的森林经营方案。项目参与方须提供透明性文件，证明拟议森林经营项目的经营技术措施与普遍性做法有本质差异，即拟议项目不是普遍性做法。

项目活动一旦被认为不是普遍性做法，即被认定为在其计入期内具有额外性。此时，基线情景为历史的或现有的森林经营活动情景。如：在计入期内不采取任何森林经营措施、延续原来的森林经营模式、或采用原定森林经营方案进行经营等。

### (b) 障碍分析

如果拟议的项目活动属于普遍性做法，或者无法证明拟议的项目活动不是普遍性做法，项目参与方须通过“障碍分析”来确定拟议的项目活动的基线情景并论证其额外性。项目参与方须提供文件证明，由于障碍因素的存在阻碍了在项目区实施普遍性做法或原有的森林经营方案，则项目情景具有额外性。这种情况下，基线情景为维持历史或现有的森林经营方式。

这里的“障碍”是指实施障碍，即任何可能会阻碍拟议项目活动开展的因素。项目参与方至少需要对下列三种障碍之一进行评估：财务障碍、技术障碍或机制障碍。项目参与方可能存在多种实施障碍，但只要能证明至少有一种障碍存在，即证明项目活动具有额外性。

- **财务障碍：**包括高成本、有限的资金，或者在没有项目活动带来的温室气体减排量收益时，内部收益率低于项目参与方预期能接受的最低收益率。如果采用财务障碍分析，项目参与方须提供可靠的定量分析的证据，如净现金流和内部收益率测算，以及相关批准文件等书面材料。
- **技术障碍：**如缺乏高素质人才及技术实施的基础支撑，技术实施能力不足，缺少实践经验等。

- **机制障碍：**如缺少激励机制或政策，管理层缺乏共识，对收益认识不足等。

## 5.5 碳层划分

项目边界内的林分、项目活动等往往分布不均匀、差异较大。为了提高碳计量的准确性和精度、降低在一定精度要求下所需监测的样地数量，需要对项目区进行分层。分层的目的是为了降低层内变异性，增加层间变异性，同时也能降低监测成本。分层的关键是看同一层内是否具有近似的碳储量变化和相同的计量参数。碳层划分包括“基线碳层划分”和“项目碳层划分”。

“基线碳层划分”的目的是针对不同的基线碳层、确定基线情景和估计基线碳汇量。不同类型和结构的森林，其基线情景下的碳储量变化不同。因此，项目参与方须根据现有林分的类型（如低郁闭度林、过密林、低质低产林等）和优势树种、郁闭度等来划分基线碳层。

“项目碳层划分”包括事前项目碳层划分和事后项目碳层划分。事前项目碳层用于项目碳汇量的事前计量，主要是在基线碳层的基础上，根据拟实施的森林经营措施来划分。事后项目碳层用于项目碳汇量的事后监测，主要基于发生在各基线碳层上的森林经营管理活动的实际情况。如果发生自然或人为干扰（如火灾、间伐或主伐）或其他原因（如土壤类型）导致项目的异质性增加，在每次监测和核查时的事后分层调整时均须考虑这些因素的影响。项目参与方可使用项目开始时和发生干扰时的卫星影像进行对比，确定事前和事后项目分层。

## 5.6 基线碳汇量

基线碳汇量是在没有拟议项目活动的情况下，项目边界内所有碳库中碳储量的变化之和。本方法学主要考虑基线林木生物量、枯死木、枯落物和木质林产品碳库的碳储量变化，不考虑基线土壤有机质碳库、林下灌木等的碳储量变化。基于保守性原则，也不考虑基线情景下火灾引起的生物质燃烧造成的温室气体排放。计算方法如下：

$$\Delta C_{BSL,t} = \Delta C_{TREE\_BSL,t} + \Delta C_{DW\_BSL,t} + \Delta C_{LI\_BSL,t} + \Delta C_{HWP\_BSL,t} \quad \text{公式 (1)}$$

式中：

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

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

$$\Delta C_{DW\_BSL,t} = \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内基线枯死木生物质碳储量的年变化量； } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$$

$\Delta C_{LI\_BSL,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线枯落物生物质碳储量的年变化量； $t$   $\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

$\Delta C_{HWP\_BSL,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线情景下生产的木产品碳储量的年变化量； $t$   $\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

### 5.6.1 基线林木生物质碳储量的变化

基线情景下各碳层林木生物质碳储量的变化采用“碳储量变化法”进行估算。对于项目开始后第  $t$  年时的基线林木生物质碳储量变化量，通过估算其前后两次监测或核查时间（ $t_1$  和  $t_2$ ，且  $t_1 \leq t \leq t_2$ ）时的基线林木生物质碳储量，再计算两次监测或核查间隔期（ $T = t_2 - t_1$ ）内的碳储量年均变化量来获得：

$$\Delta C_{TREE\_BSL,t} = \sum_{i=1} \frac{C_{TREE\_BSL,i,t_2} - C_{TREE\_BSL,i,t_1}}{t_2 - t_1} \quad \text{公式 (2)}$$

式中：

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

$C_{TREE\_BSL,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层林木生物量的碳储量； $t$   $\text{CO}_2\text{-e}$

$t_1, t_2$  = 两次监测或核查时间（ $t_1$  和  $t_2$ ）

$t$  = 项目开始后的年数， $t_1 \leq t \leq t_2$ ，年（a）。

$i$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层

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  $\text{CO}_2$  与 C 的分子量比（ $\frac{44}{12}$ ）将碳含量（t C）转换为二氧化碳当量（t  $\text{CO}_2\text{-e}$ ）：

$$C_{TREE\_BSL,i,t} = \frac{44}{12} * \sum_{j=1} (B_{TREE\_BSL,i,j,t} * CF_j) \quad \text{公式 (3)}$$

式中：

$C_{TREE\_BSL,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层林木生物量的碳储量； $t$   $\text{CO}_2\text{-e}$

$B_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的林木生物量； $t$  d.m.

$CF_j$  = 树种  $j$  的生物量含碳率； $t$  C·(t d.m.)<sup>-1</sup>

$i$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层

$j$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层的树种  $j$

$$\frac{44}{12} = \text{CO}_2 \text{ 与 C 的分子量比；无量纲}$$

$t$  = 项目开始以后的年数；a

项目参与方可以根据下列方法的优先顺序，采用其中方法之一来估算基线第  $i$  碳层树种  $j$  的生物量 ( $B_{TREE\_BSL,i,j,t}$ )：

### 方法 I：生物量方程法

预测基线情景下，计入期内不同年份 ( $t$ ) 各碳层各树种的林分平均胸径 ( $DBH$ ) 和平均树高 ( $H$ )，利用生物量方程法计算林木生物量：

$$B_{TREE\_BSL,i,j,t} = f_{AB,j}(DBH_{TREE\_BSL,i,j,t}, H_{TREE\_BSL,i,j,t}) * (1 + R_j) * N_{TREE\_BSL,i,j,t} * A_{TREE\_BSL,i} \quad \text{公式 (4)}$$

式中：

$B_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的林木生物量；t d.m.

$f_{AB,j}(DBH, H)$  = 树种  $j$  的林木地上生物量与胸径和树高的相关方程；t d.m·株<sup>-1</sup>

$DBH_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的平均胸径；cm

$H_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的平均树高；m

$R_j$  = 树种  $j$  的林木地下生物量/地上生物量之比，无量纲

$N_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的平均每公顷株数；株·hm<sup>-2</sup>

$A_{TREE\_BSL,i}$  = 项目边界内基线第  $i$  碳层的面积；hm<sup>2</sup>

$i$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层

$j$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层的树种  $j$

$t$  = 项目开始以后的年数；a

如果有树种  $j$  的总生物量方程，即地下和地上单株总生物量与胸径、树高的相关方程，则公式 (4) 可以改写为：

$$B_{TREE\_BSL,i,j,t} = f_{B,j}(DBH_{TREE\_BSL,i,j,t}, H_{TREE\_BSL,i,j,t}) * N_{TREE\_BSL,i,j,t} * A_{TREE\_BSL,i} \quad \text{公式 (5)}$$

式中：

$f_{B,j}(DBH, H)$  = 树种  $j$  的林木全株生物量与胸径和树高的相关方程；t d.m·株<sup>-1</sup>

### 方法 II：蓄积—生物量相关方程法

预测基线情景下，计入期内不同年份（ $t$ ）各碳层的林分平均单位面积蓄积量（ $V$ ），利用蓄积量—生物量相关方程法计算林木生物量：

$$B_{TREE\_BSL,i,j,t} = f_{AB,j} \left( V_{TREE\_BSL,i,j,t} \right) * (1 + R_j) * A_{TREE\_BSL,i} \quad \text{公式 (6)}$$

式中：

- $B_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的林木生物量；t d.m.
- $f_{AB,j}(V)$  = 树种  $j$  的林分平均单位面积地上生物量（ $B_{AB,j}$ ）与林分平均单位面积蓄积量（ $V_j$ ）之间的相关方程，通常可以采用幂函数  $B_{AB,j} = a \cdot V_j^b$ ，其中  $a$ 、 $b$  为参数；t d.m·hm<sup>-2</sup>
- $V_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的林分平均蓄积量 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>
- $R_j$  = 树种  $j$  的林木地下生物量/地上生物量；无量纲
- $A_{TREE\_BSL,i}$  = 项目边界内基线第  $i$  碳层的面积；hm<sup>2</sup>
- $i$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层
- $j$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层的树种  $j$
- $t$  = 项目开始以后的年数；a

### 方法 III：材积法

如果没有合适的生物量方程，也可以通过国家<sup>1</sup>或地方的立木材积表或材积公式，根据平均胸径、或平均树高与平均胸径转化为平均单株材积，并计算出单位面积蓄积量（ $V_{TREE\_BSL,i,j,t}$ ），再采用方法 II 的公式（6）估算基线林木生物量。

$$V_{TREE\_BSL,i,j,t} = f_{V,j} \left( DBH_{TREE\_BSL,i,j,t}, H_{TREE\_BSL,i,j,t} \right) * N_{TREE\_BSL,i,j,t} \quad \text{公式 (7)}$$

式中：

- $V_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的林分平均蓄积量 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>
- $f_{V,j}(DBH,H)$  = 树种  $j$  的林木单株材积与胸径、树高的相关方程，或可通过树高、胸径查材积表获得；m<sup>3</sup>·株<sup>-1</sup>
- $H_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的平均树高；m
- $DBH_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的平均胸径；cm

<sup>1</sup>中华人民共和国农林部. 1978. 立木材积表. 北京：技术标准出版社

- $N_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时,项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的平均每公顷株数;  
株·hm<sup>-2</sup>
- $i$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层
- $j$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层的树种  $j$
- $t$  = 项目开始以后的年数; a

#### 方法 IV: 缺省值法

根据各碳层单位面积蓄积量年均生长量的缺省值, 计算方法 I 的基线林分平均单位面积蓄积量 ( $V_{TREE\_BSL,i,j,t}$ ), 然后采用方法 I 的公式 (6) 计算生物质碳储量的变化:

$$V_{TREE\_BSL,i,j,t} = V_{TREE\_BSL,i,j,t=0} + t * \Delta V_{TREE\_BSL,i,j} - V_{TREE\_BSL\_H,i,j,t} \quad \text{公式 (8)}$$

式中:

- $V_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时,项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的平均单位面积蓄积量; m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>
- $V_{TREE\_BSL,i,j,t=0}$  = 项目开始 ( $t=0$ ) 时,项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的平均单位面积蓄积量; m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>
- $\Delta V_{TREE\_BSL,i,j}$  = 基线第  $i$  碳层树种  $j$  的林分平均单位面积蓄积生长量; m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>
- $V_{TREE\_BSL\_H,i,j,t}$  = 自项目开始至第  $t$  年时,项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的林分平均采伐蓄积量; m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>
- $i$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层
- $j$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层的树种  $j$
- $t$  = 项目开始以后的年数; a

当基线林分达到数量成熟后, 或生长量等于枯损量时, 如果无采伐, 则基线林木生物质碳储量变化趋于零, 即  $\Delta C_{TREE\_BSL,t} = 0$ 。为此, 项目参与方须对计入期内基线林分达到数量成熟的时间进行评估。该评估须基于透明的可核实的信息资料, 如按当地森林资源调查或林业规划设计调查中的龄组划分标准中的成熟林年龄, 或文献的数据, 或对项目区的调查测定, 或与项目区具有类似基线状况的数据。如果没有任何数据可用, 可从附件 3 中选择缺省值。

#### 5.6.2 基线枯死木碳储量的变化

基线情景下各碳层枯死木碳储量的变化采用“碳储量变化法”结合“缺省值法”进行估算:

$$\Delta C_{DW\_BSL,t} = \sum_{i=1} \frac{C_{DW\_BSL,i,t_2} - C_{DW\_BSL,i,t_1}}{t_2 - t_1} \quad \text{公式 (9)}$$

式中：

$\Delta C_{DW\_BSL,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线枯死木碳储量的年变化量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

$C_{DW\_BSL,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层枯死木的碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}$

$t_1, t_2$  = 两次监测或核查时间 ( $t_1$  和  $t_2$ )

$t$  = 项目开始后的年数， $t_1 \leq t \leq t_2$ ，年 (a)

$i$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层

基线枯死木碳储量 ( $C_{DW\_BSL,i,t}$ ) 采用缺省值法进行估算：

$$C_{DW\_BSL,i,t} = C_{TREE\_BSL,i,t} * DF_{DW} \quad \text{公式 (10)}$$

式中：

$C_{DW\_BSL,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层的枯死木碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}$

$C_{TREE\_BSL,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层的林木生物质碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}$

$DF_{DW}$  = 林分枯死木碳储量占林木生物质碳储量的比例；无量纲

### 5.6.3 基线枯落物碳储量的变化

基线情景下各碳层枯落物碳储量的变化采用“碳储量变化法”结合“缺省值法”进行估算：

$$\Delta C_{LI\_BSL,t} = \sum_{i=1} \frac{C_{LI\_BSL,i,t_2} - C_{LI\_BSL,i,t_1}}{t_2 - t_1} \quad \text{公式 (11)}$$

式中：

$\Delta C_{LI\_BSL,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线枯落物碳储量的年变化量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

$C_{LI\_BSL,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层的枯落物碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}$

$t_1, t_2$  = 两次监测或核查时间 ( $t_1$  和  $t_2$ )

$t$  = 项目开始后的年数， $t_1 \leq t \leq t_2$ ，年 (a)。

$i$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层

基线枯落物碳储量 ( $C_{LI\_BSL,i,t}$ ) 可以采用以下方法进行估算：



$$C_{LI\_BSL,i,t} = \sum_{j=1} \left[ f_{LI,j}(B_{TREE\_AB,j}) * B_{TREE\_BSL\_AB,i,j,t} * CF_{LI,j} \right] * A_i * \frac{44}{12} \quad \text{公式 (12)}$$

式中：

- $C_{LI\_BSL,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层的枯落物碳储量；t CO<sub>2</sub>-e
- $f_{LI,j}(B_{TREE\_AB,j})$  = 树种（组） $j$  的林分单位面积枯落物生物量占林分单位面积地上生物量的百分比（%）与林分单位面积地上生物量（t d.m.hm<sup>-2</sup>）的相关关系；%
- $B_{TREE\_BSL\_AB,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的林分平均单位面积地上生物量；t d.m.hm<sup>-2</sup>
- $CF_{LI,j}$  = 项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  枯落物的含碳率；t C·(t d.m.)<sup>-1</sup>
- $A_i$  = 项目边界内基线第  $i$  碳层的面积；hm<sup>2</sup>
- $i$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层
- $j$  = 1, 2, 3……基线第  $i$  碳层的树种  $j$
- $t$  = 项目开始以后的年数；a
- $\frac{44}{12}$  = CO<sub>2</sub> 与 C 的分子量之比，无量纲

#### 5.6.4 基线木产品碳储量的变化

本方法学假定木产品碳储量的长期变化，等于木产品在项目期末或产品生产后 30 年（以时间较后者为准）仍在在使用或进入垃圾填埋的木产品中的碳，而其他部分则在生产木产品时立即排放。计算公式如下：

$$\Delta C_{HWP\_BSL,t} = \sum_{ty=1} \sum_{j=1} \left[ (C_{STEM\_BSL,j,t} * TOR_{ty,j}) * (1 - WW_{ty}) * OF_{ty} \right] \quad \text{公式 (13)}$$

$$C_{STEM\_BSL,j,t} = V_{TREE\_BSL\_H,j,t} * WD_j * CF_j * \frac{44}{12} \quad \text{公式 (14)}$$

$$OF_{ty} = e^{(-\ln(2) * WT / LT_{ty})} \quad \text{公式 (15)}$$

式中：

- $\Delta C_{HWP\_BSL,t}$  = 第  $t$  年时，基线木产品碳储量的变化量；t CO<sub>2</sub>-e·a<sup>-1</sup>
- $C_{STEM\_BSL,j,t}$  = 第  $t$  年时，基线情景下采伐的树种  $j$  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），则为地上部生物质碳储量（ $C_{AB\_BSL,j,t}$ ），采用 5.6.1 中的方法 I 进行计算；t CO<sub>2</sub>-e
- $V_{TREE\_BSL\_H,j,t}$  = 第  $t$  年时，基线情景下树种  $j$  的采伐量；m<sup>3</sup>

$WD_j$	=	树种 $j$ 的木材密度； $t\ d.m \cdot m^{-3}$
$CF_j$	=	树种 $j$ 的生物量含碳率； $t\ C \cdot (t\ d.m.)^{-1}$
$TOR_{ty,j}$	=	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……基线第 $i$ 碳层的树种 $j$
$\frac{44}{12}$	=	$CO_2$ 与 C 的分子量之比，无量纲

## 5.7 项目碳汇量

项目碳汇量等于项目边界内所选碳库的碳储量年变化量减去项目边界内温室气体排放量的增加量。基于保守性原则，本方法学对于项目边界内碳库的选择只考虑林木生物量、枯落物、枯死木和木产品碳库中碳储量的年变化量，不考虑土壤有机碳的变化。根据方法学适用条件，项目活动无潜在泄漏，也不考虑。

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{P,t} - GHG_{E,t} \quad \text{公式 (16)}$$

式中：

$\Delta C_{ACTUAL,t}$	=	第 $t$ 年时的项目碳汇量； $t\ CO_2-e \cdot a^{-1}$
$\Delta C_{P,t}$	=	第 $t$ 年时，项目边界内所选碳库的碳储量年变化量； $t\ CO_2-e \cdot a^{-1}$
$GHG_{E,t}$	=	第 $t$ 年时，项目活动引起的温室气体排放的年增加量； $t\ CO_2-e \cdot a^{-1}$
$t$	=	1, 2, 3……项目开始以后的年数；年（a）

项目边界内所选碳库的碳储量年变化量计算方法如下：

$$\Delta C_{P,t} = \Delta C_{TREE\_PROJ,t} + \Delta C_{DW\_PROJ,t} + \Delta C_{LI\_PROJ,t} + \Delta C_{HWP\_PROJ,t} \quad \text{公式 (17)}$$

式中：

$$\begin{aligned} \Delta C_{P,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目边界内所选碳库的碳储量年变化量; } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{TREE\_PROJ,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目情景下林木生物质碳储量的年变化量; } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{DW\_PROJ,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目情景下枯死木碳储量的年变化量; } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{LI\_PROJ,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目情景下枯落物碳储量的年变化量; } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{HWP\_PROJ,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目情景下收获木产品碳储量的年变化量; } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ t &= 1, 2, 3, \dots \text{项目开始以后的年数; 年 (a)} \end{aligned}$$

### 5.7.1 项目林木生物质碳储量的变化

项目情景下林木生物质碳储量的变化，应针对不同的项目碳层分别进行计算：

$$\Delta C_{TREE\_PROJ,t} = \sum_i \left( \frac{C_{TREE\_PROJ,i,t_2} - C_{TREE\_PROJ,i,t_1}}{t_2 - t_1} \right) \quad \text{公式 (18)}$$

式中：

$$\begin{aligned} \Delta C_{TREE\_PROJ,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目情景下林木生物质碳储量的年变化量; } t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ C_{TREE\_PROJ,i,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目第 } i \text{ 碳层的林木生物质碳储量; } t \text{ CO}_2\text{-e} \\ t_1, t_2 &= \text{两次监测或核查时间 (} t_1 \text{ 和 } t_2 \text{)} \\ t &= \text{项目开始后的年数, } t_1 \leq t \leq t_2; \text{ 年 (a)} \\ i &= 1, 2, 3, \dots \text{项目第 } i \text{ 碳层} \end{aligned}$$

对于项目事前估计，林木生物质碳储量 ( $C_{TREE\_PROJ,i,t}$ ) 可采用如下方法进行计算：

$$C_{TREE\_PROJ,i,t} = \sum_{j=1} \left[ f_{AB,j} (V_{TREE\_PROJ,i,j,t}) * (1 + R_j) * CF_j \right] * A_{i,t} * \frac{44}{12} \quad \text{公式 (19)}$$

式中：

$$\begin{aligned} C_{TREE\_PROJ,i,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目第 } i \text{ 碳层的林木生物质碳储量; } t \text{ CO}_2\text{-e} \\ V_{TREE\_PROJ,i,j,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目第 } i \text{ 碳层 } j \text{ 树种的单位面积蓄积量; } \text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2} \\ f_{AB,j}(V) &= \text{树种 } j \text{ 单位面积地上生物量与单位面积蓄积量之间的相关方程; } t \text{ d.m}\cdot\text{hm}^{-2} \\ R_j &= \text{树种 } j \text{ 地下生物量/地上生物量; 无量纲} \\ CF_j &= \text{树种 } j \text{ 的生物量含碳率; } t \text{ C}\cdot(t \text{ d.m.})^{-1} \\ A_{i,t} &= \text{第 } t \text{ 年时, 项目第 } i \text{ 碳层的面积; } \text{hm}^2 \end{aligned}$$

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

对于项目事后估计，采用第 6.3 部分的方法进行计算。

### 5.7.2 项目枯死木碳储量的变化

$$\Delta C_{DW\_PROJ,t} = \sum_{i=1} \frac{C_{DW\_PROJ,i,t_2} - C_{DW\_PROJ,i,t_1}}{t_2 - t_1} \quad \text{公式 (20)}$$

式中：

- $\Delta C_{DW\_PROJ,t}$  = 第  $t$  年时，项目情景下枯死木碳储量的年变化量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $C_{DW\_PROJ,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目第  $i$  碳层的枯死木碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}$
- $t_1, t_2$  = 两次监测或核查时间 ( $t_1$  和  $t_2$ )
- $t$  = 项目开始后的年数， $t_1 \leq t \leq t_2$ ；年 (a)
- $i$  = 1, 2, 3……项目第  $i$  碳层

对于项目事前估计，项目枯死木碳储量  $C_{DW\_PROJ,i,t}$  采用如下方法计算：

$$C_{DW\_PROJ,i,t} = C_{TREE\_PROJ,i,t} * DF_{DW} \quad \text{公式 (21)}$$

式中：

- $C_{DW\_PROJ,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目第  $i$  碳层的枯死木碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}$
- $C_{TREE\_PROJ,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目第  $i$  碳层的林木生物质碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}$
- $DF_{DW}$  = 林分枯死木碳储量占林木生物质碳储量的比例；无量纲

对于项目事后估计，项目参与方可采用第 6.4 部分的监测方法估计，也可直接采用上式方法进行估算。

如果为改善林分卫生状况，在项目情景下移除林分（如病虫危害林、冰雪灾害林）中的枯死木，则针对移除年份  $t^*$  ( $t_1 \leq t^*$ )， $C_{DW\_PROJ,i,t^*} = 0$ ；对于移除枯死木之后的年份  $t$  ( $t^* < t \leq t_2$ )，则：

$$\Delta C_{DW\_PROJ,i,t} = \Delta C_{TREE\_PROJ,i,t} * DF_{DW} \quad \text{公式 (22)}$$

式中：

- $\Delta C_{DW\_PROJ,t}$  = 第  $t$  年时，项目情景下第  $i$  层枯死木碳储量的年变化量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

- $\Delta C_{TREE\_PROJ,t}$  = 第  $t$  年时，项目情景下第  $i$  层林木生物质碳储量的年变化量； $t$   $\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $DF_{DW}$  = 林分枯死木碳储量占林木生物质碳储量的比例；无量纲
- $t$  = 项目开始后的年数， $t^*\leq t\leq t_2$ ；年（a）
- $i$  = 1, 2, 3……项目第  $i$  碳层

### 5.7.3 项目枯落物碳储量的变化

$$\Delta C_{LI\_PROJ,t} = \sum_{i=1} \frac{C_{LI\_PROJ,i,t_2} - C_{LI\_PROJ,i,t_1}}{t_2 - t_1} \quad \text{公式 (23)}$$

式中：

- $\Delta C_{LI\_PROJ,t}$  = 第  $t$  年时，项目情景下枯落物碳储量的年变化量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $C_{LI\_PROJ,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目第  $i$  碳层的枯落物碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}$
- $t_1, t_2$  = 两次监测或核查时间（ $t_1$  和  $t_2$ ）
- $t$  = 项目开始后的年数， $t_1\leq t\leq t_2$ ；年（a）
- $i$  = 1, 2, 3……项目第  $i$  碳层

对于项目事前和事后估计，项目枯落物碳储量（ $C_{LI\_PROJ,i,t}$ ）都可以采用下列方法进行估算：

$$C_{LI\_PROJ,i,t} = \sum_{j=1} [f_{LI,j}(B_{TREE\_AB,j}) * B_{TREE\_PROJ\_AB,i,j,t} * CF_{LI,j}] * A_i * \frac{44}{12} \quad \text{公式 (24)}$$

式中：

- $C_{LI\_PROJ,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目第  $i$  碳层的枯落物碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}$
- $f_{LI,j}(B_{TREE\_AB,j})$  = 树种  $j$  的林分单位面积枯落物生物量占林分单位面积地上生物量的百分比（%）与林分单位面积地上生物量（ $t \text{ d.m.hm}^{-2}$ ）的相关方程；%
- $B_{TREE\_PROJ\_AB,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目第  $i$  碳层树种  $j$  的林分平均单位面积地上生物量，采用公式（19）中的  $f_{AB,j}(V)$  计算获得； $t \text{ d.m.hm}^{-2}$
- $CF_{LI,j}$  = 树种  $j$  的枯落物含碳率； $t \text{ C}\cdot(t \text{ d.m.})^{-1}$
- $A_i$  = 项目第  $i$  碳层的面积； $\text{hm}^2$
- $i$  = 1, 2, 3……项目第  $i$  碳层

$j$  = 1, 2, 3……项目第  $i$  碳层的树种  $j$

$t$  = 项目开始以后的年数；年 (a)

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

如果为改善林分卫生状况，在项目情景下移除林分（如病虫危害林、冰雪灾害林）中的枯落物，则针对移除年份  $t^*$  ( $t_1 \leq t^*$ )， $C_{LI\_PROJ,i,t^*} = 0$ ；对于移除枯落物之后的年份  $t$  ( $t^* < t \leq t_2$ )，则：

$$\Delta C_{LI\_PROJ,i,t} = \sum_{j=1} \left[ f_{LI,j}(B_{TREE\_AB,j}) * \Delta B_{TREE\_PROJ\_AB,i,j,t} * CF_{LI,j} \right] * A_i * \frac{44}{12} \quad \text{公式 (25)}$$

$$\Delta B_{TREE\_PROJ\_AB,i,j,t} = f_{AB,j} \left( \frac{V_{TREE\_PROJ,i,j,t_2} - V_{TREE\_PROJ,i,j,t_1}}{t_2 - t_1} \right) \quad \text{公式 (26)}$$

式中：

$\Delta C_{LI\_PROJ,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目情景下第  $i$  层枯落物碳储量的年变化量； $\text{t CO}_2 \cdot \text{e} \cdot \text{a}^{-1}$

$f_{LI,j}(B_{TREE\_AB,j})$  = 树种  $j$  的林分单位面积枯落物生物量占林分单位面积地上生物量的百分比 (%) 与林分单位面积地上生物量 ( $\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$ ) 的相关方程；%

$\Delta B_{TREE\_PROJ\_AB,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目第  $i$  碳层树种  $j$  的林分平均单位面积地上生物量年变化量； $\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$

$f_{AB,j}(V)$  = 树种  $j$  单位面积地上生物量与单位面积蓄积量之间的相关方程； $\text{t d.m.} \cdot \text{hm}^{-2}$

$V_{TREE\_PROJ,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目第  $i$  碳层树种  $j$  的林分单位面积蓄积量； $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$

$CF_{LI,j}$  = 树种  $j$  的枯落物含碳率； $\text{t C} \cdot (\text{t d.m.})^{-1}$

$A_i$  = 项目第  $i$  碳层的面积； $\text{hm}^2$

$i$  = 1, 2, 3……项目第  $i$  碳层

$j$  = 1, 2, 3……项目第  $i$  碳层的树种  $j$

$t_1, t_2$  = 两次监测或核查时间 ( $t_1$  和  $t_2$ )

$t$  = 项目开始以后的年数， $t_1 \leq t \leq t_2$ ；年 (a)

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

#### 5.7.4 项目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) 仍在使用或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:

$$\Delta C_{HWP\_PROJ,t} = \sum_{ty=1} \sum_{j=1} \left[ (C_{STEM\_PROJ,j,t} * TOR_{ty,j}) * (1 - WW_{ty}) * OF_{ty} \right] \quad \text{公式 (27)}$$

$$C_{STEM\_PROJ,j,t} = V_{TREE\_PROJ_H,j,t} * WD_j * CF_j * \frac{44}{12} \quad \text{公式 (28)}$$

式中:

- $\Delta C_{HWP\_PROJ,t}$  = 第  $t$  年时, 项目木产品碳储量的变化量;  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $C_{STEM\_PROJ,j,t}$  = 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), 则为地上部生物质碳储量 ( $C_{AB\_PROJ,j,t}$ ), 采用 5.6.1 中的方法 I 进行计算;  $t \text{ CO}_2\text{-e}$
- $V_{TREE\_PROJ_H,j,t}$  = 第  $t$  年时, 项目采伐的树种  $j$  的蓄积量;  $\text{m}^3$
- $WD_j$  = 树种  $j$  的木材密度;  $t \text{ d}\cdot\text{m}\cdot\text{m}^{-3}$
- $CF_j$  = 树种  $j$  的生物量含碳率;  $t \text{ C}\cdot(t \text{ d}\cdot\text{m})^{-1}$
- $TOR_{ty,j}$  = 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) 仍在使用或进入垃圾填埋的比例, 按公式 (15) 进行计算; 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……基线第  $i$  碳层的树种  $j$

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

### 5.7.5 项目边界内温室气体排放的估计

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:

$$GHG_{E,t} = GHG_{FF\_TREE,t} + GHG_{FF\_DOM,t} \quad \text{公式 (29)}$$

式中:

- $GHG_{E,t}$  = 第  $t$  年时, 项目边界内温室气体排放的增加量;  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $GHG_{FF\_TREE,t}$  = 第  $t$  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  $\text{CO}_2$  温室气体排放的增加量;  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $GHG_{FF\_DOM,t}$  = 第  $t$  年时, 项目边界内由于森林火灾引起死有机物燃烧造成的非  $\text{CO}_2$  温室气体排放的增加量;  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $t$  = 1, 2, 3……项目开始以后的年数; 年 (a)

森林火灾引起林木地上生物质燃烧造成的非  $\text{CO}_2$  温室气体排放, 使用最近一次项目核查时 ( $t_L$ ) 的分层、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  $\text{CO}_2$  温室气体排放量都假定为 0。

$$GHG_{FF\_TREE,t} = 0.001 * \sum_{i=1} \left[ A_{BURN,i,t} * b_{TREE,i,t_L} * COMF_i * \left( EF_{CH_4,i} * GWP_{CH_4} + EF_{N_2O,i} * GWP_{N_2O} \right) \right] \quad \text{公式 (30)}$$

式中:

- $GHG_{FF\_TREE,t}$  = 第  $t$  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  $\text{CO}_2$  温室气体排放的增加量;  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $A_{BURN,t}$  = 第  $t$  年时, 项目第  $i$  层发生燃烧的土地面积;  $\text{hm}^2$
- $b_{TREE,i,t_L}$  = 火灾发生前, 项目最近一次核查时 (第  $t_L$  年) 第  $i$  层的林木地上生物量, 采用第 5.7.1 节中林木地上生物量与蓄积量的相关函数  $f_{AB,j}(V)$  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  $B_{TREE,i,t}$  设定为 0;  $t \text{ d}\cdot\text{m}\cdot\text{hm}^{-2}$



- $COMF_i$  = 项目第  $i$  层的燃烧指数（针对每个植被类型）；无量纲
- $EF_{CH_4,i}$  = 项目第  $i$  层的  $CH_4$  排放指数； $g CH_4 \cdot (kg \text{ 燃烧的干物质 d.m.})^{-1}$
- $EF_{N_2O,i}$  = 项目第  $i$  层的  $N_2O$  排放指数； $g N_2O \cdot (kg \text{ 燃烧的干物质 d.m.})^{-1}$
- $GWP_{CH_4}$  =  $CH_4$  的全球增温潜势，用于将  $CH_4$  转换成  $CO_2$  当量，缺省值为 25
- $GWP_{N_2O}$  =  $N_2O$  的全球增温潜势，用于将  $N_2O$  转换成  $CO_2$  当量，缺省值为 298
- $i$  = 1, 2, 3……项目第  $i$  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  $CO_2$  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  $CO_2$  温室气体排放量设定为 0，之后核查时的非  $CO_2$  温室气体排放量计算如下：

$$GHG_{FF\_DOM,t} = 0.07 * \sum_{i=1} \left[ A_{BURN,i,t} * (C_{DW,i,t_L} + C_{LL,i,t_L}) \right] \quad \text{公式 (31)}$$

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燃烧造成的非  $CO_2$  温室气体排放的增加量； $t CO_2-e \cdot a^{-1}$
- $A_{BURN,t}$  = 第  $t$  年时，项目第  $i$  层发生燃烧的土地面积； $hm^2$
- $C_{DW,i,t_L}$  = 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 5.7.2 节的方法计算； $t CO_2-e \cdot hm^{-2}$
- $C_{LL,i,t_L}$  = 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 5.7.3 节的方法计算； $t CO_2-e \cdot hm^{-2}$
- $i$  = 1, 2, 3……项目第  $i$  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 = IPCC 缺省常数，指非  $CO_2$  排放量占碳储量的比例

### 5.7.6 泄漏

根据本方法学的适用条件，不考虑农业活动的转移、燃油工具的化石燃料燃烧、施用肥料导致的温室气体排放等，采用本方法学的森林经营碳汇项目活动无潜在泄漏，视为 0。

## 5.8 项目减排量

森林经营碳汇项目活动的减排量（即人为净温室气体汇清除）等于项目碳汇量减去基线碳汇量，再减去泄漏量，即：

$$\Delta C_{NET,t} = \Delta C_{ACTUAL,t} - \Delta C_{BSL,t} - LK_t \quad \text{公式 (32)}$$

式中：

$$\begin{aligned} \Delta C_{NET,t} &= \text{第 } t \text{ 年时的项目减排量； t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{ACTUAL,t} &= \text{第 } t \text{ 年时的项目碳汇量； t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{BSL,t} &= \text{第 } t \text{ 年时的基线碳汇量； t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ LK_t &= \text{第 } t \text{ 年时的泄漏量，视为 0； t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ t &= 1, 2, 3, \dots \text{项目开始以后的年数； 年 (a)} \end{aligned}$$

## 6 监测程序

除非在监测数据/参数表中另有要求，本方法学涉及的所有数据，包括所使用的工具中所要求的监测项，均须按相关标准进行全面的监测和测定。监测过程中收集的所有数据都须以电子版和纸质方式存档，直到计入期结束后至少两年。

首次监测在项目开始前进行，首次核查与审定同时进行，项目开始后每次监测和核查的间隔时间应在 3~10 年内选择。

### 6.1 项目实施的监测

#### 6.1.1 基线碳汇量的监测

基线碳汇量在项目事前进行确定。一旦项目被审定和注册，在项目计入期内就是有效的。项目参与方可选择在计入期内不再对其进行监测。如果项目活动开始日期早于向国家气候变化主管部门提交备案的日期，则可以选择固定基线碳汇量，且不进行监测。

项目参与方也可以通过建立基线监测样地，对基线碳汇量进行监测。基线碳汇量的监测应基于基线碳层，采取分层抽样的方法进行。项目参与方应提供透明的和可核实的信息，证明基线监测样地能合理地代表项目的基线状况（如在项目开始时，基线样地中各碳库中的碳储量与项目监测样地相同，即在 90% 可靠性水平下，误差不超过 10%）；同时证明基线监测样地的森林经营措施与确定的基线情景相同。基线监测样地数量的确定、样地布设方法、碳储量变化的测定和计算方法、精度要求和校正等，应与项目情景下的监测相同，详见第 6.2.2~6.5 节。

### 6.1.2 项目边界的监测

- (1) 采用全球定位系统（GPS）、北斗卫星导航系统（Compass）或其他卫星导航系统，进行单点定位或差分技术直接测定项目地块边界的拐点坐标。也可利用高分辨率的地理空间数据（如卫星影像、航片），在地理信息系统（GIS）辅助下直接读取项目地块的边界坐标。在监测报告中说明使用的坐标系，使用仪器设备的精度；
- (2) 检查实际边界坐标是否与项目设计文件中描述的边界一致；
- (3) 如果实际边界位于项目设计文件描述的边界之外，位于项目设计文件确定的边界外的部分将不计入项目边界中；
- (4) 将测定的拐点坐标或项目边界输入地理信息系统，计算项目地块及各碳层的面积；
- (5) 在计入期内须对项目边界进行定期监测，如果项目边界发生任何变化，例如发生毁林，应测定毁林的地理坐标和面积，并在下次核查中予以说明。毁林部分地块将调出项目边界之外，并在之后不再监测，也不能再重新纳入项目边界内。但是，如果在调出项目边界之前，对这些地块进行过核查，其前期经核查的碳储量应保持不变，并纳入碳储量变化的计算中。

### 6.1.3 项目活动的监测

主要监测项目所采取的森林经营活动：

- (1) 采（间）伐和补植：时间、地点（边界）、面积、树种和强度；
- (2) 如果采取人工更新，检查并确保皆伐后的迹地得以立即更新造林；
- (3) 如果采取萌芽或天然更新，检查并确保良好的更新条件；
- (4) 其他森林经营：施肥、除灌、灌溉等的地点（边界）、面积、措施（如果有）。

项目参与方须在项目设计文件中详细描述，项目所采取的的森林经营活动及其监测，符合中国森林经营相关的技术标准的要求和森林资源清查的技术规范。项目参与方在监测活动中须制定标准操作程序（SOP）及质量保证和质量控制程序（QA/QC），包括野外数据的采集、数据记录、管理和存档。最好是采用国家森林资源清查或所在省、市、自治区林业规划设计调查中的标准操作程序。

## 6.2 抽样设计与碳层划分

### 6.2.1 碳层更新

在项目执行过程中，可能由于下述原因的存在，需要在每次监测时对项目事前或上一次监测时划分的碳层进行更新：

- (1) 计入期内可能发生无法预计的干扰（如林火、病虫害），从而增加碳层内的变异性；
- (2) 森林经营活动（如间伐、主伐、萌芽或人工更新）影响了项目碳层内的均一性；
- (3) 发生土地利用变化（项目地转化为其他土地利用方式）；
- (4) 过去的监测发现层内碳储量及其变化存在变异性。可将变异性太大的碳层细分为两个或多个碳层；将变异性相近的两个或多个碳层合并为一个碳层；
- (5) 某些项目事前或上一次监测时划分的碳层可能不复存在。

### 6.2.2 抽样设计

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。首次监测（生物量和枯死木）在项目开始前进行，首次核查与审定同时进行。项目开始后的监测和核查的间隔期为 3~10 年。

本方法学仅要求对林分生物量和枯死木生物量的监测精度进行控制，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 6.5）。

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（33）计算。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（33）进行第二次迭代计算，得到的  $n$  值即为最终的样地数；

$$n = \frac{N * t_{VAL}^2 * \left( \sum_i w_i * s_i \right)^2}{N * E^2 + t_{VAL}^2 * \sum_i w_i * s_i^2} \quad \text{公式 (33)}$$

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 ( $\text{hm}^2$ ),  $A_p$  是样地面积 (一般为  $0.0667\text{hm}^2$ ); 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 ( $\infty$ ) 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  $i$  碳层的面积权重,  $w_i=A_i/A$ , 其中  $A$  是项目总面积 ( $\text{hm}^2$ ),  $A_i$  是第  $i$  碳层的面积 ( $\text{hm}^2$ ); 无量纲
- $s_i$  = 项目边界内第  $i$  碳层生物质碳储量估计值的标准差;  $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$
- $E$  = 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;  $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$
- $i$  = 1, 2, 3, ……项目碳层  $i$

(2) 当抽样面积较大时 (抽样面积大于项目面积的 5%), 按公式 (33) 进行计算获得样地数  $n$  之后, 按公式 (34) 对  $n$  值进行调整, 从而确定最终的样地数 ( $n_a$ ):

$$n_a = n * \frac{1}{1 + n / N} \quad \text{公式 (34)}$$

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 (35) 计算:

$$n = \left( \frac{t_{VAL}}{E} \right)^2 * \left( \sum_i w_i * s_i \right)^2 \quad \text{公式 (35)}$$

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 ( $\infty$ ) 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  $i$  碳层的面积权重; 无量纲
- $s_i$  = 项目边界内第  $i$  碳层生物质碳储量估计值的标准差;  $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$
- $E$  = 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;  $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$

$i = 1, 2, 3, \dots$ 项目碳层  $i$

(4) 分配到各层的监测样地数量，采用最优分配法按公式 (36) 进行计算：

$$n_i = n * \frac{w_i * s_i}{\sum_i w_i * s_i} \quad \text{公式 (36)}$$

式中：

$n_i$  = 项目边界内第  $i$  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  $i$  碳层的面积权重；无量纲

$s_i$  = 项目边界内第  $i$  碳层生物质碳储量估计值的标准差； $t \cdot C \cdot hm^{-2}$

$i = 1, 2, 3, \dots$ 项目碳层  $i$

### 6.3 林分生物质碳储量变化的测定

**第一步：**测定样地内所有活立木的胸径 ( $DBH$ ) 和 (或) 树高 ( $H$ ) 。

**第二步：**利用生物量方程  $f_{ABj}(DBH, H)$  计算每株林木地上生物量，通过地下生物量/地上生物量之比例关系 ( $R_j$ ) 计算整株林木生物量，再累积到样地水平生物量和碳储量。如果没有可用的生物量方程，可通过一元或二元材积公式  $f_{Vj}(DBH, H)$  计算单株材积，再计算样地水平单位面积蓄积，利用地上生物量与每公顷蓄积量之间的相关方程  $f_{Bj}(V)$  和地下生物量/地上生物量之比例关系，计算样地水平生物量和碳储量 (参见第 5.7.1 节)。

**第三步：**计算项目各碳层的平均单位面积碳储量及其方差：

$$C_{TREE,i,t} = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} C_{TREE,p,i,t}}{n_i * A_p} \quad \text{公式 (37)}$$

$$s_{C_{TREE,i,t}}^2 = \frac{n_i * \sum_{p=1}^{n_i} C_{TREE,p,i,t}^2 - \left( \sum_{p=1}^{n_i} C_{TREE,p,i,t} \right)^2}{n_i * (n_i - 1)} \quad \text{公式 (38)}$$

式中：

$C_{TREE,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内第  $i$  碳层林分单位面积生物质碳储量； $t \cdot CO_2 \cdot e \cdot hm^{-2}$

$C_{TREE,p,i,t}$  = 第  $t$  年时, 项目边界内第  $i$  碳层  $p$  样地林分单位面积生物质碳储量;  
t CO<sub>2</sub>-e·hm<sup>-2</sup>

$n_i$  = 项目边界内第  $i$  碳层的监测样地数量; 无量纲

$S_{C_{TREE,j,t}}^2$  = 第  $t$  年时, 项目边界内第  $i$  碳层林分单位面积生物质碳储量的方差;  
t CO<sub>2</sub>-e·hm<sup>-2</sup>

$A_p$  = 样地面积; hm<sup>2</sup>

$i$  = 1, 2, 3……项目碳层  $i$ ; 无量纲

$p$  = 1, 2, 3……项目边界内第  $i$  碳层  $p$  样地; 无量纲

$t$  = 1, 2, 3……项目开始以来的年数; 年 (a)

**第四步:** 计算项目边界内单位面积林分生物质碳储量及其方差:

$$C_{TREE,t} = \sum_{i=1} w_i * C_{TREE,i,t} \quad \text{公式 (39)}$$

$$S_{C_{TREE,t}}^2 = \sum_{i=1} w_i^2 * \frac{S_{C_{TREE,i,t}}^2}{n_i} \quad \text{公式 (40)}$$

式中:

$C_{TREE,t}$  = 第  $t$  年时, 项目林分单位面积生物质碳储量; t CO<sub>2</sub>-e·hm<sup>-2</sup>

$w_i$  = 项目第  $i$  碳层的面积权重; 无量纲

$C_{TREE,i,t}$  = 第  $t$  年时, 项目边界内第  $i$  碳层林分单位面积生物质碳储量; t  
CO<sub>2</sub>-e·hm<sup>-2</sup>

$S_{C_{TREE,t}}^2$  = 第  $t$  年时, 项目林分单位面积生物质碳储量的方差;

$n_i$  = 项目边界内第  $i$  碳层的监测样地数量; 无量纲

$S_{C_{TREE,i,t}}^2$  = 第  $t$  年时, 项目边界内第  $i$  碳层林分单位面积生物质碳储量的方差;

$i$  = 1, 2, 3……项目碳层  $i$ ; 无量纲

$t$  = 1, 2, 3……项目开始以来的年数; 年 (a)

**第五步:** 计算项目边界内林分生物质碳储量及其不确定性:

$$C_{TREE\_PROJ,t} = A * C_{TREE,t} \quad \text{公式 (41)}$$

$$UNC_{TREE,t} = \frac{t_{VAL} * S_{C_{TREE,t}}}{C_{TREE,t}} \quad \text{公式 (42)}$$

式中:

- $C_{TREE\_PROJ,t}$  = 第  $t$  年时, 项目边界内林分生物质碳储量; t CO<sub>2</sub>-e
- $A$  = 项目总面积; hm<sup>2</sup>
- $C_{TREE,t}$  = 第  $t$  年时, 项目林分单位面积生物质碳储量; t CO<sub>2</sub>-e·hm<sup>-2</sup>
- $UNC_{TREE,t}$  = 第  $t$  年时, 以抽样调查的相对误差限 (%) 表示的项目单位面积林分生物质碳储量的不确定性; %
- $S_{C_{TREE,t}}$  = 第  $t$  年时, 项目林分单位面积生物质碳储量的方差的平方根; t CO<sub>2</sub>-e·hm<sup>-2</sup>
- $t_{VAL}$  = 可靠性指标: 通过危险率 (1-置信度) 和自由度 ( $N-M$ ) 查  $t$  分布的双侧分位数表, 其中  $N$  为项目样地总数,  $M$  为项目碳层数量。例如: 置信度 90%, 自由度为 45 时的可靠性指标可在 excel 中用 “=TINV(0.10,45)”<sup>2</sup> 计算得到 1.6794。
- $t$  = 1, 2, 3……项目开始以来的年数; 年 (a)

## 6.4 枯死木碳储量变化的测定

估计枯死木碳储量所采用的碳层和样地, 应与估算活立木生物量的碳层和样地相同。但是如果能够提供透明的、可核实的证据, 项目参与方也可采用不同的分层来估计枯死木碳储量。

项目参与方可采用 5.7.2 节所述的事前估计方法进行估计, 也可采用下述方法进行实测估计。实测时应按枯立木和枯倒木分别进行测定和计算。对于连根拨起的倒木, 应按枯立木来计算。

### 6.4.1 枯立木碳储量的测定

枯立木碳储量的估算, 根据枯立木的类型分为如下两个部分:

$$C_{DWS,p,i,t} = C_{DWS\_TREE,p,i,t} + C_{DWS\_STUMP,p,i,t} \quad \text{公式 (43)}$$

式中:

- $C_{DWS,p,i,t}$  = 第  $t$  年时, 项目第  $i$  碳层  $p$  样地枯立木的碳储量; t CO<sub>2</sub>-e

<sup>2</sup> 在 EXCEL 2010 中 采用了 T.INV(), 而不是 TINV()。



$C_{DWS\_TREE,p,i,t}$  = 第  $t$  年时, 项目第  $i$  碳层  $p$  样地死亡木的碳储量; t CO<sub>2</sub>-e

$C_{DWS\_STUMP,p,i,t}$  = 第  $t$  年时, 项目第  $i$  碳层  $p$  样地枯立树桩的碳储量; t CO<sub>2</sub>-e

其中, 死亡木是指(a) 仅损失了叶和小枝的枯立木; (b) 损失了叶、小枝和细枝的枯立木。对于上述两类枯立木, 首先测定每株枯立木的胸径和高度, 并采用 5.7.1 节估算活立木碳储量的方法计算每株的碳储量, 再采用折扣因子方法, 基于相应的活立木碳储量估算每株枯死木碳储量, 并累加到样地水平的枯立木碳储量 ( $C_{DWS\_TREE,p,i,t}$ ) :

(a) 仅损失了叶和小枝的枯立木: 枯死木碳储量为整株活立木碳储量乘以折扣因子 0.975;

(b) 损失了叶、小枝和细枝的枯立木: 枯死木碳储量为整株活立木碳储量乘以折扣因子 0.80。

对于不符合上述两类的枯立木或枯立树桩, 可以采用下述方法获得样地水平的枯立树桩碳储量 ( $C_{DWS\_STUMP,p,i,t}$ )。采用弯刀测试法<sup>3</sup>, 将枯立树桩分为三个密度级, 即(i)未腐木; (ii)半腐木; 和(iii)腐木。对每一个密度级赋予一个密度折扣系数 ( $\beta$ ), 用该折扣系数乘以基本木材密度, 得到枯立树桩的密度。

如果枯立树桩高度低于 4 米, 测定每个树桩的中间点直径 ( $D_{MID\_STUMP}$ ); 如果枯立树桩高度等于或大于 4 米, 则测定每个树桩的胸高直径。当树桩高度超过 4 米时, 其中间点的直径采用下式计算:

$$D_{MID\_STUMP} = 0.57 * DBH_{STUMP} * \left( \frac{H_{STUMP}}{H_{STUMP} - 1.3} \right)^{0.80} \quad \text{公式 (44)}$$

式中:

$D_{MID\_STUMP}$  = 枯立树桩中间点的直径; m

$DBH_{STUMP}$  = 枯立树桩的胸高 (1.3m) 直径; m

$H_{STUMP}$  = 枯立树桩的高度; m

1.3 = 测定  $DBH$  的高度; m

枯立树桩碳储量计算方法如下:

$$C_{DWS\_STUMP,p,i,t} = \frac{44}{12} * \sum_{j=1} \left[ CF_j * WD_j * (1 + R_j) * \frac{\pi}{4} * \sum_{k=1} (D_{MID\_STUMP,j,k}^2 * H_{STUMP,j,k} * \beta_{j,k}) \right]$$

<sup>3</sup> 用弯刀敲击枯倒木, 如果刀刃反弹回来, 即为未腐木; 如果刀刃进入少许, 则为半腐木; 如果枯倒木裂开则为腐木。

式中:

- $C_{DWS\_STUMP,p,i,t}$  = 第  $t$  年时, 项目第  $i$  碳层  $p$  样地的枯立树桩碳储量;  $t \text{ CO}_2\text{-e}$
- $CF_j$  = 树种  $j$  的生物量含碳率;  $t \text{ C} \cdot t \text{ d} \cdot \text{m}^{-1}$
- $WD_j$  = 树种  $j$  的基本木材密度;  $t \text{ d} \cdot \text{m} \cdot \text{m}^{-3}$
- $R_j$  = 树种  $j$  的地下生物量/地上生物量; 无量纲
- $D_{MID\_STUMP,j,k}$  = 第  $t$  年时, 项目第  $i$  碳层  $p$  样地树种  $j$  第  $k$  棵枯立树桩的中间点直径;  $\text{m}$
- $H_{STUMP,j,k}$  = 第  $t$  年时, 项目第  $i$  碳层  $p$  样地树种  $j$  第  $k$  棵枯立树桩的高度;  $\text{m}$
- $\beta_{j,k}$  = 第  $t$  年时, 项目第  $i$  碳层  $p$  样地树种  $j$  第  $k$  棵枯立树桩对应的密度折扣系数。除非项目参与方有更详细的数据, 否则采用下列密度折扣因子的缺省值: (i) 未腐木 = 1.00; (ii) 半腐木 = 0.80; (iii) 腐木 = 0.45; 无量纲

#### 6.4.2 枯倒木碳储量的测定

枯倒木碳储量采用样线方法来进行测定和估计。在样地中设置两条样线, 总长度不小于 100 米<sup>4</sup>, 使之在样地中心呈垂直交叉, 测定与样线交叉的所有枯倒木 ( $\geq 5 \text{ cm}$ ) 的直径。

将枯倒木按腐烂程度分成三个密度级, 按 6.4.1 的方法赋予每个密度级一个折扣因子。  $p$  样地的枯倒木碳储量为:

$$C_{DWL,p,i,t} = \frac{44}{12} * \sum_{j=1} CF_j * WD_j * \frac{\pi^2}{8L} * \sum_{k=1} D_{j,k}^2 * \beta_{j,k} \quad \text{公式 (46)}$$

式中:

- $C_{DWL,p,i,t}$  = 第  $t$  年时, 项目第  $i$  碳层  $p$  样地枯倒木的碳储量;  $t \text{ CO}_2\text{-e}$
- $CF_j$  = 树种  $j$  的生物量含碳率;  $t \text{ C} \cdot t \text{ d} \cdot \text{m}^{-1}$
- $WD_j$  = 树种  $j$  的基本木材密度;  $t \text{ d} \cdot \text{m} \cdot \text{m}^{-3}$
- $L$  = 样线总长度;  $\text{m}$
- $D_{j,n}$  = 与样线交叉的树种  $j$  第  $k$  棵枯倒木的直径;  $\text{cm}$

<sup>4</sup> 如果样地内不可能设置总长达 100 米的样线。但是, 平行的样线之间的间距至少应为 20 米。

$\beta_{j,k}$  = 与样线交叉的树种  $j$  第  $k$  棵枯倒木的密度折扣系数, 参照 6.4.1 节;  
无量纲

### 6.4.3 枯死木碳储量的计算

基于 6.4.1-6.4.2 的计算结果, 项目第  $i$  碳层单位面积枯死木的碳储量及其方差的计算方法如下:

$$C_{DW,i,t} = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} (C_{DWS,p,i,t} + C_{DWL,p,i,t})}{n_i * A_p} \quad \text{公式 (47)}$$

$$s_{DW,i,t}^2 = \frac{n_i * \sum_{p=1}^{n_i} C_{DW,p,i,t}^2 - \left( \sum_{p=1}^{n_i} C_{DW,p,i,t} \right)^2}{n_i * (n_i - 1)} \quad \text{公式 (48)}$$

式中:

$C_{DW,i,t}$  = 第  $t$  年时, 项目边界内第  $i$  碳层单位面积枯死木碳储量;  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{hm}^{-2}$

$C_{DWS,p,i,t}$  = 第  $t$  年时, 项目边界内第  $i$  碳层  $p$  样地单位面积枯立木碳储量;  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{hm}^{-2}$

$C_{DWL,p,i,t}$  = 第  $t$  年时, 项目边界内第  $i$  碳层  $p$  样地单位面积枯倒木碳储量;  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{hm}^{-2}$

$n_i$  = 项目边界内第  $i$  碳层的监测样地数量; 无量纲

$s_{DW,i,t}^2$  = 第  $t$  年时, 项目边界内第  $i$  碳层单位面积枯死木碳储量样本的方差;  
 $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{hm}^{-2}$

$A_p$  = 样地面积;  $\text{hm}^2$

$i$  = 1, 2, 3……项目碳层  $i$ ; 无量纲

$p$  = 1, 2, 3……项目边界内第  $i$  碳层  $p$  样地; 无量纲

$t$  = 1, 2, 3……项目开始以来的年数; 年 (a)

项目边界内单位面积枯死木的碳储量及其方差的计算方法如下:

$$C_{DW,t} = \sum_{i=1} W_i * C_{DW,i,t} \quad \text{公式 (49)}$$

$$S_{C_{DW,t}}^2 = \sum_{i=1} W_i^2 * \frac{s_{C_{DW,i,t}}^2}{n_i} \quad \text{公式 (50)}$$

式中:

- $C_{DW,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内单位面积枯死木碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{hm}^{-2}$   
 $w_i$  = 项目第  $i$  碳层的面积权重；无量纲  
 $C_{DW,i,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内第  $i$  碳层单位面积枯死木碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{hm}^{-2}$   
 $S_{C_{DW,i}}^2$  = 第  $t$  年时，项目边界内单位面积枯死木碳储量的方差  
 $n_i$  = 项目边界内第  $i$  碳层的监测样地数量；无量纲  
 $S_{C_{DW,i,t}}^2$  = 第  $t$  年时，项目边界内第  $i$  碳层单位面积枯死木碳储量的方差；  
 $i$  = 1, 2, 3……项目碳层  $i$ ；无量纲  
 $t$  = 1, 2, 3……项目开始以来的年数；年（a）

项目边界内枯死木碳储量及其不确定性的计算方法如下：

$$C_{DW\_PROJ,t} = A * C_{DW,t} \quad \text{公式 (51)}$$

$$UNC_{DW,t} = \frac{t_{VAL} * S_{C_{DW,i}}}{C_{DW,t}} \quad \text{公式 (52)}$$

式中：

- $C_{DW\_PROJ,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内枯死木碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}$   
 $A$  = 项目总面积； $\text{hm}^2$   
 $C_{DW,t}$  = 第  $t$  年时，项目边界内单位面积枯死木碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{hm}^{-2}$   
 $UNC_{DW,t}$  = 第  $t$  年时，以抽样调查的相对误差限（%）表示的项目边界内单位面积枯死木碳储量的不确定性；%  
 $S_{C_{DW,i}}$  = 第  $t$  年时，项目边界内单位面积枯死木碳储量的方差的平方根； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{hm}^{-2}$   
 $t_{VAL}$  = 可靠性指标：通过危险率（1-置信度）和自由度（ $N-M$ ）查  $t$  分布的双侧分位数表，其中  $N$  为项目样地总数， $M$  为项目碳层数量。例如：置信度 90%，自由度为 45 时的可靠性指标可在 excel 中用 “=TINV(0.10,45)”<sup>5</sup> 计算得到 1.6794。  
 $t$  = 1, 2, 3……项目开始以来的年数；年（a）

<sup>5</sup> 在 EXCEL 2010 中 采用了 T.INV(), 而不是 TINV()。

## 6.5 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，参考第 5.7.5 节的方法，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（ $GHG_{E,t}$ ）。

## 6.6 精度控制和校正

本方法学只对生物量和枯死木的监测精度进行控制，要求达到 90% 可靠性水平下，90% 的精度。如果测定的不确定性大于 10%，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。项目参与方也可以选择下述打折的方法。

### 6.6.1 项目碳汇量监测的精度校正

$$\Delta C_{TREE\_PROJ,t_1,t_2} = (C_{TREE\_PROJ,t_2} - C_{TREE\_PROJ,t_1}) * (1 - DR) \quad \text{公式 (53)}$$

$$\Delta C_{DW\_PROJ,t_1,t_2} = (C_{DW\_PROJ,t_2} - C_{DW\_PROJ,t_1}) * (1 - DR) \quad \text{公式 (54)}$$

式中：

$\Delta C_{TREE\_PROJ,t_1,t_2}$  = 时间区间  $t_1 \sim t_2$  内，项目林分生物质碳储量的总变化量；t CO<sub>2</sub>-e

$\Delta C_{DW\_PROJ,t_1,t_2}$  = 时间区间  $t_1 \sim t_2$  内，项目枯死木碳储量的总变化量；t CO<sub>2</sub>-e

$C_{TREE\_PROJ,t_1}$  = 第  $t_1$  年时，项目边界内的林分生物质碳储量；t CO<sub>2</sub>-e

$C_{TREE\_PROJ,t_2}$  = 第  $t_2$  年时，项目边界内的林分生物质碳储量；t CO<sub>2</sub>-e

$C_{DW\_PROJ,t_1}$  = 第  $t_1$  年时，项目边界内的枯死木碳储量；t CO<sub>2</sub>-e

$C_{DW\_PROJ,t_2}$  = 第  $t_2$  年时，项目边界内的枯死木碳储量；t CO<sub>2</sub>-e

$DR$  = 基于监测结果不确定性的调减因子，如表 3。

表 3. 项目碳汇量监测调减因子表

不确定性 (%)	$DR$ (%) <sup>6</sup>	
	$C_{TREE\_PROJ,t_2} - C_{TREE\_PROJ,t_1} > 0$	$C_{TREE\_PROJ,t_2} - C_{TREE\_PROJ,t_1} < 0$
小于或等于 10%	0%	0%
大于 10% 小于 20%	6%	-6%

<sup>6</sup> 根据 AR-ACM0003 调整。

大于 20% 小于 30%	11%	-11%
大于或等于 30%	增加监测样地数量	

### 6.6.2 基线碳汇量监测的精度校正

$$\Delta C_{TREE\_BSL,t_1,t_2} = (C_{TREE\_BSL,t_2} - C_{TREE\_BSL,t_1}) * (1 + DR) \quad \text{公式 (55)}$$

$$\Delta C_{DW\_BSL,t_1,t_2} = (C_{DW\_BSL,t_2} - C_{DW\_BSL,t_1}) * (1 + DR) \quad \text{公式 (56)}$$

式中：

$\Delta C_{TREE\_BSL,t_1,t_2}$  = 时间区间  $t_1 \sim t_2$  内，基线林分生物质碳储量的总变化量；t CO<sub>2</sub>-e

$\Delta C_{DW\_BSL,t_1,t_2}$  = 时间区间  $t_1 \sim t_2$  内，基线枯死木碳储量的总变化量；t CO<sub>2</sub>-e

$C_{TREE\_BSL,t_1}$  = 第  $t_1$  年时，基线林分生物质碳储量；t CO<sub>2</sub>-e

$C_{TREE\_BSL,t_2}$  = 第  $t_2$  年时，基线林分生物质碳储量；t CO<sub>2</sub>-e

$C_{DW\_BSL,t_1}$  = 第  $t_1$  年时，基线林分枯死木碳储量；t CO<sub>2</sub>-e

$C_{DW\_BSL,t_2}$  = 第  $t_2$  年时，基线林分枯死木碳储量；t CO<sub>2</sub>-e

$DR$  = 基于监测结果不确定性的调减因子，如表 4。

表 4. 基线碳汇量监测调减因子表

不确定性 (%)	$DR$ (%)	
	$C_{TREE\_BSL,t_2} - C_{TREE\_BSL,t_1} > 0$ $C_{DW\_BSL,t_2} - C_{DW\_BSL,t_1} > 0$	$C_{TREE\_BSL,t_2} - C_{TREE\_BSL,t_1} < 0$ $C_{DW\_BSL,t_2} - C_{DW\_BSL,t_1} < 0$
小于或等于 10%	0%	0%
大于 10% 小于 20%	6%	-6%
大于 20% 小于 30%	11%	-11%
大于或等于 30%	增加监测样地数量	

## 6.7 不需监测的数据和参数

不需要监测的参数，包括那些可以使用缺省值、或只需要一次性测定即可确定的参数和数据。

数据/参数	$CF_j$
单位	t C (t d.m.) <sup>-1</sup>
应用的公式编号	公式 (3)，公式 (19)
描述	树种 $j$ 的林木生物量含碳率

数据源	数据源优先选择次序为： (a) 现有的、当地的基于树种或树种组的数据； (b) 省级的基于树种或树种组的数据（如省级温室气体清单）； (c) 从下表中选择缺省值：			
	树种（组）	$CF_j$	树种（组）	$CF_j$
	桉树	0.525	泡桐	0.470
	柏木	0.510	其它杉类	0.510
	檫木	0.485	其它松类	0.511
	池杉	0.503	软阔类	0.485
	赤松	0.515	杉木	0.520
	榎树	0.439	湿地松	0.511
	枫香	0.497	水胡黄	0.497
	高山松	0.501	水杉	0.501
	国外松	0.511	思茅松	0.522
	黑松	0.515	铁杉	0.502
	红松	0.511	桐类	0.470
	华山松	0.523	相思	0.485
	桦木	0.491	杨树	0.496
	火炬松	0.511	硬阔类	0.497
	阔叶混	0.490	油杉	0.500
	冷杉	0.500	油松	0.521
	栎类	0.500	榆树	0.497
	楝树	0.485	云南松	0.511
	柳杉	0.524	云杉	0.521
	柳树	0.485	杂木	0.483
	落叶松	0.521	樟树	0.492
	马尾松	0.460	樟子松	0.522
	木荷	0.497	针阔混	0.498
	木麻黄	0.498	针叶混	0.510
楠木	0.503	紫杉	0.510	
	数据来源：《中国第二次国家信息通报》土地利用变化与林业温室气体清单。			
测定步骤（如果有）	不适用			
说明				

数据/参数	$f_{AB,j}(V)$
单位	$t\ d.m \cdot hm^{-2}$
应用的公式编号	公式（6），公式（19）
描述	树种 $j$ 的林分平均单位面积地上生物量 ( $B_{AB}$ ) 与林分平均单位面积蓄积量 ( $V$ ) 之间的相关方程。

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) 省级的基于树种的数据（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 ( $B_{AB} = a \cdot V^b$ ) 计算：		
	树种	参数 $a$	参数 $b$
	云杉、冷杉	4.165749	0.653489
	落叶松	1.641699	0.801589
	红松	2.783807	0.695848
	樟子松	2.844362	0.677522
	油松	2.632238	0.696978
	华山松	4.573398	0.583726
	马尾松	1.827539	0.792975
	湿地松	2.053735	0.772233
	其他松（包括思茅松、云南松、台湾松、赤松、黑松、高山松、长白松、火炬松等）	2.403794	0.723530
	柏木	1.985272	0.794173
	杉木	2.536998	0.674639
	其他杉（水杉、柳杉、红杉、油杉、池杉）	2.694643	0.665671
	栎类	1.340549	0.896018
	桦木	1.075562	0.902351
	枫香、荷木、水曲柳、胡桃楸、黄菠萝	2.685404	0.741345
	樟树、楠木	4.292969	0.613426
	其他硬阔类	3.322268	0.687013
	杨树	0.942576	0.871034
	桉树	1.221362	0.869172
	相思	2.969276	0.706251
	木麻黄	6.932459	0.595017
其他软阔类（椴树、檫木、柳树、泡桐、楝树等）	1.142254	0.876051	
数据来源：根据中国森林生物量数据库整理			
测定步骤（如果有）	不适用		
说明	应用于基线情景时，公式（6）， $V = V_{TREE\_BSL,i,j,t}$ ； 应用于项目情景时，公式（19）， $V = V_{TREE\_PROJ,i,j,t}$ 。		

数据/参数	$R_j$
单位	无量纲
应用的公式编号	公式（6），公式（4），公式（19）
描述	树种 $j$ 的林木地下生物量/地上生物量之比



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) 省级基于树种或树种组的数据（如省级温室气体清单编制中的数据）；			
	(c) 从下表中选择缺省值：			
	树种（组）	$R_j$	树种（组）	$R_j$
	桉树	0.221	泡桐	0.247
	柏木	0.220	其它杉类	0.277
	檫木	0.270	其它松类	0.206
	池杉	0.435	软阔类	0.289
	赤松	0.236	杉木	0.246
	榎树	0.201	湿地松	0.264
	枫香	0.398	水胡黄	0.221
	高山松	0.235	水杉	0.319
	国外松	0.206	思茅松	0.145
	黑松	0.280	铁杉	0.277
	红松	0.221	桐类	0.269
	华山松	0.170	相思	0.207
	桦木	0.248	杨树	0.227
	火炬松	0.206	硬阔类	0.261
	阔叶混	0.262	油杉	0.277
	冷杉	0.174	油松	0.251
	栎类	0.292	榆树	0.621
	楝树	0.289	云南松	0.146
	柳杉	0.267	云杉	0.224
	柳树	0.288	杂木	0.289
	落叶松	0.212	樟树	0.275
	马尾松	0.187	樟子松	0.241
木荷	0.258	针阔混	0.248	
木麻黄	0.213	针叶混	0.267	
楠木	0.264	紫杉	0.277	
数据来源：《中国第二次国家信息通报》土地利用变化与林业温室气体清单。				
测定步骤（如果有）	不适用			
说明	萌芽林的地下生物量/地上生物量之比通常高于人工营造的林分，特别是在萌芽的最初 5 年，并随年龄的增加呈递减趋势。这种情况下进行碳计量时，采伐林木的地下生物质碳储量可不计为排放，而计为采伐前的量，并维持不变，直到重新植苗造林更新为止。			

数据/参数	$f_{AB,j}(DBH, H)$
单位	t d.m·株 <sup>-1</sup>
应用的公式编号	公式（4）

描述	树种 $j$ 的林木地上生物量与胸径和树高的相关方程
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) 省级基于树种的数据（如国家森林资源连续清查、林业规划设计调查或省级温室气体清单编制中的数据）； (c) 从附件 2 中选择。
测定步骤（如果有）	不适用
说明	所选用的方程须证明其适用性。可采用 CDM 造林再造林项目活动估算林木生物量所采用的生物量方程的适用性论证工具（V1.0.0, EB65）来进行论证。

数据/参数	$f_{B,j}(DBH, H)$
单位	t d.m·株 <sup>-1</sup>
应用的公式编号	公式（5）
描述	树种 $j$ 的林木总生物量方程（地上和地下单株总生物量与胸径和树高的相关方程）
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) 省级基于树种的数据（如国家森林资源连续清查、林业规划设计调查或省级温室气体清单编制中的数据）； (c) 从附件 2 中选择。
测定步骤（如果有）	不适用
说明	所选用的方程须证明其适用性。可采用 CDM 造林再造林项目活动估算林木生物量所采用的生物量方程的适用性论证工具（V1.0.0, EB65）来进行论证。

数据/参数	$f_{V,j}(DBH, H)$
单位	m <sup>3</sup> ·株 <sup>-1</sup>
应用的公式编号	公式（7）
描述	树种 $j$ 的林木单株蓄积量与胸径、树高的相关方程，或可通过树高、胸径查材积表获得
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) 省级基于树种的数据（如省级森林资源调查规划设计或省级温室气体清单编制中的数据）； (c) 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）。 (d) 中华人民共和国农林部. 1978. 立木材积表. 北京：技术标准出版社
测定步骤（如果有）	不适用
说明	

数据/参数	$\Delta V_{TREE\ BSL,j}$				
单位	$m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$				
应用的公式编号	公式 (8)				
描述	基线第 $i$ 碳层树种 $j$ 的林分平均单位面积蓄积量年生长量				
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： (i) 如果基线林分符合国家或地方低效林标准，从下表中选择缺省值：				
	龄级	北方（淮河、秦岭以北）		南方（淮河、秦岭以南）	
		速生	慢生	速生	慢生
	幼龄林	2.0	1.0	3.0	1.5
	中龄林	3.0	2.0	4.5	3.0
	资料来源：中华人民共和国林业行业标准 低产用材林改造技术规程 <i>LY/T 1560-1999</i> ，龄级划分标准见表 1。 (ii) 否则，根据项目开始前林分年龄计算的单位面积年平均蓄积生长量作为缺省值。				
测定步骤（如果有）	不适用				
说明	对于非用材林，采用本表中的缺省值是保守的。				

数据/参数	$DF_{DW}$	
单位	%	
应用的公式编号	公式 (10)，公式 (21)	
描述	林分枯死木碳储量占林木生物质碳储量的百分比 (%)	
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：	
	区域	$DF_{DW}$
	东北内蒙（辽宁、吉林、黑龙江和内蒙古东部）	3.51%
	华北中原（北京、天津、河北、山西、山东、河南）	2.06%
	西北（陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆和内蒙中西部）	3.11%
	华东华中华南（上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南）	2.25%
	西南（重庆、四川、贵州、云南、西藏）	1.88%
	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。	

测定步骤（如果有）	不适用
说明	对于过密的基线林分（超过合理密度的 20%）的基线情景枯死木的估计， $DF_{DW}$ 为上述缺省值的 2 倍。

数据/参数	$f_{LI,j}(B_{TREE\_AB,j})$		
单位	%		
应用的公式编号	公式（12），公式（24）		
描述	树种 $j$ 的林分单位面积枯落物生物量占林分单位面积地上生物量的百分比（ $LI\%$ ）与林分单位面积地上生物量（ $t\ d.m.hm^{-2}$ ）的相关方程		
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（ $LI\% = a \cdot e^{b \cdot B_{TREE\_AGB}}$ ）计算：		
	<b>树种</b>	<b>参数 <math>a</math></b>	<b>参数 <math>b</math></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			
测定步骤（如果有）	不适用		
说明	对于基线情景， $B_{TREE\_AB,j} = B_{TREE\_BSL\_AB,i,j,t}$ ，即第 $t$ 年基线 $i$ 碳层树种 $j$ 的林分单位面积地上生物量； 对于项目情景， $B_{TREE\_AB,j} = B_{TREE\_PROJ\_AB,i,j,t}$ ，即第 $t$ 年项目 $i$ 碳层树种 $j$ 的林分单位面积地上生物量。		

数据/参数	$CF_{LLj}$
单位	$t\ C \cdot (t\ d.m.)^{-1}$
应用的公式编号	公式 (12), 公式 (24)
描述	树种 $j$ 的枯落物含碳率
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) 可采用 IPCC 缺省值: 0.37
测定步骤 (如果有)	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 (13), 公式 (27)
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 (13), 公式 (27)
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	$WD_j$
单位	$t\ d.m \cdot m^{-3}$
应用的公式编号	公式 (14), 公式 (28)
描述	树种 $j$ 的木材密度

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) 省级分别树种或树种组的数据 (如省级温室气体清单)；			
	(c) 从下表中选择缺省值：			
	树种 (组)	$WD_j$	树种 (组)	$WD_j$
	桉树	0.578	泡桐	0.443
	柏木	0.478	其它杉类	0.359
	檫木	0.477	其它松类	0.424
	池杉	0.359	软阔类	0.443
	赤松	0.414	杉木	0.307
	榎树	0.420	湿地松	0.424
	枫香	0.598	水胡黄	0.464
	高山松	0.413	水杉	0.278
	国外松	0.424	思茅松	0.454
	黑松	0.493	铁杉	0.442
	红松	0.396	桐类	0.239
	华山松	0.396	相思	0.443
	桦木	0.541	杨树	0.378
	火炬松	0.424	硬阔类	0.598
	阔叶混	0.482	油杉	0.448
	冷杉	0.366	油松	0.360
	栎类	0.676	榆树	0.598
	楝树	0.443	云南松	0.483
	柳杉	0.294	云杉	0.342
	柳树	0.443	杂木	0.515
	落叶松	0.490	樟树	0.460
	马尾松	0.380	樟子松	0.375
木荷	0.598	针阔混	0.486	
木麻黄	0.443	针叶混	0.405	
楠木	0.477	紫杉	0.359	
数据来源：《中国第二次国家信息通报》土地利用变化与林业温室气体清单。				
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 (15)
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	$COMF_i$		
单位	无量纲		
应用的公式编号	公式（30）		
描述	项目第 $i$ 层的燃烧指数（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) 项目实施区当地或相邻地区相似条件下的数据； (b) 国家水平的适用于项目实施区的数据； (c) 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
	数据来源：A/R CDM 项目活动生物质燃烧造成非 $CO_2$ 温室气体排放增加的估算工具（V4.0.0, EB 65）；		
测定步骤（如果有）	不适用		
说明			

数据/参数	$EF_{CH_4,i}$
单位	$g\ CH_4\cdot(kg\ 燃烧的干物质\ d.m.)^{-1}$
应用的公式编号	公式 (30)
描述	第 $i$ 层的 $CH_4$ 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) 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（如果有）	不适用
说明	

数据/参数	$EF_{N_2O,i}$
单位	$g\ N_2O\cdot(kg\ 燃烧的干物质\ d.m.)^{-1}$
应用的公式编号	公式 (30)
描述	第 $i$ 层的 $N_2O$ 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) 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（如果有）	不适用
说明	

## 6.8 需要监测的数据和参数

项目参与方须对下表中所列参数进行监测。

数据/参数	$A_i$
单位	$hm^2$
应用的公式编号	公式 (33)
描述	项目第 $i$ 碳层的面积
数据源	野外测定
测定步骤	采用国家森林资源清查或林业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/QC 程序	采用国家森林资源清查或林业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	$A_p$
单位	hm <sup>2</sup>
应用的公式编号	公式 (33)
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林业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/QC 程序	采用国家森林资源清查或林业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	$DBH$
单位	cm
应用的公式编号	用于生物量方程 ( $f_{AB,j}(DBH, H)$ 、 $f_{B,j}(DBH, H)$ ) 和一元或二元材积公式 ( $f_{V,j}(DBH, H)$ )
描述	林木或枯立木胸高直径
数据源	野外样地测定。
测定步骤	采用国家森林资源清查或林业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/QC 程序	采用国家森林资源清查或林业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	$H$
单位	m
应用的公式编号	用于生物量方程 ( $f_{AB,j}(DBH, H)$ 、 $f_{B,j}(DBH, H)$ ) 和一元或二元材积公式 ( $f_{V,j}(DBH, H)$ )
描述	林木或枯立木高度
数据源	野外样地测定。
测定步骤	采用国家森林资源清查或林业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/QC 程序	采用国家森林资源清查或林业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	$DBH_{STUMP,j,k}$
单位	m
应用的公式编号	公式 (45)
描述	i 碳层 p 样地 j 树种第 k 枯立树桩的胸高直径
数据源	野外样地测定。
测定步骤	采用国家森林资源清查或林业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/QC 程序	采用国家森林资源清查或林业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	$H_{STUMP,j,k}$
单位	m
应用的公式编号	公式 (45)
描述	i 碳层 p 样地 j 树种第 k 枯立树桩的高度
数据源	野外样地测定。
测定步骤	采用国家森林资源清查或林业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/QC 程序	采用国家森林资源清查或林业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	$D_{j,k}$
单位	cm
应用的公式编号	公式 (46)
描述	与样线交叉的第 $\lambda$ 棵枯倒木的直径
数据源	野外测定
测定步骤	采用国家森林资源清查或林业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 3-10 年一次
QA/QC 程序	采用国家森林资源清查或林业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	$L$
单位	m
应用的公式编号	公式 (46)
描述	样线总长度
数据源	野外测定
测定步骤 (如果有)	采用国家森林资源清查或林业规划设计调查使用的标准操作程序 (SOP)。
频率	首次核查开始每 3-10 年一次
QA/QC 程序	采用国家森林资源清查或林业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	$V_{TREE\ PROJ\ H,j,t}$
单位	$m^3$
应用的公式编号	公式 (28)
描述	第 $t$ 年时, 项目采伐的树种 $j$ 的蓄积量
数据源	每次采伐记录
测定步骤	采用国家森林资源清查或林业规划设计调查使用的标准操作程序 (SOP)。
监测频率	每次采伐
QA/QC 程序	采用国家森林资源清查或林业规划设计调查使用的质量采用国家森林资源清查或森林资源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 程序保证和质量控制 (QA/QC) 程序。
说明	

数据/参数	$ty$
单位	无量纲
应用的公式编号	公式 (27)
描述	采伐形成的木制品的种类
数据源	调查测定
测定步骤 (如果有)	<ul style="list-style-type: none"> <li>对于社区采伐, 采用 PRA 的方法调查其采伐的林木的用途、销售去向, 调查样本不少于所涉社区户数的 10%。同时跟踪调查所销售林木的用途和产品种类及其比例;</li> <li>对于企业为主的采伐, 记录销售去向, 并跟踪调查所销售林木的用途和产品种类及其比例。</li> </ul>
频率	每年一次。
QA/QC 程序	
说明	

## 附件 1 主要森林经营活动

根据项目所在区域和森林现状特征，为增加森林碳储量、提高森林生产力，项目参与方可以采用以下一种或几种森林经营方式开展项目活动：

**补植补造：**主要针对郁闭度在 0.5 以下、林分结构不合理、不具备天然更新下种条件或培育目的树种需要在林冠遮荫条件下才能正常生长发育的林分，根据林地目的树种林木分布现状，可分为均匀补植（现有林木分布比较均匀的林地）、块状补植（现有林木呈群团状分布、林中空地及林窗较多的林地）、林冠下补植（耐荫树种）等。补植密度按照经营目的、现有株数和该类林分所处年龄段的合理密度等确定，补植后密度应达该类林分合理密度的 85% 以上。

**树种更替：**主要针对没有适地适树造林、遭受病虫或冰雪等自然灾害林、经营不当的中幼林等所采取的林分优势树种（组）替换措施。可采用块状、带状皆伐或间伐方式，伐除不合理或病弱林木，并根据经验目的和适地适树的原则，及时更新适宜的树种。。具体措施视林分情况而定。人工树种更替不适于下列区域的林分：

- （1）生态重要等级为 1 级及生态脆弱性等级为 1~2 级的区域或地段；
- （2）海拔 1800 米以上中、高山地区的林分；
- （3）荒漠化、干热干旱河谷等自然条件恶劣地区及困难立地上的林分；
- （4）其他因素可能导致林地逆向发展而不宜进行更替改造的林分。

**林分抚育采伐：**主要针对林分密度过大、低效纯林、未经营或经营不当林、存在有病死木等不健康林分，伐除部分林木，以调整林分密度、树种组成，改善森林生长条件。森林抚育方式包括：透光伐、疏伐、生长伐、卫生伐。透光伐在幼龄林进行，对人工纯林中主要伐除过密和质量低劣、无培育前途的林木。疏伐是在中龄林阶段进行，伐除生长过密和生长不良的林木，进一步调整树种组成与林分密度，加速保留木的生长。生长伐是在近熟林阶段进行，伐除无培育前途的林木，加速保留木的直径生长，促进森林单位面积碳储量的增加。卫生伐是在遭受病虫害、雪灾、森林火灾的林分中进行，伐除已被危害、丧失培育前途的林木，保持林分健康环境。

**树种组成调整：**针对需要调整林分树种（品种）的纯林或树种不适的林分，根据项目经营目标和立地条件确定调整的树种（或品种）。可采取抽针补阔、间针育阔、栽针保阔等方法调整林分树种。一次性调整的强度不宜超过林分蓄积的 25%。

**复壮：**采取施肥（土壤诊断缺肥）、平茬促萌（萌生能力较强的树种，受过度砍伐形成的低效林分）、防旱排涝（以干旱、湿涝为主要原因导致的低效林）、松土除杂（抚育管理不善，杂灌丛生，林地荒芜的幼龄林）等培育措施促进中幼龄林的生长。

**综合措施：**适用于低效纯林、树种不适林、病虫危害林及经营不当林，通过采取补植、封育、抚育、调整等多种方式和带状改造、育林择伐、林冠下更新、群团状改造等措施，提高林分质量。

## 附件 2 中国主要树种（组）人工林龄组划分标准<sup>7</sup>

单位：年

树种（组）	地区	幼龄林	中龄林	近熟林	成熟林
红松、云杉、柏木、紫杉、铁杉	北部	≤40	41~60	61~80	81~120
	南部	≤20	21~40	41~60	61~80
落叶松、冷杉、樟子松、赤松、黑松	北部	≤20	21~30	31~40	41~60
	南部	≤20	21~30	31~40	41~60
油松、马尾松、云南松、思茅松、华山松、高山松	北部	≤20	21~30	31~40	41~60
	南部	≤10	11~20	21~30	31~50
杨树、柳树、桉树、檫木、楝树、泡桐、木麻黄、枫杨、其他软阔类	北部	≤10	11~15	16~20	21~30
	南部	≤5	6~10	11~15	16~25
桦木、榆树、木荷、枫香、珙桐	北部	≤20	21~30	31~40	41~60
	南部	≤10	11~20	21~30	31~50
栎树、柞木、楮类、栲树、樟树、楠木、椴树、水曲柳、胡桃楸、黄菠萝、其他硬阔类	北部+南部	≤20	21~40	41~50	51~70
杉木、柳杉、水杉	南部	≤10	11~20	21~25	26~35

<sup>7</sup> 国家林业局. 2004. 国家森林资源连续清查主要技术规定.

### 附件 3 主要人工林树种的生物量方程

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

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)		
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
红皮云杉	地上部	$B = a + b \cdot DBH + c \cdot DBH^2$	5.2883	-2.3268	0.5775	17				黑龙江绥棱	穆丽蕾等, 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



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	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-2.382	0.8047		32				河北塞罕坝	罗云建等, 2009
兴安落叶松	地上部	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.1200	0.78759						辽宁东部和 东北部山区	杨玉林等, 2003
	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.1500	0.78153							
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
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

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	$\ln B = a + b \cdot \ln(DBH^2 \cdot H)$	-3.0861	0.90625		96	3.0~36.0	4.0~21.0		内蒙宁城	马钦彦, 1987
	树干	$\log B = a + b \cdot \log(DBH^2 \cdot H)$	-1.4475	0.91389		114				河北承德	马钦彦, 1983
	树枝		-2.019	0.90879							
	树叶		-1.6705	0.76205							
树干	$\log B = a + b \cdot \log(DBH^2 \cdot H)$	-1.3557	0.86795		106				山西太岳	马钦彦, 1983	
树枝		-2.7186	1.10705								
树叶		-2.3155	0.95055								
樟子松	树干	$\log B = a + b \cdot \log(DBH^2 \cdot H)$	-0.79108	0.69528		262	5.3~16.5	3.3~11.2		辽宁章古台	焦树仁, 1985
	树枝		-0.7908	0.56789							
	树叶		-0.84648	0.52498							
	树根		-0.66268	0.53728							
	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
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	谌小勇等, 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)		
	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	
	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					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
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)		
	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	
	树皮		0.00763	0.94478							
	树枝		0.00464	3.21307							
	树叶		0.02340	1.92788							
枫香	树干	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.0927	0.8006	34			17	福建顺昌	钱国钦, 2000	
	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	
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)		
	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
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	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

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)		
(大径级乔木)											
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/箭杆杨	全林	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.07052	0.93817		43				西藏	关洪书等, 1993
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	$B = a \cdot (DBH^2 \cdot H)^b$	0.00235 0.00087 0.05072	1.18784 1.12873 0.53636		41	13.0-31.0	15.0-25.0	3~14	山东长清	王彦等, 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)		
	树根		0.02586	0.71964							
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.朱亭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,林明猷,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 and 生产力的系统研究.四川林业科技,(4):1-10
38. 谌小勇,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 and 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