

# 重庆市国家储备林经营碳汇项目方法学

(备案号: CQCM-009-V01)

2023 年 10 月

# 重庆市国家储备林经营碳汇项目方法学

## 1 引言

在国家“双碳”目标的背景下，发挥储备林生态系统的气候效益，丰富中国自愿减排市场林业碳信用产品类型，确保项目产生的核证减排量可测量、可追溯、可核查，特开发制订了《重庆国家储备林经营碳汇项目方法学》（版本号V01）。本方法学参考了《森林经营碳汇项目方法学（AR-CM-003-V01）》以及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优良做法指南，充分结合重庆储备林建设和管理实践而制定。

## 2 适用条件

使用本方法学进行碳计量和监测的储备林碳汇项目应满足以下条件：

（1）项目活动纳入重庆市国家储备林规划或实施方案建设范围，依托专项金融贷款并按照国家储备林建设要求实施。项目活动包括现有林改培或中幼林抚育，具有明显提升森林质量、增加碳汇的功能；

（2）项目活动的土地权属清晰，不存在纠纷，具有县级及以上人民政府颁发的土地权属证书（如林权证、不动产证等）。林地权属证书的颁证日期应在所申报的碳普惠减排量核算周期起始日之前，若不符合，应提供核算周期起始日至颁证日期之间的林地权属证件；

（3）拟实施项目活动的地块相对集中连片，面积不小于1亩；

（4）项目活动不会引起项目边界内农业活动（放牧、农作物种植）的转移；

（5）项目活动能够为当地社区带来就业机会，当地用工比例不低于总劳务用工的50%；

（6）项目符合国家储备林建设技术规范关于土地合格性的要求；

（7）项目选择的树种符合《国家储备林树种目录》；

（8）项目活动不违反任何国家有关法律、法规和政策；

（9）项目活动不开展烧除的林地清理活动或其它有控制的火烧活动；

（10）除为改善储备林林分卫生状况而开展的森林经营活动外，不移除地表枯落物、不移除树根及枯死木；

（11）本方法学不适用于竹林和灌木林地。

## 3 引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修订本）适用于本文件：

- (1) 《碳排放权交易管理办法（试行）》（生态环境部令 第19号）；
- (2) 《国家储备林建设管理办法（试行）》（林工规〔2023〕2号）；
- (3) 《国家森林资源连续清查技术规程》（GB/T 38590-2020）；
- (4) 《森林资源规划设计调查技术规程》（GB/T 26424-2010）；
- (5) 《森林抚育规程》（GB/T 15781-2015）；
- (6) 《国家储备林建设管理办法（试行）》（林工规〔2023〕2号）；
- (7) 《国家储备林改培技术规程》（LY/T 2787-2017）；
- (8) 《国家储备林可持续经营指南》（LY/T 3313-2022）；
- (9) 《重庆市碳排放权交易管理办法（试行）》（渝府发〔2023〕6号）；
- (10) 《重庆市“碳惠通”生态产品价值实现平台管理办法（试行）》（〔2021〕111号）；
- (11) 《森林经营碳汇项目方法学》（AR-CQCM-002-V01）；
- (12) 《低效林改造技术规程》（LY/T 1690-2017）；
- (13) 《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）。

#### 4 术语与定义

本方法学所使用的有关术语的定义如下：

(1) **国家储备林**：简称储备林，本方法学中特指在自然条件适宜地区，通过现有林改培、抚育及补植补造等措施，营造的工业原料林、珍稀树种和大径级用材林等优质高效多功能森林。

(2) **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。

(3) **基线情景**：指在没有拟议储备林建设碳汇项目活动时，最能合理地代表项目边界内土地利用和管理的情景。

(4) **项目情景**：指拟议的储备林建设碳汇项目活动下的土地利用和管理情景。

(5) **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储备林建设碳汇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。

(6) **项目期**：是指储备林碳汇项目从活动开始到项目活动结束的间隔时间。

(7) **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。

(8) **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。

(9) **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，减去由拟议的项目活动引起的项目边界内温室气体排放的增加量。

(10) **泄漏**：指由拟议的项目活动引起的、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。

(11) **项目减排量**：指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。

(12) **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储备林建设碳汇项目活动时是不会产生的。

(13) **碳库**：包括地上生物量、地下生物量、枯落物、枯死木、土壤有机质碳库和木质林产品。

(14) **木质林产品**：是指从森林中采伐的，经生产加工而成的木质产品，如建筑材料、家具、矿柱、车船、包装用材、锯材、人造板，等等。

## 5 项目边界及排放源（汇或库）

### 5.1 项目边界的确定

实施储备林经营项目活动的地理边界，以小班为基本单位划定。项目区可由若干连续或不连续的不同小班组成，但每个小班都需要明确地理边界。事前项目边界可采用下述方法之一确定：

(a) 采用卫星定位系统，进行单点定位或差分技术测定项目每个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）、基于森林资源调查的森林小班分布图、森林经营管理规划图、国储林建设项目作业设计文件（作业设计图、小班矢量图）等。

(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，项目参与方须提交项目边界的矢量图形文件。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。如果项目参与方不是林权所有人，须提供项目参与方与林权所有人之间签订的合作协议，明确双方权责，包括核证减排量的权属。

## 5.2 项目期和计入期

项目参与方须向审定机构提供县（含县）级以上林业主管部门的项目实施批复文件，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。

项目期是指储备林碳汇项目从活动开始到项目活动结束的间隔时间。

项目活动开始日期是指在项目边界内首次实施储备林建设的日期。项目参与方须提供透明的、可核实的证据。根据重庆市“碳惠通”生态产品价值实现平台管理办法的要求，项目活动的开始日期不得早于 2014 年 6 月 19 日。

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。计入期的起始日期应在 2016 年 1 月 1 日之后。计入期最短为 20 年，最长不超过 60 年。计入期一经确定，不可更新。

## 5.3 碳库和温室气体排放源

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。“木质林产品”碳库对项目边界内收获并产出的木质林产品进行计量或监测。尽管木质林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、成本有效性、保守性原则，可不选择枯死木、枯落物和土壤有机碳库。

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	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	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不选择该碳库。
枯落物	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不选择该碳库。
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不选择该碳库。
木质林产品	是	根据本方法学的适用条件，与基线情景相比该碳库会增加，是项目活动影响的主要碳库。

对项目边界内温室气体排放源的选择如表 5-2:

**表 5-2 项目边界内温室气体排放源的选择**

温室气体排放源	温室气体	是否选择	理由或解释
生物质燃烧	CO <sub>2</sub>	否	生物质燃烧导致的 CO <sub>2</sub> 排放已在碳储量变化中考虑。
	CH <sub>4</sub>	是	若有火灾发生，会导致生物质燃烧产生 CH <sub>4</sub> 排放。
		否	没有火灾发生。
	N <sub>2</sub> O	是	若有火灾发生，会导致生物质燃烧产生 N <sub>2</sub> O 排放。
		否	没有火灾发生。

## 6 碳减排量核算方法学

### 6.1 基线情景识别

基线情景代表在没有拟议项目活动的情况下，项目区保持原有森林管理水平（即不进行经营）发生的温室气体排放量。

本方法学只适用于保持原有土地利用情景的基线情景。储备林碳汇项目活动基线情景的识别须具有透明性、保守性的原则。项目业主需提供所有与额外性论证相关的数据、原理、假设、理由和文本（如相关官方文件批复、项目活动前的调查监测资料），为额外性论证和基线碳汇量计算提供依据和支撑。

## 6.2 额外性论证

国家储备林建设是精准提升森林质量的重要工程。相对于基准线情景，项目开展了改培和抚育等经营活动，提高了森林固碳速率，就说明项目具有额外性，同时还可产生其他生态效益。

项目参与方需在经营技术、资金投入、生态条件、社会条件等方面，论证拟采取的储备林经营活动与基线情景下的原有森林管理水平存在本质差异。例如，项目方满足缺少财政补贴或非商业性投资、缺乏与土地利用相关立法与执行保障、缺乏营林技术、缺少有关设备、存在土地退化或自然/人为灾害等具体额外性要求，论证项目活动的额外性。项目参与方也可突出说明开发储备林经营碳汇项目的必要性，如发展林下经济、增加储备林经济效益，作为收入来源和还款来源。

## 6.3 普惠性论证

项目参与方需从以下两个方面充分论证项目的普惠性：

- (1) 项目实施过程对于促进当地林农就业和经济发展的贡献；
- (2) 项目实施后对项目区林分质量的提高、森林生态效益的贡献和生态景观的改善。

## 6.4 碳层划分

项目边界内林分生物量的分布往往是不均匀的。森林碳汇分层是为了降低每一层内的变异性，增加层与层之间的变异性，在降低调查成本的同时可提供更可靠的计算结果。碳层划分包括“基线碳层划分”和“项目碳层划分”。为了提高碳汇量计算的精度，基线情景和项目情景碳层划分可采用不同的分层因子，划分不同的层次（类型、亚总体）。分层的关键是看同一层内是否具有相同/近似的碳储量变化和计量参数。碳层必须在空间上离散，并根据森林碳储量或森林碳储量的预期变化来界定，各碳层不重叠，其面积之和等于项目总面积。

“基线碳层划分”可根据主要优势树种、龄组、郁闭度、林分密度及项目活动年份等来划分。基线碳层划分只进行一次，并在整个项目计入期内保持不变。

“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，根据作业设计、经营措施及实施年份来划分。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。

如果在项目边界内由于自然或人为影响（如火灾、虫灾、间伐或主伐）导致生物量分

布格局发生显著变化，则应对事后项目碳层划分作出相应调整。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。

## 6.5 基线碳汇量计算

基线碳汇量是指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（地上生物量+地下生物量）、灌木生物量和木质林产品碳库的碳储量变化。基于保守性原则，可不考虑基线土壤有机质碳库和林下草本的碳储量变化，也不考虑基线情景下火灾引起的生物质燃烧造成的非CO<sub>2</sub>温室气体排放。计算方法如下：

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

式中：

$$\begin{aligned} \Delta C_{BSL,t} &= \text{第 } t \text{ 年时的基线碳汇量； t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{TREE\_BSL,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内基线林木生物质碳储量的年变化量；} \\ &\quad \text{t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{SHUB\_BSL,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内基线灌木生物质碳储量的年变化量；} \\ &\quad \text{t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ \Delta C_{HWP\_BSL,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内基线情景下生产的木质林产品碳储量的年变化} \\ &\quad \text{量； t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \end{aligned}$$

### 6.5.1 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。基线林木生物质碳储量的年变化量（ $\Delta C_{TREE\_BSL,t}$ ）计算如下：

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

式中：

$$\begin{aligned} \Delta C_{TREE\_BSL,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内基线林木生物质碳储量的年变化量；} \\ &\quad \text{t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1} \\ C_{TREE\_BSL,i,t} &= \text{第 } t \text{ 年时，项目边界内基线第 } i \text{ 碳层林木生物量的碳储量；} \\ &\quad \text{t CO}_2\text{-e} \\ t_1, t_2 &= \text{两次监测或核查时间（} t_1 \text{ 和 } t_2 \text{）} \end{aligned}$$



$t$  = 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CO<sub>2</sub>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 CO<sub>2</sub>-e) :

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

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 CO<sub>2</sub>-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.

$CF_{TREE,j}$  = 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  $j$

$\frac{44}{12}$  = CO<sub>2</sub>与 C 的分子量比; 无量纲

$t$  = 项目开始以后的年数; a

项目参与方可以采用下述“蓄积—生物量相关方程法”来估算基线第  $i$  碳层树种  $j$  的生物量 ( $B_{TREE\_BSL,i,j,t}$ )。首先预测基线情景下, 计入期内不同年份 ( $t$ ) 各基线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:

$$B_{TREE\_BSL,i,j,t} = B_{TREE\_AB\_BSL,i,j,t} + B_{TREE\_BB\_BSL,i,j,t} \quad \text{公式 (4)}$$

$$B_{TREE\_AB\_BSL,i,j,t} = f_{AB,j}(V_{TREE\_BSL,i,j,t}) * A_{TREE\_BSL,i} \quad \text{公式 (5)}$$

$$B_{TREE\_BB\_BSL,i,j,t} = B_{TREE\_AB\_BSL,i,j,t} * R_{TREE,j} \quad \text{公式 (6)}$$

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.

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

$B_{TREE\_BB\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时, 项目边界内基线第  $i$  碳层树种  $j$  的林木地下生物量;

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>

$R_{TREE,j}$  = 树种  $j$  的林木地下生物量与地上生物量之比; 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.....树种  $j$

$t$  = 项目开始以后的年数; a

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蓄积量 ( $V_{TREE\_BSL,i,j,t}$ ), 可以采用如下公式进行计算:

$$V_{TREE\_BSL,i,j,t} = V_{TREE\_BSL,i,j,t=0} + \sum_{t=1} \Delta V_{TREE\_BSL,i,j,t} - \sum_{t=1} \Delta V_{TREE\_BSL\_H,i,j,t} \quad \text{公式 (7)}$$

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>

$\Delta V_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时, 基线第  $i$  碳层树种  $j$  的林分平均单位面积蓄积年生长量, 随林龄而变化。; m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>

$\Delta V_{TREE\_BSL\_H,i,j,t}$  = 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蓄积年采伐量; m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>·a<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  $j$

$t$  = 项目开始以后的年数; a

基线情景下林木平均单位面积蓄积年生长量 ( $\Delta V_{TREE\_BSL,i,j,t}$ ) 可按照以下方法计算:

(1) 以重庆市平均水平作为基准线：利用重庆市森林资源二类调查数据，确定各主要优势树种（区分人工林、天然林）的生长曲线，计算地上林木单位面积蓄积量和年蓄积增长量，可按照不同林龄阶段（幼林龄、中林龄、近熟林和成熟林）林木生长量，代入公式（7）进行计算。当幼龄林进入中龄林后，采取中龄林的年均生长量，以此类推。

(2) 以抚育小班为基准线：根据各基线碳层各抚育小班的蓄积量和林龄，计算各基线碳层地上林木单位面积蓄积量和蓄积年均增长量。以该蓄积生长量作为基线碳层的单位面积年平均蓄积生长量的缺省值，代入公式（7）进行计算，由此进一步计算各基线碳层在计入期各年份的基线生物量单位面积蓄积量。当幼龄林进入中龄林后，采取中龄林的年均生长量，以此类推。

### 6.5.2 基线灌木生物物质碳储量的变化

根据划分的基线碳层，计算各基线碳层内灌木生物物质碳储量变化量之和，假定一段时间内（第  $t_1$  至  $t_2$  年）基线灌木生物量的变化是线性的，基线灌木生物物质碳储量的年变化量（ $\Delta C_{SHRUB\_BSL,t}$ ）计算如下：

$$\Delta C_{SHRUB\_BSL,t} = \sum \left( \frac{C_{SHRUB\_BSL,i,t_2} - C_{SHRUB\_BSL,i,t_1}}{t_2 - t_1} \right) \quad \text{公式 (8)}$$

式中：

$\Delta C_{SHRUB\_BSL,t}$  = 第  $t$  年时，基线灌木生物物质碳储量的年变化量；  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

$C_{SHRUB\_BSL,i,t}$  = 第  $t$  年时，第  $i$  层基线灌木生物量的碳储量；  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

$t_2, t_1$  = 两次监测或核查时间

$i$  = 1,2,3..., 基线碳层

$t$  = 1,2,3..., 自项目开始以来的年数

通过林木生物量含碳率将灌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（tC）转换为二氧化碳当量（ $t \text{ CO}_2\text{-e}$ ），由此计算灌木生物物质碳储量。

$$C_{SHRUB\_BSL,i,t} = \sum_i (B_{SHRUB\_BSL,i,j,t} * CF_{SHRUB,j}) * \frac{44}{12} \quad \text{公式 (9)}$$

式中：

$B_{SHRUB\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，第  $i$  层基线灌木  $j$  的生物量；吨干重（t d.m.）

$C_{SHRUB\_BSL,i,t}$	=	第 $t$ 年时，第 $i$ 层基线灌木生物量的碳储量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
$CF_{SHRUB,j}$	=	灌木 $j$ 生物量的含碳率； $t \text{ C (t d.m.)}^{-1}$
$i$	=	1,2,3..., 基线碳层
44/12	=	$\text{CO}_2$ 与 $\text{C}$ 的分子量比；无量纲

灌木生物量 ( $B_{SHRUB\_BSL,i,j,t}$ ) 的计量方法如下：

$$B_{SHRUB\_BSL,i,j,t} = f_j(x_i) * (1 + R_{SHRUBBSL,i,j}) * N_{SHRUBBSL,i,j,t} * A_{BSL,i}$$

公式 (10)

式中：

$B_{SHRUB\_BSL,i,j,t}$	=	第 $i$ 基线碳层灌木 $j$ 的生物量； $t \text{ d.m.}$
$f_j(x_i)$	=	第 $i$ 碳层灌木 $j$ 地上生物量与测树因子的回归方程， 测树因子 ( $x_1, x_2, x_3, \dots$ ) 可以是基径、株高等； $t \text{ d.m.}\cdot\text{株}^{-1}$
$R_{SHRUBBSL,i,j}$	=	灌木 $j$ 的地下生物量/地上生物量之比；无量纲
$N_{SHRUBBSL,i,j,t}$	=	第 $t$ 年时，第 $i$ 基线碳层灌木 $j$ 的株数； $\text{株}\cdot\text{ha}^{-1}$
$A_{BSL,i}$	=	项目第 $i$ 碳层灌木的面积； $\cdot\text{ha}^{-1}$
$j$	=	1, 2, 3, \dots 第 $i$ 基线碳层中的树种
$i$	=	1, 2, 3, \dots 基线碳层
$t$	=	1, 2, 3, \dots 项目开始以来的年数

### 6.5.3 基线木质林产品碳储量的变化

林木收获后的木质林产品可以长时间储存碳。如果基线情景下有采伐情况发生，木质林产品的终端使用方式的不同将引起不同水平的木质林产品碳储量和替代减排效应。本方法学假定木质林产品碳储量的长期变化，等于木质林产品在项目期末或产品生产后30年（以时间较后者为准）仍在使用的或进入垃圾填埋的木质林产品中的碳，而其他部分则在生产木质林产品时立即排放。计算公式如下：

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

公式 (11)

$$C_{STEM\_BSL,j,t} = V_{TREE\_BSL\_H,j,t} * WD_j * CF_j * \frac{44}{12}$$

公式 (12)

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

公式 (13)

式中：

$\Delta C_{HWP\_BSL,t}$	=	第 $t$ 年时，基线木质林产品碳储量的变化量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
$C_{STEM\_BSL,j,t}$	=	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 6.5.1 中的方法进行计算； $t \text{ CO}_2\text{-e}$
$V_{TREE\_BSL\_H,j,t}$	=	第 $t$ 年时，基线情景下树种 $j$ 的采伐量； $\text{m}^3$
$WD_j$	=	树种 $j$ 的木材密度； $\text{t d.m}\cdot\text{m}^{-3}$
$CF_j$	=	树种 $j$ 的生物量含碳率； $\text{t C}\cdot(\text{t d.m.})^{-1}$
$TOR_{tyj}$	=	采伐树种 $j$ 用于生产加工 $ty$ 类木质林产品的出材率；无量纲
$WW_{ty}$	=	加工 $ty$ 类木质林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、 $ty$ 类木质林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；无量纲
$WT$	=	木质林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）
$ty$	=	木质林产品的种类
$t$	=	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 $j$
$\frac{44}{12}$	=	$\text{CO}_2$ 与 C 的分子量之比；无量纲

## 6.6 项目碳汇量计算

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

$$\Delta C_{PRJ,t} = \Delta C_{P,t} - GHG_{E,t} \quad \text{公式（14）}$$

式中：

$\Delta C_{PRJ,t}$	=	第 $t$ 年时的项目碳汇量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
$\Delta C_{P,t}$	=	第 $t$ 年时项目边界内所选碳库的碳储量变化量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

$GHG_{E,t}$  = 第  $t$  年时项目边界内温室气体排放的增加量，项目事前预估时设为 0； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

根据方法学的适用条件，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：

$$\Delta C_{P,t} = \Delta C_{TREE\_PRJ,t} + \Delta C_{SHRUB\_PRJ,t} + \Delta C_{HWP\_PRJ,t} \quad \text{公式 (15)}$$

式中：

$\Delta C_{P,t}$  = 第  $t$  年时项目边界内所选碳库的碳储量变化量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

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

$\Delta C_{SHRUB\_PRJ,t}$  = 第  $t$  年时项目边界内灌木生物质碳储量的变化量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

$\Delta C_{HWP\_PRJ,t}$  = 第  $t$  年时项目边界内木质林产品生物质碳储量的变化量；  
 $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

### 6.6.1 项目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的估算与 6.5.1 节“基线林木生物质碳储量的变化”一致，其中，项目边界内林木生物量 ( $\Delta B_{TREE\_PRJ,i,j,t}$ ) 的估算可采用 6.5.1 中的方法进行计算，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“PRJ”代替公式 (1) 和公式 (2) 中的字母下标“BSL”，如用  $\Delta C_{TREE\_PRJ,t}$  代替  $\Delta C_{TREE\_BSL,t}$ 。

项目情景下林木第  $t$  年时项目第  $i$  碳层树种  $j$  林木平均单位面积蓄积生长量 ( $\Delta V_{TREE\_PROJ,i,j,t}$ ) 可按照以下方法计算：

$$\Delta V_{TREE\_PROJ,i,j,t} = \Delta V_{TREE\_BSL,i,j,t}(1 + R_{INC}) \quad \text{公式 (16)}$$

式中：

$\Delta V_{TREE\_PROJ,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，项目第  $i$  碳层树种  $j$  的平均单位面积蓄积生长量；  
 $\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$

$\Delta V_{TREE\_BSL,i,j,t}$  = 第  $t$  年时，基线第  $i$  碳层树种  $j$  的平均单位面积蓄积生长量；  
 $\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$

$R_{INC}$  = 项目情景下平均单位面积蓄积生长量相对于基线情景下的增加率；%

•  $R_{INC}$ 可通过实测相似储备林抚育管理活动情景和基线情景下的林木平均单位面积蓄积净生长量，进行计算获得。

•  $\Delta V_{TREE\_PROJ,i,j,t}$ 也可以参考重庆或周边地区，开展储备林抚育管理后，相似条件下同一优势树种（组）不同生长阶段年蓄积生长量。

### 6.6.2项目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的估算与 6.5.2 节“基线灌木生物质碳储量的变化”一致，其中，项目边界内灌木生物量（ $\Delta B_{SHRUB\_PRJ,i,j,t}$ ）的估算可采用7.4.2中的方法进行计算，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“ $PRJ$ ”代替公式（8）和公式（9）中的字母下标“ $BSL$ ”，如用  $\Delta C_{SHRUB\_PRJ,t}$  代替  $\Delta C_{SHRUB\_BSL,t}$ 。

### 6.6.3项目木质林产品碳储量的变化

如果项目情景下有采伐情况发生，则项目木质林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）仍在用或进入垃圾填埋的木质林产品中的碳，而其他部分则假定在生产木质林产品时立即排放。对于事前和事后估计，项目木质林产品碳储量的变化均采用以下方法进行估算：

$$\Delta C_{HWP\_PROJ,t} = \sum_{ty=1} \sum_{j=1} \left[ (C_{STEM\_PROJ,j,t} * TOR_{ty,j}) * (1 - WW_{ty}) * OF_{ty} \right] \quad \text{公式 (17)}$$

$$C_{STEM\_PROJ,j,t} = V_{TREE\_PROJ\_H,j,t} * WD_j * CF_j * \frac{44}{12} \quad \text{公式 (18)}$$

式中：

$\Delta C_{HWP\_PROJ,t}$  = 第  $t$  年时，项目木质林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 8.4.1 中的方法进行计算；  $t \text{ CO}_2\text{-e}$

$V_{TREE\_PROJ\_H,j,t}$  = 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；  $t \text{ C}\cdot(t \text{ d}\cdot\text{m})^{-1}$

$TOR_{tyj}$	=	采伐树种 $j$ 用于生产加工 $t_y$ 类木质林产品的出材率；无量纲
$WW_{ty}$	=	加工 $t_y$ 类木质林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、 $t_y$ 类木质林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（13）进行计算；无量纲
$WT$	=	木质林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）
$LT_{ty}$	=	$t_y$ 类产品的使用寿命；年（a）
$t_y$	=	木质林产品的种类
$t$	=	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 <sub>2</sub> 与 C 的分子量之比，无量纲

## 6.7 温室气体排放增加量计算

根据本方法学的适用条件，不考虑燃油工具的化石燃料燃烧、施用肥料导致的温室气体排放，不考虑木质林产品储存、加工过程中的温室气体排放等，视为 0。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：

$$GHG_{E,t} = GHG_{FF\_TREE,t} + GHG_{FF\_DOM,t} \quad \text{公式（19）}$$

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 CO <sub>2</sub> -e·a <sup>-1</sup>
$GHG_{FF\_TREE,t}$	=	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 CO <sub>2</sub> 温室气体排放的增加量；t CO <sub>2</sub> -e·a <sup>-1</sup>
$GHG_{FF\_DOM,t}$	=	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 <sub>2</sub> 温室气体排放的增加量；t CO <sub>2</sub> -e·a <sup>-1</sup>
$t$	=	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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>温室气体排放量都假定为0。

$$GHG_{FF\_TREE,t} = 0.001 * \sum_{i=1} \left[ A_{BURN,i,t} * b_{TREE,i,t_L} * COMF_i * \left( EF_{CH_4,i} * GWP_{CH_4} + EF_{N_2O,i} * GWP_{N_2O} \right) \right] \quad \text{公式 (20)}$$

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 CO<sub>2</sub> 温室气体排放的增加量；t CO<sub>2</sub>-e·a<sup>-1</sup>

$A_{BURN,t}$  = 第  $t$  年时，项目第  $i$  层发生燃烧的土地面积；hm<sup>2</sup>

$b_{TREE,i,t_L}$  = 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 6.5.1 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  $b_{TREE,i,t_L}$  设定为 0；t d.m·hm<sup>-2</sup>

$COMF_i$  = 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<sub>4</sub> 排放指数；g CH<sub>4</sub>·(kg 燃烧的干物质 d.m.)<sup>-1</sup>

$EF_{N_2O,i}$  = 项目第  $i$  层的 N<sub>2</sub>O 排放指数；g N<sub>2</sub>O·(kg 燃烧的干物质 d.m.)<sup>-1</sup>

$GWP_{CH_4}$  = CH<sub>4</sub> 的全球增温潜势，用于将 CH<sub>4</sub> 转换成 CO<sub>2</sub> 当量，缺省值为 25

$GWP_{N_2O}$  = N<sub>2</sub>O 的全球增温潜势，用于将 N<sub>2</sub>O 转换成 CO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>温室气体排放量设定为0，之后核查时的非CO<sub>2</sub>温室气体排放量计算如下：

$$GHG_{FF\_DOM,t} = 0.07 * \sum_{i=1} \left[ A_{BURN,i,t} * \left( C_{DW,i,t_L} + C_{LI,i,t_L} \right) \right] \quad \text{公式 (21)}$$

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<sub>2</sub>

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； $\text{hm}^2$
- $C_{DW,i,tL}$  = 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，使用枯死木生物质储量占林木的生物质储量比例进行计算； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{hm}^{-2}$
- $C_{LL,i,tL}$  = 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，使用枯落物生物质储量占林木的生物质储量比例进行计算； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{hm}^{-2}$
- $i$  = 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  $\text{CO}_2$  排放量占碳储量的比例

## 6.8 项目泄漏计算

根据本方法学的适用条件，采用本方法学的储备林经营碳汇项目活动无潜在泄漏，视为0。

## 6.9 项目减排量计算

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和泄漏量：

$$\Delta C_{NET,t} = \Delta C_{PRJ,t} - \Delta C_{BSL,t} - LK_t \quad \text{公式（22）}$$

式中：

- $\Delta C_{NET,t}$  = 第  $t$  年时的项目减排量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $\Delta C_{PRJ,t}$  = 第  $t$  年时的项目碳汇量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $\Delta C_{BSL,t}$  = 第  $t$  年时的基线碳汇量； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $LK_t$  = 第  $t$  年时的泄漏量，视为0； $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $t$  = 1,2,3..., 自项目开始以来的年数

## 7 监测方法学

项目参与方在编制项目设计文件（PDD）时，需制定详细的监测计划，包括监测时间、监测内容和操作程序、质量保证/质量控制等，对首次监测时间早于提交备案时间的情形，在首次核查和审定时要同时提供首次监测报告。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：

- (a) 证明项目符合和满足本方法学适用条件的证明材料；
- (b) 计算所选碳库及其碳储量变化的证明材料和数据；
- (c) 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 10 年。

## 7.1 项目实施的监测

### 7.1.1 基线碳汇量的监测

在编制 PDD 时，通过事前计量确定基线碳汇量。一旦项目被审定和注册，在项目计入期内即为有效，因此不需要对基线碳汇量进行监测。

### 7.1.2 项目边界的监测

储备林碳汇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：

- (a) 确定每个项目储备林地块的实际边界（以林缘为界）；
- (b) 检查储备林地块的实际边界与项目设计的边界是否一致；
- (c) 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；
- (d) 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；

(e) 如果由于发生火灾或病虫害等自然灾害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；

(f) 任何边界的变化都必须采用北斗定位系统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。

### 7.1.3 项目活动的监测

项目参与方需对项目运行期内的储备林建设活动、抚育管理活动以及与温室气体排放有关的活动进行监测，项目活动需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，并提供由县级及以上林业主管部门出具的批复实施文件。项目活动的监测主要包括：

- (a) 储备林建设活动：育苗、林地清理、成活率和保存率调查、补植、除草等措施；
- (b) 储备林抚育管理活动：抚育、修剪、病虫害防治和防火措施等；
- (c) 项目边界内自然灾害（火灾、旱灾、冰灾、病虫害、地震、泥石流、滑坡等）发生情况（时间、地点、面积、边界等）。

## 7.2 抽样设计与碳层划分

### 7.2.1 事后项目分层

事后项目分层可在事前分层的基础上进行，并根据储备林实际抚育时间、抚育面积、抚育方式等进行调整。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：

(a) 储备林项目抚育管理活动与项目设计不一致，如抚育时间、树种选择和配置、抚育地块的边界等发生变化；

(b) 项目活动的干扰（如施肥等）影响了项目碳层内部的均一性；

(c) 发生火灾或土地利用变化导致项目边界发生变化；

(d) 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。

### 7.2.2 抽样设计

本方法学仅要求对林分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7.3.4）。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 (23) 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 (23) 进行第二次迭代计算，得到的  $n$  值即为最终的样地数；

$$n = \frac{N * t_{VAL}^2 * \left( \sum_i w_i * s_i \right)^2}{N * E^2 + t_{VAL}^2 * \sum_i w_i * s_i^2} \quad \text{公式 (23)}$$

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 (23) 进行计算获得样地数  $n$  之后，按公式 (24) 对  $n$  值进行调整，从而确定最终的样地数 ( $n_a$ )：

$$n_a = n * \frac{1}{1 + n / N} \quad \text{公式 (24)}$$

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 (25) 计算：

$$n = \left( \frac{t_{VAL}}{E} \right)^2 * \left( \sum_i w_i * s_i \right)^2 \quad \text{公式 (25)}$$

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； $t \text{ C} \cdot \text{hm}^{-2}$
$E$	=	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； $t \text{ C} \cdot \text{hm}^{-2}$
$i$	=	1, 2, 3.....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（26）进行计算：

$$n_i = n * \frac{w_i * s_i}{\sum_i w_i * s_i} \quad \text{公式 (26)}$$

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； $t \text{ C} \cdot \text{hm}^{-2}$
$i$	=	1, 2, 3.....项目碳层 $i$

### 7.2.3 样地设置

样地设置须采用基于固定样地的连续测定方法，采用“碳储量变化法”计算相关碳库中碳储量的变化。为了避免边缘效应，样地边缘应离地块边界至少10 m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，样地大小为  $0.04 \text{ hm}^2 \sim 0.06 \text{ hm}^2$ 。在同一个项目中，所有样地的面积应当相同。样地内林木和管理方式应与样地外完全一致。样地内林木和管理方式（如施肥等）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、树种、模式和管护措施等信息。

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取整。

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。

### 7.3 生物质碳储量的监测

#### 7.3.1 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 $z$ 为 5.0 cm。通过查材积表，或利用材积公式计算获得单株林木树干材积。

**第二步：**采用公式（27）“生物量方程法”或公式（28）“生物量扩展因子法”，计算样地内各树种的林木生物质碳储量，累加后得到各样地的林木生物质碳储量：

$$C_{TREE,j} = f_{AB,j}(DBH_{TREE,j}, H_{TREE,j}) \cdot (1 + R_{TREE,j}) \cdot CF_{TREE,j} \quad \text{公式 (27)}$$

$$C_{TREE,j} = V_{TREE,j} \cdot WD_{TREE,j} \cdot BEF_{TREE,j} \cdot (1 + R_{TREE,j}) \cdot CF_{TREE,j} \quad \text{公式 (28)}$$

式中：

$C_{TREE,j}$	=	树种 $j$ 的林木生物质碳储量； t C
$f_{AB,j}(DBH_{TREE,j}, H_{TREE,j})$	=	树种 $j$ 的地上生物量与胸径（ $DBH$ ）和/或树高（ $H$ ）的相 关方程； t d.m
$R_{TREE,j}$	=	树种 $j$ 的地下生物量与地上生物量比例； 无量纲
$CF_{TREE,j}$	=	树种 $j$ 的生物量含碳率； t C·(t d.m) <sup>-1</sup>
$V_{TREE,j}$	=	树种 $j$ 的立木蓄积，根据材积表或材积公式获得； m <sup>3</sup>
$WD_{TREE,j}$	=	树种 $j$ 的木材密度； t d.m·m <sup>-3</sup>
$BEF_{TREE,j}$	=	树种 $j$ 的地上生物量与树干生物量的比值； 无量纲
$R_{TREE,j}$	=	树种 $j$ 的地下生物量与地上生物量的比值； 无量纲

**第三步：**计算第*i*碳层平均单位面积林木生物质碳储量的估计值及其方差：

$$C_{TREE,i,t} = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} C_{TREE,p,i,t}}{n_i} \quad \text{公式 (29)}$$

$$S_{C_{TREE,i,t}}^2 = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} (C_{TREE,p,i,t} - C_{TREE,i,t})^2}{n_i * (n_i - 1)} \quad \text{公式 (30)}$$

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  
C·hm<sup>-2</sup>
- $C_{TREE,p,i,t}$  = 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 C·hm<sup>-2</sup>
- $n_i$  = 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 C·hm<sup>-2</sup>)<sup>2</sup>
- $p$  = 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：**计算项目总体的平均单位面积林木生物质碳储量的估计值及其方差：

$$C_{TREE,t} = \sum_{i=1}^M (w_i * C_{TREE,i,t}) \quad \text{公式 (31)}$$

$$S_{C_{TREE,t}}^2 = \sum_{i=1}^M \left( w_i^2 * \frac{S_{C_{TREE,i,t}}^2}{n_i} \right) \quad \text{公式 (32)}$$

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 C·hm<sup>-2</sup>
- $w_i$  = 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；



- $t \text{ C} \cdot \text{hm}^{-2}$
- $S_{C_{TREE,t}}^2 =$  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； $(t \text{ C} \cdot \text{hm}^{-2})^2$
- $S_{C_{TREE,i,t}}^2 =$  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； $(t \text{ C} \cdot \text{hm}^{-2})^2$
- $n_i =$  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：

$$u_{C_{TREE,t}} = \frac{t_{VAL} * S_{C_{TREE,t}}}{C_{TREE,t}} \quad \text{公式 (33)}$$

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
- $S_{C_{TREE,t}} =$  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）； $t \text{ C} \cdot \text{hm}^{-2}$

**第六步：**计算第 $t$ 年项目边界内的林木生物质总碳储量：

$$C_{TREE,t} = A * c_{TREE,t} \quad \text{公式 (34)}$$

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； $t \text{ C}$
- $A =$  项目边界内各碳层的面积总和； $\text{hm}^2$
- $c_{TREE,t} =$  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； $t \text{ C} \cdot \text{hm}^{-2}$
- $t =$  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：

$$dC_{TREE(t_1,t_2)} = \frac{C_{TREE,t_2} - C_{TREE,t_1}}{T} \quad \text{公式 (35)}$$

式中:

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

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

$$T = \text{两次连续测定的时间间隔 } (T = t_2 - t_1); a$$

$$t_1, t_2 = \text{自项目活动开始以来的第}t_1\text{年和第}t_2\text{年}$$

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(29)中的变量  $C_{TREE,i,t}$ , 即: 首次核证时  $C_{TREE,i,t} = C_{TREE\_BSL}$ , 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:

$$\Delta C_{TREE,t} = dC_{TREE,(t_1,t_2)} * 1 \quad \text{公式 (36)}$$

式中:

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

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

$$1 = 1\text{年;} a$$

### 7.3.2 灌木生物质碳储量的监测

项目边界内灌木生物质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其进行监测。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缺省方法重新计算项目边界内灌木生物质碳储量及其变化。

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。灌木样方面积设置为  $4 \text{ m}^2$ , 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, 计算样地内灌木的单位面积生物量。项目参与方可采用林木生物质碳储量的监测方法进行灌木生物质碳储量监测。

### 7.3.3 监测频率

项目固定样地的监测频率为每 3-10 年一次。根据主要树种的生物学特性，在项目设计阶段确定固定样地监测频率。首次监测时间由项目实施主体根据项目设计自行选择。

### 7.3.4 木质林产品碳储量变化的监测

如果项目期内有木材采伐发生，项目参与方须通过跟踪调研，确定项目所产生的木质林产品种类、测定各碳层各类林木的平均单位面积蓄积、木材废料比例、木质林产品的平均使用寿命。

项目参与方可采用6.6.3节所述的事前估计方法，计算项目期末或产品生产后30年（以时间较后者为准）仍在用或进入垃圾填埋的木质林产品中的碳储量。

同时，项目业主应加强木质林产品生命周期内排放监测与优化，提高木质林产品的替代减排潜力。规划最优轮伐期以最大限度的发挥储备木质林产品碳减排潜力；实时掌握木质林产品碳流量动态；优化废弃林产品处理，提升硬木类产品尤其是人造板的回收与再利用水平。

### 7.3.5 精度控制与校正

本方法学要求碳储量的测定达到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。

若 $\Delta C_{PROJ,t} > 0$ ，则：

$$\Delta C_{TOTAL,t} = \Delta C_{PROJ,t} \cdot (1 - DR) \quad \text{公式 (37)}$$

若 $\Delta C_{PROJ,t} < 0$ ，则：

$$\Delta C_{TOTAL,t} = \Delta C_{PROJ,t} \cdot (1 + DR) \quad \text{公式 (38)}$$

式中：

$\Delta C_{TOTAL,t}$  = 第 $t$ 年时，项目边界内所选碳库的碳储量估测年变化量； $t \text{ CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$

$\Delta C_{PROJ,t}$  = 第 $t$ 年时，项目边界内所选碳库的碳储量年变化量； $t \text{ CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$

扣减率（DR）可从下列表格中获得。

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%	需额外增加样地数量，从而使测定结果达到精度要求

#### 7.4 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自然灾害（如果有）发生的时间、面积、地理边界等信息，参考6.7节的公式进行计算项目边界内的温室气体排放（ $GHGE,t$ ）。

#### 7.5 数据来源与质量管理

##### 7.5.1 不需要监测的数据和参数

本方法学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。具体描述和数据来源参见下表：

数据/参数	$CF_{TREE,j}$			
单位	$t C (t d.m.)^{-1}$			
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) 从下表中选择缺省值：			
	树种（组）	$CF_{TREE,j}$	树种（组）	$CF_{TREE,j}$
	云杉	0.487	桦类（红桦、白桦等）	0.481
	冷杉	0.490	栎类（高山栎、辽东栎）	0.481
	落叶松	0.496	杨属（高山杨、青杨等）	0.462
	铁杉	0.478	桉属（巨桉、直干桉）	0.476
	云南松	0.478	柳属（垂柳、高山柳）	0.477
	柏木	0.483	樟、楠（润楠、香樟等）	0.470
	马尾松	0.475	软阔（桉木、喜树等）	0.465
	油杉	0.488	硬阔（青冈、木荷等）	0.466
	高山松	0.502	经济林木（核桃、板栗）	0.436
	华山松	0.491	针阔混	0.498
	杉木	0.467	阔叶平均	0.468
针叶平均	0.485			
数据来源：四川省林业调查规划院，《区域林业碳汇/源计量体系开放及应用研究》（2013）				
说明	/			

数据/参数	$R_j$
单位	无量纲
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)；

说明	(c) 从下表中选择缺省值:			
	树种(组)	R <sub>j</sub>	树种(组)	R <sub>j</sub>
	云冷杉	0.219	桦木	0.256
	落叶松	0.237	枫香、荷木	0.256
	油松	0.223	樟树、楠木	0.286
	华山松	0.172	其他硬阔类	0.282
	马尾松	0.171	杨树	0.248
	湿地松	0.242	桉树	0.246
	其它松(云南松、高山松)	0.233	其它软阔类(椴树、楠树)	0.298
	柏木	0.239	针叶混	0.235
	杉木	0.247	阔叶混	0.243
	其他杉(水杉、柳杉)	0.237	针阔混	0.235
	栎类	0.301		
	数据来源:四川省林业调查规划院,《区域林业碳汇/源计量体系开放及应用研究》(2013)			

数据/参数	$f_{AB,j}(V)$			
单位	t d.m.			
描述	树种 $j$ 的林木、灌木地上生物量与胸径、树高、冠幅、基径等测树因子的相关方程			
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) 文献研究;			
	(c) 从下列缺省方程 ( $B_{AB} = a \cdot V^b$ ) 计算:			
		树种	参数 $a$	参数 $b$
		云冷杉	4.165749	0.653489
		落叶松	1.641699	0.801589
		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(包括云南松、高山松等)	2.403794	0.723530
		柏木	1.985272	0.794173
		杉木	2.536998	0.674639
		其他杉(水杉、柳杉)	2.694643	0.665671
		栎类	1.340549	0.896018
		桦木	1.075562	0.902351
		枫香、木荷	2.685404	0.741345
		樟树、楠木	4.292969	0.613426
		其它硬阔类	3.322268	0.687013
	杨树	0.942576	0.871034	
	桉树	1.221362	0.869172	
	相思	2.969276	0.706251	
	其它软阔类(椴树、檫木、泡桐等)	1.142254	0.876051	
	数据来源:《森林经营碳汇项目方法学(AR-CM-003-V01)》			
说明	/			

数据/参数	$WD_j$
单位	t d.m·m <sup>-3</sup>
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) 从下表中选择缺省值:				
	树种(组)	基本密度 (t/m <sup>3</sup> )	样本数 (N)	树种(组)	基本密度 (t/m <sup>3</sup> )
	冷杉	0.3573	124	樟树(木)	0.4649
	云杉	0.3728	189	楠木	0.4807
	铁杉	0.4251	77	榆树	0.4868
	油杉	0.4485	27	木荷	0.5161
	落叶松	0.5053	46	枫香	0.4860
	油松	0.4157	22	硬阔类	0.6062
	华山松	0.3863	45	椴树	0.4177
	马尾松	0.4482	140	檫木	0.4758
	云南松	0.4832	27	杨树	0.3644
	国外松	0.4894	36	柳树	0.4409
	其它松类	0.4649	105	泡桐	0.2367
	杉木	0.3071	292	桉树	0.5901
	柳杉	0.2893	19	相思	0.5843
	柏木	0.4722	37	软阔类	0.4222
	栎类	0.6119	436	针叶混	0.3902
	桦木	0.5270	83	阔叶混	0.5222
	枫桦(硕桦)	0.5770	21	针阔混	0.4754
	数据来源: 《全国优势乔木树种(组)基本木材密度测定》(LYT3256-2021)				
说明	/				

数据/参数	BEFTREE <sub>j</sub>			
数据单位	无量纲			
描述	树种 <i>j</i> 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)。 (e) 从下表中选择缺省值:			
	树种	V≤100	V>100	平均值
	云冷杉林	1.5572	0.6234	0.8000
	落叶松林	0.7905	0.6035	0.6739
	温性针叶林	1.8100	1.3405	1.5891
	油松林	0.8681	0.5616	0.7342
	马尾松林	0.9050	0.6280	0.7518
	暖性针叶林	0.8163	0.6316	0.7407
	杉类	0.9607	0.4531	0.6265
	柏木林	1.1209	0.5925	0.8967
	栎类	1.0374	0.8410	0.9462
	桦木林	1.0188	0.5374	0.8583
	其它硬阔类	1.0185	0.7222	0.8793
	杨树林	1.2345	0.7009	0.9317
	桉树林	0.7653	0.6478	0.7255
	其它软阔类	1.3540	0.6668	1.0983
针叶混	0.7720	0.4836	0.5747	

	阔叶混	0.8841	0.8223	0.8462
	针阔混	0.8260	0.6440	0.7338
说明	(1) 数据来源于对现有资料的整理; (2) V代表单位面积蓄积, m <sup>3</sup> /ha; (3) 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	$CF_S$
数据单位	t C (t d.m.) <sup>-1</sup>
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) 默认值为 0.47。
说明	/

数据/参数	$R_{SHRUB}$
数据单位	无量纲
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。
说明	/

数据/参数	$LT_{ty}$	
单位	年	
描述	ty 类木质林产品的使用寿命	
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) 国家级基于木质林产品的数据。 (c) 从下表选择缺省数据:	
	木质林产品类型	$LT_{ty}$
	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: 《森林经营碳汇项目方法学 (AR-CM-003-V01)》	
说明		

数据/参数	$COMF_i$
单位	无量纲
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）采用默认值：0.45 数据来源：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）。
说明	

数据/参数	$EF_{CH_4,i}$
单位	$g\ CH_4 \cdot (kg\ \text{燃烧的干物质 d.m.})^{-1}$
描述	第 $i$ 层的 CH <sub>4</sub> 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）采用默认值：4.7。
说明	

数据/参数	$EF_{N_2O,i}$
单位	$g\ N_2O \cdot (kg\ \text{燃烧的干物质 d.m.})^{-1}$
描述	第 $i$ 层的 N <sub>2</sub> O 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）采用默认值：0.26。
说明	

### 7.5.2 需要监测的数据和参数

本方法学需要监测的数据主要包括：测树因子、项目边界内各碳层的面积、活立木蓄积量和森林火灾面积。具体描述和数据来源参见下表：

数据/参数	$x_1, x_2, x_3, \dots$
单位	以长度为单位（cm）
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林业规划设计调查使用的标准操作程序(SOP)。
监测频率	每次申请核查时监测
说明	/

数据/参数	$A_i$
单位	ha
描述	项目第 $i$ 碳层的面积



数据源	(a) 基于检查验收报告等有效证明文件获取；若不可得，则： (b) 基于实地监测
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	首次核查开始时监测，以后每次申请核查监测
说明	/

数据/参数	$V_{TREE\ j,i,t}$
单位	$m^3$
描述	第 $t$ 年第 $i$ 项目碳层树种 $j$ 的树干材积
数据源	(a) 基于森林资源规划设计调查数据获取；若不可得，则： (b) 基于实地监测计算
监测频率	首次核查开始时监测，以后每次申请核查监测
说明	

数据/参数	$ABURN_{i,t}$
单位	ha
描述	第 $t$ 年第 $i$ 项目碳层发生森林火灾的面积；
数据源	林业主管部门森林火灾登记数据
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
说明	

### 7.5.3 数据质量管理措施

储备林碳汇项目参与方应采取以下质量管理措施，确保碳汇项目有关数据的真实可靠：

- 1) 建立储备林碳汇项目数据采集和报告的规章制度，包括人员、工作流程和内容、工作周期和时间节点等；
- 2) 建立储备林林地信息一览表，选定合适的计算方法和排放因子、系数，形成文件并存档；
- 3) 建立健全的林地管护记录，对小班边界变更、采伐、森林火灾等对林地碳排放影响重大的事项进行监测和记录，并在林地信息一览表中定期更新；
- 4) 建立文档的管理规范，保存、维护储备林碳汇核算的文件和有关的数据资料。

## 附件 1 储备林主要经营方式

### (1) 现有林改培

#### 1) 林分选择

对现有林中立地条件好、生产潜力没有得到充分发挥的林分，结构简单且生长已呈现下降的林分，目的树种不明确、林分结构简单、错过抚育经营时机的人工林或利用价值较高的林分，通过林冠下造林、补植补造等经营措施，适当将纯林逐步调整为复层异龄混交林。

#### 2) 技术模式

按照《国家储备林改培技术规程》（LY/T 2787）规定执行。根据目的树种林木分布现状，保留目标树，伐除干扰树，确定补植树种，营造目的树种为主体的林分或混交林。补植要点可采取抽针补阔、间针育阔、栽针保阔等方法。选择幼龄期耐庇荫的乡土阔叶树种或珍稀树种，能够在林冠下正常生长发育，以利于树种结构优化，重点培育珍稀树种和大径级用材林。现有林改培选用 2 年生以上优质壮苗为主。

### (2) 中幼林抚育

#### 1) 林分选择

对现有林中有培育前途的增产潜力较大的中、幼龄林，采取间伐、修枝、除草割灌、施肥等抚育活动，砍劣留优，调整树种结构和林分密度，平衡土壤养分与水分循环，改善林木生长发育的生态条件，提高木材蓄积量，加快林木生长速度，缩短森林培育周期，提高林分质量，培育目标树种优质高效多功能森林。

#### 2) 技术模式

根据立地条件、培育目标和整地方式采用相应的抚育方法，并参照《森林抚育规程》（GB/T 15781）的有关规定执行。主要措施包括除草割灌、修枝、间伐等。

附件 2 储备林主要树种生物量方程

树种(组)	包含树种	部位	方程形式	参数值		样本数量	来源
				a	b		
云杉	云杉、冷杉、铁杉	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0114	37.5626	307	四川省林业调查规划院,《区域林业碳汇/源计量体系开放及应用研究》(2013)
云南松	云南松、思茅松	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.012	6.9646	41	
柏木	柏木、侧柏等	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0187	2.4597	66	
杉木	杉木、柳杉、水杉	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0101	5.0111	54	
马尾松	马尾松	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0134	13.0579	92	
落叶松	落叶松	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0111	4.7674	61	
其他松类	华山松、油松等其他松类	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0206	1.6156	18	
桦类	红桦、白桦、糙皮桦等	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0121	30.3463	80	
栎类	高山栎、槲栎、石栎等	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0178	20.5873	133	
樟	香樟、油樟等	树下	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0168	6.7421	29	
楠	润楠、桢楠、黑壳楠	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0174	6.1856	57	
杨属	山杨、白杨等	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0093	25.8334	248	
桉属	巨桉、直干桉等	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0169	-0.5333	30	
硬阔	丝栗栲、青冈、木荷等	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0217	7.4214	18	
软阔	椴树、檫木、槭树等	树干	$y = a \cdot (D^2H) + b$	0.0169	4.0108	243	
栓皮栎		树干	$\ln B = a + b \cdot \ln(D^2H)$	1.7271	0.0015	224	《森林经营碳汇项目方法学》(AR-CM-003-v01)
桫欏木		地上部	$y = a \cdot (D^2H)^b$	0.117	0.7577	16	
柳杉		树干	$y = a \cdot (D^2H)^b$	0.1117	0.7096	20	
云南松		地上部	$\log B = a + b \cdot \log(D^2H)$	-0.8093	1.266	>60	
峨眉冷杉		地上部	$y = a \cdot (D^2H)^b$	0.0387	0.9293		
柏木		地上部	$y = a \cdot (D^2H)^b$	0.1789	0.7406	16	

附件 3 储备林主要树种材积公式

树种	材积表达式	适用树种	a	b	c	来源
四川落叶松	$V=a*D^b*H^c$	落叶松（红松）、金钱松、雪松	0.00006832000	1.7413600	1.1153500	四川省林业调查规划院
云南松	$V=a*D^b*H^c$	飞播云南松	0.00008630000	1.7963700	0.9254700	
柳杉	$V=a*D^b*H^c$	柳杉、日本柳杉	0.00005628067	1.8291041	1.05195640	
西南地区冷杉	$V=a*D^b*H^c$	冷杉属各种	0.000063219426	1.9006108	0.96265927	LY/T1353-1999
西南地区云杉	$V=a*D^b*H^c$	云杉属各种	0.000056790543	1.8517320	1.03346240	
西南地区柏、杉类	$V=a*D^b*H^c$	柏科各种柏木；杉科各种铁杉、黄杉、银杉、油杉、三尖杉、红豆杉；罗汉松、花旗松	0.000057173591	1.8813305	0.99568845	
云南松	$V=a*D^b*H^c$	天然林云南松	0.000058290117	1.9796344	0.90715154	
油松	$V=a*D^b*H^c$	油松	0.000066492455	1.8655617	0.93768879	
华山松	$V=a*D^b*H^c$	华山松、葵花松	0.000059973839	1.8334312	1.0295315	
杉木	$V=a*D^b*H^c$	杉木	0.000058777042	1.9699831	0.89646157	
马尾松	$V=a*D^b*H^c$	马尾松、湿地松、火炬松、加勒比松、黑松、海南松	0.000060049144	1.8719753	0.97180232	
西南地区桦木	$V=a*D^b*H^c$	桦木	0.000048941911	2.0172708	0.88580889	
西南地区丝栗栲、高山栎	$V=a*D^b*H^c$	丝栗栲、高山栎	0.000048346625	1.8905785	1.07694000	

附件4 主要灌木生物量方程

优势灌木物种	研究区域或地点	模型编号	器官	自变量	模型形式	模型系数		统计信息
						a	b	$R^2$
大白杜鹃、白背杜鹃、金顶杜鹃、小鞍叶羊蹄甲	重庆、四川	mx-833	叶	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	0.043	0.004	0.828
		mx-834	茎	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	-0.211	0.064	0.885
		mx-835	地下	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	-0.216	0.082	0.968
千里香杜鹃、密枝杜鹃、裂毛雪山杜鹃、草原杜鹃、头花杜鹃、金背杜鹃	重庆、青海、四川、云南	mx-836	叶	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	0.095	0.02	0.979
		mx-837	茎	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	0.199	0.037	0.933
		mx-838	地下	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	0.393	0.061	0.969
千果榄仁、香合欢、岗桧、胡颓子、潺槁木姜子、盐肤木	四川、云南、重庆	mx-839	叶	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	0.089	0.011	0.9
		mx-840	茎	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	0.26	0.096	0.901
		mx-841	地下	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	-0.226	0.07	0.966
小果蔷薇、绢毛蔷薇	重庆、贵州、四川、云南	mx-842	叶	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	-0.001	0.027	0.934
		mx-843	茎	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	0.17	0.06	0.924
		mx-844	地下	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	0.083	0.028	0.955
一担柴、银柴、银叶锥、锐齿"斛株、唐梨	重庆、四川、云南	mx-845	叶	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	0.054	0.003	0.908
		mx-846	茎	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	0.064	0.018	0.989
		mx-847	地下	$D^2H$	$M=a+b \times D^2H$	0.237	0.015	0.867
高山柏、香柏	重庆、四川、西藏	mx-848	叶	$V_c$	$M=a+b \times V_c$	0.283	1.466	0.909
		mx-849	茎	$V_c$	$M=a+b \times V_c$	-0.466	3.86	0.905
		mx-850	地下	$V_c$	$M=a+b \times V_c$	0.065	6.265	0.897
数据来源	谢宗强、王杨、唐志尧、徐文婷著. 中国常见灌木生物量模型手册. 2018. 北京: 科学出版社.							

注：（1）自变量和模型形式两列中， $D$ ：基径，地面高度5cm处的树干直径； $H$ ：植株高度； $D^2$ ：基径平方与株高的乘积； $V_c$ ：冠幅投影体积。

（2）模型系数列中， $a$ 、 $b$ 为模型系数。

（3）统计信息列中， $R^2$ 表示调整后的决定系数(adj- $R^2$ )。

附件 5 重庆市不同优势树种树种（组）的林龄组划分标准表

树种	起源	龄组划分					龄级 期限
		幼林龄	中龄林	近熟林	成熟林	过熟林	
云杉、柏木	天然	≤40	41—80	81—100	101—140	≥141	20
	人工	≤20	21—40	41—60	61—80	≥81	20
落叶松	人工	≤20	21—30	31—40	41—60	≥61	10
马尾松、华山松、巴 山松、油松	天然	≤20	21—30	31—40	41—60	≥61	10
	人工	≤10	11—20	21—30	31—50	≥51	10
杉木、水杉、柳杉、 湿地松	天然	≤10	10—20	21—25	26—35	≥36	5
栎类、楠、樟、硬阔	天然	≤20	21—40	41—60	61—100	≥101	20
	人工	≤20	21—40	41—50	51—70	>71	10
桦、榆、珙桐、枫 香、木荷	天然	≤20	21—30	31—40	41—60	≥61	10
	人工	≤10	11—20	21—30	31—50	≥51	10
杨、桉、泡桐、檫 木、软阔	天然	≤10	11—15	16—20	21—30	>31	5
	人工	≤5	6—10	11—15	16—25	>26	5
数据来源	重庆市森林资源二类调查操作细则						