

毕节市林业碳票碳减排量计量方法（试行）

（版本号 V01）

2022 年 1 月

目 录

1 引言	1
2 规范性引用文件与适用条件	1
2.1 规范性引用文件	1
2.2 适用条件	1
3 术语定义	2
4 项目核算周期	3
5 碳汇计量方法	3
5.1 项目核算边界的确定	3
5.2 碳库与温室气体排放源选择	3
5.3 碳层划分	4
5.4 生物量/碳储量的计算	4
5.4.1 乔木林	4
5.4.2 灌木林	9
5.4.3 其他	10
6 项目边界内温室气体排放量增加的计算	10
7 毕节林业碳票减排量计算	11
8 数据来源与质量控制	12
8.1 监测数据	12
8.2 质量控制	12
附录 1 不需监测的数据和参数	14
附录 2 需要监测的数据和参数	22

1 引言

实现碳达峰碳中和是以习近平同志为核心的党中央统筹国内国际两个大局和经济社会发展全局作出的重大战略决策，是我国实现可持续发展、高质量发展的内在要求。毕节是贯彻新发展理念示范区。为贯彻落实新发展理念和毕节市委市政府的部署要求，充分发挥林业在碳中和中的重要作用，促进经济社会发展全面绿色转型，统筹推进毕节市林业碳汇项目开发，为毕节森林碳汇项目开发利用、监测计量与评估等提供依据，特编制《贵州毕节林业碳票碳减排量计量方法》。

本方法坚持目标导向，统筹兼顾科学性和可操作性、行业标准优先的原则，以国家自愿减排交易机制下的相关方法学为基础，参考和借鉴国家自愿减排项目《森林经营碳汇项目方法学》、《碳汇造林项目方法学》、《全国林业碳汇计量监测技术指南》以及贵州省林业碳汇工作相关要求，结合毕节市森林经营和保护实际情况，制定了林业碳票计量的适用范围和条件、计量指标、技术方法和相关要求，以期推进森林经营碳汇项目实施，推动生态产品价值实现。

2 规范性引用文件与适用条件

2.1 规范性引用文件

本方法参考了下列文件和工具：

- （1）CDM 造林再造林项目活动生物质燃烧造成非 CO₂ 温室气体排放增加的估算工具（EB 65，Annex 31）
- （2）国家林业局《造林项目碳汇计量与监测指南》（办造字[2011]18 号）。
- （3）碳汇造林项目方法学（版本号 V01）
- （4）森林经营碳汇项目方法学（版本号 V01）

2.2 适用条件

本方法主要适用于毕节林业碳票（BJCER）机制下造林、森林经营和保护过程中实施林业固碳增汇活动所产生的碳汇减排量的核算。采用本方法的项目活动，应遵循以下适用条件：

- （1）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。
- （2）项目主要涉及人工乔木林（郁闭度 ≥ 0.20 ），以及灌木林，且连续分布面积均大于 0.0667 hm²。新造林未成林之前，可参考灌木林计量方法计算；成林之后按乔木林计量方法计算。
- （3）项目区范围权属清晰无争议。
- （4）项目活动不采取炼山整地以及其他人为火烧的营林方式。
- （5）项目活动除森林经营活动外，无大规模采伐，不移除地表枯落物、枯死木。

3 术语定义

本方法中所使用的有关术语的定义如下：

森林经营：本方法中，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、保育、复壮和综合措施等。

二类调查：指以森林经营管理单位或行政区域为调查总体，查清森林、林木和林地资源的种类、分布、数量和质量，客观反映调查区域森林经营管理状况，为编制森林经营方案、开展林业区划规划、指导森林经营管理等需要进行的调查活动。

三类调查：又称作业设计调查，指林业基层单位为满足伐区设计、抚育采伐设计等的需要而进行的调查，对林木的蓄积量和出材率要做出准确的测定和计算。

乔木林：指郁闭度 0.2 及以上的乔木树种组成的片林或林带，连续面积大于 0.0667hm² 的林地。

灌木林：指国家特别规定灌木林和附着有灌木树种或因生境恶劣矮化成灌木型的乔木树种以及胸径小于 2cm 的小杂竹丛，以经营灌木林为目的的或起防护作用，连续面积大于一亩、覆盖度在 30% 以上的林地。

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。

项目情景：指拟议的项目活动下的森林经营情景。

碳库：核算边界内碳库选择的生物量，包括地上生物量、地下生物量，不含枯落物、枯死木和土壤有机碳库。

林木生物量：指特定时间内，林分中所有林木的干物质重量，包括地上生物量和地下生物量。林木地下部分由于细根（直径 ≤ 2mm）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。

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。本方法只计算由森林火灾引起的泄漏。

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。

碳储量：特定时间内碳库中所储存的碳总量。

温室气体排放源：指森林经营活动背景下向大气中排放的二氧化碳等温室气体的过程或活动或机制。

4 项目核算周期

首次申请毕节林业碳票项目的核算周期可从 2016 年起计算，核算周期以整年为计算单位。一个核算周期原则上为 5 年。非首次申请的林业碳汇监测时间应在核算周期的最后一个年度结束前完成，监测核算报告应在核算周期最后一个年度的次年 3 月前完成。项目计入期不超过 30 年。

5 碳汇计量方法

5.1 项目核算边界的确定

项目核算边界指拥有林地所有权或使用权的毕节林业碳票的参与方实施毕节林业碳票项目活动的地理范围，以小班为基本单位。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 格式的矢量文件，平面坐标系统采用 CGCS2000 国家大地坐标系）。在项目审定时，项目参与方须提供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。计入数据以森林资源二类调查、森林资源管理“一张图”，以及三类森林资源调查数据为基础，由具有林业调查资质单位现场监测核准数据为依据。

5.2 碳库与温室气体排放源选择

本计量方法按照保守性原则，对于核算边界内碳库的选择只考虑乔木地上和地下生物量，鼓励有条件的项目参与方考虑林下灌木层以及灌木林，不考虑藤本、草本、枯死木和枯枝落叶的生物量；因项目活动不涉及全面清林和炼山等活动，因此温室气体排放源的选择也只考虑因森林火灾引起生物质燃烧造成的温室气体排放。具体参见表 1 和表 2。

表 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	项目情景与基准线情景相比枯死木的碳库不会降低，根据成本有效性原则忽略枯死木碳库。
枯落物	否	项目情景与基准线情景相比枯落物的碳库不会降低，根据成本有效性原则忽略枯落物碳库。
土壤有机碳	否	项目情景与基准线情景相比该碳库不会降低，基于保守型和成本有效性原则，忽略土壤有机碳库。
木产品	否	项目情景与基准线情景相比该碳库会增加，保守地选择不考虑该碳库。

表 2 项目温室气体排放源的选择

温室气体排放源	温室气体种类	是否选择	理由或解释
---------	--------	------	-------

生物质 燃烧	CO ₂	否	生物质燃烧所导致的 CO ₂ 排放已在碳储量变化中考虑。
	CH ₄	是	项目计入期内发生森林火灾时,要考虑生物质燃烧所引起的 CH ₄ 排放;没有发生森林火灾时,则不选择。
	N ₂ O	是	项目计入期内发生森林火灾时,要考虑生物质燃烧所引起的 N ₂ O 排放;没有发生森林火灾时,则不选择。

5.3 碳层划分

如果项目边界区内包含不同的森林类型或者不同龄组等,则需要对林分碳汇进行分层计算以提高碳储量变化量估算的精度和准确性。根据森林资源二类调查数据、森林资源管理“一张图”数据,以及三类调查森林资源等项目参与方在法定范围内均认可的数据源,按优势树种(组)、龄组等因子来划分碳层。

5.4 生物量/碳储量的计算

5.4.1 乔木林

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。首次申请林业碳票时,可结合国家储备林等建设项目,采用最近两期的森林资源管理数据(如二类调查或三类调查)来核算。对于项目开始后第 t 年时的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($T=t_2-t_1$)内的碳储量变化量来获得:

$$\Delta C_{TREE,t} = \sum_{i=1} C_{TREE,i,t_2} - C_{TREE,i,t_1}$$

式中: Eq. (1)

$\Delta C_{TREE,t}$ 为第 t 年时,项目边界内林木生物质碳储量的变化量,单位为吨二氧化碳当量($t\ CO_2-e$);

$C_{TREE,i,t}$ 为第 t 年时,项目边界内第 i 碳层林木生物量的碳储量($t\ CO_2-e$);

t_1, t_2 为两次监测或核查时间;

t 为项目开始后确定的计入期年数(a), 且 $t_1 \leq t \leq t_2$;

i 为划分的第 1, 2, 3, …… 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 CO₂ 与碳的分子量比(44/12)将碳含量($t\ C$)转换为二氧化碳当量($t\ CO_2-e$):

$$\text{式中: } C_{TREE,i,t} = \frac{44}{12} * \sum_{j=1} (CF_j * B_{TREE,i,j,t}) \quad \text{Eq. (2)}$$

$C_{TREE,i,t}$ 为 t 年内项目边界内第 i 碳层林木生物量的碳储量 (t CO₂-e) ;

$B_{TREE,i,j,t}$ 为 t 年内项目边界内第 i 碳层树种 j 的林木生物量 (t d.m.) ;

CF_j 为树种 j 的生物量含碳率 (t C·(t d.m.)⁻¹) ;

i, j 分别为划分的第 1, 2, 3, ……碳层的第 1, 2, 3, ……个树种;

44/12 为二氧化碳 (CO₂) 分子量 44 与碳 (C) 的分子量 12 的比值, 无量纲;

t 为项目开始后确定的计入期的年数 (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第 i 碳层树种 j 的生物量 ($B_{TREE,i,j,t}$), 涉及到的相关参数或数据, 有的需要通过设置监测样地定期获取, 有的则需通过测定一次即可获取, 具体参见附录 1 和附录 2。

方法 1: 生物量方程法

利用项目边界内计入期不同年份 (t) 各碳层各树种的林分平均胸径 (DBH) 和平均树高 (H), 通过一元或二元生物量方程模型计算林木生物量:

$$B_{TREE,i,j,t} = f_{AB,j}(DBH_{TREE,i,j,t}, H_{TREE,i,j,t}) * (1 + R_j) * N_{TREE,i,j,t} * A_{TREE,i} \quad \text{Eq. (3)}$$

式中:

$B_{TREE,i,j,t}$ 为第 t 年时, 项目边界内第 i 碳层树种 j 的林木生物量 (t d.m.);

$f_{AB,j}(DBH, H)$ 为树种 j 的林木地上生物量与胸径和 (或) 树高的相关方程, 单位为 t d.m·株⁻¹;

$DBH_{TREE,i,j,t}$ 为第 t 年时, 项目边界内第 i 碳层树种 j 的平均胸径 (cm);

$H_{TREE,i,j,t}$ 为第 t 年时, 项目边界内第 i 碳层树种 j 的平均树高 (m);

R_j 为树种 j 的林木地下生物量/地上生物量之比, 无量纲;

$N_{TREE,i,j,t}$ 为第 t 年时, 项目边界内第 i 碳层树种 j 的平均每公顷株数 (株·hm⁻²) ;

$A_{TREE,i}$ 为项目边界内第 i 碳层的面积 (hm²) ;

i, j 为 i, j 分别为划分的第 1, 2, 3, ……碳层的第 1, 2, 3, ……个树种;

t 为项目开始以后确定的计入期年数 (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（或树高）的相关方程，则公式（3）可以改写为：

$$B_{TREE,i,j,t} = f_{B,j}(DBH_{TREE,i,j,t}, H_{TREE,i,j,t}) * N_{TREE,i,j,t} * A_{TREE,i} \text{ Eq. (4)}$$

式中：

$f_{B,j}(DBH, H)$ 为树种 j 的林木全株生物量与胸径和树高的相关方程，单位为 $t \cdot d.m \cdot \text{株}^{-1}$ 。

方法 2：蓄积—生物量相关方程法

通过计入期内不同年份（ 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：

$$B_{TREE,i,j,t} = f_{AB,j}(V_{TREE,i,j,t}) * (1 + R_j) * A_{TREE,i} \text{ Eq. (5)}$$

式中：

$B_{TREE,i,j,t}$ 为第 t 年时，项目边界内第 i 碳层树种 j 的林木生物量（ $t \cdot d.m.$ ）；

$f_{AB,j}(V)$ 为树种 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，单位为 $t \cdot d.m \cdot \text{hm}^{-2}$ ；

$V_{TREE,i,j,t}$ 为第 t 年时，项目边界内第 i 碳层树种 j 的林分平均蓄积量 $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ ；

R_j 为树种 j 的林木地下生物量/地上生物量之比，无量纲；

$A_{TREE,i}$ 为项目边界内第 i 碳层的面积（ hm^2 ）；

i, j 分别为划分的第 1, 2, 3, ……碳层的第 1, 2, 3, ……个树种；

t 为项目开始以后确定的计入期年数（ a ）。

如果有树种 j 的木材密度（ WD_j ）以及生物量扩展因子（ $BEF_{TREE,j}$ ），则可根据总蓄积量直接推算总生物量：

$$B_{TREE,i,j,t} = V_{TREE,i,t} * WD_j * BEF_{TREE,j} * (1 + R_j) \text{ Eq. (6)}$$

式中：

$B_{TREE,i,j,t}$ 为第 t 年时, 项目边界内第 i 碳层树种 j 的林木生物量 (t d.m.);

$V_{TREE,i,t}$ 为第 t 年时, 项目边界内第 i 碳层树种的总活立木蓄积量 (m^3);

WD_j 为树种 j 的木材密度;

$BEF_{TREE,j}$ 为树种 j 的生物量转换因子;

R_j 为树种 j 的地上与地下生物量比值;

i, j 分别为划分的第 1, 2, 3, ……碳层的第 1, 2, 3, ……个树种;

t 为项目开始以后确定的计入期年数 (a)。

方法 3: 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, 计算出方法 2 的林分平均单位面积蓄积量 ($V_{TREE,i,j,t}$), 然后采用方法 2 的公式 (5) 计算出林木生物量碳储量的变化:

$$V_{TREE,i,j,t} = V_{TREE,i,j,t=0} + t * \Delta V_{TREE,i,j} - V_{TREE,H,i,j,t} \text{ Eq. (7)}$$

式中:

$V_{TREE,i,j,t}$ 为 t 年时项目边界内第 i 碳层树种 j 的平均单位面积蓄积量 ($m^3 \cdot hm^{-2}$);

$V_{TREE,i,j,t=0}$ 为项目开始 ($t=0$) 时, 项目边界内第 i 碳层树种 j 的平均单位面积蓄积量 ($m^3 \cdot hm^{-2}$);

$\Delta V_{TREE,i,j}$ 为第 i 碳层树种 j 的林分平均单位面积蓄积生长量 ($m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$);

$V_{TREE,H,i,j,t}$ 为自项目开始至第 t 年时, 项目边界内第 i 碳层树种 j 的林分平均采伐蓄积量 ($m^3 \cdot hm^{-2}$);

i, j 分别为划分的第 1, 2, 3, ……碳层的第 1, 2, 3, ……个树种;

t 为项目开始以后确定的计入期年数 (a)。

林分平均单位面积蓄积生长量可以通过林木的平均生长率来计算:

$$\Delta V_{TREE,i,j} = P_{TREE,i,j,t} * V_{TREE,i,j,t=0} \text{ Eq. (8)}$$

式中:

$\Delta V_{TREE,i,j}$ 为第 i 碳层树种 j 的林分平均单位面积蓄积生长量 ($m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$);

$P_{TREE,i,j,t}$ 为第 i 碳层树种 j 的立木材积生长率（%）；

$V_{TREE,i,j,t=0}$ 为项目开始（t=0）时，项目边界内第 i 碳层树种 j 的平均单位面积蓄积量（ $m^3 \cdot hm^{-2}$ ）；

采伐树种 j 的树干生物物质碳储量可以利用木材密度（ WD_j ）与林分平均采伐蓄积量之间的关系来计算，具体可参见《森林经营碳汇项目方法学》公式（27）和公式（28）：

$$C_{STEM,j,t} = \frac{44}{12} * V_{TREE,H,i,j,t} * WD_j * CF_j \quad \text{Eq. (9)}$$

式中：

$C_{STEM,j,t}$ 为第 t 年时，项目采伐的树种 j 的树干生物物质碳储量；

$V_{TREE,H,i,j,t}$ 为自项目开始至第 t 年时，项目边界内第 i 碳层树种 j 的林分平均采伐蓄积量（ $m^3 \cdot hm^{-2}$ ）；

WD_j 为树种 j 的木材密度（ $t \cdot d.m \cdot m^{-3}$ ）；

CF_j 为树种 j 的含碳率，缺省值可取 0.5；

i, j 分别为划分的第 1, 2, 3, ……碳层的第 1, 2, 3, ……个树种；

t 为项目开始以后确定的计入期年数（a）。

5.4.2 灌木林

本方法所指的灌木林是指无乔木层的灌木，包括国家特别规定的灌木林地和其它灌木林地。灌木林碳储量由地上、地下和土壤有机碳三部分构成。出于保守性原则，本方法只考虑地上部分，不考虑地下部分。在条件允许的情况下，鼓励考虑地下部分生物量。

在项目边界内，根据资源清查分区域、类型的灌木林面积，乘以相应类型灌木林单位面积地上生物量，得其灌木林地上生物量，再将所有类型的灌木林生物量相加得到灌木林生物量总量，再乘以灌木含碳率即得灌木林地上碳储量。计算公式如下：

$$\Delta C_{SHRUB,t} = \frac{44}{12} * CF_i * \sum A_{i,t} * M_{shrub,i,j} / 5 * t \quad \text{Eq. (10)}$$

式中：

$\Delta C_{SHRUB,t}$ 为项目边界内 t 时的灌木林碳储量变化量（ $t \text{ CO}_2\text{-e}$ ）；

CF_i 为第 i 类型灌木林的含碳率，缺省值可取 0.5；

$A_{i,j,t}$ 为第 i 类型灌木 j 区域的面积 (hm^2)

$M_{shrub,i,j}$ 为第 i 类型灌木 j 区域的地上生物量 (t d.m hm^{-2})，除以 5 表示将现存生物量转化为每年的地上生产力，乘以核算周期 t 即可得到计入期内的碳汇增量。

i, j 分别为第 1,2,3, ……类型灌木的第 1,2,3, ……区域；

t 为项目开始以后确定的计入期年数 (a)。

灌木林地上生物量可以通过地径、树高与生物量的方程模型来计算灌木的生物量：

$$M_{shrub,i,j,t} = f_{shrub,i,j}(d_{i,j,t}, h_{i,j,t}) * N_{shrub,i,j,t} * A_{shrub,i,j,t} \text{ Eq. (11)}$$

式中：

$M_{shrub,i,j,t}$ 为项目边界内第 i 类灌木第 j 区域在 t 时的总地上生物量；

$f_{shrub,i,j}(d_{i,j,t}, h_{i,j,t})$ 为项目边界内第 i 类灌木第 j 区域的灌木生物量方程；

$d_{i,j,t}$ 为项目边界内第 i 类灌木第 j 区域在 t 时的平均地径 (cm)；

$h_{i,j,t}$ 为项目边界内第 i 类灌木第 j 区域在 t 时的平均高度 (m)；

$N_{shrub,i,j,t}$ 为第 i 类灌木第 j 区域在 t 时的株数；

$A_{shrub,i,j,t}$ 为第 i 类灌木第 j 区域的灌木林面积 (hm^2)；

i, j 分别为第 1, 2, 3, ……类型灌木的第 1, 2, 3, ……区域；

t 为项目开始以后确定的计入期年数 (a)。

5.4.3 其他

对于项目边界内兼有生态经济效益的树种如核桃、皂荚等林分及其他散生木，仅存在少量修枝等经营行为时，计算方法可参考乔木林执行。

6 项目边界内温室气体排放量增加的计算

根据记录的项目边界内的每一次森林火灾发生的时间、面积、地理边界等数据，并按有关方法计算项目边界内因森林火灾燃烧地上林木生物量所引起的项目新增排放量。项目活动不涉及全面清林、计划烧除等控制性火烧，因此本方法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，不考虑死有机质的燃烧。

项目边界内温室气体排放的估算方法如下：

$$GHG_{E,t} = GHG_{FF,t} \text{ Eq. (12)}$$

式中：

$GHG_{E,t}$ 为第 t 年时项目边界内温室气体排放的增加量 ($t\text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$)；

$GHG_{FF,t}$ 为第 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_2 温室气体排放的增加量 ($t\text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$)；

t 为项目开始以后确定的计入期年数 (a)。

森林火灾引起林木地上生物质燃烧造成的非 CO_2 温室气体排放，使用最近一次项目核查时 (t_L) 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_2 温室气体排放量都假定为 0。

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

Eq. (13)

式中：

$GHG_{FF,t}$ 为第 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_2 温室气体排放的增加量 ($t\text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$)；

$A_{BURN,i,t}$ 为第 t 年时，项目第 i 层发生燃烧的土地面积 (hm^2)；

b_{TREE,i,t_L} 为火灾发生前，项目最近一次核查时 (第 t_L 年) 第 i 层的林木地上生物量，采用方法 2 中林木地上生物量与蓄积量的相关函数 $f_{AB,i}(V)$ 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 ($\text{td}\cdot\text{m}\cdot\text{hm}^{-2}$)；

$COMF_i$ 为项目第 i 碳层的燃烧指数 (针对每个植被类型)，无量纲；

$EF_{CH_4,i}$ 为项目第 i 层的 CH_4 排放指数； $\text{gCH}_4\cdot(\text{kg}$ 燃烧的干物质 $\text{d.m.})$ ；

$EF_{N_2O,i}$ 为项目第 i 层的 N_2O 排放指数； $\text{gN}_2\text{O}\cdot(\text{kg}$ 燃烧的干物质 $\text{d.m.})^{-1}$ ；

GWP_{CH_4} 为 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} 为 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 为划分的第 1, 2, 3, …… 碳层；

t 为项目开始以后确定的计入期年数 (a)；

0.001 为将 kg 转换成 t 的常数。

7 毕节林业碳票减排量计算

项目碳汇量等于项目边界内所选碳库的碳储量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，本方法对于项目边界内碳库的选择只考虑乔木层地上地下生物量中碳储量的变化量，鼓励有条件的项目参与方考虑林下灌木层（碳储量计算方法可参考本方法灌木林执行），不考虑枯落物、枯死木、木产品以及土壤有机碳库中碳储量的变化量。根据森林经营碳汇项目方法学适用条件，项目活动无潜在泄漏，也不考虑。

毕节林业碳票减排量的计算方法为：

$$BJCER = \Delta C_{P,t} - GHG_{E,t} \text{ Eq. (14)}$$

式中：

$BJCER$ 为毕节计入期 t 年的林业碳票减排量，单位为吨二氧化碳当量($t\text{ CO}_2\text{-e}$)；

$\Delta C_{P,t}$ 为计入期 t 年内项目边界内所选碳库碳储量的变化量 ($t\text{ CO}_2\text{-e}$)；

$GHG_{E,t}$ 为计入期 t 年内项目边界内排放的非二氧化碳温室气体增加量 ($t\text{ CO}_2\text{-e}$)。

8 数据来源与质量控制

8.1 监测数据

本方法中要求的监测数据主要来源于林业部门二类或森林资源管理“一张图”数据，以及三类调查数据。监测数据主要包括：核算边界内林地总面积、活立木蓄积量和森林火灾面积等。其计量中使用的缺省数据主要包括：基本木材密度，生物量扩展因子，根冠比，含碳率，燃烧因子，排放因子，全球增温趋势等。

8.2 质量控制

项目参与方应采取下列措施进行质量控制，确保林业碳票有关数据的真实可靠：

（一）根据森林经营碳汇项目方法学的要求，林木平均生物量最大允许相对误差需不大于 10%。如果抽样精度小于 90%，项目参与方也可以选择下述打折的方法计算碳减排量。

- 1) 额外增加样地数量；
- 2) 估算碳储量变化时，予以扣减。详见表 3。

表 3 调减因子表

不确定性 (%)	不确定性调减因子 (%)
----------	--------------

	t2 与 t1 时项目边界内的林分 生物质碳储量之差 ≥ 0	t2 与 t1 时项目边界内的林分 生物质碳储量之差 < 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	

注：t1、t2 为估算碳储量时前后两次监测或核查的时间，且 $t_1 \leq t \leq t_2$ 。

（二）样地监测的质量和数量原则上应符合统计学要求，监测频次应满足相关参数的获取要求。

（三）建立数据采集和报告的规章制度，建立林地信息一览表，申报矢量数据属性表信息完整，有专人管理，选用适合的计算方法和排放因子、系数，形成文本并归档。

（四）建立健全经营管护措施，对项目边界内小班变更、采伐、森林火灾的等重要事项进行监测和记录，并在林地信息一览表中定期进行更新。

（五）建立申报文档管理规范，加强林业碳票文件及有关资料的的存放和维护，避免重复申报。

附录 1 不需监测的数据和参数

不需要监测的数据和参数，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。具体参见附表 1 至附表 12。

附表 1 林木生物量含碳率

数据/参数	CF _j			
单位	t C (t d.m.) ⁻¹			
应用的公式编号	Eq. (2), Eq. (9), Eq. (10)			
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： <ol style="list-style-type: none"> 1. 现有的、当地的基于树种或树种组的数据； 2. 省级的基于树种或树种组的数据（如省级温室气体清单）； 3. 从下表中选择缺省值或取值 0.5： 			
	树种（组）	CF _j	树种（组）	CF _j
	柏木	0.510	其它杉类	0.510
	檫木	0.485	软阔类	0.485
	枫香	0.497	杉木	0.520
	华山松	0.523	湿地松	0.511
	桦木	0.491	水杉	0.501
	阔叶混	0.490	桐类	0.470
	栎类	0.500	杨树	0.496
	楝树	0.485	硬阔类	0.497

	柳杉	0.524	榆树	0.497
	柳树	0.485	云南松	0.511
	马尾松	0.460	樟树	0.492
	木荷	0.497	针阔混	0.498
	楠木	0.503	针叶混	0.510
	泡桐	0.470		
	来源：《森林经营碳汇项目方法学》（版本号 V01）			

附表 2 林分平均单位面积地上生物量与林分平均单位面积蓄积量之间的方程

数据/参数	$f_{AB,j}(V)$		
单位	$t \cdot d.m \cdot hm^{-2}$		
应用的公式编号	Eq. (5)		
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：		
	1. 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；		
	2. 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）；		
	3. 采用下列缺省方程（ $B_{AB} = a \cdot V^b$ ）计算：		
	树种	参 数 a	参数 b
	柏木	1.985272	0.794173
	枫香、木荷	2.685404	0.741345
	华山松	4.573398	0.583726
	桦木	1.075562	0.902351
	栎类	1.340549	0.896018
	马尾松	1.827539	0.792975
	其他软阔类（檫木、柳树、泡桐、楝树等）	1.142254	0.876051
	其他杉（水杉、柳杉等）	2.694643	0.665671
	其他硬阔类	3.322268	0.687013
	杉木	2.536998	0.674639
	湿地松	2.053735	0.772233
	杨树	0.942576	0.871034
	云南松	2.403794	0.72353
	樟树、楠木	4.292969	0.613426
	数据来源：根据中国森林生物量数据库整理		

附表 3 林木地下生物量与地上生物量的比值

数据/参数	R_j			
单位	无量纲			
应用的公式编号	Eq. (3), Eq. (6)			
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:			
	1. 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;			
	2. 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);			
	3. 从下表中选择缺省值:			
	树种 (组)	R_j	树种 (组)	R_j
	柏木	0.220	泡桐	0.247
	檫木	0.270	其它杉类	0.277
	枫香	0.398	软阔类	0.289
	华山松	0.170	杉木	0.246
	桉木	0.248	水杉	0.319
	阔叶混	0.262	桐类	0.269
	栎类	0.292	杨树	0.227
	楝树	0.289	硬阔类	0.261
	柳杉	0.267	榆树	0.621
	柳树	0.288	云南松	0.146
	马尾松	0.187	樟树	0.275
	木荷	0.258	针阔混	0.248
	楠木	0.264	针叶混	0.267
	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。			
说明	萌生林的地下生物量/地上生物量之比通常高于人工营造的林分, 特别是在萌生的最初 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。			

附表 4 林木地上生物量与胸径和树高的相关方程

数据/参数	$f_{AB,j}(DBH, H)$
单位	$t \cdot d.m \cdot 株^{-1}$
应用的公式编号	Eq. (3)
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: 1. 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;

	<p>2. 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）；</p> <p>3. 从《森林经营碳汇项目方法学》（版本号 V01）附件 2 中选择。</p>
说明	所选用的方程须说明其适用性。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。

附表 5 林木总生物量方程（含地下部分）

数据/参数	$f_{B,j}(DBH, H)$
单位	$t \cdot d \cdot m \cdot 株^{-1}$
应用的公式编号	Eq. (4)
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	<p>数据源优先选择次序为：</p> <p>（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；</p> <p>（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）；</p> <p>（c）从《森林经营碳汇项目方法学》（版本号 V01）附件 2 中选择。</p>
说明	所选用的方程须说明其适用性。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。

附表 6 林分平均单位面积蓄积量年生长量

数据/参数	$\Delta V_{TREE,j}$		
单位	$m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$		
应用的公式编号	Eq. (7)		
描述	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	速生	慢生
	幼龄林	3.0	1.5
	中龄林	4.5	3.0
说明	资料来源：《森林经营碳汇项目方法学》（版本号 V01）。		
	（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。		
说明	对于非用材林，采用本表中的缺省值是保守的。		

附表 7 立木材积生长率

数据/参数	$P_{TREE,i,j,t}$
单位	%
应用的公式编号	Eq. (8)
描述	第 i 碳层树种 j 的立木材积生长率
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) 采用国家或地方标准发布的数据。

附表 8 木材基本密度

数据/参数	WD _j			
单位	t d.m·m ⁻³			
应用的公式编号	Eq. (6), Eq. (9)			
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
	柏木	0.478	泡桐	0.443
	檫木	0.477	其它杉类	0.359
	枫香	0.598	软阔类	0.443
	华山松	0.396	杉木	0.307
	桦木	0.541	水杉	0.278
	阔叶混	0.482	桐类	0.239
	栎类	0.676	杨树	0.378
	楝树	0.443	硬阔类	0.598
	柳杉	0.294	榆树	0.598
	柳树	0.443	云南松	0.483
	马尾松	0.380	樟树	0.460
	木荷	0.598	针阔混	0.486
	楠木	0.477	针叶混	0.405
	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。			

附表 9 生物量转换因子

数据/参数	BEF _{TREE, j}
单位	无量纲
应用的公式编号	Eq. (6)
描述	树种 j 的生物量转换因子

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)	BEF _{TREE, j}	树种 (组)
	柏木	1.732	泡桐
	檫木	1.483	其它杉类
	枫香	1.765	软阔类
	华山松	1.785	杉木
	桉木	1.424	水杉
	阔叶混	1.514	桐类
	栎类	1.355	杨树
	楝树	1.586	硬阔类
	柳杉	2.593	榆树
	柳树	1.821	云南松
	马尾松	1.472	樟树
	木荷	1.894	针阔混
	楠木	1.639	针叶混
	数据来源：资料来源：《造林项目碳汇计量监测指南》（2014）		

附表 10 燃烧指数

数据/参数	COMF _i
单位	无量纲
应用的公式编号	Eq. (13)
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) 取默认值 0.45。

附表 11 甲烷气体排放因子

数据/参数	EF _{CH₄,i}
单位	g CH ₄ ·(kg 燃烧的干物质 d.m.) ⁻¹
应用的公式编号	Eq. (13)
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： 1. 项目实施区当地的调查数据； 2. 相邻地区相似条件下的调查数据； 3. 国家水平的适用于项目实施区的数据； 4. 取默认值 4.7。

附表 12 氮氧化物排放因子

数据/参数	$EF_{N_2O,i}$
单位	$g\ N_2O \cdot (kg\ \text{燃烧的干物质}\ d.m.)^{-1}$
应用的公式编号	Eq. (13)
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： 1. 项目实施区当地的调查数据； 2. 相邻地区相似条件下的调查数据； 3. 国家水平的适用于项目实施区的数据； 4. 取默认值 0.26。

附录 2 需要监测的数据和参数

项目参与方须以附表 13 至附表 17 中所列参数进行定期监测。

附表 13 各碳层面积

数据/参数	A_i
单位	hm^2
应用的公式编号	Eq. (3), Eq. (4), Eq. (5), Eq. (10), Eq. (11)
描述	项目第 i 碳层的面积
数据源	资源清查数据, 利用遥感影像、现场验证等方式进行核实
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 5 年一次

附表 14 各碳层监测样地面积

数据/参数	A_p
单位	hm^2
应用的公式编号	用于获取第 i 碳层尺度生物量数据的所有监测样地
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 5 年一次
说明	样地位置应用 GPS 或 Compass 记录且在图上标出

附表 15 各碳层或监测样地的林木胸径

数据/参数	DBH, d
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	林木胸高直径或灌木地径
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 5 年一次

附表 16 各碳层或监测样地的林木高度

数据/参数	H, 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	林木高度或灌木高度
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 5 年一次

附表 17 各碳层采伐的林木蓄积量

数据/参数	$V_{TREE, H, i, j, t}$
单位	m^3
应用的公式编号	Eq. (8)
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