

CSF

团 体 标 准

T/CSF 000-2022

林业碳汇项目基线调查技术规程

Technical regulation for investigation of baseline in forestry carbon sink
project

(公示稿)

2022-10-00 发布

2022-10-00 实施

中国林学会发布

目次

1 范围	6
2 规范性引用文件.....	6
3 术语和定义.....	6
3.2 基线情景 BASELINES SCENARIO	6
3.4 碳库 CARBON POOL.....	6
3.5 项目边界 PROJECT BOUNDARY.....	7
4 基线调查准备.....	7
4.1 基线调查流程	7
4.2 调查队伍组建.....	8
4.3 确定调查边界	8
4.4 碳库选择	8
5 基线调查内容和方法.....	8
5.1 调查内容.....	9
5.2 调查方法.....	9
6 样地调查法.....	9
6.1 抽样设计.....	9
6.2 碳储量调查.....	11
7 碳储量计算方法.....	13
7.1 地上生物质碳库碳储量计算.....	13
7.2 地下生物质碳库碳储量计算.....	15
7.3 枯落物碳库碳储量计算.....	16
7.4 枯死木碳库碳储量计算.....	16
7.5 土壤有机碳库碳储量计算.....	17
8 质量控制.....	18
附录 A	19
A1 地表植被和土地利用状况调查表	19
A2 样地调查记录表.....	20
A3 样地每木调查表.....	21
A4 灌木层样方（5M×5M）调查记录表	22
A5 草本样方（1M×1M）调查记录表	23
A6 枯落物层调查记录表	24

A7 土壤剖面调查记录表 24

参考文献..... 25

前言

本标准按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

本标准由中国林学会提出并归口。

本标准起草单位：中国林学会、北京林业大学、航天信德智图（北京）科技有限公司、中国林业科学研究院林业科技信息研究所（中林绿色碳资产管理中心）、国家林业和草原局林草调查规划院、中国质量认证中心、北京中创碳投科技有限公司、生态环境部发展中心。

本标准主要起草人：陈幸良、武曙红、郭文霞、戴维序、于天飞、蒋丽伟、于洁、孟兵站、叶晔、冯彩云。

随着全球极端气候事件发生频率的增加，人类适应和减缓气候变化的路径选择已经成为各国关注的焦点。林业碳汇项目开发作为在减缓气候变化、生物多样性保护以及社会可持续发展方面具有多重效益的活动，已经成为各国协同履行《联合国气候变化框架公约》和《生物多样性公约》的重要路径选择。为了确保环境的完整性，各种减排机制均要求减缓气候变化的人为活动产生的减排量或增汇量相对于基准线情景而言，是额外产生的。基准线情景碳汇量计量的科学性和准确性直接影响林业碳汇项目碳信用的签发。本标准的制定和实施，将为规范和统一基准线碳计量调查方法，确保林业碳汇项目产生的碳信用具有可比性提供指导。

本文件参考《CDM》、《VCS》以及《IPCC 关于 LULUCF 的好的做法》等国内外减排机制的方法学和指南的技术要求和方法，结合中国林地资源状况，规定了我国林业碳汇项目基准线调查的程序、内容和方法，可为国内自愿碳市场林业碳汇项目的开发提供指导。

林业碳汇项目基线调查技术规程

1 范围

本文件规定了林业碳汇项目基线调查的基本程序、内容和方法。本文件可用于温室气体自愿减排交易体系下，以增加碳汇为主要目的、在中国境内开展的林业碳汇项目碳库的基线调查。

本文件包括正文与附录，其中正文包括 8 章，第 1 章，范围；第 2 章，规范性引用文件；第 3 章，术语和定义；第 4 章，基线调查准备；第 5 章，基线调查内容和方法；第 6 章，样地调查法；第 7 章，碳储量计算方法；第 8 章，质量控制。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T26424-2010 森林资源规划设计调查技术规程

LY/T2250 森林土壤调查技术规程

LY/T2252 碳汇造林技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 林业碳汇项目 forestry carbon sink project

以增加碳汇为主要目标，对一定时期内林木生长全过程实施碳汇计量和监测而进行的造林再造林、森林经营、植被恢复、减少毁林并与碳汇交易相结合的项目。

3.2 基线情景 baselines scenario

没有林业碳汇项目活动情况下，能合理代表项目边界内各碳库碳储量的情景。

3.3 基线调查 baselines investigation

对项目边界内基线情景下各碳库碳储量的调查。

3.4 碳库 carbon pool

指在碳循环过程中，地球系统中碳储存的载体和场所，即碳的储存库。其中，森林生态系统碳库包括地上生物量、地下生物量、枯落物、枯死木和土壤有机质碳库。

[引：LY/T2252《碳汇造林技术规程》，有修改]

3.4.1 地上生物量above-ground biomass

土壤层以上以干重表示的乔、灌、草植被活体的生物量，包括干、茎、枝、皮、种子、花、果和叶等。

[引：LY/T2252《碳汇造林技术规程》，有修改]

3.4.2 地下生物量below-ground biomass

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

[引：LY/T2252《碳汇造林技术规程》，有修改]

3.4.3 枯落物生物量litter biomass

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

[引：LY/T2252《碳汇造林技术规程》，有修改]

3.4.4 枯死木生物量dead and drying tree biomass

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

[引：LY/T2252《碳汇造林技术规程》，有修改]

3.4.5 土壤有机质碳soil organic carbon

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

[引：LY/T2252《碳汇造林技术规程》，有修改]

3.4.6 生物量扩展因子 biomass expansion factor

林木地上生物量与树干部分材积的比值。

3.5 项目边界 project boundary

是项目参与方实施林业碳汇项目的地理范围。一个项目可以在若干个不相邻的地块上进行，每个地块都应有各自的地理边界。

[引：《碳汇造林项目方法学 V01》，有修改]

4 基线调查准备

基线调查之前应做好充分的准备工作，包括调查用工具的准备，调查用文件的准备，调查队伍的组建，调查边界确定以及碳库选择等。

4.1 基线调查流程

组建调查队伍→确定调查边界→确定碳库→划分碳层→分类抽样→准备调查工具及文件→开展基线调查。

4.2 调查队伍组建

基线调查任务可由具有丁级以上林业调查规划设计资质的机构或项目参与单位自行组织的专业调查队伍承担，明确技术负责人。

4.3 确定调查边界

基线调查边界应覆盖拟实施林业碳汇项目活动的地理范围，所以基线调查的边界即为林业碳汇项目的边界。调查边界可采用下述方法之一确定：

a) 利用全球卫星定位系统（GPS）或其它卫星定位系统，直接测定项目地块边界的拐点坐标，单点定位误差不超过 5m。

b) 利用高分辨率的影像数据（如卫星影像、航片），结合最新的森林资源管理“一张图”数据，运用地理信息系统（GIS）软件，勾绘出项目地块的边界。

c) 使用比例尺不小于 1:10000 的地形图进行现场勾绘，结合 GPS 或其它卫星定位系统进行精度控制。

4.4 碳库选择

无林地碳汇造林项目基线调查，枯死木、枯落物、土壤有机质碳库为可选，地上和地下生物质碳库为必选项，而且只考虑乔木和灌木。

森林经营项目基线调查，地上、地下生物质碳库为必选项，枯死木、枯落物碳库为可选项，根据项目的实际情况自行确定是否选择，土壤有机质碳库为非选。

表 4-1 碳库的选择

碳库		造林/在造林	森林经营	植被恢复	减少毁林
地上生物量	乔木	必选	必选	必选	必选
	灌木	必选	必选	必选	必选
	草本	可选	必选	必选	必选
地下生物量	乔木	必选	必选	必选	必选
	灌木	必选	必选	必选	必选
	草本	可选	必选	必选	必选
枯死木		可选	可选	可选	可选
枯落物		可选	可选	可选	可选
土壤有机质碳		可选	可选	可选	可选

5 基线调查内容和方法

5.1 调查内容

基线调查内容主要包括：项目地地表植被、土地利用状况、人为活动和碳库调查等，其中碳库调查根据林业碳汇项目的类型确定，见 4.4 碳库选择。

开展基线调查的同时，应针对拟开展林业碳汇项目地点的典型立地状况、基线调查作业等拍摄照片或录像加以记录，以便与造林后进行对照。

5.2 调查方法

5.2.1 样地调查法

对于面积相对较小、小班（地块）较少、地形比较简单的基线测量区域，可选样地调查法。在测量区域内抽取典型样地，基于野外实测估算样地内各碳库的碳储量，并进行汇总，再推算整个项目地各碳库的碳储量。

5.2.2 天空地结合调查法

对于面积相对较大、植被覆盖类型较为复杂、地形比较复杂的基线测量区域，可选天空地结合调查法。首先在测量区域采用卫星遥感数据进行全域监测得出地表植被、土地利用现状等内容，再根据卫星遥感提供结果抽取典型样地，实地校验并测定各碳库的碳储量，汇总后，利用相关模型推算整个项目地各碳库的碳储量。

6 样地调查法

按《GB/T26424-2010 森林资源规划设计调查技术规程》和《LY/T2250-2-14 森林土壤调查技术规程》的相关规定进行调查。

6.1 抽样设计

(1) 抽样方式

在所测算的项目边界内，可采用简单随机抽样、分类抽样、机械抽样等方法。所测算的林分为统一林分时，可采用简单随机抽样或机械抽样。对于多种林分，要分别林分抽样，即分类抽样，在每个类别（林分）内部进行简单随机抽样或机械抽样。

(2) 样地形状和面积的确定

可根据地形特征采用圆形或矩形样地。样地水平面积为 0.04 ha ~0.06ha。在同一个林业碳汇项目中，所有样地的面积应当相同。为了避免边际效应，样地边缘应离地块边界至少 10m 以上。

(3) 抽样框的确定

根据样地大小，将总体划分成面积形状相等的单元，将总体单元编号，从左上角到右下角的方向顺序编号。全部完整单元编号后，形成抽样框。总体单元的编号为 1-N。边缘不完整的单元不编入抽样框，但计算总体总量时不能忽略。

(4) 样地数量的确定

抽样样地数量应满足 90%的可靠性和 90%的抽样精度要求，根据公式（4）来确定样地数量 n 。如果得到 $n \geq 30$ ，则最终的样地数即为 n 值；如果 $n < 30$ ，则需要采用自由度为 $n-1$ 时的 t 值，运用公式（4）进行第二次迭代计算，得到的 n 值即为最终的样地数：

$$n = \frac{N * t_{VAL}^2 * \left(\sum_i w_i * S_i \right)^2}{N * E^2 + t_{VAL}^2 * \sum_i w_i * S_i^2} \dots\dots\dots (4)$$

式中，

n = 项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量；无量纲

N = 项目边界内监测样地的抽样总体， $N=A/A_p$ ，其中 A 是项目总面积（ha）， A_p 是样地面积（一般为 0.06ha）；无量纲

t_{VAL} = 可靠性指标。在一定的可靠性水平下，自由度为无穷（ ∞ ）时查 t 分布双侧 t 分位数表的 t 值；无量纲

w_i = 项目边界内第 i 项目碳层的面积权重， $w_i=A_i/A$ ，其中 A 是项目总面积（ha）， A_i 是第 i 项目碳层的面积（ha）；无量纲

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

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

$i = 1, 2, 3 \dots\dots$ 项目碳层

①当抽样面积较大时（抽样面积大于项目面积的 5%），按公式（4）进行计算获得样地数 n 之后，按公式（5）对 n 值进行调整，从而确定最终的样地数（ n_a ）：

$$n_a = n * \frac{1}{1+n/N} \dots\dots\dots (5)$$

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

②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（6）计算：

$$n = \left(\frac{t_{VAL}}{E} \right)^2 * (\sum_i w_i * s_i)^2 \dots\dots\dots (6)$$

式中：

n = 项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量；无量纲

t_{VAL} = 可靠性指标。在一定的可靠性水平下，自由度为无穷（ ∞ ）时查 t 分布双侧 t 分位数表的 t 值；无量纲

w_i = 项目边界内第 i 项目碳层的面积权重；无量纲

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

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

$i = 1, 2, 3 \dots$ 项目碳层

③分配到各层的监测样地数量，采用最优分配法按公式（7）进行计算：

$$n_i = n * \frac{w_i * s_i}{\sum_i w_i * s_i} \dots \dots \dots (7)$$

式中：

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

n = 项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量；无量纲

w_i = 项目边界内第 i 项目碳层的面积权重；无量纲

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

$i = 1, 2, 3 \dots$ 项目碳层

6.2 碳储量调查

6.2.1 地上、地下生物质碳库

6.2.1.1 乔木层

已公布林业行业标准《立木生物量模型及碳计量参数》的树种，测定样地内所有林木（包括枯立木）的胸径、树高（一元模型只测定胸径）（分别活立木和枯立木纪录），将测定数值代入相应树种的生物量模型，计算生物量。

尚未公布林业行业标准的树种，可采用标准木法和生物量扩展因子法完成生物量的测定。

（1）标准木法

——对样地内所有林木（包括枯立木）的胸径（ D ）进行每木检尺，并测量树高（ H ）。

分别活立木和枯立木记录。计算平均胸径和平均高。

——根据平均胸径和平均树高选取标准木 1-3 株，伐倒后分别干、枝、叶、根称取各组分的鲜重；

——采集标准木各组分新鲜样品 100-500g，各 3 个重复，称其鲜重，并在 80℃ 的恒温下烘干至恒重，测定其干重，计算干鲜比，根茎比；

——根据样品的干重与样品干鲜比，确定标准木的生物量；

——根据林分密度，推算单位面积乔木的生物量。

（2）生物量扩展因子法

——测定样地内所有林木胸径和树高；

——利用适用于本地区的一元材积或二元材积表查找样地中全部林木的材积，求和得到样地蓄积。

6.2.1.2 灌木层

（1）在每个乔木样地的四个角和中心位置分别设置一个面积为 5m*5m 的灌木样方，

共 5 个；

(2) 测定样方内的每丛(株)灌木地径(D)、冠幅(L)、丛(株)高(H)，并计算相应的平均值；

(3) 根据平均值，选出标准丛(株)，采用收割法分别测定丛(株)干、枝、叶及根的鲜重；

(4) 采集标准丛(株)的各组分样品，各 3 个重复，称其鲜重，并在 80℃ 的恒温下烘干至恒重，测定其干重和干鲜比、根茎比，并估算标准丛的生物量；

(5) 根据样地面积及灌木丛数(株数)，推算单位面积的灌木生物量。

6.2.1.3 草本层

(1) 在每个灌木样方的左下角设置面积 1m*1m 的草本样方，共 5 个；

(2) 收获样方中所有草本植物，测定总鲜重，按重量等比例取鲜样 100g~500g，3 个重复，称鲜重；

(3) 在 80℃ 的恒温下烘干至恒重，测定草本植物的干重和干鲜比，估算样方内草本的生物量，并根据样方面积推算单位面积草本的生物量。

6.2.2 枯落物碳库

(1) 在每个灌木样方的右上角设置面积 1m*1m 的枯落物样方，共 5 个；

(2) 收集所有样方内的枯落物，并称重得到总鲜重；

(3) 将 5 个样方的枯落物混合均匀后抽取样品 100g~500g，3 个重复，称鲜重，将样品带回实验室在 80℃ 恒温下烘干至恒重，称其干重，确定干鲜比；

(4) 按照干鲜比把所有样方内收集到的枯落物的总鲜重转换成干重，并推算出单位面积枯落物的平均生物量。

6.2.3 枯死木碳库

6.2.3.1 枯倒木

(1) 在乔木样地对角线或中心线布设 2m 宽的样带；

(2) 对样带上所有枯死倒木数量进行统计，并对其分解等级进行分类，参考表 2；

表 2 枯倒木分解等级

分级	特征
一级	新鲜倒木，枝条完整，与活立木状态相同。
二级	部分枝条脱落，树皮完整，木材无腐烂。
三级	粗大枝条尚存，树皮部分脱落，边材变色松软，树干能支撑自身重量，木材尚可利用。
四级	树干木材松软、不能支撑自身重量而断裂成木段，木材无商用价值，植物根系可深入树干内部。

五级	木材完全粉碎，失去基本组织形态。
----	------------------

(3) 沿着样带，将每株枯死倒木按分解等级按 1m 的段长分成若干段，测量每段中央的直径，取其平均值作为计算该段倒木体积的直径，累计每段的体积作为单株枯死倒木的体积。跨样带边界线的枯倒木，只测定位于样带内的那部分，按分解等级测定密度；

(4) 按分解等级，根据体积和密度，计算样带内的枯倒木生物量，最后换算为单位面积生物量。

6.2.3.2 枯立木

(1) 根据 6.2.1.1 中对枯立木进行每木检尺的结果，测量出平均胸径和平均树高；

(2) 记录枯立木的枝条存在状况；

(3) 利用当地的材积表估算单株枯立木的材积；

(4) 根据枯立木木材密度和材积估算枯立木的单株生物量，并根据枝条存在状况对单株生物量结果进行调整；

注：如果要减去其叶的生物量，一般可采用地上生物量的 2-3% 作为默认值；如果只有大枝，没有小枝，可在单株生物量的基础上减少 20%。如果枯立木没有枝条，只有树干时，可根据对其基径、树高以及顶部的直径的测量结果和木材密度对其生物量进行估计。

(5) 根据枯立木单株生物量和样地中枯立木株数估算林分单位面积枯立木的生物量。

6.2.4 土壤碳库

土壤碳库的调查，可按《LY/T 2250-2-14 森林土壤调查技术规程》的规定执行。

(1) 土壤样品采集和处理

在每个灌木样方的中心处分别布设 1 个点，用土钻分别 0m-10cm、10m-30cm、30m-50cm、50m-70m、70m-100m、≥100m 土层取土，各 3 个重复，然后分土层充分混合后，用二分法分别取 200-300 克土壤样品，去除全部根系和其他死残体，带回实验室风干，用于测定土壤有机碳含量。

(2) 土壤容重的测定

在乔木样地内一条对角线上等距离选择三个点，挖土壤剖面，用环刀分别 0m-10cm、10m-30cm、30m-50cm、50m-70m、70m-100m、≥100m 每层取一个土柱，去除石砾称重，用直接烘干法测定土壤含水率，计算环刀内土壤的干重和容重。三个点的相同土层求平均。

7 碳储量计算方法

7.1 地上生物物质碳库碳储量计算

地上生物物质碳库碳储量可通过 7.1.1、7.1.2 和 7.1.3 获得的乔木层、灌木层、草本层的地上部分碳储量之和获得：

$$C_{AB} = C_{AB-tree} + C_{AB-shrub} + C_{AB-grass} \dots \dots \dots (8)$$

7.1.1 乔木层

乔木层碳储量的计量可通过 6.2.1.1 所获得的组成乔木层各树种地上生物量 ($B_{AB-tree}$) 或蓄积量和生物量扩展因子 (BEF)、树种含碳率 (CF) 等, 采用以下公式获得:

$$C_{AB-tree} = \sum_{k=1} (B_{AB-tree,k} \times CF_{tree,k} \times N_{tree,k}) \dots \dots \dots \text{公式 (9)}$$

式中:

$C_{AB-tree}$ ——林分乔木层地上生物量碳库碳储量 (tC);

$k=1, 2, 3, \dots$ ——现成林分中的树种;

$B_{AB-tree,k}$ ——树种 k 的单株地上生物量 ($t \cdot d \cdot m \cdot \text{株}^{-1}$);

$CF_{tree,k}$ ——树种 k 的含碳率;

$N_{tree,k}$ ——树种 k 的株数 (株)。

式中的 $B_{AB-tree}$, 可通过以下方式获得:

(1) 已公布林业行业标准《立木生物量模型及碳计量参数》的树种可采用以下公式(10):

$$B_{AB-tree,k} = f_k(x_{1k}, x_{2k}, x_{3k}, \dots) \dots \dots \dots \text{公式 (10)}$$

(2) 未建立立木生物量模型的树种可采用以下公式 (11):

$$B_{AB-tree,k} = V_{tree,k} \times \rho_{tree,k} \times BEF_{tree,k} \dots \dots \dots \text{公式 (11)}$$

式中:

$V_{tree,k}$ ——树种 k 的材积 (m^3);

$\rho_{tree,k}$ ——树种 k 的茎干木材密度;

$BEF_{tree,k}$ ——树种 k 的生物量扩展因子。

7.1.2 灌木层

灌木层地上部分的碳储量可采用以下公式计算:

$$C_{AB-shrub} = B_{AB-shrub} \times CF_{shrub} \times S \dots \dots \dots \text{公式 (12)}$$

式中:

$C_{AB-shrub}$ ——灌木层地上部分碳储量 (tC);

$B_{AB-shrub}$ ——灌木层地上部分单位面积生物量 ($t \cdot d \cdot m \cdot \text{hm}^{-2}$);

S ——项目地的面积 (hm^2);

CF_{shrub} —— 灌木含碳率。

其中, 灌木层地上部分单位面积生物量可通过 6.2.1.2 测定获得的灌木标准株的地上生物量 ($B_{AB-shrub, k}$)、灌木密度 $N_{shrub,k}$ 和样地面积 A 的乘积获得。

7.1.3 草本层

草本层地上部分碳储量可通过 6.2.1.3 测定获得的单位面积生物量 ($B_{AB-grass}$)、灌木含碳率的缺省值及林分面积采用以下公式获得:

$$C_{AB-grass} = B_{AB-grass} \times CF_{grass} \times S \dots \dots \dots (13)$$

式中：

$C_{AB-grass}$ ——林分中草本层地上部分碳储量 (tC)；

$B_{AB-grass}$ ——林分中草本层地上部分单位面积生物量 $t \cdot d \cdot m \cdot ha^{-1}$ ；

CF_{grass} ——草本含碳率，采用我国 LULUCF 温室气体清单中给出的缺省值 0.4；

S ——项目地的面积 (hm^2)。

7.2 地下生物质碳库碳储量计算

地下生物质碳库碳储量可通过 7.2.1、7.2.2、7.2.3 获得的乔木层、灌木层、草本层的地下部分碳储量之和获得：

$$C_{BB} = C_{BB-tree} + C_{BB-shrub} + C_{BB-grass} \dots \dots \dots (14)$$

7.2.1 乔木层

乔木地下部分碳储量可通过 6.2.1.1 获得的乔木地上部分生物量和根茎比采用以下公式获得：

$$C_{BB-tree} = \sum_{k=1} (B_{AB-tree,k} \times R_{tree,k} \times CF_{tree,k} \times N_{tree,k}) \dots \dots \dots (15)$$

式中：

$C_{BB-tree}$ ——乔木层地下生物量碳储量 (tC)；

$B_{AB-tree,k}$ ——树种 k 的单株地上生物量 ($t \cdot d \cdot m \cdot 株^{-1}$)；

$R_{tree,k}$ ——树种 k 的根茎比；

$CF_{tree,k}$ ——树种 k 的含碳率；

$N_{tree,k}$ ——树种 k 的株数 (株)。

$B_{BB-tree,k}$ ——树种 k 的单株地下生物量 ($t \cdot d \cdot m \cdot 株^{-1}$)。

7.2.2 灌木层

灌木层地下部分碳储量可通过以下公式获得：

$$C_{BB-shrub} = B_{AB-shrub} \times R \times CF_{shrub} \times S \dots \dots \dots (16)$$

式中：

$C_{BB-shrub}$ ——灌木层地下部分碳储量 (tC)；

$B_{AB-shrub}$ ——灌木层地上部分单位面积生物量 ($t \cdot d \cdot m \cdot hm^{-2}$)；

S ——项目地的面积 (hm^2)；

R ——灌木根茎比；

CF_{shrub} ——灌木含碳率。

其中，灌木层地上部分单位面积生物量可通过 6.2.1.2 测定获得的灌木标准株的地上生物量 ($B_{BB-shrub, k}$)、灌木密度 $N_{shrub,k}$ 和样地面积 A 的乘积获得。

7.2.3 草本层

草本层地下部分碳储量可通过 6.2.1.3 获得的草本地上部分生物量和根茎比采用以下公式获得：

$$C_{BB-grass} = B_{AB-grass} \times R \times CF_{grass} \times S \dots\dots\dots (17)$$

式中：

$C_{BB-grass}$ ——林分中草本层地下部分碳储量 (tC) ；

$B_{AB-grass}$ ——林分中草本层地上部分单位面积生物量 (t.d.m · ha⁻¹) 。

R——草本根茎比；

S ——项目地的面积 (hm²) ；

CF_{grass} ——草本含碳率，采用我国 LULUCF 温室气体清单中给出的缺省值 0.4。

7.3 枯落物碳库碳储量计算

枯落物碳储量可采用以下公式计算：

$$C_L = B_{litter} \times CF_{litter} \times S \dots\dots\dots (18)$$

式中：

C_L ——枯落物碳库碳储量 (tC) ；

B_{litter} —— 枯落物单位面积平均生物量 (t.d.m · ha⁻¹) ；

CF_{litter} ——枯落物生物量含碳率，采用我国 LULUCF 温室气体清单的缺省值 0.37；

S ——项目地的面积 (hm²) ；

其中，枯落物单位面积平均生物量可通过 6.2.2 测量获得。

7.4 枯死木碳库碳储量计算

枯死木碳库碳储量可通过林分内枯倒木、枯立木碳储量采用下列公式获得：

$$C_{枯死木} = C_{枯倒木} + C_{枯立木} \dots\dots\dots (19)$$

7.4.1 枯倒木

枯倒木的碳储量可通过 6.2.3.1 调查获得的样地内枯倒木的株数、样地面积、分段的长度、分段的平均直径、分解等级等数据采用以下公式获得：

$$C_{枯倒木} = B_{枯倒木} \times CF_{枯倒木} \times S \dots\dots\dots (20)$$

$$B_{枯倒木} = \sum_i \rho_i \cdot V_i / 1000 \dots\dots\dots (21)$$

$$V_i = \frac{1}{A} \sum_{l=1}^N \sum_{i=1}^n \frac{D_i^2}{4} \times \pi \times L \dots\dots\dots (22)$$

式中：

$C_{枯倒木}$ ——枯倒木碳储量 (tC) ；

$B_{枯倒木}$ ——枯倒木单位面积平均生物量 (t.d.m · ha⁻¹) ；

S——项目地的面积（ hm^2 ）；

V_i ——单位面积枯倒木的材积（ m^3/hm^2 ）；

D_i ——样地内每棵枯倒木上第 i 个区分段的平均直径（ cm ）；

N——样地中枯倒木的株数；

A——样地的面积（ hm^2 ）；

L——区分段的长度（ m ）；

$CF_{\text{枯倒木}}$ ——枯倒木含碳率，采用我国 LULUCF 温室气体清单缺省值 0.37。

7.4.2 枯立木

枯立木碳储量可通过 6.2.3.2 中获得的枯立木平均直径和平均树高，利用当地的材积表估算单株枯立木的材积，再根据枯立木木材密度、单株材积、单位面积枯立木株数、含碳率、林分面积等计算林分枯立木的碳储量。

$$C_{\text{枯立木}} = \frac{1}{A} \sum_k (B_{\text{枯立木},k} \times N_{\text{枯立木},k} \times CF_{\text{tree},k}) \times S \dots \dots \dots (23)$$

$$B_{\text{枯立木},k} = V_{\text{枯立木},k} \times \rho_{\text{枯立木},k} \times BEF_{\text{tree},k} \dots \dots \dots (24)$$

式中：

$C_{\text{枯立木}}$ ——林分枯立木碳储量（ tC ）；

$B_{\text{枯立木},k}$ ——林分树种 k 枯立木单株生物量（ $\text{t.d.m} \cdot \text{株}^{-1}$ ）；

$k=1, 2, 3, \dots$ ——林分中的树种；

$CF_{\text{tree},k}$ ——树种 k 的含碳率；

$N_{\text{枯立木},k}$ ——样地内树种 k 枯立木的株数；

A——样地的面积（ hm^2 ）；

S——项目地的面积（ hm^2 ）；

$V_{\text{枯立木},k}$ ——树种 k 枯立木的材积；

$\rho_{\text{枯立木},k}$ ——树种 k 枯立木的密度；

$BEF_{\text{tree},k}$ ——树种 k 的生物量扩展因子。

注：单株生物量应根据 6.2.3.2 中枝条存在状况的调查结果进行适当调整。如果要减去其叶的生物量，一般可采用地上生物量的 2-3% 作为默认值；如果只有大枝，没有小枝，可在单株生物量的基础上减少 20%。如果枯立木没有枝条，只有树干时，可根据对其基径、树高以及顶部的直径的测量结果和木材密度对其生物量进行估计。

7.5 土壤有机碳库碳储量计算

土壤有机碳库碳储量可根据 6.2.4 调查结果获得的数据，采用以下公式获得：

$$C_{SOM} = \sum_{l=1}^3 (SOCC \cdot BD_l \cdot (1 - F) \cdot Depth_l) \times S \dots\dots\dots (25)$$

式中，

C_{SOM} ——为林分土壤碳库土壤有机碳储量（tC）；

$SOCC$ ——为样地土壤有机碳含量（%或（gC·kg⁻¹）；

BD_l ——为样地内土层 L 的土壤容重（Mg/m³）；

$Depth_l$ ——为获取土样的深度或土层的厚度（cm）；

F ——样地内土层 L 的砾石含量的体积百分比；

S ——项目地的面积（hm²）。

8 质量控制

基线调查详细原始技术资料包括但不限于调查的文件、影响资料等应整理、编目、归档、保存。保存期限不低于项目计入期。

附录 A

(规范性附录)
调查表表格式样

A1 地表植被和土地利用状况调查表

调查机构: (盖章) 调查时间: 年 月 日

地理位置	省 县 乡 村			林班	小班			
(一) 地表植被状况								
时段	调查项目及结果							
	乔木(含竹子)			灌木			草本	
	优势树种	平均年龄	公顷株树	优势种	盖度%	高/cm	盖度%	高/cm
历史								
现状								
(二) 土地利用状况								
土地所有权人				土地使用权人				
获得土地使用权的方式				土地性质				
林权登记情况		土地期权			权属纠纷			
土地面积								
可能利用方式		目前利用 方式				预测利用方式		

A2 样地调查记录表

样地编号		调查时间		调查人员	
地理位置	县(市) 乡镇(林场) 村(林班) 小组、小地名				
纵坐标			横坐标		
样地形状			样地面积	m ²	
地貌类型		海拔	m	坡向	
坡位		坡度		土壤名称	
母岩/母质		小地形		森林类别	
乔木层特征					
树种组成			优势树种		
林木年龄范围	- 年	平均年龄	年	林木密度	株/ha
林分郁闭度		树木高度范围	- m	平均树高	m
树木胸径范围	- cm	平均胸径	cm	冠幅范围	- m
平均冠幅	m	林分起源		林层结构	
灌木特征					
灌木覆盖度	%	灌木种数		主要灌木种类	
草本特征					
草本覆盖度	%	草本高度	cm	主要草本种类	
枯落物层特征					
枯落物盖度	%	枯落物厚度	cm		
枯倒木特征					
数量		一级直径		二级直径	
三级直径		四级直径		五级直径	
土壤层特征					
植被总盖度	%	土层厚度	cm	砾石含量	
土壤含水率	%	土壤容重			
备注:					

A5 草本样方 (1m×1m) 调查记录表

调查地点: 样地号: 调查人员: 调查时间: 年 月 日

草本总覆盖度: %, 平均高: cm, 分布: 草本样品重: (湿) (干) g/m²;

草本 样方号	种名	数量 (株)	盖度	平均高 (cm)	湿重* (g)	干重* (g)	备注
1							
	样方合计						
2							
	样方合计						
3							
	样方合计						
4							
	样方合计						
5							
	样方合计						

A6 枯落物层调查记录表

调查地点： 样地号： 调查人员： 调查时间： 年 月 日

枯落物层覆盖度： %

1m×1m 样方号	枯落物厚度 (cm)			总鲜重 (g)			样品鲜重 (g)			样品干重 (g)			总干重 (g/m ²)
	OL	OF	OH	OL	OF	OH	OL	OF	OH	OL	OF	OH	
1													
2													
3													
4													
5													
平均													

注：OL、OF、OH 分别表示未分解层、半分解层、已分解层。

A7 土壤剖面调查记录表

调查地点： 样地编号： 调查人： 调查日期： 年 月 日

植被总覆盖度：

发生 层次	土层 (cm)	容重 g/cm ³	样品湿度	样品石砾 体积含量	样品石 砾重	样品去除 石砾湿重	土壤有机 碳含量	备注

参考文献

1. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry (Task 1) [M]. Japan: IGES, 2003.
2. Robert T Watson, Ian R Noble and Bert Bolin et al. Land use, land-use change, and forestry. [M].US:IPCC,2000.
3. 温室气体自愿减排交易管理暂行办法（发改气候[2012]1668号）。
4. 碳汇造林项目方法学（AR-CM-001-V01）。
5. 碳汇造林技术规程(试行)(国家林业局,2010.07)。
6. GB/T15776-2016 造林技术规程
7. GB/T 38590-2020 森林资源连续清查技术规程
8. GB/T41198-2021 林业碳汇项目审定和核证指南
9. LY/T 2253 造林项目碳汇计量监测指南
10. LY/T2988 森林生态系统碳储量计量指南
11. DB11/T953 林业碳汇计量监测技术规程