

贵州林业碳票项目方法学（试行）
（版本号 V01）

2023 年 10 月

编制说明

为推动以增加碳汇为主要目的的森林经营、造林活动，规范全省森林经营和造林等林业碳票交易碳汇项目计量与监测、设计文件编制等工作，确保森林经营、造林等碳汇项目所产生的碳汇量达到可测量、可报告、可核查的要求，推动贵州森林经营、造林等碳汇项目的交易，特编制《贵州林业碳票项目方法学（试行）》（版本号 V01）。

本方法学由贵州省林业局、贵州省发展和改革委员会、贵州省生态环境厅组织制订。

本方法学主要起草单位：贵州省林业科学研究院。

本方法学主要起草人员：丁访军 周华 袁丛军 郭庆峰 吴鹏 赵文君 姜霞 杨光能 党毅 刘延惠 侯贻菊 杨永艳等。

本方法学由贵州省林业局负责解释。

目录

1 引言.....	1
2 适用范围与条件.....	1
3 规范性引用文件.....	1
4 术语定义.....	2
5 监测程序.....	3
5.1 碳库和温室气体排放源选择.....	3
5.2 项目土地合格性.....	4
5.3 项目开始日期和计入期确定.....	5
5.4 项目边界监测.....	5
5.5 项目活动监测.....	5
5.6 项目生物质碳储量监测.....	5
5.6.1 碳层划分与样地监测.....	6
5.6.2 乔木层碳库监测.....	9
5.6.3 灌木层碳库监测.....	11
5.6.4 草本层碳库监测.....	11
5.7 项目非生物质碳储量监测.....	11
5.7.1 枯死木碳库监测.....	11
5.7.2 枯落物碳库监测.....	12
5.7.3 土壤碳库监测.....	12
5.8 温室气体排放量监测.....	12
6 碳储量计量.....	12
6.1 地上生物质碳库碳储量计量.....	12
6.1.1 乔木层碳储量计量.....	12
6.1.2 灌木层碳储量计量.....	13
6.1.3 草本层.....	14
6.1.4 地上生物质碳储量.....	14
6.2 地下生物质碳库碳储量计量.....	14
6.2.1 乔木层地下碳储量计量.....	14
6.2.2 灌木层地下碳储量计量.....	15
6.2.3 草本层地下碳储量计量.....	15
6.2.4 地下生物质碳储量.....	15
6.3 枯落物碳库.....	15
6.4 枯死木碳库.....	16
6.5 土壤有机碳库.....	16
6.6 总碳储量.....	17
6.7 碳储量的变化量.....	17
6.8 温室气体排放量.....	18

7 林业碳票当量计算.....	19
8 数据来源与质量控制.....	19
8.1 监测数据.....	19
8.2 质量控制.....	19
附录 A.....	21
附录 B.....	23
附录 C.....	24
附录 D.....	25

1 引言

为全面贯彻党中央、国务院和省委、省政府关于碳达峰碳中和的决策部署，深入践行绿水青山就是金山银山的理念，巩固提升森林生态系统碳汇能力，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，统筹推进贵州林业碳汇项目开发利用，特编制《贵州林业碳票项目方法学》（试行）。

本方法坚持目标导向，统筹兼顾科学性和可操作性、国家标准与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，根据贵州省林业碳汇工作相关要求，结合贵州实际情况，制定了林业碳票项目开发利用的适用范围和条件、碳库选择、计量方法、监测程序和相关要求等，以期有序推进林业碳票项目的开发，推动林业碳票为载体的生态产品价值实现。

2 适用范围与条件

本方法主要适用于贵州省林业碳票交易机制下实施造林、森林经营和管护过程中森林生态系统固碳增汇活动所产生的碳汇量的核算。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造林、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）主要适用于人工乔木林（郁闭度 ≥ 0.20 ）且连续分布面积 $\geq 0.0667\text{hm}^2$ 。竹林不适用于本方法。

（3）项目原则上不涉及天然林，纳入公益林管护范围的村集体或分山到户的天然林除外。

（4）项目区范围权属清晰无争议。

（5）项目活动不采取炼山整地以及其他人为火烧的活动。

（6）项目活动除森林经营活动外，不移除地表枯落物、枯死木、采伐剩余物。

3 规范性引用文件

本方法参考了下列文件和工具：

- （01）《造林技术规程》（GB/T 15776—2023）；
- （02）《森林资源连续清查技术规程》（GB/T 38590-2020）；
- （03）《森林生态系统服务功能评估规范》（GB/T38582-2020）；
- （04）《森林抚育规程》（GB/T15781-2015）；
- （05）《森林植被状况监测技术规范》（GB/T 30363-2013）；
- （06）《森林资源规划设计调查技术规程》（GB/T 26424-2010）；
- （07）《森林生态系统碳储量计量指南》（LY/T 2988-2018）；
- （08）《造林项目碳汇计量监测指南》（LY/T 2253-2014）；

- (09) 《国家森林资源连续清查数据处理统计规范》(LY/T 1957-2011)；
- (10) 《县级林地保护利用规划编制技术规程》(LY/T1956-2011)；
- (11) 《林地保护利用规划林地落界技术规程》(LY/T1955-2011)；
- (12) 《贵州省第四次森林资源规划设计调查实施细则》(2015年10月)；
- (13) 《森林经营碳汇项目方法学(版本号 V01)》(2014年01月)；
- (14) 《碳汇造林项目方法学(版本号 V01)》(2013年10月)；
- (15) 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(EB65, Annex 31)。

4 术语定义

下列术语和定义适用本方法：

人工造林：在疏林地、灌木林地、其他规划用于造林绿化的土地上，通过人工措施营造森林的过程。

森林经营：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。

森林管护：本方法学中的“森林管护”是特指村集体或林农对纳入公益林范围的森林开展的管理和保护工作。

二类调查：又称森林资源规划设计调查，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，连续面积 $\geq 0.0667\text{hm}^2$ 的林地。

项目情景：指拟议的项目活动下的造林或森林经营情景。

碳储量监测：指在项目进行期间对碳库碳储量的监测。

项目边界：指在项目设计和开发阶段确定的用于监测和计量森林碳储量的边界，是计划实施项目活动的边界。

计入期：指林业碳票项目明确规定的碳汇计算起始时间到项目终止时的时间区间。

监测间隔期：指两次监测之间的年限。

温室气体排放源：指森林经营活动(包含造林)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。

碳库：在碳循环过程中，森林生态系统存储碳的各组成部分。包括地上活体植物生物物质、地下活体植物生物物质、枯落物、枯死木以及土壤等五个部分。

森林碳储量：森林生态系统各碳库中碳元素的储备量（或质量）。

林木生物量：指特定时间内，林分中所有乔木的干物质重量，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 $\leq 2\text{mm}$ ）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。

地上生物量：地表以上以干重表示的所有活体植物的重量，可分为乔木层（包括干、桩、枝、皮、种子、叶）和下木层（灌木、草本和幼树）。

地下生物量：地表以下以干重表示的所有活体植物的重量。包括根状茎、块根、板根在内的所有活根。

枯落物：土壤层以上，径小于5.0cm，处于不同分解状态的所有死的植物体，包括凋落物、腐殖质以及死根。

枯死木：枯落物以外的所有死的林木生物物质。

生物量扩展因子：指森林生态系统林木地上生物量与树干生物量的比值。

项目碳汇量：指由于造林、森林经营或森林管护项目监测间隔期内产生的净碳汇量。项目碳汇量等于项目边界内监测间隔期森林各碳库碳储量变化量之和，再减去温室气体排放量。

5 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。

首次监测原则上须在项目计入期开始后3个月内完成，目的在于掌握项目计入期开始时的碳储量。在未颁布新的相关规定前，为了便于推动林业碳票生态产品价值转化，首次监测数据（即项目计入期开始时的碳储量）可来源于二类或三类的森林资源调查数据等，但这些数据的真实性需要项目参与方给出书面承诺予以确认。项目从计入期开始后的监测间隔期为3-10年。速生树种人工造林，可3年监测一次固定样地；中生树种人工造林可5年监测一次；慢生树种人工造林，10年监测一次固定样地。森林经营和森林管护原则上5年监测一次。

非首次监测数据应来源于对固定样地的监测结果。非首次监测应该在项目监测间隔期结束后翌年前3个月内完成。

鼓励利用遥感（包括主动遥感和被动遥感）等技术手段对林地碳汇项目进行监测，以降低项目成本、提高监测效率。

5.1 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所示。其中地上生物量和地下生物量是项

目必须选择的碳库，其余碳库可根据需要是否选择，一旦选择后不能随意变更，应长期保持碳库监测与计量的一致性。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，选择忽略枯死木、枯落物、土壤有机碳或“木产品”碳库的计量和监测。

本方法学对项目边界内的温室气体源排放的选择如表2所示。

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	可选	项目情景下枯死木的碳库不会降低，根据成本有效性原则可忽略枯死木碳库。根据方法学的适用条件，项目活动的实施会增加这个碳库；也可以保守地忽略该碳库。
枯落物	可选	项目情景下枯落物的碳库不会降低，根据成本有效性原则可忽略枯落物碳库。根据方法学的适用条件，项目活动的实施会增加这个碳库；也可以保守地忽略该碳库。
土壤有机碳	可选	项目情景下土壤有机碳碳库不会降低，基于保守型和成本有效性原则可忽略土壤有机碳库。根据方法学的适用条件，项目活动的实施会增加这个碳库；也可以保守地忽略该碳库。
木产品	否	项目情景下木产品碳库会增加，保守地选择不考虑该碳库。根据方法学的适用条件，项目活动的实施会增加这个碳库；也可以保守地忽略该碳库。

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。
		否	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。
		否	没有发生森林火灾时，则不选择。

5.2 项目土地合格性

项目业主或其他项目参与方应提供透明的信息证明项目边界内的土地使用的合格性，即以第三次全国国土调查及年度国土变更调查（以下简称“三调”）成果为基础，

以国土空间规划及“三区三线”划定成果为依据，符合自然资源部国家林业和草原局《关于以第三次全国国土调查成果为基础明确林地管理边界规范林地管理的通知》（自然资发〔2023〕53号）文件规定的林地。

5.3 项目开始日期和计入期确定

项目活动开始日期是指实施造林、森林经营等项目活动的开始日期。项目活动开始日期原则上由县级林业主管部门确定。为预留国家 CCER 碳汇项目开发利用空间，项目活动开始日期应在 2012 年 6 月 13 日以前（新修订的国家 CCER 碳汇项目方法学正式发布后，以正式发布日期为准）。项目参与方须提供透明和可核实的证据，且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。

项目计入期原则上从 2016 年 1 月 1 日起作为林业碳票项目碳汇开始计算的起始时间。中幼林计入期最短为 20 年，最长不超过 40 年。其他龄组计入期最长不超过 20 年。

5.4 项目边界监测

项目边界经项目参与方确认后，原则上不得随意变更。计入期内的碳汇项目，原则上应始终保持项目边界的一致。

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），且须提供项目总面积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。

项目边界小班（碳层）调绘面积与实际面积误差应小于或等于 5%。

5.5 项目活动监测

主要监测项目所采取的森林经营（造林）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，项目所采取的森林经营（造林）活动及其监测应符合相关的技术标准或技术规程。

项目活动应详细记录经营活动事项并提供县级林业主管部门盖章相应证明（比如森林火灾、炼山、采伐等）。

5.6 项目生物质碳储量监测

项目生物质碳储量主要指活体植物的地上、地下碳储量，是林业碳票项目开发的主要组成部分。

5.6.1 碳层划分与样地监测

(一) 碳层划分

项目边界内的森林碳储量往往分布不均匀、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，需要在项目边界内进行碳层划分。碳层划分与森林经营管理中的小班或细班概念相似。不同碳层之间具有高度异质性，同一碳层内具有高度同质性。项目参与方可根据现有林分类型及龄组来划分碳层，每个碳层设立固定样地进行监测。碳层划分可参考以下条件：①优势树种(组)比例相差二成以上；②龄组；③郁闭度或林分密度；④灌木林相差一个覆盖度级；⑤立地类型；⑥其他异质性因子等。

如果两次相邻监测发生碳层变化，应增设固定样地进行监测，新增碳层的碳储量为该碳层现有碳储量减去由该碳层引起温室气体排放的增加量。项目边界内的碳层只能增加，原则上不能减少。确需减少的，应经项目参与方认可并详细说明理由。

每个碳层（小班、细班）的最小面积应 $\geq 0.0667\text{hm}^2$ ，小于 0.0667hm^2 的按长边合并原则合并到相邻碳层中（即合并至相邻最长边的碳层中）。

(二) 固定样地布设与调查

项目参与方应基于对碳层固定样地的准确监测来获取项目边界内不同时期的碳储量。抽样调查的总体为项目边界内的所有碳层。在各项目碳层内，样地的空间分配采用随机布点、系统布点的布设方案。估算活立木总蓄积 ≥ 200 万立方米的调查总体，必须通过总体抽样调查来布设固定样地，抽样精度 $\geq 85\%$ （可靠性 95%）；活立木总蓄积 ≤ 200 万立方米的调查总体，由项目参与方根据需要确定是否需要通过总体蓄积抽样调查来布设固定监测样地，进行抽样调查的，抽样精度不得低于 90%（可靠性 95%）。若通过抽样方法来布设监测固定样地，项目监测所需的样地数量，可以采用如下方法步骤进行计算：

(a) 固定样地个数的计算和确定

抽样调查确定固定样地数量采用系统抽样计算：

$$n = \frac{t^2 \times C^2}{E^2} \times B \quad (1)$$

式中：n—系统抽样样地数；

t—可靠性指标，取 1.96；

C—变动系数；

E—允许误差，等于 1 减去抽样精度；

B—安全系数，取 1.1。

变异系数按以下经验公式计算：

$$C = \frac{y_{max} - y_{min}}{6 \cdot \bar{y}} \quad (2)$$

式中： y_{max} 为总体单元中的最大标志值；

y_{min} 为总体单元中最小标志值；

\bar{y} 为总体平均值，等于总标志值（如总蓄积量）除以总面积。

系统抽样确定样地数量的实例操作说明见附录 C。

(b) 样地间距离计算

样地间隔距离则根据抽样样地数与其总面积来计算，样地之间的间隔距离计算公式如下：

$$L = \sqrt{\frac{A \times 10000}{n}} \quad (3)$$

式中：L—样地间距（单位为 m）

A—总体面积（ hm^2 ）

n—样地数

(c) 样地布设

若样地的空间分布采用随机布点，在 GIS 平台上，以 1: 10000 遥感影像图为基础，在项目边界内随机布设样地，但各样地之间的距离要大于或等于样地间距（L）；若样地的空间分布采用系统布点的布设方案，在 GIS 平台上，以 1: 10000 遥感影像图为基础，在项目边界内随机确定起点后，以计算出的样地间距（L）为参照，从上至下、从左至右按公里网布设样地，记载各样地的图面纵、横坐标；若不通过抽样方法来布设监测固定样地，则按每个碳层每 400 亩 1 个样地进行布设，不足部分按四舍五入确定，一个项目若达不到 3 个样地，需按 3 个样地进行布设，样地则按随机布点的方法进行布点。每个样地的面积不低于 400 平方米。确定了各样地在 GIS 平台图上的中心位置进行统一编号，至此样地布设完成。

(d) 样地调查

根据样地布点坐标信息，到现场找到固定样地位置，以规定的单元面积大小，设置样地，并在四周做好固定标记，在样地上进行调查记载。当样地面积跨越总体边界外时，应按预先调查技术规定处理。样地调查是不同碳库碳储量监测的重要环节，必须严格按所列因子、精度要求详细调查填记（见表 3）。

应做好固定样地管护工作。如果样地被破坏，应重新在附近相似条件下建立新的固定样地，但依据对新建固定样地监测获取的当期碳储量应采用表 4 打折的办法予以调减。调减因子只适用于当期碳储量估算的确定，下一个监测期碳汇量核算时仍以该期的实际测定值为准。

表3 样地因子调查记录表

序号	记录因子	记录内容	备注
1	样地号		
2	定位纵坐标		
3	定位横坐标		
4	县（市、区）		
5	乡（镇、场）		
6	村（工区）		
7	碳层/小班号		
8	地貌		
9	海拔		
10	基岩裸露率		
11	土层厚度		
12	坡度		
13	坡位		
14	坡向		
15	起源		
16	优势树种		
17	树种组成		
18	乔木郁闭度		
19	平均胸径		
20	平均树高		
21	林分密度		
22	龄组		
23	样地类别		
24	技术组长		
25	其他调查人员		
26	调查时间		
27	检查人员		
28	检查时间		

表 4 新建固定样地碳储量调减因子表

相对误差 (a)	调减幅度 (%)	
	与上期碳储量之差 ≥ 0	与上期碳储量之差 < 0
$a \leq 15\%$	0%	0%
$15\% < a \leq 30\%$	-6%	6%
$30\% < a \leq 50\%$	-11%	11%
$a > 50\%$	根据由项目参与方协商确定。	

5.6.2 乔木层碳库监测

第一步：根据样地调查内容测定样地内所有活立木的胸径 (DBH) 和树高 (H)。

第二步：利用生物量方程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，可通过二元立木材积公式计算单株材积，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。

第三步：计算项目各碳层乔木的平均单位面积碳储量。

第四步：计算项目边界内单位面积乔木生物质碳储量。

第五步：计算项目边界内乔木层生物质碳储量。

在具体监测调查过程中，应详细记录监测时间、树种名称、胸径、树高等（见表 5）。样地每木检尺及计算按如下要求进行：

（一）检尺基本要求

（1）每木检尺对象为乔木树种，起测胸径为 5.0cm。

（2）检尺前应清除附着在树干上的藤本、苔藓等。

（3）凡树干基部中心落入样地内的，必须检尺。

（4）每木检尺一律用钢围尺，读数记到 0.1cm，检尺位置为树干距上坡根颈 1.3m 高度（长度）处。1.3m 处如遇到节、包、剥皮、采脂等，可在 1.3m 处上下等距（如 1.2、1.4 或 1.1、1.5m）处分别量测后，取平均值。

①分叉木：在 1.3m 以下处分叉时，仍在 1.3m 处分株检尺。正好在 1.3m 处分叉时，在 1.5m 处按分叉木分株记数。在 1.3 m 处以上分叉，量测 1.3m 处，记载单株。

②树干基部严重劈裂，以劈裂部分的二分之一高处往上量 1.3m 处检尺。

③断梢木：树干残留部分高于同林分同径阶正常林木树高的 2/3 以上者按活立木调查记录，否则不检尺。

（5）首次检尺时应在固定测量位置做好固定标记和编号，确保不重不漏，并在胸高位置划线，且每次监测应在固定标记的位置测量。

(二) 每木检尺记录要求

(1) 样木号：检尺样木均应编号。样木号以样地为单元进行编写，不得重号和漏号，且不同的监测时间或计入期应统一。

(2) 树种名称：记载样木树种名称，用代码记载。对天然起源的样木，确实难以识别的，填记树种（组）名称。

(3) 胸径：胸径以cm为单位，记载到0.1cm。

(4) 树高：按调查林木实测树高，记载到0.1m。

(5) 备注：补充记载一些有必要说明的信息。如：胸高部位异常，则注明实测胸高的位置；国家I、II级保护树种和其它珍贵树种、野生经济树种、分叉木、断梢木、同苑样木等有关信息。

表5 样地每木检尺及树高测量记录表

样木号	树种	胸径 (cm)	树高 (m)	调查时间	调查人员	备注

(三) 样地测树因子计算

(1) 平均胸径

将检尺记录按立木类型、树种（组）归类，用平方平均法分别计算平均胸径，记载到0.1cm。

(2) 平均树高

分别按立木类型计算各树种（组）平均木树高的算术平均值，记载到0.1m。

(3) 样地蓄积、公顷蓄积/碳储量

a.对各树种（组）检尺样木，用树高、胸径通过二元立木材积式计算各株样木材积/生物量，汇总得到样地蓄积/生物量，记载到0.1m³和0.01t。

- b.公顷蓄积 (m^3/hm^2) = 样地蓄积 (m^3) \div 样地面积 (hm^2)
- c.公顷碳储量 (t/hm^2) = 样地碳储量 (t) \div 样地面积 (hm^2)
- d.碳层碳储量 (t) = 碳层面积 (hm^2) \times 公顷碳储量 (t/hm^2)

(4) 样地株数、公顷株数

分立木类型计算样地株数、公顷株数。

公顷株数 (株/ hm^2) = 样地株数 (株) \div 样地面积 (hm^2)。

5.6.3 灌木层碳库监测

与乔木层调查同时进行，胸径小于 5 cm 的林木均按灌木调查处理。

第一步：根据样地调查内容测定样地内容所有灌木的地径 (d) 和树高 (h)。

第二步：利用灌木生物量模型计算每株灌木生物量，如果生物量模型不含地下部分，则通过地下生物量/地上生物量之比例关系计算单株灌木总的生物量，再累积到样地水平生物量和碳储量。如果没有生物量模型，可以利用平均标准木法估算样地水平生物量和碳储量。

第三步：计算项目各碳层灌木的平均单位面积碳储量。

第四步：计算项目边界内单位面积灌木生物质碳储量。

第五步：计算项目边界内灌木层生物质碳储量。

5.6.4 草本层碳库监测

如果不将草本层纳入碳汇项目监测，由项目参与方共同书面决定。如果纳入监测，按以下步骤进行：

第一步：用收获法测定三个小样方内草本层的地上地下生物量。如果只测定了地上部分，则通过地下生物量/地上生物量之比例关系计算小样方总的生物量。

第二步：将草本小样方生物量累积到样地水平生物量和碳储量。

第三步：计算项目各碳层草本的平均单位面积碳储量。

第四步：计算项目边界内草本单位面积林分生物质碳储量。

第五步：计算项目边界内草本林分生物质碳储量。

5.7 项目非生物质碳储量监测

本方法学中的非生物质碳储量主要指枯死木、枯落物和土壤有机碳等非活体植物中所储存的碳储量，且应与估算活立木生物质（即乔木层、灌木层和草本层）碳储量的固定样地相同。这几部分碳储量变化由项目参与方共同书面决定是否纳入项目碳汇量的监测和计量，在项目计入期内，原则上应保持碳库的一致性。

5.7.1 枯死木碳库监测

项目参与方可采用《森林经营碳汇项目方法学（版本号 V01）》中 5.7.2 节所述的事前估计方法进行估计，也可采用本方法进行实测估计。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。

5.7.2 枯落物碳库监测

枯落物碳储量测定采用小样方收获法，测定方法与草本层基本一致，可与草本层测定同步进行。

5.7.3 土壤碳库监测

第一步：按照《贵州省森林碳汇监测与计量技术指南》（试行）对土壤进行取样，并按本方法学的方法进行计量。

第二步：将两次监测计算的土壤有机碳储量相减，并换算到样地水平的碳储量。

第三步：计算项目各碳层的平均单位面积土壤碳库碳储量。

第四步：计算项目边界内单位面积土壤碳库碳储量。

第五步：计算项目边界内土壤碳库的总碳储量。

5.8 温室气体排放量监测

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，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量（ $GHG_{E,t}$ ）。

6 碳储量计量

6.1 地上生物量碳库碳储量计量

6.1.1 乔木层碳储量计量

乔木层地上部分碳储量应根据组成林分各树种的平均单位面积地上生物量、树种含碳率及林分面积，采用以下公式计量：

$$C_{\text{乔木地上部分}} = \sum_{k=1}^n (B_{\text{乔木林地上部分}, k} \times CF_{\text{乔木}, k}) \times S \quad (4)$$

式中：

$C_{\text{乔木地上部分}}$ ：为乔木地上部分生物质碳储量，单位为吨碳（tC）；

$k=1, 2, 3, \dots, n$ ：组成林分的树种；

$B_{\text{乔木林地上部分}, k}$ ：林分中树种 k 的平均单位面积地上生物量，单位为吨干物质/公顷（t.d.m/hm²）；

$CF_{\text{乔木}, k}$ ：树种 k 的含碳率，单位为吨碳/吨干物质（tC/t.d.m），下同；

S ：林分面积，单位为公顷（hm²），下同。

公式（4）中树种 k 的地上生物量可选择以下方式获得：

a) 已发布贵州省生物量模型及碳计量参数地方标准的树种，根据碳库调查所获得的各树种测树因子的数据，采用以下公式：

$$B_{\text{乔木林地上部分}, k} = f_k(x1_k, x2_k, x3_k, \dots) \quad (5)$$

式中：

$f_k(x1_k, x2_k, x3_k, \dots)$ ：将测树因子(一般为胸径、地径或树高等)转化为地上生物量的回归方程。

b)未发布生物量模型及碳汇计量参数的树种，应按顺序选择以下方法获得：

- 1) 采用森林生态系统碳库调查及测定获得的各树种平均单位面积地上生物量；
- 2) 采用森林生态系统碳库调查及测定获得的各树种单位面积蓄积量、树种的基本木材密度以及生物量扩展因子，采用以下公式：

$$B_{\text{乔木林地上部分}, k} = V_{\text{乔木}, k} \times WD_{\text{乔木}, k} \times BEF_{\text{乔木}, k} \quad (6)$$

式中：

$V_{\text{乔木}, k}$ ：树种 k 单位面积蓄积量，单位为立方米/公顷 (m^3/hm^2)；

$WD_{\text{乔木}, k}$ ：树种 k 的基本木材密度，单位为吨干物质/立方米 ($\text{t.d.m}/\text{m}^3$)；

$BEF_{\text{乔木}, k}$ ：树种 k 的生物量扩展因子，无量纲。

3)采用森林生态系统碳库调查及测定获得的各树种单位面积蓄积量，并根据树种选择附录A中的相关表格提供的 WD 和 BEF 值，采用上述公式(6)计算。

公式(4)中树种 k 的含碳率的应按顺序选择以下方式获得：

- a)采用森林生态系统碳库调查及树种含碳率测定的结果；
- b)根据树种选择附录A中相关表格提供的 CF 值；
- c)采用缺省值 $0.5 \text{ tC}/\text{t.d.m}$ 。

6.1.2 灌木层碳储量计量

灌木层地上部分碳储量应根据林地灌木地上部分平均单位面积生物量、灌木含碳率以及林分面积，采用以下公式计量：

$$C_{\text{灌木地上部分}} = B_{\text{灌木地上部分}} \times CF_{\text{灌木}} \times S \quad (7)$$

式中：

$C_{\text{灌木地上部分}}$ ：灌木层地上部分碳储量，单位为吨碳 (tC)；

$B_{\text{灌木地上部分}}$ ：林分中灌木层地上部分平均单位面积生物量，单位为吨干物质/公顷 ($\text{t.d.m}/\text{hm}^2$)；

$CF_{\text{灌木}}$ ：灌木平均含碳率，单位为吨碳/吨干物质 ($\text{tC}/\text{t.d.m}$)，下同。

公式(7)中的灌木层地上部分平均单位面积生物量和灌木含碳率应按顺序选择以下两种方法获得：

- a)采用碳库调查及测定结果；
- b)灌木地上部分单位面积生物量采用缺省值 $12.51\text{t.d.m}/\text{hm}^2$ ，灌木含碳率采用缺省值 $0.47\text{tC}/\text{t.d.m}$ 。

6.1.3 草本层

草本层地上部分碳储量应根据草本地地上部分平均单位面积生物量、草本植物平均含碳率及林分面积采用以下公式获得：

$$C_{\text{草本地地上部分}} = B_{\text{草本地地上部分}} \times CF_{\text{草本}} \times S \quad (8)$$

式中： $C_{\text{草本地地上部分}}$ ：草本层地上部分碳储量，单位为吨碳（tC）；

$B_{\text{草本地地上部分}}$ ：林分中草本层地上部分平均单位面积生物量，单位为吨干物质/公顷（t.d.m/hm²）；

$CF_{\text{草本}}$ ：草本植物平均含碳率，单位吨碳/吨干物质（tC /t.d.m），下同。

6.1.4 地上生物物质碳储量

森林生态系统地上部分生物物质碳储量为乔木层、灌木层及草本层的地上部分碳储量之和，采用以下公式计算：

$$C_{\text{地上部分生物物质}} = C_{\text{乔木地上部分}} + C_{\text{灌木地上部分}} + C_{\text{草本地地上部分}} \quad (9)$$

式中：

$C_{\text{地上部分生物物质}}$ ：地上生物物质碳储量，单位为吨碳（tC）。

6.2 地下生物物质碳库碳储量计量

6.2.1 乔木层地下碳储量计量

森林生态系统乔木层地下部分碳储量应根据组成林分各树种的单位面积地下生物量、树种含碳率及林分面积，采用以下公式获得：

$$C_{\text{乔木地下部分}} = \sum_{k=1}^n (B_{\text{乔木地下部分}, k} \times CF_{\text{乔木}, k}) \times S \quad (10)$$

式中：

$C_{\text{乔木地下部分}}$ ：乔木层地下部分生物物质碳储量，单位为吨碳（tC）；

$B_{\text{乔木地下部分}, k}$ ：林分中树种 k 的平均单位面积地下生物量，单位为吨干物质/公顷（t.d.m/hm²）。

公式（10）中的乔木层地下部分生物物质碳储量应按顺序选择以下方式获得：

- 采用森林生态系统碳库调查获得的各树种的平均单位面积地下生物量结果；
- 根据树种选择附录A中相关表格提供的地下部分生物量与地上部分生物量的比值 R ，通过以下公式：

$$B_{\text{乔木地下部分}, k} = B_{\text{乔木地上部分}, k} \times R_k \quad (11)$$

式中：

R_k ：树种 k 地下生物量与地上生物量的比值，无量纲。

c)采用公式（14）， R_k 采用缺省值0.236。

6.2.2 灌木层地下碳储量计量

灌木层地下部分的碳储量应根据灌木地下部分平均单位面积生物量、灌木含碳率以及林分面积采用以下公式计算：

$$C_{\text{灌木地下部分}} = B_{\text{灌木地下部分}} \times CF_{\text{灌木}} \times S \quad (12)$$

式中：

$C_{\text{灌木地下部分}}$ ：灌木层地下部分生物质碳储量，单位为吨碳（tC）；

$B_{\text{灌木地下部分}}$ ：林分中灌木层地下部分平均单位面积生物量，单位为吨干物质/公顷（t.d.m/hm²）；

公式（12）中的灌木地下生物量和平均含碳率应按顺序选择以下两种方法获得：

a)根据森林生态系统碳库调查获得的灌木平均单位面积地下生物量结果及灌木含碳率的测定结果；

b) $B_{\text{灌木地下部分}}$ 采用缺省值 6.721t.d.m/hm²， $CF_{\text{灌木}}$ 缺省值 0.47tC /t.d.m。

6.2.3 草本层地下碳储量计量

草本层地上部分碳储量应根据林地草本地下部分平均单位面积生物量、草本植物含碳率及林分面积采用以下公式获得：

$$C_{\text{草本地下部分}} = B_{\text{草本地下部分}} \times CF_{\text{草本}} \times S \quad (13)$$

式中：

$C_{\text{草本地下部分}}$ ：草本层地下部分碳储量，单位为吨碳（tC）；

$B_{\text{草本地下部分}}$ ：林分中草本层地下部分平均单位面积生物量，单位为吨干物质/公顷（t.d.m/hm²）

6.2.4 地下生物质碳储量

森林地下生物量碳库碳储量为上述乔木层、灌木层及草本层的地下部分碳储量之和获得，计算公式如下：

$$C_{\text{地下部分生物质}} = C_{\text{乔木地下部分}} + C_{\text{灌木地下部分}} + C_{\text{草本地下部分}} \quad (14)$$

式中：

$C_{\text{地下部分生物质}}$ ：地下生物质碳储量，单位为吨碳（tC）。

6.3 枯落物碳库

森林生态系统枯落物碳储量应根据林地枯落物平均单位面积生物量、枯落物含碳率以及林分面积采用以下公式计算：

$$C_{\text{枯落物}} = B_{\text{枯落物}} \times CF_{\text{枯落物}} \times S \quad (15)$$

式中：

$C_{\text{枯落物}}$ ：枯落物碳储量，单位为吨碳（tC）；

$B_{\text{枯落物}}$ ：林分中枯落物平均单位面积生物量，单位为吨干物质/公顷（t.d.m/hm²）；

$CF_{\text{枯落物}}$ ：枯落物平均含碳率，单位吨碳/吨干物质（tC/t.d.m）。

公式（15）中的枯落物生物量和枯落物平均含碳率应按顺序选择以下方法获得：

a) 采用森林生态系统碳库调查及测定结果；

b) 枯落物平均含碳率采用缺省值 0.37tC/t.d.m，枯落物生物量根据森林类型选择附录B中表B.1 提供的估计值，并采用下列公式获得：

$$B_{\text{枯落物}} = \left(\sum_{k=1}^n B_{\text{乔木地上生物量, } k} + B_{\text{灌木地上部分}} + B_{\text{草本地上部分}} \right) \times DF_{\text{枯落物}} \quad (16)$$

式中：

$DF_{\text{枯落物}}$ ：枯落物生物量占地上生物量的比例（%）。

6.4 枯死木碳库

枯死木包括枯立木和枯倒木。森林生态系统枯死木碳库碳储量应根据林地枯死木平均单位面积生物量、枯死木含碳率以及林分面积采用以下公式计算：

$$C_{\text{枯死木}} = B_{\text{枯死木}} \times CF_{\text{枯死木}} \times S \quad (17)$$

式中：

$C_{\text{枯死木}}$ ：枯死木碳储量，单位为吨碳（tC）；

$B_{\text{枯死木}}$ ：林分中枯死木平均单位面积生物量，单位为吨干物质/公顷（t.d.m/hm²）；

$CF_{\text{枯死木}}$ ：林分中枯死木的平均含碳率，单位吨碳/吨干物质（tC/t.d.m）。

公式（17）中的枯死木生物量和平均含碳率应按顺序选择以下两种方法获得：

a) 采用森林生态系统碳库调查及测定结果；

b) 枯死木平均含碳率采用缺省值0.37tC/t.d.m，采用以下公式计算。

$$B_{\text{枯死木}} = \sum_{k=1}^n B_{\text{乔木地上生物量, } k} \times DF_{\text{DW}} \quad (18)$$

式中：

DF_{DW} ：林分中枯死木生物量占乔木地上生物量的比例（%），缺省值可采用1.88。

6.5 土壤有机碳库

森林生态系统碳库碳储量根据土壤有机碳密度及林分面积，单位面积土壤有机碳密度按以下公式计算：

$$C_{\text{土壤}} = \left(\sum_{i=1}^k SOCD_i \right) \times S \times (1-r) \quad (19)$$

式中：

$C_{\text{土壤}}$ ：土壤碳储量，单位为吨碳（tC）；

$SOCD_i$ ：第*i*($i=1,2,3,\dots,k$)层土壤有机碳密度，单位为吨碳/公顷（tC/hm²）；

k 为土壤层次；

r 为样地岩石裸露率，无量纲；

S 为林分面积，单位为公顷（hm²）。

林分中土壤有机碳密度，可按顺序采用以下方式获得：

a) 采用森林生态系统碳库调查及测定结果；

b) 根据下列公式计算：

$$SOCD_i = C_i \times D_i \times E_i \times (1 - G_i) / 10 \quad (20)$$

式中：

$SOCD_i$ ：第*i*($i=1,2,3,\dots,k$)层层土壤有机碳密度，单位为吨碳/公顷（tC/hm²）；

i 为土壤层次；

C_i 为第*i*层土壤的平均有机碳含量，单位：g C/kg 土壤；

D_i 为第*i*层土壤容重，单位：g/cm³；

E_i 为第*i*层土壤厚度，单位：cm；

G_i 为第*i*层土壤直径大于2mm 的砾石、根茎和其他枯木残余物所占的百分比(%)。

6.6 总碳储量

监测时间*t_i*时的总碳储量为森林生态系统中的地上活体植物生物质、地下活体植物生物质、枯落物、枯死木及土壤等五个碳库碳储量的总和，按下列公式计算：

$$C_{\text{总碳储量}, t_i} = C_{\text{地上部分生物质}, t_i} + C_{\text{地下部分生物质}, t_i} + C_{\text{枯落物}, t_i} + C_{\text{枯死木}, t_i} + C_{\text{土壤}, t_i} \quad (21)$$

式中：

$C_{\text{林分总碳储量}, t_i}$ ：监测时间*t_i*时的总碳储量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{地上部分生物质}, t_i}$ ：监测时间*t_i*时的地上部分生物质总碳储量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{地下部分生物质}, t_i}$ ：监测时间*t_i*时的地下部分生物质总碳储量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{枯落物}, t_i}$ ：监测时间*t_i*时的枯落物总碳储量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{枯死木}, t_i}$ ：监测时间*t_i*时的枯死木总碳储量，单位为吨碳（tC）；

$C_{\text{土壤}, t_i}$ ：监测时间*t_i*时的土壤总碳储量，单位为吨碳（tC）；

i : 计入期内第1,2,3, ..., n 监测时间。

6.7 碳储量的变化量

监测间隔期内森林总碳储量的变化量等于监测间隔期开始时（ t_1 ）和结束时（ t_2 ）的总碳储量之差，按系列公式计算：

$$\Delta C_{\text{总碳储量变化量}} = C_{\text{总碳储量, } t2} - C_{\text{总碳储量, } t1} \quad (22)$$

式中:

$C_{\text{总碳储量, } t1}$: 监测间隔期内项目总碳储量的变化量, 单位为吨碳 (tC);

$C_{\text{林分总碳储量, } t1}$: 监测间隔期开始时 ($t1$) 项目的总碳储量, 单位为吨碳 (tC);

$C_{\text{林分总碳储量, } t2}$: 监测间隔期结束时 ($t2$) 项目的总碳储量, 单位为吨碳 (tC)。

6.8 温室气体排放量

项目边界内温室气体排放量的估算方法如下:

$$GHG_{E,t} = GHG_{FF,t} \quad (23)$$

式中:

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

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

t 为项目监测间隔期年数 (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。

$$GHG_{FF,t} = 0.001 * \sum_{i=1} [A_{BURN,i,t} * b_{TREE,i,t_L} * COMF_i (EF_{CH_4,i} * GWP_{CH_4} + EF_{N_2O,i} * GWP_{N_2O})] \quad (24)$$

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; 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, 默认值 0.45;

$EF_{CH_4,i}$ 为项目第 i 层的 CH_4 排放指数; $\text{gCH}_4\cdot(\text{kg 燃烧的干物质 d.m.})^{-1}$, 默认值为 4.7;

$EF_{N_2O,i}$ 为项目第 i 层的 N_2O 排放指数; $\text{gN}_2\text{O}\cdot(\text{kg 燃烧的干物质 d.m.})^{-1}$, 默认值 0.26;

GWP_{CH_4} 为 CH₄ 的全球增温潜势，用于将 CH₄ 转换成 CO₂ 当量，缺省值为 25；

GWP_{N_2O} 为 N₂O 的全球增温潜势，用于将 N₂O 转换成 CO₂ 当量，缺省值为 298；

i 为划分的第 1, 2, 3, …… 碳层；

t 为项目监测间隔期计入期年数 (a)；

0.001 为将 kg 转换成 t 的常数。

7 林业碳票当量计算

林业碳票碳汇当量等于监测间隔期内森林各碳库所储存的碳量(相当于二氧化碳当量)减去温室气体排放量。基于保守性原则，本方法可以只考虑乔木层地上地下生物量中碳储量的变化量，鼓励有条件的项目活动参与方考虑森林生态系统 5 个碳库的碳储量变化量。

林业碳票 (CER) 碳汇当量的计算方法为：

$$CER = \frac{44}{12} \times \Delta C_{\text{总碳储量变化量}} - GHG_{E,t} \quad (25)$$

式中：

CER 为计入期林业碳票碳汇当量，单位为吨二氧化碳当量 (t CO₂-e)；

$\Delta C_{\text{总碳储量变化量}}$ ：监测间隔期内项目总碳储量的变化量，单位为吨碳 (tC)，44/12 为碳转换为二氧化碳的转换系数；

$GHG_{E,t}$ 为计入期项目活动排放的非二氧化碳温室气体增加量，单位为吨二氧化碳当量 (t CO₂-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项目活动开展时计入期内的各种森林资源清查数据。监测数据主要包括：核算边界内林地总面积 (国土空间规划)、活立木蓄积量 (生物量) 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、地下部分与地上部分生物量之比、枯落物生物量与地上生物量之比、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：

(1) 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%。如果调查精度小于 80%，项目参与方也可以选择下述表 6 的打折方法计算碳汇量。

(2) 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。

(3) 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，选用合适的计算方法和排放因子、系数，形成文本并归档。

表6调减因子表

相对误差范围	不确定性调减因子 (%)	
	t_2 与 t_1 时项目边界内的林分生物质碳储量之差 ≥ 0	t_2 与 t_1 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%	须额外增加监测样地数量至结果达到精度要求	

注： t_1 、 t_2 为估算碳储量时前后两次监测或核查的时间，即计入期开始和结束时的监测时间。

(4) 建立健全经营管护措施，对项目边界内碳层（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。

(5) 建立申报文档管理规范，加强林业碳票文件及有关资料的存放和维护，避免重复申报（监测结果报告文档可参考附录 D）。

附录 A

(规范性附录)

主要优势树种(组)生物量转换参数

A.1 主要优势树种(组)生物量转换参数

表A.1.1和表A.1.2给出了主要优势树种(组)按龄组划分的生物量转换参数。表A.1.3给出了主要优势树种(组)含碳率、地下生物量与地上生物量比值、木材密度及生物量转换因子。

表 A.1.1 各主要优势树种(组)按龄组划分的生物量转换参数(BEF)

优势树种	BEF					
	幼龄	中龄	近熟	成熟	过熟	全部
桉树	1.297	1.178	1.165	1.138	1.151	1.263
柏木	1.847	1.497	1.233	1.245	1.535	1.732
檫木	1.427	1.762	1.636	1.198	1.384	1.483
池杉	1.220	1.216	1.218	1.217	1.217	1.218
椴树	1.407	1.407	1.407	1.407	1.407	1.407
枫香	2.230	1.347	1.142	1.245	1.193	1.765
国外松	1.881	1.461	1.456	1.200	1.416	1.631
华山松	1.808	1.830	1.679	1.755	1.717	1.785
桦木	1.526	1.395	1.252	1.109	1.180	1.424
火炬松	1.881	1.461	1.456	1.200	1.416	1.631
阔叶混	1.514	1.514	1.514	1.514	1.514	1.514
冷杉	1.328	1.339	1.334	1.310	1.286	1.316
栎类	1.380	1.327	1.360	1.474	1.587	1.355
楝树	1.729	1.489	1.254	1.432	1.559	1.586

表 A.1.2各主要优势树种(组)按龄组划分的生物量转换参数(R_k, WD, CF)

优势树种(组)	地下生物量与地上生物量的比值/ R_k						木材密度/ WD	含碳率/ CF
	幼龄	中龄	近熟	成熟	过熟	全部	全部	全部
桉树	0.219	0.221	0.181	0.270	0.226	0.221	0.578	0.525
柏木	0.218	0.233	0.329	0.384	0.365	0.220	0.478	0.510
檫木	0.308	0.347	0.305	0.263	0.199	0.270	0.477	0.485
池杉	0.436	0.434	0.435	0.434	0.435	0.435	0.359	0.503
椴树	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.420	0.439
枫香	0.413	0.313	0.214	0.263	0.239	0.398	0.598	0.497
国外松	0.213	0.216	0.202	0.217	0.284	0.206	0.424	0.511
华山松	0.162	0.182	0.171	0.177	0.174	0.170	0.396	0.523
桦木	0.229	0.279	0.235	0.190	0.212	0.248	0.541	0.491
火炬松	0.213	0.216	0.202	0.217	0.284	0.206	0.424	0.511
阔叶混	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.482	0.490
冷杉	0.169	0.163	0.166	0.165	0.181	0.174	0.366	0.500
栎类	0.260	0.275	0.410	0.281	0.153	0.292	0.676	0.500
楝树	0.278	0.282	0.276	0.412	0.310	0.289	0.443	0.485

表 A.1.3 主要优势树种（组）生物量转换参数

优势树种（组）	含碳率/ <i>CF</i>	地下生物量与地上比值/ <i>R_k</i>	木材密度/ <i>WD</i>	生物量扩展因子/ <i>BEF</i>
柏木	0.510	0.220	0.478	1.732
檫木	0.485	0.270	0.477	1.483
枫香	0.497	0.398	0.598	1.765
华山松	0.523	0.170	0.396	1.785
桦木	0.491	0.248	0.541	1.424
阔叶混	0.490	0.262	0.482	1.514
栎类	0.500	0.292	0.676	1.355
楝树	0.485	0.289	0.443	1.586
柳杉	0.524	0.267	0.294	2.593
柳树	0.485	0.288	0.443	1.821
马尾松	0.460	0.187	0.380	1.472
木荷	0.497	0.258	0.598	1.894
楠木	0.503	0.264	0.477	1.639
泡桐	0.470	0.247	0.443	1.833
其它杉类	0.510	0.277	0.359	1.667
软阔类	0.485	0.289	0.443	1.586
杉木	0.520	0.246	0.307	1.634
湿地松	0.511	0.264	0.424	1.614
水杉	0.501	0.319	0.278	1.506
桐类	0.470	0.269	0.239	1.926
杨树	0.496	0.227	0.378	1.446
硬阔类	0.497	0.261	0.598	1.674
榆树	0.497	0.621	0.598	1.671
云南松	0.511	0.146	0.483	1.619
樟树	0.492	0.275	0.460	1.412
针阔混	0.498	0.248	0.486	1.656
针叶混	0.510	0.267	0.405	1.587

资料来源：《森林经营碳汇项目方法学》（版本号 V01）、《碳汇造林项目方法学》（版本号 V01）、《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。

附录 B

(规范性附录)

枯落物生物量比例

B.1 枯落物生物量比例

表B.1 给出了不同林地类型的枯落物生物量占地上生物量的比例。

表B.1 各林地类型的枯落物生物量占地上生物量的比例

森林类型	估计值 (%)	样本数	标准差	95%置信区间	
				下限	上限
马尾松林	6.024	36	5.053	4.314	7.733
其它松类	9.815	13	5.325	6.598	13.033
杉木林	5.086	171	3.735	4.523	5.650
柏木林	3.874	16	5.748	0.811	6.937
栎类	8.874	20	11.653	3.420	14.328
桦木林	22.976	15	40.363	0.624	45.328
其它硬阔类	7.138	30	5.832	4.961	9.316
刺槐林	9.883	9	5.792	5.431	14.335
桉树林	13.100	24	9.360	9.148	17.053
其它软阔类	8.574	27	6.975	5.815	11.333
针叶混	15.466	5	9.146	4.110	26.822
阔叶混	11.414	31	14.111	6.238	16.590
针阔混-亚热带	7.309	33	4.649	5.660	8.957
经济林	13.940	10	12.772	4.803	23.077
灌木林	32.049	60	50.935	18.891	45.207

附录 C

(规范性附录)

系统抽样确定样地数量计算实例

总蓄积/m ³	总面积/hm ²	平均蓄积量 m ³ /hm ²	每公顷最大蓄积/m ³	每公顷最小蓄积/m ³	变异系数 /C	样地数量 /n
1600000	6300	254	1250	0	0.82	284
1200000	6000	200	1000	0	0.83	293
1000000	5000	200	900	0	0.75	238
800000	4500	178	800	400	0.38	59
600000	3500	171	700	0	0.68	196
400000	2500	160	600	0	0.63	165
200000	1500	133	500	100	0.50	106
100000	1000	100	400	150	0.42	73
50000	500	100	300	200	0.17	12

计算说明：(1) 碳层总蓄积事前通过角规测树等调查方法确定或相关森林资源清查资料获取；
 (2) 总面积 (hm²) 为总蓄积对应的林地总面积；
 (3) 平均蓄积 (\bar{y}) 等于林地总蓄积除以林地总面积；
 (4) 每公顷最大蓄积 (y_{max})、最小蓄积 (y_{min}) 事前通过角规测树等调查方法确定或相关森林资源清查资料获取；
 (5) 变异系数 (C) 按本方法学中规定的公式计算；
 (6) 样地数量计算公式中的允许误差 (E) 等于 1 减去抽样精度，即假设抽样精度不低于 80%，则允许误差为 1-80%=20%。本计算实例中的允许误差为 10%，即抽样精度为 90%。
 计算时需要注意单位的统一。

附录 D
(规范性附录)
报告模板、基本信息表、核算简表

D.1 报告模板、基本信息表、核算简表

D.1~D.3 给出了林业碳票项目碳汇量核算报告模板、基本信息表及核算简表。

D.1 XX年贵州省XX县XX单位林业碳票碳汇量核算报告模板

一、项目业主基本信息

- (一) 申报主体名称
- (二) 基本情况介绍

二、项目负责人与联系人

项目负责人基本情况，是否有重大失信行为等。

三、项目基本情况

- (一) 项目名称
- (二) 项目计入期，起止时间
- (三) 项目土地合格性论证
- (四) 项目范围基本情况

1.碳层划分情况

如按优势树种、龄组、按郁闭度等因子划分情况

2.碳层基本信息

对每个碳层的基本情况说明，如经营起止时间、经营方式或措施等。

四、监测数据

- (一) 监测方法与样地布设

数据来源，样地布设情况及监测调查时间，数据处理方法、监测精度等，平均胸径、平均树高、株树密度等。

- (二) 碳层蓄积量

数量、规模、质量等

- (三) 碳层生物量

数量、规模、质量等

五、林业碳票碳汇量计算

- (一) 项目碳储量

分层介绍。重点说明在 t1、t2 时期各碳层总碳储量。

- (二) 碳储量变化量

可分碳层介绍。重点说明各碳层碳储量变化量，采伐量等。

- (三) 温室气体排放量

详细说明森林火灾引起的温室气体排放量。

- (四) 林业碳票碳汇量

计入期内的林业碳票碳汇量，可逐年计算。剔除发生火灾或采伐增加的减排量。

六、结论

经核算，XXX项目于XXX年XXX月XXX日至XXX年XXX月XXX日计入期内，产生的林业碳票（CER）为XXX吨二氧化碳当量。

附件：

1. 项目开始日期佐证（相关作业设计、实施方案等资料）。
2. 项目计入期调查数据可靠性佐证（开展过二类或三类调查的本底数据）。
3. 项目林地、林木权属佐证。
4. 项目经营活动如森林火灾、炼山、采伐等事项佐证（如存在活动则需提供）。
5. 灌木层、草本层、非生物质碳储量测定报告（若纳入监测则需提供）。
6. 样地每木检尺、周界测量等重要一手调查记录。
7. 温室气体排放源（生物质燃烧）测算报告。

D.2 林业碳票碳汇当量核算报告基本信息表

提交日期：年月日版本号：V1.0						
一、项目业主基本信息						
申报主体名称			地址			
证件号码（单位填写统一社会信用代码或组织机构代码，个人填写身份证号码）						
单位类型	<input type="checkbox"/> 企业 <input type="checkbox"/> 事业单位 <input type="checkbox"/> 集体 <input type="checkbox"/> 专业合作社 <input type="checkbox"/> 个人 <input type="checkbox"/> 其他					
二、项目负责人与联系人						
姓名	地址	办公电话	移动电话	电子邮箱	人员类别	证件号码
					负责人	
					联系人	
三、项目基本信息						
(一) 项目名称						
(二) 项目核算计入期		年月日至年月日				
(三) 项目核算边界林地总面积 (hm ²)						
四、林地基础数据汇总						
(一) 蓄积量 监测数据	年份	碳层面积 (ha)	2016	2020	2025	2030
	碳层 1 蓄积量 (m ³ ha ⁻¹)					
					
	碳层 n 蓄积量 (m ³ ha ⁻¹)					
	合计					
(二) 生物量 监测数据	年份	碳层面积 (ha)	2016	2020	2025	2030
	碳层 1 生物量 (t CO ₂ -e ha ⁻¹)					
					
	碳层 n 生物量 (t CO ₂ -e ha ⁻¹)					
	合计					

D.3 林业碳票碳汇量核算简表

一、项目碳储量	年份	2016	2020	2025	2030
	碳储量 (t CO ₂ -e)				
二、碳储量变化量	年份	2016	2020	2025	2030
	碳储量 (t CO ₂ -e)				
三、森林火灾引起的温室气体排放量	年份	2016	2020	2025	2030
	温室气体总排放量 (t CO ₂ -e)				
四、林业碳票碳汇量	年份	2016-2020	2021-2025	2026-2030	
	碳汇量 (t CO ₂ -e)				
五、结论					
<p>经核算，XXX项目于XXX年XXX月XXX日至XXX年XXX月XXX日产生的碳票碳汇量为XXX吨二氧化碳当量。</p>					
<p>第三方机构审定核定意见：</p> <p align="right">机构名称（盖章）： 年 月 日</p>					