

武宁县“乡村林碳”项目碳汇计量技术指南（试行）

（编号 2023001-V01）

编制说明

武宁县是江西省重点林业县之一，为全国生态示范区，全县林地面积 27.7 万公顷，森林覆盖率 75.96%，森林蓄积量 1770.57 万立方米，森林固碳增汇潜力巨大。近年来，武宁县大力实施“生态立县、绿色崛起”战略，高度重视林业碳汇建设，2022 年被列为全省林业碳中和试点单位。根据《江西省林业局关于开展全省林业碳汇试点工作的通知》（赣林造字〔2022〕96 号）工作要求，为高质量完成武宁县林业碳中和试点工作，统筹推动乡村振兴发展和生态产品价值实现，积极传播绿色低碳理念，特编制《武宁县“林碳抵消”碳汇计量技术指南》。

武宁县“乡村林碳”项目通过在乡村“四旁”区域新栽植林木从空气中吸收二氧化碳从而产生碳汇，其碳汇量等于一定时间内项目所产生的碳汇量减去因森林火灾等引起的非二氧化碳温室气体排放。

本指南在参考和借鉴《碳汇造林项目方法学》《森林生态系统碳储量计量指南》《广东省林业碳汇碳普惠方法学（2020 年修订版）》等相关方法学和要求，结合武宁县乡村森林实际，经有关领域专家学者及利益相关方反复研讨后编制而成，以保证本指南既符合国内外林业碳汇计量通用方法又符合我县实际，具有科学性、合理性和可操作性。

目录

<u>2.适用条件- 13 -</u>
<u>3.规范性引用文件- 13 -</u>
<u>4.术语定义- 14 -</u>
<u>5.基线与碳计量方法- 15 -</u>
<u>5.1 项目边界确定- 15 -</u>
<u>5.2 碳库和温室气体排放源选择- 15 -</u>
<u>5.3 项目的核算周期- 16 -</u>
<u>5.4 基线情景识别和额外性论证- 16 -</u>
<u>5.5 基准线碳汇量- 17 -</u>
<u>5.6 碳汇量的计算- 17 -</u>
<u>5.6.1 林木生物量的计算- 17 -</u>
<u>5.6.2 林木碳储量的计算- 18 -</u>
<u>5.6.3 碳储量年变化量的计算- 18 -</u>
<u>5.6.4 温室气体排放量的计算- 19 -</u>
<u>5.6.5 泄漏- 19 -</u>
<u>5.6.6 项目碳汇量- 19 -</u>
<u>6.监测程序- 20 -</u>
<u>6.1 项目实施监测- 21 -</u>
<u>6.1.1 项目边界的监测- 21 -</u>
<u>6.1.2 项目活动的监测- 21 -</u>
<u>6.2 抽样设计- 22 -</u>
<u>6.3 林木碳储量的监测- 22 -</u>

6.4 项目边界内的温室气体排放量的监测- 23 -

6.5 需要监测的数据和参数- 23 -

6.6 不需监测的数据和参数- 24 -

6.7 数据质量管理措施- 25 -

1.范围

本指南规定武宁县行政区域内乡村“四旁”（村旁、宅旁、水旁、路旁）区域通过新植林木产生的碳汇核证碳汇量核算的流程和方法。

2.适用条件

采用本指南的项目活动，应遵循以下适用条件：

- (1) 项目地块应权属清晰、无争议；
- (2) 项目活动不违反任何国家和地方政府颁布的有关法律、法规和政策措施及有关技术标准或规程；
- (3) 项目活动不采取人为火烧活动；
- (4) 项目活动不会造成项目开始前农业活动（作物种植和放牧）的转移；
- (5) 项目申请主体原则上以行政村为主，申请主体要协商明确碳汇量收益权属分配。

3.规范性引用文件

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。

全国林业碳汇计量监测技术指南（试行）（国家林业局，2011年）

森林资源规划调查技术规程 GB/T 26424

造林项目碳汇计量监测指南 LY/T 2253

碳汇造林项目方法学 AR-CM-001-V01

4.术语定义

本指南所使用的有关术语定义如下：

“乡村林碳”项目：为实现绿化美化和固碳增汇目的，利用乡村村旁、宅旁、水旁、路旁适宜地块人工新栽植包括乔木、灌木、竹子等林木的活动。

碳库：碳的储存库，通常包括地上生物量、地下生物量、枯落物、枯死木和土壤有机质碳库。其单位为质量单位。此外，木质林产品也可以视作是一个碳库。

林木生物量：特定时间，项目中所有林木的重量，包括地上生物量和地下生物量。常用绝干重表示。

碳储量：特定时间，碳库中所储存的碳总量。

基线情景：指在没有建设“乡村林碳”项目活动时，在项目所在地的技术条件、融资能力、资源条件和政策法规下，最能合理地代表项目边界内土地利用和管理的未来情景。

项目情景：“乡村林碳”项目活动下的土地利用和管理情景。

项目边界：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“乡村林碳”项目活动的地理范围，以单株林木为基本单位。

基线碳汇量：也叫基线净温室气体汇清除，是基线情景下项目边界内各碳库中的碳储量变化之和。

项目碳汇量：也叫实际净温室气体汇清除，是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“乡村林碳”项目活动引起的项目边界内温室气体排放的增加量。

泄漏：由“乡村林碳”项目活动引起的、发生在项目边界之外、可测量的温室气体源排放的增加量。

项目碳汇量：也叫净人为温室气体汇清除，指由于“乡村林碳”项目活动产生的净碳汇量，项目碳汇量等于项目碳汇量减去基线碳汇量，再减去泄漏量。

5.基线与碳计量方法

5.1 项目边界确定

参与方需提供项目地块的土地、林木所有权或使用权的证据，且项目计入期内保有林木；计入数据以县级林业局资源数据为基础，由具有林业调查资质单位现场监测核准数据为依据。

5.2 碳库和温室气体排放源选择

对项目边界内考虑或选择的碳库见表 1。

表 1 项目边界内碳库的选择

碳库	是否考虑	理由或解释
地上生物量	是	这是项目活动产生的主要碳库
地下生物量	是	这是项目活动产生的主要碳库
枯死木	否	保守忽略该碳库
枯落物	否	保守忽略该碳库
土壤有机碳	否	保守忽略该碳库
木产品	否	保守忽略该碳库

对项目边界内的温室气体排放源的选择见表 2。

表 2 项目边界内的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	生物质燃烧导致的 CO ₂ 排放已在碳储量变化中考虑
		是	有森林火灾发生，会导致生物质燃烧产生 CH ₄ 排放
	否	没有森林火灾发生	
	N ₂ O	是	有森林火灾发生，会导致生物质燃烧产生 N ₂ O 排放
		否	没有森林火灾发生

5.3 项目的核算周期

项目活动开始时间不得早于 2013 年 1 月 1 日。项目碳汇量计入期为 20 年，项目计入期满后视情况延期。核算周期以整年为计算单位，一个核算周期至少为 1 年。

5.4 基线情景识别和额外性论证

根据本指南的适用条件，在没有拟议项目活动的情况下，基线情景是无林木地块或无人管理的土地。

投资乡村“四旁”（村旁、宅旁、水旁、路旁）栽植林木，在 20-30 年内没有经济回报，因此没有商业吸引力，缺乏财政补贴和非商业性投资，存在投资障碍。在没有拟议“乡村林碳”项目时，普遍性做法是保持基线情景，而通过实施拟议的“乡村林碳”项目，不仅为地方引入非商业投资和技术，通过项目培训，提高当地劳动力的造林和营林技能，而且能够提高项目区林木生产力，实现增加净碳汇量、减缓气候变暖、保护生物多样性、涵养水源、增加农民收入等多功能经营目标。在具有可比性的地理范围、地理位置、环境条件、社会经济条件、制度框架以及投资环境下，拟议“乡村林碳”项目活动不是普遍性做法。根据以上障碍分析和普遍性做法分析结果，确定拟议“乡村林碳”项目具有额外性。

5.5 基准线碳汇量

根据本指南适用条件，乡村“四旁”植树前土地通常为无林木地块或无人管理的土地，并且碳库只考虑林木生物量，因此基线情景下碳库的变化量可以忽略不计，取 $\Delta C_{BSL}=0$ 。

5.6 碳汇量的计算

5.6.1 林木生物量的计算

采用下列方法来计算林木生物量：

$$B_{i,t} = f_i(x_{1_{i,t}}, x_{2_{i,t}}, x_{3_{i,t}}, \dots) \times N_{i,t} \quad (1)$$

式中：

$B_{i,t}$

— 第 t 年时，树种 i 的生物量，td.m.;

$f_i(x_{1,i,t}, x_{2,i,t}, x_{3,i,t}, \dots)$ — 将第 t 年树种 i 的测树因子 $(x_{1,i,t}, x_{2,i,t}, x_{3,i,t}, \dots)$ 转化为林木生物量的回归方程。 $(x_{1,i,t}, x_{2,i,t}, x_{3,i,t}, \dots)$ 可以是胸径，地径，树高等，见附录 A，td.m.·株⁻¹；

$N_{i,t}$ — 第 t 年时，树种 i 的株数，株；

i — 1, 2, 3..., 树种；

t — 1, 2, 3..., 自项目开始以后的年数。

5.6.2 林木碳储量的计算

林木碳储量是利用林木生物量碳含量将林木生物量转化为碳储量，再利用 CO₂ 与 C 的分子量之比将碳储量 (t C) 换算为二氧化碳当量 (t CO₂-e)。

$$C_t = \frac{44}{12} \times \sum_i B_{i,t} \times CF_i \quad (2)$$

式中：

C_t — 第 t 年时，核算边界内所有林木碳储量，t CO₂-e；

$B_{i,t}$ — 第 t 年时，树种 i 的生物量，t d.m.；

CF_i — 树种 i 生物量中的碳含量，t C (t d.m.)⁻¹；

i — 1, 2, 3..., 树种；

t — 1, 2, 3..., 自项目开始以后的年数；

$\frac{44}{12}$ — CO₂ 与 C 的相对分子质量之比。

5.6.3 碳储量年变化量的计算

碳储量年变化量的计算公式如下：

$$\Delta C_{(t_1,t_2)} = C_{t_2} - C_{t_1} \quad (3)$$

式中：

$\Delta C_{(t_1,t_2)}$ — 第 t_1 年到第 t_2 年时间间隔内，项目边界内所选碳库的碳储量变化量，tCO₂-e；

C_t — 第 t 年时，项目边界内所选碳库的碳储量，tCO₂-e；

t_1, t_2 — 自项目开始以后的年数。

5.6.4 温室气体排放量的计算

本指南主要考虑项目边界内由森林火灾等引起生物质燃烧造成的非二氧化碳温室气体排放（包括 CH₄ 和 N₂O）。根据本指南的适用条件，一方面发生火灾的可能性很小；另一方面如发生火灾，可参考《碳汇造林项目方法学》计算。

$$GHG_{E,T} = GHG_{FF,T} \quad (4)$$

式中：

$GHG_{E,T}$ — 核算周期内，项目边界内排放的非二氧化碳温室气体排放总量，tCO₂-e；

$GHG_{FF,T}$ — 核算周期内，项目边界内因森林火灾引起林木地上生物质燃烧造成的非二氧化碳温室气体排放总量，tCO₂-e；

5.6.5 泄漏

根据本指南的适用条件，符合要求的项目活动不引起项目前农业活动的转移，也不考虑林木经营过程中燃油工具的化石燃料燃烧、施用肥料导致的温室气体排放等，采用本指南碳汇项目活动无潜在泄漏，视为 0。

5.6.6 项目碳汇量

项目碳汇量是指在项目情景下，项目边界内所选碳库中碳储量变化量，减去项目边界内产生的温室气体排放的增加量。采用下式计算：

$$\Delta C_A(t_1, t_2) = \Delta C(t_1, t_2) \times T - GHG(t_1, t_2) \quad (5)$$

式中：

- $\Delta C_A(t_1, t_2)$ — 第 t_1 年到第 t_2 年时间间隔内，项目碳汇量，tCO₂-e；
- $\Delta C(t_1, t_2)$ — 第 t_1 年到第 t_2 年时间间隔内，项目边界内所选碳库的碳储量变化量，tCO₂-e；
- T — 核算周期（ $T=t_2-t_1$ ），a；
- $GHG(t_1, t_2)$ — 核算周期内，项目边界内温室气体排放增加量，tCO₂-e；

6. 监测程序

项目参与方需提供相关证明材料和数据，包括：

- 项目符合和满足本指南适用条件的证明材料；
- 计算所选碳储量变化的证明材料和数据；
- 计算项目边界内排放的证明材料和数据。

上述所有数据均须来源于相关部门的文件或按照相关标准进行监测和测定，且公开可查。监测过程的所有数据均须同时以电子版和纸质方式存档保存，且至少保存至计入期结束后 2 年。

首次监测期至少 2 年，其后每次监测和核查的间隔时间应在 3-10 年内选择。

6.1 项目实施监测

6.1.1 项目边界的监测

(1) 采用全球定位系统 (GPS)、北斗卫星导航系统 (Compass) 或其他卫星导航系统，进行单点定位或差分技术直接测定项目地块的边界坐标。也可利用大比例尺地形图 (不小于 1: 10000) 或高分辨率的地理空间数据 (如卫星影像、航片)，在地理信息系统 (GIS) 辅助下直接读取项目地块的边界坐标。在监测报告中说明所使用的地理空间数据的坐标系统和仪器设备的定位精度。

(2) 检查实际项目边界坐标是否与项目申请表中描述的边界一致；

(3) 如果实际边界位于项目申请表描述的边界之外，则位于项目申请表确定的边界外的部分将不计入项目边界中；

(4) 在计入期内须对项目边界进行定期监测，如果项目边界发生任何变化，例如发生土地利用方式变更，应测定变更地块的地理坐标和面积，并在下次核查中予以说明。变更部分地块将调出项目边界之外，并在之后不再监测，也不能重新纳入项目边界内。但是，如果调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并纳入碳储量变化的计算中。

6.1.2 项目活动的监测

在项目期内，主要监测项目所采取的营造林活动以及各种原因引起的项目边界内的毁林及土地利用方式变更情况：

(1) 营造林管理监测：整地、栽植、抚育等活动的时间和地点；

(2) 项目边界内森林灾害（毁林、林火、病虫害）等发生的时间、地点、强度等情况；

(3) 项目边界内的地块土地利用方式发生变更的时间、地点和原因；

(4) 确保营造林各项活动符合本指南的适用条件。

项目参与方须在项目文件中描述，项目所采取的营造林活动及其监测，符合相关技术标准要求和森林资源清查的技术规范。项目参与方在其监测活动中须制定标准操作程序及质量保证和质量控制程序，包括野外数据的采集、数据记录、管理和存档。

6.2 抽样设计

本指南要求达到 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。

项目造林为分散造林，则选择每个树种不低于 10 株样木，项目活动为集中造林，则至少设立 3 个样地。样木和样地的空间分配采用随机起点、系统布点的布设方案。样地可采用矩形或圆形样地，水平面积为 0.04-0.06ha。同一个造林项目中，所有样地面积应当相同。

6.3 林木碳储量的监测

第一步：样木或样地每木检尺，实测所有活立木的胸径（DBH）或地径（D）和/（或）树高（H）。

第二步：采用“生物量方程法”（公式（1））计算各树种的林木生物量。采用公式（2）根据各树种的林木生物量核算边界内的所有林木碳储量。

第三步：采用公式（3）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。

6.4 项目边界内的温室气体排放量的监测

根据监测计划，详细记录项目边界内每一次森林火灾（如果有）发生的时间、面积、地理边界等信息，参考公式（4）计算项目边界内由于火灾燃烧地上生物量所引起的非二氧化碳温室气体排放（ $GHG_{E,T}$ ）。

6.5 需要监测的数据和参数

本指南需要监测的数据主要包括：项目边界内林木株数、测树因子，火灾发生次数。

具体描述和数据来源参见下表：

数据/参数	$(x_{1,i,t}, x_{2,i,t}, x_{3,i,t}, \dots)$
单位	以长度为单位（如 cm）
应用的公式编号	公式（1）
描述	测树因子，通常为胸径（DBH）、地径（D）和树高（H）
数据源	实地调查
监测频率	每次申请碳汇量时监测
说明	/

数据/参数	$N_{i,t}$
单位	株
应用的公式编号	公式（1）
描述	第 t 年时，树种 i 的株数

数据源	1. 基于森林资源规划调查数据获取; 若不可得, 则: 1. 基于实地监测计算
监测频率	每次申请碳汇量时, 获取核算周期内数据
说明	/

数据/参数	N
单位	次
应用的公式编号	公式 (4)
描述	第 t_1 年到第 t_2 年时间间隔内, 森林火灾发生的次数
数据源	林业主管部门森林火灾登记数据
监测频率	每次申请碳汇量时, 获取核算周期内数据
说明	/

6.6 不需监测的数据和参数

本指南中不需要监测的数据和参数包括: 树种生物量中的含碳率等。

数据/参数	CF_i
单位	tC (td.m.) ⁻¹
应用的公式编号	公式 (2)
描述	树种 i 生物量中的含碳率, 用于将生物量转换成碳含量
数据源	数据源优先选择次序为:

(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、江西省的或相似生态条件下的数据；

(c) 省、市、区（县）级的数据（如温室气体清单）；

(d) 国家级的数据（如国家温室气体清单），见下表：

树种（组）	CF	树种（组）	CF
木荷	0.497	枫香	0.497
檫木	0.485	楠木	0.503
杉木	0.520	其他杉类	0.510
马尾松	0.460	其他松类	0.511
樟树	0.492	泡桐	0.470
硬阔类	0.497	软阔类	0.485
针阔混	0.498	针叶混	0.510
阔叶混	0.490	水杉	0.501
栎类	0.500	杂木	0.483
灌木	0.470		

来源：《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》“土地利用变化与林业温室气体清单”（2013）

6.7 数据质量管理措施

项目参与方应采取以下质量管理措施，确保有关数据的真实可靠：

(1) 建立武宁“乡村林碳”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) 建立武宁“乡村林碳”土地、林木信息一览表，选定合适的计算方法和排放因子、系数，形成文件并存档；

(3) 建立健全林木管护记录，对项目边界变更、采伐、火灾等对碳排放影响重大的事项进行监测和记录，并在林木信息一览表中定期更新；

(4) 建立文档的管理规范，保存、维护碳汇核算的文件和有关的数据资料。

附录 A

武宁县“林碳抵消”碳汇项目主要树种生物量方程

树种/组	部位	生物量方程	参数值			文献来源
			a	b	c	
茶花	地上	$B=a \cdot D^b$	0.037	2.622		许叶， 2017
红豆杉	全株	$B=a+b \cdot DBH^2H$	20.3280	0.2940		欧建德 等， 2022

树种/组	部位	生物量方程	参数值			文献来源
			a	b	c	
红花檵木	全株	$B=a+b \cdot D^2H$	0.0702	- 0.7000		李尚益等, 2018
樟树	全株	$B=a \cdot (DBH^2H)^b$	0.0429	0.9390		罗云建等, 2015
酸枣	全株	$B=a+b \cdot DBH^2H$	0.8250	0.0200		贺红早等, 2007
娜塔栎	地上	$B=a \cdot (DBH^2H)^b$	0.0251	0.9438		罗云建等, 2015
女贞	全株	$B=a+b \cdot DBH^2H$	0.9070	0.0100		罗云建等, 2015
红枫	全株	$B=a \cdot (DBH^2H)^b$	0.0430	0.9940		杨丽, 2012

树种/组	部位	生物量方程	参数值			文献来源
			a	b	c	
杉木	全株	$B=a \cdot (DBH^2H)^b$	0.0870	0.8630		罗云建等, 2015
枫香	全株	$B=a \cdot (DBH^2H)^b$	0.0310	0.9830		罗云建等, 2015
木荷	全株	$B=a \cdot (DBH^2H)^b$	0.2660	0.7080		罗云建等, 2015
银杏	全株	$\ln B=a+b \cdot \ln DBH+c \cdot \ln H$	-1.0100	2.6100	- 0.7300	刘坤等, 2017
马尾松	地上	$B=a \cdot DBH^b$	0.0644	2.4817		李轩然等, 2006
毛竹	全株	$B=a \cdot DBH^b H^c$	0.3640	1.6960	0.0710	杨清培等, 2011

树种/组	部位	生物量方程	参数值			文献来源
			a	b	c	
阔叶树	全株	$B=a \cdot \ln (DBH^2H)^b$	0.0480	1.0050		杨清培等, 2011
灌木	全株	$B=a \cdot D^b H^c$	0.4098	1.0615	0.5427	章家伟, 2013

注：生物量参考表中未列出树种，可采用通用方程计算。

附录 B

武宁县“林碳抵消”碳汇项目主要树种地下生物量/地上生物量

树种 (组)	地下生物量/地上生物量	树种 (组)	地下生物量/地上生物量
木荷	0.258	枫香	0.398
檫木	0.270	楠木	0.264
杉木	0.246	其他杉类	0.277
马尾松	0.187	其他松类	0.206
樟树	0.275	泡桐	0.247
硬阔类	0.261	软阔类	0.289
针阔混	0.248	针叶混	0.267

阔叶混	0.262	水杉	0.319
栎类	0.292	杂木	0.289
灌木	0.400		

来源：《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》“土地利用变化与林业温室气体清单”（2013）

参考文献

- 造林技术规程 GB/T 15776
- 碳汇造林技术规程 LY/T 2252
- 森林抚育规程 GB/T 15781
- 贺红早, 黄丽华, 段旭, 贺瑞坤. 贵阳二环林带主要树种生物量研究. 贵州科学, 2007, 25: 34-39.
- 李尚益, 方晰, 陈金磊, 李雷达, 辜翔, 刘兆丹. 人为干扰对中亚热带森林生物量及其空间分布格局的影响. 生态学报, 2018, 38.
- 罗云建, 王效科, 逯非. 中国主要林木生物量模型手册. 北京: 中国林业出版社, 2015.
- 欧建德, 欧家琳, 吴昊宇, 康永武. 云南红豆杉单木生物量模型选择与树冠调控. 西北林学院学报, 2022, 37: 194-201.
- 许叶. 高州油茶人工林生物量和碳储量分配特征研究. 硕士学位论文, 华南农业大学, 2017.
- 杨丽. 北京西山地区元宝枫生物量计算模型的研究. 硕士学位论文, 北京林业大学, 2012.

章家伟.诸暨市城市绿地植物多样性及生物量空间分布研究.硕士学位论文, 浙江农林大学, 2013.

刘坤, 曹林, 汪贵斌, 曹福亮.银杏生物量分配格局及异速生长模型.北京林业大学学报 2017, 39: 12-20.

李轩然, 刘琪璟, 陈永瑞等.千烟洲人工林主要树种地上生物量的估算.应用生态学报, 2006, 8: 1382-1388.

杨清培, 王兵, 郭起荣, 等.大岗山毛竹扩张对常绿阔叶林生态系统碳储特征的影响.江西农业大学学报, 2011, 33(03): 529-536.