

团 体 标 准

T/AJZCY 003-2025

退化毛竹林修复技术与碳汇计量监测规程

Technical specification for the restoration and the carbon sequestration accounting
and monitoring in degraded moso bamboo forest

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

安吉县竹产业协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 退化程度等级划分 2

5 退化毛竹林修复技术 2

6 碳汇计量与监测 4

附录 A（资料性） 退化毛竹林修复项目活动和重大事件记录表 6

附录 B（资料性） 目标毛竹林林分结构记录表 7

附录 C（资料性） 基线毛竹林地上和地下生物质碳储量变化量的测算方法 8

参考文献 11

1.

前 言

本文件按照 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》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由安吉县竹产业协会提出并归口。

本文件由安吉县林业局牵头组织制定。

本文件主要起草单位：浙江农林大学、安吉县林业局、杭州亿衡碳科技有限公司、久瓴（上海）智能科技有限公司、杭州探碳科技有限公司。

本文件主要起草人：周国模、李翀、诸炜荣、柴庆辉、唐辉、尤勇敏、冷利松、吕玉龙、朱玉兰、余礼华、吴雪玲、张健、冷华南、沈诗音、李颖、张雨洁、卢刚、顾蕾、周宇峰、蔡越、肖隆东、徐怀兴、王佳玟。

本文件由安吉县竹产业协会发布。

退化毛竹林修复技术与碳汇计量监测规程

1 范围

本文件规定了退化毛竹林修复中的术语和定义、退化程度等级划分、退化毛竹林修复技术、碳汇计量与监测。

本文件适用于退化毛竹林开展修复与碳汇计量监测工作。

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/T 44351-2024 退化林修复技术规程

LY/T 3317-2022 竹林低碳经营与碳汇计量监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

竹林 bamboo forest

连续面积不小于 0.04 hm²、郁闭度不低于 0.20、成竹竹秆高度不低于 2 m、竹秆胸径不小于 2 cm 的竹类群落；当竹木混交时，乔木树种郁闭度不超过 0.2 的竹木混交林确定为竹林。

3.2

退化毛竹林 degraded moso bamboo forest

死亡株数比例大于 20 %或竹龄 8 年及以上株数比例大于 50 %的毛竹林。

3.3

退化毛竹林修复 remediation and restoration of degraded moso bamboo forest

在不改变竹林定义的情况下，采取科学的人工措施，改善退化毛竹林的林分结构，提高毛竹林质量和生产力，提升毛竹林碳汇能力的活动或过程。

3.4

项目活动 project activity

在确定的地理边界范围内，为产生符合碳市场要求的核证减排量，而开展的有特殊措施要求的退化毛竹林修复活动。

3.5

项目活动边界 project boundary

实施拟议的退化毛竹林修复项目活动的空间地理范围。

3.6

基线碳层 baseline net carbon layer

将项目活动边界内所有地块按基线情景确定的分层因子划分的层次。

3.7

项目碳层 actual net carbon layer

将项目活动边界内所有地块按项目情景确定的分层因子划分的层次。

3.8

基线碳汇量 baseline net green house gas removal by sinks

在基线情景下，项目边界内所选碳库中碳储量变化量之和。

3.9

项目碳汇量 actual net green house gas removal by sinks

在项目情景下，项目边界内所选碳库中碳储量变化量，减去由拟议的退化毛竹林修复项目活动引起的项目温室气体排放量。

3.10

项目减排量 net anthropogenic green house gas removal by sinks

退化毛竹林修复项目活动产生的净碳汇量。

3.11

毛竹林择伐更新周期 cycle of moso bamboo forest regeneration by selective culm cutting

毛竹林通过不断的老竹择伐和新竹留养，其项目活动边界内所有立竹实现一轮更新所需的年数。

4 退化程度等级划分

退化毛竹林的退化程度分为一般退化、重度退化 2 个等级，见 GB/T 44351-2024 中第 7 章的要求。

5 退化毛竹林修复技术

5.1 修复原则

5.1.1 尊重自然，科学修复

根据毛竹林退化程度和退化成因等，科学确定修复措施，增强退化毛竹林修复的针对性，改善退化毛竹林的林分结构，提高毛竹林质量和生产力。

5.1.2 目标导向，多效兼顾

根据退化毛竹林现状，合理确定目标林分结构，综合考虑毛竹林的固碳释氧和水土保持等功能，充分发挥其社会、经济和生态等多重效益。

5.2 竹林生长环境改善

5.2.1 林下清理

5.2.1.1 调整优化阶段，应清理枯死竹、风倒竹、雪压竹、病虫竹、弱小竹和杂灌等。

5.2.1.2 结构稳定阶段，采取割灌除草措施，割除的灌草宜在林内进行块状堆腐处理。

5.2.2 林地垦复

5.2.2.1 调整优化阶段，开展带状垦复，及时清除弱鞭老鞭，促进竹鞭生长和竹笋萌发，垦复深度为20 cm~30 cm，每年1次，每次扰动面积50 %。

5.2.2.2 结构稳定阶段，带状垦复宜选择松土带与保留带轮流作业，垦复深度为20 cm~30 cm，每两年1次，每次扰动面积25 %~35 %。

5.2.2.3 每次林地垦复活动后要做好记录，见附录A中表A.1。

5.3 竹林林分结构调整

5.3.1 竹材采伐

5.3.1.1 调整优化阶段，按“伐密留疏、伐小留大”的原则，优化毛竹林年龄、径级和空间结构，前期立竹密度调整至120株/667 m²~150株/667 m²，后期立竹密度调整至200株/667 m²~240株/667 m²。

5.3.1.2 结构稳定阶段，原则上不伐Ⅲ度（含）以下竹子，只伐Ⅳ度（含）以上竹子，立竹密度保持在200株/667 m²~240株/667 m²。

5.3.1.3 伐桩高度不超过地面10 cm。

5.3.1.4 采伐时间宜选择在10月至翌年2月进行。

5.3.1.5 每次采伐活动后要做好记录，见附录A中表A.2。

5.3.2 留笋养竹

5.3.2.1 按“挖密留疏、挖弱留强”的原则，挖早期笋、退笋、后期笋，留养新竹在空间上均匀分布。新竹长成后及时进行号竹。

5.3.2.2 调整优化阶段，以出笋盛期留笋养竹为主，留笋数80株/667 m²~90株/667 m²。

5.3.2.3 结构稳定阶段，留足目标留养数量后，可以合理采挖竹笋。

5.4 施肥技术

5.4.1 肥料种类

使用竹林专用复合肥（N含量为20 %左右），推荐使用缓释肥、有机肥和生物质炭基肥等肥料。

5.4.2 施肥用量

施竹林专用复合肥15 kg/667 m²~25 kg/667 m²或施有机肥、生物质炭基肥等肥料100 kg/667 m²~200 kg/667 m²，在有效促进毛竹林生长基础上控制施肥排放。

5.4.2 施肥方法

可采取沟施、穴施、蔸施、撒施、伐桩施等方法。

5.4.3 施肥时间

5.4.3.1 调整优化阶段，宜在5月~8月进行施肥，每年1次。

5.4.3.2 结构稳定阶段，宜在5月~8月或结合竹林采伐、竹笋采挖等时间进行，每两年1次。

5.4.3.3 每次施肥活动后要做好记录，见附录A中表A.3。

5.5 毛竹林健康维持

见LY/T 3317-2022中4.5的要求。

6 碳汇计量与监测

6.1 碳库和温室气体排放源选择

6.1.1 碳库选择

只选择项目活动边界内毛竹林地上生物量、地下生物量和项目活动所收获的竹材产品三个碳库。

6.1.2 温室气体排放源选择

只考虑项目实施过程中，发生竹林火灾而引起的CH₄、N₂O 排放和施用肥料引起的N₂O 排放。

6.2 项目活动边界确定

根据退化毛竹林修复项目设计调查方案或森林资源“一张图”确定地理边界。

6.3 基线情景确定和碳层划分

6.3.1 基线情景确定

在项目期内，基线情景确定依据为：

- a) 符合退化毛竹林的定义；
- b) 成熟竹材长期留存林地，不进行合理采伐和加工利用。

6.3.2 基线碳层划分

根据项目边界内毛竹林退化程度等级、退化原因和现有林分结构状况（如立竹密度、平均胸径和年龄结构等）来划分基线碳层。

6.4 项目计入期和碳层划分

6.4.1 项目计入期

项目计入期为20 a~30 a，其中退化毛竹林修复达到稳定阶段时间不超过1个毛竹林择伐更新周期。

6.4.2 项目碳层划分

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。

- a) 事前项目碳层划分：根据拟实施的退化毛竹林修复措施和预期达到的目标林分结构来划分。
- b) 事后项目碳层划分：根据各项目碳层上退化毛竹林修复措施活动的实际情况来划分。

6.4.3 目标林分结构设定

根据基线情景和拟实施的退化毛竹林修复措施，设定项目毛竹林目标林分结构，其主要内容见附录B中表B.1。退化毛竹林林分结构调整应在1个毛竹林择伐更新周期内完成。

6.5 基线碳汇量计量

6.5.1 基线碳汇量构成

基线碳汇量由毛竹林地上生物量碳储量和地下生物量碳储量2部分构成，按式（1）计算。

$$\Delta BC_i = \Delta BC_{AB,i} + \Delta BC_{BB,i} \cdots \cdots (1)$$

式中：

ΔBC_i ——第 i 年时，基线碳汇量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO₂-e/a）；

$\Delta BC_{AB,i}$ ——第 i 年时，基线地上生物质碳储量变化量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO₂-e/a）；

$\Delta BC_{BB,i}$ ——第 i 年时，基线地下生物质碳储量变化量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO₂-e/a）；

i ——1, 2, 3, ..., 项目开始后的年数，单位为年（a）。

6.5.2 基线碳汇量计量

基线毛竹林地上和地下生物质碳储量变化量的测算方法见附录 C。

6.6 项目碳汇量计量

6.6.1 项目碳汇量构成

项目碳汇量是指在开展拟议的退化毛竹林修复碳汇项目活动的情况下，项目边界内所选碳库的碳储量变化量，减去项目温室气体排放量。项目碳汇量按式（2）计算。

$$\Delta PC_i = \Delta PC_{AB,i} + \Delta PC_{BB,i} + \Delta PC_{BP,i} - GHG_{E,i} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

ΔPC_i ——第 i 年时，项目碳汇量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO₂-e/a）；

$\Delta PC_{AB,i}$ ——第 i 年时，项目地上生物质碳储量变化量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO₂-e/a）；

$\Delta PC_{BB,i}$ ——第 i 年时，项目地下生物质碳储量变化量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO₂-e/a）；

$\Delta PC_{BP,i}$ ——第 i 年时，项目情景下项目活动边界内收获的竹产品碳储量的年变化量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO₂-e/a）；

$GHG_{E,i}$ ——第 i 年时，项目温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO₂-e/a），计算方法见LY/T 3317-2022中5.9；

i ——1, 2, 3, ..., 项目开始后的年数，单位为年（a）。

6.6.2 项目碳汇量计量

项目碳汇量计量方法见LY/T 3317-2022中5.8.2和5.8.3。

6.7 项目减排量计算

退化毛竹林修复碳汇项目的项目减排量按式（3）计算。

$$C_{PROJ,i} = \Delta PC_i - \Delta BC_i \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$C_{PROJ,i}$ ——第 i 年时，项目减排量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO₂-e/a）；

ΔPC_i ——第 i 年时，项目碳汇量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO₂-e/a）；

ΔBC_i ——第 i 年时，基线碳汇量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO₂-e/a）；

i ——1, 2, 3, ..., 项目开始后的年数，单位为年（a）。

6.8 精度控制

见LY/T 3317-2022中5.11。

附 录 A

(资料性)

退化毛竹林修复项目活动和重大事件记录表

A.1 林地垦复记录表

表 A.1 林地垦复记录表

年 月	林地垦复地点 (小班号)	林地垦复措施	备注
年度统计			

A.2 采伐销售记录表

表 A.2 采伐销售记录表

年 月	采伐地点 (小班号)	采伐面积 (667 m ²)	采伐数量 (株)	采伐重量 (t)	竹材销售去向 (地区或者公司)	主要利用方式	备注
年度统计							

A.3 施肥记录表

表 A.3 施肥记录表

年 月	施肥地点 (小班号)	施肥面积 (667 m ²)	肥料种类 (氮磷钾含量)	施用量 (kg)	备注
年度统计					

附 录 B
(资料性)
目标毛竹林林分结构记录表

B.1 目标毛竹林林分结构记录表

表 B.1 目标毛竹林林分结构记录表

碳层	县	乡镇、村/ 林场	修复作 业小班	面积	林分现状结构						主要修复措施	林分目标结构			
					退化 程度	退化 原因	立竹密度 (株/667 m ²)	平均胸径 (cm)	年龄 结构	枯死竹比例 (%)		调整年限	立竹密度 (株/667 m ²)	平均胸径 (cm)	伐前年龄结构
1															
1															
...															
2															
2															
...															
3															
3															
...															
...															
合计															

附录 C

(资料性)

基线毛竹林地上和地下生物质碳储量变化量的测算方法

C.1 基线毛竹林地上生物质碳储量变化量测算

按式 (C.1) 计算:

$$\Delta BC_{AB,i} = \sum_j (C_{BAMBOO,AB,j,i} - C_{BAMBOO,AB,j,i-1}) \times A_{BSL,j} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

$\Delta BC_{AB,i}$ ——第*i*年时, 基线情景下项目边界内毛竹林地上生物质碳储量的年变化量, 单位为吨二氧化碳当量每年 (t CO₂-e/a);

$C_{BAMBOO,AB,j,i}$ ——第*i*年时, 基线情景下第*j*碳层毛竹林单位面积地上生物质碳储量, 单位为吨二氧化碳当量每年每公顷 (t CO₂-e/(a·hm²));

$C_{BAMBOO,AB,j,i-1}$ ——第*i*-1年时, 基线情景下第*j*碳层毛竹林单位面积地上生物质碳储量, 单位为吨二氧化碳当量每年每公顷 (t CO₂-e/(a·hm²));

$A_{BSL,j}$ ——基线情景下项目边界内第*j*碳层的面积, 单位为公顷 (hm²);

i ——1, 2, 3, ..., 项目开始后的年数, 单位为年 (a)。

第*i*年时, 基线情景下单位面积毛竹林地上生物质碳储量根据毛竹林的平均立竹密度、平均胸径与竹龄 (度数) 的相关方程, 按式 (C.2) 计算:

$$C_{BAMBOO,AB,i} = f_{AB}(DBH, I_a) \times N_i \times CF \times \frac{44}{12} \times 0.001 \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

$C_{BAMBOO,AB,i}$ ——第*i*年时, 基线情景单位面积毛竹地上生物质碳储量, 单位为吨二氧化碳当量每年每公顷 (t CO₂-e/(a·hm²));

$f_{AB}(DBH, I_a)$ ——单株毛竹地上生物量与胸径、竹龄 (度数) 的相关方程, 可采用一元、二元或多元单株生物量方程; 单位为千克 (kg);

DBH ——毛竹的胸径, 单位为厘米 (cm);

I_a ——毛竹的竹龄 (度数), 单位为年或度 (a 或 du);

N_i ——第*i*年时, 毛竹林立竹密度, 单位为株每公顷 (株/hm²);

CF ——毛竹的生物量含碳率, 单位为吨碳每吨 (t C/(t d.m.));

i ——1, 2, 3, ..., 项目开始后的年数 (a);

$\frac{44}{12}$ ——将 C 转换为 CO₂ 的分子量比值, 无量纲;

0.001 ——将 kg 转化成 t 的常数。

C.2 基线毛竹林地下生物质碳储量变化量测算

按式 (C.3) 计算:

$$\Delta BC_{BB,i} = \sum_j (C_{BAMBOO,AB,j,i} \times R(i) - C_{BAMBOO,AB,j,i-1} \times R(i-1)) \times A_{BSL,j} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

$\Delta BC_{BB,i}$ ——第*i*年时, 基线情景下项目边界内毛竹林地下生物质碳储量的年变化量, 单位为吨二氧化碳当量每年 (t CO₂-e/a);

$C_{BAMBOO,AB,j,i}$ ——第 i 年时，基线情景下项目边界内第 j 碳层毛竹林单位面积地下生物质碳储量，单位为吨二氧化碳当量每年每公顷（ $t CO_2-e/(a \cdot hm^2)$ ）；

$C_{BAMBOO,AB,j,i-1}$ ——第 $i-1$ 年时，基线情景下项目边界内第 j 碳层毛竹林单位面积地下生物质碳储量，单位为吨二氧化碳当量每年每公顷（ $t CO_2-e/(a \cdot hm^2)$ ）；

$A_{BSL,j}$ ——基线情景下项目边界内第 j 碳层毛竹林的面积，单位为公顷（ hm^2 ）；

$R(i)$ ——第 i 年时，基线情景下项目边界内毛竹林地下生物量与地上生物量之比，无量纲；

$R(i-1)$ ——第 $i-1$ 年时，基线情景下项目边界内毛竹林地下生物量与地上生物量之比，无量纲；

i ——1, 2, 3, ..., 项目开始后的年数，单位为年（a）。

如果项目参与方无法获得竹子地下生物量与地上生物量之比随毛竹林年龄变化的相关关系，则可假定地下生物量与地上生物量之比为常数，即使用 R （毛竹林平均地下生物量与平均地上生物量之比）代替公式中的 $R(i)$ 和 $R(i-1)$ 。

基线情景下退化毛竹林单位面积地上和地下生物质碳储量也可以采用不同退化年限的毛竹林平均胸径和平均株数进行估算。退化毛竹林样地平均胸径及平均株数如表 C.1 所示。

表 C.1 不同退化年限毛竹林平均胸径、平均株数以及碳储量变化

退化年限	常规经营	退化2年	退化3-6年	退化7-10年	退化11-14年	退化15-18年
平均胸径（cm）	10.20	10.10	9.90	9.60	9.10	8.60
平均株数（株/667 m ² ）	187	168	155	145	133	119
地上生物量碳储量（t C/667 m ² ）	1.35	1.07	0.87	0.73	0.59	0.40
地下生物量碳储量（t C/667 m ² ）	0.82	0.65	0.53	0.44	0.34	0.24

C.3 参数值确定

所需参数参考值见表C.3。

表 C.3 参数参考值

参数	单位	描述	数据源	缺省值
CF	吨碳每吨 (t C/(t d.m.))	毛竹含碳率	数据源优先选择次序为： a) 当地毛竹的数据 b) 省级毛竹的数据 (如省级温室气体清单) c) 国家级毛竹的数据 (如国家温室气体清单)	0.5053
R	无量纲	毛竹林平均地下生物量与平均地上生物量之比	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毛竹的数据 b) 国家级毛竹的数据 (如森林资源清查或国家温室气体清单编制中的数据)	0.605
$f_{AB}(DBH, I_a)$	千克 (kg)	单株毛竹地上生物量与胸径、竹龄(度数)的相关方程	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毛竹的数据 b) 从国内外研究文献中选择适合的毛竹单株生物量方程	$W_{\text{地上}} = 747.787 \times D^{2.771} \left(\frac{0.148 \times I_a}{0.028 + I_a} \right)^{5.555} + 3.772$
GWP_{CH_4}	无量纲	CH_4 的全球增温潜势	参考 IPCC 第六次评估报告	27.2
GWP_{N_2O}	无量纲	N_2O 的全球增温潜势	参考 IPCC 第六次评估报告	273

参考文献

- [1] AR-CM-005-V01 竹林经营碳汇项目方法学
 - [2] 周国模,姜培坤.毛竹林的碳密度和碳贮量及其空间分布[J].林业科学,2004,(06):20-24.
 - [3] 周国模. 2006. 毛竹林生态系统中碳储量、固定及其分配与分布的研究. 浙江大学博士学位论文.
 - [4] 殷家扬.2020. 弃营年限对毛竹林生态系统林分结构因子和各碳库碳分配格局的影响.浙江农林大学硕士学位论文.
-