

安吉县竹产业协会团体标准

“退化毛竹林修复技术与碳汇计量监测规程”编制说明

一、编制的目的和意义

“绿水青山就是金山银山”是共谋全球生态文明建设的中国智慧。中国政府承诺采用更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。增加森林碳汇已成为我国政府应对气候变化、缓解减排压力的重要战略选择。

竹林是世界第二大森林，总面积超过 3100 多万 hm^2 。我国竹林资源丰富，竹林面积约 641.16 万公顷，其中毛竹林约 467.78 万公顷、占 72.96%。毛竹林分布在 13 个省，其中毛竹林面积 70 万公顷以上的有福建、江西、湖南和浙江，4 个省面积合计约 370.62 万公顷，占全国毛竹林面积的 79.23%。一方面，毛竹林具有爆发式、可再生生长特性，蕴含着巨大的固碳潜力，是林业应对气候变化不可或缺的重要战略资源，对实现碳中和具有重要意义。另一方面，毛竹林可以快速成熟、隔年采伐，每年提供了我国约 22% 的森林材质资源，毛竹林在实施国土生态安全屏障、国家木材安全、增绿惠民和繁荣生态文化战略，以及促进山区社会经济发展中都发挥出了重要作用。

但近年来，随着采伐成本上涨，竹材加工业疲软，导致竹材价格持续走低，毛竹下山价格由 2010 年前后最高的每百斤 55 元跌至如今的 20 余元，经营利润的下滑影响竹农竹林经营积极性和竹林可持续经营。全国约 60% 左右的毛竹林因为缺乏管理而处于荒芜退化状态，限制了毛竹林的生产力和固碳能力，不利于竹产业可持续发展，因此迫切需要开展退化毛竹林修复，提高毛竹林质量和生产力，提升毛竹林的碳汇能力。此外，竹林资源保护和传统竹产业发展面临的市场压力与日俱增，急需通过开发退化毛竹林碳汇拓展竹产业价值链以增加竞争力。

安吉县是著名的中国竹乡，全县拥有 101.1 万亩竹林，其中，毛竹林 87.6 万亩，居全国县(市区)第 2 位，蓄积量 1.7 亿株、年采伐量 3000 万株，均列全国第一。安吉县先后获得“国家级毛竹生物产业基地”、“全国乡村振兴林业示范县”、“浙江省竹子特色产业示范县”、“浙江省首批林业碳汇试点县”和“国家林业碳汇试点县”等荣誉称号。2023 年，根据《浙江省林业局关于组织开展

区域林业碳汇项目方法学试点应用的通知》，浙江省林业局将安吉县纳入退化毛竹林修复碳汇项目方法学应用试点。安吉县作为“绿水青山就是金山银山”理念的发源地，在新的形势和背景下，充分发挥安吉在竹林资源方面的优势和潜力，积极推动和开展浙江省退化毛竹林修复碳汇（碳普惠）项目方法学试点开发应用工作，为浙江省林业碳汇建设贡献了安吉经验。

目前，我国尚未有统一的退化毛竹林修复技术与碳汇计量监测标准，为了改善退化毛竹林的林分结构，提高毛竹林质量和生产力，持续巩固提高竹林碳汇能力，特制定《退化毛竹林修复技术与碳汇计量监测规程》，可在全县范围内引导和科学规范退化毛竹林开展修复和碳汇计量监测工作，助力安吉竹产业的高质量发展。

二、任务来源及编制原则和依据

（一）任务来源

本标准由安吉县林业局牵头，浙江农林大学、杭州亿衡碳科技有限公司和杭州探碳科技有限公司为主要起草单位进行编制。

（二）编制原则和依据

本标准的制定工作遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则，本着先进性、科学性、合理性和可操作性的原则，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》给出的规则进行编写。

本标准在编制过程中，主要以项目组成员主持的竹林经营方式逆转变、退化竹林恢复经营、竹林碳汇计量与监测等领域的科研项目成果，结合大量的外业实践调查，并参考国内外学术期刊上发表的有关退化毛竹林修复、碳汇计量与监测等相关的研究论文、报告等。同时也广泛参考了国家相关规定、行业标准。主要标准包括：

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

三、编制过程

本标准主要起草人员均为从事森林碳汇、竹林碳汇计量与监测、竹林培育的研究人员和技术人员，具有丰富的理论和实践经验，具备制定《退化毛竹林修复技术与碳汇计量监测规程》的条件。本标准自立项后，项目组成员立即成立了标

准编写起草小组，起草小组查阅了大量有关退化竹林修复和碳汇计量监测的相关论著、论文等资料，以野外固定试验样地数据为基础，对退化毛竹林修复方式、地上生物质碳储量、地下生物质碳储量和竹产品碳储量进行调研，掌握了退化毛竹林修复技术与碳汇计量监测的要点。在起草过程中，多次召开起草组会议，并以线上线下交流的方式就标准范围、规范、技术指标确定的原则等展开讨论，广泛征求意见。具体工作及进度如下：

2023 年 12 月-2024 年 3 月，在安吉组织开展了大量外业调查和研究，并进行提案与立项，提交标准立项申请书及标准草案。2024 年 4-12 月，起草与征求意见，标准起草组进行标准编写、意见征求和标准修改。2025 年 1 月，技术审查，提交标准文件并邀请专家进行评审，根据评审意见进行修改。2025 年 2 月，批准编号与发布。

四、主要内容的确定

本标准按 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》的规定进行编制。主要内容包括：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。主要条款说明如下：

（一）术语和定义

根据描述记载内容需求，参考了 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》、LY/T 3253-2021 《林业碳汇计量监测术语》等标准的内容，把竹林、退化毛竹林、退化毛竹林修复、项目活动、项目活动边界、基线碳层、项目碳层、基线碳汇量、项目碳汇量、项目减排量和毛竹林择伐更新周期等 11 个术语做了解释，以便能有效帮助广大标准使用者理解该规范。

（二）退化程度等级划分

主要为描述退化毛竹林化程度等级的基本要求。参考 GB/T 44351-2024 《退化林修复技术规程》的要求，将退化毛竹林的退化程度分为一般退化、重度退化 2 个等级。

（三）退化毛竹林修复技术

主要为描述退化毛竹林修复技术的原则和竹林生长环境改善、竹林林分结构调整和毛竹林健康维持等修复技术措施的基本要求。

1. 参考 GB/T 44351-2024 《退化林修复技术规程》和 LY/T 3317-2022 《竹林低碳经营与碳汇计量监测技术规范》的要求，确定了退化毛竹林修复技术的原则。

(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。

(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。

2. 参考 GB/T 20391 《毛竹林丰产技术》和 LY/T 3317-2022 《竹林低碳经营与碳汇计量监测技术规范》的要求，结合大量的实地外业调查和科研成果，确定了竹林生长环境改善、竹林林分结构调整、施肥技术和毛竹林健康维持等技术措施的要求。

(1) 竹林生长环境改善

a. 林下清理：在调整优化阶段，及时清理枯死竹、风倒竹、雪压竹、病虫竹、弱小竹和杂灌等；在结构稳定阶段，采取割灌除草措施，割除的灌草在林内进行块状堆腐处理。

b. 林地垦复：在调整优化阶段，根据毛竹林退化程度，开展适度的林地垦复，及时清除弱鞭老鞭，促进竹鞭生长和竹笋萌发，每年 1 次，每次扰动面积不超过 50%；在结构稳定阶段，宜选择松土带与保留带轮流作业，每 2a 1 次，每次扰动面积 25%~35%；此外，在每次林地垦复活动后要做好记录。

(2) 竹林林分结构调

a. 竹材采伐：在调整优化阶段，按照“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/亩~150 株/亩，后期立竹密度调整至 200 株/亩~240 株/亩；在结构稳定阶段，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/亩~240 株/亩；伐桩高度不超过地面 10 cm；采伐时间宜选择在 10 月至翌年 2 月进行；此外，在每次采伐活动后要做好记录。

b. 留笋养竹：控制挖笋对象，按照“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。此外，新竹长成后及时进行号竹，记录年份等信息；在调整优化阶段，以出笋盛期留笋养竹为主，留笋数 80 株/亩~90 株/亩；在结构稳定阶段，留足目标留养数量后，可以合理采挖竹笋。

（3）施肥技术：根据毛竹林退化程度和土壤养分状况，适量施用竹林专用复合肥（N 含量 20%左右），促进竹林发笋和培笋，推荐使用缓释肥、有机肥和生物质炭基肥等肥料。因地制宜采取沟施、穴施、蔸施、撒施、伐桩施等方法。在调整优化阶段，宜在 5 月~8 月进行施肥，每年 1 次；在结构稳定阶段，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。此外，在每次施肥活动后要做好记录。

（4）毛竹林健康维持：毛竹林健康维持的要求与 LY/T 3317-2022 《竹林低碳经营与碳汇计量监测技术规范》一致。主要为钩梢、火灾防控、有害生物防治等措施。

（四）碳汇计量与监测

主要为描述碳库和温室气体排放源选择、项目活动地理边界确定、基线情景确定和碳层划分、项目计入期和碳层划分、基线碳汇量计量、项目碳汇量计量、项目减排量计算、精度控制等技术的基本要求。

参考 LY/T 3253-2021 《林业碳汇计量监测术语》、LY/T 3317-2022 《竹林低碳经营与碳汇计量监测技术规范》等标准的要求和 CCER-14-001-V01 《温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇》、AR-CM-003-V01 《森林经营碳汇项目方法学》、AR-CM-005-V01 《竹林经营碳汇项目方法学》等方法学的要求，确定了碳库和温室气体排放源选择、项目活动边界确定、基线情景确定和碳层划分、项目计入期和碳层划分、基线碳汇量计量、项目碳汇量计量、项目减排量计算、精度控制等技术的基本要求。

（1）碳库和温室气体排放源选择：只选择项目活动边界内毛竹林地上生物量、地下生物量以及项目活动所收获的竹材产品 3 个主要碳库；并且只考虑项目实施过程中，发生森林火灾而引起的 CH₄、N₂O 排放和施用肥料引起的 N₂O 排放。

（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。

(3) 基线情景确定和碳层划分

a. 基线情景确定：符合退化毛竹林的定义；成熟竹材长期留存林地，不进行合理采伐和加工利用。

b. 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。

(4) 项目计入期和碳层划分

a. 项目计入期：20a~30a，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。。

b. 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。其中，事前项目碳层根据拟实施的退化毛竹林修复措施和预期达到的目标和林分结构来划分；事后项目碳层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。

c. 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，包括目标年龄结构、目标平均胸径、目标立竹密度等。退化毛竹林林分结构调整应在 1 个择伐更新周期内完成。

(5) 基线碳汇量计量：基线碳汇量构成基线碳汇量由毛竹林地上生物质碳储量和地下生物质碳储量 2 部分构成，按式（1）计算：

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

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）；

ΔBC_{AB} ——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）；

ΔBC_{BB} ——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) 项目碳汇量计量：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。因此，项目碳汇量按式（2）计算：

$$\Delta PC_i = \Delta PC_{AB} + \Delta PC_{BB} + \Delta PC_{BP} - GHG_E \cdots \cdots \cdots (2)$$

式中：

ΔPC_t ——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）；

ΔPC_{AB} ——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）；

ΔPC_{BB} ——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）；

ΔPC_{BP} ——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 ——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）。

（7）项目减排量计算：项目减排量是指退化毛竹林修复项目活动产生的净碳汇量。因此，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_t ——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）。

（8）精度控制：本标准的精度控制的要求与 LY/T 3317-2022 《竹林低碳经营与碳汇计量监测技术规范》一致。

五、采标情况

无。

六、重大意见分歧的处理：包括处理过程、依据和结果

无。

七、与国家法律法规和强制性标准的关系

本标准是依据国家相关法律法规和强制性标准，结合实际情况和发展需要制定的，符合现行法律法规和强制性标准的规定。

八、标准实施的建议

《退化毛竹林修复技术与碳汇计量监测规程》的制定，为引导和规范退化毛竹林开展科学修复和碳汇计量监测提供技术支撑和依据，该标准制定和颁布后，

严格的执行和落实非常必要，建议有关单位要达成共识，积极动员，加强对标准推广工作的领导、协调和监督，及时解决在标准实施过程中出现的问题，并根据实际情况及时加以修订或更新，以适应新技术发展的需要。本标准中的各项技术要求是通过科研试验，并结合生产经营实际制定的，在生产经营中适用且科学可行的，如还不能明确规定的，在标准执行过程中由各地结合具体规定必要时，组织相关单位的技术人员，参加针对本标准的技术培训，举办培训班，做好标准的普及和推广等方面的工作。

九、其他应予说明的事项

无。

《退化毛竹林修复技术与碳汇计量监测规程》编写起草小组

2025 年 2 月 14 日