

福建碳中和林认定及其碳汇计量监测方法 造林项目

监测报告（MR）

项目名称	连城县林区建设开发有限公司福建碳中和林造林碳汇项目
项目登记编号	FJFN—ZL—LY2025001
方法学及版本号	《福建碳中和林认定及其碳汇计量监测方法（试行）》
项目所属行业领域	领域 14：林业和其他碳汇类型
登记的项目设计文件版本 （适用于本监测期碳汇量监测报告）	1.0 版
碳汇量监测报告的版本号	1.0 版
碳汇量监测报告的完成日期	2025/3/5
监测期的顺序号	第一监测期
本监测期覆盖日期	2020/9/22~2025/2/28
申请项目登记的项目业主	连城县林区建设开发有限公司
项目所有者	连城县北团国有林场、连城县新泉镇北村村，罗长标。
项目设计文件中预先估算的本监测期内碳汇量	23710.25 tCO ₂ e
本监测期内产生的碳汇量	39958.26 tCO ₂ e

目 录

1 项目描述	- 1 -
1.1 项目的目的和一般性描述	- 1 -
1.2 项目的位置	- 2 -
1.3 所采用的方法学	- 3 -
1.4 项目设计期与监测覆盖日期	- 3 -
2 项目实施	- 4 -
2.1 项目实施情况描述	- 4 -
2.2 监测计划及其相关参数的调整情况	- 4 -
3 监测系统的描述	- 5 -
3.1 监测流程	- 5 -
3.2 监测组织的框架和职责	- 5 -
3.3 监测方法学	- 6 -
3.4 项目边界的监测	- 6 -
3.5 项目基准线碳汇量的监测	- 7 -
4 参数的确定	- 7 -
4.1 不需监测的数据和参数	- 7 -
4.2 项目实施阶段需监测的参数	- 10 -
4.3 抽样方案的实施	- 10 -
5 碳汇量的监测	- 16 -
5.1 基准线碳储量的核算	- 16 -
5.2 项目碳储量核算	- 19 -
5.3 泄漏的监测	- 21 -
5.4 应对非持久性风险而扣减的碳汇量监测(适用于林业和其他碳汇类项目)	- 21 -
5.5 碳汇量监测汇总	- 21 -
5.6 实际碳汇量与登记的项目设计文件中预先估算值的比较	- 22 -
5.7 对实际碳汇量与登记的项目设计文件中预先估算值的差别的说明	- 23 -
6 附件	- 23 -

1 项目描述

1.1 项目的目的和一般性描述

1.1.1 项目概述

项目目的：通过实施连城县林区建设开发有限公司福建碳中和林造林碳汇项目，达成以下目的：一是减缓气候变化，通过造林绿化，加快吸收二氧化碳，降低温室气体浓度，缓解全球变暖。二是促进可持续发展，推动生态保护和恢复，提升生物多样性，改善环境质量，同时创造经济机会，如碳交易和绿色就业。三是履行国际承诺，帮助国家和企业实现减排目标，履行《巴黎协定》等国际协议。四是提升生态系统服务功能，通过植树造林等措施，增强水土保持、水源涵养等生态功能，改善环境。五是推动绿色经济，促进低碳技术和绿色产业发展，推动经济向低碳转型。六是增强公众环保意识，通过碳汇项目宣传，增强公众对气候变化和环境保护的认识。七是增加碳汇储量，通过森林营造，提升碳汇能力。因此，碳汇项目开发不仅有助于应对气候变化，还能促进生态保护、经济发展和社会进步。

碳汇措施：通过种植适宜于本地的、生长速度快、固碳能力强的树种，增加森林覆盖率，提升碳汇能力；在已退化或宜林荒山、迹地上重新林木，恢复森林生态系统，增强碳吸收；采取可持续的森林管理措施，以工程化方式开展幼林抚育和间伐，加强森林防火、病虫害防治等，维持森林健康，提升森林活力、优化森林结构，促进森林固碳增汇，确保其长期碳汇能力；通过营造多种树种及其混交林，提升生物多样性和生态系统稳定性，增强碳汇效果；通过项目定期监测与核查，定期评估森林碳汇效果，确保项目科学有效。

所采用的技术和相关措施：本项目活动区域从 2011 年起采取采伐不伐除阔叶树措施，长期坚持以拉条带工程化造林，以提高林分碳储量，加强物种多样性，提升生态系统功能，服务碳中和。具体措施包括：（1）项目活动不涉及全面清林和炼山等控制火烧；（2）采用生长速率快、含碳率高的树种（如杉木、木荷、枫香等），优先选择乡土树种；（3）采用不炼山耙带造林，禁止陡坡全垦全垦整地，保护林地原有的幼苗幼树；（4）基肥应尽量减少化肥使用，以改良土壤的有机肥为主。（5）为增汇和提升森林质量而进行适当的采伐，如强度小于 30% 的抚育间伐、择伐或卫生伐等。其他经营措施主要有：林木采伐时不伐除阔叶树，抚育过程中禁止使用除草剂，以机械除草代之；减少化学肥料施用，以有机肥或其他生态方式施肥；注重适时抚育，如间伐、修枝及补植等，鼓励补植生长速度快、含碳率高的乡土树种；加强病虫害防治与森林防火等。

项目开始时间：2012 年 12 月 17 日。

1.1.2 项目登记或相关批复信息

本项目依据龙岩市林业局、龙岩市生态环境局、龙岩市发展和改革委员会、福建龙岩市财政局《关于印发福建碳中和林项目管理办法（龙岩试行）的通知》（龙林规〔2024〕7号）文件精神，由连城县林区建设开发有限公司向龙岩市林业局提出申请后组织实施，项目登记号为：FJFN—BHBF—LY2025001。

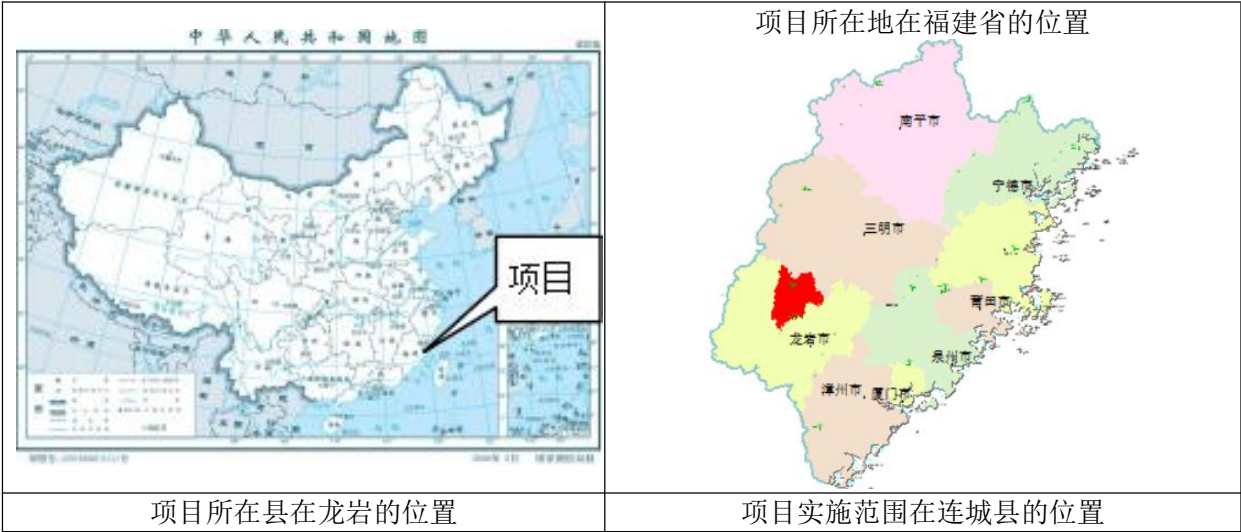
1.1.3 本监测期内所产生的碳汇量

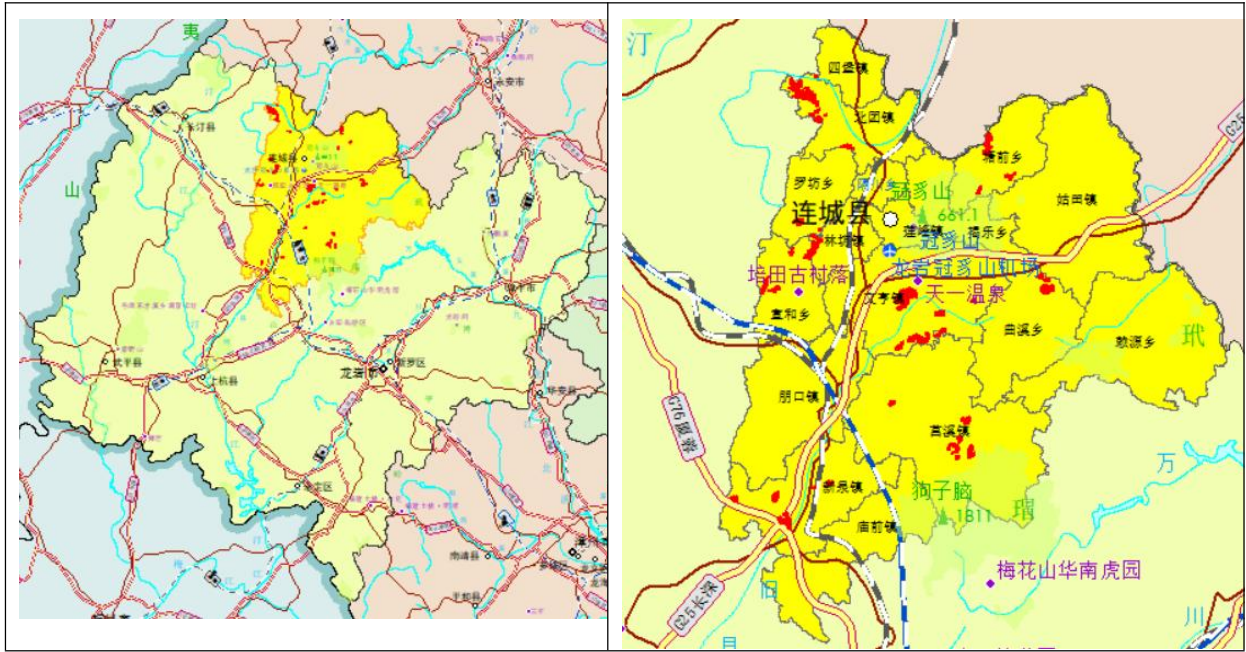
本监测期（2020年9月22日~2025年2月28日）所产生的碳汇量（按4.4384年计）：39958.26tCO₂e。

1.2 项目的位置

项目坐落共涉及连城县北团镇大张村、到湖村、蕉坑村、张地井村，莒溪镇陈地村、高地村、莒市村、厦地村、厦庄村、溪源村，林坊镇上寨村，罗坊乡坪上村、邱赖村、肖坑村，曲溪乡军山村、罗胜村、曲溪村，塘前乡罗地村、上琴村、水源村、张地村，文亨镇湖峰村、蒋坊村、李屋村、南阳村、田头村、文保村、文亨乡林场，新泉镇北村村、联溪村、儒陂村、新罗村、洋梅村，宣和镇城溪村、前进村、紫林村等9个乡镇36个行政村，总面积1330.3041hm²（19955亩，具体见项目边界矢量图）。项目地理位置如下图：

图 1 项目位置示意图





项目地块边界通过地理信息系统软件将项目图斑边界的拐点坐标导出，详见附属材料第4项。

1.3 所采用的方法学

本项目采用福建省林业局公布的《福建碳中和林认定及其碳汇计量监测方法（试行）》（闽林文〔2024〕74号）。

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。

- 温室气体管理和气候变化管理及相关活动——碳中和（ISO 14068）
- 温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇（CCER—14—001—V01）
- 造林碳汇项目方法学（AR-CM-003-V01）
- 《福建省大型活动和公务会议碳中和实施方案（试行）》
- 《2006年国家温室气体清单编制指南》
- 《土地利用、土地利用变化与林业优良做法指南》
- 造林技术规程（DB35/T 84—2020）
- 森林抚育技术规程（DB35/T 1964—2021）
- 森林资源规划设计调查技术规程（GB/T 26424）
- 林业资源分类与代码 森林类型（GB/T 14721—2010）

1.4 项目设计期与监测覆盖日期

项目设计期：2012年12月17日~2044年9月21日；
本监测期覆盖日期：2020年9月22日~2025年2月28日，时长4.4384年。

2 项目实施

2.1 项目实施情况描述

(1)造林项目设计。从2012年开始，本项目边界内造林项目大部分有开展造林项目设计，共采集造林设计书69份，覆盖大部分项目边界；

(2)造林验收。从2013年开始，本项目边界内造林项目均有开展造林验收且均验收合格，共采集造林验收单85份，覆盖本项目全部项目边界；

(3)管护活动：本监测期内常态化开展日常巡护、森林火灾预防措施和有害生物防治等，在项目边界范围内从项目开始至本次监测，未发生森林火灾，未发现有害生物；

(4)幼林抚育、采（间）伐和补植：从造林设计书和验收单可以看出，自项目开始后，全部林地均有实施幼林抚育，部分地块有采取间伐和补植措施，本监测期内未开展采（间）伐和补植措施，共采集到抚育和补植验收单4份；

(5)人工更新：从项目开始至本次监测，未进行人工更新；

(6)其他森林经营：从项目开始至本次监测，除方法学规定的森林经营措施外，未开展其他森林经营活动；

项目边界内自然灾害和人为干扰的发生情况：本监测期内未发生火灾、病虫害、台风、干旱等自然灾害，也未发生土地利用变化等、土壤未受到扰动。聘请护林员通过林长制平台对项目区域及周边开展森林防火巡查，实施网络化护林，加密了巡查线路，提高了巡查频率，实施了巡查考核。

2.2 监测计划及其相关参数的调整情况

2.2.1 监测计划或方法学的偏移或变更

本次监测为首次监测，监测计划严格按照项目设计文件1.0版实施。

为使项目监测流程更加清晰，项目设计文件中，样地监测步骤由原方法学的6步增加至8步，调整了部分公式的顺序，修改了部分公式的表达，但计算结果与方法学的计算结果一致，未发生偏移。

2.2.2 项目信息或参数的修正

本次监测中，涉及5cm以下的木荷及枫香，在《温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇》（CCER—14—001—V01）表A1中没有胸径小于5的参数，如果使用表A2的阔叶树参数计算则出现全株生物量小于地上生物量的问题，不符合实际情况，故5cm以下的生物量计算仍使用 $\geq 5\text{cm}$ 的参数。项目信息和其余相关参数未作出调整与修正。

2.2.3 项目设计的变更

本次监测为首次监测，项目设计与监测同步，未对项目设计进行变更，本次监测报告版本为 1.0 版。

2.2.4 计入开始时间的变更

本次监测为首次监测，根据方法学，计入开始时间为 2020 年 9 月 22 日，本次监测未对计入开始时间作出变更。

2.2.5 碳汇项目的变更

本次监测未对项目作出变更。

3 监测系统的描述

3.1 监测流程

按照方法学规定和项目设计，第一步：在项目设计中已进行样本容量计算并分配到各碳层，采用“碳汇项目样地设置工具 V1.0”软件进行样地抽样，监测时将抽样结果导入手机 APP，并分析监测实施的可行性，组织技术力量形成监测组；第二步：根据样地抽样结果设置监测样地，对样地内的立木的胸径进行每木调查，调查记录树种（组）名称和胸径，树种（组）名称按《福建省地方森林资源监测体系小班区划调查代码表》的规定填写；第三步：将每木调查记录表进行扫描，形成样地调查记录表纸质材料和电子版两套档案资料归档保存，同时将每木调查记录表输入电子表，形成样地每木调查表；第四步：运用软件工具核算碳汇量，将样地每木调查表导入“福建碳中和林碳汇量核算工具 V1.0”软件，先按项目设计的生物量计算方法预估项目碳汇量，再利用导入的监测数据计算实施阶段的项目监测碳汇量。

3.2 监测组织的框架和职责

3.2.1 组织形式及人员职责分工

连城县林业局组织并印发项目开发相关文件，由连城县林区建设开发有限公司为项目开发单位，龙岩市林业调查规划所提供技术支持开发本项目，成立项目开发工作专班，由吴小龙任组长，具体成员有：巫桂龙、童梅君、汤长江、林荣标、巫楚森、吴晓杰、伍珊、黄茂勋、黄涛。工作专班下设办公室，主任由汤长江兼任，成员：黄涛（兼）、陈晓辉、黄晓京、周荣珺、卓连福、罗庆锋、

邹海南、谢正洋、罗海峰。专班主要职责：一是负责收集林权证（不动产权证）、造林设计、开工、验收以及相关森林经营管理佐证资料；二是负责外业工作组织与协调，外业调查组织，样地质量把关；三是负责项目边界的确定、项目设计文件和监测报告审核；四是负责项目开发协调沟通，负责碳汇开发合同制定与签订，做好与项目设计监测、审定、核查、备案、交易机构的协调工作，确保项目成功交易；五是协调项目开发单位制发林业碳票；六是负责做好相关宣传报道。项目监测采取第三方承包形式，主要工作有：一是对抽取的样地开展调查；二是基础资料收集，样地调查数据录入，数据统计分析；三是撰写项目设计文件和监测报告。项目所涉及的连城县地方国有林场和乡（镇）林业工作站配合监测样地调查、项目边界现场核实、项目涉及的森林经营、火灾、病虫害、林地权属证明等地块资料收集等。

3.2.2 监测系统的应急程序等

为了确保项目监测系统的安全，本项目监测系统建立相应的应急程序。

(1) **建立应急响应机制。**包括应急联系人、应急响应流程和应急资源等。一旦监测系统出现异常或紧急情况，能够迅速启动应急响应机制，确保问题得到及时解决。

(2) **建立数据安全应急机制。**为确保监测的连续性，项目边界、抽样布设和本次监测获取的数据（样地设置和每木调查数据）除纸质材料要归档保存外，还要形成电子文件，作为备份保存，电子文件要存储在安全可靠的存储介质中，并定期进行备份，一旦数据出现丢失或损坏等情况，能够迅速恢复数据，确保监测工作的连续性。

(3) **建立人员变动应急机制。**项目管理人员如发生变动，要及时将监测系统数据移交，填写移交清单。

(4) **建立自然灾害应急机制。**项目边界内如发生火灾、病虫害等自然灾害应按项目设计措施迅速应对。

3.3 监测方法学

《福建碳中和林认定及其碳汇计量监测方法（试行）》（闽林文〔2024〕74号通知）

3.4 项目边界的监测

本项目活动在实施过程中，实际的项目边界有可能出现与项目初始设计的边界不完全一致的情况。为获得真实、可靠的碳汇量和避免偏差，在整个项目运行期内，须保持对项目活动的实际边界的监测。结合本项目的具体情况，监测、处理、记录和存档下述事项如下：

(1) 测定项目中每个地块的实际边界；

(2) 核查各地块的实际边界与设计边界一致；

(3) 将测定的拐点坐标或项目边界输入地理信息系统，计算项目地块及各碳层的面积；

(4) 项目边界内未发生毁林、火灾或病虫害等导致本项目边界内的土地利用方式发生变化（转化为其他土地利用方式）。

3.5 项目基准线碳汇量的监测

本项目为造林项目，项目原有植被不纳入监测，按照方法学的适用条件，项目基线碳汇量为 0。本项目基准线碳储量根据项目监测结果和项目设计文件逐年数据推算（见本报告 5.1）得出，因此需要先计算监测碳储量后，再结合项目设计文件推算基线碳储量。

4 参数的确定

4.1 不需监测的数据和参数

不需要监测的参数，包括可以使用缺省值或只需要一次性测定即可确定的参数和数据。

数据/参数	SVD_j			
单位	$t \cdot m^{-3}$			
描述	树种 j 基本木材密度			
数据源	从下表中选择缺省值：			
	树种（组）	SVD_j	树种（组）	SVD_j
	桉树	0.578	其它杉类	0.359
	黑松	0.493	其它松类	0.424
	阔叶混	0.482	软阔类	0.443
	栎类	0.676	杉木	0.307
	楝树	0.443	湿地松	0.424
	柳杉	0.294	相思	0.443
	马尾松	0.380	硬阔类	0.598
	木荷	0.598	油杉	0.448
	木麻黄	0.443	杂木	0.515
	楠木	0.477	樟树	0.460
	针阔混	0.486	针叶混	0.405
	数据来源：《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。			
说明				

数据/参数	BEF_j
单位	无量纲
描述	生物量扩展因子，即地上生物量与树干生物量的比值

数据源	从下表中选择缺省值： 当乔木林公顷蓄积 $\leq 100 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 时，使用 BEF_1 的值，否则使用 BEF_2 的值。					
	树种（组）	BEF_1	BEF_2	树种（组）	BEF_1	BEF_2
	马尾松林	1.5565	1.2063	杨树林	1.5558	1.4184
	暖性针叶林	1.7119	1.3971	桉树林	1.2413	1.1266
	杉类	1.9085	1.2875	其它软阔类	1.4719	1.3335
	柏木林	1.7029	1.3593	针叶混	1.6166	1.3033
	栎类	1.3694	1.2693	阔叶混	1.4042	1.3587
	桦木林	1.3889	1.2416	针阔混	1.6713	1.3725
	其它硬阔类	1.5670	1.3104			
数据来源：乔木：《温室气体自愿碳汇项目方法学造林碳汇》（CCER—14—001—V01）。						
说明	-					

数据/参数	CF_j					
单位	$\text{tC} \cdot \text{t}^{-1}$					
描述	树种 j 生物质含碳率，用于将生物量转换成含碳量					
数据源	国家级的数据（如国家温室气体清单），见下表：					
	树种（组）	CF_{Total}	CF_{AGB}	树种（组）	CF_{Total}	CF_{AGB}
	马尾松林	0.5252	0.5254	桉树林	0.4730	0.4750
	暖性针叶林	0.5034	0.5045	其它软阔类	0.4730	0.4750
	杉类	0.4990	0.5003	针叶混	0.5005	0.5014
	柏木类	0.4847	0.4846	阔叶混	0.4718	0.4741
	栎类	0.4802	0.4827	针阔混	0.4861	0.4877
	其它硬阔类	0.4711	0.4734			
	数据来源：《温室气体自愿碳汇项目方法学造林碳汇》（CCER—14—001—V01）。					
说明	-					

数据/参数	RSR			
单位	无量纲			
描述	树种地下生物量与地上生物量之比，用于将地上生物量转换为全林生物量			
数据源	从下表中选择缺省值：			
	树种（组）	RSR	树种（组）	RSR
	杉木林	0.2332	桉树林	0.2832
	柏木林	0.2489	其他软阔类	0.2690
	马尾松林	0.2053	其他硬阔类	0.2572
	其他针叶林	0.2436	针叶混交林	0.2364
	栎树林	0.2610	针阔混交林	0.2561
	刺槐林	0.2767	阔叶混交林	0.2598
	数据来源：《温室气体自愿碳汇项目方法学造林碳汇》（CCER—14—001—V01）。			
说明	-			

数据/参数	$COMF_i$	
单位	无量纲	
描述	碳层 i 燃烧因子	
数据源	使用如下的默认值：	
	林龄（年）	缺省值
	3-5	0.46
	6-10	0.67
	11-17	0.5
	18 年以上	0.32
	数据来源：A/R CDM 项目活动生物质燃烧造成非 CO ₂ 温室气体排放增加的估算工具（V4.0.0，EB 65）；	
说明		

数据/参数	EF_{CH_4}
单位	g/kg
描述	碳层 i 甲烷排放因子
数据源	默认值：4.7。
说明	

数据/参数	EF_{N_2O}
单位	g/kg
描述	碳层 i N ₂ O 排放因子
数据源	默认值：0.26。
说明	

数据/参数	GWP_{CH_4}
单位	tCO ₂ e·tCH ₄ ⁻¹
描述	甲烷全球增温潜势
数据源	参考 IPCC 第五次评估报告缺省值：28
说明	

数据/参数	GWP_{N_2O}
单位	tCO ₂ e·tN ₂ O ⁻¹
描述	N ₂ O 全球增温潜势
数据源	参考 IPCC 第五次评估报告缺省值：265
说明	

4.2 项目实施阶段需监测的参数

项目参与方须对下表中所列参数进行监测。

数据/参数	A_i
单位	hm ²
描述	项目第 i 碳层的面积
数据源	野外测定或通过影像和 GIS 工具测定
测定步骤	采用国家森林资源清查或林业规划设计调查使用的标准操作程序（SOP）。
监测频率	监测时测定。
QA/QC 程序	采用国家森林资源清查或林业规划设计调查使用的质量保证和质量控制（QA/QC）程序。
说明	

数据/参数	A_{sp}
单位	hm ²
描述	样地面积
数据源	野外测定
测定步骤	采用国家森林资源清查或林业规划设计调查使用的标准操作程序（SOP）。
监测频率	项目监测时测定。
QA/QC 程序	采用国家森林资源清查或林业规划设计调查使用的质量保证和质量控制（QA/QC）程序。
说明	样地位置应用 GPS 或 BDS 记录且在图上标出。

数据/参数	DBH
单位	cm
描述	林木胸径
数据源	野外样地测定。
测定步骤	采用国家森林资源清查或林业规划设计调查使用的标准操作程序（SOP）。
监测频率	项目监测时测定。
QA/QC 程序	采用国家森林资源清查或林业规划设计调查使用的质量保证和质量控制（QA/QC）程序。
说明	

4.3 抽样方案的实施

项目抽样是通过工具软件抽样方式获取的，软件按照随机起点、固定间隔机械布点的方式分别

碳层抽取，并考虑边缘效应而在软件中自行调整。监测工作严格依照项目设计文件制定的方案实施，符合方法学和相关规定的要求。

4.3.1 抽样方案的实施

本次项目监测严格按照项目设计的样地位置落实样地，样地大小为 20×20 米，样地调查时，将样地四角坐标转到手机 APP 中，通过 GPS 定位确定西南角（或其他角）点的位置后，使用罗盘仪开展周界测量（周界测量数据见附件），GPS 确定的中心点坐标如下表（CGCS2000 国家大地坐标系，高斯-克里格投影 3 度分带第 39 带），其他四角坐标可根据此点推算。

表 1 监测样地中心点坐标表

样地号	碳层号	系统样地号	样地中心点	
			横坐标	纵坐标
1	1	4747	39475880	2829340
2	1	1304	39462240	2861650
3	1	6469	39493290	2838260
4	1	3029	39464980	2841180
5	2	681	39483130	2815540
6	2	192	39478560	2829860
7	2	442	39479080	2830180
8	3	23	39475780	2834180
9	3	89	39475900	2834180
10	3	155	39476020	2834220
11	4	1741	39495000	2837000
12	4	570	39485800	2848820
13	4	1157	39486940	2853460
14	5	3056	39485070	2834940
15	5	909	39462460	2840880
16	5	1989	39465520	2841940
17	6	825	39476280	2836020
18	6	1662	39477540	2836100
19	6	58	39475630	2836760
20	7	657	39484890	2816420
21	7	89	39483240	2817960
22	7	1218	39494020	2836680
23	8	375	39476340	2835360
24	8	1133	39477260	2835900
25	8	748	39476840	2835940
26	9	656	39466900	2812320
27	9	1113	39469190	2854480
28	9	105	39465340	2857880
29	10	1182	39481500	2831280
30	10	337	39464900	2843200
31	10	2027	39486960	2855360
32	11	751	39460330	2810440

样地号	碳层号	系统样地号	样地中心点	
			横坐标	纵坐标
33	11	3232	39462310	2807360
34	11	5717	39465200	2860260
35	12	1313	39480880	2833340
36	12	557	39463740	2844680
37	12	2069	39486860	2854900
38	13	453	39494380	2836460
39	13	794	39494800	2836480
40	13	113	39487130	2855520
41	14	343	39476520	2835780
42	14	547	39476610	2836020
43	14	139	39476450	2836140

本次监测为第一次监测，与项目设计同步进行，根据《方法学》，样地设计与监测调查同时开展。本监测的样地调查严格按设计文件规定方案实施，除样地布设软件在抽样调整时作出的调整外，未在监测阶段对抽样设计的样地空间分布作出调整。

本项目 11—14 号碳层因造林时间为 2022—2024 年，最大林龄仅 2 年多，本次监测基于保守性原则样地不予调查，生物质碳储量计 0，本次实施监测的 1—10 号碳层面积合计 877.2144hm²。

4.3.2 项目样地监测数据的计算

第一步：测定样地内所有活立木的胸径（*DBH*），起测胸径为 2cm。

第二步：利用生物量扩展因子法计算单株乔木的生物量，单株生物量结合树种含碳率确定每株乔木的生物质碳储量，累加得到样地水平生物量和碳储量数据。

（1）全株和地上生物量计算

首先通过调查计入期内不同年份（*t*）各碳层乔木的胸径（*DBH*），通过使用单株林木的全株生物量（见 CCER—14—001—V01 的表 A.1、表 A.2 和表 A.3）与林木胸径的相关方程，计算乔木林全株生物量及其地上生物量。

$$B_{i,p,m,t} | ABG_{i,p,m,t} = f(DBH_{AF,i,p,m,t}) \quad (1)$$

式中：

$B_{i,p,m,t} ABG_{i,p,m,t}$	第 <i>t</i> 年时，第 <i>i</i> 样地第 <i>j</i> 样木的全株生物量（地上生物量）； kg d.m.
$f(DBH_{AF,i,p,m,t})$	第 <i>i</i> 样地第 <i>j</i> 样木的全株生物量（地上生物量）与胸径（cm）的相关方程； kg d.m.
$DBH_{AF,i,p,m,t}$	第 <i>t</i> 年时，第 <i>i</i> 样地第 <i>j</i> 样木的胸径； cm
<i>i</i>	碳层号， <i>i</i> =1,2,3,……，无量纲
<i>p</i>	样地号， <i>p</i> =1,2,3,……，无量纲
<i>m</i>	样木号， <i>m</i> =1,2,3,……，无量纲

t 项目开始以来的年数, $t=1,2,3,\dots$, 无量纲

(2) 单株林木生物质碳储量计算

森林生物质碳储量是利用森林生物量含碳率将森林生物量转化为碳储量, 根据《方法学》使用如下公式计算:

$$c_{tree,i,p,m,t} = \frac{44}{12} \times B_{i,p,m,t} \times CF_m \times 10^{-3} \quad (2)$$

式中:

$c_{tree,i,p,m,t}$ 第 t 年时, 项目边界内第 i 碳层第 p 样地第 m 样木生物质碳储量; tCO_2e

$B_{i,p,m,t}$ 第 t 年, 目边界内第 i 碳层第 p 样地第 m 样木的全株生物量; $kg\ d.m.$

CF_m 第 m 样木的生物量含碳率; $tC \cdot (t\ d.m.)^{-1}$

i 碳层, $i=1,2,3,\dots$, 无量纲

p 碳层样地 $p=1,2,3,\dots$; 无量纲

$\frac{44}{12}$ CO_2 与 C 的分子量比; 无量纲

10^{-3} 将千克转为吨; 无量纲

t 项目开始以来的年数, $t=1,2,3,\dots$, 无量纲

(3) 样地平均单位面积生物质碳储量计算

$$C_{Plot,i,p,t} = \frac{\sum_m c_{Tree,i,p,m,t}}{A_p} \quad (3)$$

式中:

$C_{Plot,i,p,t}$ 第 t 年时, 项目边界内第 i 碳层第 p 样地林分单位面积生物质碳储量; $tCO_2e \cdot hm^{-2}$

$c_{Tree,i,p,m,t}$ 第 t 年时, 项目边界内第 i 碳层第 p 样地第 m 样木生物质碳储量; tCO_2e

A_p 第 t 年时, 项目边界内第 i 碳层第 p 样地的样地面积; hm^2

i 项目碳层, $i=1,2,3,\dots$; 无量纲

p 碳层样地 $p=1,2,3,\dots$; 无量纲

t 项目开始以来的年数, $t=1,2,3,\dots$; 无量纲

表2 项目监测样地生物量碳储量统计表

碳层号	样地号	样地面积	平均林龄	生物量 (t)	地上生物量 (t)	生物质碳储量 (tCCO _{2e})
1	1	0.04	11	2.30	2.00	4.21
1	2	0.04	11	2.51	2.12	4.75
1	3	0.04	11	1.06	0.86	1.94
1	4	0.04	12	1.91	1.63	3.58
2	5	0.04	11	2.57	2.10	4.70
2	6	0.04	12	0.80	0.69	1.47
2	7	0.04	12	1.34	1.41	2.38
3	8	0.04	12	1.98	1.57	3.63
3	9	0.04	12	2.01	1.57	3.66
3	10	0.04	12	1.83	1.47	3.32
4	11	0.04	11	0.33	0.27	0.60
4	12	0.04	10	1.66	1.37	3.08
4	13	0.04	11	1.46	1.23	2.69
5	14	0.04	9	0.86	0.73	1.59
5	15	0.04	9	1.35	1.13	2.50
5	16	0.04	9	1.39	1.18	2.62
6	17	0.04	9	3.02	2.29	5.22
6	18	0.04	9	1.33	1.00	2.29
6	19	0.04	9	2.54	1.92	4.38
7	20	0.04	9	1.33	1.09	2.44
7	21	0.04	8	1.33	1.09	2.44
7	22	0.04	8	0.43	0.35	0.79
8	23	0.04	8	1.30	1.18	2.48
8	24	0.04	8	1.32	1.19	2.29
8	25	0.04	8	0.93	0.82	1.77
9	26	0.04	5	0.50	0.38	0.86
9	27	0.04	7	1.38	1.03	2.39
9	28	0.04	7	1.88	1.42	3.29
10	29	0.04	6	0.53	0.43	0.96
10	30	0.04	6	1.19	0.98	2.19
10	31	0.04	6	1.59	1.30	2.91
合计		1.24		45.96	37.80	83.41

第三步：计算第 i 项目碳层样本平均数（平均单位面积生物质碳储量的估计值）及其方差：

碳层 i 平均单位面积生物质碳储量的估计值及方差由如下公式确定：

$$C_{Layer,i,t} = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} C_{Plot,p,i,t}}{n_i} \quad (4)$$

$$S_{C_{Layer,i,t}}^2 = \frac{n_i \times \sum_{p=1}^{n_i} C_{Plot,p,i,t}^2 - \left(\sum_{p=1}^{n_i} C_{Plot,p,i,t} \right)^2}{n_i \times (n_i - 1)} \quad (5)$$

式中：

$C_{layer,i,t}$	第 t 年时，项目边界内第 i 碳层平均单位面积生物质碳储量； $tCO_2e \cdot hm^{-2}$
$C_{Plot,i,p,t}$	第 t 年时，项目边界内第 i 碳层第 p 样地林分单位面积生物质碳储量； $tCO_2e \cdot hm^{-2}$
n_i	项目边界内第 i 项目碳层的监测样地数量；无量纲
$S_{C_{Layer,i,t}}^2$	第 t 年时，项目边界内第 i 碳层林分单位面积生物质碳储量的方差； $(tCO_2e \cdot hm^{-2})^2$
A_p	样地面积； hm^2
i	项目碳层 $i=1,2,3,\dots$ ；无量纲
p	样地数量 $p=1,2,3,\dots$ ；无量纲
t	项目开始以来的年数， $t=1,2,3,\dots$ ；无量纲

表 3 项目监测碳层单位面积生物质碳储量方差统计表

碳层号	碳层面积 (hm^2)	样地 个数	样地总 面积 (hm^2)	样地生物质碳 储量 (tCO_2e)	单位面积生物质 碳储量 ($tCO_2e \cdot hm^{-2}$)	单位面积生物质碳 储量的方差 ($tCO_2e \cdot hm^{-2}$)
1	274.5638	4	0.16	14.48	90.48	931.46
2	30.1633	3	0.12	8.55	71.25	1739.82
3	7.7498	3	0.12	10.61	88.45	22.10
4	70.5592	3	0.12	6.37	53.10	1109.26
5	129.7054	3	0.12	6.70	55.87	196.90
6	89.0868	3	0.12	11.89	99.07	1415.03
7	67.493	3	0.12	5.66	47.20	569.28
8	46.2023	3	0.12	6.54	54.53	86.45
9	60.1138	3	0.12	6.54	54.46	936.38
10	101.577	3	0.12	6.06	50.51	605.25
合计	877.2144	31	1.24	83.41	664.91	7611.95

第四步：计算项目边界内单位面积乔木生物质碳储量及其方差：

$$C_{proj,t} = \sum_{i=1} (w_i \times C_{layer,i,t}) \quad (6)$$

$$S_{C_{proj,t}}^2 = \sum_{i=1} (w_i^2 \times \frac{S_{C_{layer,i,t}}^2}{n_i}) \quad (7)$$

式中：

$C_{proj,t}$	第 t 年时，项目林分单位面积生物质碳储量； $tCO_2e \cdot hm^{-2}$
w_i	项目第 i 碳层面积权重；无量纲
$C_{layer,i,t}$	第 t 年时，项目边界内第 i 碳层林分单位面积生物质碳储量； $tCO_2e \cdot hm^{-2}$
$S_{C_{proj,t}}^2$	第 t 年时，项目林分单位面积生物质碳储量的方差； $(tCO_2e \cdot hm^{-2})^2$
n_i	项目边界内第 i 碳层的监测样地数量；无量纲
$S_{C_{layer,i,t}}^2$	第 t 年时，项目边界第 i 碳层林分单位面积生物质碳储量的方差；
i	项目碳层， $i=1,2,3,\dots$ ；无量纲
t	项目开始以来的年数， $t=1,2,3,\dots$ ；无量纲

第五步：计算项目边界内乔木生物质碳储量及其不确定性：

$$C_{TREE_PROJ,t} = A \times C_{proj,t} \quad (8)$$

$$UNC_{proj,t} = \frac{t_{VAL} \times S_{C_{proj,t}}}{C_{proj,t}} \quad (9)$$

式中：

$C_{TREE_PROJ,t}$	第 t 年时，项目边界内林分生物质碳储量；tCO ₂ e
A	项目总面积；hm ²
$C_{proj,t}$	第 t 年时，项目林分单位面积生物质碳储量；tCO ₂ e·hm ⁻²
$UNC_{proj,t}$	第 t 年时，以抽样调查的相对误差限（%）表示的项目单位面积林分生物质碳储量的不确定性；%
$S_{C_{proj,t}}$	第 t 年，项目边界内平均单位面积森林生物质碳储量的估计值的标准差；tCO ₂ e·hm ⁻²
t_{VAL}	可靠性指标：通过危险率（1-置信度）和自由度（N-M）查 t 分布双侧分位数，其中 N 是项目样地总数，M 是项目碳层数量。置信度取 90%。
t	项目开始以来的年数， $t=1,2,3,\dots$ ；无量纲

表 4 项目监测不确定性统计表

监测面积 (hm ²)	监测平均单位 生物质碳储量 (tCO ₂ e·hm ⁻²)	监测碳层 数	监测样 地数	监测平均单位面积生 物质碳储量的方差 (tCO ₂ e·hm ⁻²)	t 分布值	不确定性 (%)
877.2144	70.2286	10	31	37.5653	1.7207	15.02

5 碳汇量的监测

按照《方法学》和引用相关文件要求，项目碳储量所选择的碳库包括生物质碳库、死有机质碳库、土壤有机质碳库，生物质碳库主要通过监测获取，死有机质碳库和土壤有机质碳库依据文献和相关规定计算。本次监测为首次监测，项目基准线碳储量根据项目设计文件与本次监测数量推算。本监测期的生物质碳储量的校正，根据不确定性进行调减。

5.1 基准线碳储量的核算

项目监测基准线碳储量采用下列公式进行计算：

$$C_{BSL,t} = C_{TREE_BSL,t} + C_{DOM_BSL,t} + C_{SOC_BSL,t} \quad (10)$$

式中：

$C_{BSL,t}$	第 t 年时的基准线碳储量；tCO ₂ e
$C_{TREE_BSL,t}$	第 t 年时，项目边界内基准线木（竹）生物质碳储量；tCO ₂ e

$C_{DOM_BSL,t}$ 第 t 年时，项目边界内基准线森林死有机质碳储量；tCO₂e

$C_{SOC_BSL,t}$ 第 t 年时，项目边界内基准线森林土壤有机碳储量；tCO₂e

5.1.1 基准线生物质碳储量核算

本次监测为首次监测，项目基准线碳储量根据项目设计文件与本次监测数量推算。先计算设计阶段从首次监测时间（ T_1 ）到项目设计期开始时（ t_0 ）的逐年生物质碳储量的比例，再根据核查的首次监测项目生物质碳储量，采用如下公式逐年计算上一年的生物质碳储量，直至项目设计期开始时（第 t_0 年，需按该年剩余的天数计算变化量）为止，得到的最终值即为基准线生物质碳储量

（ $C_{BSL,t}$ ）：

$$C_{TREE_PROJ,i,T_1-1} = C_{TREE_PROJ,i,T_1} / (C_{TREE_BSL,i,T_1} / C_{TREE_BSL,i,T_1-1}) \quad (11)$$

式中：

C_{TREE_PROJ,i,T_1-1} 首次监测第 i 碳层第 T_1-1 年的生物质碳储量；tCO₂e

C_{TREE_PROJ,i,T_1} 首次监测第 i 碳层第 T_1 年的碳储量，首个值为监测生物质碳储量，为 4.3.2 第五步计算的结果；tCO₂e

C_{TREE_BSL,i,T_1} 设计阶段预估的第 i 碳层第 T_1 年的生物质碳储量，从项目设计文件附表中获取；tCO₂e

C_{TREE_BSL,i,T_1-1} 设计阶段预估的第 i 碳层第 T_1-1 年的生物质碳储量，从项目设计文件附表中获取；tCO₂e

5.1.2 基准线死有机质碳储量核算

首次监测计算基准线死有机质碳储量的值，在取得基准线生物质碳储量后，使用以下公式计算：

$$C_{DOM_BSL,t} = C_{DOM_PROJ,t} \times C_{TREE_BSL,t} / C_{TREE_PROJ,t} \quad (12)$$

式中：

$C_{DOM_BSL,t}$ 第 t 年时，项目情景下森林死有机质的基准线碳储量；tCO₂e

$C_{DOM_PROJ,t}$ 第 t 年时，项目情景下森林死有机质的监测碳储量；tCO₂e

$C_{TREE_BSL,t}$ 第 t 年时，项目情景下基准线生物质碳储量；tCO₂e

$C_{TREE_PROJ,t}$ 第 t 年时，项目情景下监测生物质碳储量，为 4.3.2 第五步计算的结果；tCO₂e

t 项目开始以来的年数， $t=1,2,3,\dots$ ，无量纲

5.1.3 基准线森林土壤有机碳储量核算

基准线森林土壤有机碳储量采用如下公式计算：

$$C_{SOC_BSL,t} = \sum_i C_{SOC_BSL,i,t} \quad (13)$$

$$C_{SOC_BSL,i,t} = \frac{44}{12} \times \sum_j \sum_m (\delta SOC_{i,j,m} \times A_{i,j,m}) \quad (14)$$

式中：

$C_{SOC_BSL,t}$	第 t 年时，项目边界内基准线土壤有机质的碳储量；tCO ₂ e
$C_{SOC_BSL,i,t}$	第 t 年时，项目边界内第 i 项目碳层土壤有机碳储量的年变化量；tCO ₂ e·a ⁻¹
$\delta SOC_{i,j,m}$	项目边界内第 i 项目碳层第 j 图斑第 m 林龄土壤有机碳密度平均年变化量；tC·hm ⁻² ·a ⁻¹ ；见方法学附表 6
$A_{i,j,m}$	项目边界内第 i 项目碳层第 j 图斑的面积；单位为公顷（hm ² ）
i	项目边界内基准线碳层，i=1,2,3,……；无量纲
j	第 i 碳层第 j 图斑，j=1,2,3,……；无量纲
m	第 i 碳层第 j 图斑的林龄，m=0,1,2,3,……第 t 年的林龄；a
$\frac{44}{12}$	CO ₂ 与 C 的分子量比；无量纲
t	项目开始以来的年数，t=1,2,3,……；无量纲

表 5 项目基准线碳储量统计表

碳层号	碳层面积 hm ²	生物质碳储量 (tO ₂ e)		死有机质碳储量 (tO ₂ e)		土壤有机碳储量 (tO ₂ e)	
		监测	基准线	监测	基准线	监测	基准线
1	274.5638	24842.87	11106.62	1668.54	714.99	-1196.26	-2166.86
2	30.1633	2149.07	1179.98	154.88	81.51	-124.51	-212.80
3	7.7498	685.45	317.74	45.62	24.80	-24.73	-47.85
4	70.5592	3746.65	1832.37	243.24	116.33	-330.06	-557.79
5	129.7054	7246.23	3124.37	463.42	199.81	-725.63	-708.30
6	89.0868	8825.81	2311.17	748.78	196.08	-446.75	-486.49
7	67.4930	3185.63	979.52	200.97	61.79	-402.33	-302.57
8	46.2023	2519.57	841.50	181.37	60.58	-277.78	-184.54
9	60.1138	3274.05	360.94	274.08	30.22	-382.06	-93.16
10	101.5770	5130.15	226.75	323.71	14.31	-768.98	-107.76
合计	877.2144	61605.50	22280.98	4304.61	1500.43	-4679.08	-4868.12

5.2 项目碳储量核算

项目碳储量，等于拟议的项目活动边界内所选碳库的碳储量之和，减去项目边界内产生的森林火灾温室气体排放量（ $GHG_{FR,t}$ ）和非森林火灾干扰造成的碳排放量（ $C_{DIST,t}$ ）。

$$C_{ACTUAL,t} = C_{PROJ,t} - GHG_{FR,t} - C_{DIST,t} \quad (15)$$

式中：

$C_{ACTUAL,t}$	第 t 年时的项目净碳储量；tCO ₂ e
$C_{PROJ,t}$	第 t 年时的项目碳库碳储量；tCO ₂ e
$GHG_{FIRE,t}$	项目计入期内，上次监测到第 t 年，项目边界内由于森林火灾引起的非 CO ₂ 温室气体的排放量；tCO ₂ e
$C_{DIST,t}$	项目计入期内，上次监测到第 t 年，项目边界内非森林火灾干扰造成的碳排放量；tCO ₂ e
t	项目开始以来的年数， $t=1,2,3,\dots$ ，无量纲

5.2.1 碳库碳储量

造林碳汇项目，主要考虑项目活动下森林生物质碳储量、土壤有机碳储量、森林死有机质碳储量。采用下列公式进行计算：

$$C_{PROJ,t} = C_{TREE_PROJ,t} + C_{DOM_PROJ,t} + C_{SOC_PROJ,t} \quad (16)$$

式中：

$C_{PROJ,t}$	第 t 年时，项目边界内碳库的碳储量；tCO ₂ e
$C_{TREE_PROJ,t}$	第 t 年时，项目情景下林木生物质的碳储量，为 4.3.2 第五步计算的结果；tCO ₂ e
$C_{DOM_PROJ,t}$	第 t 年时，项目情景下森林死有机质的碳储量；tCO ₂ e
$C_{SOC_PROJ,t}$	第 t 年时，项目边界内土壤有机碳储量，参照 5.1.3 计算；tCO ₂ e
t	项目开始以来的年数， $t=1,2,3,\dots$ ，无量纲

其中：项目森林死有机质碳储量的计算，采用缺省值的方法进行估算，计算公式如下：

$$C_{DOM_PROJ,t} = \frac{44}{12} \times \sum_i \sum_j (AGB_{PROJ,i,j,t} \times (DF_{LI,i,j} \times CF_{LI,j} + DF_{DW,i,j} \times CF_{DW,j}) \times A_{i,t}) \quad (17)$$

式中：

$C_{DOM_PROJ,t}$	第 t 年时，项目边界内项目情景枯落物的碳储量；tCO ₂ e
$AGB_{PROJ,i,j,t}$	第 t 年项目边界内第 i 碳层树种 j 的单位面积地上生物量；t d.m.·hm ⁻²

$DF_{LI,i,j}$	第 i 碳层树种 j 的枯落物量与地上生物量的比值，无量纲，见方法学附表 4。
$DF_{DW,i,j}$	第 i 碳层树种 j 的枯死木与地上生物量的比值，无量纲，见方法学附表 5。
$CF_{LI,j}$	树种 j 的枯落物含碳率； $tC \cdot (t d.m.)^{-1}$ ，缺省值 0.37
$CF_{DW,j}$	树种 j 的枯死木含碳率； $tC \cdot (t d.m.)^{-1}$ ，缺省值 0.37
$A_{i,t}$	第 t 年时，第 i 碳层森林面积， hm^2
i	碳层， $i=1,2,3,\dots$ ，无量纲
j	树种， $j=1,2,3,\dots$ ，无量纲
$\frac{44}{12}$	CO_2 与 C 的分子量比；无量纲
t	项目开始以来的年数， $t=1,2,3,\dots$ ，无量纲

5.2.2 森林火灾造成的碳储量的变化量

项目情景下发生森林火灾区域需要被准确测量勾绘出来，具体要求见监测部分。按照 IPCC 国家温室气体清单指南中的规定，项目情景下由森林火灾造成的非 CO_2 温室气体的排放量计算如下：

$$GHG_{FIRE,t} = \sum [A_{BURN,t} \times AGB_{i,t} \times COMF_i \times (EF_{CH_4} \times GWP_{CH_4} + EF_{N_2O} \times GWP_{N_2O})] \times 10^{-3} \quad (18)$$

式中：

$GHG_{FIRE,t}$	第 t 年时，项目情景下由森林火烧引起地上生物质燃烧造成的非 CO_2 温室气体的排放量， tCO_2e
$A_{BURN,t}$	第 t 年时，第 i 项目碳层发生燃烧的土地面积， hm^2
$AGB_{i,t}$	第 t 年时，第 i 项目碳层发生火灾前，项目情景下单位面积地上乔木生物量， $t d.m. \cdot hm^{-2}$
$COMF_i$	碳层 i 燃烧因子，无量纲
EF_{CH_4}	CH_4 排放因子， $g \cdot kg^{-1}$
EF_{N_2O}	N_2O 排放因子， $g \cdot kg^{-1}$
GWP_{CH_4}	CH_4 全球增温潜势（IPCC 第五次评估报告，缺省值：28）， $tCO_2e \cdot tCH_4^{-1}$
GWP_{N_2O}	N_2O 全球增温潜势（IPCC 第五次评估报告，缺省值：265）， $tCO_2e \cdot tCH_4^{-1}$
i	项目碳层， $i=1,2,3,\dots$ ，无量纲
t	项目开始以来的年数， $t=1,2,3,\dots$ ，无量纲

项目边界内未发生森林火灾，森林火灾造成的非 CO₂ 温室气体的排放量为 0。

5.3 泄漏的监测

根据《方法学》，本项目不考虑农业活动的转移、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，且采伐指标无法转让或转移，因此，本项目活动无潜在泄漏，视为 0。
 $C_{DIST,t}$ 项目边界内未发生占用林地等非森林火灾干扰，该项值为 0。

5.4 应对非持久性风险而扣减的碳汇量监测（适用于林业和其他碳汇类项目）

本项目根据方法学的适用条件，项目监测时非持久性风险按实际监测，本项目为首次监测，与项目设计同步，监测的项目边界与项目设计相同，未发生森林灾害和土地利用变化，无非持久性风险扣减量。

5.5 碳汇量监测汇总

项目开始后第项目碳汇量，按如下公式核算：

$$C_{AR,t} = C_{ACTUAL,t} - C_{BSL,t} - C_{DR,t} - LK \quad (19)$$

式中：

$C_{AR,t}$	项目第 t 年的项目碳汇量；tCO ₂ e
$C_{ACTUAL,t}$	第 t 年时的项目净碳储量；tCO ₂ e
$C_{BSL,t}$	第 t 年时的基准线碳储量；tCO ₂ e
$C_{DR,t}$	第 t 年监测时生物质碳储量的不确定性调减量；tCO ₂ e
t	项目开始后的第 t 年，单位为年（a）
LK	项目监测间隔期的泄漏量，tCO ₂ e；

其中：生物质碳储量的不确定性调整量按以下方法计算：

本文件仅要求乔木生物质碳储量的监测精度进行控制，要求达到 90%可靠性水平下 90%的精度。
如果测定的不确定性大于 10%，本项目选择下述的方法打折：

$$C_{DR,t} = (C_{TREE_PROJ,t} - C_{TREE_BSL,t}) \times DR \quad (20)$$

式中：

$C_{DR,t}$	时间区间内，项目林分生物质碳储量的不确定性调整量；tCO ₂ e
$C_{TREE_PROJ,t}$	第 t 年时，项目边界内的林分生物质碳储量；tCO ₂ e
$C_{TREE_BSL,t}$	第 t 年时，项目边界内的林分生物质碳储量；tCO ₂ e
DR	基于监测结果不确定性的调减因子；%

表 6 碳汇量监测调减因子表

不确定性 (%)	DR(%)	
	$C_{PRJ,t2} - C_{PRJ,t1} > 0$	$C_{PRJ,t2} - C_{PRJ,t1} < 0$
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%	增加监测样地数量	

本项目不确定性为 15.02%，调减因子为 6%。

表 7 项目监测碳储量变化量统计表

项目	生物质碳储量 (tCO ₂ e)	死有机质碳储量 (tCO ₂ e)	土壤有机碳储量 (tCO ₂ e)	合计 (tCO ₂ e)
监测量	61605.50	4304.61	-4679.08	61231.02
前期量	22280.98	1500.43	-4868.12	18913.29
变化量	39324.52	2804.18	189.03	42317.74

表 8 项目监测碳汇量统计表

本监测期	监测面积 (hm ²)	调减后生物质 碳储量 增量 (tCO ₂ e)	死有机质 碳储量 增量 (tCO ₂ e)	土壤有机质 碳储量 增量 (tCO ₂ e)	泄漏量 (tCO ₂ e)	项目 碳汇量 (tCO ₂ e)
2020 年 9 月 22 日 —2025 年 2 月 28 日	877.2144	36965.05	2804.18	189.03	0.00	39958.26

5.6 实际碳汇量与登记的项目设计文件中预先估算值的比较

表 9 项目监测实际碳汇量与项目设计文件预告估算对比表

项目	登记的项目设计文件中的预先估算值	本监测期内项目实际碳汇量
碳汇量	设计文件至监测时（2020 年 9 月 22 日～2025 年 2 月 28 日）总碳汇量 23710.25tCO ₂ e 设计年均碳汇量：5342.07tCO ₂ e	本监测期（2020 年 9 月 22 日～2025 年 2 月 28 日）碳汇量 39958.26tCO ₂ e 本监测期年均碳汇量：9002.85tCO ₂ e

5.7 对实际碳汇量与登记的项目设计文件中预先估算值的差别的说明

本项目从项目计入起算至项目监测时（2020 年 9 月 22 日～2025 年 2 月 28 日）预估的总碳汇量 23710.25tCO₂e，年均碳汇量为 5342.07tCO₂e，本监测期（2020 年 9 月 22 日～2025 年 2 月 28 日）实际产生的碳汇量 39958.26tCO₂e，年均实际产生的碳汇量 9002.85tCO₂e。项目实际产生的碳汇量高于项目设计预估的碳汇量，主要误差来源有：一是林分密度影响，项目设计时按照造林验收单的种植密度设计，实际监测中发现绝大部分样地的密度大于造林密度，未充分预计原杉木林迹地的杉木萌生株数，以及造林地内马尾松或阔叶树飞籽等原因增加的林木，以至大部分样地株数明显高出设计密度；二是森林经营水平影响，本项目林地主要为国有林场经营，即使集体和个人的林地也是由县林业局统一组织工程队招标造林，一般均实施 3 年以上的幼林抚育，森林管护和巡查力度也较大，森林经营水平较高，森林质量总体高于社会平均水平；三是项目设计扣除了 10%应对非持久性风险的碳汇扣减量，项目监测因不确定性扣除了 6%的碳汇扣减量，两者之间有一定的数量差。项目设计时，生物量计算方法已使用结果数值最高的立地质量等级估测法结合福建一元材积方程进行估算，但仍未能达到实际监测的水平。

从生物质碳储量看，主要误差来源于 1 号、6 号和 10 号碳层，1 号杉木碳层面积 274.56 公顷，设计平均胸径 8.1cm，监测平均胸径 7.9cm，胸径误差 2.5%，设计平均密度 2484 株/公顷，监测平均密度 3069 株/公顷，密度误差 19.1%，生物质碳储量误差 24.3%，但因其面积较大，生物质碳储量绝对误差为 6037.73tCO₂e；6 号木荷碳层面积 89.02 公顷，设计平均胸径 5.9cm，监测平均胸径 6.1cm，胸径误差 3.3%，设计平均密度 3150 株/公顷，监测平均密度 4033 株/公顷，密度误差 21.9%，生物质碳储量误差 47.8%，生物质碳储量绝对误差为 4222.67tCO₂e；10 号杉木碳层面积 101.58 公顷，设计平均胸径 5.8cm，监测平均胸径 7.2cm，胸径误差 19.4%，设计平均密度 2508 株/公顷，监测平均密度 2892 株/公顷，密度误差 13.3%，生物质碳储量误差 58.8%，生物质碳储量绝对误差为 3014.16tCO₂e。

6 附件

附件 1：项目监测样地调查记录表、碳汇量计算表（另附，附属材料第 9 项）

附件 2：项目边界的拐点坐标（另附，附属材料第 4 项）

附件 3：其他说明或补充信息（另附，附属材料第 10 项）