

福建碳中和林认定及其碳汇计量监测方法
保护和恢复森林植被项目

监测报告（MR）

项目名称	龙岩市新罗区国有林场福建碳中和林保护和恢复森林植被碳汇项目
项目登记编号	FJFN—BHMF—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）	2.0 版
碳汇量监测报告的版本号	1.0 版本
碳汇量监测报告的完成日期	2025/1/22
监测期的顺序号	第一监测期
本监测期覆盖日期	2020/9/22~2024/12/31
申请项目登记的项目业主	龙岩市新罗区国有林场
项目所有者	龙岩市新罗区国有林场，江山镇铜钵村。
项目设计文件中预先估算的本监测期内碳汇量	36670.23 tCO ₂ e
本监测期内产生的碳汇量	33556.81 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	- 1 -
1.3 所采用的方法学	- 2 -
1.4 项目设计期与监测覆盖日期	- 3 -
2 项目实施	- 3 -
2.1 项目实施情况描述	- 3 -
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	- 12 -
5 碳汇量的监测	- 17 -
5.1 基准线碳储量的核算	- 18 -
5.2 项目碳储量核算	- 20 -
5.3 泄漏的监测	- 22 -
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)	- 22 -
5.5 碳汇量监测汇总	- 22 -
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	- 24 -
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	- 24 -
6 附件	- 24 -

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：通过实施龙岩市新罗区国有林场福建碳中和林保护和恢复森林植被碳汇项目，进一步加大天然商品林停伐保护力度和生态公益林管护力度，提升森林植被质量和固碳增汇能力。

碳汇措施：全面停止商业性采伐，通过抚育间伐、更新采伐、补植补造高固碳树种，提升森林活力、优化森林结构，促进森林固碳增汇。

所采用的技术和相关措施：本项目以固碳增汇为主要目的，全面停止商业性采伐，主要采取以下技术和措施：

（1）停止以收获木材为目的的森林经营；（2）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；（3）其他经营措施主要有：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，鼓励补植生长速率快、含碳率高的乡土良种壮苗；加强病虫害防治与森林防火等。

项目开始时间：2020 年 9 月 22 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，由龙岩市新罗区国有林场向龙岩市林业局提出申请后组织实施，项目登记号为：FJFN—BHFF—LY2025001。

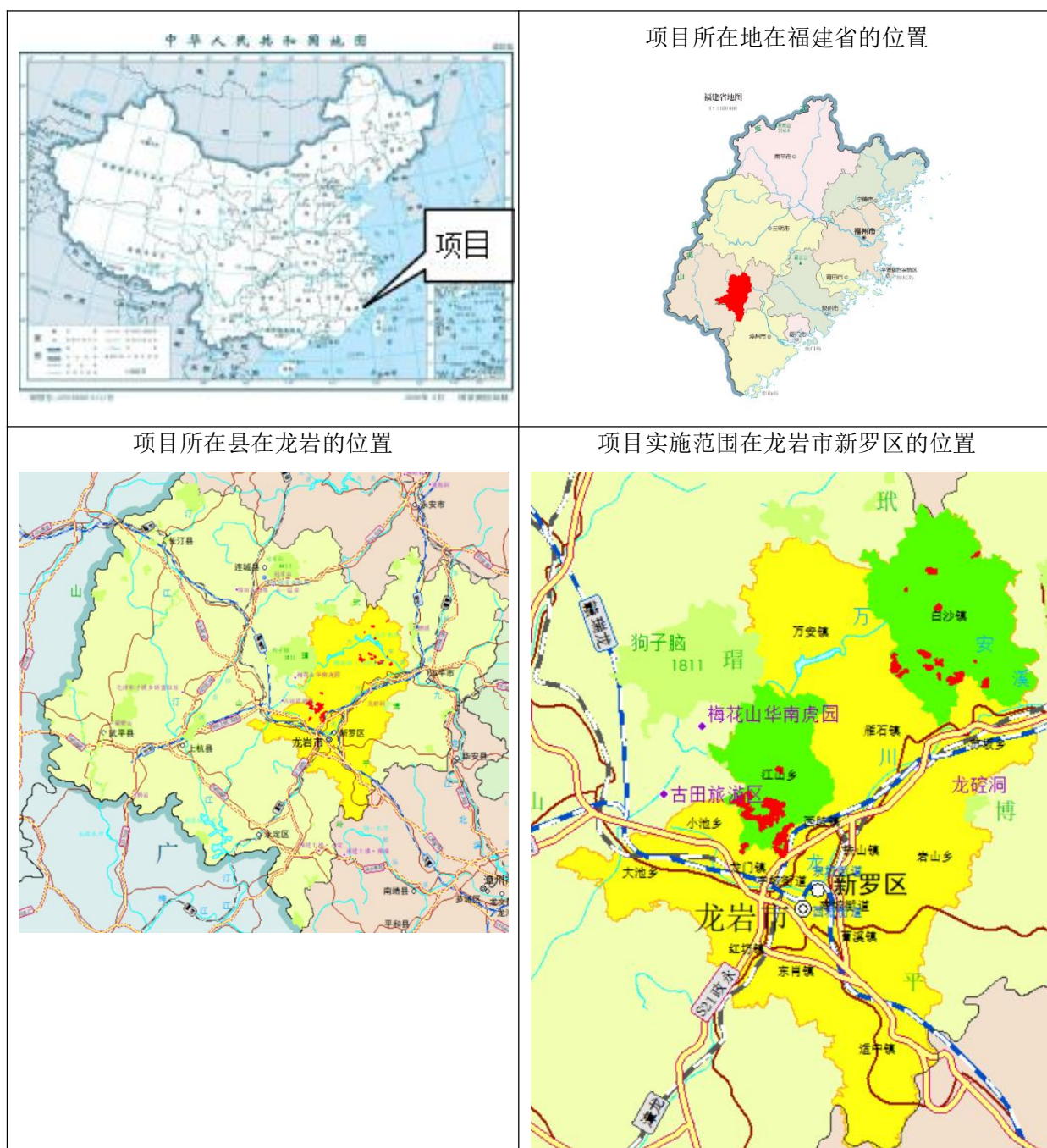
1.1.3 本监测期内所产生的碳汇量

本监测期（2020 年 9 月 22 日～2024 年 12 月 31 日）所产生的碳汇量（按 4.2767 年计）：
33556.81tCO₂e。

1.2 项目的位置

项目坐落共涉及龙岩市新罗区白沙镇白沙村、大科村、罗坪村、吕洋村、南卓村、内村村、苏益田村、小溪村、岩下村、营头村，江山镇林祠村、山塘村、村美村、铜砵村等 2 个乡镇的 14 个行政村，总面积 1540.5253hm²（23108 亩，具体见项目边界矢量图）。项目位置详见下图。

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）
保护和恢复森林植被碳汇项目方法学（AR-CM-003-V01）
竹林经营碳汇项目方法学（AR-CM-005-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：2020 年 9 月 22 日～2044 年 9 月 21 日，共设计 20 年；
本监测期覆盖日期：2020 年 9 月 22 日～2024 年 12 月 31 日，时长 4.2767 年。

2 项目实施

2.1 项目实施情况描述

(1) 管护活动：本监测期内常态化开展日常巡护、森林火灾预防措施等，未开展补植、采伐活动，未发生森林火灾，未发现有害生物；

(2) 采（间）伐和补植：本监测期内未开展采（间）伐和补植措施；

(3) 人工更新：本监测期内，未进行人工更新；

(4) 其他森林经营：本监测期内，未开展施肥、除灌等森林经营活动等；

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人为干扰、土壤未受到扰动等。项目区域为松材线虫发生区，为防止松材线虫害传播对项目造成较大干扰，本项目在设计时将马尾松占比二成以上（含二成）的地块排除在项目之外；聘请护林员对项目区域及周边开展森林防火巡查，加密了巡查线路，提高了巡查频率（见林长制平台巡护线路截图）。

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 2.0 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

本次监测未对项目信息和相关参数作出调整与修正，监测结果测算不确定性为 23.04%，项目业主选择按方法学扣减相应的碳汇量，不选择增设样地以降低不确定性。

2.2.3 项目设计的变更

本项目设计之初原划分 14 个碳层，面积 1692.0041hm²，在开展项目监测时发现，黄连孟一带高山顶难以到达，经找当地林业站和护林员了解，确实找不到道路，故拟将高山顶这部分的林地退出项目。与此同时，在项目监测过程中发现部分项目地块存在毛竹林、道路等应扣除的边界，在本次设计中，予以扣除。地块排除的保留项目面积 1540.5253hm²。

因部分地块退出本项目，引发项目边界的变化，故对碳层和涉及的样地进行调整，主要调整如下：

（1）碳层合并。经核对碳层分层情况，9 号和 10 号碳层树种、立地质量和林龄均相似，是按单位蓄积分为两个层的。因该两个碳层退出均约一半面积，因此，将该两个碳层进行合并。合并后保留 9 号碳层的名称，10 号碳层的林地并入 9 号碳层，样地数无需增加，取消 10 号碳层。

（2）重新计算样本容量。根据新的碳层，重新用 3 种生物量计算方法预估各碳层的生物质碳储量，并测算样本容量及在各碳层的分配数量，经测算，14 号碳层样地数为 5 个，其他碳层均为 3 个样地。

（3）样地重设。删除不在新边界范围内的顺序号为 2、25、27、28、29、31、44 号的样地。其中 1、9、11、14 号碳层涉及的 2、29、31、44 号样地，因项目边界该区域排除在项目外而导致样的变化，且原样地所在地块已删除，需要重新抽取。使用样地布设工具，从各碳层的保留系统样方中重新抽取，样地顺序号仍使用原有的样地号。25、27、28 号样地因碳层调整，予以剔除。

（4）样地位置调整。因线状或小块状林地退出项目边界而影响的样地，可以从与原样地连续的地块中取点，取点位优先选择南北向的 1—3 个系统点（系统总体按自西向东、从北向南

编号），其次再选择东西向的 1—3 个系统点，点位的选择尽可能与整个碳层的设计特征相近或略差，不得故意选择影像明显碳层其他地块更茂密的地方落点。本次在监测时 1 号样地涉及因公路的项目边界调整影响，将 1 号样地向南移动一个系统点位（20m）；22 号样地受竹林范围退出项目的影响，样地位置向北移动 2 个系统点位（40m，只移动 1 个点位 20m 无法避开边缘效应）。

以上调整已在项目设计文件 2.0 版中予以说明，本报告设计与 2.0 版设计文件一致，本次监测报告版本为 1.0 版。

2.2.4 计入开始时间的变更

本次监测未对开始时间作出变更。

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：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；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：运用碳汇计量工具计算碳汇量，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”软件计算项目碳汇量。

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

龙岩市新罗区林业局组织并印发项目开发相关文件，由龙岩市新罗区国有林场具体组织实施，龙岩市新罗区国有林场主要职责有：一是负责采集林权证明、经营证明、收益证明、与林权所有方的合同签订、村代会材料等相关资料的收集；二是监督监测样地抽取，项目设计文件和监测报告审核；三是开展项目登记申请、备案、交易以及后续的碳票开发；四是配合和监督第三方开展项目样

地监测；五是落实监测经费，确保监测工作能顺利完成；六是在项目开发过程中对重大事项进行决策。项目监测采取第三方承包形式，主要工作有：一是开展新罗区国有林场抽取的样地进行调查；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。项目所涉及的龙岩市新罗区国有林场、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

本项目为保护和恢复森林植被项目，按照方法学的适用条件，项目基线碳汇量为0。

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，包括那些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 $\leq 100 m^3 \cdot hm^{-2}$ 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	$tC \cdot t^{-1}$					
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	WW_{ty}
单位	无量纲
描述	加工 ty 类木（竹）产品产生的木竹材废料比例。这部分废料中的碳在加工过程中视作为立即排放。
数据源	缺省值 20%。
说明	-

数据/参数	LT_{ty}	
单位	年	
描述	ty 类木（竹）产品的使用寿命	
数据源	从下表选择缺省数据：	
	木（竹）产品类型	LT_{ty}
	建筑	50
	家具	30
	矿柱	15
	车船	12
	包装用材	8
	纸和纸板	3
	锯材	30
	人造板	20
	薪材	1
	数据来源： a) IPCC LULUCF 优良做法指南； b) COP 17 关于《京都议定书》第二承诺期 LULUCF 的决议； c) 白彦锋.2010.中国木质林产品碳储量。中国林业科学研究院博士学位论文。	
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	$tCO_2e \cdot tCH_4^{-1}$
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	$tCO_2e \cdot tN_2O^{-1}$
描述	N_2O 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	

数据/参数	H
单位	m
描述	林木高度
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	本项目使用一元方程，不测定树高。

数据/参数	ty
单位	无量纲
描述	采伐形成的木竹制品的种类
数据源	调查测定
测定步骤	对于个人为主的采伐，通过公众调查获得其采伐的林木的用途、销售去向，调查样本不少于所涉及个人的 10%。同时跟踪调查所销售林木的用途和产品种类及其比例；对于企业为主的采伐，记录销售去向，并跟踪调查所销售林木的用途和产品种类及其比例。
监测频率	项目设计时调查。
QA/QC 程序	
说明	本项目区域主要产品为锯材和人造板，比例分别为 17.7%和 82.3%。

数据/参数	$A_{burn,i,t}$
单位	hm ²
描述	第 t 年时，第 i 项目碳层在监测间隔期内的过火面积
数据源	大地坐标和/或遥感数据
测定步骤	-

监测频率	每次项目边界内火灾发生时
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。如果没有，可采用 IPCC GPG LULUCF2003 中说明的 QA/QC 程序
说明	

4.3 抽样方案的实施

项目生物质碳储量是通过抽样方式获取的，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	系统样方号	样地中心点	
			横坐标	纵坐标
1	1	1420	39521180	2806200
2	1	292	39498000	2785180
3	1	908	39518320	2809620
4	2	3149	39523020	2806760
5	2	885	39519780	2815880
6	2	2015	39522160	2807000
7	3	1923	39519840	2816340
8	3	34	39513720	2809180
9	3	982	39518980	2821200
10	4	1644	39521600	2806060
11	4	489	39513650	2809480
12	4	1068	39515150	2807600
13	5	268	39498460	2782320
14	5	507	39520080	2808660
15	5	39	39497260	2783280
16	6	1691	39499140	2785860
17	6	373	39498170	2785040
18	6	1042	39498740	2785400
19	7	299	39498420	2785140
20	7	755	39515280	2818540
21	7	1211	39518560	2820940
22	8	696	39497880	2793900
23	8	1327	39515370	2807320

样地号	碳层号	系统样方号	样地中心点	
			横坐标	纵坐标
24	8	60	39495440	2786220
26	9	988	39496440	2786980
29	9	359	39496060	2786860
30	9	1913	39519140	2821260
31	11	857	39513280	2808060
32	11	1275	39513390	2809500
33	11	52	39492660	2782660
34	12	2450	39498260	2784540
35	12	282	39495070	2787220
36	12	1354	39497000	2787140
37	13	616	39493580	2788100
38	13	2654	39495680	2786120
39	13	4671	39496710	2786720
40	14	6417	39496280	2789620
41	14	8880	39497680	2784140
42	14	11343	39498960	2783500
43	14	1491	39492940	2790300
44	14	2093	39493280	2787340

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，涉及项目边界调整的影响的样地，已在项目设计中作出变更。本监测的样地调查严格按设计文件规定方案实施，未对抽样设计的样地空间分布作出调整。

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 *t* 年时，第 *i* 碳层第 *p* 样地第 *m* 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* 样地第 *j* 样木的全株生物量（地上生物量）与胸径（cm）和（或）树高（m）的相关方程；kg d.m.

$DBH_{AF,i,p,m,t}$	第 t 年时, 第 i 碳层第 p 样地第 m 样木的胸径; cm
i	第 t 年时, 第 i 碳层第 p 样地第 m 样木的树高; m
p	碳层号, $i=1,2,3,\dots$, 无量纲
m	样地号, $p=1,2,3,\dots$, 无量纲
t	样木号, $m=1,2,3,\dots$, 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的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 ₂ e
$B_{i,p,m,t}$	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·(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p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 ₂ e·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 ₂ e
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 (tCO ₂ e)
1	1	0.04	36	1.1509	1.1358	2.0645
1	2	0.04	37	1.2712	1.5817	2.1958
1	3	0.04	50	2.8955	3.2219	5.0289
2	4	0.04	21	1.5868	1.6870	2.7964
2	5	0.04	18	6.8517	6.0675	12.3885
2	6	0.04	22	1.0449	0.8677	1.8637
3	7	0.04	18	4.9125	4.3065	8.8998
3	8	0.04	20	7.6218	6.3151	13.9079
3	9	0.04	28	2.1194	2.3773	3.7322
4	10	0.04	36	2.1879	2.3946	3.8660
4	11	0.04	40	1.8034	1.6040	3.2708
4	12	0.04	37	3.9028	4.2043	6.8257
5	13	0.04	41	5.1930	4.3586	9.6626
5	14	0.04	30	3.0356	2.8816	5.3746
5	15	0.04	29	4.6807	4.6538	8.3763
6	16	0.04	20	1.0744	1.3181	1.8565
6	17	0.04	23	2.4121	2.8649	4.1665
6	18	0.04	20	2.4605	3.0047	4.2502
7	19	0.04	23	0.6197	0.7573	1.0974
7	20	0.04	17	1.3354	1.5123	2.3547
7	21	0.04	28	5.5905	5.7923	9.8630
8	22	0.04	40	1.6284	2.0262	2.8197
8	23	0.04	37	2.3930	2.7111	4.1636
8	24	0.04	42	10.5594	9.9372	18.2399
9	26	0.04	75	1.3271	1.4256	2.3912
9	29	0.04	75	1.9560	2.1398	3.5641
9	30	0.04	71	4.3477	4.8536	7.5100
11	31	0.04	20	3.8908	4.2241	7.0089
11	32	0.04	25	5.3135	5.9626	9.2857
11	33	0.04	20	2.7586	3.1177	4.8378
12	34	0.04	28	2.1828	2.3333	3.7711
12	35	0.04	30	5.2819	5.8933	9.1238
12	36	0.04	30	1.1357	1.4571	1.9906
13	37	0.04	60	8.8959	8.8378	15.3665
13	38	0.04	42	3.5105	3.9744	6.0640
13	39	0.04	65	4.2355	4.3285	7.6441
14	40	0.04	60	6.7102	7.0446	11.5910
14	41	0.04	45	10.8993	10.2909	18.8271
14	42	0.04	42	6.0537	6.5057	10.4569
14	43	0.04	65	7.0296	7.6983	12.1431
14	44	0.04	60	3.6842	3.8926	6.5675
合计		1.64		157.5442	161.5613	277.2087

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：

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

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

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	44.4432	3	0.12	9.2892	77.4102	1753.3372
2	135.4118	3	0.12	17.0485	142.0712	21213.5218
3	113.7047	3	0.12	26.5400	221.1667	16180.1158
4	56.8475	3	0.12	13.9626	116.3549	2265.8203
5	28.1672	3	0.12	23.4135	195.1121	3026.1401
6	77.8879	3	0.12	10.2732	85.6100	1153.4223
7	55.0624	3	0.12	13.3152	110.9599	14040.6832
8	73.9614	3	0.12	25.2233	210.1939	45596.6214
9	58.8046	3	0.12	13.4653	112.2105	4494.6708
11	64.5384	3	0.12	21.1324	176.1031	3091.7851
12	131.8953	3	0.12	14.8855	124.0455	8614.8654
13	242.0546	3	0.12	29.0746	242.2884	15486.3615
14	457.7463	5	0.2	59.5856	297.9279	12290.0025

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_2e
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； $tCO_2e \cdot hm^{-2}$
$UNC_{proj,t}$	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； $tCO_2e \cdot hm^{-2}$
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 项目不确定性统计表

项目面积 (hm^2)	项目平均单位 生物质碳储量 ($tCO_2e \cdot hm^{-2}$)	项目碳层 数	项目 样地数	项目平均单位面积生 物质碳储量的方差 ($tCO_2e \cdot hm^{-2}$)	t 分布值	不确定性 (%)
1540.5253	206.17	13	41	497.37	1.70113	18.4

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；tCO ₂ e
$C_{SOC_BSL,t}$	第 t 年时，项目边界内基准线森林土壤有机碳储量；tCO ₂ e

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_0 ）到项目设计期开始时（ t_0 ）的逐年生物质碳储量的比例，再根据首次监测的项目生物质碳储量，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；tCO ₂ e
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；tCO ₂ e
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；tCO ₂ e
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；tCO ₂ e

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；tCO ₂ e
------------------	--

$C_{DOM_PROJ,t}$	第 t 年时，项目情景下森林死有机质的监测碳储量；tCO ₂ e
$C_{TREE_BSL,t}$	第 t 年时，项目情景下基准线生物质碳储量；tCO ₂ e
$C_{TREE_PROJ,t}$	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；tCO ₂ e
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， $i=1,2,3,\dots$ ；无量纲
j	第 i 碳层第 j 图斑， $j=1,2,3,\dots$ ；无量纲
m	第 i 碳层第 j 图斑的林龄， $m=0,1,2,3,\dots$ 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， $t=1,2,3,\dots$ ；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	44.4432	3440.36	3080.11	267.09	239.13	2178.42	1853.19
2	135.4118	19238.12	15774.57	1421.33	1173.67	447.43	-72.32
3	113.7047	25147.69	21528.13	1764.91	1510.88	945.39	351.05
4	56.8475	6614.48	6048.59	442.72	404.84	2317.51	1782.65
5	28.1672	5495.76	5130.39	343.83	320.98	681.75	474.71
6	77.8879	6667.98	5427.86	673.63	593.52	485.79	98.59
7	55.0624	6109.72	5171.40	488.44	422.21	680.01	262.37
8	73.9614	15546.24	14169.47	1098.21	1000.95	3878.39	3193.25
9	58.8046	6598.49	6291.41	500.94	477.63	3234.25	3234.25
11	64.5384	11365.41	9278.28	1022.58	912.93	512.96	113.24
12	131.8953	16361.01	13935.30	1345.81	1146.28	3644.17	2196.37
13	242.0546	58647.02	55950.21	4198.14	4005.09	13313.00	12842.08
14	457.7463	136375.40	128902.45	9846.63	9307.06	25176.05	24812.32
合计	1540.5253	317607.69	290688.18	23414.26	21515.17	57495.12	51141.74

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；tCO₂e

$C_{PROJ,t}$ 第 t 年时的项目碳库碳储量；tCO₂e

$GHG_{FIRE,t}$ 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 CO₂ 温室气体的排放量；tCO₂e

$C_{DIST,t}$ 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；tCO₂e

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

保护和恢复森林植被碳汇项目，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·(t d.m.) ⁻¹ ，缺省值 0.37
$CF_{DW,j}$	树种 j 的枯死木含碳率；tC·(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 CO₂ 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 CO_2 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，项目监测无非持久性风险。

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_2e
$C_{ACTUAL,t}$	第 t 年时的项目净碳储量； tCO_2e
$C_{BSL,t}$	第 t 年时的基准线碳储量； tCO_2e
$C_{DR,t}$	第 t 年监测时生物质碳储量的不确定性调减量； tCO_2e
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_2e ；

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_2e

$C_{TREE_PROJ,t}$ 第 t 年时，项目边界内的林分生物质碳储量； tCO_2e

$C_{TREE_BSL,t}$ 第 t 年时，项目边界内的林分生物质碳储量； tCO_2e

DR 基于监测结果不确定性的调减因子（见表 6）；%

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 18.4%，调减因子为 6%。

表 7 项目碳储量变化量统计表

项目	生物质碳储量 (tCO_2e)	死有机质碳储量 (tCO_2e)	土壤有机碳储量 (tCO_2e)	合计 (tCO_2e)
监测量	317607.69	23414.26	57495.12	398517.06
前期量	290688.18	21515.17	51141.74	363345.09
变化量	26919.51	1899.09	6353.38	35171.98

表 8 项目碳汇量统计表

本监测期	项目面积 (hm^2)	调减后生物质 碳储量 增量 (tCO_2e)	死有机质 碳储量 增量 (tCO_2e)	土壤有机质 碳储量 增量 (tCO_2e)	泄漏量 (tCO_2e)	项目 碳汇量 (tCO_2e)
2020 年 9 月 22 日 —2024 年 12 月 31 日	1540.5253	25304.34	1899.09	6353.38	0	33556.81

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	设计年限内（2020 年 9 月 22 日～2040 年 9 月 21 日）总碳汇量 153030.41tCO ₂ e 设计年限内年均碳汇量：7651.52tCO ₂ e	本监测期（2020 年 9 月 22 日～2024 年 12 月 31 日）碳汇量 33556.81tCO ₂ e 本监测期年均碳汇量：7846.43tCO 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

本项目设计期内（2020 年 9 月 22 日～2040 年 9 月 21 日）预估的总碳汇量 153030.41tCO₂e，年均碳汇量为 7651.52tCO₂e，本监测期（2020 年 9 月 22 日～2024 年 12 月 31 日）实际产生的碳汇量 33556.81tCO₂e，年均实际产生的碳汇量 7846.43tCO₂e。项目实际产生的年均碳汇量为项目设计预估的年均碳汇量的 102.5%，符合设计预期。

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）