

**中国温室气体自愿减排项目  
监测报告 (F-CCER-MR)  
第 1.0 版**

**监测报告(MR)**

项目活动名称	大埔县碳汇造林项目
项目类别 <sup>1</sup>	(一) 采用国家发改委备案的方法学开发的中国自愿减排项目
项目活动备案编号	537
项目活动的备案日期	2016年2月2日
监测报告的版本号	1.0
监测报告的完成日期	2017年1月15日
监测期的顺序号及本监测期覆盖日期	监测期序号：01 本监测期覆盖日期：2012年4月1日至2016年12月31日
项目业主	广东丰溪现代林业发展有限公司
项目类型	领域 14：造林与再造林
选择的方法学	碳汇造林项目方法学 AR-CM-001-V01
项目设计文件中预估的本监测期内温室气体减排量或人为净碳汇量	47,201
本监测期内实际的温室气体减排量或人为净碳汇量	37,785

<sup>1</sup> 包括四种：（一）采用经国家发展改革委备案的方法学开发的减排项目；（二）获得国家发展改革委批准但未在联合国清洁发展机制执行理事会注册的项目；（三）在联合国清洁发展机制执行理事会注册前就已经产生减排量的项目；（四）在联合国清洁发展机制执行理事会注册但减排量未获得签发的项目。

## A 部分. 项目活动描述

### A.1. 项目活动的目的和一般性描述

森林具有吸收 CO<sub>2</sub> 的功能，本项目拟通过植树造林，以增加森林碳汇量、减少大气中 CO<sub>2</sub> 的总体含量，达到减缓气候变暖趋势的目的。

为响应广东省绿化造林的号召，根据《广东省森林碳汇重点生态工程建设项目实施方案（2012-2015 年）》和《大埔县林地保护利用规划（2010-2020）》，广东丰溪现代林业发展有限公司通过多方筹集资金，于 2012 年初起，在广东省大埔县组织实施碳汇造林项目，造林规模为 7,400 公顷，造林活动开始于 2012 年 4 月，以开始造林地的整地活动为标志。从 2012 年至 2015 年的 4 年时间里，每年分别造林约 1,850 公顷，共计 7,400 公顷；其中荒地造林 4,248.86 公顷、疏残林地造林 3,141.14 公顷。造林活动开始前，造林地为宜林荒山或只有残次林附着的荒山，疏残林地的郁闭度小于 0.2，均为非农业和其它用地。

### A.2. 项目活动的位置

本项目位于广东省大埔县境内的湖寮镇、茶阳镇、高陂镇、青溪镇、三河镇、大麻镇、枫朗镇、银江镇、光德镇、大东镇、西河镇、桃源镇和百侯镇；具体地理位置如图 A.1 所示：



图 A.1 大埔县碳汇造林位置图

本项目所涉及的造林地块的四个顶点坐标分别为 N24°03'31" E116°54'27"、N24°03'31" E116°25'08"、N24°35'49" E116°25'08"和 N24°35'49" E116°54'27"。

本项目的事前项目边界采用 1:10000 的地形图进行现场勾绘，结合全球定位系统（GPS）实地测量，确定地块边界。本项目的地理范围由多个造林地块组成，具体地理边界信息见项目造林作业设计，各地块（小班）信息见本项目的项目设计文件附件 2。

### **A.3. 所采用的方法学**

本项目采用的方法学为经国家发展和改革委员会备案的温室气体自愿减排方法学《碳汇造林项目方法学》，方法学编号为 AR-CM-001-V01。

### **A.4. 项目活动计入期**

计入期类别：固定计入期。

计入期前 20 年：2012 年 4 月 1 日至 2032 年 3 月 31 日。

## B部分. 项目活动的实施

### B.1. 备案项目活动实施情况描述

本项目活动于 2012 年 4 月起，在广东省大埔县湖寮镇、茶阳镇、高陂镇、青溪镇、三河镇、大麻镇、枫朗镇、银江镇、光德镇、大东镇、西河镇、桃源镇和百侯镇组织实施碳汇造林项目，至 2015 年共造林 7,400 公顷；其中荒地造林 4,248.86 公顷、疏残林地造林 3,141.14 公顷。荒地造林密度为每公顷 1,335 株，疏残林地造林密度为每公顷 810 株，造林树种为木荷、枫香、香樟、红锥、山杜英、藜蒴等 6 个乡土阔叶树种，采用随机混交方式种植；栽植后连续抚育三年。第一年秋季抚育主要是松土、除草、培土，第二、三年春季抚育主要是松土、除草、培土、追肥兼顾补植。追肥标准为人工造林每穴追施 0.3kg 有机肥，套种补植每穴追施 0.5kg 有机肥。

造林成果如下表所示：

表 A.1 大埔县碳汇造林成果表

单位：公顷

乡镇	2012		2013		2014		2015	
	荒地造林	疏残林地造林	荒地造林	疏残林地造林	荒地造林	疏残林地造林	荒地造林	疏残林地造林
湖寮镇	66.27							41.27
茶阳镇	316.32	43.69		357.95				
高陂镇	386.63	132.26		132.77		76.30		722.45
青溪镇		6.12						
三河镇	74.43	126.45		59.50				134.53
大麻镇	379.31	289.30		26.14	41.10	145.40		64.21
枫朗镇	23.82	5.41	20.05			138.77	35.79	43.81
银江镇			150.91					
光德镇			715.13		1,079.40		610.57	
大东镇			205.43			169.27		157.96
西河镇				182.11				
桃源镇						151.70		
百侯镇						48.07	39.40	
合计	1,246.78	603.23	1,091.52	758.47	1,120.50	729.51	685.76	1,164.23
总计	1,850.01		1,849.99		1,850.01		1,849.99	
小班数	98		77		92		77	

在本监测期，没有发生影响方法学适用性的情况，未发生森林火灾、毁林等破坏项目区新造幼林的情况，也未发生病虫害等危害森林的灾害；本项目总体实施情况良好，实际造林面积与项目设计文件中描述面积相同，林木生长状况良好。

## **B.2. 项目备案后的变更**

### **B.2.1. 监测计划或方法学的临时偏移**

本监测期内不存在监测计划和方法学的临时偏移。

### **B.2.2. 项目信息或参数的修正**

本监测期内，由于 2014 年和 2015 年种植的各树种均未达到 5cm 的启测胸径，固本监测期未将 2014 年和 2015 年的造林面积纳入项目碳汇量计算，样地数量也由原来的 43 个调整为 26 个。

本监测期内，将固定监测样地的形状由矩形改进为国际上使用最多、无面积闭合差、边界木最少、调查效率高的圆形样地，监测样地面积与备案项目设计文件确定的样地面积一致，圆形样地面积为 0.06ha，圆形样地半径为 13.82m；样地数量不变，仍为 43 个；

### **B.2.3. 监测计划或方法学永久性的变更**

本监测期内不存在监测计划和方法学的永久性变更。

### **B.2.4. 项目设计的变更**

本监测期内不存在项目设计的变更。

### **B.2.5. 计入期开始时间的变更**

本监测期内不存在计入期开始时间的变更。

### **B.2.6. 碳汇项目的变更**

本监测期内不存在碳汇项目的变更。

## C部分. 对监测系统的描述

### C.1. 监测活动组织机构

为顺利实施本项目活动的监测，项目业主专门成立了监测活动实施实施小组，由公司总经理直接领导，并聘请有资质的林业勘察机构参与监测的实施，具体职能如下：

公司总经理：负责监测活动的组织；

监测小组负责人：配合林业勘察机构完成监测人员的培训，对现场监测人员所采集的数据进行抽样核查、整理、备案；

监测人员：负责现场数据采集与记录。

### C.2. 监测方法学

本项目采用经国家发展和改革委员会备案的方法学《碳汇造林项目方法学 AR-CM-001-V01》作为监测依据。

### C.3. 项目边界的监测

对项目边界的监测包括：

- 1) 测定项目中每个造林地块的实际边界（以林缘为界）；
- 2) 核查各造林地块的实际边界与设计边界是否一致；
- 3) 如果实际边界位于设计边界之外，则项目边界之外的活动无需纳入到本项目监测工作的范围之内；
- 4) 如果实际边界位于设计边界之内，则应以实际边界为准；
- 5) 如果由于发生毁林、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（转化为其它土地利用方式），则需首先确定这些地块的具体位置和面积，然后将其调整到边界之外。已移出项目边界外的地块，其后续一律不能再回归到项目边界内。

### C.4. 项目基线碳汇量的监测

本项目的系统设计文件已计入项目开始前需扣减的基线碳汇量，并规定不监测基线碳汇量的变化量；因此，本监测期不对基线散生木的碳汇变化量进行监测。

### C.5. 项目活动的监测

对项目活动的监测包括以下内容：

- 1) 造林活动：包括确定种源、育苗、林地清理和整地方式、栽植、成活率和保存率调查、补植、除草、施肥等措施；

- 2) 营林活动：抚育、间伐、施肥、主伐、更新、病虫害防治和防火措施等；
- 3) 项目边界内森林灾害（毁林、林火、病虫害）发生情况（时间、地点、面积、边界等）。

## C.6. 项目碳汇量的监测

根据方法学 AR-CM-001-V01，项目碳汇量，等于拟议的项目活动边界内各碳库中碳储量变化之和，减去项目边界内产生的温室气体排放的增加量，即：

$$\Delta C_{ACTURAL,t} = \Delta C_{P,t} - GHG_{E,t} \quad \text{公式 (1)}$$

其中：

- $\Delta C_{ACTURAL,t}$  第  $t$  年时的项目碳汇量； $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $\Delta C_{P,t}$  第  $t$  年时项目边界内所选碳库的碳储量变化量； $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $GHG_{E,t}$  第  $t$  年时由于项目活动的实施所导致的项目边界内非  $\text{CO}_2$  温室气体排放的增加量，项目事前预估时设为 0； $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

### C.6.1. 项目碳储量变化量的计算

第  $t$  年时，项目碳储量变化量  $\Delta C_{P,t}$  的计算公式如下：

$$\begin{aligned} \Delta C_{P,t} = & \Delta C_{TREE\_PROJ,t} + \Delta C_{SHRUB\_PROJ,t} + \Delta C_{DW\_PROJ,t} + \Delta C_{LI\_PROJ,t} \\ & + \Delta SOC_{AL,t} + \Delta C_{HWP\_PROJ,t} \end{aligned} \quad \text{公式 (2)}$$

其中：

- $\Delta C_{P,t}$  第  $t$  年时项目边界内所选碳库的碳储量变化量； $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $\Delta C_{TREE\_PROJ,t}$  第  $t$  年时，项目边界内林木生物质碳储量的变化量； $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $\Delta C_{SHRUB\_PROJ,t}$  第  $t$  年时，项目边界内灌木生物质碳储量的变化量； $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $\Delta C_{DW\_PROJ,t}$  第  $t$  年时，项目边界内枯死木碳储量的变化量； $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $\Delta C_{LI\_PROJ,t}$  第  $t$  年时，项目边界内枯落物碳储量的变化量； $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $\Delta SOC_{AL,t}$  第  $t$  年时，项目边界内土壤有机碳储量的变化量； $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
- $\Delta C_{HWP\_PROJ,t}$  第  $t$  年时，项目情景下收获木产品碳储量的年变化量； $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

为保守起见，不考虑项目情景下的项目边界内的灌木、枯死木、枯落物、土壤有机碳、收获の木产品等碳储量的变化，只计算项目边界内林木生物质

碳储量的变化。即：

$$\Delta C_{P,t} = \Delta C_{TREE\_PROJ,t} \quad \text{公式 (3)}$$

根据已备案的项目设计文件，项目林木生物质碳储量  $\Delta C_{TREE\_PROJ,t}$  的监测计算按以下步骤进行：

### 第一步：样地实测

样地每木检尺，实测样地内所有活立木的胸径（DBH）和/或树高（H），起测胸径为 5.0cm。

### 第二步：样地林木生物质碳储量的计算

1、根据样地内各树种的实测值，使用下表的各树种材积方程，计算单株林木材积。

表 C.1 相关树种材积方程

树种	材积方程
黎蒴	$V=6.29692 \times 10^{-5} \times D^{1.81296} \times H^{1.01545}$
木荷、香樟、枫香、红锥、山杜英	$V=6.01228 \times 10^{-5} \times D^{1.87550} \times H^{0.98496}$

2、采用生物量扩展因子法（公式 4）计算样地内各树种的林木生物量，将样地内各树种的林木生物量累加，得到样地生物量。

$$\begin{aligned}
 B_{TREE\_PROJ,i,j,t} &= V_{TREE\_PROJ,i,j,t} \times D_{TREE\_PROJ,j} \times BEF_{TREE\_PROJ,j} \times (1 \\
 &+ R_{TREE\_PROJ,j}) \times N_{TREE\_PROJ,i,j,t} \\
 &\times A_{PROJ,i}
 \end{aligned} \quad \text{公式 (4)}$$

其中：

$B_{TREE\_PROJ,i,j,t}$	第 $t$ 年时，第 $i$ 项目碳层树种 $j$ 的生物量；吨干重(t d.m.)
$V_{TREE\_PROJ,i,j,t}$	第 $t$ 年，第 $i$ 基线碳层树种 $j$ 的材积，是通过胸径和（或）树高数据查材积表或将数据代入材积方程计算得来； $m^3 \cdot \text{株}^{-1}$
$D_{TREE\_BSL,j}$	第 $i$ 项目碳层树种 $j$ 的基本木材密度（带皮）； $t \text{ d.m} \cdot m^{-3}$
$BEF_{TREE\_BSL,j}$	第 $i$ 项目碳层树种 $j$ 的生物量扩展因子，用于将树干材积转化为林木地上生物量；无量纲
$R_{TREE\_PROJ,j}$	树种 $j$ 的地下生物量/地上生物量之比；无量纲
$N_{TREE\_PROJ,i,j,t}$	第 $t$ 年时，第 $i$ 项目碳层树种 $j$ 的株数； $\text{株} \cdot \text{ha}^{-1}$
$A_{PROJ,i}$	第 $i$ 项目碳层的面积；h



3、采用各树种的含碳率，按公式（5）将各树种的生物量换算为生物质碳储量，累加得到样地水平的林木生物质碳储量。

$$C_{TREE\_PROJ,i,t} = \frac{44}{12} \times \sum_{j=1} (B_{TREE\_PROJ,i,j,t} \times CF_{TREE\_PROJ,j}) \quad \text{公式 (5)}$$

其中：

$C_{TREE\_PROJ,i,t}$  第  $t$  年时，第  $i$  项目碳层林木生物质碳储量；tCO<sub>2</sub>-e

$B_{TREE\_PROJ,i,j,t}$  第  $t$  年时，第  $i$  项目碳层树种  $j$  的生物量；t d.m

$CF_{TREE\_PROJ,j}$  树种  $j$  生物量中的含碳率；t C (t d.m)<sup>-1</sup>

$i$  1,2,3,..., 项目碳层

$j$  1,2,3,..., 树种

第三步：计算第  $i$  层样本平均数（平均单位面积林木生物质碳储量的估计值）及其方差

$$C_{TREE,i,t} = \left( \sum_{p=1}^{n_i} C_{TREE,p,i,t} \right) / n_i \quad \text{公式 (6)}$$

$$S_{C_{TREE,i,t}}^2 = \left( \sum_{p=1}^{n_i} (C_{TREE,p,i,t} - C_{TREE,i,t})^2 \right) / (n_i \times (n_i - 1)) \quad \text{公式 (7)}$$

其中：

$C_{TREE,i,t}$  第  $t$  年第  $i$  项目碳层平均单位面积林木生物质碳储量的估计值；tCO<sub>2</sub>-e·ha<sup>-1</sup>

$C_{TREE,p,i,t}$  第  $t$  年第  $i$  项目碳层样地  $p$  的单位面积林木生物质碳储量；t CO<sub>2</sub>-e·ha<sup>-1</sup>

$n_i$  第  $i$  项目碳层的样地数

$S_{C_{TREE,i,t}}^2$  第  $t$  年第  $i$  项目碳层平均单位面积林木生物质碳储量估计值的方差；(tCO<sub>2</sub>-e·ha<sup>-1</sup>)<sup>2</sup>

$p$  1,2,3.....第  $i$  项目碳层中的样地

$i$  1,2,3.....项目碳层

$t$  1,2,3.....自项目活动开始以来的年数

第四步：计算项目总体平均数估计值（平均单位面积林木生物质碳储量的估计值）及其方差

$$C_{TREE,t} = \sum_{i=1}^M (w_i \times C_{TREE,i,t}) \quad \text{公式 (8)}$$

$$S_{C_{TREE,t}}^2 = \sum_{i=1}^M \left( w_i^2 \times \frac{S_{C_{TREE,i,t}}^2}{n_i} \right) \quad \text{公式 (9)}$$

其中：

- $C_{TREE,t}$  第  $t$  年项目边界内的平均单位面积林木生物质碳储量的估计值；  
tCO<sub>2</sub>-e·ha<sup>-1</sup>
- $S_{C_{TREE,t}}^2$  第  $t$  年，项目总体平均数（平均单位面积林木生物质碳储量）估计值的方差；(t CO<sub>2</sub>-e·ha<sup>-1</sup>)<sup>2</sup>
- $w_i$  第  $i$  项目碳层面积与项目总面积之比， $w_i=A_i/A$ ；无量纲
- $C_{TREE,i,t}$  第  $t$  年第  $i$  项目碳层的平均单位面积林木生物质碳储量的估计值；  
tCO<sub>2</sub>-e·ha<sup>-1</sup>
- $S_{C_{TREE,i,t}}^2$  第  $t$  年第  $i$  项目碳层平均单位面积林木生物质碳储量估计值的方差；(tCO<sub>2</sub>-e·ha<sup>-1</sup>)<sup>2</sup>
- $n_i$  第  $i$  项目碳层的样地数
- $M$  项目边界内估算林木生物质碳储量的分层总数
- $p$  1,2,3……第  $i$  项目碳层中的样地
- $i$  1,2,3……项目碳层
- $t$  1,2,3……自项目活动开始以来的年数

第五步：计算项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量的不确定性

$$u_{C_{TREE,t}} = \frac{t_{VAL} \times S_{C_{TREE,t}}}{C_{TREE,t}} \quad \text{公式 (10)}$$

其中：

- $u_{C_{TREE,t}}$  第  $t$  年，项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量的估计值的不确定性（相对误差限）；%。要求相对误差不大于 10%，即抽样精度不低于 90%。
- $t_{VAL}$  可靠性指标：自由度等于  $n-M$ （其中  $n$  是项目边界内样地总数， $M$  是林木生物量估算的分层总数），置信水平为 90%，查  $t$  分布双侧分位数表获得。例如：置信水平为 90%，自由度为 35 时，双侧  $t$  分布的  $t$  值在 Excel 电子表中输入“=TINV(0.10,45)”可以计算得到  $t$  值为 1.6895724。
- $S_{C_{TREE,t}}$  第  $t$  年，项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量的估计值的方

差的平方根（即标准误差）；  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{ha}^{-1}$

$C_{TREE,t}$  第  $t$  年项目边界内的平均单位面积林木生物质碳储量的估计值；  
 $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{ha}^{-1}$

第六步：计算第  $t$  年项目边界内的林木生物质总碳储量

$$C_{TREE,t} = A \times C_{TREE,t} \quad \text{公式 (11)}$$

其中：

$C_{TREE,t}$  第  $t$  年项目边界内林木生物质碳储量的估计值；  $t \text{ CO}_2\text{-e}$

$A$  项目边界内各碳层的面积总和； ha

$C_{TREE,t}$  第  $t$  年项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量估计值；  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{ha}^{-1}$

第七步：计算项目边界内林木生物质碳储量的年变化量

$$dC_{TREE,(t_1,t_2)} = \frac{C_{TREE,t_2} - C_{TREE,t_1}}{T} \quad \text{公式 (12)}$$

其中：

$dC_{TREE,(t_1,t_2)}$  第  $t_1$  年和第  $t_2$  年之间项目边界内林木生物质碳储量的年变化量；  $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

$C_{TREE,t}$  第  $t$  年项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量估计值；  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{ha}^{-1}$

$T$  两次连续测定的时间间隔（ $T = t_2 - t_1$ ）； a

$t_1, t_2$  自项目活动开始以来的第  $t_1$  年和第  $t_2$  年

第八步：计算核查期内第  $t$  年（ $t_1 \leq t \leq t_2$ ）时项目边界内林木生物质碳储量的变化量

$$\Delta C_{TREE,t} = dC_{TREE,(t_1,t_2)} \times I \quad \text{公式 (13)}$$

其中：

$dC_{TREE,(t_1,t_2)}$  第  $t_1$  年和第  $t_2$  年之间项目边界内林木生物质碳储量的年变化量；  $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

$\Delta C_{TREE,t}$  第  $t$  年项目边界内林木生物质碳储量的年变化量；  $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$

$I$  1 年； a

### C.6.2. 项目边界内温室气体排放量增加的监测

根据方法学及已备案的项目设计文件，将详细记录项目边界内每一次森林火灾发生的时间、面积、地理边界等信息，使用方法学 AR-CM001-V01 所

提供的公式 25、公式 26 和公式 27 计算项目边界内由于森林火灾燃烧地上生物量所引起的温室气体排放 ( $GHGE,t$ )。

### C.7. 项目减排量的计算

$$\Delta C_{AR,t} = \Delta C_{ACTURAL,t} - \Delta C_{BSL,t} \quad \text{公式 (14)}$$

其中：

$\Delta C_{AR,t}$	第 $t$ 年时的项目减排量； $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
$\Delta C_{ACTURAL,t}$	第 $t$ 年时的项目碳汇量； $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
$\Delta C_{BSL,t}$	第 $t$ 年时的基线碳汇量； $t\text{CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$
$t$	1,2,3,..., 自项目开始以来的年数

### C.8. 质量控制与质量保证程序

#### 1、培训

所有参与监测的工作人员必须接受培训，培训内容包括监测计划、固定样地调查技术、数据处理技术、质量保证与质量控制、数据管理、监测报告编写方法等。

#### 2、抽查

对每天完成的实地测量数据，由测量组负责人进行抽查，以保证测量的精度和准确性。

#### 3、数据管理

实地记录表格作为原始数据保存，并由专人使用专门的电脑录制成电子数据，在存档前严格校核。其它纸质数据及文件复制存档，并标注相应说明，由项目监测小组指定人员全权负责保存原件。项目监测小组留存一份相关监测数据的复印件。内部校验人负责定期对数据进行检查和核实，项目监测负责人负责检查数据管理工作。

监测数据电子化后与纸质文件一起保存至计入期结束后或最后一次签发后 2 年以上。

## D部分. 数据和参数

### D.1. 事前或者更新计入期时确定的数据和参数

数据/参数	$R_{TREE,j}$
数据单位	无量纲
描述	树种 $j$ 的地下生物量与地上生物量之比
数据/参数来源	使用《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》“土地利用变化和林业温室气体清单”中的数值（见《方法学》P31），查表可得项目所涉及的树种的 $R$ 值。
数据/参数的值	马尾松：0.187 香樟：0.275 木荷：0.258 山杜英：0.261 枫香：0.398 红锥：0.261 黎蒴：0.261
数据/参数的用途	用于将地上生物量转换为整株林木的生物量
附加注释	在基线情景下用 $R_{TREE\_BSLj}$ 表示；在项目情景下用 $R_{TREE\_PROJj}$ 表示

数据/参数	$D_{TREE,j}$
数据单位	t d.m.m <sup>-3</sup>
描述	树种 $j$ 的基本木材密度，用于将树干材积转换为树干生物量
数据/参数来源	国家级的数据（国家温室气体清单）
数据/参数的值	马尾松：0.38 香樟：0.46 木荷：0.598 山杜英：0.598 枫香：0.598 红锥：0.598 黎蒴：0.598 *黎蒴、红锥和山杜英均属于硬阔叶类树种
数据/参数的用途	用于将树干材积转换为树干生物量
附加注释	在基线情景下用 $D_{TREE\_BSLj}$ 表示；在项目情景下用 $D_{TREE\_PROJj}$ 表示

数据/参数	$BEF_{TREE,j}$
数据单位	无量纲
描述	树种 $j$ 的生物量扩展因子
数据/参数来源	使用《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》“土地利用变化和林业温室气体清单”中的数值（见《方法学》P31），查表可得项目所涉及的树种的 $BEF$ 值。
数据/参数的值	马尾松：1.472 香樟：1.412 木荷：1.894 山杜英：1.674 枫香：1.765 红锥：1.674 黎蒴：1.355
数据/参数的用途	用于将树干生物量转换为地上生物量
附加注释	在基线情景下用 $BEF_{TREE\_BSL,j}$ 表示；项目情景下用 $BEF_{TREE\_PROJ,j}$ 表示

数据/参数	$CF_{TREE,j}$
数据单位	t C / (t d.m.) （公吨碳/公吨生物量）
描述	树种 $j$ 的生物量含碳率，用于将生物量转换成含碳量数
数据/参数来源	国家级的数据（国家温室气体清单）
数据/参数的值	马尾松：0.460 香樟：0.492 木荷：0.497 山杜英：0.497 枫香：0.497 红锥：0.497 黎蒴：0.497
数据/参数的用途	用将生物量转化为含碳量，计算碳储量
附加注释	在基线情景下用 $CF_{TREE\_BSL,j}$ 表示；在项目情景下用 $CF_{TREE\_PROJ,j}$ 表示

数据/参数	$COMF$
数据单位	无量纲

描述	燃烧因子	
数据/参数来源	方法学AR-CM001-V01	
数据/参数的值	森林类型：热带	
	林龄（年）	缺省值
	3-5	0.46
	6-10	0.67
	11-17	0.50
	18年以上	0.32
数据/参数的用途	计算温室气体排放量的增加量	
附加注释		

数据/参数	$EF_{CH_4}$
数据单位	$g\ CH_4 \cdot kg^{-1}$ 燃烧的干物质
描述	CH <sub>4</sub> 排放因子
数据/参数来源	方法学AR-CM001-V01
数据/参数的值	森林类型：所有的 默认值：4.7
数据/参数的用途	计算温室气体排放量的增加量
附加注释	

数据/参数	$EF_{N_2O}$
数据单位	$g\ N_2O \cdot kg^{-1}$ 燃烧的干物质
描述	N <sub>2</sub> O排放因子
数据/参数来源	方法学AR-CM001-V01
数据/参数的值	森林类型：所有的 默认值：0.26
数据/参数的用途	计算温室气体排放量的增加量
附加注释	

## D.2. 监测的数据和参数

数据/参数：	$A_i$
单位：	ha
描述：	碳层i的面积
测量值/计算值/默认值：	测定及计算
数据来源：	野外测量

监测参数的值:	(见表D.1)
监测设备:	地形图
测量/读数/记录频率:	每 5 年监测一次
计算方法 (如适用):	不适用
质量保证/质量控制措施:	采用国家森林资源调查使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序, 面积测定误差不大于 5%
数据用途:	计算减排量
附加注释:	在项目情景下用 $A_{PROJ,i}$ 表示, 在基线情景下用 $A_{BSL,i}$ 表示

数据/参数:	$A_p$
单位:	ha
描述:	样地面积
测量值/计算值/默认值:	野外测定、核实
数据来源:	野外测量
监测参数的值:	0.06
监测设备:	地形图
测量/读数/记录频率:	每 5 年监测一次
计算方法 (如适用):	不适用
质量保证/质量控制措施:	采用国家森林资源调查使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序, 面积测定误差不大于 5%
数据用途:	计算减排量
附加注释:	在项目情景下用 $A_{PROJ,i}$ 表示, 在基线情景下用 $A_{BSL,i}$ 表示

数据/参数:	$DBH$
单位:	cm
描述:	胸径 ( $DBH$ )
测量值/计算值/默认值:	野外测定、核实
数据来源:	野外测量
监测参数的值:	见样地调查数据
监测设备:	胸径卡尺
测量/读数/记录频率:	每 5 年监测一次
计算方法 (如适用):	不适用



质量保证/质量控制措施:	采用国家森林资源调查使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序
数据用途:	计算减排量
附加注释:	无

数据/参数:	$H$
单位:	m
描述:	树高 ( $H$ )
测量值/计算值/默认值:	野外测定、核实
数据来源:	野外测量
监测参数的值:	见样地调查数据
监测设备:	测高仪
测量/读数/记录频率:	每 5 年监测一次
计算方法 (如适用):	不适用
质量保证/质量控制措施:	采用国家森林资源调查使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序
数据用途:	计算减排量
附加注释:	无

数据/参数:	$A_{BURN,i,t}$
单位:	ha
描述:	第 $t$ 年第 $i$ 层发生火灾的面积
测量值/计算值/默认值:	野外测量或遥感监测
数据来源:	用 1:10000 地形图或森林经营作业验收图现场勾绘发生火灾危害的面积, 或采用符合精度要求的 GPS 和遥感图像测量火灾面积
监测参数的值:	本监测期内未发生火灾, 发生火灾面积为 0
监测设备:	地形图
测量/读数/记录频率:	每次森林火灾发生时均须测量
计算方法 (如适用):	不适用
质量保证/质量控制措施:	采用国家森林资源调查使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序
数据用途:	计算项目边界内温室气体排放增加量
附加注释:	无

### D.3. 抽样方案实施情况

#### D.3.1. 碳层的划分

本项目的事前分层如下表所示：

表 D.1 事前项目碳层划分表

事前项目 碳层编号	造林类型	造林树种配置 (树种及每公顷株树)	造林 时间	初植密度 (株/公 顷)	面积 (公 顷)
PJ-1	荒地	木荷 405 枫香 390 香樟 135 黎蒴 135 山 杜英 135 红锥 135	2012	1,335	1,246.78
PJ-2	疏残林地	木荷 255 枫香 255 香樟 75 黎蒴 75 山杜 英 75 红锥 75		810	603.23
PJ-3	荒地	木荷 405 枫香 390 香樟 135 黎蒴 135 山 杜英 135 红锥 135	2013	1,335	1,091.52
PJ-4	疏残林地	木荷 255 枫香 255 香樟 75 黎蒴 75 山杜 英 75 红锥 75		810	758.47
PJ-5	荒地	木荷 405 枫香 390 香樟 135 黎蒴 135 山 杜英 135 红锥 135	2014	1,335	1,120.50
PJ-6	疏残林地	木荷 255 枫香 255 香樟 75 黎蒴 75 山杜 英 75 红锥 75		810	729.51
PJ-7	荒地	木荷 405 黎蒴 405 枫香 270 山杜英 255	2015	1,335	685.76
PJ-8	疏残林地	木荷 240 黎蒴 240 枫香 165 山杜英 165		810	1,164.23

本监测期的碳层划分与事前分层一致。

#### D.3.2. 抽样设计

采用基于固定样地的分层抽样方法监测项目碳汇量。通过建立固定监测样地监测每一个碳层相关碳库变化。碳层内其余部分应该同等对待，并防止在项目计入期内被毁林。

根据《方法学 AR-CM001-V01》的要求，考虑到项目地树种组成、立地条件等因素，样地面积定为 0.06ha。

使用《方法学 AR-CM001-V01》中公式 (29)，按照 90%的可靠性和 90%的抽样精度要求，按以下公式计算所需监测的固定样地数量：

$$n = N \times t_{VAL}^2 \times \left( \sum_i w_i \times s_i \right)^2 / \left( N \times E^2 + t_{VAL}^2 \times \sum_i w_i \times s_i^2 \right)$$

公式 (15)

其中：

$n$	项目边界内估算生物质碳储量所需的监测样地数量；无量纲
$N$	项目边界内监测样地的抽样总体， $N=A/A_p$ ，其中 $A$ 是项目总面积 (ha)， $A_p$ 是样地面积 (一般为 0.0667ha)；无量纲
$t_{VAL}$	可靠性指标。在一定的可靠性水平下，自由度为无穷 ( $\infty$ ) 时查 $t$ 分布双侧 $t$ 分位数表的 $t$ 值；无量纲
$w_i$	项目边界内第 $i$ 项目碳层的面积权重， $w_i=A_i/A$ ，其中 $A$ 是项目总面积 (ha)， $A_i$ 是第 $i$ 项目碳层的面积 (ha)；无量纲
$s_i$	项目边界内第 $i$ 项目碳层生物质碳储量估计值的标准差； $t\text{ C}\cdot\text{ha}^{-1}$
$E$	项目生物质碳储量估计值允许的误差范围 (即置信区间的一半)，在每一碳层内用 $s_i$ 表示； $t\text{ C}\cdot\text{ha}^{-1}$
$i$	1, 2, 3……项目碳层

在计算过程中，根据林业调查的经验可知，造林地块树种越多，变异系数越大。当造林树种数不多于 3 种时，变动系数取 0.3，当造林树种数多于 3 种时，变异系数取 0.4；由此估算出项目各碳层的标准差 (各项目碳层单位面积年均碳储量乘以变异系数)，并取允许误差缺省值 10%，从而计算得样地数量为 43 个。

分配到各碳层的样地数量根据下式计算：

$$n_i = n \times w_i \times s_i / \left( \sum_i w_i \times s_i \right) \quad \text{公式 (16)}$$

由公式 (15) 和公式 (16) 计算得到的样地设置方案如下表所示：

表 D.2 项目碳层样地分配表

项目碳层编号	造林树种配置 (树种及每公顷株树)	面积 (公顷)	样地数量
PJ-1	木荷 405 枫香 390 香樟 135 黎蒴 135 山杜英 135 红锥 135	1,246.78	10
PJ-2	木荷 255 枫香 255 香樟 75 黎蒴 75 山杜英 75 红锥 75	603.23	5
PJ-3	木荷 405 枫香 390 香樟 135 黎蒴 135 山杜英 135 红锥 135	1,091.52	7
PJ-4	木荷 255 枫香 255 香樟 75 黎蒴 75 山杜英 75 红锥 75	758.47	4
PJ-5	木荷 405 枫香 390 香樟 135 黎蒴 135 山杜英 135 红锥 135	1,120.50	6
PJ-6	木荷 255 枫香 255 香樟 75 黎蒴 75 山杜英 75 红锥 75	729.50	3
PJ-7	木荷 405 黎蒴 405 枫香 270 山杜英 255	685.76	4
PJ-8	木荷 240 黎蒴 240 枫香 165 山杜英 165	1,164.24	4
合 计		7,400.00	43

### D.3.3. 样地设置

本项目共设置固定样地 43 个，每个样地面积 0.06ha。在各项目碳层内，

样地的空间分配采用随机起点、系统布点的布设方案。为了避免边际效应，样地边缘应离地块边界至少 10m 以上；为保证固定样地复位率达到 100%、检尺样木复位率 $\geq 98\%$ ，对样地的中心点采用 GPS 或罗盘仪引线定位，埋设地下标桩。复位时利用 GPS 导航，用罗盘仪和明显地物标按历次调查记录的方位、距离引线定位找点。

本项目固定样地的设置如下表所示：

表 D.3 固定样地设置表

项目 碳层	样地编号	地籍号	中心点 GPS 坐标	碳层面积 (公顷)	样地 数量
PJ-1	2012H10D	505800300	N24°26'07.3511" E116°32'35.7631"	1,246.78	10
	2012H09D	1114100200	N24°15'33.3521" E116°44'27.0925"		
	2012H08D	1114100300	N24°15'29.2741" E116°44'18.2347"		
	2012H07D	605400100	N24°20'19.0754" E116°29'21.3412"		
	2012H06D	619600700	N24°23'08.0634" E116°29'28.7923"		
	2012H05D	619200100	N24°23'49.074" E116°29'57.9912"		
	2012H04D	206201600	N24°34'01.0412" E116°42'42.3310"		
	2012H03D	231200900	N24°35'27.0436" E116°41'18.4221"		
	2012H02D	619600200	N24°23'30.5981" E116°29'48.0912"		
	2012H01D	101500200	N24°21'17.4785" E116°39'48.3859"		
PJ-2	2012T01D	317201203	N24°16'04.7526" E116°33'08.3524"	603.23	5
	2012T02D	317201503	N24°21'53.4852" E116°30'24.6024"		
	2012T03D	511200600	N24°23'53.4672" E116°36'06.0762"		
	2012T04D	511200700	N24°23'34.1222" E116°36'25.2224"		
	2012T05D	621300200	N24°22'37.1365" E116°27'03.3125"		
PJ-3	2013H01D	1311300800	N24°16'12.4782" E116°54'18.3476"	1,091.52	7
	2013H02D	908200900	N24°08'40.6824" E116°41'32.8776"		
	2013H03D	908200600	N24°07'05.3548" E116°42'51.3524"		
	2013H04D	908100100	N24°07'44.2587" E116°41'44.3776"		
	2013H05D	712700400	N24°18'11.3389" E116°25'54.0116"		
	2013H06D	712600300	N24°18'38.2224" E116°25'30.9823"		
	2013H07D	1104100500	N24°16'10.2254" E116°48'59.3351"		
PJ-4	2013T01D	1413200700	N24°28'43.3541" E116°42'50.0914"	758.47	4
	2013T02D	218401300	N24°21'17.3304" E116°32'18.0924"		
	2013T03D	218401100	N24°25'32.1982" E116°36'34.2674"		
	2013T04D	217400200	N24°26'40.3284" E116°36'16.2231"		

PJ-5	2014H01D	907200800	N24°08'42.036" E116°43'17.9364"	1,120.50	6
	2014H02D	604500300	N24°21'36.2036" E116°31'41.2598"		
	2014H03D	907200100	N24°09'06.6754" E116°42'28.3312"		
	2014H04D	908100900	N24°07'06.9012" E116°42'19.5464"		
	2014H05D	910200300	N24°06'14.0312" E116°43'43.2981"		
	2014H06D	910200600	N24°06'29.3335" E116°44'05.9087"		
PJ-6	2014T01D	1304200200	N24°19'36.3354" E116°52'48.2219"	729.50	3
	2014T02D	1103100200	N24°15'15.6732" E116°48'05.3433"		
	2014T03D	1103100100	N24°21'32.76" E116°31'42.6216"		
PJ-7	2015H01D	904300200	N24°10'15.1154" E116°42'38.3985"	685.76	4
	2015H02D	902500300	N24°08'28.5523" E116°45'17.8732"		
	2015H03D	902401500	N24°08'49.8012" E116°44'12.2568"		
	2015H04D	902401200	N24°07'51.6675" E116°43'57.5634"		
PJ-8	2015T01D	308300300	N24°22'5.7036" E116°29'47.2596"	1,164.24	4
	2015T02D	308300200	N24°09'54.3176" E116°38'27.9875"		
	2015T03D	107700200	N24°22'53.4125" E116°42'36.7812"		
	2015T04D	511200800	N24°23'46.3364" E116°36'36.8587"		
合 计				7,400.00	43

## E部分. 温室气体减排量（或人为净碳汇量）的计算

### E.1. 基线碳汇量的计算

本项目在项目设计文件中已计算了项目各碳层的事前扣减量，针对本次监测所涉及的四个碳层，事前扣减量合计为 1,858 tCO<sub>2</sub>-e。

### E.2. 项目碳汇量的计算

计算步骤如下：

- 1、根据各样地的测量数据，由表 C.1 所列的材积方程计算各样地的各种单株材积量。
- 2、再采用生物量扩展因子法（公式 4）计算样地内各树种的单株林木生物量，将样地内各树种的单株林木生物量累加，得到样地内各树种的生物量。
- 3、采用各树种的含碳率，按公式（5）将各树种的生物量换算为生物质碳储量，累加得到样地水平的林木生物质碳储量。
- 4、根据 C.6.1 部分的第三步，由公式（6）和公式（7）计算各项目碳层的样本平均数（平均单位面积林木生物质碳储量的估计值）及其方差，其结果如下表所示：

表 E.2 各碳层林木生物质碳储量的均值与方差

碳层编号	碳层面积 (公顷)	样地均值	样地方差	样地数量
PJ-1	1246.78	16.022688	4.18380697	10
PJ-2	603.22	31.317163	2.161338838	5
PJ-3	1091.52	1.4243674	0.63351051	7
PJ-4	758.48	2.4832076	3.54321104	4
合计	3700			26

- 5、根据 C.6.1 部分的第四步，由公式（8）和公式（9）计算项目总体平均数估计值（平均单位面积林木生物质碳储量的估计值）及其方差，其结果为：

$$C_{TREE,t} = \sum_{i=1}^M (w_i \times C_{TREE,it})$$

$$= 11.4340791$$

$$S_{C_{TREE,t}}^2 = \sum_{i=1}^M \left( w_i^2 \times \frac{S_{C_{TREE,it}}^2}{n_i} \right)$$

$$= 0.104095505$$

6、根据 C.6.1 部分的第五步，由公式（10）计算项目边界内平均单位面积林木生物质碳储量的不确定性，取  $t$  值为 1.6895724（自由度为 35），结果为：

$$u_{C_{TREE,t}} = \frac{t_{VAL} \times S_{C_{TREE,t}}}{C_{TREE,t}}$$

$$= 4.77\%$$

由此得本次监测结果得抽样调查精度为 95.23%，抽样调查结果满足方法学对抽样精度得要求（抽样精度大于 90%），不需要进行精度校正。

下表总结了本次监测抽样调查得结果：

表 E.3 固定样地监测结果表

参数	数值	单位
固定样地数量	26	个
项目碳层	4	层
$t_{VAL}$	1.6895724	-
项目林木单位面积碳储量估计值	11.434	tCO <sub>2</sub> -e·ha <sup>-1</sup>
项目林木单位面积碳储量估计值的方差	0.1041	(tCO <sub>2</sub> -e·ha <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
不确定性	4.77	%
抽样调查精度	95.23	%

7、根据 C.6.1 部分第六步，由公式（11）计算第  $t$  年项目边界内的林木生物质总碳储量，其结果为：

$$C_{TREE,t} = A \times C_{TREE,t}$$

$$= 42,306 \text{ tCO}_2\text{-e}$$

由于 2014 年和 2015 年造林地块内的各树种的胸径均未达到启测值 5cm，此处仅计算 2012 年和 2013 年的造林面积，共计 3,700 公顷。

8、根据 C.6.1 部分第七部，由公式（12）计算项目边界内林木生物质碳储量的年变化量，其结果为：

$$dC_{TREE,(t_1,t_2)} = \frac{C_{TREE,t_2} - C_{TREE,t_1}}{T}$$

$$= 8,089 \text{ tCO}_2\text{-e}$$

此处  $C_{TREE,t_1}$  为事前扣减量，取值 1,858 tCO<sub>2</sub>-e， $T$  取值为 5 年。

9、根据 C.6.1 部分第八步，由公式（13）计算核查期内第  $t$  年 ( $t_1 \leq t \leq$

t2) 项目边界内林木生物质碳储量的变化量，其结果为：

$$\begin{aligned}\Delta C_{TREE,t} &= dC_{TREE,(t_1,t_2)} \times 1 \\ &= 8,089 \text{ tCO}_2\text{-e}\end{aligned}$$

### E.3. 项目边界内温室气体排放量的增加量

本项目第一监测期（2012 年 4 月 1 日至 2016 年 12 月 31 日）内未发生森林火灾，因此  $GHG_{E,t}=0$ 。

### E.4. 泄漏的计算

根据方法学的适用条件，不考虑项目的泄漏，即  $LK_t=0$ 。

### E.5. 减排量（或人为净碳汇量）的计算小结

年份	林木碳储量 年变化量 tCO <sub>2</sub> -e/a	基线碳 汇量 tCO <sub>2</sub> e/a	泄漏 tCO <sub>2</sub> -e/a	项目碳 汇量 tCO <sub>2</sub> -e/a	项目碳汇 量累计 tCO <sub>2</sub> -e/a
2012.4.1 - 2012.12.31	5,429 <sup>2</sup>	0	0	5,429	5,429
2013.1.1 - 2013.12.31	8,089	0	0	8,089	13,518
2014.1.1 - 2014.12.31	8,089	0	0	8,089	21,607
2015.1.1 - 2015.12.31	8,089	0	0	8,089	29,696
2016.1.1 - 2016.12.31	8,089	0	0	8,089	37,785
合 计	37,785	0	0	37,785	

### E.6. 实际减排量（或净碳汇量）与备案项目设计文件中预计值的比较

项目	备案项目设计文件中 的事前预计值	本监测期内项目实际 减排量或净碳汇量
减排量或或净碳汇量 (吨二氧化碳当量)	47,201	37,785

### E.7. 对实际减排量（或净碳汇量）与备案项目设计文件中预计值的差别的说明

本监测期内实际减排量小于备案项目设计文件中的预估值，主要是因为气候、立地条件等差异，预估用的模型所计算的数值不能完全代表项目区树种的实际生长情况。

<sup>2</sup> 8,461 × 245/365 = 5,429