

# 温室气体自愿减排项目方法学 红树林营造 (CCER—14—002—V01)

## 1 引言

红树林湿地是我国重要的海岸带生态系统，具有防风消浪、促淤护岸、固碳储碳和维持生物多样性等生态功能。营造红树林可通过增加红树林面积和生态系统碳储量实现二氧化碳清除，是海岸带生态系统碳汇能力提升的重要途径。本方法学属于林业和其他碳汇类型领域方法学。符合条件的红树林营造项目可以按照本文件要求，设计和审定温室气体自愿减排项目，以及核算和核查温室气体自愿减排项目的减排量。

## 2 适用条件

使用本文件的红树林营造项目必须满足以下条件：

a) 在生境适宜或生境修复后适宜红树林生长的无植被潮滩和退养的养殖塘，通过人工种植构建红树林植被的项目；

b) 项目边界内的海域和土地权属清晰，具有县（含）级以上人民政府或自然资源（海洋）主管部门核发或出具的权属证明文件；

c) 人工种植红树林连续面积不小于 400m<sup>2</sup>；

d) 不得改变项目边界内地块的潮间带属性，即实施填土、堆高或平整后的潮滩滩面在平均大潮高潮时仍全部有海水覆盖；

e) 项目不进行施肥；

f) 项目应符合法律、法规要求，符合行业发展政策。

## 3 规范性引用文件

本文件引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是未注日期的引用文件，其有效版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 17378.2	海洋监测规范 第 2 部分：数据处理与分析质量控制
HY/T 081	红树林生态监测技术规程
TD/T 1055	第三次全国国土调查技术规程

## 4 术语和定义

GB/T 15918、GB/T 15920、GB/T 18190 和 HY/T 214 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 4.1

**红树林 mangroves**

分布在热带、亚热带地区潮间带湿地的木本植物群落，不包括卤蕨、尖叶卤蕨等非木本

红树植物。

#### 4.2

##### 红树林营造 mangrove vegetation creation

在适宜红树林生长的潮间带地块人工种植红树植物繁殖体或幼苗,构建红树林并使其可以形成稳定的植被群落和生态系统,提供与原生红树林生态系统相似的生态功能。

[来源: HY/T 214—2017, 3.1, 有修改]

#### 4.3

##### 潮间带 intertidal zone

位于平均大潮高、低潮之间海水覆盖的区域。

[来源: GB/T 15918—2010, 2.3.2]

#### 4.4

##### 大潮 spring tide

朔(初一)、望(十五)后一至三天,由月球与太阳引起的潮汐相加而形成的潮差大的潮。

[来源: GB/T 15920—2010, 2.5.12]

#### 4.5

##### 高潮 high water

潮汐涨落一周期内最高潮位。

[来源: GB/T 15920—2010, 2.5.3]

#### 4.6

##### 潮滩 tidal flat

随潮汐涨落而交替淹没和出露的细颗粒堆积体。

[来源: GB/T 18190—2017, 2.3.16]

#### 4.7

##### 无植被潮滩 non-vegetated tidal flat

高等植被覆盖度小于5%的潮滩区域,包括互花米草治理后的潮滩。

#### 4.8

##### 碳库 carbon pools

生态系统中碳储存的形式或场所,包括地上生物质、地下生物质、枯落物、枯死木和土壤有机碳。

#### 4.9

##### 地上生物质 aboveground biomass

地表以上所有活体植物的生物质,包括茎干、气生根、枝、皮、叶、花和繁殖体(果实或胚轴)等。

#### 4.10

##### 地下生物质 belowground biomass

地表以下所有植物活根的生物质,通常不包括难以从土壤中区分出来的细根(直径 $\leq 2$

mm)。

#### 4.11

**基径 basal diameter**

植株贴近地面并平行于地面的茎干直径。

### 5 项目边界、计入期、碳库和温室气体排放源

#### 5.1 项目边界

红树林营造项目区域可包括若干个不连续的种植地块，每个地块应有特定的地理边界。项目边界内不包括面积超过 400 m<sup>2</sup> 以上的坑塘，宽度大于 3 m 的道路、沟渠、潮沟等区域，也不包括项目实施前已经存在且覆盖度大于 5% 的红树林地块。项目边界可采用下述方法之一确定：

a) 利用北斗卫星导航系统 (BDS)、全球定位系统 (GPS) 等卫星定位系统，直接测定项目地块边界的拐点坐标，单点定位误差不超过 ±2 m；

b) 利用空间分辨率不低于 2 m 的地理空间数据 (如卫星遥感影像、航拍影像等)、自然资源“一张图”、红树林种植作业设计等，在地理信息系统 (GIS) 辅助下直接读取项目地块的边界坐标。

#### 5.2 项目计入期

5.2.1 项目计入期为可申请项目减排量登记的时间期限，从项目业主申请登记的项目减排量的产生时间开始，最短时间不低于 20 年，最长不超过 40 年。项目计入期须在项目寿命期限范围之内。

5.2.2 项目寿命期限应在项目业主对项目边界内海域和土地的所有权 (或使用权) 权属的有效期限之内。项目寿命期限的开始时间即项目边界内首次实施生境修复、整地、播种或种植的项目开工日期。

#### 5.3 碳库和温室气体排放源的选择

项目边界内选择或不选择的碳库如表 1 所示。

表 1 碳库的选择

情景	碳库	是否选择	理由
基准线情景	地上生物质	否	无植被生物质
	地下生物质	否	无植被生物质
	枯死木	否	无植被枯死木
	枯落物	否	无植被枯落物
	土壤有机碳	否	土壤有机碳储量的变化量小，忽略不计
项目情景	地上生物质	是	主要碳库
	地下生物质	是	主要碳库
	枯死木	否	该碳库的清除量所占比例小，忽略不计
	枯落物	否	该碳库的清除量所占比例小，忽略不计
	土壤有机碳	是	主要碳库

注：土壤有机碳储量为一定深度土壤有机碳的总量，本文件设定为 1m 深度进行土壤有机碳储量变化量的计算。

项目边界内选择不选择的温室气体排放源与种类如表 2 所示。

表 2 温室气体排放源的选择

情景	温室气体排放源	温室气体种类	是否选择	理由
基准线情景	土壤微生物代谢	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 和 N <sub>2</sub> O	否	按照保守性原则，忽略不计
项目情景	土壤微生物代谢	CO <sub>2</sub>	否	已在计算土壤有机碳储量变化中考虑
		CH <sub>4</sub> 和 N <sub>2</sub> O	是	主要排放源
	使用车辆、船舶、机械设备等过程中化石燃料燃烧产生的排放	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 和 N <sub>2</sub> O	否	排放量小，忽略不计

## 6 项目减排量核算方法

### 6.1 基准线情景识别

本文件规定的红树林营造项目基准线情景为：在实施红树林营造项目前，项目边界内的海域或土地资源开发利用方式为无植被潮滩或退养的养殖塘。

### 6.2 额外性论证

红树林营造是不以营利为目的的公益性行为。红树林易受极端气候事件和人为活动干扰，通常红树林植被种植和后期管护等活动成本高，不具备财务吸引力。符合本文件适用条件的项目，其额外性免于论证。

### 6.3 项目碳层划分

6.3.1 为提高碳储量变化量计算的精度，并在一定精度要求下精简监测样地数量，应按照不同的分层因子将项目边界内的地块划分为不同的层次，包括项目设计阶段的碳层划分和项目实施阶段的碳层划分。

6.3.2 项目设计阶段划分的碳层用于预估碳储量变化量，综合考虑项目边界内地块在红树林种植前的生境条件（如地理位置、土壤质地、潮滩高程），以及种植树种、种植时间、种植密度等因素划分碳层，将无显著差别的地块划分为同一碳层。

6.3.3 项目实施阶段划分的碳层用于计算碳储量变化量，主要基于项目设计阶段碳层的划分，结合红树林种植活动的实际情况进行调整确定。若存在自然因素（如病虫害、台风风暴潮、寒潮等）或人为干扰（如砍伐等）引起植物死亡，导致原有碳层的异质性增加，或因海域使用或土地利用类型发生变化造成碳层边界发生变化，须对项目碳层进行调整。

### 6.4 基准线清除量计算

根据本文件适用条件，项目开始后第  $t$  年的基准线清除量计为 0，即：

$$\Delta C_{BSL,t} = 0 \quad (1)$$

式中：

$\Delta C_{BSL,t}$  —— 项目第  $t$  年的基准线清除量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO<sub>2</sub>e·a<sup>-1</sup>）；

$t$  —— 自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲。

## 6.5 项目清除量计算

项目开始后第  $t$  年的项目清除量按照公式 (2) 计算:

$$\Delta C_{\text{PROJ},t} = (\Delta C_{\text{Biomass}_{\text{PROJ},t}} + \Delta \text{SOC}_{\text{PROJ},t}) \times \frac{44}{12} - \text{GHG}_{\text{PROJ},t} \quad (2)$$

式中:

$\Delta C_{\text{PROJ},t}$	——	项目第 $t$ 年的项目清除量, 单位为吨二氧化碳当量每年 ( $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ );
$\Delta C_{\text{Biomass}_{\text{PROJ},t}}$	——	项目第 $t$ 年的生物质碳储量变化量, 单位为吨碳每年 ( $\text{t C}\cdot\text{a}^{-1}$ );
$\Delta \text{SOC}_{\text{PROJ},t}$	——	项目第 $t$ 年的土壤有机碳储量变化量, 单位为吨碳每年 ( $\text{t C}\cdot\text{a}^{-1}$ );
$\frac{44}{12}$	——	二氧化碳与碳的相对分子质量之比;
$\text{GHG}_{\text{PROJ},t}$	——	项目第 $t$ 年因土壤微生物代谢引起的温室气体排放量, 单位为吨二氧化碳当量每年 ( $\text{t CO}_2\text{e}\cdot\text{a}^{-1}$ );
$t$	——	自项目开始以来的年数, $t=1, 2, 3\cdots$ , 无量纲。

### 6.5.1 项目生物质碳储量变化

假定一定时间内 (第  $t_1$  至  $t_2$  年) 项目边界内各碳层生物质碳储量的变化是线性的, 生物质碳储量变化量按照公式 (3) 计算:

$$\Delta C_{\text{Biomass},t} = \frac{\sum_i C_{\text{Biomass},i,t_2} - \sum_i C_{\text{Biomass},i,t_1}}{t_2 - t_1} \quad (3)$$

式中:

$\Delta C_{\text{Biomass},t}$	——	监测的项目第 $t$ 年的生物质碳储量变化量, 单位为吨碳每年 ( $\text{t C}\cdot\text{a}^{-1}$ );
$C_{\text{Biomass},i,t}$	——	第 $t$ 年时, 第 $i$ 项目碳层的生物质碳储量, 单位为吨碳 ( $\text{t C}$ );
$i$	——	项目碳层, $i=1, 2, 3\cdots$ , 无量纲;
$t$	——	自项目开始以来的年数, $t=1, 2, 3\cdots$ , 无量纲;
$t_1, t_2$	——	项目开始后的第 $t_1$ 年和第 $t_2$ 年, 且 $t_1 \leq t \leq t_2$ , 单位为年 (a)。

各碳层生物质碳储量按照公式 (4) 和公式 (5) 计算:

$$C_{\text{Biomass},i,t} = A_{i,t} \times c_{\text{Biomass},i,t} \quad (4)$$

$$c_{\text{Biomass},i,t} = \frac{\sum_p c_{\text{Biomass},i,p,t}}{n_i} \quad (5)$$

式中:

$C_{\text{Biomass},i,t}$	——	第 $t$ 年时, 第 $i$ 项目碳层生物质碳储量, 单位为吨碳 ( $\text{t C}$ );
$A_{i,t}$	——	第 $t$ 年时, 第 $i$ 项目碳层面积, 单位为公顷 ( $\text{hm}^2$ );
$c_{\text{Biomass},i,t}$	——	第 $t$ 年时, 第 $i$ 项目碳层单位面积生物质碳储量, 单位为吨碳每公顷 ( $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$ );
$c_{\text{Biomass},i,p,t}$	——	第 $t$ 年时, 第 $i$ 项目碳层样地 $p$ 的单位面积生物质碳储量, 单位为吨碳每公顷 ( $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$ );
$n_i$	——	第 $i$ 项目碳层的样地数量;
$i$	——	项目碳层, $i=1, 2, 3\cdots$ , 无量纲;
$t$	——	自项目开始以来的年数, $t=1, 2, 3\cdots$ , 无量纲;
$p$	——	第 $i$ 项目碳层中的样地, $p=1, 2, 3\cdots, n_i$ , 无量纲;
$j$	——	红树植物树种, $j=1, 2, 3\cdots$ 。

在设计阶段和监测阶段，分别选择相应方法进行生物质碳储量的计算：

a) 设计阶段

根据植被的生物量与林龄相关方程进行各个样地单位面积生物质碳储量计算：

$$C_{Biomass,i,p,t} = 391.521 \times \frac{y_{i,p,j,t}^{1.6816}}{y_{i,p,j,t}^{1.6816} + 170.546} \times CF_j \quad (6)$$

式中：

- $C_{Biomass,i,p,t}$  —— 第  $t$  年时，第  $i$  项目碳层样地  $p$  的单位面积生物质碳储量，单位为吨碳每公顷 ( $tC \cdot hm^{-2}$ )；
- $y_{i,p,j,t}$  —— 第  $t$  年时，第  $i$  项目碳层样地  $p$  优势树种  $j$  的林龄，无量纲；
- $CF_j$  —— 树种  $j$  的生物质含碳率，单位为吨碳每吨 ( $tC \cdot (td.m.)^{-1}$ )；
- $p$  —— 第  $i$  项目碳层中的样地， $p=1, 2, 3, \dots, n_i$ ，无量纲；
- $i$  —— 项目碳层， $i=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；
- $t$  —— 自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；
- $j$  —— 红树植物树种， $j=1, 2, 3, \dots$ 。

注 1：根据文献报道及编制组实测的中国不同林龄的红树林生物量与林龄数据拟合得到的方程，样本量  $n=30$ 。

注 2：样地中生物量最多的树种为优势种。

b) 监测阶段

利用测树因子的监测数据，采用生物量方程计算各树种的单位面积生物质碳储量：

$$C_{Biomass,i,p,t} = \sum_j (B_{i,p,j,t} \times CF_j) \quad (7)$$

式中：

- $C_{Biomass,i,p,t}$  —— 第  $t$  年时，第  $i$  项目碳层样地  $p$  的单位面积生物质碳储量，单位为吨碳每公顷 ( $tC \cdot hm^{-2}$ )；
- $B_{i,p,j,t}$  —— 第  $t$  年时，第  $i$  项目碳层样地  $p$  的树种  $j$  的单位面积生物量，单位为吨每公顷 ( $t d.m. \cdot hm^{-2}$ )；
- $CF_j$  —— 树种  $j$  的生物质含碳率，单位为吨碳每吨 ( $tC \cdot (td.m.)^{-1}$ )；
- $i$  —— 项目碳层， $i=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；
- $t$  —— 自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；
- $p$  —— 第  $i$  项目碳层中的样地， $p=1, 2, 3, \dots, n_i$ ，无量纲；
- $j$  —— 红树植物树种， $j=1, 2, 3, \dots$ 。

利用测树因子的监测数据，采用生物量方程计算各个样地各树种的单位面积生物量：

$$B_{p,j} = \frac{\sum_m f_j(x_{1,p,m}, x_{2,p,m}, x_{3,p,m}, \dots)}{A_s} \times 10^{-3} \quad (8)$$

式中：

- $B_{p,j}$  —— 样地  $p$  树种  $j$  的单位面积生物量，单位为吨每公顷 ( $t d.m. \cdot hm^{-2}$ )；
- $f_j(x_{1,p,m}, x_{2,p,m}, x_{3,p,m}, \dots)$  —— 样地  $p$  树种  $j$  第  $m$  株植物的测树因子 ( $x_1, x_2, x_3, \dots$ ) 转化为单株生物量的方程，单位为千克 ( $kg d.m.$ )，按 7.1 节确定；
- $A_s$  —— 监测样地面积，单位为公顷 ( $hm^2$ )；
- $p$  —— 第  $i$  项目碳层中的样地， $p=1, 2, 3, \dots, n_i$ ，无量纲；
- $j$  —— 红树植物树种， $j=1, 2, 3, \dots$ ；
- $m$  —— 树种  $j$  的第  $m$  植株， $m=1, 2, 3, \dots$ ；

10<sup>-3</sup>

—— 将千克转换为吨的常数，无量纲。

各树种的生物量方程按 7.1 节确定，测树因子可以是胸径、基径、株高等。在红树林生长的初期阶段，如红树植物的生长情况无法满足生物量方程的适用条件时，即无法测定胸径或测树因子的数值未达到生物量方程使用的最低下限，样地各树种的单位面积生物量按照公式（9）计算：

$$B_{p,j} = \frac{\sum_m(0.0245 \times D_{0,p,j,m}^{2.4779})}{A_S} \times 10^{-3} \quad (9)$$

式中：

- $B_{p,j}$  —— 样地  $p$  树种  $j$  的单位面积生物量，单位为吨每公顷（t d.m.·hm<sup>-2</sup>）；  
 $D_{0,p,j,m}$  —— 样地  $p$  树种  $j$  第  $m$  植株的基径，单位为厘米（cm）；  
 $A_S$  —— 监测样地面积，单位为公顷（hm<sup>2</sup>）；  
 $p$  —— 第  $i$  项目碳层中的样地， $p=1, 2, 3, \dots, n_i$ ，无量纲；  
 $j$  —— 红树植物树种， $j=1, 2, 3, \dots$ ；  
 $m$  —— 树种  $j$  的第  $m$  植株， $m=1, 2, 3, \dots$ ；  
 $10^{-3}$  —— 将千克转换为吨的常数，无量纲。

注：实测幼苗单株生物量与基径数据拟合的关系方程，样本量  $n=418$ 。

### 6.5.2 项目土壤有机碳储量变化

假定红树林种植后，各碳层土壤有机碳储量的增加是线性的。项目边界内土壤有机碳储量变化量按照公式（10）计算：

$$\Delta SOC_{PROJ,t} = \sum_i (d_{SOC_{PROJ}} \times A_{i,t}) \quad (10)$$

式中：

- $\Delta SOC_{PROJ,t}$  —— 项目边界内土壤有机碳储量年变化量，单位为吨碳每年（t C·a<sup>-1</sup>）；  
 $d_{SOC_{PROJ}}$  —— 单位面积土壤有机碳储量年变化量，单位为吨碳每公顷每年（t C hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>），按 7.1 节确定；  
 $A_{i,t}$  —— 第  $t$  年时，第  $i$  项目碳层的面积，单位为公顷（hm<sup>2</sup>）；  
 $i$  —— 项目碳层， $i=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；  
 $t$  —— 自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲。

### 6.5.3 项目土壤非 CO<sub>2</sub> 温室气体排放

项目土壤非 CO<sub>2</sub> 温室气体排放量为各碳层土壤 CH<sub>4</sub> 和 N<sub>2</sub>O 排放量之和：

$$\Delta GHG_{PROJ,t} = \sum_i (\Delta GHG_{CH_4_{PROJ},i,t} + \Delta GHG_{N_2O_{PROJ},i,t}) \quad (11)$$

$$\Delta GHG_{CH_4_{PROJ},i,t} = A_{i,t} \times F_{CH_4_{PROJ},i,t} \times GWP_{CH_4} \quad (12)$$

$$\Delta GHG_{N_2O_{PROJ},i,t} = A_{i,t} \times F_{N_2O_{PROJ},i,t} \times GWP_{N_2O} \quad (13)$$

式中：

- $\Delta GHG_{PROJ,t}$  —— 第  $t$  年时，项目边界内土壤 CH<sub>4</sub> 和 N<sub>2</sub>O 的 CO<sub>2</sub> 当量排放量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO<sub>2</sub>e·a<sup>-1</sup>）；  
 $\Delta GHG_{CH_4_{PROJ},i,t}$  —— 第  $t$  年时，第  $i$  项目碳层土壤 CH<sub>4</sub> 的 CO<sub>2</sub> 当量排放量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO<sub>2</sub>e·a<sup>-1</sup>）；  
 $\Delta GHG_{N_2O_{PROJ},i,t}$  —— 第  $t$  年时，第  $i$  项目碳层土壤 N<sub>2</sub>O 的 CO<sub>2</sub> 当量排放量，单位为吨二氧化碳当量每年（t CO<sub>2</sub>e·a<sup>-1</sup>）；  
 $F_{CH_4_{PROJ},i,t}$  —— 第  $t$  年时，单位面积红树林土壤 CH<sub>4</sub> 排放量，单位为吨甲烷每公顷每年（t CH<sub>4</sub>·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>），按 7.1 节确定；  
 $F_{N_2O_{PROJ},i,t}$  —— 第  $t$  年时，单位面积红树林土壤 N<sub>2</sub>O 排放量，单位为吨氧

		化亚氮每公顷每年 ( $t N_2O \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ ), 按 7.1 节确定;
$GWP_{CH_4}$	——	100 年时间尺度下 $CH_4$ 的全球增温潜势, 按 7.1 节确定;
$GWP_{N_2O}$	——	100 年时间尺度下 $N_2O$ 的全球增温潜势, 按 7.1 节确定;
$A_{i,t}$	——	第 $t$ 年时, 第 $i$ 项目碳层的面积, 单位为公顷 ( $hm^2$ );
$i$	——	项目碳层, $i=1, 2, 3 \dots$ , 无量纲;
$t$	——	自项目开始以来的年数, $t=1, 2, 3 \dots$ , 无量纲。

## 6.6 项目泄漏计算

根据本文件适用条件, 项目不考虑泄漏。

## 6.7 项目减排量核算

项目开始后第  $t$  年的项目减排量按照公式 (14) 计算:

$$CDR_t = (\Delta C_{PROJ,t} - \Delta C_{BSL,t} - LK_t) \times (1 - K_{RISK}) \quad (14)$$

式中:

$CDR_t$	——	项目第 $t$ 年的项目减排量, 单位为吨二氧化碳当量每年 ( $t CO_2e \cdot a^{-1}$ );
$\Delta C_{PROJ,t}$	——	项目第 $t$ 年的项目清除量, 单位为吨二氧化碳当量每年 ( $t CO_2e \cdot a^{-1}$ );
$\Delta C_{BSL,t}$	——	项目第 $t$ 年的基准线清除量, 单位为吨二氧化碳当量每年 ( $t CO_2e \cdot a^{-1}$ );
$LK_t$	——	项目第 $t$ 年的泄漏量, 单位为吨二氧化碳当量每年 ( $t CO_2e \cdot a^{-1}$ ); 根据适用条件, $LK_t = 0$ ;
$K_{RISK}$	——	项目的非持久性风险扣减率, 单位为百分比 (%);
$t$	——	自项目开始以来的年数, $t=1, 2, 3 \dots$ , 无量纲。

## 7 监测方法

### 7.1 项目设计阶段确定的参数和数据

项目设计阶段需确定的参数和数据的技术内容和确定方法见表 3—表 12。

表 3  $A_{i,t}$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$A_{i,t}$
应用的公式编号	公式 (4), 公式 (10), 公式 (12), 公式 (13)
数据描述	第 $t$ 年时, 第 $i$ 项目碳层的面积
数据单位	公顷 ( $hm^2$ )
数据来源	项目设计文件及审定确认的项目碳层面积
数值	/
数据用途	用于设计阶段预估项目清除量

表 4  $CF_j$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$CF_j$
应用的公式编号	公式 (6), 公式 (7)
数据描述	树种 $j$ 的生物物质含碳率
数据单位	吨碳每吨 ( $t C (t.d.m.)^{-1}$ )

数据来源	本表缺省值，根据我国部分红树植物生物质含碳率的实测数据与文献数据统计整理获得					
数值	红树林主要树种的生物质含碳率					
	树种	CF	树种	CF	树种	CF
	秋茄	0.47	木榄	0.47	红海榄	0.48
	桐花树	0.42	正红树	0.46	海桑	0.43
	白骨壤	0.41	海漆	0.43	其他树种	0.46
数据用途	用于将生物量转换成生物质碳储量					

表 5  $f_j(x_1, x_2, x_3, \dots)$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$f_j(x_1, x_2, x_3, \dots)$
应用的公式编号	公式 (8)
数据描述	红树单株生物量与测树因子的相关方程
数据单位	千克 (kg d.m.)
数据来源	数据源优先顺序： (a) 从附录 A 中选择 (b) 现有的、公开发表的文献中相似生态条件下的生物量方程。须来源于国家标准、行业标准、地方标准、核心期刊发表的或 SCI 收录的论文
数值	从附录 A 中选择合适的生物量方程
数据用途	用于计算将树种 $j$ 的测树因子 ( $x_1, x_2, x_3, \dots$ ) 转换为单株生物量的方程

表 6  $A_s$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$A_s$
应用的公式编号	公式 (8), 公式 (9)
数据描述	植物调查样地面积
数据单位	公顷 (hm <sup>2</sup> )
数据来源	按照 7.3.6 要求，根据植被形态、密度等因素确定
数值	/
数据用途	用于植物生物量调查与计算

表 7  $d_{\text{SOC}_{\text{PROJ}}}$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$d_{\text{SOC}_{\text{PROJ}}}$
应用的公式编号	公式 (10)
数据描述	单位面积土壤的有机碳储量年变化率
数据单位	吨碳每公顷每年 (t C hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )
数据来源	本表缺省值，根据实测或文献报道的我国红树林营造中土壤有机碳储量 (1m 深度) 年变化率的数据统计的均值，只采用明确说明在土壤碳储量调查时剔除土壤中红树植物根系的文献数据
数值	1.73
数据用途	用于土壤有机碳储量年变化量计算

表 8  $F_{CH_4PROJ}$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$F_{CH_4PROJ}$
应用的公式编号	公式 (12)
数据描述	单位面积红树林土壤 CH <sub>4</sub> 年排放量
数据单位	吨甲烷每公顷每年 (t CH <sub>4</sub> ·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )
数据来源	本表缺省值, 参考我国红树林土壤 CH <sub>4</sub> 排放实测数据统计均值
数值	12.00×10 <sup>-3</sup>
数据用途	用于计算土壤 CH <sub>4</sub> 排放量

表 9  $GWP_{CH_4}$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$GWP_{CH_4}$
应用的公式编号	公式 (12)
数据描述	100 年时间尺度下 CH <sub>4</sub> 的全球增温潜势
数据单位	无量纲
数据来源	IPCC 第五次评估报告
数值	28
数据用途	将土壤 CH <sub>4</sub> 排放量转化为 CO <sub>2</sub> 当量排放量

表 10  $F_{N_2O PROJ}$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$F_{N_2O PROJ}$
应用的公式编号	公式 (13)
数据描述	单位面积红树林土壤 N <sub>2</sub> O 年排放量
数据单位	吨氧化亚氮每公顷每年 (t N <sub>2</sub> O·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )
数据来源	本表缺省值, 参考我国红树林土壤 N <sub>2</sub> O 排放实测数据统计均值
数值	1.10×10 <sup>-3</sup>
数据用途	用于计算土壤 N <sub>2</sub> O 排放量

表 11  $GWP_{N_2O}$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$GWP_{N_2O}$
应用的公式编号	公式 (13)
数据描述	100 年时间尺度下 N <sub>2</sub> O 的全球增温潜势
数据单位	无量纲
数据来源	IPCC 第五次评估报告
数值	265
数据用途	用于将土壤 N <sub>2</sub> O 排放量转化为 CO <sub>2</sub> 当量排放量

表 12  $K_{RISK}$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$K_{RISK}$
应用的公式编号	公式 (14)

数据描述	红树林营造项目可能会由于自然因素（如病虫害、台风风暴潮、寒潮等）或人为干扰（如砍伐等）原因导致项目清除的温室气体重新释放到大气中，即非持久性风险。在核算减排量时须按照项目非持久性风险扣减率，扣除一定比例的项目减排量。非持久性风险扣减率采用历史病虫害、台风风暴潮等灾害导致的红树林储量或面积的损失比例计算确定
数据单位	%
数据来源	默认值
数值	5%
数据用途	用于计算项目减排量的非持久性风险

## 7.2 项目实施阶段需监测的参数和数据

项目实施阶段需监测的参数和数据的技术内容和确定方法见表 13 和表 14。

表 13  $A_{i,t}$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$A_{i,t}$
应用的公式编号	公式（4），公式（10），公式（12），公式（13）
数据描述	第 $t$ 年时，第 $i$ 项目碳层的面积
数据单位	公顷（ $\text{hm}^2$ ）
数据来源	空间数据和野外测定
监测点要求	所有实际实施种植活动的项目地块及其拐点坐标
监测仪表要求	手持全球定位导航设备、高分辨率卫星或地面遥感影像和大比例尺地形图
监测程序与方法要求	按 7.3.2 项目边界监测及 TD/T 1055 的相关要求执行
监测频次与记录要求	自首次核查后，一般每 5 年至少监测一次。须有项目及碳层边界坐标的.shp 或.kml 文件
质量保证/质量控制程序要求	采用国家海洋监测（GB 17378.2）和国土调查（TD/T 1055）使用的质量保证和质量控制（QA/QC）程序
数据用途	用于计算各碳层生物质碳储量、土壤碳储量及温室气体排放量

表 14  $x_{1,p,m}, x_{2,p,m}, x_{3,p,m}, \dots$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$x_{1,p,m}, x_{2,p,m}, x_{3,p,m}, \dots$
应用的公式编号	公式（8）
数据描述	样地 $p$ 第 $m$ 株测树因子。通常为胸径（ $DBH$ ）、基径（ $D_0$ ）和株高（ $H$ ）等，按 7.1 节中确定的公式参数进行监测
数据单位	$DBH$ 和 $D_0$ 单位为 $\text{cm}$ ， $H$ 单位为 $\text{m}$
数据来源	野外测定
监测点要求	样地设置符合 7.3.5 节和 7.3.6 节的相关要求；每个碳层监测样地不少于 3 个
监测仪表要求	$DBH$ 和 $D_0$ 测量需要测树围尺、皮尺或游标卡尺； $H$ 测量需要皮尺、测高仪或塔尺
监测程序与方法要求	按 7.3.8 节及 HY/T 081 执行
监测频次与记录要求	自首次核查后，一般每 5 年至少监测一次，样地每木调查，实测样地内所有活立木的株 $H$ 、 $DBH$ 或 $D_0$
质量保证/质量控制程序要求	采用国家海洋监测（GB17378.2）或滨海湿地监测（HY/T 081）使用的质量保证和质量控制（QA/QC）

	程序
数据用途	用于计算样地植被生物量

### 7.3 项目实施及监测的数据管理要求

#### 7.3.1 一般要求

项目业主应采取以下措施，确保监测参数和数据的质量：

- a) 遵循项目设计阶段确定的数据监测程序与方法要求，制定详细的监测方案；
- b) 建立可信且透明的内部管理制度和质量保障体系，包括但不限于可靠的外业测定、外业测定的互检互核、内业数据的输入、计算和核实等；
- c) 明确负责部门及其职责、具体工作要求、数据管理程序、工作时间节点等；
- d) 指定专职人员负责项目边界、项目实施情况、测树因子等数据的监测、收集、记录和交叉核对。

#### 7.3.2 项目边界监测要求

**7.3.2.1** 在项目设计阶段，项目业主须明确计划开展红树林种植的项目地块边界，并提供所有项目地块边界的矢量数据文件。在项目实施阶段，项目业主须测量项目实际种植的地块边界。

**7.3.2.2** 在计入期内，项目业主须根据监测方案对项目边界进行监测，检查项目实际边界是否与项目设计文件一致。如果实际边界位于项目设计文件描述的边界之外，则边界以项目设计文件为准；如果实际边界位于项目设计文件描述的边界之内，则以实际边界为准，并提供新的项目边界矢量数据文件。

**7.3.2.3** 如果项目边界发生任何变化，例如海域使用或土地利用类型发生变化，应测定被征占地块的地理坐标和面积，将这部分地块调出项目边界，并在后续减排量核算报告中予以说明，之后不再纳入项目边界。

#### 7.3.3 项目实施情况监测要求

项目实施阶段，主要监测和记录项目边界内所发生的红树林种植、管护以及与温室气体排放有关项目活动的实施情况，并判断是否与项目设计文件及监测方案一致。主要包括：

- a) 营造活动：生境改造方式、平整方式、种植树种、种植密度、修复时间、种植区域、苗木成活率和保存率、补植措施等；
- b) 管护活动：巡护、补植、互花米草等有害生物防治和海漂垃圾清理措施等；
- c) 项目边界内自然灾害（如病虫害、台风风暴潮、寒潮等）、人为干扰（如砍伐等），以及海域使用或土地利用变化等的发生情况（如时间、地点、面积、边界、损害强度等）。

#### 7.3.4 项目碳层划分要求

项目实施阶段，如果项目边界内出现下述情形之一，项目业主须在每次监测前对上一次划分的碳层进行调整：

- a) 项目实际活动与项目设计不一致，并影响了项目碳层内的均一性，如种植树种、种植时间、种植密度、种植面积以及项目边界等发生变化；
- b) 因自然因素（如病虫害、台风风暴潮、寒潮等）和人为干扰（如砍伐等）导致碳层内的异质性增加；
- c) 因海域使用或土地利用类型发生变化等造成碳层边界发生变化。

若上一次监测发现，两个或多个碳层具有相近的碳储量及变化，则可将这些不同的碳层合并成一个碳层，以降低监测工作量。

### 7.3.5 抽样设计要求

本文件要求生物质碳储量的抽样调查达到 90%可靠性水平下 90%的精度要求。项目监测所需的样地数量按照公式 (15) 计算：

$$n = \left( \frac{t_{VAL}}{E} \right)^2 \times (\sum_i w_i \times S_i)^2 \quad (15)$$

式中：

- $n$  —— 项目边界内计算生物质碳储量所需的监测样地数量，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，取值为 1.645，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 ( $\text{hm}^2$ )， $A_i$  是第  $i$  项目碳层的面积 ( $\text{hm}^2$ )，无量纲；
- $S_i$  —— 项目边界内第  $i$  项目碳层单位面积碳储量估计值的标准差，单位为吨碳每公顷 ( $\text{tC}\cdot\text{hm}^{-2}$ )；项目设计阶段，采用碳层单位面积生物质碳储量估计值的 10%；
- $E$  —— 项目单位面积生物质碳储量估计值允许的误差范围，单位为吨碳每公顷 ( $\text{tC}\cdot\text{hm}^{-2}$ )；项目设计阶段，采用项目单位面积生物质碳储量估计值的 10%；
- $i$  —— 项目碳层， $i=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲。

分配到各碳层的监测样地数量按照公式 (16) 计算：

$$n_i = n \times \frac{w_i \times S_i}{\sum_i (w_i \times S_i)} \quad (16)$$

式中：

- $n_i$  —— 项目边界内第  $i$  项目碳层计算生物质碳储量所需的监测样地数量，无量纲；
- $n$  —— 项目边界内计算生物质碳储量所需的监测样地数量，无量纲；
- $w_i$  —— 项目边界内第  $i$  项目碳层的面积权重，无量纲；
- $S_i$  —— 项目边界内第  $i$  项目碳层单位面积碳储量估计值的标准差，单位为吨碳每公顷 ( $\text{tC}\cdot\text{hm}^{-2}$ )；项目设计阶段，采用碳层单位面积生物质碳储量估计值的 10%；
- $i$  —— 项目碳层， $i=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲；

本文件要求每个碳层调查样地数不少于 3 个，如按照公式 (16) 计算某个碳层调查样地数小于 3，则相应碳层样地数设置为 3 个。如果抽样未达到 90%可靠性水平下 90%的精度，可通过增加样地数量，从而使测定结果达到精度要求，或在不增加样地数量的情况下参照 7.3.9 节的方法校正清除量。

### 7.3.6 样地设置要求

采用固定样地连续监测项目情景下的碳储量的变化。在各项目碳层内布设正方形样地，样地的空间布设须采用随机起点、系统布点的方法，具体操作流程如下：

- a) 采用 GIS 等空间工具将每个碳层网格化，每个网格大小与监测样地大小相同；
- b) 保留各碳层内规则正方形的完整网格，将每个完整的网格按固定顺序编号（碳层边缘不完整的网格不参与编号），确定碳层内保留的完整网格的数量 ( $N$ )；
- c) 1~ $N$  之间产生一个随机数，该随机数代表的网格编号即为该碳层的第 1 个监测样地；
- d) 计算该碳层其他样地所在的网格编号：第 2 个样地的网格编号等于第 1 个样地的网格编号加间隔的网格数，该间隔数等于该碳层的网格数量 ( $N$ ) 除以该碳层样地数量 ( $n_i$ ) 后取整数；第 3 个样地的网格编号等于第 2 个样地的网格编号加间隔的网格数，依此类推。

若到达最大的网格编号时仍未编号好需要的样地数量，可接着从第 1 个网格往下数。

e) 按上述方案设计样地，若部分样地因环境条件和交通等限制难以到达，可在首次监测时将样地调整至碳层内滩面高程和土壤质地条件相近，且植被覆盖度不高于原样地、方便到达的样地。调整位置的样地数量不能超过项目总样地数量的三分之一。项目业主应提供调整前后样地滩面高程、种植的树种、种植密度及植被覆盖度等情况的资料证明样地位置调整的的必要性和合理性。

样地水平面积应根据红树林植被情况而定，乔木型植被设置 10 m×10 m 样地，灌木型设置 5 m×5 m 样地（如植被密度较大时，可设置 2 m×2 m 样地）；如乔木型植被群落下生长有桐花树等灌木型植物且生长密度高时，可在乔木监测的固定样地内随机设置嵌套的小样地（如 2 m×2 m）进行灌木型植物的调查。在监测项目边界内的生物质碳储量变化时，宜采用标志桩或其他标志物对样地的四个角或中心位置进行定位。记录每个样地的行政位置（县、乡、村和小地名）、样地名称/编号、经纬度坐标（以度表示的坐标至少保留 6 位小数）、种植树种、种植时间以及其他样地信息。固定样地复位率需达 100%。

### 7.3.7 监测频率与时间要求

项目业主应在项目设计阶段确定固定样地监测频率，一般每 5 年至少监测一次。首次监测时间不早于项目申请登记时间。

### 7.3.8 生物质碳储量监测与计算要求

a) 第一步：于固定样地内开展每木调查，实测样地内所有活立木的胸径（DBH）或基径（ $D_0$ ）和株高（H），监测参数根据选择的生物量方程中对应的测树因子决定；

b) 第二步：采用“生物量方程法”计算样地内各树种的生物量，根据公式（8）计算样地各树种的单位面积生物量。在红树林生长的初期，红树植株无法测定胸径或测树因子的数值未达到生物量方程使用的最低下限，通过公式（9）计算样地单位面积生物量；

c) 第三步：利用生物质含碳率，根据公式（7）将样地各树种单位面积生物量转化为样地单位面积生物质碳储量，并计算各碳层单位面积生物质碳储量（公式 5）；

d) 第四步：根据公式（4）利用各碳层单位面积生物质碳储量与碳层面积计算项目生物质碳储量；

e) 第五步：假定一定时间内项目边界内各碳层生物质碳储量的变化是线性的，根据公式（3）计算项目生物质碳储量年变化量；计入期起始以来第一个核算期项目产生的清除量可基于该线性假设和项目经核查的首次监测结果进行计算。

### 7.3.9 数据精度控制与校正要求

通过项目边界内单位面积生物质碳储量的不确定性来评判抽样精度。不确定性的计算过程如下：

a) 第一步：计算第  $i$  项目碳层平均单位面积生物质碳储量方差：

$$S_{C_{Biomass\ i,t}}^2 = \frac{n_i \times \sum_p C_{Biomass,i,p,t}^2 - (\sum_p C_{Biomass,i,p,t})^2}{n_i \times (n_i - 1)} \quad (17)$$

式中：

$S_{C_{Biomass\ i,t}}^2$  —— 第  $t$  年时，第  $i$  项目碳层平均单位面积生物质碳储量的方差，单位为吨碳每公顷的平方（ $tC \cdot hm^{-2}$ ）<sup>2</sup>；

$C_{Biomass,i,p,t}$  —— 第  $t$  年时，第  $i$  项目碳层样地  $p$  的单位面积生物质碳储量，单位为吨碳每公顷（ $tC \cdot hm^{-2}$ ）；

$p$  —— 第  $i$  项目碳层中的样地， $p=1, 2, 3, \dots, n_i$ ，无量纲；

- $i$  —— 项目碳层,  $i=1, 2, 3, \dots$ , 无量纲;
- $n_i$  —— 第  $i$  项目碳层监测样地数, 无量纲;
- $t$  —— 自项目开始以来的年数,  $t=1, 2, 3, \dots$ , 无量纲。

b) 第二步: 计算项目边界内平均单位面积生物质碳储量方差:

$$C_{\text{Biomass},t} = \sum_i (w_i \times C_{\text{Biomass},i,t}) \quad (18)$$

$$S_{C_{\text{Biomass},t}}^2 = \sum_i \left( w_i^2 \times \frac{S_{C_{\text{Biomass},i,t}}^2}{n_i} \right) \quad (19)$$

式中:

- $C_{\text{Biomass},t}$  —— 第  $t$  年时, 项目边界内的平均单位面积生物质碳储量, 单位为吨碳每公顷 ( $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$ );
- $w_i$  —— 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 ( $\text{hm}^2$ ),  $A_i$  是第  $i$  项目碳层的面积 ( $\text{hm}^2$ ), 无量纲;
- $C_{\text{Biomass},i,t}$  —— 第  $t$  年时, 第  $i$  项目碳层的平均单位面积生物质碳储量, 单位为吨碳每公顷 ( $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$ );
- $S_{C_{\text{Biomass},t}}^2$  —— 第  $t$  年时, 项目平均单位面积生物质碳储量的方差, 单位为吨碳每公顷的平方 ( $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$ )<sup>2</sup>;
- $S_{C_{\text{Biomass},i,t}}^2$  —— 第  $t$  年时, 第  $i$  项目碳层平均单位面积生物质碳储量的方差, 单位为吨碳每公顷的平方 ( $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$ )<sup>2</sup>;
- $n_i$  —— 第  $i$  项目碳层的样地数;
- $i$  —— 项目碳层,  $i=1, 2, 3, \dots$ , 无量纲;
- $t$  —— 自项目开始以来的年数,  $t=1, 2, 3, \dots$ , 无量纲。

c) 第三步: 计算项目边界内平均单位面积生物质碳储量的不确定性:

$$u_{C_{\text{Biomass},t}} = \frac{t_{\text{VAL}} \times S_{C_{\text{Biomass},t}}}{C_{\text{Biomass},t}} \quad (20)$$

式中:

- $u_{C_{\text{Biomass},t}}$  —— 第  $t$  年, 项目边界内平均单位面积生物质碳储量的不确定性, 即相对误差限, 单位为百分比 (%)。要求相对误差不大于 10%, 即抽样精度不低于 90%;
- $t_{\text{VAL}}$  —— 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,  $M$  是生物量计算的碳层数), 置信水平为 90%, 查  $t$ -分布双侧分位数表获得, 无量纲。如置信水平为 90%, 自由度为 45 时, 双侧  $t$ -分布的  $t$  值在 Excel 电子表中输入“=TINV(0.10,45)”可计算得到  $t$  值为 1.6794;
- $S_{C_{\text{Biomass},t}}$  —— 第  $t$  年时, 项目边界内平均单位面积生物质碳储量方差的平方根, 即标准误差, 单位为吨碳每公顷 ( $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$ );
- $t$  —— 自项目开始以来的年数,  $t=1, 2, 3, \dots$ , 无量纲。

如果抽样精度小于 90% (不确定性 > 10%, 公式 (20)), 项目业主可通过增加样地数量进行补测, 从而使测定结果达到精度要求; 或选择扣减一定比例清除量的方式进行校正。

1) 对碳储量变异较大的碳层, 增加监测样地数量, 并按上述方法设置样地进行补测, 直到达到监测精度要求; 根据监测结果计算 (公式 3) 得到的第  $t$  年的生物质碳储量变化量即为项目的生物质碳储量变化量  $\Delta C_{\text{Biomass,proj},t}$ 。

2) 对监测的生物质碳储量选择扣减的方式进行校正:

$$\Delta C_{Biomass_{PROJ},t} = \Delta C_{Biomass,t} \times (1 - DR) \quad (21)$$

式中：

- $\Delta C_{Biomass_{PROJ},t}$  —— 校正后第  $t$  年的项目生物质碳储量年变化量，单位为吨碳每年 ( $t C \cdot a^{-1}$ )；
- $\Delta C_{Biomass,t}$  —— 监测的第  $t$  年的项目生物质碳储量年变化量，单位为吨碳每年 ( $t C \cdot a^{-1}$ )；
- $DR$  —— 扣减率，单位为百分比 (%)；
- $t$  —— 自项目开始以来的年数， $t=1, 2, 3, \dots$ ，无量纲。

扣减率 ( $DR$ ) 可从表 15 获得。

表 15 样地监测生物质碳储量变化量的扣减率

不确定性 ( $u_{C_{Biomass,t}}$ )	扣减率 ( $DR$ )
$u_{C_{Biomass,t}} \leq 10\%$	0%
$10\% < u_{C_{Biomass,t}} \leq 20\%$	6%
$20\% < u_{C_{Biomass,t}} \leq 30\%$	11%
$u_{C_{Biomass,t}} > 30\%$	须增加样地数量，直至测定结果达到精度要求

### 7.3.10 数据管理与归档要求

7.3.10.1 对于收集到的监测数据，项目业主应建立数据、信息等原始记录和台账管理制度，妥善保管植被调查原始记录、项目边界与碳层监测数据、项目边界与碳层调整记录及与之相关的书面文件等。原始记录和台账应明确数据来源、数据获取时间及填报台账的相关责任人等信息。

7.3.10.2 项目监测的所有数据均应进行电子存档，在该温室气体自愿减排项目最后一期减排量登记后至少保存 10 年，确保相关数据可追溯。

## 8 项目审定与核查要点

### 8.1 项目适用条件的审定与核查要点

审定与核查机构应基于项目设计文件，对方法学的适用条件进行逐条分析，重点确认以下内容：

a) 核实项目是否符合法律、法规要求，符合行业发展政策。可查阅《中华人民共和国湿地保护法》《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国海域使用管理法》《中华人民共和国自然保护区条例》等法律及各地市红树林湿地保护相关的法规和政策，确认项目不违反有关法律法规和政策；通过查阅项目可行性研究报告及其批复文件、环境影响评价报告书（表）及其批复（备案）文件，项目所在区域的国土空间规划、海洋功能区划，以及现场走访等形式评估项目是否对生态环境产生不利影响，重点关注红树林种植对海草床、乡土盐沼湿地、重要天然种质资源等的影响；

b) 核实项目地块的合格性。通过项目开始前遥感影像、现场走访和项目的相关文件确认项目边界内地块在项目开始前是否为无植被潮滩或退养的养殖塘区域；核实红树林营造开始前项目边界内的退养和互花米草清除等工作是否已经完成；确认连续种植最小面积是否大于  $400 m^2$ ；

c) 核实项目边界内海域使用权, 以及减排量的归属权。在项目审定时, 核实项目边界内海域所有权或使用权, 以及减排量的归属权。可通过登记机构核发的不动产权属证书、自然资源管理部门提供的证明文件, 或自然保护区管理部门提供的证明文件等核实项目边界内海域使用权属, 如项目涉及红树林自然保护区, 需有保护区管理机构出具的支持文件。可通过项目业主与利益相关方(包括县级及以上人民政府、自然资源主管部门、海域使用权人、红树林营造出资方等)签署的协议等核实项目减排量的归属权;

d) 核实项目地块是否在平均大潮高潮时全部有海水覆盖。项目业主应在项目设计文件中明确项目区域平均大潮高潮和平均低潮水位, 或提供当地不少于 5 年的历史潮汐水文数据及当地潮汐水位与 85 国家高程基准的转化关系; 若项目涉及实施潮滩填土、堆高或平整活动, 通过全球定位系统实时动态测量(RTK)系统测定改造后的滩面高程, 确认项目施工设计滩面高程是否在当地平均大潮高潮和平均低潮水位之间;

e) 核实选择的树种是否为红树植物。可参考《红树林生态修复手册》(自然资办函(2021)1809号附件), 通过查阅苗木采购合同、验收记录和现场观察等进行确认;

f) 通过现场走访了解项目期间是否存在施肥管理。

## 8.2 项目开始时间的审定与核查要点

审定与核查机构须通过对比项目开始前后的卫星遥感影像或现场走访, 并结合证据文件核实等方法, 验证项目开始时间的真实性。项目业主可选择提供下列材料之一, 说明项目的开始时间:

a) 经县级(含)以上行业主管部门批复的作业设计和(或)出具的验收报告;

b) 项目业主与施工方签署的施工合同和相关付款证明;

c) 其他具有法律效力的、注明项目开始日期的文件(如项目监理报告)。

## 8.3 项目边界的审定与核查要点

审定与核查机构须根据项目业主提供的项目边界的矢量数据文件(如.shp 文件或.kml 文件, 并细化到地块), 重点开展以下工作:

a) 从每个碳层中以随机方式选取至少 1 个地块(或总共不少于 5 个地块), 利用 BDS 或 GPS 系统, 直接测定项目地块边界重要拐点坐标, 核实单点定位误差是否超过 $\pm 2\text{m}$ 。根据重要拐点坐标定位, 计算选取项目地块的面积, 与项目业主的测定结果进行对比, 核实项目边界内面积误差是否超过 $\pm 5\%$ ;

b) 通过遥感影像分析和现场核验, 核实项目边界内是否包含面积超过  $400\text{m}^2$  以上的坑塘, 宽度大于  $3\text{m}$  的道路、沟渠、潮沟及项目活动前已生长且覆盖度大于  $5\%$  的红树林等不符合适用条件的地块;

c) 通过项目所在地的遥感影像、种植设计文件、种植验收报告等资料, 核对实际实施红树林种植地块的边界与项目设计文件中计划实施的边界是否一致, 识别项目实施与项目设计的边界是否出现偏移, 并确认出现的偏移是否按照 6.3 节和 7.3.4 节要求调整碳层划分;

d) 核实项目边界内海域使用或土地利用类型是否发生变化。对海域使用或土地利用方式已经发生变化的地块, 需要从项目边界内调出。

## 8.4 项目减排量核算的审定与核查要点

审定与核查机构须核实项目减排量核算过程的准确性、参数选择的合理性、计算结果的保守性, 重点审定与核查以下要点:

a) 须核实项目减排量核算过程是否符合本文件第 6 章的要求, 是否项目实施阶段每次监测和计算方法一致, 参数选择合理, 计算结果准确且符合保守性原则;

b) 若项目业主使用公开发表的生物量方程计算项目减排量, 审定与核查机构须对项目业主选用的生物量方程的合理性进行核实, 确认所使用生物量方程是否来源于国家标准、行业标准、地方标准、核心期刊发表或 SCI 收录论文, 同时确认所使用方程在适用区域、株高、胸(基)径等适用范围是否优于附录 A 推荐的相应树种的生物量方程。

### 8.5 样地监测的审定与核查要点

确认项目是否按照方法学的要求制定了监测计划并实施, 重点审定与核查以下要点:

- a) 确认监测计划是否包含了监测实施的组织形式和职责分工, 监测方法、程序和频次, 数据记录与收集程序, 抽样方案等;
- b) 确认项目碳层划分、抽样设计和样地设计是否满足 90%可靠性水平下 90%的精度要求, 是否满足 7.3.9 节的要求;
- c) 确认项目监测阶段项目碳层调整与地块生物质碳储量异质性变化的符合性, 可使用项目开始时和发生干扰时的遥感影像进行对比, 确定项目实施阶段项目碳层调整是否合理;
- d) 确认固定样地的布设是否根据 7.3.6 节执行; 若部分样地因交通和安全等问题难以开展监测而进行位置调整的, 须核实调整前后样地滩面高程、种植的树种、种植密度和植被覆盖度等情况, 确认样地调整的必要性和合理性;
- e) 现场核查须在监测完成后 3 个月之内完成。在减排量核查时, 须从项目所有监测样地中, 随机选择至少 5 个样地, 且每个碳层至少抽 1 个监测样地(以数量多的为准), 进行现场核查。首先须核实监测样地与所属碳层样地外的红树林种植措施是否一致, 确定无误后开展样地测定核查。测定样地位置、面积以及株数、胸(基)径等, 并将结果与项目业主的测定结果进行对比。在误差允许范围内, 使用项目业主的测量值; 在误差允许范围之外, 项目业主须重新监测和核算。样地监测的平均允许误差如下:
  - 样地位置: 固定样地标志桩(标志物)与记录经纬度相一致;
  - 样地面积: 样地面积与核算报告描述面积一致;
  - 株数: 样地各树种株数测量误差不超过±5%;
  - 胸(基)径: 样地平均胸(基)径测量误差不超过±10%。

### 8.6 参数的审定与核查要点及方法

参数的审定与核查要点及方法见表 16。

表 16 参数的审定与核查要点及方法

序号	内容	审定要点及方法	核查要点及方法
1	$CF_j$	确认各树种的生物质含碳率是否从 7.1 节提供的缺省值选择。	确认树种的生物质含碳率选择的准确性: a) 确认各碳层种植树种是否与设计文件是否一致; b) 确认各树种生物质含碳率是否从 7.1 节提供的缺省值选择。
2	$f(x_1, x_2, x_3, \dots)$	确认红树植物生物量方程选择的合理性: a) 若选择附录 A 中推荐的生物量方程, 确认方程是否对应种植的树种, 方程的选择是否满足适用地区、测树因子适用性等要求; b) 若选择公开发表的相似生态条件下的生物量方程, 应从区域、树种及测树因子等方面核实方程的适用性。	确认红树植物生物量方程选择的准确性: 现场确认各碳层种植树种是否与设计文件一致。

3	$A_s$	确认植物调查样地面积是否合理：查阅项目设计文件，根据附录 A 确认各样地植被类型；根据不同植被类型，确认各样地植被调查样地面积是否符合 7.3.6 节的要求。	确认植物调查样地面积是否合理： a) 根据附录 A，现场确认各样地的实际植被类型； b) 根据不同植被类型，确认各样地植被调查样地面积是否符合 7.3.6 节的要求。
4	$d_{SOC_{PROJ}}$	确认是否按 7.1 节选择缺省值。	确认核查时各碳层是否已经开展红树林种植；若已开展红树林种植，确认是否按 7.1 节要求选择缺省值；若未开展红树林种植，应取 0 计算。
5	$F_{CH_4_{PROJ}}$	确认是否按 7.1 节选择缺省值。	确认核查时各碳层是否已经开展红树林种植；若已开展红树林种植，确认是否按 7.1 节要求选择缺省值；若未开展红树林种植，应取 0 计算。
6	$F_{N_2O_{PROJ}}$	确认是否按 7.1 节选择缺省值。	确认核查时各碳层是否已经开展红树林种植；若已开展红树林种植，确认是否按 7.1 节要求选择缺省值；若未开展红树林种植，应取 0 计算。
7	$A_{i,t}$	<p>a) 确认项目边界的准确性： ——通过查阅项目设计文件、红树林种植方案等，确认项目边界的实际位置； ——确认空间数据分辨率是否不低于 2m，保障项目边界的准确性。</p> <p>b) 确认项目碳层面积的准确性： ——通过查阅项目设计文件、红树林种植方案等，确认碳层划分是否符合 6.3 节要求； ——确认空间数据分辨率是否不低于 2m。</p>	<p>a) 确认项目边界的准确性： ——利用 BDS 或 GPS 系统，直接测定项目地块边界的拐点坐标，应确认拐点坐标测定设备精度是否不低于 2m，同时现场确认拐点坐标的实际情况； ——若利用地理空间数据（如卫星遥感影像、无人机航拍影像），在 GIS 辅助下直接读取项目地块的边界坐标，应确认空间数据分辨率是否不低于 2m，同时现场确认边界坐标的实际情况。</p> <p>b) 确认项目碳层调整的合理性： ——查阅项目监测记录，确认项目碳层调整是否符合 7.3.4 节的要求； ——确认项目碳层调整后，项目减排量计算是否符合 7.3.9 节的要求。</p>
8	$x_1, x_2, x_3 \dots$	确认测树因子选择的准确性：查阅项目设计文件，根据选择的生物量方程，确认测树因子的选择是否准确。	<p>a) 从监测样地中，随机选择至少 5 个样地，且每个项目碳层至少抽 1 个监测样地，以数量多的为准进行现场测定，包括样地位置、面积以及株数和胸（基）径；</p> <p>b) 核实核查结果与项目业主监测结果的误差是否符合 8.5 节的要求。</p>

## 9 方法学编制单位

在本方法学编制工作中，自然资源部第三海洋研究所，以及北京市企业家环保基金会、大自然保护协会北京代表处、北京林业大学、厦门大学、海南省环境科学研究院、国家海洋信息中心、国家海洋环境监测中心等单位作出积极贡献。

附·录··A  
(资料性附录)  
我国红树林营造常用树种生物量方程

表 A.1 我国红树林营造常用树种生物量方程

树种	植被类型	适用范围			生物量方程
		地区	株高/m	胸或基径/cm	
秋茄	乔木/小乔木/灌木	福建莆田及其以北	0.4-1.8	/	$B_T = 0.100923 \times D_{0.1H}^{1.446}$
		福建泉州及其以南	3.4-5.5	4.4-12.6	$B_T = 0.03999 \times (DBH^2 \times H)^{1.053} + 0.02972 \times (DBH^2 \times H)^{0.990}$
桐花树	灌木	全国	1.4-2.5	2.5-9.2	$B_T = 0.02689 \times D_0^{2.01907}$
白骨壤	乔木/小乔木/灌木	全国	3.1-5.6	8.3-14.3	$B_T = 0.94624 \times (DBH^2 \times H)^{0.529} + 0.07962 \times (DBH^2 \times H)^{0.615}$
木榄、海莲和尖瓣海莲	乔木/小乔木	全国	/	2.0-24.0	$B_T = 0.186 \times DBH^{2.31} + 0.4697 \times DBH^{1.5543}$
红海榄	乔木/小乔木	全国	/	3.0-17.0	$B_T = 0.40179 \times DBH^{2.291}$
正红树	乔木/小乔木	全国	/	<28	$B_T = 0.235 \times DBH^{2.42} + 0.00698 \times DBH^{2.61}$
木果楝	乔木	全国	/	<25	$B_T = 0.0823 \times DBH^{2.59} + 0.145 \times DBH^{2.55}$
无瓣海桑	乔木	全国	1.5-15.5	2.0-56.5	$B_T = 0.033 \times (DBH^2 \times H)^{1.002}$
其他海桑属树种	/	全国	2.7-7.2	2.4-13.2	$B_T = 0.11105 \times (DBH^2 \times H)^{0.807}$
其他-	/	全国	/	<45	$B_T = 0.251 \times \rho \times DBH^{2.46} + 0.199 \times \rho^{0.899} \times DBH^{2.22}$

注 1: 有些红树植物(如秋茄)在不同的地区表现出不同的形态, 根据具体树种在项目所在地区表现出的类型进行确定;  
注 2:  $B_T$  表示红树植物单株总生物量, 单位为千克 (kg d.m.);  $H$  表示株高;  $DBH$  表示胸径;  $D_0$  表示基径;  $D_{0.1H}$  表示株高十分之一处直径;  
注 3: 当无适用生物量方程时, 可选择“其他通用”生物量方程; 其中  $\rho$  树种木材密度, 可选择文献公开报道的树种木材密度, 若无用密度, 可选择平均默认值  $0.6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ 。