

ICS 65.020.40
B 64
备案号: 46586-2015

DB11

北 京 市 地 方 标 准

DB11/T 1214—2015

平原地区造林项目碳汇核算技术规程

Technical code of practice for carbon accounting of afforestation project
in the plain areas

2015 – 07 – 08 发布

2015 – 11 – 01 实施

北京市质量技术监督局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 碳计量方法..... 2

5 监测程序 8

附录 A（资料性附录） 主要乔木优势树种（组）生物量参数 17

附录 B（资料性附录） 主要乔木树种（组）生物量方程参考表 20

参考文献 21

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由北京市园林绿化局提出并归口。

本标准由北京市园林绿化局组织实施。

本标准起草单位：北京市林业碳汇工作办公室、中国绿色碳汇基金会、北京市发展和改革委员会、北京市园林绿化局造林营林处、顺义区园林绿化局、怀柔区园林绿化局、大兴区林业工作站。

本标准主要起草人：周彩贤、张玉梅、李怒云、刘力、陈峻崎、于海群、张峰、何桂梅、李金良、彭强、杜静、崔亚红、王永超、南海龙、宋继琴。

平原地区造林项目碳汇核算技术规程

1 范围

本标准规定了平原地区造林项目的碳汇量计量、监测的技术方法和要求。

本标准适用于 2005 年 2 月 16 日以来的无林地，包括宜林地、农地、废弃沙石坑地、荒滩、荒地、拆迁腾退地、重要水源保护地（不含湿地）地区造林项目和城市景观造林绿化活动的碳汇计量与监测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

LY/T 2253—2014 造林项目碳汇计量监测指南

3 术语和定义

LY/T 2253—2014 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

碳层 stratification

是指根据项目边界内的土壤、立地条件、植被状况以及经营活动等，将项目区划分成若干个相对同质的单元。

3.2

核算 accounting

是指对碳汇造林项目边界内的、由该造林项目引起的碳储量变化量、碳排放量和净碳汇量进行计量和监测。

4 碳计量方法

4.1 项目边界确定

事前项目边界可通过以下几种方式之一确定：

- 利用大比例尺地形图（比例尺 $\geq 1:10000$ ）实地勾绘获取项目边界。
- 利用经校正合格的高分辨率的地理空间数据（卫星影像、航空影像数据等）判读勾绘项目边界。
- 用定位误差在 5m 以内的全球定位系统（GPS）直接测定项目地块边界的拐点坐标。

事后边界应采用 1:10000 以上地形图现场勾绘，或采用定位误差在 5m 以内 GPS 直接测定，或利用高分辨率的卫星影像或航空影像判读勾绘并实地调绘，或用全站仪实测。如果实际边界位于项目设计边界之内，应以实际边界为准；如果实际边界位于项目设计边界之外，应以设计边界为准。

地理边界应提交由地理信息系统制作的具有经纬度坐标及造林项目地块详细信息的图形文件。

4.2 项目计入期

按照 LY/T 2253—2014 的相关规定。计入期最短为 20 年，最长为 60 年。

4.3 碳库及温室气体排放源的识别

4.3.1 碳库选择

在地上生物量碳库、地下生物量碳库、土壤碳库、枯落物碳库和枯死木碳库这五个碳库中，只选择地上生物量碳库和地下生物量碳库进行计量、监测。

4.3.2 温室气体排放源选择

温室气体排放源选择只考虑生物质燃烧造成的温室气体排放，温室气体排放源的选择见表 1。

表 1 温室气体排放源的选择

温室气体排放源	温室气体种类	是否选择	理由或解释
生物质燃烧	CO ₂	否	生物质燃烧导致的CO ₂ 排放已在碳储量变化中考虑
	CH ₄	是	项目运行期内有森林火灾发生,会导致生物质燃烧产生CH ₄ 排放
		否	项目运行期内没有森林火灾发生
	N ₂ O	是	项目运行期内有森林火灾发生,会导致生物质燃烧产生N ₂ O排放
		否	项目运行期内没有森林火灾发生

4.4 基线情景识别

基线情景识别按照 LY/T 2253 的规定执行。

4.5 事前分层

4.5.1 基线情景碳层划分

根据项目区实施造林作业之前的立地条件、植被类型等关键因子进行基线情景碳层划分。

4.5.2 项目情景碳层划分

在项目设计阶段，根据项目设计的造林树种（组）、密度、苗木规格进行分层。在项目活动实施后，根据项目作业的实施情况和造林模式，对项目区事前的分层结果进行适当调整。

4.6 基线碳汇量

4.6.1 基线碳汇量组成

基线碳汇量只考虑林木、灌木生物量碳库碳储量的变化，计算方法如公式（1）：

$$\Delta C_{BSL,t} = \Delta C_{TREE_BSL,t} + \Delta C_{SHRUB_BSL,t} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $\Delta C_{BSL,t}$ —— 第 t 年的基线碳汇量，单位为： $t\ CO_2-e \cdot a^{-1}$ ；
- $\Delta C_{TREE_BSL,t}$ —— 第 t 年时基线林木生物量碳储量的年变化量，单位为： $t\ CO_2-e \cdot a^{-1}$ ；
- $\Delta C_{SHRUB_BSL,t}$ —— 第 t 年时基线灌木生物量碳储量的年变化量，单位为： $t\ CO_2-e \cdot a^{-1}$ 。

4.6.2 基线林木碳汇量

根据基线的分层，计算每一层的林木碳储量的年变化量之和，即为基线林木碳储量的年变化量，计算方法如公式（2）：

$$\Delta C_{TREE_BSL,t} = \sum_{i=1} \Delta C_{TREE_BSL,i,t} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $\Delta C_{TREE_BSL,t}$ —— 第 t 年时，基线林木生物量碳储量的年变化量，单位为： $t\ CO_2-e \cdot a^{-1}$ ；
- $\Delta C_{TREE_BSL,i,t}$ —— 第 t 年时，基线第 i 层林木生物量碳储量的年变化量，单位为： $t\ CO_2-e \cdot a^{-1}$ ；
- i —— 1,2,3,..., 基线的林木分层；
- t —— 1,2,3,..., 自项目开始以来的年数。

假定一段时间内（第 t_1 至 t_2 年）基线林木生物量的变化是线性的，基线林木生物量碳储量的年变化量（ $\Delta C_{TREE_BSL,i,t}$ ）计算方法如公式（3）：

$$\Delta C_{TREE_BSL,i,t} = \frac{C_{TREE_BSL,i,t_2} - C_{TREE_BSL,i,t_1}}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $\Delta C_{TREE_BSL,i,t}$ —— 第 t 年时，基线第 i 层林木生物量碳储量的年变化量，单位为： $t\ CO_2-e \cdot a^{-1}$ ；
- $C_{TREE_BSL,i,t}$ —— 第 t 年时，基线第 i 层林木生物量的碳储量，单位为： $t\ CO_2-e$ ；
- t —— 1,2,3,..., 自项目开始以来的年数；
- t_1, t_2 —— 项目开始以后的第 t_1 年和第 t_2 年，且 $t_1 \leq t \leq t_2$ 。

林木生物量碳储量是利用林木生物量含碳率将林木生物量转化为碳含量，再利用 CO_2 与 C 的分子量（44/12）比将碳含量（tC）转换为二氧化碳当量（t CO_2-e ），计算方法如公式（4）：

$$\Delta C_{TREE_BSL,i,j,t} = \frac{44}{12} \times \sum_{j=1} (B_{TREE_BSL,i,j,t} \times CF_{TREE_BSL,i,j}) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $C_{TREE_BSL,i,j,t}$ —— 第 t 年时，基线第 i 层林木树种 j 生物量的碳储量，单位为： $t\ CO_2-e$ ；
- $B_{TREE_BSL,i,j,t}$ —— 第 t 年时，基线第 i 层林木树种 j 的生物量，单位为： $t\ d.m.$ ；
- $CF_{TREE_BSL,i,j}$ —— 基线第 i 层林木树种 j 的生物量含碳率； $t\ C\ (t.d.m.)^{-1}$ ；

44/12 ——— CO₂ 与 C 的分子量之比。

可以选择采用下列方法之一来估算基线林木生物量 ($B_{TREE_BSL,i,j,t}$):

方法 I: 生物量扩展因子法

通过林木的胸径 (DBH) 或胸径 (DBH) 和树高 (H), 利用材积表或材积公式转化成林木树干材积; 利用基本木材密度 (D) 和生物量扩展因子 (BEF) 估算林木地上生物量; 利用地下生物量与地上生物量的比值 (R) 将地上生物量推算出全株生物量, 计算方法如公式 (5):

$$B_{TREE_BSL,i,j,t} = V_{TREE_BSL,i,j,t} \times D_{TREE_BSL,i,j} \times BEF_{TREE_BSL,i,j} \times (1 + R_{TREE_BSL,i,j}) \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- $B_{TREE_BSL,i,j,t}$ ——— 第 t 年时, 基线第 i 层林木树种 j 的生物量, 单位为: t d.m;
- $V_{TREE_BSL,i,j,t}$ ——— 第 t 年, 基线第 i 层树种 j 的林木树干材积, 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, 单位为: m³;
- $D_{TREE_BSL,i,j}$ ——— 基线第 i 层树种 j 的木材基本密度, 单位为: t d.m⁻³;
- $BEF_{TREE_BSL,i,j}$ ——— 基线第 i 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;
- $R_{TREE_BSL,i,j}$ ——— 基线第 i 层树种 j 的地下与地上生物量比, 无量纲;
- i ——— 1,2,3.....估算基线林木生物量的分层;
- j ——— 1,2,3.....第 i 层中的树种;
- t ——— 1,2,3.....项目活动开始以后的年数。

方法 II: 生物量方程法

$$B_{TREE_BSL,i,j,t} = F_j(x_{1,i,j,t}, x_{2,i,j,t}, x_{3,i,j,t}, \dots) \times (1 + R_{TREE_BSL,i,j}) \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- $B_{TREE_BSL,i,j,t}$ ——— 第 t 年时, 基线第 i 层的林木树种 j 的生物量, 单位为: t d.m;
- $F_j(x_{1,i,j,t}, x_{2,i,j,t}, x_{3,i,j,t}, \dots)$ ——— 将第 t 年, 基线第 i 层树种 j 的测树因子 (x_1, x_2, x_3, \dots) 转化为地上生物量的回归方程。测树因子 (x_1, x_2, x_3, \dots);
- $R_{TREE_BSL,i,j}$ ——— 基线第 i 层树种 j 的地下与地上生物量比, 无量纲;
- j ——— 1,2,3.....第 i 层中的树种;
- i ——— 1,2,3.....估算基线林木生物量的分层;
- t ——— 1,2,3.....项目活动开始以来的年数。

4.6.3 基线灌木碳汇量

根据灌木盖度对项目边界内的灌木生物量进行分层,并估算每层灌木生物量的碳储量。假定一段时间内(第 t_1 至 t_2 年)灌木生物量的变化是线性的,基线灌木生物量碳储量的年变化量($\Delta C_{SHRUB_BSL,t}$)计算方法如公式(7):

$$\Delta C_{SHRUB_BSL,t} = \sum_{i=1} \Delta C_{SHRUB_BSL,i,t} = \sum_{i=1} \left(\frac{C_{SHRUB_BSL,i,t_2} - C_{SHRUB_BSL,i,t_1}}{t_2 - t_1} \right) \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- $\Delta C_{SHRUB_BSL,t}$ —— 第 t 年时,基线灌木生物量碳储量的年变化量,单位为: $t\ CO_2-e \cdot a^{-1}$;
- $\Delta C_{SHRUB_BSL,i,t}$ —— 第 t 年时,基线第 i 层灌木生物量碳储量的年变化量,单位为: $t\ CO_2-e \cdot a^{-1}$;
- $C_{SHRUB_BSL,i,t}$ —— 第 t 年时,基线第 i 层灌木生物量的碳储量,单位为: $t\ CO_2-e$;
- i —— 1,2,3,……基线的灌木分层;
- t —— 1,2,3,……自项目开始以来的年数;
- t_1, t_2 —— 项目开始以后的第 t_1 年和第 t_2 年,且 $t_1 \leq t \leq t_2$ 。

第 t 年时项目边界内基线灌木生物量的碳储量计算方法如公式(8):

$$C_{SHRUB_BSL,i,t} = \frac{44}{12} \times CF_S \times (1 + R_S) \times A_{SHRUB_BSL,i,t} \times B_{SHRUB_BSL,i,t} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- $C_{SHRUB_BSL,i,t}$ —— 第 t 年时,基线第 i 层灌木生物量的碳储量,单位为: $t\ CO_2-e$;
- CF_S —— 灌木的生物量含碳率,单位为: $t\ C\ (t.d.m.)^{-1}$,缺省值为 0.47;
- R_S —— 灌木的地下与地上生物量比,无量纲,缺省值为 0.4;
- $A_{SHRUB_BSL,i,t}$ —— 第 t 年时,基线第 i 层灌木的面积,单位为: ha ;
- $B_{SHRUB_BSL,i,t}$ —— 第 t 年时,基线第 i 层灌木的平均每公顷地上生物量,单位为: $t\ d.m \cdot ha^{-1}$;
- i —— 1,2,3,……基线的灌木分层;
- t —— 1,2,3,……自项目开始以来的年数;
- 44/12 —— 将 C 转换为 CO_2 的分子量比值。

灌木盖度<5%时,灌木平均每公顷生物量视为 0;

灌木盖度 \geq 5%时,估算方法如公式(9):

$$B_{SHRUB_BSL,i,t} = BDR_{SF} \times B_{FOREST} \times CC_{SHRUB_BSL,i,t} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$B_{SHRUB_BSL,i,t}$	——	第 t 年时, 基线第 i 层灌木的平均每公顷生物量, 单位为: $t\ d.m\cdot ha^{-1}$;
BDR_{SF}	——	灌木盖度为 1.0 时的平均每公顷地上生物量, 与项目实施区域的森林平均每公顷地上生物量的比值, 无量纲, 缺省值为 0.1;
B_{FOREST}	——	项目实施区域的森林平均每公顷地上生物量, 单位为: $t\ d.m\cdot ha^{-1}$;
$CC_{SRUB_BSL,i,t}$	——	第 t 年时, 基线第 i 层的灌木盖度, 以小数表示 (如盖度为 10%, 则 $CC_{SRUB,i,t}=0.10$), 无量纲;
i	——	1,2,3,……基线的灌木分层;
t	——	1,2,3,……自项目开始以来的年数。

4.7 项目碳汇量

4.7.1 项目碳汇量的组成

项目碳汇量, 等于拟议的项目活动边界内各碳库碳储量的变化之和, 减去项目新增排放量。在事前预估项目碳汇量时不考虑生物质燃烧造成的非 CO_2 温室气体排放。

项目碳汇量计算方法如公式 (10):

$$\Delta C_{ACTURAL,t} = \Delta C_{P,t} - GHG_{E,t} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$\Delta C_{ACTURAL,t}$	——	第 t 年时的项目碳汇量, 单位为: $t\ CO_2-e\cdot a^{-1}$;
$\Delta C_{P,t}$	——	第 t 年时项目边界内所选碳库的碳储量变化量之和, 单位为: $t\ CO_2-e\cdot a^{-1}$;
$GHG_{E,t}$	——	第 t 年时由于项目活动的实施所导致的项目边界内非 CO_2 温室气体排放的增加量, 事前预估时设为 0, 单位为: $t\ CO_2-e\cdot a^{-1}$ 。

第 t 年时, 项目边界内所选碳库碳储量变化量之和的计算方法如公式 (11):

$$\Delta C_{P,t} = \Delta C_{TREE_PROJ,t} + \Delta C_{SHRUB_PROJ,t} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$\Delta C_{P,t}$	——	第 t 年时, 项目边界内所选碳库的碳储量变化量, 单位为: $t\ CO_2-e\cdot a^{-1}$;
$\Delta C_{TREE_PROJ,t}$	——	第 t 年时, 项目边界内林木生物量碳储量的变化量, 单位为: $t\ CO_2-e\cdot a^{-1}$;
$\Delta C_{SHRUB_PROJ,t}$	——	第 t 年时, 项目边界内灌木生物量碳储量的变化量, 单位为: $t\ CO_2-e\cdot a^{-1}$ 。

4.7.2 项目边界内林木碳汇量

项目边界内林木生物量碳汇量变化 ($\Delta C_{TREE_PROJ,t}$) 的计算方法如公式 (12)、(13):

$$\Delta C_{TREE_PROJ,t} = \sum_{i=1} \Delta C_{TREE_PROJ,i,t} = \sum_{i=1} \left(\frac{C_{TREE_PROJ,i,t_2} - C_{TREE_PROJ,i,t_1}}{t_2 - t_1} \right) \dots\dots\dots (12)$$

$$C_{TREE_PROJ,i,t} = \frac{44}{12} \times \sum_{j=1} (B_{TREE_PROJ,i,j,t} \times CF_{TREE_PROJ,i,j}) \dots\dots\dots (13)$$

式中：

- $\Delta C_{TREE_PROJ,t}$ —— 第 t 年时，项目林木生物量碳汇量的年变化量，单位为： $t\ CO_2-e \cdot a^{-1}$ ；
- $\Delta C_{TREE_PROJ,i,t}$ —— 第 t 年时，项目第 i 层林木生物量碳汇量的年变化量，单位为： $t\ CO_2-e \cdot a^{-1}$ ；
- $C_{TREE_PROJ,i,t}$ —— 第 t 年时，项目第 i 层林木生物量的碳汇量，单位为： $t\ CO_2-e$ ；
- $B_{TREE_PROJ,i,j,t}$ —— 第 t 年时，项目第 i 层树种 j 的林木生物量，单位为： $t\ d.m$ ；
- $CF_{TREE_PROJ,i,j}$ —— 项目第 i 层树种 j 的林木生物量含碳率，单位为： $t\ C\ (t\ d.m)^{-1}$ ；
- t_1, t_2 —— 项目开始以后的第 t_1 年和第 t_2 年，且 $t_1 \leq t \leq t_2$ ；
- i —— 1,2,3,⋯，项目的林木分层；
- j —— 1,2,3,⋯，项目第 i 层的树种；
- t —— 1,2,3,⋯，自项目开始以来的年数。

项目边界内林木生物量 ($B_{TREE_PROJ,i,j,t}$) 的估算，可以采用公式 (5) 或公式 (6) 进行计算。实际计算时，用字母下标 “ $PROJ$ ” 代替公式 (5) 和 (6) 中的字母下标 “ BSL ”，如：用 $B_{TREE_PROJ,i,j,t}$ 代替公式 (5) 中的 $B_{TREE_BSL,i,j,t}$ 。

4.7.3 项目边界内灌木生物量碳储量的变化

项目边界内灌木碳汇量 ($\Delta C_{SHURB_PROJ,t}$) 的计算方法与基线灌木碳汇量的计算方法相同，采用公式 (7)、(8) 进行计算。项目边界内灌木生物量的计算方法采用公式 (9)。实际计算时，用字母下标 “ $PROJ$ ” 代替公式 (7) 和 (8) 中的字母下标 “ BSL ”，如：用 $\Delta C_{SHURB_PROJ,t}$ 代替 $\Delta C_{SHURB_BSL,t}$ 。

4.7.4 项目边界内增加的温室气体排放

根据本标准的适用条件，造林项目不得进行烧荒整地、火烧清林等燃烧生物质的人为火烧活动。由于森林火灾在项目事前无法预估，所以在事前阶段不需要对项目边界内温室气体排放量的增加量进行计量，设为 0。

因此，项目边界内的温室气体排放的增加量只考虑森林火灾（如果有）燃烧地上生物量所引起的温室气体排放，计算方法如公式 (14)：

$$GHG_{E,t} = GHG_{EF,t} = 0.001 \times \sum_{i=1}^M A_{BURN,i,t} \times b_{TREE,i,tL} \times COMF_i \times (EF_{CH_4,i} \times GWP_{CH_4} + EF_{N_2O,i} \times GWP_{N_2O}) \dots\dots\dots (14)$$

式中：

$GHG_{E,t}$	——	第 t 年时, 由于项目活动的实施所导致的项目边界内非 CO_2 温室气体排放的增加量, 单位为: $\text{t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$;
$GHG_{FF,t}$	——	第 t 年时, 项目边界内由于森林火灾所导致的非 CO_2 温室气体排放的增加量, 单位为: $\text{t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$;
$A_{BURN,i,t}$	——	第 t 年, 第 i 层被燃烧的土地面积, 单位为: $\text{ha}\cdot\text{a}^{-1}$;
b_{TREE,i,t_L}	——	火灾发生前, 在最近一次监测的第 t_L 年所核准的第 i 层林木每 ha 地上生物量的平均值, 单位为: $\text{t d.m}\cdot\text{ha}^{-1}$ 。其中树木地上生物量未被火灾燃烧的部分设为 0;
$COMF_i$	——	第 i 层的燃烧因子, 无量纲;
$EF_{CH_4,i}$	——	第 i 层的 CH_4 排放指数, 单位为: $\text{g CH}_4 (\text{kg 燃烧的干物质})^{-1}$;
GWP_{CH_4}	——	CH_4 的全球增温潜势, 无量纲, 缺省值为 25;
$EF_{N_2O,i}$	——	第 i 层的 N_2O 排放指数, 单位为: $\text{g N}_2\text{O} (\text{kg 燃烧的干物质})^{-1}$;
$GWP_{N_2O,i}$	——	N_2O 的全球增温潜势; 无量纲, 缺省值为 298;
i	——	1,2,3, ..., 项目的林木生物量估算的分层;
t	——	1,2,3, ..., 自项目开始以来的年数;
0.001	——	将 kg 转化成 t 的系数。

火灾引起林木地上生物量损失所排放的非 CO_2 温室气体, 应使用最近一次监测分层的林木地上生物量数据和燃烧因子进行计算。第一次监测时, 无论自然或人为原因引起森林火灾造成林木燃烧, 其非 CO_2 温室气体排放量都假定为 0。

4.7.5 项目碳汇量的计算

项目活动所产生的碳汇量, 等于项目碳汇量减去基线碳汇量, 计算方法如公式 (15):

$$\Delta C_{AR,t} = \Delta C_{ACTURAL,t} - \Delta C_{BSL,t} \dots\dots\dots (15)$$

式中:

$\Delta C_{AR,t}$	——	第 t 年时的项目活动产生的碳汇量, 单位为: $\text{t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$;
$\Delta C_{ACTURAL,t}$	——	第 t 年时的项目碳汇量, 单位为: $\text{t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$;
$\Delta C_{BSL,t}$	——	第 t 年时的基线碳汇量, 单位为: $\text{t CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$;
t	——	1, 2, 3,项目开始以后的年数。

5 监测程序

5.1 基线碳汇量监测

基线碳汇量在项目计入期内不需要进行监测。

5.2 项目活动监测

对项目运行期内的所有造林活动、营林活动以及与温室气体排放有关的活动进行监测，主要包括：

- a) 造林活动：包括确定苗源、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、灌溉等措施；
- b) 营林活动：修枝、间伐、补植、灌溉、施肥、更新、病虫害防治和防火措施等；
- c) 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）。

5.3 项目边界监测

项目运行期内，应对项目活动的实际边界进行监测。采用误差小于5m的GPS或其它卫星定位系统直接测定项目地块边界的拐点坐标，或者采用全站仪测定边界变化，也可采用适当的空间数据（如1:10000地形图、卫星影像、航空影像等），辅以地理信息系统界定地块边界坐标。每次监测应就下述各项进行测定、记录和归档：

- a) 确定每个项目地块造林的实际边界（以林缘为界）；
- b) 检查造林地块的实际边界与项目设计的边界是否一致，面积允许误差不超过 5%；
- c) 如果实际边界位于项目设计边界之外，则项目边界之外的部分不能纳入监测的范围；
- d) 如果实际边界位于项目设计边界之内，则应以实际边界为准；
- e) 如果由于发生毁林、火灾或病虫害等导致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），应确定其具体位置和面积，并将发生土地利用变化的地块调整到边界之外。

5.4 项目事后分层

事后分层可在事前分层的基础上进行，并根据实际造林情况、造林模式等进行调整。如果项目活动边界内出现下述原因，则在每次监测前应对上一次的分层进行更新或调整：

- a) 造林项目活动与项目设计不一致，如造林时间、树种选择和配置、造林地块的边界等发生变化；
- b) 项目活动的干扰（如施肥等）影响了项目碳层内部的均一性；
- c) 发生火灾或土地利用变化（如毁林）导致项目边界发生变化；
- d) 通过上一次监测发现，同一碳层碳储量及其变化具有很高的不确定性，在下一次监测前应对该碳层进行重新调整，将该碳层划分成两个或多个碳层；如果上一次监测发现，两个或多个碳层具有相近的碳储量及其变化，则可考虑将这些不同的碳层合并成一个碳层，以降低监测工作量。

5.5 抽样设计

基于碳汇造林项目对生物量碳储量监测 90%的可靠性、90%的抽样精度的要求，采用最优分配法来计算所需的监测样地数量。

对于重复抽样或抽样比 $\leq 5\%$ 的非重复抽样，监测样地数量的计算方法如公式（16）：

$$n = \frac{\left(\sum_{i=1}^L W_i \times S_i \right)^2}{S_{(\bar{y}_{st})}^2} = \frac{t_\alpha^2 \times \left(\sum_{i=1}^L W_i \times S_i \right)^2}{\Delta^2} = \frac{t_\alpha^2 * \left(\sum_{i=1}^L W_i \times S_i \right)^2}{E^2 * \left(\sum_{i=1}^L W_i \times \bar{y}_i \right)^2} \dots\dots\dots (16)$$

对于抽样比 > 5% 的非重复抽样，监测样地数量的计算方法如公式（17）：

$$n = \frac{\left(\sum_{i=1}^L W_i \times S_i \right)^2}{S_{(\bar{y}_{st})}^2 + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L W_i \times S_i^2} = \frac{N \times t_\alpha^2 \times \left(\sum_{i=1}^L W_i \times S_i \right)^2}{N \times \Delta^2 + t_\alpha^2 \times \sum_{i=1}^L W_i \times S_i^2} \dots\dots\dots (17)$$

各碳层监测样地数量的计算方法如公式（18）：

$$n_i = n \times \frac{W_i \times S_i}{\sum_{i=1}^L W_i \times S_i} \dots\dots\dots (18)$$

式中：

- n —— 项目估计生物量碳储量所需的监测样地数量，即样本单元数，单位为：个；
- n_i —— 第 i 层分配的样地数量，单位为：个；
- t_α —— 可靠性指标；用危险率($\alpha=0.1$)、自由度无限查 t 分布双侧 t 分位数表 (t_α) 得 1.645；
- A —— 项目总面积，单位为：ha；
- A_i —— 第 i 层面积，单位为：ha；
- A_p —— 样地面积，森林调查中通常取 0.06，中幼龄林可以取 0.04a，单位为：ha；
- N —— 项目总体单元数 ($N=A/A_p$)，无量纲；
- N_i —— 第 i 层的总体单元数， $N_i=A_i/A_p$ ，无量纲；
- W_i —— 第 i 层的面积权重 ($W_i=A_i/A=N_i/N$)，无量纲；
- \bar{y}_i —— 第 i 层样本生物量的平均数，单位为：t d.m·ha⁻¹；
- $S_{(\bar{y}_{st})}^2$ —— 项目生物量估计值的方差，无量纲；其平方根为标准差，单位为：t d.m·ha⁻¹；
- S_i —— 第 i 层生物量估计值的标准差，单位为：t d.m·ha⁻¹；

- E —— 项目生物量估计值的允许的相对误差限，其值为 1 减去要求的精度。通常要求的相对误差限为 10%；
- Δ —— 项目生物量估计值的允许绝对误差限，单位为： $\text{t d.m}\cdot\text{ha}^{-1}$ ；其值等于允许的相对误差限 E 与项目生物量估计值的乘积；
- i —— 1, 2, 3, ……项目生物量碳储量估计的分层。

5.6 样地设置

在测定和监测项目边界内的碳储量变化时采用矩形样地。样地水平面积为 $0.04 \text{ ha} \sim 0.06 \text{ ha}$ 。在同一个造林项目中，所有样地的面积应当相同。

固定样地的设置采用随机起点的系统设置方式。样地边缘应离地块边界至少 10m 以上。样地内林木和管理方式（如施肥、更新等）应与样地外的林木完全一致。记录每个样地的行政位置、小地名和 GPS 坐标、造林树种、模式和造林时间等信息。如果一个层包括多个地块，应采用下述方法以保证样地在碳层内尽可能均匀分布：

- 根据各碳层的面积及其样地数量，计算每个样地代表的平均面积；
- 根据地块的面积，计算每个地块的样地数量，计算结果不为整数时，采用四舍五入取整。

应采用 GPS 或罗盘仪确定西南拐角点，埋设地下标桩，复位时利用 GPS 导航，用罗盘仪和明显地标按历次调查记录的方位、距离引线定位找点。

5.7 监测频率

造林项目固定样地的监测频率为每 3~5 年一次，固定样地复位率应达 100%。

首次监测时间由项目实施主体根据项目设计自行选择，但首次监测时间的选择应避免引起未来的监测时间与项目碳储量的峰值出现时间重合。

5.8 林木生物量碳储量的监测

第一步：样地每木检尺，实测样地内所有活立木的胸径（DBH）。如果选用二元材积表或二元生物量方程计算材积或生物量，则还需测定树高（H）。测高株树不少于 25 株，径阶分布均匀，用于拟合树高曲线。

第二步：利用材积表（或材积公式）计算单株林木树干材积，采用生物量扩展因子法即公式（5）和地下生物量与地上生物量的比值，计算单株林木生物量；或利用生物量方程即公式（6）计算每株林木地上生物量，通过地下生物量与地上生物量的比值计算整株林木生物量；将单株林木生物量累加，得到样地水平生物量；根据样地林木生物量计算碳层平均单位面积林木生物量。

第三步：计算第 i 层样本平均数（碳层 i 平均单位面积林木生物量的估计值）及其方差，方法如公式（19）、（20）：

$$b_{TREE,i,t} = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} b_{TREE,p,i,t}}{n_i} \dots\dots\dots (19)$$

$$S_{b_{TREE,i,t}}^2 = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} (b_{TREE,p,i,t} - b_{TREE,i,t})^2}{n_i * (n_i - 1)} \dots\dots\dots (20)$$

式中:

- $b_{TREE,i,t}$ ——第 t 年第 i 层平均单位面积林木生物量的估计值, 单位为: $t \cdot d \cdot m \cdot ha^{-1}$;
 $b_{TREE,p,i,t}$ ——第 t 年第 i 层样地 p 的单位面积林木生物量, 单位为: $t \cdot d \cdot m \cdot ha^{-1}$;
 n_i ——第 i 层的样地数;
 $S_{b_{TREE,i,t}}^2$ ——第 t 年第 i 层平均单位面积林木生物量估计值的方差, 单位为: $(t \cdot d \cdot m \cdot ha^{-1})^2$;
 p ——1,2,3.....第 i 层中的样地;
 i ——1,2,3.....项目林木分层;
 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量估计值)及其方差, 方法如公式(21)、(22):

$$b_{TREE,t} = \sum_{i=1}^M (w_i \times b_{TREE,i,t}) \dots\dots\dots (21)$$

$$S_{b_{TREE,t}}^2 = \sum_{i=1}^M \left(w_i^2 \times \frac{S_{i,t}^2}{n_i} \right) \dots\dots\dots (22)$$

式中:

- $b_{TREE,t}$ ——第 t 年项目边界内的平均单位面积林木生物量估计值, 单位为: $t \cdot d \cdot m \cdot ha^{-1}$;
 w_i ——第 i 层面积与项目总面积之比, $w_i = A_i / A$, 无量纲;
 $b_{TREE,i,t}$ ——第 t 年第 i 层的平均单位面积林木生物量估计值, 单位为: $t \cdot d \cdot m \cdot ha^{-1}$;
 $S_{b_{TREE,i,t}}^2$ ——第 t 年, 项目总体平均数(平均单位面积林木生物量)估计值的方差, 单位为: $(t \cdot d \cdot m \cdot ha^{-1})^2$;
 $S_{b_{TREE,i,t}}^2$ ——第 t 年第 i 层平均单位面积林木生物量估计值的方差, 单位为: $(t \cdot d \cdot m \cdot ha^{-1})^2$;
 n_i ——第 i 层的样地数;
 M ——项目边界内估算林木生物量的分层总数;
 p ——1,2,3.....第 i 层中的样地;
 i ——1,2,3.....项目边界内估算林木生物量的分层;
 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量的不确定性(相对误差限), 方法如公式(23):

$$u_{b_{TREE,t}} = \frac{t_{VAL} \times S_{b_{TREE,t}}}{b_{TREE,t}} \dots\dots\dots (23)$$

式中:

- $u_{b_{TREE,i,t}}$ ——第 t 年, 项目边界内平均单位面积林木生物量估计值的相对误差限; %。要求相对误差不大于 10%, 即抽样精度不低于 90%;
 t_α ——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 45 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 1.6794;
 $S_{b_{TREE,t}}$ —— 第 t 年,项目边界内平均单位面积林木生物量估计值的方差的平方根(即标准误差),
 单位为: $t\ d.m\cdot ha^{-1}$ 。

第六步: 计算第 t 年项目边界内的林木总生物量, 方法如公式 (24):

$$B_{TREE,t} = A \times b_{TREE,t} \dots\dots\dots (24)$$

式中:

$B_{TREE,t}$ —— 第 t 年项目边界内林木生物量的估计值, 单位为: $t\ d.m.$;
 A —— 项目边界内各碳层的面积总和, 单位为: ha ;
 $b_{TREE,t}$ —— 第 t 年项目边界内平均单位面积林木生物量估计值, 单位为: $t\ d.m\cdot ha^{-1}$;
 t —— 1,2,3.....自项目活动开始以来的年数。

第七步: 计算第 t 年项目边界内林木生物量碳储量, 方法如公式 (25):

$$C_{TREE,t} = \frac{44}{12} \times B_{TREE,t} \times CF_{TREE} \dots\dots\dots (25)$$

式中:

$C_{TREE,t}$ —— 第 t 年项目边界内林木生物量碳储量的估计值; $t\ CO_2-e$
 $B_{TREE,t}$ —— 第 t 年项目林木总生物量的估计值; $t\ d.m.$
 CF_{TREE} —— 林木生物量的含碳率; $t\ C\cdot(t\ d.m.)^{-1}$
 t —— 1,2,3.....自项目活动开始以来的年数

第八步: 计算项目边界内林木生物量碳储量的年变化量。假设一段时间内, 林木生物量的变化是线性的, 方法如公式 (26):

$$dC_{TREE(t_1,t_2)} = \frac{C_{TREE,t_2} - C_{TREE,t_1}}{T} \dots\dots\dots (26)$$

式中:

$dC_{TREE(t_1,t_2)}$ —— 第 t_1 年和第 t_2 年之间项目边界内林木生物量碳储量的年变化量, 单位为: $t\ CO_2-e\cdot a^{-1}$;
 $C_{TREE,t}$ —— 第 t 年时项目边界内林木生物量碳储量估计值, 单位为: $t\ CO_2-e$;
 T —— 两次连续测定的时间间隔 ($T=t_2-t_1$), 单位为: a ;
 t_1, t_2 —— 自项目活动开始以来的第 t_1 年和第 t_2 年。

首次监测时, 将项目活动开始时林木生物量的碳储量赋值给公式 (27) 中的变量 $C_{TREE,n}$, 即: 首次核证时 $C_{TREE, t1} = C_{TREE_BSL}$, 此时, $t_1=0$, t_2 =首次监测的年份。

第九步: 计算监测期内第 t 年 ($t_1 \leq t \leq t_2$) 时项目边界内林木生物量碳储量的变化量, 方法如公式 (27):

$$\Delta C_{TREE,t} = dC_{TREE,(t_1,t_2)} \times 1a \dots\dots\dots (27)$$

式中：

- $\Delta C_{TREE,t}$ —— 第 t 年时项目边界内林木生物量碳储量的年变化量，单位为： $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$ ；
- $dC_{TREE,(t_1,t_2)}$ —— 第 t_1 年和第 t_2 年之间项目边界内林木生物量碳储量的年变化量，单位为： $t \text{ CO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$ ；
- $1a$ —— 1 年。

5.9 灌木生物量碳储量的监测

灌木生物量碳储量的监测，仅适用于灌木生物量变化较大（如灌木造林）的情形。如果项目不开展灌木造林活动，可以假定项目情景相对于基准线情景的灌木生物量变化为0，因此不需要进行监测。

如果开展灌木造林，则采用生物量方程的方法来监测灌木林生物量碳库中的碳储量。

第一步：在第 i 层样地 p 内设置样方 k （面积 $\geq 2\text{m}^2$ ），测定样方内灌木的地径、高、冠幅和枝数等，利用一元或多元生物量方程，计算样地 p 内灌木的单位面积生物量，方法如公式（28）：

$$b_{shrub,i,p,t} = \frac{\sum_{k=1} \sum_{j=1} [f_{shrub,j}(x_{1,i,p,k,t}, x_{2,i,p,k,t}, x_{3,i,p,k,t}, \dots) \times N_{i,p,k,j,t} \times CF_{s,j} \times (1 + R_{s,j})]}{\sum_{k=1} A_{shrub,i,p,k,t}} \times 10000 \dots\dots\dots (28)$$

式中：

- $b_{Shrub,i,p,t}$ —— 第 t 年时项目边界内第 i 层样地 p 内的平均单位面积灌木生物量，单位为： $t \text{ d.m.}$ ；
- $f_{Shrub,j}(x_1, x_2, x_3 \dots)$ —— 第 j 类灌木地上生物量与灌木测树因子 $(x_1, x_2, x_3 \dots)$ （如基径、高、冠幅、灌径等）的单枝生物量方程，单位为： $t \text{ d.m.}$ ；
- $N_{i,p,k,j}$ —— 第 i 层样地 p 样方 k 内第 j 类灌木的枝数；
- $CF_{s,j}$ —— 第 j 类灌木的生物量含碳率，单位为： $t \text{ C} (t \text{ d.m.})^{-1}$ ；
- $R_{s,j}$ —— 第 j 类灌木的地下生物量与地上生物量比值，无量纲；
- $A_{Shrub,i,p,k,t}$ —— 第 t 年时第 i 层样地 p 内样方 k 的面积，单位为： m^2 ；
- i —— 1, 2, 3.....项目边界内估算灌木生物量的分层；
- p —— 1, 2, 3.....第 i 层内的样地；
- k —— 1, 2, 3.....样地 p 内的样方；
- j —— 1, 2, 3.....灌木类型 j ；
- t —— 1, 2, 3.....自项目活动开始以来的年数。

第二步：计算第 i 层平均单位面积灌木生物量估计值及其方差，方法如公式（19）（20），用 $b_{Shrub,i,t}$ 替换其中的 $b_{TREE,i,t}$ ，用 $b_{Shrub,i,p,t}$ 替换其中的 $b_{TREE,i,p,t}$ ；

第三步：计算项目边界内平均单位面积灌木生物量估计值及其方差，方法如公式（21）（22），用 $b_{Shrub,t}$ 替换其中的 $b_{TREE,t}$ ，用 $b_{Shrub,i,t}$ 替换其中的 $b_{TREE,i,t}$ ，用 $S_{bShrub,t}$ 替换其中的 $S_{bTREE,t}$ ；

第四步：计算项目边界内平均单位面积灌木生物量估计值的不确定性，方法如公式（23），用 $u_{bShrub,t}$ 替换其中的 $u_{bTREE,t}$ ；

第五步：计算第 t 年项目边界内的灌木总生物量估计值，方法如公式（24），用 $b_{Shrub,t}$ 替换其中的 $b_{TREE,t}$ ，用 $B_{Shrub,t}$ 替换其中的 $B_{TREE,t}$ ；

第六步：计算第 t 年项目边界内灌木生物量的碳储量，方法如公式（25）用 $C_{Shrub,t}$ 替换其中的 $C_{TREE,t}$ ，用 $B_{Shrub,t}$ 替换其中的 $B_{TREE,t}$ ，用 CF_5 替换 CF_{TREE} ；

第七步：计算项目边界内灌木生物量碳储量的年变化量。假定一段时间内，灌木生物量变化时线性增长的。参考公式（26），用 $C_{Shrub,t}$ 替换其中的 $C_{TREE,t}$ ，用 $dC_{SHRUB(t1,t2)}$ 替换 $dC_{TREE(t1,t2)}$ ；

第八步：计算第 t 年（ $t_1 \leq t \leq t_2$ ）时项目边界内灌木生物量碳储量的变化量，方法如公式（27），用 $dC_{SHRUB(t1,t2)}$ 替换 $dC_{TREE(t1,t2)}$ ，用 $\Delta C_{SHRUB,t}$ 替换 $\Delta C_{TREE,t}$ 。

5.10 项目边界内的温室气体排放量的监测

根据监测计划，详细记录项目边界内每一次森林火灾（如果有）发生的时间、面积、地理边界等信息，按照公式（14）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（ $GHG_{E,t}$ ）。

5.11 精度控制与校正

林木的平均生物量最大允许相对误差的计算方法如公式（29）：

$$RE_{\max} = u_{b_{TREE,t}} \dots\dots\dots (29)$$

式中：

RE_{\max}	——	最大允许相对误差，单位为：%；
$u_{b_{TREE,t}}$	——	第 t 年时项目边界内平均单位面积林木(灌木)碳储量的不确定性，单位为：%；
t	——	1,2,3……自项目活动开始以来的年数。

如果 RE_{\max} 大于10%（即抽样精度小于90%），项目业主或其他项目参与应额外增加样地数量或者采用扣减碳汇量打折的方法，以保证满足最低90%的抽样精度。

设置额外样地，最大允许相对误差范围内所需的样地数目根据本标准5.5条“抽样设计”进行计算。

5.12 不需要监测的数据和参数

不需要监测的数据和参数，包括可以直接采用缺省值或只需一次性测定即可适用于本标准的数据和参数，详见表2。

表2 不需要监测的参数

序号	参数	单位	可采用数据
1	树种生物量含碳率	无量纲	采用缺省值0.5
2	木材密度		本标准附表A.1
3	生物量扩展因子	无量纲	本标准附表A.2
4	树种地下生物量与地上生物量之比	无量纲	本标准附表A.3
5	立木材积	m ³	采用国家森林资源清查或森林规划设计调查使用的标准操作程序
6	生物量方程	无量纲	本标准附表B.1
7	干物质燃烧CH ₄ 排放因子	g CH ₄ (kg燃烧的干物质) ⁻¹	北京地区默认值为4.7
8	干物质燃烧N ₂ O排放因子	g N ₂ O (kg燃烧的干物质) ⁻¹	北京地区默认值为0.26

5.13 需要监测的数据和参数

采用国家森林资源调查使用的标准操作规程对以下数据和参数进行监测，详见表3：

表3 需要监测的参数

序号	参数	单位
1	项目总面积	ha
2	各分层面积	ha
3	用于材积表（材积公式）或生物量方程计算林木生物量所需的树木胸径和树高	胸径cm, 树高m
4	使用立木材积表或材积方程所得出的树干材积	m ³

附 录 A
(规范性附录)
主要乔木优势树种(组)生物量参数

主要乔木优势树种(组)生物量参数见下表 A.1~A.3。

表A.1 主要乔木优势树种(组)基本木材密度参考值

树种	D_j (d.m.m ⁻³)	树种	D_j (d.m.m ⁻³)
油松	0.360	侧柏	0.478
圆柏	0.478	华山松	0.396
白皮松	0.424	元宝枫	0.443
杨树	0.378	椿树	0.443
银杏	0.359	栎树	0.443
白蜡	0.443	国槐	0.443
柳类	0.443	悬铃木	0.443
刺槐	0.443	榆树	0.598
核桃	0.443	山杏	0.443
栎类	0.676	黄栌	0.443
樟子松	0.375	云杉	0.342
椴类	0.420	桦木	0.541
杂木	0.515	软阔类	0.443
硬阔类	0.598	其它松类	0.424
其它杉类	0.359		
注：表内数据来源于《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》中“土地利用变化与林业温室气体清单”（2013）。			

表A.2 主要乔木优势树种（组）生物量扩展因子参考值

树种	BEF_j	树种	BEF_j
油松	1.589	侧柏	1.732
圆柏	1.732	华山松	1.785
白皮松	1.631	元宝枫	1.586
杨树	1.446	椿树	1.586
银杏	1.667	栎树	1.586
白蜡	1.586	国槐	1.586
柳类	1.821	悬铃木	1.586
刺槐	1.586	榆树	1.671
核桃	1.586	山杏	1.586
栎类	1.335	黄栌	1.586
樟子松	2.513	云杉	1.734
椴类	1.407	桦木	1.424
杂木	1.586	软阔类	1.586
硬阔类	1.674	其它松类	1.631
其它杉类	1.667		
注：表内数据来源于《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》中“土地利用变化与林业温室气体清单”（2013）。			

表A.3 主要乔木优势树种（组）地下与地上生物量比值

树种	R_j	树种	R_j
油松	0.251	侧柏	0.277
圆柏	0.277	华山松	0.170
白皮松	0.206	元宝枫	0.289
杨树	0.227	椿树	0.289
银杏	0.277	栎树	0.289
白蜡	0.289	国槐	0.289
柳类	0.288	悬铃木	0.289
刺槐	0.289	榆树	0.621
核桃	0.289	山杏	0.289
栎类	0.292	黄栌	0.289
樟子松	0.241	云杉	0.224
槲类	0.201	桦木	0.248
杂木	0.289	软阔类	0.289
硬阔类	0.261	其它松类	0.206
其它杉类	0.277		
注：表内数据来源于《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》中“土地利用变化与林业温室气体清单”（2013）。			

附 录 B

(资料性附录)

主要乔木树种(组)生物量方程参考表

主要乔木树种(组)生物量方程参考表见表B.1。

表 B.1 主要乔木树种(组)生物量方程参考表

树种(组)	地上生物量公式
柏木	$W_T=0.12531(DBH^2H)^{0.733}$
油松	$W_S=0.0475(DBH^2H)^{0.8539}$, $W_B=0.0017(DBH^2H)^{1.1515}$, $W_L=0.0134(DBH^2H)^{0.8099}$, $W_T=W_S+W_B+W_L$
栎类	$W_S=0.0369(DBH^2H)^{0.9165}$, $W_B=0.00051(DBH^2H)^{1.3377}$, $W_L=0.00021(DBH^2H)^{1.171}$, $W_T=W_S+W_B+W_L$
桦木	$W_S=0.0319(DBH^2H)^{0.9356}$, $W_B=0.00063(DBH^2H)^{1.2781}$, $W_L=0.00016(DBH^2H)^{1.1688}$, $W_T=W_S+W_B+W_L$
硬阔类	$W_S=0.0179DBH^{2.857}$, $W_B=0.00002DBH^{4.292}$, $W_L=0.000037DBH^{3.49}$, $W_T=W_S+W_B+W_L$
软阔类	$W_S=0.012541(DBH^2H)^{1.144}$, $W_B=0.004786(DBH^2H)^{1.006}$, $W_L=0.047180(DBH^2H)^{0.769}$, $W_T=W_S+W_B+W_L$
椴树类	$W_S=0.098DBH^{2.353}$, $W_B=0.00287DBH^{2.99}$, $W_L=0.469DBH^{0.714}$, $W_T=W_S+W_B+W_L$
杨树	$W_S=0.0231(DBH^2H)^{0.9258}$, $W_B=0.00121(DBH^2H)^{1.1337}$, $W_L=0.00063DBH^{1.1706}$, $W_T=W_S+W_B+W_L$
刺槐	$W_S=0.05527(DBH^2H)^{0.8576}$, $W_B=0.02425(DBH^2H)^{0.7908}$, $W_L=0.0545(DBH^2H)^{0.4574}$, $W_T=W_S+W_B+W_L$
榆树	$W_S=0.0709DBH^{2.42}$, $W_B=4.924DBH^{0.976}$, $W_L=1.163DBH^{0.64}$, $W_T=W_S+W_B+W_L$
注: W_S 树干生物量, W_B 树枝生物量, W_L 树叶生物量, W_T 地上部分总生物量, W_R 地下部分总生物量, DBH 树木胸径, H 树高	

参 考 文 献

- [1] UNFCCC. A/R Large-scale methodology: Afforestation and reforestation of lands except wetlands. AR-ACM0003 / Version 01.0.0.
- [2] UNFCCC. A/R Simplified baseline and monitoring methodology for small scale CDM afforestation and reforestation project activities implemented on lands other than wetlands. AR-AMS0007 / Version 02.0.0.
- [3] 国家发展和改革委员会. 碳汇造林项目方法学 (AR-CM-001-V01), 2013.
- [4] 国家发展和改革委员会. 森林经营碳汇项目方法学 (AR-CM-003-V01), 2013.
- [5] A/R CDM 项目活动基线情景确定和额外性论证工具 (ar-am-tool-02-v1, EB35 Report, Annex 19) .
- [6] UNFCCC. A/R CDM 项目活动林木和灌木生物量及其变化的估算工具 (ar-am-tool-14-v3.0.0,EB 70 Report, Annex 35) .
- [7] UNFCCC. A/R CDM 项目活动监测样地数量的计算工具(ar-am-tool-03-v2.1.0,EB 58 Report,Annex 15) .
- [8] UNFCCC. A/R CDM 项目活动估算林木生物量所采用的生物量方程的适用性论证工具 (ar-am-tool-17-v01.0.0, EB65 Report, Annex 28).
- [9] UNFCCC. A/R CDM 项目活动估算林木材积所采用的材积表或材积公式的适用性论证工具 (ar-am-tool-18- v01.0.1, EB 67 Report, Annex24).
- [10] UNFCCC. A/R CDM 项目活动生物质燃烧造成非二氧化碳温室气体排放增加的估算工具 (ar-am-tool-08-v4.0.0, EB 65 Report,, Annex 31).
- [11] IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Jim Penman, Michael Gytarsky, Taka Hiraishi, Thelma Krug, Dina Kruger, Riitta Pipatti, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara(eds). Published: IGES, Japan. URL: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf.html>>.
- [12] Ecotrust. 2012. Approved VCS Methodology VM003: Methodology for improved forest management through extension of rotation age(Version 1.1).
- [13] CCBA.2008.Climate,Cummunity & Community Project Design Standards Second Edition. CCBA.Arlington,VA.December,2008.At:www.climate-standards.org.
- [14] N.H. Ravindranath, Madelene Ostwald. Carbon Inventory Methods(林业碳汇计量) [M]. 李怒云,吕佳, 编译. 北京: 中国林业出版社, 2009.
- [15] 宋新民, 李金良. 抽样调查技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 2007.
- [16] 郑小贤. 森林资源经营管理[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [17] 亢新刚. 森林资源经营管理[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [18] 沈国舫. 森林培育学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [19] 孟宪宇. 测树学[M]. 第 2 版.北京: 中国林业出版社,1996.
- [20] 李俊清. 森林生态学[M]. 第 2 版.北京: 中国林业出版社,2010.
- [21] 国家林业局.造林项目碳汇计量与监测指南 (办造字[2011]18 号).
- [22] 国家林业局办公室办造字[2008]29 号.重点公益林中幼林抚育作业设计规定.
- [23] 国家林业局. 全国森林培育技术标准汇编(用材林卷). 北京: 中国标准出版社,2003.

