

ICS 67.140.10

CCS X 55

# 团体标准

T/CTSS 91-2024

## 茶园碳汇核算方法

The methodology of tea plantation carbon sink accounting

2024-09-23 发布

2024-10-01 实施

中国茶叶学会 发布

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业科学院茶叶研究所提出。

本文件由中国茶叶学会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：中国农业科学院茶叶研究所、杭州中农质量认证中心有限公司、全国农业技术推广服务中心、浙江省农业技术推广中心、国网浙江综合能源服务有限公司、杭州龙冠实业有限公司、浙江安吉宋茗白茶有限公司、松阳县农业农村局。

本文件主要起草人：颜鹏、胡强、李鑫、冷杨、张优、黄伟红、聂建波、夏晓芳、潘亚超、孙业良、卓超、王志博、李征珍、刘霞婷、汪秋红、张少博、陈超、王东辉、舒爱民、沈星荣、贾丙娟、钱园凤、秦建洋、姚孟超、毛翼虎、肖强、韩文炎、付建玉。

# 茶园碳汇核算方法

## 1 范围

本文件规定了茶园碳汇的术语和定义、基本要求、项目边界、计入期、碳库和温室气体排放源、减排量核算方法核算范围与单元过程划分、监测方法。

本文件适用于茶园碳汇的测算与管理。

## 2 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。

LY/T 2988 森林生态系统碳储量计量指南

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**茶园生态用地** ecological area of tea plantation

茶园内其他植物及非生产用茶树覆盖的区域，包括但不限于：非生产目的的茶园，种植其他木本植物和草本植物的植被地块，茶园四周及坎壁、道路、水域等周边绿化区域。

### 3.2

**碳库** carbon pools

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

### 3.3

**地上生物物质** aboveground biomass

土壤层以上所有活体植物的生物物质，包括茎干、枝、皮、叶、花、果和繁殖体等。

### 3.4

**地下生物物质** belowground biomass

土壤层以下所有植物活根的生物物质，通常不包括难以从土壤有机成分或枯落物中区分出来的直径 $\leq 2$  mm的细根。

### 3.5

**枯落物** litter

枯落物是土壤层以上，直径 $\leq 5$  cm、处于不同分解状态的所有有机质，包括凋落物、腐殖质，以及难以从地下生物物质区分出来的细根。

### 3.6

**土壤有机碳** soil organic carbon

一定深度内（通常为 40 cm）矿质土和有机土（包括泥炭土）中的有机碳，包括难以从土壤有机成分或枯落物中区分出来的直径 $\leq 2$  mm的细根。

## 4 基本要求、项目边界、计入期、碳库和温室气体排放源

### 4.1 项目基本要求

使用本文件的茶园碳汇项目必须满足以下条件：

- a) 在生境适宜或生境修复后适宜茶树生长的地块，通过人工种植构建管理茶园的项目；
- b) 项目边界内土地权属清晰，具有不动产权证书、土地承包或流转合同，或具有经有批准权的人民政府或主管部门批准核发的土地证、林权证；
- c) 项目单个地块连续面积不小于 400 m<sup>2</sup>；
- d) 项目用地不属于基本农田；
- e) 项目不移除原有散生乔木和茶树，原有灌木移除比例总计不超过项目边界内地表面积的 20%；
- f) 项目不会引起项目边界内农业活动（如种植、养殖）的转移，即不会发生泄漏；
- g) 项目应符合法律、法规要求，符合行业发展政策。

### 4.2 项目边界

茶园碳汇项目区域可以包括若干个不连续的茶园地块，每个地块应有明确的地理边界。项目地理边界内不包括宽度大于 3 m 的道路、沟渠、坑塘、河流等不符合适用条件的土地。项目地理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±5 m；
- b) 利用空间分辨率不低于 5 m 的地理空间数据(如卫星遥感影像、航拍影像等)、茶园资源“一张图”、茶园作业设计等，在地理信息系统(GIS)辅助下直接读取项目地块的边界坐标。
- c) 茶园碳汇项目边界包括茶园地理边界范围内的茶园生产管理。其中，茶叶生产碳排放，包括茶树种植过程中氮肥施入到土壤中的氧化亚氮排放；肥料、农药、地膜、防草布和遮阳网等上游生产及运输过程二氧化碳排放；茶园灌溉、修剪、耕作等燃料燃烧和电力供应二氧化碳排放。茶园碳固定，包括茶树生物量增加固碳；茶园内部植树等措施固碳；茶园有机肥施用、修剪物还田、覆盖稻草、间作绿肥和免耕等措施提高土壤有机质，实现固碳。

### 4.3 项目计入期

4.3.1 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 1 年，最长不超过 50 年。项目计入期须在项目寿命期限范围之内。

4.3.2 项目寿命期限应在项目业主对项目边界内土地的所有权(或使用权)或项目边界内茶园的所有权(或经营权)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茶园固碳减排管理的项目开工日期。

### 4.4 碳库和温室气体排放源的选择

项目边界内碳库选择与否如表 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	在计算项目清除量时扣除
	地下生物质	否	在计算项目清除量时扣除
	修剪物	是或否	修剪物是茶园主要碳库；如果项目存在移除修剪物的情形，基于保守性原则不选择该碳库
	凋落物	否	根据适用条件，该碳库的清除量所占比例小，忽略不计
	土壤有机碳	否	根据适用条件，土壤处于稳定或退化状态，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
	修剪物	是或否	修剪物是茶园主要碳库；如果项目存在移除修剪物的情形，基于保守性原则不选择该碳库
	凋落物	否	根据适用条件，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

项目边界内温室气体排放源与种类的选择与否如表 2 所示。

表 2 温室气体排放源选择

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	肥料、农药、地膜、防草布和遮阳网等上游生产资料生产及运输过程排放	CO <sub>2</sub>	是	主要排放源
	使用车辆、机械设备等过程中化石燃料燃烧产生的排放	CO <sub>2</sub>	是	主要排放源
	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
		N <sub>2</sub> O	是	主要排放源
		CH <sub>4</sub>	否	茶园排放量小，可忽略不计
项目情景	肥料、农药、地膜、防草布和遮阳网等上游生产资料生产及运输过程排放	CO <sub>2</sub>	是	主要排放源
	使用车辆、机械设备等过程中化石燃料燃烧产生的排放	CO <sub>2</sub>	是	主要排放源
	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
		N <sub>2</sub> O	是	主要排放源
		CH <sub>4</sub>	否	茶园排放量小，可忽略不计

## 5 减排量核算方法核算范围与单元过程划分

### 5.1 基准线情景识别

本文件规定的茶园碳汇项目基准线情景为：在实施茶园固碳减排碳汇项目前，项目边界内的茶园及管理方式。

### 5.2 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 ( $t \text{ CO}_2\text{e} \cdot \text{a}^{-1}$ )；

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

### 5.3 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：

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

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 ( $t \text{ CO}_2\text{e} \cdot \text{a}^{-1}$ )；

$\Delta C_{\text{BiomassPROJ},t}$ ——项目第  $t$  年的生物质碳储量变化量，单位为吨二氧化碳当量每年 ( $t \text{ CO}_2\text{e} \cdot \text{a}^{-1}$ )；

$\Delta \text{SOC}_{\text{PROJ},t}$ ——项目第  $t$  年的土壤有机碳储量变化量，单位为吨二氧化碳当量每年 ( $t \text{ CO}_2\text{e} \cdot \text{a}^{-1}$ )；

$\Delta \text{GHG}_{\text{PROJ},t}$ ——与基准线相比，项目第  $t$  年因茶园管理引起的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量每年 ( $t \text{ CO}_2\text{e} \cdot \text{a}^{-1}$ )；

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

#### 5.3.1 项目生物质碳储量变化

项目开始后第  $t$  年的项目生物质碳储量按照公式 (3) 计算：

$$\Delta C_{\text{BiomassPROJ},t} = \Delta C_{\text{tea},t} + \Delta C_{\text{tree},t} \quad (3)$$

式中:

$\Delta C_{\text{Biomass}_{\text{PROP}},t}$ ——项目第  $t$  年的生物质碳储量变化量, 单位为吨二氧化碳当量每年 ( $t \text{ CO}_2\text{e} \cdot \text{a}^{-1}$ );

$\Delta C_{\text{tea},t}$ ——项目第  $t$  年的茶树生物质碳储量变化量, 单位为吨二氧化碳当量每年 ( $t \text{ CO}_2\text{e} \cdot \text{a}^{-1}$ );

$\Delta C_{\text{tree},t}$ ——项目第  $t$  年的茶园树木的生物质碳储量变化量, 单位为吨二氧化碳当量每年 ( $t \text{ CO}_2\text{e} \cdot \text{a}^{-1}$ );

### 5.3.1.1 茶树生物质碳储量变化计算

茶树生物质碳储量变化可由式 (4) 进行计算, 其中由式 (5) 计算茶树年碳储量计算:

$$\Delta C_{\text{tea},t} = (C_{\text{tea},t2} - C_{\text{tea},t1}) / (t2 - t1) \times S \quad (4)$$

$$C_{\text{tea},t} = (17.6 \ln(t) - 20.1) \times \frac{44}{12} \quad (5)$$

式中:

$C_{\text{tea},t}$  为  $t$  年时, 目标茶叶产品的种植边界内, 茶叶产品所对应的茶树的碳储量, 单位为吨二氧化碳当量每年 ( $t \text{ CO}_2\text{e} \cdot \text{a}^{-1}$ );

$t, t1, t2$  为测量年份;

$S$  为茶园面积, 单位为公顷 ( $\text{hm}^2$ )

### 5.3.1.2 茶园内部植树碳储量计算

茶园内部散生木其碳储量计算分别如下:

$$\Delta C_{\text{tree},t} = (C_{\text{tree},t2} - C_{\text{tree},t1}) / (t2 - t1) \times S \times \frac{44}{12} \quad (6)$$

$$C_{\text{tree},t,j} = C_{\text{tree},at,j} + C_{\text{tree},bt,j} \quad (7)$$

$$C_{\text{tree},at,j} = (V_j \times N_j \times \text{WD}_j \times \text{BEF}_j \times \text{CF}_j) \quad (8)$$

$$C_{\text{tree},bt,j} = (V_j \times N_j \times \text{WD}_j \times \text{BEF}_j \times \text{CF}_j \times R_j) \quad (9)$$

式中:

$C_{\text{tree},t,j}$  为  $t$  年时散生木碳储量, 单位为吨二氧化碳当量每公顷 ( $t \text{ CO}_2\text{e} \cdot \text{hm}^2$ );

$C_{\text{tree},at,j}$  为  $t$  年时散生木  $j$  地上部碳储量, 单位为吨二氧化碳当量每公顷 ( $t \text{ CO}_2\text{e} \cdot \text{hm}^2$ );

$C_{\text{tree},bt,j}$  为  $t$  年时散生木  $j$  地下部碳储量, 单位为吨二氧化碳当量每公顷 ( $t \text{ CO}_2\text{e} \cdot \text{hm}^2$ );

$V_j$  树种  $j$  单株材积, 单位为立方米每株 ( $\text{m}^3/\text{株}$ );

$N_j$  为树种  $j$  每公顷的株数;

$\text{WD}_j$  为树种  $j$  的木材密度, 单位为吨每立方米 ( $t \text{ DM m}^3$ );

$\text{BEF}_j$  为将树种  $j$  的树干生物量转换到地上生物量的生物量扩展因子;

$\text{CF}_j$  树种  $j$  的平均含碳率。

$R_j$  为树种  $j$  的生物量根茎比 (即地下生物量与地上生物量之比, 无单位)

$\text{WD}$ 、 $\text{BEF}$ 、 $\text{CF}$ 、 $R$  具体值参考 LY/T 2988 中具体参数。

### 5.3.2 项目土壤有机碳储量变化计算

茶园修剪物覆盖还田、茶园覆草、茶园间作绿肥覆盖、施用有机肥和茶园免耕等被认可为

提高茶园土壤有机碳储量的技术措施。茶园土壤有机碳储量变化由下公式（10）计算：

$$\Delta SOC_{PROJ,t} = (CS_{i,SR} + CS_{i,MA} + CS_{i,NT} \times S) \times \frac{44}{12} / 1000 \quad (10)$$

式中：

$CS_{i,SR}$  为茶园修剪物覆盖还田、茶园覆草、茶园间作绿肥覆盖导致土壤有机碳增加量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $kg \text{ CO}_2e \cdot \text{hm}^2$ ）；

$CS_{i,MA}$  为茶园施用有机肥导致土壤有机碳增加量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $kg \text{ CO}_2e \cdot \text{hm}^2$ ）；

$CS_{i,NT}$  为茶园免耕每年所增加的土壤有机碳含量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $kg \text{ CO}_2e \cdot \text{hm}^2$ ）。

5.3.2.1 茶园修剪物覆盖还田、茶园覆草、茶园间作绿肥覆盖等固碳措施对土壤有机碳的影响由下公式（11）计算：

$$CS_{i,SR} = \left( \frac{SR_i}{1000} \times 29.025 + 272.33 \right) \times S \quad (11)$$

式中：

$SR_i$  为茶园修剪物还田、茶园覆草以及间作绿肥的生物量，单位为千克每公顷（ $kg \cdot \text{hm}^2$ ）。

5.3.2.2 施用有机肥对土壤有机碳的影响由下公式（12）计算：

$$CS_{i,MA} = M_{i,C} \times 19.1\% \times S \quad (12)$$

式中：

$M_{i,C}$  为施用有机肥中碳含量，单位为千克每公顷（ $kg \cdot \text{hm}^2$ ），由有机肥施用量及其碳含量计算所得。

19.1%为有机肥中碳转化为土壤有机碳的比例。

#### 5.4.3 项目非土壤 $\text{CO}_2$ 温室气体排放量

项目非土壤  $\text{CO}_2$  温室气体排放量为茶园种植管理过程农业生产资料投入产生的对应的温室气体排放量，包括茶叶种植过程中肥料、农药、地膜、防草布和遮阳网等上游生产及运输过程二氧化碳排放；茶园灌溉、修剪、耕作等燃料燃烧和电力供应造成二氧化碳排放；以及氮肥施入到土壤中的氧化亚氮排放，由下公式（13）计算：

$$\Delta GHG_{PROJ,t} = (GHG_{PROJ,t} - GHG_{BSL}) \times S / 1000 \quad (13)$$

式中：

$GHG_{PROJ,t}$ ——项目第  $t$  年的代表项目非土壤  $\text{CO}_2$  温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $t \text{ CO}_2e \cdot \text{a}^{-1}$ ），

$GHG_{BSL}$ ——项目基准线非土壤  $\text{CO}_2$  温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量每年（ $t \text{ CO}_2e \cdot \text{a}^{-1}$ ），

5.4.3.1 非土壤  $\text{CO}_2$  温室气体排放量按照公式（14）计算：

$$GHG_{PROJ,t} = E_{PROJ,N_2O} * GWP_{N_2O} + AD_{PROJ,k} \times CEF_k \quad (14)$$

式中：

$E_{PROJ,N_2O}$ ——代表项目肥料施用到土壤中引起的  $\text{N}_2\text{O}$  排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kg \text{ CO}_2e$ ）；

$k$ ——代表不同的投入品类型，包括化肥、有机肥、农药、防草布、遮阳网、地膜、燃料等；

$AD_{PROJ,k}$ ——代表项目投入品  $k$  的活动水平数据；

$CEF_k$ ——代表投入品  $k$  的碳排放因子，常用碳排放因子见附录表 A.1；

$GWP_{N_2O}$ ——代表  $N_2O$  的全球增温潜势，单位为千克二氧化碳当量/千克氧化亚氮 ( $kg\ CO_2e/kg\ N_2O$ )，本标准建议采用 IPCC 第五次评估报告提出的参数值 265。

$$GHG_{BSL} = E_{BSL, N_2O} * GWP_{N_2O} + AD_{BSL, k} \times CEF_k \quad (15)$$

式中：

$E_{BSL, N_2O}$ ——代表基准线肥料施用到土壤中引起的  $N_2O$  排放，单位为千克二氧化碳当量 ( $kg\ CO_2e$ )；

$AD_{BSL, k}$ ——代表基准线投入品 k 的活动水平数据；

5.4.3.2 茶园种植阶段的氧化亚氮排放计算见公式 (16)：

$$E_{N_2O} = N_2O_{直接} + N_2O_{间接} \quad (16)$$

式中：

$E_{N_2O}$ ——代表茶园种植阶段的氧化亚氮总排放量，单位为千克每公顷 ( $kg \cdot hm^2$ )；

$N_2O_{直接}$ ——代表茶园种植阶段的氧化亚氮直接排放量，主要来自于化肥、有机肥和修剪物还田的氮输入；

$N_2O_{间接}$ ——代表茶园种植阶段的氧化亚氮间接排放量，主要来自于施肥和畜禽粪便氮氧化物和氨挥发经过大气氮沉降引起的氧化亚氮排放，以及土壤氮淋溶或径流损失进入水体而引起的氧化亚氮排放。

5.4.3.3 茶园种植阶段的氧化亚氮的直接排放量计算可见公式 (17)：

$$N_2O_{直接} = \sum_{i=1}^3 N_i \times EF_{直接} \times 44/28 \quad (17)$$

式中：

$i$ ——代表氮的输入来源，包括化肥、有机肥和修剪物还田；

$N_i$ ——表示氮输入来源  $i$  的氮输入量，单位为千克每公顷 ( $kg \cdot hm^2$ )；

$EF_{直接}$ ——表示氧化亚氮排放系数；

$44/28$ ——表示  $N_2O-N$  转化为  $N_2O$  系数。

5.4.3.4 茶园种植阶段的氧化亚氮的间接排放量计算可见公式 (18)：

$$N_2O_{间接} = N_2O_{沉降} + N_2O_{淋溶} \quad (18)$$

式中：

$N_2O_{沉降}$  代表来自于化肥和畜禽粪便等有机肥中有机氮挥发后再沉降引起的氧化亚氮的排放，可由公式 (19) 进行计算：

$$N_2O_{沉降} = [(F_{SN} \times Frac_{GASF}) + (F_{ON} \times Frac_{GASM})] \times EF_{沉降} \times 44/28 \quad (19)$$

式中：

$F_{SN}$ ——代表施用于土壤的化肥氮量，单位为千克每公顷 ( $kg \cdot hm^2$ )；

$Frac_{GASF}$ ——代表以  $NH_3$  和  $NO_x$  形式挥发的化肥氮比例；

$F_{ON}$ ——代表施用于土壤的畜禽粪便、堆肥、污水污泥和其他添加的有机氮量，单位为千克每公顷 ( $kg \cdot hm^2$ )；

$Frac_{GASM}$ ——代表以  $NH_3$  和  $NO_x$  形式挥发的所占施用的有机氮肥物质比例；

$EF_{沉降}$ ——为大气沉降的  $N_2O$  排放因子；

$N_2O_{淋溶}$ ——代表来自于土壤氮淋溶或径流损失进入水体引起的氧化亚氮排放，可由公式 (20) 进行计算：

$$N_2O_{淋溶} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{CR}) \times Frac_{leach} \times EF_{淋溶} \times 44/28 \quad (20)$$

式中：

$F_{CR}$ ——代表淋溶/径流发生地区每年返回土壤中的作物残余物（地上部和地下部）中的氮量，单位为千克每公顷 ( $kg \cdot hm^2$ )；

$Frac_{leach}$ ——代表淋溶/径流发生地区，土壤中通过淋溶和径流损失的所有施加氮/矿化氮的比例；

$EF_{淋溶}$ ——为氮淋溶和径流引起的  $N_2O$  排放的排放因子。

$F_{CR}$ 可由公式 (21) 进行计算：

$$F_{CR} = SR_i \times SN_i \quad (21)$$

式中：

$SR_i$ ——代表每年返回土壤中的茶树修剪枝叶和落叶的重量，单位为千克每公顷 ( $kg \cdot hm^2$ )；

$SN_i$ ——代表年返回土壤中的茶树修剪枝叶和落叶中氮含量，单位为百分比 (%)。

## 5.5 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 (22) 计算：

$$CDR_t = (\Delta C_{PROJ,t} - \Delta C_{BSL,t} - LK_t) \times (1 - K_{RISK}) \quad (22)$$

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 ( $t CO_2e \cdot a^{-1}$ )；根据茶园适用条件， $LK_t = 0$ ；

$K_{RISK}$ ——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

## 6 监测方法

### 6.1 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 17。

表 3 S 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	S
应用的公式编号	公式 (4)，公式 (6)，公式 (10)，公式 (11)，公式 (12)
数据描述	茶园面积
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面积
数值	/
数据用途	用于设计阶段预估项目清除量

表 4  $WD_j$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$WD_j$
应用的公式编号	公式 (8)，公式 (9)
数据描述	树种 $j$ 的木材密度
数据单位	每立方米吨干重，( $t DM/m^3$ )
数据来源	本表缺省值，根据 LY/T 2988 森林生态系统碳储量计量指南获得

数值	/
数据用途	用于计算木材生物量

表 5 BEF<sub>j</sub> 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	BEF <sub>j</sub>
应用的公式编号	公式 (8), 公式 (9)
数据描述	树种 j 的树干生物量转换到地上生物量的生物量扩展因子
数据来源	本表缺省值, 根据 LY/T 2988 森林生态系统碳储量计量指南获得
数值	/
数据用途	用于计算树种 j 的地上生物量

表 6 CF<sub>j</sub> 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	CF <sub>j</sub>
应用的公式编号	公式 (8), 公式 (9)
数据描述	树种 j 的平均含碳率
数据来源	本表缺省值, 根据 LY/T 2988 森林生态系统碳储量计量指南获得
数值	/
数据用途	用于将生物量转换成生物质碳储量

表 7 R<sub>j</sub> 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	R <sub>j</sub>
应用的公式编号	公式 (9)
数据描述	树种 j 的地上生物量转换到地下生物量的转换因子
数据来源	本表缺省值, 根据 LY/T 2988 森林生态系统碳储量计量指南获得
数值	/
数据用途	用于计算树种 j 的地下生物量

表 8 C<sub>tea, t</sub> 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	C <sub>tea, t</sub>
应用的公式编号	公式 (4), 公式 (5)
数据描述	茶树第 t 年的生物质碳储量
数据单位	吨二氧化碳当量, (t CO <sub>2</sub> e)
数据来源	本表缺省值, 根据实测或文献报道的茶树年生物量增加模型获得
数值	/
数据用途	用于计算茶树生物质碳储量

表 9 CS<sub>i, NT</sub> 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	CS <sub>i, NT</sub>
应用的公式编号	公式 (4), 公式 (5)
数据描述	茶园免耕每年所增加的土壤有机碳含量
数据单位	千克/公顷 (kg CO <sub>2</sub> -eq/ha)
数据来源	本表缺省值, 根据实测或文献报道数据获得
数值	120 kg/ha
数据用途	用于计算茶园免耕每年增加的土壤有机碳含量

表 10 GWP<sub>N<sub>2</sub>O</sub> 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	GWP <sub>N<sub>2</sub>O</sub>
应用的公式编号	公式 (14)
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 第六次评估报告
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 11  $CEF_k$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$CEF_k$
应用的公式编号	公式 (14)
数据描述	代表投入品 k 的碳排放因子
数据单位	千克二氧化碳当量, (kgCO <sub>2</sub> e/kg)
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择: 1) 地方标准; 2) 国家或行业标准中适用于项目区的数据; 3) 本文件及附录中推荐的缺省值
数值	附录 A. 1
数据用途	用于计算茶园生产投入品使用造成的 CO <sub>2</sub> 排放

表 12  $EF_{N_2O}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$EF_{N_2O}$
应用的公式编号	公式 (17)
数据描述	代表氧化亚氮排放系数
数据单位	%
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择: 1) 实际测定值; 2) 地方标准; 3) 国家或行业标准中适用于项目区的数据; 4) 本文件及附录中推荐的缺省值
数值	附录 B. 1
数据用途	用于计算茶园生产中氮肥使用直接造成的 N <sub>2</sub> O 排放

表 13  $Frac_{GASF}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$Frac_{GASF}$
应用的公式编号	公式 (19)
数据描述	代表以 NH <sub>3</sub> 和 NO <sub>x</sub> 形式挥发的化肥氮比例
数据单位	%
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择: 1) 实际测定值; 2) 地方标准; 3) 国家或行业标准中适用于项目区的数据; 4) 本文件及附录中推荐的缺省值
数值	附录 B. 1
数据用途	用于计算茶园生产中化学氮肥使用以挥发的形式间接造成的 N <sub>2</sub> O 排放

表 14  $Frac_{GASM}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$Frac_{GASM}$
应用的公式编号	公式 (19)
数据描述	代表施用的有机来源氮肥中以 NH <sub>3</sub> 和 NO <sub>x</sub> 形式挥发所占的比例
数据单位	%
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择: 1) 实际测定值; 2) 地方标准; 3) 国家或行业标准中适用于项目区的数据; 4) 本文件及附录中推荐的缺省值
数值	附录 B. 1
数据用途	用于计算茶园生产中有有机来源氮肥使用以挥发的形式间接造成的 N <sub>2</sub> O 排放

表 15  $EF_{\text{沉降}}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$EF_{\text{沉降}}$
应用的公式编号	公式 (19)
数据描述	代表大气沉降的 $N_2O$ 排放因子
数据单位	%
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： 1) 实际测定值； 2) 地方标准； 3) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； 4) 本文件及附录中推荐的缺省值
数值	附录 B.1
数据用途	用于计算茶园生产中氮肥使用后导致的以氮沉降的形式间接造成的 $N_2O$ 排放

表 16  $Frac_{LEACH}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$Frac_{LEACH}$
应用的公式编号	公式 (20)
数据描述	代表溶淋/径流发生地区，土壤中通过淋溶和径流损失的所有氮所占施加氮的比例
数据单位	%
数据来源	项目业主须按照如下优先顺序选择： 1) 实际测定值； 2) 地方标准； 3) 国家或行业标准中适用于项目区的数据； 4) 本文件及附录中推荐的缺省值
数值	附录 B.1
数据用途	用于计算茶园生产中以淋溶和径流的形式间接造成的 $N_2O$ 排放

表 17  $K_{RISK}$ 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 (22)
数据描述	项目的非持久性风险扣减率
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

## 6.2 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 18~表 28。

表 18 S 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	S
应用的公式编号	公式 (4)，公式 (6)，公式 (10)，公式 (11)，公式 (12)，公式 (13)
数据描述	项目面积
数据单位	公顷 ( $hm^2$ )
数据来源	空间数据和野外测定
监测点要求	所有实际实施茶园管理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	按照 6.3.2 项目边界监测的相关要求执行
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。需有项目边界坐标的 .shp 或 .kml 文件
质量保证/质量控制程	采用国土调查 (TD/T 1055) 使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序

序要求	
数据用途	用于计算生物质碳储量，土壤碳储量及温室气体排放量

表 19  $V_j$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$V_j$
应用的公式编号	公式 (8)，公式 (9)
数据描述	树种 $j$ 的单株材积，通过树木的胸径，基径和株高计算
数据单位	立方米/株 ( $m^3$ /株)
数据来源	野外测定
监测点要求	每个树种监测不少于 3 个点
监测仪表要求	围尺，皮尺，测高仪或塔尺
监测程序与方法要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的标准操作程序
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。精确到小数点后一位
质量保证/质量控程序要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序
数据用途	用于计算除茶树外其他树木生物质碳储量

表 20  $N_j$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$N_j$
应用的公式编号	公式 (8)，公式 (9)
数据描述	树种 $j$ 的株数
数据单位	株/公顷
数据来源	野外测定
监测点要求	每个树种监测不少于 3 个点
监测仪表要求	计数器
监测程序与方法要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的标准操作程序
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。
质量保证/质量控程序要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序
数据用途	用于计算除茶树外其他树木生物质碳储量

表 21  $SR_i$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$SR_i$
应用的公式编号	公式 (11)，公式 (21)
数据描述	茶园修剪物还田、茶园覆草以及间作绿肥的生物量
数据单位	千克/公顷，(kg/ha)
数据来源	野外测定
监测点要求	每个监测不少于 3 个点
监测仪表要求	天平
监测程序与方法要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的标准操作程序
监测频次与记录要求	自首次核查后，一般每 1 年监测一次。
质量保证/质量控程序要求	采用森林资源规划设计调查技术规程 (GB/T 26424) 和森林资源连续清查技术规程 (GB/T 38590) 使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序
数据用途	茶园修剪物还田、茶园覆草以及间作绿肥对土壤有机碳增加的贡献，以及有机氮

表 22  $SN_i$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$SN_i$
应用的公式编号	公式 (17)

数据描述	茶园修剪物还田、茶园覆草以及间作绿肥的氮含量
数据单位	百分比 (%)
数据来源	实验室测定
监测点要求	每个监测不少于 3 个点
监测仪表要求	凯氏定氮仪
监测程序与方法要求	采用植物中氮含量测定方法 NY/T 2017 使用的标准操作程序
监测频次与记录要求	自首次核查后, 一般每 1 年监测一次。
质量保证/质量控制程序要求	采用植物中氮含量测定方法 NY/T 2017 使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序
数据用途	茶园修剪物还田、茶园覆草以及间作绿肥中有机氮淋溶造成的氧化亚氮间接排放

表 22  $M_{i,c}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$M_{i,c}$
应用的公式编号	公式 (12)
数据描述	施用有机肥中碳含量
数据单位	百分比 (%)
数据来源	实验室测定
监测点要求	每个监测不少于 3 个点
监测仪表要求	碳氮分析仪
监测程序与方法要求	采用有机肥中碳含量测定方法 NY/T 525 使用的标准操作程序
监测频次与记录要求	自首次核查后, 一般每 1 年监测一次。
质量保证/质量控制程序要求	采用有机肥中碳含量测定方法 NY/T 525 使用的质量保证和质量控制 (QA/QC) 程序
数据用途	用于计算施用有机肥对土壤有机碳增加的贡献

表 23  $AD_k$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$AD_k$
应用的公式编号	公式 (14), 公式 (15)
数据描述	投入品 k 的活动水平数据; 化肥、有机肥、农药、防草布、遮阳网、地膜、燃料等
数据单位	千克/公顷, (kg/ha)
数据来源	生产记录
监测点要求	要求有 1 名专人负责
监测仪表要求	生产管理记录本, 采购凭证等
监测程序与方法要求	生产管理记录, 采购凭证, 以及使用记录
监测频次与记录要求	自首次核查后, 一般每 1 年监测一次。
质量保证/质量控制程序要求	按照企业生产管理技术规范, 生产管理记录, 采购凭证, 以及使用记录
数据用途	用于计算生产资料投入造成的温室气体排放

表 24  $N_i$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$N_i$
应用的公式编号	公式 (17)
数据描述	氮输入来源 i 包括化肥、有机肥和修剪物还田等的氮输入量
数据单位	千克/公顷, (kg/ha)
数据来源	生产记录
监测点要求	要求有 1 名专人负责
监测仪表要求	生产管理记录本, 采购凭证等
监测程序与方法要求	生产管理记录, 采购凭证, 以及使用记录
监测频次与记录要求	自首次核查后, 一般每 1 年监测一次。
质量保证/质量控制程序要求	按照企业生产管理技术规范, 生产管理记录, 采购凭证, 以及使用记录

### 6.3 项目实施及监测的数据管理要求

#### 6.3.1 一般要求

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、项目实施情况等数据的监测、收集、记录和交叉核对。

#### 6.3.2 项目边界监测要求

6.3.2.1 在项目设计阶段，须明确计划开展茶园碳汇的项目地块边界，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，须测量项目实际种植的地块边界。

6.3.2.2 在计入期内，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。

6.3.2.3 如果项目边界发生任何变化，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。

#### 6.3.3 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茶树种植管理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。主要内容包括：

- a) 营造活动：茶园内部种植树种种类、种植数量、种植区域、种植绿肥情况等；
- b) 茶园管理活动：茶园施肥、修剪、耕作、病虫害防控、采摘等管理。

#### 6.3.4 监测频率与时间要求

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

#### 6.3.5 数据管理与归档要求

6.3.5.1 对于收集到的监测数据，应建立数据、信息等原始记录和台账管理制度，妥善保管茶园调查原始记录、项目边界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。

6.3.5.2 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。

## 附录 A

(资料性)

### 茶叶产品碳足迹核算原辅材料碳排因子推荐值

茶叶产品碳足迹核算原辅材料碳排因子推荐值见表 A.1。

**表 A.1 茶叶产品碳足迹核算原辅材料碳排因子推荐值**

排放源	碳排放因子	单位	数据来源
化学肥料 (以 N 计)	8.3	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	Zhang et al. (2013)
化学肥料 (以 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 计)	2.33	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
化学肥料 (以 K <sub>2</sub> O 计)	0.66	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
有机肥	0.192	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
菜籽饼	0.582	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
农药	13.50	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
防草布和遮阳网 (塑料-PP)	3.43	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
防草布和遮阳网 (塑料-PE)	4.72	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
防草布和遮阳网 (塑料-PVC)	5.42	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
防草布和遮阳网 (涤纶/聚酯纤维)	25.7	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
电力 (中国地区平均水平)	0.940	kg CO <sub>2</sub> -eq/KWh	CLCD v0.8
电力 (华北)	1.180	kg CO <sub>2</sub> -eq/KWh	CLCD v0.8
电力 (华东)	0.886	kg CO <sub>2</sub> -eq/KWh	CLCD v0.8
电力 (华中)	0.716	kg CO <sub>2</sub> -eq/KWh	CLCD v0.8
电力 (中国西北)	0.903	kg CO <sub>2</sub> -eq/KWh	CLCD v0.8
电力 (中国东北)	1.240	kg CO <sub>2</sub> -eq/KWh	CLCD v0.8
电力 (华南)	0.739	kg CO <sub>2</sub> -eq/KWh	CLCD v0.8
汽油	2.99	Kg CO <sub>2</sub> e/L	《省级温室气体清单编制指南 (试行)》
柴油	3.09	Kg CO <sub>2</sub> e/L	《省级温室气体清单编制指南 (试行)》
天然气	2.00	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	《省级温室气体清单编制指南 (试行)》
煤	3.20	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	《省级温室气体清单编制指南 (试行)》
生物质颗粒	0.15	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
铝箔	9.123	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
纸制包装	2.29	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
铁制包装	8.212	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
牛皮纸包装	2.54	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
无纺布	3.82	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)
塑料袋	2.507	Kg CO <sub>2</sub> e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库 (CPCD)

## 附录 B

(资料性)

### 茶叶产品碳足迹核算排放因子推荐值

茶叶产品碳足迹核算排放因子推荐值见表 B. 1。

表 B. 1 茶叶产品碳足迹核算排放因子推荐值

项目	碳排放因子	数据来源
$GWP_{N_2O}$	273	IPCC, 2019
$EF_{\text{直接}}$	2.31%	Wang et al. (2020)
$Frac_{GASF}$	11%	IPCC, 2019
$Frac_{GASM}$	21%	IPCC, 2019
$EF_{\text{沉降}}$	1%	IPCC, 2019
$Frac_{\text{leach}}$	24%	IPCC, 2019
$EF_{\text{淋洗}}$	1.1%	IPCC, 2019
$S_R$ —机采茶园	1682 kg/ha	尤雪琴 2008
$S_R$ —名优茶园	7695 kg/ha	Yang et al. (2019)
$S_N$ —机采茶园	2.94%	尤雪琴, 2008
$S_{RN}$ —名优茶园	3.00%	Yang et al. (2019)
$CS_{i,NT}$	120 kg/ha	Luo et al., (2010)