

# 保护性耕作减排增汇项目方法学

方法学开发单位

中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所

2016年6月15日



# 目 录

1. 引言.....	1
2. 适用条件.....	1
3. 定义.....	1
4. 规范性引用文件.....	3
5. 项目边界的确定.....	3
6. 碳库和温室气体排放源选择.....	3
7. 项目活动开始日期和计入期.....	5
8. 基准线情景识别和额外性论证.....	5
9. 分层.....	6
10. 项目减排量计算.....	6
10.1 基准线情景下土壤碳储量和温室气体排放.....	6
10.1.1 土壤有机碳储量.....	6
10.1.2 农田 N <sub>2</sub> O 排放量.....	8
10.1.3 农机耕作消耗化石燃料造成的 CO <sub>2</sub> 排放量.....	9
10.2 项目活动下土壤碳储量和温室气体排放.....	10
10.2.1 土壤有机碳储量.....	10
10.2.2 农田 N <sub>2</sub> O 排放量.....	11
10.2.3 农机耕作消耗化石燃料造成的 CO <sub>2</sub> 排放量.....	13
10.3 项目活动引起的土壤有机碳储量、温室气体排放的变化.....	14
10.3.1 土壤有机碳储量变化.....	14
10.3.2 农田 N <sub>2</sub> O 排放量的变化.....	15
10.3.3 农机耕作消耗化石燃料造成的 CO <sub>2</sub> 排放量的变化.....	15
10.4 泄漏.....	15
10.5 项目减排量.....	16
11. 监测方法学.....	16
11.1 项目边界的监测.....	16
11.2 抽样设计.....	17
11.3 土壤有机质的监测.....	18

11.4 其他参数的监测.....	18
11.5 不需要监测的数据和参数.....	19
11.7 需要监测的数据和参数.....	25
附录 1：监测要素的精度计算.....	31
附录 2：项目碳汇减排量的精度校正.....	34
附录 3：推荐的默认值.....	36

## 1. 引言

根据中国《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》(发改气候[2012]1668号)的有关规定,为推动保护性耕作,增加农田土壤有机碳储量和减少农业生产过程中的温室气体排放,规范国内保护性耕作减排增汇项目(以下简称“项目”)的设计、减排增汇量的核算与监测工作,确保项目所产生的中国核证减排量(CCER)达到可测量、可报告、可核查的要求,促进国内保护性耕作减排增汇项目的自愿减排交易,特编制《保护性耕作减排增汇项目方法学》(V01)。在CDM EB、GS和VCS批准的或审议中的方法学中没有类似的或可供参考的方法学。

## 2. 适用条件

保护性耕作措施是指将常规耕作改为减免耕并辅以秸秆还田,减少对农田表层扰动、增加外源有机物输入、保护土壤团聚体结构,从而增加土壤有机碳储量的耕作措施。同时,保护性耕作可改变耕作耗油量和化肥施用量,影响农业生产过程中的温室气体排放。

本方法学的适用条件包括:

- (1) 基准线情景下土地利用方式为旱地农田,耕作方式为常规耕作且秸秆不还田。稻田、果树、茶树等不适用于本方法学;
- (2) 项目活动为保护性耕作措施。下面措施之一即可认为是保护性耕作: 1) 实行免耕或少耕,免耕即除播种之外不进行任何耕作,少耕包括深松与表土耕作; 2) 采用免耕播种,在有残茬覆盖的地表实现开沟、播种,减少机械进地次数,降低作业成本; 3) 常规耕作结合秸秆粉碎还田。
- (3) 秸秆还田用量不会影响作为秸秆炊事燃料以及牲畜饲料等用途的秸秆使用量。在没有项目活动的情况下,这些秸秆原本在田头废弃好氧分解;
- (4) 项目的年减排总量小于或等于 60000 吨二氧化碳当量(CO<sub>2</sub>eq)。

## 3. 定义

**温室气体 (Greenhouse Gas):** 是指大气中能吸收地球表面向宇宙空间发射的长波辐射的气体,气体的这一作用与“温室”作用类似,故称之为“温室气体”。

**土壤碳库 (Soil Carbon Pool):** 是指土壤中的有机碳(腐殖质)和无机碳,不包括土壤中的生物量(根、块根等)以及土壤动物。

**保护性耕作 (Conservation Tillage)：**指通过少耕、免耕，深松及秸秆还田的综合配套措施，既能减少农田土壤侵蚀，增加农田土壤有机碳含量，实现土壤碳库增汇，又能保护农田生态环境，从而获得生态环境效益、经济效益及社会效益协调发展的可持续农业技术。

**常规耕作 (Conventional Tillage)：**指作物生产过程中由耕翻、耙压和中耕等组成的土壤耕作体系。

**少耕 (Reduced Tillage)：**指在常规耕作基础上减少土壤耕作次数和强度的一种保护性土壤耕作体系。

**免耕 (No Tillage)：**避免对农田土壤进行耕作的方式。

**基准线情景 (Baseline Scenario)：**是指在无保护性耕作减排增汇项目活动实施的情景下，原本会在项目边界内实施的常规耕作方式及农耕活动情景。

**项目活动 (Project Activity)：**是指保护性耕作减排增汇项目开始实施后，项目边界内实施的保护性耕作措施。

**土壤有机质 (Soil Organic Matter)：**是指土壤中的腐殖质。

**土壤有机质含量 (Soil Organic Matter Content)：**是指每千克土壤中的土壤有机质含量。

**土壤有机碳含量 (Soil Organic Carbon Content)：**是指单位质量土壤有机质中的碳元素含量。

**土壤有机碳密度 (Soil Organic Carbon Density)：**是指单位面积、一定深度土体中土壤有机碳质量。

**土壤有机碳储量 (Soil Organic Carbon Stock)：**是指项目所在区域一定深度的土壤有机碳总质量。

**项目边界 (Project Boundary)：**是指项目参与方实施保护性耕作减排增汇项目活动的地理范围。一个项目活动可在若干个不同的地块上进行，但每个地块应有特定的地理边界。项目边界有事前项目边界和事后项目边界之分。

**事前项目边界：**是在项目设计和开发阶段确定的项目边界，是计划实施项目活动的边界。

**事后项目边界：**是在项目活动开始后经过核实的实际项目活动边界。在实施阶段，经监测核实的事后项目边界。

## 4. 规范性引用文件

- I 《2006 IPCC 国家温室气体排放清单编制指南》
- I IPCC 《土地利用、土地利用变化和林业良好做法指南》(IPCC, 2003)
- I TY/Y 1121 《土壤检测》标准(NY/T 1121.1-2006)<sup>1</sup>
- I CDM EB 微型项目额外性论证指南 (V7.0)
- I CDM EB CDM 项目活动和规划类项目抽样与调查指南 (V2.0)
- I 《森林经营碳汇项目方法学》(V01)

## 5. 项目边界的确定

事前项目边界可采用下述方法之一确定：

(a) 采用全球定位系统(GPS)、北斗卫星导航系统(Compass)或其他卫星导航系统直接测定项目所有地块边界的拐点坐标，定位误差不超过 5 米。

(b) 使用大比例尺地形图(比例尺不小于 1:10000)进行现场勾绘，结合 GPS、Compass 等定位系统进行精度控制。面积勾绘时要排除地块之间的道路、灌溉渠和田埂等非种植面积。

事后项目边界可采用上述方法之一进行，面积测定误差不超过 5%。

在项目审定和核查时，项目参与方须提交地理信息系统(GIS)产出的项目边界的矢量图形文件(.shp 文件)。在项目审定和首次核查时，项目参与方须提供村级单位出具的参与项目所有地块的土地所有权或使用权证明。

## 6. 碳库和温室气体排放源选择

在基准线情景和项目活动下包括的碳库和排放源如表 1 和表 2。

表 1：在基准线和项目活动下碳库的选择

碳库种类	包括/不包括	理由/说明
地上部木本生物量	不包括	不涉及。
地下部木本生物量	不包括	不涉及。
一年生农作物生物量	不包括	一年生农作物生物量将在短时间内分解并以 CO <sub>2</sub> 的形式排放到大气中，因此可以忽

<sup>1</sup> <http://www.tsinfo.js.cn/inquiry/gbtetails.aspx?A100=NY/T%201121.1-2006>

		略。
枯木	不包括	不涉及。
枯枝落叶	不包括	一年生作物枯落物将在短时间内分解并以CO <sub>2</sub> 的形式排放到大气中，因此可以忽略。
土壤有机碳	包括	保护性耕作主要引起土壤有机碳库的变化。

表 2：基准线和项目活动中不包括或包括的温室气体排放源和种类

	排放源	气体	不包括/包括	理由/说明
基线情景	施用化肥	CO <sub>2</sub>	不包括	不适用。
		CH <sub>4</sub>	不包括	不适用。
		N <sub>2</sub> O	包括	农田施肥是 N <sub>2</sub> O 的主要排放源。
	秸秆还田	CO <sub>2</sub>	不包括	基准线情景下无秸秆还田。
		CH <sub>4</sub>	不包括	基准线情景下无秸秆还田。
		N <sub>2</sub> O	不包括	基准线情景下无秸秆还田。
	有机肥施用	CO <sub>2</sub>	不包括	不适用。
		CH <sub>4</sub>	不包括	旱地农田无厌氧环境，不产生甲烷。
		N <sub>2</sub> O	包括	有机肥施用是 N <sub>2</sub> O 的主要排放源。
	农机化石燃料消耗	CO <sub>2</sub>	包括	是主要 CO <sub>2</sub> 排放源。
		CH <sub>4</sub>	不包括	简化排除。
		N <sub>2</sub> O	不包括	简化排除。
项目情景	施用化肥	CO <sub>2</sub>	不包括	不适用。
		CH <sub>4</sub>	不包括	不适用。
		N <sub>2</sub> O	包括	农田施肥是 N <sub>2</sub> O 的主要排放源。
	秸秆还田	CO <sub>2</sub>	不包括	不适用。
		CH <sub>4</sub>	不包括	旱地农田无厌氧环境，不产生甲烷。
		N <sub>2</sub> O	包括	农田秸秆还田是 N <sub>2</sub> O 主要排放源。
	有机肥施用	CO <sub>2</sub>	不包括	不适用。
		CH <sub>4</sub>	不包括	旱地农田无厌氧环境，不产生甲烷。
		N <sub>2</sub> O	包括	有机肥施用是 N <sub>2</sub> O 的主要排放源。
	农机化石燃料消耗	CO <sub>2</sub>	包括	是主要 CO <sub>2</sub> 排放源。
		CH <sub>4</sub>	不包括	简化排除。

		N <sub>2</sub> O	不包括	简化排除。
--	--	------------------	-----	-------

## 7. 项目活动开始日期和计入期

项目活动开始日期是指实施保护性耕作减排增汇项目活动的开始日期。项目活动开始日期不应早于 2012 年 6 月 13 日。如果项目活动开始日期早于向国家气候变化主管部门提交项目备案的日期，项目参与方须提供透明和可核实的证据，证明减排增汇是项目活动最初的主要目的。这些证据须是发生在项目开始日之前的、官方的或有法律效力的文件。

计入期是指，项目活动开始后(或备案后)，相对于基准线情景，项目活动产生的土壤有机碳储量增加和导致的温室气体减排量额度的计入周期。保护性耕作减排增汇项目的计入期为 20 年。

## 8. 基准线情景识别和额外性论证

项目参与方可通过下述程序，识别和确定项目活动的基准线情景，并论证项目活动的额外性：

减排量小于 20000 吨 CO<sub>2</sub>e 的保护性耕作减排增汇项目可以免除额外性论证，项目所在区域项目开始时的耕作方式即为基准线情景：

对于减排量在 20000-60000 吨 CO<sub>2</sub>e 项目，参与方需论证项目活动情景是否为普遍性实践。项目参与方须证明拟议项目活动与项目区域普遍实施的耕作方式具有本质的差异，则拟议项目活动不是普遍性实践。如果具有类似的保护性耕作措施，项目参与方可以提供证明文件，证明当地实施的保护性耕作措施是政府支持的示范项目、国际援助项目等，而拟议项目不具备这些条件，则可证明拟议项目活动不是普遍性实践。

项目活动一旦被论证不是普遍性实践，即被认定在其计入期内具有额外性。此时，基准线情景即为当地现有的耕作方式情景。即在计入期内不采取任何减免耕和秸秆还田等保护性耕作措施。

如果项目活动情景具有普遍性，项目参与方需提供说明，如果存在下列障碍之一，则拟议项目活动将无法开展实施，因而具备额外性。

- (1) 资金障碍：缺少财政补贴或非商业性投资；没有来自国内或国际的民间资本；不能进行融资；缺少信贷的途径等；

- (2) 技术障碍：缺乏保护性耕作的机械设备，缺乏训练有素的技术人员使用和维护新技术设备；
- (3) 其他障碍：如信息障碍、机制/体制障碍、组织/管理能力障碍等导致的较高的项目活动温室气体排放。

## 9. 分层

项目边界内可能包括不同的种植制度、农田水肥管理措施以及不同的土壤条件。为了使层内均一性增加、降低监测成本，需要对基准线情景和项目情景下的地块进行分层。分层包括基准线情景分层和项目分层。

基准线情景分层：项目参与方须根据现有种植制度、农田水肥管理措施等对基准线情景进行分层。

项目分层包括事前项目分层和事后项目分层。事前项目分层用于项目减排增汇的事前计量，主要是根据保护性耕作类型、种植制度、农田水肥管理措施等划分。事后项目分层用于项目减排增汇的事后监测和核算。

## 10. 项目减排量计算

### 10.1 基准线情景下土壤碳储量和温室气体排放

项目基准线情景包括土壤有机碳储量、农田 N<sub>2</sub>O 排放量和农机耕作消耗化石燃料造成的 CO<sub>2</sub> 排放量。

#### 10.1.1 土壤有机碳储量

##### 步骤 1：计算土壤有机碳密度

基准线情景下土壤有机碳密度的计算方法如公式(1)

$$B_{SOC_{s,i}} = SOC_{B,s,i} \cdot BD_s \cdot Depth \cdot (1 - FC_s) \cdot 0.1 \quad (1)$$

其中，

$B_{SOC_{s,i}}$  基准线情景下分层 s、抽样地块 i 的土壤有机碳密度，t C ha<sup>-1</sup>。

$SOC_{B,s,i}$  基准线情景下分层 s、抽样地块 i 的土壤有机碳含量，gC/kg 土壤。

$BD_s$  分层 s 表层 30 cm 的土壤容重，g cm<sup>-3</sup>

<b>Depth</b>	表层土壤深度(30 cm), cm
<b>FC<sub>s</sub></b>	分层 s 表层 30 cm 土壤中直径大于 2 mm 的砾石所占百分比, %
0.1	单位转换系数
s	分层
i	抽样地块

$$SOC_{B,s,i} = SOM_{B,s,i} \cdot 1.724 \quad (2)$$

$SOM_{B,s,i}$  基准线情景下分层 s、抽样地块 i 的土壤有机质含量, g/kg 土壤。

1.724 将土壤有机质含量转换成土壤有机碳含量的系数

### 步骤 2: 计算平均土壤有机碳密度

基准线情景下对给定分层 s 的所有抽样地块平均的土壤有机碳密度的计算方法如公式(3):

$$B_{SOC_s} = \frac{\sum_{i=1}^{I_s} B_{SOC_{s,i}}}{I_s} \quad (3)$$

其中,

$B_{SOC_s}$  基准线情景下对给定分层 s 的所有抽样地块平均的土壤有机碳密度, t C ha<sup>-1</sup>

$I_s$  基准线情景下分层 s 的所有抽样地块总数, 块

### 步骤 3: 计算土壤有机碳储量

基准线情景下土壤有机碳储量计算方法如公式(4)。

$$BE_{SOC} = \sum_{s=1}^S (B_{SOC_s} \cdot BA_s) \quad (4)$$

其中,

$BE_{SOC}$  基准线情景下土壤有机碳储量, t C。

$BA_s$  基准线情景下分层 s 所有地块的总面积, ha。

$S$  分层总数，个

### 10.1.2 农田 $N_2O$ 排放量

基准线情景下施肥导致的农田  $N_2O$  排放源包括两个方面：1)施用无机氮肥；2)施用有机肥。

#### 步骤 1：施用无机氮肥造成的 $N_2O$ 排放

基准线情景下施用无机氮肥造成的  $N_2O$  排放计算如公式(5)和公式(6)。

$$BE_{N_2O_{SN}} = BF_{SN} \cdot EF_1 \quad (5)$$

$$BF_{SN} = \sum_{s=1}^S \frac{\sum_{i=1}^{I_s} \sum_{p=1}^P \frac{BM_{SNs,i,p} \cdot B_{NC_{SNp}}}{I_s}}{BA_s} \quad (6)$$

其中，

$BE_{N_2O_{SN}}$	基准线情景下项目边界内施用无机氮肥造成的 $N_2O$ 排放，t $N_2O$ -N
$BF_{SN}$	基准线情景下无机氮肥施用量，t-N
$EF_1$	无机氮肥 $N_2O$ 排放因子，t $N_2O$ -N/施入的 t-N
$BM_{SNs,i,p}$	基准线情景下分层 $s$ 、抽样地块 $i$ 、单位面积施用无机氮肥类型 $P$ 的量，t $ha^{-1}$
$B_{NC_{SNp}}$	无机氮肥类型 $P$ 的含氮量，t-N/t 化肥
$p$	无机氮肥类型

#### 步骤 2：施用有机肥造成的 $N_2O$ 排放

基准线情景下施用有机肥造成的  $N_2O$  排放计算如公式(7)和公式(8)。

$$BE_{N_2O_{OF}} = BF_{OF} \cdot EF_1 \quad (7)$$

$$BF_{OF} = \sum_{s=1}^S \frac{\sum_{i=1}^{I_s} \sum_{q=1}^Q \frac{BM_{OFs,i,q} \cdot B_{NC_{OFq}}}{I_s}}{BA_s} \quad (8)$$

其中，

$BE_{N_2O_{OF}}$	基准线情景下项目边界内施用有机肥造成的 $N_2O$ 排放，t $N_2O$ -N
------------------	---

$BF_{OF}$	基准线情景下动物粪肥施用量, t-N
$EF_1$	有机肥的 $N_2O$ 排放因子, t $N_2O$ -N/施入的 t-N
$BM_{OFs,i,q}$	基准线情景下分层 $s$ 、抽样地块 $i$ 、单位面积使用有机肥类型 $q$ 的量, t $ha^{-1}$
$B_{NCOfq}$	有机肥类型 $q$ 的含氮量, t-N/(t 有机肥)
$q$	有机肥类型

### 步骤 3: 农田 $N_2O$ 排放总量

基准线情景下的农田  $N_2O$  排放总量由公式(9)计算:

$$BE_{N_2O} = (BE_{N_2O_{SN}} + BE_{N_2O_{OF}}) \cdot 44/28 \cdot GWP_{N_2O} \quad (9)$$

其中,

$BE_{N_2O}$	基准线情景下项目边界内施肥造成的 $N_2O$ 排放, t $CO_2eq$
44/28	$N_2O$ -N 转换为 $N_2O$ 的系数
$GWP_{N_2O}$	$N_2O$ 的增温潜势, 298

### 10.1.3 农机耕作消耗化石燃料造成的 $CO_2$ 排放量

利用公式(10)计算基准线情景下农机耕作消耗化石燃料造成的  $CO_2$  排放量。

$$BE_{FC} = \sum_{s=1}^S \frac{\sum_{i=1}^{I_s} \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K B_{FCs,i,l,k} \cdot EF_{CO_2,k} \cdot NCV_k}{I_s} \cdot BA_s \quad (10)$$

其中,

$BE_{FC}$	基准线情景下农机耕作消耗化石燃料造成的 $CO_2$ 排放量, t $CO_2$
$B_{FCs,i,l,k}$	基准线情景下分层 $s$ 、抽样地块 $i$ 、农机类型 $l$ 耕作单位面积年平均消耗的燃料类型 $k$ 的量, 重量或体积/ha
$EF_{CO_2,k}$	燃料类型 $k$ 的排放因子, t $CO_2$ /GJ
$NCV_k$	燃料类型 $k$ 的净热值, GJ/重量或体积单位
$k$	燃料类型
$K$	使用的燃料类型数量
$l$	农机类型

L 农机类型数量

## 10.2 项目活动下土壤碳储量和温室气体排放

### 10.2.1 土壤有机碳储量

#### 步骤 1: 计算土壤有机碳密度

项目活动下土壤有机碳密度的计算方法如公式(11)

$$P_{SOC_{m,s,i}} = SOC_{P,m,s,i} \cdot BD_s \cdot Depth \cdot (1 - FC_s) \cdot 0.1 \quad (11)$$

其中,

$P_{SOC_{m,s,i}}$  项目活动下第  $m$  次土壤有机质含量监测期分层  $s$ 、抽样地块  $i$  的土壤有机碳密度,  $t C ha^{-1}$

$SOC_{P,m,s,i}$  项目活动下第  $m$  次监测期分层  $s$ 、抽样地块  $i$  的土壤有机碳含量,  $gC/kg$ 。

$m$  在项目实施过程中, 为了降低项目监测成本, 在计入期内项目参与方不需要每年监测土壤有机质含量, 一般为 3-5 年监测一次。 $m=1, 2, 3, \dots$ 。

其余参数定义见公式(1)

$$SOC_{P,m,s,i} = SOM_{P,m,s,i} \cdot 1.724 \quad (12)$$

$SOM_{P,m,s,i}$  项目活动下分层  $s$ 、抽样地块  $i$  的土壤有机质含量,  $g/kg$  土壤。

1.724 将土壤有机质含量转换成土壤有机碳含量的系数

#### 步骤 2: 计算平均土壤有机碳密度

项目活动下给定分层  $s$  的平均土壤有机碳密度的计算方法如公式(13)。

$$P_{SOC_{m,s}} = \frac{\sum_{i=1}^{I_s} P_{SOC_{m,s,i}}}{I_s} \quad (13)$$

其中,

$P_{SOC_{m,s}}$  项目活动下第  $m$  次土壤有机质含量监测期分层  $s$  所有抽样地块

平均土壤有机碳密度, t C ha<sup>-1</sup>

### 步骤 3: 计算土壤有机碳储量

项目活动下不同有机质含量监测期的土壤有机碳储量计算方法如公式(14)。

$$PE_{SOC_m} = \sum_{s=1}^S (P_{SOC_{m,s}} \cdot PA_{m,s}) \quad (14)$$

其中,

$PE_{SOC_m}$  项目活动下第  $m$  次土壤有机质含量监测期土壤有机碳储量, t C  
 $PA_{m,s}$  项目活动下第  $m$  次土壤有机质含量监测期、分层  $s$ 、所有地块的总面积, ha

## 10.2.2 农田 N<sub>2</sub>O 排放量

项目活动下施肥导致的农田 N<sub>2</sub>O 排放源包括三个方面: 1)施用无机氮肥; 2)施用有机肥; 3)秸秆还田。

### 步骤 1: 施用无机氮肥造成的 N<sub>2</sub>O 排放

项目活动下施用无机氮肥造成的 N<sub>2</sub>O 排放计算如公式(15)和公式(16)。

$$PE_{N_2O_{SN,y}} = PF_{SN,y} \cdot EF_1 \quad (15)$$

$$PF_{SN,y} = \sum_{s=1}^S \frac{\sum_{i=1}^{I_s} \sum_{p=1}^P PM_{SNs,i,p,y} \cdot P_{SN,s,i,p,y}}{I_s} \cdot PA_{m,s} \quad (16)$$

其中,

$PE_{N_2O_{SN,y}}$  项目活动下第  $y$  年施肥造成的 N<sub>2</sub>O 排放, t N<sub>2</sub>O-N  
 $PF_{SN,y}$  项目活动下第  $y$  年无机氮肥施用量, t-N  
 $EF_1$  无机氮肥 N<sub>2</sub>O 排放因子, t N<sub>2</sub>O-N/施入的 t-N  
 $PM_{SNs,i,p,y}$  项目活动下第  $y$  年分层  $s$ 、抽样地块  $i$ 、无机氮肥类型  $P$  的单位面积施用量, t ha<sup>-1</sup>

$P_{SN,s,i,p,y}$  项目活动下第  $y$  年分层  $s$ 、抽样地块  $i$ 、施用的无机氮肥类型  $P$  的含氮量，t-N/t 化肥

$y$  第  $y$  年

### 步骤 2：施用有机肥造成的 N<sub>2</sub>O 排放

项目活动下施用有机肥造成的 N<sub>2</sub>O 排放计算方法如公式(17)和公式(18)。

$$PE_{N_2O_{OF,y}} = PF_{OF,y} \cdot EF_1 \quad (17)$$

$$PF_{OF,y} = \sum_{s=1}^S \frac{\sum_{i=1}^{I_s} \sum_{q=1}^Q PM_{OFs,i,q,y} \cdot P_{OFs,i,q,y}}{I_s} \cdot PA_{m,s} \quad (18)$$

其中，

$PE_{N_2O_{OF,y}}$  项目活动下第  $y$  年施用有机肥造成的 N<sub>2</sub>O 排放，t N<sub>2</sub>O-N

$PF_{OF,y}$  项目活动下第  $y$  年有机肥施用量，t-N

$EF_1$  有机肥的 N<sub>2</sub>O 排放因子，t N<sub>2</sub>O-N/施入的 t-N

$PM_{OFs,i,q,y}$  项目活动下第  $y$  年分层  $s$ 、抽样地块  $i$ 、有机肥类型  $q$  的单位面积施用量，t ha<sup>-1</sup>

$P_{OFs,i,q,y}$  项目活动下第  $y$  年分层  $s$ 、抽样地块  $i$ 、施用的有机肥类型  $q$  的含氮量，t-N/(t 有机肥)

$q$  有机肥类型

### 步骤 3：秸秆还田造成的 N<sub>2</sub>O 排放

项目活动下秸秆还田造成的 N<sub>2</sub>O 排放计算方法如公式(19)和公式(20)。

$$PE_{N_2O_{CF,y}} = PF_{CF,y} \cdot EF_1 \quad (19)$$

$$PF_{CF,y} = \sum_{s=1}^S \frac{\sum_{i=1}^{I_s} \sum_{j=1}^J PM_{CFs,i,j,y} \cdot P_{CFs,i,j,y}}{I_s} \cdot PA_{m,s} \quad (20)$$

$$PM_{CFs,i,j,y} = PG_{s,i,j,y} \cdot RG_j \cdot DW_j \cdot PP_{CFs,i,j,y} \quad (21)$$

其中，

$PE_{N_2O_{CF,y}}$	项目活动下第 $y$ 年秸秆还田造成的 $N_2O$ 排放, t $N_2O-N$
$PF_{CF,y}$	项目活动下第 $y$ 年秸秆还田的 $N$ 量, t- $N$
$EF_1$	秸秆还田的 $N_2O$ 排放因子, t $N_2O-N$ /施入的 t- $N$
$PM_{CFs,i,j,y}$	项目活动下第 $y$ 年分层 $s$ 、抽样地块 $i$ 、作物类型 $j$ 的单位面积秸秆还田量, t $ha^{-1}$
$P_{CFs,i,j,y}$	项目活动下第 $y$ 年分层 $s$ 、抽样地块 $i$ 、作物类型 $j$ 的秸秆含氮量, t- $N$ /t
$PG_{s,i,j,y}$	项目活动下第 $y$ 年分层 $s$ 、抽样地块 $i$ 、作物类型 $j$ 的单位面积产量, t $ha^{-1}$
$RG_j$	作物类型 $j$ 的秸秆/作物产量比, 无量纲
$DW_j$	作物类型 $j$ 的秸秆干重比, 无量纲
$PP_{CFs,i,j,y}$	项目活动下第 $y$ 年分层 $s$ 、抽样地块 $i$ 、作物类型 $j$ 的秸秆还田比例, %
$j$	作物类型

#### 步骤 4: 农田 $N_2O$ 排放总量

项目活动下的农田  $N_2O$  排放总量由公式(22)计算。

$$PE_{N_2O,y} = (PE_{N_2O_{SN,y}} + PE_{N_2O_{OF,y}} + PE_{N_2O_{CF,y}}) \cdot 44/28 \cdot GWP_{N_2O} \quad (22)$$

其中，

$$PE_{N_2O,y} \quad \text{项目活动下第 } y \text{ 年农田 } N_2O \text{ 排放总量, t CO}_2\text{eq}$$

#### 10.2.3 农机耕作消耗化石燃料造成的 $CO_2$ 排放量

利用公式(23)计算项目活动下农机耕作消耗化石燃料造成的  $CO_2$  排放量。

$$PE_{FC,y} = \sum_{s=1}^S \frac{\sum_{i=1}^{I_s} \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K P_{FC_{s,i,l,k,y}} \cdot EF_{CO_2,k} \cdot NCV_k}{I_s} \cdot PA_{m,s} \quad (23)$$

其中，

$PE_{FC,y}$	项目活动下第 y 年农机耕作消耗化石燃料造成的 CO <sub>2</sub> 排放量, t CO <sub>2</sub>
$P_{FC_{s,i,l,k,y}}$	项目活动下第 y 年分层 s、抽样地块 i、使用农机类型 l 耕作单位面积消耗的燃料类型 k 的量, 重量或体积/ha
$EF_{CO_2,k}$	燃料类型 k 的排放因子, tCO <sub>2</sub> /GJ
$NCV_k$	燃料类型 k 的净热值, GJ/重量或体积

### 10.3 项目活动引起的土壤有机碳储量、温室气体排放的变化

保护性耕作减排增汇项目活动的减排量计算包括三个方面: 1)土壤有机碳储量变化; 2)农田 N<sub>2</sub>O 排放量变化; 3)农机具耕作化石燃料消耗造成的 CO<sub>2</sub> 排放量变化。计算方法如公式(24)。

$$DE_y = DSOC_y + DN_2O_y + DCO_{2y} \quad (24)$$

其中,

$DE_y$	第 y 年项目活动引起的土壤有机碳储量和温室气体排放的变化, t CO <sub>2</sub> eq。
$DSOC_y$	第 y 年项目活动引起的土壤有机碳储量的变化, t CO <sub>2</sub> 。
$DN_2O_y$	第 y 年项目活动引起的农田 N <sub>2</sub> O 排放量的变化, t CO <sub>2</sub> eq
$DCO_{2y}$	第 y 年项目活动引起的农机具耕作化石燃料消耗造成的 CO <sub>2</sub> 排放量的变化, t CO <sub>2</sub> 。

#### 10.3.1 土壤有机碳储量变化

1) 针对第 1 次土壤有机质含量监测

项目活动下第 1 次土壤有机质含量监测, 土壤有机碳储量平均年变化量计算方法如公式(25)。

$$DSOC_y = (PE_{soc_m} - BE_{soc}) \cdot y_1 \cdot \frac{44}{12} \quad (25)$$

其中,

$DSOC_y$	项目活动开始到第 1 次土壤有机质含量监测期土壤有机碳储量平均年变化量, t CO <sub>2</sub> 。
$y_1$	项目活动开始到第 1 次土壤有机质含量监测期的时间间隔, 年
$m$	项目活动下第 m 次土壤有机质含量监测期, 第 1 次土壤监测时,

m 等于 1

44/12 将土壤 C 转化成 CO<sub>2</sub> 的系数

2) 针对第 2 个及后续的土壤有机质含量监测期

项目活动下的第 2 次及后续的土壤有机质含量监测，土壤有机碳储量平均年变化量的计算方法如公式(26)。

$$DSOC_y = (PE_{SOC_m} - PE_{SOC_{m-1}}) \cdot y_m \cdot \frac{44}{12} \quad (26)$$

其中，

$DSOC_y$  第 m-1 次监测至第 m 次土壤有机质含量监测期土壤有机碳储量平均年变化量，t CO<sub>2</sub>eq。

$PE_{SOC_{m-1}}$  第 m-1 次土壤有机质含量监测期土壤有机碳储量，t CO<sub>2</sub>eq。

$y_m$  第 m-1 次与第 m 次土壤有机质含量监测期的时间间隔，年

### 10.3.2 农田 N<sub>2</sub>O 排放量的变化

项目活动造成的农田 N<sub>2</sub>O 排放量的变化计算方法如公式(27)。

$$DN_2O_y = BE_{N_2O} - PE_{N_2O,y} \quad (27)$$

### 10.3.3 农机耕作消耗化石燃料造成的 CO<sub>2</sub> 排放量的变化

项目活动下农机耕作消耗化石燃料造成的 CO<sub>2</sub> 排放量的变化计算方法如公式(28)。

$$DCO_{2y} = BE_{FC} - PE_{FC,y} \quad (28)$$

## 10.4 泄漏

项目存在两种潜在泄漏源：

- a) 秸秆还田可能导致项目边界外用于炊事的化石能源、电能消耗量增加；
- b) 秸秆还田可能导致秸秆作为饲料数量减少，有可能导致项目边界外饲料生产量增加，从而增加项目边界外生产饲料的温室气体排放；

根据项目的适用条件(3)秸秆还田用量不会影响原本在秸秆炊事燃料以及牲畜饲料等用途的使用量。在没有秸秆还田项目活动情况下，这些秸秆在田头废弃好氧分解，项目的实施不可能增加项目边界外温室气体排放。

因此，本方法学假设泄漏排放为零，即  $LE_y = 0$ 。

## 10.5 项目减排量

项目活动引起的减排量计算方法如公式(29)。

$$ER_y = DE_y - LE_y \quad (29)$$

其中，

$ER_y$  第  $y$  年项目活动引起的减排增汇量，t CO<sub>2</sub>eq。

## 11. 监测方法学

本方法学涉及的所有监测数据须按相关标准进行监测和测定。监测的主要参数包括土壤有机质含量、项目活动所涉及的地块面积、单位面积化肥用量及肥料含氮量、单位面积有机肥用量及肥料含氮量、作物产量、秸秆还田比例、农机消耗燃料类型及用量。监测过程中收集的所有数据都须以电子版和纸质方式存档，直到计入期结束后至少两年。第一次核查期应在项目开始实施 3 年后进行。

### 11.1 项目边界的监测

监测方法和步骤如下：

(1) 采用全球定位系统(GPS)、北斗卫星导航系统(Compass)或其他卫星导航系统，测定项目所有地块边界线的拐点坐标，或者使用大比例尺地形图(比例尺不小于 1:10000)进行现场勾绘，结合 GPS、Compass 等定位系统进行精度控制；

(2) 核对实际边界坐标是否与项目设计文件中描述的边界一致；

(3) 如果实际边界位于项目设计文件描述的边界之外，则超出部分将不计入项目边界内；

(4) 将测定的拐点坐标或项目边界输入地理信息系统，计算项目地块及各分层的面积；

(5) 在每次监测土壤有机质时，须对项目边界进行定期监测，如果项目边界内某些地块没有采取保护性耕作措施，应将这些地块调出项目边界之外。如在之

后土壤有机质监测期这些地块重新采取了保护性耕作，这些地块可继续参与抽样监测，并可重新纳入项目区域的减排增汇量计算。

## 11.2 抽样设计

### 1. 抽样设计

采用分层随机抽样的方法抽取基准线情景和项目活动下的监测地块。对土壤有机质含量、氮素施入量和农机化石燃料消耗的抽样地块数量应满足置信区间为 90% 时该参数的精度超过 90% 的要求。

### 2. 预抽样

首先对项目涉及的所有地块按照不同的耕作方式、种植制度、水肥管理措施、土壤类型等进行分层；对每一分层的所有地块进行编号，采取预抽样的方法从每一分层中随机抽取 2% 的地块监测土壤有机质含量、抽取 5% 的地块监测氮素施入量和农机化石燃料消耗量。如果每一分层的抽样样本地块数少于 30 块，则按 30 块抽取。如果某一分层的地块总数小于 30 块，则需要监测该分层所有地块。

### 3. 抽样样本数的确定

对预抽样样本进行统计分析，计算预抽样样本的精度，判断是否满足置信区间为 90% 时该参数的精度超过 90% 的要求。抽样样本精度计算步骤见附录 1。如果预抽样的监测结果能够满足方法学的精度要求，则预抽样样本数即为基线情景下或项目活动下的抽样样本数。

如果预抽样样本的精度达不到本方法学的要求，项目参与方需要采用打折的方法计算项目的减排增汇量（见附录 2）。

### 4. 抽样时间

对于基线情景下各个参数的监测，抽样时间为项目开始时确定监测的地块。在项目活动下，对于氮素输入量和耕作耗油量的监测，抽样时间定于上年年底（例如，2019 年年底确定 2020 年氮素输入量和耕作耗油量的监测地块）。由于土壤有机质的监测频率为 3-5 年，抽样时间应在监测开始之前确定（例如，2020 年监测土壤有机质含量，则在监测开始之前随机确定各层的监测地块）。

### 11.3 土壤有机质的监测

根据 11.2 节的抽样设计, 抽样测定基准线情景和项目活动的土壤有机质含量。采集 0-30 cm 土层的土壤样本, 土壤样品的采集方法和保存依据《土壤检测》标准—第 1 部分: 土壤样品的采集、处理和贮存(TY/T 1121.1-2006)。土壤有机质的测定应送到具有检测资质的机构进行测定, 测定方法依据《土壤检测》标准—第 6 部分: 土壤有机质的测定(TY/T 1121.1-2006)。

在项目开始时, 进行抽样监测土壤有机质含量, 作为基准线情景下土壤有机质含量。根据公式(4)和抽样监测结果计算基准线情景下土壤碳储量。项目备案后, 在项目计入期内基准线情景下土壤碳储量保持不变。

在项目活动下, 同样根据 11.2 节的抽样设计, 抽样监测项目活动下土壤有机质含量, 抽样监测频率为每 3-5 年一次。

利用公式(14)和抽样监测结果计算项目活动下土壤碳储量。土壤有机质含量测量应达到精度超过 90%的要求(90%置信区间)。如果达不到这一精度要求, 应采用折扣的方法计算项目的减排增汇量。抽样样本精度计算方法见附录 1, 折扣系数见附录 2。

### 11.4 其他参数的监测

根据 11.2 节的抽样设计, 采用分层随机抽样的方法抽取地块。收集基准线情景抽样地块和项目活动下的抽样地块的参数: 1) 无机氮肥类型、无机氮肥单位面积施用量以及氮肥含氮量; 2) 有机肥的类型、有机肥单位面积施用量以及有机肥含氮量; 3) 农机类型、作业时间长度、单位工作时间的燃油消耗量以及燃油类型; 4) 项目活动下地块的作物类型、秸秆还田量和秸秆含氮量等数据。

在项目开始前, 进行层内随机抽样, 调研基准线情景下无机氮肥类型、无机氮肥单位面积施用量以及无机氮肥含氮量, 有机肥的类型、有机肥单位面积施用量以及有机肥含氮量; 收集抽样地块的农机具类型、作业时间长度、单位工作时间的燃油消耗量以及燃油类型。项目备案后, 在项目计入期内基准线情景下氮素施入量和农机具耗油量不变。

在项目活动下, 进行层内随机抽样, 监测抽样地块的无机氮肥类型、无机氮肥单位面积施用量以及氮肥含氮量, 有机肥的类型、有机肥单位面积施用量以及有机肥含氮量; 监测抽样地块的农机具类型、作业时间长度、单位工作时间的燃

油消耗量以及燃油类型。监测频率为每次无机氮肥施用、秸秆还田、有机肥施用、农机使用时进行监测，每年汇总一次。

土壤氮素输入总量（包括化肥、有机肥和秸秆中的氮素）、农机耗油量的抽样精度超过 90%的要求(90%置信区间)。如果达不到这一精度要求，需采用折扣的方法计算项目的减排增汇量。抽样样本精度计算方法见附录 1，折扣系数见附录 2。

## 11.5 不需要监测的数据和参数

不需要监测的数据和参数详见表 3。

表 3: 不需要监测的数据和参数

数据/参数:	$SOM_{B,s,i}$
数据单位:	g/kg土壤
应用的公式编号:	公式(2)
描述:	基准线情景下分层s、抽样地块i的土壤有机质含量
数据来源:	项目参与方
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	土壤样品的采集方法和保存依据《中华人民共和国农业行业标准土壤检测》—第1部分:土壤样品的采集、处理和贮存(TY/T 1121.1-2006) 土壤有机质测定方法依据《中华人民共和国农业行业标准土壤检测》—第6部分:土壤有机质的测定(TY/T 1121.1-2006)。
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$BD_s$
数据单位:	$g\text{cm}^{-3}$
应用的公式编号:	公式(1)和公式(11)
描述:	分层s表层 30 cm的土壤容重

数据来源:	项目参与方
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	测定方法依据《中华人民共和国农业行业标准土壤检测》—第4部分:土壤容重的测定(NY/Y1121.4-2006)。在项目开始时监测一次 $BD_s$ ,项目开始后 $BD_s$ 数值不变。
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$FC_s$
数据单位:	%
应用的公式编号:	公式(1)和公式(11)
描述:	分层s表层 30 cm土壤中直径大于2 mm的砾石所占的百分比
数据来源:	项目参与方
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	$FC_s$ 测定方法依据《中华人民共和国农业行业标准土壤检测》—第6部分:土壤有机质的测定(TY/T 1121.1-2006)。在项目开始时监测一次 $FC_s$ ,项目开始后 $FC_s$ 数值不变。
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$BA_s$
数据单位:	ha
应用的公式编号:	公式(4)
描述:	基准线情景下分层s参与项目所有地块的总面积
数据来源:	项目参与方
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	项目开始前基准线调研

其他评论:	在计入期之后保存2年。
-------	-------------

数据/参数:	$EF_1$
数据单位:	$\text{kg N}_2\text{O-N (kg施入的N)}^{-1}$
应用的公式编号:	公式(5), 公式(7), 公式(15), 公式(17), 公式(19)
描述:	施无机氮肥/有机肥/秸秆还田的 $\text{N}_2\text{O}$ 排放因子
数据来源:	数据来自项目区相关文献, 或附录3中的附表1, 或采用IPCC 2006指南的默认值。
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	-
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$BM_{SNs,i,p}$
数据单位:	$\text{t ha}^{-1}$
应用的公式编号:	公式(6)
描述:	基准线情景下分层 $s$ 、抽样地块 $i$ 、无机氮肥类型 $P$ 的单位面积施用量。
数据来源:	项目参与方
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	采用分层随机抽样的方法收集基准线情景下无机氮肥类型、单位面积无机氮肥施用量。监测的频率为每次肥料施用后进行监测, 每年汇总一次。
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$B_{NC_{SNp}}$
数据单位:	$\text{t-N (t无机氮肥)}^{-1}$
应用的公式编号:	公式(6)

描述:	无机氮肥类型 $p$ 的含氮量
数据来源:	项目参与方
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	无机氮肥中含氮量可从肥料包装标签的说明中获得或生产厂家的说明书中获得
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$BM_{OFs,i,q}$
数据单位:	$t\ ha^{-1}$
应用的公式编号:	公式(8)
描述:	基准线情景下分层 $s$ 、抽样地块 $i$ 、有机肥类型 $q$ 的单位面积施用量
数据来源:	项目参与方
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	采用分层随机抽样的方法收集基准线情景有机肥的类型、单位面积施用量。监测的频率为每次有机肥农田施用时进行监测，每年汇总一次。
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$B_{NC_{OFq}}$
数据单位:	$t-N\ (t\ \text{有机肥})^{-1}$
应用的公式编号:	公式(8)
描述:	有机肥类型 $q$ 的含氮量
数据来源:	项目参与方
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	在具有资质的检测单位测定有机肥含氮量。
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$GWP_{N_2O}$
数据单位:	-
应用的公式编号:	公式(9)和公式(22)
描述:	$N_2O$ 的增温潜势
数据来源:	IPCC第四次评估报告中的默认值。
采用的数据:	298
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	IPCC第四次评估报告中的默认值, 或者任何IPCC清单指南或评估报告的更新版本。
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$P_{CFs,i,j,y}$
数据单位:	t-N (t 秸秆) <sup>-1</sup>
应用的公式编号:	公式(20)
描述:	项目活动下第y年分层s、抽样地块i、作物类型j的秸秆含氮量
数据来源:	附录3中的附表3
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	-
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$RG_j$
数据单位:	无量纲
应用的公式编号:	公式(21)
描述:	作物类型j的秸秆/作物产量比
数据来源:	省级温室气体清单编制指南(试行), 见附录3中的附表3。
采用的数据:	-

数据选择论证或测定方法和程序的描述:	-
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$DW_j$
数据单位:	无量纲
应用的公式编号:	公式(21)
描述:	作物类型 $j$ 的秸秆干重比
数据来源:	省级温室气体清单编制指南(试行), 见附录3中的附表3。
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	-
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$B_{FCs,i,l,k}$
数据单位:	重量或者体积/ha
应用的公式编号:	公式(10)
描述:	基准线情景下分层s、抽样地块 <i>i</i> 、农机类型 <i>l</i> 耕作单位面积农田时消耗的燃料类型k的量。
数据来源:	从农机生产厂商提供的农机类型 <i>l</i> 的说明书或农户调查中获得。
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	-
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$EF_{CO_2,k}$
数据单位:	tCO <sub>2</sub> GJ <sup>-1</sup>

应用的公式编号:	公式(10)和公式(23)
描述:	$k$ 型燃料的CO <sub>2</sub> 排放因子
数据来源:	2006 IPCC国家GHG排放清单编制指南第2卷能源表1.4
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	-
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$NCV_k$
数据单位:	GJ/重量或体积
应用的公式编号:	公式(10)和公式(23)
描述:	燃料类型 $k$ 的净热值
数据来源:	采用中国化石燃料的净热值推荐参数, 见附录3中的附表2。
采用的数据:	-
数据选择论证或测定方法和程序的描述:	-
其他评论:	在计入期之后保存2年。

## 11.7 需要监测的数据和参数

需要监测的数据和参数详见表 4。

表 4: 需要监测的数据和参数

数据/参数:	$SOM_{P,m,s,i}$
数据单位:	g/kg 土壤
应用的公式编号:	公式(12)
描述:	项目活动下第 $m$ 次土壤有机质含量监测期分层 $s$ 、抽样地块 $i$ 的土壤有机质含量

数据来源:	项目参与方
测定方法和过程:	土壤样品的采集方法和保存依据《中华人民共和国农业行业标准土壤检测》—第1部分:土壤样品的采集、处理和贮存(TY/T 1121.1-2006)。 测定方法依据《中华人民共和国农业行业标准土壤检测》—第6部分:土壤有机质的测定(TY/T 1121.1-2006)。
监测/记录的频率:	土壤有机质监测的频率为每3-5年一次。
采用的数据:	
监测设备:	测定仪器依据《中华人民共和国农业行业标准土壤检测》—第6部分:土壤有机质的测定(TY/T 1121.1-2006)。
QA/QC程序:	专家或有经验的技术人员负责采集土壤样品并由有资质的实验室测量有机质含量。
计算方法:	-
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$PA_{m,s}$
数据单位:	ha
应用的公式编号:	公式(14)
描述:	项目活动下第m次土壤有机质含量监测期、分层s、所有地块的总面积
数据来源:	项目参与方
测定方法和过程:	监测每一地块的地理坐标并计算其面积。
监测/记录的频率:	计入期内每次监测土壤有机碳时监测一次
采用的数据:	-
监测设备:	全球定位系统(GPS)、北斗卫星导航系统(Compass)或米尺
QA/QC程序:	-
计算方法:	
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$PM_{SNs,i,p,y}$
数据单位:	t ha <sup>-1</sup>
应用的公式编号:	公式(16)
描述:	项目活动下第y年分层s、抽样地块i、无机氮肥类型P的单位面积施用量
数据来源:	项目参与方
测定方法和过程:	施肥时由项目参与方记录施肥类型和施肥量
监测/记录的频率:	每一次施肥时记录施肥类型和单位面积施用量
采用的数据:	-
监测设备:	根据包装袋的重量计算或者地秤
QA/QC程序:	-
计算方法:	t年无机氮肥类型P的施用总量
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$P_{SN,s,i,p,y}$
数据单位:	t-N/t 化肥
应用的公式编号:	公式(16)
描述:	项目活动下第y年分层s、抽样地块i、施用的无机氮肥类型P的含氮量
数据来源:	项目参与方
测定方法和过程:	产品说明书或包装袋上的说明
监测/记录的频率:	每次施肥时记录
采用的数据:	-
监测设备:	-
QA/QC程序:	当地化肥销售部门交叉核对
计算方法:	-

其他评论:	在计入期之后保存2年。
-------	-------------

数据/参数:	$PM_{OFs,i,q,y}$
数据单位:	$t\ ha^{-1}$
应用的公式编号:	公式(18)
描述:	项目活动下第y年分层s、抽样地块i、有机肥类型q的单位面积施用量
数据来源:	项目参与方
测定方法和过程:	施肥时由项目参与方记录有机肥施肥量。
监测/记录的频率:	每次施肥记录有机肥施用量
采用的数据:	-
监测设备:	根据有机肥的体积计算或者地秤
QA/QC程序:	-
计算方法:	t年有机肥q的施用总量
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$P_{OFs,i,q,y}$
数据单位:	$t-N\ (t\ \text{有机肥})^{-1}$
应用的公式编号:	公式(18)
描述:	项目活动下第y年分层s、抽样地块i、施用的有机肥类型q的含氮量
数据来源:	项目参与方
测定方法和过程:	将采样样品送到具有资质的检测单位进行有机肥含氮量的测定，或根据文献中的数据获得。
监测/记录的频率:	如动物粪便成分和比例没有变化时，在项目计入期只监测一次。
采用的数据:	-
监测设备:	-

QA/QC程序:	-
计算方法:	-
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$PG_{s,i,j,y}$
数据单位:	t ha <sup>-1</sup>
应用的公式编号:	公式(21)
描述:	项目活动下第y年分层s、抽样地块i、作物类型j的单位面积产量
数据来源:	项目参与方
测定方法和过程:	项目参与方记录
监测/记录的频率:	每次收割记录作物产量，每年汇总一次。
采用的数据:	-
监测设备:	秤
QA/QC程序:	-
计算方法:	根据每次记录的分层s、抽样地块i上不同作物类型及其产量、抽样地块i的面积，计算不同抽样地块作物的单位面积产量。
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$PP_{CFs,i,j,y}$
数据单位:	%
应用的公式编号:	公式(21)
描述:	项目活动下第y年分层s、抽样地块i、作物类型j的秸秆还田比例
数据来源:	项目参与方
测定方法和过程:	项目参与方记录
监测/记录的频率:	每次秸秆还田时记录，每年汇总一次。

采用的数据:	-
监测设备:	-
QA/QC程序:	-
计算方法:	项目参与方估算不同作物的秸秆还田比例。
其他评论:	在计入期之后保存2年。

数据/参数:	$P_{FC_{s,i,l,k,y}}$
数据单位:	重量或体积/ha
应用的公式编号:	公式(23)
描述:	项目活动下第y年分层s、抽样地块i、使用农机类型l耕作单位面积消耗的燃料类型k的量
数据来源:	项目参与方
测定方法和过程:	项目参与方记录
监测/记录的频率:	每次使用农机耕作时进行记录使用农机类型和耗油量, 每年汇总一次。
采用的数据:	-
监测设备:	-
QA/QC程序:	与农机说明书的耗油量进行交叉核对。
计算方法:	根据每次记录的农机的类型、耗油量和分层s、抽样地块i的面积, 计算不同农机具使用的燃油类型单位面积消耗量。
其他评论:	在计入期之后保存2年。

## 附录 1：监测要素的精度计算

### 监测要素的精度计算

第一步：根据基准线或者项目活动下每一个分层的地块数量，从中随机抽取 p% 的地块。每一个分层的抽样样本数如公式（1）：

$$n_i = N_i \times p\% \quad (1)$$

$n_i$  第 i 层的抽样样本的地块数量

$N_i$  第 i 层的地块总数

第二步：按照计算的每一分层的抽样样本数进行随机抽样，并监测每一地块的土壤有机质含量、氮素施入量和农机化石燃料消耗量；

第三步：根据监测数据，分别计算每一分层的抽样样本的平均值  $\bar{x}_i$  和标准差  $S_i$ 。

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \times \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \quad (2)$$

$$S_i^2 = \frac{1}{n_i - 1} \times \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad (3)$$

其中：

$\bar{x}_i$  第 i 分层抽样地块监测数据的平均值

$x_{ij}$  第 i 分层第 j 抽样地块的监测数据（土壤有机质含量、氮素输入量、耕作耗油量）

$S_i^2$  第 i 层监测数据的方差

第四步：根据各个分层的面积以及参与项目的总面积，求出各分层的总体相对权重  $W_i$

$$W_i = \frac{M_i}{M} \quad (4)$$

其中：

$W_i$  第 i 层的总体相对权重，%

$M_i$  第  $i$  分层的所有地块的面积, ha

$M$  参与项目总面积, ha

第五步: 根据各分层的面积相对权重, 以及各个分层的监测参数的平均值、标准差, 计算项目的总体平均值的估计值 $\bar{x}$ 及其标准差 $S_{\bar{x}}$ 。

$$\bar{x} = \sum_i W_i \times \bar{x}_i \quad (5)$$

$$S_{\bar{x}} = \frac{1}{n} \times \sqrt{\sum_i n_i S_i^2 (1 - f)} \quad (6)$$

$$f = \frac{n}{N} \quad (7)$$

其中:

$\bar{x}$  项目总体的平均值的估计值

$W_i$  第  $i$  层的总体相对权重, %

$\bar{x}_i$  第  $i$  分层抽样数据的平均值

$S_{\bar{x}}$  项目的总体标准差

$n$  所有分层抽样样本总数

$n_i$  第  $i$  分层抽样样本数

$S_i$  第  $i$  分层样本的标准差

$f$  抽样分数

$N$  项目的地块总数

第六步: 计算样本监测数据的精度, 判断能否达到方法学的精度要求

$$p_c = 1 - \frac{t_{\alpha} S_{\bar{x}}}{\bar{x}} \quad (8)$$

其中:

$p_c$  精度

$t_{\alpha}$	在特定的置信水平下 t 值，本方法学的置信水平为 90%，即 $\alpha = 0.1$ （根据相应的自由度，查 t 分布表可得相应数值）
$S_{\bar{x}}$	项目的总体标准差
$\bar{x}$	项目总体的平均值的估计值

第七步：判断 $p_c$ 是否达到 **90%**的精度要求，如果 $p_c > 0.9$ ，则预抽样的样本数量可以满足项目精度要求，不需要对监测参数进行精度矫正。如果 $p_c < 0.9$ ，表明预抽样数量达不到项目的精度要求，项目参与方需要利用附录 2 提供的方法对监测参数进行精度矫正。

## 附录 2：项目碳汇减排量的精度校正

### 项目碳汇减排量的精度校正

本方法学要求土壤有机质、氮素投入量和耕作耗油量的监测精度达到 90%（置信区间为 90%）。如果测定的误差大于 10%，项目参与方可通过下述打折的方法对精度进行矫正。

#### 1. 土壤碳汇的矫正

如果土壤有机质抽样样本的精度低于 90%（90%置信区间），则利用公式 1 对项目碳汇量进行矫正。

$$DSOC_{y,cal} = DSOC_y' (1 - DR) = (PE_{SOC_m} - PE_{SOC_{m-1}}), y_m' \frac{44}{12} (1 - DR)$$

(1)

$DSOC_{y,cal}$	第 m-1 次监测至第 m 次土壤有机质含量监测期精度矫正后的土壤有机碳储量平均年变化量，t CO <sub>2</sub> eq。
$DSOC_y$	第 m-1 次监测至第 m 次土壤有机质含量监测期土壤有机碳储量平均年变化量，t CO <sub>2</sub> eq。
$PE_{SOC_m}$	第 m 次土壤有机质含量监测期项目活动下土壤有机碳储量，t C
$PE_{SOC_{m-1}}$	第 m-1 次土壤有机质含量监测期项目活动下土壤有机碳储量，t C，当 m 等于 1 时， $PE_{SOC_{m-1}} = BE_{SOC}$
$y_m$	第 m-1 次与第 m 次土壤有机质含量监测期的时间间隔，年
m	项目活动下第 m 次土壤有机质含量监测期，第 1 次土壤监测时，m=1
$\frac{44}{12}$	将土壤 C 转化成 CO <sub>2</sub> 的系数
DR	精度调减因子，见表 1。

#### 2. 氮素输入量 N<sub>2</sub>O 减排量的矫正

如果氮素总输入量（包括化肥、有机肥和秸秆中的氮素）的抽样样本的精度低于 90%（90%置信区间），则利用公式 2 对项目 N<sub>2</sub>O 减排量进行矫正。

$$DN_{2O,y,cal} = DN_{2O,y}' (1 - DR) = (BE_{N_{2O}} - PE_{N_{2O},y})' (1 - DR) \quad (2)$$

- $DN_{2O,y,cal}$  项目活动下第  $y$  年精度矫正后的  $N_2O$  减排量,  $t CO_2eq$ 。
- $BE_{N_2O}$  基线情景下施肥造成的  $N_2O$  排放,  $t CO_2eq$
- $PE_{N_2O,y}$  项目活动下第  $y$  年秸秆还田造成的  $N_2O$  排放,  $t CO_2eq$
- $DR$  精度调减因子, 见表 1。

### 3. 耕作耗油量 $CO_2$ 减排量的矫正

如果农机具耗油量的抽样样本的精度低于 90% (90%置信区间), 则利用公式 3 对项目农机耗油  $CO_2$  减排量进行矫正。

$$DCO_{2y,cal} = DCO_{2y}' (1 - DR) = (BE_{FC} - PE_{FC,y})' (1 - DR) \quad (3)$$

- $DCO_{2y,cal}$  项目活动下第  $y$  年精度矫正后的  $N_2O$  减排量,  $t CO_2eq$ 。
- $BE_{FC}$  基线情景下农机耕作消耗化石燃料造成的  $CO_2$  排放量,  $t CO_2$
- $PE_{FC,y}$  项目活动下第  $y$  年农机耕作消耗化石燃料造成的  $CO_2$  排放量,  $t CO_2$
- $DR$  精度调减因子, 见表 1。

表 1 土壤碳汇、施肥  $N_2O$  减排量排放和耕作耗油  $CO_2$  减排量的矫正因子

误差 (%)	DR (%)	
	$PE_{SOC_m} - PE_{SOC_{m-1}} > 0$ $(BE_{N_2O} - PE_{N_2O,t}) > 0$ $(BE_{FC} - PE_{FC,y}) > 0$	$PE_{SOC_m} - PE_{SOC_{m-1}} < 0$ $(BE_{N_2O} - PE_{N_2O,t}) < 0$ $(BE_{FC} - PE_{FC,y}) < 0$
大于或等于 10%	0%	0%
大于 10% 小于 20%	6%	-6%
大于 20% 小于 30%	11%	-11%
大于 30%	如果土壤有机质、氮素总输入量、或者耕作耗油量的抽样样本误差超过 30%, 则放弃这部分的增汇或者减排量	

## 附录 3：推荐的默认值

附表 1 全国不同区域农田 N<sub>2</sub>O 直接排放因子默认值

区域	EF (t-N /t-N 施肥量)	范围
I 区 (内蒙、新疆, 甘肃、青海, 西藏、陕西, 山西, 宁夏)	0.0056	0.0015~0.0085
II 区 (黑龙江, 吉林, 辽宁)	0.0114	0.0021~ 0.0258
III 区 (北京, 天津, 河北, 河南, 山东)	0.0057	0.0014 ~ 0.0081
IV 区 (浙江, 上海, 江苏, 安徽, 江西, 湖南, 湖北, 四川, 重庆)	0.0109	0.0026 ~ 0.022
V 区 (广东, 广西, 海南, 福建)	0.0178	0.0046 ~ 0.0228
VI 区 (云南、贵州)	0.0106	0.0025 ~ 0.0218

附表 2 化石燃料的净热值及 CO<sub>2</sub> 排放因子推荐值

能源名称	计量单位	净热值(GJ/t)a	CO <sub>2</sub> 排放因子(10 <sup>-6</sup> t CO <sub>2</sub> /GJ)b
汽油	t	43.070	74100
柴油	t	42.652	74100

注：a 数据取值来源《中国能源统计年鉴》(2013)的各种能源折标准煤参考系数。

b IPCC 2006 国家温室气体排放清单编制指南 第二卷 能源 表 1.4

附表 3 主要农作物秸秆含氮量

农作物种类	秸秆/作物产量	干重比	秸秆含氮量
小麦	1.304	0.87	0.00516
玉米	1.283	0.86	0.0058
高粱	1.545	0.87	0.0073
谷子	1.597	0.83	0.0085
其他谷类	1.198	0.83	0.0056
大豆	1.353	0.86	0.0181
其他豆类	1.597	0.82	0.022
油菜籽	2.690	0.82	0.00548
花生	0.799	0.9	0.0182

农作物种类	秸秆/作物产量	干重比	秸秆含氮量
芝麻	1.398	0.9	0.0131
籽棉	1.611	0.83	0.00548
甜菜	0.499	0.4	0.00507
甘蔗	0.333	0.32	0.0058
麻类	0.205	0.83	0.0131
薯类	0.499	0.45	0.011
蔬菜类	0.205	0.15	0.008

注：数据来源于省级温室气体清单编制指南(试行)