

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T XXXXX—XXXX

生物炭还田固碳减排计量核算与报告

Accounting and reporting of carbon sequestration and emission reduction by biochar
incorporation

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

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 核算步骤	2
5 基线情景识别	2
6 温室气体种类	2
7 项目边界	2
8 核算方法	3
9 注意事项	6
10 数据监测	6
11 数据质量管理	6
12 核算报告	6
13 仲裁方法	7
附录 A（资料性） c_{n_2} 和 m_{n_2} 的典型值	8
附录 B（资料性） 核算报告示例	9
附录 C（规范性） 土壤中生物炭的分离方法	13
附录 D（资料性） 生物炭中有机碳含量的测定 元素分析仪法	14
参考文献	16

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。

本文件由农业农村部科学技术司提出。

本文件由农业农村部农业资源环境标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：沈阳农业大学、中国科学院南京土壤研究所、农业农村部农业生态与资源保护总站、佛山科学技术学院、炭索未来(广东)生态环境科技有限公司。

本文件主要起草人：孟军、孙强、杨旭、黄玉威、夏龙龙、赫天一、刘遵奇、付时丰、兰宇、张一、杨沫、崔鑫、孙仁华、孙元丰、颜晓元、王海龙、张建顺。

生物炭还田固碳减排计量核算与报告

1 范围

本文件规定了生物炭还田固碳减排计量核算与报告术语和定义、核算步骤、基线情景识别、温室气体种类、项目边界、核算方法、注意事项、数据监测、数据质量管理、核算报告和仲裁方法等内容。

本文件适用于生物炭或生物炭基农业投入品还田项目在100年尺度上碳封存量和农田温室气体减排量的核算与报告。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 33760-2017 基于项目的温室气体减排量评估技术规范通用要求

GB/T 42490 土壤质量 土壤与生物样品中有机碳含量与碳同位素比值、全氮含量与氮同位素比值的测定 稳定同位素比值质谱法

NY/T 1121.1 土壤检测 第1部分：土壤样品的采集、处理和贮存

NY/T 3041-2016 生物炭基肥料

NY/T 3618-2020 生物炭基有机肥料

NY/T 4159-2022 生物炭

RB/T 095-2022 农作物温室气体排放核算指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生物炭 biochar

以作物秸秆等农林植物废弃生物质为原料，在绝氧和有限氧气供应条件下、400℃~700℃热裂解得到的稳定的固体富碳产物。

[NY/T 3041, 术语和定义3.1]

3.2

生物炭基肥料 biochar based fertilizer

以生物炭为基质，添加氮、磷、钾等养分中的一种或几种，采用化学方法和（或）物理方法混合制成的肥料。

[NY/T 3041, 术语和定义3.2]

3.3

生物炭基有机肥料 biochar-based organic fertilizer

生物炭与来源于植物和（或）动物的有机物料混合发酵腐熟，或与来源于植物和（或）动物的经过发酵腐熟的含碳有机物料混合制成的肥料。

[NY/T 3618, 术语和定义3.1]

3.4

生物炭基农业投入品 biochar-based Agricultural inputs

生物炭基肥料、生物炭基有机肥料等含有生物炭的以作物生产或土壤管理为目标的农业生产资料。

3.5

生物炭还田 biochar incorporation

将生物炭或生物炭基农业投入品施入农田,以改善土壤质量和促进土壤碳封存与减少温室气体排放的一种农业生产措施。

3.6

生物炭碳封存量 biochar carbon sequestration

在一定时间尺度上土壤中残留(未矿化)的生物炭碳量对应的二氧化碳当量(CO₂e)。

3.7

温室气体减排量 greenhouse gas emission reduction

经计算得到的一定时期内项目所产生的温室气体排放量与基线情景的排放量相比较的减少量。

[GB/T 33760, 术语和定义 3.5]

3.8

缺省做法 default

在无法满足优良做法的情况下,选择默认数值、因子或系数的做法。

3.9

活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

[GB/T 32150, 术语和定义 3.12]

3.10

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

3.11

生物炭百年尺度残留率 persistence rate of biochar C remaining after 100 years

100年后土壤中残留(未矿化)的生物炭碳量与生物炭总碳量的比值。

4 核算步骤

4.1 确定核算项目及其与本标准的适应性。

4.2 识别基线情景。

4.3 确定项目边界。

4.4 核算项目固碳减排量。

4.4.1 识别排放源。

4.4.2 选择核算方法。

4.4.3 选择与收集活动数据。

4.4.4 计算基线排放量和项目排放量。

4.4.5 计算项目碳封存量和温室气体减排量。

5 基线情景识别

将实施生物炭还田之前的农田作为项目基线情景,并识别温室气体排放源及温室气体种类。

6 温室气体种类

核算的温室气体包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)和氧化亚氮(N₂O)三种气体。

7 项目边界

7.1 核算边界

本文件核算边界如图1所示,包括生物炭运输及还田作业过程的温室气体排放量、生物炭碳封存量及农田温室气体排放量。

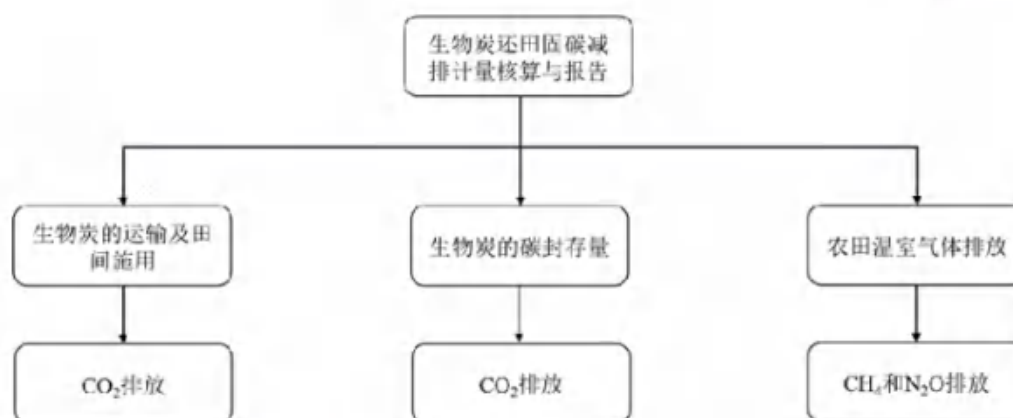


图1 生物炭还田项目固碳减排计量核算边界示意图

7.2 核算期

自生物炭还田项目作业开始时起的1个自然年度。

7.3 核算和报告范围

7.3.1 生物炭从生产地运输至应用地过程中消耗电力或化石燃料产生的 CO_2 排放量。

7.3.2 生物炭还田作业使用农机设备消耗电力或化石燃料产生的 CO_2 排放量。

7.3.3 生物炭的碳封存量。

7.3.4 稻田土壤在厌氧环境下产生的 CH_4 排放量。

7.3.5 农作物种植过程中向土壤施用含氮肥料（无机氮肥、有机肥、绿肥和秸秆还田）产生的 N_2O 排放量。

7.4 温室气体排放源的识别

表1 温室气体排放源和汇的选择

情景	排放源	温室气体	理由/说明
基线情景	稻田	CH_4	稻田土壤为厌氧环境，产生 CH_4
	农田	N_2O	农田土壤因氮肥施用引起 N_2O 排放
项目情景	稻田	CH_4	稻田土壤为厌氧环境，产生 CH_4
	农田	N_2O	农田土壤因氮肥施用引起 N_2O 排放
	生物炭运输及还田作业	CO_2	化石燃料消耗产生 CO_2 排放
	生物炭的碳封存量	CO_2	生物炭中的稳定性碳封存于农田土壤

8 核算方法

8.1 生物炭还田固碳减排量核算

生物炭还田固碳减排量由式（1）计算：

$$ER = BE - E_{ps,as} + C_{ps} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

ER ——生物炭还田固碳减排量， tCO_2e ；

BE ——基线情景温室气体排放量， tCO_2e ；

$E_{ps,as}$ ——项目情景生物炭还田应用环节温室气体排放量, tCO₂e;
 C_{ps} ——生物炭的碳封存量, tCO₂e。

8.2 基线情景温室气体排放量的核算

8.2.1 计算公式

基线情景温室气体排放量由式 (2) 计算:

$$BE = E_{CH_4,bs} + E_{N_2O,bs} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

BE ——基线情景温室气体排放量, tCO₂e;
 $E_{CH_4,bs}$ ——基线情景下稻田CH₄排放量, tCO₂e;
 $E_{N_2O,bs}$ ——基线情景下农田N₂O排放量, tCO₂e。

8.2.2 活动数据获取

8.2.2.1 缺省做法

$BE=0$

8.2.2.2 优良做法

$E_{CH_4,bs}$ 和 $E_{N_2O,bs}$ 的计算按照RB/T 095中6.2和6.3规定执行。

8.3 项目情景生物炭还田应用环节温室气体排放量

8.3.1 计算公式

项目情景生物炭还田应用环节温室气体排放量由式 (3) 计算:

$$E_{ps,as} = E_{ps,bt} + E_{CH_4,ps} + E_{N_2O,ps} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$E_{ps,as}$ ——项目情景下生物炭还田应用环节温室气体排放量, tCO₂e;
 $E_{ps,bt}$ ——项目情景下生物炭运输车辆及还田作业农机具温室气体排放量, tCO₂e;
 $E_{CH_4,ps}$ ——项目情景下稻田CH₄排放量, tCO₂e;
 $E_{N_2O,ps}$ ——项目情景下农田N₂O排放量, tCO₂e。

8.3.2 活动数据获取

8.3.2.1 缺省做法

若以生物炭直接还田, 当运输距离 < 200 km时, $E_{ps,bt}=0$; 当运输距离 ≥ 200 km时, 按照RB/T 095中6.4规定执行。若以生物炭基农业投入品的形式还田, $E_{ps,bt}=0$ 。

$E_{CH_4,ps}=0$

$E_{N_2O,ps}=0$

8.3.2.2 优良做法

若以生物炭直接还田, $E_{ps,bt}$ 的计算按照RB/T 095中6.4规定执行。

若 $E_{CH_4,ps}$ 和 $E_{N_2O,ps}$ 的计算采用的排放因子是基线情景下核算主体监测的排放因子, 则 $E_{CH_4,ps}$ 和 $E_{N_2O,ps}$ 的计算应采用项目情景下核算主体监测的排放因子; 若 $E_{CH_4,ps}$ 和 $E_{N_2O,ps}$ 的计算采用的排放因子是缺省值, 则 $E_{CH_4,ps}$ 按式 (4) 计算, $E_{N_2O,ps}$ 按式 (5) 计算。

$$E_{CH_4,ps} = E_{CH_4,bs} \times (1 - K_{CH_4}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

K_{CH_4} ——生物炭还田对农田 CH_4 排放的抑制率，取值19.4%。

$$E_{N_2O,ps} = E_{N_2O,bs} \times (1 - K_{N_2O}) \quad (2)$$

式中：

K_{N_2O} ——生物炭还田对农田 N_2O 排放的抑制率，取值24.8%。

若生物炭或生物炭基农业投入品中生物炭的实际还田量 $<10t \cdot hm^{-2}$ 时，则 K_{CH_4} 和 K_{N_2O} 均取值0。其它同缺省做法。

8.4 生物炭的碳封存量

8.4.1 计算公式

项目情景生物炭的碳封存量由式（6）计算：

$$C_{ps} = C_b \times M_{ps} \times (1 - W) \times PR \times 44/12 \quad (1)$$

式中：

C_{ps} ——生物炭的碳封存量， tCO_2e ；

C_b ——生物炭（干燥基）的碳含量，%；

M_{ps} ——项目情景下生物炭或生物炭基农业投入品中生物炭的实际还田量，t；

W ——生物炭或生物炭基农业投入品的含水量，%；

PR ——生物炭百年尺度残留率，%；

44/12——C与 CO_2 的转换系数。

若以生物炭基肥料的形式还田，项目情景下生物炭还田量由式（7）计算：

$$M_{ps} = M_{bf} \times C_{bf}/30\% \quad (2)$$

式中：

M_{bf} ——项目情景下生物炭基肥料还田量，t；

C_{bf} ——项目情景下生物炭基肥料中生物炭的质量分数（以碳计），%；

30% ——标准生物炭的碳含量。

若以生物炭基有机肥料的形式还田，项目情景下生物炭还田量由式（8）计算：

$$M_{ps} = M_{bof} \times (C_{bof} \times 0.66 + 28\%)/30\% \quad (3)$$

式中：

M_{bof} ——项目情景下生物炭基有机肥料还田量，t；

C_{bof} ——项目情景下生物炭基有机肥料中生物炭的质量分数（以固定碳计），%；

0.66 ——生物炭中固定碳含量与总碳含量换算方程中的斜率；

28% ——生物炭中固定碳含量与总碳含量换算方程中的截距；

30% ——标准生物炭的碳含量。

8.4.2 活动数据获取

8.4.2.1 缺省做法

$C_b = 30\%$ 。

M_{ps} ，若以生物炭的形式还田，按生物炭的用量计算还田量；若以生物炭基农业投入品的形式还田，按式（7）和式（8）计算相应产品的生物炭还田量。

W ，若以生物炭的形式还田，按照NY/T 4159中的6.11的规定执行；若以生物炭基肥料的形式还田，按照NY/T 3041中的5.5的规定执行；若以生物炭有机肥料的形式还田，按照NY/T 3618中的5.7的规定执行。

$PR = 0.56$ 。

8.4.2.2 优良做法

C_b ，若以生物炭的形式还田，按照NY/T 4159 附录A的规定执行。

PR ，根据生物炭的氢碳摩尔比（ H/C_{org} ），由式（9）计算：

$$PR = c_{hc} - m_{hc} (H/C_{org}) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- PR ——生物炭百年尺度残留率, %;
- c_{hc} ——PR与氢碳摩尔比换算方程中的截距;
- m_{hc} ——PR与氢碳摩尔比换算方程中的斜率;
- H/C_{org} ——生物炭的氢碳摩尔比;
- c_{hc} 和 m_{hc} 由农田年平均地温确定, 典型值见附录A中表A. 1。
- H/C_{org} , 生物炭的氢碳摩尔比, 由式(10)计算:

$$H/C_{org} = m_H/m_{C_{org}} \times 12/1 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- m_H ——生物炭(干燥基)的氢含量, %;
- $m_{C_{org}}$ ——生物炭(干燥基)的有机碳含量, %;
- 12/1——碳摩尔质量与氢摩尔质量的比值。
- m_H 的测定按照NY/T 4159 附录A的规定执行。
- $m_{C_{org}}$ 的测定按照附录D的规定执行。
- 其它同缺省做法。

9 注意事项

核算期内活动数据获取所采用的做法应统一, 缺省做法和优良做法不应混合使用。

10 数据监测

本文件涉及的所有监测数据须按相关标准监测和测定。须收集并记录在核算边界内所有定性、定量的生产活动数据, 并检查数据的有效性和真实性。收集的所有数据都须同时以电子和纸质方式存档, 直到报告结束后至少两年。

11 数据质量管理

核算报告主体应加强数据质量管理工作, 包括但不限于以下七个方面。

- 建立温室气体排放核算报告规章制度, 包括负责部门和人员、工作流程和内容、工作周期和时间节点等;
- 指定专职人员负责温室气体排放核算和报告工作;
- 项目活动佐证材料须完整、规范, 包括生物炭或生物炭基农业投入品质量检测报告、购销证明、应用证明等;
- 明确说明活动数据和排放因子数据的获取方法和选择依据;
- 及时评估监测条件, 定期对计量器具、检测设备进行维护管理, 并记录存档;
- 建立健全数据的记录管理体系, 包括数据来源、数据获取时间以及相关责任人等信息的记录管理, 及时进行数据备份和归档;
- 建立核算报告内部审核制度, 定期对温室气体排放数据进行交叉校验, 识别可能产生的数据误差风险, 并提出相应的解决方案。

12 核算报告

12.1 概述

根据核算报告的目的与要求, 确定核算报告的具体内容。至少应包括12.2~12.5的内容。报告内容和格式见附录B。项目活动佐证材料应作为核算报告的附件。

12.2 报告主体基本信息

基本信息应包括项目名称、业主名称、地理位置边界和总面积，生物炭或生物炭基农业投入品的生产商名称及地址，以及核算报告主体的名称、单位性质、报告年度、统一社会信用代码、法定代表人、填报负责人和联系人信息等。

12.3 温室气体排放量

核算报告主体应报告核算期内温室气体固碳减排总量，并分别报告生物炭运输及还田作业消耗电力或化石燃料产生的CO₂排放量、生物炭的碳封存量、稻田土壤的CH₄排放量及农田土壤的N₂O排放量等。

12.4 活动数据及来源

核算报告主体应报告生产过程中的相关活动数据及其来源，包括农田面积、稻田面积、肥料类型及施用量、生物炭还田作业过程中的电力及化石燃料消耗量、生物炭或生物炭基农业投入品使用量等，并说明上述数据的来源。

12.5 排放因子及来源

核算报告主体应报告温室气体排放计算所需的排放因子取值及来源，包括稻田CH₄排放因子、农田N₂O排放因子、消耗的电力和各种化石燃料的CO₂排放因子以及生物炭对农田温室气体排放的抑制率等。

13 仲裁方法

当评价机构质疑生物炭还田项目真实性时，可由第三方检测机构参照如下方法核证生物炭还田项目活动：

- a) 采用随机抽样的方法测定项目情景和基线情景的土壤有机碳含量。土壤样品的采集、处理和贮存按 NY/T 1121.1 的规定执行，土壤有机碳的测定按照 GB/T 42490 的规定执行；
- b) 对项目情景的土壤样品进行生物炭分离与定性鉴别，生物炭的分离方法按照附录 C 的规定执行，生物炭的定性鉴别方法按照 NY/T 4159 附录 B 的规定执行。
- c) 当项目情景土壤样品中存在生物炭且土壤有机碳含量显著（95%置信区间）高于基线情景土壤样品时，判定生物炭还田项目真实。

附录 A
 (资料性)
 c_{hc} 和 m_{hc} 的典型值

表A.1提供了项目地年平均地温与 c_{hc} 和 m_{hc} 的关系。

表 A.1 项目地年平均地温与 c_{hc} 和 m_{hc} 的关系

年平均地温, °C	c_{hc}	m_{hc}
5.0	1.13	-0.46
10.0	1.10	-0.59
15.0	1.04	-0.64
20.0	1.01	-0.65
25.0	0.98	-0.66
10.9	1.09	-0.60
14.9	1.04	-0.64

附 录 B
(资料性)
核算报告示例

表B. 1提供了生物炭还田固碳减排核算报告示例。

表 B. 1 生物炭还田固碳减排核算报告示例

生物炭还田固碳减排核算项目基本信息					
项目名称					
业主名称					
地理位置边界					
项目区总面积 (hm ²)					
生物炭 (生物炭基农业投入品) 生产商名称					
生物炭 (生物炭基农业投入品) 生产商地址					
核算报告主体名称					
核算报告主体性质					
报告年度					
核算报告主体统一社会信用代码					
核算报告主体法定代表人姓名					
核算报告主体填报负责人姓名					
核算报告主体联系人姓名					
核算报告主体联系人电话					
核算报告主体联系人邮箱					
生物炭还田固碳减排温室气体减排量报告					
情景	排放源	温室气体种类	温室气体排放量/tCO ₂ e		
基线情景	稻田	CH ₄			
	施肥	N ₂ O			
	总排放量	CH ₄ 、N ₂ O			
项目情景	稻田	CH ₄			
	施肥	N ₂ O			
	生物炭运输及田间施用	CO ₂			
	总排放量	CO ₂ 、N ₂ O、CH ₄			
	生物炭碳封存量	CO ₂			
总固碳减排量					
基线情景活动数据取值及来源					
排放源		活动水平	数值	单位	数据来源
稻田	种植方式:()	种植面积		hm ²	
	地理分区:()	化肥施用量		kg	
施肥方式					

		化肥含氮量		%	
--	--	-------	--	---	--

表 B.1 生物炭还田固碳减排核算报告示例（续）

		有机肥施用量		kg	
		有机肥含氮量		%	
农田	种植方式:() 地理分区:()	种植面积		hm ²	
施肥方式		化肥施用量		kg	
		化肥含氮量		%	
		有机肥施用量		kg	
		有机肥含氮量		%	
项目情景活动数据取值及来源					
排放源		活动水平	数值	单位	数据来源
稻田	种植方式:() 地理分区:()	种植面积		hm ²	
施肥方式		化肥施用量		kg	
		化肥含氮量		%	
		有机肥施用量		kg	
		有机肥含氮量		%	
农田	种植方式:() 地理分区:()	种植面积		hm ²	
施肥方式		化肥施用量		kg	
		化肥含氮量		%	
		有机肥施用量		kg	
		有机肥含氮量		%	
化石燃料	燃料种类:()	化石燃料消耗量		t (固体和液体燃料) 气体燃料/(10 ⁴ m ³)	
		平均低位发热值		GJ/t 或 GJ/10 ⁴ m ³	
购入电力		电力		MW·h	
生物炭固碳量		生物炭(干燥基)碳含量		%	
		生物炭还田量		t	
		生物炭含水量		%	
		生物炭氢碳摩尔比(H:C _{org})		无量纲	
		农田年平均地温		℃	

	生物炭百年尺度残留率		%	
--	------------	--	---	--

表 B.1 生物炭还田固碳减排核算报告示例（续）

基线情景温室气体排放因子数据及来源					
排放源		排放因子	数值	单位	数据来源
稻田	种植方式:() 地理分区:()	CH ₄ 排放因子		t CH ₄ /hm ²	
		N ₂ O 直接排放因子		kg N ₂ O-N/kg N-in	
		N ₂ O 氮挥发间接排放因子		kg N ₂ O-N/kg N-Vol	
		N ₂ O 淋溶径流间接排放因子		kg N ₂ O-N/kg N-Lea	
农田	种植方式:() 地理分区:()	N ₂ O 直接排放因子		kg N ₂ O-N/kg N-in	
		N ₂ O 氮挥发间接排放因子		kg N ₂ O-N/kg N-Vol	
		N ₂ O 淋溶径流间接排放因子		kg N ₂ O-N/kg N-Lea	
项目情景温室气体排放因子数据及来源					
排放源		排放因子	数值	单位	数据来源
稻田	种植方式:() 地理分区:()	CH ₄ 排放因子		t CH ₄ /hm ²	
		N ₂ O 直接排放因子		kg N ₂ O-N/kg N-in	
		N ₂ O 氮挥发间接排放因子		kg N ₂ O-N/kg N-Vol	
		N ₂ O 淋溶径流间接排放因子		kg N ₂ O-N/kg N-Lea	
农田	种植方式:() 地理分区:()	N ₂ O 直接排放因子		kg N ₂ O-N/kg N-in	
		N ₂ O 氮挥发间接排放因子		kg N ₂ O-N/kg N-Vol	
		N ₂ O 淋溶径流间接排放因子		kg N ₂ O-N/kg N-Lea	
化石燃料	燃料种类:()	单位热值含碳量		tC/GJ	
		碳氧化率		%	
电力		电力 CO ₂ 排放因子		t CO ₂ /MWh	
生物炭还田		CH ₄ 排放抑制率		%	
		N ₂ O 排放抑制率		%	
其他应说明的问题					
简要说明以下情况（包括但不限于）： a) 农作物品种； b) 种植制度； c) 土壤类型； d) 数据收集情况说明。					
承诺					

本报告真实、可靠，如报告中的信息与实际情况不符的，本核算报告主体将承担相应的法律责任。

法人单位（公章）：

法人（签字）：

年 月 日

附 录 C
(规范性)
土壤中生物炭的分离方法

C.1 原理

样品经过分散处理后形成悬浊液，根据生物炭与土壤的密度差异，使用重液分离生物炭颗粒和土壤颗粒。经过分离、干燥后获得生物炭-土壤复合样品中生物炭样品。

C.2 试剂

碘化钠溶液： $1.8 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。

C.3 仪器设备

C.3.1 超声波振荡器

C.3.2 离心机

C.3.3 真空抽滤机

C.4 分离步骤

分离步骤如下：

- a) 准确称取 10.00 g 通过 1 mm 孔径筛的待分离的生物炭—土壤混合样品。取 $1.8 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 的碘化钠溶液，按照土液比 $1:10$ 的比例混合加入到离心管中；
- b) 将离心管摇匀后置于超声波振荡器中，以 100 Hz 的频率超声震荡 15 min ，以达到破坏所有团聚体结构的目的；
- c) 将离心管放置于离心机中以 3000 r/min 离心 30 min ，收集上清液，并使用真空抽滤机抽滤，使用 $0.45 \mu\text{m}$ 玻璃纤维滤膜过滤；
- d) 收集滤膜上生物炭样品，同时收集碘化钠溶液循环利用，利用比重计校准，重新添加碘化钠制成重液溶液以用于重复分离与提取生物炭样品，将生物炭样品合并待用；
- e) 向分离得到的生物炭样品内加入蒸馏水，离心分离，弃去上清液；此步骤重复 $3\sim 5$ 次以充分清洗掉碘化钠，得到清洗后的生物炭样品；

将所得的清洗后的生物炭样品在 70°C 下进行低温烘干，得到分离后的生物炭样品。

附录 D

(资料性)

生物炭中有机碳含量的测定 元素分析法

D.1 方法原理

用稀盐酸去除生物炭样品中的无机碳后，在高温氧气流中燃烧，使有机碳转化为二氧化碳，经检测器检测并计算出有机碳的含量。

D.2 试剂材料

D.2.1 载气：选用仪器说明书指定的气体。

D.2.2 助燃气：氧气。

D.2.3 校准物质：选用仪器说明书指定的校准物质。

D.2.4 其他试剂及材料：根据测定元素选用仪器说明书指定试剂及材料。

注：所用水应符合GB/T 6682中三级水的规定。所列试剂，除注明外，均指分析纯试剂。

D.2.5 盐酸溶液：按HCl:H₂O=1:7 (V/V)。

D.3 仪器设备

D.3.1 元素分析仪

主要组成及其附件应满足的条件如下：

- 燃烧系统：燃烧温度、时间、加氧量及加氧时间可调，以保证样品充分燃烧；
- 还原系统：还原温度可调，以保证气体产物充分还原，增加银丝用量，以保证氯元素全被吸附；
- 分离系统：应能滤除各种对测定有影响的因素，必要时，应有特定的程序将各元素的燃烧产物分离以便分别检测或过滤；
- 检测系统：用于检测二氧化碳的量，如热导池检测器、非色散红外检测器等；
- 仪器控制和数据处理系统：主要包括分析条件的设置、分析过程的监控、报警中断和分析数据的采集、计算、校准等程序。

D.3.2 分析天平

精度为0.01 mg。

D.3.3 可控温电热板或水浴锅

D.3.4 抽滤器

D.3.5 烘箱

D.4 样品制备

D.4.1 碎样

将采取的样品迅速混匀，用四分法将样品缩分至不少于10 g，将样品研磨至全部通过0.18 mm孔径筛。

D.4.2 称样

根据样品类型称取适量试样，精确至0.0001 g。

D.4.3 溶样

在盛有试样的容器中缓慢加入过量的盐酸溶液，放在水浴锅或电热板上，温度控制在60 ℃~80 ℃，溶样2 h以上，至反应完全为止。溶样过程中样品不得溅出。

D.4.4 烘样

将溶样后的样品置于60℃~80℃的烘箱内，烘干待用。

D.5 测定方法

D.5.1 开机

根据仪器使用说明运行开机程序。

D.5.2 仪器校准

按下列步骤进行：

- a) 系统空白：运行加氧气和不加氧气空白测试程序3次以上，直至不加氧气空白测试各元素的空白积分值满足仪器测试要求；
- b) 标准曲线的绘制：根据被测元素的含量范围称取不同质量的标准物质，运行标准物质测试程序，以标准物质的绝对质量和相应产物的积分值生成标准曲线；
- c) 校准因子的测定：运行4次标准物质测试程序，四次重复测试结果极差的绝对值应不超过算术平均值的10%，以4次测试结果的平均值作为标准物质的测试值。计算测试值与标准值的比值得出校准因子，如果校准因子在0.9~1.1之间时说明标定有效，否则应查明原因重新标定。

D.5.3 样品分析

称取适量试样，精确至0.01 mg，用锡制容器包裹试样，称重，按样品测试程序运行两次平行测试。

D.6 结果表示

两次平行测试结果应满足D.7的要求，取两次平行测试结果的算术平均值为测试结果。

D.7 精确度

在重复性条件下获得的两次平行测试结果的绝对差值不得超过算术平均值的10%。

参 考 文 献

- [1] IPCC国家温室气体清单指南（2019），政府间气候变化专门委员会（IPCC）
 - [2] ISO 14064-1 温室气体 第1部分：组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南（Greenhouse gases-Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals）
 - [3] 温室气体核算体系：企业核算与报告标准（修订版）.世界资源研究所（WRI）与世界可持续发展工商理事会（WBCSD）（GHG Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard（Revised Edition）. World Resource Institute and World Business Council for Sustainable Development）
-