

DB32

江苏省地方标准

DB32/T XXXX-20XX

江苏省盐沼生态修复的碳汇计量与监测技
术规程

Code of practice for accounting and monitoring of carbon sinks in salt marsh
ecological restoration in Jiangsu Province

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

江苏省市场监督管理局 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 1

5 监测程序 7

附录 A （资料性） 不需要监测的数据和参数 11

附录 B （规范性） 需要监测的数据和参数 13

参考文献 14

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。

本文件由江苏盐城国家级珍禽自然保护区管理处提出。

本文件由江苏省林业局归口。

本文件起草单位：江苏盐城国家级珍禽自然保护区管理处、厦门大学、江苏省海洋地质调查院。

本文件主要起草人：陈鹭真、陈志洲、孟越、陈浩、周卫霞、成海、顾肖璇、张利英、乔沛阳、陈长平、卢豪良、闫泽群、张涛、杨丽婷、王冬冬、张亚楠、闫玉茹、彭修强。

江苏省盐沼生态修复的碳汇计量与监测技术规程

1 范围

本文件规定了江苏省盐沼生态修复的碳汇计量方法、监测程序等技术内容和要求。

本文件适用于江苏省 2016 年 11 月 4 日以后基于植被修复的盐沼生态修复活动产生的减排量的计量与监测。

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 17378.2 海洋监测规范 第 2 部分:数据处理与分析质量控制

LY/T 3253-2021 林业碳汇计量监测术语

HJ1169-2021 全国生态状况调查评估技术规范——湿地生态系统野外观测

T/CAOE 67-2023 基于储量差值法的滨海蓝碳碳库增量监测技术规程 第 4 部分：盐沼

3 术语和定义

LY/T 3253-2021 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 盐沼 salt marsh

被潮汐规律性淹没的开放咸水水体或者含盐水体之间的滨海生态系统；以密集生长的具有耐盐能力的草本植被类型为主，如芦苇、海三棱藨草、碱蓬、短叶茳茅、互花米草。

3.2 生态修复 ecological restoration

利用生态系统的自我恢复能力，辅以适当的人工措施，通过重建受损生态系统的组成与结构，以恢复其功能和生态过程，从而实现生态系统的自设计、自维持与自组织。

3.3 光滩 non-vegetated tidal flat

高等植被覆盖度小于 5%的砂质或泥质潮间带区域。

[来源：HY/T 214—2017，3.3，有修改]

3.4 土壤扰动 soil disturbance

种植整地、松土、翻耕等活动，可能会导致土壤有机碳的降低。

3.5 碳层 stratification

根据项目边界内的土壤、立地条件、植被状况等，将项目区划分为若干个相对同质的单元。

4 碳计量方法

4.1 项目边界的确定

盐沼生态修复项目活动的“项目边界”是指由项目参与方实施的修复活动的地理范围。一个盐沼修复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。该边界不包括位于两个或多个地块之间的区域，如宽度大于 3 m 的潮沟、道路和其他非项目的线状地形和地物。

项目边界包括事前项目边界和事后项目边界。事前项目边界是在项目设计和开发阶段确定的项目边界，是计划实施修复项目活动的地理边界。事前项目边界应采用下述方法之一确定：

- a) 利用全球卫星定位系统（Global Navigation Satellite System, GNSS）、北斗卫星导航系统（Compass）或其他卫星定位系统，进行单点定位或差分技术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) 利用空间分辨率优于 2 m 的地理空间数据（如卫星影像、航片）、盐沼湿地分布图等，在地理信息系统（Geographic Information System, GIS）辅助下直接读取项目地块的边界坐标。
- c) 根据项目区域的盐沼修复类型，选用比例尺不小于 1:10000 的地形图进行现场勾绘，结合 GNSS 或其它卫星定位系统进行精度控制。

事后项目边界是在项目监测时确定的、项目核查时核实的、实际实施的项目活动边界。事后项目边界应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，项目业主或其他项目参与方应提交项目边界的矢量图形文件（.shp 文件）。在项目审定时，项目业主或其他项目参与方应提供占项目活动总面积三分之二或以上的土地（或海域）所有权或使用权的证据。在首次核查时，项目业主或其他项目参与方应提供所有项目地块的土地（或海域）所有权或使用权的证据。如果项目业主不是土地（或海域）权属所有人，项目业主须提供与土地（或海域）权属所有人之间签订的合作协议，明确核证减排量的权属。

4.2 土地（或海域）合格性的确定

项目业主或其他项目参与方应采用下述程序证明项目边界内的土地（或海域）合格性：

- a) 提供透明的信息证明，在项目开始时项目边界内每个地块的土地（或海域）均符合下列所有条件：
 - 自 2016 年 11 月 4 日起，项目活动所涉及的每个地块上的乡土盐沼植被覆盖度小于 30%。
- b) 为证明上述 a)，项目业主或参与方应提供下列证据之一，用于证明项目每个地块的土地合格性：
 - 经过地面验证的空间分辨率优于 2 m 的地理空间数据（如卫星影像、航片）；
 - 管理部门的土地（或海域）利用调查规划数据、现场照片；
 - 同行评议的研究报告等。

4.3 碳库和温室气体排放源的选择

本标准对项目活动的碳库选择如表 1。

表 1 碳库的选择

碳库	是否选择	理由或解释
地上生物量	否	由于盐沼草本植物的地上生物量的增加是暂时的，因此不考虑该碳库。
地下生物量	是	项目活动影响的主要碳库。
枯落物	否	枯落物生物量受潮汐影响具有很高的周转率和迁移率，项目实施不会降低枯落物的积累速率，因而忽略该碳库。
土壤有机碳	是	项目活动影响的主要碳库。
盐沼产品	否	根据适用条件，项目活动禁止收割盐沼植被用于薪柴或造纸，因此不考虑该碳库。

本标准对项目边界内温室气体排放源的选择如表 2。

表 2 温室气体排放源的选择

	排放源	气体种类	是否选择	理由或解释
基线情景	光滩	CO ₂	是	CO ₂ 的排放已在碳储量变化里得到估算。
		CH ₄	否	CH ₄ 排放可忽略不计。
		N ₂ O	否	N ₂ O 排放可忽略不计。
项目情景	盐沼	CO ₂	是	CO ₂ 的排放已在碳储量变化里得到估算。
		CH ₄	是	海水水体盐度低于 18 时，应考虑 CH ₄ 的排放。
			否	海水水体盐度不低于 18 时，CH ₄ 的排放可忽略。
		N ₂ O	是	N ₂ O 主要排放源。
	化石燃料的使用	CO ₂	否	由于难以获取监测数据，暂不计入。
		CH ₄	否	在项目的燃料使用中，不是一个重要的排放源。
		N ₂ O	否	在项目的燃料使用中，不是一个重要的排放源。

4.4 项目期和计入期

项目期是实施项目活动的时间区间，项目活动开始日期是实施修复项目活动的开始日期，不得早于 2016 年 11 月 4 日。计入期是项目活动相对于基线情景所产生的额外温室气体减排量的时间区间，计入期的起始日期应与项目开始日期相同，计入期最短为 20 年，最长不超过 40 年。

项目业主或其他项目参与方应准确说明项目活动的开始日期、计入期和项目期，并解释选择该日期的理由。

4.5 基线情景识别与额外性论证

符合下列条件之一的盐沼生态修复项目活动，不需要进行额外性论证，项目基线情景为项目开始前的土地（或海域）利用和管理情景：

- 项目活动年均减排量小于或等于 8000 tCO₂-e；
- 项目所在市域内属首例；所谓首例是指在国际和国内备案的各类盐沼修复项目中，在项目所在县（市、区）域不超过 2 个（截止到项目 PDD 公示之日或项目开始日期，以较早的日期为准）。

不符合上述条件的其他盐沼修复项目活动，可通过下述障碍分析方法，识别和确定项目活动的基线情景，并论证项目活动的额外性：

- 技术障碍：缺乏种植材料；缺乏有关技术和设备；缺乏法律、传统、市场条件和实施措施等相关知识；缺乏有技能的和接受过良好培训的劳动等；
- 资金障碍：包括高成本、高额生态补偿、有限的资金，或者在没有项目活动带来的温室气体减排量收益时，项目活动无法实施；
- 生态条件障碍：生态系统退化；有自然或人为引发的灾害性事件；恶劣的气候条件；大量入侵物种阻碍乡土盐沼植被再生；不利的生态演替过程等。

项目参与方须提供文件证明，由于至少一种障碍因素的存在阻碍了在项目区实施盐沼修复活动，此时项目活动具有额外性。这种情况下，基线情景为维持历史或现有的土地（或海域）利用和管理方式。

4.6 碳层划分

如果项目实施区域的生物质碳储量分布不均匀，为提高碳汇计量的准确度，需要对项目区进行分层。为了达到项目减排量评估的最佳精度，基线情景和项目情景宜采取不同的分层方式。

—— 基线碳层划分：为了分别不同的基线碳层确定基线情景和估计基线碳汇量。项目参与方可

根据项目边界内主要植被类型、植被冠层盖度、海水盐度和土地（或海域）利用类型来划分基线碳层。

——项目碳层划分：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碳汇量的事前预估，可根据项目设计的种植/管理模式（如物种、种植时间等）进行分层。事后项目分层用于项目碳汇量的事后监测，根据项目种植/管理计划的实际执行情况进行划分。如果发生自然或人为影响或其他因素（如土壤类型）大大改变了项目区的生物量分布格局，那么事后分层应做出相应调整。

4.7 基线碳汇量计量

4.7.1 基线碳汇量组成

基线碳汇量是指在没有拟议项目活动的情况下，项目边界内所有碳库中碳储量的变化之和。基线情景下，光滩 CH_4 排放可保守地忽略不计，土壤有机碳储量的变化也忽略不计。基线碳汇量需考虑盐沼草本生物物质碳储量的变化。按以下方法计算：

$$\Delta C_{BSL,t} = \Delta C_{HERB_BSL,t} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$\Delta C_{BSL,t}$ ——第 t 年时，基线碳汇量的年变化量； $\text{tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$ ；

$\Delta C_{HERB_BSL,t}$ ——第 t 年时，基线草本生物物质碳储量的年变化量； $\text{tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$ ；

t ——1,2,3,...，自项目开始以来的年数。

4.7.2 基线草本生物物质碳储量的变化

第 t 年时，项目边界内基线草本生物物质碳储量的年变化量为：

$$\Delta C_{HERB_BSL,t} = \sum_{i=1} \Delta C_{HERB_BSL,i,t} = \sum_{i=1} \left(\frac{C_{HERB_BSL,i,t_2} - C_{HERB_BSL,i,t_1}}{t_2 - t_1} \right) \dots \dots \dots (2)$$

式中：

$\Delta C_{HERB_BSL,t}$ ——第 t 年时，项目边界内基线草本生物物质碳储量的年变化量； $\text{tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$ ；

$\Delta C_{HERB_BSL,i,t}$ ——第 t 年时，第 i 基线碳层草本生物物质碳储量的年变化量； $\text{tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$ ；

$C_{HERB_BSL,i,t}$ ——第 t 年时，第 i 基线碳层草本生物物质碳储量； $\text{tCO}_2\text{-e}$ ；

i ——1,2,3,...，基线碳层数；

t ——1,2,3,...，自项目开始以来的年数。

第 t 年时，项目边界内基线草本生物物质碳储量（ $C_{HERB_PROJ,i,t}$ ）的计算方法如下：

$$C_{HERB_BSL,i,t} = \frac{1}{100} * \frac{44}{12} * \sum_{j=1} (BGB_{HERB,j} * CF_{HERB_BGB,j} * A_{BSL,i,j,t}) \dots \dots \dots (3)$$

式中：

$C_{HERB_BSL,i,t}$ ——第 t 年时，第 i 基线碳层草本生物物质碳储量； $\text{tCO}_2\text{-e}$ ；

$BGB_{HERB,j}$ ——草本物种 j 的单位面积地下生物量； g m^{-2} ；

$CF_{HERB_BGB,j}$ ——草本物种 j 地下生物量含碳率，参数值见附录 A 表 A.2； tC (t d.m.)^{-1} ；

$A_{BSL,i,j,t}$ ——第 t 年时，第 i 基线碳层草本物种 j 的面积； ha ；

i ——1,2,3,...，基线碳层数；

j ——1,2,3,...，第 i 基线碳层中的物种；

t ——1,2,3,...，自项目开始以来的年数；

$\frac{44}{12}$ —— CO_2 与 C 的分子量之比；

$\frac{1}{100}$ ——将 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 转换成 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ 的系数；

4.8 项目碳汇量计量

4.8.1 项目碳汇量组成

项目碳汇量等于拟议的项目活动边界内各碳库中碳储量变化之和，减去项目边界内产生的温室气体排放的增加量。本方法学对于项目边界内碳库的选择考虑草本生物量和土壤有机碳的变化量。因此，第 t 年时，项目碳汇量的年变化量计算方法如下：

$$\Delta C_{ACTURAL,t} = \Delta C_{P,t} - GHG_{E,t} = \Delta C_{HERB_PROJ,t} + \Delta SOC_{AL,t} - GHG_{E,t} \dots \dots \dots (4)$$

式中：

- $\Delta C_{ACTURAL,t}$ ——第 t 年时，项目碳汇量的年变化量； $\text{tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$ ；
 $\Delta C_{P,t}$ ——第 t 年时，项目边界内所选碳库的碳储量年变化量； $\text{tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$ ；
 $GHG_{E,t}$ ——第 t 年时，由于项目活动实施所导致的项目边界内非 CO_2 温室气体排放量；
 $\text{tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$ ；
 $\Delta C_{HERB_PROJ,t}$ ——第 t 年时，项目边界内草本生物量碳储量的年变化量； $\text{tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$ ；
 $\Delta SOC_{AL,t}$ ——第 t 年时，项目边界内土壤有机碳储量的年变化量； $\text{tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$ ；
 t ——1,2,3,...，自项目开始以来的年数。

4.8.2 项目边界内草本生物量碳储量的变化

项目边界内草本生物量碳储量变化 ($\Delta C_{HERB_PROJ,t}$) 的计算方法，与基线草本生物量碳储量变化的计算方法相同，采用公式 (2)、(3) 进行计算。实际计算时，用字母下标 “ $PROJ$ ” 代替公式中的字母下标 “ BSL ”；用 $\Delta C_{HERB_PROJ,t}$ 代替 $\Delta C_{HERB_BSL,t}$ 。

4.8.3 项目边界内土壤有机碳储量的变化

开展盐沼修复活动会增加项目地块的土壤有机碳储量，即使在侵蚀型地貌中，盐沼的修复也会减少土壤侵蚀，从而增加项目地块的有机碳储量。通过下式计算土壤有机碳储量变化：

$$\Delta SOC_{AL,t} = \frac{44}{12} * \sum_{i=1}^{44} (A_{t,i} * dSOC_{PROJ} * 1a) \dots \dots \dots (5)$$

式中：

- $\Delta SOC_{AL,t}$ ——第 t 年时，所有项目碳层的土壤有机碳储量的年变化量； $\text{tCO}_2\text{-e}\cdot\text{a}^{-1}$ ；
 $dSOC_{PROJ}$ ——第 t 年时，单位面积土壤有机碳储量年变化率，参数值见附录 A 表 A.3； $\text{t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ；
 $A_{t,i}$ ——第 t 年时，第 i 项目碳层的土地面积； ha ；
 i ——1,2,3,...，项目碳层数
 t ——1,2,3,...，自项目开始以来的年数；
 $1a$ ——1 年；
 $\frac{44}{12}$ —— CO_2 与 C 的分子量之比。

4.8.4 项目边界内非 CO_2 温室气体排放

由于滨海湿地具有温室气体排放特征，项目碳汇量应考虑非 CO_2 温室气体排放量。基于以下情景，确定是否考虑温室气体排放：

- a) 当海水水体盐度为 $0 \sim 18$ 时，应考虑 CH_4 的排放；当海水水体盐度高于 18 时，不考虑 CH_4 排放。

b) 计入 N₂O 排放。

对于项目事后估计，应依据项目边界内的土地利用状况进行实际测定。项目边界内非 CO₂ 温室气体排放的计算方法如下：

$$GHG_{E,t} = \sum_{i=1} GHG_{PROJ,t,i} \dots\dots\dots (6)$$

$$GHG_{PROJ,t,i} = A_{t,i} * (EF_{PROJ_CH_4} * GWP_{CH_4} + EF_{PROJ_N_2O} * GWP_{N_2O}) \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$GHG_{E,t}$ ——第 t 年时，项目情景下非 CO₂ 温室气体的年排放量；tCO₂-e·a⁻¹；

$GHG_{PROJ,t,i}$ ——第 t 年时，第 i 项目碳层温室气体的年排放量；tCO₂-e·a⁻¹；

$A_{t,i}$ ——第 t 年时，第 i 项目碳层的土地面积；ha；

$EF_{PROJ_CH_4}$ ——项目边界内土壤 CH₄ 的排放因子，参数值见 6.1 节；tCH₄-e ha⁻¹·a⁻¹；

$EF_{PROJ_N_2O}$ ——项目边界内土壤 N₂O 的排放因子，参数值见 6.1 节；tN₂O-e ha⁻¹·a⁻¹；

GWP_{CH_4} ——IPCC（2021）公布的 CH₄ 的全球增温潜势，缺省值 28，用于将 CH₄ 转换成 CO₂ 当量；

GWP_{N_2O} ——IPCC（2021）公布的 N₂O 的全球增温潜势，缺省值 298，用于将 N₂O 转换成 CO₂ 当量；

i ——1,2,3,...，项目碳层数；

t ——1,2,3,...，自项目开始以来的年数。

4.9 泄漏量

根据本方法学的适用条件，项目活动不会造成项目区内的农业活动的转移，也不考虑项目活动中使用运输工具和燃油机械造成的排放。因此，在本方法学下，不存在潜在泄漏，即 $LK_t = 0$ 。

4.10 项目减排量计量

项目活动所产生的减排量，根据下式计算：

$$\Delta C_{AR,t} = \Delta C_{ACTURAL,t} - \Delta C_{BSL,t} - LK_t \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$\Delta C_{AR,t}$ ——第 t 年时的项目减排量；tCO₂-e·a⁻¹；

$\Delta C_{ACTURAL,t}$ ——第 t 年时的项目碳汇量；tCO₂-e·a⁻¹；

$\Delta C_{BSL,t}$ ——第 t 年时的基线碳汇量；tCO₂-e·a⁻¹；

LK_t ——第 t 年时的泄漏量；tCO₂-e·a⁻¹；

t ——1,2,3,...，自项目开始以来的年数。

4.11 项目期可认证的减排量

可认证的减排量 CER_s ，即一个核查周期 $T = t_2 - t_1$ （其中， t_1 和 t_2 分别为核查周期的开始和结束年）内，可认证的减排量：

$$CER_s = \sum_{t_1}^{t_2} \Delta C_{AR,t} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

CER_s ——项目期可认证的减排量的数量；tCO₂-e；

$\Delta C_{AR,t}$ ——第 t 年时的项目减排量；tCO₂-e·a⁻¹；

t_1, t_2 ——核查期的开始年和结束年。

5 监测程序

5.1 一般要求

项目参与方在编制项目设计文件时，应制定详细的监测计划，提供监测报告和核查所有必需的相关证明材料和数据，包括：

- 证明项目符合和满足本方法学适用条件的证明材料；
- 计算所选碳库及其碳储量变化的证明材料和数据；
- 计算项目边界内排放和泄漏的证明材料和数据。

上述所有数据均应按照相关标准进行监测和测定。监测过程的所有数据均应同时以纸质和电子版方式归档保存，且至少保存至计入期结束后 10 年。

5.2 基线碳汇量的监测

在编制项目设计文件时，通过事前计量确定基线碳汇量。一旦项目被审定和注册，在项目计入期内不需要对基线碳汇量进行监测。

5.3 项目活动的监测

项目参与方应对项目运行期内的所有盐沼种植、管护活动以及与温室气体排放有关的活动进行监测，包括：

- 修复活动：掌握种子萌发率、根/茎/幼苗的成活和定植情况，补植、除草等措施；
- 保育管理活动：海漂垃圾清理、除草、互花米草防治、病虫害防治等；
- 项目边界内自然灾害（病虫害、台风等）的发生情况（时间、地点、面积、边界等）。

5.4 项目边界的监测

盐沼修复活动的实际边界可能与项目设计的边界不完全一致。为获得真实、可靠的减排量，在整个项目运行期内，应对项目活动的实际边界进行监测。每次监测时，应就下述各项进行测定、记录和归档：

- a) 采用全球卫星定位系统（GNSS）或其它卫星导航系统，进行单点定位或差分技术直接测定项目地块边界的拐点坐标。也可采用高分辨率的空间数据（如 1:10000 地形图、卫星影像、航片等），辅以地理信息系统界定地块边界坐标。在监测报告中说明使用的坐标系和仪器设备的精度；
- b) 检查修复项目地块的实际边界与项目设计的边界是否一致；
- 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) 如果由于台风、病虫害等导致项目边界内的土地（或海域）利用方式发生变化，应确定其具体位置和面积，并将发生土地（或海域）利用变化的地块调整到边界之外，并在下次核查中予以说明。已移出项目边界的地块，在以后不应再纳入项目边界内。如果移出项目边界的地块前期进行过核查，其前期经核查的碳储量应保持不变，纳入碳储量变化的计算中。

5.5 样地设置

项目参与方应基于固定样地的连续测定方法，采用“碳储量变化法”测定和评估生物质碳库的碳储量变化。在各项目碳层内，样方的空间分配采用样线取样法的布设方案。为避免边际效应，样方边缘和地块边界的距离应保证在 10 m 以上。

在监测项目碳储量变化时，宜采用矩形样方，草本碳储量的监测样方大小一般为 0.5 m×0.5 m，根据样方内植被类型调整样方大小。在同一个项目中，所有样地的面积应当相同。

样方内盐沼和管理方式应与样方外的盐沼完全一致。记录每个样方的行政位置（县、乡、村和小地名）、GNSS 坐标、种植物种、种植模式和种植时间等信息。如果一个碳层包括多个地块，应采用下述方法以确保样地在碳层内尽可能均匀分布：

- a) 根据各碳层的面积及其样地数量，计算每个样方代表的平均面积；
- b) 根据地块的面积，确定每个地块的样方数量。

表 3 盐沼调查样方数量设置要求

盐沼面积 (ha)	样方数量
<50	≥3
50~100	≥6
≥100	≥9

5.6 监测频率

项目固定样地的监测频率为每 3~10 年一次。根据主要种植物种的生物学特性，在项目设计阶段确定固定样地监测频率。首次监测时间由项目实施主体根据项目设计自行选择。

5.7 碳层更新

- 由于下述原因，每次监测时应对事前或者上一次监测划分的碳层进行更新或调整：
- 修复项目活动与项目设计不一致，如种植时间、物种选择和配置、种植地块的边界等发生变化；
 - 项目活动的干扰影响了项目碳层内部的均一性；
 - 发生土地（或海域）利用变化导致项目边界发生变化；
 - 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，宜将这些碳层合并成一个碳层，以降低监测工作量。

5.8 项目碳汇量监测

5.8.1 项目边界内草本生物质碳储量的监测

项目参与方可以以下步骤进行草本生物量碳储量的监测：

第一步：草本生物质碳储量的监测，应在草本植物生长高峰期（8~10 月）在固定样地通过取样器采集样方内地下生物量，带回实验室冲洗、烘干后称重，测定盐沼植物地下生物量，可参照 T/CAOE 20.2 中程序执行。使用附录 A 表 A.1 给出的缺省值代入公式（3）计算单位面积草本地下生物质碳储量

$C_{HERB,i,p,t}^{\circ}$ 。

第二步：计算第 i 项目碳层样本平均数（平均单位面积草本生物质碳储量）及其方差：

$$C_{HERB,i,t} = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} C_{HERB,p,i,t}}{n} \dots\dots\dots (10)$$

$$S_{HERB,i,t}^2 = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} (C_{HERB,p,i,t} - C_{HERB,i,t})^2}{n_i * (n_i - 1)} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

- $c_{HERB,i,t}$ ——第 t 年第 i 项目碳层平均单位面积草本生物质碳储量; $tCO_2-e\ ha^{-1}$;
 $c_{HERB,p,i,t}$ ——第 t 年第 i 项目碳层样方 p 单位面积草本生物质碳储量; $tCO_2-e\ ha^{-1}$;
 $S_{HERB,i,t}^2$ ——第 t 年第 i 项目碳层平均单位面积草本生物质碳储量的方差; $(tCO_2-e\ ha^{-1})^2$;
 n_i ——项目边界内第 i 项目碳层评估生物质碳储量所需的监测样地数量; 无量纲;
 p ——1,2,3,..., 第 i 项目碳层中的样方数;
 i ——1,2,3,..., 项目碳层数;
 t ——1,2,3,..., 自项目活动开始以来的年数。

第三步: 计算项目总体平均数 (平均单位面积草本生物质碳储量) 及其方差:

$$c_{HERB,t} = \sum_{i=1}^M (w_i * c_{HERB,i,t}) \dots\dots\dots (12)$$

$$S_{HERB,t}^2 = \sum_{i=1}^M (w_i^2 * \frac{S_{HERB,i,t}^2}{n_i}) \dots\dots\dots (13)$$

式中:

- $c_{TREE,t}$ ——第 t 年项目边界内平均单位面积草本生物质碳储量; $tCO_2-e\ ha^{-1}$;
 w_i ——第 i 项目碳层面积与项目总面积之比, $w_i = A_i/A$, 其中 A 是项目总面积 (ha), A_i 是第 i 项目碳层的面积 (ha); 无量纲;
 $c_{HERB,i,t}$ ——第 t 年第 i 项目碳层平均单位面积草本生物质碳储量; $tCO_2-e\ ha^{-1}$;
 $S_{HERB,t}^2$ ——第 t 年项目总体平均数 (平均单位面积草本生物质碳储量) 的方差; $(tCO_2-e\ ha^{-1})^2$;
 $S_{HERB,i,t}^2$ ——第 t 年第 i 项目碳层平均单位面积草本生物质碳储量的方差; $(tCO_2-e\ ha^{-1})^2$;
 n_i ——第 i 项目碳层的样方数; 无量纲;
 M ——项目边界内估算草本生物质碳储量的分层总数;
 i ——1,2,3,..., 项目碳层数;
 t ——1,2,3,..., 自项目活动开始以来的年数。

第四步: 计算项目边界内草本生物质碳储量:

$$C_{HERB,t} = A * c_{HERB,t} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

- $C_{HERB,t}$ ——第 t 年项目边界内草本生物质碳储量; tCO_2-e ;
 A ——项目边界各碳层的面积总和; ha;
 $c_{HERB,t}$ ——第 t 年项目边界内平均单位面积草本生物质碳储量; $tCO_2-e\ ha^{-1}$;
 t ——1,2,3,..., 自项目活动开始以来的年数。

$$u_{C_{HERB,t}} = \frac{t_{VAL} * S_{C_{HERB,t}}}{C_{HERB,t}} \dots\dots\dots (15)$$

式中:

- $u_{C_{HERB,t}}$ ——第 t 年, 项目边界内平均单位面积草本生物质碳储量的不确定性相对误差限); %;
 t_{VAL} ——可靠性指标: 自由度等于 $n-M$ (其中 n 是项目边界内样方总数, M 是草本生物量的分层总数), 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 “=T.INV(0.10,45)” 可以计算得到 t 值为 1.6794;
 $S_{C_{HERB,t}}$ ——第 t 年, 项目边界内平均单位面积草本生物质碳储量的方差的平方根 (即标准误差); $tCO_2-e\ ha^{-1}$ 。

5.8.2 精确度控制和矫正

以草本为例, 草本平均生物量最大允许相对误差的计算公式如下:

$$RE_{max} = u_{b_{HERB,t}} \dots\dots\dots (16)$$

式中:

- RE_{max} ——最大允许相对误差； %;
- $u_{b_{HERB,t}}$ ——第 t 年时项目边界内平均单位面积草本碳储量的不确定性； %;
- 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%），项目参与方可决定：

- 额外增加样方数量；或
 - 估算碳储量变化时，予以扣减
- 对碳储量变化进行扣减时，应采用下列方法

a) 如果 $\Delta C_{HERB(t1,t2)} \geq 0$ ，则：

$$\Delta C_{HERB,t} = \Delta C_{HERB(t1,t2)} * (1 - DR) \dots\dots\dots (17)$$

b) 如果 $\Delta C_{HERB(t1,t2)} \leq 0$ ，则：

$$\Delta C_{HERB,t} = \Delta C_{HERB(t1,t2)} * (1 + DR) \dots\dots\dots (18)$$

式中:

- $\Delta C_{HERB(t1,t2)}$ ——在前次监测时间 t_1 和后次监测时间 t_2 之间，项目边界内草本生物物质碳储量的变化量； tCO₂-e;
- DR ——扣减率； %;
- t ——1,2,3,..., 自项目活动开始以来的年数。

扣减率（DR）可从下列表 3 中获得

表 4 扣减率

相对误差范围	扣减率（DR）
小于或等于 10%	0%
大于 10%但小于或等于 20%	6%
大于 20%但小于或等于 30%	11%
大于 30%	应额外增加样方数量，使测定结果达到精度要求

附 录 A
(资料性)
不需要监测的数据和参数

表A.1和表A.5给出了不需要监测的数据和参数。

表 A.1 盐沼草本植物地下生物量含碳量 ($CF_{HERB_BGB,j}$)

数据/参数	$CF_{HERB_BGB,j}$
数据单位	$t\ C\ (t\ d.m.)^{-1}$
描述	盐沼草本物种 j 生物量中的含碳率，用于将生物量转换成碳含量
数据源	数据源优先顺序： a) 项目参与方测定的当地相关物种的参数（需提供透明和可核实的资料来证明）； b) 现有的、公开发表的、当地的或相似生态条件下的数据； c) 采用缺省值0.34；
测定步骤	依据T/CAOE 67-2023《基于储量差值法的滨海蓝碳碳库增量监测技术规程第4部分：盐沼》操作程序
说明	

表 A.2 盐沼土壤有机碳储量年变化率 ($dSOC_i$)

数据/参数	$dSOC_i$
数据单位	$t\ C\ ha^{-1}\ a^{-1}$
描述	项目第 i 层盐沼土壤有机碳储量年变化率
数据源	数据源优先顺序： a) 项目实施区当地的调查数据； b) 相邻地区相似条件下的调查数据； c) 采用缺省值0.5。
测定步骤	依据T/CAOE 67-2023《基于储量差值法的滨海蓝碳碳库增量监测技术规程第4部分：盐沼》操作程序
说明	

表 A.3 盐沼湿地 CH_4 排放因子 (EF_{CH_4})

数据/参数	EF_{CH_4}
数据单位	$t\ CH_4-e\ ha^{-1}\cdot\ a^{-1}$
描述	项目边界内 CH_4 排放因子

数据源	数据源优先顺序： a) 项目实施区当地的调查数据； b) 邻地区相似条件下的调查数据； c) 采用下述缺省值： 盐沼湿地CH₄排放因子EF_{CH_4}参考值 单位：t CH₄-e ha⁻¹ a⁻¹ <table border="1"> <thead> <tr> <th>群落类型</th><th>EF_{CH_4}</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>碱蓬</td><td>0</td></tr> <tr> <td>芦苇</td><td>9.5×10^{-2}</td></tr> <tr> <td>其他盐沼群落</td><td>2.8×10^{-2}</td></tr> </tbody> </table>	群落类型	EF_{CH_4}	碱蓬	0	芦苇	9.5×10^{-2}	其他盐沼群落	2.8×10^{-2}
群落类型	EF_{CH_4}								
碱蓬	0								
芦苇	9.5×10^{-2}								
其他盐沼群落	2.8×10^{-2}								
测定步骤	采用箱式法进行测定，依据《滨海蓝碳—红树林、盐沼和海草床碳储量与碳排放因子评估方法》操作程序								
说明									

表 A. 4 盐沼湿地 N₂O 排放因子 (EF_{N_2O})

数据/参数	EF_{N_2O}						
数据单位	tN ₂ O-e ha ⁻¹ · a ⁻¹						
描述	项目边界内 N ₂ O 排放因子						
数据源	数据源优先顺序： d) 项目实施区当地的调查数据； e) 邻地区相似条件下的调查数据； f) 采用下述缺省值： 盐沼湿地N₂O排放因子EF_{N_2O}参考值 单位：t N₂O-e ha⁻¹ a⁻¹ <table border="1"> <thead> <tr> <th>群落类型</th><th>EF_{N_2O}</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>碱蓬</td><td>0</td></tr> <tr> <td>其他盐沼群落</td><td>2.5×10^{-3}</td></tr> </tbody> </table>	群落类型	EF_{N_2O}	碱蓬	0	其他盐沼群落	2.5×10^{-3}
群落类型	EF_{N_2O}						
碱蓬	0						
其他盐沼群落	2.5×10^{-3}						
测定步骤	采用箱式法进行测定，依据《滨海蓝碳—红树林、盐沼和海草床碳储量与碳排放因子评估方法》操作程序						
说明							

附 录 B
(规范性)
需要监测的数据和参数

表 B.1~表 B.2 给出了需要监测的数据和参数。

表 B. 1 项目碳层面积

数据/参数	A_i
数据单位	ha
描述	第 i 项目碳层的土地面积。
测定步骤	按照 T/CAOE 20.2中程序测定
监测频率	首次核查开始，每 3 ~ 10 年一次，在盐沼植物生长季（8月~10月）进行。
QA/AC	按照 GB 17378.2 操作程序
说明	在项目情景下用 $A_{PROJ,i}$ 表示，在基线情景下用 $A_{BSL,i}$ 表示。

表 B. 2 盐沼植物单位面积地下生物量

数据/参数	$BGB_{HERB,j}$
数据单位	$g\ m^{-2}$
描述	盐沼草本物种 j 单位面积地下生物量
测定步骤	按照 T/CAOE 20.2中程序测定
监测频率	首次核查开始，每 3 ~ 10 年一次，在盐沼植物生长季（8月~10月）进行。
QA/AC	按照 GB 17378.2 操作程序
说明	

参 考 文 献

[1] Howard J, Hoyt S, Isensee K, et al, 著. 滨海蓝碳——红树林、盐沼、海草床碳储量和碳排放因子评估方法[M]. 陈鹭真, 卢伟志, 林光辉, 译. 厦门: 厦门大学出版社, 2018.
