

滨海湿地生态系统固碳量评估技术规程

Code of practice on assessment of carbon sequestration in coastal wetland ecosystem

（报批稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 监测范围与分区 3

5 监测内容与方法 4

6 样品采集与分析 6

7 评估方法 7

8 质量控制 10

附 录 A （规范性） 滨海湿地生态系统植物碳库调查记录格式 11

附 录 B （规范性） 滨海湿地生态系统土壤固碳量调查记录格式 14

附 录 C （规范性） 滨海湿地生态系统水生动物固碳量调查记录格式 15

附 录 D （资料性） 红树林生物量和木材密度 16

附 录 E （规范性） 滨海湿地生态系统固碳量评估记录格式 19

参 考 文 献 20

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。

本文件由广东省林业局提出并组织实施。

本文件由广东省林业标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：广东省林业科学研究院。

本文件主要起草人：高常军、肖石红、易小青、马姣娇、魏龙、蔡坚、吴琰、李佳鸿、徐美丽、邱立新。

滨海湿地生态系统固碳量评估技术规程

1 范围

本文件规定了滨海湿地生态系统固碳量评估的监测范围与分区、监测内容与方法、样品采集与分析、评估方法、质量控制的技术要求。

本文件适用于广东省红树林、潮间盐水沼泽、淤泥质海滩、浅海水域、河口水域、海岸性咸水湖和基围养殖塘等滨海湿地类型的生态系统固碳量评估。

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 12763.1 海洋调查规范
- GB/T 16831 基于坐标的地理点位置标准表示法
- GB 17378.5 海洋监测规范第5部分：沉积物分析
- GB/T 24708 中华人民共和国国家标准：湿地分类
- HY/T 080 滨海湿地生态监测技术规程
- DZ/T 0184.11 ²¹⁰Pb地质年龄测定
- HJ 897 水质 叶绿素a的测定 分光光度法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

滨海湿地 coastal wetland

地处陆地生态系统和海洋生态系统的交错过渡地带。下限为低潮时不足6 m水深处（或大型海藻的生长区外缘），上限为大潮线之上与内河流域相连的半咸水湖泊、沼泽以及海水上溯未能抵达的入海河段。

3.2

红树林 mangrove

生长于热带、亚热带海岸潮间带，由红树植物为主体的常绿乔木或灌木组成的湿地木本植物群落。

3.3

潮间盐水沼泽 intertidal marshes

潮间地带形成的植被盖度 $\geq 30\%$ 的潮间区域，包括盐碱沼泽、盐水草地、海滩盐泽和高位盐水沼泽。
[来源：GB/T 24708，4.1.1]

3.4

淤泥质海滩 **intertidal mud**

地处潮间地带，由淤泥质组成的植被盖度 $< 30\%$ 的泥/沙海滩。
[来源：GB/T 24708，4.1.1]

3.5

浅海水域 **permanent shallow marine water**

湿地底部基质为无机部分组成，植被盖度 $< 30\%$ 的区域，包括海湾、海峡。
[来源：GB/T 24708，4.1.1]

3.6

河口水域 **permanent estuarine water**

从近口段的潮区界（潮差为零）至口外河海滨段的淡水舌锋缘之间的永久性水域。
[来源：GB/T 24708，4.1.1]

3.7

基围养殖塘 **enclosure aquaculture ponds; geiwai ponds**

地处海岸潮间带，采用随海水涨退设闸围水进行天然和人工混合养殖的水产养殖塘。

3.8

海岸性咸水湖 **coastal brackish; saline lagoons**

地处滨海区域，有一个或多个狭窄水道与海相通的湖泊，也称泻湖，包括海岸性微咸水、咸水或盐水湖。
[来源：GB/T 24708，4.1.1]

滨海湿地生态系统 **coastal wetland ecosystem**

处于陆地与海洋生态系统的过渡地带，由生产者（红树和半红树植物、红树林伴生植物、沼泽植物、海草、大型海藻及水体浮游植物等）、消费者（底栖动物、浮游生物和鱼类等）、分解者（微生物）和无机环境组成的有机集成系统。

3.9

滨海湿地生态系统固碳量 **coastal wetland ecosystem carbon sequestration**

滨海湿地生态系统中主要组成部分固碳量总和，包括沼生植物固碳、湿地土壤固碳、水生植物固碳、水生动物固碳。

3.10

沼生植物固碳 carbon sequestration of helophyte

滨海沼生植物包括木本和草本植物等通过光合作用固定大气中二氧化碳，该部分生物量碳在一定时间段内形成的碳库增量。

3.11

湿地土壤固碳 carbon sequestration of wetland soil

潮间带滨海湿地土壤通过潮汐传输、河流输入、枯死凋落物埋藏和岸带风浪侵蚀等过程在一定时间段内捕获封存的碳库增量。

3.12

水生植物固碳 carbon sequestration of aquatic plant

水生植物固碳主要包括浮游植物、大型藻类和海草床通过光合作用固定大气、水中的二氧化碳，该部分生物量碳在一定时间段内形成的碳库增量。

3.13

水生动物固碳 carbon sequestration of aquatic animal

水生动物固碳主要包括以天然饵料为食的贝类、甲壳类虾蟹和鱼等通过吸收和滤食水体中有机或无机碳，该部分生物量碳和无机碳在一定时间段内形成的碳库增量。

3.14

固碳量 carbon sequestration

特定时间内某个库从外界环境中捕获并长期封存的碳的数量。

3.15

含碳系数 carbon coefficient

每克干物质的碳含量。

4 监测范围与分区

4.1 监测范围

监测范围应根据监测目的和评估对象确定。确定监测地点、尺度和精度要求，绘制监测范围边界地图。

监测范围边界宜通过地形图、卫星或低空航拍影像、行政区划图、各种专题地图以及文献、历史调查资料确定。对于缺乏历史资料的监测对象，须在实地踏勘和预调查的基础上确定边界。监测边界应精确绘制并标明经纬度，经纬度表示法及分辨率按照GB/T 16831规定执行。

4.2 分区

将存在异质性的监测区域划分为若干性质均一小区。分区考虑因素包括：

- a) 滨海湿地类型及分布特征；
- b) 每类滨海湿地中植物多样性及健康状况；
- c) 现有及潜在的土地利用、海域使用方式；
- d) 土壤性质与地貌特征；
- e) 潮汐水位涨落周期。

5 监测内容与方法

5.1 监测内容

5.1.1 红树林碳库

红树林碳库包括3个部分：沼生植物碳库、土壤碳库和水生动物碳库。

5.1.2 潮间盐水沼泽碳库

潮间盐水沼泽碳库包括3个部分：沼生植物碳库、土壤碳库和水生动物碳库。

5.1.3 淤泥质海滩碳库

淤泥质海滩碳库包括3个部分：沼生植物碳库、土壤碳库和水生动物碳库。

5.1.4 河口水域碳库

河口水域碳库包括3个部分：水生植物碳库、土壤碳库和水生动物碳库。

5.1.5 浅海水域碳库

浅海水域碳库包括3个部分：水生植物碳库、土壤碳库和水生动物碳库。

5.1.6 海岸性咸水湖碳库

海岸性咸水湖碳库包括4个部分：沼生植物碳库、水生植物碳库、土壤碳库和水生动物碳库。

5.1.7 基围养殖塘碳库

基围养殖塘碳库包括3个部分：水生植物碳库、土壤碳库和水生动物碳库。

5.2 监测方法

5.2.1 站位布设

5.2.1.1 布设原则

- a) 应符合监测目的及精度要求；
- b) 在保证精度的前提下，确定最少站位数量；
- c) 应覆盖所有调查小区，并反映各小区的生态特征；
- d) 应布设在无人工干扰或干扰少的地方；
- e) 最大程度上降低对滨海湿地环境的危害；

f) 应符合安全作业的原则。

5.2.1.2 布设方法

常用站位布设方法主要包括：

样线取样法是指在采样小区内设置典型样线，在样线上按设定的间距设置站位进行取样。

随机取样法是在采样小区内随机选择站位进行取样的方法。

栅格取样法是指用正方形栅格覆盖划分好的采样小区，然后从每一个栅格内随机选择站位进行取样。根据采样小区面积和调查样方数量确定栅格尺寸，采样小区内调查样方数量的3倍～5倍为栅格数量。

三种布设方法的使用顺序为，一般使用随机取样法或栅格取样法，当环境要素沿某一方向发生规律性变化时选择样线取样法。

5.2.2 样方设置

5.2.2.1 样方类型

固定样方是指设立永久边界，监测设施布设完善，可进行长期固碳量调查的样方。

临时样方是指设立临时边界，仅限于一次固碳量调查的样方。

5.2.2.2 样方数量

样方数量由项目研究小区内碳库构成变化和取样成本共同决定。

每一小区内站位数量不少于3个，每一站位应至少设置3组平行样方。

5.2.2.3 样方位置选择与布设

样方位置可采用随机型、直线型、S型方式布置。

沼生植物活生物量与凋落物样方位置应一致。

沼生植物活生物量、水生植物活生物量与土壤样方位置应一致。

5.2.2.4 样方大小和形状

样方大小通常包含100 m²、25 m²和1 m²等多种尺寸，通常根据滨海湿地生态系统类型进行确定，具体见表1。样方形状通常包含圆形、正方形或长方形等，可根据调查小区的形状与分布特征进行选择。

表 1 样方尺寸选择标准

湿地类型	沼生生物碳库			土壤碳库	水生植物碳库			水生动物碳库		
	木本植物	草本植物	凋落物	土壤	浮游植物	大型海藻	海草床	贝壳类	虾蟹类	鱼类
红树林	100m ²	1 m ² 或 25m ²	1m ²	1m ²	—	—	—	1m ²	1m ²	1m ²
潮间盐水沼泽	—	1 m ² 或 25m ²	1m ²	1m ²	—	—	—	1m ²	1m ²	1m ²
淤泥质海滩	—	1 m ² 或 25m ²	1m ²	1m ²	—	—	—	1m ²	1m ²	1m ²
河口水域	—	—	—	1m ²	1m ²	—	—	1m ²	1m ²	1m ²
浅海水域	—	—	—	1m ²	1m ²	1m ²	1m ²	1m ²	1m ²	1m ²
海岸性咸水湖	—	1 m ² 或 25m ²	—	1m ²	1m ²	—	—	1m ²	1m ²	1m ²
基围养殖塘	—	—	—	1m ²	1m ²	—	—	1m ²	1m ²	1m ²

5.2.3 监测时间及频率

根据评估目标及其可能的变化速率进行确定。沼生植物和水生植物等活生物量碳库宜以年为间隔频率进行采样，每年地上生物量达到峰值的时候（8月至9月）进行测量，重复测量应在每年的同一时间段进行。浮游植物生物量碳库宜以生物季节为间隔频率进行采样。生物季节划分为，春季3月至5月，夏季6月至8月，秋季9月至11月、冬季12月至翌年2月，在每个生物季节选择1个代表月份进行取样。土壤碳库活跃程度较低，采样间隔可设为5年，对于受人为或自然干扰强烈的地区建议采样间隔设为1年，水生动物生物量宜按生物季节间隔进行采样。各类滨海湿地生态系统固碳量评估的样方监测频率见表2。

表 2 样方监测频率

湿地类型	沼生生物碳库			土壤碳库	水生植物碳库			水生动物碳库		
	木本植物	草本植物	凋落物	土壤	浮游植物	大型海藻	海草床	贝壳类	虾蟹类	鱼类
红树林	1 年	1 年	15 天	1 年或 5 年	—	—	—	1 季节	1 季节	1 季节
潮间盐水沼泽	—	1 年	15 天	1 年或 5 年	—	—	—	1 季节	1 季节	1 季节
淤泥质海滩	—	1 年	15 天	1 年或 5 年	—	—	—	1 季节	1 季节	1 季节
河口水域	—	—	—	1 年或 5 年	1 季节	—	—	1 季节	1 季节	1 季节
浅海水域	—	—	—	1 年或 5 年	1 季节	1 季节	1 季节	1 季节	1 季节	1 季节
海岸性咸水湖	—	1 年	—	1 年或 5 年	1 季节	—	—	1 季节	1 季节	1 季节
基围养殖塘	—	—	—	1 年或 5 年	1 季节	—	—	1 季节	1 季节	1 季节

6 样品采集与分析

6.1 采集

6.1.1 沼生植物生物量

木本植物生物量采集：采集木本植物生物量并填写附表A. 1，记录湿地名称、调查地点、湿地面积、天气状况、调查日期、站位编号、样地编号、潮汐状况、样地位置（矩形样方地理位置记录四至点的经纬度；圆形样方地理位置记录圆心经纬度和半径长度）、样地面积、种类数、平均胸径（基径）、平均株高、植被密度等基本信息。对样地内所有的活立木进行每木检尺，测定植物名称、树龄、胸径/基径（当植株1.3 m以上可见明显主干时，测量胸径；反之则测量基径）、株高和冠幅。在每个样地内每个树种随机选择3株至5株木本植物，采集根、茎、叶样品，带回实验室测定其生物量和碳含量，并填写附表A. 2。

草本植物生物量采集：采集草本植物生物量并填写附表A. 1，记录湿地名称、调查地点、湿地面积、天气状况、调查日期、站位编号、样地编号、潮汐状况、样地位置、样地面积、种类数、平均胸径(基径)、平均株高、植被密度等基本信息。对样地内测定草本植物名称、盖度、株高、株数和基径。收集样方内全部草本植物进行鲜重称重，所有样品均带回实验室充分混合后测定其生物量和碳含量，并填写附表A. 2。

凋落物生物量采集：采集凋落物生物量并填写附表A. 1，记录湿地名称、调查地点、湿地面积、天气状况、调查日期、站位编号、样地编号、潮汐状况、样地位置、样地面积、种类数、平均胸径（基径）、平均株高、植被密度等基本信息。收集全部凋落物称其鲜重，所有样品均带回实验室充分混合后测定生物量和碳含量，并写附表A. 2。

6.1.2 水生植物生物量采集

浮游植物生物量采集：采集浮游植物生物量并填写附表A.3，记录湿地名称、调查地点、湿地面积、天气状况、调查日期、站位编号、样地编号、潮汐状况、样地位置、样地面积和种类数等基本信息。测定样地内植物名称、面积、真光层深度、叶绿素a浓度、日照时数等信息。

大型海藻生物量采集：采集大型海藻生物量并填写附表A.3，记录湿地名称、调查地点、湿地面积、天气状况、调查日期、站位编号、样地编号、潮汐状况、样地位置、样地面积和种类数等基本信息。测定样地内植物名称、面积、盖度、生物量、有机碳含量等信息。

海草床生物量采集：采集海草床生物量并填写附表A.3，记录湿地名称、调查地点、湿地面积、天气状况、调查日期、站位编号、样地编号、潮汐状况、样地位置、样地面积和种类数等基本信息。测定样地内植物名称、面积、盖度、（地上部分、地下部分、附生生物和凋落物）生物量，以及各部分的有机碳含量等信息。

6.1.3 土壤固碳量采集

采集土壤样品并填写附表B.1，记录湿地名称、调查地点、湿地面积、天气状况、调查日期、站位编号、样地编号、样地面积、潮汐状况、样地位置、土壤采样器类型和土柱总长度与直径等基本信息，记录样地内优势植物名称。红树林地、潮间盐水沼泽和淤泥质海滩样地内土壤沉积速率，各分层土壤容重和有机碳含量测定按照GB17378.5规定执行。河口水域、近海水域、海岸性咸水湖和基围养殖塘样地内土壤沉积速率（ ^{210}Pb 示踪法）按照DZ/0184.11规定执行。

6.1.4 水生动物生物量采集

采集贝类、虾蟹和鱼类等水生动物固碳量并填写附表C.1，记录湿地名称、调查地点、湿地面积、天气状况、调查日期、站位编号、样地编号、样地面积、潮汐信息和样地位置等基本信息。收获并记录样地内动物名称、分布面积和密度信息，每种水生动物随机选择3只~5只测定生物量和有机碳含量等信息，贝类水生生物还需记录贝壳的重量与无机碳含量。

6.1.5 面积信息采集

选择退潮后潮水完全退出红树林湿地时段的无人机航拍影像或航空遥感影像作为基准影像，结合野外GPS或RTK实测控制点，在GIS软件中利用人机交互解译方式，提取红树林斑块边界，生成红树林分布矢量图，计算红树林湿地面积；潮间盐水沼泽、淤泥质海滩和浅海水域调查中涉及的湿地面积信息采集参考HY/T 080规定执行；河口水域、海岸性咸水湖和基围养殖塘中涉及的湿地面积信息采集参考GB/T 12763.1规定执行。

6.2 分析

滨海湿地植物、土壤和水生动物等样品储存、运输和处理等过程按照GB17378.5和GB/T 12763.1规定执行。滨海湿地植物有机碳含量（木本植物、草本植物、凋落物、大型海藻和海草）含碳系数和土壤有机碳含量采用重铬酸钾氧化-还原容量法或元素分析仪法测定。重铬酸钾氧化-还原容量法按照GB 17378.5规定执行。水体中叶绿素a浓度分析为分光光度法，按照HJ 897规定执行。

7 评估方法

7.1 沼生植物固碳量

木本植物固碳量：滨海湿地木本植物主要由红树林构成，可参照主要红树林树种异速生长模型（见附表D.1、D.2和D.3）估算样地内单株植物的生物量。计算样地内每株木本植物的地下和地上生物量，累加样地内所有木本植物地下和地上生物量得到样地木本植物生物量。根据不同树种的根、茎、叶样品的生物量和碳含量测定值得到不同树种的植物含碳系数。样地木本植物生物量与不同树种植物含碳系数的乘积即为木本植物碳密度。根据公式（1）和（2）估算样地内湿地木本植物固碳量。

$$C_{\text{木本植物}} = (C_d - C_0) \div n \dots\dots\dots (1)$$

$$C_d = \sum_i (PB_i \times \rho_i) \times f \dots\dots\dots (2)$$

式中： $C_{\text{木本植物}}$ 为固碳量($\text{MgC} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)， C_d 为当前植物碳密度($\text{MgC} \cdot \text{ha}^{-1}$)， C_0 为n年前植物碳密度($\text{MgC} \cdot \text{ha}^{-1}$)， n 为年份。计算植物固碳量时 C_0 取值为0， n 为树龄， PB_i 为调查样地内第*i*种树生物量(g)， ρ_i 调查样地内第*i*种树各器官平均有机碳含量(%)， f 为面积转换系数($1/100 \text{ ha} \cdot \text{m}^{-2}$)。估算木本植物地上和地下部分生物量碳时， PB_i 分别为调查样地内第*i*种树地上和地下部分的生物量(g)， ρ_i 调查样地内第*i*种树地上部分(茎叶)和地下部分(根)平均有机碳含量(%)

草本植物固碳量：根据实测生物量和含碳系数数据估算样地内草本植物固碳量。其中，多年生草本植物固碳量等于连续两次调查的样地内草本植物固碳量增量，一年生草本植物固碳量等于生长季峰值时期调查的样地内草本植物固碳量估算值。

凋落物固碳量：根据实测凋落物生物量和含碳系数数据估算样地湿地植物凋落物固碳量。

沼生湿地植物总固碳量是调查区域各碳库单位面积和单位时间上的固碳量之和。

$$C_{\text{沼生植物总}} = C_{\text{木本植物}} + C_{\text{草本植物}} + C_{\text{凋落物}} \dots\dots\dots (3)$$

式中： $C_{\text{沼生植物总}}$ 为沼生湿地植物总固碳量($\text{MgC} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)； $C_{\text{木本植物}}$ 为湿地木本植物固碳量($\text{MgC} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)； $C_{\text{草本植物}}$ 为湿地草本植物固碳量($\text{MgC} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)； $C_{\text{凋落物}}$ 为湿地植物凋落物固碳量($\text{MgC} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)。

7.2 水生植物固碳

浮游植物固碳量：根据调查期间实测峰值时期的叶绿素a浓度等参数进行估算。

$$C_{\text{浮游植物}} = 0.001825 \times P_s \times Z_{eu} \times D \dots\dots\dots (4)$$

$$P_s = \text{Chla} \times Q \dots\dots\dots (5)$$

式中： $C_{\text{浮游植物}}$ 为浮游植物固碳量($\text{MgC} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)， P_s 为潜在生产力($\text{mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$)，由水域表层叶绿素a浓度和同化系数得到， Z_{eu} 为真光层深度(m)， D 为日照时数($\text{h} \cdot \text{d}^{-1}$)。Chla为峰值期水域表层叶绿素a浓度($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)， Q 为同化系数，是指叶绿素a在单位时间内合成的有机碳量，用来表征浮游生物光合作用强度的量值。

大型海藻固碳量：根据大型海藻在峰值期（选取生物量最大值）与生长季初期（春季）的干重增加量和含碳系数数据估算。

$$C_{\text{大型海藻}} = 10^{-5} \times (MB_{1i} \times \rho_{1i} - MB_{0i} \times \rho_{0i}) \times f \dots\dots\dots (6)$$

式中： $C_{\text{大型海藻}}$ 为大型海藻固碳量($\text{MgC} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)， MB_{1i} 和 MB_{0i} 分别为第*i*个采样季 1m^2 样方内大型海藻在峰值期和生长季初的干重($\text{mgC} \cdot \text{m}^{-2}$)， ρ_{1i} 和 ρ_{0i} 分别为第*i*个采样季样方内大型海藻在峰值期和生长季初干重生物量中的含碳系数(%)， f 为采样频次($\text{i} \cdot \text{a}^{-1}$ ， $\text{i} \leq 4$)。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/296102000000010113>