

DB11

北京市地方标准

DB11/T 2469—2025

湿地碳汇计量监测技术规范

Technical specifications for accounting and monitoring of wetland carbon
sink

2025-06-24 发布

2025-10-01 实施

北京市市场监督管理局

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 碳库选择 2

5 计量与监测 2

附录 A（资料性）数据采集记录表..... 8

附录 B（资料性）北京地区常见水生植物含碳率..... 10

参考文献 11

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。

本文件由北京市园林绿化局提出并归口。

本文件由北京市园林绿化局组织实施。

本文件起草单位：中国林业科学研究院生态保护与修复研究所、北京市园林绿化规划和资源监测中心（北京市林业碳汇与国际合作事务中心）、北京林业大学、北京市应对气候变化管理事务中心、中国科学院生态环境研究中心、北京市园林绿化科学研究院、北京市园林绿化局野生动植物和湿地保护处、中国水利水电科学研究院、北京市生态环境监测中心、中关村绿色碳汇研究院。

本文件主要起草人：李春义、刘进祖、宁宇、张峰、李慧、李猛、朱建刚、王贺年、周泽圆、韩艺、邱大庆、卫伟、李新宇、于海群、张正国、陈靓、梁杰、占杨英、王若楠、张金鑫、陈操操、徐卫刚、田天琪、张玉强、杨思、荣贵纯、姬宏旺、李其伦、高晶、陈韵如、谢静、王浩洋、白玉洁、李俊萱、闫岩、朱良淼。

湿地碳汇计量监测技术规范

1 范围

本文件规定了湿地碳汇计量监测中碳库选择、计量与监测等相关内容。
本文件适用于北京地区湿地的碳汇计量监测。

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/T 24708 湿地分类
- HJ 91.2 地表水环境监测技术规范
- HJ 501 水质 总有机碳的测定 燃烧氧化—非分散红外吸收法
- HJ 695 土壤 有机碳的测定 燃烧氧化—非分散红外法
- NY/T 1121.4 土壤检测 第4部分：土壤容重的测定
- DB11/T 953 林地碳汇计量监测技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

湿地碳库 wetland carbon pool

在碳循环过程中，湿地生态系统存储碳的各组成部分。
注：包括植物、土壤、沉积物和水体四个部分。

3.2

湿地碳储量 wetland carbon storage

湿地各碳库中碳质量的总和。

3.3

湿地碳汇 wetland carbon sink

一定时间段内，通过湿地植物、土壤、沉积物、水体对二氧化碳的捕获及封存，实现减少大气中二氧化碳的过程。

4 碳库选择

4.1 监测对象

按照GB/T 24708给出的湿地分类,湿地监测对象包括河流湿地、人工湿地、湖泊湿地和沼泽湿地等,具体包括国土三调最新年度变更调查成果中湿地和水域一级地类下的相关二级地类。

4.2 选择方法

湿地碳库主要包括植物碳库、土壤有机碳库、沉积物有机碳库和水体碳库。宜充分考虑监测对象的实际情况,以保守性、代表性和经济性为主要原则,选择监测的碳库类型,并对其连续进行碳储量计量与监测。

5 计量与监测

5.1 抽样

5.1.1 抽样强度

湿地域内水生植物采用样线和样方相结合的方法进行抽样,每条样线的覆盖面积为(样线长度 $\times$ 2) m^2 ,样线总覆盖面积不应小于水陆过渡带总面积的10%。其他乔木、灌木、草本、枯落物及土壤抽样强度按照DB11/T 953执行。水体的抽样强度按照HJ 91.2执行。沉积物的抽样强度与水体监测垂线的设置数量一致。如果以上抽样强度不能满足湿地碳汇计量监测要求,可根据实际需要增设具有典型代表性的样线或监测断面。

5.1.2 抽样方法

5.1.2.1 植物和土壤

5.1.2.1.1 挺水植物根据植被类型、水体状况、干扰程度等,沿水体边缘设置3条以上样线。样线应平行于岸带,长度至少为800 m,能反映岸际的植物变化情况,对样线的起点和终点GPS坐标应进行详细记录。样线间隔大于250 m,每条样线视植被变化情况布设不少于3个样方,样方间隔应大于200 m,样方规格宜为1 m $\times$ 1 m。可视调查区域的异质性增设样线或样方。若样线长度与样线间隔无法满足上述要求,可按实际情况进行设置。

5.1.2.1.2 浮叶植物、漂浮植物和沉水植物根据植被类型与水体环境特点,将湿地水体划分为进水区、出水区、深水区、浅水区、沿岸带等不同区域,在不同区域内宜分别设3个以上具有代表性的监测断面,监测断面间隔宜大于250 m。在每个监测断面上宜设置1条样线,在每条样线上布设不少于3个样方,样方规格不小于0.5 m $\times$ 0.5 m。可视调查区域的异质性增设样线或样方。若监测断面间隔无法满足上述要求,可按实际距离进行设置。

5.1.2.1.3 其他乔木、灌木、草本、枯落物及土壤样方设置按照DB11/T 953相关规定执行。

5.1.2.2 水体与沉积物

河流在上游、中游、下游和河流交汇处分别设置监测断面,湖泊、库塘和沼泽在进水区、出水区、深水区、浅水区、湖心区和沿岸带等水域分别设置监测断面。在每个监测断面上按表1设置采样垂线,在采样垂线上按表2设置水体采样点。在每个监测垂线上设置1个沉积物采集样点。

表1 监测断面上采样垂线设置

水面宽度 (b)	采样垂线数量 (条)	要求
$b \leq 50 \text{ m}$	1 条 (中泓)	1. 垂线布设应避开污染带, 监测污染带应另加垂线。 2. 确能证明断面水质均匀时, 可仅在中泓线设置垂线。
$50 \text{ m} < b \leq 100 \text{ m}$	2 条 (左、右岸有明显水流处)	
$b > 100 \text{ m}$	3 条 (左, 中、右)	

表 2 采样垂线上采样点设置

水深 (h)	采样点数量 (个)	要求
$h \leq 5 \text{ m}$	1 个 (水面下或冰下 0.5 m)	1. 水深不足 1.0 m 时, 在水深 1/2 处。 2. 垂线上水质均匀时, 可酌情减少采样点。 3. 受客观条件所限, 无法实现底层采样的深水湖泊、水库, 可酌情减少采样点。
$5 \text{ m} < h \leq 10 \text{ m}$	2 个 (水面下或冰下 0.5 m、水底上 0.5 m)	
$h > 10 \text{ m}$	3 个 (水面下或冰下 0.5 m、中层 1/2 水深处、水底上 0.5 m)	

5.2 调查

5.2.1 植物

5.2.1.1 调查样方内水生植物的种类、株(丛)数、高度和盖度。此外, 还应采用样本收获法获取水生植物和水中枯落物生物量, 分别测定水生植物的地上部分、地下部分以及水中枯落物的鲜重, 每部分样品采集不低于 500 g, 测定样品的鲜重、干重和植物含碳率。对样品统一编号、贴标签, 标明样品采集的样线号、样方号和采集日期, 记录信息见表 A. 1。植物含碳率的测定按照 HJ 695 执行。

5.2.1.2 乔木、灌木、草本、枯落物的调查按照 DB11/T 953 的相关规定执行。

5.2.2 土壤

调查陆地土壤类型、土层厚度、土壤容重和有机碳含量, 调查采样方法按照 DB11/T 953 的相关规定执行。土壤容重的测定按照 NY/T 1121.4 规定执行。土壤有机碳含量的测定按照 HJ 695 执行。

5.2.3 沉积物

调查水体沉积物厚度、沉积物容重和有机碳含量。沉积物样品的采集采用沉积物采样装置取深度为 100 cm 的样品, 按 0 cm~30 cm、30 cm~60 cm、60 cm~100 cm 分层取样。记录信息见表 A. 1。沉积物容重的测定按照 NY/T 1121.4 的规定执行。沉积物有机碳含量的测定按照 HJ 695 执行。

5.2.4 水体

调查不同水文期湿地的水体情况, 沼泽、湖泊、库塘调查水体深度、宽度、面积和总有机碳含量, 河流、沟渠调查水体断面面积、长度和总有机碳含量。记录信息见表 A. 1。水体总有机碳含量的测定按照 HJ 501 执行。

5.3 计量

5.3.1 湿地总碳储量

湿地总碳储量计算方法见公式（1）：

$$C_{\text{SUM}} = C_{\text{P}} + C_{\text{S}} + C_{\text{C}} + C_{\text{W}} \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

C_{SUM} ——湿地总碳储量，单位为吨碳（t C）；
 C_{P} ——植物碳储量，单位为吨碳（t C）；
 C_{S} ——土壤有机碳储量，单位为吨碳（t C）；
 C_{C} ——沉积物有机碳储量，单位为吨碳（t C）；
 C_{W} ——水体碳储量，单位为吨碳（t C）。

5.3.2 湿地植物碳储量

5.3.2.1 湿地植物碳储量计算方法见公式（2）：

$$C_{\text{P}} = C_{\text{AP}} + C_{\text{T}} + C_{\text{B}} + C_{\text{H}} + C_{\text{L}} \cdots \cdots \cdots (2)$$

式中：

C_{P} ——湿地植物碳储量，单位为吨碳（t C）；
 C_{AP} ——水生植物碳储量，单位为吨碳（t C）；
 C_{T} ——乔木碳储量，单位为吨碳（t C）；
 C_{B} ——灌木碳储量，单位为吨碳（t C）；
 C_{H} ——草本碳储量，单位为吨碳（t C）；
 C_{L} ——枯落物碳储量，单位为吨碳（t C）。

5.3.2.2 水生植物生物量采用样本收获法进行测定，推算获取单位面积水生植物生物量数据。水生植物碳储量计算方法见公式（3）：

$$C_{\text{AP}} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot W_{\text{AP}i} \cdot CF_{\text{AP}i} \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中：

C_{AP} ——水生植物总碳储量，单位为吨碳（t C）；
 n ——水生植物物种数量；
 i ——第*i*种水生植物；
 A_i ——第*i*种水生植物面积，单位为公顷（hm²）；
 $W_{\text{AP}i}$ ——第*i*种水生植物单位面积生物量，单位为吨每公顷（t·hm⁻²）；
 $CF_{\text{AP}i}$ ——第*i*种水生植物含碳率，质量分数（%）。

水生植物含碳率可采用附录B中所列常见水生植物含碳率参考值，或采用缺省值0.32~0.44。

5.3.2.3 乔木碳储调查湿地中乔木样地获得不同树种的胸径、树高数据之后，采用乔木树种生物量异速生长方程进行生物量计算，或根据调查乔木树种的蓄积量，利用生物量扩展因子法进行生物量推算，可按照DB11/T 953中的模型与参数计算。乔木碳储量计算方法见公式（4）：

$$C_{\text{T}} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot (W_{\text{TO}i} + W_{\text{TU}i}) \cdot CF_i \cdots \cdots \cdots (4)$$

式中：

C_{T} ——乔木碳储量，单位为吨碳（t C）；
 n ——乔木树种数；
 i ——第*i*种乔木；
 $W_{\text{TO}i}$ ——第*i*种乔木的地上生物量，单位为吨每公顷（t·hm⁻²）；
 $W_{\text{TU}i}$ ——第*i*种乔木的地下生物量，单位为吨每公顷（t·hm⁻²）；
 A_i ——第*i*种乔木面积，单位为公顷（hm²）；
 CF_i ——第*i*种乔木的含碳率，质量分数（%）。

乔木含碳率可采用DB11/T 953中所列参考值。

5.3.2.4 灌木生物量采用样本收获法进行测定，推算获取单位面积灌木生物量数据。灌木碳储量计算方法见公式（5）：

$$C_B = \sum_{i=1}^n A_i \cdot W_{Bi} \cdot CF_B \cdots \cdots \cdots (5)$$

式中：

- C_B ——灌木碳储量，单位为吨碳（t C）；
- n ——灌木种类数；
- i ——第*i*种灌木；
- A_i ——第*i*种灌木面积，单位为公顷（hm²）；
- W_{Bi} ——第*i*种灌木单位面积生物量，单位为吨每公顷（t·hm⁻²）；
- CF_B ——灌木含碳率，质量分数（%）。

灌木含碳率和单位面积生物量可采用DB11/T 953中所列参考值。

5.3.2.5 草本生物量采用样本收获法进行测定，推算获取单位面积草本生物量数据。草本碳储量计算方法见公式（6）：

$$C_H = \sum_{i=1}^n A_i \cdot W_{Hi} \cdot CF_H \cdots \cdots \cdots (6)$$

式中：

- C_H ——草本碳储量，单位为吨碳（t C）；
- n ——草本种类数；
- i ——第*i*种草本；
- A_i ——第*i*种草本面积，单位为公顷（hm²）；
- W_{Hi} ——第*i*种草本单位面积生物量，单位为吨每公顷（t·hm⁻²）；
- CF_H ——草本含碳率，质量分数（%）。

草本含碳率和单位面积生物量可采用DB11/T 953中所列参考值。

5.3.2.6 枯落物生物量采用样本收获法进行测定，推算获取单位面积枯落物的生物量数据。枯落物碳储量计算方法见公式（7）：

$$C_L = \sum_{i=1}^n A_i \cdot W_{Li} \cdot CF_L \cdots \cdots \cdots (7)$$

式中：

- C_L ——枯落物碳储量，单位为吨碳（t C）；
- n ——湿地类型数量；
- i ——第*i*类湿地类型；
- A_i ——第*i*类湿地枯落物面积，单位为公顷（hm²）；
- W_{Li} ——第*i*类湿地单位面积枯落物生物量，单位为吨每公顷（t·hm⁻²）；
- CF_L ——枯落物含碳率，质量分数（%）。

枯落物含碳率和单位面积生物量可采用DB11/T 953中所列参考值。

5.3.3 土壤有机碳储量

土壤有机碳储量计算方法见公式（8）：

$$C_S = \sum_{i=1}^n A_i \cdot SOC_i \cdots \cdots \cdots (8)$$

式中：

- C_S ——区域陆地土壤的有机碳储量，单位为吨碳（t C）；
- n ——土壤类型数量；
- i ——第*i*类土壤类型；

A_i ——第*i*类土壤面积，单位为公顷（ hm^2 ）；

SOC_i ——第*i*类土壤的有机碳密度，单位为吨碳每公顷（ $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$ ）。

土壤有机碳密度计算方法见公式（9）：

$$\text{SOC} = (1 - G) \times C \times D \times E \times 10^2 \dots\dots\dots (9)$$

式中：

SOC ——土壤有机碳密度，单位为吨碳每公顷（ $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$ ）；

G ——直径 $\geq 2\text{mm}$ 的石砾所占体积百分比；

C ——土壤有机碳含量，质量分数（%）；

D ——土壤容重，单位为克每立方厘米（ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ）；

E ——土壤厚度，单位为厘米（ cm ）。

5.3.4 沉积物有机碳储量

沉积物有机碳储量计算方法见公式（10）：

$$C_C = \sum_{i=1}^n A_{Ci} \cdot \text{SOC}_{Ci} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

C_C ——区域湿地沉积物有机碳储量，单位为吨碳（ t C ）；

n ——湿地类型数量；

i ——第*i*类湿地类型；

A_{Ci} ——第*i*类湿地水体面积，单位为公顷（ hm^2 ）；

SOC_{Ci} ——第*i*类湿地沉积物有机碳密度，单位为吨碳每公顷（ $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$ ）。

沉积物有机碳密度计算方法见公式（11）：

$$\text{SOC}_C = (1 - G_C) \times C_C \times D_C \times E_C \times 10^2 \dots\dots\dots (11)$$

式中：

SOC_C ——沉积物有机碳密度，单位为吨碳每公顷（ $\text{t C}\cdot\text{hm}^{-2}$ ）；

G_C ——直径 $\geq 2\text{mm}$ 的石砾所占沉积物体积百分比；

C_C ——沉积物有机碳含量，质量分数；

D_C ——沉积物容重，单位为克每立方厘米（ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ）；

E_C ——沉积物厚度，单位为厘米（ cm ）。

5.3.5 水体碳储量

水体碳储量计算方法见公式（12）：

$$C_W = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^3 V_{ij} \times \text{TOC}_{ij} \times \frac{T_j}{365} \times 10^{-6} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

C_W ——湿地水体的碳储量，单位为吨碳（ t C ）；

n ——湿地类型数量；

i ——第*i*种湿地类型；

j ——第*j*种水文期，包括平水期、枯水期、丰水期；

V_{ij} ——第*j*种水文期内第*i*类湿地水体容积，单位为立方米（ m^3 ）；

TOC_{ij} ——第*j*种水文期内第*i*种湿地水体有机碳含量，单位为毫克每升（ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ）；

T_j ——第*j*种水文期持续的时间，单位为天（ d ）；

365——1年天数，单位为天（ d ）。

沼泽、湖泊、库塘的水体容积计算方法见公式（13）：

$$V = A \cdot h \cdots \cdots \cdots (13)$$

式中：
 V ——沼泽、湖泊、库塘的水体容积，单位为立方米（ m^3 ）；
 A ——沼泽、湖泊、库塘的水体面积，单位为平方米（ m^2 ）；
 h ——沼泽、湖泊、库塘的水体平均水深，单位为米（ m ）。
沼泽、湖泊、库塘水体容积也可根据水务或湿地管理部门发布的蓄水量或水位计算获得。
河流、沟渠的水体容积计算采用断面法，计算方法见公式（14）：

$$V' = A' \times L \cdots \cdots \cdots (14)$$

式中：
 V' ——河流、沟渠的水体容积，单位为立方米（ m^3 ）；
 A' ——河流、沟渠的平均断面面积，单位为平方米（ m^2 ）；
 L ——河流、沟渠的长度，单位为米（ m ）。

5.3.6 碳汇/源测算

根据各碳库碳储量的计量值，可计算在监测间隔期内年均净碳储量变化量，该变化量即为目标区域的碳汇或碳源数值。计算方法见公式（15）：

$$\Delta C = \frac{C_{T_2} - C_{T_1}}{T_2 - T_1} \cdots \cdots \cdots (15)$$

式中：
 ΔC ——湿地年碳汇量，单位为吨碳每年（ $t \cdot C \cdot a^{-1}$ ）；
 C_{T_1} ——期初湿地碳储量，单位为吨碳（ $t \cdot C$ ）；
 C_{T_2} ——期末湿地碳储量，单位为吨碳（ $t \cdot C$ ）；
 $T_2 - T_1$ ——期末与期初的时间间隔，单位为年（ a ）。
当计算结果为正值时，则为吸收汇，如计算结果为负值，则为排放源。

5.4 监测

5.4.1 湿地碳汇监测应基于样地或样线开展，其中样地或样线的复位率应达到 100%。若因水文节律变动等不可抗原因导致无法完全复位，可酌情予以记录和说明。

5.4.2 可连续开展湿地碳汇监测工作，每 5 年重新评估湿地碳汇变化。若有明确资料表明某一碳库相对稳定，则此部分碳库可不连续监测。湿地碳汇监测可与现有湿地资源调查相结合一并开展，提高数据整合效率。

附 录 A
(资料性)
数据采集记录表

表A.1给出了水生植物、枯落物、沉积物和水体数据采集记录表样式。

表 A.1 数据采集记录表

样线号： 样线长度（m）： 经纬度： 调查时间： 年 月 日

调查内容		调查指标	样方（样点）号			
			1	2	3	4
水生植物_____	(样方面积___m ²)	盖度（%）				
		平均高（cm）				
		数量（株/丛）				
		总鲜重（g）				
		样品鲜重（g）				
		样品干重（g）				
		含碳率				
枯落物	(样方面积___m ²)	厚度（cm）				
		总鲜重（g）				
		样品鲜重（g）				
		样品干重（g）				
		含碳率				
沉积物	0 cm~30 cm	湿重（含铝盒， g）				
		干重（含铝盒， g）				
		有机碳含量				
	30 cm~60 cm	湿重（含铝盒， g）				
		干重（含铝盒， g）				
		有机碳含量				
	60 cm~100 cm	湿重（含铝盒， g）				
		干重（含铝盒， g）				
		有机碳含量				
水体	沼泽、湖泊、库塘	水体深度（m）				
		水面面积（m ² ）				
		总有机碳含量（mg·L ⁻¹ ）				

表 A.1 数据采集记录表（续）

调查内容		调查指标	样方（样点）号			
			1	2	3	4
水体	河流、沟渠	长度（m）				
		断面面积（m ² ）				
		总有机碳含量（mg·L ⁻¹ ）				

附录 B

(资料性)

北京地区常见水生植物含碳率

表B.1给出了北京地区常见水生植物的含碳率。

表 B.1 北京常见水生植物含碳率

植物类型	物种名称	植物拉丁名	含碳率
挺水植物	菰	<i>Zizania latifolia</i>	0.42
	黄花鸢尾	<i>Iris wilsonii</i>	0.41
	芦苇	<i>Phragmites australis</i>	0.44
	千屈菜	<i>Lythrum salicaria</i>	0.42
	水葱	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	0.44
	香蒲	<i>Typha orientalis</i>	0.42
漂浮植物	凤眼莲	<i>Pontederia crassipes</i>	0.35
	睡莲	<i>Nymphaea tetragona</i>	0.40
	荷花	<i>Nelumbo nucifera</i>	0.41
	浮萍	<i>Lemna minor</i>	0.38
	槐叶蘋	<i>Salvinia natans</i>	0.36
浮叶植物	欧菱	<i>Trapa natans</i>	0.39
	蘋	<i>Marsilea quadrifolia</i>	0.38
	水鳖	<i>Hydrocharis dubia</i>	0.38
	荇菜	<i>Nymphoides peltata</i>	0.43
沉水植物	北京水毛茛	<i>Ranunculus pekinensis</i>	0.39
	篦齿眼子菜	<i>Stuckenia pectinata</i>	0.33
	穿叶眼子菜	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	0.29
	大茨藻	<i>Najas marina</i>	0.32
	黑藻	<i>Hydrilla verticillata</i>	0.26
	金鱼藻	<i>Ceratophyllum demersum</i>	0.43
	苦草	<i>Vallisneria natans</i>	0.33
	水鳖	<i>Hydrocharis dubia</i>	0.38
	穗状狐尾藻	<i>Myriophyllum spicatum</i>	0.25
	竹叶眼子菜	<i>Potamogeton wrightii</i>	0.39
	菹草	<i>Potamogeton crispus</i>	0.37
注：表内数据来源于自测或文献查询。			

参 考 文 献

- [1] HJ 710.12—2016 生物多样性观测技术导则 水生维管植物
 - [2] LY/T 2090—2013 湿地生态系统定位观测指标体系
 - [3] LY/T 3253—2021 林业碳汇计量监测术语
 - [4] 范成新. 湖泊沉积物调查规范[M]. 北京: 科学出版社. 2018.
 - [5] 李春义, 栾晓峰, 陆梅, 黄力平, 郭保香, 王希群. 湿地研究法[M]. 北京: 中国林业出版社. 2020.
 - [6] 朱晓原, 张留柱, 姚永熙. 水文测验实用手册[M]. 北京: 中国水利水电出版社. 2013.
 - [7] 自然资源部. 2022 年全国森林、草原、湿地调查监测技术方案[R]. 2022.
-