

中 华 人 民 共 和 国 海 洋 行 业 标 准

HY/T ××××—××××

养殖大型藻类和双壳贝类碳汇计量方法 碳储量变化法

Estimation method of maricultural seaweed and bivalve carbon sink -
Carbon stock variation method

（报批稿）

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国自然资源部 发布

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由自然资源部提出。

本标准由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本标准起草单位：中国水产科学研究院黄海水产研究所、自然资源部第一海洋研究所。

本标准主要起草人：张继红、刘毅、张岩、孙科、吴文广、蔺凡、王巍、毛玉泽、徐宗军。

养殖大型藻类和双壳贝类碳汇计量方法——碳储量变化法

1 范围

本标准规定了基于碳储量变化的养殖大型藻类和双壳贝类碳汇计量方法。

本标准适用于所有海水养殖大型藻类和双壳贝类碳汇的计算。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 30891-2014 水产品抽样规范

SC/T 2005.2-2000 扇贝筏式养殖产量验收方法

SC/T 2005.3-2000 海带筏式养殖产量验收方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

大型藻类碳汇 seaweed carbon sink

利用大型藻类从空气或海水中吸收并固定二氧化碳的过程、活动、机制和能力。

3.2

双壳贝类碳汇 bivalve carbon sink

利用双壳贝类从空气或海水中吸收并固定二氧化碳的过程、活动、机制和能力。

3.3

干湿比 ratio of dry to wet

单位藻类或单位个体双壳贝类的干重与湿重的平均比值。

3.4

质量比 weight percentage

双壳贝类贝壳干重或软体部干重与总干重（贝壳+软体部）的比值。

3.5

含碳率 carbon percentage

单位生物量中碳的质量百分比含量。

3.6

养殖周期 culture cycle

养殖藻类或双壳贝类从投放苗种养殖到商品规格所需的时间（以年计）。不满一年按一年来计算，超过一年不满两年的按两年来计算，并以此类推。

3.7

养殖藻类碳储量 maricultural seaweed carbon stock

在特定时间内保留在养殖藻类库中的碳量，以碳计。

3.8

养殖双壳贝类碳储量 maricultural bivalve carbon stock

在特定时间内保留在养殖双壳贝类库中的碳量，以碳计。

3.9

养殖藻类碳汇量 maricultural seaweed carbon sink amount

从养殖开始到养殖结束时养殖藻类碳储量的增加量，以二氧化碳计。

3.10

养殖双壳贝类碳汇量 maricultural bivalve carbon sink amount

从养殖开始到养殖结束时养殖双壳贝类碳储量的增加量，以二氧化碳计。

4 原理与方法

4.1 原理

采用基于碳储量变化的方法，即在一个养殖周期内，通过藻类或双壳贝类成体收获碳储量减去幼苗初始投放碳储量来计算碳储量变化，然后根据碳与二氧化碳的转化系数，计算养殖大型藻类或双壳贝类的碳汇量。

4.2 取样与测定方法

4.2.1 幼苗和成藻的取样

针对苗种规格参差不齐的问题，取样时应涵盖不同批次样品。幼苗和成藻的取样方法可参照 GB/T30891-2014 5.3.2.2 中规定的抽样方案执行。待检测的样品需记录湿重，具体取样方法、样品处理和数据记录表见附录 A。

4.2.2 双壳贝类贝苗和成贝的取样

在测定双壳贝类的贝苗和成贝干湿比等各项数值时，针对规格参差不齐的问题，取样应涵盖不同批次样品。取样方法可参照 GB/T30891-2014 中 5.3.2.2 规定的抽样方案执行。待检测的样品需记录湿重，并将贝壳和软体部分分离，具体取样方法、样品处理和数据记录表见附录 B。

4.2.3 产量的获取

单位面积的产量采用现场实际测定并结合当地渔业部门的统计数据进行比较验证，对于无法完全收获需要抽样估算的，藻类抽样方法按照 SC/T 2005.3-2000 中第六章的规定执行，双壳贝类抽样方法按 SC/T 2005.2-2000 中第六章规定的验收方法执行。对于因调查时间与当地生产活动不吻合而无法获取当年单位面积产量的情况，可参考当地渔业部门的统计数据。

4.2.4 藻类干湿比和含碳率测定

准备待检测的藻类样品，用蒸馏水将样品冲洗干净，控干表面水分称量湿重后于 60℃ 烘干 48 小时后记录干重，并计算干湿比。将烘干后的样品研磨成均匀粉末并过 80 目筛，采

用元素分析仪测定藻体的含碳率。按照仪器的样品进样量要求进行样品的包埋，每份样品取三个平行样进行检测，取平均值进行计算。若没有条件使用元素分析仪进行检测，成藻的含碳率可参见附录 C 进行取值。数据记录表见附录 A。

4.2.5 双壳贝类干湿比、质量比以及含碳率测定

分别将待检测的贝壳和软体部分样品用蒸馏水冲洗干净，控干表面水分称量湿重后于 60℃ 烘干 48 小时后记录各自干重量、干湿比和质量比。将烘干后的样品分别研磨成均匀粉末，用 80 目筛网过滤，采用元素分析仪测定含碳率。按照元素分析仪的操作要求进行仪器参数设置，并按样品进样量要求进行样品的包埋，每份样品取三个平行样，取平均值进行计算。若没有条件使用元素分析仪进行检测，成贝的含碳率可参见附录 D 进行取值。数据记录表见附录 B。

4.3 计算方法

4.3.1 养殖大型藻类碳汇计量计算方法

4.3.1.1 大型藻类幼苗初始投放碳储量

单位面积养殖大型藻类幼苗的碳量。通常可按照 2 种方式进行计算，第一种是根据幼苗的数量 (ind/hm²) 计算，第二种是根据幼苗的生物量 (kg/hm²) 计算。

如果按照数量计量，幼苗的碳量按式 (1) 计算：

$$C_{SS} = N_{sq} \times W_{si} \times C_{sa} \times 10^{-6} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

C_{SS} —单位面积养殖大型藻类幼苗的碳量，单位为吨每公顷 (t/hm²)；

N_{sq} —单位面积内的幼苗数量，单位为株每公顷 (ind/hm²)；

W_{si} —幼苗个体干重，单位为克每株 (g/ind)；

C_{sa} —幼苗的含碳率。

如果按照生物量计量，幼苗的碳量按式 (2) 计算：

$$C_{SS} = W_t \times R_{dw} \times C_{sa} \times 10^{-3} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

W_t —幼苗的总生物量 (鲜重)，单位为公斤每公顷 (kg/hm²)；

R_{dw} —幼苗的干湿比。

4.3.1.2 藻类成体收获碳储量

藻类成体收获碳储量按式 (3) 计算：

$$C_{SH} = W_{sy} \times R_{ssdw} \times C_{aa} \dots \dots \dots (3)$$

式中：

C_{SH} —单位面积养殖大型藻类收获的碳量，单位为吨每公顷 (t/hm²)；

W_{sy} —单位养殖面积成藻的产量，单位为吨每公顷 (t/hm²)；

R_{ssdw} —收获时大型藻类成藻的干湿比；

C_{aa} —成藻的含碳率。

4.3.1.3 单位时间内碳储量变化

单位时间内碳储量变化按式（4）计算：

$$\Delta C_s = (C_{SH} - C_{SS}) / T \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

ΔC_s —养殖周期内大型藻类碳储量的变化，单位为吨每公顷每年（t/(hm²·a)）；

T —大型藻类养殖周期，即从幼苗到收获成藻的时间，单位为年（a）。

注：当养殖周期不满一年时按一年来计算；超过一年不满两年的按两年来计算，并以此类推。

4.3.1.4 碳汇量

碳汇量按式（5）计算：

$$\Delta C_{sink-s} = 1/r \times \Delta C_s \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

ΔC_{sink-s} —在大型藻类养殖周期内CO₂的碳汇量，单位为吨每公顷每年（t/(hm²·a)）；

r —碳与二氧化碳的转换系数，即碳元素在二氧化碳分子中的质量比例12/44；

4.3.1.5 总碳汇量

总碳汇量按式（6）计算：

$$\Delta C_{sink-s T} = \sum_{i=1}^n \Delta C_{sink-s i} \times Asi \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$\Delta C_{sink-s T}$ —养殖区内大型藻类的CO₂总碳汇量，单位为吨每年（t/a）；

$\Delta C_{sink-s i}$ —养殖*i*种大型藻类的CO₂碳汇量，单位为吨每公顷每年（t/(hm²·a)）；

Asi —养殖*i*种大型藻类的面积，单位为公顷（hm²）。

4.3.2 养殖双壳贝类碳汇计量计算方法

4.3.2.1 双壳贝类贝苗初始投放碳储量

单位面积养殖双壳贝类贝苗的碳量。通常可按照2种方式进行计算，第一种是根据贝苗的数量（ind/hm²）计算，第二种是根据贝苗的生物量（kg/hm²）计算。

如果按照数量计量，贝苗的碳量按式（7）计算：

$$C_{BS} = N_{bq} \times (W_{sh} \times C_{ssh} + W_m \times C_{sm}) \times 10^{-6} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

C_{BS} —养殖双壳贝类贝苗的碳量，单位为吨每公顷（t/hm²）；

N_{bq} —单位面积内的播苗数量，单位为个每公顷（ind/hm²）；

W_{sh} —贝苗壳干重，单位为克每个（g/ind）；

C_{ssh} —贝苗壳含碳率；

W_m —贝苗软体部干重，单位为克每个 (g/ind)；

C_{sm} —贝苗软体部含碳率。

如果按照生物量计量，贝苗的碳量按式 (8) 计算：

$$C_{BS}=W_a \times R_{sdw} \times (R_{ssh} \times C_{ssh} + R_{sm} \times C_{sm}) \times 10^{-3} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

W_a —播苗的总生物量，单位为千克每公顷 (kg/hm²)；

R_{sdw} —贝苗的干湿比；

R_{ssh} —贝苗的贝壳质量比；

R_{sm} —贝苗的软体部质量比。

4.3.2.2 双壳贝类成体收获碳储量

双壳贝类成体收获碳储量按式 (9) 计算：

$$C_{BH}=W_{by} \times R_{adw} \times (R_{ash} \times C_{ash} + R_{am} \times C_{am}) \times 10^{-3} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

C_{BH} —养殖双壳贝类成贝收获的碳量，单位为吨每公顷 (t/hm²)；

W_{by} —单位养殖面积的产量，单位为千克每公顷 (kg/hm²)；

R_{adw} —成贝的干湿比；

R_{ash} —成贝的贝壳质量比；

C_{ash} —成贝壳含碳率；

R_{am} —成贝的软体部质量比；

C_{am} —成贝软体部含碳率。

4.3.2.3 单位时间内碳储量变化

单位时间内碳储量变化按式 (10) 计算：

$$\Delta C_b = (C_{BH} - C_{BS}) / T \dots\dots\dots (10)$$

式中：

ΔC_b —养殖周期内双壳贝类碳储量的变化，单位为吨每公顷每年 (t/(hm²·a))；

T —双壳贝类养殖周期，即从贝苗到收获成贝的时间，单位为年 (a)。

注：当养殖周期不满一年时按一年来计算；超过一年不满两年的按两年来计算，并以此类推。

4.3.2.4 碳汇量

碳汇量按式 (11) 计算：

$$\Delta C_{sink-b} = 1/r \times \Delta C_b \dots\dots\dots (11)$$

式中：

ΔC_{sink-b} —在养殖周期内CO₂的碳汇量，单位为吨每公顷每年 (t/(hm²·a))；

4.3.2.5 总碳汇量

总碳汇量按式（12）计算：

$$\Delta C_{sink-b\ T} = \sum_{i=1}^n \Delta C_{sink-b\ i} \times Ab_i \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$\Delta C_{sink-b\ T}$ —养殖区内双壳贝类的 CO₂ 总碳汇量，单位为吨每年（t/a）；

$\Delta C_{sink-b\ i}$ —养殖 i 种双壳贝类的 CO₂ 碳汇量，单位为吨每公顷每年（t/(hm²·a)）；

Ab_i —养殖 i 种双壳贝类的面积，单位为公顷（hm²）。

附录 A
(规范性附录)

样品取样方法和处理方法

表 A. 1 给出了藻类幼苗和成藻的取样方法。取符合样本量要求的样品去除砂石等杂质后，均质，再从所取样品中随机称取不少于 400g（幼苗为 200g）的待检测样品。

表 A. 2 给出了数据记录表。

表 A. 1 藻类幼苗和成藻的取样

样品类别	样本量	检测样湿重
幼苗	≥300g	≥200g
成藻	≥3 株或 1kg	≥400g
备注：表中所列为最少取样量，应根据藻体实际情况，保证抽取样品的最终检测量达到要求。		

表 A. 2 数据记录表

藻体类别	取样株数	生物量	检测样品湿重	检测样品干重	干湿比	含碳率			计算碳储量相关数据		
幼苗									以数量计	单位面积幼苗数量	平均个体干重
						平均值：			以生物量计	幼苗总生物量	
成藻									单位面积成藻产量		
						平均值：					

附录 B

(规范性附录)

样品取样方法和处理方法

表 B. 1 给出了藻类幼苗和成藻的取样方法。取符合样本量要求的样品用塑料刀或毛刷去除贝壳外部所有附着生物之后，再从所取样品中随机称取不少于 700g 的待检测样品（贝苗为 200g），将贝类软体部分和贝壳分离，分别收集全部的软组织和贝壳。

表 B. 2 给出了数据记录表。

表 B. 1 双壳贝类贝苗和成贝的取样

样品类别	样本量	检测样湿重
贝苗	≥400g	≥200g
成贝	≥3000g	≥700g
备注：表中所列为最少取样量，应根据贝类实际情况，保证抽取样品的最终检测量达到要求。		

表 B. 2 数据记录表

类别	取样 总量	检测样 总湿重	贝壳 干重	软体部 分干重	检测样 总干重	质量 比	干湿 比	含碳率	碳储量相关数据		
贝 苗						贝壳：		贝壳		以数 量计	单位面积贝苗 数量
						软体部分		以生 物量 计	贝苗总生物量		
						平均值：					
成 贝						贝壳：		贝壳		单位面积成贝产量	
						软体部分					
						平均值：					

附录 C

(资料性附录)

常见养殖大型藻类成藻的含碳率

表 C.1 给出了常见养殖大型藻类成藻含碳率。

表 C.1 常见养殖藻类成藻含碳率

种类	拉丁名	碳含量推荐取值
海 带	<i>Saccharina japonica</i>	31.20%
石 莼	<i>Ulva lactuca</i>	27.10%
提克江蓠	<i>Gracilaria tikvahiae</i>	28.40%
条斑紫菜	<i>Porphyra yezoensis</i>	41.96%
龙须菜	<i>Gracilaria lemaneiformis</i>	31.93%
裙带菜	<i>Undaria pinnatifida</i>	28.81%
石花菜	<i>Gelidium amansii</i>	26.37%
鼠尾藻	<i>Sargassum thunbergii</i>	30.97%
平均值		30.36%

附录 D

(资料性附录)

常见养殖双壳贝类成贝的含碳率

表 D.1 给出了常见养殖双壳贝类成贝含碳率。

表 D.1 常见养殖双壳贝类成贝含碳率

种类	拉丁名	软体部含碳率推荐取值	贝壳含碳率推荐取值
长牡蛎	<i>Crassostrea gigas</i>	44.90%	11.52%
虾夷扇贝	<i>Patinopecten yessoensis</i>	36.74%	10.34%
栉孔扇贝	<i>Chlamys farreri</i>	43.87%	11.44%
紫贻贝	<i>Mytilus edulis</i>	45.98%	12.68%
菲律宾蛤仔	<i>Ruditapes philippinarum</i>	42.84%	11.40%
毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>	45.86%	11.29%
褶牡蛎	<i>Ostrea plicatula</i>	39.6%	11.5%
泥蚶	<i>Tegillarca granosa</i>	43.18%	/
缢蛏	<i>Sinonovacula constricta</i>	42.24%	/
僧帽牡蛎	<i>Ostrea cucullata</i>	42.97%	/
平均值		42.82%	11.45%