

ICS 07.060
CCS A 45
备案号: XXXX-XXXX

HY

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T XXXX-202X

海洋碳汇经济价值核算方法

Accounting methods for economic value of ocean carbon sink

(报批稿)

20XX-XX-XX发布

20XX-XX-XX实施

中华人民共和国自然资源部 发布

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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本文件起草单位：自然资源部第一海洋研究所、国家海洋标准计量中心。

本文件主要起草人：刘大海、王玉红、郭振、李晓璇、汤海荣、张尧、刘镇杭、刘芳明、于莹、邢文秀、邱丽萍。

海洋碳汇经济价值核算方法

1 范围

本文件提出了海洋碳汇能力评估和海洋碳汇经济价值核算的方法。

本文件适用于海洋碳汇能力评估和海洋碳汇经济价值核算与区域比较。

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 17378.7-2007 海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测

HY/T 0305-2021 养殖大型藻类和双壳贝类碳汇计量方法 碳储量变化法

HY/T 081—2005 红树林生态监测技术规程

DB 45/T 1230-2015 红树林湿地生态系统固碳能力评估技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海洋碳汇 ocean carbon sink

红树林、盐沼、海草床、浮游植物、大型藻类、贝类等从空气或海水中吸收并储存大气中二氧化碳的过程、活动和机制。

3.2

红树林 mangroves

在热带和亚热带潮间带，以红树植物为主体的各种耐盐的乔木和灌木组成的潮滩湿地木本生物群落。

[来源：GB/T 15919-2010，5.52，有修改]

3.3

盐沼 saltmarsh

分布在河口或海滨浅滩含有大量盐分的湿地。

[来源: GB/T 15919-2010, 5.55]

3.4

海草床 seagrass bed

中、低纬度海域潮间带中、下区和低潮线以下浅水区海生显花植物(海草)和草栖动物繁茂的平坦软相地带。

[来源: GB/T 15919-2010, 5.56, 有修改]

3.5

浮游植物 phytoplankton

生活于水域上层、自养性的浮游生物。

[来源: GB/T 15919-2010, 4.16]

3.6

大型藻类 macroalgae

由固着器固着在岩石或其他基底上, 体长可达一米以上的多细胞, 有组织的藻类。

[来源: GB/T 15919-2010, 5.32]

3.7

贝类 shellfish

贝类是三胚层、两侧对称, 具有真体腔的动物, 属软体动物中的一类。

3.8

海洋碳汇经济价值 economic value of ocean carbon sink

海洋碳汇提供的物质性产品和环境调节服务的市场价值, 即海洋生态系统服务价值中的海洋供给服务价值和海洋调节服务价值。

注: 包括产品价值、储碳价值、释氧价值和净化价值。

4 海洋碳汇能力评估

4.1 海洋碳汇总能力评估

海洋碳汇能力按公式(1)计算:

$$C_{\text{ocean}} = \sum C_i \dots\dots\dots (1)$$

式中：

C_{ocean} ——海洋碳汇能力，单位为克每年 ($\text{g}\cdot\text{a}^{-1}$)；

C_i ——第 i 种海洋碳汇类型（包括红树林、盐沼、海草床、浮游植物、大型藻类、贝类等）的碳汇能力，单位为克每年 ($\text{g}\cdot\text{a}^{-1}$)。

注：本文件中碳汇能力评估以储存的碳 (C) 量作为计算结果。

4.2 红树林碳汇能力评估

4.2.1 红树林碳汇总能力

红树林碳汇总能力按公式 (2) 计算：

$$C_{\text{mangroves}} = C_{\text{ms}} + C_{\text{mp}} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

C_{ms} ——红树林沉积物碳汇能力，单位为克每年 ($\text{g}\cdot\text{a}^{-1}$)；

C_{mp} ——红树林植物碳汇能力，单位为克每年 ($\text{g}\cdot\text{a}^{-1}$)。

4.2.2 红树林沉积物碳汇能力

红树林沉积物碳汇能力采用 DB 45/T 1230-2015 的 5.2.1 规定的标志桩法测定，按公式 (3) 计算：

$$C_{\text{ms}} = \rho_{\text{mangroves}} \times S_{\text{mangroves}} \times R_{\text{mangroves}} \times A_{\text{mangroves}} \dots \dots \dots (3)$$

式中：

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

$S_{\text{mangroves}}$ ——红树林沉积物有机碳含量，单位为毫克每克 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)；

$R_{\text{mangroves}}$ ——红树林沉积物沉积速率，单位为毫米每年 ($\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$)；

$A_{\text{mangroves}}$ ——红树林面积，单位为平方米 (m^2)。

4.2.3 红树林植物碳汇能力

红树林植物调查采用 HY/T 081-2005 的 5.4.1 规定的群落样方调查方法。红树林植物碳汇能力按公式 (4) 计算：

$$C_{\text{mp}} = \sum (A_i^{\text{mp}} \times P_i^{\text{mp}} \times CF_i^{\text{mp}}) \dots \dots \dots (4)$$

式中：

A_i^{mp} ——第 i 个站位红树林面积，单位为平方米 (m^2)；

P_i^{mp} ——第 i 个站位红树林植物年净初级生产力，单位为克每平方米年 ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)；

CF_i^{mp} ——第 i 个站位红树林植物平均含碳比率，无量纲。

4.3 盐沼碳汇能力评估

4.3.1 盐沼碳汇总能力

盐沼碳汇能力按公式 (5) 计算：

$$C_{\text{saltmarsh}} = C_{\text{ss}} + C_{\text{sp}} \dots \dots \dots (5)$$

式中：

C_{ss} ——盐沼沉积物碳汇能力，单位为克每年 ($\text{g} \cdot \text{a}^{-1}$)；

C_{sp} ——盐沼植物碳汇能力，单位为克每年 ($\text{g} \cdot \text{a}^{-1}$)。

4.3.2 盐沼沉积物碳汇能力

盐沼沉积物碳汇能力采用 DB 45/T 1230-2015 的 5.2.1 规定的标志桩法测定，按公式 (6) 计算：

$$C_{\text{ss}} = \rho_{\text{saltmarsh}} \times S_{\text{saltmarsh}} \times R_{\text{saltmarsh}} \times A_{\text{saltmarsh}} \dots \dots \dots (6)$$

式中：

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

$S_{\text{saltmarsh}}$ ——盐沼沉积物有机碳含量，单位为毫克每克 ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)；

$R_{\text{saltmarsh}}$ ——盐沼沉积物沉积速率，单位为毫米每年 ($\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$)；

$A_{\text{saltmarsh}}$ ——盐沼面积，单位为平方米 (m^2)。

4.3.3 盐沼植物碳汇能力

盐沼植物调查采用 HY/T 081-2005 的 5.4.1 规定的群落样方调查方法。盐沼植物碳汇能力按公式 (7) 计算：

$$C_{\text{sp}} = \sum (A_i^{\text{sp}} \times P_i^{\text{sp}} \times CF_i^{\text{sp}}) \dots \dots \dots (7)$$

式中：

A_i^{sp} ——第 i 个站位盐沼面积，单位为平方米 (m^2)；

P_i^{sp} ——第 i 个站位盐沼植物年净初级生产力，单位为克每平方米年 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)；

CF_i^{sp} ——第 i 个站位盐沼植物平均含碳比率，无量纲。

4.4 海草床碳汇能力评估

4.4.1 海草床碳汇总能力

海草床碳汇能力按公式 (8) 计算：

$$C_{\text{seagrass}} = C_{\text{sgs}} + C_{\text{sgp}} \dots \dots \dots (8)$$

式中：

C_{sgs} ——海草床沉积物碳汇能力，单位为克每年 ($g \cdot a^{-1}$);

C_{sgp} ——海草床植物碳汇能力，单位为克每年 ($g \cdot a^{-1}$)。

4.4.2 海草床沉积物碳汇能力

海草床沉积物碳汇能力采用 DB 45/T 1230-2015 的 5.2.1 规定的标志桩法测定，按公式

(9) 计算:

$$C_{sgs} = \rho_{seagress} \times S_{seagress} \times R_{seagress} \times A_{seagress} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$\rho_{seagress}$ ——海草床沉积物容重，单位为克每立方厘米 ($g \cdot cm^{-3}$);

$S_{seagress}$ ——海草床沉积物有机碳含量，单位为毫克每克 ($mg \cdot g^{-1}$);

$R_{seagress}$ ——海草床沉积物沉积速率，单位为毫米每年 ($mm \cdot a^{-1}$);

$A_{seagress}$ ——海草床面积，单位为平方米 (m^2)。

4.4.3 海草床植物碳汇能力

海草床植物调查采用 HY/T 081-2005 的 5.4.1 规定的群落样方调查方法。海草床植物碳汇能力按公式 (10) 计算:

$$C_{sgp} = \sum (A_i^{sgp} \times P_i^{sgp} \times CF_i^{sgp}) \dots\dots\dots (10)$$

式中:

A_i^{sgp} ——第 i 个站位海草床面积，单位为平方米 (m^2);

P_i^{sgp} ——第 i 个站位海草床植物年净初级生产力，单位为克每平方米年 ($g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$);

CF_i^{sgp} ——第 i 个站位海草床植物平均含碳比率，无量纲。

4.5 浮游植物碳汇能力评估

浮游植物碳汇能力采用 GB 17378.7-2007 的第 8 章规定的叶绿素 a 法测定，按公式(11) 计算:

$$C_{phytoplankton} = A_{sea} \times P_{phytoplankton} \times CF_{phytoplankton} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

A_{sea} ——评估海域的面积，单位为平方米 (m^2);

$P_{phytoplankton}$ ——浮游植物年净初级生产力，单位为克每平方米年 ($g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$);

$CF_{phytoplankton}$ ——浮游植物平均含碳比率，无量纲。

4.6 大型藻类碳汇能力评估

4.6.1 大型藻类碳汇总能力

大型藻类碳汇总能力按公式（12）计算：

$$C_{\text{macroalgae}} = C_{\text{mas}} + C_{\text{map}} \dots \dots \dots (12)$$

式中：

C_{mas} ——大型藻类沉积物碳汇能力，单位为克每年（ $\text{g}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；

C_{map} ——大型藻类植物碳汇能力，单位为克每年（ $\text{g}\cdot\text{a}^{-1}$ ）。

4.6.2 大型藻类沉积物碳汇能力

大型藻类沉积物碳汇能力采用 DB 45/T 1230-2015 的 5.2.1 规定的标志桩法测定，按公式（13）计算：

$$C_{\text{mas}} = \rho_{\text{macroalgae}} \times S_{\text{macroalgae}} \times R_{\text{macroalgae}} \times A_{\text{macroalgae}} \dots \dots \dots (13)$$

式中：

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

$S_{\text{macroalgae}}$ ——大型藻类沉积物有机碳含量，单位为毫克每克（ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ）；

$R_{\text{macroalgae}}$ ——大型藻类沉积物沉积速率，单位为毫米每年（ $\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；

$A_{\text{macroalgae}}$ ——大型藻类覆盖面积，单位为平方米（ m^2 ）。

4.6.3 大型藻类植物碳汇能力

大型藻类植物碳汇能力按公式（14）计算：

$$C_{\text{map}} = \sum (P_i^{\text{ma}} \times K_i^{\text{ma}} \times CF_i^{\text{ma}}) \dots \dots \dots (14)$$

式中：

P_i^{ma} ——第 i 种大型藻类植物的生物量（湿重），单位为克每年（ $\text{g}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；

K_i^{ma} ——第 i 种大型藻类植物湿重与干重之间的转换系数，无量纲，系数参考值见附录

A；

CF_i^{ma} ——第 i 种大型藻类植物干质量下的含碳比率，无量纲。

4.7 贝类碳汇能力评估

4.7.1 贝类碳汇总能力

贝类碳汇能力按公式（15）计算：

$$C_{\text{shellfish}} = C_{\text{sfs}} + \sum (CB_j^{\text{sh}} + CZ_j^{\text{sh}}) \dots \dots \dots (15)$$

式中：

C_{sfs} ——贝类沉积物碳汇能力，单位为克每年（ $\text{g}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；

CB_j^{sh} ——第 j 种类贝类贝壳碳汇能力，单位为克每年（ $\text{g}\cdot\text{a}^{-1}$ ）；

CZ_j^{sh} ——第 j 种类贝类软体组织碳汇能力，单位为克每年 ($g \cdot a^{-1}$)。

4.7.2 贝类沉积物碳汇能力

贝类沉积物碳汇能力采用 DB 45/T 1230-2015 的 5.2.1 规定的标志桩法测定，按公式 (16) 计算：

$$C_{sfs} = \rho_{shellfish} \times S_{shellfish} \times R_{shellfish} \times A_{shellfish} \dots\dots\dots (16)$$

式中：

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

$S_{shellfish}$ ——贝类沉积物有机碳含量，单位为毫克每克 ($mg \cdot g^{-1}$)；

$R_{shellfish}$ ——贝类沉积物沉积速率，单位为毫米每年 ($mm \cdot a^{-1}$)；

$A_{shellfish}$ ——贝类覆盖面积，单位为平方米 (m^2)。

4.7.3 贝类贝壳碳汇能力

贝类贝壳碳汇能力按公式 (17) 计算：

$$CB_j^{sh} = P_j^{sh} \times K_j^{sh} \times R_j^{sh1} \times CF_j^{sh1} \dots\dots\dots (17)$$

式中：

P_j^{sh} ——第 j 种贝类的生物量 (湿重)，单位为克每年 ($g \cdot a^{-1}$)；

K_j^{sh} ——第 j 种贝类湿重与干重之间的转换系数，无量纲，系数参考值见附录 A；

R_j^{sh1} ——第 j 种贝类干重状态下的贝壳干质量占比，无量纲；

CF_j^{sh1} ——第 j 种贝类贝壳干质量下的含碳比率，无量纲，系数参考值见附录 A。

4.7.4 贝类软体组织碳汇能力

贝类软体组织碳汇能力按公式 (18) 计算：

$$CZ_j^{sh} = P_j^{sh} \times K_j^{sh} \times R_j^{sh2} \times CF_j^{sh2} \dots\dots\dots (18)$$

式中：

R_j^{sh2} ——第 j 种贝类干重状态下的软体组织干质量占比，无量纲；

CF_j^{sh2} ——第 j 种贝类软体组织干质量下的含碳比率，无量纲，系数参考值见附录 A。

5 海洋碳汇经济价值核算

5.1 海洋碳汇总经济价值

海洋碳汇经济价值按公式 (19) 计算，指标参数系数见附录 B。

$$V_{ocean} = V_p + V_c + V_o + V_q \dots\dots\dots (19)$$

式中：

V_{ocean} ——海洋碳汇经济价值，单位为万元每年（万元/a）；

V_P ——产品价值，单位为万元每年（万元/a）；

V_C ——储碳价值，单位为万元每年（万元/a）；

V_O ——释氧价值，单位为万元每年（万元/a）；

V_Q ——净化价值，单位为万元每年（万元/a）。

5.2 产品价值

产品价值核算采用市场价值法，按公式（20）计算：

$$V_P = \sum (Q_i \times P_i) \dots\dots\dots (20)$$

式中：

Q_i ——第 i 种具有食用或药用价值的贝类产品或可食用藻类的产量，单位为吨每年（ $t \cdot a^{-1}$ ）；

P_i ——第 i 种具有食用或药用价值的贝类产品或可食用藻类的市场价格，单位为万元每吨（万元/t）。

5.3 储碳价值

储碳价值核算采用市场价值法，按公式（21）计算：

$$V_C = C_{\text{ocean}} \times k_1 \times P_C \times 10^{-6} \dots\dots\dots (21)$$

式中：

k_1 ——碳的质量转化成二氧化碳的的质量的系数 44/12，无量纲；

P_C ——当地碳交易价格，单位为万元每吨（万元/t）。

5.4 释氧价值

释氧价值核算采用替代成本法，按公式（22）计算：

$$V_O = C_{\text{ocean}} \times k_2 \times C_I \times 10^{-6} \dots\dots\dots (22)$$

式中：

k_2 ——碳的质量转化成氧气的的质量的系数 32/12，无量纲；

C_I ——工业制氧成本，单位为万元每吨（万元/t）。

5.5 净化价值

净化价值核算按公式（23）计算：

$$V_Q = \sum (Q_j \times C_j^A + E_j \times C_j^W) \dots\dots\dots (23)$$

式中：

Q_j ——第 j 类大气污染物净化量，单位为吨每年 ($t \cdot a^{-1}$)；

C_j^A ——第 j 类大气污染物处理费用，单位为万元每吨 (万元/t)；

E_j ——第 j 类水污染物净化量，单位为吨每年 ($t \cdot a^{-1}$)；

C_j^W ——第 j 类水污染物处理费用，单位为万元每吨 (万元/t)。

注：大气污染物主要包括二氧化硫、氮氧化物、烟尘等；水污染物主要包括化学需氧量、氨氮等。

附录 A

(资料性)

大型藻类和贝类碳汇能力评估相关系数参考值

大型藻类和贝类碳汇能力评估相关系数按照 HY/T 0305-2021, 4.2 规定的方法测定; 若无法测定, 参考值见表 A.1。

表 A.1 大型藻类碳汇和贝类碳汇能力评估相关系数参考值

种类	湿重与干重之间的转换系数 / (%)	质量比重 / (%)		含碳比率 / (%)	
		软组织	贝壳	软组织	贝壳
蛤	52.55	1.98	98.02	44.9	11.52
扇贝	63.89	14.35	85.65	42.84	11.40
牡蛎	65.10	6.14	93.86	45.98	12.68
贻贝	75.28	8.47	91.53	44.40	11.76
其他贝类	64.21	11.41	88.59	42.82	11.45
海带	20	1	0	31.2	0
石莼	20	1	0	27.1	0
提克江蓠	20	1	0	28.4	0
条斑紫菜	20	1	0	41.96	0
龙须菜	20	1	0	31.93	0
裙带菜	20	1	0	28.81	0
石花菜	20	1	0	26.37	0
鼠尾藻	20	1	0	30.97	0
其他藻类	20	1	0	30.36	0

附录 B

(资料性)

海洋碳汇经济价值核算数据参考值

海洋碳汇经济价值核算数据参考值见表 B. 1。

表 B. 1 海洋碳汇经济价值核算数据参考值

类别	所需数据	数据参考值
产品价值	产品产量	建议采用当地统计年鉴中的数值，或由当地统计部门或主管部门提供。
	产品价格	建议采用当地市场相应产品的年平均价格。
储碳价值	碳交易价格	建议采用当地碳交易的年平均价格；若无法获取，参考 0.00238 万元/t。
释氧价值	工业制氧价格	建议采用当地市场工业制氧价格；若无法获取，参考 0.1 万元/t。
净化价值	污染物净化量	建议通过实验测算污染物吸收的通量。
	污染物处理费用	建议采用当地关于应税污染物具体适用税额的规定中的数据。

参考文献

- [1] GB/T 15919-2010 海洋学术语 海洋生物学 41
-