|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 07.060 |
| CCS  | A47 |

|  |
| --- |
|  46 |

海南省地方标准

DB 46/T XXXX—XXXX

南海海-气CO2通量遥感估算技术规范

Technical Specification for remote sensing estimation of air-sea CO2 flux in the South China Sea

2025 - XX - XX发布

2025 - XX - XX实施

海南省市场监督管理局  发布

目次

[前言 II](#_Toc187418449)

[1 范围 1](#_Toc187418450)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc187418451)

[3 术语和定义 1](#_Toc187418452)

[4 基本要求 2](#_Toc187418461)

5 南海海-气CO2通量估算 2

1. 前言

本标准按照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。

本标准由海南省气象局提出并归口。

本标准起草单位：海南省气象科学研究所。

本标准主要起草人：蔡大鑫、刘少军、张国峰、韩静、罗琪、赵婷、林冲。

南海海-气CO2通量遥感估算技术规范

* 1. 范围

本文件规定了南海海-气CO2通量遥感估算方法及技术要求。

本文件适用于南海的碳汇监测评估应用、碳汇核算和气候变化评估。

* 1. 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 12763.3—2020 海洋调查规范 第3部分：海洋气象观测

GB/T 14914.5—2021 海洋观测规范 第5部分：卫星遥感观测

GB/T 33696—2017 陆-气和海-气通量观测规范

GB/T 39420—2020 海洋观测术语

HY/T 0343.4—2022 [海-气二氧化碳交换通量监测与评估技术规程 第4部分：基于分压差的通量评估](http://www.nrsis.org.cn/portal/stdDetail/234296)

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

* + 1.

海-气二氧化碳通量 air-sea CO2 flux

海洋与大气界面因湍流运动引起的单位时间内通过单位面积的二氧化碳垂直输送量。

[改写：GB/T 33696—2017，定义3.7]

* + 1.

海面风场 sea surface wind fields

海面风矢量的空间分布。

注：通常情况下，遥感所得海面风场定义为海面10m高处的风速与风向，风速单位为米每秒（m·s-1），风向单位为度（°），海洋学定义正北方向为0°，沿顺时针方向增大。

[来源：GB/T 14914.5—2021，定义3.5]

* + 1.

海表温度 sea surface temperature

海面表层海水冷热程度的物理量。

注：海水表面到0.5m深处之间的海水温度。卫星遥感反演海温为海面表层温度，一般用符号SST表示。

[来源：GB/T 14914.5—2021，定义3.7]

* + 1.

海平面气压 sea level pressure

作用在海平面单位面积上的大气压力。

[来源：GB/T 12763.3—2020，定义3.8]

* + 1.

盐度 salinity

表征海水中溶解盐类多少的量。

注：盐度有绝对盐度和实用盐度之分。如无特别说明，盐度一般指实用盐度。

[来源：GB/T 39420—2020，定义3.1.1.5]

大气二氧化碳分压 partial pressure of CO2 in atmosphere

一定温度下，CO2气体单独存在且占有与大气相同体积时的压力。

[来源：HY/T 0343.4—2022，定义3.1]

海水二氧化碳分压 partial pressure of CO2 in seawater

一定温度和盐度下，海水与空气的CO2分压达到平衡时空气的CO2分压。

[来源：HY/T 0343.4—2022，定义3.2]

海-气界面的气体传输速率或交换速率 gas transfer velocity;piston coefficient

气体以分子扩散的形式通过海-气界面的速率。

[来源：HY/T 0343.4—2022，定义3.4]

* 1. 基本要求

海水CO2分压基于南海海表温度计算。大气CO2分压基于海表温度、盐度、海平面气压和大气CO2柱浓度计算，其中大气CO2柱浓度是指大气中CO2的垂直总含量，即大气中CO2的浓度在垂直方向上的积分值。海-气界面的气体传输速率或交换速率基于海表温度、海面风场风速和施密特数（Schmidt number，Sc）计算，其中Sc是一个无量纲的标量，用于表征海水运动黏性和气体分子扩散，与海水温度有关，采用经验公式（5）计算。CO2在海水中的溶解度基于海表温度、盐度计算。

海表温度、海面风场风速、盐度、大气CO2柱浓度采用卫星数据产品。海平面气压采用美国国家环境预报中心或欧洲中期天气预报中心的再分析数据。

水蒸气压是指在一定温度下，水蒸气与液态水或固态冰处于动态平衡时的饱和蒸气压。用于计算大气CO2分压。

数据的时间分辨率为月尺度，空间分辨率优于10km。

海-气CO2通量数据保留两位小数。

* 1. 南海海-气CO2通量估算
		1. 海水CO2分压计算

海水CO2分压由下式（1）计算：

$pCO\_{2}^{sw}=exp(0.0168×\left(T-273.15\right)+5.4997)×0.101325$ ()

式中：

$pCO\_{2}^{sw}$ ——海水CO2分压（Pa）；

*T* ——海表温度（K）。

* + 1. 大气CO2分压计算

大气CO2分压由下式（2）和（3）计算：

$pCO\_{2}^{a}=xCO\_{2}×\left(p^{b}-p^{H}\right)×10^{-6}$ ()

$p^{H}=exp\left(24.4543-67.4509×\left(\frac{100}{T}\right)-4.8489×ln\left(\frac{T}{100}\right)-0.000544×S\right)×101325$ ()

式中：

$pCO\_{2}^{a}$ ——大气CO2分压（Pa）；

*x*CO2 ——大气CO2柱浓度（μmol·mol-1）；

*p*b ——海平面气压（Pa）；

*p*H ——水蒸气压（Pa）；

*T* ——海表温度（K）；

*S* ——盐度（无量纲）。

* + 1. 海-气界面的气体传输速率或交换速率计算

海-气界面的气体传输速率或交换速率由下式（4）和（5）计算：

$K=0.39×u\_{10}^{2}×\left(S\_{c}/660\right)^{-0.5}$ ()

$S\_{c}=2073.1-125.62\left(T-273.15\right)+3.6276\left(T-273.15\right)^{2}-0.043219\left(T-273.15\right)^{3}$ ()

式中：

*K* ——海-气界面的气体传输速率或交换速率（cm·h-1）；

*u*10 ——海面风场风速（m·s-1）；

*T* ——海表温度（K）；

*S*c ——Schmidt数（无量纲）。

* + 1. CO2在海水中的溶解度计算

CO2在海水中的溶解度由下式（6）计算：

$lnα=-58.0931+90.5069×\left(\frac{100}{T}\right)+22.294×ln\left(\frac{T}{100}\right)+S×\left(0.027766-0.025888×\left(\frac{T}{100}\right)+0.0050578×\left(\frac{T}{100}\right)^{2}\right)+11.5261$ ()

式中：

*α* ——CO2在海水中的溶解度（mol·L-1·Pa-1）；

*T* ——海表温度（K）；

*S* ——盐度（无量纲）。

* + 1. 南海海-气CO2通量计算

海-气CO2通量由下式（7）计算：

$F=K×α×\left(pCO\_{2}^{sw}-pCO\_{2}^{a}\right)×10^{6}$ ()

式中：

*F* ——海-气CO2通量（mmol·m-2·d-1）；

*K* ——海-气界面的气体传输速率或交换速率（cm·h-1）；

*α* ——CO2在海水中的溶解度（mol·L-1·Pa -1）；

$pCO\_{2}^{sw}$ ——海水CO2分压（Pa）；

$pCO\_{2}^{a}$ ——大气CO2分压（Pa）。

参考文献

1. 邱爽, 叶海军, 张玉红，等. 基于航次观测和再分析资料的南海海表二氧化碳分压反演及变化机制分析[J]. 热带海洋学报, 2022, 41(1): 106-116.
2. Li, Q., Guo, X., Zhai, W., et al. Partial pressure of CO2 and air-sea CO2 fluxes in the South China Sea: Synthesis of an 18-year dataset[J]. Progress in Oceanography, 2020, 3: 1-20.
3. Yu, P. S., WANG, Z. H. A., Churchill, J., et al. Effects of typhoons on surface seawater *p*CO2 and air-sea CO2 fluxes in the northern South China Sea[J]. Journal of Geophysical Research. Oceans, 2020, 125(8): 1-16.
4. Jin, C. X., Zhou, T. J., Chen, X. L., et al. Seasonally evolving dominant interannual variability mode of air-sea CO2 flux over the western North Pacific simulated by CESM1-BGC[J]. Science China Earth Sciences, 2017, 60: 1854-1865.
5. Yan, H. Q., Yu, K. F., Shi, Q., et al. Air-sea CO2 fluxes and spatial distribution of seawater *p*CO2 in Yongle Atoll, northern-central South China Sea[J]. Continental Shelf Research, 2018, 165: 71-77.

