

2011–2018 年黄河三角洲芦苇湿地生态系统碳水 通量观测数据集

ISSN 2096-2223
CN 11-6035/N



文献 CSTR:
32001.14.11-6035.ncdc.2023.0007.zh



文献 DOI:
10.11922/11-6035.ncdc.2023.0007.zh

数据 DOI:
10.57760/sciencedb.j00001.00867

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2023-07-12

开放同评: 2023-08-02

录用日期: 2023-10-20

发表日期: 2024-04-09

魏思羽^{1,2,3*}, 李培广^{1,2*}, 初小静^{1,2}, 宋维民^{1,2}, 王晓杰^{1,2},

赵明亮^{1,2}, 张孝帅^{1,2}, 韩广轩^{1,2,3*}

1. 中国科学院烟台海岸带研究所, 中国科学院海岸带环境过程与生态修复重点实验室, 山东烟台 264003

2. 中国科学院黄河三角洲滨海湿地生态试验站, 山东东营 257000

3. 中国科学院大学, 北京 100049

*魏思羽、李培广为共同第一作者

摘要: 湿地生态系统对于缓解全球气候变化具有重要作用, 长期、连续的碳水通量涡度监测有助于更好地保护和利用湿地生态系统的服务功能。然而, 由于相关监测数据数量的欠缺, 关注湿地生态系统碳水通量变化的研究还相对较少, 因此亟需高质量的监测数据集提供支持。中国科学院黄河三角洲滨海湿地生态试验站(简称黄河三角洲站)自2010年起基于涡度协方差技术开始对芦苇湿地生态系统进行连续监测, 迄今已积累了多年的碳水通量观测数据。本数据集基于黄河三角洲站已进行的监测工作, 汇总整理了2011–2018年间的站点碳水通量涡度观测数据, 并形成了半小时尺度、日尺度、月尺度和年际尺度4种时间分辨率下的数据产品。本数据集对准确评估黄河三角洲湿地生态系统的碳水通量及其各时间尺度上的动态变化规律提供了可靠的数据支撑。

关键词: 涡度协方差; 黄河三角洲; 芦苇湿地; 碳通量; 水通量

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	2011–2018年黄河三角洲芦苇湿地生态系统碳水通量观测数据集
数据作者	魏思羽, 李培广, 初小静, 宋维民, 王晓杰, 赵明亮, 张孝帅, 韩广轩
数据通信作者	韩广轩 (gxhan@yic.ac.cn)
数据时间范围	2011–2018年
地理区域	中国科学院黄河三角洲滨海湿地生态试验站 (37°45'59"N, 118°58'51"E)
数据量	10.5 MB
数据格式	*.xlsx
数据服务系统网址	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.00867 http://www.ncdc.ac.cn/portal/metadata/49b1002d-8fc9-461e-9e11-7c50559f5af4

* 论文通信作者

韩广轩: gxhan@yic.ac.cn

基金项目	科技部基础资源调查专项（2022FY100300）；国家重点研发计划（2022YFF0802101）。
数据库（集）组成	本数据集的碳水通量数据包括半小时、日、月和年4种时间尺度的数据产品。数据产品包括生态系统净CO ₂ 交换（NEE）、生态系统总初级生产力（GPP）、生态系统呼吸（Reco）、潜热通量（LE）和显热通量（H）5个观测指标。

引言

湿地生态系统是全球范围内初级生产力水平最高的生态系统类型之一，其稳定的碳汇功能能够在缓解全球气候变化的过程中发挥关键作用^[1-2]。据统计，尽管湿地面积仅占全球陆地面积的 5%–8%，但全球湿地生态系统的总碳储量占了陆地生态系统总碳储量的 20%–30%^[3-4]。因此，准确评估和量化湿地生态系统的碳汇功能对于更好地保护、利用湿地碳汇资源具有重要意义。然而，目前针对湿地生态系统的碳水通量的连续监测相比其他陆地生态系统较少，制约了研究者对未来气候变化背景下湿地生态系统结构和功能潜在变化的预测^[5]。

近年来，涡度协方差技术（Eddy covariance）成为观测生态系统尺度碳水通量的最为常用的方法之一，涡度监测数据已经为全球的研究者提供了详实的数据支持^[6]。涡度协方差技术通过测定风速垂直脉动和待测气体浓度脉动之间的协方差来计算生态系统的碳水通量^[7]。基于涡度协方差技术，研究者得以探究生态系统尺度的碳水通量动态变化规律，以及碳水通量在不同时间尺度上对众多环境因子的响应；在全球气候变化的背景下，基于涡度协方差技术进行的相关研究能够提供生态系统如何响应气候变化的直接证据^[8]。然而，针对湿地生态系统的涡度监测数据集，特别是连续多年的长期监测数据集数量较少。已有研究通过搜集已发表的连续 3 年以上的湿地涡度监测数据集发现^[9]，大部分站点的已发表数据集时间序列长度少于 5 年，只有极少数的数据集时间序列长度超过了 8 年^[9-10]。此外，近年来公开发表的涡度碳水通量数据集中（例如来自全球通量网络的 FLUXNET2015 数据集），包含湿地站点的数据集数量较少，时间序列长度较短，且数据集中未提供较近年份的数据^[11]。因此，本数据集所提供的 8 年（2011–2018）连续湿地碳水通量数据将为相关研究提供宝贵且可靠的数据支持。

中国科学院黄河三角洲滨海湿地生态试验站（以下简称为黄河三角洲站）位于山东省东营市的黄河三角洲，自 2010 年起利用涡度协方差技术开始对研究区域内的湿地生态系统进行连续的碳水通量监测。本数据集包括了黄河三角洲站 2011–2018 年芦苇湿地的连续碳水通量监测数据，具体有生态系统净 CO₂ 交换（Net ecosystem CO₂ exchange, NEE）、生态系统总初级生产力（Gross primary productivity, GPP）、生态系统呼吸（Ecosystem respiration, Reco）、潜热通量（Latent heat flux, LE）和显热通量（Sensible heat flux, H）5 个观测指标。数据处理流程按照标准化的涡度数据处理流程进行^[5,12-13]，形成了半小时值、日值、月值和年值 4 个时间分辨率的数据产品。黄河三角洲站多年连续的碳水通量监测数据将为全国乃至全球的湿地研究者提供可靠的数据支撑。

1 数据采集和处理方法

1.1 站点信息

黄河三角洲站的芦苇湿地观测站点位于中国黄河三角洲的潮上带区域（37°45′59″N，118°58′51″E；图 1）。观测区内的芦苇湿地面积约为 7 万平方米，其分布范围完全涵盖了涡度监测的目标区域，也

为涡度监测提供了面积充足且植被条件均一的下垫面。研究站点内的芦苇湿地生态系统为多年来自然形成，未受到过人类干扰，是黄河三角洲典型的潮上带生态系统类型之一。黄河三角洲的气候类型为暖温带大陆性季风气候，四季分明、雨热同期。该区域的年平均气温为 12.66°C，最低月平均气温为 1 月 (-2.93°C)，最高月平均气温则出现在 7 月 (26.30°C)。该区域年均降水量为 604 mm，并且将近 60% 的降水发生在雨季 (7–8 月份)；由于雨季的影响，观测站点每年都会经历 1–2 个月的季节性淹水过程。此外，从长期气象数据来看黄河三角洲经历了显著的暖干化过程^[9]。观测站点的表层土壤 (10 cm) 的 pH 值为 7.77，盐度为 0.95%，土壤总碳和总氮含量分别为 14.7 g kg⁻¹ 和 0.7 g kg⁻¹^[14]。涡度观测区内的植被以芦苇 (*Phragmites australis*) 为优势种，通常在 4 月中旬发芽，在 7–8 月中旬达到 1.7 m 左右的最大高度，生长旺盛期的总生物量可以达到 600 g m⁻²。

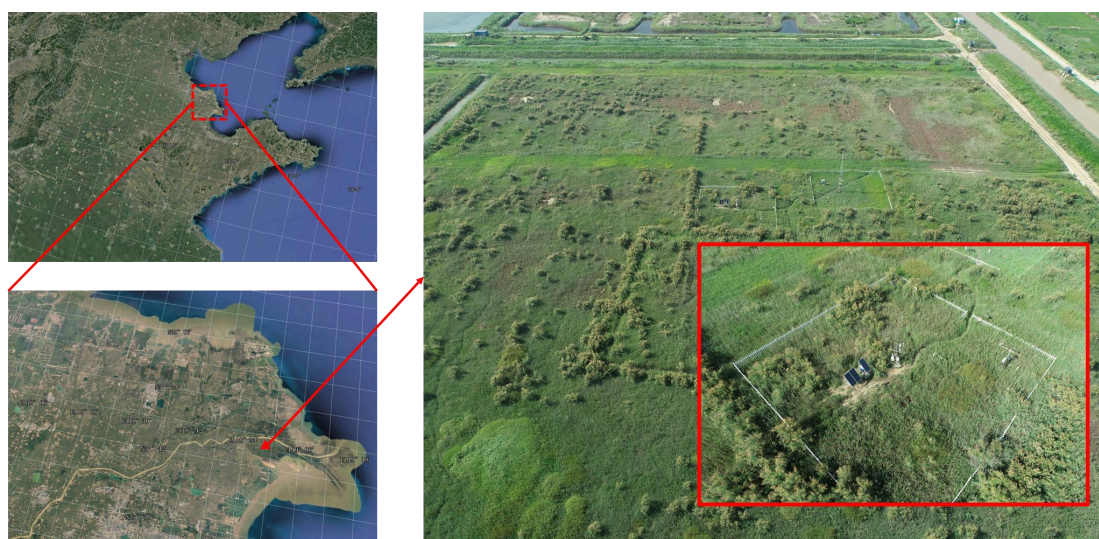


图 1 观测站点地理位置

Figure 1 Location of the study site

观测站点内开放式涡度协方差观测系统于 2010 年 5 月起开始监测。碳水通量的测定主要由开放式 CO₂/H₂O 分析仪 (LI-7500) 和三维超声风速仪 (CSAT-3) 组成的系统进行实时监测，相关数据储存于 CR6 数据采集器内 (表 1)。整套设备架设在离地面约 3 m 的位置，每个月都会由专门负责的人员进行至少两次的维护工作。此外，基于通量源区分析计算，观测站点内的超过 90% 的碳水通量数据来自观测目标区域^[9]，保证了数据的可靠性。

表 1 观测站点涡度协方差仪器详细信息

Table 1 Details of the eddy covariance system at the study site

序号	观测指标	仪器名称	仪器型号	制造商
1	CO ₂ 通量、浓度	开放式 CO ₂ /H ₂ O 分析仪	LI-7500	Li-COR Inc., USA
2	LE 通量	开放式 CO ₂ /H ₂ O 分析仪	LI-7500	Li-COR Inc., USA
3	H 通量	开放式 CO ₂ /H ₂ O 分析仪	LI-7500	Li-COR Inc., USA
4	三维风	三维超声风速仪	CSAT-3	Campbell Scientific Inc., USA
5	通量数据储存	CR 系列数据采集器	CR6	Campbell Scientific Inc., USA

1.2 数据采集方法

涡度观测设备测得的 10 Hz 原始高频数据储存于数据采集器内的数据存储卡中，负责维护的人员每月会至少采集两次原始数据，并进行检查、备份，确保监测数据的连续性。此外，观测站点每年都会由仪器工程师进行现场标定，最大程度保证观测站点内碳水通量数据的准确性和可靠性。

1.3 数据处理方法

本数据产品的处理方法按照黄河三角洲站标准化的涡度数据处理流程进行^[5,12-13]，主要分为数据前处理过程、数据质控过程、数据后处理过程和通量数据产品形成 4 个步骤（图 2）。

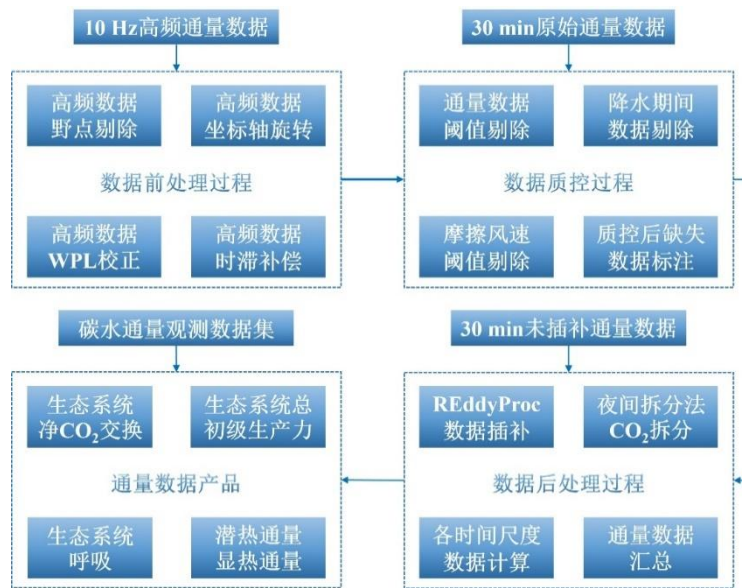


图 2 数据处理技术的标准化流程

Figure 2 Standard procedure for data processing technology

1.3.1 数据前处理过程

由于自然生态系统中的实际情况往往无法全部满足涡度监测理论的理想状态（如下垫面均一、湍流活跃等），涡度协方差技术在进行野外监测工作时将不可避免地产生异常值或低质量数据，因此需要数据前处理技术对 10 Hz 的原始高频通量数据进行处理。目前，常用、标准的前处理过程主要包括野点剔除、坐标旋转、WPL（Webb, Pearman, and Leuning）校正和时滞补偿等^[15]。这些前处理过程均可有效地提高原始数据的质量，例如通过 WPL 校正可以减少由于冬季温度波动而产生的“CO₂假吸收”现象，而时滞补偿则有助于消除由于气体分析仪和三维风测量时间之间的不匹配而产生的误差。在进行前处理过程时，通过相关软件（如 EdiRe、Eddypro）或内置在数据采集器内的在线计算程序（如 Easyflux）均可完成所有前处理步骤。本数据集中的所有年份数据均使用 EdiRe 软件进行前处理过程。完成前处理过程后，形成的 30 min 原始通量数据将进入数据质控过程。

1.3.2 数据质控过程

数据质控过程的主要目的是剔除明显异常值（如降雨期间）以及不满足涡度观测条件（如湍流过低时）下的低质量数据。本数据集的质控过程参照黄河三角洲站已建立的数据处理过程进行^[12]：

(1) 根据半小时的通量数据动态变化, 剔除偏离正常范围过大的异常值, 即不具有生物学意义的异常数据, 例如夜间或非生长季过小的负值; (2) 剔除降雨前后 30 min 内的通量监测数据, 这部分数据质量通常较低; (3) 剔除摩擦风速过小 (阈值通过 REddyProc 数据处理程序包进行计算) 时的碳水通量数据, 低湍流情况在夜间发生得较为频繁。质控后未插补的 30 min 原始通量数据将进入数据后处理过程。

1.3.3 数据后处理过程

数据后处理过程主要包括数据插补、碳通量拆分、各时间尺度数据计算和数据汇总 4 个步骤。首先, 本研究采用 REddyProc 数据处理程序包进行通量数据的插补和拆分。该程序包自 2018 年发布以来, 已经在全球的涡度研究中得到了广泛运用^[16]。REddyProc 内置三种数据插补算法: 查表法、平均日变化法和样本边缘分布采样法。在实际插补过程中, REddyProc 程序包会根据气象数据的测量情况选择合适的插补方法进行碳水通量数据的插补。例如, 在缺失数据同时期气象数据均正常测量的情况下, 使用查表法插补; 而在某些气象数据也同时缺失时, 则使用平均日变化法进行插补。在本数据集中, CO₂、LE 和 H 通量的插补方法相同且均使用 REddyProc 数据处理程序包完成。在数据插补完成后, 可利用 REddyProc 程序包的 CO₂ 通量拆分功能进行碳通量的拆分, 即将 NEE 拆分为 GPP 和 Reco。程序包中内置了两种 CO₂ 通量拆分算法, 分别为夜间温度响应法和白天光响应法。本数据集选择最为常用的夜间温度响应法进行 CO₂ 通量的拆分^[17], 即利用夜间 Reco 的温度响应关系推算出白天的 Reco, 进而根据 3 种生态系统 CO₂ 通量之间的相互关系 ($GPP = Reco - NEE$) 计算出每个时刻的 GPP, 最终得到半小时尺度的 NEE、GPP 和 Reco 数据。完成处理之后的碳水通量数据按照半小时值、日值、月值和年值的顺序进行了相应计算和整理, 并汇总成相应的数据产品。

1.3.4 通量数据产品形成

在完成了标准化的数据处理流程之后, 本数据集按照半小时值、日值、月值和年值的顺序汇总了 NEE、GPP、Reco、LE 和 H 通量 5 种观测数据, 相关数据均以 Excel 的形式进行了储存和上传。

2 数据样本描述

本数据集的时间跨度为 2011–2018 年, 包括了 4 种时间分辨率下的芦苇湿地碳水通量涡度观测数据, 总大小为 10.5 MB。数据子集按照 4 种不同的时间分辨率进行了区分, 以半小时值、日值、月值和年值进行了命名。数据集表头说明: (1) NEE_raw 和 NEE 分别代表未插补和插补后的生态系统净 CO₂ 交换通量; (2) GPP 和 Reco 分别代表 NEE 夜间拆分法估算获得的生态系统总初级生产力和生态系统呼吸; (3) LE_raw 和 LE 分别代表未插补和插补后的生态系统潜热通量; (4) H_raw 和 H 分别代表未插补和插补后的生态系统显热通量。以上所有未插补数据中的缺失数据均用 -9999.00 表示。数据集的详细表头信息和各时间尺度下的碳水通量单位见 (表 2)。

3 数据质量控制和评估

经过数据前处理和质控过程后, 大部分年份的碳水通量有效数据比例维持在 60% 左右 (表 3)。其中, 观测期间 NEE 的有效数据比例为 57%±5%, LE 为 61%±5%, H 为 62%±5%。在所有年份中, 2012 年 8–10 月间由于仪器故障产生了较多的数据缺失, 使得该年数据缺失相对较多。

表 2 观测数据集表头说明

Table 2 Header for the flux data Excel sheet

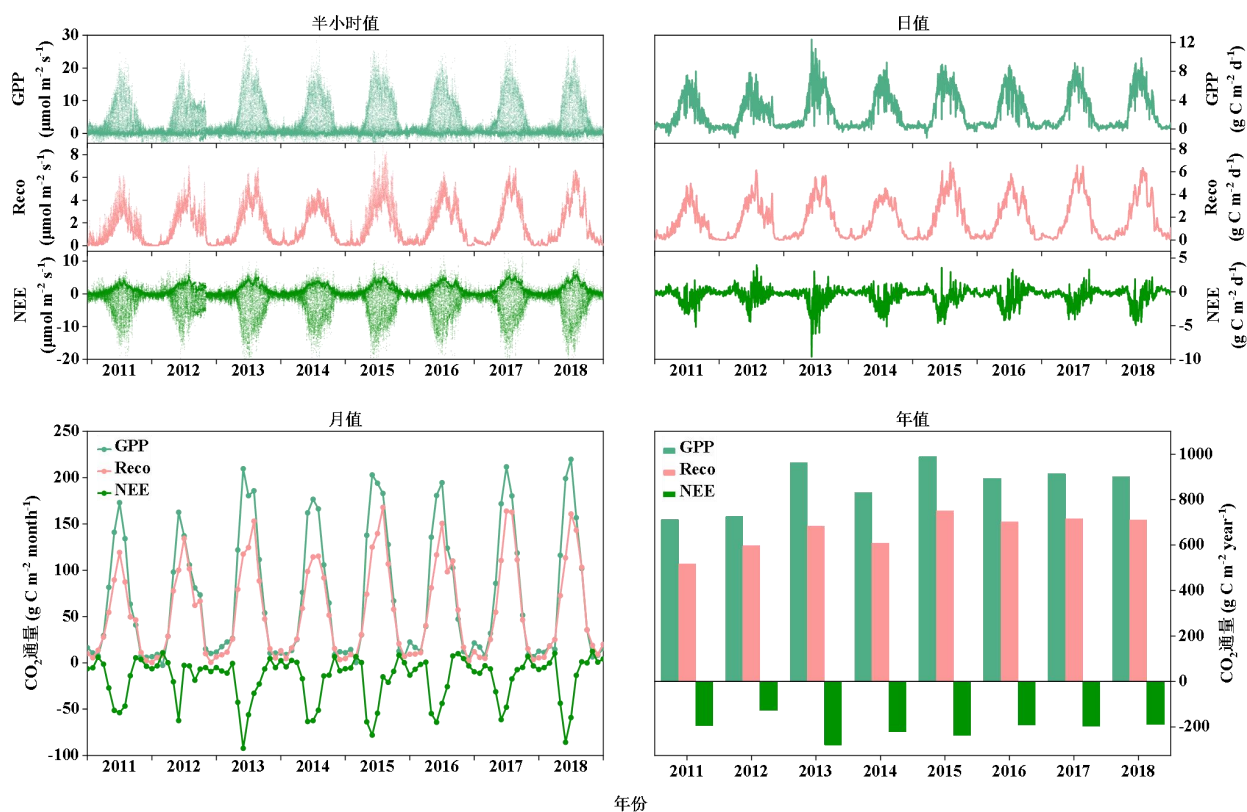
序号	数据项	数据项说明	单位				备注
			半小时值	日值	月值	年值	
1	NEE_raw	未插补生态系统净 CO ₂ 交换	μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	/	/	/	-9999.00 为缺失值
2	NEE	插补后生态系统净 CO ₂ 交换	μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	g C m ⁻² d ⁻¹	g C m ⁻² month ⁻¹	g C m ⁻² year ⁻¹	/
3	GPP	估算生态系统总初级生产力	μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	g C m ⁻² d ⁻¹	g C m ⁻² month ⁻¹	g C m ⁻² year ⁻¹	/
4	Reco	估算生态系统呼吸	μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	g C m ⁻² d ⁻¹	g C m ⁻² month ⁻¹	g C m ⁻² year ⁻¹	/
5	LE_raw	未插补潜热通量	W m ⁻²	W m ⁻²	W m ⁻²	W m ⁻²	-9999.00 为缺失值
6	LE	插补后潜热通量	W m ⁻²	W m ⁻²	W m ⁻²	W m ⁻²	/
7	H_raw	未插补显热通量	W m ⁻²	W m ⁻²	W m ⁻²	W m ⁻²	-9999.00 为缺失值
8	H	插补后显热通量	W m ⁻²	W m ⁻²	W m ⁻²	W m ⁻²	/

表 3 碳水通量质控后的有效数据比例

Table 3 Proportion of valid flux data following quality control

年份	NEE	LE	H
2011	57%	61%	65%
2012	47%	51%	53%
2013	62%	67%	66%
2014	64%	68%	68%
2015	59%	61%	62%
2016	54%	59%	60%
2017	52%	57%	58%
2018	57%	61%	63%

4 种时间分辨率下的生态系统 CO₂ 通量动态变化如图 3 所示。半小时尺度和日尺度的 CO₂ 通量具有相似动态变化规律，即生长季变化幅度大而在非生长季波动平缓，每年的峰值都出现在生长季中期。在月尺度上，NEE 的谷值和 GPP、Reco 的峰值集中在 6、7、8 月份。年际尺度的数据反映了观测站点内湿地生态系统碳汇能力的年际波动。在 2011–2018 年期间，观测站点的年平均 NEE 为 -204.76 ± 41.01 g C m⁻² year⁻¹，GPP 为 865.89 ± 95.71 g C m⁻² year⁻¹，Reco 为 661.00 ± 73.62 g C m⁻² year⁻¹。从监测数据可以看出，观测站点内的湿地生态系统表现为稳定的碳汇，并且其碳汇能力具有明显的年际变化。总体而言，4 种时间分辨率下的数据动态变化均反映出观测站点数据质量良好。

图3 2011–2018年观测站点生态系统CO₂通量Figure 3 CO₂ fluxes of the ecosystems at the study site from 2011 to 2018

4 数据使用方法和建议

本数据集可通过科学数据银行 (<https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.00867>) 和国家冰川冻土沙漠数据中心 (<http://www.ncdc.ac.cn/portal/metadata/49b1002d-8fc9-461e-9e11-7c50559f5af4>) 下载, 数据集的详细说明和具体信息也可参照本文。

使用建议: (1) 虽然涡度协方差技术发展到今天已经开发出了多种数据质控、数据插补和 CO₂ 通量拆分的算法, 但基于这些算法得到的结果都会存在一定的不确定性。因此, 使用者可根据自身研究需要并使用本数据集中提供的未插补数据 (即 NEE_raw、LE_raw 和 H_raw) 应用其他算法来进行重新的处理分析。(2) 生态系统水汽通量多以蒸散发 (Evapotranspiration, ET) 来表示。在涡度监测中, ET 数据是基于 LE 数据换算所得。考虑到不同研究中所使用的换算公式和通量单位均有所差别, 因此在本数据集中未做出直接换算, 使用者可根据自身需要进行相应的换算。(3) 湿地生态系统具有季节性淹水等水文过程, 均会对各种时间尺度的碳水通量动态变化产生显著影响。使用者在使用本数据集前, 可参考黄河三角洲站已发表的相关文章^[9,12-13], 有助于更好地分析利用本数据集中所提供的各项数据产品。

致谢

感谢黄河三角洲站全体老师和同学在 10 多年运维过程中的辛苦付出。

数据作者分工职责

魏思羽（1994—），男，博士研究生，研究方向为湿地生态系统碳水循环过程。主要承担工作：仪器维护、数据处理和论文撰写。

李培广（1986—），男，硕士，工程师，研究方向为湿地生态系统碳水循环过程。主要承担工作：仪器维护、数据处理和论文撰写。

初小静（1988—），女，博士，工程师，研究方向为湿地生态系统碳水循环过程。主要承担工作：仪器维护、数据安全管理工作。

宋维民（1982—），男，博士，副研究员，研究方向为滨海湿地土壤学。主要承担工作：仪器运维、数据采集。

王晓杰（1987—），男，硕士，工程师，研究方向为滨海湿地遥感。主要承担工作：数据采集与分析。

赵明亮（1991—），男，博士，工程师，研究方向为滨海湿地土壤碳循环。主要承担工作：仪器维护和数据管理。

张孝帅（1994—），男，硕士，工程师，研究方向为湿地生态系统碳水循环过程。主要承担工作：仪器维护和数据管理。

韩广轩（1978—），男，博士，研究员，研究方向为湿地生态学。主要承担工作：观测站点的整体运维和科学发展。

参考文献

- [1] MCLEOD E, CHMURA G L, BOUILLON S, et al. A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂[J]. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2011, 9(10): 552–560. DOI: 10.1890/110004.
- [2] DUMAN T, SCHAFER K V R. Partitioning net ecosystem carbon exchange of native and invasive plant communities by vegetation cover in an urban tidal wetland in the New Jersey Meadowlands (USA)[J]. *Ecological Engineering*, 2018, 114: 16–24. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2017.08.031.
- [3] MITSCH W J, GOSSELINK J G. *Wetlands 4th Edition*[M]. New York: John Wiley & Sons, 2007: pp. 600.
- [4] MITSCH W J, MANDER Ü. Wetlands and carbon revisited[J]. *Ecological Engineering*, 2018, 114(SI): 1–6. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2017.12.027.
- [5] WEI S Y, CHU X J, SUN B Y, et al. Climate warming negatively affects plant water-use efficiency in a seasonal hydroperiod wetland[J]. *Water Research*, 2023, 242: 120246. DOI: 10.1016/j.watres.2023.120246.
- [6] BALDOCCHI D, CHU H S, REICHSTEIN M. Inter-annual variability of net and gross ecosystem carbon fluxes: A review[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2018, 249: 520–533. DOI: 10.1016/j.agrformet.2017.05.015.
- [7] 陈世苹, 游翠海, 胡中民, 等. 涡度相关技术及其在陆地生态系统通量研究中的应用[J]. *植物生态学报*, 2020, 44(4): 291–304. DOI: 10.17521/cjpe.2019.0351. [CHEN S P, YOU C H, HU Z M, et al. Eddy covariance technique and its applications in flux observations of terrestrial ecosystems[J].

- Chinese Journal of Plant Ecology, 2020, 44(4): 291–304. DOI: 10.17521/cjpe.2019.0351.]
- [8] BALDOCCHI D. How eddy covariance flux measurements have contributed to our understanding of Global Change Biology[J]. *Global Change Biology*, 2019, 26(1): 242–260. DOI: 10.1111/gcb.14807.
- [9] WEI S Y, HAN G X, CHU X J, et al. Prolonged impacts of extreme precipitation events weakened annual ecosystem CO₂ sink strength in a coastal wetland[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2021, 310: 108655. DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108655.
- [10] ZHAO J B, MALONE S L, OBERBAUER S F, et al. Intensified inundation shifts a freshwater wetland from a CO₂ sink to a source[J]. *Global Change Biology*, 2019, 25(10): 3319–3333. DOI: 10.1111/gcb.14718.
- [11] Pastorello G, Trotta C, Canfora E, et al. The FLUXNET2015 dataset and the ONEFlux processing pipeline for eddy covariance data[J]. *Scientific Data*, 2020, 7(1): 1–27. DOI: 10.1038/s41597-020-0534-3.
- [12] HAN G X, CHU X J, XING Q H, et al. Effects of episodic flooding on the net ecosystem CO₂ exchange of a supratidal wetland in the Yellow River Delta[J]. *Journal of Geophysical Research-Biogeosciences*, 2015, 120(8): 1506–1520. DOI: 10.1002/2015jg002923.
- [13] CHU X J, HAN G X, XING Q H, et al. Dual effect of precipitation redistribution on net ecosystem CO₂ exchange of a coastal wetland in the Yellow River Delta[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2018, 249: 286–296. DOI: 10.1016/j.agrformet.2017.11.002.
- [14] HAN G X, XING Q H, YU J B, et al. Agricultural reclamation effects on ecosystem CO₂ exchange of a coastal wetland in the Yellow River Delta[J]. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 2014, 196: 187–198. DOI: 10.1016/j.agee.2013.09.012.
- [15] LIU J G, ZHOU Y L, VALACH A, et al. Methane emissions reduce the radiative cooling effect of a subtropical estuarine mangrove wetland by half[J]. *Global Change Biology*, 2020, 26(9): 4998–5016. DOI: 10.1111/gcb.15247.
- [16] WUTZLER T, LUCAS-MOFFAT A, MIGLIAVACCA M, et al. Basic and extensible post-processing of eddy covariance flux data with REdDyProc[J]. *Biogeosciences*, 2018, 15(16): 5015–5030. DOI: 10.5194/bg-15-5015-2018.
- [17] REICHSTEIN M, FALGE E, BALDOCCHI D, et al. On the separation of net ecosystem exchange into assimilation and ecosystem respiration: review and improved algorithm[J]. *Global Change Biology*, 2005, 11(9): 1424–1439. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2005.001002.x.

论文引用格式

魏思羽, 李培广, 初小静, 等. 2011–2018 年黄河三角洲芦苇湿地生态系统碳水通量观测数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2024, 9(2). (2024-04-09). DOI: 10.11922/11-6035.ncdc.2023.0007.zh.

数据引用格式

魏思羽, 李培广, 初小静, 等. 2011–2018 年黄河三角洲芦苇湿地生态系统碳水通量观测数据集

[DS/OL]. V1. Science Data Bank, 2024. (2024-04-09). DOI:10.57760/sciencedb.j00001.00867.

A dataset of carbon and water fluxes in a *Phragmites australis* wetland in the Yellow River Delta during 2011–2018

WEI Siyu^{1,2,3*}, LI Peiguang^{1,2*}, CHU Xiaojing^{1,2}, SONG Weimin^{1,2}, WANG Xiaojie^{1,2}, ZHAO Mingliang^{1,2}, ZHANG Xiaoshuai^{1,2}, HAN Guangxuan^{1,2,3*}

1. Key Laboratory of Coastal Zone Environmental Processes and Ecological Remediation, Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264003, P.R. China
2. Yellow River Delta Ecological Research Station of Coastal Wetland, Chinese Academy of Sciences, Dongying 257000, P.R. China
3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P.R. China

*Email: gxhan@yic.ac.cn

*WEI Siyu and LI Peiguang are co-first authors.

Abstract: Wetland ecosystems play an important role in mitigating global climate change. Long-term monitoring of carbon and water fluxes through eddy covariance (EC) proves helpful for better preservation and sustainable utilization of wetland ecosystem services. However, there is a shortage of data and studies focusing on carbon and water fluxes in wetland ecosystems. Hence, there is an urgent need to furnish researchers with more observational data. The Yellow River Delta Ecological Research Station of Coastal Wetland, Chinese Academy of Sciences (hereinafter referred to as the Yellow River Delta Station), established an open-path EC system in a *Phragmites australis* wetland in 2010 and accumulated large amounts of flux data to date. The EC-based dataset in this paper comprises ecosystem-scale carbon and water fluxes at the study site spanning from 2011 to 2018. Moreover, all the data are presented at four time scales, i.e., half-hourly, daily, monthly, and yearly. This dataset is of great importance for estimating carbon and water fluxes in wetland ecosystems and examining flux variations at different time scales.

Keywords: eddy covariance; the Yellow River Delta; *Phragmites australis* wetland; carbon flux; water flux

Dataset Profile

Title	A dataset of carbon and water fluxes in a <i>Phragmites australis</i> wetland in the Yellow River Delta during 2011–2018
Data authors	WEI Siyu, LI Peiguang, CHU Xiaojing, SONG Weimin, WANG Xiaojie, ZHAO Mingliang, ZHANG Xiaoshuai, HAN Guangxuan
Data corresponding author	HAN Guangxuan (gxhan@yic.ac.cn)
Time range	2011–2018
Geographical scope	The Yellow River Delta Field Observation and Research Station of Coastal Wetland Ecosystem, Chinese Academy of Sciences (37°45'59"N, 118°58'51"E)
Data volume	10.5 MB

Data format	*.xlsx
Data service system	< https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.00867 > < http://www.ncdc.ac.cn/portal/metadata/49b1002d-8fc9-461e-9e11-7c50559f5af4 >
Sources of funding	Science and Technology Fundamental Resources Investigation Program (2022FY100300); National Key Research and Development Program in China (2022YFF0802101).
Dataset composition	The dataset comprises carbon and water fluxes at four time scales (half-hourly, daily, monthly, and yearly) from 2011 to 2018. Specifically, the flux data include net ecosystem CO ₂ exchange (NEE), gross primary productivity (GPP), ecosystem respiration (Reco), latent heat flux (LE) and sensible heat flux (H).