

2011–2015 年西双版纳热带季节雨林碳水通量观测数据集

ISSN 2096-2223

CN 11-6035/N



文献 CSTR:

32001.14.11-6035.csd.2023.0053.zh



文献 DOI:

10.11922/11-6035.csd.2023.0053.zh

数据 DOI:

10.57760/sciencedb.o00119.00079

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2023-02-06

开放同评: 2023-02-16

录用日期: 2023-08-31

发表日期: 2023-09-26

刘雅琪¹, 张晶¹, 郑惠旭^{1,2}, 费学海³, 沙丽清¹, 周文君¹,
周立国¹, 邓晓保^{1,4}, 罗艳^{1,4}, 邓云^{1,4}, 于贵瑞⁵, 张雷明⁵,
张一平^{1*}, 宋清海^{1*}

1. 中国科学院热带森林生态学重点实验室(中国科学院西双版纳热带植物园), 云南勐腊 666303
2. 西南林业大学林学院, 昆明 650224
3. 贵州大学资源与环境工程学院, 贵阳 550025
4. 中国科学院西双版纳热带雨林生态系统研究站, 云南勐腊 666303
5. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

摘要: 中国“双碳”目标的提出立足于应对气候变化的科学基础之上, 增加碳汇、减少碳源成为实施气候治理的必需。陆地生态系统是重要的大气碳汇, 而热带季节雨林生态系统作为中国陆地生态系统的组成部分, 具有生物量丰富、生产力旺盛等特征, 发挥着不可或缺的固碳功能。西双版纳热带季节雨林生态站是中国通量研究网络 (ChinaFLUX) 的首批成员站之一, 自 2002 年建成至今已积累 20 年碳水通量观测数据。本数据集遵循 ChinaFLUX 数据处理体系, 处理并汇整了西双版纳热带季节雨林 2011 年 1 月至 2015 年 12 月的标准化通量和常规气象数据, 形成的数据产品包含 4 种时间尺度 (30 分钟、日、月和年)。本数据集可应用于全球变化背景下的生态系统碳水循环响应机制分析和固碳效益评估等研究领域, 也可用于生态系统模型参数优化和结果验证提供参考。通过多平台架构、多尺度融合、多方法耦合, 以期进一步为解析区域乃至全球生态系统碳水热循环机制、时空动态和预估未来碳汇潜力提供基础支撑, 从而为达成中国碳中和目标提供科学依据。

关键词: 涡度相关技术; 热带季节雨林; 碳水循环; 碳汇; 气象要素

数据集基本信息简介

数据集名称	2011 – 2015 年西双版纳热带季节雨林碳水通量观测数据集
数据通信作者	张一平 (yipingzh@xtbg.ac.cn); 宋清海 (sqh@xtbg.ac.cn)
数据作者	刘雅琪, 张晶, 郑惠旭, 费学海, 沙丽清, 周文君, 周立国, 邓晓保, 罗艳, 邓云, 于贵瑞, 张雷明
数据时间范围	2011 – 2015 年
地理区域	云南省西双版纳州勐腊县西双版纳生态站
数据量	23.9 MB
数据格式	*.xlsx

* 论文通信作者

张一平: yipingzh@xtbg.ac.cn

宋清海: sqh@xtbg.ac.cn

数据服务系统网址	https://doi.org/10.57760/sciencedb.o00119.00079
基金项目	国家973项目(2002CB412501、2010CB833501); 国家自然科学基金(41671209、40571163、31061140359、31770528、41961144017、U1602234、U1202234、41271056、31290221、41071071、41975147、42075119); 国家重点研发计划(2016YFC0502105); 国家青年科学基金项目(40801035); 中国科学院项目(KZCX1-SW-01-01A、KZCX2-YW-432-1、KZCX2-YW-Q1-05-04、XDA05050601); 中国科学院“一三五”专项(方向一: 2017XTBG-F01; 突破一: 2017XTBG-T01); 云南省中青年学术和技术带头人后备人才项目(202005AC160003); 云南省高层次人才培养计划项目; 中国科学院战略性先导科技专项(XDA19020302)。
数据集组成	数据集包含两类数据文件, 其中: (1) 西双版纳热带季节雨林气象数据(2011–2015)文件夹存放各年不同时间尺度的常规气象数据(空气温度、相对湿度、水汽压、风速、风向、大气压强、总辐射、净辐射、光合有效辐射、降水、土壤温度、土壤水分等), 表格文件共20个, 数据量为16.3 MB; (2) 西双版纳热带季节雨林通量数据(2011–2015)文件夹存放各年不同时间尺度的碳水热量通量数据(生态系统净碳交换、生态系统呼吸、总生态系统碳交换、潜热通量、显热通量), 表格文件共20个, 数据量为7.6 MB。

引言

中国碳达峰、碳中和目标的提出立足于应对气候变化的科学基础之上, 具有重大战略意义。气候变化是当今世界面临的一大难题, CO_2 排放仍是气候变化的主要驱动因素^[1], 增加碳汇、减少碳源成为实施气候治理的必需^[2]。陆地生态系统作为大气 CO_2 的汇, 在全球碳循环中占据重要地位^[1-2]。开展陆地生态系统碳水通量关键过程的长期连续观测, 有助于深入理解和分析区域及全球碳收支过程、碳汇功能及其变异, 并为预测未来气候变化对生态系统的可能影响以及制定应对气候变化的生态系统管理措施提供参考^[3]。

热带森林是陆地生态系统的重要组成部分, 它不仅是巨大的碳库, 还通过光合作用大量固碳^[4]。中国西双版纳地区位于热带北缘, 当地地带性植被为热带季节雨林, 具有生物多样性丰富、生物量巨大、生产力旺盛的特征, 在调节大气 CO_2 浓度、维持碳汇功能和缓解气候变化等方面发挥重要作用。西双版纳热带季节雨林生态站是中国通量观测研究网络(ChinaFLUX)的基础观测站点之一^[5], 自2002年起依照ChinaFLUX通量监测规程建成通量观测系统, 至今已累积20年的碳水通量、能量通量和气象观测数据。

本数据集在前期已发布的2005–2010年数据集的基础上^[6], 整理形成了2011–2015年西双版纳站不同时间尺度(半小时、日、月、年)的碳水通量和能量观测数据。通过数据集的发布, 以期促进陆地生态系统碳、水循环过程等相关领域科学数据的交流和传播共享, 从而为推动全球变化生态学研究发展提供数据支持, 为达成中国“双碳”目标提供科学依据。

1 数据采集和处理方法

1.1 样地描述

西双版纳热带季节雨林生态站(21°55'N, 101°15'E)位于云南省西南部的西双版纳傣族自治州

勐腊县，属西南季风区，全年分为干季（11 月–翌年 4 月）和雨季（5–10 月），其中干季又可分为雾凉季（11 月–翌年 2 月）和干热季（3–4 月）^[7]。当地年均温约 21℃，年降水量为 1491 mm，但各月降水量分配不均，降水主要集中在雨季^[7-8]。

版纳站通量塔建于山间低谷区，所处植被类型为原生热带季节雨林，林龄约 180 年，平均群落高度约 35 m，群落盖度 90%，群落结构复杂，分层现象明显。乔木层可按植被高度分为上、中、下 3 层，上层(>30 m)优势种主要为绒毛番龙眼(*Pometia tomentosa*)、千果榄仁(*Terminalia myriocarpa*)，中层(16–30 m)主要树种为云南玉蕊(*Barringtonia macrostachya*)、大叶白颜树等(*Gironniera subaequalis*)，下层(<16 m)高度主要树种有云树(*Garcinia cowa*)、假广子(*Knema erratica*)等，藤本和附生植物丰富^[8]。

1.2 数据来源和采集方法

研究地点的通量塔塔高 72.0 m，于 2002 年底正式投入使用，安装在塔上的开路涡度相关通量系统和多层微气象观测系统可用于进行数据监测。涡度相关系统安装高度为 48.8 m，包括：1) CO₂/H₂O 开路红外气体分析仪 LI 7500A；2) 三维风速和温度仪(CSAT3)来监测碳、水和能量通量，使用 CR5000 进行数据采集存储，其存储原始数据为 10 Hz 数据。

设置的气象梯度观测系统包括：风速和温湿度垂直梯度观测系统(7 层)；光合有效辐射垂直变化观测(6 层)；太阳辐射和降雨量观测(塔顶)；四分量净辐射和植物冠层表面温度变化观测(41.6 m)；地表温度、土壤热通量、9 层土壤温度梯度、3 层土壤体含水量等相关观测。CR1000 用于数据采集存储，采样频率为 0.5Hz。

通量和气象定位观测系统所有仪器设备均会进行定期校对和检修，以保证数据的准确性和研究结果可靠性。各测定要素的安装位置、所用设备型号及其制造商等详细信息见表 1。

表 1 观测项目所用分析仪相关信息

Table 1 Information about the analyzers used for the observation items

观测系统	测定要素	安装高度 (m) /深度 (cm)	观测仪器及制造商	数据采集器及制造商
CO ₂ 和水热通量	三维超声风速	48.8 m	CSAT3 (CAMPBELL)	CR5000 (CAMPBELL)
	CO ₂ 、H ₂ O密度		LI-7500A (LI-COR)	
常规气象要素	空气温度/湿度	7 层 (4.0, 16.0, 26.0, 36.0, 42.0, 48.8, 69.8 m)	HMP45C (VAISALA)	CR1000 (CAMPBELL)
	风速		A100R (VECTOR)	
	风向	70.0 m	W200P (VECTOR)	
	降水量	72.0 m	52203 (RM YOUNG)	
	总辐射	70.0 m	CM11 (KIPP&ZONEN)	
	净辐射	41.6 m	CNR-1 (KIPP&ZONEN)	

观测系统	测定要素	安装高度 (m) /深度 (cm)	观测仪器及制造商	数据采集器及制造商
	光合有效辐射	6 层 (4.0, 10.0, 22.0, 31.0, 36.0, 70.0 m)	LQS70-10 (APOGEE)	
	红外温度传感器	41.6 m	IRTS-P (POGEE)	
	大气压传感器	4.2 m	CS105 (VAISALA)	
	土壤温度	9 层 (0.0, 5.0, 10.0, 15.0, 20.0, 40.0, 60.0, 80.0, 100.0 cm)	105T/107-L (CAMPBELL)	
	土壤水分	3 层 (5.0, 20.0, 40.0 cm)	CS615-L (CAMPBELL)	
	土壤热通量	5.0 cm	HFP01 (HUKSEFLUX)	

1.3 数据处理和产品加工方法

版纳生态站站点地形及气候条件特殊, 因此在进行数据处理时需基于 ChinaFLUX 流程与标准的前提下^[9-11], 做出一定的改进和订正^[12-13]。数据处理流程见图 1。

1.3.1 通量数据处理

首先要对通量数据进行质量控制, 校对 30 min 原始通量数据的时间, 对于时间信息不完整的数据进行检查并插补。之后, 对缺失的或有降雨发生的通量和 CO₂ 浓度数据应进行异常值剔除, 并把明显不处于其正常阈值的数据删除。值得注意的是, 由于研究地点位于山坳, 且当地地处静风区, 加之夜间空气层结稳定, 涡度相关仪器难以感应到冠层 - 大气界面的通量交换, 观测数据存在误差, 故未采用 ChinaFLUX 规定的摩擦风速 $u^* < 0.2$ m/s 的标准, 而剔除夜间摩擦风速 $u^* < 0.1$ m/s 的数据; 另外, 由于研究地点存在碳湖效应和“假碳源效应”, 故在天亮到 11:00 时段 CO₂ 通量 $F_c > 0$ mg m⁻² s⁻¹ 的数据应剔除。在进行坐标轴旋转 (自然风系统三次旋转方法) 和 WPL (Webb, Pearman and Leuning's calibration method) 校正后, 需重复数据筛选步骤, 对校正后的数据做进一步筛选, 再进行能量闭合评价和冠层储存项校正。

通量数据的在线插补在涡度相关数据处理工具网站 (<https://www.bgc-jena.mpg.de/REddyProc/brew/REddyProc.rhtml>) 进行。数据拆分方法采用边际分布采样法: 首先, 基于夜间通量观测数据, 采用与缺失数据插补时相同的回归方程以确定生态系统呼吸方程中的系数, 再估算夜间和白天的生态系统呼吸; 之后, 对插补完成的白天 CO₂ 通量数据和估算的同时刻生态系统呼吸求和, 得到总生态系统生产力^[9]。

1.3.2 气象数据处理

气象数据处理步骤与通量数据质量控制步骤相似, 主要包括原始数据校对、异常值 (缺失值) 剔除和阈值剔除。阈值剔除过程中需要结合西双版纳过往多年、多个站点的气象数据进行筛选判断。在数据插补方面, 由于西双版纳生态站在距本站点通量塔仅 1 km 处建有气象站点, 是离通量塔最近的气象站, 因此可通过申请使用该站点气象数据, 来对本站已经缺失或者剔除的气象数据进行插补。

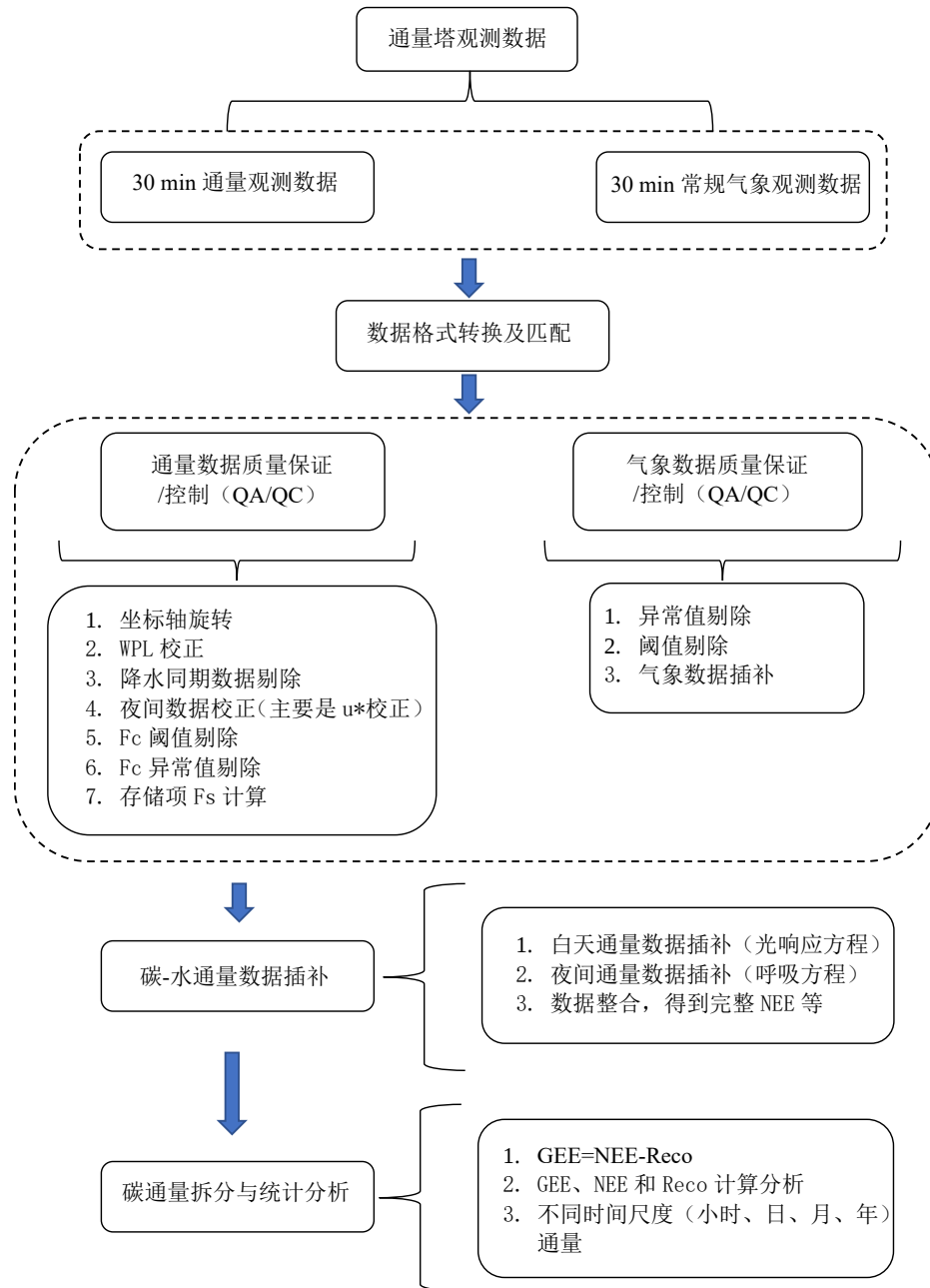


图1 涡度相关系统30 min碳水通量数据和常规气象数据处理流程

Figure 1 Processing of half-hourly carbohydrate flux data and routine meteorological data for the vorticity-related system

2 数据样本描述

本数据集汇总了西双版纳热带季节雨林 2011–2015 年连续 5 年的碳水通量观测数据。数据文件共分为两类，即各年常规气象数据文件和各年通量数据文件。每年每类数据文件均按照 4 种时间尺度（30 分钟、日、月和年）整理成表格，表内所有数据均以数字形式呈现。数据文件共有 40 个，总数据量 23.9 MB。气象与通量数据表头及相关说明如表 2 和表 3 所示。

表2 气象数据表说明及指标观测高度

Table 2 Description of meteorological data table and the index observation heights

数据项	计量单位	观测高度	数据项说明
年			年份
月			月份
日			日期
时			小时
分			分钟
秒			秒
近地面空气温度	℃	4.2 m	近地面平均空气温度
冠层上方空气温度	℃	42.0 m	冠层上方平均空气温度
近地面空气湿度	%	4.2 m	近地面平均相对湿度
冠层上方空气湿度	%	42.0 m	冠层上方平均相对湿度
近地面水汽压	kPa	4.2 m	近地面水汽压
冠层上方水汽压	kPa	42.0 m	冠层上方水汽压
近地面风速	m/s	4.2 m	近地面风速
冠层上方风速	m/s	42.0 m	冠层上方风速
风向	degree	70.0 m	风向
大气压	kPa	4.2 m	大气压强
太阳辐射	W/m ²	70.0 m	太阳辐射
净辐射	W/m ²	41.6 m	净辐射
光合有效辐射	μmol/m ²	70.0 m	光合有效辐射
一层土壤温度	℃	0.0 cm	0.0 cm 土壤温度
二层土壤温度	℃	-40.0 cm	40.0 cm 土壤温度
三层土壤温度	℃	-60.0 cm	60.0 cm 土壤温度
四层土壤温度	℃	-80.0 cm	80.0 cm 土壤温度
五层土壤温度	℃	-100.0 cm	100.0 cm 土壤温度
一层土壤体积含水量	m ³ /mm	-5.0 cm	5.0 cm 土壤水分
二层土壤体积含水量	m ³ /mm	-20.0 cm	20.0 cm 土壤水分
三层土壤体积含水量	m ³ /mm	-40.0 cm	40.0 cm 土壤水分
降水量	mm	72.0 m	总降雨量

表3 通量数据表说明

Table 3 Description of the flux data sheet

时间尺度	数据项	计量单位	数据项说明
半小时	年		
	月		

时间尺度	数据项	计量单位	数据项说明
	日		
	时		
	分		
	NEE	$\text{mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	半小时尺度的生态系统净碳交换量（NEE值为负值表示生态系统是碳汇功能，反之为碳源）
	RE	$\text{mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	半小时尺度的生态系统呼吸
	GEE	$\text{mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	半小时尺度的生态系统碳交换总量
	LE	W m^{-2}	半小时尺度的潜热通量
	Hs	W m^{-2}	半小时尺度的显热通量
	ET	$\text{g m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	半小时尺度的蒸发量
日尺度	年		年份
	月		月份
	日		日期
	NEE	$\text{gC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$	每日生态系统净碳交换量累计值
	RE	$\text{gC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$	每日生态系统呼吸累计值
	GEE	$\text{gC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$	每日生态系统碳交换总量累计值
	LE	$\text{MW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$	每日潜热通量累计值
	Hs	$\text{MW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$	每日显热通量累计值
	ET	$\text{kg H}_2\text{O m}^{-2} \text{ d}^{-1}$	每日蒸发量累计值
月尺度	年		年份
	月		月份
	NEE	$\text{gC m}^{-2} \text{ m}^{-1}$	每月生态系统净碳交换量累计值
	RE	$\text{gC m}^{-2} \text{ m}^{-1}$	每月生态系统呼吸累计值
	GEE	$\text{gC m}^{-2} \text{ m}^{-1}$	每月生态系统碳交换总量累计值
	LE	$\text{MW m}^{-2} \text{ m}^{-1}$	每月潜热通量累计值
	Hs	$\text{MW m}^{-2} \text{ m}^{-1}$	每月显热通量累计值
	ET	$\text{kg H}_2\text{O m}^{-2} \text{ m}^{-1}$	每月蒸发量累计值
年尺度	年		年份
	NEE	$\text{gC m}^{-2} \text{ y}^{-1}$	每年生态系统净碳交换量累计值
	RE	$\text{gC m}^{-2} \text{ y}^{-1}$	每年生态系统呼吸累计值
	GEE	$\text{gC m}^{-2} \text{ y}^{-1}$	每年生态系统碳交换总量累计值
	LE	$\text{MW m}^{-2} \text{ y}^{-1}$	每年潜热通量累计值
	Hs	$\text{MW m}^{-2} \text{ y}^{-1}$	每年显热通量累计值
	ET	$\text{kg H}_2\text{O m}^{-2} \text{ y}^{-1}$	每年蒸发量累计值

3 数据质量控制和评估

由于西双版纳热带雨林上方大气的湍流的能谱和协谱基本符合 K41 理论所推论的-2/3 和-4/3 指数关系^[9,14]，且 2011 – 2015 年半小时尺度数据能量闭合分析结果表明，能量平衡比率约 0.68，因此认为本站通量数据基本可靠，能量平衡状况欠佳可能与当地地形条件和植被异质性等因素有关^[15]。2011 – 2015 年间，半小时尺度上的热带季节雨林生态系统净碳交换量（NEE）、潜热通量（LE）和显热通量（H）有效观测数据比例分别为 49.1% – 59.8%、46.5% – 59.9%、51.0% – 59.4%；其中，除 2013 年 NEE 和 LE 有效数据为 49.1%和 46.5%外，其余年份通量有效数据量均达到 50.0%以上（图 2）。造成西双版纳站数据缺失情况的主要原因有两类：一为区域强降雨天气伴随的雷电击坏了供电装置，或是供电线路维护导致观测站点停电以及仪器故障等造成的数据缺失；二为数据处理过程中出现的数据缺失，包括异常值剔除、通量数据筛选等。

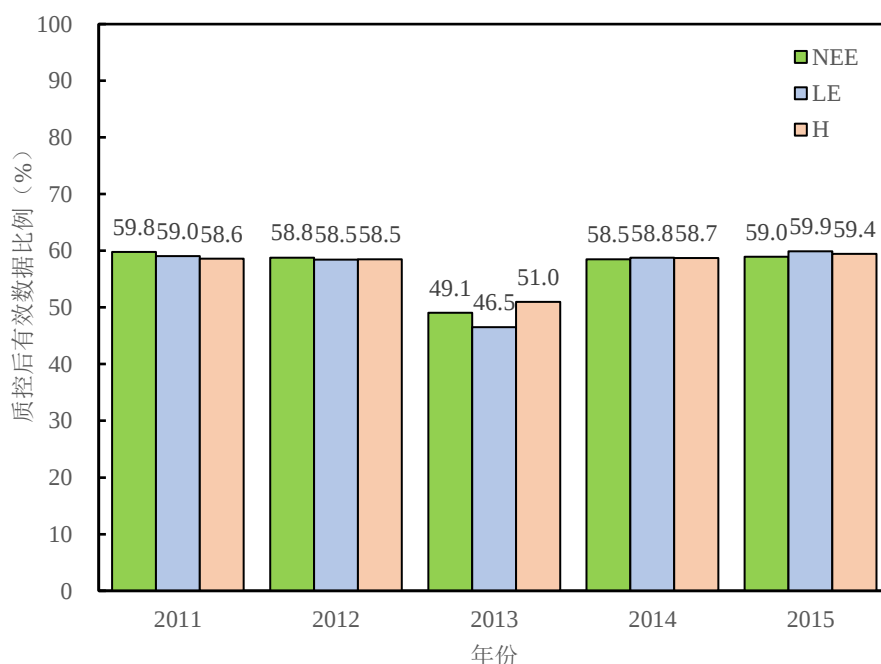


图2 半小时尺度上不同年份质控后的有效通量数据比例（%）

Figure 2 Proportions of effective flux data after quality control in different years on a half-hourly scale (%)

4 数据使用方法和建议

本数据集由国家生态科学信息存储库（<http://ecodb.cern.ac.cn/>）发布并提供数据服务，用户登录系统后，可搜索关键词“版纳站”查看并下载数据。用户也可登录 Science Data Bank（<https://doi.org/10.57760/sciencedb.o00119.00079>）对数据集进行访问和下载。

在使用本数据集前需要说明：由于存在部分数据缺失的情况，数据插补是处理的必要步骤，然而插值方法的不同使碳水热通量的计算结果在正常范围内存在一定差异，且目前涡度相关通量观测数据的处理技术与方法还没有形成全球普遍公认的技术体系。为降低数据插补引起的不确定性，建议优先使用半小时尺度的未插补数据。另外，由于西双版纳复杂特殊的地理环境、气候和植被特征，对数据结果的稳定性难免产生影响，在观测系统运行以及数据质量控制时需严格把控。

5 数据价值

陆地生态系统碳循环响应并作用于全球变化，而通量塔是能够直接监测生态系统碳循环的关键观测系统之一。本数据集可服务于全球变化背景下的生态系统碳水循环响应机制分析、固碳效益评估和生态价值评价等相关领域；同时，通过长期的通量观测研究工作，不仅积累了大量本底数据和观测经验，也能为生态系统建模中的参数优化和结果验证提供参照，降低模型结果的不确定性。热带季节雨林作为中国热带森林生态系统典型植被类型，当前基于涡度相关系统已基本实现对其碳收支的长期连续监测，这将深化对中国热带森林生态系统碳水循环认知；而通过与过程模型、大气反演等多种手段的耦合，也有助于拓展未来研究范围至整个热带亚洲，以及完善热带地区乃至全球陆地生态系统碳汇的评估和预测研究。通过多平台架构、多尺度融合、多方法耦合，以期进一步为解析区域及全球碳水热循环机制、时空动态以及陆地生态系统对全球变化的响应与适应、预估未来碳汇潜力提供基础支撑。

致 谢

感谢 ChinaFLUX 和中国生态系统研究网络（CERN）的支持！感谢中国科学院西双版纳热带植物园和西双版纳生态站为本数据集的生产做出的贡献！感谢各项目对本站点长期监测和研究开展的资助！另外，感谢杨东海、依涛香、于辉、起德花、Palingamoorthy Gnanamoorthy 等人对于数据观测、整理、初级质控及上报等方面的辛苦工作！西双版纳热带季节雨林生态系统碳通量、气象观测设备的正常运行和原始数据采集工作的长期开展离不开各方的共同努力，正因如此，多年标准化的西双版纳热带季节雨林碳水能量通量观测数据集才得以持续积累。

数据作者分工职责

刘雅琪（1998—），女，广西壮族自治区柳州市人，在读硕士，研究方向为全球变化生态学。主要承担工作：数据汇编和论文写作。

张晶（1995—），女，山西省高平市人，在读博士，研究方向为全球变化生态学。主要承担工作：数据采集和处理。

郑惠旭（1995—），男，云南省德宏州人，在读硕士，研究方向为生态系统碳交换特征。主要承担工作：数据采集和处理。

费学海（1984—），男，贵州省贵阳市人，博士，讲师，研究方向为气候变化与生态响应。主要承担工作：数据处理和质量控制。

沙丽清（1963—），男，云南省昆明市人，博士，研究员，研究方向为生态系统碳水循环过程与全球变化。主要承担工作：碳水通量数据综合处理方法和途径。

周文君（1977—），女，河北省秦皇岛市人，博士，副研究员，研究方向为数据挖掘与运用。主要承担工作：数据集格式规范化、数据管理和服务。

周立国（1989—），男，内蒙古自治区呼和浩特市人，博士，研究方向为生态系统碳水循环。主要承担工作：数据管理和服务。

邓晓保（1959—），男，云南省昆明市人，博士，正高级工程师，研究方向为生态系统通量观测与数

据分析。主要承担工作：数据处理和质量控制。

罗艳（1989—），女，云南省西双版纳州人，硕士，助理工程师，研究方向为数据库运行。主要承担工作：数据集格式规范化、数据管理和服务。

邓云（1983—），男，云南省昆明市人，博士，助理研究员，研究方向为生态信息学。主要承担工作：数据处理和质量控制。

于贵瑞（1959—），男，辽宁省大连人，博士，研究员，研究方向为生态系统生态学。主要承担工作：监测指导和质量控制。

张雷明（1974—），男，河南省开封人，博士，副研究员，研究方向为生态系统生态学。主要承担工作：监测指导和质量控制。

张一平（1957—），男，云南省昆明市人，博士，研究员，研究方向为区域气候变化。主要承担工作：通量的总体运行与科学发展。

宋清海（1979—），男，山东省安丘市人，博士，研究员，研究方向为生态系统碳水分配模式。主要承担工作：碳水通量数据最终质量控制。

参考文献

- [1] IPCC. Climate change 2022: mitigation of climate change (summary for policymakers) [M/OL]. [2022-04-04]. https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf.
- [2] PIAO S L, He Y, WANG X H, et al. Estimation of China's terrestrial ecosystem carbon sink: Methods, progress and prospects[J]. Science China Earth, 2022, 65(4): 641-651. DOI: 10.1007/s11430-021-9892-6.
- [3] 于贵瑞, 张雷明, 孙晓敏. 中国陆地生态系统通量观测研究网络(ChinaFLUX)的主要进展及发展展望[J]. 地理科学进展, 2014, 33(7): 903-917. [YU G R, ZHANG L M, SUN X M. Progresses and prospects of Chinese terrestrial ecosystem flux observation and research network (ChinaFLUX)[J]. Progress in Geography, 2014, 33(7): 903-917.]
- [4] FENG Y, ZENG Z Z, Timothy D. Searchinger, et al. Doubling of annual forest carbon loss over the tropics during the early twenty-first century[J]. Nature Sustainability, 2022, 5: 444-451. DOI: 10.1038/s41893-022-00854-3.
- [5] YU G R, FU Y L, SUN X M, et al. Recent progress and future directions of ChinaFLUX[J]. Science in China Series D: Earth Sciences, 2006, 49(2): 1-23. DOI: 10.1007/s11430-006-8001-3.
- [6] 起德花, 张一平, 宋清海, 等. 2003 - 2010 年西双版纳热带季节雨林碳水通量观测数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2021, 6(1). (2021-03-31). DOI: 10.11922/csdata.2020.0037.zh. [QI D H, ZHANG Y P, SONG Q H, et al. A dataset of carbon, water and energy fluxes observed in Xishuangbanna tropical seasonal rain forest from 2003 to 2010[J/OL]. China Scientific Data, 2021, 6(1). (2021-03-31). DOI: 10.11922/csdata.2020.0037.zh.]
- [7] 姚玉刚, 张一平, 于贵瑞, 等. 热带森林植被冠层 CO₂ 储存项的估算方法研究[J]. 北京林业大学学报, 2011, 33(1): 23-29. [YAO Y G, ZHANG Y G, YU G R, et al. Estimation of CO₂ storage flux between forest and atmosphere in a tropical forest[J]. Journal of Beijing Forestry University, 2011, 33(1): 23-29.]
- [8] CAO M, ZOU X M, WARREN M, et al. Tropical forests of Xishuangbanna, China. Biotropica, 2006, 38(3): 306-309. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2006.00146.x.

- [9] 谭正洪. 西双版纳热带季节雨林生态系统碳平衡研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2011. [TAN Z H. The Carbon Balance of a Primary Tropical Seasonal Rain Forest[D]. Beijing: Graduate University of Chinese Academy of Sciences, 2011.]
- [10] 张雷明, 罗艺伟, 刘敏, 等. 2003 – 2005 年中国通量观测研究联盟 (ChinaFLUX) 碳水通量观测数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2019, 4(1): 18-34. DOI: 10.11922/csdata.2018.0028.zh. [ZHANG L M, LUO Y W, LIU M, et al. Carbon and water fluxes observed by the Chinese Flux Observation and Research Network(2003-2005)[J]. China Scientific Data, 2019, 4(1): 18-34. DOI: 10.11922/csdata.2018.0028.zh.]
- [11] 于贵瑞, 孙晓敏. 陆地生态系统通量观测的原理与方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006. [YU G R, SUN X M. Principles of flux measurement in terrestrial ecosystems[M]. Beijing: Higher Education Press, 2006.]
- [12] 姚玉刚. 西双版纳热带雨林“碳湖”形成机理及其对净生态系统 CO₂ 交换量的影响[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2010. [YAO Y G. Formation Mechanism of the Carbon Lake and Its Influence on Net Ecosystem CO₂ Exchange in a Tropical Rainforest in Xishuangbanna, SW China[D]. Beijing: Graduate University of Chinese Academy of Sciences, 2010.]
- [13] FEI X H, SONG Q H, ZHANG Y P, et al. Carbon exchanges and their responses to temperature and precipitation in forest ecosystems in Yunnan, Southwest China [J]. Science of The Total Environment, 2018, 616-617: 824-840. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.239.
- [14] Kaimal J C, Wyngaard J C, Izumi Y. et al. Spectral characteristics of surface layer turbulence[J]. Royal Meteorological Society, 1972, 98(417): 563-589.
- [15] 金艳, 廖立国, 张颖, 等. 西双版纳热带季雨林通量分配及能量平衡问题. 热带亚热带植物学报, 2022, 30(4): 472-482. DOI: 10.11926/jtsb.4509. [JIN Y, LIAO L G, ZHANG Y, et al. Studies on the Flux Distribution and Energy Closure in Xishuangbanna Tropical Seasonal Rainforest, China[J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2022, 30(4): 472-482. DOI: 10.11926/jtsb.4509.]

论文引用格式

刘雅琪, 张晶, 郑惠旭, 等. 2011 – 2015 年西双版纳热带季节雨林碳水和能量通量观测数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2023, 8(3). (2023-09-24). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2023.0053.zh.

数据引用格式

刘雅琪, 张晶, 郑惠旭, 等. 2011 – 2015 年西双版纳热带季节雨林碳水和能量通量观测数据集 [DS/OL]. Science Data Bank, 2023. (2023-02-07). DOI:10.57760/sciencedb.o00119.00079.

A dataset of carbon and water fluxes observed in Xishuangbanna tropical seasonal rain forest from 2011 to 2015

LIU Yaqi¹, ZHANG Jing¹, ZHENG Huixu^{1,2}, FEI Xuehai³, SHA Liqing¹,
ZHOU Wenjun¹, ZHOU Liguo¹, DENG Xiaobao^{1,4}, LUO Yan^{1,4}, DENG Yun^{1,4},
YU Guirui⁵, ZHANG Leiming⁵, ZHANG Yiping^{1*}, SONG Qinghai^{1*}

1. Key Laboratory of Tropical Forest Ecology, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, P.R. China
2. College of forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, P. R. China
3. College of resource and environmental engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, P.R. China
4. Xishuangbanna Station for Tropical Rainforest Ecosystem Studies, Mengla 666303, P.R. China
5. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, P. R. China

* Email: yipingzh@xtbg.ac.cn (ZHANG Yiping); sqh@xtbg.ac.cn (SONG Qinghai)

Abstract: The proposal for China's dual-carbon target is based on the foundation of addressing climate change. It is imperative to enhance carbon sinks and reduce carbon sources to implement climate governance. The terrestrial ecosystem is an important atmospheric carbon sink, while the tropical seasonal rain forest, as a component of the terrestrial ecosystem in China characterized by rich biomass, and strong productivity, plays an essential role in carbon sequestration. As one of the basic observation and research stations of China Flux Research Network (ChinaFLUX), the Xishuangbanna Tropical Seasonal Rainforest Ecological Station built in 2002 has accumulated 20 years of carbon and water flux observation data. Based on the ChinaFLUX data processing system, this dataset processes and collates the tropical seasonal rain forest flux and conventional meteorological data of Xishuangbanna from January 2011 to December 2015. The result is a collection of data products at half-hourly, daily, monthly, and yearly intervals. This dataset can be applied to research fields such as the analysis of the carbon cycle response mechanism of ecosystems and the assessment of carbon sequestration benefits under climate change, and it can also serve as a valuable reference for the optimization of ecosystem model parameters and the verification of results. Through multi-platform architecture, multi-scale integration, and multi-method coupling, the dataset is expected to further provide basic support for analyzing the mechanisms of regional and even global carbon-water-heat cycles in ecosystems, spatiotemporal dynamics and predicting future carbon sink potential, thus providing the scientific basis for achieving China's carbon neutrality goal.

Keywords: eddy covariance technique; tropical seasonal rain forest; carbon-water cycle; carbon sink; meteorological elements

Dataset Profile

Title	A dataset of carbon and water fluxes observed in Xishuangbanna tropical seasonal rain forest from 2011 to 2015
Data corresponding author	ZHANG Yiping (yipingzh@xtbg.ac.cn); SONG Qinghai (sqh@xtbg.ac.cn)

Data authors	LIU Yaqi, ZHANG Jing, ZHENG Huixu, FEI Xuehai, SHA Liqing, ZHOU Wenjun, ZHOU Liguu, DENG Xiaobao, LUO Yan, DENG Yun, YU Guirui, ZHANG Leiming
Time range	2011 – 2015
Geographical scope	Xishuangbanna Ecological Station, Mengla County, Xishuangbanna Prefecture, Yunnan Province.
Data volume	23.9 MB
Data format	*.xlsx
Data service system	https://doi.org/10.57760/sciencedb.o00119.00079
Sources of funding	National Basic Research Program of China (2002CB412501, 2010CB833501); National Natural Science Foundation of China (41671209, 40571163, 31061140359, 31770528, 41961144017, U1602234, U1202234, 41271056, 31290221, 41071071, 41975147, 42075119); National Key Research and Development Program (2016YFC0502105); National Foundation youth Science Foundation Project (40801035); Major Innovation Project of the Chinese Academy of Sciences (KZCX1-SW-01-01A); Knowledge Innovation Project of The Chinese Academy of Sciences (KJ CX2-YW-432-1, KZCX2-YW-Q1-05-04); Strategic Leading Science and Technology Project of the Chinese Academy of Sciences(XDA05050601); Chinese Academy of Sciences "135th" special project(2017XTBG-F01, 2017XTBG-T01); Yunnan Young and Middle-aged Academic and Technology Leaders (Reserve Talents) Project (202005AC160003); Yunnan High-level Talent Cultivation Project; Strategic Priority Research Program of Chinese Academy of Sciences (XDA19020302).
Dataset composition	The dataset consists of 2 data folders: (1) the Xishuangbanna Tropical Seasonal Rainforest Meteorological Data (2011-2015) folder stores conventional meteorological data at different time scales in each year (air temperature, relative humidity, vapor pressure, wind speed, wind direction, atmospheric pressure, solar radiation, photosynthetically active radiation, net radiation, soil temperature, soil volumetric water content, precipitation, etc.), with 20 EXCEL files and a data volume of 16.3 MB; (2) the Xishuangbanna Tropical Seasonal Rainforest Flux Data (2011-2015) folder stores carbon, water and heat flux data at different time scales in each year (net ecosystem exchange, gross ecosystem exchange, ecosystem respiration, ecosystem latent heat flux, ecosystem sensible heat flux), with 20 EXCEL files and a data volume of 7.6 MB.