

2003–2010 年海北高寒灌丛碳水热通量观测数据集

ISSN 2096-2223
CN 11-6035/N

张法伟^{1,2}, 李红琴², 赵亮¹, 张雷明³, 陈智³, 祝景彬¹, 徐世晓¹,

杨永胜¹, 赵新全¹, 于贵瑞³, 李英年^{1*}



1. 中国科学院西北高原生物研究所高原生物适应与进化重点实验室, 西宁 810008
2. 洛阳师范学院生命科学学院, 洛阳 471934
3. 中国科学院地理科学与资源研究所生态系统网络观测与模拟重点实验室, 北京 100101

文献 DOI:

10.11922/csdata.2020.0034.zh

数据 DOI:

10.11922/sciencedb.1007

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2020-05-06

开放同评: 2020-05-22

录用日期: 2021-01-27

发表日期: 2021-03-29

摘要: 青藏高原是全球气候变化的热点区域和敏感区域, 高寒灌丛是重要植被类型, 其碳水热交换的时空格局及生态过程是科学认知青藏高原生态功能的关键之一。青海海北高寒草地生态系统国家野外科学观测研究站(简称海北站)自2003年利用涡度相关技术开展高寒金露梅(*Potentilla fruticosa*)灌丛生态系统碳水热交换的科学观测,已经连续积累了17年的通量数据。为了推动青藏高原乃至全球高寒生态系统碳水热格局等相关研究的发展,海北站公开发表2003–2010年高寒灌丛相关常规气象数据及碳水热通量。本数据集包含空气温度、空气相对湿度、水汽压、风速、风向、土壤温度、土壤水分、总辐射、净辐射、光合有效辐射和降水的常规气象数据子集和净生态系统CO₂交换通量、生态系统CO₂呼吸通量、总生态系统CO₂交换通量、潜热通量、显热通量的碳水热通量数据子集,形成了半小时、日、月和年尺度数据产品,可为高寒灌丛生态系统碳水热时空动态的科学认知、遥感反演、模型验证提供地面观测数据支撑。

关键词: 涡度相关法; 碳水热通量; 高寒灌丛; 金露梅; 青藏高原

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	2003–2010年海北高寒灌丛碳水热通量观测数据集
数据通信作者	李英年 (ynli@nwipb.cas.cn)
数据生产者	观测者: 张法伟、李红琴、赵亮、张雷明、陈智、祝景彬、徐世晓、 杨永胜、赵新全、于贵瑞、李英年 负责人: 李英年
数据时间范围	2003–2010年
地理区域	青海海北高寒草地生态系统国家野外科学观测研究站 (37°37'N, 101°19'E)
生态系统类型	高寒金露梅灌丛
数据量	36 MB
数据格式	*.xlsx

* 论文通信作者

李英年: ynli@nwipb.cas.cn

数据服务系统网址	http://www.cnern.org.cn/data/initDRsearch?cid=SYC_A02 http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/1007
基金项目	国家重点研发计划（2017YFA0604801）；国家自然科学基金（41877547，32001149）；青海省科技基础条件平台建设专项项目（2018-ZJ-T09）；中国科学院战略性先导科技专项（XDA19020302）。
数据库组成	分为半小时、日尺度、月尺度和年尺度的常规气象（空气温度、相对湿度、水汽压、风速、风向、大气压、土壤温度、土壤水分、总辐射、净辐射、光合有效辐射和降水等）和碳水热通量（净生态系统 CO ₂ 交换通量、生态系统 CO ₂ 呼吸通量、总生态系统 CO ₂ 交换通量、潜热通量、显热通量）数据产品表格。其中半小时通量数据为质控后的插补数据。

引言

青藏高原是全球气候变化的启动器和敏感区^[1]，准确识别其碳、水、热交换对气候变化的响应方式和适应机理是冰冻圈生物地球化学循环的核心研究内容之一^[2]，而长期连续的观测积累则是理解其内在生态过程的关键^[3-4]。青藏高原气候严酷，加之交通不便，相关研究只是零星开展，且缺乏长期有效的观测数据，极大限制了冰冻圈生态学理论发展和其生态功能现状及演化的科学认知。涡度相关技术是对大气与下界面间的通量进行非破坏性测定的一种微气象观测技术，通过计算物理量脉动与垂直风速脉动的协方差来求算湍流通量，是目前唯一能直接测定大气与群落间碳水热通量的标准方法，得到国内外的广泛认可，已成为国际通量观测网络的主要技术手段^[5-6]。

青海海北高寒草地生态系统国家野外科学观测研究站（海北站）是国内最早开展通量观测的野外台站之一，早在 2000 年就和日本国立环境研究所应用涡度相关技术联合开展了高寒矮嵩草（*Kobresia humilis*）草甸碳水热通量的观测研究^[7]。随后在中国科学院知识创新工程重大项目“中国陆地和近海生态系统碳收支研究”的资助下，海北站于 2002 年在高寒金露梅（*Potentilla fruticosa*）灌丛生态系统开展碳水热通量的连续观测^[8]。截止 2020 年，已经积累了连续 17 年的原始观测数据，取得了许多原创性的结果^[9-15]，极大推动了高寒碳水热循环的研究，为科学评估青藏高原生态功能提供了翔实的数据支撑和理论依据。

为了推动青藏高原乃至全球高寒陆地生态系统物质循环和能量交换等相关研究的发展，海北站免费公开发表多年连续观测的碳水热通量及相关常规气象数据，以供更多科研工作者开展研究，充分体现数据的价值和共享的理念。本数据集包含 2003–2010 年高寒灌丛的常规气象指标（空气温度、空气相对湿度、水汽压、风速、风向、土壤温度、土壤水分、总辐射、光合有效辐射和降水）和碳水热通量指标（净生态系统 CO₂ 交换通量、生态系统 CO₂ 呼吸通量、总生态系统 CO₂ 交换通量、潜热通量、显热通量），形成了半小时、日、月和年 4 种时间尺度的数据产品。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据来源

海北站（37°37'N，101°19'E，3200 m）位于青海省海北州门源县种马场风匣口。站区为典型的高原大陆性气候，无明显四季之分，暖季多雨而短暂，冷季干燥而漫长。该站年均气温和降水分别为 -1.7°C 和 580 mm^[16]。土壤为高寒草甸土，表层有机质含量高但速效养分低。高寒灌丛涡度相关观

测系统 (37°40'N, 101°20'E, 3400 m) 位于海北站北部约 8 km 的高寒金露梅灌丛生态系统内, 是中国通量观测研究网络 (ChinaFLUX) 的首批野外观测系统成员之一。

金露梅灌丛涡度相关系统建于 2002 年 8 月, 由 10 m×10 m 的围栏保护, 碳水热通量的观测高度为 2.5 m。研究区的植被群落由灌木和草本镶嵌组成。上层金露梅灌丛高度和盖度约为 50 cm 和 60%。下层草本植物高约 10 cm, 相对盖度约为 80%, 优势种包括异针茅 (*Stipa aliena*)、藏异燕麦 (*Helictotrichon tibeticum*)、垂穗披碱草 (*Elymus nutans*)、柔软紫菀 (*Aster flaccidus*)、珠芽蓼 (*Polygonum viviparum*)、矮火绒草 (*Leontopodium nanum*) 等。土壤为高山灌丛草甸土, 归为暗沃寒冻锥形土 (Mollic Grylic Cambisols)。研究区为冬季牧场, 2003–2005 年放牧强度约为每公顷 3.7 羊单位, 放牧时间约为 10 月上旬至翌年 5 月下旬^[14-15]。围栏内每年冬季进行短时间放牧, 以清除草本植物的凋落物和立枯物。通量贡献足迹分析表明, 通量的最大贡献区来自于上风向的 23.8 m 处, 所观测的通量数据能够代表研究区的冬季放牧管理方式^[14-15]。研究区 2003–2005 年平均最大地上生物量 (草本和灌丛当年新生枝、叶) 和最高群落叶面积指数分别为 8 月下旬的 309.7 g·m⁻² 和 7 月下旬的 2.5 m²·m⁻²^[17]。

1.2 数据采集方法

本数据集中包含的观测数据均是仪器自动观测采集的, 测定所用仪器型号、仪器制造商及数据采集器等相关信息详见表 1。空气温湿、辐射要素、土壤水热等常规气象要素的采样频率 1 min, 计算并存储 30 min 的平均数据; CO₂/H₂O 快速红外气体分析仪及三维超声风速仪的原始数据采样频率为 10 Hz, 计算并存储 30 min 的平均通量数据。

表 1 海北站高寒灌丛观测项目所用仪器的相关信息表

观测系统	测定要素	仪器型号	仪器制造商	数据采集器	数据采集制造商
常规气象要素	空气温度/湿度	HMP45C	VAISALA	CR23X	CAMPBELL
	降水量	52203	RM YOUNG		
	总辐射	CM11	KIPP&ZONEN		
	净辐射	CNR-1	KIPP&ZONEN		
	光合有效辐射	LI190SB	LI-COR		
	风速	034A-L	RM YOUNG		
	风向	014A	RM YOUNG		
	压力	CS105	VAISALA		
	红外温度传感器	IRTS-P	POGEE		
	土壤温度	105T	CAMPBELL		
CO ₂ 、H ₂ O、显热通量	土壤水分	CS616	CAMPBELL	CR5000	CAMPBELL
	三维超声风速仪	CSAT3	CAMPBELL		
	CO ₂ /H ₂ O 快速红外气体分析仪	LI-7500	LI-COR		

1.3 数据处理和产品加工方法

为了保障海北站高寒灌丛通量数据与中国通量观测研究网络其他站点通量数据的可比性, 本数

数据集从数据观测、采集、质控、处理等流程严格遵循 ChinaFLUX 制定的标准化质量控制和数据处理技术体系^[18-19]。数据处理主要包括数据质量控制、缺失数据插补、CO₂ 通量数据拆分等流程，具体如下：

数据质量控制：采用国际上普遍认可的涡度相关通量数据的质量控制方法^[20]，主要包括原始数据异常值剔除、超声虚温校正、坐标轴二次旋转、WPL 密度校正、频率损失校正、湍流稳态测试、夜间摩擦风速阈值筛选和通量异常值剔除，以及能量闭合评价。由于高寒灌丛冠层高度较低，采用单点密度变化的估算方法发现冠层存储项分别约占 CO₂ 通量、H₂O 通量和显热通量的 2.2%、0.08% 和 0.22%，因此本数据集的通量数据没有进行储存项校正。

缺失气象数据插补：短时间（小于 2 小时）缺失的观测数据，采用线性内插法进行插补；长时间缺失的数据，利用海北站自动气象站的观测资料（土壤湿度和降水数据除外）进行插补；如未能完成插补，则利用平均日变化法完成数据插补。

缺失通量数据插补：对于短时间（小于 2 小时）缺失的通量数据，也采用线性内插法进行插补；对于长时间缺失的潜热和显热通量数据，采用水热通量与净辐射的线性回归方程进行拟合、插补，最小插补时间窗口为 7 天。对于长时间缺失的 CO₂ 通量数据，首先利用有效通量数据和环境因子的非线性回归关系构建方程，然后利用该方程和缺失通量数据对应的环境因子完成数据插补。其中夜间缺失数据利用 CO₂ 通量与 5 cm 土壤温度的 Arrhenius 方程插补。白天缺失数据分两种时段进行插补，在植被生长季中利用 CO₂ 通量与光合有效辐射的直角双曲线方程，结合缺失数据对应的光合有效辐射完成白天缺失数据的插补；在非生长季中则采用夜间 CO₂ 通量与 5 cm 土壤温度拟合的 Arrhenius 方程，结合缺失数据对应的 5 cm 土壤温度完成白天缺失数据的插补，最小插补时间窗口为 7 天。

CO₂ 通量数据拆分：利用边际分布采样法的原理，将净生态系统 CO₂ 通量数据拆分为生态系统 CO₂ 呼吸通量和总生态系统 CO₂ 交换通量。先利用夜间有效 CO₂ 通量数据与 5 cm 土壤温度拟合的 Arrhenius 方程估算白天的生态系统 CO₂ 呼吸通量（生态系统暗呼吸通量），再利用白天 CO₂ 通量数据和估算的同时刻生态系统 CO₂ 呼吸通量，求和得到总生态系统 CO₂ 交换通量（生态系统初级生产力）^[19]。

2 数据样本描述

2.1 数据子集与数据量

本数据集为 2003–2010 年海北站高寒灌丛的连续碳水热通量观测数据，分为常规气象数据子集和通量数据子集两类数据文件。每类文件每年均有 4 个时间尺度，包括 30 分钟、日、月和年尺度，数据集内共计 64 个文件，总数据量 36 MB。

2.2 数据文件示例

以 2003 年数据文件为例，表 2、表 3 分别为该年常规气象和碳水热通量（30 分钟、日、月、年）数据表头说明，所有数据项观测数据均以浮点型数字形式表示。

表 2 海北站高寒灌丛的常规气象数据表说明及观测高度

数据项	数据单位	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	°C	1.5 m	一层平均空气温度
冠层上方空气温度	°C	2.5 m	二层平均空气温度
近地面空气湿度	%	1.5 m	一层平均相对湿度
冠层上方空气湿度	%	2.5 m	二层平均相对湿度
近地面水汽压	kPa	1.5 m	一层平均水汽压
冠层上方水汽压	kPa	2.5 m	二层平均水汽压
近地面风速	m s ⁻¹	1.5 m	一层平均风速
冠层上方风速	m s ⁻¹	2.5 m	二层平均风速
风向	degree	2.5 m	二层平均风向
大气压	kPa	1.5 m	大气压强
太阳辐射	W m ⁻²	1.5 m	太阳辐射
净辐射	W m ⁻²	1.5 m	净辐射
光合有效辐射	μmol m ⁻² s ⁻¹	1.5 m	一层光合有效辐射
一层土壤温度	°C	-5 cm	5 cm 土壤温度
二层土壤温度	°C	-10 cm	10 cm 土壤温度
三层土壤温度	°C	-20 cm	20 cm 土壤温度
四层土壤温度	°C	-40 cm	40 cm 土壤温度
五层土壤温度	°C	-60 cm	60 cm 土壤温度
一层土壤体积含水量	m ³ m ⁻³	-10 cm	10 cm 土壤水分
二层土壤体积含水量	m ³ m ⁻³	-20 cm	20 cm 土壤水分
三层土壤体积含水量	m ³ m ⁻³	-50 cm	50 cm 土壤水分
降水量	mm	50 cm	总降水量

注：日尺度数据表中无时、分、秒等 3 列数据项，月尺度数据表中无日、时、分、秒等 4 列数据项，年尺度数据表中没有月、日、时、分、秒等 5 列数据项。

表 3 海北站高寒灌丛的通量数据表说明

数据项	数据单位	数据项说明
年	-	年份
月	-	月份

数据项	数据单位	数据项说明
日	-	日期
时	-	小时
分	-	分钟
NEE	mg CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	插补后的净生态系统 CO ₂ 交换量
RE	mg CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	插补后的生态系统 CO ₂ 呼吸量
GEE	mg CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	插补后的总生态系统 CO ₂ 交换量
LE	W m ⁻²	插补后的潜热通量
Hs	W m ⁻²	插补后的显热通量

注：该表为 30 分钟通量数据的数据表。日尺度数据表中无时、分等 2 列数据项，通量数据为 30 分钟通量累计值，NEE、RE 和 GEE 的单位为 g C m⁻² d⁻¹，LE 和 Hs 的单位为 MW m⁻²；月尺度数据表中无日、时、分等 3 列数据项，通量数据为日通量累计值，NEE、RE 和 GEE 的单位为 g C m⁻² month⁻¹，LE 和 Hs 的单位为 MW m⁻²；年尺度数据表中没有月、日、时、分等 4 列数据项，通量数据为月通量累计值，NEE、RE 和 GEE 的单位为 g C m⁻² year⁻¹，LE 和 Hs 的单位为 MW m⁻²。

3 数据质量控制与评估

海北站高寒灌丛通量数据的谱分析结果表明，三维风速、CO₂、H₂O 和温度的功率谱在惯性子区内基本符合 -2/3 定律，而 CO₂、H₂O 和温度与垂直风速的谐谱在惯性子区内也基本符合 -4/3 定律，能量闭合分析表明能量平衡比率平均为 0.76^[15]。经过质量控制和异常值剔除后，在半小时尺度上，高寒灌丛 2003–2010 年碳水热通量数据集中的净生态系统 CO₂ 交换通量、潜热通量和显热通量的平均有效观测数据比例分别为 42.1%、58.1% 和 59.6%，其中净生态系统 CO₂ 交换通量有效观测数据比例最低和最高的年份分别为 2010 年的 38.1% 和 2004 年的 48.3%，两者之差为 10.2%，而潜热通量和显热通量有效观测数据比例最低与最高的年份分别为 2006 年的 52.2% 和 53.7% 与 2004 年的 68.1% 和 70.3%，两者相差约为 15%（表 4）。本数据集 CO₂ 交换通量的有效数据主要集中在白天，其比例约为 67.7%，而夜间有效数据比例约为 23.1%。其中植被生长季（6–9 月）的白天和夜间的比例分别为 77.9% 和 25.4%，而非生长季（10 月至翌年 5 月）则为 61.6% 和 22.1%。显热通量和潜热通量的白天有效数据比例分别为 83.5% 和 81.8%，夜间有效数据比例分别为 61.8% 和 42.3%，表现出生长季略低（57.4%）而非生长季较高（71.7%）的特征。

表 4 高寒灌丛半小时碳水热通量有效观测数据比例

年份	净生态系统 CO ₂ 交换量	潜热通量	显热通量
2003	46.0%	61.9%	63.8%
2004	48.3%	68.1%	70.3%
2005	39.8%	58.1%	59.3%
2006	38.7%	52.2%	53.7%
2007	45.4%	59.7%	61.3%
2008	42.5%	53.0%	54.3%

年份	净生态系统 CO ₂ 交换量	潜热通量	显热通量
2009	38.4%	54.4%	56.4%
2010	38.1%	57.0%	57.9%

4 数据使用方法和建议

本数据集在国家科技资源共享服务平台的国家生态科学数据中心 (http://www.cnern.org.cn/data/initDRsearch?cid=SYC_A02) 发布。用户登录系统后, 在数据资源搜索“海北灌丛”, 即可找到相应的数据文件进行数据下载。也可登录 Science Data Bank (<http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/1007>) 访问和下载。本数据集可用以高寒灌丛碳水热生态过程及相关陆面模型开发、验证及对比等分析研究。同时, 需要说明的是由于插值方法不同导致碳水热通量计算结果存在差异, 本数据集的数据和相关研究人员的计算结果并不完全相同^[12,14], 即使实际尺度上通量计算结果相似, 也可能在日、月尺度上存在一定的不同, 数据使用者需要在研究结果的认知中慎重。另外, 数据集在使用中应注意, 目前涡度相关通量观测数据的处理技术与方法还没有全球普遍公认的技术体系, 为了降低数据插补引起的不确定性, 建议优选使用未插补数据。

致谢

感谢瓦金龙长期以来在数据采集方面的贡献。

数据作者分工职责

张法伟 (1981—), 男, 高级工程师, 研究方向为高寒草地物质循环和能量交换。主要承担工作: 数据监测和论文撰写。

李红琴 (1981—), 女, 副研究员, 研究方向为高寒草地碳循环。主要承担工作: 数据分析与论文修改。

赵亮 (1974—), 男, 研究员, 研究方向为全球变化和鸟类生态学研究。主要承担工作: 数据整理与质量控制。

张雷明 (1974—), 男, 副研究员, 研究方向为生态系统碳水循环与全球变化。主要承担工作: 数据处理和质量控制。

陈智 (1981—), 女, 助理研究员, 研究方向为生态系统碳通量时空格局。主要承担工作: 数据质量分析。

祝景彬 (1989—), 男, 博士研究生, 研究方向为高寒草地碳循环。主要承担工作: 数据整理和论文修改。

徐世晓 (1973—), 男, 研究员, 研究方向为草地畜牧生态学。主要承担工作: 数据整理。

杨永胜 (1987—), 男, 副研究员, 研究方向为高寒草地水循环。主要承担工作: 数据整理。

赵新全 (1959—), 男, 研究员, 研究方向为草地生态学。主要承担工作: 数据管理和统筹。

于贵瑞 (1959—), 男, 研究员, 研究方向为生态系统与全球变化。主要承担工作: 数据管理和统筹。

李英年 (1962—), 男, 研究员, 研究方向为全球变化生态学。主要承担工作: 数据分析和质量控制。

参考文献

- [1] 冯松, 汤懋苍, 王冬梅. 青藏高原是我国气候变化启动区的新证据[J]. 科学通报, 1998, 43(6): 633-636.
- [2] 王根绪, 杨燕, 张光涛, 等. 冰冻圈生态系统: 全球变化的前哨与屏障[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(4): 425-433.
- [3] YAO T, THOMPSON L G, MOSBRUGGER V, et al. Third Pole Environment (TPE)[J]. Environmental Development, 2012, 3: 52-64.
- [4] YU G, CHEN Z, ZHANG L, et al. Recognizing the Scientific Mission of Flux Tower Observation Networks—Lay the Solid Scientific Data Foundation for Solving Ecological Issues Related to Global Change[J]. Journal of Resources and Ecology, 2017, 8(2): 115-120.
- [5] 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.
- [6] BALDOCCHI D D. How eddy covariance flux measurements have contributed to our understanding of Global Change Biology[J]. Global Change Biology, 2020, 26(1): 242-260.
- [7] KATO T, TANG Y, GU S, et al. Carbon dioxide exchange between the atmosphere and an alpine meadow ecosystem on the Qinghai-Tibetan Plateau, China[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2004, 124(1-2): 121-134.
- [8] YU G, FU Y, SUN X, et al. Recent progress and future directions of ChinaFLUX[J]. Science in China Series D: Earth Sciences, 2006, 49(2): 1-23.
- [9] 徐世晓, 赵亮, 李英年, 等. 青藏高原高寒灌丛暖季CO₂地-气交换特征[J]. 中国环境科学, 2007, 27(4): 433-436.
- [10] 赵亮, 李英年, 赵新全, 等. 青藏高原3种植被类型净生态系统CO₂交换量的比较[J]. 科学通报, 2005, 50(9): 926-932.
- [11] 李英年, 孙晓敏, 赵新全, 等. 青藏高原金露梅灌丛草甸净生态系统CO₂交换量的季节变异及其环境控制机制[J]. 中国科学 D辑: 地球科学, 2006, 36: 163-173.
- [12] ZHAO L, LI Y, XU S, et al. Diurnal, seasonal and annual variation in net ecosystem CO₂ exchange of an alpine shrubland on Qinghai-Tibetan plateau[J]. Global Change Biology, 2006, 12(10): 1940-1953.
- [13] LI H, ZHANG F, LI Y, et al. Seasonal and interannual variations of ecosystem photosynthetic features in an alpine dwarf shrubland on the Qinghai-Tibetan Plateau, China[J]. Photosynthetica, 2014, 52(3): 321-331.
- [14] LI H, ZHANG F, LI Y, et al. Seasonal and inter-annual variations in CO₂ fluxes over 10 years in an alpine shrubland on the Qinghai-Tibetan Plateau, China[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2016, 228–229: 95-103.
- [15] LI H, ZHU J, ZHANG F, et al. Growth stage-dependant variability in water vapor and CO₂ exchanges over a humid alpine shrubland on the northeastern Qinghai-Tibetan Plateau[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2019, 268: 55-62.
- [16] LI H, ZHANG F, LI Y, et al. Thirty-year variations of above-ground net primary production and precipitation-use efficiency of an alpine meadow in the north-eastern Qinghai-Tibetan Plateau[J]. Grass and Forage Science, 2015, 71(2): 208-218.

- [17] 张法伟, 李英年, 李红琴, 等. 青藏高原3种主要植被类型的表观量子效率和最大光合速率的比较[J]. 草地学报, 2007, 15(5): 442-448.
- [18] 李春, 何洪林, 刘敏, 等. ChinaFLUX CO₂通量数据处理系统与应用[J]. 地球信息科学学报, 2008, 10(5): 557-565.
- [19] 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). (2018-12-29). DOI:10.11922/csdata.2018.0028.zh.
- [20] AUBINET M, VESALA T, PAPAIE D. Eddy Covariance: A Practical Guide to Measurement and Data Analysis[M]. Netherlands: Springer, 2012.

论文引用格式

张法伟, 李红琴, 赵亮, 等. 2003–2010年海北高寒灌丛碳水热通量观测数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2021, 6(1). (2020-05-20). DOI: 10.11922/csdata.2020.0034.zh.

数据引用格式

张法伟, 李红琴, 赵亮, 等. 2003–2010 年海北高寒灌丛碳水热通量观测数据集[DB/OL]. Science Data Bank, 2020. (2020-05-20). DOI: 10.11922/sciencedb.1007.

An observation dataset of carbon, water and heat fluxes over an alpine shrubland in Haibei (2003–2010)

ZHANG Fawei^{1,2}, LI Hongqin², ZHAO Liang¹, ZHANG Leiming³, CHEN Zhi³,
ZHU Jingbin¹, XU Shixiao¹, YANG Yongsheng¹, ZHAO Xinquan¹,
YU Guirui³, LI Yingnian^{1*}

1. Key Laboratory of Adaptation and Evolution of Plateau Biota, Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, P.R. China
2. College of Life Sciences, Luoyang Normal University, Luoyang 471934, P.R. China
3. Key Laboratory of Ecosystem Network Observation and Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, P.R. China

* Email: ynli@nwipb.cas.cn

Abstract: Alpine shrublands are an important vegetation on the Qinghai-Tibetan Plateau, a hotspot and sensitive area of global climate change. The spatial-temporal pattern and ecological process of their carbon, water, and heat fluxes are one of the most important keys to exploring the ecological function of the Plateau. Haibei National Field Research Station for Alpine Grassland (Haibei Station) is a field station of ChinaFLUX, which has used the eddy covariance technique to monitor the carbon, water, and heat fluxes over an alpine *Potentilla fruticosa* shrubland for 17 years since 2003. In order to promote the development of carbon, water, and heat fluxes and other related researches in the Qinghai-Tibetan Plateau and even in the global alpine ecosystems, we plan to publish the routine meteorological data of carbon, water and heat fluxes over an alpine

shrubland observed from 2003 to 2010. This dataset includes routine meteorological data subset (air temperature, air relative humidity, water vapor pressure, wind speed, wind direction, soil temperature, soil moisture, total radiation, net radiation, photosynthetically active radiation, and precipitation) and carbon, water, and heat fluxes data subset (net ecosystem CO₂ exchange, ecosystem CO₂ respiration, gross ecosystem CO₂ exchange, latent heat flux, and sensible heat flux) on a half-hour, day, month, and year scale. This dataset provides field observational data support for scientific knowledge, remote sensing retrieval, and model validation in exploring spatiotemporal patterns of carbon, water, and heat exchanges in alpine shrubland ecosystems.

Keywords: eddy covariance technique; carbon, water and heat fluxes; alpine shrubland; *Potentilla fruticosa*; Qinghai-Tibetan Plateau

Dataset Profile

Title	An observation dataset of carbon, water and heat fluxes over an alpine shrubland in Haibei (2003–2010)
Correspondence	LI Yingnian (ynli@nwipb.cas.cn)
Data producers	Observer: ZHANG Fawei, LI Hongqin, ZHAO Liang, ZHANG Leiming, CHEN Zhi, ZHU Jingbin, XU Shixiao, YANG Yongsheng, ZHAO Xinquan, YU Guirui, LI Yingnian Director: LI Yingnian
Time range	2003–2010
Study site	Haibei National Field Research Station for alpine grassland ecosystem, Menyuan county, Qinghai Province, China (37°37'N, 101°19'E)
Ecosystem type	Alpine <i>Potentilla fruticosa</i> Shrubland
Data amount	36 MB
Data format	*.xlsx
Data service system	< http://www.cnerm.org.cn/data/initDRsearch?cid=SYC_A02 > < http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/1007 >
Source of funding	National Key R&D Program (2017YFA0604801); National Natural Science Foundation of China (41877547, 32001149); Qinghai R&D Infrastructure and Facility Development Program (2018-ZJ-T09); Strategic Priority Research Program of the Chinese Academy of Sciences (XDA19020302).
Dataset composition	The dataset includes routine meteorological data (air temperature, relative humidity, water vapor, wind velocity, wind direction, atmosphere pressure, soil temperature, soil moisture, total radiation, net radiation, photosynthetically active radiation, and precipitation) and carbon, water, and heat fluxes data (net ecosystem CO ₂ exchange flux, ecosystem CO ₂ respiration, gross ecosystem CO ₂ exchange flux, latent heat flux, and sensible heat flux) on a half-hour, day, month, and year scale, in which the half-hour flux data are interpolated data.