



文献 CSTR:

32001.14.11-6035.csd.2024.0099.zh



文献 DOI:

10.11922/11-6035.csd.2024.0099.zh

数据 DOI:

10.11888/Atmos.tpd.301184

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2024-05-14

开放同评: 2024-07-05

录用日期: 2024-10-08

发表日期: 2024-12-27

* 论文通信作者

刘绍民: smliu@bnu.edu.cn

2013–2022 年黑河流域中下游绿洲荒漠区域碳水 通量及气象要素观测数据集

徐自为¹, 刘绍民^{1*}, 车涛², 任志国², 谭俊磊², 张阳²

1. 北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室, 地理科学学部, 北京 100875

2. 中国科学院西北生态环境资源研究院, 兰州 730000

摘要: 绿洲-荒漠系统碳水循环的观测和研究对绿洲稳定和可持续发展有重要的意义。本研究以黑河流域中游人工绿洲荒漠和下游天然绿洲荒漠区域为研究对象, 基于在该区域建立的 12 个观测站点, 系统整理了 2013–2022 年 11 套涡动相关仪、12 套自动气象站和 2 组闪烁仪观测获取的碳水通量和气象要素数据。观测项目包括生态系统净碳交换量、蒸散发(潜热通量)、感热通量、空气温度、空气相对湿度、风速、风向、向下/上短波辐射、向下/上长波辐射、净辐射、大气压、降水、红外辐射温度、光合有效辐射、土壤温度与土壤水分廓线、土壤热通量、平均土壤温度等。本数据集经过了严格的数据处理与质量控制, 可用于干旱区绿洲荒漠区域生态水文过程、碳水通量变化特征及耦合机制等研究, 并为相关模式或遥感产品的真实性检验提供可靠的验证数据。

关键词: 黑河流域中下游; 绿洲荒漠区域; 涡动相关仪; 自动气象站; 闪烁仪

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	2013–2022 年黑河流域中下游绿洲荒漠区域碳水通量及气象要素观测数据集
数据通信作者	刘绍民(smliu@bnu.edu.cn)
数据作者	刘绍民、车涛、徐自为、任志国、谭俊磊、张阳
数据时间范围	2013–2022 年
地理区域	地理范围: 100°15'0"–101°7'50"N, 38°45'0"–42°06'36"E, 包括人工绿洲荒漠和天然绿洲荒漠区域 地理区域: 甘肃张掖, 内蒙古额济纳旗
数据量	1.29 GB
数据格式	*.xlsx
数据服务系统网址	https://doi.org/10.11888/Atmos.tpd.301184 https://www.scidb.cn/doi/10.11888/Atmos.tpd.301184
基金项目	国家自然科学基金(91125002、42171461)
数据库(集)组成	数据集包括黑河流域中下游 12 个观测站点的涡动相关仪(11 站)、自动气象站(12 站)和闪烁仪(2 站)3 套观测数据, 总计 173 个文件。

引言

干旱半干旱区占全球陆地面积约 30%^[1-2]。在气候变化背景下，干旱区面积也呈现递增趋势^[3]。我国的干旱、半干旱地区占国土面积超过 40%，尤其是西北干旱区，依靠不到 10% 面积的绿洲养育着 90% 以上的人口^[4-6]。绿洲和荒漠是干旱半干旱区主要的生态景观，绿洲普遍处于荒漠的包围中或边缘地带，绿洲-荒漠系统的稳定对保障该区域生态环境和农业生产、人类生活等有重要的作用。因此，有必要观测和研究绿洲-荒漠系统的动量、能量、水分的循环过程^[7]。

黑河流域是我国第二大内陆河，横跨青海、甘肃和内蒙三个省份（自治区）。黑河流域以水为纽带，形成了“山区冰冻圈-森林-草原-绿洲-荒漠”的多元自然景观^[8-9]。流域以甘肃省境内的莺落峡与正义峡为界，分为上、中、下游。它的中、下游为典型的人工绿洲和天然绿洲区域，自然景观独具特色，但生态环境十分脆弱。自 20 世纪 90 年代已经在黑河流域中下游开展了多次大型的观测试验，如黑河地区地气相互作用观测试验研究（HEIFE，1990–1992）^[10]、金塔绿洲能量与水分循环过程观测试验（2005–2008）^[11]、黑河综合遥感联合试验（WATER，2007–2010）^[8]、黑河生态水文遥感试验（HiWATER，2012–2017）^[12]，以及目前业务化运行的黑河流域地表过程综合观测网（2012–至今）^[9]等。黑河流域处于丝绸之路经济带的核心地段，它的观测和研究对丝绸之路经济带上的其他内陆河流域具有很高的借鉴和推广应用价值^[7]。

国内外针对绿洲荒漠区域的数据集鲜有报道和发布，仅有针对绿洲^[13]或绿洲荒漠区域短期加强试验数据集^[14]发布，长时间序列数据集尚未见到。本数据集同时包括黑河流域人工和天然绿洲荒漠区域，并系统对该数据集近十年长时间序列碳水通量和气象要素观测数据进行了描述，以论文的形式进一步推动观测数据集的开放共享，方便更多学者开展干旱脆弱生态区绿洲荒漠的研究。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据来源

黑河流域中、下游的主要景观为绿洲和荒漠，其中中游是干旱区，年降水和平均气温分别为 184.83 mm 和 7.29°C（1979–2018 年），为人工绿洲荒漠区域，下垫面主要为绿洲内作物（玉米）、防护林/果园、居民地、湿地以及绿洲外的戈壁、沙漠和荒漠等；下游是极端干旱区，年降水和平均气温分别为 37.31 mm 和 9.75°C（1979–2018 年），为天然绿洲荒漠区域，下垫面主要为绿洲内的河岸林（胡杨和柽柳）、农田（瓜地）、裸地和居民地以及绿洲外居延海和大面积的荒漠^[7]。自 2012 年开始在黑河流域中游张掖绿洲荒漠区域建立了 6 个观测站，包括绿洲内 2 个观测站点及周边的荒漠、戈壁、沙漠和湿地 4 个观测站（其中戈壁和沙漠观测站点在 2015 年拆除）（图 1）。2013 年开始在黑河流域下游额济纳绿洲荒漠区域建立了 6 个观测站，包括绿洲内 5 个站点（柽柳、柽柳和胡杨混合、胡杨、裸地和农田），荒漠区域 1 个观测站（其中胡杨、裸地和农田观测站点在 2015 年拆除）（图 2）。站点信息详见表 1。

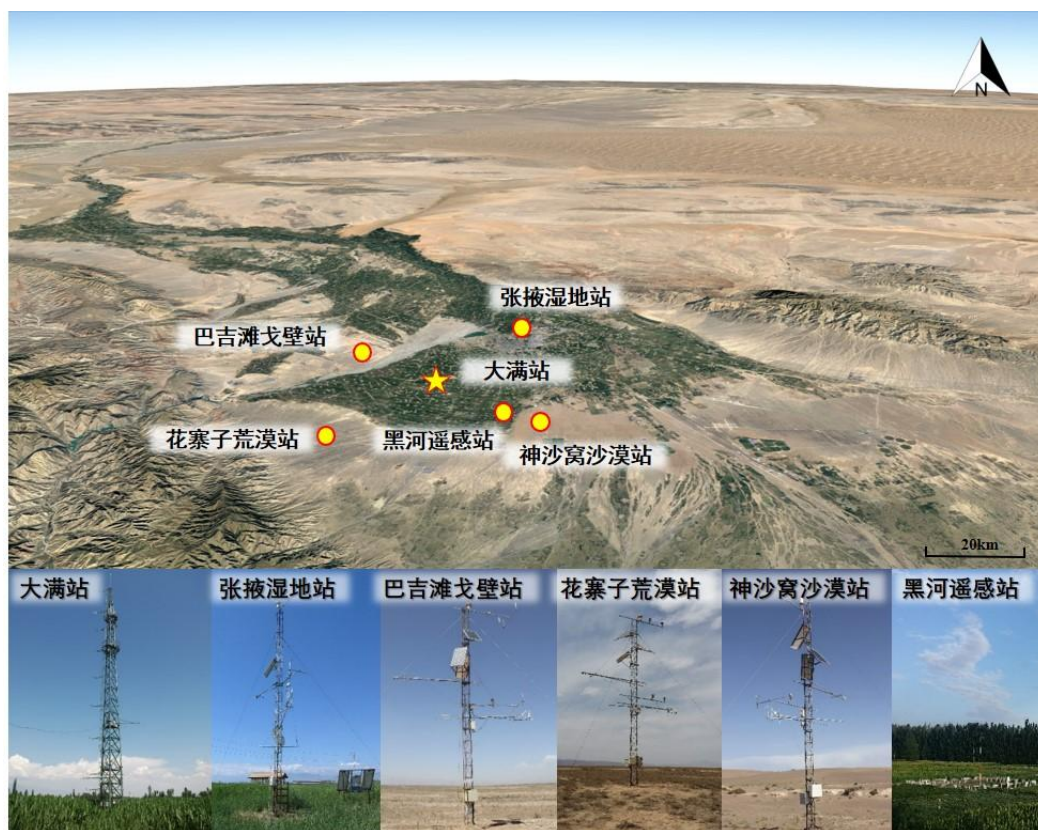


图 1 中游人工绿洲荒漠区域观测站点

Figure 1 Sites in the artificial oasis-desert area over middle reaches



图 2 下游天然绿洲荒漠区域观测站点

Figure 2 Sites in the natural oasis-desert area over lower reaches

表 1 观测站点信息

Table 1 Information of observation site

观测站点	经度 (°, E)	纬度 (°, N)	海拔 (m)	下垫面	时间段
大满站	100.3722	38.8555	1556	玉米	2013.1–至今
张掖湿地站	100.4464	38.9751	1460	芦苇	2013.1–至今
花寨子荒漠站	100.3186	38.7652	1731	盐爪爪	2013.1–至今
黑河遥感站	100.4756	38.8270	1560	草地	2015.1–至今
巴吉滩戈壁站	100.3042	38.9150	1562	红砂	2013.1–2015.4
神沙窝沙漠站	100.4933	38.7892	1594	沙漠	2013.1–2015.4
四道桥站	101.1374	42.0012	873	怪柳	2013.7–至今
混合林站	101.1335	41.9903	874	胡杨和怪柳	2013.7–至今
荒漠站	100.9872	42.1135	1054	红砂	2015.5–至今
胡杨林站	101.1239	41.9932	876	胡杨	2013.7–2015.12
裸地站	101.1326	41.9993	878	裸地	2013.7–2015.12
农田站	101.1338	42.0048	875	瓜地	2013.7–2015.10

1.2 数据采集方法

本数据集包含了 12 个观测站点近 10 年的观测数据，主要包括涡动相关仪和闪烁仪观测的二氧化碳、潜热和感热等通量数据，以及自动气象站/气象要素梯度观测系统观测的空气温湿度、风速风向、光合有效辐射、向下/上短波辐射、向下/上长波辐射、净辐射、降水量、土壤热通量、土壤温湿度廓线、红外辐射温度、平均土壤温度等数据。各测定要素所采用的主要分析仪器、仪器制造商及安装高度等信息详见表 2 和表 3。

表 2 碳水通量观测数据信息

Table 2 Information of carbon and water fluxes data

观测系统	观测要素	分析仪器	仪器制造商	观测站点及安装高度
涡动相关仪	二氧化碳通量，潜热通量，感热通量	CSAT3 and Li7500	Campbell and Li-Cor, USA	巴吉滩戈壁、神沙窝沙漠、花寨子荒漠：4.6 m； 胡杨林：22 m；裸地：3 m；农田：3.5 m
		CSAT3 and Li7500A	Campbell and Li-Cor, USA	大满：4.5 m
		CSAT3 and Li7500DS	Campbell and Li-Cor, USA	四道桥：8 m；混合林：22 m
		CSAT3 and EC155	Campbell, USA	大满：3.5 m；荒漠：4.5 m
		Windmaster and Li7500A	Gill, UK and Li-Cor, USA	张掖湿地：5.2 m
近红外闪	感热通	BLS900&MWSC160	Scintec/RPG, Germany	有效高度（大满：23.92 m） 光径长度（大满：1854 m）

观测系统	观测要素	分析仪器	仪器制造商	观测站点及安装高度
烁仪&微波闪烁仪	量、潜热 通量	BLS900	Scintec, Germany	有效高度（四道桥：25.5 m）
		BLS450		光径长度（四道桥：2350 m）
		RRS460	北京雨根科技有限公司，中国	有效高度（大满：22.45 m） 光径长度（大满：1854 m）

表 3 气象要素观测数据信息

Table 3 Information of meteorological observation data

观测系统	观测要素	分析仪器	仪器制造商	观测站点及安装高度
自动气象站 /气象要素 梯度观测系 统	风速/风向	03002	RM Young, USA	湿地：5 m, 10 m
		010C/020C	Met One, USA	黑河遥感：10 m，胡杨林：28 m，荒漠：5 m, 10 m
		03001	RM Young, USA	混合林：28 m
		Windsonic	Gill, UK	大满：3 m, 5m, 10 m, 15 m, 20 m, 30 m, 40 m；花寨子：5 m, 10m；四道桥：5 m, 7 m, 10 m, 15 m, 20 m, 28 m
	空气温湿度	HMP45D	Vaisala, Finland	混合林：28 m
		HMP45A	Vaisala, Finland	花寨子：5 m, 10 m
		HMP45AC	Vaisala, Finland	戈壁、神沙窝、湿地、荒漠：5 m, 10 m；黑河遥感：5 m；胡杨林：28 m
		HC2S3	Campbell, USA	四道桥：5 m, 7 m, 10 m, 15 m, 20 m, 28 m
		AV-14TH	Avalon, USA	大满：3 m, 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 30 m, 40m
	降水量	TR-525M	Texas Electronics, USA	湿地
		TE525MM	Campbell, USA	大满、戈壁、黑河遥感、四道桥、荒漠、花寨子
		52203	RM Young, USA	神沙窝、混合林
	气压	PTB110	Vaisala, Finland	戈壁、神沙窝、荒漠
		AV-410BP	Avalon, USA	混合林
		PTB210	Vaisala, Finland	花寨子
		CS100	Campbell, USA	大满、湿地、黑河遥感、四道桥
	四分量辐射	CNR4	Kipp&Zonen, Netherland	黑河遥感：1.5 m；四道桥：10 m；混合林：24 m；胡杨林：24 m；农田、裸地：4.5 m
		CNR1	Kipp&Zonen, Netherland	戈壁、神沙窝、湿地、花寨子、荒漠：6 m
		PSP&PIR	Eppley, USA	大满：12 m
	光合有效辐射	LI-190SB	Li-Cor, USA	大满：12 m
		PQS-1	Kipp&Zonen,	四道桥：10 m；混合林、胡杨林：24 m；

观测系统	观测要素	分析仪器	仪器制造商	观测站点及安装高度
	红外辐射温度		Netherland	农田：4.5 mm
		SI-111	Apogee, USA	花寨子、湿地、荒漠：6 m；黑河遥感、四道桥：10 m；混合林、胡杨林：24 m；农田、裸地：4.5 m
		IRTC3	Avalon, USA	大满：12 m；戈壁、神沙窝：6 m
	土壤温度廓线	109ss-L	Campbell, USA	湿地：0 m, -0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.6 m, -1 m)；黑河遥感：0 m, -0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.8 m, -1.2 m, -1.6 m)；四道桥：0 m, -0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.8 m, -1.2 m, -1.6 m, -2 m)；胡杨林：0 m, -0.02 m, -0.04 m)
		AV-10T	Avalon, USA	戈壁、荒漠：0 m, -0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.6 m, -1 m)；大满：0 m, -0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.8 m, -1.2 m, -1.6 m)；混合林：0 m, -0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.6 m, -1 m, -1.6 m, -2 m, -2.4 m)；农田、裸地：0 m, -0.02 m, -0.04 m
		109	Campbell, USA	神沙窝：0 m, -0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.6 m, -1 m
		AV-10T	Campbell, USA	花寨子：0 m, -0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.6 m, -1 m
	土壤水分廓线	ECH ₂ O-5	Decagon Devices, USA	戈壁：-0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.6 m, -1 m
		CS616	Campbell, USA	神沙窝：-0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.6 m, -1 m；大满、黑河遥感：-0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.8 m, -1.2 m, -1.6 m
		ML2X	Delta-T, UK	花寨子：-0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.6 m, -1 m；四道桥：-0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.8 m, -1.2 m, -1.6 m, -2 m)；混合林：-0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.6 m, -1 m, -1.6 m, -2 m, -2.4 m；胡杨林、农田、裸地：-0.02 m, -0.04 m
		ML3	Delta-T, UK	荒漠：-0.02 m, -0.04 m, -0.1 m, -0.2 m, -0.4 m, -0.6 m, -1 m
	土壤热通量	HFP01	Hukseflux, Netherland	神沙窝、湿地、花寨子、黑河遥感、混合林、胡杨林、农田、裸地：-0.06 m

观测系统	观测要素	分析仪器	仪器制造商	观测站点及安装高度
		HFT3	Campbell, USA	戈壁、荒漠：-0.06 m
		HFP01SC	Hukseflux, Netherland	大满、四道桥：-0.06 m
	平均土壤温度	TCAV	Campbell, USA	大满、四道桥：-0.02 m, -0.04 m

1.3 数据加工、处理方法

本文观测数据主要包括涡动相关仪、自动气象站和闪烁仪，其处理步骤请参考徐自为等（2023）中国科学数据文章^[14]，以下做简单介绍。

涡动相关仪观测数据的处理从原始 10 Hz 湍流数据开始，经过一系列处理步骤，如野点剔除、坐标旋转、延时校正、空气密度效应校正、频率响应校正等，最后得到 30 分钟平均周期通量结果，并结合数据采集器在线处理结果，得到最终 30 分钟平均周期通量。在此基础上，进行数据筛选和质量控制工作，如仪器出错剔除、降水剔除等。此外，根据湍流平稳性与发展充分性检验给出各时段通量观测数据的质量标识：质量好（1–3）、质量较好（4–6）、质量中等（7–8）、质量差（9）（2013–2017 年数据采用的是三级质量分级指标，质量好 0，质量中等 1，质量差 2）。

自动气象站的观测数据的处理与质量控制主要是检查和整理的过程，即检查各个气象要素的变化特征及量级是否正确，剔除明显超出物理意义或超出仪器量程的数据。

闪烁仪观测数据的处理从空气折射指数结构参数（ C_n^2 ）开始，经过饱和剔除、弱信号强度剔除、降水剔除等，结合自动气象站观测数据，基于莫宁奥布霍夫相似理论，通过迭代计算得到 30 分钟平均周期通量。

2 数据样本描述

2.1 数据集命名规则及数据量

本数据集命名方式为“****年黑河流域地表过程综合观测网+站点名称+观测设备”，如“2020 年黑河流域地表过程综合观测网大满站涡动相关仪”。本数据集为 2013–2022 年在黑河流域中下游观测的涡动相关仪、闪烁仪和自动气象站观测数据，共包括 12 个观测站点，总计 173 个文件，总数据量 1.29 GB。

2.2 数据文件示例

为增强各个观测站点数据的可读性和可对比性，本数据集对各个观测点碳水通量观测数据和气象数据制定了统一的数据表头（表 4 和表 5），其中表 3 中包括了涡动相关仪（第 2–15 行），大孔径闪烁仪（第 16–17 行）2 种通量观测设备的表头。

表 4 碳水通量等数据表头说明

Table 4 Table headers of water vapor-heat-carbon fluxes data

序号	数据项	计量单位	数据项说明	示例
1	年/月/日 时间	-	日期/时间	2018/7/22 12:00
2	Wdir	°	风向	45.64
3	Wnd	m/s	风速	0.90

序号	数据项	计量单位	数据项说明	示例
4	Std_Uy	m/s	侧向风速标准差	0.32
5	Tv	°C	超声虚温	25.30
6	H ₂ O	g/m ³	水汽浓度	20.10
7	CO ₂	mg/m ³	二氧化碳浓度	501.63
8	Ustar	m/s	摩擦风速	0.14
9	L	m	奥布霍夫长度	97.85
10	Hs	W m ⁻²	感热通量	-2.21
11	LE	W m ⁻²	潜热通量	163.18
12	Fc	mg m ⁻² s ⁻¹	净生态系统 CO ₂ 通量	-1.09
13	QA_Hs	-	感热通量质量标识	1
14	QA_LE	-	潜热通量质量标识	1
15	QA_Fc	-	二氧化碳通量质量标识	1
16	C _n ²	m ^{-2/3}	空气折射指数结构参数	4.40E-16
17	H_LAS	W m ⁻²	感热通量	8.79

表 5 气象数据表头说明

Table 5 Table headers of meteorological data

序号	数据项	计量单位	数据项说明	示例
1	年/月/日 时间	-	日期/时间	2018/7/22 12:00
2	Ta_*m	°C	*m 处空气温度	23.42
3	RH_*m	%	*m 处相对湿度	67.09
4	Ws_*m	m/s	*m 处风速	0.90
5	WD_*m	°	*m 处风向	70.53
6	Rain	mm	降雨量	0.00
7	DR	W m ⁻²	向下短波辐射	317.60
8	UR	W m ⁻²	向上短波辐射	66.81
9	DLR_Cor	W m ⁻²	向下长波辐射	391.40
10	ULR_Cor	W m ⁻²	向上长波辐射	440.30
11	Rn	W m ⁻²	净辐射	201.90
12	IRT	°C	红外辐射温度	24.33
13	Gs	W m ⁻²	土壤热通量	0.45
14	Ms_*cm	%	土壤水分	14.03
15	Ts_*cm	°C	土壤温度	20.50
16	TCAV	°C	平均土壤温度	20.42
17	Press	hPa	气压	837
18	PAR	μmol m ⁻² s ⁻¹	光合有效辐射	686.20

3 数据质量控制和评估

所有站点的观测数据均采用统一的数据处理方法^[14-15]，十分钟或半小时尺度上，在去除断电以及仪器故障等引起的明显异常观测数据后，不同站点净生态系统生产力（二氧化碳通量）、潜热通量（蒸散发）和感热通量的有效数据比例在 87%左右，以上表明本数据集较连续，数据质量较好（表 6）。

表 6 碳水通量观测数据质量评估（2013–2022）

Table 6 Quality assessment of carbon-water vapor fluxes data (2013–2022)

站点	二氧化碳通量	潜热通量/蒸散发	感热通量
大满站	90.6%	90.7%	92.7%
张掖湿地站	90.6%	90.9%	92.3%
巴吉滩戈壁站	89.2%	84.2%	92.0%
花寨子荒漠站	88.9%	89.5%	91.9%
神沙窝沙漠站	80.0%	81.1%	95.9%
四道桥站	91.7%	89.0%	97.6%
混合林站	79.1%	86.6%	87.4%
胡杨林站	83.2%	83.3%	93.8%
裸地站	96.0%	94.2%	97.0%
农田站	87.9%	88.1%	88.6%
荒漠站	88.9%	89.4%	91.9%

4 数据价值

本数据集已在国家青藏高原科学数据中心（<https://doi.org/10.11888/Atmos.tpd.c.301184>）和科学数据银行（<https://www.scidb.cn/doi/10.11888/Atmos.tpd.c.301184>）发布。数据集包括了人工绿洲荒漠区域和天然绿洲荒漠区域 12 个观测站点连续 10 年的气象和碳水通量数据，可用于内陆河流域绿洲荒漠区域碳水通量的变化特征以及不同尺度通量观测数据比较分析等研究，并可作为相关遥感模型或模式模拟结果的验证数据。

数据作者分工职责

徐自为（1981—），男，吉林省人，博士，教授级高级工程师，研究方向为地表水热碳通量观测方法与分析。主要承担工作：数据测量和论文撰写。

刘绍民（1967—），男，浙江省人，博士，教授，研究方向为水文气象与遥感。主要承担工作：总体把握和论文修改。

车涛（1976—），男，河北人，博士，研究员，研究方向为冰冻圈遥感。主要承担工作：总体把握和论文修改。

任志国（1988—），男，甘肃省人，硕士，工程师，研究方向为地表水热碳通量观测方法。主要承

担工作：数据测量和论文撰写。

谭俊磊（1983—），男，河北省人，博士，高级工程师，研究方向为植被定量遥感。主要承担工作：数据分析和论文撰写。

张阳（1982—），男，甘肃省人，硕士，工程师，研究方向为地表水热碳通量观测方法。主要承担工作：数据处理和论文撰写。

参考文献

- [1] KARRAR G, STILES D. The global status and trend of desertification[J]. *Journal of Arid Environments*, 1984, 7(4): 309–312. DOI: 10.1016/S0140-1963(18)31347-8.
- [2] SCANLON B R, KEESE K E, FLINT A L, et al. Global synthesis of groundwater recharge in semiarid and arid regions[J]. *Hydrological Processes*, 2006, 20(15): 3335–3370. DOI: 10.1002/hyp.6335.
- [3] HUANG J P, YU H P, GUAN X D, et al. Accelerated dryland expansion under climate change[J]. *Nature Climate Change*, 2016, 6: 166–171. DOI: 10.1038/nclimate2837.
- [4] CHU P C, LU S H, CHEN Y C. A numerical modeling study on desert oasis self-supporting mechanisms[J]. *Journal of Hydrology*, 2005, 312(1/2/3/4): 256–276. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2005.02.043.
- [5] LI X, YANG K, ZHOU Y Z. Progress in the study of oasis-desert interactions[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2016, 230: 1–7. DOI: 10.1016/j.agrformet.2016.08.022.
- [6] ZHOU Y Z, LIAO W L, LI X. The contributions of individual factors to the oasis cold island effect intensity in the Heihe River Basin[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2022, 312: 108706. DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108706.
- [7] LIU S M, XU Z W, CHE T, et al. A dataset of energy, water vapor, and carbon exchange observations in oasis–desert areas from 2012 to 2021 in a typical endorheic basin[J]. *Earth System Science Data*, 2023, 15(11): 4959–4981. DOI: 10.5194/essd-15-4959-2023.
- [8] LI X, LI X W, LI Z Y, et al. Watershed allied telemetry experimental research[J]. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2009, 114(D22): e2008jd011590. DOI: 10.1029/2008jd011590.
- [9] LIU S M, LI X, XU Z W, et al. The Heihe integrated observatory network: a basin-scale land surface processes observatory in China[J]. *Vadose Zone Journal*, 2018, 17(1): 1–21. DOI: 10.2136/vzj2018.04.0072.
- [10] WANG J M, MITSUTA Y. Evaporation from the desert: Some preliminary results of HEIFE[J]. *Boundary-Layer Meteorology*, 1992, 59(4): 413–418. DOI: 10.1007/BF02215461.
- [11] WEN X H, LU S H, JIN J M. Integrating remote sensing data with WRF for improved simulations of oasis effects on local weather processes over an arid region in Northwestern China[J]. *Journal of Hydrometeorology*, 2012, 13(2): 573–587. DOI: 10.1175/jhm-d-10-05001.1.
- [12] LI X, CHENG G D, LIU S M, et al. Heihe watershed allied telemetry experimental research (HiWATER): scientific objectives and experimental design[J]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2013, 94(8): 1145–1160. DOI: 10.1175/bams-d-12-00154.1.
- [13] 吉喜斌, 赵文智, 金博文, 等. 2012–2015 年河西走廊中部绿洲农田生态系统水热碳通量观测数据集[J/OL]. *中国科学数据*, 2023, 8(3). (2023-09-21). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2023.0025.zh. [JI X B, ZHAO W Z, JIN B W, et al. A dataset of water, heat, and carbon fluxes of an oasis agroec

cosystem in the middle areas of the Hexi Corridor(2012 – 2015)[J/OL]. China Scientific Data, 2023, 8(3). (2023-09-21). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2023.0025.zh.]

[14] 徐自为, 刘绍民, 李新, 等. 2012 年张掖绿洲-荒漠区域水热碳通量及气象要素观测矩阵数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2023, 8(3). (2023-08-29). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2023.0108.zh. [XU Z W, LIU S M, LI X, et al. Water vapor-heat-carbon fluxes and meteorological observation matrix dataset in 2012 over Zhangye oasis-desert area[J/OL]. China Scientific Data, 2023, 8(3). (2023-08-29). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2023.0108.zh.]

[15] 徐自为, 刘绍民, 肖青, 等. 2013–2020 年海河流域农田水热碳通量及气象要素观测数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2024, 9(1). (2024-03-24). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2023.0168.zh. [XU Z W, LIU S M, XIAO Q, et al. A dataset of water vapor-heat-carbon fluxes and meteorological observations in croplands of Hai River Basin from 2013 to 2020[J/OL]. China Scientific Data, 2024, 9(1). (2024-03-24). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2023.0168.zh.]

论文引用格式

徐自为, 刘绍民, 车涛, 等. 2013–2022 年黑河流域中下游绿洲荒漠区域碳水通量及气象要素观测数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2024, 9(4). (2024-12-27). DOI:10.11922/11-6035.csd.2024.0099.zh.

数据引用格式

刘绍民, 车涛, 徐自为, 等. 2013–2022 年黑河流域中下游绿洲荒漠区域碳水通量及气象要素观测数据集[DS/OL]. V1. 国家青藏高原科学数据中心, 2024. (2024-04-17). DOI: 10.11888/Atmos.tpd.c.301184.

A dataset of carbon and water vapor fluxes and meteorological observations in the middle and lower reaches of the oasis-desert region of the Heihe river basin from 2013 to 2022

XU Ziwei¹, LIU Shaomin^{1*}, CHE Tao², REN Zhiguo², TAN Junlei², ZHANG Yang²

1. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, P. R. China

2. Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, P. R. China

*Email: smliu@bnu.edu.cn

Abstract: The observation and research of carbon and water cycle in oasis and desert systems are of great significance to the stability and sustainable development of oases. This study focuses on the artificial oasis-desert area and natural oasis-desert area in the middle and lower reaches of the Heihe River Basin, respectively. Based on the 12 sites conducted in the region during 2013 to 2022, we processed the carbon-water fluxes and meteorological data carefully from 11 eddy covariance systems, 12 automatic weather

stations, and 2 group scintillometers. The observation parameters encompass a wide range of elements, including ecosystem net carbon exchange, evapotranspiration (latent heat flux), sensible heat flux, air temperature, relative humidity, wind speed, wind direction, downward/upward short wave radiation, downward/upward long wave radiation, net radiation, atmospheric pressure, precipitation, infrared radiation temperature, photosynthetic effective radiation, soil temperature and soil moisture profile, soil heat flux and average soil temperature. This dataset was generated after rigorous data processing and quality control, and it can be used to study the ecological hydrological processes, and the characteristics and coupling mechanisms of carbon and water fluxes in oasis-desert areas. Moreover, it can provide a strong data foundation for model simulation or remote sensing estimation results.

Keywords: the middle and lower reaches of Heihe river basin; oasis-desert area; eddy covariance system; automatic weather station; scintillometer

Dataset Profile

Title	A dataset of carbon and water vapor fluxes and meteorological observations in the middle and lower reaches of the oasis-desert region of the Heihe river basin from 2013 to 2022
Data corresponding author	LIU Shaomin (smliu@bnu.edu.cn)
Data authors	LIU Shaomin, CHE Tao, XU Ziwei, REN Zhiguo, TAN Junlei, ZHANG Yang
Time range	2013–2022
Geographical scope	Geographical scope: 100°15'0"–101°7'50"N, 38°45'0"–42°06'36"E, including artificial oasis-desert area and natural oasis-desert area Geographical area: Zhangye city in Gansu province, Ejin banner in Inner Mongolia autonomous region
Data volume	1.29 GB
Data format	*.xlsx
Data service system	< https://doi.org/10.11888/Atmos.tpd.c.301184 > < https://www.scidb.cn/doi/10.11888/Atmos.tpd.c.301184 >
Sources of funding	National Natural Science Foundation of China (91125002, 42171461)
Dataset composition	The dataset includes three sets of data: eddy covariance system (EC, 11 sites), automatic weather station (AWS, 10 sites), and scintillometer (2 sites) in the middle and lower reaches of Heihe river basin. A total of 173 files in 12 stations were included.