

引用格式:徐自为,刘绍民,车涛,等.黑河流域地表过程综合观测网的运行、维护与数据质量控制[J].资源科学,2020,42(10):1975-1986. [Xu Z W, Liu S M, Che T, et al. Operation and maintenance and data quality control of the Heihe integrated observatory network[J]. Resources Science, 2020, 42(10): 1975-1986.] DOI: 10.18402/resci.2020.10.14

黑河流域地表过程综合观测网的运行、维护与数据质量控制

徐自为¹,刘绍民¹,车涛²,张阳²,任志国²,吴阿丹²,谭俊磊²,朱忠礼¹,
徐同仁¹,马焘³

(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; 3. 中国地质调查局廊坊自然资源综合调查中心,廊坊 065000)

摘要:当前,以全球、区域(流域)为单元建立分布式的观测网已成为陆地表层系统观测的主流方向,而良好的运行与维护、严格的数据质量控制是获取高质量观测数据的前提。本文以中国第二大内陆河黑河流域为例,概述了黑河流域地表过程综合观测网的相关情况,总结了该观测网的运行与维护以及数据质量控制的研究进展,主要包括:日-旬-月-年尺度的运行与维护流程,由仪器比对与标定、数据处理、筛选与审核等构成的数据质量控制流程等。以2018年3个超级站为例展示了观测数据成果,并介绍了黑河流域地表过程综合观测网的成效。本文的研究成果将对“丝绸之路经济带”上许多相近内陆河流域的野外观测与数据质量控制等工作起到借鉴作用。

关键词:流域观测网;运行与维护;数据质量控制;黑河流域;超级站;普通站

DOI :10.18402/resci.2020.10.14

1 引言

陆地表层系统指陆地表面上至大气对流层顶,下至岩石圈上层的范围,由大气圈、水圈、岩石圈、冰雪圈和生物圈相互作用、相互渗透而形成的综合体,从严格意义上包括陆地上发生的所有物理、化学、生物和水文过程^[1,2]。观测研究一直是陆地表层系统科学发展的重要手段,国际上一系列重要计划(国际地圈-生物圈计划(International Geosphere-Biosphere Programme, IGBP)、世界气候研究计划(World Climate Research Programme, WCRP)、未来地球科学计划(Future Earth)等)都把观测作为解释和理解陆地表层系统的变化及其驱动过程的首要手段^[3],可见野外科学观测非常重要,应给予高度重

视^[4]。过去几十年,为改善对陆地表层系统的认识与理解,在全球不同的类型区开展了全面、系统的观测试验。陆地表层系统观测试验的发展主要经历了3个阶段:20世纪80—90年代开展的大型野外观测试验,20世纪90年代起构建的区域或全球通量观测网络,以及21世纪以来兴起的流域观测网。以流域为单元开展天地空一体化综合观测是当前陆地表层系统科学研究,尤其是流域集成研究中的一个重要趋势^[5-7]。

高质量的观测数据不仅可为相关学科的发展提供基础数据支撑,也可为政府的宏观决策提供科学依据。在长期野外观测过程中,保证仪器设备良好工作状态和正常运转,达到所需要的观测精度,

收稿日期:2020-05-12;修订日期:2020-07-18

基金项目:黑河流域自然资源要素综合观测试点项目(DD20208065);国家自然科学基金项目(41771364);自然资源要素综合观测数据集成与应用服务项目(DD20208067)。

作者简介:徐自为,男,吉林梨树人,博士,高级工程师,主要研究方向为地表水热通量的观测与分析。E-mail: xuzw@bnu.edu.cn

是获取可靠、连续观测数据的前提。然而,地表异质性和近地层气象条件的复杂性决定了仪器设备必须经过良好的维护以及后续严格的数据质量控制才能达到上述目的。

目前,每年均有大量应用观测数据的研究成果发表,研究者们往往更关心观测数据本身的可挖掘性,而常常忽略了观测数据的获取过程。过去针对观测仪器运行与维护的研究,大多是针对某个传感器或单一观测站点^[8-12],而针对一个观测网,尤其是流域观测网的运行与维护以及数据质量控制的研究较少。目前,随着野外观测台站的数量逐渐增加,世界上各区域观测站点的覆盖密度不断加大,在世界范围内形成了众多全球或区域性的观测网络,如全球通量观测网络(FLUXNET)^[13]、美国国家生态观测网(National Ecological Observatory Network, NEON)^[14]、中国国家生态系统研究网络(Chinese National Ecosystem Research Network, CNERN)^[15]等。特别是过去十多年来,以流域为单元建立分布式的观测系统蔚然成风^[16,17],其主要特点是:观测系统的顶层优化设计;多变量、多过程、多尺度的协同观测;无线传感器网络等新技术的应用;观测平台与信息系统相结合;强调遥感技术的应用,尤其是以航空遥感(无人机等)作为尺度转换的桥梁^[5]。这些流域观测系统包括美国关键带观测平台(Critical Zone Observatory, CZO)^[18]、丹麦水文观测系统(Hydrological observatory, HOBE)^[19]、德国陆地环境观测平台(Terrestrial Environmental Observations, TERENO)^[20],及中国黑河流域地表过程综合观测网^[5]等。观测数据的质量是衡量观测试验成功与否的主要依据,而良好的运行维护与数据质量控制是获取高质量数据的前提。因此,制定一套系统、可操作的全球或区域尺度观测网的运行与维护、数据处理与质量控制的流程是十分必要的。

黑河流域位于中国西部干旱半干旱区,是中国第二大内陆河流域,面积约14.3万km²。流域内分布着以水为纽带的多元自然景观(冰雪/冻土-森林-草甸-绿洲-荒漠-湖泊),山区冰冻圈和极端干旱的河流尾间地区形成了鲜明对比,是开展陆地表层系统观测与科学研究的理想场所^[5,21]。黑河流域地表过程综合观测网始建于2007年开始的“黑河综合遥

感联合试验”(Watershed Allied Telemetry Experimental Research, WATER, 2007-2011)^[22,23];在国家自然科学基金重大研究计划“黑河流域生态-水文过程集成研究”支持下,于2012年建成启动“黑河流域生态-水文过程综合遥感观测联合试验”(Heihe Watershed Allied Telemetry Experimental Research, Hi-WATER, 2012-2015)^[5,21],并于2016年起开始业务化运行。

本文以黑河流域地表过程综合观测网为例,针对流域观测网的特点,总结了流域观测网运行、维护与数据质量控制的研究进展,并制定了相关流程,以期对同类观测系统的野外观测与数据质量控制提供借鉴和参考。

2 黑河流域地表过程综合观测网简介

黑河流域地表过程综合观测网横跨中国3个省/自治区(青海、甘肃和内蒙古),纵横千余公里,上游位于青海省祁连县与门源县,中游位于甘肃省张掖市与酒泉市,下游位于内蒙古额济纳旗,观测站点分布在上、中、下游(图1a),涵盖林地、草地、农田、湿地、荒漠、沙地、裸地等。

黑河流域地表过程综合观测网(以下简称综合观测网)的目标是:①以流域为研究对象,构建国际领先的多要素-多过程-多尺度-分布式-立体的综合观测系统,显著提升对流域陆表系统的观测能力;②建设寒旱区典型下垫面像元尺度的遥感试验场,形成从单站到航空像元,再到卫星像元尺度转换的综合观测能力;③长期开展地面与遥感结合的流域尺度综合观测,积累长时间序列的观测数据集,服务于流域综合管理,并增强遥感在流域陆表系统集成研究和流域自然资源管理中的应用能力。综合观测网主要由长期观测平台和专题试验两部分组成,长期观测平台包括水文气象观测网、生态水文无线传感器网络(黑河上游八宝河)以及相应的卫星、无人机遥感监测等;专题试验主要为2012年在黑河流域中游开展的非均匀下垫面地表蒸散发的多尺度观测试验与相应的航空遥感试验。

2.1 长期观测平台

综合观测网最多时包括了3个超级站和20个普通站(图1b),覆盖黑河流域上、中、下游区域主要地表类型。上游包括1个超级站(阿柔超级站)和9个

2020年10月

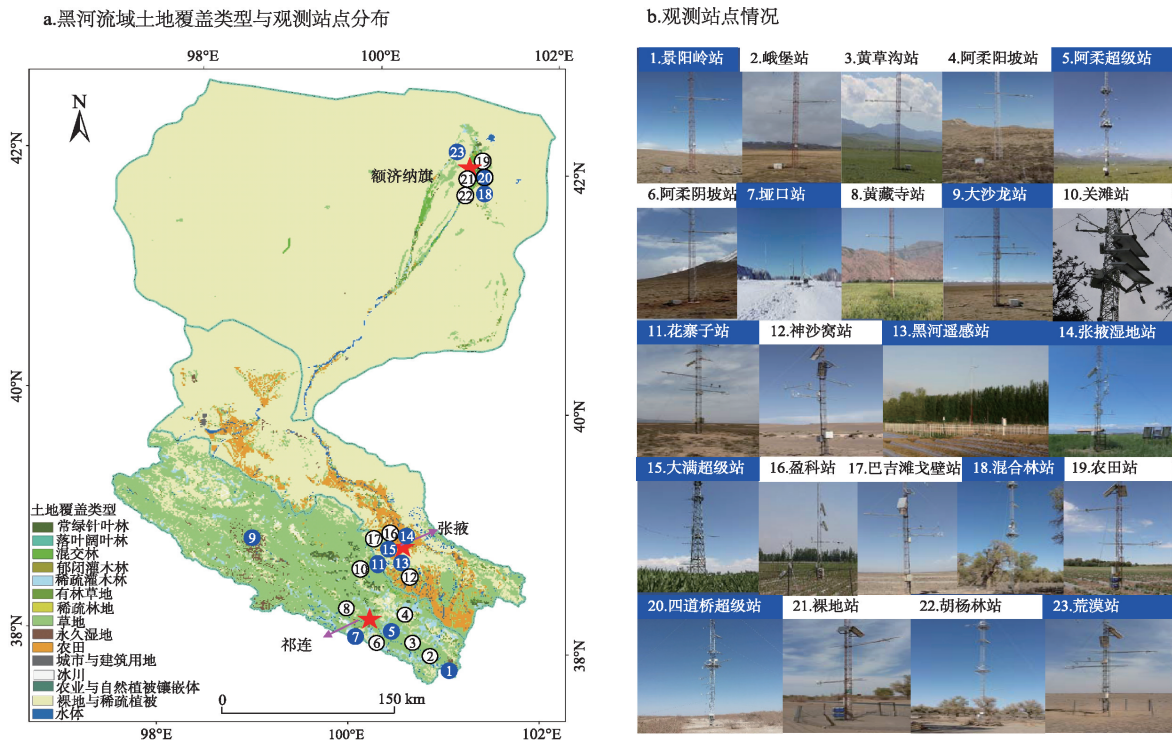


图1 黑河流域地表过程综合观测网(蓝色为现有站点,白底色为拆除站点)

Figure 1 Heihe integrated observatory network of land surface processes (blue: operating stations; white: removed stations)

普通站(景阳岭站、峨堡站、黄草沟站、阿柔阳坡站、阿柔阴坡站、垭口站、黄藏寺站、大沙龙站、关滩站);中游包括1个超级站(大满超级站)和6个普通站(张掖湿地站、神沙窝沙漠站、黑河遥感站、花寨子荒漠站、巴吉滩戈壁站、盈科站);下游包括1个超级站(四道桥超级站)和5个普通站(混合林站、胡杨林站、农田站、裸地站、荒漠站)。2016年起,精简优化为11个观测站,包括上游4个站点(阿柔超级站、景阳岭站、垭口站、大沙龙站)、中游4个站点(大满超级站、花寨子荒漠站、张掖湿地站、黑河遥感站)、下游3个站点(四道桥超级站、混合林站、荒漠站),各观测站点的位置及详细信息如图1和表1所示。

其中,超级站由蒸渗仪/植物液流仪-涡动相关仪-双波段闪烁仪(德国RPG&BLS900和中国自研制RR-MW94&RR-RSS460)、单点土壤水分(TDR)-宇宙射线土壤水分测定仪-土壤温湿度无线传感器网络(8~10个节点)等地表通量、土壤水分的多尺度观测系统,气象要素梯度观测系统,叶面积指数传感器网络(LAINet),物候相机(植被物候与覆盖度),以及植被叶绿素荧光观测系统等配套参数的

观测设备等组成;普通站由涡动相关仪、自动气象站以及物候相机(植被物候与覆盖度)等组成(图2、表2)。

除上述超级站和普通站配备的地表通量与气象要素等观测外,还包括如下观测:

水文参数的观测:包括降水量(每个站点均有翻斗式雨量计,另外阿柔超级站和垭口站有世界气象组织推荐的双栅式对比用标准雨量计,景阳岭和大沙龙站有称重式雨量计,花寨子站有防溅式雨量计)、河道径流与地下水位(中游主河道有8个水文断面的流量变化过程观测(河流水位和流速),下游有针对胡杨、怪柳和农田的5个观测点的地下水位观测、积雪和冻土观测(阿柔超级站的冻融观测系统、垭口站的积雪自身物理属性以及积雪的物质和能量交换过程观测仪器,表2)^[24]。

植被参数的观测:11个正在运行站点安装了物候相机,大满超级站、四道桥超级站、混合林站安装了叶面积指数传感器网络(分别为28、6和5个节点);下游混合林站旁安装了3个观测点的植物液流仪。

表1 观测站点信息

Table 1 Station information of the Heihe integrated observatory network

序号	站点名称	经度/°E	纬度/°N	高程/m	位置	站点类型	观测期	植被类型
1	景阳岭站	101.12	37.84	3750	上游	普通站	2013.8—	高寒草甸
2	峨堡站	100.92	37.95	3294	上游	普通站	2013.6—2016.10	高寒草甸
3	黄草沟站	100.73	38.00	3137	上游	普通站	2013.6—2015.4	高寒草甸
4	阿柔阳坡站	100.52	38.09	3529	上游	普通站	2013.8—2015.8	高寒草甸
5	阿柔超级站	100.46	38.05	3033	上游	超级站	2008.1—	亚高山山地草甸
6	阿柔阴坡站	100.41	37.98	3536	上游	普通站	2013.8—2015.8	高寒草甸
7	堰口站	100.24	38.01	4148	上游	普通站	2013.12—	高寒草甸
8	黄藏寺站	100.19	38.23	2612	上游	普通站	2013.6—2015.4	小麦
9	大沙龙站	98.94	38.84	3739	上游	普通站	2013.8—	沼泽化高寒草甸
10	关滩站	100.25	38.54	2835	上游	普通站	2018.1—2012.4	青海云杉
11	花寨子站	100.32	38.77	1731	中游	普通站	2012.6—	盐爪爪荒漠
12	神沙窝站	100.49	38.79	1594	中游	普通站	2012.6—2015.4	沙地
13	黑河遥感站	100.48	38.83	1560	中游	普通站	2014.8—	草地
14	张掖湿地站	100.45	38.98	1460	中游	普通站	2012.6—	芦苇
15	大满超级站	100.37	38.86	1556	中游	超级站	2012.5—	玉米
16	盈科站	100.41	38.86	1519	中游	普通站	2018.1—2012.4	玉米
17	巴吉滩站	100.30	38.92	1562	中游	普通站	2012.5—2015.4	红砂荒漠
18	混合林站	101.13	41.99	874	下游	普通站	2013.7—	胡杨和柽柳
19	农田站	101.13	42.00	875	下游	普通站	2013.7—2015.11	瓜地
20	四道桥超级站	101.14	42.00	873	下游	超级站	2013.7—	柽柳
21	裸地站	101.13	42.00	878	下游	普通站	2013.7—2016.3	裸地
22	胡杨林站	101.12	41.99	876	下游	普通站	2013.7—2016.4	胡杨
23	荒漠站	100.99	42.11	1054	下游	普通站	2015.4—	红砂荒漠

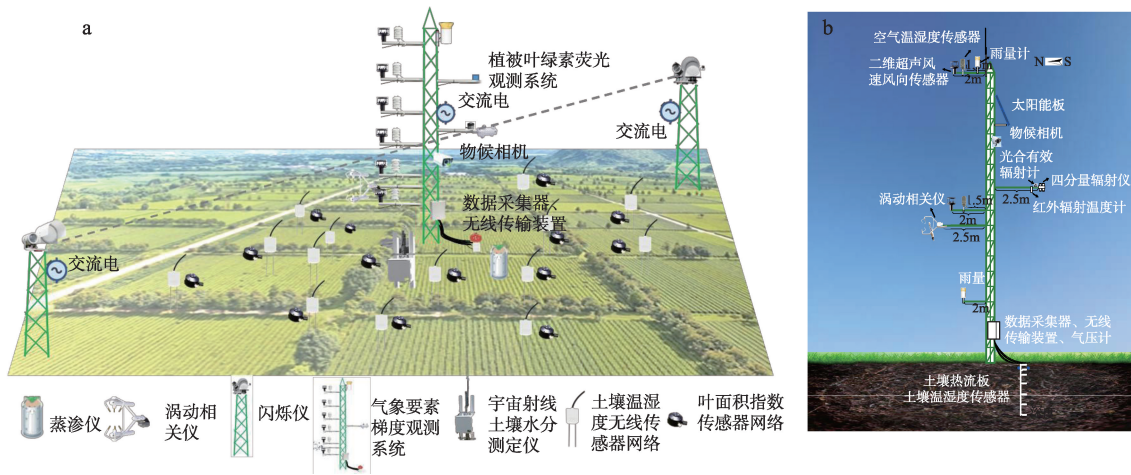


图2 超级站(a)和普通站(b)示意图

Figure 2 Illustration of superstation (a) and ordinary station (b)

生态水文无线传感器网络:包括黑河流域上游八宝河流域(2495 km²)40个节点的土壤水分/温度无线传感器网络^[25]。

其他观测:土壤参数观测(土壤质地、孔隙度、容重、饱和导水率和土壤有机质含量等);地表辐射特性参数(包括地物光谱、叶绿素荧光、地表发射

表2 观测系统描述

Table 2 Description of the observation system

观测设备	观测要素
气象要素梯度观测系统	30~40 m塔,包括6/7层空气温湿度、风速/风向和CO ₂ /水汽浓度梯度、气压、降水量、四分量辐射、光合有效辐射、红外地表温度、土壤温湿度廓线(上游:16/17层土壤湿度/温度,埋深至3.2 m;中游:8/9层土壤温度/湿度,埋深至1.6 m;下游:9/10层土壤湿度/温度,埋深至2 m)、土壤热通量、平均土壤温度、土壤水势和导热率(6层,埋深至1.2 m,上游阿柔超级站)等
自动气象站	10 m塔,包括空气温湿度、风速/风向、气压、降水量、四分量辐射、光合有效辐射、红外地表温度、土壤温湿度廓线(7/8层土壤温度/湿度,上游埋深至1.6 m,中、下游埋深至1 m,其中混合林站的埋深至2.4 m)、土壤热通量等
积雪自身物理属性观测仪器	伽马射线雪水当量仪、积雪属性分析仪(雪深、密度和湿度)以及全球导航卫星系统的积雪观测系统(雪深)等
积雪的物质和能量交换过程观测仪器	积雪物质与能量交换过程的观测仪器包括国际上标准的双栅式对比用标准雨量计(降雪量)、涡动相关系统(雪升华)、风吹雪粒子测量仪等

率、微波辐射特征以及组分温度等)。

此外,还包括黑河流域9类关键生态-水文变量的高时空分辨率遥感监测(植被类型/土地覆被、物候期、植被覆盖度、植被净初级生产力、叶面积指数、积雪面积、土壤水分、降水量、蒸散发)^[5],以及在黑河流域中游典型生态系统生长季开展的无人机遥感监测(包括地表覆盖类型、植被指数、叶面积指数、地表反照率、地表温度与三维结构等)。

2.2 专题试验

2012年5—9月在黑河流域中游张掖市绿洲-荒漠区域开展了非均匀下垫面地表蒸散发多尺度观测试验(通量观测矩阵试验),包括了大、小2个嵌套的观测矩阵,大矩阵区域(30 km×30 km)有绿洲内的一个超级站以及周围戈壁、沙漠、荒漠和湿地下垫面4个普通站组成;小矩阵区域(5.5 km×5.5 km)位于绿洲内,根据作物种植结构、防护林朝向、村庄、渠道与道路分布、土壤水分与灌溉等条件分为17个小区,每个小区有一个观测点(布设了涡动相关仪和自动气象站),同时有4组大孔径闪烁仪观测,横跨3个3×1和1个2×1的中分辨率成像光谱仪(Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer, MODIS)像元,此外还包括2套宇宙射线土壤水分测定仪、3组植物液流仪(用于不同高度与胸径防护林的蒸腾量测量)、1套稳定同位素原位观测系统(土壤蒸发与作物蒸腾的拆分)以及180个节点的土壤温湿度传感器网络和42个节点的叶面积指数观测网。在地面还开展同步观测实验,进行多点的植被物候期、株高、叶面积指数、生物量以及土壤参数、田间管理措施、灌溉情况和地物光谱、双向反射

率分布函数(Bidirectional Reflectance Distribution Function, BRDF)、地表发射率、气溶胶光学厚度、冻土与积雪微波辐射特征等观测,并且用风廓线仪和全球定位系统(Global Positioning System, GPS)探空仪等同步观测区域上空大气边界层条件^[5]。

同时,2012和2014年在黑河流域的上、中、下游开展了航空遥感试验,总计飞行了21架次(>100 h飞行),搭载了成像光谱仪、多角度的可见光与红外传感器、激光雷达、微波辐射计等全波段机载传感器,获取了24类不同区域、不同传感器的原始数据与19类航空遥感数据产品^[26]。

3 综合观测网运行与维护

为保证综合观测网内各站点仪器的正常运行和观测数据的质量,制定了综合观测网的运行与维护流程。

首先,综合观测网内所有观测站点均安装了无线传输装置,实现了数据的自动、远程和实时传输;升级了涡动相关仪的数据采集器(CR6, Campbell Scientific Inc., USA),实现了涡动相关仪观测数据在线处理功能,而且所有观测数据均通过数据综汇系统(即前面提及的信息系统)进行综合管理(图3)。数据综汇系统包括数据自动采集、存储与管

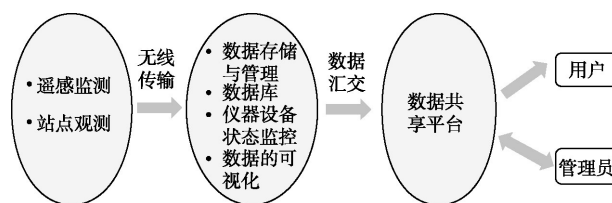


图3 数据综汇系统

Figure 3 Data management and control system

理、数据库、仪器设备状态监控以及数据的可视化等模块。通过数据综汇系统可实现数据的实时接收和入库、观测仪器设备工作状态的远程监控与预警、数据的综合管理与展示等功能,初步构建了智能监测物联网^[26],这是开展综合观测网运行与维护的关键环节。

其次,综合观测网的运维又分为日、旬、月、年的时间尺度开展(图4),具体为:①每日浏览综合观测网内各个观测站点无线传输到数据综汇系统的实时数据,查看观测数据的质量、连续性与仪器运行状况(如,查看涡动相关仪的感热通量、潜热通量、CO₂通量、三维风速、信号诊断值等;闪烁仪的空气折射指数结构参数、信号强度等;自动气象站风温湿压、辐射、降水量、土壤温湿度等要素的数值);②每旬由数据综汇系统绘制观测站点的每个观测要素连续变化图,通过这些要素变化图进一步查看观测数据质量(如,绘制涡动相关仪、闪烁仪、自动气象站等获取的各要素连续变化图);③每月实地到观测站点进行巡检,包括现场采集数据,检查仪器设备状况,擦拭易受外部环境影响的传感器,观测场景拍照以及植被物候、株高、下垫面状况等的测量与记录等(表3,以2020年5月中下旬的巡检为例);④每年初对前一年观测数据进行预处理与检查。在上述过程中,如发现问题,及时前往观测站点对仪器进行检修与更换。每年春、秋季(植被生长开始、结束时候)会对综合观测网内仪器设备进行全面的检查和标定。

开展一次日常的巡检,以甘肃兰州作为出发地

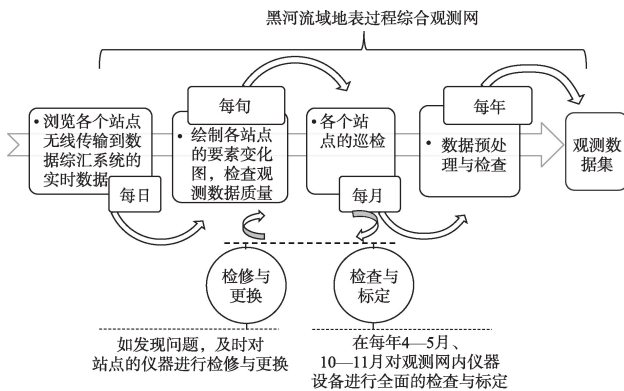


图4 黑河流域地表过程综合观测网的运行与维护流程

Figure 4 Flowchart of the operation and maintenance of the Heihe integrated observatory network

点,在仪器运行良好、不出现较大问题的情况下,完成整个巡检大约需要10天时间(表4)。

4 数据质量控制

仪器的比对和标定是保证观测数据质量的前提条件。针对有多层观测梯度/埋深的站点(如超级站的空气温湿度、风速/风向梯度、土壤水分与温度廓线等)以及在同一区域有多个观测站点等(如无线传感器网络、通量观测矩阵等)情况,需对所用仪器设备进行统一的比对和标定。对于多层风速/风向和空气温湿度传感器,需将这些传感器安装到同一高度进行比对;对于土壤水分与温度传感器,分为干、湿极端条件进行标定;对于地表通量仪器设备(涡动相关仪和大孔径闪烁仪)和辐射传感器,需选取较均匀的地表,如戈壁(黑河流域中游)和灌丛(黑河流域下游)开展比对试验^[28,29]。另外,每年植被生长季开始和结束时对涡动相关仪的红外气体分析仪等进行定期标定。

针对综合观测网的观测数据,制定了完整、可操作的数据处理流程,包括涡动相关仪、闪烁仪、自动气象站、宇宙射线土壤水分测定仪、植物液流仪、物候相机、叶面积指数传感器网络等(图5),具体如下:

首先,针对不同的观测数据集制定了详细的数据处理方案,进行严格的数据处理与筛选^[23,28,30,31]。①大孔径闪烁仪。采用北京师范大学开发的大尺度水热通量观测系统数据处理与分析软件进行处理,主要是结合气象数据(风速、空气温度、气压等),基于莫宁-奥布霍夫相似理论通过迭代计算得到感热通量,进而结合地表能量平衡方程得到潜热通量。观测数据的筛选主要包括:剔除空气折射指数结构参数(C_n^2)达到饱和的数据;剔除解调信号强度较小的数据;剔除降水时刻及其前后1h的数据。②涡动相关仪。观测数据的处理主要应用在线计算模块或采用美国Licor公司开发的Eddypro软件(http://www.licor.com/env/products/eddy_covariance/software.html)进行后期处理,其主要步骤包括:野点值剔除、延迟时间校正、角度订正(针对Gill型号三维超声风速仪)、坐标旋转、频率响应修正、超声虚温修正和密度修正等,最后得到30 min的通量值。同时对各通量值进行质量评价,主要是大气

表3 黑河流域地表过程观测网的巡检表(以2020年5月中下旬巡检为例)

Table 3 Routine maintenance records of the Heihe integrated observatory network (taking mid-to-late May 2020 as an example)

站点	到达时间	离开时间	整体描述	下垫面状况	株高/m	物候期	是否灌溉(如是记录灌溉时间)	耕作措施	仪器工作状态	备注
大满	15:05	15:30	晴,仪器完整,塔体无倾斜。	玉米,无明显变化	0.10	出苗期	否	无	良好,标定涡动	
花寨子	16:30	16:50	晴,仪器完整,塔体无倾斜。	盐爪爪,无明显变化	0.15	返青	否	无	良好,标定涡动	调试物候相机
湿地	9:30	11:30	晴,仪器完整,塔体无倾斜。	芦苇,水深约0.5 m	0.60	萌动期	否	无	良好,标定涡动	调试物候相机
黑河遥感站	16:30	17:30	晴,仪器完整,塔体无倾斜。	杂草,无明显变化	0.10	返青	否	无	良好	
四道桥	9:10	15:00	晴,仪器完整,塔体无倾斜。	怪柳,草甸,无明显变化	3.00	萌芽	否	无	良好,标定涡动	更换6层二维风
混合林	16:00	19:30	晴,仪器完整,塔体无倾斜。	胡杨&怪柳,无明显变化	15.00	展叶	否	无	良好,标定涡动	调试物候相机
荒漠	9:20	12:30	晴,仪器完整,塔体无倾斜。	红砂,无明显变化	—	—	否	无	良好,标定涡动	调试物候相机
阿柔	9:10	11:50	多云,仪器完整,塔体无倾斜。	草甸,无明显变化	0.20	返青	否	无	良好,标定涡动	
景阳岭	14:30	15:30	晴,仪器完整,塔体无倾斜。	草甸,无明显变化	—	返青	否	无	良好,标定涡动	
埡口	9:30	11:20	晴,仪器完整,塔体无倾斜。	草甸,有积雪	—	—	否	无	四分量辐射仪有问题,标定涡动	有积雪
大沙龙	11:10	12:20	雾,仪器完整,塔体无倾斜。	草甸,无明显变化	—	返青	否	无	良好,标定涡动	

注:a整体描述:包括天气情况、仪器是否完整(传感器和太阳能板)、塔体是否垂直、仪器周围环境是否有发生明显变化。b下垫面状况:包括观测站周围以及四分量辐射仪正下方的下垫面是否有变化。c株高测量方法:在每个气象塔旁固定一个观测点,每次选取5株高、矮不同的作物作为对象进行测高(自然高度)。d物候期:调查并咨询当地农牧民。e耕作措施:播种、施肥、翻耕、收割等。f仪器工作状态:包括涡动系统的超声风速仪和四分量辐射仪是否水平、CO₂/H₂O红外气体分析仪和四分量辐射仪是否清洁、在有风的情况下风杯是否转动。g备注:需要带的工具(铁锹、尺子、水平泡、记录笔、相机、擦拭工具等)、记录人、日期。

表4 一次巡检行程

Table 4 An example route of maintenance

日程	路线	路程/km
第一天	兰州—张掖,大满站,花寨子荒漠站	585
第二天	巴吉滩戈壁站,张掖湿地站,神沙窝沙漠站,黑河遥感站	110
第三天	张掖—额济纳旗	590
第四天	四道桥站,混合林站,胡杨林站,裸地站,耕地站,荒漠站	50
第五天	额济纳旗—张掖	590
第六天	张掖—祁连县,阿柔站	210
第七天	大沙龙站,埡口站,黄藏寺站	500
第八天	阿柔阴坡站,阿柔阳坡站	100
第九天	黄草沟站,峨堡站,景阳岭站,张掖	230
第十天	张掖—兰州	505
合计		3470

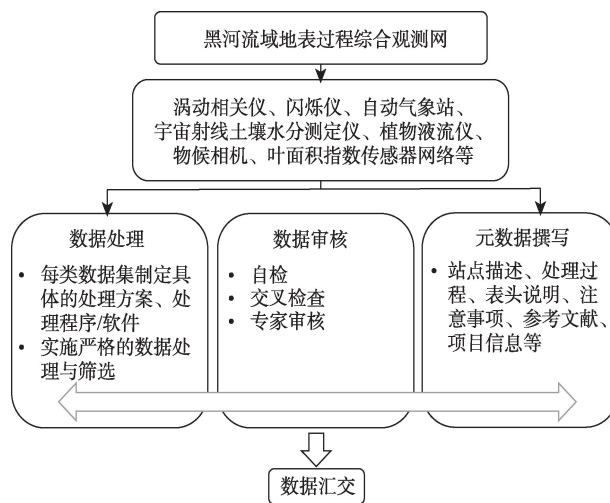


图5 数据处理流程

Figure 5 Flowchart of data processing and quality control

平稳性和湍流相似性特征的检验,每30 min通量值对应一个质量标识。在此基础上,针对处理后的30 min通量值进行数据筛选:剔除仪器出错时的数据;剔除降水前后1 h的数据;剔除10 Hz原始数据每30 min内缺失率大于10%的数据。③自动气象站。观测数据的处理与筛选主要是检查和整理的过程,剔除明显超出物理含义的观测数据。④宇宙射线土壤水分测定仪。观测数据的处理与筛选步骤包括:数据筛选(剔除电压小于等于11.8 V的数据,剔除空气相对湿度大于80%数据、剔除采样时间间隔不在(60±1)min内数据、剔除快中子数、较前后1 h>

200的数据)、数据校正(去除气压、空气湿度和太阳活动对快中子数的影响)、仪器率定以及土壤水分的计算等。

其次,数据的3级审核。包括数据处理人员针对各自负责数据集进行自检,不同数据集处理者进行交叉检查以及相关专家的终审。

最后,撰写每个观测数据集的元数据(图6),包括站点描述、处理过程、表头说明、注意事项、参考文献、项目信息等。在进行上述步骤后,将处理后的观测数据集以及元数据进行汇交,由数据共享平台发布与共享。

祁连山综合观测网: 黑河流域地表过程综合观测网 (大满超级站气象要素梯度观测系统-2019)

Qilian Mountains integrated observatory network: Dataset of Heihe integrated observatory network (an observation system of Meteorological elements gradient of Damanshan Superstation, 2019)

该数据集包含了2019年1月1日至2019年12月31日黑河流域地表过程综合观测网中游大满超级站气象要素梯度观测系统数据。站点位于甘肃省张掖市大满灌区农田内,下垫面是玉米田。观测点的经纬度是100.3722E, 38.8555N, 海拔1556m。风速/风向、空气温度、相对湿度传感器分别架设在3m、5m、10m、15m、20m、30m、40m处,共7层,朝向正北;气压计安装在2m处;翻斗式雨量计安装在塔西侧约8m处,架高2.5m;四分量辐射仪安装在12m处,朝向正南;两个红外温度计安装在12m处,朝向正南,探头朝向是垂直向下;土壤热流板(自校正式)(3块)依次埋设在地下6cm处,朝向正南距塔体2m处,其中两块(Gs_2、Gs_3)埋设在横间,一块(Gs_1)埋设在植株下;平均土壤温度传感器TCAV埋设在地下2cm、4cm处,朝向正南,距塔体2m处;土壤温度探头埋设在地表0cm和地下2cm、4cm、10cm、20cm、40cm、80cm、120cm和160cm处,在距气象塔2m的正南方;土壤水分传感器分别埋设在地下2cm、4cm、10cm、20cm、40cm、80cm、120cm和160cm处,在距气象塔2m的正南方;光合有效辐射仪安装在12m处,探头朝向是垂直向上;另有四个光合有效辐射仪分别架设在冠层上方和冠层内,冠层上方安装在12m(探头垂直向上和向下方向各一个)、冠层内安装在0.3m(探头垂直向上和向下方向各一个)高处,朝向正南。



查看大图

申请下载

关注

关键词

学科: 大气学 水文学
主题: 自动气象站 水文/水循环
地点: 黑河流域中游
时间: 2019

空间位置

East: 100.37	West: 100.37
South: 38.86	North: 38.86

数据细节

文件列表

时间分辨率: Hourly
空间分辨率: -
大小: 21 MB
浏览: 404 次
申请量: 52 次
共享方式: 离线申请
数据时间范围: 2019-01-01 至 2019-12-31
元数据更新时间: 2020-06-09

联系信息

刘招民 车涛 徐自为 任志远 崔俊磊 张阳
国家青藏高原科学数据中心
分发方: 国家青藏高原科学数据中心
Email: data@tpcas.ac.cn

导出元数据



观测项目有: 风速 (WS_3m、WS_5m、WS_10m、WS_15m、WS_20m、WS_30m、WS_40m) (单位: 米/秒)、风向 (WD_3m、WD_5m、WD_10m、WD_15m、WD_20m、WD_30m、WD_40m) (单位: 度)、空气温湿度 (Ta_3m、Ta_5m、Ta_10m、Ta_15m、Ta_20m、Ta_30m、Ta_40m和RH_3m、RH_5m、RH_10m、RH_15m、RH_20m、RH_30m、RH_40m) (单位: 摄氏度、百分比)、气压 (Press) (单位: 百帕)、降水量 (Rain) (单位: 毫米)、四分量辐射 (DR、UR、DLR_Cor、ULR_Cor、Rn) (单位: 瓦/平方米)、地表辐射温度 (IRT_1、IRT_2) (单位: 摄氏度)、平均土壤温度 (TCAV) (单位: 摄氏度)、土壤热通量 (Gs_1、Gs_2、Gs_3) (单位: 瓦/平方米)、土壤水分 (Ms_2cm、Ms_4cm、Ms_10cm、Ms_20cm、Ms_40cm、Ms_80cm、Ms_120cm、Ms_160cm) (单位: 百分比)、土壤温度 (Ts_0cm、Ts_2cm、Ts_4cm、Ts_10cm、Ts_20cm、Ts_40cm、Ts_80cm、Ts_120cm、Ts_160cm) (单位: 摄氏度)、光合有效辐射 (PAR) (单位: 微摩尔/平方米秒)、冠层上向上与向下光合有效辐射 (PAR_U_up、PAR_U_down) (单位: 微摩尔/平方米秒)和冠层下向上与向下光合有效辐射 (PAR_D_up、PAR_D_down) (单位: 微摩尔/平方米秒)。

观测数据的处理与质量控制: (1) 确保每天144个数据(每10min)。若出现数据的缺失,则由-6999标示;2019.10.27-11.15由于采集器的问题,气象梯度部分的数据缺失;由于采集器通道问题,土壤部分数据在3.10-3.23间数据不正确。(2) 剔除有重复记录的时段;(3) 删除了明显超出物理意义或超出仪器量程的数据;(4) 数据中以红字标示的部分为有疑义的数据;(5) 日期和时间的格式统一,并且日期、时间在同一列,如,时间为:2019-6-10 10:30。

黑河综合观测网或站点信息请参考Liu et al. (2018), 观测数据处理请参考Liu et al. (2011)。

数据文件命名方式和使用方法

年份+**观测网+站点名称+AWS

本数据要求的引用方式

数据引用必读 查看数据引用帮助

数据的引用

刘招民, 车涛, 徐自为, 任志远, 崔俊磊, 张阳. 祁连山综合观测网: 黑河流域地表过程综合观测网 (大满超级站气象要素梯度观测系统-2019). 国家青藏高原科学数据中心, 2020. DOI: 10.11888/Meteoro.tpcd.270699. CSTR: 18046.11.Meteoro.tpcd.270699.

[LIU Shaomin, CHE Tao, XU Ziwel, REN Zhiguo, TAN Junlei, ZHANG Yang. Qilian Mountains integrated observatory network: Dataset of Heihe integrated observatory network (an observation system of Meteorological elements gradient of Damanshan Superstation, 2019). National Tibetan Plateau Data Center, 2020. DOI: 10.11888/Meteoro.tpcd.270699. CSTR: 18046.11.Meteoro.tpcd.270699.] (下载引用: RIS格式 | RIS英文格式 | Bibtext格式 | Bibtext英文格式)

文章的引用

1. Liu, S.M., Xu, Z.W., Wang, W.Z., Bai, J., Jia, Z., Zhu, M., & Wang, J.M. (2011). A comparison of eddy-covariance and large aperture scintillometer measurements with respect to the energy balance closure problem. Hydrology and Earth System Sciences, 15(4), 1291-1306. doi:10.5194/hess-15-1291-2011. (查看 | 下载 | Bibtext格式)

2. Liu, S.M., Li, X., Xu, Z.W., Che, T., Xiao, Q., Ma, M.G., Liu, Q.H., Jin, R., Guo, J.W., Wang, L.X., Wang, W.Z., Qi, Y., Li, H.Y., Xu, T.R., Ran, Y.H., Hu, X.L., Shi, S.J., Zhu, Z.L., Tan, J.L., Zhang, Y., & Ren, Z.G. (2018). The Heihe Integrated Observatory Network: A Basin-Scale Land Surface Processes Observatory in China. Vadose Zone Journal, 17(1), 180072. doi:10.2136/vzj2018.04.0072. (查看 | Bibtext格式)

使用本数据时必须引用“文章的引用”中列出的文献, 并进行数据的引用

图6 元数据示例

Figure 6 An example of metadata

2020年10月

5 案例与成效

以黑河流域地表过程综合观测网阿柔(高寒草甸)、大满(人工绿洲农田-玉米)和四道桥(天然绿洲河岸林-柽柳)3个超级站为例,选取2018年观测的气象要素(净辐射、气温、湿度、降水量和土壤水分)、地表通量(感热、潜热与 CO_2 通量)和植被参数(作物生长季期间的相对绿度指数(可用于提取作物生长的关键物候期)和叶面积指数)数据(日平均值,其中降水量为日累计值),展示各要素的全年变化特征(图7)。从图中可以看出:各站点的观测数据质量较好,能够反映出上、中、下游不同下垫面(草甸、玉米田、柽柳)的气象要素、地表通量和植被参数的变化特征^[34]。如,净辐射(图7a)在下游相对较高,中游与上游的大小相当;气温(图7b)呈现随海拔梯度降低明显增加的趋势,即上游气温最低,

中游次之,下游气温最高;相对湿度(图7c)则是上、中游明显大于下游;降水量(图7d)在上游最大,发生频率也最高,中游次之,下游一年间只有稀少的几次小降水;阿柔站土壤水分(图7e)在植被生长季保持较高的数值。大满站土壤水分相对较低,但在10月发生一次较大的灌溉后,土壤水分明显上升。该站一年中一般有4次较大的灌溉,在2016年由漫灌改为多次滴灌后,土壤水分对灌溉的反应不如以前明显了。四道桥超级站在春季3月灌溉后土壤水分一直维持较高的水平,并逐渐下降;由于3站均为植被下垫面,在生长季潜热通量(图7f)要大于感热通量(图7g),且3个站点的感热和潜热通量变化趋势基本一致。其中阿柔与大满两站的感热、潜热通量量级相当,而下游四道桥站的感热通量最小,潜热通量则最大; CO_2 通量(图7h)呈现‘U’型变化,在

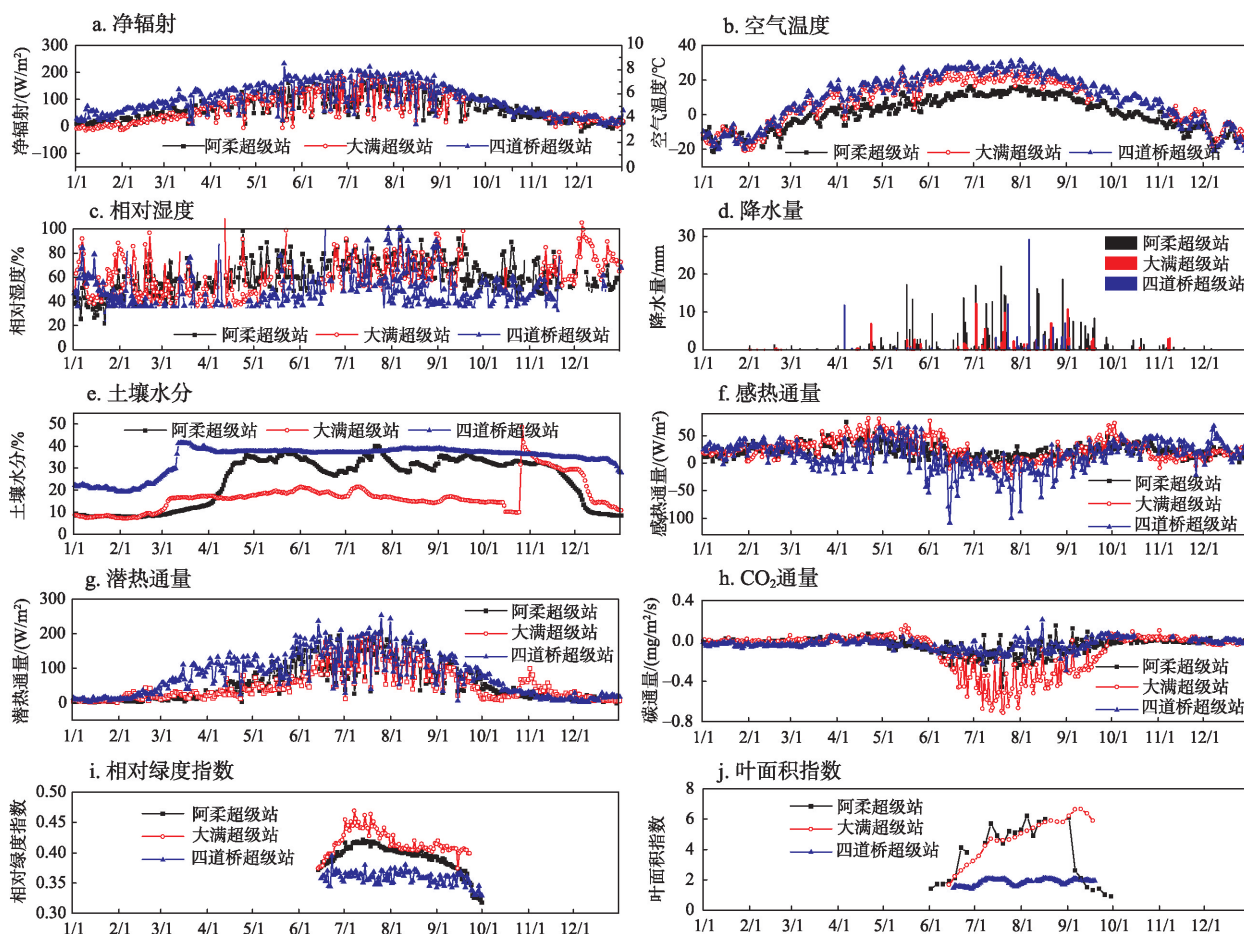


图7 2018年黑河流域地表过程综合观测网的3个超级站气象要素、地表通量和植被参数的变化特征

Figure 7 An example of meteorological data, surface flux data and vegetation data in the Heihe integrated observatory network in 2018

中游农田下垫面更为明显;相对绿度指数(图7i)在生长季初期较小,7月份达到最大值,在生长季末期下降。其中大满站玉米下垫面最大,而四道桥站柽柳最小;叶面积指数(图7j)在上游高寒草甸下垫面(数据来源:MCD15A3H,500 m/4天)和中游农田下垫面(数据来源:LAINet)较高,并随植被生长逐渐增加,在植被生长末期下降,而在下游柽柳灌丛下垫面(数据来源:LAINet)变化并不明显。

黑河流域地表过程综合观测网已形成了一套成熟的、可操作的运维与数据质量控制流程,获取了一批可靠的观测数据集,并全部在数据共享平台上免费共享(国家青藏高原科学数据中心(<http://data.tpdc.ac.cn/zh-hans/>)、黑河计划数据管理中心(<http://www.heihedata.org/>)、寒区旱区科学数据中心(<http://westdc.westgis.ac.cn/>)及英文版(<http://card.westgis.ac.cn/>))。截至2019年12月,据不完全统计,已为3万多人提供超过200 TB的数据服务,支持各类科研项目500多个,共支持发表SCI论文700余篇(其中11篇文章入选ESI高被引论文),并被德国于利希农业圈研究所所长、道尔顿奖获得者Harry Vereecken教授,英国皇家学会院士、霍顿勋章与道尔顿奖获得者Keith Beven教授等国际同行誉为:与美国关键带观测、德国的陆地环境观测平台、丹麦水文观测系统和澳大利亚陆地生态研究网络等并列为国际上最重要的观测系统^[35,36]。

6 结语与展望

以全球、区域/流域为单元进行观测是当前陆地表层系统观测的主流方向,而保证这些观测网的正常运转需要有良好的运行与维护以及严格的数据质量控制。自2007年开始在黑河流域构建了多要素-多过程-多尺度-分布式-立体的地表过程综合观测网,经过10余年的探索与积累,提升了流域大气-生态-水文过程的综合监测能力以及水资源管理水平。

在中国科学院A类先导专项“泛第三极环境变化与绿色丝绸之路建设”支持下,黑河流域地表过程综合观测网已扩展为祁连山地区天空地一体化智能监测物联网,成为国家青藏高原科学数据中心的重要数据来源,服务于祁连山地区的生态保护与

修复和第二次青藏科考。今后将加强地表的大气-生态-水文过程与地下的生物地球化学过程的耦合的研究,开展绿洲-荒漠关键带,乃至内陆河关键带的观测。黑河流域也被遴选为国家自然资源部“自然资源要素综合观测工程”的试点流域,今后将构建流域自然资源观测的样板,探索共建模式与机制,探讨支撑与服务自然资源综合管理的途径,满足国家“自然资源两统一管理”的需求。

参考文献(References):

- [1] 牛国跃,洪钟祥,孙菽芬. 陆面过程研究的现状与发展趋势[J]. 地球科学进展, 1997, 12(1): 20-25. [Niu G Y, Hong Z X, Sun S F. Status and developmental trends of land surface processes study [J]. Advance in Earth Sciences, 1997, 12(1): 20-25.]
- [2] 王介民. 陆面过程实验和地气相互作用研究: 从 HEIFE 到 IMGRASS 和 GAME-Tibet/TIPEX[J]. 高原气象, 1999, 18(3): 280-294. [Wang J M. Land surface process experiments and interaction study in China: From HEIFE to IMGRASS and GAME-TIBET/TIPEX[J]. Plateau Meteorology, 1999, 18(3): 280-294.]
- [3] 彭萍,朱立平. 基于野外站网络的青藏高原地表过程观测研究[J]. 科技导报, 2017, 35(6): 97-102. [Peng P, Zhu L P. Observations of land surface processes of the Tibetan Plateau based on the field stations network[J]. Science & Technology Review, 2017, 35(6): 97-102.]
- [4] 高春东,何洪林. 野外科学观测研究站发展潜力大应予高度重视[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34(3): 344-348. [Gao C D, He H L. Great importance should be attached to development potential of field scientific observation and research[J]. Bulletin of the Chinese Academy of Sciences, 2019, 34(3): 344-348.]
- [5] 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, DOI: 10.2136/vzj2018.04.0072.
- [6] Liu S M, Xu Z W. Micrometeorological Methods to Determine Evapotranspiration[A]. Li X, Vereecken H. Observation and Measurement of Ecohydrological processes[C]. Berlin: Springer-Verlag, 2018.
- [7] 李新,刘绍民,马明国,等. 黑河流域生态:水文过程综合遥感观测联合试验总体设计[J]. 地球科学进展, 2012, 27(5): 481-498. [Li X, Liu S M, Ma M G, et al. HiWATER: An integrated remote sensing experiment on hydrological and ecological processes in the Heihe River Basin[J]. Advances in Earth Science, 2012, 27(5): 481-498.]
- [8] 徐自为,黄勇彬,刘绍民. 大孔径闪烁仪观测方法的研究[J]. 地

2020年10月

- 球科学进展, 2010, 25(11): 1139–1147. [Xu Z W, Huang Y B, Liu S M. A study of the observation method of large aperture scintillometer[J]. *Advances in Earth Science*, 2010, 25(11): 1139–1147.]
- [9] 朱乐坤, 郑丽春. 自动气象站各要素传感器检定结果的不确定度分析[J]. *应用气象学报*, 2006, 17(5): 635–642. [Zhu L K, Zheng L C. Uncertainty analysis of various sensors calibration results for AWS[J]. *Journal of Applied Meteorological Science*, 2006, 17(5): 535–542.]
- [10] 刘绍民, 李小文, 施生锦, 等. 大尺度地表水热通量的观测、分析与应用[J]. *地球科学进展*, 2010, 25(11): 1113–1127. [Liu S M, Li X W, Shi S J, et al. Measurement, analysis and application of surface energy and water vapor fluxes at large scale[J]. *Advances in Earth Science*, 2010, 25(11): 1113–1127.]
- [11] 李怀香, 刘绍民, 施生锦, 等. 国产光学型大孔径闪烁仪的技术性能分析[J]. *高原气象*, 2017, 36(2): 575–585. [Li H X, Liu S M, Shi S J, et al. Assessing the performance of domestic optical large aperture scintillometer under different environment conditions[J]. *Plateau meteorology*, 2017, 36(2): 575–585.]
- [12] Rebmann C, Aubinet M, Schmid H, et al. ICOS eddy covariance flux-station site setup: A review[J]. *International Agrophysics*, 2018, 32(4): 471–494.
- [13] Baldocchi D D. Assessing the eddy covariance technique for evaluating carbon dioxide exchange rates of ecosystems: Past, present and future[J]. *Global Change Biology*, 2003, 9(4): 479–492.
- [14] Kuhlman M R, Loescher H L, Leonard R, et al. A new engagement model to complete and operate the national ecological observatory network[J]. *The Bulletin of the Ecological Society of America*, 2016, 97(3): 283–287.
- [15] 中国生态系统网络综合研究中心. 中国科学院生态系统网络观测与模拟重点实验室CERN综合研究中心研究成果与发展[J]. *自然资源学报*, 2010, 25(9): 1458–1467. [Synthesis Research Center of Chinese Ecosystem Research Network, CAS. Research progress and perspectives of synthesis research center of Chinese Ecosystem Research Network, Key Laboratory of Ecosystem Network Observation and Modeling, CAS[J]. *Journal of Natural Resources*, 2010, 25(9): 1458–1467.]
- [16] 程国栋, 李新. 流域科学及其集成研究方法[J]. *中国科学: 地球科学*, 2015, 45(6): 811–819. [Cheng G D, Li X. Integrated research methods in watershed science[J]. *Science China: Earth Sciences*, 2015, 45(6): 811–819.]
- [17] 陈琼, 张镜铨, 刘峰贵, 等. 黄河流域河源区土地利用变化及其影响研究综述[J]. *资源科学*, 2020, 42(3): 446–459. [Chen Q, Zhang Y L, Liu F G, et al. A review of land use change and its influence in the source region of the Yellow River[J]. *Resources Science*, 2020, 42(3): 446–459.]
- [18] Anderson S P, Bales R C, Duffy C J, et al. Critical zone observatories: Building a network to advance interdisciplinary study of earth surface processes[J]. *Mineralogical Magazine*, 2008, 72(1): 7–10.
- [19] Jensen K H, Illangasekare T H. HOBE: A hydrological observatory [J]. *Vadose Zone Journal*, 2011, 10: 1–7.
- [20] Bogena H, Schulz K, Vereeken H. Towards a network of observatories in terrestrial environmental research[J]. *Advances in Geosciences*, 2006, 9: 1–6.
- [21] 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.
- [22] Li X, Li X W, Li Z Y, et al. Watershed allied telemetry experimental research[J]. *Journal of Geophysical Research: Atmosphere*, 2009, DOI: 10.1029/2008JD011590.
- [23] Liu S M, Xu Z W, Wang W Z, et al. A comparison of eddy-covariance and large aperture scintillometer measurements with respect to the energy balance closure problem[J]. *Hydrology and Earth System Sciences*, 2011, 15(4): 1291–1306.
- [24] Che T, Li X, Liu S M, et al. Integrated hydrometeorological, snow and frozen-ground observations in the alpine region of the Heihe River Basin, China[J]. *Earth System Science Data*, 2019, 11: 1483–1499.
- [25] Kang J, Jin R, Li X, et al. High spatio-temporal resolution mapping of soil moisture by integrating wireless sensor network observations and MODIS apparent thermal inertia in the Babao River Basin, China[J]. *Remote Sensing of Environment: An Interdisciplinary Journal*, 2017, 191: 232–245.
- [26] Li X, Liu S M, Xiao Q, et al. A multiscale dataset for understanding complex eco-hydrological processes in a heterogeneous oasis system[J]. *Scientific Data*, 2017, 4: 170083.
- [27] Li X, Zhao N, Jin R, et al. Internet of things to network smart devices for ecosystem monitoring[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2019, 64(17): 1234–1245.
- [28] Xu Z W, Liu S M, Li X, et al. Intercomparison of surface energy flux measurement systems used during the HiWATER-MUSOEXE [J]. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2013, 118 (23): 13140–13157.
- [29] Li X, Liu S M, Li H X, et al. Intercomparison of six upscaling evapotranspiration methods: From site to the satellite pixel[J]. *Journal of Geophysical Research: Atmosphere*, 2018, 123(13): 6777–6803.
- [30] Liu S M, Xu Z W, Zhu Z L, et al. Measurements of evapotranspiration from eddy-covariance systems and large aperture scintillometers in the Hai River Basin, China[J]. *Journal of Hydrology*, 2013, 487: 24–38.
- [31] Liu S M, Xu Z W, Song L S, et al. Upscaling evapotranspiration measurements from multi-site to the satellite pixel scale over het-

- erogeneous land surfaces[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2016, 230–231: 97–113.
- [32] Zhu Z L, Tan L, Gao S G, et al. Observation on soil moisture of irrigation cropland by cosmic-ray probe[J]. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2015, 12(3): 472–476.
- [33] Qiao C, Sun R, Xu Z W, et al. A study of shelterbelt transpiration and cropland evapotranspiration in an irrigated area in the middle reaches of the Heihe River in northwestern China[J]. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2015, 12(2): 369–373.
- [34] Li X, Liu S M, Qin X, et al. A multiscale dataset for understanding complex eco-hydrological processes in a heterogeneous oasis system[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2017, 4: 170083.
- [35] Vereecken H, Huisman J A, Hendricks Franssen H J, et al. Soil hydrology: Recent methodological advances, changes, and perspectives[J]. *Water Resources Research*, 2015, 51: 2616–2633.
- [36] Beven K, Asadullah A, Bates P, et al. Developing observational methods to drive future hydrological science: Can we make a start as a community?[J]. *Hydrological Processes*, 2019, 34: 868–873.

Operation and maintenance and data quality control of the Heihe integrated observatory network

XU Ziwei¹, LIU Shaomin¹, CHE Tao², ZHANG Yang², REN Zhiguo², WU Adan², TAN Junlei², ZHU Zhongli¹, XU Tongren¹, MA Tao³

(1. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, CAS, Lanzhou 730000, China; 3. Langfang Natural Resources Comprehensive Survey Center, China Geological Survey, Langfang 065000, China)

Abstract: Distributed observatory network connects global and regional field sites, which is one of the prerequisites in earth surface processes observation. It is a priori to keep proper operation and maintenance, and perform strict data quality control for obtaining high-quality observation data. The current study took the Heihe River Basin (HRB), the second largest endorheic basin in China, as an example to introduce the research progress of the site maintenance and data quality control of the Heihe integrated observatory networks. The introduction of the operation and maintenance procedure covers daily, 10-day, monthly, and annual time intervals; while the data quality control process consists of instrument comparison and calibration, data processing, screening and checking, among others. Taking three superstations as an example, the observation data in 2018 are presented. Finally, the achievements of the Heihe integrated observatory network are introduced. The results can serve as a reference for the field observation and data quality control of the endorheic basins along the “Silk Road Economic Belt”.

Key words: watershed observatory network; operation and maintenance; data quality control; Heihe River Basin; super station; ordinary station