ICS 07.060
CCS A 47

DB 63

青 海 省 地 方 标 准

DB 63/T XXXX—2023

陆-气通量站运行维护技术规范

点击此处添加标准名称的英文译名

（报批稿）

（本草案完成时间：2023 年 9 月 14 日）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2023－XX－XX 发布　　2023－XX－XX 实施

青海省市场监督管理局　　发 布

目　　次

前言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　维护技术与流程 2
5　维护方法 3
附录A（规范性）　开路式涡度协方差系统维护和标定 4
附录B（规范性）　附录B闭路式涡度协方差系统维护和标定 6
附录C（规范性）　甲烷分析仪维护和标定技术流程 8
附录D（规范性）　附录D采集、传输、配件单元和观测环境维护技术流程 9
附录E（资料性）　陆-气通量站运行维护记录 11
参考文献 13

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由青海省气象局提出并归口。

本文件起草单位：青海省气象科学研究所、中国科学院西北生态环境资源研究院、青海省海北牧业气象试验站、北京华铭天地科技有限公司。

本文件主要起草人：李甫、陈奇、王少影、王秀英、孙树娇、霍金虎、杜华礼、文霞、唐仲涛、张娟、马晓文、马恒进。

本文件由青海省气象局监督实施。

陆-气通量站运行维护技术规范

1 范围

本文件规定了陆-气通量（陆-气湍流通量）站运行维护中术语和定义、维护技术及流程、维护方法的内容。

本文件适用于气象、生态、环保、水利、交通等部门对陆-气通量（陆-气湍流通量）站的仪器进行维护和标定工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 7665-2005 传感器通量术语

GB/T 33696-2017 陆-气和海-气通量观测规范

QX/T 291-2015 自动气象站数据采集器现场校准方法

3 术语和定义

GB/T 7665-2005、GB/T 33696-2017和QX/T 291-2015界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

陆-气通量（陆-气湍流通量）

近地面由于湍流而引起的能量和物质垂直输送，包括陆地-大气界面的动量通量、感热通量、潜热（水汽）通量、二氧化碳通量和甲烷通量等。

[来源：GB/T 33696-2017,3.1，有修改]

3.2

传感器

能感受被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置，通常由敏感元件和转换元件组成。

[来源：GB/T 7665-2005，3.1.1]

3.3

数据采集器

对陆-气通量站传感器输出信号进行采集、处理、存储、传输的装置。

[来源：QX/T 291-2015，2.1，有修改]

3.4

零点标定

密闭环境中，使用待测气体含量为零的标准气体对气体分析仪器进行检测和调整，使其测量值也归零。

注：使用的标准气体又可分为空气平衡气和氮气平衡气两类。

3.5

跨度标定

密闭环境中，使用标准气体对气体分析仪器进行检测和调整，使其测量值与标准值一致。

4 维护技术与流程

4.1 维护范围

4.1.1 观测设备

观测设备主要由观测仪器、协同观测仪器构成（协同观测仪器为观测仪器提供修正依据）。

观测仪器包括三维超声风速仪、CO_2/H_2O气体分析仪、甲烷气体分析仪和电子控制箱四种设备。

协同观测仪器包括空气温度计和空气湿度计。

4.1.2 采集设备

采集设备为数据采集器。

4.1.3 传输设备

传输设备包括交换机、天线和流量卡。

4.1.4 配件设备

配件设备由供电装置、防雷装置和支架构成。

4.1.5 观测环境

包括观测场外环境和观测场内环境。

观测场外环境包括周围环境及人类活动。

观测场内环境包括网围栏、异物遮挡和地表植被等。

4.2 维护内容与技术流程

4.2.1 维护内容

清洁气体分析仪光路通道的玻璃元件，检查仪器设备的外观、供电和设备状态指示灯、接线、水平状态和干燥剂，处理异常状况。对达到标定周期的气体分析仪进行零点标定或跨度标定。

4.2.2 技术流程

陆-气通量站维护技术流程如下。

a）开路式涡度协方差观测系统维护技术流程见附录A。

b）闭路式涡度协方差观测系统维护技术流程见附录B。

c）甲烷气体分析仪维护技术流程见附录C。

d）采集、传输、配件单元和观测环境维护技术流程见附录D。

e）协同观测单元维护技术流程参照自动气象站空气温度和湿度传感器相关维护规范执行。

4.3 维护记录

运行维护时需做好相关记录，包括图像、文字和视频等文件。运行维护记录表参见附录E。

5 维护方法

5.1 异常状况识别

常见异常状况判识指标见表1。

表1 常见异常状况判识指标

序号	判识要素	异常状况判识指标	维护说明
1	电池端电压	<12V	电池端电压长时间低于12V时，及时更换电池。低于11V，立即更换电池。
2	CO_2/H_2O气体分析仪信号强度	≤0.9	清洁后信号强度仍无法恢复至0.9以上，需及时返回工厂进行气体分析仪的检测与标定。
3	CO_2/H_2O气体分析仪诊断值	≠0	设备诊断值不为零时，参照诊断值说明书或与厂家技术人员咨询，选择适宜的维修方式。
4	三维超声风速仪诊断值	≠0	
5	数据采集器时间误差	≥60s	根据标准时间订正数据采集器时间。

5.2 维护方式与周期

陆-气通量站维护方式和维护周期见表2。

表2 运行维护方式和维护周期

维护方式	工作内容	维护人员	维护周期
常规维护	包括观测设备、采集设备、传输设备指示灯或电压的检查、记录与维护，观测环境的检查与维护，发现故障及时上报	站点驻守或值班人员	每月开展1次
巡检维护	包括观测设备、采集设备、传输设备和观测环境的检查、记录和维护，以及仪器标定、数据备份与分析	专业维护技术人员	一年开展一次（春季），条件许可情况下，一年开展两次（春季和秋季）

5.3 注意事项

巡检维护结束后，通过查看数据采集器、充电控制器、无线模块的指示灯状态开展复检工作，确保陆-气通量站运行正常。

跨度标定后，开展能量闭合以及湍流谱分析，用以评估涡度协方差观测系统数据质量。

附 录 A
（规范性）
开路式涡度协方差系统维护和标定

A.1 维护

开路式涡度协方差系统维护对象、检查内容和处理方法见表A.1。

表A.1 开路式涡度协方差系统维护工作表

编号	维护对象	检查内容	维护说明与处理方法
1	电子控制箱	机箱内的湿度指示卡	湿度指示卡变成粉红色，更换干燥剂包
		电源、CO_2/H_2O气体分析仪和三维超声风速仪的指示灯	指示灯变成红色，经重启、重新导入程序均无法解决故障时，返厂维修
2	三维超声风速仪	控制箱的接线	接线异常，立即重新连接和紧固
		仪器水平状况	发生倾斜，立即调平
		防雨浸润网	夏季安装，冬季取下。丢失应及时补充，注意浸润网末端不要超出探头
3	CO_2/H_2O气体分析仪	控制箱的接线	接线异常，重新连接和紧固
		探头固定结构件的牢固程度	结构件松动时，查明原因重新紧固
		传感器镜头的清洁度	大风、沙尘或降水过程后或巡检维护时，使用专用镜头布或擦镜纸清洁

A.2 标定

A.2.1 标定周期

零点标定每年至少开展1次，跨度标定至少每2年开展1次。

A.2.2 标定事项

CO_2/H_2O气体分析仪标定所需材料及注意事项见表A.2。

表A.2 CO_2/H_2O 气体分析仪标定所需材料

编号	所需材料	注意事项
1	零点标定时需零点发生器或高纯度N_2(纯度99.999%)标气	不同厂家的仪器标定时所需要的气路管件不能通用。电脑安装的标定软件版本和仪器要配套，否则可能出现连接不成功。
2	CO_2跨度标定需CO_2标气，推荐选择浓度为500ppm的标气	
3	H_2O 跨度标定需露点发生器、蒸馏水	

A.2.3 标定流程

CO_2/H_2O气体分析仪的标定宜在室内进行，因为干扰因素少，标定质量较好。只进行零点标定时，可使用零点发生器在现场实施标定。标定流程见表A.3。

表A.3 CO_2/H_2O 气体分析仪标定操作流程

编号	操作流程说明
1	检查现场仪器的运行情况，外观和工作状态指示灯
2	打开电脑连接数据采集器，检查CO_2/H_2O气体分析仪运行状态，若设备工作正常开始标定
3	连接标定装置、探头以及电子控制箱之间的标定管路
4	打开标定软件和数据图形界面，开始通气标定
5	先零点标定，成功后再跨度标定。具体标定细节，参照仪器说明书进行

附　录　B
（规范性）
附录B 闭路式涡度协方差系统维护和标定

B.1　维护

闭路式涡度协方差系统维护对象、检查内容和处理方法见表B.1。

表B.1 闭路式涡度协方差系统维护工作表

编号	维护对象	检查内容	维护说明与处理方法
1	电子控制箱	机箱内的湿度指示卡	湿度指示卡变成粉红色，更换干燥剂包
		电源、CO_2/H_2O气体分析仪和三维超声风速仪指示灯	指示灯变成红色，经重启、重新导入程序均无法解决故障时，返厂维修
2	三维超声风速仪	控制箱的接线	接线异常，立即重新连接和紧固
		仪器水平状况	发生倾斜，立即调平
		防雨浸润网	夏季安装，冬季取下。丢失应及时补充，注意浸润网末端不要超出探头
3	气体分析仪	电子控制箱的接线	维护时首先关闭抽气泵。接线异常，重新连接和紧固。
		探头固定结构件的牢固程度	固定支架松动时，查明原因重新紧固。
		设备管路	管路损坏，立即更换管路。
		机箱内抽气泵	抽气泵工作不正常，排查抽气泵线路是否松动、检查管路是否畅通？明确故障原因后修复。
		气路连接处	气路连接处出现漏气，查看连接处的密封圈和密封件，并及时更换。
		涡流室进气口	清洁仪器的涡流室进气口，必要时拆除涡流室，清理涡流室内壁。

B.2　标定

B.2.1　标定周期

零点标定每月开展1次，跨度标定每年开展1次。

B.2.2　标定事项

CO_2/H_2O气体分析仪标定所需材料及注意事项见表B.2。

表B.2 CO_2/H_2O 气体分析仪标定所需器材

编号	所需材料	注意事项
1	零点标定时需零点发生器或高纯度N_2(纯度99.999%)标气	不同厂家的仪器标定时所需要的气路管件不能通用。电脑安装的标定软件版本和仪器要配套，否则可能出现连接不成功。
2	CO_2跨度标定需CO_2标气，推荐选择浓度为500ppm的标气；H_2O跨度标定需露点发生器、蒸馏水	

B.2.3 标定流程

部分型号设备可直接使用系统自带的自动校准模式在室外校准。人工标定时操作流程见表B.3。

表B.3 CO_2/H_2O 气体分析仪标定操作流程

编号	操作流程说明
1	阀组模块相应位置上连接零气、CO_2标气、露点发生器。
2	打开电脑连接电子控制箱，查看仪器等工作情况，若设备工作正常开始标定。
3	使用数据采集器的键盘，或使用专用软件设置自校准选项。
4	配置常数(校准时长、校准间隔等)，并启动自校准程序。
5	校准完成后，退出自校准模式。
6	使用专用软件进行单一系数的校准。

附　录　C
（规范性）
甲烷分析仪维护和标定技术流程

C.1　维护

甲烷气体分析仪维护对象、检查内容和处理方法见表C.1。

表C.1 甲烷气体分析仪维护工作表

维护对象	检查内容	维护说明与处理方法
甲烷分析仪	甲烷气体分析仪电源指示灯	电源正常但仪器无供电，应检查保险管，损坏时直接更换
	电子控制箱的接线	接线异常，重新连接和紧固
	探头固定结构件的牢固程度	固定支架松动时，应查明原因重新紧固
	温度测量值	温度显示异常，检查热电偶，损坏时直接更换
	仪器内干燥剂	干燥剂颜色变为红色，应更换干燥剂
	水箱内清洁液的储量	水箱内清洁液储量不足时，应及时补充
	传感器镜头的清洁度	大风、沙尘或降水过程后或巡检维护时，使用专用镜头布或擦镜纸清洁

C.2　标定

C.2.1　标定周期

零点标定每年至少开展1次，跨度标定每3年开展1次。

C.2.2　零点标定

使用纯氮气作为零点标气。待标定软件中的测量曲线趋于稳定，既完成标定。校准时间明显增加，应检查管路密封状况并确认校准气瓶的压力。

C.2.3　跨度标定

在光路中通入已知甲烷浓度的标气（推荐使用甲烷含量2ppm的标气）。在校准软件中输入标气的浓度值（ppm）。当甲烷测定曲线趋于稳定后，既完成标定。

附 录 D
（规范性）
附录D采集、传输、配件单元和观测环境维护技术流程

D.1 维护

采集、传输、配件设备和观测环境维护对象、检查内容和处理方法见表D.1。

表D.1 采集、传输、配件设备和观测环境维护内容

维护对象		检查内容	维护说明与处理方法
采集设备		数据采集器外观及指示灯	出现异常，应及时维修或更换
		接线端子的接线	出现松动或脱落，及时重接
		操作系统运行状况	运行异常，应及时重装系统
		储存卡内数据备份	通过直连数据采集器或取卡等方式，完成数据备份
		数据采集器内存储的数据	数据不完整，确认故障仪器，排查故障原因并及时维修
传输设备		交换机状态指示灯	指示灯异常，经供电、数据卡、连接检查后，明确故障原因并及时维修或更换
		天线	天线松动或脱落时，及时紧固
		流量卡资费	欠费时，及时充值
配件设备	供电装置	太阳能板、电池以及负载端的电压	电压异常，应判断故障原因并及时维修或更换
		电池外观	电池出现鼓包、裂纹时应及时更换
		太阳能板及电源线	太阳能面板较脏时，及时清理；线路出现老化应及时更换
		使用市电，检查交流电输入输出	输入输出不正常，及时维修或更换
	防雷装置	仪器设备地网连接线	出现接触不良、断裂等现象，应及时维修或更换
		接地电阻	出现异常，及时维护
		接闪器	出现松动或脱落时，及时维护
	支架	支架和拉线	支架出现倾斜、拉线松动，及时加固或更换
观测环境		观测场外下垫面	通量源区内出现厂房、人造林或其他人类生活设施，应考虑更换观测场地
		护栏	出现损坏，应及时维修或更换
		观测场内的下垫面	出现杂物时，应及时清理；牧草黄枯后，及时清理

附 录 E
（资料性）
陆-气通量站运行维护记录

E.1 维护记录

陆气通量站运行维护记录见表E.1。

表E.1 运行维护记录表

<table>
<tr><td rowspan="2">站点名称</td><td rowspan="2"></td><td>维护人员：</td></tr>
<tr><td>维护起始时间： 终止时间：</td></tr>
<tr><td rowspan="18">（CO_2/CH_4/H_2O）通量观测系统</td><td>支架和线缆</td><td>支架是否垂直和线缆是否松动： 正常 / 不正常</td></tr>
<tr><td rowspan="2">数据采集器日期和时间检查</td><td>日期是否正确: 是 / 否</td></tr>
<tr><td>时间是否正确: 是 / 否</td></tr>
<tr><td rowspan="2">机箱维护</td><td>数据采集器机箱密封:正常 / 不正常
控制箱密封:正常 / 不正常</td></tr>
<tr><td>是否更换机箱内干燥剂 是 / 否</td></tr>
<tr><td rowspan="3">供电状况</td><td>充电控制器充电指示灯及电池电量灯: 正常 / 不正常</td></tr>
<tr><td>电池电压:负载端电压: V 电池端电压: V</td></tr>
<tr><td>太阳能供电状况: 清洁太阳能板 是 /否 电压: V</td></tr>
<tr><td>电子控制箱</td><td>三维风指示灯：绿 /红 气体分析仪：绿 /红 供电：绿 /红</td></tr>
<tr><td>清理前气体分析仪信号参数</td><td>CO_2信号强度:
H_2O信号强度:
CH_4信号强度：</td></tr>
<tr><td>清理后气体分析仪信号参数</td><td>CO_2信号强度:
H_2O信号强度:
CH_4信号强度：</td></tr>
<tr><td>防雨浸润网</td><td>是否更换防雨浸润网 是 / 否</td></tr>
<tr><td>零点标定状况</td><td>是否进行零点标定 是 / 否</td></tr>
<tr><td>跨度标定状况</td><td>是否进行跨度标定 是 / 否</td></tr>
<tr><td rowspan="3">数据获取情况</td><td>数据是否备份 是 / 否</td></tr>
<tr><td>数据是否完整 是 / 否</td></tr>
<tr><td>数据起始时间： 数据结束时间：</td></tr>
<tr><td>情况备注(详细描述观测场、仪器等的相关信息)</td><td></td></tr>
</table>

参 考 文 献

[1] 于贵瑞，孙晓敏. 陆地生态系统通量观测的原理与方法(第二版)[M]. 北京:高等教育出版社，2017.

[2] GB/T 7665-2005，传感器通量术语[s].

[3] GB/T 33696-2017，陆-气和海-气通量观测规范[s].

[4] QX/T 291-2015，自动气象站数据采集器现场校准方法[s].