
用户手册

BDSMART-MS300 空间大气监测终端

版本 V1.1



中国科学院空天信息创新研究院

目 录

1. 关于本文档	4
1.1. 文档约定	4
1.2. 版本信息	4
2. 产品简介	5
2.1. 主机及功能	6
2.2. 主机及配件	7
2.3. GNSS 天线及配件	12
2.4. 气象仪	15
3. 硬件开关及配置	19
3.1. 设备启动	19
3.2. IP 配置	19
3.3. 设备关机及重启	22
4. 软件使用	22
4.1. WEB 概述与连接	22
4.2. 设备状态	23
4.3. 数据监控	24
4.4. 产品文件	33
4.5. 运行日志	36
4.6. 设备配置	36
4.7. 关于设备	41
5. 数据下载	41
6. 数据说明	43
6.1. 数据文件命名格式	43

6.2. 水汽状态数据文件格式.....	44
6.3. 水汽产品数据文件格式.....	44
6.4. 电离层数据格式.....	44
7. 使用注意事项.....	44
8. 维护保养说明.....	44
附件 1 数据文件命名.....	45
附件 2 水汽状态数据文件格式.....	47
附件 3 水汽产品数据文件格式.....	53
附件 4 电离层数据格式命名.....	56

1. 关于本文档

1.1. 文档约定



警告 **警告**字样提醒用户注意严重的危险。此时需要仔细阅读说明并严格按照说明进行操作，否则可能造成人身伤害甚至死亡。



警告 **小心**字样提醒用户注意潜在的危险。此时需要仔细阅读说明并严格按照说明进行操作，否则可能会造成产品损伤或重要数据丢失。



注意 字样强调有关使用产品的重要信息。



提示 提供用于更高效使用产品的信息。



指示 您再执行任务过程中需要记一些笔记。



列出执行该任务所需的工具。

1.2. 版本信息

表 1-1 版本信息

版本	版本说明	修改日期	备注	
V1.0	先前版本	2022年6月	初稿	
V1.1	添加 web 版本使用说明	2023年06月		

2. 产品简介

本产品接收全球导航卫星系统信号，获取导航卫星的星历数据、观测数据和辅助地面气象观测数据，并进行数据质控处理，获得高时间分辨率的观测数据和天顶总延迟、大气可降水量等产品，能够监测灾害性天气的产生和发展，主要用于中尺度天气预报、气候研究、人工影响天气等领域。



图 2-1 空间大气监测终端：BDSMART-MS300

空间大气监测终端：BDSMART-MS300 可提供各类电离层、对流层、气象参数数据。下表列出具体提供形式。

表 2-1 BDSMART-MS300 提供数据

对流层	ZTD	对流层天顶总延迟
	PWV	大气可降水量
电离层	TEC	电离层电子总含量
	ROTI	电离层扰动指数
	S4	电离层相位闪烁指数
	SigmaPhi	电离层幅度闪烁指数

气象要素	T	温度
	P	压强
	U	湿度

2.1. 主机及功能



图 2-2 空间大气监测终端

空间大气监测终端具有以下功能。

(1) 空间大气监测终端能够接收北斗、GPS、GLONASS 和 GALILEO 等导航卫星系统信号，可以自动同时接收到 4 颗以上导航卫星的信号，具有北斗 3PPP-B2b 数据接收功能。可反演单站对流层天顶总延迟和单站大气可降水量电离层 TEC、电离层幅度闪烁、电离层相位闪烁、电离层扰动，实时生成分钟级产品。支持 DCB 在线标定。支持 TCP/IP、NTRIP 协议，内置 FTP 服务支持 FTP 主动上传。可进行远程软件升级、远程参数设置和远程复位，采用基于 WEB 的控制界面。能够提供接收机的工作状态及卫星跟踪情况（包括但不限于接收机型号、序列号、固件版本、天线型号、天线序列号、量高方式，天线高、卫星健康状况、跟踪卫星数目、信号状态、电压、主机温度、剩余存储空间、连续运行时间、外部输入状态）

等信息。接收机在非正常断电恢复供电后能够自动重启、自动跟踪卫星、自动记录，恢复工作，并保持停电前的配置。

(2) 具有观测数据质量分析、质量控制和标准格式转换功能；能对观测数据备份存储，并有断点续传功能；应有对接收天线、接收机、气象仪等工作状态以及网络状态监控、系统管理和异常告警等功能；内部软件应有良好的用户操作界面。同时有良好的输入输出串口，可供气温、气压等地面气象要素的输入功能。能提供与 GNSS 天线同高的气温、气压和相对湿度观测，并能生成 RINEX 或 RTCM3.X 格式文件。

2.2. 主机及配件

空间大气监测终端如下图所示。



图 2-3 空间大气监测终端

主要配件如下：

电源线

DB9 串口数据线

以太网线

4G 天线



订货安装时主机内部配线。

2.2.1. 电源线



图 2-4 220v 转 12v 电源及电源线

作用：电源及电源线用于空间大气监测终端及气象仪供电。



需要用于三孔电源插口

2.2.2. DB9 串口数据线



图 2-5 DB9 串口数据线

作用：航插头连接【COM 接口】，COM1 为配置串口（用于配置卫星信号频点等信息）、COM2 为数据输出串口（用于进入主机处理器内配置）、COM3 用于连接气象测量单元；



需要用于设备调试

2.2.3. 以太网线



图 2-6 以太网电缆线

作用：用于连接以太网。是一种用于计算机网络的物理媒介，负责在局域网或广域网中传输数据帧。标准化的连接规范由 IEEE 确定，确保不同设备的兼容性。支持多速率传输，包括 10 Mbps、100 Mbps、1 Gbps、10 Gbps 等。

2.2.4. USB 升级电缆



图 2-7 USB 升级电缆

作用：系统升级时，航空插头端插入设备，USB 端插入电脑，用于设备固件升级，当系统换代升级时使用。



插入后将进入 BOS 模式，ARM 系统进入睡眠

2.2.5. 4G 天线



图 2-8 4G 天线

作用：选配，当用户需要连接 4G 网络时使用。

2.3. GNSS 天线及配件

GNSS 天线如下图所示：



图 2-9 GNSS 天线及配件

GNSS 天线组成如下：

- (1) GNSS 天线
- (2) TNC 接头及线缆
- (3) 指北箭头

2.3.1. GNSS 天线



图 2-10 GNSS 天线

作用：GNSS 天线采用 3D 结构扼流圈设计，配备抗多径扼流板，使用防水、防紫外线外罩，具有相位中心稳定、定位精度高、低仰角接收效果好等特点，已经通过美国 NGS 权威测试。全面支持 GPS、GLONASS、GALILEO、BDS 四大全球卫星导航系统，支持日本 SBAS、印度 IRNSS 区域卫星导航系统以及多种增强系统。

2.3.2. TNC 接头及线缆

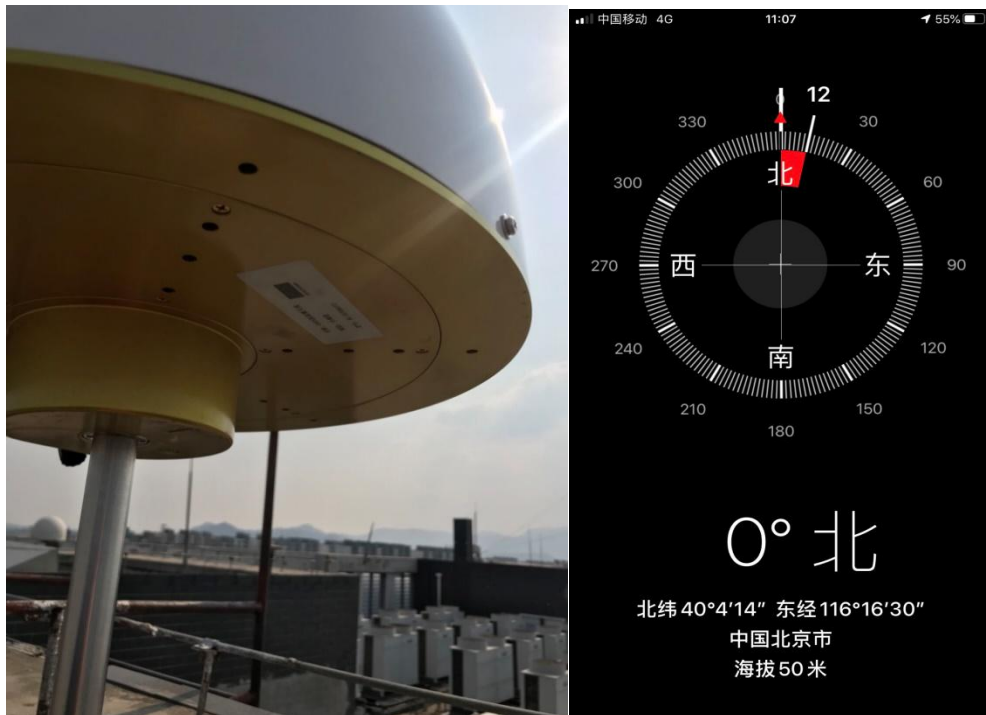




图 2-11 TNC 接头及线缆

作用：GNSS 天线通过底部的 TNC 接头连接杆体内部的主机

2.3.3. 指北箭头



作用：GNSS 天线通过底部的 TNC 接头连接杆体内部的主机，通过天线上的定向标志配合主体支架的法兰盘调整天线方向，方向调整好之后，拧紧固定螺栓。



天线安装时定向标志需指北

2.4. 气象仪

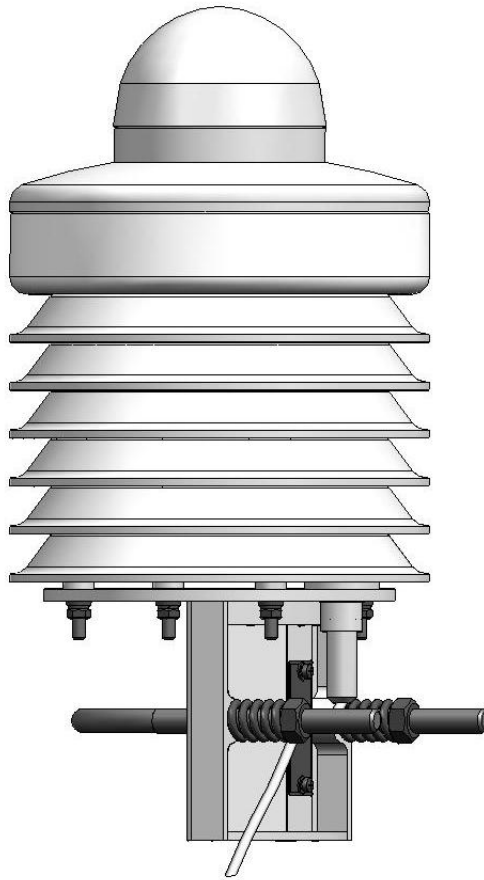


图 2-12 气象仪

- (1) 气象仪
- (2) 卡箍
- (3) 指北箭头

2.4.1. 气象仪

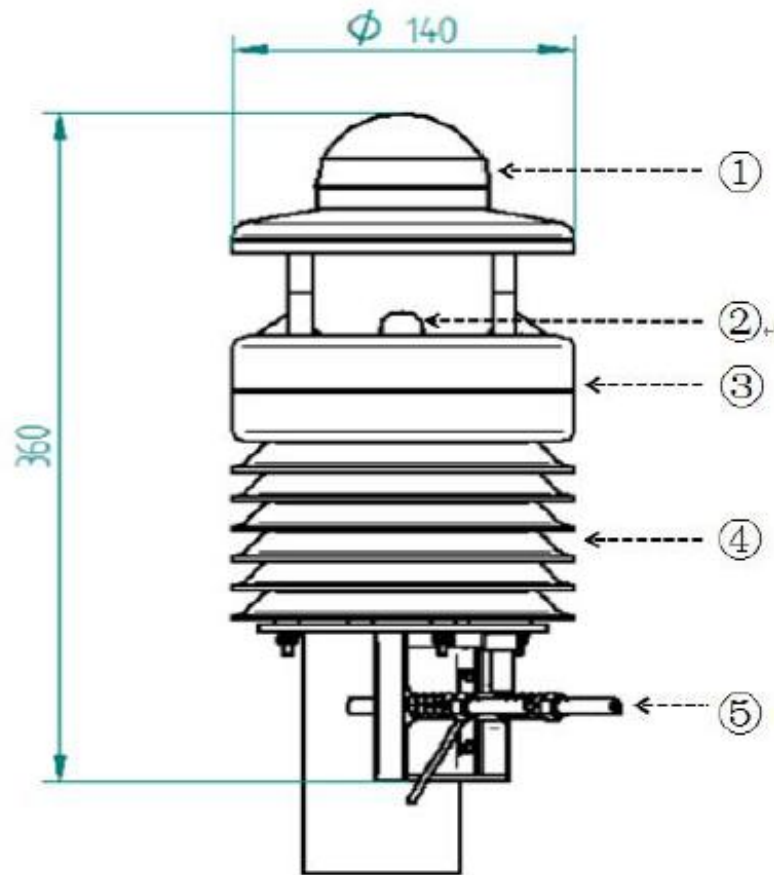


图 2-13 气象仪尺寸结构

- (1) 气象仪光学雨量传感器
- (2) 超声波风向风速传感器
- (3) 气压传感器
- (4) 温湿度传感器

(5) 作用：采用了业界最为先进的气象传感器技术，集成了主要的气象参数测量，包括大气温度，大气湿度，大气压力，风向，风速，降雨量以及扩展的光辐射和紫外线指数的测量。

2.4.2. 卡箍

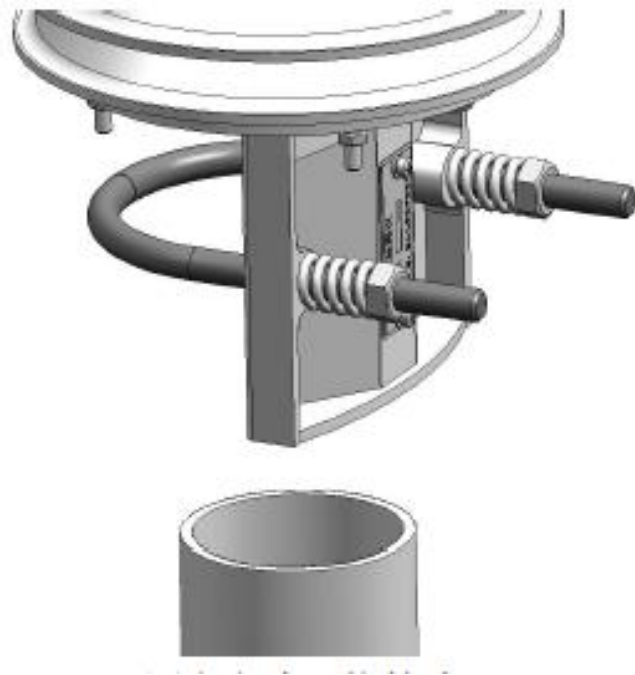


图 2-14 卡箍

作用：用于气象仪固定。具体操作如下：

- 松开螺母
- 将传感器从上而下推入到桅杆上端
- 均匀用力拧紧螺母，直至碰到螺母，直至碰到弹簧，此时传感器应仍可随意移动
- 将两个螺母旋转 3 圈并固定

2.4.3. 指北箭头



图 2-15 指北箭头

作用：为正确显示风向，传感器必须朝北排列。传感器上有多个箭头用于指明方向，N 箭头表示向北方向。

注：指南针指示的磁北极和地理北极并不完全一致，因此，在排列传感器时必须考虑所在位置的偏差（误差）



气象仪安装时定向标志需指北

3. 硬件开关及配置

3.1. 设备启动

空间大气监测终端安装好接通电源后，按下主机电源键，空间大气监测终端立即进入开机初始化，POWER 指示灯亮起，主机启动。



图 4-1 主机开机键及指示灯

空间大气监测终端及 GNSS 天线使用市电交流电源，同时配备 UPS 电源，维持设备连续工作时间 $\geq 12\text{h}$ 。气象仪使用直流电源，工作电压 12V。

3.2. IP 配置



系统静态 IP 用户如需修改参考手册操作

本系统 IP 配置分为两种，静态 IP，动态 IP，其中动态 IP 无需操作，系统安装后即可使用。静态 IP 需要根据用户需求，我司安装调试系统时初次设置。后续用户如有修改可参考以下操作。

通过空间大气监测终端 DB9 串口数据线【COM2】连接 RS232 转 USB 工具的串口端，USB 端连接 PC 端 U 口，通过 PC 端检查串口设备是否连接成功，右键点击【我的电脑】，点击【管理】，进入【计算机管理】界面，点击【系统工具】目录下的【设备管理器】，点击界面右面中【端口（COM 和 LPT）】，显示 USB Serial Port(COM)表示连接成功，如下图所示。

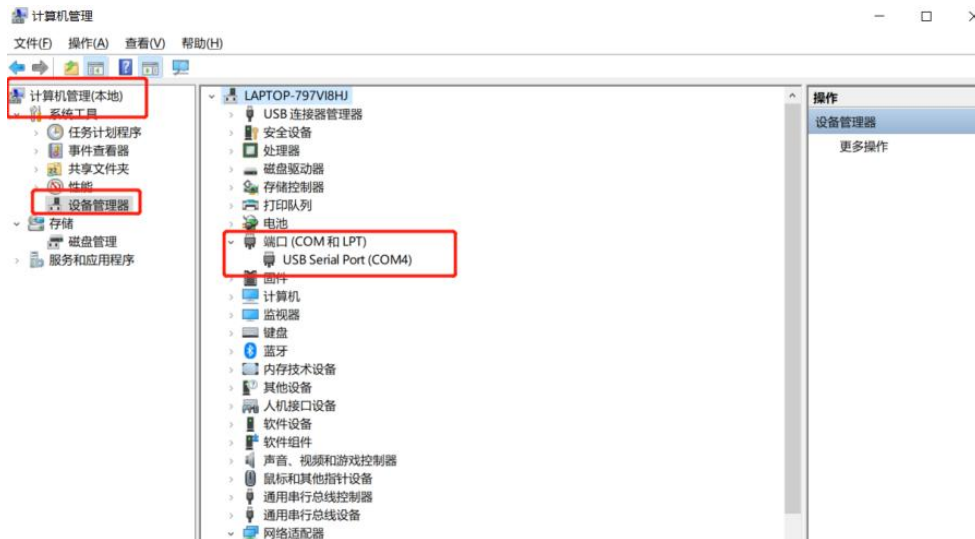


图 4-2 串口连接检查

检查串口正常连接后，需要用到 Serial 连接工具包，推荐使用 MobaXterm.exe。打开连接工具，建立【Session】，选择 Serial 方式连接，在【Serial port】处点击下拉箭头选择对应的串口，Speed(bps)选择 115200,点击 OK，连接成功。操作界面如下图所示。

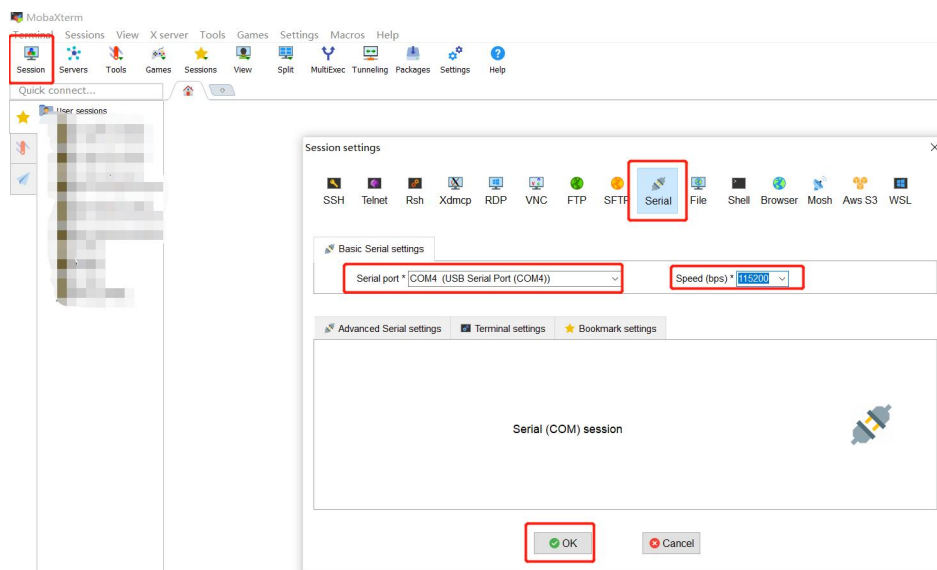


图 4-3 MobaXterm Serial 连接

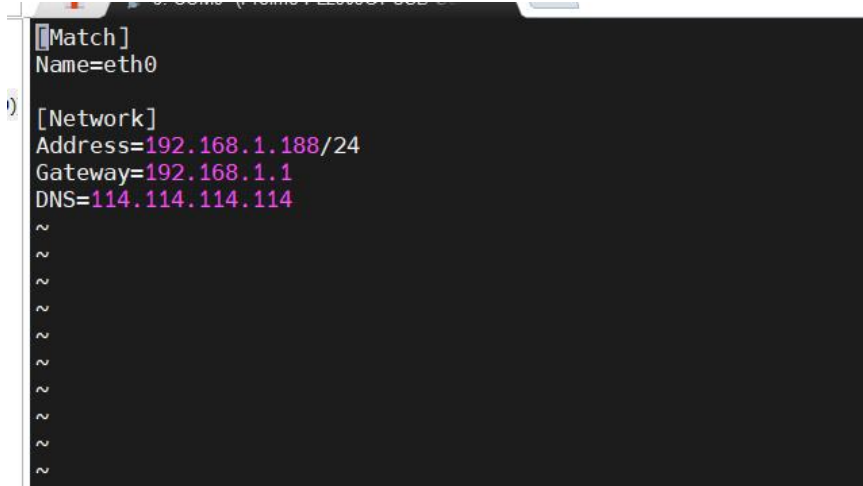
连接成功后按【ENTER】进入输入账号和密码界面，账号密码用户使用时，可咨询本公司。输入后进入系统内部，进行相关配置。



静态设置时需严格按照操作进行，否则有可能影响系统

【IP 设置】：设置静态 IP，配置设备 IP 地址，操作如下：

- (1) 打开静态 IP 文件
- (2) 输入指令：`vi /etc/systemd/network/10-static-etho.network`
- (3) 输入成功后按【ENTER】，打开文件，如下图所示



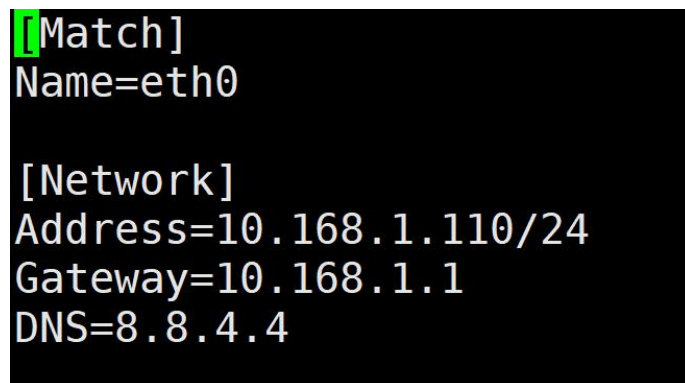
```
[Match]
Name=eth0

[Network]
Address=192.168.1.188/24
Gateway=192.168.1.1
DNS=114.114.114.114
~
~
~
~
~
~
~
~
~
~
```

图 4-4 配置前静态 IP

- (4) 配置 IP
- (5) 如用户需要使用的静态 IP 为 10.168.1.110 为例，将
Address = 192.168.1.188/24，替换为 Address = 10.168.1.110/24；
Gateway = 192.168.1.1，替换为 Gateway = 10.168.1.110。

如下图所示



```
[Match]
Name=eth0

[Network]
Address=10.168.1.110/24
Gateway=10.168.1.1
DNS=8.8.4.4
```

图 4-5 配置后静态 IP

- (6) IP 测试
- (7) 【以太网网络测试】使用指令” ifconfig” 即可查询到 eth0 网卡以及 IP，现为静态 ip10.168.1.110，如下图所示。

```
root@sandcanyon:~# ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr da:20:89:94:8d:5d
          inet addr:10.168.1.110  Bcast:10.168.1.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::d820:89ff:fe94:8d5d/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:11855 errors:0 dropped:2528 overruns:0 frame:0
          TX packets:8867 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:1060881 (1.0 MiB)  TX bytes:50538433 (48.1 MiB)

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1
          RX packets:122842 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:122842 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:48118536 (45.8 MiB)  TX bytes:48118536 (45.8 MiB)
```

(8)

图 4-6 以太网 IP 检查

3.3. 设备关机及重启

当设备需要关机时，有三种方式可以关机，具体如下：

(1) 强制关机。按下电源键，电源指示灯熄灭后为成功关机。为避免在关机过程中对系统造成损失，非必要不建议使用。

(2) 指令关机。建议采用命令行关机的方式对机器进行关机操作，在命令行输入：`poweroff` 命令进行关机操作，再次开机时按下电源键两次进行主机上电开机。

(3) Web 关机。Web 网页具有系统关机重启命令，后续网页使用将具体介绍。

4. 软件使用

空间大气监测终端采用集远程软件升级、远程参数设置和远程复位于一体的可视化运维管理 WEB 界面。WEB 控制界面监控并显示接收机的工作状态及卫星跟踪情况等，包括接收机型号、序列号、固件版本、天线型号、天线序列号、量高方式，天线高、卫星健康状况、跟踪卫星数目、信号状态、电压、主机温度、剩余存储空间、连续运行时间、外部输入状态等信息，具有界面简洁、数据可视、易于操作和维护等特点，支持远程对设备进行运行监控、数据管理、参数配置、软件升级及远程复位等。

4.1. WEB 概述与连接

进入空间大气监测终端局域网，通过连接各设备固定 IP 及端口进入 WEB 界面。如设备 IP 为 10.168.1.108，端口号为 8080，则通过 <http://10.168.1.108:8080/monitor/> 进入 WEB 界面，用户需登录账号和登录密码登录管理平台。



图 5-1 用户登录页面

4.2. 设备状态

首页显示如下，左侧为 WEB 界面导航栏，由运行状态、数据监控、产品文件、运行日志、设备配置、关于设备六项组成，左键轻触即可进入。【运行状态】包括运行状态及设备信息两项，其中，【运行状态/运行状态】显示项包括当前设备的设备信息、存储状态、设备工作状态、软件运行状态、卫星跟踪状态、卫星星空图、气象要素等。设备信息主要反应设备固有信息，如设备当前所在的站点号、设备当前使用的天线型号、天线高等信息；设备工作状态显示设备所在位置的经纬度、持续运行时间、设备主机温度等和设备工作相关的状态信息；存储状态反应设备的内外存储空间，其中内部存储是指设备自身的存储空间，外部存储由外部 TF 卡提供；软件运行状态反应自研软件的运行情况，软件正常运行时运行状态显示“正常”，若遇软件产品中断或软件中断等情况，运行状态为“告警”；卫星跟踪状态反应设备天线卫星信号跟踪情况，包括跟踪到的卫星系统、频点、卫星数等；卫星星空图反应跟踪到的各系统各频点卫星的高度角及方位角信息， $0-360^{\circ}$ 放射线反应方位角信息， $0-90^{\circ}$ 同心圆反应卫星高度角信息，由高度角和方位角唯一确定卫星星空位置，左下角显示定位精度因子，PDOP、HDOP、VDOP、TDOP 分别反应位置（三维坐标）精度、水平（二维水平坐标）、垂直（只有高度）、时间（只有时钟偏移）信息；气象要素实时显示由气象传感器传回的温度、湿度、压强气象要素。



图 5-2 【运行状态/运行状态】页面

【运行状态/设备信息】主要是系统信息的罗列与展开，在设备信息的基础上新增单元内部温度、单元工作温度、GNSS 时钟、网络状况监控、单元电池电压、单元电池电量、单元工作电压等内容，其中网络状况监控为红色则表示未接入外网，绿色则表示外网接入成功，单元内部温度等反应的是设备的内部信息，GNSS 时钟为设备使用从卫星信号中获得的准确时间信息。



图 5-3 【运行状态/设备信息】页面

4.3. 数据监控

4.3.1. 对流层 ZTD

【数据监控】主要是对实时对流层 ZTD、对流层 PWV、气象要素、电离层 TEC、电离层扰动指数、电离层相位闪烁、电离层幅度闪烁、硬件码分偏差、数据质量监控信息的实时

动态显示。其中【数据监控/对流层 ZTD】页面如下，横轴为时间，纵轴为 ZTD 数据。客户可在左侧“UTC 时间选择”窗口选择需要查询的起止时间，或通过下方蓝色时间轴的拖拽进行时间范围选择；将鼠标放在数据点位置，即可显示数据详情；通过“极值检查”按钮可以进行极值比较；“动态数据”实时加载当前 ZTD 数据；下载按钮可以保存当前 ZTD 数据显示图。

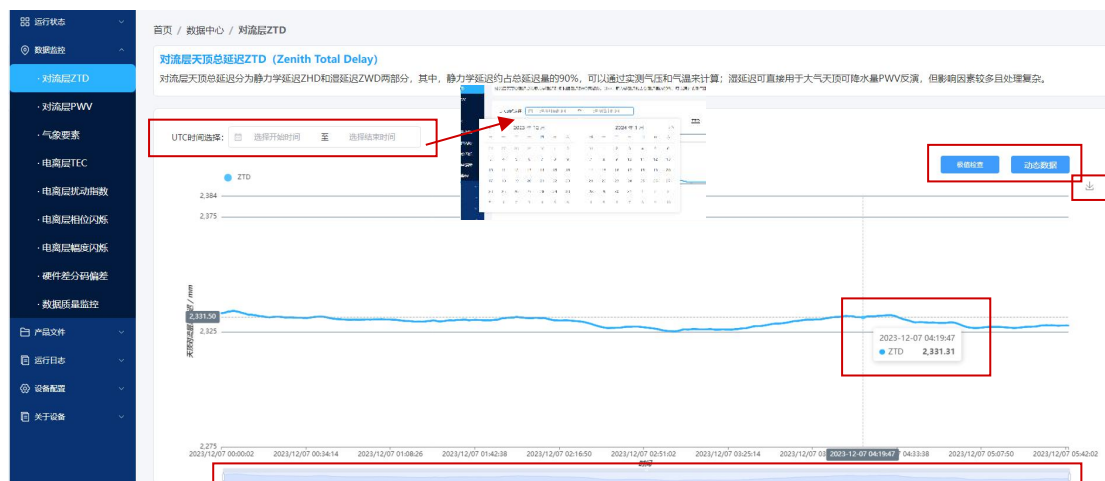


图 5-4 【数据监控/对流层 ZTD】页面

4.3.2. 对流层 PWV

【数据监控/对流层 PWV】页面如下，横轴为时间，纵轴为 PWV 数据。页面使用方法同【数据监控/对流层 ZTD】。

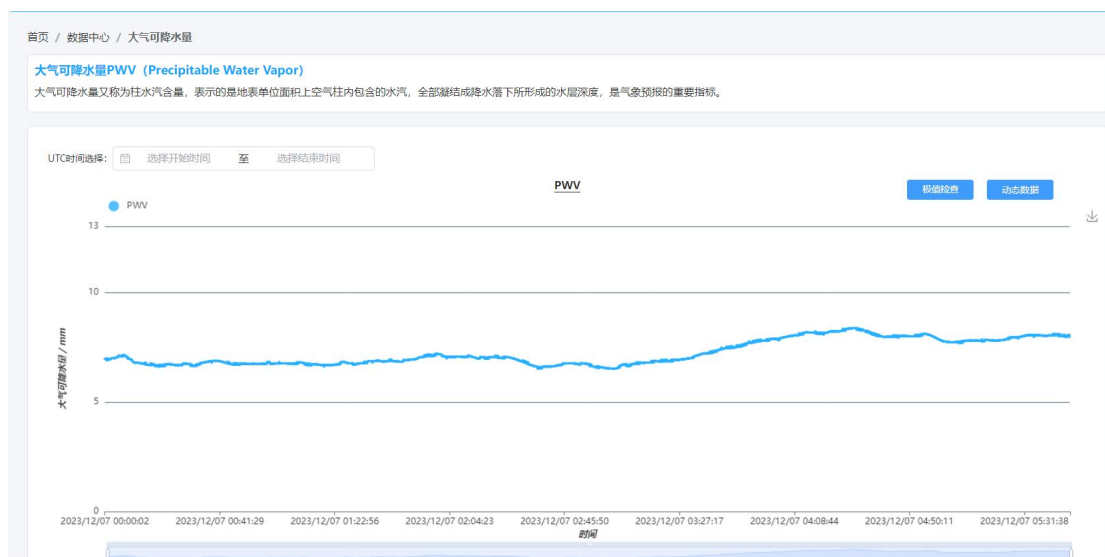


图 5-5 【数据监控/对流层 PWV】页面

4.3.3. 气象要素

【数据监控/气象要素】页面如下，横轴为时间，纵轴为气象数据。通过“温度”“湿

度”“大气压强”“风速”“风向”“降水”气象六要素按钮选择需要展示的纵轴数据，并提供散点图、折线图两种数据展现形式。其中，“温度”选项如下。

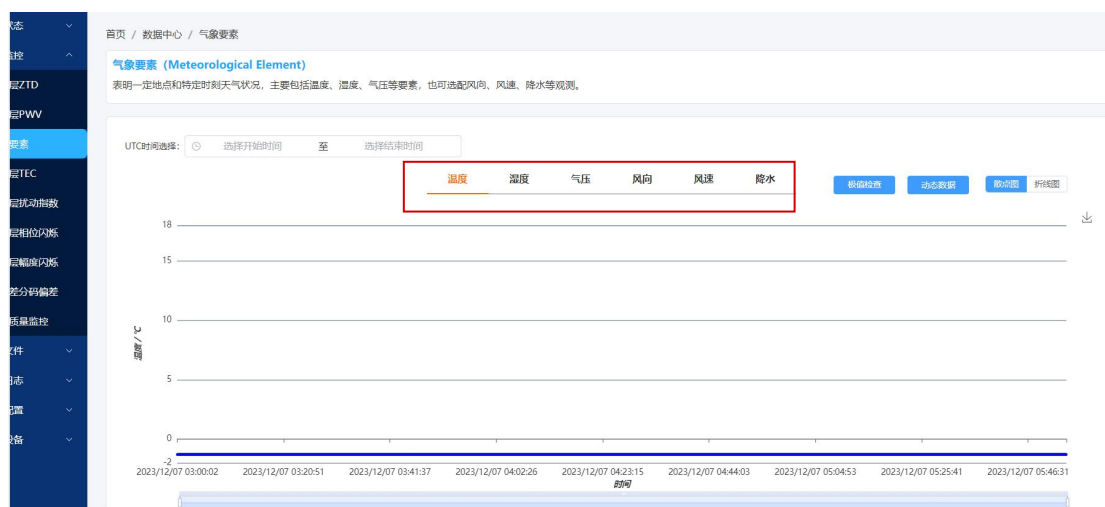


图 5-6 【数据监控/气象要素/温度】页面

“湿度”选项如下。

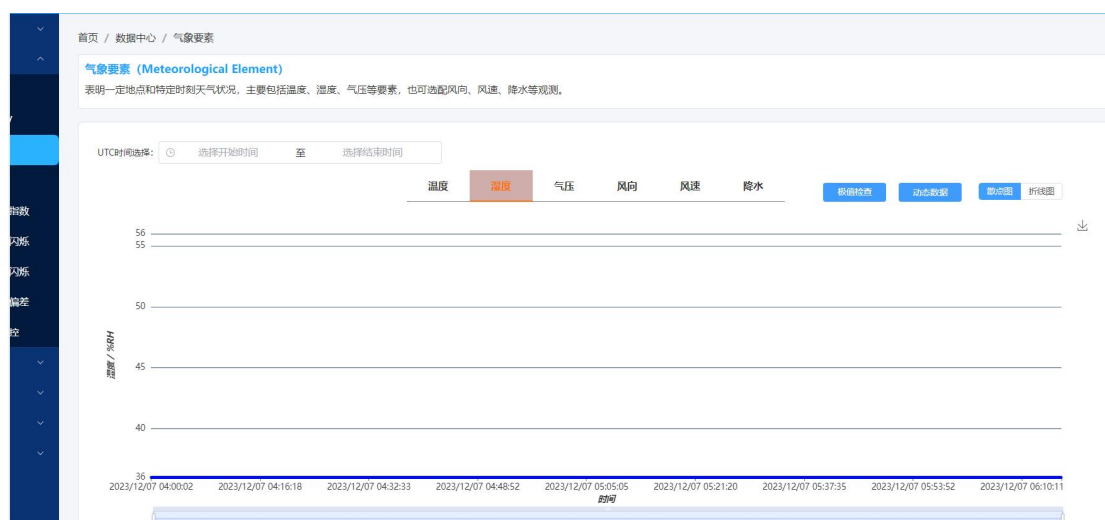


图 5-7 【数据监控/气象要素/湿度】页面

“气压”选项如下。

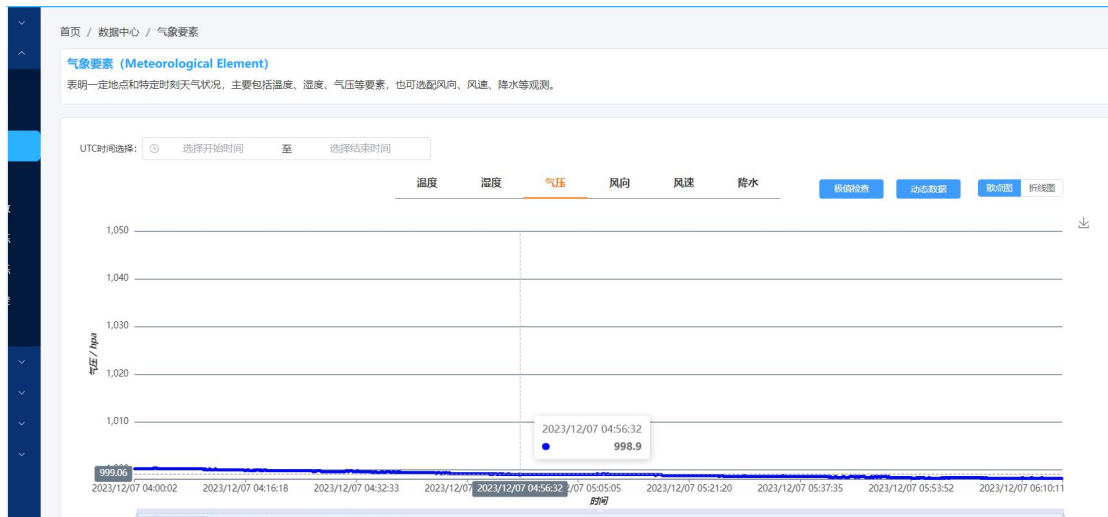


图 5-8 【数据监控/气象要素/气压】页面

“风向”选项如下，由四张风向图组成，0-23 表示风力等级，下方进度条可根据风速大小进行数据刷选。



图 5-9 【数据监控/气象要素/风向】页面

“风速”选项如下。

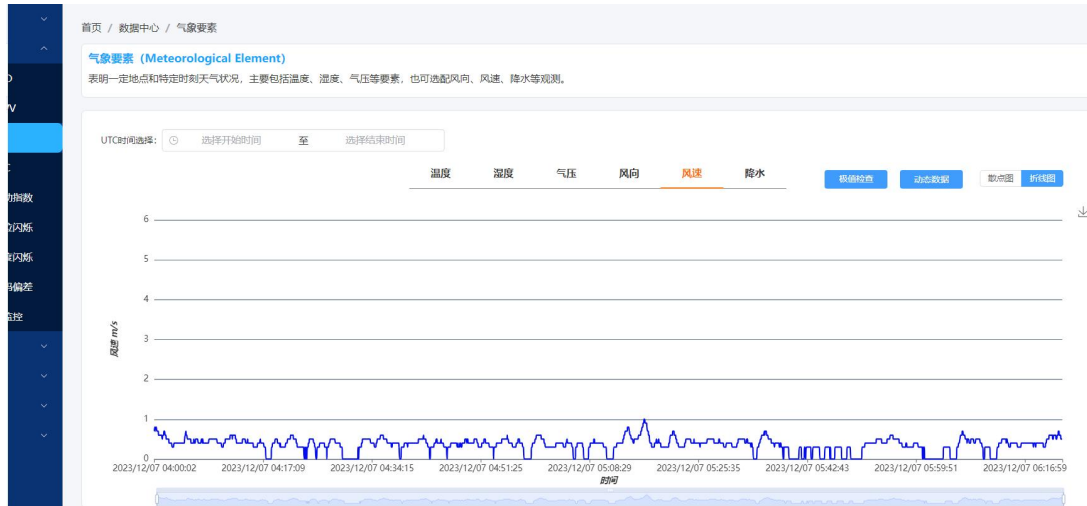


图 5-10 【数据监控/气象要素/风速】页面

“降水”选项如下。

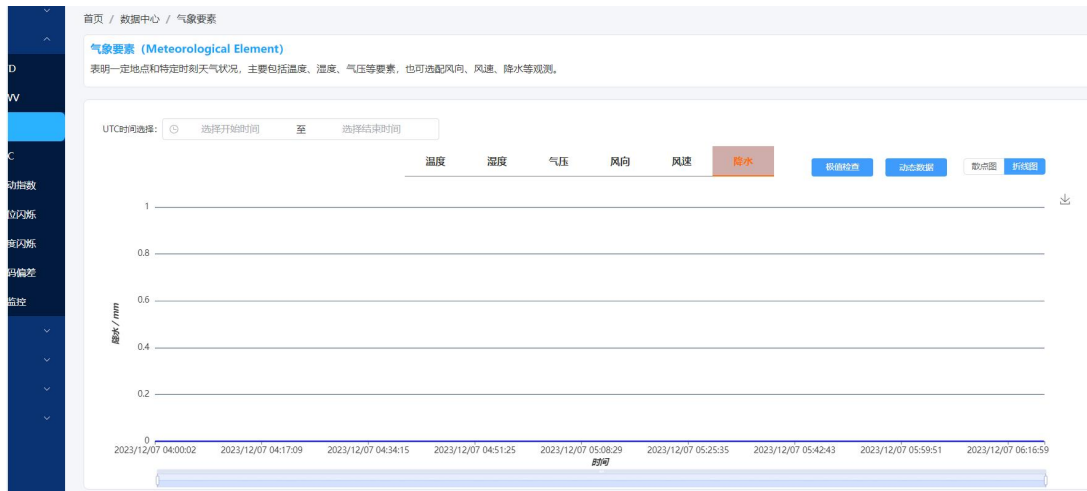


图 5-11 【数据监控/气象要素/降水】页面

点击“动态数据”按钮，显示图如下，实时动态展示六要素数据，点击右上角“静态数据”返回【数据监控/气象要素】主页面。页面其他使用方法同【数据监控/对流层 ZTD】。

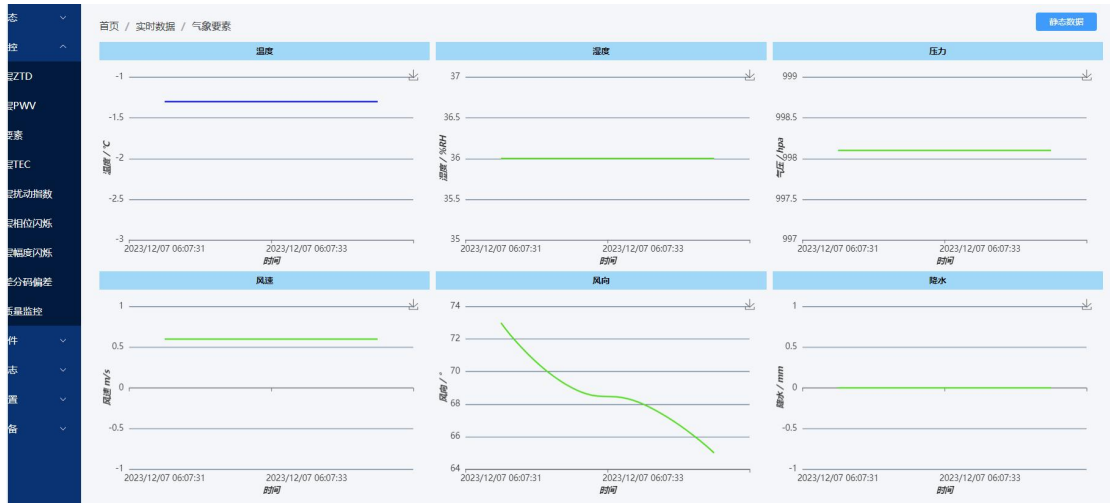


图 5-12 【数据监控/气象要素/动态数据】页面

4.3.4. 电离层 TEC

【数据监控/电离层 TEC】主要展示 GPS、BDS、GLONASS、Galileo 四系统各卫星的电子总含量 TEC 数据，提供散点图与折线图两种数据呈现形式。BDS 系统电离层 TEC 含量散点图如下，图的右上角可以进行翻页。



图 5-13 【数据监控/电离层 TEC】页面

点击右上角“动态数据”，可以实时动态显示各系统 TEC 数据。页面其他使用方法同【数据监控/对流层 ZTD】。



图 5-14 【数据监控/电离层 TEC/动态数据】页面

4.3.5. 电离层扰动指数

【数据监控/电离层扰动指数】主要展示 GPS、BDS、GLONASS、Galileo 四系统各卫星的电离层扰动指数 ROTI 值，提供散点图与折线图两种数据呈现形式。BDS 系统电离层扰动指数 ROTI 折线图如下，图的右上角可以进行翻页。

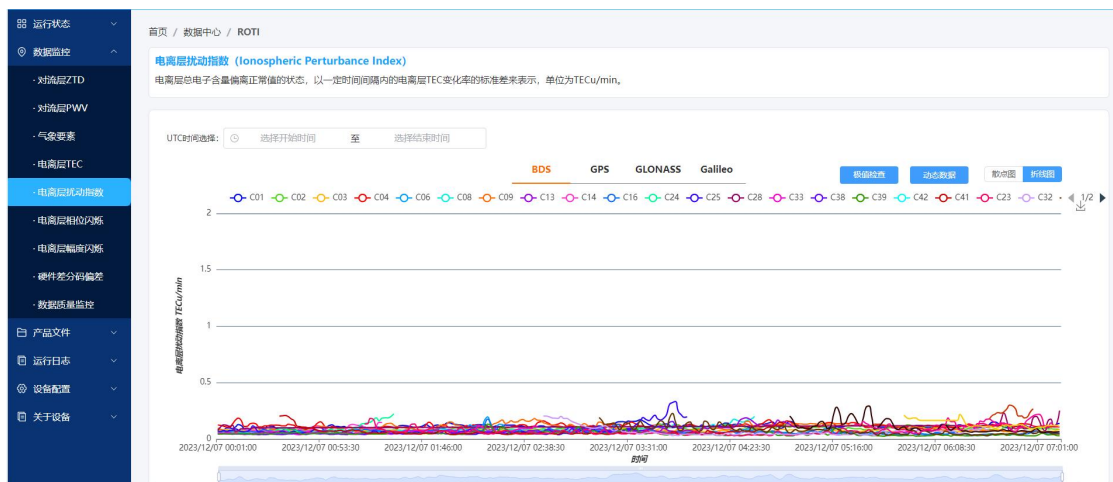


图 5-15 【数据监控/电离层扰动指数】页面

点击右上角“动态数据”，可以实时动态显示各系统 ROTI 数据。页面其他使用方法同【数据监控/对流层 ZTD】。



图 5-16 【数据监控/电离层扰动指数/动态数据】页面

4.3.6. 电离层相位闪烁

【数据监控/电离层相位闪烁】主要展示 GPS、BDS、GLONASS、Galileo 四系统各卫星的电离层相位闪烁指数值，提供散点图与折线图两种数据呈现形式。BDS 系统电离层相位闪烁指数散点图如下，图的右上角可以进行翻页。

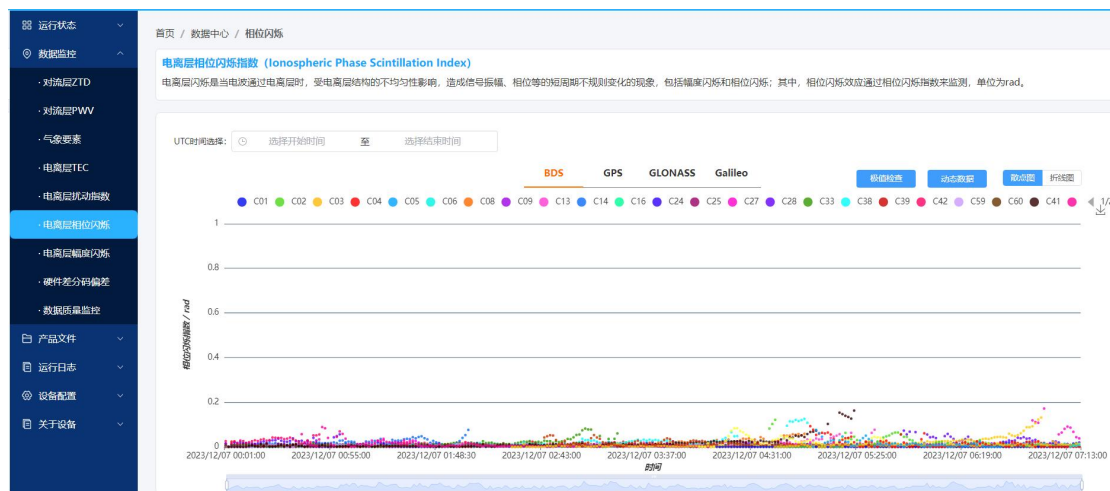


图 5-17 【数据监控/电离层相位闪烁】页面

点击右上角“动态数据”，可以实时动态显示各系统电离层相位闪烁数据。页面其他使用方法同【数据监控/对流层 ZTD】。



图 5-18 【数据监控/电离层相位闪烁/动态数据】页面

4.3.7. 电离层幅度闪烁

【数据监控/电离层幅度闪烁】主要展示 GPS、BDS、GLONASS、Galileo 四系统各卫星的电离层幅度闪烁指数值，提供散点图与折线图两种数据呈现形式。BDS 系统电离层幅度闪烁指数散点图如下，图的右上角可以进行翻页。

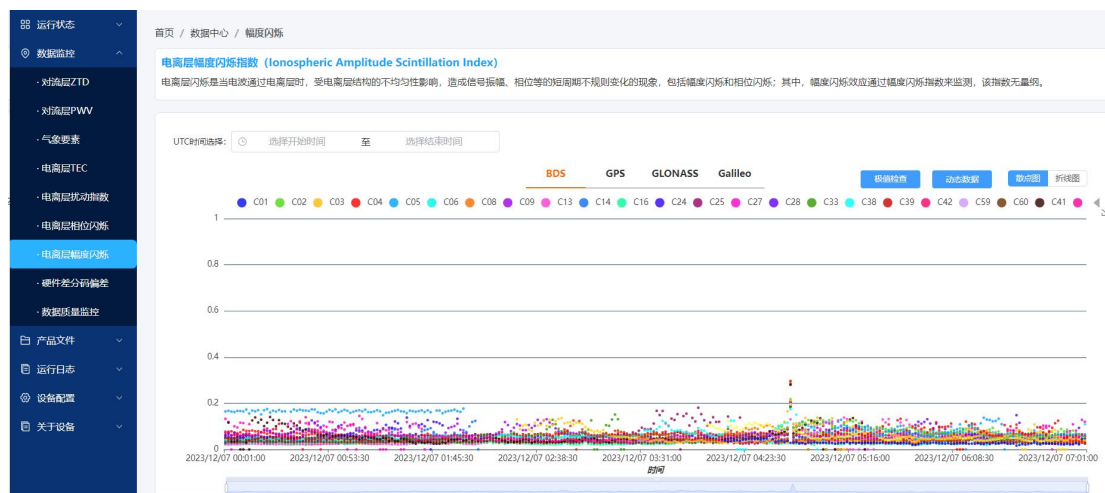


图 5-19 【数据监控/电离层幅度闪烁】页面

4.3.8. 硬件差分码偏差

【数据监控/硬件差分码偏差】展示了各系统不同卫星的差分码偏差值，将鼠标移动至柱状图出即可显示卫星 PRN 号及其差分码偏差值，右上角显示的是设备的码偏差值、码偏差类型、稳定性和标定值等。



图 5-20 【数据监控/硬件差分码偏差】页面

4.3.9. 数据质量监控

【数据监控/数据质量控制】依次显示了 GNSS 观测数据的数据质量，对流层 PWV、对流层 ZTD、大气温度、大气湿度、大气压强的日均值、日极值、月均值、月极值。



图 5-21 【数据监控/数据质量控制】页面

4.4. 产品文件

【产品文件/文件浏览】用于存放空间大气监测终端生成的产品文件，iono 为电离层闪烁文件、mobs 为强观测文件、obs_sbf 为电离层 NC 文件、pwv 为对流层文件、dcb 为硬件延迟文件、roti 为对流层总电子含量及扰动指数文件、obs 为 GNSS 观测文件、B2b 为 B2b 改正信息文件、metq 为状态数据文件、nav 为 GNSS 导航文件。

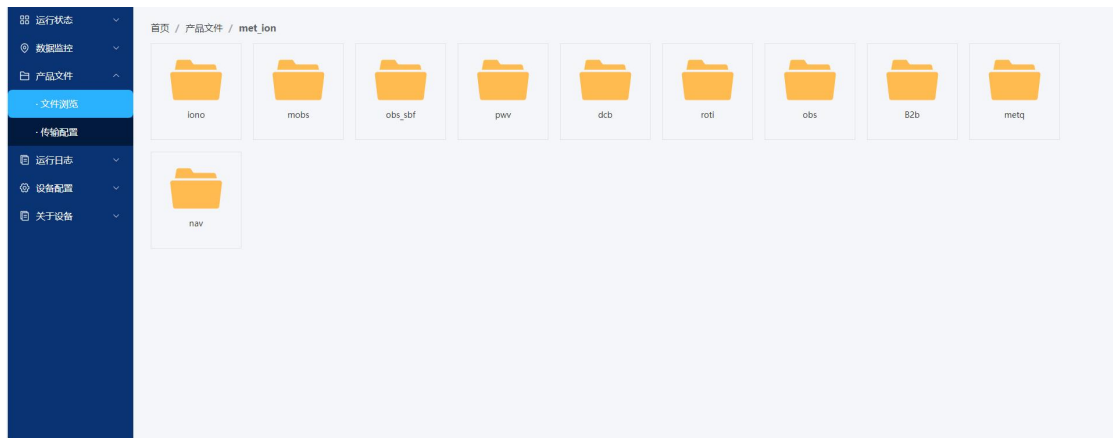


图 5-22 【产品文件/文件浏览】页面

双击进入文件夹路径，按年积日选择文件，用户可根据需求选择“预览”或“下载”。

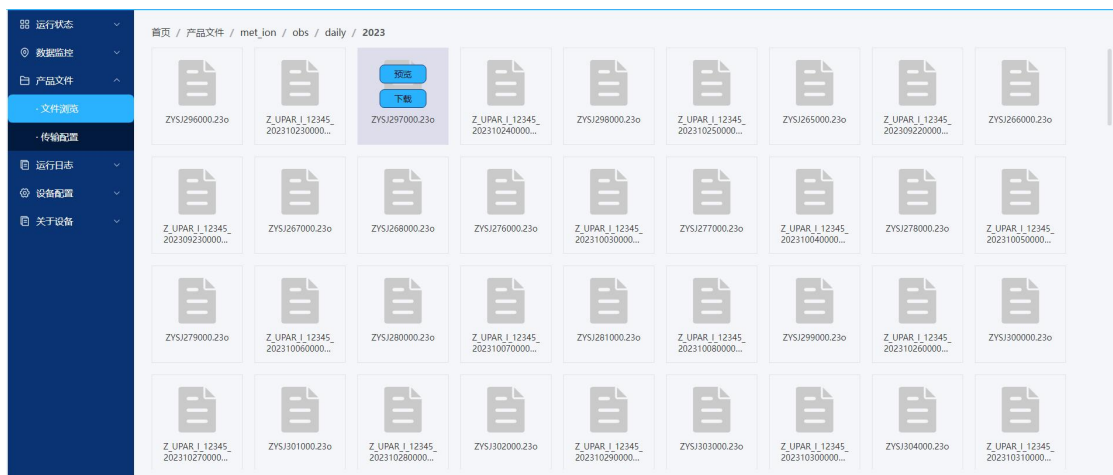


图 5-23 【产品文件/文件浏览】数据下载、预览页面

【产品文件/传输配置】用于各类数据传输，包括 FTP 协议传输、NTRIP 协议传输、电离层 netCDF 分钟级产品定时推送三种数据传输方式。

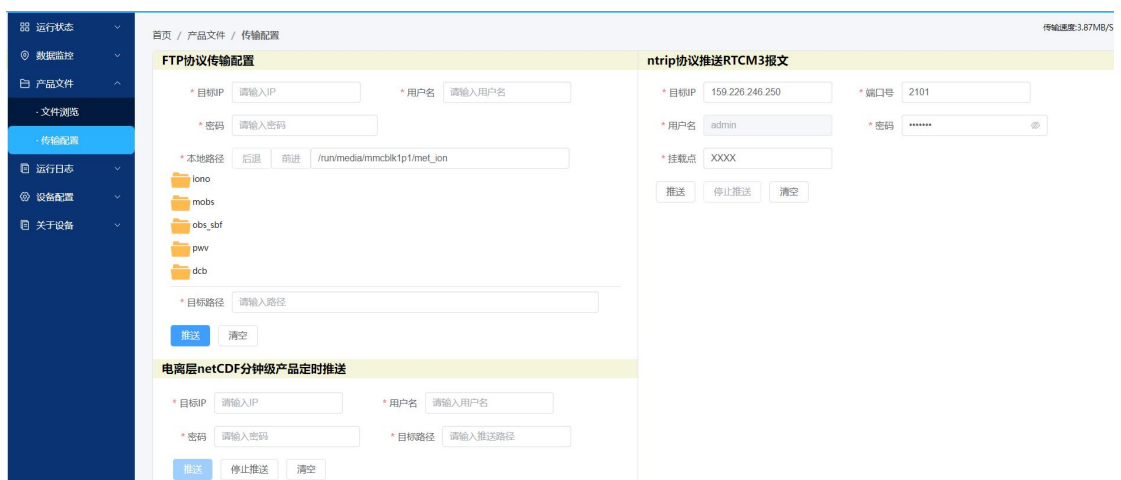


图 5-24 【产品文件/传输配置】页面

FTP 协议传输需要配置“目标 IP”、“用户名”及“密码”，在“本地路径”下方的文件夹中选择需要传输的文件，可传输的文件有电离层文件、气象文件、对流层 PWV 文件、DCB 文件等，并在下方“目标路径”栏选择目标机下的存储路径，点击“推送”即可传输；点击“清空”按钮，清空上述配置。



图 5-25 【产品文件/传输配置/FTP 协议传输配置】页面

NTRIP 协议推送 RTCM3 报文需要配置“目标 IP”、“端口号”“用户名”“密码”“挂载点”信息，并点击“推送”；点击“停止推送”按钮，取消推送任务；点击“清空”按钮，清空上述配置。



图 5-26 【产品文件/传输配置/NTRIP 协议传输配置】页面

电离层 netCDF 分钟级产品定时推送需要配置“目标 IP”“用户名”“密码”“目标路径”信息，并点击“推送”；点击“停止推送”按钮，取消推送任务；点击“清空”按钮，清空上述配置。



图 5-27 【产品文件/传输配置/netCDF 推送配置】页面

4.5. 运行日志

【运行日志/运行日志】主要是设备的天运行日志文件，包括磁盘容量、运行占用等。

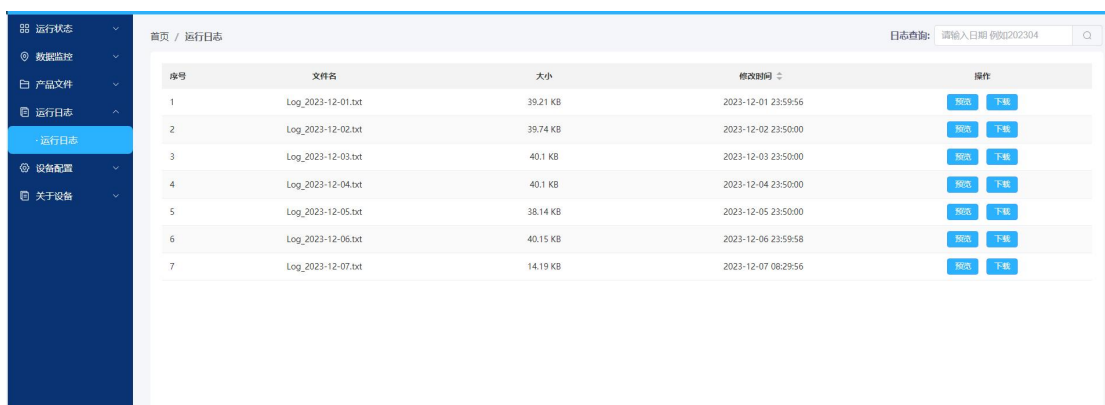


图 5-28 【运行日志/运行日志】页面



图 5-29 【运行日志/运行日志/预览】页面

4.6. 设备配置

【设备配置/基本设置】用于配置接收机的基本信息，如设备型号、天线型号、观测机构等信息，该页面的信息保存后，首页【设备状态】显示信息更新。

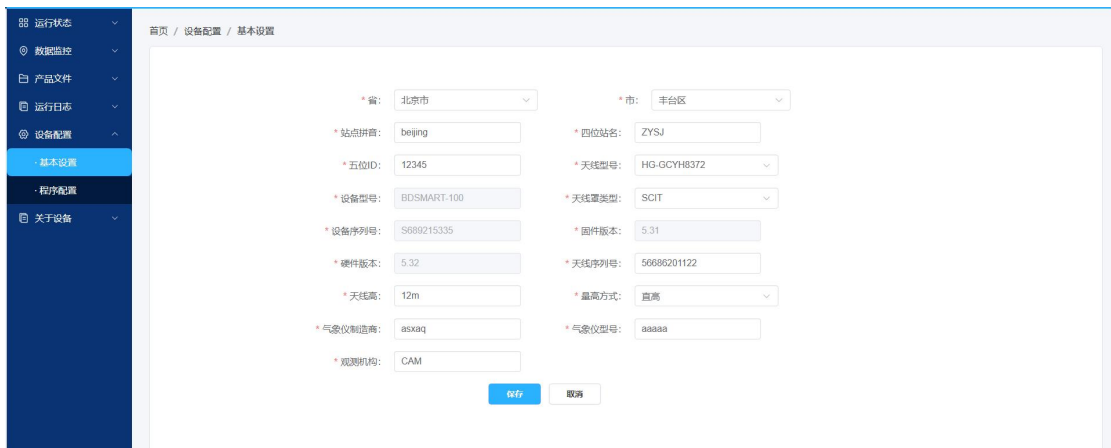


图 5-30 【设备配置/基本设置】页面

【设备配置/程序配置】用于接收机内部软件的配置及远程升级，包括实时卫星数据、数据质量分析、大气水汽探测、扰动监测服务、闪烁监测服务、码偏差服务六部分。



图 5-31 【设备配置/程序配置】页面

“实时卫星数据--配置”如下，可配置是否存储星历文件、否存储观测文件、是否存储观测天文件，用户根据需求选择相应按钮即可；可在“星历文件时长”“观测文件时长”“数据采样率”“天文件数据采样率”下拉框选择配置项；点击“确定”即可成功配置，点击“关闭”放弃配置。

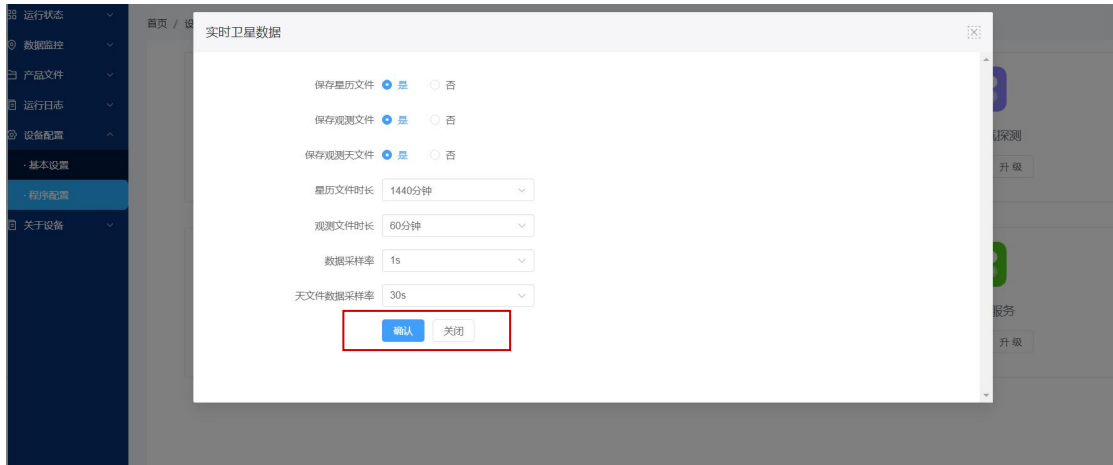


图 5-32 【设备配置/程序配置/实时卫星数据/配置】页面

“实时卫星数据—升级”可以选择供升级 GNSS 数据观测的软件包，点击“上传”等待上传完成，再点击“重启程序”完成更新并重启运行软件。

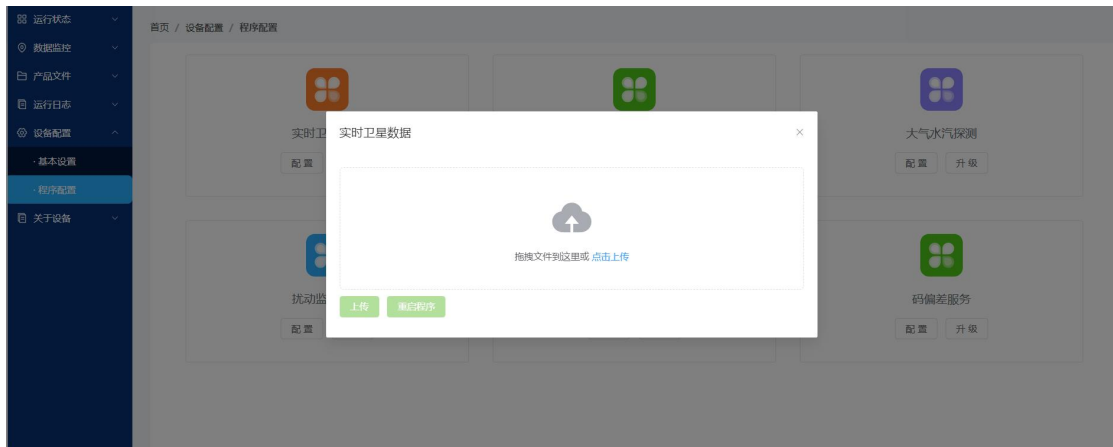


图 5-33 【设备配置/程序配置/实时卫星数据/升级】页面

“数据质量分析--配置”如下，可配置 BDS、GPS、GLONASS、Galileo 导航系统，通过“时间间隔”下拉框选择数据质量分析的时间间隔；点击“确定”即可成功配置，点击“关闭”放弃配置。“数据质量分析—升级”可以选择供质量分析升级的软件包，点击“上传”等待上传完成，再点击“重启程序”完成更新并重启运行软件。

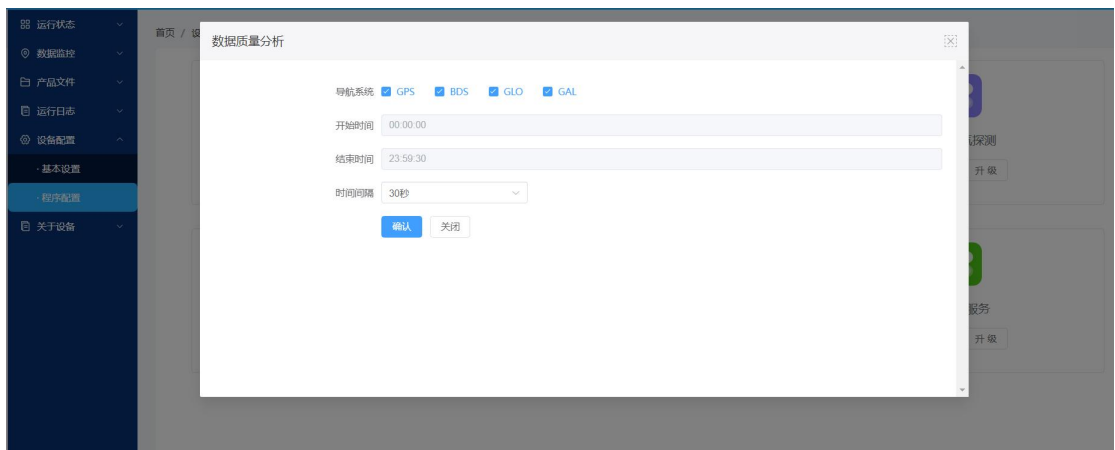


图 5-34 【设备配置/程序配置/数据质量分析/配置】页面

“大气水汽探测--配置”如下，第一行选项，通过“PPP-B2b”“RT-SSR”选项可选择不同的算法反演大气水汽；第二行选项，配置当前算法使用的导航系统；第三行选项，配置SSR信息输入路径；第四、五、六行下拉框依次配置SSR基准、SSR格式、天线类型；第七、八、九、十行，选择水汽反演结果是否播发、播发IP、播发端口、播发间隔；点击“确定”即可成功配置，点击“关闭”放弃配置。“大气水汽探测—升级”可选择大气水汽反演程序软件包，点击“上传”等待上传完成，再点击“重启程序”完成更新并重启运行软件。

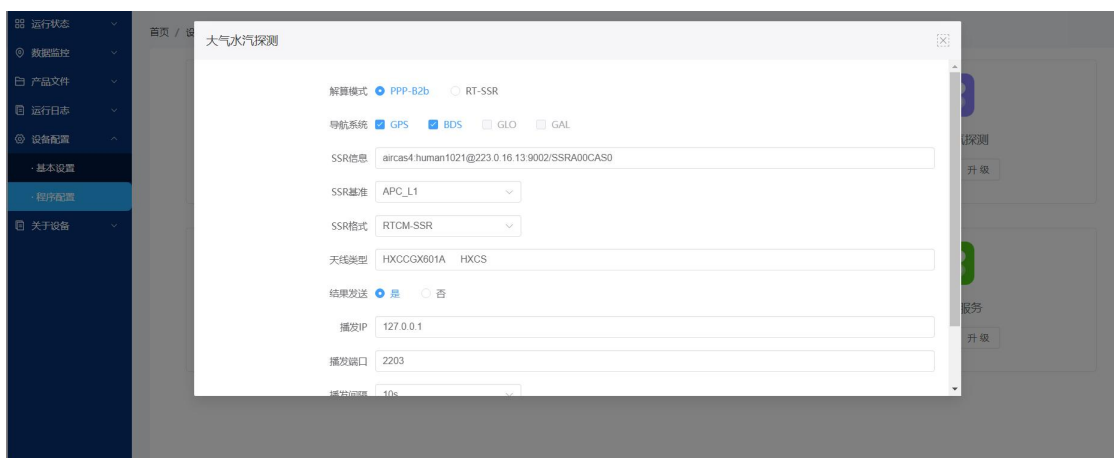


图 5-35 【设备配置/程序配置/大气水汽探测/配置】页面

“扰动监测服务--配置”如下，第一行选项，配置当前算法使用的导航系统；第二行选项，配置截止高度角；第三、四、五、七行，选择水汽反演结果是否播发、播发IP、播发端口、播发间隔；第六行，选择是否保存扰动监测结果；点击“确定”即可成功配置，点击“关闭”放弃配置。“扰动监测服务--升级”可选择扰动监测程序软件包，点击“上传”等待上传完成，再点击“重启程序”完成更新并重启运行软件。

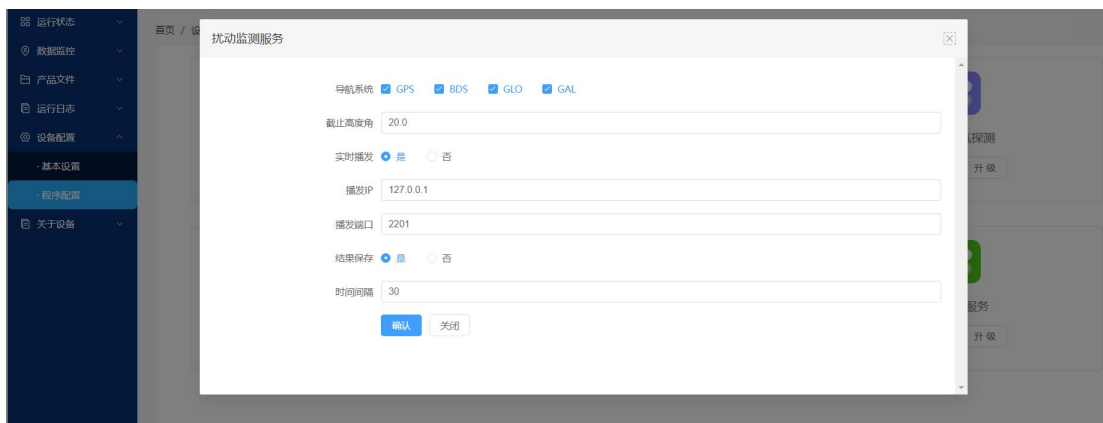


图 5-36 【设备配置/程序配置/扰动监测服务/配置】页面

“闪烁监测服务--配置”如下，第一行选项，配置当前算法使用的导航系统；第二行选项，配置截止高度角；第三、四、五、七行，选择水汽反演结果是否播发、播发 IP、播发端口、播发间隔；第六行，选择是否保存扰动监测结果；点击“确定”即可成功配置，点击“关闭”放弃配置。“扰动监测服务--升级”可选择闪烁监测程序软件包，点击“上传”等待上传完成，再点击“重启程序”完成更新并重启运行软件。

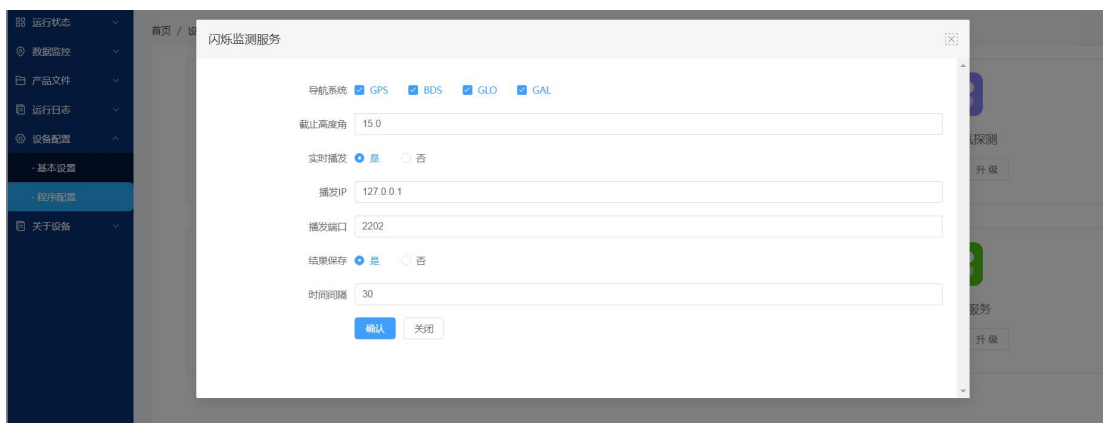


图 5-37 【设备配置/程序配置/闪烁监测服务/配置】页面

“码偏差服务--配置”如下，第一行选项，配置当前算法使用的导航系统；第二行选项，配置各系统的码偏差类型；第三行，选择截止高度角；第四行，配置薄层高度；第五、六行依次配置观测值的权重及方差权重；点击“确定”即可成功配置，点击“关闭”放弃配置。“码偏差服务--升级”可选择码偏差解算程序软件包，点击“上传”等待上传完成，再点击“重启程序”完成更新并重启运行软件。

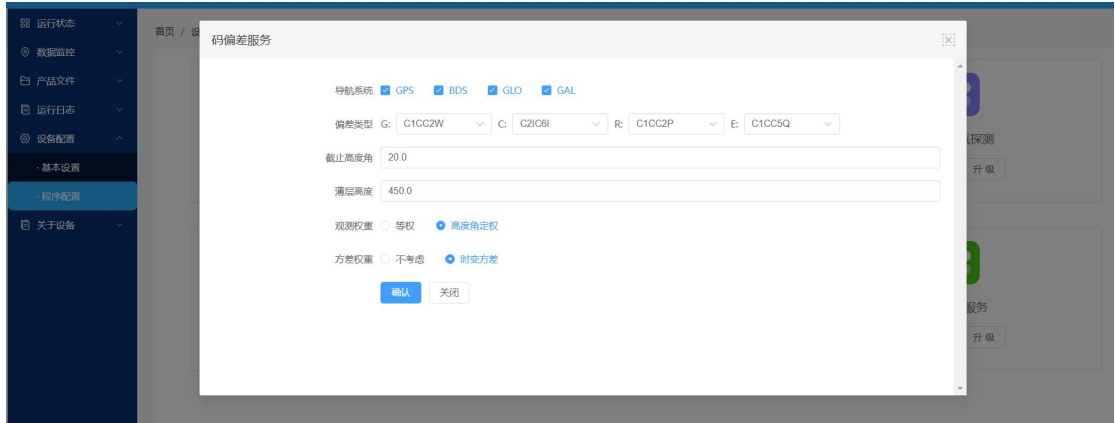


图 5-38 【设备配置/程序配置/码偏差服务/配置】页面

4.7. 关于设备

【关于设备/系统复位】用于重启主机、恢复出厂。



图 5-39 【关于设备/系统复位】页面

5. 数据下载

5.1.1. 数据存储

接收机服务部署与结果文件存储路径如下表所示。

表 2 接收机服务部署与结果文件存储路径表

序号	终端服务名称	存储路径
1	电离层产品	/run/media/mmcbk1p1/met_ion/iono
2	对流层产品	/run/media/mmcbk1p1/met_ion/pwv/
3	B2b 改正数产品	/run/media/mmcbk1p1/met_ion/B2b

4	气象文件产品	/run/media/mmcblk1p1/met_ion/mobs
5	卫星观测产品	/run/media/mmcblk1p1/met_ion/obs
6	卫星星历产品	/run/media/mmcblk1p1/met_ion/nav
7	水汽状态数据文件	/run/media/mmcblk1p1/met_ion/metq

5.1.2. 数据导出

空间大气监测终端支持 FTP 模式数据导出，主机存储的数据可以通过 FTP 方式访问下载。系统存储于机身 TF 卡内部，在机器工作时导出数据需要用到工具包中的 FTP 工具 FileZilla，步骤如下。

第一步，本地电脑安装 FileZilla 工具，安装包在交付内容工具软件中；

第二步，打开 FileZilla 工具，如下图所示；

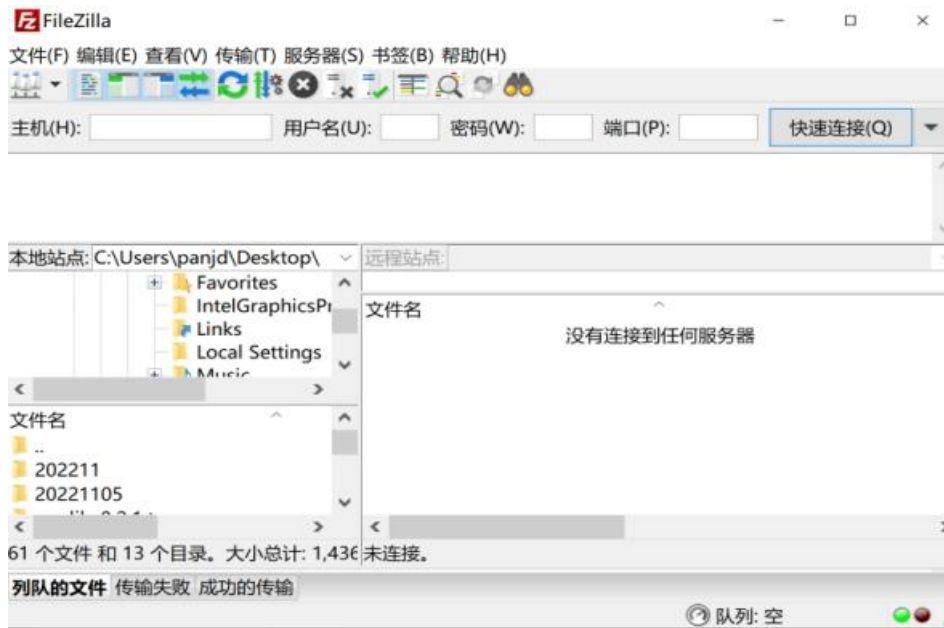


图 6-1 FileZilla 工具

第三步，输入终端的 IP 地址、用户名、密码、端口，点击“快速连接”，连接成功，如下图所示。

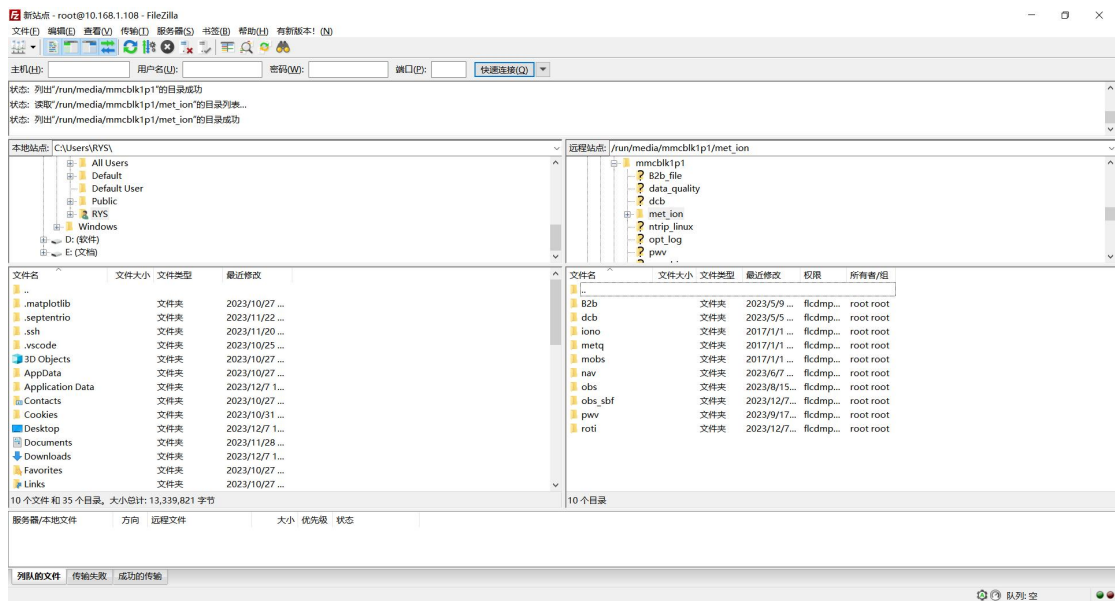


图 6-2 FileZilla 连接终端

第四步，切换到结果存储路径中，右键点击拟下载结果，下载结果文件到本地电脑。下载到本地成功后会提示成功。

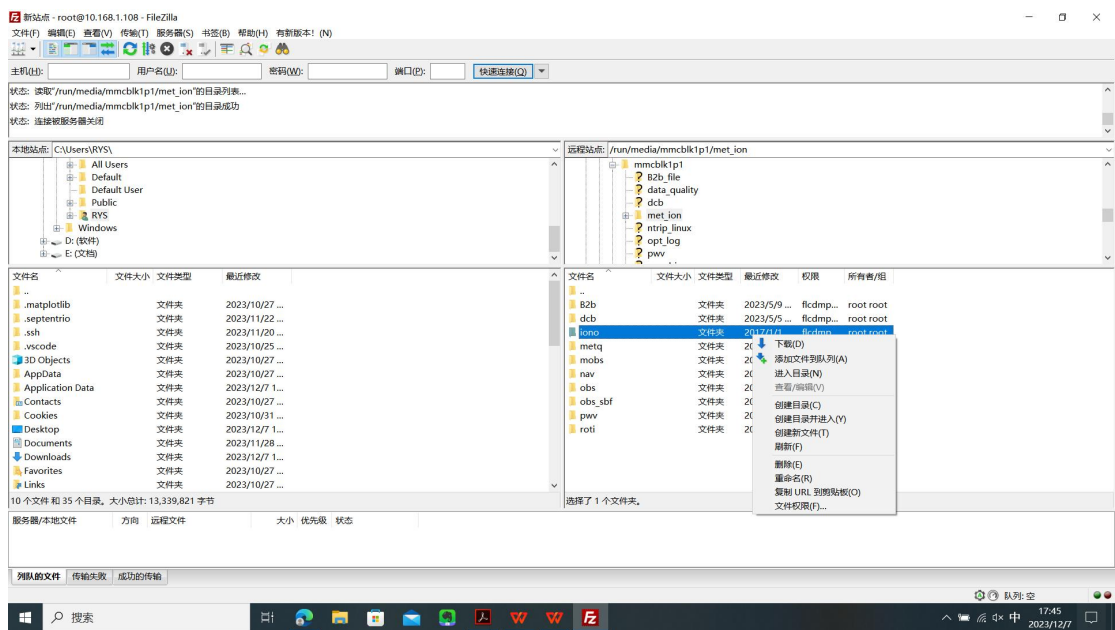


图 6-3 结果文件下载示例数据格式

6. 数据说明

6.1. 数据文件命名格式

导航文件、观测文件、气象文件、原始数据压缩文件、状态数据文件、水汽产品数据文件命名按照气象局公布文件《地基导航卫星水汽探测系统功能规格需求书》。具体数据格式见附件 1。

6.2. 水汽状态数据文件格式

水汽状态数据格式为 XML 格式，具体数据格式要求见附录 2 水汽状态数据文件格式。

6.3. 水汽产品数据文件格式

水汽产品数据文件格式，按照气象局公布文件《地基导航卫星水汽探测系统功能规格需求书》。具体数据格式见附件 3。

6.4. 电离层数据格式

电离层产品数据文件格式，按照气象局公布文件《地基导航卫星水汽探测系统功能规格需求书》。具体数据格式见附件 4。

7. 使用注意事项

VCC 供电具有良好的单调性；

确保设备接口与外部处理器稳定连接，用于可靠的数据信息传输；

系统安装尽量牢固；

航插采用推拉自锁的方式，使用时请仔细比照航插接头与插座的对应位置准确对齐连接。当取消二者连接时，请将插头近黑色胶体部分的金属部分向外拉开，注意一定不要采用扭动的方式向外拨开，避免航插连接器的损坏；

在户外使用时，建议连接地线，防止雷击损坏；

建议在网络状态良好的情况下进行使用。

8. 维护保养说明

设备维护采用现场维护方式，主要由使用方负责；

设备维护及看管人员应经过培训，并持证上岗；

设备现场维护时间周期一般约为一个月一次；

设备维护放发现设备故障时，应及时报告运营方，由运营方组织技术人员即使故障修复，丢失或损坏以及设备的更新升级，应及时更换并做好设备更换记录。

附件 1 数据文件命名

数据文件命名

导航文件、观测文件、气象文件、原始数据压缩文件、状态数据文件、水汽产品数据文件命名

数据类型	文件名规则
原始数据文件	ssssdddHMM.yyx
原始数据压缩文件	Z_UPAR_I_IIiii_yyyymmddhhMMss_O_GPS2.rnx.zip
状态数据文件	Z_UPAR_I_IIiii_yyyymmddhhMMss_S_GPS2.XML
台站级水汽产品文件	非标准格式文件： T_UPAR_I_IIiii_yyyymmddhhMMss_P_PWV_GPS2.TXT 标准格式文件： Z_UPAR_I_IIiii_yyyymmddhhMMss_P_PWV_GPS2.BIN

文件名字段说明：

字段名称	字段含义
ssss	四位由字母和数字组成的站名，在建站时由建设单位命名。对于气象部门建设的台站，推荐按照以下规定命名：前两位为省的拼音字母缩写，各省字母缩写参照中国气象局各省市 CCCC 编码的后两位，后两位为台站所在地名称的前两个字拼音的缩写，各省在后两位编码遇有重名时，可适当变通进行命名，在此规定之前的命名台站可沿用以前的名称。
ddd	年历日，日期在一年内的序号。由仪器自动生成。
H	记录数据的小时时间，用 24 个字母 a—x 中的一个的字母，代表一天 24 小时中的某一小时，a 代表 00 时，b 代表 01 时，依此顺序到 x 代表 23 时，用 0 代表包含一天的数据。由仪器自动生成。时间全部采用 UTC（世界时）。
MM	表示开始观测的时间（分钟），为 00~59 分钟。由仪器自动生成。时间全部采用 UTC（世界时）。
yy	年份的后两位，由仪器自动生成。
x	资料类别代号，由仪器自动生成。对应如下： m 气象文件

	o 观测文件 n 导航文件
Z	为固定编码，表示国内交换资料
T	试验文件
UPAR	为固定编码，表示高空观测的大类代码
I	为固定编码，为观测站点代码 Iiii 指示码
Iiii	表示观测站点的区站号（如北京观象台为 54511）
yyyymmddhhMMss	表示观测数据文件开始记录的时间（UTC，分别为年月日时分秒），取自观测文件中的 O 文件第一行中的观测时间和打包的 GNSS 观测文件的对应关系，参见以下例子： 如观测文件为 qhhb001a00.08o，表示河北秦皇岛 2008 年 1 月 1 日 00 时 00 分开始记录的观测文件，那么对应外面的打包文件的时间标志是 20080101000000
O	为固定编码，表示原始观测数据
GPS2	为固定编码，表示 GNSS 观测
rnx	为固定编码，表示 RINEX 格式
zip	为固定编码，表示 zip 压缩格式
S	为固定编码，表示设备状态资料
XML	为固定编码，表示设 XML 格式
C	固定编码，表示其后产品制作中心用四位中心代码 CCCC 表示
BATC	固定编码，表示产品制作中心为气象探测中心
P	固定编码，表示加工产品
vapor	固定编码，表示水汽数据产品
txt	固定编码，表示文本文件格式
PWV	固定编码，表示水汽产品

附件 2 水汽状态数据文件格式

水汽状态数据文件格式

状态数据文件 XML 格式

项目	字段	备注	样例
站点信息提示字符串	METADATA	固定字段	METADATA
台站信息	Province	省份/直辖市, 字符串	北京
	City	市/区, 字符串	大兴
	Station_Name	站名, 字符串	北京
	Station_ID	五位站号, 字符串	54511
	Station_CODE	四位代码, 字符串	gube
	Antenna_Lat	天线纬度 (含四位小数), 单位: °	32.1252
	Antenna_Lon	天线经度 (含四位小数), 实型, 单位: °	110.234
	Antenna_Alt	天线海拔高度 (含一位小数), 实型, 单位: m	35.6
	Antenna_Height	天线下部与视标的垂直距离, 实型, 单位: m	0.0123
观测时间提示字符串	DATE_AND_TIME	固定字段	DATE_AND_TIME
观测时间	Year	年, 四位整数	2021
	Month	月, 二位整数	01
	Day	日, 二位整数	09
	Hour	时 (UTC), 二位整数	09
	Minute	分, 二位整数	15
	Second	秒, 二位整数	03
站点设备提示	EQUIPMENTS	固定字段	EQUIPMENTS

字符串			
站点设备信息	Receiver_Type	接收机类型，字符串	TRIMBLE-NETR9
	Receiver_SN	接收机序列号，字符串	S689215335
	Antenna_Type	天线类型，字符串	TRIMBLE5700.00
	Antenna_SN	天线序列号，字符串	56686201122
	Antenna_Dome	天线罩类型，字符串	SCIS
	Receiver_Hardware_Ver	接收机硬件版本号，字符串	5.31
	Receiver_Software_Ver	接收机固件版本号，字符串	5.32
	Receiver_Iner_Temp	接收机内部温度（含 1 位小数），实型，单位：℃	40.1
	NoFailure_Operation_Time	无故障运行时间（含一位小数），实型，单位：小时	1500.1
	Receiver_Battery_Level	接收机电池电量，实型，单位：A·H	5000
	Receiver_Battery_Volt	接收机电池电压，实型，单位：V	12
	PDOP	三维位置精度因子，实型	1.28
	HDOP	水平位置分量精度因子，实型	1.35
	VDOP	垂直位置分量精度因子，实型	1.34
	TDOP	钟差精度因子，实型	2.78
	Receiver_Clock_Time	接收机钟时间（UTC），字符串	2021-07-19 12:00:00 说明：该时间为 UTC 时间，中间的空格为英文空格
Met_Instrument_Volt	气象仪工作电压，实型，单位：V	220	
Met_Instrument_Temp	气象仪工作温度，实型，单	39	

		位：℃	
	SOC_Volt	标准质量控制模块工作电压，实型，单位：V	220
	SOC_Temp	标准质量控制模块工作温度，实型，单位：℃	38
北斗观测质量提示字符串	OBS_QUALITY_BDS	固定字段	OBS_QUALITY_BDS
北斗观测质量	SAT_NUM_BDS	北斗系统卫星数，整型，单位：颗	12
	EPOCH_INT_BDS	北斗系统历元完整率，实型，单位：%	99.9
	OBS_EFF_BDS	北斗系统观测有效率，实型，单位：%	99.9
	OS_BDS	北斗系统观测数与周跳数之比（OS），整型，单位：无量纲	30000
	SNR_B1	北斗系统 B1 频点信号信噪比（SNR），实型，单位：无量纲	45.2
	SNR_B2	北斗系统 B2 频点信号信噪比（SNR），实型，单位：无量纲	45.2
	SNR_B3	北斗系统 B3 频点信号信噪比（SNR），实型，单位：无量纲	45.2
	MP_B1	北斗系统 B1 频点信号多路径效应，实型，单位：无量纲	0.32
	MP_B2	北斗系统 B2 频点信号多路	0.32

		径效应, 实型, 单位: m	
	MP_B3	北斗系统 B3 频点信号多路径效应, 实型, 单位: m	0.33
	QC_CODE_BDS	北斗观测质控码, 整型; 见附录 1	0
GPS 观测质量提示字符串	OBS_QUALITY_GPS	固定字段	OBS_QUALITY_GPS
GPS 观测质量	SAT_NUM_GPS	GPS 系统卫星数, 整型, 单位: 颗	12
	EPOCH_INT_GPS	GPS 系统历元完整率, 实型, 单位: %	99.9
	OBS_EFF_GPS	GPS 系统观测有效率, 实型, 单位: %	99.9
	OS_GPS	GPS 系统观测数与周跳数之比 (OS), 整型, 单位: 无量纲	30000
	SNR_L1	GPS 系统 L1 频点信号信噪比 (SNR), 实型, 单位: 无量纲	45.2
	SNR_L2	GPS 系统 L2 频点信号信噪比 (SNR), 实型, 单位: 无量纲	45.2
	SNR_L5	GPS 系统 L5 频点信号信噪比 (SNR), 实型, 单位: 无量纲	45.2
	MP_L1	GPS 系统 L1 频点信号多路径效应, 实型, 单位: m	0.32
	MP_L2	GPS 系统 L2 频点信号多路径效应, 实型, 单位: m	0.32

	MP_L5	GPS 系统 L5 频点信号多路径效应, 实型, 单位: m	0.33
	QC_CODE_GPS	GPS 观测质控码, 整型; 见附录 1	0
伽利略观测质量提示字符串	OBS_QUALITY_GLE	固定字段	OBS_QUALITY_GLE
伽利略观测质量	SAT_NUM_GLE	伽利略系统卫星数, 整型, 单位: 颗	12
	EPOCH_INT_GLE	伽利略系统历元完整率, 实型, 单位: %	99.9
	OBS_EFF_GLE	伽利略系统观测有效率, 实型, 单位: %	99.9
	OS_GLE	伽利略系统观测数与周跳数之比 (OS), 整型, 单位: 无量纲	30000
	SNR_E1	伽利略系统 E1 频点信号信噪比 (SNR), 实型, 单位: 无量纲	45.2
	SNR_E5a	伽利略系统 E5a 频点信号信噪比 (SNR), 实型, 单位: 无量纲	45.2
	SNR_E5b	伽利略系统 E5b 频点信号信噪比 (SNR), 实型, 单位: 无量纲	45.2
	MP_E1	伽利略系统 E1 频点信号多路径效应, 实型, 单位: m	0.32
	MP_E5a	伽利略系统 E5a 频点信号多路径效应, 实型, 单位: m	0.32
	MP_E5b	伽利略系统 E5b 频点信号多	0.33

		路径效应, 实型, 单位: m	
	QC_CODE_GLE	伽利略观测质控码, 整型; 见附录 1	0
格洛纳斯观测 质量提示字符 串	OBS_QUALITY_GLO	固定字段	OBS_QUALITY_GLO
格洛纳斯观测 质量	SAT_NUM_GLO	格洛纳斯系统卫星数, 整型, 单位: 颗	12
	EPOCH_INT_GLO	格洛纳斯系统历元完整率, 实型, 单位: %	99.9
	OBS_EFF_GLO	格洛纳斯系统观测有效率, 实型, 单位: %	99.9
	OS_GLO	格洛纳斯系统观测数与周跳 数之比 (OS), 整型, 单位: 无量纲	30000
	SNR_G1	格洛纳斯系统 G1 频点信号 信噪比 (SNR), 实型, 单 位: 无量纲	45.2
	SNR_G2	格洛纳斯系统 G1 频点信号 信噪比 (SNR), 实型, 单 位: 无量纲	45.2
	MP_G1	格洛纳斯系统 G1 频点信号 多路径效应, 实型, 单位: m	0.32
	MP_G2	格洛纳斯系统 G2 频点信号 多路径效应, 实型, 单位: m	0.32
	QC_CODE_GLO	格洛纳斯观测质控码, 整型; 见附录 1	0

附件 3 水汽产品数据文件格式

水汽产品数据文件格式

水汽产品数据格式

文件头记录:

(1) 字段名称包括观测量的名称(量纲), 格式以逗号分开。

具体为: Site_ID, Site_Code, Lon, Lat, Altitude(m), Year, Month, Day, Hour(UTC), Minute, Second, ZTD(mm), Press(hPa), Temp(degree), RH(percent), PWV(mm), PWV Sigma(mm), ZTD Sigma(mm), Press QC Code, Temp QC Code, RH QC Code, ZTD QC Code, PWV QC Code.

数据段格式:

(1) 每一站的为一行, 包括站号、名称、经度、纬度、海拔高度、以及各观测量, 以空格分开。观测量的数目和排列顺序及头文件记录一致。

(2) FORTRAN 格式要求 (A 表示字符, X 表示空格, I 表示整型, F 表示实型, 例如: F7.2 表示实型数共 7 位, 其中小数 2 二位):

具体格式:

A5,1X,A4,F9.3,1X,F8.3,1X,F8.1,1X,I4,1X,I2,1X,I2,1X,I2,1X,I2,1X,F10.2,1X,F8.1,1X,F7.1,1X,F7.1,1X,F7.2,1X,F7.2,1X,I1,1X,I1,1X,I1,1X,I1,1X,I1,1X,I1

空格作为分隔符; 数据段说明如下:

序号	变量	说明	格式要求
FORTRAN1	Site_ID	五位站号	A5
2	Site_Code	四位站名	1X,A4
3	Lon	经度 (°)	1X,F10.4
4	Lat	纬度 (°)	1X,F9.4
5	Altitude	海拔高度 (m)	1X,F8.1
6	Year	时间(年, 用 4 位表示)	1X,I4
7	Month	时间(月) (01—12)	1X,I2
8	Day	时间(日) (01—31)	1X,I2
9	Hour	时间(世界时) (00—23)	1X,I2
10	Minute	时间(分) (00—59)	1X,I2

11	Second	时间(秒) (00—59)	1X,I2
12	ZTD	对流层天顶总延迟 (mm)	1X,F10.2
13	Press	气压 (hPa)	1X,F8.1
14	Temp	气温 (°C)	1X,F7.1
15	RH	相对湿度 (%)	1X,F7.1
16	PWV	大气可降水量 (mm)	1X,F7.2
17	PWV Sigma	大气可降水量内符合误差 (mm)	1X,F7.2
18	ZTD Sigma	对流层天顶总延迟内符合误差 (mm)	1X,F7.2
19	Grad NS	南北水汽梯度 (mm)	1X,F9.2
20	Grad EW	东西水汽梯度 (mm)	1X,F9.2
21	NS Sig	南北水汽梯度内符合误差 (mm)	1X,F9.2
22	EW Sig	东西水汽梯度内符合误差 (mm)	1X,F9.2
23	Press QC Code	气压质控码 (0 正确、1 可疑、2 错误、8 缺测)	1X,I1
24	Temp QC Code	气温质控码 (0 正确、1 可疑、2 错误、8 缺测)	1X,I1
25	RH QC Code	相对湿度质控码 (0 正确、1 可疑、2 错误、8 缺测)	1X,I1
26	ZTD QC Code	对流层天顶总延迟质控码 (0 正确、1 可疑、2 错误、8 缺测)	1X,I1
27	PWV QC Code	大气可降水量质控码 (0 正确、1 可疑、2 错误、8 缺测)	1X,I1
28	Grad NS QC Code	南北水汽梯度质控码 (0 正确、1 可疑、2 错误、8 缺测)	1X,I1
29	Grad EW QC Code	东西水汽梯度质控码 (0 正确、1 可疑、2 错误、8 缺测)	1X,I1

*缺测值用 99999 表示

样例

文件: Z_UPAR_I_54511_20220101000500_PWV_GPS2.txt

=====

====

Site_ID, Site_Code, Lon, Lat, Altitude(m), Year, Month, Day, Hour(UTC), Minute, Second,
ZTD(mm),Press(hPa),Temp(degree),RH(percent),PWV(mm),PWV Sigma(mm), ZTD Sigma(mm),
Grad NS(mm),Grad EW(mm),NS Sig(mm),EW Sig(mm),Press QC Code, Temp QC Code, RH
QC Code, ZTD QC Code,PWV QC Code,Grad NS QC Code,Grad EW QC Code

54511	BJGU	112.2711	39.5231	1421.1	2022	01	02	05	00	00	1987.40	860.9
-3.3	28.0	3.67	1.03	6.91	-16.50	-9.70	20.30	20.60	0	0	0	0

0

附件 4 电离层数据格式命名

电离层数据格式命名

电离层数据包括了电离层闪烁指数数据、电离层 TEC 数据、电离层扰动等数据。电离层数据格式采用了网络通用数据格式（Network Common Data Form，简称 NetCDF-4）。NetCDF 通过维(dimensions)、变量(variables)、属性(attributes)和数据（data）共同描述数据文件。

电离层数据文件的观测频次等如下表所示：

序号	文件类型	文件观测频次	文件上传频次	数据内容
	NC 文件	1 分钟形成 1 个文件	1 分钟传输 1 次	电离层闪烁指数数据、电离层 TEC 数据、电离层扰动

电离层数据文件命名的规则如下：

Z_SWGO_I_站号_文件生成时间_文件属性_XXXX_设备编号_产品名称_产品级别_观测开始时间_观测持续时间_ZXGC_NCSW_Vmn. NC。

文件名字段说明如下表所示：

序号	字段名	长度	含义
	Z	1	固定值
	SWGO	4	固定值
	I	1	固定值
	站号	5	数据或产品生成中心标识，台站区站号编码
	文件的生成时间	14	格式 yyyyMMddhhmmss，UTC 时间，中间没有特定取值时以 0 填充
	文件属性	1	数据文件的属性，观测资料为 O，加工产品为 P
	XXXX	4	固定值，闪烁仪设备名称： IOSM:电离层闪烁仪（基于 GNSS） IOSG:电离层闪烁仪（基于静止卫星） IOSP:电离层闪烁仪（基于极轨卫星）
	设备编号	2	设备编号，00 开始

	产品名称	4	4 位字符，自行定义，样例见附表
	产品级别	2	L0-L4，共 5 级
	观测开始时间	14	格式 yyyyMMddhhmmss，UTC 时间，，中间没有特定取值时以 0 填充
	观测持续时间	6	格式 hhmmss，中间没有特定取值时以 0 填充
	ZXGC	4	固定值
	NCSW	4	固定值
	Vnn	3	版本号，V 为固定值，n 为 1-9 数字，默认从 10 开始

电离层数据格式的具体定义见下文描述。

全局属性定义

电离层数据以 `global attributes` 关键字开头表示全局属性，全局属性定义见表 4.1。

表 4.1 全局属性定义

全局属性名称	定义	数据类型	含义
StationName	站点名称	string	台站站点名称中文拼音
StationID	站点编号	int	台站站点编号
StationLongitude	站点经度	float	WGS-84 坐标系站点经度，单位：度
StationLatitude	站点纬度	float	WGS-84 坐标系站点纬度，单位：度
StationAltitude	站点高度	float	WGS-84 坐标系站点高度，单位：米
StationX	站点坐标 X	float	WGS-84 坐标系站点位置坐标 X，单位：米
StationY	站点坐标 Y	float	WGS-84 坐标系站点位置坐标 Y，单位：米
StationZ	站点坐标 Z	float	WGS-84 坐标系站点位置坐标 Z，单位：米
ISEquipmentType	电离层闪烁仪型号	string	电离层闪烁仪型号
AntennaType	天线型号	string	天线型号
time_zone	时区	string	UTC：世界时 BJ：北京时 ...
Obstime_start	观测开始时间	string	观测开始的时间，采用 ISO8601 标准时间格式

Obstime_end	观测结束时间	string	观测结束的时间,采用 ISO8601 标准时间格式
NumberOfData	观测数据数量	short	多组观测数据
Label	制作单位标识	string	文件制作单位固定标识 (可添加) NSMC: 国家卫星气象中心 ...
version	格式版本	string	文件格式版本号
ContactInformation	联系信息	string	联系信息, 选填
QualityCode	质量码	string	质量码, 选填
Comments	备注行	string	备注行, 选填

组定义

数据组定义见表 4.2。

表 4.2 数据组定义

组名称	类型	说明
SatFrqId	string	标识: “G01”代表 GPS 的 01 卫星 TEC 数据; “C01”代表 BDS 的 02 卫星 TEC 数据; “E01”代表 Galileo 的 03 卫星 TEC 数据; “R01”代表 GLONASS 的 04 卫星 TEC 数据; GPS 卫星号是 1~32, BDS 卫星号是 1~63, Galileo 卫星号是 1~36, GLONASS 卫星号是 1~30; “G01L1”代表 GPS 的 01 卫星 L1 频点闪烁数据, 频点包括 L1、L2、L5; “C01B1”代表 BDS 的 02 卫星 B1 频点闪烁数据, 频点包括 B1、B2、B3; “E01E1”代表 Galileo 的 03 卫星 E1 频点闪烁数据, 频点包括 E1、E5、E6; “R01L1”代表 GLONASS 的 04 卫星 L1 频点闪烁数据, 频点包括 L1、L2;

维定义

数据维定义见表 4.3。

表 4.3 数据维定义

维名称	类型	说明
Count	int	数据个数

坐标变量及属性

数据坐标轴变量及属性见表 4.4，数据个数坐标变量其属性定义见表 E.5。

表 4.4 坐标变量及属性定义

变量名称	维	类型	说明
Count	(Count)	Int	数据个数

表 4.5 坐标变量其属性定义

属性名称	类型	值	说明
standard_name	string	“Count”	变量标准名称
long_name	string	“Data Count”	长描述性名称
units	string	units: --	变量单位

数据变量及属性

数据变量定义见表 E.6 和表 E.7，包括卫星仰角、卫星方位角、电离层幅度闪烁指数、电离层相位闪烁指数、卫星信噪比、STEC、VTEC、RTEC 共 9 个变量。

表 4.6 数据变量定义

变量名称	维	类型	说明
TIME	count	Int	时间（天内秒）
PRN		Short	卫星编号
SignalID		Char	信号编号
S4		float	电离层幅度闪烁指数
Pha		float	电离层相位闪烁指数
S4 Mod		float	电离层幅度闪烁指数（修正）
SNR		float	卫星信噪比
STEC		float	扣除了硬件延时偏差的斜 TEC
VTEC		float	扣除了硬件延时偏差的垂 TEC
RTEC		float	未扣除硬件延时偏差的斜 TEC
Elev		float	卫星仰角

Azi		float	卫星方位角
IPP_Lon		float	电离层穿刺点经度
IPP_Lat		float	电离层穿刺点纬度
ROTI		float	ROTI
ROT		float	ROT

表 4.7 数据变量属性定义

变量名称	标准名称(standard_name)	单位(units)	缺省值(_FillValue)
Time	Second of Day	Second	86400
PRN	Satellite ID	--	9999
SignalID	Signal ID	--	99
S4	amplitude scintillation index	--	99.999
Phi	phase scintillation index	rad	99.999
S4 Mod	modificatory amplitude scintillation index	--	99.999
SNR	Signal to Noise Ratio of GNSS satellite Signal	dBHz	99.999
STEC	Slant TEC	TECu	999.99
VTEC	Vertical TEC	TECu	999.99
RTEC	Relative TEC	TECu	9999.99
Elev	elevation of GNSS satellite	°	999.99
Azi	azimuth of GNSS satellite	°	999.99
IPP_Lon	Longitude of ionospheric puncture point	°	999.99999999
IPP_Lat	Latitude of ionospheric puncture point	°	999.99999999
ROTI	ROTI	TECu/min	99.999
ROT	ROT	TECu/min	99.999