

地球科学服务领先者
The Leader in Serving Geoscience

SMARTSOLO
SCIENTIFIC

面元科学仪器

SmartSolo

AMU-24

用户手册



欢迎与版本修订记录

尊敬的用户：

感谢您选用 SmartSolo AMU-24 强震动加速度仪！

AMU-24 是一款面向**强震监测、结构响应观测与工程安全监测**场景的高性能强震动加速度仪，集成高精度加速度传感、数字化采集、授时同步、本地存储与网络通信能力，可支持独立部署和联网运行，为连续观测与事件记录提供稳定可靠的数据基础。

本用户手册将指导您如何**安全、高效**地完成 AMU-24 的安装、配置、状态监测与日常维护。如果您对本产品有任何疑问或需要进一步了解其任何特性，请联系技术服务部门（[第 III 页](#)）。

本手册内容涵盖以下型号：

AMU-24

手册编号 **DTCC-SZ-ST-UM-YF010**

日期	版本	描述	修订人
2026/03/26	v1.0	整篇用户手册编写与定稿	任星承

面元科学仪器用户指南

尊敬的用户，如需任何产品信息或帮助，请通过以下方式联系我们：

快速联系

中国技术支持电话 **+86-400-682-1717**
国际技术支持电话 **+1-888-604-SOLO (7656)**

官方网站

www.smartsolo.com

在线通道

技术支持邮箱 support@smartsolo.com
销售支持邮箱 sales@smartsolo.com

公司总部

深圳面元智能科技有限公司
地址：深圳市福田区新天世纪商务中心 A 座 1003

核心服务概览

- **销售与采购支持：**
 - 提供详细产品报价及价格咨询；
 - 受理订单并实时同步主要设备的交货进度；
 - 官网全产品线展示，支持在线留言咨询。
- **技术支持与售后保障：**
 - 指导设备正确维护使用、操作指南及故障排查（含远程协助）；
 - 提供原厂备件、更换零件；
 - **免费**保修范围内的设备维修，另可定制**延长保修方案**；
 - 针对您的科研或工程场景，提供个性化的应用建议。
- **进阶服务支持：**
 - 处理复杂维修需求；
 - 产品定向升级；
 - **人员培训和项目现场支持。**

承诺

无论您需要产品咨询、技术支持或售后维护，我们的专业团队将以高效响应为您提供**一站式解决方案**。如需紧急协助，建议**优先致电联系**，我们将第一时间为您提供支持服务。

重要须知和免责声明

重要须知

务必阅读本使用手册。若未阅读、理解或遵循手册中的指引，可能导致设备损坏、操作人员受伤或设备性能下降。

警告

所有内部调试与维护必须由具备资质的维修人员执行。

保密声明

© 2026 面元科学仪器 (SmartSolo Inc.) 保留所有权利。

本文件包含面元科学仪器及其关联公司的商业机密与保密信息，仅限指定收件人使用。未经书面授权，严禁复制、传播、披露或使用文件内容。如非授权接收本文件，请立即通过以下方式联系面元科学仪器，并请勿泄露、复制或分发文件。电话：+86-400-682-1717；邮箱：support@smartsolo.com

免责声明

面元科学仪器保留对手册内容的修改权，所述产品及技术规格可能未经预先通知而变更。

本手册内容仅供参考，面元科学仪器不对其做任何陈述或担保，且在任何情况下，均不对因使用本手册直接或间接导致的任何损失或损害承担责任。

4G 信号属高频电磁波，易受地理环境、空间磁场、基站部署等外部因素影响而出现传输不稳定。面元科学仪器产品的硬件性能及数据采集存储功能经严格测试，确保可靠耐用；但对于因 4G 信号波动导致的数据传输问题，本公司不承担相关责任。

目录

1	概述	1
1.1	主要功能	1
1.2	数据存储	2
1.2.1	主要存储介质	2
1.2.2	第二（或可移动）介质	3
1.3	线缆和附件	3
2	安装任务	5
2.1	前往安装现场之前	5
2.2	选择部署选项	5
2.2.1	独立部署	5
2.2.2	联网部署	6
2.2.3	数据访问选项	6
2.2.4	应用场景：部署与数据访问	7
2.3	制定接地方案	8
2.3.1	电源	9
2.3.2	GNSS 天线	9
2.4	关于 SD 介质卡	9
2.4.1	插入 SD 卡	9
2.4.2	取出或更换 SD 卡	10
2.4.3	SD 卡已满或损坏	10
2.5	执行初始配置	10
2.6	执行倾斜测试	11
2.7	评估安装点位	11
2.8	锚固安装所需物品	12
2.8.1	准备安装表面	13
2.8.2	钻孔规范	13
2.8.3	安装并锚固 AMU-24	14
2.9	自由放置安装所需物品	15
2.9.1	安装自由放置式 AMU-24	16
2.10	安装后操作	18
2.10.1	安装故障排查	18
2.10.2	AMU-24 安装检查清单	19
2.10.3	台站与设备信息	19
3	访问 Web 界面	22
3.1	概览页面	22
3.2	直接连接到 Web 界面	22
3.3	通过网络连接到 Web 界面	23
3.4	登录 AMU-24 Web 界面	23
3.5	密码说明	23

3.5.1	创建高强度密码的建议	24
3.5.2	修改 root 密码	24
3.5.3	修改校准密码	24
3.5.4	修改 admin 密码	25
3.6	配置设备安全性	25
4	配置 AMU-24	27
4.1	配置下载与上传	27
4.2	常规配置设置	27
4.3	加速度计	28
4.4	通道命名	28
4.5	通信	29
4.5.1	设备发现	29
4.5.2	以太网	30
4.6	连续数据归档	31
4.7	数据流	35
4.7.1	UDP/HTTP 数据流	35
4.7.2	限流	38
4.7.3	分片	39
4.8	数字化器	39
4.8.1	主通道	39
4.8.2	次通道	40
4.8.3	带通巴特沃斯滤波器	41
4.8.4	触发输入滤波器	41
4.8.5	触发检测器	41
4.9	事件	44
4.9.1	事件数据归档	44
4.9.2	触发/事件共享	48
4.9.3	事件数据产品	49
4.9.4	为已声明事件配置电子邮件通知	49
4.10	电源	50
4.11	原始 TCP 接收	51
4.12	SeedLink 服务器	53
4.13	健康状态 (SOH) 设置	54
4.14	时间源	54
4.14.1	时间配置示例	55
4.14.2	配置 GNSS 授时	56
4.14.3	配置 PTP 授时	57
4.14.4	选择 NTP 服务器的建议	57
4.14.5	在 AMU-24 上配置 NTP 授时	57
4.14.6	在 AMU-24 上启用一级 NTP 服务器	58
4.14.7	在 AMU-24 上启用二级及以上 NTP 服务器	58
4.14.8	时间配置参数	58

4.15	位置配置	60
5	监控状态指示 LED	62
5.1	电源 LED	62
5.2	链路 LED	62
5.3	授时 LED	62
5.4	存储介质 LED	62
5.5	事件 LED	63
5.6	总体状态 LED	63
5.7	USB 弹出 LED	63
5.8	存储介质弹出 LED	64
6	使用 Web 界面	65
6.1	监控仪器状态与健康信息	65
6.1.1	事件	65
6.1.2	设备	66
6.1.3	存储	67
6.1.4	数据	68
6.1.5	时间	69
6.1.6	告警	71
6.2	事件检测与声明	71
6.2.1	查看和管理事件	71
6.2.2	手动声明事件	73
6.3	校准说明	73
6.3.1	执行仪器校准	73
6.3.2	创建自定义校准信号文件	74
6.3.3	上传自定义校准信号文件	75
6.4	近实时查看数字化波形	76
6.4.1	查看波形数据	76
6.5	执行维护任务	76
6.5.1	设置设备时间	77
6.5.2	固件升级	77
6.5.3	提取内部存储数据	78
6.5.4	下载日志文件	79
6.5.5	下载归档文件	79
6.5.6	下载通道响应文件	80
6.5.7	可移动存储介质	80
6.5.8	维护内部存储	81
6.5.9	重启或关闭 AMU-24	81
7	应用程序接口 (API)	83
7.1	数据可用性 API	83
7.2	Web 服务数据下载接口 (FDSN-WS)	87
7.3	SmartSolo 数据检索 API	88

7.4	健康状态 API	91
7.5	仪器响应 API	91
8	参考信息	93
8.1	技术规格	93
8.1.1	加速度计技术	93
8.1.2	加速度计性能	94
8.1.3	数字化器性能	94
8.1.4	校准	96
8.1.5	事件	96
8.1.6	通信	96
8.1.7	数据记录与提取	97
8.1.8	授时	97
8.1.9	物理参数	98
8.1.10	电源	98
8.1.11	连接器	99
8.1.12	环境指标	100
8.2	性能	100
8.2.1	灵敏度	100
8.2.2	频率响应	101
8.2.3	自噪声	102
8.3	Steim 压缩格式 SOH 通道	103
8.4	连接器与引脚定义	104
8.4.1	以太网连接器及引脚定义	105
8.4.2	电源连接器及引脚定义	105
8.5	外形特征与尺寸	106
8.5.1	AMU-24 顶视图	106
8.5.2	底视图	107
8.5.3	侧视图	107
8.5.4	外部连接器视图	108
8.5.5	打开存储仓视图	108
8.6	开源软件声明	109
8.6.1	Apache License	109
8.6.2	Bouncy Castle	109
8.6.3	BSD-2	109
8.6.4	CDDL-1.0	110
8.6.5	Eclipse Public License v1.0	110
8.6.6	GNU LGPL	110
8.6.7	Google Web Toolkit	110
8.6.8	X11 License (MIT License)	110

1 概述

AMU-24 是一款面向**强震动观测、结构响应监测与工程安全评估**场景的强震动加速度仪，专为需要宽频带、高动态范围测量能力的科研与工程应用而设计，可用于高精度观测、台站部署以及结构工程监测等场景。

设备集成高精度模数转换、时间同步、本地存储和远程数据传输等功能，基于一体化硬件架构，AMU-24 既可作为**独立设备**进行现场部署，也可接入**网络化监测系统**进行集中管理、实时传输和远程维护。无论是长期连续运行，还是事件触发记录，AMU-24 均可为用户提供稳定、可靠且便于管理的数据基础。

本章主要介绍 AMU-24 的核心功能、数据存储方式以及常用线缆和附件，帮助用户在进入安装和配置章节之前，对设备的基本能力形成完整认识。

符号说明

NOTICE

备注：补充说明产品特性、术语定义或使用建议。

ADVICE

建议：提供更高效、更稳妥的部署与使用方式。

WARNING

注意：表示需要重点确认的操作条件，否则可能影响设备功能或数据完整性。

DANGER

警告：表示错误操作可能导致设备损坏、数据丢失或现场安全风险。

1.1 主要功能

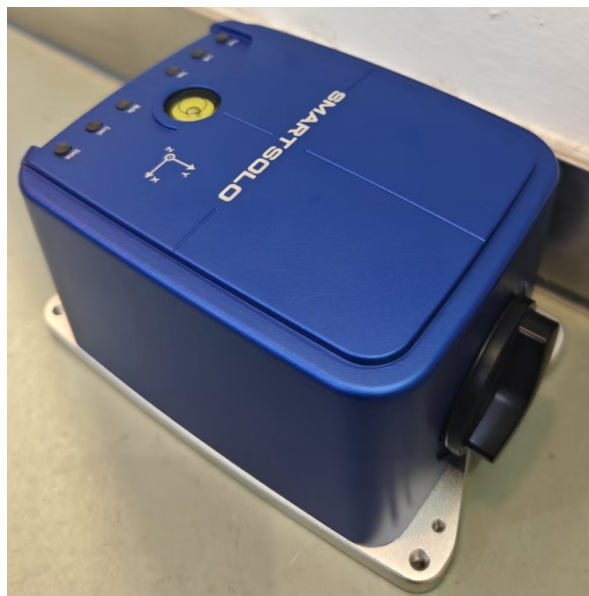


图 1.1.1: AMU-24 产品外观

AMU-24 面向强震监测与工程应用场景进行了针对性设计，具备以下主要功能：

- 提供直观的 Web 界面。
- 低噪声本底、极低迟滞以及业界领先的动态范围。
- 支持通过可移动 SD¹ 卡或本地以太网提取数据，文件格式为 MiniSEED 和 ASCII²。
- 支持将数据连续传输至中心服务器，或按需提取，或通过可移动 SD 存储卡提取。
- 支持通过以太网使用 SeedLink 或 SmartSolo 协议（DLD），进行实时数据流传输。
- 支持通过以太网连接，使用 Web 浏览器对设备进行配置和控制。
- LED³ 指示灯可快速提供设备状态的直观显示。
- 支持低至 0.25 秒的超低延迟配置。
- 支持 PGA⁴ 数据的本地实时处理与传输。
- 支持多个传感器组网，用于事件触发和投票。
- 具备内部 32 GB 冗余存储，并可扩展至 64 GB。
- 支持内置 GPS/GNSS 精密授时，也支持使用 PTPv1 或 NTP 进行网络授时。
- AMU-24 可为其他 SmartSolo 仪器提供网络授时，包括 SD-20 地震数据采集器。

1.2 数据存储

了解 AMU-24 如何以及在何处存储数据，将有助于您为部署规划并实施有效的[数据访问](#)。

⚠ WARNING

注意：在网络化部署中，在内部介质故障和长时间通信故障同时发生这种极少见的情况下，可能能够从 SD 卡上的连续归档中恢复部分数据。有关更多信息，请联系 support@smartsolo.com。

1.2.1 主要存储介质

AMU-24 持续对传感器数据进行数字化并记录，测量并记录健康状态（SOH）数据，同时将配置数据和日志数据记录在名为 Store 的专有数据库中。当 Store 写满后，会回卷并覆盖最旧的数据。Store 的回卷频率显示在健康页面的[内部存储部分](#)中。

Store 位于内部闪存介质设备上，标准容量为 32 GB。在 AMU-24 或后续型号中，可扩展至 64 GB。

数据以 SmartSolo 协议 (.dld) 格式记录到 Store 中，但对于联网部署，数字化后的传感器数据可以 [SeedLink](#) 和 .dld 格式进行流式传输，和/或以 [MiniSEED](#) 格式归档到可移动介质中。此外，选定的 SOH 通道提供 [Steim 压缩格式](#)。对于使用连续流传输的联网部署，Store 用于回补下游传输过程中丢失的任何数据。

无论将 AMU-24 部署为联网设备还是独立设备，内部存储都作为主要存储介质。您可以在维护页面中[从内部存储提取数据](#)。

¹安全数字存储卡

²美国信息交换标准代码

³发光二极管

⁴峰值地面加速度

1.2.2 第二（或可移动）介质

对于您的数据，最有效的备份方式是使用 SD 卡作为第二（可移动）存储介质，并启用持续归档。SD 卡格式为 FAT32。

⚠ WARNING

注意：为确保可靠性，我们强烈建议您仅使用由 SmartSolo 提供或推荐的 SD 卡。其他类型的卡可能不可靠，从而导致数据丢失。

SD 卡有两个主要作用：

- (1) 为联网部署或独立部署中的主要存储介质提供备份。
- (2) 为独立部署提供便捷的数据提取方式。

当您启用持续归档时，AMU-24 会持续将数据以 MiniSEED 格式记录到 SD 卡中。您还可以将 AMU-24 配置为把事件数据和 SOH 数据归档到 SD 卡中。

当 SD 卡写满时，AMU-24 会继续将数据记录到其内部存储介质中，但会停止向 SD 卡写入数据。任何已配置的流式传输器在 SD 卡写满时都不受影响。您可以在维护页面的可移动介质部分监控数据归档在 SD 卡上占用的空间。

对于独立部署，更换可移动介质比使用笔记本电脑和以太网电缆从内部存储下载数据更便于获取数据。通过更换 SD 卡或从内部存储下载来提取数据，称为文件传输。

1.3 线缆和附件

SmartSolo 提供可选设备，可为 AMU-24 的安装和使用带来便利。下表描述了其中若干选项。

表 1.3.1: AMU-24 线缆和附件

名称	部件编码	描述
以太网线缆	15228-×M	一端带有 4 针、8 号壳体 MILC-26482G Series 1 连接器，另一端带有 RJ-45 连接器的以太网线缆。标准长度有 1 m、2 m、3 m、5 m、10 m、15 m、20 m、30 m、50 m 和 100 m。部件编码中的 ×M 表示线缆长度（单位：米）。
电源线缆	14983-×M	非屏蔽 22 AWG 电源线缆。标准长度有 3 m、5 m、6 m、8 m 和 10 m。部件编码中的 ×M 表示线缆长度（单位：米）。
GNSS 天线线缆 LMR-400 低损耗型	12785-×M	LMR-400 超低损耗射频同轴线缆。标准长度有 25 m 和 50 m。部件编码中的 ×M 表示线缆长度（单位：米）。
GNSS 天线线缆 RG-223 低损耗型	12030-×M	RG-223 低损耗射频同轴线缆。标准长度有 10 m、15 m、20 m、25 m 和 30 m。部件编码中的 ×M 表示线缆长度（单位：米）。

GPS 子弹型天线	15699	带 TNC 连接器的 3.3 V 螺纹安装式 GPS 子弹型天线。
GPS 贴片天线	15808	3.3 V GPS 贴片天线，带 5 m 线缆。随 AMU-24 一起提供。
GPS 防尘帽	CON0278	用于 GNSS 连接器端口的防尘帽。注意：如果不使用本地 GPS 天线，则需要此可选附件。
电源适配器	17236	从市电转换为 24 VDC 的电源适配器。仅限室内使用。
*SD 存储卡	18023-xxGB	工业级多层单元(MLC)安全数字存储卡，已预格式化为 FAT32。可选容量为 16GB、32GB 和 64GB。部件编码中的 xxGB 表示 SD 卡的存储容量。

* 参见“关于 SD 介质卡”。

2 安装任务

AMU-24 适用于锚固式安装或自由放置式安装。从总体上看，我们建议您执行以下任务来安装 AMU-24：

○ 现场部署前（预安装）

- (1) 插入 SD 存储卡（可选）。
- (2) 选择部署选项。
- (3) 执行初始配置。
- (4) 制定接地方案。

○ 在现场（安装）

- (1) 评估安装现场。
- (2) 准备安装表面。
- (3) 连接、放置并接地设备。
- (4) 调整方向、调平并锚固设备（仅适用于锚固式安装）。

○ 离开安装现场前（安装后）

- 监控 LED，并对出现的任何错误进行故障排查。
- 记录台站信息。

2.1 前往安装现场之前

在现场部署 AMU-24 之前，应完成一些规划和配置任务，具体包括：

- 确保您的部署具备充足的电源供应。
- 选择一种部署和数据访问选项。
- 在具备网络连接的整洁办公室或实验室环境中设置 AMU-24，以执行安装前的设置和配置任务。

2.2 选择部署选项

AMU-24 可以作为独立设备部署，以便在较长时间内将连续数据记录到可移动介质上；也可以作为网络设备部署，在将数据记录到存储介质的同时，允许进行数据下载、数据流式传输和远程配置更改。

无论数据是否被流式传输和/或归档到可移动介质（已安装的 SD 卡），AMU-24 都会持续将数据记录到内部存储中。有关更多信息，请参见“[数据存储](#)”。

2.2.1 独立部署

在独立部署中，AMU-24 被部署为“一体化”设备。记录的时间序列数据以 MiniSEED 格式写入 FAT32 格式化的 SD 卡，并以 .dld 格式写入主内部闪存存储；如果已安装 SD 卡且用户已配置持续归档，则数据也会记录到可热插拔的 SD 卡中。

技术人员必须前往现场的 AMU-24 处提取数据，方式是取出可移动介质并换上一张新的空 SD 存储卡，或者从内部存储中下载数据。

NOTICE

备注：从主内部存储下载数据是一项缓慢的操作，通常仅在数据量较小时，或者在可更换 SD 卡丢失或损坏时才这样做。

2.2.2 联网部署

在联网部署中，AMU-24 作为网络的一部分进行部署，记录的时间序列数据以 .dld 格式写入内部存储，并且还通过 SeedLink 协议经由网络以 MiniSEED 格式流式传输到数据采集服务器。

作为额外备份，可将 AMU-24 配置为持续将时间序列数据以 MiniSEED 格式写入 FAT32 格式化的可更换 SD 卡中。参见“[格式化 SD 卡](#)”。

安装完成后，现场技术人员通常不再前往现场访问 AMU-24，而是使用 Web 浏览器进行任何必要的配置更改并接收流式传输的数据。

2.2.3 数据访问选项

通常，您选择的数据访问方法会受到部署地点偏远程度和部署时长的影响。

AMU-24 可以部署为：

- 允许数据下载、向数据采集服务器（例如 Apollo Server）持续流式传输以及远程配置更改的网络设备。
- 在较长时间内将连续数据记录到可移动介质上的独立设备（之后通过文件传输访问，或者在技术人员访问现场时取出 SD 卡）。

无论数据是否被流式传输和/或归档到第二可移动介质（SD 卡），AMU-24 都会持续将数据记录到内部存储中。有关更多信息，请参见“[数据存储](#)”。

连续流式传输

连续数据流式传输通常是较长期部署的首选数据访问方法。

连续数据流式传输使用以太网端口，通过有线网络进行通信，或者使用诸如蜂窝调制解调器、低地球轨道（LEO）调制解调器或 VSAT 通信系统等无线选项。

文件传输

当流式传输不可行或不实用时，文件传输更常用于短期到中期部署。您可以从介质仓中取出 SD 卡，并在一小时内换上一张新的 SD 卡，而不会导致两张卡上的记录之间出现任何数据缺口。

或者，您可以通过以太网连接到 AMU-24，以下载存储在其内部闪存中的数据。

数据格式

每种数据访问方法都提供特定的数据记录格式。

有关可用于通过 SD 卡或内部存储进行文件传输的可用数据格式列表，请参见技术规格中的“[数据记录与检索](#)”。

要查看可用于数据流式传输的数据格式，请参见技术规格中的“[数据产品](#)”。

2.2.4 应用场景：部署与数据访问

下表说明了部署与数据访问的典型应用场景。

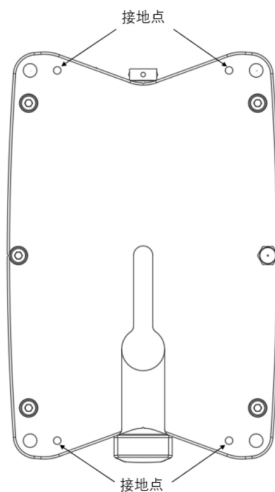
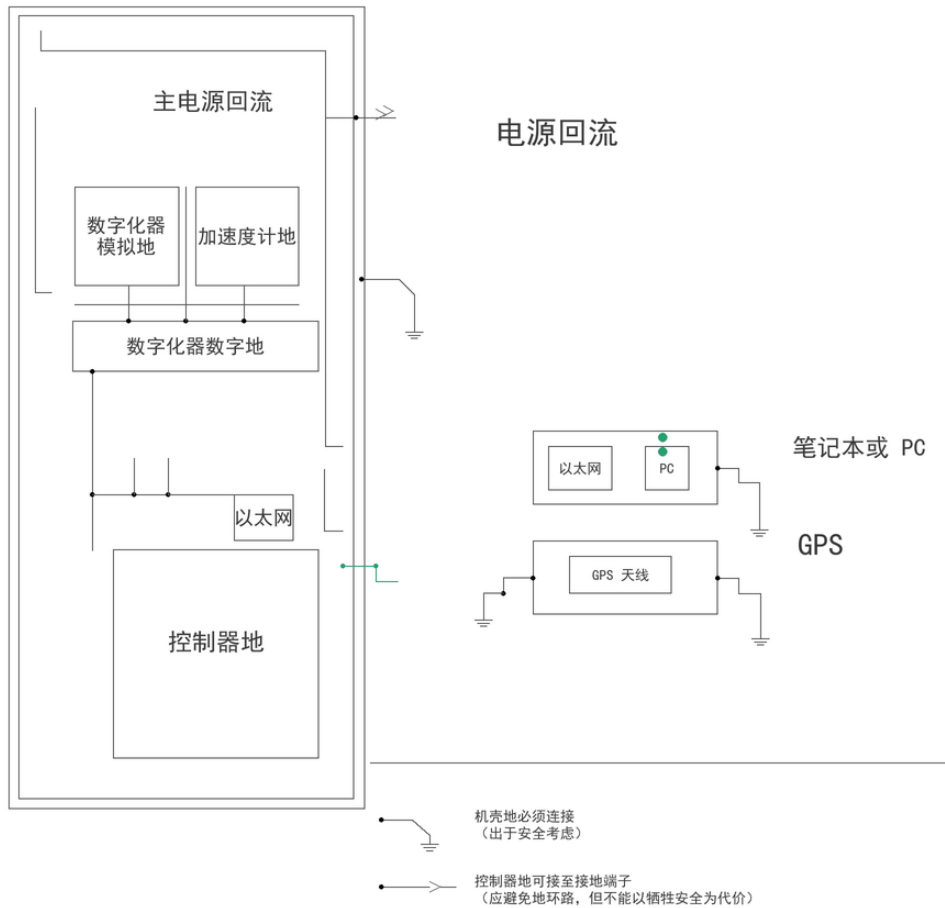
部署时间范围	是否需要持续数据流式传输?	数据访问选项
短期 (临时)	是	流式传输，使用： • 有线互联网、蜂窝网络或卫星
	否	文件传输： • 可移动介质 (SD 卡) • 通过以太网访问内部存储 (取回设备并带回实验室)
中期 (半永久)	是	流式传输，使用： • 有线互联网、蜂窝网络或卫星
	否	文件传输： • 可移动介质 (SD 卡)
长期 (永久)	* 是	流式传输，使用： • 有线互联网、蜂窝网络或卫星

* 对于永久台站，通常需要流式传输，因为文件传输往往不切实际。

2.3 制定接地方案

AMU-24 的功耗会因 GNSS 接收机占空比和以太网活动等因素而变化。典型功耗列于技术规格的“电源”部分中。

最合适的接地方案将取决于您的应用和安装环境。以下是在规划 AMU-24 安装接地时可以考虑的一些一般信息。



主电源回流与机壳、模拟地和数字地完全隔离。机壳（外壳）地连接到数字记录子系统的模拟地。

! CAUTION

注意：出于安全考虑，AMU-24 系统机壳地必须接地。在大多数安装中，为获得最佳性能，应如上图所示，在机壳上的四个接地点之一完成接地。

2.3.1 电源

AMU-24 电源连接器具有 3 个引脚，以使仪器符合现场接地系统。您可以将电源回流引脚和地连接在一起，但在同一导体中同时合并接地和电源回流会限制现场接地选项。推荐做法是为台站建立单一接地点，并将所有设备接地到该点，这样可以最大限度地减少由电源系统产生的地环路和信号噪声的可能性。

2.3.2 GNSS 天线

GNSS 天线参考数字地，该数字地在 AMU-24 内部有一个单点连接到模拟地，而模拟地又连接到 AMU-24 机壳地。如果 AMU-24 或所连接的传感器已经接地到大地，应避免在 GNSS 天线处再进行第二次大地接地。如果无法避免，则应布设线缆以尽量减小大地接地点和线缆形成的回路面积，因为该回路会像天线一样拾取噪声和浪涌能量。如果 AMU-24 及所连接的传感器没有以其他方式接地到大地，则应尽可能将 GNSS 天线接地到大地。

在具有较长 GNSS 线缆和防雷保护的配置中，必须采用整体系统设计方法，在接地要求与保护要求之间取得平衡。这种方法要求理解 AMU-24 接地、传感器接地、电源接地以及现场本地接地。

2.4 关于 SD 介质卡

经测试，工业级 SD 卡已被证明具有很高的可靠性。SD 卡提供 16 GB、32 GB 和 64 GB 三种容量。如果您希望自行提供 SD 卡，请联系技术支持，了解已通过验证的 SD 卡相关信息。

! CAUTION

注意：为确保可靠性，我们强烈建议您仅使用由厂家提供或推荐的 SD 卡。其他类型的卡可能不可靠，从而导致数据丢失。

2.4.1 插入 SD 卡

AMU-24 可配置为将 MiniSEED 数据、事件数据和 SOH 数据归档到已格式化为 FAT32 的 SD¹ 卡。事件数据可归档为多种行业标准格式。

在启用数据归档之前，应将一张已格式化为 FAT32 的 SD 卡插入 AMU-24 介质仓门后方的介质插槽。正确插入并可供使用后，Media LED 将闪烁绿色，介质仓门后方的 Media Eject LED 将持续显示红色 10 分钟（随后会熄灭以节省电力）。有关如何在 SD 卡上启用数据归档，请参见“连续数据归档”和“事件数据归档”。

¹安全数字存储卡

2.4.2 取出或更换 SD 卡

取出 SD 卡

要安全取出 SD 卡，请按下并释放介质仓中的 Media Eject 按钮，或单击 Web 界面 Maintenance 页面 Removable Media 部分中的 Eject 按钮。等待 Media Eject LED 变为稳定绿色，这表示此时可以安全取出。该过程应少于 15 秒。



CAUTION

注意：为防止数据丢失或损坏，当 Media Eject LED 以任何颜色闪烁时，切勿物理拔出 SD 卡。

NOTICE

备注：为防止出现数据间隙，请在取出旧卡后一小时内插入新 SD 卡。SD 卡取出后、插入新卡前，AMU-24 会继续进行数字化并在内部缓冲数据。插入新卡后，这些缓冲数据会写入 SD 卡，从而实现连续无间隙记录。

2.4.3 SD 卡已满或损坏

当前正在使用的 SD 卡状态可通过设备上的 [Media LED](#) 以及以下 Web 界面页面查看：

- [Health > Storage](#) 部分
- [Maintenance > Removable Media](#) 部分

如果 SD 卡已满或损坏，设备将继续把数据记录到其 [Store](#) 中，但会停止向 SD 卡写入数据。任何已配置的流式传输器在 SD 卡已满或损坏时均不受影响。

SD 卡故障排查

- 直接从 AMU-24 的内部存储¹检索数据的最有效方式，是通过 Maintenance 页面将其下载到您的计算机。
- 为确保 SD 卡具有足够空间，您可以从[连续归档](#)中删除较早的时间序列数据。从 SD 卡传输数据的最安全方法，是将其连接到您的计算机。作为替代方法，您也可以使用 secure FTP 和您选择的客户端应用程序来管理连续归档文件。
- 也可通过 Maintenance 页面中的[下载归档文件](#)链接下载单个归档文件。
- 如果 SD 卡已损坏或受损，您可以尝试在 Maintenance 页面上修复它。您也可以重新格式化该卡。SD 卡的修复和重新格式化在 Maintenance 页面的[可移动介质](#)部分执行。

2.5 执行初始配置

每台 AMU-24 在出厂时均已预先配置若干默认设置。该出厂配置覆盖了 AMU-24 最常见的使用场景，这意味着大多数设备在安装前仅需进行最少量的配置。

要检查配置，您必须连接 GNSS、电源和以太网线缆，并等待设备上电启动。设备启动后，您需要[访问 AMU-24 的 Web 界面](#)，以验证或更改其配置。

¹设备将其接收到的所有数据都写入主内部存储。内部存储类似环形缓冲区，写满时会回卷并覆盖最旧的数据。

在将设备部署到现场之前，您应确保以下设置已按您的需求完成配置：

- 采样率
- 检测器设置
- 以太网设置
- 流式传输器设置（联网部署）
- 授时源设置
- 归档到 SD 卡

2.6 执行倾斜测试

倾斜测试是熟悉 AMU-24 及其如何记录运动的一种有效方式。该测试包括手持 AMU-24 并对其进行旋转，同时在 [Waveform](#) 页面实时观察各通道的 Mean 值。

ADVICE

建议：为避免削波，执行倾斜测试时，设备应设置为 2 g 或 4 g 模式。

2.7 评估安装点位

在决定 AMU-24 的安装位置时，重要的是了解该点位的预期运动范围，确保 GNSS 天线能够清晰地看到天空，并评估可用的安装表面。

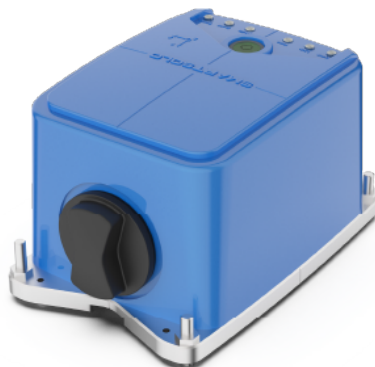
为获得准确测量结果，建议将每台 AMU-24 [锚固](#)到坚硬、刚性的表面上，例如混凝土、砖石或金属表面，并确保该表面平整、水平、无碎屑且无障碍物。建议将设备锚固到安装表面上，因为地面运动可能导致未固定的 AMU-24 发生位移，从而产生不准确的测量结果。每台 AMU-24 随机附带了将设备固定到混凝土、砖石或金属表面所需的硬件。

当预期运动小于 0.1 g 时，可将 AMU-24 [自由放置](#)在安装表面上。与锚固安装一样，用于自由放置安装的表面也应当平整、水平、无碎屑且无障碍物。

接下来，请确保有合适的位置可用于安装 GNSS 天线。天线必须能够清晰地看到天空，并且与 AMU-24 之间的距离应在可接受范围内，以便连接线缆。

最后，请考虑设备的朝向。可选方式包括按罗盘方向放置 AMU-24（南北向或东西向），或者使其与安装结构的主轴方向保持一致。

下表显示了在不同朝向，各通道应看到的大致数值。



朝向	X (g)	Y (g)	Z (g)
X 和 Y 箭头水平 (设备立放在底脚上)	0	0	0
X 箭头向上 (设备置于左侧)	+1	0	-1
X 箭头向下 (设备置于右侧)	-1	0	-1
Y 箭头向下 (设备放置在介质仓门上)	0	-1	-1

2.8 锚固安装所需物品

要在混凝土、砖石或金属表面上正确完成 AMU-24 的定向、锚固和调平，您需要以下物品：

表 2.8.1: AMU-24 锚固安装所需物品

物品	提供方	用途
罗盘	安装人员	用于将 AMU-24 定向为南北向或东西向。
绘图工具	安装人员	用于在安装表面做标记。
硬件 (锚栓或螺栓)	SmartSolo (随 AMU-24 安装套件提供)	用于混凝土或砖石表面： ○ 一个 1/4 in. 砖石套筒锚栓 (含垫圈和蓝色套筒)， 头部高度为 11/64 in. 用于金属表面： ○ 一个 M6x25 六角螺栓，配 M6 六角螺母。
3 mm 六角螺 丝刀	SmartSolo (随 AMU-24 安装套件提供)	用于锁紧调平螺钉。
活动扳手或 10 mm 扳手	安装人员	用于锁紧调平螺钉。
线缆	安装人员 / SmartSolo	有关线缆选项的部件编码和说明，请参见“ 线缆和附件 ”。 有关连接器引脚定义表和示意图，请参见“ 连接器与引脚定义 ”。
GNSS 贴片天 线	SmartSolo	用于授时。
接地线	安装人员	用于将 AMU-24 连接到站点地线。 ○ 建议使用 10 AWG。 ○ 按所需长度裁剪线缆， 以去除多余部分并尽量减小压降。
M4 接地端子	安装人员	用于为 AMU-24 接地。 ○ 接地端子必须能够适配所用接地线的线规。
M4x5 螺钉和 M4 垫圈	SmartSolo (随 AMU-24 安装套件提供)	用于将接地端子固定到 AMU-24。

2.8.1 准备安装表面

执行以下步骤，为安装和定向 AMU-24 准备安装表面：

- (1) 选择一个平整、水平的安装位置，并确保该位置清洁、无障碍物。
- (2) 确定 AMU-24 所需的朝向，例如与真北对齐，或与结构的主轴方向一致。
- (3) 如果采用方向性定向，请使用罗盘和绘图工具在混凝土表面画一条与所选方向平行的线。如果您使用的是磁罗盘，画线时应考虑当地的磁偏角。
或者，如果 AMU-24 需要沿结构主轴方向对齐，请绘制一条与该轴平行的线。
- (4) 通过在方向线上标记所需位置来标出钻孔位置。

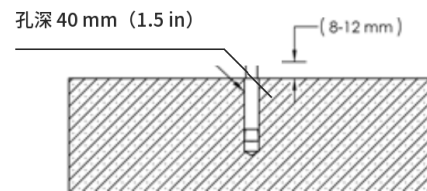
添加该标记时，请确保其周围 20 cm 的范围内没有障碍物和碎屑。该标记代表 AMU-24 的中心点，也是将用于固定 AMU-24 的锚栓或螺栓设置到表面中的位置。

2.8.2 钻孔规范

以下内容给出了 SmartSolo 提供硬件的建议钻孔规范。

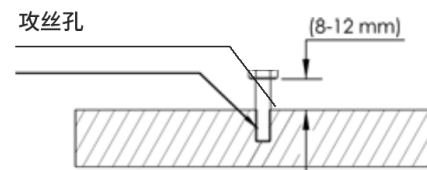
混凝土或砖石表面

- 硬件：1/4 in. 砖石套筒锚栓（请确保使用锚栓随附的平垫圈。）
- 钻头：1/4 in. 混凝土钻头
- 孔深：40 mm (1.5 in)



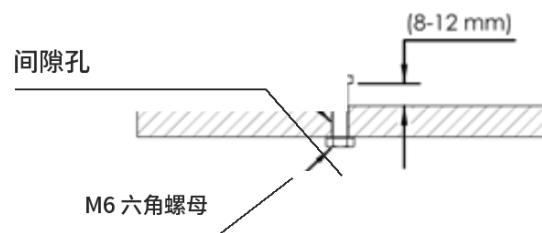
金属表面，攻丝孔

- 硬件：M6x25 六角螺栓
- 钻头：按 M6 螺纹要求钻孔并攻丝
- 孔深：钻孔并攻丝 20 mm，以形成 M6 螺纹



金属表面，通孔

- 硬件：M6x25 六角螺栓
- 钻头：6.5 mm，或按 M6 间隙孔要求选择合适孔径
- 孔深：通孔



2.8.3 安装并锚固 AMU-24

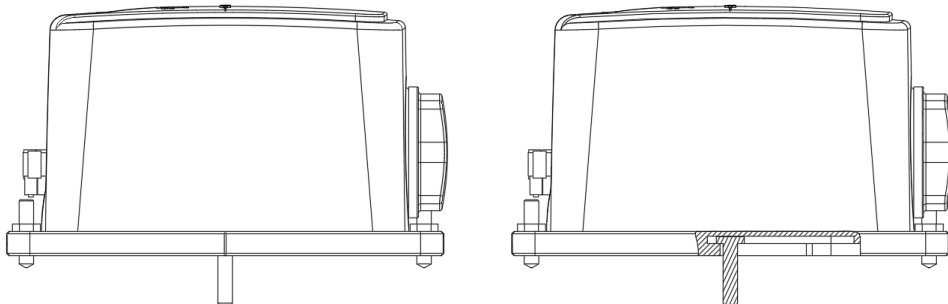
执行以下步骤以安装并锚固一台 AMU-24:

- (1) 将 GNSS 天线安装到能够清晰看到天空的位置。
- (2) 确保每根线缆的长度足以:
 - 连接到加速度记录仪及其目标端点 (例如, 电源线的目标端点是电源)
 - 留出应力释放余量
- (3) 将每根线缆连接到 AMU-24, 但不要连接到其目标端点。
- (4) 选择将用于把 AMU-24 固定到安装表面的**锚栓或螺栓**。
- (5) 在安装表面上**标记的钻孔位置**钻孔。
请根据表面类型以及所选锚栓或螺栓使用合适的钻头。更多信息请参见“[钻孔规范](#)”。
- (6) 清除孔内的所有碎屑。
- (7) 将所选螺栓插入孔中。确保螺栓头底部高出表面 8 mm 至 12 mm。

CAUTION

注意: 对于砖石或混凝土安装, 请确保锚栓的套筒与安装表面齐平。更多信息请参见“[钻孔规范](#)”中混凝土或砖石表面的套筒锚栓示意。

- (8) 使用 AMU-24 底部的导向槽, 将 AMU-24 套入锚栓或螺栓的头部。



上图显示了 AMU-24 背部的槽口如何套在安装表面中锚栓或螺栓的头部上。有关 AMU-24 底部的完整视图, 请参见“[底视图](#)”。

- (9) 按以下步骤为 AMU-24 接地:
 - i. 剥去接地线一端的绝缘层, 并将接地端子压接在接地线上。
 - ii. 使用 M4x5 螺钉和 M4 垫圈将接地端子固定到接地孔上。
 - iii. 将接地线的另一端连接到现场接地点。
- (10) 为了给 AMU-24 定向, 转动设备, 使其 X 方向标记与安装表面上绘制的线对齐。
- (11) 调整调平螺钉, 直到:
 - 水平气泡位于黑色圆环的中心
 - 调平螺钉在锚栓或螺栓允许的最大范围内伸出。当调平螺钉旋入表面时, AMU-24 会被抬离安装表面, 从而在 AMU-24 与锚栓或螺栓头之间形成牢固连接

 CAUTION

注意：对于混凝土或砖石表面的安装，过度拧紧调平螺钉可能会将锚栓或螺栓从安装表面拉出。

- (12) 通过将 3 mm 六角螺丝刀插入螺钉以防止其转动，并使用扳手牢固拧紧锁紧螺母，从而锁定每个调平螺钉。
- (13) 对每根线缆进行应力释放，并将其固定到安装表面。

 NOTICE

备注：扎带配合扎带固定座，或一个重物，都是实现应力释放的有效工具。

- (14) 将每根线缆连接到其目标端点，并确保从应力释放点到 AMU-24 的线缆没有受拉、打折或受压。

 NOTICE

备注：当您电源线连接到电源时，AMU-24 将立即上电。设备完全启动大约需要 2 至 3 分钟。如果设备未能上电，则电源电压可能低于已配置的电压重新连接阈值。更多信息请参见“[安装故障排查](#)”。

- (15) 确保水平气泡仍然指示设备处于水平状态。如果设备不水平，请再次进行调平。

2.9 自由放置安装所需物品

在实验室测试中，或在预期运动小于 0.1 g 的台站中，AMU-24 可以直接自由放置在安装表面上。用于自由放置 AMU-24 的安装表面应当平整、水平，并且无碎屑和障碍物。

 NOTICE

备注：为获得准确测量结果，建议将每台 AMU-24 锚固到坚硬、不易变形的表面上，例如混凝土、砖石或金属表面，并确保该表面平整、水平且无碎屑和障碍物。另请参见“[安装并锚固 AMU-24](#)”。

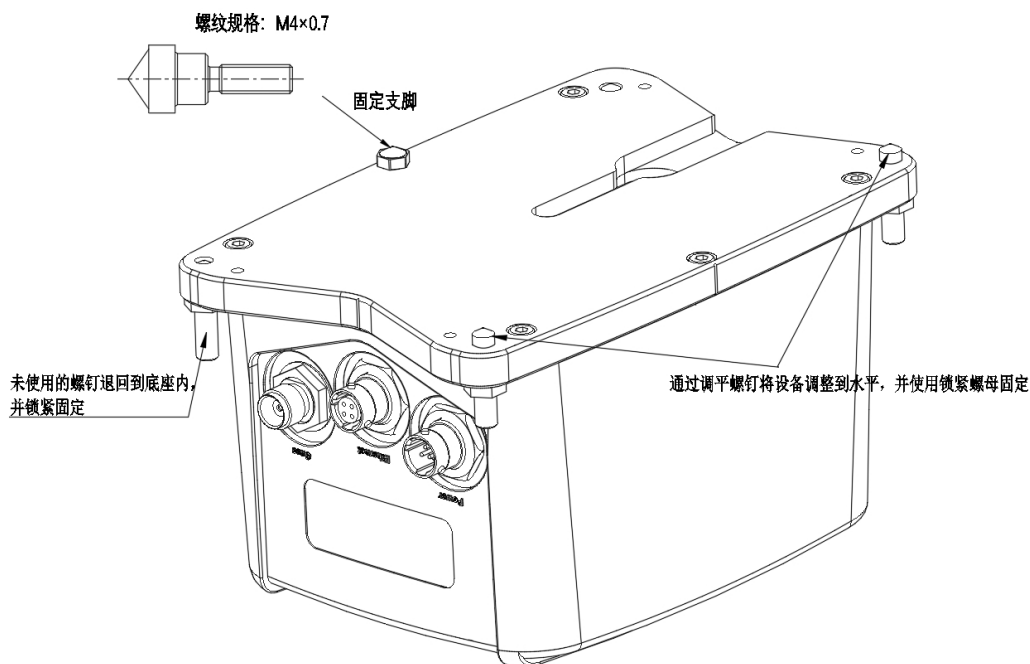
在设置自由放置式 AMU-24 时，您将使用每台 AMU-24 随附的固定脚，形成三点支撑安装方式，从而无需将设备固定到安装表面即可完成调平。

为创建一台或多台 AMU-24 的水平且对齐的自由放置安装，您需要以下物品：

物品	提供方	用途
直尺或同等工具	安装人员	在设置多台设备时用于对齐。
固定脚	SmartSolo (AMU-24 安装 套件内含)	在设备未锚固到安装表面时， 作为第三支撑脚以实现精确调平。
3 mm 六角 螺丝刀	SmartSolo (AMU-24 安装 套件内含)	用于拆下并重新装回底板螺钉； 用于锁紧调平螺钉。
活动扳手 或 10 mm 扳手	安装人员	用于拧紧固定脚； 用于锁紧调平螺钉。
线缆	安装人员 / SmartSolo	有关线缆选项的部件号和说明， 请参见“AMU-24 可选设备”； 有关连接器引脚表和示意图， 请参见“连接器与引脚定义”。
GNSS 贴片天线	SmartSolo	用于授时。

2.9.1 安装自由放置式 AMU-24

安装自由放置式 AMU-24 时，可参考下图：



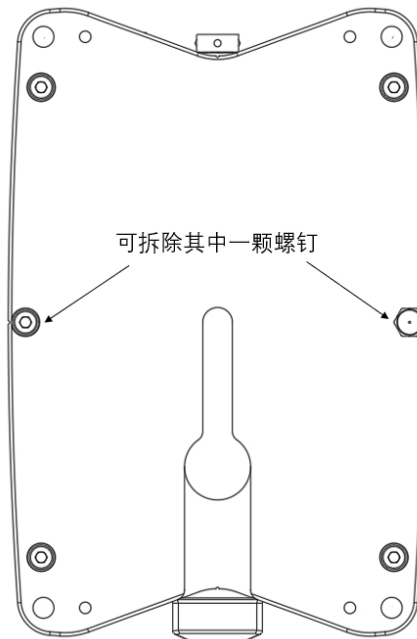
执行以下步骤，以完成一台或多台 AMU-24 的自由放置安装：

- (1) 选择一个平整、水平的安装表面，并确保其清洁且无障碍物。
- (2) 确保每根线缆的长度足以：
 - 连接到 AMU-24 及其目标端点（例如，电源线的目标端点为电源）
 - 留出应力释放余量
- (3) 如果您要设置多台设备，请将直尺（或同等工具，例如在安装表面上绘制的一条线）放置在安装表面上。

NOTICE

备注：如果您只设置一台 AMU-24，则设备朝向并不重要。但如果您设置多台设备，则应使所有设备与同一参考方向对齐，以便进行数据对比。

- (4) 安装 GNSS 天线，并确保其能够清晰看到天空。
- (5) 对于每一台正在安装的 AMU-24：
 - a. 使用 3 mm 六角螺丝刀拆下 AMU-24 底板中部的任意一颗螺钉，并保留该螺钉。



NOTICE

备注：当不再需要自由放置安装时，请将该螺钉重新装回底板，并拧紧至 22 in-lb。

- b. 将固定脚旋入空出的螺钉孔，并施加 22 in-lb 的扭矩。
- c. 将安装固定脚一侧的调平螺钉完全缩回，但不要拆下。
- d. 如果存在多台设备，请将每台设备与表面上的方向线对齐。
- e. 将每根线缆连接到 AMU-24，但不要连接到其目标端点。
- f. 调整固定脚对侧的两个调平螺钉，直到水平气泡位于黑色圆环的中心。
- g. 将 3 mm 六角螺丝刀插入其中一个螺钉以防止其转动，并使用扳手牢固拧紧锁紧螺母，以锁定调平螺钉，使设备保持水平。

h. 对每根线缆进行应力释放，并将其固定到安装表面。

NOTICE

备注：扎带配合扎带固定座，或一个重物，都是实现应力释放的有效工具。

i. 将每根线缆连接到其目标端点，并确保从应力释放点到 AMU-24 的线缆没有受拉、打折或受压。

NOTICE

备注：当您将电源线连接到电源时，AMU-24 将立即上电。设备完全启动大约需要 2 至 3 分钟。如果设备未能上电，则电源电压可能低于已配置的电压重新连接阈值。更多信息请参见“[安装故障排查](#)”。

j. 确保水平气泡仍然指示设备处于水平状态。如果设备不水平，请再次进行调平。

2.10 安装后操作

安装完成后，在离开安装现场之前，您可能需要执行以下操作：

- 监控 [LED 指示灯](#) 是否闪烁红色。
- 对照 [安装检查清单](#) 验证安装步骤。
- 记录 [台站信息](#)。
- 必要时进行 [故障排查](#)。

安装完成后，您可以通过 Web 界面远程监控 AMU-24 的状态和健康信息。在任何页面上，您都可以通过查看页面顶部的状态栏来快速检查设备的健康状况。

2.10.1 安装故障排查

要排除安装故障，请首先确保您已按照 [安装检查清单](#) 完成了所有步骤。

以下是 AMU-24 安装过程中可能出现的一些问题，以及可能的原因和解决方案。

水平通道出现尖峰

- AMU-24 的调平螺钉未锁紧，或未正确拉紧锚栓。
- 有物体接触到 AMU-24 的侧面。

连续低频漂移（随机或周期性）

- AMU-24 暴露在气流或较大的温度变化环境中。请在设备上方加装隔热罩。

所有通道同时出现尖峰

- 通常由电气系统噪声引起。例如，来自电池充电电路的电源噪声，或来自附近强磁场或无线电源的干扰。

启动时出现漂移

- AMU-24 在达到热平衡温度的过程中，出现少量漂移属于正常现象，通常在 1 小时内即可稳定。

设备无法上电

- 电源电压可能低于已配置的电压重新连接阈值。当电源电压低于该阈值时，设备将无法上电。
- 解决方法：连接高于已配置阈值的电源；或者按住介质仓门后方的**强制上电**按钮，直到电源 LED 亮起，以强制设备上电。

2.10.2 AMU-24 安装检查清单

使用以下检查清单，确认 AMU-24 安装过程中的所有必要步骤均已完成。

- 安装表面已清除碎屑和障碍物。
- AMU-24 的 N 方向已对准真北（已考虑当地磁偏角）。
- AMU-24 已调平（水平气泡位于黑色圆环中心）。
- 调平螺钉已伸出，并压紧在锚栓或螺栓上。
- 调平螺钉的锁紧螺母已锁定。
- 设备序列号已记录。
- 所需线缆均已连接。
- GNSS 天线已安装并连接。
- 所有线缆已在安装表面上做应力释放处理。
- 线缆未接触 AMU-24 机壳侧面。
- 已使用通道偏移功能对 X、Y、Z 三个通道进行归零。
- SD 卡已安装（可选），介质仓门已关闭。
- 设备已上电。
- 设备配置已完成。
- Status LED 闪烁绿色，[Health](#) 页面上无红色告警（更多信息请参见“[监控状态指示 LED](#)”）。
- 在 [Waveform](#) 页面上可以正常显示地震波形。

2.10.3 台站与设备信息

使用下表记录安装台站和设备的相关信息。这些信息有助于跟踪台站随时间推移而发生的变化。

台站信息

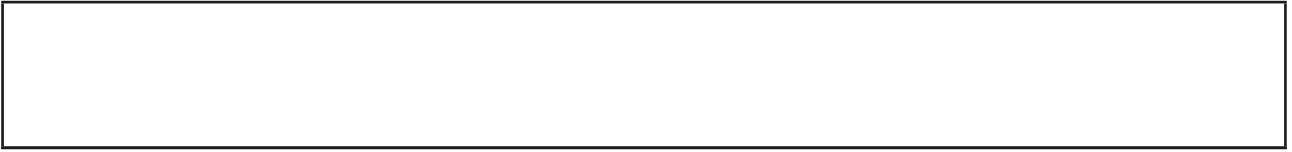
项目	记录
台站代码	
网络代码	
台站地址	

纬度 / 经度 / 海拔	
台站联系人	
到访登记联系人	
工作时间	
前往路线	
是否需要钥匙	是 / 否
停车位置	
安装日期	
安装表面类型	
是否固定于表面	是 / 否
安装点位描述	

设备信息

项目	记录
设备类型	
设备在现场的位置	
设备序列号	
设备 IP 地址	
预期运动范围	g 至 g
设备朝向	Z 箭头方向: _____
	Y 箭头方向: _____
	X 箭头方向: _____
是否需要钥匙	是 / 否
设备历史记录	
巡检日期	

备注



3 访问 Web 界面

通过 Web 界面，您可以查看仪器的状态和健康信息、配置传感器参数、查看波形数据，以及执行维护任务（例如备份配置设置和升级固件）。

您可以使用链路本地 IP 地址与 AMU-24 建立[直接连接](#)，也可以通过[网络连接](#)到设备。

3.1 概览页面

首次登录 AMU-24 的 Web 界面时，将显示概览（Summary）页面。该页面通过一系列彩色状态栏和状态指示器，提供与授时、存储介质、配置以及简化波形相关的关键设备状态信息的一览式视图，便于您在安装期间轻松监控设备。

时间（Time）

时间部分提供内部系统时钟状态的概要视图，以及时钟授时不确定度的估算值。如果已配置 GNSS 授时，该部分还会显示 GNSS 接收机用于位置计算的卫星数量。您也可以在 Health 页面的 [Time](#) 部分查看更详细的授时信息。

存储介质（Media）

存储介质部分可快速告知您是否已安装用于归档的 SD 存储卡、上次写入归档的时间，以及设备内部存储的容量大小。您可以在 Health 页面的 [Storage](#) 部分查看更详细的存储信息。

系统（System）

系统部分显示当前配置是否已提交生效，同时显示最近一次上传到设备的配置文件名称。如果该值为空白，则表示尚未上传过配置文件。您可以在 Maintenance 页面的 [Firmware](#) 部分查看配置的详细信息。

概览页面上的波形

概览页面还提供简化波形显示，便于您在安装过程中监控设备状态。导航至 [Waveform](#) 页面可以查看更详细的波形视图。

为确保波形正常显示，请确保您使用以下浏览器之一：Chrome 16 或更高版本、Firefox 11 或更高版本，或 Safari 7 或更高版本。



CAUTION

注意：如果同时在两个以上的 Web 界面上查看波形，将会显示错误消息“接收波形数据时发生错误”。

3.2 直接连接到 Web 界面

若需在 AMU-24 与计算机（已安装 Chrome、Firefox 或 Safari 浏览器）之间建立直接连接，请使用链路本地 IP 地址 **169.254.30.30**。

NOTICE

备注：直连方式无需网络基础设施，适用于现场安装调试或实验室环境中的快速访问。请使用以太网线缆将计算机直接连接到 AMU-24 的以太网端口。

3.3 通过网络连接到 Web 界面

- (1) 将 AMU-24 连接到支持 DHCP 的网络，使网络自动为设备分配 IP 地址。
- (2) 使用 SmartSolo 的 SWDCC Discovery 应用程序在局域网中搜索 SmartSolo 仪器和应用。

NOTICE

备注：如需获取 SWDCC Discovery 程序，请通过 support@smartsolo.com 联系技术支持部门。SWDCC Discovery 必须在与待查找设备相同的子网中运行。

- (3) 确认 Web 界面上显示的序列号与您的 AMU-24 设备序列号一致。如果不一致，则说明您连接的是网络中的另一台 AMU-24。

ADVICE

建议：连接到 AMU-24 后，无论是通过链路本地地址还是 DHCP 网络，您都可以根据部署需求为设备配置静态 IP 地址。

3.4 登录 AMU-24 Web 界面

首次连接到 Web 界面时，您处于**仅查看模式**。在该模式下，您可以查看仪器的状态和健康信息、已连接的传感器、事件和波形等内容。若需编辑配置、上传固件或执行维护任务，则需要登录 Web 界面。

- (1) 在 Web 界面右上角，单击 **Log On**，将显示登录对话框。
- (2) 输入当前管理员账户的用户名和密码（默认用户名：admin，默认密码：admin）。
- (3) 单击 **OK** 按钮。登录成功后，Web 界面右上角将显示“**admin**”替代原来的“Log On”。

WARNING

注意：为增强网络安全性并降低未经授权访问 AMU-24 的风险，强烈建议您在首次登录后立即修改所有默认密码。详情请参见“[密码说明](#)”。

3.5 密码说明

对于 SmartSolo 仪器，多个接口均采用密码认证机制。为提高仪器安全性，务必确保更改所有默认密码。以下列出了各类密码的修改方式：

- [使用 SSH 客户端修改 root 密码](#)
- [使用 SSH 客户端修改校准密码](#)
- [通过 Web 界面修改 admin 密码](#)

在修改密码之前，请先参阅“[创建高强度密码的建议](#)”。

3.5.1 创建高强度密码的建议

在部署 AMU-24 之前，应更改所有接口的默认密码。高强度密码应满足以下要求：

- 长度至少为 8 个字符
- 包含大小写字母的组合
- 包含数字
- 不以字典中的常见词汇为基础

如需了解更多信息，互联网上提供了多种工具和资源，可协助您选择和生成高强度密码。

3.5.2 修改 root 密码

使用 PuTTY 等 SSH 客户端成功登录 AMU-24 后，可运行 `passwd` 命令修改 root 用户的密码：

- (1) 如果尚未安装 PuTTY 等 SSH 客户端，请从互联网下载并安装。
- (2) 启动 SSH 客户端，使用 AMU-24 的 IP 地址和默认端口号 **22** 连接设备。
- (3) 连接成功后，将显示登录界面。使用当前 root 用户名和密码以 root 身份登录设备。

NOTICE

备注：出厂默认设置为用户名：`root`，密码：`dolphin18`。

WARNING

注意：为增强网络安全性并降低未经授权访问 AMU-24 的风险，强烈建议您在首次登录后立即修改所有默认密码。详情请参见“[密码说明](#)”。

- (4) 在命令提示符下，运行以下命令以修改 root 密码：

```
$ passwd
```

- (5) 输入新密码。密码长度至少为 8 个字符，且须包含大小写字母和数字的组合。请参阅“[创建高强度密码的建议](#)”。
- (6) 重新输入新密码以确认。
- (7) 如果您尚未修改校准密码的出厂默认值，请继续执行“[修改校准密码](#)”中的第 4 步。

3.5.3 修改校准密码

校准用户账户和密码用于将自定义校准文件上传到设备。详情请参见“[上传自定义校准信号文件](#)”。您可以使用 SSH 客户端（如 PuTTY）以 root 身份登录设备来修改校准用户的密码：

WARNING

注意：为增强网络安全性并降低未经授权访问 AMU-24 的风险，强烈建议您在首次登录后立即修改所有默认密码。详情请参见“[密码说明](#)”。

- (1) 如果尚未安装 PuTTY 等 SSH 客户端，请从互联网下载并安装。
- (2) 启动 SSH 客户端，使用 AMU-24 的 IP 地址和默认端口号 **22** 连接设备。
- (3) 连接成功后，将显示登录界面。使用当前 root 用户名和密码以 root 身份登录设备。

NOTICE

备注： root 用户出厂默认值为——用户名：root，密码：dolphin18。
校准用户出厂默认值为——用户名：calibration，密码：calibrate。

- (4) 在命令提示符下，运行以下命令以修改校准密码：

```
$ passwd calibration
```

- (5) 输入新密码。密码长度至少为 8 个字符，且须包含大小写字母和数字的组合。请参阅“[创建高强度密码的建议](#)”。
- (6) 重新输入新密码以确认。
- (7) 关闭 SSH 会话。

3.5.4 修改 admin 密码

NOTICE

备注： admin 用户出厂默认设置为——用户名：admin，密码：admin。

WARNING

注意： 为增强网络安全性并降低未经授权访问 AMU-24 的风险，强烈建议您在首次登录后立即修改所有默认密码。详情请参见“[密码说明](#)”。

成功登录 AMU-24 的 Web 界面后，可通过管理菜单修改用户密码：

- (1) 单击 Web 界面右上角的 **admin**，然后从下拉列表中选择 **Change Password**。将显示修改密码对话框。密码长度须为 8 至 10 个字符，包含大小写字母和数字的组合。请参阅“[创建高强度密码的建议](#)”。
- (2) 输入用户名 (User name)、旧密码 (Old password) 和新密码 (New password)。
- (3) 在确认新密码 (Confirm new password) 字段中再次输入新密码。
- (4) 单击 **OK** 按钮。对话框将关闭，密码即设置为新密码。

3.6 配置设备安全性

DANGER

警告： 如果防火墙配置不当，您可能被锁定而无法访问设备。仅具备高级 Linux 使用经验的人员方可尝试为 SmartSolo 仪器配置防火墙。

除修改设备密码外，您可以通过使用 Linux 的 `iptables` 防火墙工具为网络配置防火墙，从而进一步提升设备的安全性。该工具允许您指定可与 SmartSolo 设备通信的 IP 地址、IP 网络和子网，同时也可以阻止特定的 IP 地址、IP 网络和子网与 SmartSolo 设备通信。

AMU-24 内置了一个示例文件，用于定义 `iptables` 规则并在启动时自动应用。该文件位于：

```
/etc/iptables.commands
```

默认情况下，文件中的规则处于禁用状态（已注释）。您可以根据具体需求编辑此文件，然后重启 AMU-24 以启用相应功能。

如需关于为 SmartSolo 设备配置防火墙的指导，请联系 SmartSolo 技术支持：support@smartsolo.com。

有关 `iptables` 防火墙工具的更多信息，请参阅以下链接：

- <https://linux.die.net/man/8/iptables>
- <http://www.iptables.info/en/iptables-contents.html>

4 配置 AMU-24

您可以使用管理员（admin）用户账户登录 Web 界面，打开 **Configuration** 菜单并选择 **Configuration**，以更改 AMU-24 的配置设置。

⚠ WARNING

注意：为增强网络安全性并降低未经授权访问 AMU-24 的风险，强烈建议您在首次登录后立即修改所有默认密码。详情请参见“[密码说明](#)”。

配置菜单图标

配置页面提供以下三个操作按钮：

- **Reset（重置）** ——放弃尚未应用的更改，并重新加载当前配置设置。
- **Apply（应用）** ——在未提交前先实施更改。设备将按新设置运行，但若重启则会丢弃这些更改。
- **Commit（提交）** ——永久保存更改。设备将在每次重启时使用这些新配置设置，直到提交新的设置为止。

4.1 配置下载与上传

! CAUTION

注意：SmartSolo 建议仅使用与当前固件版本创建的配置文件。使用其他固件版本生成的配置文件可能会导致设备出现意外行为。

您可以下载当前 AMU-24 的配置并将其保存为备份，以便日后将 AMU-24 恢复到当前设置状态，或将配置上传到另一台 AMU-24。下载的配置文件采用 RDF Turtle 格式。

详见：<http://www.w3.org/TeamSubmission/turtle/>

如果您上传了一个配置文件，请注意：若以太网模式从静态 IP 或链路本地更改为 DHCP，您可能需要使用 SWDCC Discovery 工具来查找设备被分配的新 IP 地址。

SWDCC Discovery 是 SmartSolo 提供的一款命令行应用程序，可在局域网中搜索并返回 SmartSolo 设备及应用的型号、序列号、IP 地址等信息。SWDCC Discovery 随 SWDCC 工具包一同提供，如需获取请联系技术支持：support@smartsolo.com。

4.2 常规配置设置

配置标题（Configuration Title）

此选项允许您为设备上的配置文件命名。这在多台设备共享同一配置文件的系统部署中尤为有用。该名称将显示在 Web 界面的概览（Summary）页面中。

上传配置文件时，如果文件中未设置配置标题，系统会自动将配置标题设为所上传文件的文件名。

在将配置文件下载用于其他设备之前，您可以在配置标题字段中输入名称，或确保该字段为空，以便上传到其他设备时系统自动使用配置文件的文件名作为配置标题。

系统日志详细级别 (System Log Verbosity)

系统日志的详细程度分为以下级别：

- **Info (信息级)** ——记录所有错误、警告以及最基本的系统状态信息。
- **Verbose (详细级)** ——记录所有错误、警告，并包含更详细的系统状态信息。
- **Debug (调试级)** ——记录所有错误、警告，以及最为详尽的系统状态信息，适用于深入排查问题。



注意：仅在 SmartSolo 技术支持的指导下，才应将日志级别设置为详细级或调试级，因为这两个级别会生成大量日志消息，可能导致系统运行变慢并缩短日志文件的可保留时长。

检索标记 (Retrieval Mark)

SWDCC 检索野外归档项目中最后一次数据的日期和时间。SWDCC 在检索野外归档项目数据后，会自动将此日期存储在 AMU-24 中，并将其作为后续数据下载的起始点。如果 SWDCC 从未用于下载 AMU-24 的野外归档项目数据，则检索标记框为空白。

如果您希望 SWDCC 在下一次运行野外归档项目时从项目开始下载所有数据，可以删除该日期。您也可以更改该日期，仅下载特定时间点之后的数据。



备注：此设置仅用于 SWDCC 的野外归档项目。如果不使用 SWDCC 或野外数据归档项目，则可以忽略此设置。有关数据检索和野外归档项目的更多信息，请参阅《SWDCC 用户指南》。

Libra 兼容数据流 (Libra Compatibility Streaming)

使用此选项可使 AMU-24 通过 Libra 卫星调制解调器进行数据流传输。默认情况下，此选项未启用。

若需使用此功能，请勾选复选框以启用该选项，并配置 UDP 流传输限速 (Throttle) 设置。

4.3 加速度计

AMU-24 配备了一款力平衡三轴加速度计，具备低噪声本底、极低滞后误差以及宽动态范围。用户可以对 AMU-24 加速度计的工作模式和通道零偏进行配置。

模式 (Mode)

以 g 为单位选择水平和垂直通道的模式。该模式指定加速度计的满量程范围和灵敏度。

通道偏移 n [g] (Channel Offset n [g])

输入该通道的零偏值，单位为 g。您可以在 Waveform 页面上查看通道的平均值。

4.4 通道命名

AMU-24 中的通道名称有以下两个用途：

- **数据检索**——通道名称会显示在所有类型的已检索数据的文件头和默认文件名中，作为标签帮助您识别数据。详见“[从内部存储中检索数据](#)”。
- **过滤数据流**——当您配置 AMU-24 进行数据流传输时，可以使用基于 SCNL 的过滤器来限制要传输的通道。AMU-24 在执行过滤时会参照通道名称进行判断。

 CAUTION

注意：AMU-24 仅保留当前配置的通道名称，不会保存历史通道命名信息。因此，当您查询数据或查看波形时，请务必使用当前配置的通道名称，而非数据记录时所用的通道名称。

网络代码 (Network Code)

代表 AMU-24 所属网络的双字符字母数字代码（字母必须大写）。

台站代码 (Station Code)

代表 AMU-24 所在台站的五位字母数字代码。

位置代码 (Location Code)

表示 AMU-24 时间序列位置的双字符字母数字代码（字母必须大写）。如果在通道代码中明确包含了位置代码，则该值将被覆盖。此设置为可选项。

通道代码 (Channel Code, 用于主采样率或次采样率)

一个由三个字符组成的字母数字代码（字母必须大写），用于表示每个主/次数据通道。可选地，如果每个通道需要唯一的位置信息，也可以在通道代码前加上一个双字符的位置代码（例如：00.HHN，其中 00 是位置代码，HHN 是通道代码）。如果在该字段中同时指定了位置代码和通道代码，则位置代码（Location Code）字段中的值将被覆盖。

两个代码之间必须用点号（.）分隔。

SOH 代码 (SOH Code)

一个双字符的字母数字代码用于表示位置，另一个三字符的字母数字代码用于表示 AMU-24 的健康状态 (SOH) 通道。

两个代码之间必须用点号（.）分隔。

4.5 通信

您可以配置 AMU-24，以便通过以太网连接使用 IP 进行网络访问。

4.5.1 设备发现

启用发现功能 (Enable Discovery)

勾选此复选框，允许 AMU-24 定期向网络上的其他 SmartSolo 设备和应用程序发送小型组播识别消息。

IP 地址 (IP Address)

有效的组播 IP 地址。

端口号 (Port Number)

AMU-24 用于发现广播的 UDP 端口号。

4.5.2 以太网

以太网模式 (Ethernet Mode)

AMU-24 用于获取局域网 (LAN) 通信 IP 地址的方法。

默认情况下，每台 AMU-24 出厂时处于 DHCP 模式，可在网络中自动获取 IP 地址。如有需要，您也可以使用以下链路本地地址：**169.254.30.30**。

如果将此设置更改为其他以太网模式（静态 IP 或链路本地），然后再切换回 DHCP，则可以使用 SWDCC Discovery 查找分配给设备的新 IP 地址。您需要使用该新 IP 地址来提交以太网模式设置的更改，因为之前的 IP 地址将不再有效。

SWDCC Discovery 是 SmartSolo 提供的命令行应用程序，可在局域网中搜索并返回 SmartSolo 设备及应用的型号、序列号、IP 地址等信息。SWDCC Discovery 随 SWDCC 工具包一同提供，详细的安装和使用说明请参阅《SWDCC 用户指南》。

静态 IP 地址 (Static IP Address)

如果选用静态 IP 以太网模式，请输入要分配给 AMU-24 的局域网 IP 地址。

静态子网掩码 (Static Subnet Mask)

如果选用静态 IP 以太网模式，请输入静态 IP 地址的子网掩码。

静态默认网关 (Static Default Gateway)

如果选用静态 IP 以太网模式，请输入静态 IP 地址的默认网关地址。如果不需要路由到远程网络，则此字段可留空。

主 DNS 服务器 (Primary DNS Server)

如果选用静态 IP 以太网模式，请输入主 DNS 服务器地址。如果不需要 DNS，则此字段可留空。

辅 DNS 服务器 (Secondary DNS Server)

如果选用静态 IP 以太网模式，请输入辅 DNS 服务器地址。如果不需要 DNS，则此字段可留空。

NOTICE

备注：如果主 DNS 服务器未配置或无响应，系统将使用辅 DNS 服务器地址。

以太网速度 (Ethernet Speed)

通过此选项，您可以在自动协商过程中限制设备间通信的以太网速度，从而降低 AMU-24 及其通信设备（如调制解调器）的功耗。默认设置为“自动 (Auto)”，将尝试使用最大 100Base-T（如果可用）。

如需降低 AMU-24 的功耗，请从下拉列表中选择 **10BaseT**。选择此选项后，相较于 100Base-T，功耗通常可降低超过 100 mW。

4.6 连续数据归档

AMU-24 的连续数据归档功能允许您将 MiniSEED 数据和健康状态 (SOH) 数据（可选）持续归档到可移动 SD 卡中。您可以通过设置**归档周期**、**MiniSEED 输出文件**、**归档通道列表**和**SOH 归档格式过滤器**，来指定需要归档的信息。此外，还可以使用 MiniSEED 数据的**归档目录模式**和**归档文件名模式**选项，以及 SOH 数据的**SOH 归档目录模式**和**SOH 归档文件名模式**选项，来自定义文件夹名称和归档文件名称。

在启用此功能之前，请确保已在 AMU-24 的 SD 卡槽中插入格式为 FAT32 的 SD 卡。

NOTICE

备注：除了将数据以数据流形式从 AMU-24 传输到网络应用或设备，以及将数据归档到可移动 SD 卡之外，您还可以直接从 AMU-24 的内部存储¹中检索时间序列数据和 SOH 数据，方法是在 Maintenance 页面下载到您的计算机。此外，AMU-24 实现了一个 Web 服务数据下载接口，可用于访问支持 FDSN Web 服务的数据中心。详见“[Web 服务数据下载接口 API](#)”。

启用连续数据归档 (Enable Continuous Data Archive)

勾选此复选框，允许 AMU-24 将 MiniSEED 数据文件持续写入 SD 卡。每个文件包含多个 512 字节的 MiniSEED 波形数据记录。您可以使用**MiniSEED 输出文件**和**归档通道列表**选项来指定要包含在文件中的数据。有关配置指南，请参见“[归档目录模式](#)”和“[归档文件名模式](#)”。

归档周期 [min] (Archive Period [min])

选择要写入每个文件的数据时长（以分钟为单位）。每个文件中包含的 512 字节 MiniSEED 记录数量由此处选择的时长决定。

MiniSEED 输出文件 (MiniSEED Output Files)

选择每个归档周期要生成的输出文件数量：**每通道一个文件(Per Channel)**或**每台站一个文件(Per Station)**。
每通道选项会生成多个小文件；每台站选项会生成一个大文件。

归档通道列表 (Archive Channel List)

此字段允许您使用 SCNL (Station、Channel、Network、Location) 命名规范，按通道创建过滤器以选择要归档的数据。在使用过滤器之前，需要先配置网络、台站、位置和通道代码。请参阅“[通道命名](#)”的配置说明以及“[原始 TCP 接收](#)”的位置和通道代码说明。

在过滤器中指定 SCNL 元素的格式为 `NN.SSSSS.LL.CCC`，其中：

¹设备会将其接收到的所有数据写入主内部存储。该内部存储的工作方式类似于环形缓冲区：当存储空间已满时，将从头开始覆盖最旧的数据。

- NN——网络代码 (Network Code)
- SSSSS——台站代码 (Station Code)
- LL——位置代码 (Location Code)
- CCC——通道代码 (Channel Code)

过滤器中必须包含 S、C 和 N 元素，且各元素之间必须用点号 (.) 分隔。位置代码 (L) 为可选项，如果不使用位置代码，则格式应为 NN.SSSSS.CCC。

创建过滤器的技巧

- 使用星号 (*) 表示通道命名元素中的一个或多个字符。要包含所有可用数据，请在归档通道列表字段中仅输入星号 (*)，不要输入其他字符。
- 使用感叹号 (!) 排除某个网络、台站、位置或通道。感叹号必须放在要排除的 SCNL 元素之前。

示例：

- a. 过滤器 XX.*.*.*——归档 XX 网络中所有通道的数据。
- b. 过滤器 XX.*.*.*Z——归档 XX 网络中所有 Z 通道的数据。
- c. 过滤器 XX.STN01.LO.HHZ——仅归档指定通道的数据。
- d. 过滤器 !XX.*.*.*——不归档 XX 网络中任何通道的数据。
- e. 过滤器 XX.*.*.*,YY.STN01.*.*——归档 XX 网络中所有通道以及 YY 网络中 STN01 所有通道的数据。
- f. 过滤器 XX.*.*.SOH——如果所有 SOH 通道均命名为 SOH，则归档 XX 网络的所有 SOH 数据。

归档目录模式 (Archive Directory Pattern)

使用此字段配置数字化时间序列数据归档目录的命名模式。例如，根据模式 \${Y}/\${M}，2025 年 1 月 15 日的归档目录名称为 2025/01。

您也可以使用 SeisComP 数据结构约定来配置命名模式。常用的模式为 \${Y}/\${N}/\${S}/\${C}.D，其中 D 表示数据类型为波形。例如，AMU-24 设备 HHZ 通道的归档目录名称为 2025/XX/STN01/HHZ.D/。

配置限制：在配置归档目录模式时，请注意以下限制：

- 如果 MiniSEED 输出文件选项为“每站 (Per Station)”，则必须从模式字符串中排除 \${C} 和 \${L}。
- 可以在归档目录模式字符串的开头和结尾添加斜杠 (/)。例如：\${Y}/\${M}/\${D} 和 /\${Y}/\${M}/\${D}/ 将产生相同的输出。
- 斜杠前后不要添加点号 (.)。
- 空格可以使用，但空格后面不能紧跟斜杠，且空格不能位于配置字符串的末尾。例如，以 # 代表空格，/#a/ 是有效配置；而 /#/ 和 /a#/b# 是无效配置。
- 如果归档目录模式与 SOH 目录模式相同，且归档文件名模式与 SOH 文件名模式也相同，系统将显示错误信息。

有关更多参数说明，请参见“[归档模式命名参数](#)”。

归档文件名模式 (Archive Filename Pattern)

使用此字段配置归档 MiniSEED 文件的命名模式。例如，根据以下文件名模式：

$\${N}.\${S}.\${L}.\${C}._${ID}._${TIME}.\text{miniseed}$

归档 MiniSEED 文件的名称可能为：

XX.STN01.LO.HHZ_AMU-24_0345_20250115_083036.miniseed

您也可以使用 SeisComP 数据结构约定来配置命名模式。常用的模式为 $\${N}.\${S}.\${L}.\${C}.\text{D}.\${Y}.\${J}$ ，其中 D 表示数据类型为波形。

定义日期和时间：要定义日期和时间，可以使用以下任一命名模式替代默认模式 $\${TIME}$ ：

- $\${Y}\${M}\${D}._${h}\${m}\${s}$
- $\${Y}.\${M}.\${D}._${h}.\${m}.\${s}$
- $\${Y}\${J}._${h}\${m}\${s}$

配置文件扩展名：默认文件名模式包含扩展名 .miniseed。如需更改扩展名，可以：

- 替换为其他扩展名。例如，将扩展名替换为 .data，模式变为： $\${N}.\${S}.\${L}.\${C}._${ID}._${TIME}.\text{data}$
- 完全删除扩展名，模式变为： $\${N}.\${S}.\${L}.\${C}._${ID}._${TIME}$

配置限制：在配置归档文件名模式时，请注意以下限制：

- 如果 MiniSEED 输出文件选项为“每通道 (Per Channel)”，则必须在模式字符串中包含 $\${C}$ 。
- 如果 MiniSEED 输出文件选项为“每台站 (Per Station)”：
 - 必须在模式字符串中包含 $\${S}$ 。
 - 必须从模式字符串中排除 $\${C}$ 和 $\${L}$ 。
- 斜杠前后不要添加点号 (.)。
- 空格可以使用，但空格后面不能紧跟斜杠，且空格不能位于配置字符串的末尾。例如，以 # 代表空格，
/ # a / 是有效配置；而 / # / 和 / a # / b # 是无效配置。

有关更多参数说明，请参见“[归档模式命名参数](#)”。

包含 SOH 归档 (Include SOH Archive)

如果要将 SOH 数据文件归档到 SD 卡，请勾选此复选框。SOH 数据文件为独立文件，存储在名为 soh 的文件夹中。有关配置指南，请参阅“[SOH 归档目录模式](#)”和“[SOH 归档文件名模式](#)”。

SOH 归档格式 (SOH Archive Format)

如果已勾选“包含 SOH 归档”，请选择 SOH 文件的归档格式。



注意：以 CSV 格式归档 SOH 数据非常耗时，可能影响设备性能。

SOH 归档目录模式 (SOH Archive Directory Pattern)

使用此字段配置 SOH 归档目录的命名模式。例如，根据模式 $\${Y}/\${M}/\text{soh}$ ，2025 年 1 月 25 日的归档目录名称为 `2025/01/soh`。

您也可以使用 SeisComP 数据结构约定来配置命名模式。常用的模式为 $\${Y}/\${N}/\${S}/\${C}.s$ ，其中 `s` 表示数据类型为 SOH。例如，AMU-24 设备 SOH 数据的归档目录名称为 `2025/XX/STN01/SOH.S/`。

配置限制：在配置 SOH 归档目录模式时，请注意以下限制：

- 如果 SOH 归档格式为 CSV，则由 $\${C}$ 定义的用户配置通道名称将被替换为硬编码名称，例如 `EnvironmentSOH`。
- 如果 SOH 归档格式为 MiniSEED，则每个归档周期的所有 SOH 通道都包含在一个文件中。
- 可以在目录模式字符串的开头和结尾添加斜杠 (/)。例如： $\${Y}/\${M}/\${D}$ 和 $/\${Y}/\${M}/\${D}/$ 将产生相同的输出。
- 斜杠前后不要添加点号 (.)。
- 空格可以使用，但空格后面不能紧跟斜杠，且空格不能位于配置字符串的末尾。例如，以 `#` 代表空格，`/#a/` 是有效配置；而 `/#/` 和 `/a#/b#` 是无效配置。
- 如果归档目录模式与 SOH 目录模式相同，且归档文件名模式与 SOH 文件名模式也相同，系统将显示错误信息。

有关更多参数说明，请参见“[归档模式命名参数](#)”。

SOH 归档文件名模式 (SOH Archive Filename Pattern)

使用此字段配置归档 SOH 文件的命名模式。例如，根据以下文件名模式：

```
 $\${N}.\${S}.\${L}.\${C}_\${ID}_\${TIME}.miniseed$ 
```

归档 SOH 文件的名称可能为：

```
XX.STN01.LO.HHZ_AMU-24_0345_20250115_083036.miniseed
```

您也可以使用 SeisComP 数据结构约定来配置命名模式。常用的模式为 $\${N}.\${S}.\${L}.\${C}.S.\${Y}.\${J}$ ，其中 `s` 表示数据类型为 SOH。

定义日期和时间：可使用以下任一命名模式替代默认模式 $\${TIME}$ ：

- $\${Y}\${M}\${D}_\${h}\${m}\${s}$
- $\${Y}.\${M}.\${D}-\${h}.\${m}.\${s}$
- $\${Y}\${J}_\${h}\${m}\${s}$

配置文件扩展名：默认文件名模式包含扩展名 `.miniseed`。如需更改，可以：

- 替换为其他扩展名。例如，将扩展名替换为 `.data`，模式变为：

```
 $\${N}.\${S}.\${L}.\${C}_\${ID}_\${TIME}.data$ 
```

- 完全删除扩展名，模式变为：

```
 $\${N}.\${S}.\${L}.\${C}_\${ID}_\${TIME}$ 
```

配置限制：在配置 SOH 归档文件名模式时，请注意以下限制：

- 如果 SOH 归档格式为 CSV，则由 $\${C}$ 定义的通道名称将被替换为硬编码名称，例如 `EnvironmentSOH`。

- 如果 SOH 归档格式为 MiniSEED，则每个归档周期的所有 SOH 通道都包含在一个文件中。
- 斜杠前后不要添加点号 (.)。
- 空格可以使用，但空格后面不能紧跟斜杠，且空格不能位于配置字符串的末尾。例如，以 # 代表空格，/ #a/ 是有效配置；而 /#/ 和 /a#/b# 是无效配置。

有关更多参数说明，请参见“[归档模式命名参数](#)”。

归档模式命名参数 (Archive Pattern Naming Parameters)

配置文件名或目录模式时可使用以下参数：

- $\${N}$ ——网络名称
- $\${S}$ ——台站名称
- $\${L}$ ——位置名称
- $\${C}$ ——通道名称
- $\${ID}$ ——仪器 ID
- $\${TIME}$ ——数据归档的开始时间，格式为 YYYYMMDD_hhmmss
- $\${Y}$ ——4 位年份
- $\${M}$ ——2 位月份
- $\${D}$ ——2 位日期（月中的天）
- $\${J}$ ——儒略日（年中的天）
- $\${h}$ ——2 位小时
- $\${m}$ ——2 位分钟
- $\${s}$ ——2 位秒

4.7 数据流

您可以配置 AMU-24 将时间序列数据、SOH 数据、触发器、警报和原始数据以数据流¹形式传输到一个或多个数据采集服务器上，例如 SmartSolo SWDCC 服务器，或使用 AMU-24 SeedLink 服务器功能传输到第三方系统。

数据可使用用户数据报协议 (UDP) 套接字或超文本传输协议 (HTTP/TCP) 进行流式传输。SeedLink 数据流由 SeedLink 客户端向 AMU-24 请求数据时启动，随后 AMU-24 使用传输控制协议 (TCP) 以 MiniSEED 格式传输数据。更多信息请参阅以下章节：

- [UDP/HTTP 数据流](#)
- [SeedLink 数据流](#)
- [限流](#)
- [分片](#)

4.7.1 UDP/HTTP 数据流

名称 (Name)

¹数据流：以稳定且高速的速率将数据包从设备传输到下游设备和应用程序。

数据流的名称。

启用 (Enable)

选择此选项以启用数据流传输。

传输主时间序列 (Stream Primary Time Series)

选择此选项以传输主时间序列数据。

传输次级时间序列 (Stream Secondary Time Series)

如果已启用次级输出，请选择此选项以传输次级时间序列数据。

传输环境 SOH (Stream Environmental SOH)

选择此选项以传输环境 SOH 数据。AMU-24 的环境 SOH 数据包含以下内容：

- 电压
- 温度
- 传感器 SOH
- 授时信息

传输系统 SOH (Stream System SOH)

选择此选项可将系统 SOH 数据传输到下游网络管理或监控工具，例如 Antares 网络管理工具。

Antares 是一款网络管理和诊断工具，可让您一目了然地评估整个网络的状态，并深入分析包括电源、数据可用性、时间同步、延迟、配置和固件版本等多个领域的网络问题。Antares 利用网络中各设备提供的 SOH 数据、日志文件和配置信息，以及通过监控数据可用性、延迟和纠错工作量所获得的派生数据，为您提供网络性能的整体视图。如需更多信息，请联系 SmartSolo 技术支持。

AMU-24 的系统 SOH 数据包含以下内容：

- 内部存储统计
- 数据采集统计

传输触发器/事件 (Stream Triggers/Events)

选择此选项可传输触发器和事件。有关触发器¹的设置，另请参阅“[触发检测器](#)”和“[触发输入滤波器](#)”。有关事件²的设置，请参阅“[事件](#)”。

传输警报 (Stream Alerts)

选择此选项可传输 AMU-24 针对启动、关闭和重大错误等事件生成的警报。警报信息包括时间戳和简要说明，这些信息也会显示在 Health 页面上。

传输原始数据 (Stream Raw Data)

¹触发器：当某个通道的 STA/LTA 比值超过已配置的触发开启比值，或超出已配置的阈值时产生的消息。每次触发在源设备上都会被分配一定数量的“投票数”，用于决定是否最终声明事件。

²事件：由仪器使用投票系统、阈值或 STA/LTA 触发算法检测并声明的地震活动。

选择此选项可传输来自外部源的原始数据。原始数据将被封装为数据包进行流式传输。

NOTICE

备注：必须先配置并启用“原始 TCP 接收”功能，才能传输原始数据。

通道列表 (Channel List)

在选择了 AMU-24 要传输的数据类型后，您可以使用过滤器来精确指定 AMU-24 要传输的通道。

该过滤器是由 SCNL (Station、Channel、Network、Location) 名称组成的逗号分隔列表，用于指定要进行数据流传输的通道。SCNL 列表中使用的网络、台站、位置和通道代码在“通道命名”设置以及“原始 TCP 接收”的位置和通道代码设置中定义。

您可以使用星号 (*) 表示通道名称中的一个或多个字符，使用感叹号 (!) 排除某个网络、台站、位置或通道。感叹号必须放在要排除的 SCNL 元素之前。

在过滤器中指定 SCNL 元素的格式为 NN.SSSSS.LL.CCC，其中 NN 为网络代码，SSSSS 为台站代码，LL 为位置代码，CCC 为通道代码。过滤器中必须包含 S、C 和 N 元素，各元素之间使用点号 (.) 分隔。位置代码 (L) 为可选项，如果不使用位置代码，则格式应为 NN.SSSSS.CCC。

示例：

- 过滤器 XX.*.*.*——对 XX 网络中所有通道进行数据流传输。
- 过滤器 XX.*.*.*Z——对 XX 网络中所有 Z 通道进行数据流传输。
- 过滤器 XX.STN01.LO.HHZ——仅对指定通道进行数据流传输。
- 过滤器 !XX.*.*.*——不对 XX 网络中任何通道进行数据流传输。
- 过滤器 XX.*.*.*,YY.STN01.*.*——对 XX 网络中所有通道以及 YY 网络中 STN01 台站的所有通道进行数据流传输。
- 过滤器 XX.*.*.*.SOH——如果所有 SOH 通道均命名为 SOH，则对 XX 网络的所有 SOH 数据进行数据流传输。

如果不想对数据进行过滤，请在输入框中输入一个星号 (*)。单个星号表示将传输所有可用数据。

目标地址 (Destination)

以点分十进制格式表示的有效单播 IP 地址。

——或——

有效的组播¹IP 地址。

端口号 (Port Number)

AMU-24 用于传输数据流的端口号。

¹有效组播 IP 地址的第一个八位组必须介于 224 和 240 之间 (含边界值)。后三个八位组可以是 0 到 255 之间的任意正整数。

NOTICE

备注：如果要向 SWDC 服务器传输数据流，请确保 SWDC 的 UDP 接收器已配置为监听此端口号。

重传策略 (ReTx Strategy)

定义重传数据请求的优先级和处理方式。

- **先到先服务 (First-Come, First-Served)** ——重传请求按接收顺序依次处理。
- **旧数据优先 + 最近数据阈值 (Oldest Data First, with Recent Data Threshold)** ——重传请求默认按数据时间顺序处理（最早的数据优先），但数据时间戳在已配置的“重传最近数据阈值”范围内的请求将被赋予最高优先级。

重传最近数据阈值 [min] (ReTx Recent Data Threshold [min])

在处理最早请求之前，应优先处理最近请求的时间窗口。

NOTICE

备注：如果选择“旧数据优先 + 最近数据阈值”作为重传策略，请配置此设置。

组播 TTL (Multicast TTL, 仅限 UDP 数据流)

如果数据流的目标地址为组播¹地址，您可以通过指定数据包到达目标地址所需穿越的网络（路由器）数量来增加数据包的生存时间（TTL², Time-To-Live）。

例如，如果数据包必须穿越 5 个网络才能到达目的地，则应将组播 TTL 设置为 5。

CAUTION

注意：所有路由器都必须支持 TTL 功能。在某些情况下，出于安全原因（防范拒绝服务攻击），该功能可能会被禁用。

4.7.2 限流

如果您的链路吞吐量较低，限流配置设置可让您配置数据流的最大输出量。

启用限流 (Enable Throttle)

选择此选项可设置数据流的最大数据吞吐量。

最大吞吐量 [bps] (Maximum Throughput [bps])

以比特每秒 (bps) 为单位的最大吞吐量。

¹有效组播 IP 地址的第一个八位组必须介于 224 和 240 之间（含边界值）。后三个八位组可以是 0 到 255 之间的任意正整数。

²TTL (Time-To-Live, 生存时间) 是一个关键的网络协议字段，用于控制数据包在网络中的最大存活跳数，避免因路由环路等原因导致数据包无限循环。

NOTICE

备注：如果已启用 Libra 兼容数据流选项，请将最大吞吐量值配置为所连接 Cygnus 的请求吞吐量值的 80%。有关 Cygnus 的更多信息，请参阅《Libra 用户指南》。

4.7.3 分片

此功能支持数据路径中存在会阻止超过特定大小的数据包的情况。例如，如果您使用的路由器不允许 IP 分片，则可通过分片配置设置来配置最大数据包大小。

启用分片 (Enable Fragmenting)

选择此选项以设置允许的最大数据包大小。启用后，超过配置阈值的数据包将被拆分为更小的数据包。

分片大小 [B] (Fragment Size [B])

以字节 (Byte) 为单位的最大数据包大小。

包含 CRC (Include CRC)

如果您希望对每个分片执行循环冗余校验 (CRC) 以验证数据是否完整无损，请选择此选项。

4.8 数字化器

AMU-24 的数字化器具有三个时间序列数据通道，持续对数据进行数字化处理。每个通道的数据都会被记录并始终写入主内部存储，同时可选择写入可热插拔的 SD 存储卡和/或以数据流形式传输到中央数据存储库。

您可以通过启用次级输出并为主通道和次通道设置不同的采样率，实现以两种采样率同时采集数据。例如，您可能希望主通道上以较低的采样率持续传输数据，同时在次通道上以较高的采样率将数据归档至 SD 卡。

您还可以为 AMU-24 数字化器配置常规设置，例如主通道和次通道的每包帧数，以及输入滤波器和检测器的配置设置。

4.8.1 主通道

您可以为主数据通道配置采样率和每包帧数。

主输出类型 (Primary Output Type)

使用此选项可应用抗混叠滤波器，将数字化数据抽取（降采样）至所需的采样率。从下拉列表中选择滤波器类型：

- **线性相位 (Linear Phase)** ——也称为非因果或反因果滤波器。选择此输出类型可启用高性能抗混叠滤波器，具有最平坦的通带、最强的阻带衰减，且无相位失真。
- **最小相位 (Minimum Phase)** ——也称为因果滤波器。选择此输出类型可显著减少抗混叠滤波器的

信号延迟（时延）。请注意，此输出类型的阻带衰减性能较线性相位略差，其延迟随频率变化（非线性相位）。

- **禁用 (Disabled)** —— 选择此选项以关闭该通道组的输出。

默认输出类型为线性相位。详见“规格”部分。

NOTICE

备注：

- (1) 最小相位滤波器类型不支持 80 Hz 和 2000 Hz 采样率。
- (2) 您可以为主通道和次通道配置不同的输出类型。

主采样率 [Hz] (Primary Sample Rate [Hz])

每个模拟传感器输入信号每秒产生的采样次数。默认为 100 Hz（即每秒 100 个采样点）。

主通道每包帧数 (Primary Frames Per Packet)

用于传输和存储主时间序列数据的每个数据包中标准 Steim 数据帧的数量。较小的数据包可减少数据流传输延迟，但会显著增加数据流传输带宽和数据存储的需求。

4.8.2 次通道

如果需要以两种采样率同时采集数据，则必须启用次级输出类型。您还可以为次通道配置其他信号处理设置，例如选择线性相位或最小相位抗混叠滤波器类型，或应用带通滤波。

次级输出类型 (Secondary Output Type)

使用此选项可应用抗混叠滤波器，将数字化数据抽取至所需的采样率。从下拉列表中选择滤波器类型，各选项及详细说明请参见“主输出类型”。

默认输出类型为禁用 (Disabled)。

NOTICE

备注：您可以为主通道和次通道配置不同的输出类型。

次采样率 [Hz] (Secondary Sample Rate [Hz])

每个模拟传感器输入信号每秒产生的采样次数。默认为 100 Hz（即每秒 100 个采样点）。

次通道每包帧数 (Secondary Frames Per Packet)

用于传输和存储次级时间序列数据的每个数据包中标准 Steim 数据帧的数量。较小的数据包可减少数据流传输延迟，但会显著增加数据流传输带宽和数据存储的需求。

4.8.3 带通巴特沃斯滤波器

高通阶数 (High Pass Order)

应用于输出数据的高通滤波器的阶数。高通和低通滤波器的阶数之和不得超过 5。阶数为 0 表示不应用高通滤波器。

高通频率 [Hz] (High Pass Frequency [Hz])

所选高通滤波器的 3 dB 截止频率。该截止频率与采样率的比值必须在 0.000001 到 0.499999 之间。

低通阶数 (Low Pass Order)

应用于输出数据的低通滤波器的阶数。高通和低通滤波器的阶数之和不得超过 5。阶数为 0 表示不应用低通滤波器。

低通频率 [Hz] (Low Pass Frequency [Hz])

所选低通滤波器的 3 dB 截止频率。该截止频率与采样率的比值必须在 0.000001 到 0.499999 之间。

4.8.4 触发输入滤波器

触发输入滤波器是在触发¹检测器²处理通道数据之前，应用于通道数据的通用带通滤波器。

触发高通阶数 (Trigger High Pass Order)

高通触发滤波器的阶数。

触发高通频率 [Hz] (Trigger High Pass Frequency [Hz])

高通触发滤波器的 3 dB 截止频率 (Hz)。

触发低通阶数 (Trigger Low Pass Order)

低通触发滤波器的阶数。

触发低通频率 [Hz] (Trigger Low Pass Frequency [Hz])

低通触发滤波器的 3 dB 截止频率 (Hz)。

4.8.5 触发检测器

AMU-24 使用检测器与投票系统相结合的方式声明事件。检测器是一种应用于通道的算法，基于已配置的阈值或 STA³/LTA⁴比值。当通道检测器检测到阈值或 STA/LTA 比值被超过时，会为该通道生成一个触发

¹触发器：当某个通道的 STA/LTA 比值超过已配置的触发开启比值，或超出已配置的阈值时，设备生成的消息。每次触发在源设备上都会被分配一定数量的投票数，用于事件判定。

²检测器：应用于通道并用于声明感兴趣地震信号的算法。

³STA: Short Term Average, 短时平均。

⁴LTA: Long Term Average, 长时平均。

器¹。当 AMU-24 侦测到该触发信号时，会统计该通道被分配的投票数²：

- 如果票数等于或高于所配置的所需票数，则会声明一个事件，其日期和时间来自触发器。
- 如果触发器未获得足够的投票数，则 AMU-24 会在一个已配置的时间段内等待额外的触发器，以容纳传输延迟。
- 如果在该时间段内仍未收到足够的投票数，则这些触发器将被丢弃，不声明事件。
- 如果收到了足够的投票数，则声明为一次事件，并将其写入内部存储，同时在 Events 页面上发布。如果已配置，还会将该事件的时间序列数据写入可移动存储卡。

事件声明可以在本地仅使用 AMU-24 的通道完成，也可以在启用跨网络共享触发器选项的情况下，通过多台设备在网络中协同进行事件声明。

类型 n (Type n)

选择通道的检测器类型。

投票数 n (Votes n)

分配给每个通道的可用于事件声明的票数。

票数越高，该通道对事件声明的影响越大。为确保事件被正确声明，应将不希望参与事件声明的通道的投票数设置为零；对于噪声较大的台站通道，应分配较低的投票数。

触发阈值 n [g] (Trigger Threshold n [g])

通道检测器必须超过该值才能为该通道生成触发。

NOTICE

备注：如果所选检测器类型为“阈值 (Threshold)”，请配置此设置。

阈值保持时间 n [s] (Threshold Hold Off n [s])

通道检测到超阈值信号后，通道触发检测器在生成触发之前的等待时间。

此设置可用于确保在很短的时间内多次超过阈值时不会生成多个触发器，否则可能导致声明多个事件，而实际上只是一个事件。

NOTICE

备注：如果所选检测器类型为“阈值 (Threshold)”，请配置此设置。

STA 时间常数 n [s] (STA Time Constant n [s])

短时平均时间常数 (秒)。

时间常数 τ 与截止频率 f_c 的关系为 $\tau = 1/(2\pi f_c)$ 。

¹触发器：当某个通道的 STA/LTA 比值超过已配置的触发开启比值，或超出已配置的阈值时，设备生成的消息。每次触发在源设备上都会被分配一定数量的投票数，用于事件判定。

²投票数：每个通道被分配的可用于事件判定的票数。票数越高，该通道对事件判定的影响越大。为确保事件正确判定，应将不希望参与事件判定的通道投票数设为零，对噪声较大的台站通道分配较低投票数。

所选值应长于典型预期地震信号的几个周期，短于感兴趣事件的预期持续时间，且不能太短以避免现场附近的非地震噪声尖峰产生过多误触发。

NOTICE

备注：如果所选检测器类型为“STA/LTA 比值”，请配置此设置。

LTA 时间常数 n [s] (LTA Time Constant n [s])

长时平均时间常数（秒）。

时间常数 τ 与截止频率 f_c 的关系为 $\tau = 1/(2\pi f_c)$ 。

所选值应足够长，至少要包含场地内典型非地震不规则噪声的几个周期。

NOTICE

备注：如果所选检测器类型为“STA/LTA 比值”，请配置此设置。

触发开启比值 n (Trigger On Ratio n)

STA/LTA 比值超过该值时，关联通道将被触发。

所选值应足够低以便对感兴趣的事件保持敏感，但又要足够高以尽量减少误触发。

NOTICE

备注：如果所选检测器类型为“STA/LTA 比值”，请配置此设置。

触发关闭比值 n (Trigger Off Ratio n)

STA/LTA 比值低于该值时，关联通道的触发结束。

LTA 锁存 n (Latch LTA n)

如果选择此选项，LTA 将保持在通道触发时的值，在通道处于触发状态期间不再更新。

如果不选择此选项，LTA 将在通道处于触发状态期间继续计算和更新。

在两种情况下，触发都会在达到触发关闭比值或最大持续时间到期时终止。

NOTICE

备注：如果所选检测器类型为“STA/LTA 比值”，请配置此设置。

最大持续时间 n [s] (Maximum Duration n [s])

触发的最大持续时间（秒）。

当该时间段到期后，即使尚未达到触发关闭比值（Trigger Off Ratio），触发也会被终止。

4.9 事件

AMU-24 使用检测器与投票系统相结合的方式来说明事件。检测器是一种应用于通道的算法，基于已配置的阈值或 STA/LTA 比值。当通道检测器检测到阈值或 STA/LTA 比值被超过时，会为该通道生成一个触发器。AMU-24 侦测到触发信号后，会统计该通道被分配的投票数。如果票数等于或高于所配置的所需票数，则声明一个事件，其日期和时间来自触发器。如果投票数不足，AMU-24 会在已配置的时间段内等待更多触发信号以容纳传输延迟。如果在该时间段内仍未收到足够投票，触发将被丢弃且不声明事件。如果收到足够投票，则声明事件并写入内部存储，同时在 Events 页面上发布。如果已配置，还会将事件的时间序列数据写入可移动存储卡。

事件声明可以仅使用 AMU-24 本地通道完成，也可以在启用跨网络共享触发器选项后，通过多台设备在网络中协同进行。

重合窗口 [s] (Coincidence Window [s])

各通道的触发开启时间必须落入同一时间窗口内，才能将这些通道归入同一事件。

所需票数 (Required Votes)

AMU-24 将一组触发信号声明为事件所需的最低票数。

最大事件持续时间 [s] (Maximum Event Duration [s])

AMU-24 等待是否达到事件声明所需最低票数的时间（秒）。该等待时间考虑了传输延迟和其他可能发生的延迟。



CAUTION

注意：最大事件持续时间应始终长于重合窗口持续时间。

事前时间 [s] (Pre-event Time [s])

事件声明时间之前需要归档的数据时长（秒）。

事后时间 [s] (Post-event Time [s])

事件声明时间之后需要归档的数据时长（秒）。

4.9.1 事件数据归档

AMU-24 的事件数据归档功能允许您将事件¹数据和 SOH 数据（可选）归档到可移动 SD 卡中。事件数据可以使用多种行业标准格式进行归档。通过[MiniSEED 输出文件](#)、[归档通道列表](#)和[SOH 归档格式过滤器](#)，您可以指定要归档的信息。此外，还可以使用 MiniSEED 数据的[归档文件名模式](#)选项和 SOH 数据的[SOH 归档文件名模式](#)选项来指定归档文件名称。

启用此功能前，请确保已将格式为 FAT32 的 SD 卡插入 AMU-24 的 SD 卡槽中。

¹事件：由仪器使用投票系统、阈值或 STA/LTA 触发算法检测并声明的地震活动。

NOTICE

备注：除了将事件数据归档到可移动 SD 卡之外，您还可以在 Events 页面上[手动声明事件](#)。

启用事件数据归档 (Enable Events Data Archive)

勾选此复选框，允许 AMU-24 将事件数据写入 SD 卡。每个事件数据文件存储在以记录事件日期命名的文件夹中。

文件夹位置为：`events/YYYY/MM/DD`。

您可以使用[MiniSEED 输出文件](#)和[归档通道列表](#)选项来指定文件中包含的数据。有关配置指南，请参见“[归档文件名模式](#)”。

NOTICE

备注：如果 MiniSEED 输出文件设置选择了“每通道 (Per Channel)”选项，则通道名称也会在事件数据文件名中 `YYYYMMDD_HHMMSS` 之前被添加。

MiniSEED 输出文件 (MiniSEED Output Files)

选择每个归档周期要生成的输出文件数量：每通道一个文件或所有仪器一个文件。每通道选项会生成多个小文件，每台站选项会生成一个大文件。

格式 (Format)

从下拉列表中选择所需的文件格式，以该格式归档事件数据。如果选择的格式不是 MiniSEED，则每个通道将创建一个归档文件。

归档通道列表 (Archive Channel List)

此字段允许您使用 SCNL (Station、Channel、Network、Location) 命名规范，按通道创建过滤器以选择要归档的数据。在使用过滤器之前，需要先配置网络、台站、位置和通道代码。请参阅“[通道命名](#)”的配置说明以及“[原始 TCP 接收](#)”的位置和通道代码说明。

在过滤器中指定 SCNL 元素的格式为 `NN.SSSSS.LL.CCC`，其中 `NN` 为网络代码，`SSSSS` 为台站代码，`LL` 为位置代码，`CCC` 为通道代码。过滤器中必须包含 S、C 和 N 元素，各元素之间使用点号 (.) 分隔。位置代码 (L) 为可选项，如果不使用位置代码，则格式应为 `NN.SSSSS.CCC`。

创建过滤器的技巧：

- 使用星号 (*) 表示通道命名元素中的一个或多个字符。要包含所有可用数据，请在归档通道列表字段中仅输入星号 (*)，不要输入其他字符。
- 使用感叹号 (!) 排除某个网络、台站、位置或通道。感叹号必须放在要排除的 SCNL 元素之前。

示例：

- 过滤器 `XX.*.*.*`——归档 XX 网络中所有通道的数据。
- 过滤器 `XX.*.*.*Z`——归档 XX 网络中所有 Z 通道的数据。

- c. 过滤器 XX.STN01.LO.HHZ——仅归档指定通道的数据。
- d. 过滤器 !XX.*.*.*——不归档 XX 网络中任何通道的数据。
- e. 过滤器 XX.*.*.*,YY.STN01.*.*——归档 XX 网络中所有通道以及 YY 网络中 STN01 所有通道的数据。
- f. 过滤器 XX.*.*.SOH——如果所有 SOH 通道均命名为 SOH，则归档 XX 网络的所有 SOH 数据。

归档文件名模式 (Archive Filename Pattern)

使用此字段配置归档 MiniSEED 文件的命名模式。例如，根据以下文件名模式：

```
 ${N}.${S}.${L}.${C}_${ID}_${TIME}.miniseed
```

归档 MiniSEED 文件的名称可能为：

```
 XX.STN01.LO.HHZ_AMU-24_0345_20250115_083036.miniseed
```

定义日期和时间：可使用以下任一命名模式替代默认模式 `${TIME}`：

- o `${Y}${M}${D}_${h}${m}${s}`
- o `${Y}.${M}.${D}-${h}.${m}.${s}`
- o `${Y}${J}_${h}${m}${s}`

配置文件扩展名：默认文件名模式包含扩展名 `.miniseed`。如需更改，可以：

- o 替换为其他扩展名。例如，将扩展名替换为 `.data`，模式变为：
 `${N}.${S}.${L}.${C}_${ID}_${TIME}.data`
- o 完全删除扩展名，模式变为：
 `${N}.${S}.${L}.${C}_${ID}_${TIME}`

配置限制：在配置归档文件名模式时，请注意以下限制：

- o 如果 MiniSEED 输出文件选项为“每通道 (Per Channel)”，则必须在模式字符串中包含 `${C}`。
- o 如果 MiniSEED 输出文件选项为“每台站 (Per Station)”：
 - 必须在模式字符串中包含 `${S}`。
 - 必须从模式字符串中排除 `${C}` 和 `${L}`。
- o 斜杠前后不要添加点号 (.)。
- o 空格可以使用，但空格后面不能紧跟斜杠，且空格不能位于配置字符串的末尾。例如，以 `#` 代表空格， `/#a/` 是有效配置；而 `/#/` 和 `/a#/b#` 是无效配置。

有关更多参数说明，请参见“[归档模式命名参数](#)”。

包含 SOH 归档 (Include SOH Archive)

如果要将 SOH 数据文件归档到 SD 卡，请勾选此复选框。SOH 数据文件为独立文件，存储在名为 `soh` 的文件夹中。文件夹位置为 `YYYY/MM/DD/soh`。

SOH 归档格式 (SOH Archive Format)

如果已勾选“包含 SOH 归档”，请选择 SOH 文件的归档格式。

! CAUTION

注意：以 CSV 格式归档 SOH 数据非常耗时，可能影响设备性能。

SOH 归档文件名模式 (SOH Archive Filename Pattern)

使用此字段配置归档 SOH 文件的命名模式。例如，根据以下文件名模式：

`${N}.${S}.${L}.${C}_${ID}_${TIME}.miniseed`

归档 SOH 文件的名称可能为：

`XX.STN01.LO.HHZ_AMU-24_0345_20250115_083036.miniseed`

定义日期和时间：可使用以下任一命名模式替代默认模式 `${TIME}`：

- `${Y}${M}${D}_${h}${m}${s}`
- `${Y}.${M}.${D}-${h}.${m}.${s}`
- `${Y}${J}_${h}${m}${s}`

配置文件扩展名：默认文件名模式包含扩展名 `.miniseed`。如需更改，可以：

- 替换为其他扩展名。例如，将扩展名替换为 `.data`，模式变为：
`${N}.${S}.${L}.${C}_${ID}_${TIME}.data`
- 完全删除扩展名，模式变为：
`${N}.${S}.${L}.${C}_${ID}_${TIME}`

配置限制：在配置 SOH 归档文件名模式时，请注意以下限制：

- 如果 SOH 归档格式为 CSV，则由 `${C}` 定义的通道名称将被替换为硬编码名称，例如 `EnvironmentSOH`。
- 如果 SOH 归档格式为 MiniSEED，则每个归档周期的所有 SOH 通道都包含在一个文件中。
- 斜杠前后不要添加点号 (.)。
- 空格可以使用，但空格后面不能紧跟斜杠，且空格不能位于配置字符串的末尾。例如，以 `#` 代表空格，`/#/` 是有效配置；而 `/#/` 和 `/a#/b#` 是无效配置。

有关更多参数说明，请参见“[归档模式命名参数](#)”。

归档模式命名参数 (Archive Pattern Naming Parameters)

配置文件名或目录模式时可使用以下参数：

- `${N}`——网络名称
- `${S}`——台站名称
- `${L}`——位置名称
- `${C}`——通道名称
- `${ID}`——仪器 ID
- `${TIME}`——数据归档的开始时间，格式为 `YYYYMMDD_hhmmss`
- `${Y}`——4 位年份

- $\{M\}$ ——2 位月份
- $\{D\}$ ——2 位日期（月中的天）
- $\{J\}$ ——儒略日（年中的天）
- $\{h\}$ ——2 位小时
- $\{m\}$ ——2 位分钟
- $\{s\}$ ——2 位秒

4.9.2 触发/事件共享

AMU-24 能够通过组播 UDP¹向其他设备发送和接收触发器²与事件³。从其他设备接收到的触发器所关联的投票数⁴将用于事件检测和声明过程，从其他设备接收到的事件将在本地设备的 Events 页面上显示并可供下载。

共享触发器 (Share Triggers)

选择此选项以启用触发器共享。

如果启用此选项，事件声明将同时在本地（仅使用本地设备的三个通道）和网络中的所有设备之间进行。

共享事件 (Share Events)

选择此选项以启用事件共享。

如果启用此选项，您可以在本设备的 Events 页面上查看和下载从其他设备接收到的事件。

组播组 (Multicast Group)

有效的组播⁵IP 地址。



注意：所有共享触发器和/或事件的设备必须使用相同的组播 IP 地址和端口号。

端口号 (Port Number)

AMU-24 用于与其他设备共享触发器和/或事件（发送和接收）的端口号。



注意：所有共享触发器和/或事件的设备必须使用相同的组播 IP 地址和端口号。

组播 TTL (Multicast TTL)

¹UDP: User Datagram Protocol, 用户数据报协议。

²触发器: 当一个或多个通道的 STA/LTA 比值超过已配置的触发开启比值, 或超出已配置的阈值时, 仪器生成的消息。每次触发在源设备上都会被分配一定数量的投票数, 用于事件声明。

³事件: 由仪器使用投票系统、阈值或 STA/LTA 触发算法检测并声明的地震活动。

⁴投票数: 每个通道被分配的可用于事件声明的票数。票数越高, 该通道对事件声明的影响越大。为确保事件正确声明, 应将不希望参与事件声明的通道投票数设为零, 对噪声较大的台站通道分配较低投票数。

⁵有效组播 IP 地址的第一个八位组必须介于 224 和 240 之间 (含边界值)。后三个八位组可以是 0 到 255 之间的任意正整数。

您可以通过指定触发数据包到达目标地址所需穿越的网络（路由器）数量来增加数据包的生存时间（TTL）。例如，如果触发数据包必须穿越 5 个网络才能到达目的地，则应将组播 TTL 设置为 5。

4.9.3 事件数据产品

您可以配置 AMU-24 计算峰值地面运动数据产品。启用此功能后，AMU-24 将为每个已声明的事件计算 PGA¹、PGV²和 PGD³值，将计算结果与事件一起写入内部存储⁴，并在 Events 页面上发布。

NOTICE

备注：AMU-24 报告的 PGA 基于两个水平方向（南北和东西方向）的加速度测量值。

启用事件数据产品（Enable Events Data Products）

勾选此复选框，允许 AMU-24 为每个事件计算峰值地面运动数据产品。

您可以在 Events 页面上查看计算得到的 PGA、PGV 和 PGD 值。

源数字化器通道（Source Digitizer Channels）

选择用于计算数据产品的通道。

4.9.4 为已声明事件配置电子邮件通知

AMU-24 随附三个配置模板文件，可用于配置在事件声明和完成时自动发送电子邮件通知。配置完成后，每个事件会自动发送两封电子邮件。第一封在事件声明后立即发送，第二封在事件完成后发送。电子邮件将发送到配置文件中指定的邮箱地址。

NOTICE

备注：示例邮件主题行：NX.PVEA1 Event 2013-05-10T18:09:19.015Z

示例邮件正文：

Event complete 2013-05-10T18:09:19.015Z (AMU-24_0104)

Maximum PGA 1.40693125E-1 g @ NX.PVEA1 (AMU-24_0104)

CAUTION

注意：如果以太网模式设置为静态 IP，则无法配置电子邮件通知。有关事件检测和声明的更多信息，请参阅帮助文档。您可以通过单击 AMU-24 Web 界面左上角的 Help 来访问帮助。

配置自动发送电子邮件通知的步骤：

¹PGA: Peak Ground Acceleration, 峰值地面加速度。

²PGV: Peak Ground Velocity, 峰值地面速度。

³PGD: Peak Ground Displacement, 峰值地面位移。

⁴设备会将其接收到的所有数据写入主内部存储。该内部存储的工作方式类似于环形缓冲区：当存储空间已满时，将从头开始覆盖最旧的数据。

- (1) 使用以下命令将 AMU-24 随附的三个配置模板文件复制到 `/etc/smartsolo/config` 目录，并去除副本的 `.template` 后缀：

```
cp /usr/share/smartsolo/event-email/conf/event-email.conf.template \
  /etc/smartsolo/config/event-email.conf
cp /usr/share/smartsolo/event-email/conf/event-declared-email.conf.template \
  /etc/smartsolo/config/event-declared-email.conf
cp /usr/share/smartsolo/event-email/conf/event-complete-email.conf.template \
  /etc/smartsolo/config/event-complete-email.conf
```

上述模板文件分别为：

- `event-email.conf.template`
- `event-declared-email.conf.template`
- `event-complete-email.conf.template`

位于 `/usr/share/smartsolo/event-email/conf` 目录中。

- (2) 修改 `event-email.conf` 中的邮件服务器设置，使其与您网络的外发邮件设置一致，并指定所有预期收件人的邮箱地址。
- (3) 修改 `event-declared-email.conf` 中的变量，以确定事件声明邮件通知（第一封邮件）的内容。该文件的第一行是邮件主题，其余行是邮件正文。可用变量如下：
- `event_start`——事件声明的时间
 - `event_num_triggers`——已声明事件的触发器数量
 - `stationName`——本地设备的 SCNL 信息（在“通道命名”设置中配置）
 - `instrumentID`——本地设备的 ID（显示在设备 Web 界面顶部）

- (4) 对 `event-complete-email.conf` 中的变量重复步骤 3 的操作，以确定事件完成邮件通知（第二封邮件）的内容。

除步骤 3 中列出的变量外，事件完成邮件通知还可使用以下变量：

- `event_pga`——本地设备的 PGA 值，在事后时间结束后计算
- `max_pga`——设备组中最高的 PGA 值，在事后时间结束后计算
- `max_pga_instrumentID`——具有最高 PGA 值的设备 ID
- `max_pga_stationName`——具有最高 PGA 值的设备的 SCNL 信息（在“通道命名”设置中配置）

4.10 电源

! CAUTION

注意：如果电源电压低于已配置的开机阈值，AMU-24 将无法开机。如果出现这种情况，可以绕过电源阈值设置，按下介质窗口内的强制开机按钮（Force Power On）来跳过该阈值限制，从而强制 AMU-24 开机。

NOTICE

备注：由于电源电缆损耗以及 AMU-24 内部保护电路中的微小压降，AMU-24 报告的电压可能低于外部电源实际供给 AMU-24 的电压。

开机电压 [mV] (Power On [mV])

当外部电源电压升高于开机电压阈值时，AMU-24 会立即开机。



注意：如果当前外部电源电压低于新提交的开机电压阈值，那么下次断开并重新连接电源时，AMU-24 将不会自动开机，除非按下介质窗口内的强制开机按钮来跳过该阈值限制。

低压关机电压 [mV] (Low Voltage Shutdown [mV])

当外部电源电压降至低于低压关机电压阈值时，AMU-24 将执行安全关机。



注意：如果当前外部电源电压低于新应用的低压关机电压值，AMU-24 将自动关机。如果该值未提交，AMU-24 将恢复到先前的低压关机电压值。

低压断电电压 [mV] (Low Voltage Disconnect [mV])

当外部电源电压降至低于低压断电电压阈值时，AMU-24 会立即断电。



备注：请将低压断电电压阈值设置为适当的数值，以有效保护电源的电池。

4.11 原始 TCP 接收

您可以配置 AMU-24 使用 TCP 套接字从 TCP 服务器获取原始数据。例如，可以配置 AMU-24 从 Trimble® NetR9 GNSS 参考接收机接收 BINEX¹ 数据。

您可以创建和配置原始数据 TCP 接收器以获取原始数据。获取原始数据后，可以配置数据流处理器将数据传输到数据采集服务器。在原始数据流传输之前，数据将被封装为数据包进行传输。

名称 (Name)

原始数据 TCP 接收器的名称。

启用 (Enable)

选择此选项以启用原始数据 TCP 接收器接收数据。

服务器 IP 地址 (Server IP Address)

TCP 服务器的单播 IP 地址。

端口号 (Port Number)

¹BINEX 是一种用于 GPS 和 GNSS 数据交换的二进制格式。有关 BINEX 的更多信息，请参阅 <http://binex.unavco.org/binex.html>。

TCP 服务器用于数据流传输的端口号。原始数据 TCP 接收器作为 TCP 客户端连接到该端口，然后外部设备将数据流传输到 AMU-24。

例如，您可以在 Trimble® NetR9 的 I/O 配置设置中配置此端口号。

TCP 套接字超时时间 [s] (TCP Socket Timeout [s])

调制解调器从 TCP 套接字断开连接前等待数据的最长时间（秒）。

调制解调器断开连接后，将重新连接并再次等待响应。

原始数据类型 (Raw Data Type)

从列表中选择原始数据的格式。目前唯一可用的格式为 BINEX。

NOTICE

备注：请确保 TCP 服务器（例如 Trimble® NetR9）已配置为以 BINEX 格式向 AMU-24 传输数据。

通道索引号 (Channel Index)

一个从 2001 到 2099 的数字，用于标识原始数据通道。每个原始数据 TCP 接收器都应有一个唯一的通道索引号。

NOTICE

备注：仅当您在同一台 AMU-24 上启用多个原始数据 TCP 接收器时，才需要更改此索引号。

每个数据包的原始数据包数 (Raw Packets Per Packet)

AMU-24 在创建数据包之前等待的原始数据包数量。

位置和通道代码 (Location and Channel Code)

通道名称的三字符字母数字代码。

——或——

一个双字符字母数字代码表示位置，一个三字符字母数字代码表示通道名称，中间用点号分隔。

示例：L0.RAW

这些代码用于过滤流向下游设备的数据，对每个原始数据 TCP 接收器来说都应是唯一的。有关过滤的更多信息，请参阅 UDP/HTTP 数据流的“[通道列表](#)”配置设置说明。

NOTICE

备注：台站和网络代码由“通道命名”配置设置定义。

4.12 SeedLink 服务器

AMU-24 可配置为其他 SeedLink 客户端的 SeedLink 服务器¹。AMU-24 内部存储²中的任何时间序列数据都可以转换为 512 字节的 MiniSEED 格式，并由 SeedLink 客户端从 AMU-24 中检索。

通道名称用于从内部存储中检索数据的文件标题和默认文件名。这些通道名称作为标签帮助 SeedLink 客户端识别数据。启用 SeedLink 服务器之前，请确保已配置通道名称设置。

名称 (Name)

SeedLink 服务器的唯一名称。

配置好 SeedLink 服务器后，其名称将出现在配置对话框左侧窗格的树状结构中 SeedLink 服务器部分下。选择 SeedLink 服务器名称可对其设置进行编辑。

启用 (Enable)

勾选此复选框，允许 AMU-24 通过该 SeedLink 服务器进行数据流传输。

取消勾选此复选框可禁用该 SeedLink 服务器，停止从该数据源获取数据。

端口号 (Port)

SeedLink 服务器的端口号。

SeedLink 客户端必须配置为使用此端口号从 AMU-24 SeedLink 服务器获取数据。

最大回填数据包 (Maximum Backfill Packets)

使用此选项配置 SeedLink 接口在响应 DATA 请求时尝试重传的最大 512 字节 SeedLink 数据包数量。

- 要将每个 DATA 回填请求限制为最大数据包数量，请在字段中输入一个正整数。例如，输入 200 表示回填的最大数据包数为 200。配置最大数据包数量后，系统将提供最近的历史数据，确保重传数据与实时数据之间不会出现间隙。
- 若要允许无限制回填，请输入值 **-1**。
- 若要禁用回填，请输入值 **0**。

您可以为每个已配置的 SeedLink 服务器设置不同的限制。默认值为 -1，即不对 SeedLink 回填请求应用任何限制。

短期完整性启用 (Short Term Complete Enable)

选择此选项可确保 SeedLink 服务器按时间顺序发送数据。

如果错过一个数据包，SeedLink 服务器将等待至设定的阈值时间（短期完整性阈值 [s]）后再发送任何数据包。一旦超过阈值时间，SeedLink 服务器将发送下一个可用数据包，而忽略遗漏的数据包，即使稍后收到也不再补发。

¹参见 <http://www.iris.edu/data/dmc-seedlink.htm>。

²设备会将其接收到的所有数据写入主内部存储。该内部存储的工作方式类似于环形缓冲区：当存储空间已满时，将从头开始覆盖最旧的数据。

NOTICE

备注：短期完整性功能应与 Hydra 和 Earthworm slink2ew 客户端配合使用。

短期完整性阈值 [s] (Short Term Complete Threshold [s])

SeedLink 服务器在接收到遗漏数据包之前继续等待的秒数。

NOTICE

备注：仅在选择了“短期完整性启用”选项时才需配置此阈值。

限流 (Throttle)

每个添加的 SeedLink 服务器下方都会显示限流字段，允许您启用限流并指定最大吞吐比特率：

- **启用限流 (Enable Throttle)** ——默认已选中。如果不想限制网络传输速率，请取消勾选此字段。
- **最大吞吐比特率 [bps] (Maximum Throughput Bit Rate [bps])** ——允许您指定最大输出比特率。默认最大值为 2056000 bps。

4.13 健康状态 (SOH) 设置

内部 SOH 报告间隔 [s] (Internal SOH Report Interval [s])

SOH 通道（例如 GNSS、时间和存储）的 SOH 报告速率。默认值：60 秒。

每包帧数 (Frames Per Packet)

每个 SOH 数据包中使用的帧数。较小的值意味着更低的延迟，但会增加更多的开销。

4.14 时间源

时间源选项允许您为仪器的内部时钟指定时间参考，该时钟用于对数字化数据进行时间戳。在大多数情况下，将使用 GNSS 授时，因为它非常精确且不依赖网络连接或其他时间服务器而独立工作。但也可以选择网络授时选项，如精密时间协议 (PTPv1) 和网络时间协议 (NTP)，还可以选择自由运行时钟（本身不具备时间参考）。

无论 AMU-24 使用哪种时间源，它还可以配置为向其他 AMU-24 设备提供 PTPv1 或 NTP 网络授时。

在为 AMU-24 选择时间源时，请考虑以下因素：

- **设备的可用性**——要使用 GNSS 作为时间源，仪器必须配备 GNSS 或 GPS 天线。
- **仪器的安装位置**——若要将 GNSS 用作时间源，仪器的安装必须使其 GNSS/GPS 天线能够看到天空。如果仪器安装在地下、建筑物内或水下，则可将时间源配置为 PTP、NTP 或自由运行。
- **授时精度的重要性**——GNSS 的授时精度最高，其次是 PTP，再次是 NTP，最后是自由运行。

AMU-24 需要一个时间源来对相对于 UTC 的采样进行时间标注。SmartSolo 仪器有四种时间源可供选择——GNSS、PTP、NTP 和自由运行。以下因素可帮助您确定系统的最佳时间源选项：

- **GNSS**——方便、经济且非常精确，适用于仪器的 GNSS/GPS 天线可以看到天空的情况。GNSS 不适用于地下应用场景，如矿山、洞穴内的地震台站、海底及建筑内部结构监测。在这些情况下，可使用以下其他时间源配置选项。
- **PTP**——可用于本地子网中存在另一台 AMU-24 或其他 SmartSolo 仪器并可配置为 PTPv1 网络时间源的情况。通常使用 GNSS 衍生的时间源，但也可使用 NTP 或自由运行时间源。只要局域网设计合理且网络流量不会导致授时数据包传输延迟，即可提供非常好的时间精度。PTPv1 使用组播方式，因此主时钟和客户端必须位于同一子网内。
- **NTP**——当 PTP 源不可用或不具备实施条件时，可使用 NTP 代替 PTP。NTP 是一种相对简单但精度较低的协议，用于通过互联网同步计算机时间，不受限于单一子网。NTP 可使用任何互联网上的公共 NTP 服务器。当局域网中另一台 AMU-24 或 SmartSolo 仪器配置为 NTP 服务器时，同样可实现良好的时间同步精度。
- **相对时间同步 vs 绝对时间精度**——当一组本地站点需要精确匹配相对时间，但与 UTC 的绝对一致性不那么重要时，可将其中一台设备配置为从远程 NTP 服务器获取时间或采用自由运行模式，然后向邻近站点提供 PTP 时间（甚至 NTP 时间）。
- **自由运行**——适用于可手动设置时间并允许其以内部振荡器精度运行的情况，如有必要可定期手动重置时间。

本节其余部分将提供一些配置示例以及配置不同时间源的指导原则。

4.14.1 时间配置示例

本节提供了一些网络示例，在这些网络中，地面上可能有一台或多台可使用 GNSS 的仪器，而地下/海洋中可能有多台无法使用 GNSS 的仪器。所有设备都通过以太网连接到本地网络，该网络可能连接到互联网，通过互联网可以访问 NTP 服务器（例如：`ntp.ntsc.ac.cn` 或 `cn.ntp.org.cn`）。

示例 1：带有 PTP 客户端的 GNSS 主站

所有地面仪器都有 GNSS，其中一台或多台配置为 PTP 服务器。所有地下/海洋仪器都是 PTP 客户端，使用地面仪器作为信号源。所有设备必须连接到同一子网。这是最佳情况，精确的本地 PTP 服务器可将网络对授时精度的影响降至最低。

- (1) 对于所有地面仪器，从 **Time source** 下拉列表中选择 **GNSS**。
- (2) 对于一台或多台地面仪器，从 **Time sharing** 下拉列表中选择 **PTP**。
- (3) 对于所有地下/海洋仪器，从 **Time source** 下拉列表中选择 **PTP**。

示例 2：自由运行的主站和 PTP 客户端

所有仪器通过同一子网的以太网连接，但都无法访问远程 NTP 或 GNSS。其中一台地下/海洋设备配置为自由运行，同时充当其他仪器的 PTP 服务器。由于所有仪器都在跟踪同一本地 PTP 服务器，因此它们之间的相对授时应该非常精确。

- (1) 在一台仪器上，从 **Time source** 下拉列表中选择 **Free-running**，从 **Time sharing** 下拉列表中选择 **PTP**。
- (2) 在其他仪器上，从 **Time source** 下拉列表中选择 **PTP**。

示例 3：为 NTP 客户端提供服务的 GNSS 主站

所有地面仪器都有 GNSS，其中一台配置为 NTP 服务器。所有地下/海洋仪器是 NTP 客户端，将地面仪器作为时间源。这是使用精确的本地 NTP 服务器的最佳场景，可将网络对授时精度的影响降至最低。

- (1) 对于所有地面仪器，从 **Time source** 下拉列表中选择 **GNSS**。
- (2) 对于其中一台地面仪器，从 **Time sharing** 下拉列表中选择 **NTP**。
- (3) 对于所有地下/海洋仪器：
 - a. 从 **Time source** 下拉列表中选择 **NTP**。
 - b. 在 **NTP server address** 字段中，输入配置了时间共享的地面仪器的主机名或 IP 地址。

示例 4：所有 AMU-24 均为互联网 NTP 服务器的 NTP 客户端

没有配备 GNSS 的地面仪器可充当 NTP 服务器。所有地下/海洋仪器都是 NTP 客户端，使用同一远程 NTP 服务器作为时间源。此方案可提供 NTP 所能达到的最准确的绝对时间，但仪器之间的相对授时精度不会优于 NTP 服务器本身的精度。

- (1) 对于所有地下/海洋仪器：
 - a. 从 **Time source** 下拉列表中选择 **NTP**。
 - b. 在 **NTP server address** 字段中，输入远程 NTP 服务器的主机名或 IP 地址。

示例 5：一台 NTP 授时的 AMU-24 为其他 AMU-24 提供 NTP 服务

没有配备 GNSS 的地面仪器可充当 NTP 服务器。其中一台地下/海洋设备是 NTP 客户端，使用远程 NTP 服务器作为源，同时充当其他仪器的 NTP 服务器。

- (1) 对于所有地下/海洋仪器，从 **Time source** 下拉列表中选择 **NTP**。
- (2) 对于其中一台地下/海洋仪器：
 - a. 从 **Time sharing** 下拉列表中选择 **NTP**。
 - b. 在 **NTP server address** 字段中，输入远程 NTP 服务器的主机名或 IP 地址。
- (3) 对于其余地下/海洋仪器，在 **NTP server address** 字段中输入配置了时间共享的地下/海洋仪器的主机名或 IP 地址。

4.14.2 配置 GNSS 授时

在 AMU-24 上配置 GNSS 授时的步骤如下：

- (1) 打开 **Configuration** 菜单并导航至 **Timing and Location**。
- (2) 从 **Time source** 下拉列表中选择 **GNSS**。
- (3) 从 **GNSS power mode** 下拉列表中选择 **Duty cycled**（周期性开启）或 **Always on**（始终开启）。
- (4)（可选）在一台 AMU-24 必须向其他仪器提供网络授时的系统中，可从 **Time sharing** 下拉列表中选择 **PTP** 或 **NTP**。如果选择 PTP，请注意只有与该 AMU-24 位于同一子网的仪器才能接收组播 PTP 消息。
- (5) 要保存配置，请单击 **Apply** 按钮，然后单击 **Commit** 按钮。

4.14.3 配置 PTP 授时

配置 AMU-24 以从另一仪器接收 PTP 网络授时的步骤如下：

- (1) 打开 **Configuration** 菜单并导航至 **Timing and Location**。
- (2) 从 **Time source** 下拉列表中选择 **PTP**。确保同一子网中至少有一台配置为 PTP 服务器的 SmartSolo 仪器。
- (3) (可选) 在一台 AMU-24 必须向其他仪器提供网络授时的系统中，可从 **Time sharing** 下拉列表中选择 **PTP** 或 **NTP**。如果选择 PTP，请注意只有与该 AMU-24 位于同一子网的仪器才能接收组播 PTP 消息。
- (4) 要保存配置，请单击 **Apply** 按钮，然后单击 **Commit** 按钮。

4.14.4 选择 NTP 服务器的建议

当仪器作为 NTP 客户端运行时，仪器授时的准确性会受到与 NTP 服务器通信质量和 NTP 服务器时间准确性的影响。

在选择 NTP 服务器时，请使用以下建议的优先顺序：

- (1) 本地一级时钟服务器。
- (2) SmartSolo 仪器上的本地一级时钟服务器。参见“[在 AMU-24 上启用一级 NTP 服务器](#)”。
- (3) 本地二级及以上时钟服务器。
- (4) SmartSolo 仪器上的本地二级及以上时钟服务器。参见“[在 AMU-24 上启用二级及以上 NTP 服务器](#)”。
- (5) 远程一级时钟服务器。
- (6) 远程二级及以上时钟服务器。

4.14.5 在 AMU-24 上配置 NTP 授时

要配置 AMU-24 从其他仪器或任何其他 NTP 服务器接收 NTP 时间，请按以下步骤操作：

- (1) 打开 **Configuration** 菜单并导航至 **Timing and Location**。
- (2) 从 **Time source** 下拉列表中选择 **NTP**。
- (3) 在 **NTP server address** 字段中，输入所需 NTP 服务器（可能是另一台 AMU-24 或其他 SmartSolo 仪器）的主机名或 IP 地址。默认情况下，NTP 服务器地址设置为 `pool.ntp.org`，系统将根据源 IP 地址确定的地理位置自动选择服务器。
如果您选择了另一台 SmartSolo 仪器作为 NTP 服务器，请确保该仪器已配置为 NTP 服务器。
- (4) (可选) 在一台 AMU-24 必须向其他仪器提供网络授时的系统中，可从 **Time sharing** 下拉列表中选择 **PTP** 或 **NTP**。如果选择 PTP，请注意只有与该 AMU-24 位于同一子网的仪器才能接收组播 PTP 消息。
- (5) 要保存配置，请单击 **Apply** 按钮，然后单击 **Commit** 按钮。

4.14.6 在 AMU-24 上启用一级 NTP 服务器

⚠ WARNING

注意：为增强网络安全性并降低未经授权访问 AMU-24 的风险，强烈建议您在首次登录后立即修改所有默认密码。详情请参见“密码说明”。

一级 NTP 服务器直接从无线电时钟或其他高精度时间源获取时间，然后向网络连接的客户端提供 NTP 时间。在 SmartSolo 仪器中，GNSS 被用作高精度时间源。要在仪器上启用一级 NTP 服务器，请按以下步骤操作：

- (1) 打开 **Configuration** 菜单并导航至 **Timing and Location**。
- (2) 从 **Time source** 下拉列表中选择 **GNSS**。
- (3) 要配置最佳授时精度，从 **GNSS power mode** 下拉列表中选择 **Always on**。
- (4) 从 **Time sharing** 下拉列表中选择 **NTP**。
- (5) 要保存配置，请单击 **Apply** 按钮，然后单击 **Commit** 按钮。

在将另一台仪器配置为 NTP 客户端以连接到本仪器的 NTP 服务器时，请使用本服务器仪器的 IP 地址或由网络 DNS 提供的主机名。

4.14.7 在 AMU-24 上启用二级及以上 NTP 服务器

⚠ WARNING

注意：为增强网络安全性并降低未经授权访问 AMU-24 的风险，强烈建议您在首次登录后立即修改所有默认密码。详情请参见“密码说明”。

二级及以上时钟服务器使用 NTP 作为时间源，然后向网络连接的客户端提供 NTP 时间。要在仪器上启用二级及以上 NTP 服务器，请按以下步骤操作：

- (1) 打开 **Configuration** 菜单并导航至 **Timing and Location**。
- (2) 从 **Time source** 下拉列表中选择 **NTP**。
- (3) 在 **NTP server address** 字段中，输入 AMU-24 获取授时的 NTP 服务器的主机名或 IP 地址。
- (4) 从 **Time sharing** 下拉列表中选择 **NTP**，以启用 AMU-24 作为其他仪器的 NTP 服务器。
- (5) 要保存配置，请单击 **Apply** 按钮，然后单击 **Commit** 按钮。

在将其他仪器配置为 NTP 客户端以连接本仪器的 NTP 服务器时，请使用本服务器仪器的 IP 地址或由网络 DNS 提供的主机名。

4.14.8 时间配置参数

本节介绍用于配置授时源的可用参数。您可以从 **Configuration** 菜单中的 **Timing and Location** 访问这些参数。

时间源 (Time Source)

从下拉列表中选择内部授时源：

- **GNSS**——如果绝对时间精度很重要，且仪器的 GNSS/GPS 天线可以看到天空，则选择此选项。不适用于室内、地下或水下安装，除非使用 GNSS 或 GPS 再辐射器设备在仪器附近广播 GNSS 信号。
- **PTP**——如果绝对时间精度很重要，仪器无法访问 GNSS，且同一子网中至少有一台 AMU-24 可配置为 PTP 服务器，则选择此选项。
- **NTP**——选择此选项可连接到本地 NTP 服务器（如配置为 NTP 服务器的 AMU-24 或其他 SmartSolo 仪器），或连接到互联网 NTP 服务器。
- **自由运行 (Free Running)** ——选择此选项可使仪器以内部振荡器精度运行。该选项允许您手动设置仪器时间，并可定期手动重置时间。

如果仪器配备 GNSS 接收机，默认设置为 GNSS；否则默认设置为 PTP。

GNSS 电源模式 (GNSS Power Mode)

选择 GNSS 接收机的电源模式：

- **周期性开启 (Duty Cycled)** ——GNSS 接收机开启直至系统时钟达到精细锁定，然后关闭，直到估计时间不确定度接近 $100\ \mu\text{s}$ （如果温度低于 -35°C 则为 $500\ \mu\text{s}$ ）。这是功耗方面最高效的设置。
- **始终开启 (Always On)** ——GNSS 始终开启。该模式比周期性开启耗电更多，但能提供最精确的授时。

NOTICE

备注：

- 如果 GNSS 配置为周期性开启，当模型不确定度超过 $1000\ \mu\text{s}$ 时，Health 页面会显示时间误差。
- 典型的周期性开启占空比为 10%。在温度快速变化或 GNSS 卫星信号较差的环境中，开启频率可能更高。
- 在周期性开启模式下，如果 GNSS 接收机在开启 15 分钟后未能锁定信号，它将关闭 135 分钟后再尝试。这是为了避免天线被遮挡或温度超出工作范围时消耗过多电量。
- 如果 GNSS 配置为始终开启，当模型不确定度超过 $1000\ \mu\text{s}$ 时，Health 页面同样会显示时间误差。

NTP 服务器地址 (NTP Server Address)

输入用于同步 AMU-24 时间的 NTP 服务器的主机名或 IP 地址。在以下情况下使用此选项：

- 当时间源设置为 NTP 时，同步系统时间。
- 如果启用了“启动时使用 NTP 设置时间”，且时间源设置为“自由运行”时，在启动时自动设置时间。
- 当时间源设置为“自由运行”时，可通过单击 Maintenance 页面上的 **Set time using NTP** 按钮手动设置时间。

启动时使用 NTP 设置时间 (Set Time Using NTP on Startup)

如果时间源为“自由运行”，勾选此选项可在 AMU-24 启动时使系统时间与已配置的 NTP 服务器同步。如果选择了此选项，请在 **NTP server address** 字段中输入相应的值。

时间共享 (Time Sharing)

从下拉列表中选择 **PTP** 或 **NTP**，以配置本设备作为网络中其他设备的时间源。“Disabled”（禁用）表示本设备不作为时间源。

4.15 位置配置

仪器的地理位置由 GNSS 自动确定，也可以通过手动配置确定。在以下情况中，可能需要手动配置地理位置：

- GNSS 信号无法覆盖，因此 AMU-24 无法自动确定自身位置。
- 仪器的 GNSS 天线被遮挡或未连接，因此仪器无法确定自身位置。
- GNSS 或 GPS 天线距离仪器较远，因此需要单独的位置指示。
- 如果您的应用要求 AMU-24 的地理位置保持固定（例如将 AMU-24 的位置用作仪器或通道标识符），则需要注意 GNSS 导出的位置信息会随时间略有变化。

如果用户手动配置了地理位置，该位置将显示在 Web 界面上，并作为 AMU-24 创建的 Dataless SEED 响应文件中的地理位置信息使用。

本节介绍配置 AMU-24 地理位置的参数。您可以通过 **Configuration** 菜单中的 **Timing and Location** 访问这些参数。配置完成后，这些值将显示在 Health 页面的”用户定义位置 (User-defined Location)”区域中。

纬度 [deg] (Latitude [deg])

如果您不希望使用由 GNSS 信号确定的位置，或者 GNSS 不可用，则使用此选项为 AMU-24 指定准确的位置。请注意以下几点：

- 以十进制度数指定位置。
- 输入正值表示北纬。
- 输入负值表示南纬。
- 如果指定了仪器的纬度，还必须同时指定经度和海拔高度。

经度 [deg] (Longitude [deg])

如果您不希望使用由 GNSS 信号确定的位置，或者 GNSS 不可用，则使用此选项为 AMU-24 指定准确的位置。请注意以下几点：

- 以十进制度数指定位置。
- 输入正值表示东经。
- 输入负值表示西经。
- 如果指定了仪器的经度，还必须同时指定纬度和海拔高度。

海拔高度 [m] (Elevation [m])

如果您不希望使用由 GNSS 信号确定的位置，或者 GNSS 不可用，则使用此选项为 AMU-24 指定准确的位置。请注意以下几点：

- 以米为单位指定海拔高度。

- 如果指定了仪器的海拔高度，还必须同时指定纬度和经度。

5 监控状态指示 LED

AMU-24 具有以下状态指示 LED，可用于监控仪器的当前状态和排除可能出现的故障。






外部 LED 指示灯：

- 总体状态 (Overall Status)
- 电源 (Power)
- 链路 (Link)
- 授时 (Time)
- 存储介质 (Media)
- 事件 (Event)







内部 LED 指示灯：

- 存储介质弹出 (Media Eject)
- USB 弹出 (USB Eject)





5.1 电源 LED

-  **熄灭**——AMU-24 未接通电源。
-  →  **红灯常亮 → 黄灯闪烁**——AMU-24 正在启动（关机时顺序相反）。
-  **绿灯闪烁**——AMU-24 已正常供电。
-  **红灯闪烁**——按下了强制开机按钮 (Force Power On)，AMU-24 绕过电源阈值设置强制开机。按下强制开机按钮后，电源 LED 将从红灯常亮变为黄灯闪烁，然后变为红灯闪烁。



5.2 链路 LED

-  **熄灭**——未连接以太网电缆，或设备已关闭电源。
-  **绿灯常亮**——通过以太网电缆已建立链路，但没有数据传输活动。
-  **绿灯闪烁**——通过以太网电缆已建立链路，且正在通过以太网链路传输或接收数据。
-   /  **绿灯常亮，伴有黄灯/红灯闪烁**——仪器正在启动，以太网链路已建立，正在接收数据。

5.3 授时 LED

-  **熄灭**——AMU-24 电源已关闭。
-  **黄灯闪烁**——授时系统正在初始化并尝试获取时间源锁定。AMU-24 开机后将尝试获取锁定。
-  **绿灯闪烁**——AMU-24 已同步到准确的时间。
-  **红灯闪烁**——授时系统无法与时间源同步。有关潜在错误的详细信息，请参阅 [SOH 时间状态](#)。

5.4 存储介质 LED

-  **熄灭**——更多信息请参阅 [“事件数据归档”](#) 和 [“连续数据归档”](#)。
-  **黄灯闪烁**——正在检查 SD 卡状态，或设备正处于数据归档启动/关闭的过渡状态。

- ●● 绿灯闪烁——SD 卡正在归档数据或已准备好归档数据。
- ●● 红灯闪烁——SD 卡损坏、已满、写入出错（且数据归档已启用），或 SD 卡正在修复/格式化，或 SD 卡缺失。更多信息请参阅“事件数据归档”和“连续数据归档”。

5.5 事件 LED

- ● 熄灭——无事件记录，或未检测到 SD 卡。
- ● 绿灯常亮——正在检查 SD 卡中的事件。
- ●● 绿灯闪烁——SD 卡中至少记录了一个事件。

5.6 总体状态 LED

- ● 熄灭——AMU-24 电源已关闭。
- ● 红灯常亮——首次上电。
- ●● 黄灯闪烁——AMU-24 正在启动并检查所有内部系统。
- ●● 绿灯闪烁——AMU-24 运行正常。
- ●● 红灯闪烁——存在妨碍 AMU-24 正常运行的故障或异常。如果其他 LED 均未显示错误状态，请检查 [Health 页面](#) 以确定可能的原因。

可能的问题包括：

- GNSS 接收机未锁定，或 GNSS 天线断开或短路。
- 数据归档功能已启用，但 SD 卡缺失、已满、损坏或无法准备使用。
- 配置更改尚未提交。
- 固件状态异常。
- [内部存储¹](#) 状态异常。

——或——

按下了强制开机按钮，AMU-24 绕过电源阈值设置强制开机。按下后，电源 LED 将从红灯常亮变为黄灯闪烁，然后变为红灯闪烁。

5.7 USB 弹出 LED

NOTICE

备注： USB 端口目前不支持 AMU-24 的数据归档功能。

- ● 熄灭——未检测到 USB 设备。
- ●● 红灯闪烁——USB 设备已插入，正在准备使用。

——或——

USB 设备旁边的按钮已按下，设备正在准备安全移除。AMU-24 将尝试准备 USB 设备以便安全移除。如果 2 分钟后仍有文件正在归档，USB 设备将恢复为可用状态，LED 变为红灯常亮并持续 10 分钟后熄灭。如果出现此情况，请再次按下弹出按钮重试。

——或——

¹设备会将其接收到的所有数据写入主内部存储。该内部存储的工作方式类似于环形缓冲区：当存储空间已满时，将从头开始覆盖最旧的数据。

同时按住 SD 卡和 USB 设备旁边的两个按钮超过 6 秒然后松开，AMU-24 将启动安全关机。关机过程中两个 LED 将红灯闪烁，然后熄灭。

- ● **红灯常亮**——USB 设备已准备就绪或正在使用，此时不能安全取出。此状态持续 10 分钟后，LED 将由红灯常亮变为熄灭以节省电量。
- ● **绿灯常亮**——USB 设备旁的按钮已按下，设备已准备好可安全移除，现在可以安全拔出 USB 设备。
如果在准备好安全移除后 10 分钟内未拔出设备，设备将重新调整为可用状态，LED 变为红灯闪烁。
——或——
USB 设备已插入但无法调整到可用状态。需要拔出该设备并更换为其他设备或重新格式化。

5.8 存储介质弹出 LED

NOTICE

备注：AMU-24 会自动检测 SD 卡的插入并开始准备存储数据。

- ● **熄灭**——未检测到 SD 卡。
——或——
SD 卡已准备就绪或正在用于归档，此时不能安全取出。因为在归档数据期间取出 SD 卡可能导致数据丢失或损坏。
- ● **红灯闪烁**——SD 卡已插入，正在准备使用。
——或——
按下了 SD 卡旁边的按钮，或单击了 [Maintenance](#) 页面上的 **Removable Media Eject** 按钮，SD 卡正在准备安全移除。AMU-24 将尝试为安全移除 SD 卡做好准备。如果 2 分钟后仍有文件正在归档到 SD 卡，SD 卡将恢复为可用状态，LED 变为红灯常亮并持续 10 分钟后熄灭。如果出现此情况，请按弹出按钮重试。
——或——
同时按住 SD 卡和 USB 设备旁边的两个按钮超过 6 秒然后松开，AMU-24 将启动安全关机。关机过程中两个 LED 将红灯闪烁，然后熄灭。
- ● **红灯常亮**——SD 卡已准备就绪或正在使用，此时不能安全取出。此状态持续 10 分钟后，LED 将由红灯常亮变为熄灭以节省电量。
- ● **绿灯常亮**——按下了 SD 卡旁边的按钮，或单击了 [Maintenance](#) 页面上的 **Removable Media Eject** 按钮，SD 卡已准备好可安全移除，现在可以安全取出 SD 卡。
如果在准备好安全移除后 10 分钟内未取出 SD 卡，SD 卡将重新调整为可用状态，LED 变为红灯闪烁。
——或——
写入 SD 卡时发生错误。

6 使用 Web 界面

连接设备并完成配置后，您可以使用 Web 界面执行以下操作：

- [监控设备的状态和健康信息](#)
- [查看和声明事件](#)
- [校准已连接的传感器](#)
- [查看波形数据](#)
- [执行维护任务](#)

6.1 监控仪器状态与健康信息

除了监控 AMU-24 的 LED 指示灯外，您还可以通过 Health 页面查看设备的近实时状态和健康信息来监控设备的整体运行状况。所有异常项目均以**红色**标示。页面右下角会显示信息的最后更新时间。

Health 页面的各个部分按组件分类，分别显示 AMU-24 当前的健康状态和运行状况。

NOTICE

备注：您可以在任何页面通过查看页面顶部的状态栏来快速检查设备的健康状况。状态栏的第一部分同时显示文本和图标，用于指示设备的当前状态。

6.1.1 事件

最近事件 (Most recent)

显示最近一次事件的日期，以及峰值地面加速度 (PGA)、峰值地面速度 (PGV) 和峰值地面位移 (PGD)。

事件归档 (Events archive)

显示事件归档和 SD 卡的状态。可能的状态如下：

- **Not started**——以下情况将导致显示此状态。请注意，当事件归档状态为“Not started”时，不应取出 SD 卡：
 - 事件数据归档已启用，设备正在响应检测到 SD 卡而启动归档。
 - 设备已准备好向 SD 卡归档，正在响应事件数据归档被设置为启用而启动归档。
 - 归档暂时停止，正在准备格式化、修复或弹出 SD 卡。
- **Archive OK**——SD 卡正在归档事件数据或已准备好归档事件数据，且上一次事件已成功归档。
- **No archive media**——SD 卡缺失或当前 SD 卡存在写入错误。请插入未锁定的 SD 卡、[禁用事件数据归档](#)，或更换/重新格式化当前 SD 卡。如果 SD 卡已插入但仍出现此错误，可能是因为 SD 卡处于写保护状态，请取出 SD 卡并解锁后重新插入。
- **Archive error**——归档已损坏或发生了其他错误。请更换或重新格式化当前 SD 卡。
- **Archive full**——SD 卡已满，无法再归档更多事件数据。请更换当前 SD 卡或[删除卡中的部分归档数据](#)。
- **Disabled**——AMU-24 未[配置为将事件数据归档到可移动 SD 卡](#)。

触发窗口 (Trigger window)

各通道的**触发开启**时间必须落入的时间窗口（以秒为单位），以便将这些通道纳入同一事件。

表决阈值 (Voting threshold)

AMU-24 的每个通道可以为事件声明投出指定数量的票数，表决阈值是声明事件所需的最低总票数。

您可以配置每个通道对事件声明投出的票数，也可以配置表决阈值。为确保事件声明的准确性，建议将不希望影响事件声明的通道设置为零票，并为噪声较大位置的通道设置较低的票数。

触发检测器 (Trigger detectors)

显示检测器 1/检测器 2/检测器 3 的触发设置。可能的值如下：

- 连字符 (-) ——表示该检测器未启用。
- 以 g 为单位的数值——表示已配置的阈值。
- 数值——表示已配置的 STA/LTA 比值。

有关如何启用和配置检测器的更多信息，请参阅“[触发检测器](#)”。

6.1.2 设备

系统——运行时间 (System —Uptime)

AMU-24 自上次上电以来经过的时间。

系统——数据流速率 (System —Streaming rate)

所有已启用数据流处理器的合并数据包速率。

系统——已启用的数据流处理器 (System —Enabled streamers)

已启用的数据流处理器总数。

系统——配置状态 (System —Configuration)

配置设置的当前状态。

如果您已对配置设置应用了更改但尚未提交 (Commit)，此值将显示为**红色**。如果在 AMU-24 下次重启之前未提交这些未保存的更改，则更改将丢失。

系统——固件版本 (System —Firmware)

当前活动固件的版本号。

NOTICE

备注：如果显示 `testcode`，表示您已升级固件但尚未通过提交使其永久生效。请导航至 Maintenance 页面，在 Firmware 部分单击 **Commit** 以提交新固件。

环境——功耗 (Environment —Power consumption)

AMU-24 的功耗，以瓦特 (W) 为单位。

NOTICE

备注：系统电流显示在工具提示中。

环境——供电电压 (Environment –Supply voltage)

电源为 AMU-24 供给的电压值。

环境——温度 (Environment –Temperature)

AMU-24 的内部温度。

内部温度可能比环境温度高出数度。

6.1.3 存储**存储卡——状态 (Media Card –Status)**

可移动存储卡的状态。可能的状态如下：

- **Ejecting**——SD 卡正在准备从设备中安全移除（详情请参见“取出或更换 SD 卡”）。
- **Formatting**——SD 卡正在被擦除并重新格式化为新的文件系统，以准备使用（详情请参见“格式化 SD 卡”）。
- **Media error**——以下情况将导致显示此状态，请修复、重新格式化或更换当前 SD 卡：
 - SD 卡已损坏。
 - SD 卡写入出错。此错误可能由 SD 卡处于写保护状态引起，请取出 SD 卡并解锁后重新插入。
- **Media not present**——设备中未检测到 SD 卡。请插入 SD 卡或禁用数据归档（详情请参见“事件数据归档”和“连续数据归档”）。
- **Media OK**——SD 卡正在归档数据或已准备好归档数据。
- **Mounting**——已检测到插入的 SD 卡，正在准备使用（详情请参见“插入 SD 卡”）。
- **Repairing**——SD 卡的文件系统正在修复。如果 SD 卡已损坏，此状态可能会自动出现（详情请参见“修复 SD 卡”）。
- **Safe to remove**——SD 卡已弹出且不再使用，可以安全取出。请注意，如果 SD 卡在 10 分钟内未被取出，状态将变为“Mounting”。

存储卡——连续数据归档 (Media Card –Continuous archive)

连续数据归档的状态。可能的状态如下：

- **Not started**——以下情况将导致显示此状态。请注意，当连续数据归档状态为“Not started”时，不应取出 SD 卡：
 - 连续数据归档已启用，设备正在响应检测到 SD 卡而启动归档。
 - 设备已准备好向 SD 卡归档，正在响应连续数据归档被设置为启用而启动归档。
 - 归档暂时停止，正在准备格式化、修复或弹出 SD 卡。
- **Archive OK**——SD 卡正在归档数据或已准备好归档数据，且最新数据已成功归档。
- **No archive media**——SD 卡缺失或当前 SD 卡存在写入错误。请插入未锁定的 SD 卡、禁用数据归档，或更换/重新格式化当前 SD 卡。如果 SD 卡已插入但仍出现此错误，可能是因为 SD 卡处于写保护状

态，请取出 SD 卡并解锁后重新插入。

- **Archive error**——归档已损坏或发生了其他错误。请更换或重新格式化当前 SD 卡。
- **Archive full**——SD 卡已满，无法再归档更多 MiniSEED 数据。请更换当前 SD 卡或删除卡中的部分归档数据。
- **Disabled**——AMU-24 未配置为将数据文件归档到可移动 SD 卡。

存储卡——包含事件 (Media Card —Contains events)

指示可移动 SD 卡中是否包含事件。

存储卡——已用空间百分比 (Media Card —Percentage used)

可移动存储卡已使用空间占总空间的百分比。

NOTICE

备注：可移动存储卡的总容量显示在工具提示中。

内部存储——状态 (Internal Storage —Status)

AMU-24 内部存储¹的状态。可能的状态如下：

- **Store recording**——内部存储运行正常，正在记录数据。
- **Store reindexing**——内部存储中的索引正在重新计算并与实际可用数据进行同步。根据内部存储中的数据量，重新索引可能需要长达 8 小时。重新索引期间数据将继续生成且不会丢失，但在索引完成之前，您将无法执行涉及内部存储的其他操作。
- **Store not ready**——内部存储尚未准备好记录，因为正在进行调整大小、创建、重新格式化或重建操作。
- **Not enough space**——内部存储空间不足以容纳预定的完整容量，但将继续以缩减的最大容量正常运行。
- **No Store**——内部存储已损坏或缺失。如果看到此状态，请联系 SmartSolo 技术支持。
- **Store wrapping**——内部存储运行正常并正在记录数据，但存储已达到最大容量，现在以环形缓冲区方式运行，将覆盖最旧的数据。

内部存储——容量 (Internal Storage —Size)

内部数据存储区的大小。此信息也显示在概览页面上。请注意，报告的容量将小于内部存储介质的总大小，因为部分空间保留用于日志和其他系统文件。

内部存储——记录速率 (Internal Storage —Recording rate)

数据包写入内部存储的速率。

6.1.4 数据

采样率 (Sample rate)

¹设备会将其接收到的所有数据写入主内部存储。该内部存储的工作方式类似于环形缓冲区：当存储空间已满时，将从头开始覆盖最旧的数据。

AMU-24 主通道每秒采集的样本数量，以赫兹 (Hz) 为单位。

辅助采样率 (Secondary sample rate)

AMU-24 辅助通道 (如已启用) 每秒采集的样本数量，以赫兹 (Hz) 为单位。

灵敏度 (Sensitivity)

系统的整体灵敏度，以计数/ (m/s²) 表示。

NOTICE

备注：Health 页面上显示的灵敏度值可能与响应文件中显示的值略有不同。例如，Health 页面上显示的灵敏度值 3.01E8 cnt/(m/s) 在相关响应文件中可能显示为 2.989933E08。响应文件中显示的略低值反映了由地震计输出阻抗和 AMU-24 输入阻抗引起的轻微衰减。响应文件将包含一个表示此调整的响应阶段。

传感器模式 (Sensor Mode)

AMU-24 水平和垂直通道的模式，以 g 为单位。

6.1.5 时间

状态 (Status)

用于为仪器生成数据时间戳的内部系统时钟的状态。可能的状态如下：

- **Time Init**——设备刚刚上电，正在尝试将时间同步到已配置的时间源。
- **Time OK**——内部系统时钟的授时质量已达到配置规格要求的精度范围内。
- **Antenna short**——如果 GNSS 为已配置的时间源，GNSS 接收机检测到天线短路。
- **No antenna**——如果 GNSS 为已配置的时间源，GNSS 接收机检测到天线未连接或未吸取电流。
- **Time Server Unreachable**——时间源配置为 PTP 或 NTP，但无法建立与时间源的网络连接。
- **Time error**——以下任一情况将导致显示时间错误状态：
 - 如果 GNSS 为已配置的时间源：GNSS 接收机未锁定且已过初始化阶段 (设备上电后的前 10 分钟)，且建模的时间不确定度超过 1000 μ S。
 - 如果 PTP 为已配置的时间源：已配置的 PTP 服务器可达且已过初始化阶段 (设备上电或重新配置后的前 90 秒)，且时间不确定度超过 1000 μ S。
 - 如果 NTP 为已配置的时间源：已配置的 NTP 服务器可达且已过初始化阶段 (设备上电或重新配置后的前 5 分钟)，且时间不确定度超过 5000 μ S。

另请参阅“时间源”。

NOTICE

备注：在以下条件下，设备将检查 UTC¹是否发生了时间阶跃 (引入正闰秒)：设备首次上电时；设备长时间关机后重新启动时；设备从 GNSS 以外的时间源同步切换到 GNSS 同步时。设备完成此检查大约需要 13 分钟，在检查完成之前，授时状态将显示为**红色**。国际地球自转与参考系统服务 (IERS) 通过公

告发布闰秒信息。

不确定度 (Uncertainty)

内部系统时钟相对于其时间源的时间不确定度估算值，基于测量误差、时钟漂移和温度波动等因素。例如：

- 如果已配置的时间源为 GNSS、PTP 或 NTP 且具有良好的时间，则不确定度是数字化器时钟与时间源之间测量误差的函数。
- 如果已配置的时间源为 GNSS 周期性工作模式（且 GNSS 处于关闭周期），或时间源为自由运行模式，或网络时间源未提供良好的时间，则允许数字化器时钟漂移。此时，不确定度将以温度波动和漂移持续时间为函数进行累积。

有关不同时间源的典型时间不确定度，请参阅“授时精度”。

GNSS 位置 (GNSS Location)

本部分的字段描述仪器的 GNSS 定位地理位置，包括地球坐标和海拔高度，以及用于定位计算的 GNSS 卫星数量。GNSS 经纬度坐标使用世界大地坐标系 (WGS84) 参考坐标系统。

请注意：如果已配置的时间源不是 GNSS，则不会显示 GNSS 位置字段。

有关配置信息，请参阅“时间源”。

用户定义位置 (User-defined Location)

本部分的字段描述用户配置的仪器地理位置，包括地球坐标和海拔高度。

如果用户尚未配置位置，用户定义位置字段将显示“Not configured”。

更多信息请参阅“位置配置”。

GNSS 卫星 (GNSS satellites)

如果已配置的时间源为 GNSS，则显示 GNSS 接收机用于位置和授时计算的卫星数量。

设备启动时，其 GNSS 接收机需要锁定至少四颗不同卫星的信号，才能计算三维定位，包括纬度、经度和海拔高度。如果可见卫星少于四颗，请重新调整天线位置，使其能够充分观测开阔天空。

地球坐标 (Earth location)

仪器的纬度和经度。如果 GNSS 为已配置的时间源，这些值显示在“GNSS 位置”下；如果用户已配置纬度、经度和海拔高度，则显示在“用户定义位置”下。

海拔高度 (Elevation)

仪器的海拔高度。如果 GNSS 为已配置的时间源，此值显示在“GNSS 位置”下；如果用户已配置纬度、经度和海拔高度，则显示在“用户定义位置”下。GNSS 使用世界大地坐标系 (WGS84) 参考椭球体/基准面定义海拔高度。因此，海拔高度定义为椭球面以上的高度（而非平均海平面以上的高度）。

¹协调世界时 (Coordinated Universal Time)

6.1.6 告警

告警部分提供近期系统相关事件的列表，例如启动、关机和配置更改等。

6.2 事件检测与声明

AMU-24 的各通道对时间序列数据进行连续数字化，并将数据记录到内部存储¹中。您可以配置 AMU-24 将该时间序列数据流传输到其他设备或应用程序，和/或归档到可移动存储卡中。您还可以通过 Maintenance 页面上的选项从设备下载数据。

如果您希望 AMU-24 在连续记录时间序列数据的同时检测和声明事件，则需要为一个或多个时间序列通道启用检测器，并为所有已启用检测器的通道分配票数。AMU-24 通过检测器与表决系统相结合的方式声明事件。检测器是应用于通道的一种算法，基于已配置的阈值或已配置的 STA/LTA 比值。当通道检测器检测到阈值或 STA/LTA 比值被超过时，将为该通道生成一个触发。AMU-24 收到此触发后，会计算分配给生成该触发的通道的票数。如果票数等于或大于已配置的所需票数，则以触发的日期和时间声明事件。如果票数不足，AMU-24 将在配置的时间段内等待额外触发（以允许传输延迟）。如果在配置的时间段内未收到足够的票数，触发将被丢弃且不声明事件。如果收到足够的票数，则声明事件并将其写入内部存储，同时在 Events 页面上发布。如果已配置，事件的时间序列数据也会写入可移动存储卡。

事件声明可以仅使用 AMU-24 的本地通道在本地进行，也可以通过启用跨网络共享触发的选项，在多台设备之间跨网络进行。

您可以在 Events 页面上查看已声明事件的信息、从网络中的设备本地下载事件，如有需要还可以手动声明事件。您可以查看右下角的“最后更新”（Last updated）信息以了解数据的时效性。

6.2.1 查看和管理事件

Events 页面显示内部存储中记录的每个事件²的日期和时间，以及峰值地面运动数据参数、原因与来源，以及该事件的触发³次数。同时还显示事件是否已归档到可移动存储介质。如果 AMU-24 已配置为自动将事件归档到 SD 卡，则所有已声明的事件将同时存在于 SD 卡和内部存储中。

下载已归档事件

您可以将任何已归档到可移动 SD 卡的事件下载到本地计算机。可用格式取决于事件数据归档的配置。要下载已归档的事件，请选中要下载的事件旁边的复选框，然后单击 **Download**。

已归档的事件将以压缩文件（.zip）的形式下载到本地，其中包含所有可用格式。

NOTICE

备注：您无法在 Events 页面上下载仅存储在内部存储中的事件，但可以在 Maintenance 页面上从内部存储中提取数据。

¹设备会将其接收到的所有数据写入主内部存储。该内部存储的工作方式类似于环形缓冲区：当存储空间已满时，将从头开始覆盖最旧的数据。

²由仪器使用表决系统和阈值或 STA/LTA 触发算法检测和声明的地震活动。

³当一个或多个通道的 STA/LTA 比值超过已配置的触发比值，或已配置的阈值被超过时，仪器生成的消息。每个触发被分配一定数量的票数（在源设备上），用于对事件声明进行投票。

NOTICE

备注：您可以导航至 Events 页面，单击 Download 列中的下载 seed 文件来本地下载事件。

通过安全 FTP 下载事件

您可以使用安全 FTP¹连接和您选择的 FTP 客户端应用程序，以只读权限登录设备并从 SD 卡下载 MiniSEED 事件数据。

登录设备后，您可以在 SD 卡的以下位置找到 MiniSEED 事件数据：

```
/var/archive/events
```

NOTICE

备注：设备必须安装 SD 卡且必须配置为归档数据（请参见“事件数据归档”和“连续数据归档”）才能使用此功能。您必须使用校准用户账户（用户名：calibration，密码：calibrate）登录设备才能通过安全 FTP 下载事件。

WARNING

注意：为增强网络安全性并降低未经授权访问 AMU-24 的风险，强烈建议您在首次登录后立即修改所有默认密码。详情请参见“密码说明”。

删除已归档事件

您无法删除仅存储在内部存储中的事件，但可以删除已归档到可移动 SD 卡上的任何事件。删除事件有两种方式：

- 选中要删除的事件旁边的复选框，然后单击 **Delete**。
——或——
- 单击 **Delete all event archives** 按钮以删除 SD 卡上的所有现有内容。

NOTICE

备注：您必须使用 admin 用户账户登录才能删除 SD 卡上的所有事件归档，并且必须确认此操作，因为该操作不可撤销。

WARNING

注意：为增强网络安全性并降低未经授权访问 AMU-24 的风险，强烈建议您在首次登录后立即修改所有默认密码。详情请参见“密码说明”。

¹文件传输协议 (File Transfer Protocol)

6.2.2 手动声明事件

如果您知道发生了地震事件但由于某些原因未被自动声明为事件（例如，投出的票数不足以声明事件或表决阈值设置过高），您可以在 Events 页面上手动声明事件。手动声明基于内部存储中的历史数据。

您必须使用 admin 用户账户登录后才能声明事件。

⚠ WARNING

注意：为增强网络安全性并降低未经授权访问 AMU-24 的风险，强烈建议您在首次登录后立即修改所有默认密码。详情请参见“[密码说明](#)”。

单击 **Declare Event** 后，事件将立即出现在 Events 页面的事件列表中。一旦事件成功从内部存储中提取，您即可下载该事件并查看其峰值地面运动参数。如果 AMU-24 已配置为归档事件数据，该事件也将归档到可移动 SD 卡上。Source 列将帮助您区分自动声明的事件与手动声明的事件（显示为“user”）。

6.3 校准说明

校准功能允许您向传感器输入电测试信号以模拟地面运动。测量由此产生的输出以验证功能、灵敏度和/或频率响应。对于高质量仪器，这些参数通常随时间保持稳定，因此如果仪器最初满足制造商规格且未受损坏，则无需重新校准。但是，如果怀疑仪器在多次部署后可能存在缺陷或损坏，校准可作为有用的质量控制检查手段。此外，如果初始灵敏度和频率响应不在可接受参数范围内，可能需要校准仪器以提供正确的响应元数据。

AMU-24 数据记录器可以生成并输出模拟信号，应用于内部传感器进行校准。该信号由 AMU-24 回放预装的数字校准文件产生，该文件包含数字时间序列波形，被送入内部数模转换器（DAC）并应用于传感器。数字校准文件可以包含任何所需的波形，如正弦波、阶跃函数、随机噪声或伪随机二进制序列（PRBS）。

校准从 AMU-24 Web 界面的 Waveform 页面启动。选择并播放校准文件，仪器输出可在波形显示中实时观察，同时被记录以供后续分析。详情请参见“[执行仪器校准](#)”。

AMU-24 随附以下示例校准文件，可用于通过检查输出波形来直观验证仪器功能和近似灵敏度：

- 文件 `sine_2g_30s` 生成幅度为 2 g、持续 30 秒的 1 Hz 正弦波。
- 文件 `step_0g_to_2g_15s` 生成 15 秒的 0 g 信号，随后是持续 15 秒的正 2 g 阶跃函数。

通过向仪器施加宽频带（多频率）输入并使用合适的后处理软件分析输出数据，可以实现更精密的频率响应测量。通常，校准软件会计算传递函数（幅度增益和相移作为频率的函数），并拟合零极点以生成被测仪器的自定义响应元数据。输入函数的形式和参数（单脉冲、PRBS、扫频正弦或随机噪声）将取决于所用软件的具体要求。详情请参见“[创建自定义校准信号文件](#)”。

6.3.1 执行仪器校准

在校准仪器之前，您需要一个校准信号文件。您可以使用 AMU-24 随附的校准信号文件，也可以创建自己的校准信号文件。详情请参见“[创建自定义校准信号文件](#)”。

要校准仪器，请按以下步骤操作：

(1) 使用 admin 用户账户登录 AMU-24。详情请参见“[登录 AMU-24 Web 界面](#)”。

⚠ WARNING

注意：为增强网络安全性并降低未经授权访问 AMU-24 的风险，强烈建议您在首次登录后立即修改所有默认密码。详情请参见“[密码说明](#)”。

- (2) 导航至 Waveform 页面，从 **Signal file** 下拉列表中选择文件。
- (3) 如果希望在校准过程中创建校准事件，请选中 **Create event** 复选框。此校准事件的持续时间基于信号文件的持续时间加上事件前和事件后时间。
- (4) 单击“开始校准”按钮。校准完成后，您可以从 Events 页面下载校准事件（校准事件将在 Cause @ Source 列中显示“Calibration @”）。

📄 NOTICE

备注：校准开始时，可能会产生 1 至 2 秒的小信号偏移，然后校准信号文件的第一个采样点会精确地在某一秒的起始时刻驱动。该秒至少在单击“开始校准”按钮后 5 秒。

6.3.2 创建自定义校准信号文件

您可以使用以下两种方法之一创建自定义校准信号文件：

- 要手动创建自定义校准信号文件，请使用以下文件格式信息和任何可导出原始（无头）音频文件的软件（如 Audacity®）。创建完成后，将自定义校准信号文件上传到 AMU-24。
- 要使用提供的 Ruby 脚本创建自定义校准信号文件，请按以下步骤操作：
 - (1) 在浏览器地址栏中输入以下内容下载脚本：

```
http://<AMU-24 的 IP 地址 >/calibration/create_accelerometer_calibration_signal
```

- (2) 运行脚本，指定以下参数：信号类型（sine 或 step）、持续时间（秒）、幅度（g）、输出文件名。
- (3) 创建完成后，将自定义校准信号文件上传到 AMU-24。

📄 NOTICE

备注：可上传到 AMU-24 的自定义校准文件最大总大小为 50 MB（约 14 分钟校准时间）。

参数	文件格式信息
格式	未压缩原始数据 (Uncompressed raw)
文件头	无
编码	有符号 16 位整数 (仅使用最高有效 14 位)
字节序	小端序 ¹ (多字节值的字节按从最低有效到最高有效的顺序排列)
通道数	1
起始偏移	0 字节
采样率	30 000 Hz
输出信号	最大输出信号 (-2 g) 对应最大值 (32 767)

值 (二进制补码)	输出信号
-32768 (0x8000)	+2 g
0 (0x0000)	0 g
32767 (0x7FFF)	-2 g

6.3.3 上传自定义校准信号文件

创建自定义校准信号文件后，您可以使用基于 SSH²的文件传输协议（如 SFTP³或 SCP⁴）上传该文件。

参数	文件传输协议信息
协议	SFTP 或 SCP
主机名	AMU-24 的 IP 地址
端口号	22
用户名	calibration
密码	calibrate (默认)
上传位置	/usr/share/smartsolo/calibration

¹小端序 (Little-endian): 多字节值的字节按从最低有效到最高有效的顺序排列。

²安全外壳协议 (Secure Shell)

³SSH 文件传输协议 (SSH File Transfer Protocol)

⁴安全拷贝协议 (Secure Copy)

 CAUTION

注意：升级 AMU-24 固件后，您需要重新上传自定义校准信号文件，因为在升级过程中该文件将被覆盖。

6.4 近实时查看数字化波形

通过在 Waveform 页面上查看数字化波形，您可以近实时地观察 AMU-24 正在记录的传感器信号。AMU-24 的每个通道在具有时间刻度的数据绘图上显示一条水平信号线。

 CAUTION

注意：如果同时在两个以上的 Web 界面上查看波形，将会显示错误消息“接收波形数据时发生错误”。

如果传感器需要校准，您还可以从此页面使用校准信号文件执行传感器校准。详情请参见“校准说明”。

6.4.1 查看波形数据

Waveform 页面为 AMU-24 的每个通道显示一条近实时的水平信号线（或波形轨迹）。为确保波形正确显示，请确保已安装以下浏览器之一：Chrome 16 或更高版本、Firefox 11 或更高版本，或 Safari 7 或更高版本。

 CAUTION

注意：如果同时在两个以上的 Web 界面上查看波形，将会显示错误消息“接收波形数据时发生错误”。

波形轨迹在显示时会移除直流偏移，以便在信号中存在较大直流偏移时方便查看（这仅用于显示，不会改变实际记录或流传输的信号）。所有轨迹的起止时间相同，起始时间显示在数据绘图的左下角，时间向右递增。当前时间刻度显示在数据绘图底部的当前时间与加减按钮之间。您可以单击加减按钮来增大或减小时间刻度。

- 单击数据绘图底部的暂停按钮或单击任意波形轨迹可暂停显示。暂停时，波形轨迹颜色变为蓝色。
- 单击后退或快进按钮，或在波形轨迹上单击并拖动光标，可在时间上前后移动。缓冲的数据量将限制您可以回退的时间范围。
- 每条波形轨迹绘图的左上角显示 SCNL¹和采样率，以及均值、均方根（RMS）、最小值和最大值。您可以使用均值来配置通道偏移设置。

6.5 执行维护任务

您可能需要不时执行简单的维护任务，以确保 AMU-24 持续正常运行。这些任务包括手动设置设备时间、升级固件，以及从 AMU-24 的内部存储或 SD 卡归档中提取时间序列、SOH 或响应文件。您可以在 Maintenance 页面上执行这些任务，还可以下载日志文件、格式化或修复 SD 卡、重启/关闭 AMU-24，以及重新索引或重建 AMU-24 的内部存储。

您必须使用 admin 用户账户登录才能执行 Maintenance 页面上的任何任务。

¹SCNL: 台站 (Station)、通道 (Channel)、网络 (Network)、位置 (Location) 的缩写。

⚠ WARNING

注意：为增强网络安全性并降低未经授权访问 AMU-24 的风险，强烈建议您在首次登录后立即修改所有默认密码。详情请参见“[密码说明](#)”。

⚠ CAUTION

注意：仅当您与 AMU-24 处于同一位置时，才应在 Maintenance 页面上单击 Shutdown，因为无法远程开启设备电源。

6.5.1 设置设备时间

如果已配置的时间源为自由运行 (Free running) 模式，您可以手动将仪器时间设置为指定值，或对 AMU-24 时间与已配置的 NTP 服务器进行一次性同步。

手动设置仪器时间：

- (1) 访问 AMU-24 的 Web 界面，导航至 Maintenance 页面的 Instrument Time 部分。
- (2) 输入日期 (yyyy-mm-dd) 和时间 (hh:mm:ss)。
- (3) 单击 **Set time** 按钮。仪器时间将同步到配置的日期和时间，随后进入自由运行模式。

通过 NTP 服务器同步设置仪器时间：

- (1) 访问 AMU-24 的 Web 界面，打开 Configuration 对话框。
- (2) 从左侧面板中选择 **Timing and Location**，确保已配置 NTP 服务器地址。
- (3) 在 Web 界面上，导航至 Maintenance 页面的 Instrument Time 部分。
- (4) 单击 **Set time using NTP** 按钮。仪器时间将通过与已配置的 NTP 服务器进行一次性同步来设置，随后进入自由运行模式。

有关配置授时的信息，请参阅“[时间源](#)”。

6.5.2 固件升级

📄 NOTICE

备注：升级 AMU-24 固件之前，请参阅特定固件版本的发行说明，了解建议和特殊注意事项。

📄 NOTICE

备注：Maintenance 页面上的 **Delete** 按钮用于删除固件安装包，不会删除实际固件。如果内部存储中不存在固件安装包，则 Delete 按钮处于禁用状态。

要升级固件，请按以下步骤操作：

- (1) 联系 SmartSolo 技术支持获取最新的固件升级包 (.tgz 文件)，并下载到您的计算机。

- (2) 访问 AMU-24 的 Web 界面，导航至 Maintenance 页面的 Firmware 部分。
- (3) 如有需要，单击 **Commit** 按钮使当前活动固件永久生效。

NOTICE

备注：如果当前加载的固件已被提交，则 Commit 按钮处于禁用状态。您也可以从 Health 页面的 Device 部分验证固件是否已提交。

- (4) 如果 Available Firmware 字段显示了先前上传的安装包版本号，请单击 **Delete** 按钮将安装包从 AMU-24 中删除。如果不存在安装包，Available Firmware 列表处于禁用状态。

NOTICE

备注：AMU-24 上只能存在一个安装包。必须删除先前版本后才能上传最新的固件安装包。删除先前上传的固件安装包不会影响 AMU-24 的运行。

- (5) 上传并提交最新固件到 AMU-24：
 - a. 单击 **Choose file** 按钮，选择要上传到 AMU-24 的新固件安装包。
 - b. 单击 **Upload** 按钮。上传成功后将显示提示消息。
 - c. 单击 **OK** 按钮确认上传，并从 Available firmware 列表中选择该版本。
 - d. 单击 **Apply** 按钮临时安装固件。升级必须先应用才能提交。安装进度显示在安装日志中。

CAUTION

注意：此操作需要几分钟时间。AMU-24 完成固件安装后将自动重启。在 AMU-24 完成固件安装并重启之前，请勿离开 Maintenance 页面。

- e. AMU-24 重启后，导航至 Maintenance 页面的 Firmware 部分，单击 **Commit** 按钮以确保新升级的固件已安装。
- (6) 固件提交后，安装包不再需要。单击 **Delete** 按钮将固件安装包从 AMU-24 中删除。

NOTICE

备注：删除固件安装包不会影响 AMU-24 的运行。

6.5.3 提取内部存储数据

除了将数据从 AMU-24 流传输到网络设备以及将数据归档到可移动 SD 卡外，您还可以通过 Maintenance 页面将时间序列和 SOH 数据从 AMU-24 的内部存储直接下载到计算机。

指定提取的日期和时间范围时，请注意内部存储在存满时会进行环形覆盖，覆盖最旧的数据。内部存储的覆盖频率显示在 Health 页面的 Internal Storage 部分。

NOTICE

备注：同一时间只能从一台 AMU-24 运行一个数据提取请求。任何后续提取请求将在当前下载完成后处理。

SOH 浮点值（如传感器 SOH 电压、外部 SOH 电压、供电电压和总电流）在下载的数据文件中记录的精度位数多于实际需要，不代表测量的实际精度。

从内部存储提取 MiniSEED 数据

从 Maintenance 页面下载单个 MiniSEED 文件中，MiniSEED 记录使用 6 位数字进行编号。达到 100 万条记录的限制后，编号序列将从头开始，导致记录编号不唯一。某些工具可能无法打开包含超过 100 万条记录的单个文件。选择要从内部存储提取的 MiniSEED 数据后，如果 AMU-24 判断数据提取请求可能超过 100 万条记录，将显示错误消息。

使用以下建议配置数据请求，使单个文件中下载的 MiniSEED 记录少于 100 万条：

- 选择不同的数据文件长度（建议选择“**One file**”）
- 选择更少的通道进行数据提取下载
- 缩短数据提取的时间范围

当请求的 MiniSEED 记录数降至 100 万以下时，错误消息将消失。单击 **Download** 按钮提取请求的数据。

6.5.4 下载日志文件

如果需要故障排除，您可以在 Maintenance 页面的 Download files 部分单击 **Log files** 来查看 AMU-24 的系统日志。日志文件显示后，通常可以在窗口中右键单击将系统日志另存为 *.txt 文件。请注意，此方法适用于 SmartSolo 推荐的浏览器，其他浏览器的保存方式可能不同。

6.5.5 下载归档文件

如果 SD 卡已安装并配置为归档连续数据和/或事件数据及 SOH 数据，您可以定期下载归档文件。

在 Maintenance 页面的 Download Files 部分，单击 **Archive files**。

归档内容将在浏览器的新选项卡中打开，您可以选择要下载的文件。

CAUTION

注意：SD 卡上的 .store 目录是 AMU-24 保留用于备份存储的文件系统。请勿删除 .store 目录或修改其中的文件。保护数据的最佳方式是将连续归档配置到 SD 卡。更多信息请参见“**数据存储**”。

连续数据存储按日期标记的目录中。事件数据包含在 events 目录中。如果您在连续归档和/或事件归档中启用了 SOH，将在这些归档中看到 soh 子目录。

NOTICE

备注：使用此方法一次只能下载一个归档文件。作为替代方案，您可以使用安全 FTP 和您选择的 FTP 客户端下载多个文件。

归档文件中的异常数据

意外断电可能导致少量垃圾数据（约 32 kB）被添加到断电时正在写入的归档文件中。这些垃圾数据可能显示为一系列“0”。如果 SD 卡归档介质此前已被使用过，数据可能显示为随机值。

这些无关的垃圾数据可能影响某些软件工具对生成的归档文件的可读性。

6.5.6 下载通道响应文件

使用 SEED 响应文件访问仪器的传递函数响应信息。这些响应文件按照 SEED 格式 2.4 版本描述传感器和数字化器的信号输入/输出响应（详见 [SEED 手册](#)）。SEED 响应信息可以以原生 dataless SEED 格式或 RESP 格式（可读文本）提取。

您可以从以下位置下载响应文件：

- 直接从 AMU-24 获取当前仪器配置的响应文件：
 - 在 Maintenance 页面上（如下所述），或
 - 使用仪器响应 API。
- 获取一组标准配置的响应文件：
 - 从 SmartSolo 客户支持网站获取。
 - 从 IRIS DMC 地震仪器标称响应库获取：<http://ds.iris.edu/NRL/>。

要直接从仪器下载通道响应数据：

- (1) 在 Maintenance 页面的 Channel Response 部分，从 **Choose response file format** 下拉列表中选择所需的文件格式。
- (2) 单击 **Download** 按钮。包含每个通道一个响应文件的 zip 文件将下载到浏览器的下载位置。

您还可以使用仪器响应 API 下载整体仪器响应。

请注意，从 AMU-24 下载的响应文件反映的是发起下载时 AMU-24 的配置，包括 SCNL、地理位置以及 AMU-24 内部数字化器和加速度计的响应。Start-time 字段填入发出响应创建请求的时间，End-time 字段保持空白。地理位置包含在 Dataless SEED 格式中但不包含在 RESP 格式中；如果已配置手动地理位置则使用手动配置值，否则使用 GNSS 定位的地理位置（如可用）。

6.5.7 可移动存储介质

Maintenance 页面的 Removable Media 部分提供以下功能：

- SD 卡的状态和已用内存百分比信息。
- 以 FAT32 格式远程重新格式化 SD 卡的功能。
- 对 SD 卡运行文件系统检查的修复功能。

ADVICE

建议： SmartSolo 建议您在尝试重新格式化 SD 卡之前先尝试修复。格式化 SD 卡应作为最后手段，因为重新格式化时 SD 卡上之前保存的所有数据将被删除。

格式化 SD 卡

在 Maintenance 页面上选择 FAT32 并单击 **Format** 以格式化 SD 卡。SD 卡上的所有数据将被永久删除，并建立新的文件系统用于读写数据。

修复 SD 卡

在 Maintenance 页面上单击 **Repair** 按钮修复 SD 卡时，AMU-24 将对 SD 卡运行文件系统检查，并在可能的情况下修复文件系统。

6.5.8 维护内部存储

通常，仅在 SmartSolo 技术支持人员指示进行故障排除时，才需要执行内部存储维护任务。这些任务涉及使用 Maintenance 页面上的 Internal Storage Tools 对内部存储介质中的数据存储区（Store）进行重新索引或重建。有关内部存储的更多信息，请参阅“[数据存储](#)”。

重新索引存储区

要重新索引位于内部存储介质上的存储区，请在 Maintenance 页面上单击 **Reindex**。存储区内的索引将被重新计算并与实际可用数据进行同步。根据存储区中的数据量，重新索引可能需要较长时间。重新索引期间数据将继续生成且不会丢失。

重建存储区

要重建存储区，请在 Maintenance 页面上单击 **Re-create**。存储区中的所有数据将被永久删除，并创建一个新的存储区。

内部存储故障处理

当内部存储发生故障时，设备上的状态 LED 将闪烁红灯，Health 页面上将显示警告消息，指示数据正在写入 RAM 中的临时位置。

RAM 中的备用存储区主要用于在使用连续数据流传输的部署中，回填网络中断期间丢失的有限数据。

任何已配置的数据流处理器不受内部存储故障的影响。

应如何处理？

- 联系 SmartSolo 技术支持。支持人员将指导您进行后续步骤，可能包括重新索引或重建存储区，或更换闪存介质。

6.5.9 重启或关闭 AMU-24

在从 Maintenance 页面关闭或重启 AMU-24 之前，请仔细阅读以下信息。

关闭 AMU-24



CAUTION

注意：仅当您与 AMU-24 处于同一位置时，才应在 Maintenance 页面上单击 **Shutdown**，因为无法远程开启设备电源。

在启动系统关机之前，请导航至 Health 页面，验证 Internal Storage —Status。在存储区正在重建期间启动系统关机，可能导致存储区损坏。如果存储区已损坏，请删除存储区并重启 AMU-24 以恢复正常运行。如需删除存储区的操作说明，请联系 support@smartsolo.com。

在断开电源之前，应先关闭 AMU-24，以避免重启时可能出现的长时间内部存储重新索引。您可以通过在 Maintenance 页面上单击 **Shutdown** 来执行此操作，也可以同时按住介质窗口后面的 USB 和 SD 卡按钮，等待 USB LED 和 SD LED 全部熄灭。

单击 **Shutdown** 时，所有数据文件将被关闭并保存，Web 服务器将关闭，确保断开电源时不会丢失数据。当设备外壳上的所有 LED 全部熄灭后，即可断开 AMU-24 的电源。

重启 AMU-24

通常情况下，仅在 SmartSolo 技术支持人员为故障排除目的指示您这样做时，才应在 Maintenance 页面上单击 **Restart**。AMU-24 重启期间，数据记录和通信将中断。

7 应用程序接口 (API)

AMU-24 提供以下基于 HTTP 的应用程序接口 (API)：

- 数据可用性 API (Data Availability API)
- FDSN-WS 数据检索 API (FDSN-WS Data Retrieval API)
- SmartSolo 数据检索 API (SmartSolo Data Retrieval API)
- 健康状态 API (State of Health API)
- 仪器响应 API (Instrument Response API)

语法说明

- 除非另有说明，API 均使用 HTTP GET 请求来检索信息。
- 请求由基础 URI 后跟零个或多个参数组成。参数集中的第一个参数以 “?” 为前缀，后续每个参数以 “&” 为前缀。

格式：`baseURI?first_parameter&next_parameter&next_parameter&...`

示例 (使用 2 个参数)：

`/api/v1/bands/availability?dataSource=AMU-24__0007&type=timeseries`

- 除非另有说明，所有参数均为可选。可选值以 {a|b} 格式给出。花括号和竖线表示可选项，不属于 API 请求的一部分。
- 请注意，当所有参数均为可选时，至少需要使用一个参数才能返回数据。
- 使用 **粗斜体** 表示可选参数的默认值。

7.1 数据可用性 API

数据可用性 API 为自定义脚本和应用程序提供了从 AMU-24 检索数据可用性信息的方法。通过选择基础 URI 确定数据源 (频段或通道) 来定义所请求的数据，并通过选择数据源、数据类型和时间选项参数进一步限定。响应数据以 JSON 格式提供，指示设备主内部存储介质上连续可用数据的时间范围。

基础 URI

使用以下 URI 通过 `bandId/instrumentID` 参数返回设备数据：

`/api/v1/bands/availability.json`

使用以下 URI 通过 `channels` 参数返回设备数据：

`/api/v1/channels/availability.json`

NOTICE

备注： `.json` 是基础 URI 的一部分。如果指定了任何参数，必须从 API 请求中去除 `.json`。

参数

type

使用此参数指定数据类型。

格式: `type={all|soh|timeSeries}`

- all——返回所有数据类型。
- soh——仅返回健康状态 (SOH) 数据。
- timeSeries——仅返回时间序列数据。

示例片段: `type=all`

bandId / instrumentID

使用此参数指定频段或仪器数据源。

格式 1: `bandId=instrumentId_SN/band/timeSeries1`

示例片段:

```
/api/v1/bands/availability?bandId=AMU-24__0107/band/timeSeries...
```

格式 2: `dataSource={instrumentId_SN|NX.STN}`

示例片段:

```
/api/v1/bands/availability?dataSource=AMU-24__0007&type=timeseries...
```

NOTICE

备注——注意事项:

- Network.Station 格式仅适用于 SeedLink 频段。
- 不执行 Binder 查找。
- 允许使用多个 bandId 参数或 instrumentID 参数。

channels

使用此参数指定通道数据源。请注意，需要配置 Binder。

格式: `channels={NX.STN.*}`

示例片段:

```
/api/v1/channels/availability?channels=XX.*.*&type=timeseries...
```

NOTICE

备注——注意事项:

- 使用内部 Binder 中的通道命名配置。
- 如果省略此参数，将返回所有可用通道的信息。
- SOH 通道在通道名称末尾返回一个修饰符，用于区分不同 SOH 类型的潜在不同数据。
- 有关在过滤器中指定 SCNL 元素的格式，请参阅“[通道列表过滤器](#)”。

view

使用此参数裁剪返回的数据。

格式: view=trimmed

示例片段: view=trimmed

NOTICE

备注——注意事项:

- 时间范围将被裁剪为 Time 参数定义的时间。
- 序列号将被移除。

Time

使用此参数指定 ISO 8601 格式的时间选项。

格式: {start|end}Time=yyyy-MM-ddTHH:mm:ss.sssZ

- start——定义使用 ISO 8601 标准检索数据的起始时间。
- end——定义使用 ISO 8601 标准检索数据的结束时间。

示例片段: startTime=yyyy-MM-ddTHH:mm:ss.sssZ

NOTICE

备注——注意事项:

- 毫秒 (.sss) 为可选。
- 时间按照 ISO 8601 标准表示。
- Z 表示 UTC (协调世界时) 时区, 不支持非 UTC 时区。
- 如果未指定结束时间, 则假定结束时间为当前时间。

Millis

使用此参数指定毫秒时间选项。

格式: {start|end}Millis=#####

- start——定义以毫秒为单位的数据检索起始时间。
- end——定义以毫秒为单位的数据检索结束时间。

示例片段: startMillis=1371686400000&endMillis=1371772800000

NOTICE

备注——注意事项:

- 自 1970 年起的毫秒数。
- 如果未指定结束时间, 则假定结束时间为当前时间。

Nanos

使用此参数指定纳秒时间选项。

格式: {start|end}Nanos=#####

- o start——定义以纳秒为单位的数据检索起始时间。
- o end——定义以纳秒为单位的数据检索结束时间。

示例片段：startNanos=1371686400000000000&endNanos=1371772800000000000

NOTICE

备注——注意事项：

- o 自 1970 年起的纳秒数。
- o 如果未指定结束时间，则假定结束时间为当前时间。

请求示例

本节提供请求示例。将返回所请求数据源和时间段（如未指定则返回全部）的可用性信息。返回数据中的日期和时间采用 ISO 8601 格式（包含纳秒），例如：2013-06-25T10:32:26.000000000Z。

NOTICE

备注：输出中的“ranges”表示数据中的间隙。输出中出现多个范围可能表明存在问题。

bandId / instrumentId 示例：

```
http://10.10.10.10/api/v1/bands/availability?type=timeseries
&startTime=2013-06-21T12:00:00.000Z
```

```
http://10.10.10.10/api/v1/bands/availability?dataSource=AMU-24__0007
&type=timeseries&startTime=2013-06-21T00:00:00Z
```

```
http://10.10.10.10/api/v1/bands/availability?dataSource=AMU-24__0007
&type=timeseries&startMillis=1371686400000
&endMillis=1371772800000
```

bandId / instrumentId 返回的 JSON 数据裁剪示例 (... 表示数据将继续)

```
{
  "availability": [
    {
      "id": "AMU-24_0069/band/timeSeries1", "ranges": [
        {
          "startTime": "2013-06-18T17:03:31.180000000Z",
          "endTime": "2013-06-19T15:01:44.035000000Z"
        },
        {
          "startTime": "2013-06-19T15:01:59.350000000Z",
          "endTime": "2013-06-19T22:27:50.760000000Z"
        }
      ]
    },
    {
```

```
"id": "AMU-24_0069/band/timeSeries2", "ranges": [
...

```

channels 示例:

```
http://10.10.10.10/api/v1/channels/availability?type=timeseries
&startTime=2013-06-21T12:00:00.000Z
```

```
http://10.10.10.10/api/v1/channels/availability?channels=XX.*.*.*
&type=timeseries&startTime=2013-06-21T00:00:00Z
```

```
http://10.10.10.10/api/v1/channels/availability?channels=!XX.*.*.*
&type=timeseries&startMillis=1371686400000
&endMillis=1371772800000
```

channels 返回的 JSON 数据裁剪示例 (... 表示数据将继续)

```
{
  "availability": [
    {
      "id": "CI.ADO/BHZ", "ranges": [
        {
          "startTime": "2013-06-18T17:03:31.180000000Z",
          "endTime": "2013-06-19T15:01:44.035000000Z"
        },
        {
          "startTime": "2013-06-19T15:01:59.350000000Z",
          "endTime": "2013-06-19T22:27:50.760000000Z"
        }
      ]
    },
    {
      "id": "CI.ADO/BHN", "ranges": [
        ...
      ]
    }
  ]
}
```

7.2 Web 服务数据下载接口 (FDSN-WS)

此 Web 服务接口允许您以 MiniSEED 格式下载已记录的时间序列传感器数据和 SOH 数据。该 API 符合 FDSN-WS 规范 1.1 版本。完整详情请参见 [FDSN-WS 规范](#)。

fdsnws-dataselect 服务当前支持以下方法:

- *query*
- *version*
- *application.wadl*

fdsnws-dataselect 服务支持以下必需参数:

- *starttime*

- *endtime*
- *network*
- *station*
- *location*
- *channel*

以下可选参数当前不受支持：

- *quality*
- *minimumlength*
- *longestonly*
- *format*
- *nodata*

示例片段：

```
/fdsnws/dataselect/1/query?network=XX&station=S0001
&location=*&channel=ZZZ
&starttime=2015-05-20T18:21:00.000
&endtime=2015-05-20T18:22:00.000
```

7.3 SmartSolo 数据检索 API

此 API 允许您从 AMU-24 下载已记录的传感器数据或 SOH 数据。



注意：此 API 已弃用。建议您使用 [FDSN-WS 数据检索 API](#)。

基础 URI

```
/retrieval
```

参数

Group

使用此参数选择要下载的数字时间序列数据或 SOH 数据。

格式：Group={TIME_SERIES|SOH}

- TIME_SERIES——下载数字化时间序列数据。
- SOH——下载健康状态数据。

示例片段：Group=TIME_SERIES

NOTICE

备注——注意事项：

- 如需使用 `TIME_SERIES_[n]` 参数，则必须选择 `TIME_SERIES` 选项。
- 如需使用 `ENVIRONMENT`、`TIMING` 或 `TRIGGER` 参数，则必须选择 `SOH` 选项。

TIME_SERIES_[n]

如果已指定 `TIME_SERIES` 组，使用此子参数选择时间序列数据。

格式：`TIME_SERIES_[n]=true`；其中 `n` = 通道编号

选择 `true` 下载指定通道的时间序列数据。

示例片段：`TIME_SERIES_1=true&TIME_SERIES_2=true&TIME_SERIES_3=true`

NOTICE

备注——注意事项：

- 仅在指定了 `TIME_SERIES` 组后才能使用此参数。
- 必须至少定义一个通道。如果未定义通道，将返回 HTTP 500 错误，提示 “no channels were selected”。
- 每个请求中可包含一个或多个通道。
- 可用通道为 `TimeSeries 1/2/3`；启用副通道时为 `1/2/3/101/102/103`。
- `MiniSEED` 文件中包含的 `SCNL` 信息在 “通道命名” 部分中定义。

ENVIRONMENT

如果已指定 `SOH` 组，使用此子参数检索环境 `SOH` 数据。

格式：`ENVIRONMENT=true`

选择 `true` 下载指定时间范围内的环境 `SOH` 数据。

NOTICE

备注——注意事项：

- 仅在指定了 `SOH` 组后才能使用此参数。
- 此参数可与 `TIMING` 和 `TRIGGER` 参数一起使用。
- 可以选择多个 `SOH` 组，并在单个请求中下载多个组。
- 有关每个 `SOH` 组的可用数据列表，请参阅 “`SOH` 组”。

TIMING

如果已指定 `SOH` 组，使用此子参数检索授时 `SOH` 数据。

格式：`TIMING=true`

选择 `true` 下载指定时间范围内的授时 `SOH` 数据。

NOTICE

备注——注意事项：

- 仅在指定了 SOH 组后才能使用此参数。
- 此参数可与 ENVIRONMENT 和 TRIGGER 参数一起使用。
- 可以选择多个 SOH 组，并在单个请求中下载多个组。
- 有关每个 SOH 组的可用数据列表，请参阅“SOH 组”。

TRIGGERS

如果已指定 SOH 组，使用此子参数检索触发器 SOH 数据。

格式：TRIGGERS=true

选择 true 下载指定时间范围内的触发器 SOH 数据。

NOTICE

备注——注意事项：

- 仅在指定了 SOH 组后才能使用此参数。
- 此参数可与 ENVIRONMENT 和 TIMING 参数一起使用。
- 可以选择多个 SOH 组，并在单个请求中下载多个组。
- 有关每个 SOH 组的可用数据列表，请参阅“SOH 组”。

Millis

使用此参数定义数字化时间序列或 SOH 数据的起止时间。

格式：{start|end}Millis=<{start|end} time in milliseconds since epoch>

- start——定义以毫秒为单位的数据检索起始时间。
- end——定义以毫秒为单位的数据检索结束时间。

示例片段：startMillis=<start time in milliseconds since epoch>

SOH 组

环境 SOH	授时 SOH	触发器 SOH
供电电压 (Supply voltage)	位置 (Location)	起始时间 (Start time)
总电流 (Total current)	GNSS 接收机状态	持续时间 (Duration)
温度 (Temperature)	GNSS 使用卫星数	通道 (Channel)
	授时状态 (Timing status)	投票数 (Votes)
	授时锁相 (Timing phase lock)	
	授时不确定度 (Timing uncertainty)	

7.4 健康状态 API

使用此 API 以 JSON 格式检索指定仪器上所有 SOH 通道的当前状态。此 API 还允许您与其他应用程序（如外部报告工具）共享信息。

基础 URI

`/api/v1/instruments/soh`

参数

instrumentId

使用此参数指定目标仪器。

格式: `instrumentId=[instrumentId]`

示例片段: `instrumentId=AMU-24__0242`

NOTICE

备注——注意事项:

- 如果未指定仪器，设备将报告自身的 SOH。

pretty

使用此参数以人工可读格式检索数据。

格式: `pretty={true|false}`

- `true`——以人工可读格式输出请求的数据。
- `false`——以机器语言格式输出请求的数据。

示例片段: `pretty=true`

7.5 仪器响应 API

使用此 API 下载 AMU-24 及所连接传感器的整体仪器响应。响应基于当前仪器配置。

基础 URI

使用以下 URI 返回 dataless SEED 文件：

```
/api/v1/responses/channels.dataless
```

使用以下 URI 返回 IRIS RESP 文件：

```
/api/v1/responses/channels.resp
```

使用以下 URI 返回 JSON 文件：

```
/api/v1/responses/channels.json
```

参数

allInOne

使用此参数将所有通道的响应汇集到单个文件中进行下载。

格式：allInOne={true|**false**}

- true——返回包含所有通道数据的单个文件。
- false——返回单个 zip 文件，其中包含多个文件，每个文件包含单个通道的数据。

示例片段：allInOne=true

8 参考信息

本章包含从技术规格到物理特征和尺寸的所有参考信息。

8.1 技术规格

AMU-24 的技术规格列于以下各节中：

- 加速度计技术
- 加速度计性能
- 数字化器性能
- 校准
- 事件
- 通信
- 数据记录与提取
- 授时
- 物理参数
- 电源
- 连接器
- 环境指标

8.1.1 加速度计技术

参数	说明
拓扑结构	三轴，水平-垂直
反馈方式	力平衡，电容式位移传感器
归零方式	通过用户界面进行电子偏移归零

8.1.2 加速度计性能

参数	说明
满量程范围	电子可选范围：±4 g、±2 g、±1 g、±0.5 g、±0.25 g、±0.125 g（标称值）
带宽	DC 至 430 Hz（-3 dB 点）
动态范围（积分 RMS）	169 dB @ 1 Hz, 1 Hz 带宽
偏移	电子归零至 ±0.005 g 以内
非线性度	< 0.015% 总非线性度
迟滞	< 0.005% 满量程
交叉轴灵敏度	总计小于 0.5%
偏移温度系数	水平传感器：60 $\mu\text{g}/^\circ\text{C}$ （典型值） 垂直传感器：320 $\mu\text{g}/^\circ\text{C}$ （典型值）

8.1.3 数字化器性能

参数	说明
通道数	3 个内部通道（X、Y、Z 轴）
类型	真 24 位 ADC，每通道独立，同步采样
灵敏度	2、4、8、16、32、64 数字化器计数/ μg ，±1%
采样率	1、2、5、10、20、40、50、80、100、125、200、250、500、1000、2000、5000 sps
双采样率	可从上述采样率中选择第二采样率
抗混叠抽取滤波器	线性相位：适用于所有采样率 最小相位：适用于除 80 和 2000 sps 外的所有采样率 衰减：140 dB（线性相位）或 120 dB（最小相位），奈奎斯特频率 80% 处为 0 dB
数字滤波器	低通和高通高品质数字巴特沃斯滤波器，可独立配置 1 至 5 阶，角频率范围 0.1 mHz 至采样率的 50%。作用于任意给定通道的低通和高通滤波器阶数之和不超过 5。 可为主采样率和辅助采样率分别独立配置不同的滤波器。此滤波器功能可用于多种应用，包括去除直流分量

参数 (续)	说明
动态范围	142 dB @ 100 sps, 135 dB @ 500 sps (满量程峰值与 RMS 短路输入噪声之比)

抗混叠滤波器延迟 (单位: 秒)

采样率	线性相位	最小相位
1	62.088	10.088
2	30.962	4.962
5	12.088	1.688
10	6.1722	0.9722
20	3.1042	0.5042
40	1.579	0.2479
50	1.1947	0.1547
80	0.6382	n/a
100	0.6042	0.0842
125	0.5007	0.0847
200	0.3039	0.0439
250	0.2431	0.0351
500	0.1237	0.0197
1000	0.061	0.009
2000	0.0207	n/a
5000	0.0085	0.0013

8.1.4 校准

参数	说明
数字校准	可使用标准.wav 文件编辑器创建回放音频文件
预装文件	阶跃信号、伪随机二进制 (PRB) 和 1 Hz 正弦波音频文件已预装
自定义波形	用户可安装自定义波形
满量程	±2 g

8.1.5 事件

参数	说明
类型	带通 STA/LTA 或阈值触发
触发选择	每个通道独立的阈值或 STA/LTA 比值
STA/LTA 触发	可配置 STA、LTA、LTA 锁存、触发和解除触发阈值
触发投票	用户为每个通道分配投票数，通过 IP 组播传输
阈值触发	用户可配置阈值
数据产品	峰值地面运动 (PGA、PGD、PGV) 统计信息可在仪器上获取

8.1.6 通信

参数	说明
接口	10/100 Base-T 以太网 (为降低功耗，以太网速率可设置为 10 Base-T)
IP 寻址	静态 IP 或 DHCP
协议	UDP/IP (单播/组播)，或基于 HTTP 的流传输 (入站或出站)

8.1.7 数据记录与提取

参数	说明
内部存储	8 GB 闪存 (TSM3—及后续型号可扩展至 64 GB)
内部存储格式	.dld 格式
可移动介质	SD 存储卡 (FAT 格式), 最大 64 GB
归档格式	MiniSEED、Steim 压缩格式
数据流格式	MiniSEED (通过 SeedLink)
数据提取	通过以太网直接下载
介质交换	SD 卡可在连续记录期间现场更换, 如在一小时内完成更换则不会丢失数据

8.1.8 授时

参数	说明
授时系统——时间源	可选时间源: <ul style="list-style-type: none"> • 内部 DCXO 时钟锁定至 GNSS • 外部 PTP v1 (IEEE 1588-2002) 高精度授时源 • 外部 NTP 授时源 • 自由运行模式 (以内部振荡器精度运行)
授时系统——时间服务器	可作为时间服务器, 为其他设备提供网络授时: <ul style="list-style-type: none"> • PTP v1 (IEEE 1588-2002) 高精度时间服务器 • NTP 时间服务器

授时精度

时间源	精度 (典型值)	Jamset 阈值	最大校正时间 (近似)
GNSS 常开	$< 5 \mu s$	$1000 \mu s$	3 分钟
GNSS 占空比	$< 100 \mu s$	$1000 \mu s$	3 分钟
PTP (局域网)	$< 50 \mu s$	$2000 \mu s$	6 分钟
NTP (局域网)	$< 100 \mu s$	20 ms	60 分钟
NTP (园区网)	$< 300 \mu s$	20 ms	60 分钟
NTP (互联网)	$< 2 ms$	20 ms	60 分钟

NOTICE

备注：

- NTP（园区网）指多个专用子网互联的网络。
- GNSS 精度假定天线具有开阔视野和良好信号。PTP 或 NTP 的最高精度要求用户在配置网络时遵循行业最佳实践。
- Jamset 是指系统判定其内部时钟与所跟踪的时间源之间的差异足够大时，突然将时间重置以匹配时间源。这将导致记录出现短暂间隙（抗混叠滤波器被清空），并根据新时间早于或晚于旧系统时间而产生明显的重叠或间隙。低于阈值时，系统时间将缓慢调整以匹配时间源，不产生间隙或重叠；高于阈值时，将执行突变时间调整（Jamset）。

8.1.9 物理参数

参数	说明
尺寸	长：180.5 mm × 宽：120.5 mm × 高：102.5 mm（不含调平螺丝）
重量	2.92 kg
外壳	铝合金，表面耐腐蚀、耐刮擦、耐碎裂
安装方式	单螺栓锁孔安装
调平	<ul style="list-style-type: none"> ● 集成水泡水准器 ● 可调锁定调平螺丝（4 个） ● 可选固定脚（用于三脚独立安装，随安装套件附带）

8.1.10 电源

参数	说明
供电电压	9-36 V DC 隔离输入
功耗	1.8 W 静态，无以太网，占空比 GNSS（标称值）
保护	反接保护，过压和欠压保护，自恢复过流保护
隔离	供电电源与信号地隔离
接地	预钻孔（4 个），适用于 M4 × 5 接地片螺丝
低/高压断开	软件可配置

NOTICE

备注：设备启动后可在低至 9V 电压下运行。

NOTICE

备注——功耗附加信息：

- 使用以太网且速率设为 10Base-T 时，功耗增加约 200 mW。
- 使用以太网且速率设为 100Base-T 时，功耗增加约 300 mW。
- GNSS 电源模式设为常开时，功耗增加约 350 mW。
- 在较低温度下功耗会增加，-45°C 时最多增加约 7%。

8.1.11 连接器

外部连接器

连接器	规格
电源	3 针，壳体尺寸 8 MIL-C-26482G 系列 1 推荐配对件：MS3116J8-3S
以太网	4 孔，壳体尺寸 8，插入位置 W MIL-C-26482G 系列 1 10/100 Base-T 推荐配对件：MS3116J8-4PW
GNSS	TNC ¹ 阴头 推荐配对件：TNC 阳头
USB	USB 2.0 A 型，阴头 推荐配对件：USB 2.0 A 型，阳头

内部连接器

¹TNC: Threaded Neill-Concelman (螺纹尼尔-康塞尔曼) 连接器。

项目	说明
SD 卡槽	可移动 SD 存储卡插槽
状态 LED	电源、以太网、授时、介质、事件通知、总体状态
图形用户界面	通过板载 Web 服务器提供，用于： <ul style="list-style-type: none"> • 健康状态和波形监控 • 查看和下载事件 • 校准、配置和维护

8.1.12 环境指标

参数	说明
工作温度	-20°C 至 +60°C (可选超低温选项，请联系 SmartSolo)
存储温度	-40°C 至 +70°C
湿度	0 至 100%
防护等级	IP-67

8.2 性能

AMU-24 的性能参数列于以下各节中：

- [灵敏度](#)
- [频率响应](#)
- [自噪声](#)

8.2.1 灵敏度

AMU-24 内部加速度计的灵敏度如下，单位为数字记录器计数/ μg ， $\pm 1\%$ ：

限幅电平 (g)	灵敏度 (counts/ μg)
4	2
2	4
1	8
0.5	16
0.25	32
0.125	64

NOTICE

备注：如果地面运动超过传感器限幅电平，将信号带宽限制为与采样率匹配的信号处理算法有时会产生幅值大于限幅电平的值。这是有意为之，相比削波信号，该值能更好地估计实际地面运动幅值。

8.2.2 频率响应

加速度计的灵敏度、极点和零点根据以下方程定义传递函数：

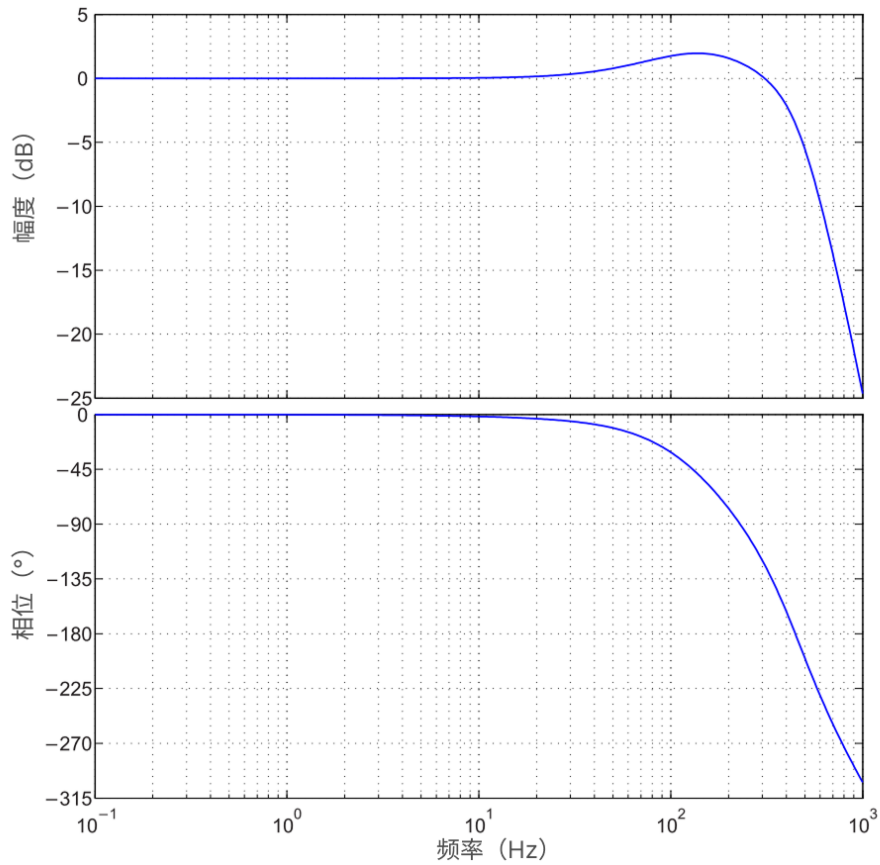
$$F(s) = S \cdot k \cdot \frac{\prod_n (s - z_n)}{\prod_n (s - p_n)}$$

其中归一化因子由以下方程定义（仅供参考）：

$$k = \left| \frac{\prod_n (i2^\pi f_0 - p_n)}{\prod_n (i2^\pi f_0 - z_n)} \right|$$

加速度计极点和零点

符号	参数	标称值	单位
z_n	零点	-515	rad/s
p_n	极点	-977 ± 328i -1486 ± 2512i -5736 ± 4946i	rad/s
k	归一化因子	1.0077×10^{18}	(rad/s) ⁵
f_0	归一化频率	1	Hz



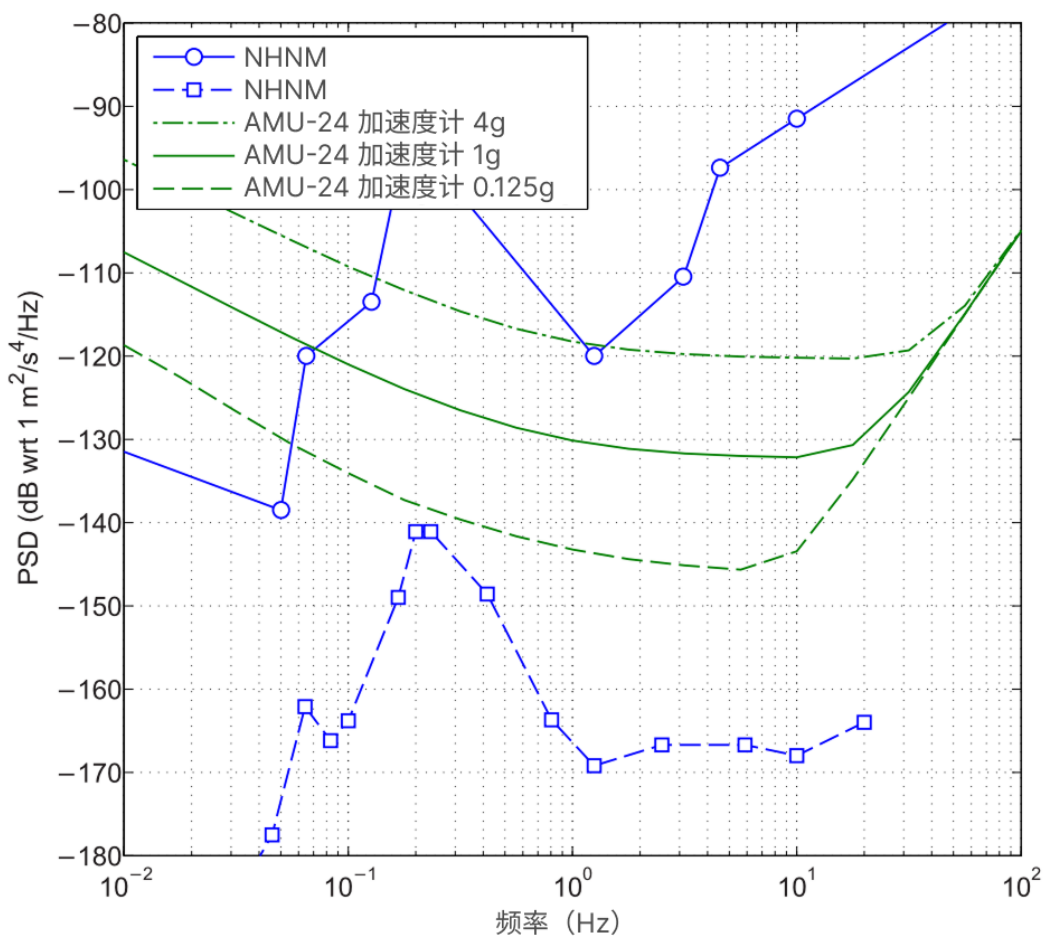
8.2.3 自噪声

下图显示了 AMU-24 的典型自噪声。图中包含两条参考曲线：Peterson¹的 NLNM²和 NHHM³。所示噪声本底为假定正确安装条件下的典型仪器自噪声水平。

¹ Jon Peterson, *Observations and Modeling of Seismic Background Noise*, Open-File Report 93-322 (Albuquerque, New Mexico, U.S. Department of Interior Geological Survey, 1993).

² NLNM: New Low-noise Model (新低噪声模型)。

³ NHHM: New High-noise Model (新高噪声模型)。



8.3 Steim 压缩格式 SOH 通道

AMU-24 以 Steim 压缩格式存储选定的 SOH 通道。这些数据可从[内部存储](#)提取、通过 [SeedLink](#) 流传输，或通过[Maintenance](#) 页面以 MiniSEED 格式下载。请注意，外部 SOH 和传感器 SOH 不适用于 AMU-24。

代码	描述	单位	备注
EX1 EX2 EX3	外部 SOH 通道 1 至 3	微伏	
LCE	绝对时钟相位误差	微秒	数字化器时钟与 GNSS 接收机之间的差值。当 GNSS 值为关闭或未锁定（由 GST 指示）时，LCE 值为 0。

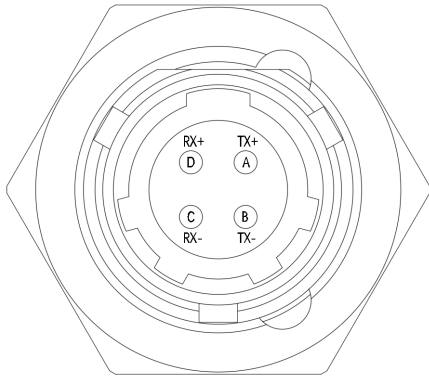
代码	描述	单位	备注
LCQ	时钟质量		启发式时间质量值： <ul style="list-style-type: none"> • 100% = 系统锁定至 GNSS，时间误差 < 5 μS • 90% = 估计时间误差 < 100 μS • 70% = 估计时间误差 < 200 μS • <70% = 从 70% 起每自由运行一小时递减 1% • 0% = 系统从未锁定或已自由运行超过 70 小时
VCO	VCO 控制电压（授时振荡器）	原始 DAC 计数	
VEC	数字化器系统电流	毫安	
VM1 VM2 VM3	传感器 SOH 通道 1 至 3	微伏	此值代表质量块位置。 <ul style="list-style-type: none"> • VM1 = W 轴 • VM2 = V 轴 • VM3 = U 轴
VPB	数字化器缓冲区使用百分比		缓冲区满后，此值通常为 100%。
GNS	GNSS 使用卫星数		授时解算使用的卫星数量。如果 GNSS 接收机状态为关闭（由 GST 指示），则保留最后已知值。
GLA	GNSS 纬度	微度	
GLO	GNSS 经度	微度	
GEL	GNSS 海拔	微米	
GST	GNSS 状态		0= 关闭，1= 未锁定，2= 已锁定
GPL	GNSS PLL 状态		0= 未锁定，1= 粗锁定，2= 精锁定，3= 自由运行
VDT	数字化器系统温度	毫摄氏度	
VEI	输入系统电压	毫伏	
GAN	GNSS 天线状态		0= 正常，1= 无天线，2= 天线短路

8.4 连接器与引脚定义

本节不包含行业标准连接器的引脚定义。有关完整的连接器列表，请参阅“[技术规格](#)”。

- 以太网
- 电源连接器

8.4.1 以太网连接器及引脚定义



连接器类型:

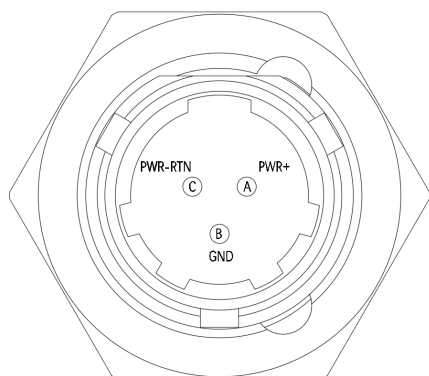
- 4 插孔, 8 号壳体
- 插入位置 W
- MIL-C-26482G Series 1
- 10/100 Base-T

推荐配对连接器:

- MS3116J8-4PW

引脚	名称	功能
A	TX+	以太网 MTL-3 发送 +
B	TX-	以太网 MTL-3 发送 -
C	RX-	以太网 MTL-3 接收 -
D	RX+	以太网 MTL-3 接收 +

8.4.2 电源连接器及引脚定义



连接器类型:

- 3 插针, 8 号壳体
- MIL-C-26482G Series 1

推荐配对连接器:

- Souriau 851-06JC8-3AS

引脚	名称	功能
A	PWR	原始 (电池) 电源输入 (9 V 至 36 V DC)
B	CHGND	内部连接至机壳接地
C	PWR_RTN	原始电源回路

8.5 外形特征与尺寸

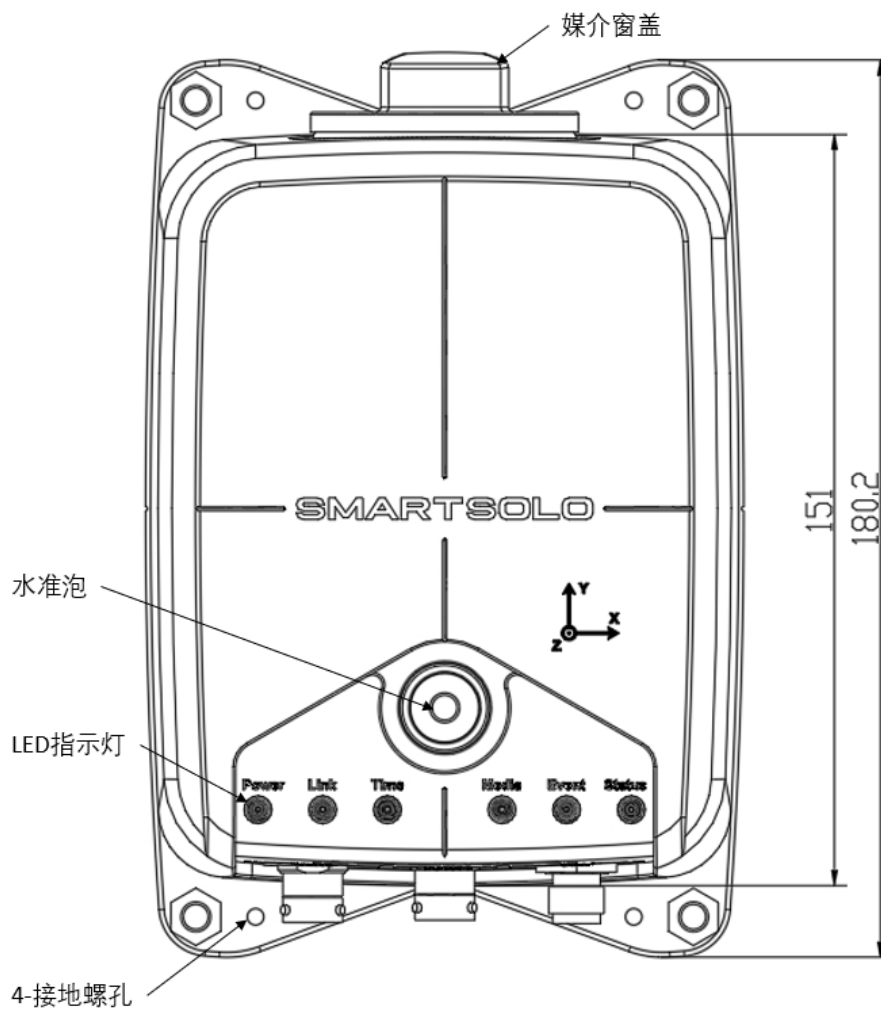
请参阅以下视图了解 AMU-24 的外形特征和尺寸。图中所有尺寸均以毫米为单位，除非另有说明。

- 顶视图
- 底视图
- 侧视图
- 外部连接器视图
- 打开存储仓视图

8.5.1 AMU-24 顶视图

NOTICE

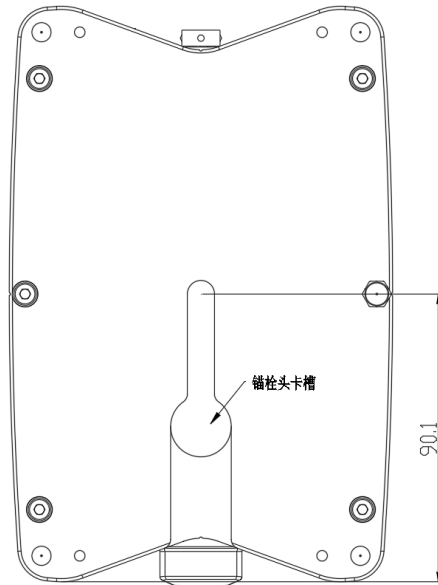
备注：图中尺寸均以毫米为单位，除非另有说明。



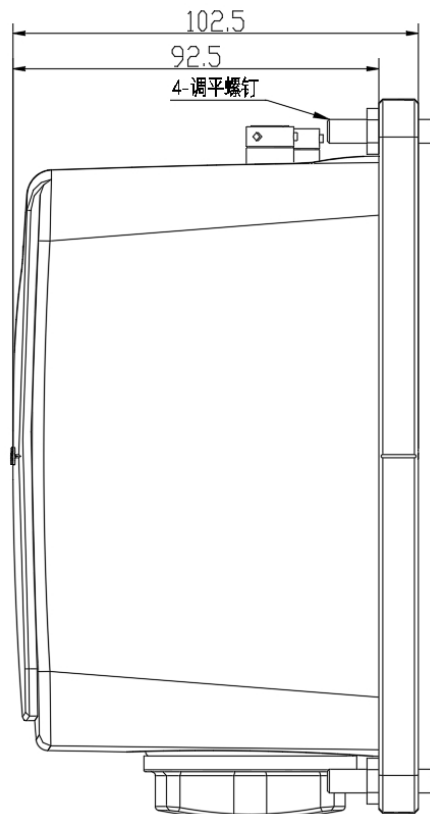
8.5.2 底视图

NOTICE

备注：图中尺寸均以毫米为单位，除非另有说明。



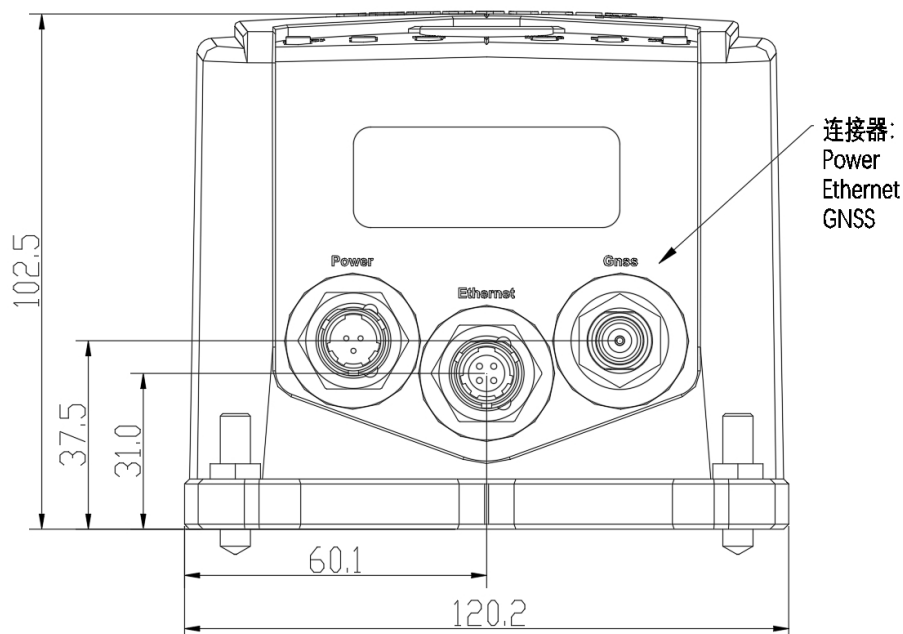
8.5.3 侧视图



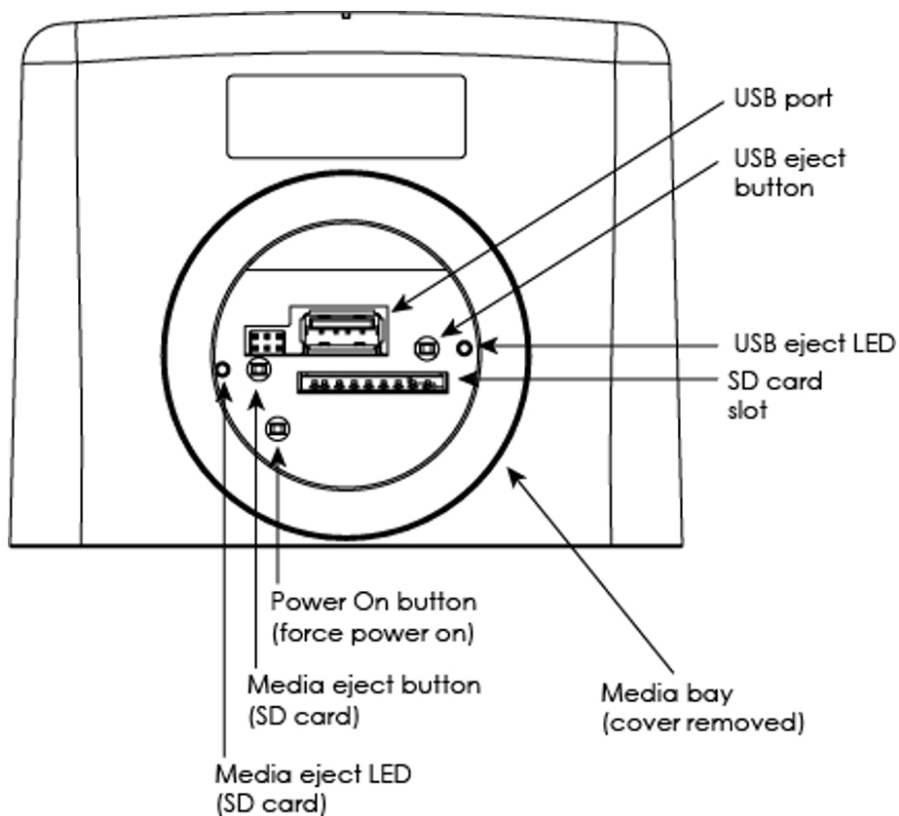
8.5.4 外部连接器视图

NOTICE

备注：图中尺寸均以毫米为单位，除非另有说明。



8.5.5 打开存储仓视图



8.6 开源软件声明

SmartSolo 软件产品的部分组件可能包含开源软件代码。以下为相关归属声明。

8.6.1 Apache License

Copyright © 2015 The Apache Software Foundation, Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License"); you may not use this file except in compliance with the License.

You may obtain a copy of the License at <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>

Unless required by applicable law or agreed to in writing, software distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied. See the License for the specific language governing permissions and limitations under the License.

8.6.2 Bouncy Castle

Copyright (c) 2000–2015 The Legion of the Bouncy Castle Inc. (<http://www.bouncycastle.org>)

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

8.6.3 BSD-2

Copyright (c) 1998, Regents of the University of California. All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

- (1) Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
- (2) Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT HOLDER OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

8.6.4 CDDL-1.0

COMMON DEVELOPMENT AND DISTRIBUTION LICENSE Version 1.0 (CDDL-1.0)

完整许可证文本请参见: <https://opensource.org/licenses/CDDL-1.0>

8.6.5 Eclipse Public License v1.0

Eclipse Public License – v 1.0

完整许可证文本请参见: <https://www.eclipse.org/legal/epl-v10.html>

8.6.6 GNU LGPL

GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE, Version 3, 29 June 2007

Copyright (C) 2007 Free Software Foundation, Inc. <http://fsf.org/>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

This version of the GNU Lesser General Public License incorporates the terms and conditions of version 3 of the GNU General Public License, supplemented by the additional permissions listed below.

完整许可证文本请参见: <https://www.gnu.org/licenses/lgpl-3.0.html>

8.6.7 Google Web Toolkit

Google Web Toolkit is licensed under Apache License version 2.0. See [Apache License](#).

8.6.8 X11 License (MIT License)

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

保修政策

一、保修定义

生效时间: 保修期自设备从工厂发货之日起满 2 周后正式生效 (含运输周期), 与实际交付时间同步启动。

覆盖范围: 保修权益可延续至后续设备所有者, 无需额外手续。

二、保修服务内容 (首年 12 个月)

- (1) **免费维修 / 更换范围:** 因材料或工艺缺陷导致故障的零部件, 由 **SmartSolo** 承担维修或更换费用 (含人工费)。
- (2) **例外条款:** 安装调试、校准认证、消耗品 (如提绳、标签、垫圈) 仅在发货时已存在制造缺陷的情况下纳入保修 (需经技术服务部鉴定)。
- (3) **不覆盖项目:** 非原厂零部件、人为操作失误、自然灾害等不可抗力导致的损坏; 正常损耗件 (如消耗品) 若无初始制造缺陷。

三、保修限制条款

- (1) 更换或维修零部件不延长保修期, 设备整体保修期限以首次发货日期计算。
- (2) 所有返厂零部件需提前获得 **SmartSolo** 技术服务部的 RMA (**退货授权**) 批准。
- (3) **SmartSolo** 对直接或间接损失 (如利润损失、产品损耗等) 不承担责任。

四、用户责任与准备工作

设备到货前, 请按产品手册要求准备存放环境及使用条件, 定期进行电池充电维护 (本手册内含安装、操作及预防性维护指南)。

五、技术支持与服务申请

如需保修服务或咨询, 请致电技术服务部:

- **电话:** +86-400-682-1717 (北京时间 9:00-18:00)
- **邮箱:** support@smartsolo.com



深圳面元智能科技有限公司

International Sales
Unit 145, 3901-54 Ave, NE
Calgary, AB T3J 3W5
Canada
Tel: +1-403-264-1070
Fax: +1-888-604 SOLO (7656)
Email: sales@smartsolo.com

北京营销中心
北京市亦庄经济技术开发区荣华南路 15 号
中航技广场 B 座 301
Tel: +86-10-60844158
Fax: +86-10-87220112
Email: marketing@smartsolo.com
Email: support@smartsolo.com