



SAS 系列无线螺栓预紧力传感器

用户手册

V1.3.6

嘉兴博感科技有限公司

浙江省嘉兴市南湖区

汇信路 152 号 1 幢 705 室

电话：0573 8258 9776

2024 年 12 月 12 日

1	产品简介	1
1.1	产品功能	1
1.2	产品型号	1
1.3	产品包装清单	1
2	传感器安装	2
2.1	SAS100 倒置安装说明	3
2.2	安装点表面处理	4
2.3	传感器粘接面检查与处理	4
2.4	传感器粘接	5
2.5	SAS120 主机安装	7
2.6	粘接面防护	7
3	数据与事件	8
3.1	传感器数据	8
3.2	传感器事件	8
4	传感器配置	9
4.1	无线网络配置	9
4.2	基本配置	9
4.3	数据采集时间配置	10
4.4	数据采集参数配置	10
4.5	报警配置	10
5	IoT Palm 手机 APP	11
5.1	建立连接	11
5.2	配置	13
5.3	操作	14
5.3.1	重置数据	14
5.3.2	校准	15
5.3.3	恢复出厂设置	15
5.3.4	重启	16
5.3.5	固件升级	16
5.4	点检和耦合测试	17
6	传感器维护	18
6.1	固件升级	18
6.2	电池更换	18
6.3	螺栓维护作业指导	19

1 产品简介

1.1 产品功能

SAS 系列无线螺栓预紧力传感器是专为工业设备关键螺栓的健康状态监测应用而设计的工业级传感器。传感器采用超声波技术,通过从被测螺栓一端入射超声波到被测螺栓内部,采集超声波在被测螺栓另一端的反射回波,利用超声波的飞行时间和波速计算被测螺栓的长度和预紧力。同时,探头具有温度采集功能,可以测量螺栓表面的温度。通过应用温度补偿算法,传感器能够在不同工作温度下提供准确、可靠的螺栓预紧力(轴向应力)测量。传感器具有抗干扰、高精度、超低功耗和坚固耐用等特点,适合在各种恶劣工业环境中长时间使用。传感器将数据通过无线传感网络传输到监测系统,用户可以远程监控传感器测量的螺栓预紧力,及时接收螺栓松动报警信息,并持续跟踪螺栓松动的全过程。

详细产品功能与规格,请参考《SAS 系列无线螺栓预紧力传感器产品说明书》。

1.2 产品型号

SAS 系列无线螺栓预紧力传感器包含以下型号,根据具体需求选择合适的型号:

型号	SAS100/SAS100A	SAS120
结构特点	一体式设计 • SAS100: 适用于普通螺栓 • SAS100A: 适用于锚栓	超薄探头设计,主机与探头分体,适用于螺栓端面安装空间小/带有六角孔的螺栓。
适用螺栓范围	螺纹端安装: M36 及以上; 六角头安装: M24 及以上; 螺栓总长度: 150-6000mm。	螺纹端安装: M30 及以上; 六角头安装, M20 及以上; 螺栓总长度: 150-6000mm。

表 1. 产品型号

1.3 产品包装清单

传感器:



SAS100/SAS100A 传感器



超声探头

主机

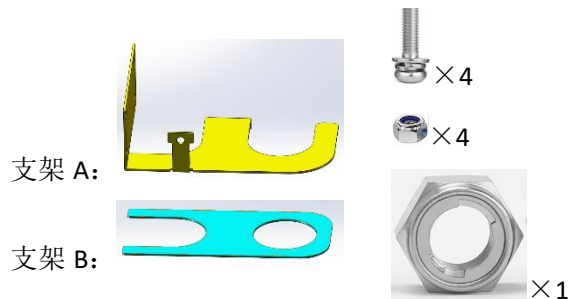
SAS120 传感器

图 1. SAS 系列传感器

配件：（选配）



SAS100 防护罩



SAS120 安装支架及配套螺栓



SAS120 安装磁吸座及配套螺栓

图 2. SAS 系列配件

2 传感器安装

螺栓预紧力传感器粘接面 and 被测螺栓安装点之间的耦合对超声波传导质量非常重要，两个接触面都需要平整光滑。

工具：打磨机、砂纸、酒精、无尘布、丙烯酸酯胶（YH-609）、胶枪、混合管、工装、螺丝刀、风炮套筒、聚天冬氨酸脂纯聚脲防护漆、润滑脂、安卓手机。

2.1 SAS100 倒置安装说明

工具：M3 十字螺丝刀。

传感器安装后，大部分使用场景是直立状态。

如果 SAS100 传感器安装后使用状态是倒置的（如图 2 所示），则需将传感器内部电池方向倒置，否则请忽略此章节。



图 3. SAS100 传感器倒置

按以下步骤倒置电池：



图 4. 电池倒置安装

2.2 安装点表面处理

安装点表面处理是确保传感器与螺栓之间良好耦合的关键步骤，需要按照以下方法进行：



图 5. SAS100/SAS100A 安装点表面处



图 6. SAS120 安装点表面处

2.3 传感器粘接面检查与处理

传感器粘接面需平整光滑，无油渍、灰尘或杂质。检查粘接面是否符合要求，如不符合，需用 500 目砂纸打磨并用酒精清洁，待干燥后再粘接。

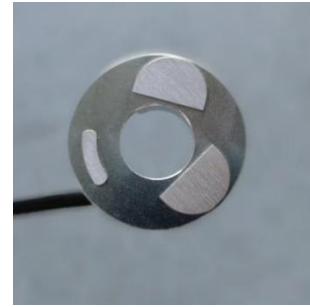
注意：SAS100A 底部中间的晶片不以免损坏晶片镀层。



SAS100 传感器



SAS100A 传感器



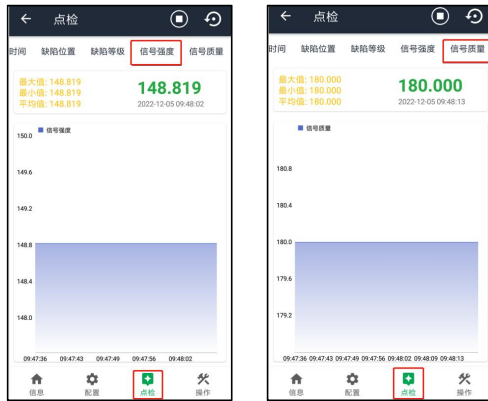
SAS120 传感器

图 7. 传感器粘接面

2.4 传感器粘接

使用丙烯酸酯胶（YH-609）将传感器以粘接方式安装至规划好的安装点。



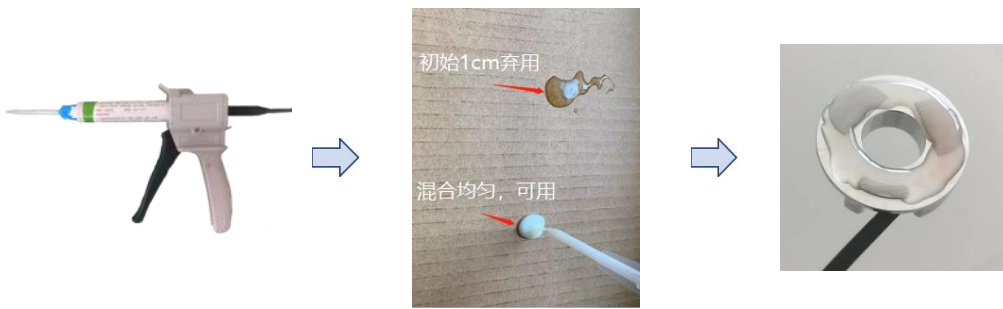


⑥ 立即使用 IoT Palm 手机 APP 进行耦合测试。若耦合测试结果达标（信号强度 ≥ 20 ，信号质量 ≥ 60 ），则进入下一步；否则需拆下传感器，清理粘接面并重新进行粘接耦合。

⑦ 粘接完成后静置 30 分钟，待胶水初步固化后拆除工装。

注：如胶水已固化且耦合测试数值稍低，请先联系我司技术人员诊断是否需要拆除重新安装。

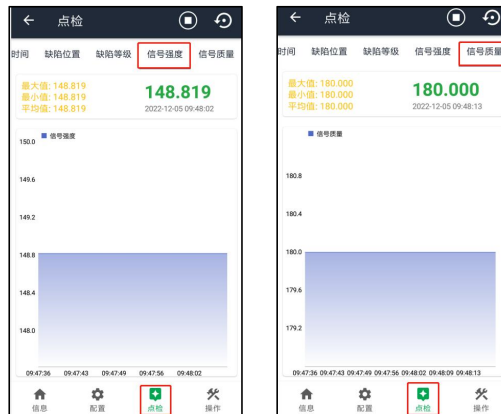
图 8. SAS100/SAS100A 传感器粘接



① 将胶枪、胶水和混合管安装好。

② 弃用第一段未混合均匀的胶水（约 1cm）。

③ 将混合均匀的胶水涂抹在传感器粘接面上。



④ 施加压力使传感器粘接面和螺栓安装点表面紧密贴合，并使用工装固定。

⑤ 连接探头与主机，立即使用 IoT Palm 手机 APP 进行耦合测试。若耦合测试结果达标（信号强度 ≥ 20 ，信号质量 ≥ 60 ），则进入下一步；否则，需拆下传感器，清理粘接面并重新进行粘接耦合。

注：如探头胶水已固化且耦合测试数值稍低，请先联系我司技术人员诊断是否需要拆除重新安装。

图 9. SAS120 传感器探头粘接

2.5 SAS120 主机安装

对于 SAS120 传感器，还需完成主机安装。

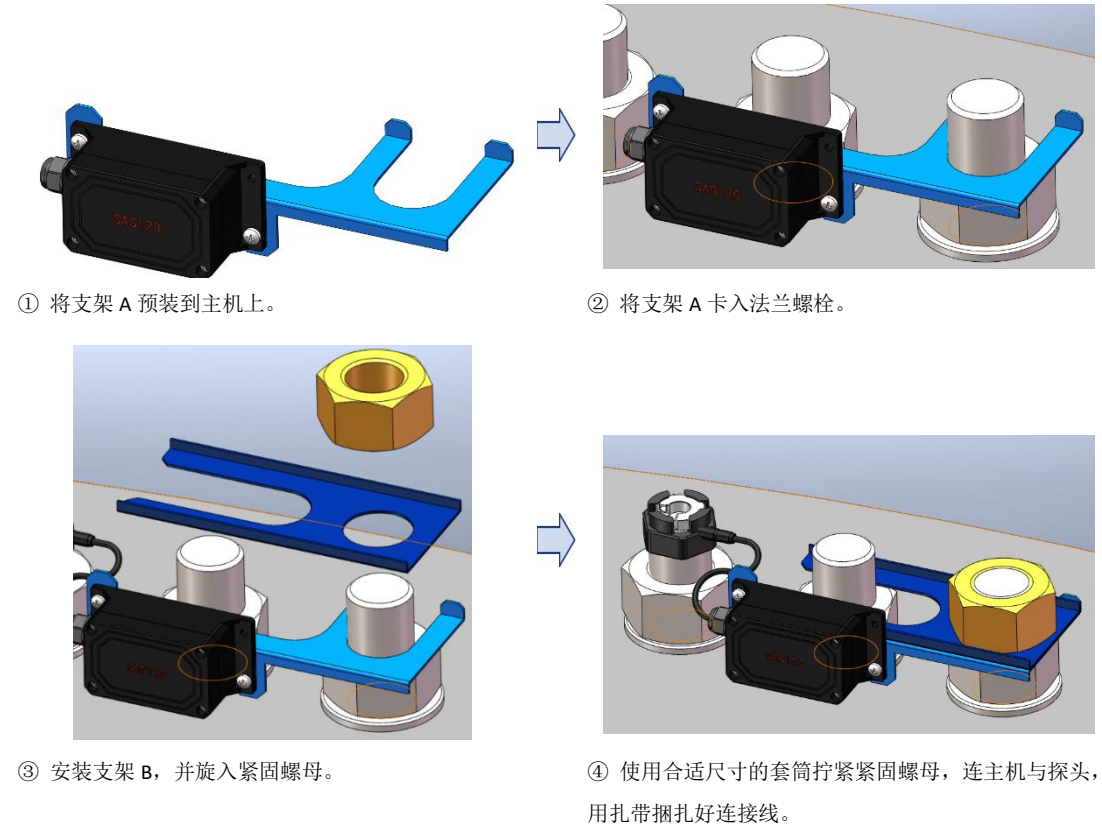


图 10. SAS120 传感器主机安装

2.6 粘接面防护

安装完成后需对粘接面进行防护处理。

- 在打磨的螺栓表面刷涂聚天冬氨酸脂纯聚脲防腐漆，若条件不允许，可喷涂达克罗防腐漆。
- 若安装在室外或潮湿环境，需在传感器外壳涂覆润滑脂后加装防护罩，并确保防护罩螺纹旋紧或粘接在螺栓上。



打磨的螺栓表面做防腐处理。



传感器外壳涂覆润滑脂后加防护罩。



图 11. 防腐漆、润滑脂防护

3 数据与事件

3.1 传感器数据

SAS 系列无线螺栓预紧力传感器可输出以下数据：

名称	说明	单位
预紧力	被测螺栓轴向拉力。	kN
应力	被测螺栓轴向应力，为轴向单位面积的拉力。	MPa
长度	被测螺栓长度。	mm
温度	被测螺栓温度。	℃
飞行时间	超声波在螺栓内部的传播时间。	ns
缺陷位置	裂纹在螺栓上的位置（如有），-1 表示无缺陷。	mm
缺陷等级	数值越大代表裂纹越大。	-
信号强度	接收到的超声信号强度，用于检查安装质量。	-
信号质量	接收到的超声信号质量，用于检查安装质量。	-

表 2. 传感器数据

3.2 传感器事件

SAS 系列无线螺栓预紧力传感器可产生以下类型的事件：

名称	描述
采集事件	无法与温度传感器芯片进行通信
	无法获取温度数据
	无法与超声芯片进行通信
	无法获取超声数据
	超声信号太小
校准事件	校准失败
	校准成功
报警事件	传感器数据超过报警阈值，触发报警
重启事件	未知原因重启
	硬件重启
	软件重启
	NFC 重启
	看门狗重启

表 3. 事件列表

4 传感器配置

传感器配置包括以下几类：

- 网络配置：确保传感器能够在无线网络中有效通信。
- 基本配置：适用于所有传感器类型的一般设置。
- 数据采集时间配置：指定传感器的数据采集时间表。
- 数据采集参数配置：定义信号数据采集的参数和选项。
- 报警配置：设置基于采集数据触发报警的阈值和参数。

传感器配置可以通过 IoT Palm 移动应用程序在本地进行，也可以通过网关管理界面或监控系统平台远程完成。无线网络参数应使用 IoT Palm 移动应用程序进行设置，其他设置建议通过网关或监控平台进行远程配置。

4.1 无线网络配置

无线网络配置用于确保传感器能在网络中进行有效通信。如要使用传感器进行远程监控，传感器需要加入由 GU 系列网关管理的无线传感网络。传感器的 MAC 地址被用作其在无线传感网络中的唯一标识符。传感器的网络配置包括：

名称	说明	选择项或合理范围	默认值
MAC 地址	传感器在无线传感网络中的唯一标识符	只读	
组网模式	蓝牙与网关的通信组网模式	分组模式、分时模式、广播模式	分时模式

表 4. 传感器无线网络配置

蓝牙传感器应配置为分时模式。

如需了解有关 GU 系列网关的详细信息，请参考《GU 系列无线网关用户手册》。

4.2 基本配置

传感器的基本配置包括：

名称	说明	选择项或合理范围	默认值
工作模式	传感器启动后的工作模式	物联网模式、点检模式、巡检模式、演示模式	物联网模式
名称	传感器的显示名称	20 字节	THETA

表 5. 基本配置

4.3 数据采集时间配置

传感器可以通过以下参数设置采集周期和时间：

名称	说明	选择项或合理范围	默认值
点检周期	传感器在点检时每隔多长时间采集一次数据	(1、2、5、10、15、20、30、60) 秒	5 秒
采集周期	传感器进行周期性采集时的时间间隔	(1、2、5、10、15、20、30) 分钟、(1、2、3、4、6、8、12、24) 小时	1 小时
采集延迟	传感器进行周期性采集时的采集时间相对于每个采集周期的时间延迟	小于采集周期	0

表 6. 数据采集时间配置

4.4 数据采集参数配置

传感器数据需要根据被测螺栓做以下配置：

名称	说明	选择项或合理范围	默认值
波速	超声波在被测物体中的纵波传播速度	根据实际被测螺栓材质	5920.0m/s
初始预紧力	初始预紧长度下对应的预紧力	根据实际被测螺栓初始预紧力	0kN
初始预紧长度	螺栓在初始预紧力状态下的全长	根据实际被测螺栓长度	0mm
预紧系数	用于计算螺栓预紧力	根据实际标定系数	1
弹性模量	单向应力状态下应力除以该方向的应变	根据实际被测螺栓材质	210GPa
截面积	螺栓应力截面积	根据实际被测螺栓应力截面积	1305.462 mm ²
有效受力长度	螺栓受拉伸部分的长度	根据实际被测螺栓受力长度	215mm

表 7. 数据采集参数配置

4.5 报警配置

传感器内部具备报警功能，当满足特定条件时，可以触发传感器执行相应的动作。报警配置用于定义触发报警的条件和动作。

每个传感器最多支持 4 个不同的报警规则，每个报警规则需要配置以下内容：

名称	说明	选择项或合理范围	默认值
报警属性	报警规则使用的数据属性	未启用、温度或预紧力	未启用
报警操作符	用于比较的操作符	<、≤、>、≥、=	<
报警阈值	用于比较的临界值	根据需要设置	-
报警级别	报警级别	普通报警、重要报警、紧急报警	普通报警
报警动作	报警条件满足时执行的动作	未启用、改变采集周期	未启用

表 8. 报警规则

以下配置适用于所有报警规则：

名称	说明	选择项或合理范围	默认值
报警采集周期	当执行“改变采集周期”动作时，特征数据的采集间隔。	0、(1、2、5、10、15、20、30)分钟、(1、2、3、4、6、8、12、24)小时	0
报警静默期	报警动作被静默或停用的特定时间段。	0、(1、2、5、10、15、20、30)分钟、(1、2、3、4、6、8、12、24)小时	0

表 9. 通用报警配置

5 IoT Palm 手机 APP

所有的 SAS 系列传感器都内置蓝牙功能，可以通过 IoT Palm 移动 APP 对传感器进行配置和操作。

注意：需要使用支持 NFC 功能的安卓手机，版本必须是 Android 7.0 或更高。

如需了解如何使用 IoT Palm 的详细信息，请参考《IoT Palm 移动 APP 用户手册》。

5.1 建立连接

要使 IoT Palm 与传感器建立连接，请按照以下步骤操作：

- 确保手机上安装了最新的 IoT Palm 移动 APP。
- 确保手机的 NFC、蓝牙、以及 GPS 定位功能已开启，并赋予 IoT Palm 相应的应用权限。
- 打开 IoT Palm 应用程序，进入“设备发现”界面。
- 将手机 NFC 感应区（通常在手机背面摄像头附近）靠近传感器的 NFC 区域，保持静置约 3 秒钟。
- 等待移动设备响应 NFC 触发，然后将手机移开。
- 传感器固件版本为 v1.5.7 及以下版本，IoT Palm 上提示“设备已启动”或“设备已关闭”；v1.5.8 及以上版本，IoT Palm 上提示“设备重启中”。

待设备名称及 MAC 地址信息出现在“设备发现”界面，点击要连接的设备，此操作需



在地址信息出现后 30 秒内完成。



SAS100/SAS100A 传感器 NFC 感应区



SAS120 传感器 NFC 感应区



手机 NFC 感应区

图 12. 传感器与手机 NFC 感应区

IoTPalm 将尝试与所选设备建立连接。连接成功后，您将进入 IoTPalm 的主界面，从这里可以对设备进行配置和各种操作。



图 13. 设备发现

IoTPalm 的主界面包括以下几个功能模块：

- 信息：查看传感器的信息和状态。
- 配置：对传感器进行配置。
- 点检：对传感器进行点检，查看传感器的实时数据。
- 操作：对传感器进行各种操作，例如恢复出厂设置、升级固件等。



← 设备信息	
名称	THETA_SAS100
型号	SAS100
产品ID	60202
软件版本号	v1.6.7
编译时间	Jan 23 2024 21:40:53
厂商名称	Theta Sensors Corporation
蓝牙广播标志	THETA
MAC地址	F6-91-53-10-E4-D7
电压	3596mV
信号	-17dB

信息 配置 点检 操作

图 14. IoT Palm 主界面

主界面底部有导航栏，帮助您在 IoT Palm 中浏览不同的功能模块，以便有效地与设备进行交互。

IoT Palm 每次只能与一个设备建立连接。如果需要连接其他设备，您需要先断开当前连接。一旦 IoT Palm 与设备的连接断开，IoT Palm 将返回“设备发现”界面。

5.2 配置

在导航栏点击“配置”，您可以进入配置模块。在配置模块中，您可以查看和修改设备的当前配置。要进行配置修改，请按照以下步骤操作：

- 点击您想要修改的配置项。
- 根据提示输入新的值或选择所需选项。
- 完成必要的更改后，点击“保存”按钮以更新配置。

要了解不同设备的配置信息，请参考相关设备的产品用户手册。



图 15. 配置页面

5.3 操作

在导航栏点击“操作”，您可以进入操作模块。在操作模块中，您可以对设备进行各种操作。

5.3.1 重置数据

重置数据操作可将传感器的基准数据复位并清空传感器中的历史数据。要执行传感器数据重置，请点击“重置”。

请注意，重置数据操作也可以在点检页面进行。



图 16. 重置数据

5.3.2 校准

校准操作用于对传感器进行预紧力校准。校准功能应在传感器安装完成且胶完全固化后进行。校准前，请根据实际使用的螺栓规格配置预紧力参数。

注意：校准前需停止点检操作。

要对传感器进行校准，请按照以下步骤进行操作：

- 点击“校准”，这将弹出一个对话框。
- 按提示输入预紧力值，然后点击“开始”按钮。



① 在操作页面点击校准。

② 输入当前实际预紧力进行校准。

图 17. 校准

5.3.3 恢复出厂设置

要将设备的配置恢复到出厂设置，请点击“恢复出厂设置”。

请注意，此操作将清除所有自定义设置并将设备重置为出厂默认值。



图 18. 恢复出厂设置

5.3.4 重启

要重启设备，请点击“重启”。

此操作将触发设备的重启过程。请注意，在设备重新启动后，与 IoT Palm 之间的连接将会断开。如需继续操作，您需要等待重启过程完成后，重新建立 IoT Palm 与设备之间的连接。



图 19. 重启设备

5.3.5 固件升级

要对设备进行固件升级，请按照以下步骤进行操作：

- 点击“固件升级”，这将弹出一个对话框。
- 按照提示选择要升级的固件文件，然后点击“升级”按钮。
- 等待固件上传完成。

设备将开始执行固件升级操作。请注意，固件上传过程需要一些时间，请保持设备和移动设备靠近，以免影响升级过程。

固件升级完成后，设备将自动重启。请注意，在设备重新启动后，IoT Palm 与设备之间的连接将会断开。如需继续操作，您需要等待重启过程完成后，重新建立 IoT Palm 与设备之间的连接。



① 在操作界面点击固件升级。

② 选择固件。

③ 等待升级完成。

图 20. 固件升级

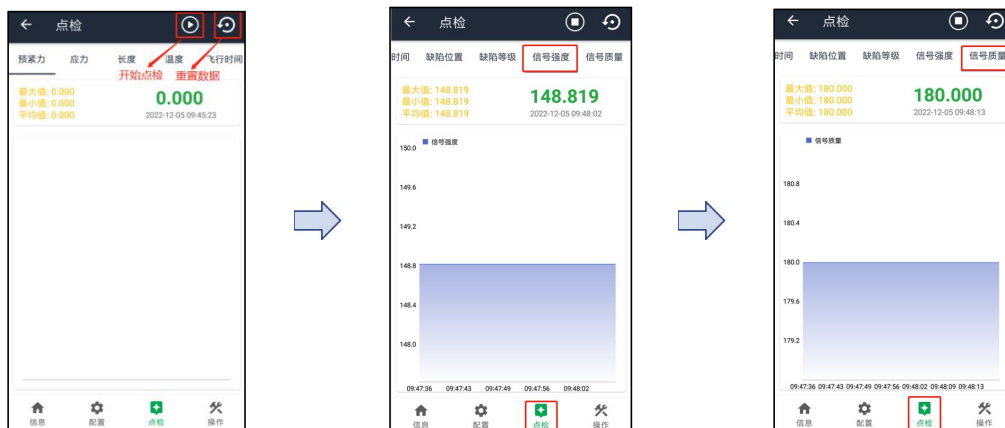
5.4 点检和耦合测试

点击导航栏中的“点检”进入点检模块。在点检模块中，您可以查看传感器的实时数据或进行传感器耦合测试。请按照以下步骤操作：

- 点击“开始”按钮，开始查看传感器上传的数据。
- 滑动页面可切换查看不同属性的数据。
- 如需要停止点检，可以点击“停止”按钮。
- 如需要重置传感器数据，可以点击“重置数据”按钮。

在耦合测试中，信号强度和信号质量是评估耦合效果的重要指标。在传感器安装后的测试中，这两个指标需达到以下标准：

- 信号强度 ≥ 20
- 信号质量 ≥ 60



① 点击点检。

② 查看信号强度。

③ 查看信号质量。

图 21. 数据点检和耦合测试

6 传感器维护

6.1 固件升级

如需要固件升级，可以通过 IoT Palm 移动 APP 进行本地升级，也可以通过网关管理界面或监测平台进行远程升级。

6.2 电池更换

传感器会周期性将电池电压上传，当传感器的电池电量低于 3000mV 时，需要更换电池。以下是电池的规格：

- 电池型号：ER14335（SAS100/SAS100A），ER18505（SAS120）
- 导线规格：UL1571-26#，长 50±10mm
- 电池插头规格：Molex51021-2P
- 插头极性：请参考下图，确定正负极。



图 22. 电池插头正负极

按下图所示步骤更换电池。

SAS100/SAS100A 传感器：



SAS120 传感器:



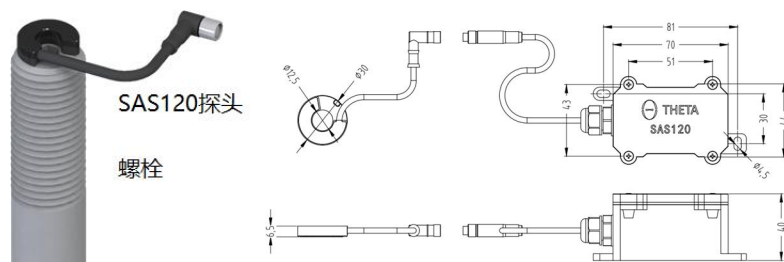
图 23. 电池更换

在安装新电池时，请确保小心处理电池和组件，并确保正确对齐和连接。这样做可以确保正常工作，并避免潜在的问题。

6.3 螺栓维护作业指导

1) SAS120 传感器监测的螺栓维护

SAS120 分探头和控制盒两部分，两部分通过 M5 的螺纹航空插头连接。



维护时，首先需要断开 M5 的螺纹航空插头，分离探头和控制盒两部分。然后拆除紧固螺母，卸下控制盒和支架。



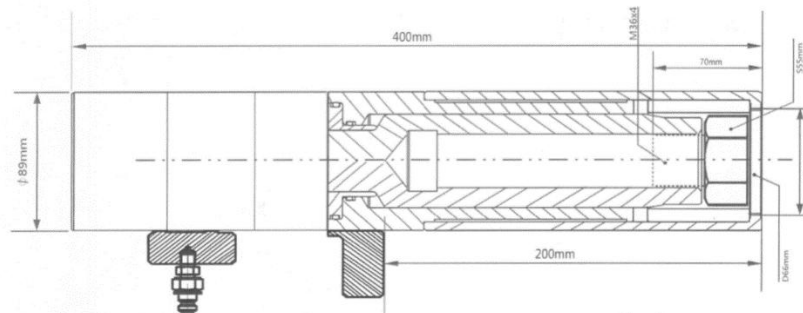
- 将探头导线折入螺栓孔内（如下图），突出端面高度在 20mm 以内。



- 盘起探头导线
- 紧固螺栓时，用中空型液压扳手，或者内部有足够高度空间的中空型拉拔器（下图）。
- 维护完之后，恢复 SAS120 的安装。



中空型液压扳手



中空型拉拔器



2) 传感器预紧力设置

- 维护完成后，需要在控制端（服务器）对相应的传感器重新进行预紧力校准。

