



HPS-FT-USER

六维力传感器用户手册

版本：HPS-FTC-USER 1.2

手册发布：2020.10

目录

1 产品简述	3
1.1 传感器介绍	3
1.1.1 简述	3
1.1.2 产品特性	3
1.1.3 外形尺寸及电缆定义	4
1.1.4 线缆定义	4
1.1.5 包装信息	5
1.2 Ethernet 适配器	6
1.2.1 产品描述	6
1.2.2 外形尺寸	6
1.2.3 接线定义	7
1.2.4 Ethernet 总线通讯协议	7
2 安装	8
2.1 工具与配件	8
2.2 机械结构安装	8
2.3 电气线缆安装	10
3 上位机演示软件	12
3.1 上位机演示软件基于以太网	12
3.1.1 以太网连接步骤	12
3.1.2 滤波和坐标系转换功能	14
3.1.3 端口配置	15
3.1.4 保存数据	16
3.2 上位机软件基于 RS485 串口	17
3.2.1 RS485 连接	17
3.2.2 滤波器	18
3.2.3 波特率设置	19
4 上位机监控软件	20
4.1. 上位机演示软件连接步骤	20
修订历史记录	23

1 产品简述

1.1 传感器介绍

1.1.1 简述

HPS-FT060 系列传感器是高性能的数字式六维力传感器，可实现 XYZ 三个空间坐标轴上的力和力矩的精确测量。该传感器的应变体结构具有良好的抗过载和耐久性，工作时可达到数倍的安全过载。

相对于传统应变计结构，HPS-FT060 系列传感器实现了更高的信噪比和灵敏度。内置温度补偿算法大大降低了传感器由于温度变化引入的温度漂移。产品可高精度实时测量 F_x 、 F_y 、 F_z 、 M_x 、 M_y 和 M_z 六个受力分量，内部集成的专业补偿算法保证了测量结果的高线性度和极低的轴间串扰。

1.1.2 产品特性

快速、精确测量 XYZ 三个坐标轴上的力和力矩

- 高分辨率
- 高信噪比
- 防尘防水设计（IP65）
- 高抗过载能力
- 方便集成的紧凑结构设计

完全集成的紧凑结构，包含：

- 阳极氧化航空铝外壳 (FT060/FT060E)
- 不锈钢外壳 (FT060S)
- 高灵敏度弹性体结构及应变计
- 高精度 ACD 转换电路
- 高性能嵌入式微处理器
- 先进的嵌入式数据处理、滤波和解耦算法
- 高速 RS-485 总线接口
- EtherCAT、Ethernet 接口转换器

1. 1. 3 外形尺寸及电缆定义

HPS-FT060 尺寸图

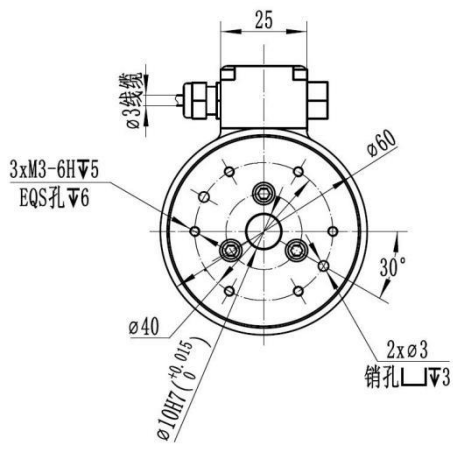


图 1. HPS-FT060 俯视图

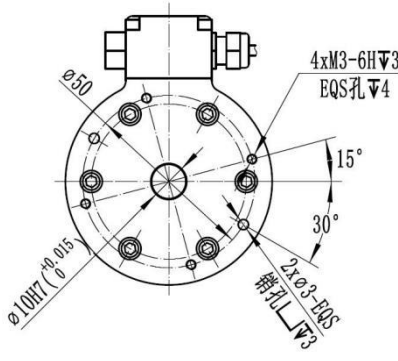


图 2. HPS-FT060 仰视图

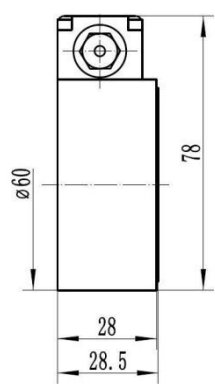


图 3. HPS-FT060 侧视图

HPS-FT060E/HPS-FT060S 尺寸图

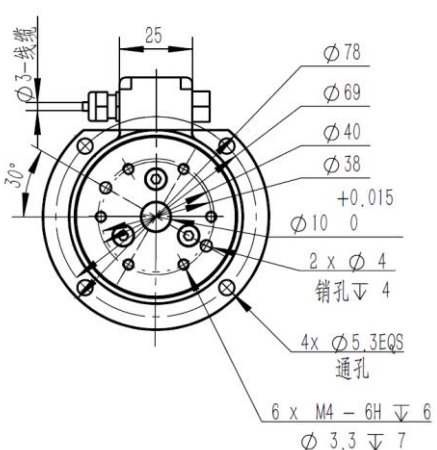


图 4. HPS-FT060E(S)俯视图

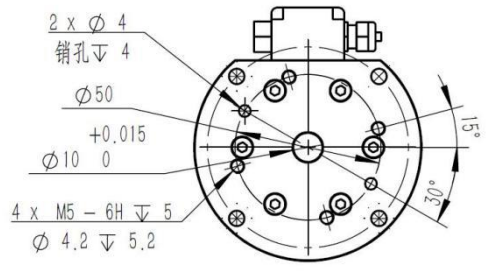


图 5. HPS-FT060E(S)仰视图

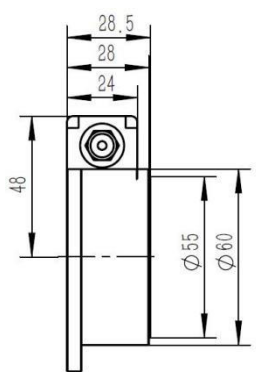


图 6 HPS-FT060E(S)侧视图

1. 1. 4 线缆定义

电缆颜色	信号名称	信号种类	描述
红色	电源正极	VCC	连接到 DC +12V~+24V
黑色	电源负极	GND	连接到电源地
白色	RS-485A	Digital	连接 RS-485 收发器 A 端 (+端)
绿色	RS-485B	Digital	连接 RS-485 收发器 B 端 (-端)
银色	屏蔽线	SHIELD	连接到机壳地

1. 1. 5 包装信息

型号	HPS-FT060	HPS-FT060E	HPS-FT060S
传感器尺寸	78(L) x 60(W) x 28.5(H)mm	87(L) x 78(W) x 28.5(H)mm	87(L) x 78(W) x 28.5(H)mm
传感器重量	235g	255g	465g
包装盒尺寸	183(L) x 173(W) x 66(H)mm	183(L) x 173(W) x 66(H)mm	183(L) x 173(W) x 66(H)mm

1.2 Ethernet 适配器

1.2.1 产品描述



HPS-FT-EN2000-I0 适配器用于将六维力传感器的 RS485 接口转换为以太网百兆接口，同时支持更丰富和更简单的命令设置。数据输出频率最高可达 2000HZ。

1.2.2 外形尺寸

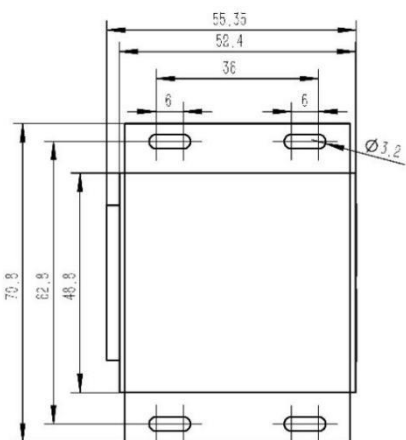


图 1. 适配器俯视图

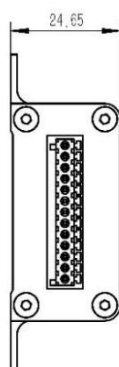


图 2. 适配器左视图

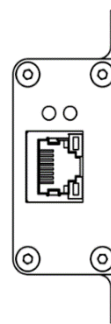


图 3. 适配器右视图

1.2.3 接线定义

端口号	信号名称	信号种类	描述
1	适配器电源正极	VCC	连接到 DC +12V ~ +24V
2	适配器电源负极	GND	连接到电源地
3	适配器屏蔽地	SHIELD	连接到机壳地
4	CH1 传感器电源正极	VCC	连接传感器电源正极(红色电缆)
5	CH1 传感器电源负极	GND	连接传感器电源负极(黑色电缆)
6	CH1 传感器 485A	Digital	连接传感器 485 A 端(白色电缆)
7	CH1 传感器 485B	Digital	连接传感器 485 B 端(绿色电缆)
8	CH2 传感器电源正极	VCC	连接传感器电源正极(红色电缆)
9	CH2 传感器电源负极	GND	连接传感器电源负极(黑色电缆)
10	CH2 传感器 485A	Digital	连接传感器 485 A 端(白色电缆)
11	CH2 传感器 485B	Digital	连接传感器 485 B 端(绿色电缆)
12 ^{*1}	光耦输出 OUT	Digital	光耦输出端
13 ^{*2}	光耦 COM 端	GND	光耦 COM 端

1.2.4 Ethernet 总线通讯协议

Ethernet 适配器使用 UDP 或 TCP 协议通讯，默认为 UDP 协议，可以通过切换适配器内部的 2 号拨码开关选择 TCP 协议。默认 IP 为 192.168.1.100，掩码为 255.255.255.0，网关为 192.168.1.1，端口号为 8080，用户可以通过命令修改 IP、掩码、网关和端口号（端口号 50000 为调试端口，用户无法使用）。将适配器内部的 1 号拨码开关拨到不同于默认位置，则适配器每次重启所有参数都会被初始化为默认参数。

2 安装

以六维力+EtherNet 安装在 UR 机器人为示例.

2.1 工具与配件

传感器及其附赠配件:

1. 六维力传感器 (HPS-FT060x)
2. 转接法兰
3. 六维力传感器 EtherNet 适配器 (HPS-FT-EN2000-I)
4. EtherNet 适配器端子排
5. 24v 直流电源
6. URCAP 软件包
7. $\Phi 6 \times 10$ 圆柱销
8. 内六角螺丝 TAC21-M6-L10 (4 个)
9. 内六角螺丝 TAC21-M5-L15 (4 个)
10. 内六角扳手 M5
11. 内六角扳手 M6

自备:

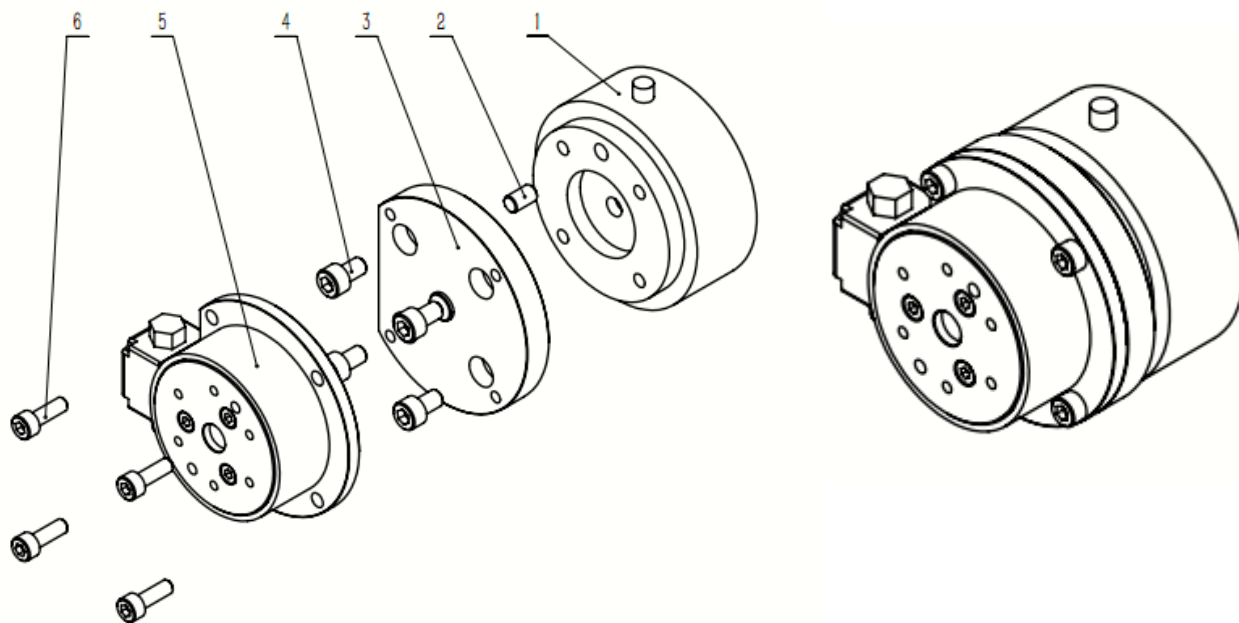
1. 以太网线缆 (自备)

2.2 机械结构安装

步骤:

1. 将② ($\Phi 6 \times 10$ 圆柱销) 固定在③ (转接法兰) 上.
2. 将③ (转接法兰) 背面中的② ($\Phi 6 \times 10$ 圆柱销) 与① (UR 末端连接法兰) 定位销孔对齐并插入.
3. 通过内六角扳手 M6 和④ (TAC21-M6-L10 \times 4) 将③ (转接法兰) 与① (UR 末端连接法兰) 固定住.
4. 将⑤ (六维力传感器) 背面与③ (转接法兰) 正面的缺角对齐.

5. 通过内六角扳手 M5 和⑥ (TAC21-M5-L15×4) 将⑤ (六维力传感器) 与③ (转接法兰) 固定住.



注意

确保安装牢固,避免松动.

2.3 电气线缆安装

步骤:

1. 将传感器线缆沿着机器人末端 6 到 1 轴走线, 并固定.

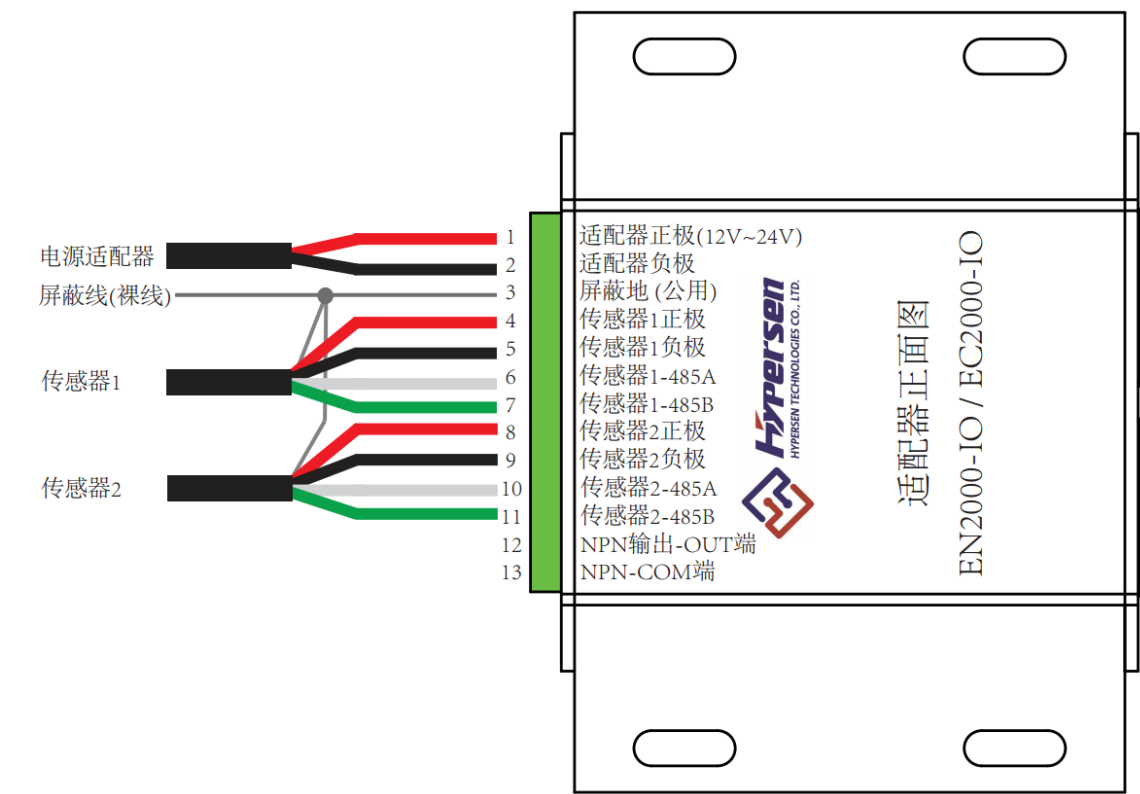
注意

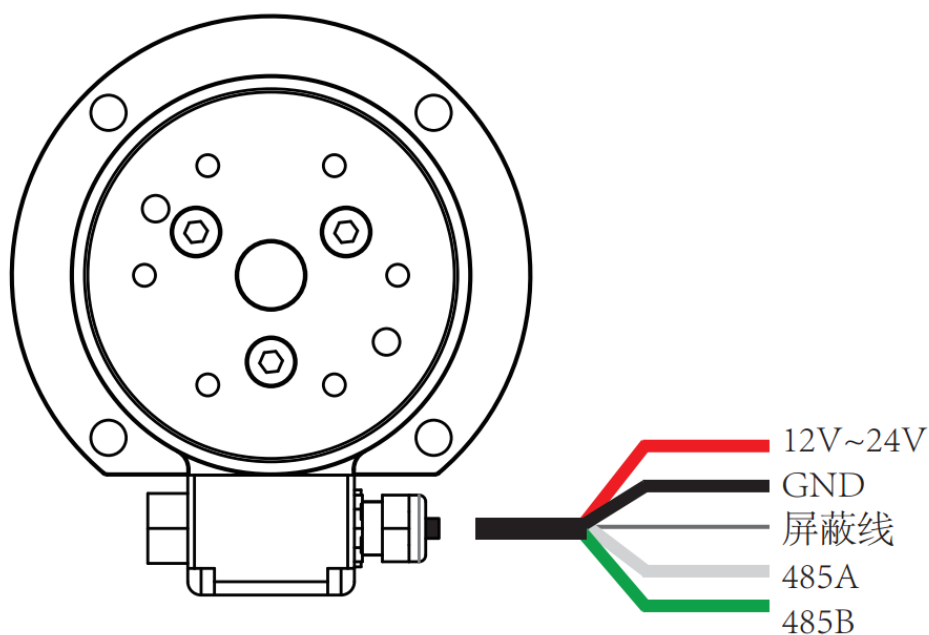
确保对机器人各关节活动范围足够预留,并做好防夹防拉扯防摩擦等保护措施,避免线缆损坏

2. 检查传感器与 EtherNet 接线(出厂已预先接线).

注意

请检查确认,错误的接线可能损坏传感器





3. 将 24v 电源适配器与 EtherNet 适配器供电端子连接上(出厂已预接线). 并通电.

注意

- ①. 若不使用提供的电源适配器,请确保供电为直流 12-24V,并使用接线端子保护线头.该操作存在使传感器损坏风险,请小心谨慎.
- ②. 通电后,适配器 CH1 黄灯将会亮起,若不亮可尝试测量电源端功率(固定 0.5W),以排除接线不良等问题.

(可选)4. 用以太网线将 EtherNet 适配器与 PC 网口连接,并设置 PC 网口 IP 地址为 192.168.1.X(传感器默认 192.168.1.100),通过六维力上位机检验传感器是否正常工作.(具体步骤见第 8 章)

5. 用以太网线将 EtherNet 适配器与机器人网口连接.

3 上位机演示软件

你可以通过这个软件与六维力传感器进行以太网连接或串口连接, 通过上位机软件, 你可以查看传感器波形图和 3D 矢量图, 来熟悉力传感器, 以及诊断通讯。

3.1 上位机演示软件基于以太网

适合选购六维力+EtherNet 转接盒的连接方式。

3.1.1 以太网连接步骤

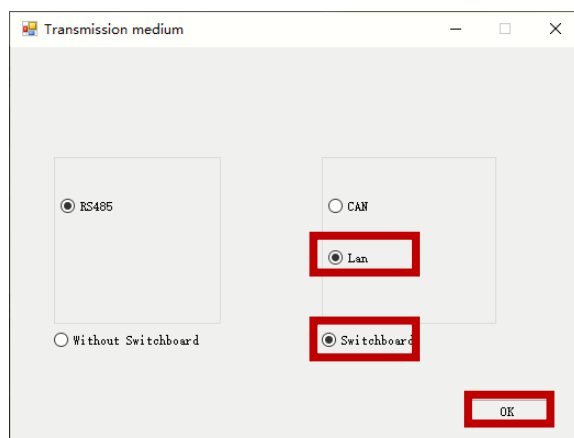
步骤:1. 提供一个 win 系统的个人 pc.

2. 设置 pc 网口. 确保与传感器同一网段 192.168.1.X 且不冲突。



3. 拷贝解压上位机演示软件. 并找到 Release 文件加下六维力上位机 V1. x. x. exe 文件, 双击打开。

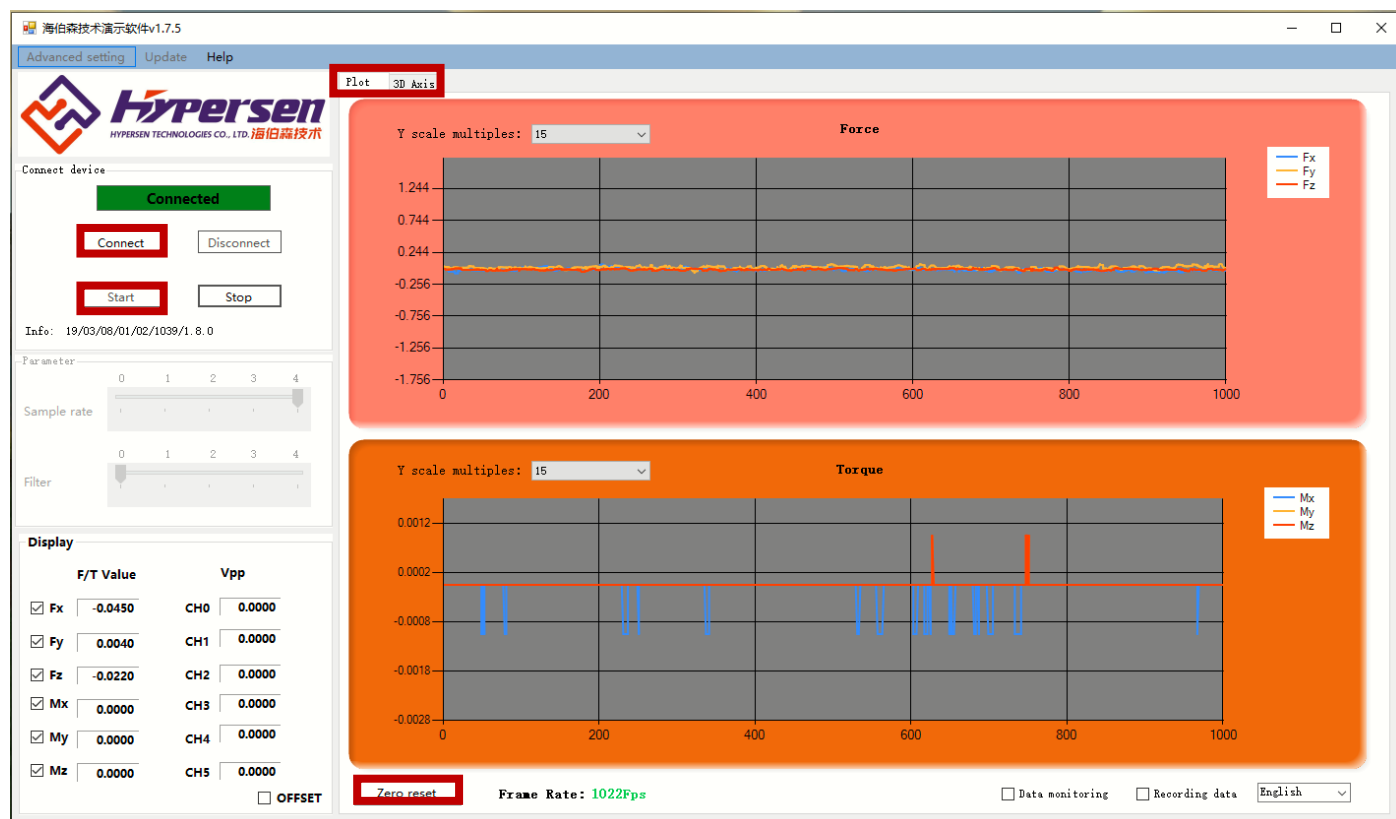
4. 勾选 Lan 和 Switchboard 选项, 点击 OK 进入, 如图所示。



5. 填写传感器 IP Port 和通讯协议。(默认 IP:192.168.1.100,Port:8080,UDP) 点击 **ok** 进入。

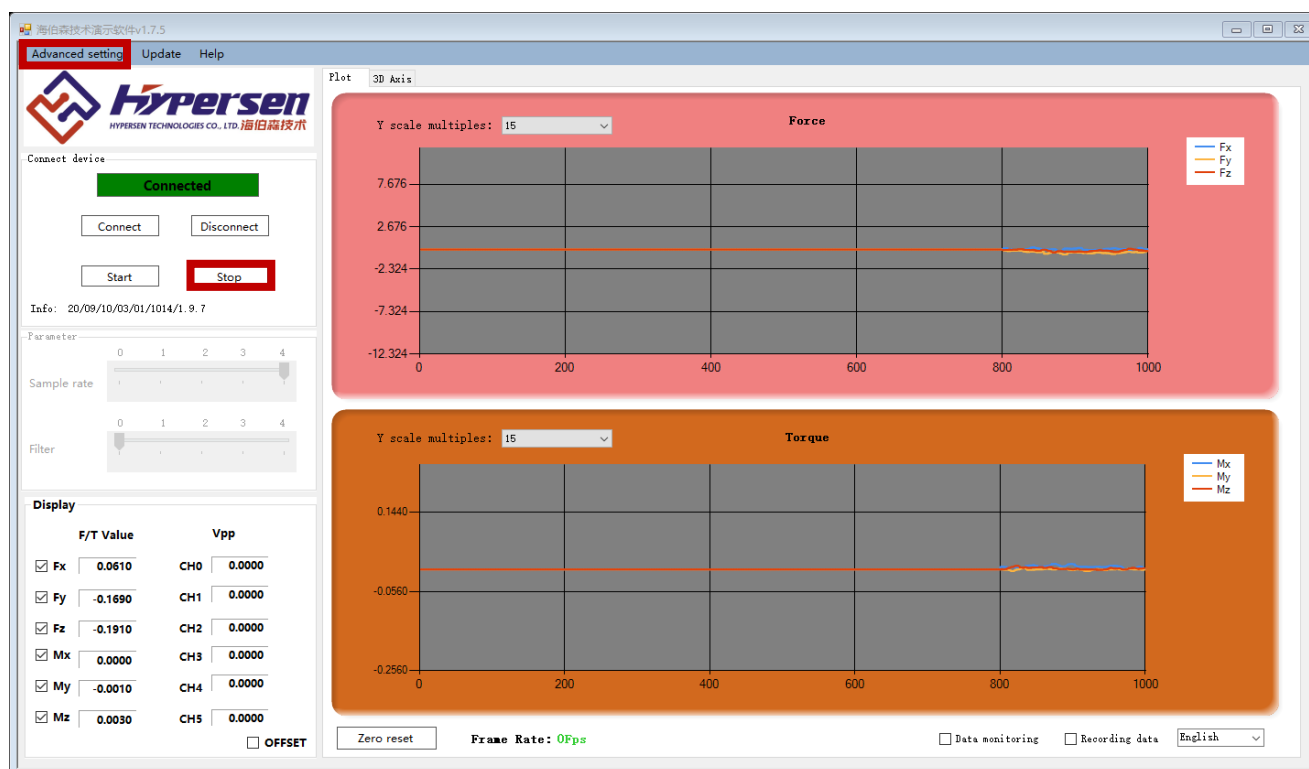
The NetConfigForm dialog box is divided into two sections. The top section, 'Ethernet board IP/Port', contains fields for IP (192.168.1.100), Port (8080), and Ethernet protocol (UDP selected, TCP unselected). An 'OK' button is at the bottom right. The bottom section, 'Ethernet port setting', contains fields for IP (192.168.1.100), Net Mask (255.255.255.0), Gateway (192.168.1.1), and Port Number (8080). An 'OK' button is at the bottom right.

6. 进入上位机界面. 点击 **Connect** 按钮再点击 **Start** 按钮即可. 你可以对传感器进行清零, 以及查看 Plot 和 3D Axis 界面.



3.1.2 滤波和坐标系转换功能

- 步骤:1. 通过 3.1.1 章节实现上位机软件与传感器的连接.
2. 点击 **Stop** 按钮先中断传感器采集.



3. 点击 **Advanced setting** 菜单, 打开 **Parameter setting** 窗口.

The screenshot shows the 'NetSwitchBoadParaSettingForm' window. It contains several sections for parameter settings:

- Kalman filter setting:** Includes settings for Force and Torque. Force: Kalman K (5%), kalman threshold (0.8 N), Number check (3). Torque: Kalman K (20%), kalman threshold (0.08 N*m), Number check (3). A 'Disable' dropdown and a 'Set' button are also present.
- Tool transform:** Includes settings for Rx, Ry, Rz (in degrees) and Dx, Dy, Dz (in meters). A 'Set' button is at the bottom.
- Low pass filter:** Includes a slider from 0 to 6 and a 'Set' button.
- Median filter:** Includes a 'Depth' input (0) and a 'Set' button.
- Smooth Average filter:** Includes a 'Depth' input (0) and a 'Set' button.

4. 在这里你可以设置卡尔曼滤波器, 低通滤波器, 中值滤波器, 移动平均滤波器以及传感器坐标旋转功能.

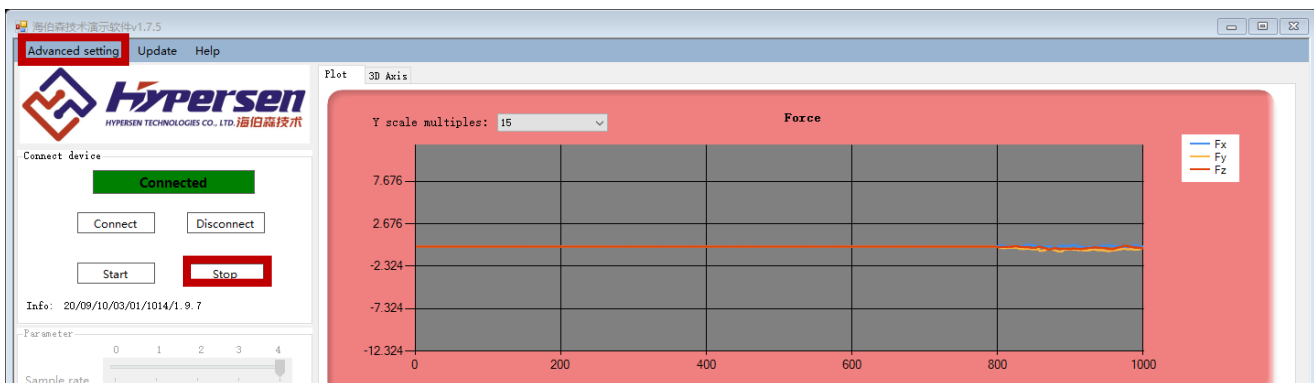
5. 根据手册参数说明进行设置, 然后点击 **Set** 按钮使设置及时生效.

6. 若需要断电保持, 设置并生效参数后, 关闭 **Para Setting** 窗口, 点击 **Advanced setting** 菜单下的 **Save user setting** 按钮. 相关参数将断电保持.

3.1.3 端口配置

步骤: 1. 通过 3.1.1 章节实现上位机软件与传感器的连接.

2. 点击 **Stop** 按钮先中断传感器采集.



3. 点击 **Advanced setting** 菜单, 打开 **Port Setting** 窗口.

The screenshot shows the 'NetConfigForm' dialog box. It has two main sections. The top section is titled 'Ethernet board IP/Port' and contains fields for 'IP' (192.168.0.100) and 'Port' (8080). Below these fields are radio buttons for 'Ethernet protocol' with 'UDP' selected and 'TCP' unselected. An 'OK' button is at the bottom right of this section. The bottom section is titled 'Ethernet port setting' and contains fields for 'IP' (192.168.1.100), 'Net Mask' (255.255.255.0), 'Gateway' (192.168.1.1), and 'Port Number' (8080). An 'OK' button is at the bottom right of this section.

4. 设置好传感器端口后, 点击 **OK**, 等待出现提示设置成功并建议重新连接.

5. 点击 **Advanced setting** 菜单下的 **Save user setting** 按钮. 相关参数将断电保持.

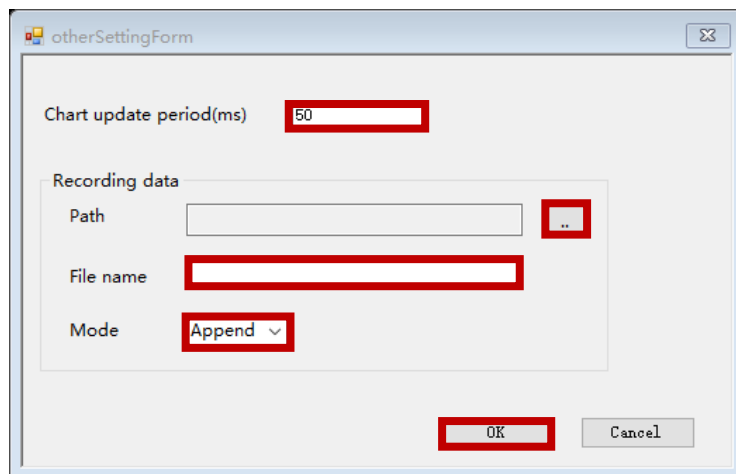
6. 传感器断电重启, 将电脑设置与传感器同网段, 用新的端口配置再次连接上位机.

3.1.4 保存数据

步骤:1. 通过 3.1.1 章节实现上位机软件与传感器的连接.

2. 点击 **Stop** 按钮先中断传感器采集.

3. 点击 **Advanced setting** 菜单, 打开 **Other Setting** 窗口.



4. 你可以通过 **Chart update period(ms)** 设置示波器刷新周期.

5. 在 **Recording data** 里, 设置文件保存路径及文件名.

6. 设置数据保存方式添加或覆盖. 点击 **ok** 生效配置.

7. 关闭窗口点击 **Start** 开始采集传感器数据.

8. 在示波器右下角, 勾选 **Recording data**, 将会开始保存数据.

9. 再次取消勾选则停止保存数据, 数据以帧率采集, 不适合长时间录制数据.

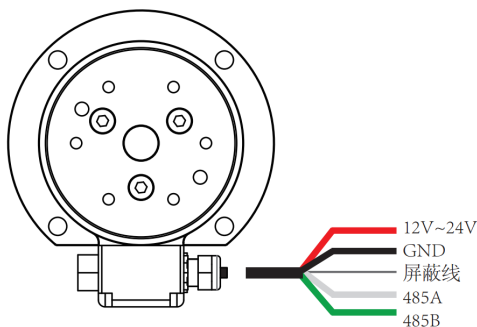
3.2 上位机软件基于 RS485 串口

适合选购六维力或六维力+EtherCat 转接盒的连接方式.

3.2.1 RS485 连接

前提:1. 将传感器电源线缆连接到直流 12~24V 电源.

2. 将传感器通讯线(485A, 485B) 与 RS485 转串口器 (A+, B-) 连接.

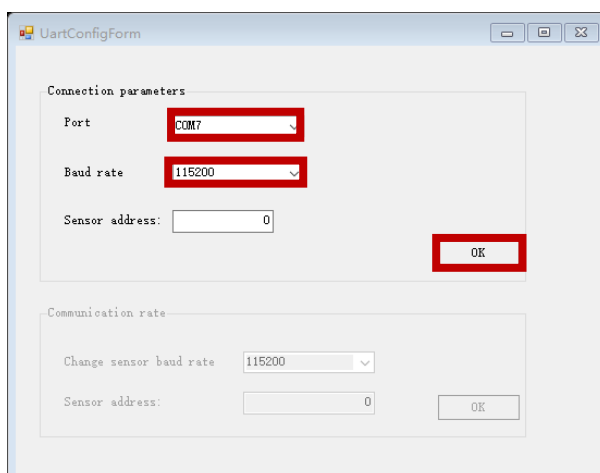


步骤:1. 找到 Release 文件加下六维力上位机 V1. x. x. exe 文件, 双击打开.

2. 勾选 **Lan** 和 **Without Switchboard** 选项, 点击 **OK** 进入, 如图所示.



3. 选定对应端口.



4. 若传感器订购为 RS485 协议, 波特率默认为 115200. 若传感器订购为 EtherCat 或 EtherNet 协议, 传感器默认波特率为 1500000.
5. 点击 **OK** 后进入上位机软件主界面, 点击 **Connect 按钮** 连接传感器.
6. 若提示连接失败, 说明传感器供电, 接线, 端口, 波特率不正确. 请检查后重新打开上位机软件连接.

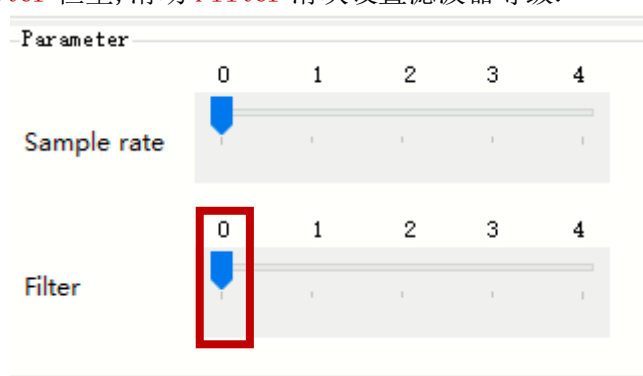
3.2.2 滤波器

使用传感器内部的低通滤波器.

步骤: 1. 通过 3, 2, 1 章节完成连接.

2. 点击 **Stop** 按钮停止采集数据.

3. 在主界面 **Parameter** 栏里, 滑动 **Filter** 滑块设置滤波器等级.



4. 点击 **Start** 按钮开始采集数据.

5. 通过示波器查看滤波效果和通讯速率变化.

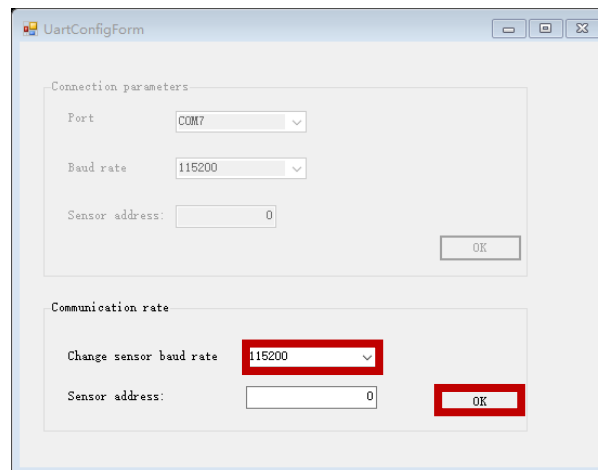
3.2.3 波特率设置

修改传感器波特率.

步骤:1. 通过 3, 2, 1 章节完成连接.

2. 点击 **Stop** 按钮先中断传感器采集.

3. 点击 **Advanced setting** 菜单, 打开 **Port Setting** 窗口.



4. 修改波特率后, 点击 OK 立即生效.

5. 点击 **Advanced setting** 菜单下的 **Save user setting** 按钮. 相关参数将断电保持.

6. 传感器断电重启, 用新的波特率配置再次连接上位机.

4 上位机监控软件

传感器除了主通讯端口外, 还预留一个监控端口, 你可以通过上位机监控软件, 在不影响传感器主端口与设备之间的通讯时实时监控和采集数据, 方便调试和数据分析.

4.1. 上位机演示软件连接步骤

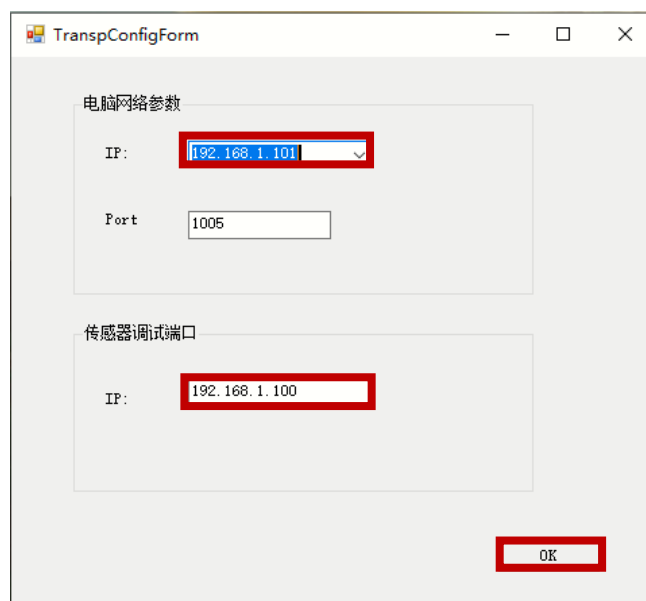
步骤:1. 提供一个 win 系统的个人 pc.

2. 设置 pc 网口. 确保与传感器同一网段 192.168.1.X 且不冲突.

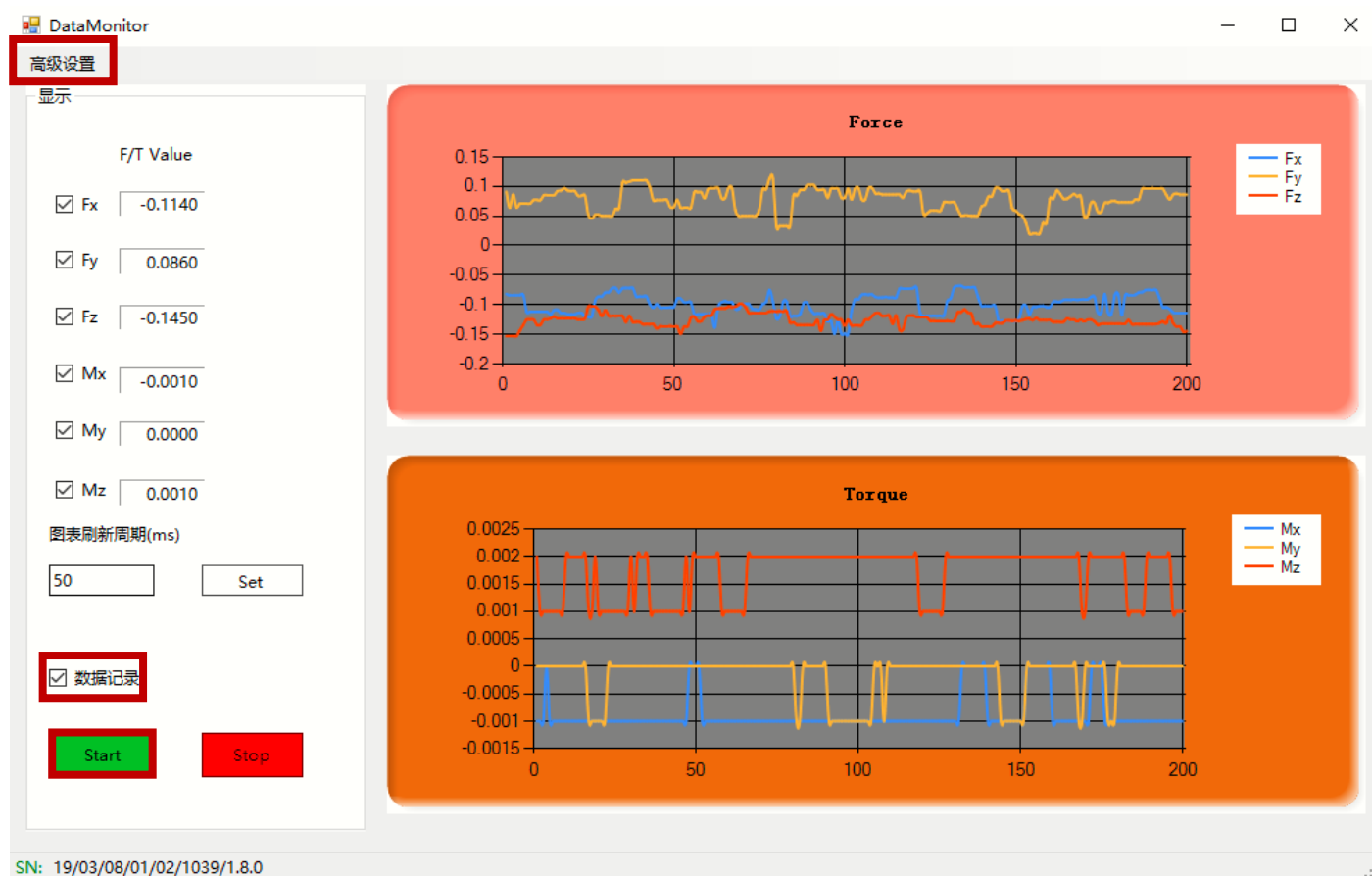


3. 拷贝解压上位机监控软件. 并找到 Release 文件加下监控.exe 文件, 双击打开.

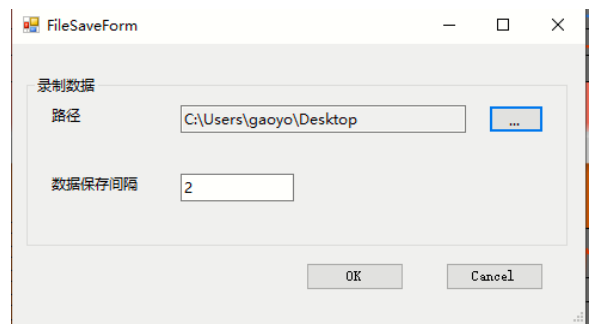
4. 填写 PC 端口 IP 及传感器 IP, 点击 OK 进入, 如图所示.



5. 点击 **Start** 后, 即可监控传感器数据.



6. 还可以在高级设计中设定数据采集的路径地址和采样间隔.



7. 回到主界面, 勾选数据记录并点击 **Start** 按钮, 开始采集数据, 当点击 **Stop** 按钮时, 将结束当前的采集, 并将数据保存为. csv 文件. 数据格式如下图所示.

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Time
-0.109	0.11	-0.118	-0.001	-0.001	0.003	#####
-0.094	0.116	-0.118	-0.001	-0.001	0.003	#####
-0.108	0.116	-0.118	-0.001	-0.001	0.003	#####
-0.108	0.116	-0.118	-0.001	-0.001	0.003	#####
-0.125	0.116	-0.113	-0.001	-0.001	0.003	#####
-0.125	0.108	-0.115	-0.001	-0.001	0.003	#####
-0.092	0.123	-0.115	-0.001	-0.001	0.003	#####
-0.083	0.117	-0.115	-0.001	-0.001	0.003	#####
-0.083	0.105	-0.117	-0.001	-0.001	0.003	#####
-0.082	0.105	-0.117	-0.001	-0.001	0.002	#####
-0.082	0.117	-0.113	-0.001	-0.001	0.002	#####
-0.082	0.132	-0.117	-0.001	-0.001	0.003	#####
-0.096	0.128	-0.113	-0.001	-0.001	0.002	#####
-0.096	0.123	-0.113	-0.001	-0.001	0.002	#####
-0.094	0.109	-0.112	-0.001	-0.001	0.002	#####

修订历史记录

Date	Revision	Description
2020/7/10	1.0	初版
2020/8/11	1.1	添加 RS485 连接示例, 添加各通讯连接规范和故障排除, 添加调试示例.
2020/10/10	1.2	添加注意事项.

IMPORTANT NOTICE - PLEASE READ CAREFULLY

Hypersen Technologies Co., Ltd. reserve the right to make changes, corrections, enhancements, modifications, and improvements to Hypersen products and/or to this document at any time without notice. Purchasers should obtain the latest relevant information on Hypersen products before placing orders. Hypersen products are sold pursuant to Hypersen's terms and conditions of sale in place at the time of order acknowledgement.

Purchasers are solely responsible for the choice, selection, and use of Hypersen products and Hypersen assumes no liability for application assistance or the design of Purchasers' products.

No license, express or implied, to any intellectual property right is granted by Hypersen herein.

Resale of Hypersen products with provisions different from the information set forth herein shall void any warranty granted by Hypersen for such product.

Hypersen and the Hypersen logo are trademarks of Hypersen. All other product or service names are the property of their respective owners.

Information in this document supersedes and replaces information previously supplied in any prior versions of this document.

© 2020 Hypersen Technologies Co., Ltd. - All rights reserved