

P 系列

高速、高精密 CMOS 激光位移传感器

为获得最佳使用性能，请在使用前仔细阅读本手册

目录

前言	7
符号说明	7
1. 使用须知	8
1.1 安装环境	8
1.2 一般预防措施	8
1.3 灰尘与污物的影响	9
1.4 环境温度的影响	9
2. 关于	10
2.1 软件许可协议	10
2.2 系统构成	11
2.3 手册结构	11
3. 技术参数	12
4. 安装说明	13
4.1 传感头输入/输出接口	13
4.1.1 电源接口规格	14
4.1.2 NPN 输入接口规格	14
4.1.3 NPN 输出接口规格	15
4.1.4 模拟输出接口规格	15
4.1.5 RS485 接口规格	16
4.1.6 SYNC 接口规格	17
4.1.7 100Mbps 以太网接口规格	17
4.2 传感头机械安装	18
4.2.1 传感头尺寸	18
4.2.2 传感头结构	23
4.2.3 传感头安装	24
4.3 软件安装	25
4.3.1 安装包安装	25
4.3.2 压缩包解压	27
5. 功能设定	28
5.1 上位机软件界面	28
5.1.1 主窗口界面	28
5.1.2 高级配置窗口界面	29
5.2 通信	29
5.2.1 通信前准备	29

5.2.2	设备搜索	30
5.2.3	设备连接与断开	32
5.2.4	连接状态检测	33
5.2.5	通信配置	33
5.3	图像配置	35
5.3.1	图像采集	35
5.3.2	曝光设置	36
5.3.3	峰参数	38
5.4	测量配置	40
5.4.1	采样设置	40
5.4.2	数据修正	43
5.4.3	数据统计	44
5.4.4	采样编号与时间戳	45
5.5	输入输出配置	46
5.5.1	SYNC 端口配置	46
5.5.2	NPN 输入输出	50
5.5.3	模拟与数字输出	52
5.6	设备配置管理	55
5.7	高级配置	56
5.7.1	量程对应像素截取参数查询	56
5.7.1	设备 MAC 地址更改	57
5.7.2	软件语言切换	58
6.	测量数据采集	59
6.1	设备通信与连接	59
6.2	原始图像查看	59
6.3	设备实时数据查看	60
6.3.1	实时数据显示	60
6.3.2	大字号显示	63
6.3.3	修改显示精度	63
6.4	双探头对射厚度测量配置	64
6.4.1	配置方式	64
6.4.2	测厚相关配置	66
6.4.3	非同步测厚相关	68
6.5	多探头数据采集及窗口显示	69
6.5.1	探头连接与多窗口界面切换	69

6.5.2 多窗口数据显示	69
6.5.3 曲线显示子窗口	71
6.6 区间统计	72
6.7 测量异常情况排除	73
7. 实用测量操作	75
7.1 修改 IP 地址为自定义地址	75
8. Modbus RTU 通信协议	77
8.1 通信规格	77
8.2 Modbus 通信规约	78
8.2.1 RTU 模式信息帧格式	78
8.2.2 传感器支持的功能码	79
8.2.3 功能码 03(0x03)	79
8.2.4 功能码 04(0x04)	80
8.2.5 功能码 06(0x06)	81
8.3 错误响应帧格式	82
8.4 Modbus 寄存器分配	82
8.4.1 参数设置类寄存器	82
8.4.2 寄存器列表	83
8.4.3 寄存器说明	84
8.5 数据读取类寄存器	88
8.5.1 寄存器列表	88
8.5.2 寄存器说明	89
8.6 应用示例	90
8.6.1 读取参数示例（功能码 03）	90
8.6.2 设置参数示例（功能码 06）	91
8.6.3 读取数据示例（功能码 04）	92
8.7 附录	94
8.7.1 附录 1 Modbus RTU CRC 算法代码	94
8.7.2 附录 2 Modbus 通信参数设置	97

未经书面许可，请勿擅自修改或二次分发本文档的内容。

修订记录

日期	版本	备注
2022 年 6 月	0.1.0.1	版本发布
2022 年 7 月	0.1.0.2	版本更新
2022 年 7 月	0.1.0.3	版本更新
2022 年 8 月	0.1.0.4	新增功能
2022 年 8 月	0.1.0.5	新增功能
2022 年 8 月	0.1.0.6	修订“采样间隔与最大像素数”
2022 年 9 月	0.1.0.7	更改数据记录方式为记录到磁盘
2022 年 10 月	0.1.0.8	触发配置界面变更
2022 年 11 月	0.1.0.9	增加适配 2 型 CMOS
2022 年 12 月	0.1.0.10	增加适配 3 型 CMOS、添加查询量程对应像素截取参数功能
2023 年 5 月	0.1.0.11	增加修改精度功能和大字号显示功能
2023 年 6 月	0.1.0.12	增加同步测厚配置功能
2023 年 7 月	0.1.0.14	增加同步测厚数据显示界面 增加拖动设置 ROI 功能
2023 年 7 月	0.1.0.15	增加多探头数据显示功能
2023 年 8 月	0.1.0.16	增加端口同步配置说明 增加 MAC 地址更改功能

		增加中/英/日三种语言切换
2023 年 9 月	0.1.0.17	增加非同步测厚说明 增加区间统计说明




注意

本文档在发行时采用最新内容，本公司保留无需通知用户而对本文档进行任何修订的权利。如有需求，可向本公司索取最新版使用手册。



前言

符号说明

本手册使用以下符号来突出重点说明的地方，请务必阅读理解这些符号的意义

 危 险	表示若不遵守该注意事项，将导致人员伤亡。
 警 告	表示若不遵守该注意事项，可能导致人员伤亡。
 小 心	表示若不遵守该注意事项，可能导致人员受到轻微或中度伤害。
注 意	表示若不遵守该注意事项，将导致本产品损害以及财产损失。

1. 使用须知

 危 险	<p>传感器为 IIIA 或 IIIB 类激光产品，不要直视光束。</p> <p>本产品属于非防爆区域使用物品，请勿在防爆区域使用。</p>
 小 心	<ul style="list-style-type: none"> ● 施以正确的电压，否则可能会导致火灾、电击或功能失效。 ● 不要拆开或改造 P 系列产品，这样做可能会导致火灾或电击。 ● 在连接或断开电缆之前，务必关闭 P 系列产品的电源或其它相连的设备，否则可能导致损坏。 ● 在设置参数时不要关闭电源，否则，设置的数据会部分或全部丢失。
注 意	<ul style="list-style-type: none"> ● 对于超出规格所示范围的使用，以及对于改装过的产品，本公司对其功能及性能不做任何保证。 ● 本产品与其他设备组合使用时，受使用条件及环境等的影响，有时可能无法满足功能及性能，所以在使用前请充分注意。

1.1 安装环境

正确和安全使用 P 系列产品,请不要将 P 系列产品安装到下列环境中，否则可能会导致设备损坏。

- 湿度高、灰尘多或通风差的地方。
- 温度太高的地方，如暴露在阳光直射下的地方。
- 腐蚀性或可燃性气体存在的地方。
- P 系列产品可能直接经受震动或冲击的地方。
- 水、油或化学药品会溅到 P 系列产品上的地方。
- 容易产生静电的地方。

1.2 一般预防措施

- 启动和操作过程中，请务必监控 P 系列产品的功能和性能。
- 采取充分的安全措施以防止在问题发生时出现伤害。
- 不要打开或改造 P 系列产品或违反规格的规定使用 P 系列产品，否则,将无

法实现保修。

- 当 P 系列产品与其它仪器结合使用时，它的功能和性能可能会降低，这主要取决于操作条件和周边环境。
- 不要将 P 系列产品及其外围设备置于温度突变的环境中使用，否则，凝结可能会导致功能失效。
- 不要将 P 系列产品安装在电源或高压线的附近，否则，噪音可能会导致 P 系列产品功能失效。使用杂波过滤器、单独布线、在传感头和测量单元上安装绝缘等正确措施来避免噪音干扰。
- 不要将 P 系列产品靠近来回快速打开关闭的照明系统。如果非要在此环境使用 P 系列产品，安装一块照明遮蔽板或类似物体，使杂光无法影响测量结果。

1.3 灰尘与污物的影响

在下列情况中，污物、灰尘、流体如油或水都可能会导致测量波动：

- 粘附在防护玻璃罩：使用洁净的空气吹掉防护玻璃罩上的污物。如果污物依旧存在，那么使用蘸有酒精的软布轻擦玻璃表面。
- 粘附在目标物表面：使用清洁空气吹掉目标物表面的污物或将其擦去。
- 漂浮或喷洒的污物、灰尘侵入光轴范围：在此情况下，可安装防护玻璃罩或进行空气净化。

1.4 环境温度的影响

环境温度的变化可能会导致测量波动。请务必保持周围环境温度稳定

2. 关于

2.1 软件许可协议

上位机软件 MPLaserStudio（以下称为“本软件”）的使用条件是，客户同意接受下述软件使用许可协议（以下称为“本协议”）。客户在设备或计算机上安装、复制本软件或本软件的任何部分时，或者使用安装了本软件的设备或计算机时，即表示客户同意本协议所有条款的规定，本协议成立。

第 1 条 使用权许可

1. 作为本协议的规定之一，本公司向客户许可本软件的非独占性使用权。
2. 客户可以向第三方转让安装有本软件的设备。这种情况下，接受转让的第三方可同样使用本软件。
3. 客户在使用后，向第三方转让需要使用本软件的设备及本软件时，可以在客户方的设备和计算机上安装本软件，不受数量限制。这种情况下，接受转让的第三方可同样使用本软件。
4. 客户应保证上述 2 条中提及的第三方同意本协议，并遵守本协议中所有条款的规定。

第 2 条 复制限制

客户仅可在备份与存档的用途下，以及上一条规定的向第三方转让时，复制本软件。

第 3 条 禁止事项

1. 除了安装本公司提供的更新程序或新增功能等，本公司明确许可的行为以外，客户不得修改或新增本软件中的任何功能或其任意部分。
2. 客户不得对本软件执行反向编译或反向汇编等，用于分析本软件的任何逆向工程。
3. 除非预先获得本公司的许可，否则客户不得将本软件转售、转让、分发、许可使用、租借给任何第三方。
4. 客户不得仅把本软件转让或提供给第三方。

第 4 条 版权

本软件及本软件的使用手册等的相关版权均归本公司所有。

第 5 条 免责条款

本公司对本软件的使用结果，以及因使用本软件对客户或第三方造成的任何损失，不承担任何责任。

第 6 条 支持

本公司根据本协议的规定，对于客户提出的与本软件相关的咨询事项等提供技术支持。但是，并不保证本公司的技术支持能满足客户的目的需求。

第 7 条 协议终止

1. 客户废弃本软件及其复制版等情况下，终止使用本软件时，本协议即自动终止。
2. 客户违反本协议中的任何条款时，本公司可单方解除本协议。这种情况下，客户应立即返还或废弃本软件及其复制版。
3. 因客户违反本协议的任何条款而给本公司带来损失时，客户必须赔偿本公司的损失。

2.2 系统构成

P 系列产品提供如下部件：

序号	名称	内容
1	传感头	用于测量
2	Y 型分束连接线	
3	M12 D 编码 4 芯网线	100M 以太网接口
4	M12 12 芯散线	电源和输入输出接口
5	12 进 12 出快速接线端子	

2.3 手册结构

第 1 章. 安全使用 P 系列传感器需要了解的相关事项

第 2 章. P 系列传感器硬件构成和软件使用需要了解的相关事项

第 3 章. P 系列传感器技术参数

第 4 章. P 系列传感器安装与连接需要了解的相关事项

第 5 章. 使用上位机软件对传感头进行配置的相关操作

第 6 章. 使用上位机软件连续采集数据相关操作

第 7 章. ModbusRTU 通信协议

3. 技术参数

型号	P030	P080	P150	P400	P450	P2250	可定制型号
参考距离*1	30 mm	80 mm	150 mm	400 mm	450 mm	2250 mm	10~2500 mm
测量范围	± 5 mm	± 15 mm	± 40 mm	± 100 mm	± 250 mm	± 650 mm	5~2500 mm
光斑直径*2	约Φ30μm	约Φ80μm	约Φ110μm	约Φ290μm	约Φ320μm	约Φ1300μm	型号相关
重复精度*3	0.15μm	0.5μm	1.2μm	3 μm	8 μm	50 μm	20 ppm of F.S.
线性度*4	± 0.02% of F.S.	± 0.02% of F.S.	± 0.02% of F.S.	± 0.03% of F.S.	± 0.05% of F.S.	± 0.05% of F.S.	型号相关
采样频率	最高 160 kHz						
光源*5	655nm, 5~ 50mW						
温度特征	0.03% of F.S./°C						
工业接口*6	RS-485 串口（MODBUS RTU）、百兆以太网 RJ-45 接口、模拟信号（电压、电流）输出						
供电电压	9~36V，最大允许±10%波动。						
功耗	约 2.5W						
工作模式	独立使用						
外壳防护等级	IP67（IEC60529）						

探头设计技术参数如下表所示：

- *1 以量程中心位置计算；
- *2 采用 Thorlabs 光束分析仪测试验证；
- *3 测量标准白色陶瓷样件，无滑动平均，取 10000 组测量数据的均方根偏差；
- *4 采用纳米级高精度激光干涉仪标定验证；
- *5 采用 Thorlabs 光束分析仪测试验证，激光功率可根据不同应用需求定制；
- *6 探头可独立提供模拟信号输出与 RS485 标准输出。

4. 安装说明

4.1 传感头输入/输出接口

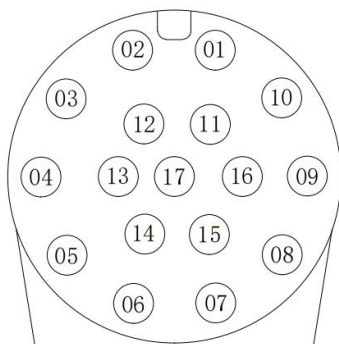


图 4- 1 传感头接口

M12 插座	信号定义
1	屏蔽层 SHIELD
2	VIN
3	GND
4	NPN_COM-
5	NPN_IN+
6	NPN_OUT1+
7	NPN_OUT2+
8	ANALOG_OUT+
9	ANALOG_OUT-
10	RS485 TX+
11	RS485 TX-
12	SYNC+
13	SYNC-
14	Ethernet TX+
15	Ethernet TX-
16	Ethernet RX+
17	Ethernet RX-

表 4- 1 传感头接口信号定义

在 PC 机上使用附带上位机软件配置传感头时，需要使用附带接线根据表 4-1 中所提供的接线对传感头进行供电，并将 RJ45 接口连接到 PC 机或交换机上。

4.1.1 电源接口规格

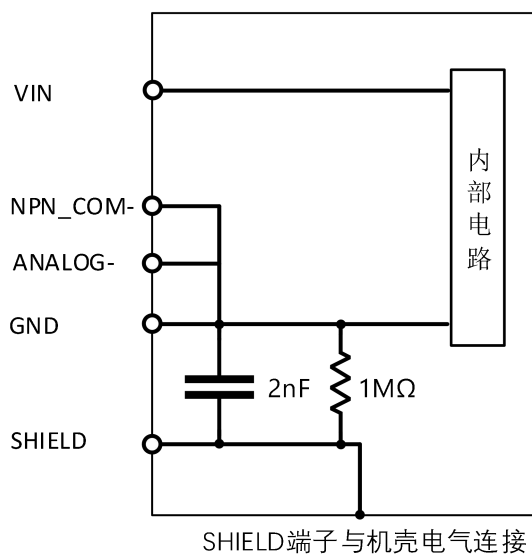


图 4- 2 传感头电源接口电气原理图

电压	9~36V，最大允许±10%波动。
电流	~200mA@12V; ~100mA@24V
保护功能	过压、欠压或反接时，切断电源

表 4- 2 电源规格

4.1.2 NPN 输入接口规格

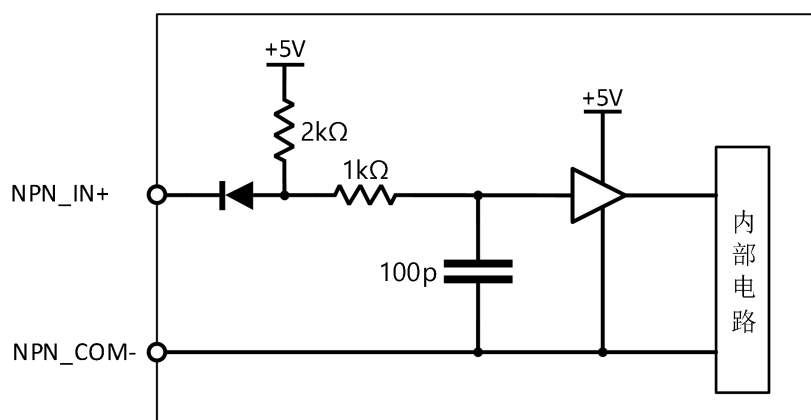


图 4- 3 NPN 输入接口电气原理图

短路电流	约 2mA
------	-------

导通状态电压	<1V
开路状态电流	<0.6mA
最短脉冲时间	10us
软件配置功能	外部触发（边沿、电平）/激光使能/统计使能

表 4- 3 NPN 输入接口规格

4.1.3 NPN 输出接口规格

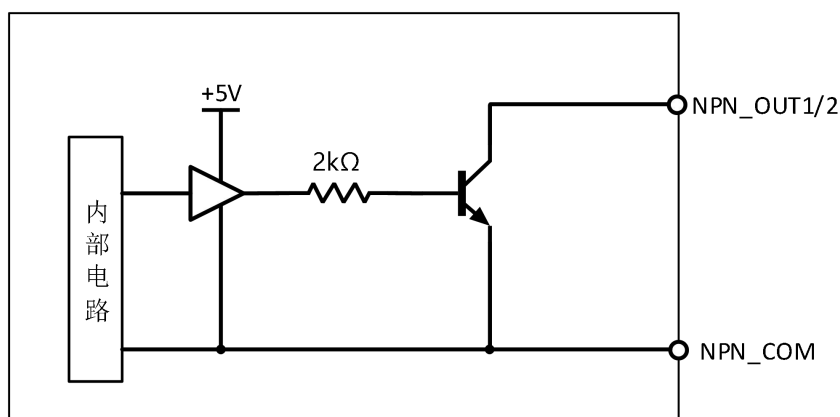


图 4- 4 NPN 输出接口电气原理图

最大灌电流	50mA
导通电压	<0.5V
漏电流	<0.1mA
最大电压	<40V
软件配置功能	比较器输出

表 4- 4 NPN 输出接口规格

4.1.4 模拟输出接口规格

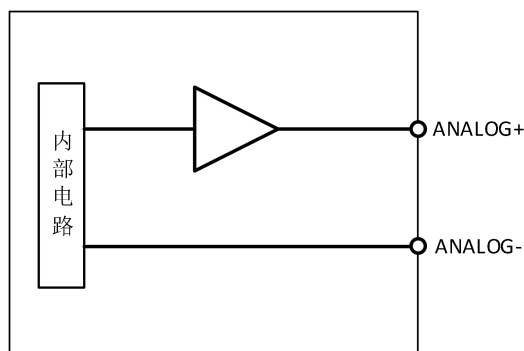


图 4- 5 模拟输出接口电气原理图

模拟电压输出	可选 0~5V/±5V/0~10V/±10V
模拟电流输出	4~20mA
DA 转换分辨率	16bit
输出精度	优于±0.05%F.S.

表 4- 5 模拟输出接口规格

4.1.5 RS485 接口规格

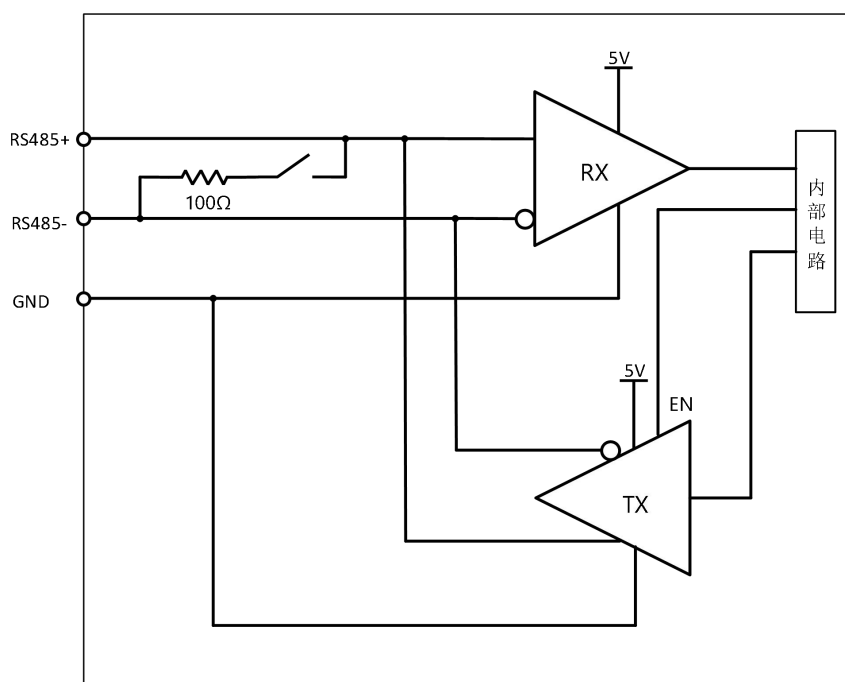


图 4- 6 RS485 接口电气原理图

● 物理参数

规格	半双工 2 线制 RS485 接口，非隔离
终端匹配电阻	约 100 Ω，可软件配置使能

表 4- 6 RS485 接口物理规格

● 通信参数

波特率	9600~115200
协议	MODBUS RTU

表 4- 7 RS485 接口通信参数

4.1.6 SYNC 接口规格

规格	2 线制 RS485 接口，非隔离，可配置为输入或输出
终端匹配电阻	约 100 Ω ，可软件配置使能
功能	多探头同步或交替工作/高速计数触发
最大输入频率	2.5MHz（与滤波窗口配置相关）

表 4- 8 SYNC 接口规格

4.1.7 100Mbps 以太网接口规格

规格	100BASE-TX
协议	UDP

表 4- 9 以太网接口规格

4.2 传感头机械安装

4.2.1 传感头尺寸

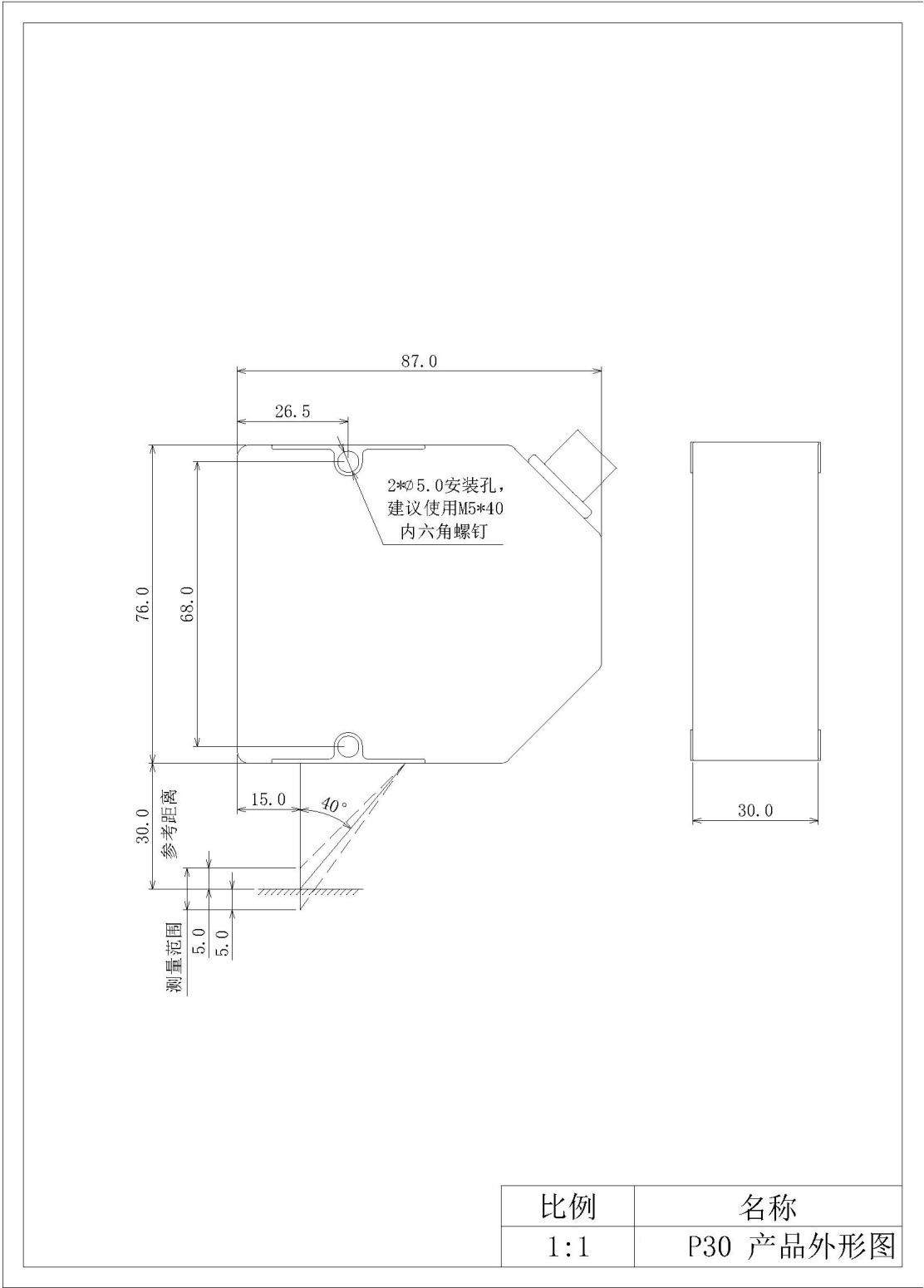


图 4- 7 P30 尺寸图

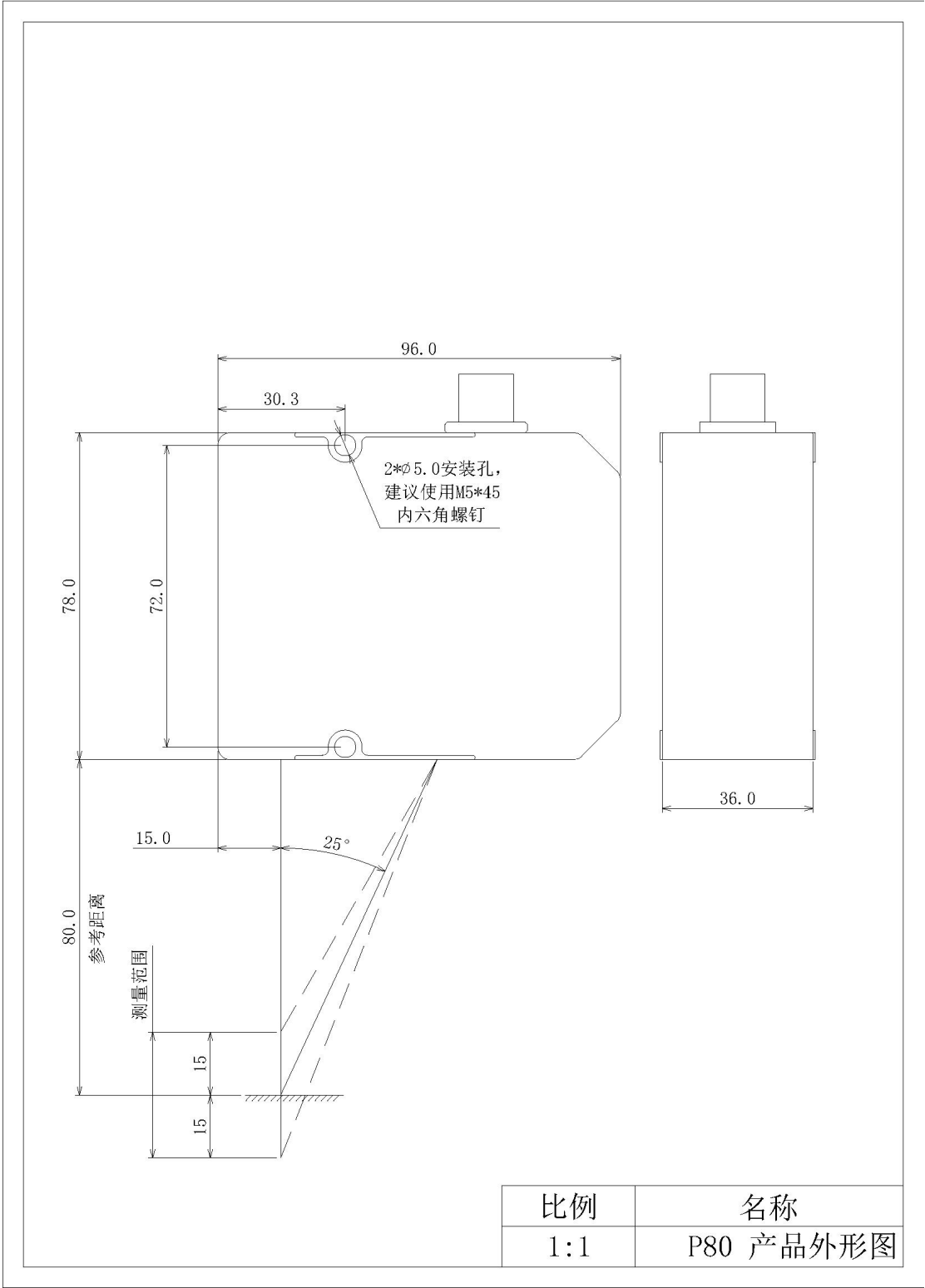


图 4- 8 P80 尺寸图

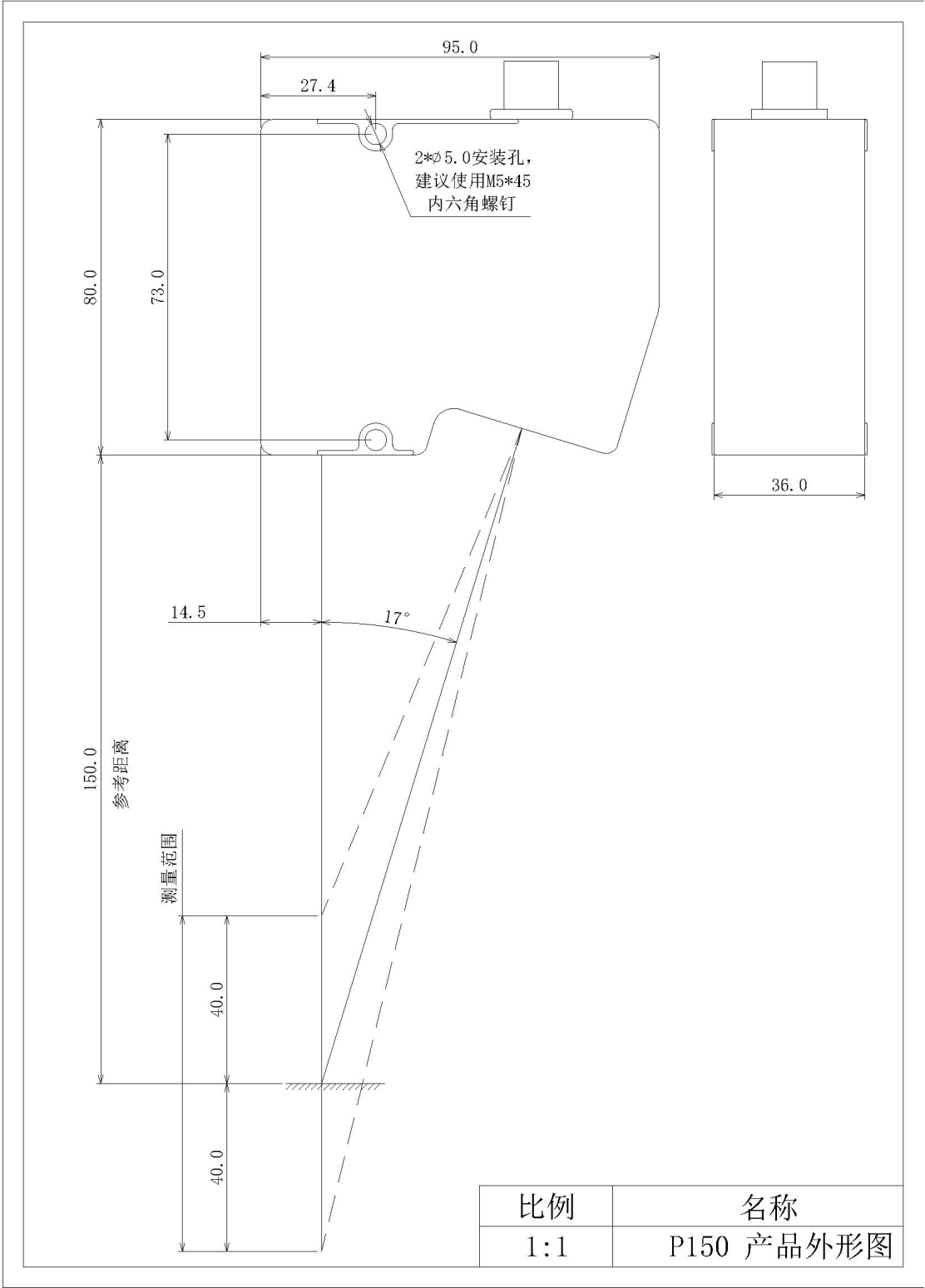


图 4- 9 P150 尺寸图

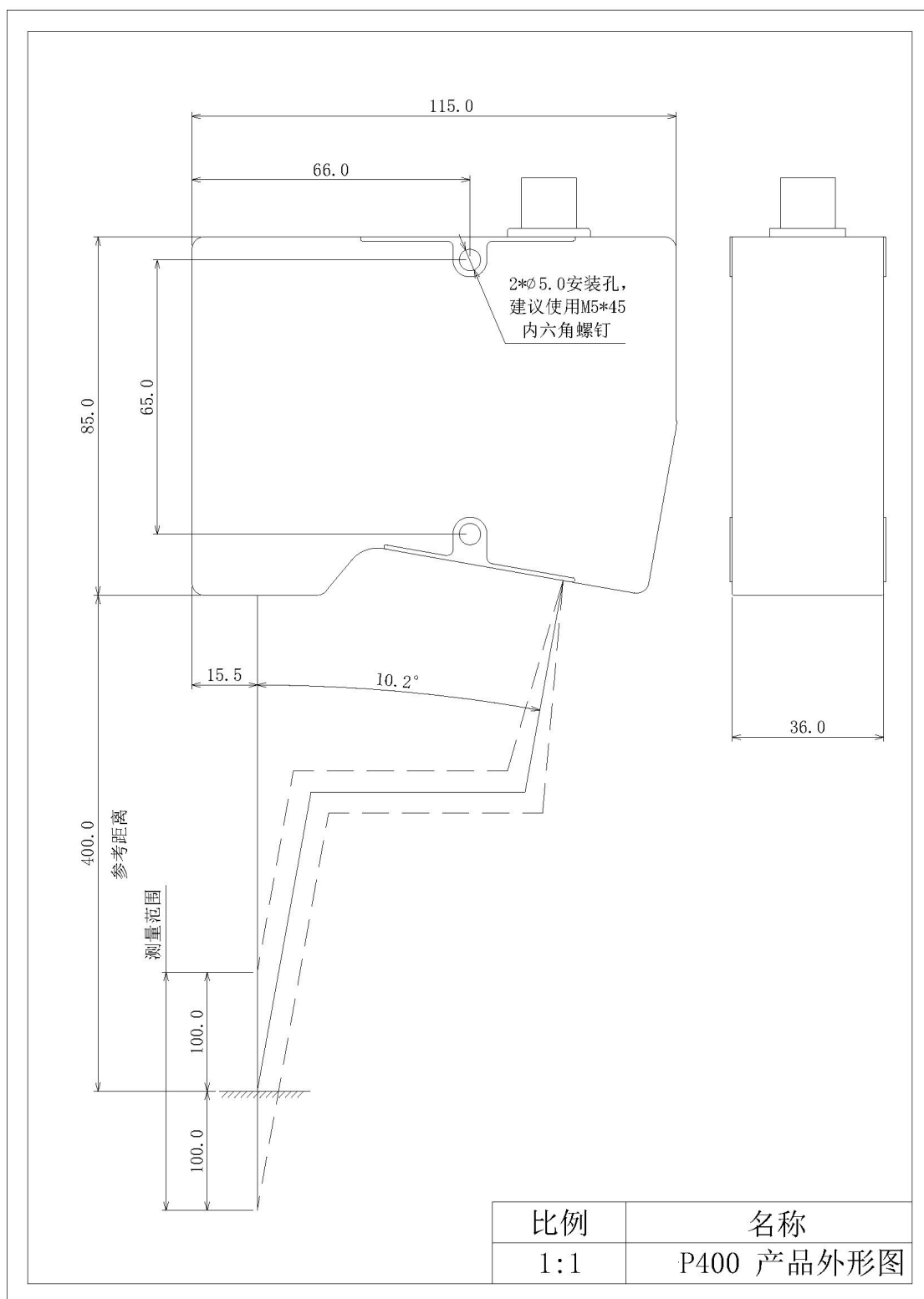


图 4-10 P400 尺寸图

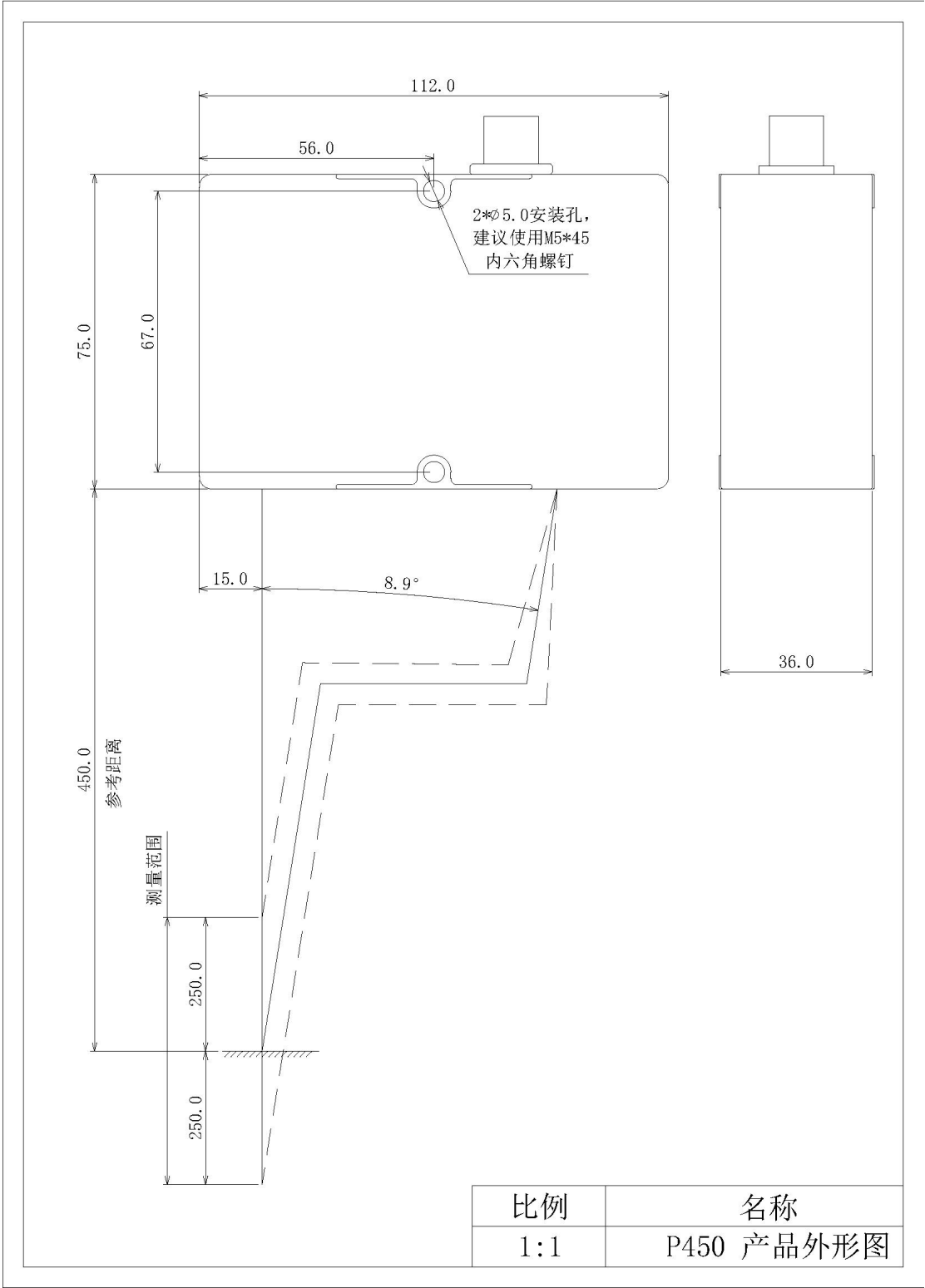


图 4- 11 P450 尺寸图

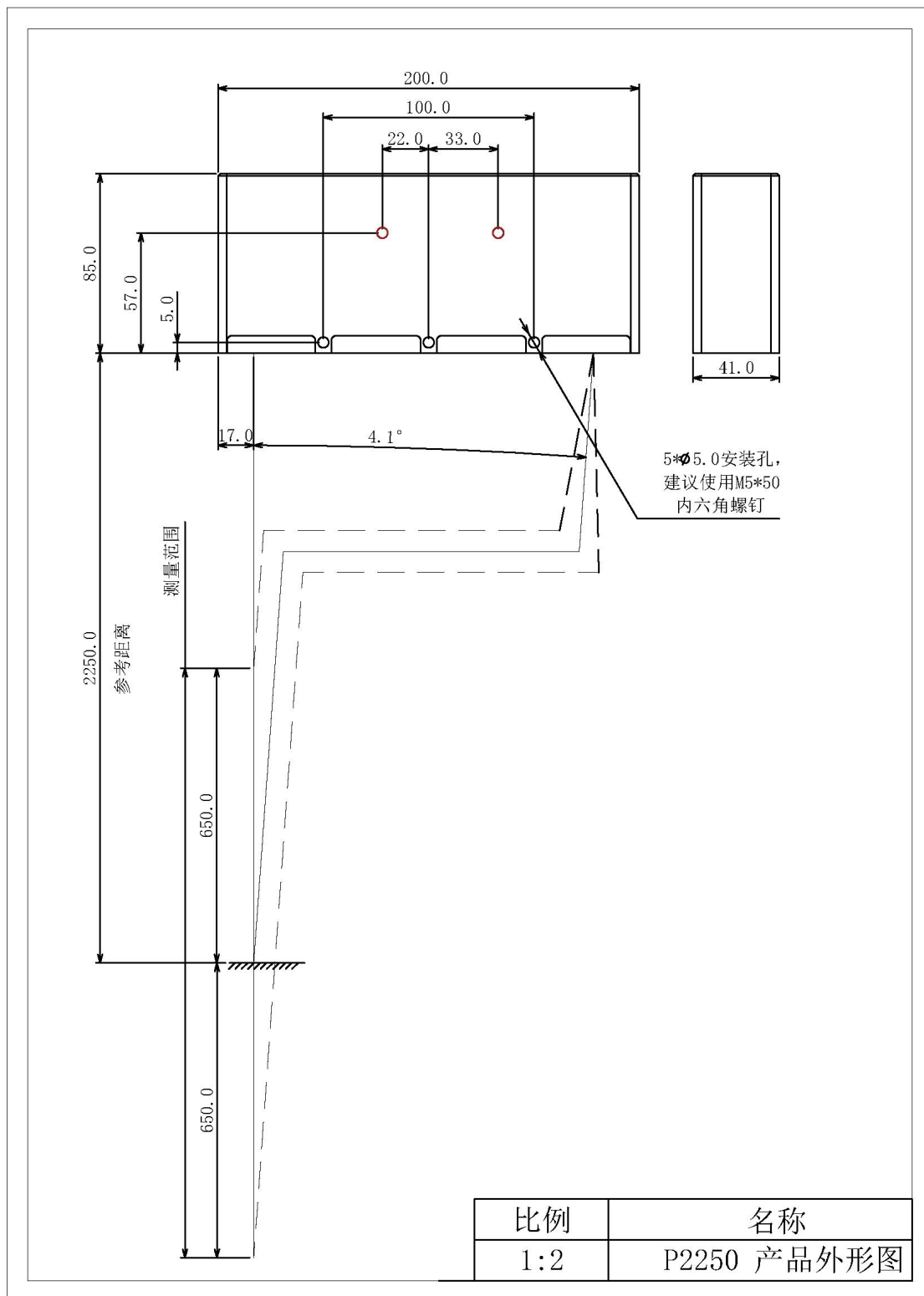


图 4-12 P2250 尺寸图

4.2.2 传感头结构

传感头外型可能存在差别,但各部分组成大致相同,其中某种传感头结构如图 4-

所示。

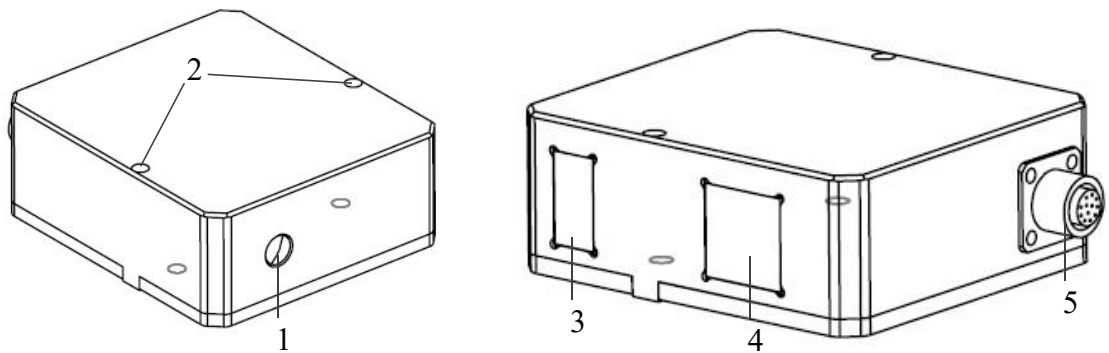


图 4- 13 传感头结构

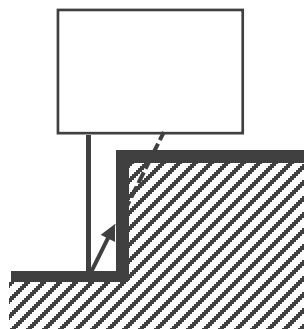
名称	内容
1 激光发射 LED	在本机运行过程中亮灯或闪烁： 黄色闪烁：传感器处于初始化阶段； 绿色亮灯：激光打开，检测到至少 1 个光点图像； 红色亮灯：激光关闭，或激光打开但被测物超出量程；
2 安装孔	
3 传感器部分（感光部分）	接收测量所使用的激光，由玻璃盖罩保护
4 传感器部分（发射部分）	发射测量所使用的激光，由玻璃盖罩保护。
5 线缆连接器	连接传感头与 PC 线缆

表 4- 10 传感头结构描述

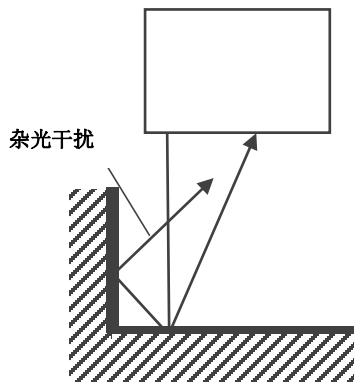
4.2.3 传感头安装

传感头可通过安装孔安装到其它设备上。安装后，根据对象物体的形状、测量范围会产生死角或者杂光，下面列出几种可能对测量结果产生影响的安装方式：

- 照射对象物体的激光以及从对象物体反射回来射入感光部分的激光被侧壁等遮挡。



- 反射到侧壁的激光会变为杂散光，对测量结果产生干扰。



4.3 软件安装

4.3.1 安装包安装

安装包形式需要先进行常规的安装步骤。

1、双击（或右键）打开后缀为 XXX_setup.exe 的可执行文件，进入安装导向页面，若改变安装目录则点击“浏览(R)…”即可，确认路径后，点击“下一步”。



2、是否创建桌面快捷方式，根据需求勾选即可，点击“下一步”。



3、点击“安装”即可



4、安装完成后，弹出成功提示。对应路径点击对应 exe 文件运行，或点击桌面快捷图标。



(完成提示窗口)

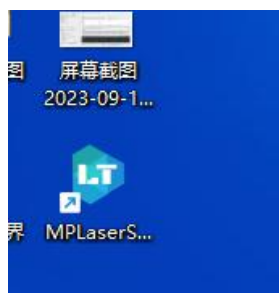
MPLaserStudio.exe

2023/9/21 16:08

应用程序

5,795 KB

(exe 文件)



(桌面快捷方式图标)

4.3.2 压缩包解压

上位机软件可直接点击 exe 运行，使用软件，需要如下电脑系统环境

操作系统	Windows 7/8/10 64 位操作系统
CPU	Core i5 2.3GHz 及以上
内存空间	2GB 及以上
接口	具备 RJ45 接口网卡，支持 100M 速率

表 4- 11 软件安装要求

注 意

1. 软件只能在 Windows 操作系统上运行，请确认计算机是否已安装支持的操作
系统，是否能够正常运行。
2. 探头只支持 100M 速率以太网，连接到千兆网卡时，请确认网卡开启了速率
自适应选项。

5. 功能设定

5.1 上位机软件界面

5.1.1 主窗口界面

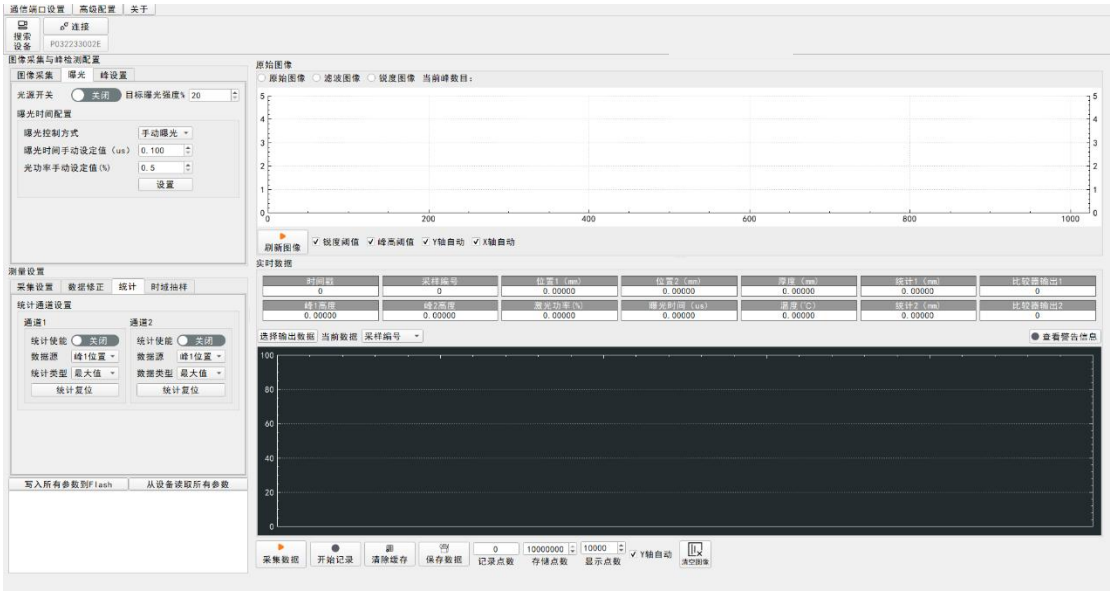


图 5- 1 上位机主窗口

5.1.2 高级配置窗口界面

The screenshot displays the '上位机高级配置窗口' (Upper Computer Advanced Configuration Window). It features a tabbed interface with the following sections:

- 通信配置 (Communication Configuration):**
 - 版本信息 (Version Information):** Fields for 硬件版本 (Hardware Version), 固件版本 (Firmware Version), and CMOS型号 (CMOS Model), all currently blank.
 - 设备网络配置 (Device Network Configuration):**
 - IP地址 (IP Address): 0 . 0 . 0 . 0
 - 子网掩码 (Subnet Mask): 0 . 0 . 0 . 0
 - 网关 (Gateway): 0 . 0 . 0 . 0
 - A '设置' (Set) button is located next to the gateway field.
 - Modbus 设置 (Modbus Settings):**
 - 从机地址 (Slave Address): 1
 - 波特率配置 (Baud Rate Configuration): 9600
- 触发配置 (Trigger Configuration)**
- NPN输入输出 (NPN Input/Output)**
- 输出配置 (Output Configuration)**
- 设备配置管理 (Device Configuration Management)**

A '回主窗口' (Return to Main Window) button is located at the bottom right of the window.

图 5- 2 上位机高级配置窗口

5.2 通信

5.2.1 通信前准备

1. 传感器在上电后，需要 10 秒左右时间启动程序，在启动期间向设备发送指令会没有响应。
2. 计算机通过网线与传感器连接，如果需要连接多台传感器，如果计算机存在多个网口，可以通过计算机的多个网卡与多台传感器建立连接；如果计算机仅存在一个网卡，需要将计算机与多台传感器通过交换机连接。
3. 计算机连接设置的网卡，对应的 IP 地址应修改为与传感器同一网段的有效 IP 地址。例如，传感器默认 IP 地址为 192.168.0.10，则计算机 IP 地址应修改为 192.168.0.1-192.168.0.254 之间的一个有效 IP 地址。网卡的 IP 地址可通过网络与共享中心进行设定,具体步骤如下：
 - 1) 点击更改适配器设置



图 5- 3 网络和 Internet

2) 右键点击以太网，选择属性

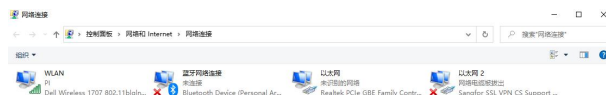


图 5- 4 更改适配器设置

3) 选择 Internet 协议版本 4，点击属性



图 5- 5 以太网属性

4) 选择使用下面的 IP 地址，进行配置。

5.2.2 设备搜索

5.2.2.1 通信端口选择

计算机与传感器进行通信时，需要选择一个端口进行网络数据的监听，为了防止端口被其他程序所占用，可以对选择端口进行通信，通常情况下，可选端口范围为 1024-65535。通信端口选择窗口如图所示：



图 5- 6 通信端口设置

第一次打开软件时，默认以端口号 8002 与传感器建立通信。

如果后续需要更改端口，可通过主窗口→通信端口设置进入窗口，将端口编号更改为其它有效端口号后，点击确定，软件便通过新端口号进行通信。如果更改端口号后点击取消或直接关闭窗口，软件将仍以原有端口号进行通信。

勾选“下次启动不弹出该窗口”，软件重新打开时将通过上一次关闭软件前通信的端口号进行通信；如果“下次启动不弹出该窗口”未勾选，软件重新打开时，将提示用户选择要进行通信的端口号。

软件默认通过广播的方式搜索当前同一网段下的设备，该搜索方式在某些型号的网卡中报文会被过滤，若用户在通过广播方式搜索设备时，出现无法搜索设备的情况，同时已知当前设备 IP 地址且能够 ping 通设备 IP 地址，可通过通信端口设置对话框右上角“搜索模式”按钮更改搜索方式，通过点对点搜索获取设备信息。

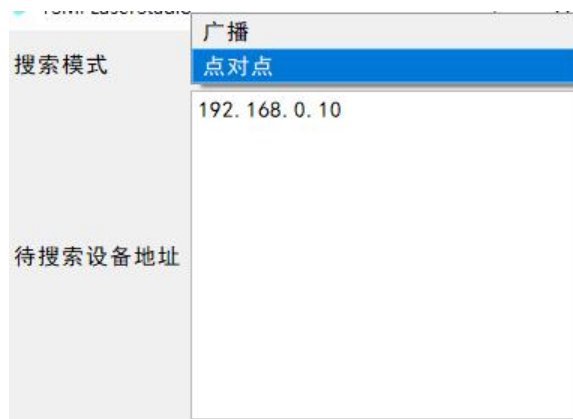


图 5- 7 搜索模式设置

如图 5-7 所示，选择搜索模式为广播时，软件向当前网段的所有设备发送搜索报文，当前选择搜索模式为点对点时，软件仅向待搜索设备地址中列举的设备 IP 地址发送搜索报文。



图 5- 8 绑定固定地址

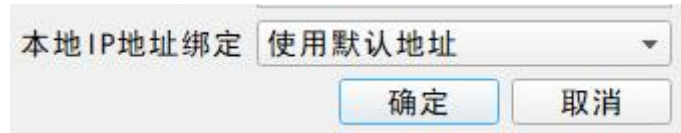


图 5- 9 使用默认地址

用户与设备进行通信的计算机具有多个网卡时,如果确认了与设备进行通信的网卡的 IP 地址,可以绑定该 IP 地址,通信时将直接选择该网卡进行报文的发送。使用默认地址时,计算机将自动根据设备的 IP 地址确定发送报文的网卡。一般情况下,使用默认地址即可,如果网络中存在其它设备干扰时,可选择绑定固定 IP 地址。

5.2.2.2 设备搜索与刷新

设备搜索的作用为,向当前与计算机通过网络连接的传感器发送信息,通过传感器回复的设备唯一识别号,便能确定可与计算机建立通信的设备。软件启动时,第一次进行设备搜索,并列出当前可进行通信的设备,如果后续有新设备接入,可点击主界面中的搜索设备按钮,再一次进行搜索。

5.2.3 设备连接与断开

设备搜索功能仅列举出当前可与计算机进行通信的传感器,此时,传感器并未与计算机建立连接,需要点击传感器编号上方连接标志与传感器建立连接,连接成功后,才能与传感器通信,进行测量参数配置或数据采集,此时连接标志变成断开标志。

如果当前连接的传感器为第一台传感器,则该传感器被选中,当前配置参数为被选中传感器的参数,后续设备建立连接时,并不会被选中,如果需要切换传感器进行参数配置,可点击传感器对应编号进行选择。

当点击传感器编号上方断开标志,计算机与传感器之间连接断开,此时,无法再对传感器进行参数配置或数据采集,如果断开连接时正在刷新数据或查看原始图像,则停止数据采集和图像刷新。如果断开连接的传感器为当前选中传感器,则在剩余已建立连接传感器中选择编号最小的一台选中,如果当前已经没有与计算机建立连接的传感器,则当前无设备被选中。

除了软件界面的连接与断开，物理连接的断开也会导致计算机与传感器之间的连接状态变为断开状态。如果计算机与传感器建立连接后，计算机或传感器的网线被拔出，此时计算机软件界面对应传感器由连接状态变成断开状态。



图 5- 10 连接成功



图 5- 11 连接断开（未连接）

5.2.4 连接状态检测

为了防止设备异常断开，导致上位机软件工作异常，因为在与设备建立连接后，会定期与设备进行通信，检测通信链路是否正常。默认情况下，软件会开启连接状态检测。

网络中存在干扰时，可能存在计算机与设备的通信在特定时刻出现短暂的异常，导致数据采集停止。为了防止上述情况发生，用户可通过更改 `cfg` 文件夹下 `mpsys.ini` 文件，`mpsys.ini` 如图所示。

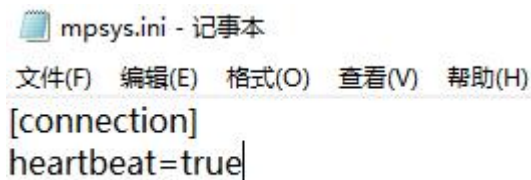


图 5- 12 心跳检测配置项

当 `heartbeat` 为 `true` 时，连接状态检测开启，当前 `heartbeat` 为 `false` 时，连接状态检测关闭。

注 意

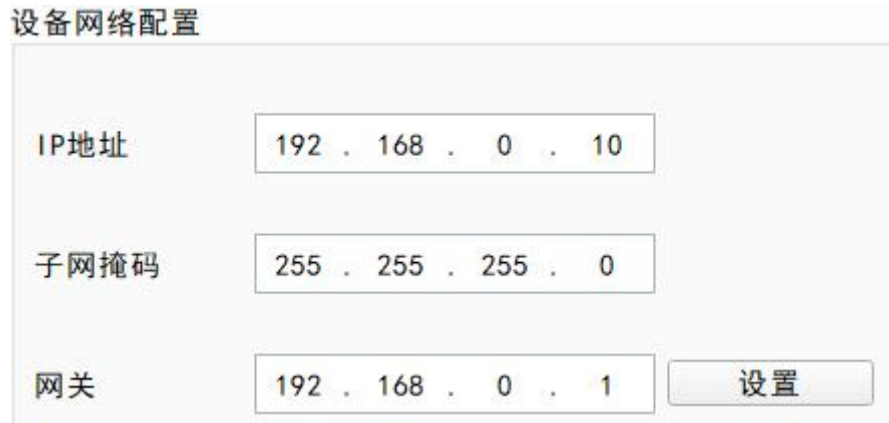
更改初始化文件应在软件打开前进行。

5.2.5 通信配置

5.2.5.1 以太网

传感器的默认 IP 地址为 `192.168.0.10`，子网掩码：`255.255.255.0`，网关：`192.168.0.1`。当计算机与多台传感器连接，IP 地址可能会发生冲突，因此需要

进行修改。



设备网络配置

IP地址	192 . 168 . 0 . 10
子网掩码	255 . 255 . 255 . 0
网关	192 . 168 . 0 . 1

设置

图 5- 13 网络设置

本地 IP 的设置方式为参配置主窗口→高级配置→通信配置。点击设置按钮，将新 IP 地址下发给传感器，设置成功后，点击写入所有参数到 Flash 按钮，将控制器参数保存到 Flash；下一次上电后，传感器将从 Flash 读取新的 IP 地址进行通信。

5.2.5.2 Modbus



Modbus设置

从机地址	1	波特率配置	115200
------	---	-------	--------

图 5- 14 Modbus 设置

传感器的 RS485 接口支持 Modbus 通信协议，在开启 Modbus 通信前，需要先通过软件配置从机地址，从机地址可配置范围为 1-247。

当计算机与传感器的 Modbus 通信通过串口实现时，还需要对串口通信的波特率进行配置，传感器支持的波特率包括 9600、19200、38400、57600、115200。

关于本机 MODBUS 协议的帧格式和寄存器分配情况，请参考第 7 章。

5.3 图像配置

5.3.1 图像采集

5.3.1.1 图像截取设置



图 5- 15 图像截取设置

原始图像横坐标默认最大像素坐标 1024pixel，图像截取功能用来显示部分区域范围，图像起始像素设置图像开始显示的横坐标，像素数目设置横坐标要显示的像素数，设置完成后，原始图像显示区间为：（图像起始像素，图像起始像素+像素数目）。图像起始像素+像素数目不能超过像素最大像素坐标 1024。

注意

在高分辨率模式且采样间隔小于 32us，或高速模式且采样间隔小于 20us 时，可读取的像素数将少于整个图像范围，这可能会对测量量程产生限制，详情见 5.4.1.1。

当 CMOS 图像传感器类型为 1 或 2 型时，起始像素只能从 0 开始。

5.3.1.2 拖动条设置图像截取范围

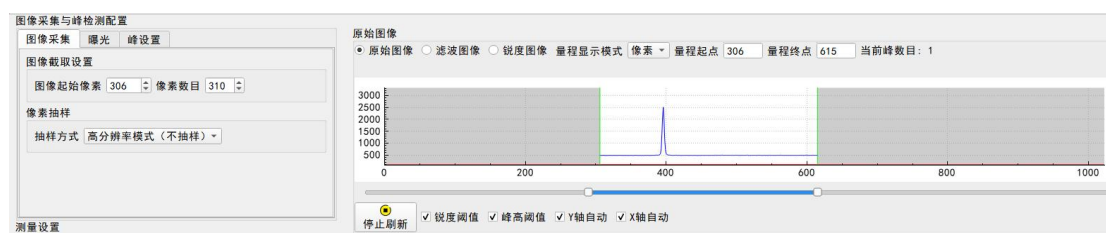


图 5- 16 通过拖动条设置图像截取范围

用户可通过上一节所述的输入框对图像范围限制进行，也可通过拖动条对图像截取范围进行设置。

鼠标点击左边白色矩形时，可以对图像起始像素进行设置，鼠标点击右边白色矩形时，可以图像终点像素（图像起始像素+像素数目即为图像终点像素）进行设置。

右键点击拖动条蓝色区域时，可以带动图像截取范围整体移动。

当前采样间隔较大，图像采集范围能够覆盖整个量程，当采样间隔较小时，仅能

采样量程中的一小段，所以用户需要选择理想的量程，可以先选择工作的采样间隔，然后右键带动拖动条整体移动，提到合适的测量范围。

注 意

部分 CMOS 型号像素起点不可设置，因此拖动条左端不可移动，拖动条不不可整体移动。

5.3.1.3 像素抽样



图 5- 17 像素抽样

0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	...
1	■	□	■	□	■	□	■	□	■	□	■	□	■	□	■	□	...

图 5- 18 每一行的一个格子代表 1 个像素，红色代表像素被读取

像素抽样提供两种方式选择：

高分辨率模式：如同编号 0，所有像素被读取。

高速模式（1/2）：如同编号 1，总像素数的 1/2 被读取。

进行设置时，原始图像显示区间也会随之变化。

注 意

配置为高速模式，传感器读出的像素数减少，因此能获得更高的采样速度，但测量分辨率和线性度会有约 30% 的下降。

当 CMOS 图像传感器类型为 1 或 2 型时，只支持高速模式。

当 CMOS 图像传感器类型为 3 型时，只支持高分辨率模式。

5.3.2 曝光设置

5.3.2.1 光源开关



图 5- 19 光源开关

光源开关用于控制激光光源的开启与关闭，开关打开时，将被测物放置于传

感器出光孔前，将观察到红色光斑，开关关闭时，无光斑出现。

注 意

当 NPN 输入接口配置为“激光使能”时，只有软件光源开关和 NPN 输入为有效值（导通）时，光源才会打开。

5.3.2.2 目标曝光强度



图 5- 20 目标曝光强度

目标曝光强度可在 20~90%之间设置。

采用自动曝光时，图像的峰高度会被控制在设置水平，100%表示峰高度 3500。该值一般设置在 70~80%左右可以获得较好的效果。

注 意

目标曝光强度设置过高时，图像可能出现饱和，造成控制失效。

5.3.2.3 曝光时间

曝光控制方式分为手动曝光和自动曝光。



图 5- 21 曝光时间设置

- 曝光控制方式为自动曝光时，曝光时间和光功率可根据被测物回光强度自动调整，该配置适用于被测物材质反射率变化大的场景。
- 自动曝光时间上限：范围 0.1us~1000us，该参数用于约束最长的曝光时间，避免无被测物时探头持续增加曝光，引入环境光和杂散光干扰。
- 自动光功率上/下限：范围 0.5%~100%，通过控制光源的功率，从而控制原

始图像中的峰值达到理想的高度。

当曝光参数为有效参数时，点击设置按钮，可将曝光参数下发给传感器。



图 5- 22 光功率设置

- 曝光控制方式为手动曝光时，曝光时间和光功率为固定值，自动曝光控制难以稳定控制曝光的场景下，用户可自行设置固定的曝光时间。
- 固定曝光时间可手动进行设置，手动设定值最小为 0.1us~1000us。
- 光功率手动设定值：范围 0.5%~100%。

5.3.3 峰参数

5.3.3.1 峰检测



图 5- 23 峰检测设置

曝光时间和光功率配置的不同，最终得到的原始图像峰值的高度及峰值变化剧烈程度也不尽相同，因此需要设置合理的峰检测参数，使有效的峰值能被检测到，而图像噪声能够被滤除。峰检测参数包含下列三项：

- 峰高度阈值，像素点光强大于高度阈值时，才认为当前像素为可能一个峰值。峰高度阈值有效范围为 100-3000，小于 100 时的峰，通常是杂光或背景噪声。
- 峰锐度阈值，即像素点光强变化曲线在特定像素点的二阶导数，锐度越大，说明特定像素点光强与相邻像素点光强差值越大。一般背景光或杂散光呈现出弥散形态，可以用锐度阈值加以滤除。峰锐度阈值的在效范围为 100-5000。
- 峰最小间距，特定间隔内只允许出现一个峰值，如果满足阈值和锐度要求的

两个峰位置间距小于最小间距，则以峰值较大的峰作为有效峰值。峰最小间距的有效范围为 5-500 像素。该设置主要用于透明测厚场景。

5.3.3.2 峰选取模式

根据峰检测参数提取的有效峰值，可能不只一个，需要根据测量场景选择不同峰值，将其映射为实际的距离测量值。

图 5- 24 峰选取模式设置

- 峰的选择方式包括：编号模式、窗选取模式、最大值模式、最后一个峰模式。
- 编号模式：可以选择峰 1 和峰 2 的序号。原始图像中识别到的有效峰，从左至右依序编号。
- 最大值模式：选择峰值最大的峰，仅用于测距模式，传感器自动选择当前有效的峰中峰值最大的峰位置作为被测物位置。
- 窗选取模式：可以选择峰 1 和峰 2 区间的起点和终点。识别在特定像素窗口之间的峰，窗口内有多个峰时，选取最高的峰。区间范围为 0~1024pixel。窗选取模式可用于屏蔽不需要的量程范围内的干扰，如二次反射或者背景光造成的峰值。
- 最后一个峰模式：选取原始图像窗口中最右侧的峰，在进行透明体厚度测量时，该功能可用于选出最靠近探头的表面。
- 峰选取方式通常根据实际的测量场景确定，例如，测量不透明物体表面的位置时，通常只有一个峰值，因此可以选择最大值模式；测量透明物体上下两侧的位置时，上下表面都会返回一个有效峰值，这时可以选择编号模式，选择峰 1、峰 2 对应的编号。
- 期望峰个数：如果由被测物产生的峰数目是已知的，则可以设置该参数，以滤除由于被测物多重反射或者被测位置变化造成的无效数据。

例如，当被测物是不透明平面，则检测到的峰个数应该是 1。但由于被测物的

多次反射，可能造成有多于 1 个峰值，可以使用期望的峰个数功能，滤除无效的数据。

5.4 测量配置

5.4.1 采样设置

5.4.1.1 采样间隔

采样间隔，即为连续采样时，相邻两组数据读取时间之差。采样间隔 T 与采样频率 f 的关系为 $f = \frac{1}{T}$ 。



图 5- 25 采样间隔

可通过切换采样间隔下拉列表框中的值对采样间隔进行修改。

采样间隔	高分辨率模式下的 最大像素数目 (视野范围%)	高速模式下的 最大像素数目 (视野范围%)
6.25μs	102 (9.96%)	204 (19.92%)
8μs	172 (16.79%)	344 (33.59%)
10μs	252 (24.60%)	504 (49.22%)
12.5μs	352 (24.60%)	704 (68.75%)
16μs	477 (34.37%)	954 (93.16%)
20μs	652 (63.67%)	1024 (100%)
25μs	852 (83.20%)	1024 (100%)
32μs 及以上	1024 (100%)	1024 (100%)

表格 5- 10 型 CMOS 采样间隔与最大像素数

采样间隔	高分辨率模式下的 最大像素数目 (视野范围%)	高速模式下的 最大像素数目 (视野范围%)
6.25μs	不支持	376 (36.71%)
8μs	不支持	516 (50.39%)
10μs	不支持	676 (66.02%)

12.5us	不支持	876 (85.55%)
16us 或以上	不支持	1024 (100%)

表格 5- 21 型 CMOS 采样间隔与最大像素数

采样间隔	高分辨率模式下的 最大像素数目 (视野范围%)	高速模式下的 最大像素数目 (视野范围%)
32μs 或以下	不支持	不支持
40μs	不支持	344 (33.59%)
50μs	不支持	444 (43.36%)
62.5μs	不支持	不支持
80us	不支持	744 (72.65%)
100us	不支持	944 (92.18%)
125us 或以上	不支持	1024 (100%)

表格 5- 32 型 CMOS 采样间隔与最大像素数

3 型 CMOS 在所有采样间隔下，视野范围均为 100%。

采样间隔对图像截取配置中的像素数目会产生影响，当采样间隔降低到一定程度时，在一个采样周期内无法完成对图像传感器中所有像素点的采样，仅支持采集部分像素点的数据，采样间隔对图像截取配置中像素数目影响如表格 5-10 型 CMOS 采样间隔与最大像素数所示，不在表中的采样间隔，支持像素数目为 1024，即支持对图像传感器中所有像素点的采样。

注 意

读取像素数少于 1024 时，可能会造成传感器量程的缩减，具体的可用量程与探头型号和选择的起始像素有关，可通过传感器原始量程*视野范围%估算。当需要在高分辨率模式下进行采样间隔<32us 或高速模式下采样间隔<20us 的测量时，请实测评估探头在该采样率下的测量范围是否满足需求。

不同型号的 CMOS 传感器，对应的像素数目约束存在差异。

采样间隔	最大输出数据类型数
6.25us	4
8us	5
10us	7
12.5us	10

表格 5- 4 采样间隔与数据类型

传感器可输出多种类型的数据，但当采样间隔小到一定程度时，受限于通信带宽，便不能输出所有类型的数据，仅支持数据所有类型中的数种，其限制如表

格 5-4 采样间隔与数据类型所示，以 6.25us 为例，其支持的最大输出数据类型数为 4，即采样间隔为 6.25us 时，输出数据选择中最多只能选择 4 种数据，数据的类型则不作限制，可在支持的输出数据类型中任选 4 种进行输出。不在上述表中的为 13 种类型。

实际上数据类型总数为 14 种类型，软件当中时间戳数据类型默认上传，因此每个采样间隔下相应的最大输出数据类型数-1。

5.4.1.2 数据滤波



图 5- 26 数据滤波

当测量数据存在噪声或毛刺时，为了保证测量数据的有效性，可以通过滤波的方式将噪声或毛刺去除。可选的滤波器包括中值滤波器、高/低通频域滤波器、滑动平均滤波器。

中值滤波器滤波宽度包括：1、3、5、9、15、31、63。其中滤波宽度为 1 时，即为无滤波。

高/低通频域滤波器的截止频率包括：0.01fs、0.02fs、0.04fs、0.1fs、0.2fs、0.4fs。其中 fs 为 (Frequency of Sampling)，即当前采样频率。当频域滤波器选择为无滤波时，截止频率设置无效。

滑动平均滤波器宽度包括：1、4、16、64、256、1024。其中滤波宽度为 1 时，即为无滤波。

滤波器采用级联形式，三级滤波器先后顺序为中值滤波→高/低通频域滤波→滑动平均滤波。可以选择多种滤波器组合滤波，也可以只选择其中一种滤波器。例如，设中值滤波窗宽为 1、频率滤波器选择低通滤波、截止频率选择 0.01fs、滑动平均滤波宽度设置为 1，则当前仅有低通频域滤波器生效。

可通过更改滤波设置中的下拉列表框选项，对滤波参数进行设置。

5.4.1.3 无效数据处理

无效数据处理的作用为，当测量过程出现异常时（如峰饱和、与设置的期望峰个数不一致）产生无效数据，传感器对无效数据点出现次数进行计数，如果小于无效数据保持点数，则以产生无效数据前的有效数据输出，如果大于无效数据

保持点数，则输出无效数据，从而实现过滤偶发的无效数据。

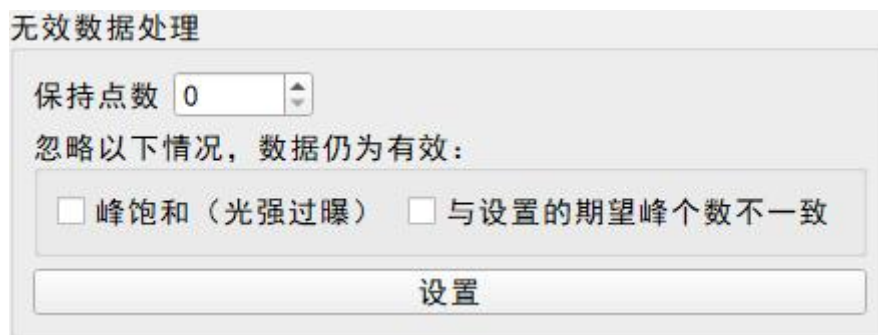


图 5- 27 无效数据处理

无效数据保持点数的设置范围为 0-65535，当无效数据保持点数设置为 0 时，关闭无效数据保持，当出现无效数据时，直接输出无效数据；当无效数据保持点数设置为 1-65534 时，当出现无效数据时，先保持有效数据直到达到设置的点数，如果超过特定点数后，仍然未得到新的有效数据，则输出无效值-2147。当无效数据保持点数设置为 65535 时，如果一直存在的无效数据，永久保持上一次的无效值。

特定情况下，如果用户认为该情况下的数据仍可用，则可以将该情况下产生的数据视为有效数据，不进行无效数据保持。可以忽略的情况包括峰饱和、不是期望的峰数目。

点击设置按钮，可将无效数据保持参数发送给传感器。

5.4.2 数据修正

5.4.2.1 距离修正



图 5- 28 距离修正设置

- 映射斜率，有效范围-2~0.5,0.5~2，用于修正位移值，在默认情况下，修正系数为 1。

修改修正系数为其他值的情况：假设某段距离实际值为 1.001mm，探头输出位移为 1mm，可以将修正系数改为 1.001。

- 映射偏置，范围-1000~1000，设置后距离值与设置前距离值差值等于映射偏置。例如希望将原来的-2mm 位置设置为探头 0 点，即偏置为+2mm。
- 清零用于把当前距离值设为 0 点。

注 意

1. 传感器出场时已经过精密标定，如非必要，不应将修正系数改成除 1 外的其

它值，否则可能造成测量结果不准确。

2. 修改探头的偏移不改变探头的实际物理测量范围。例如量程为 $30\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 的 P30 型探头，设置了 -3mm 的偏置后，量程为 $33\text{mm} - 8\text{mm}$ 至 $+2\text{mm}$ ，实际可测量范围仍是 $25\text{mm} \sim 35\text{mm}$ 。

5.4.2.2 厚度修正



图 5- 29 厚度修正

厚度修正与距离修正理念相同，但距离修正仅针对距离值，如要修正厚度值，请设定厚度修正。

5.4.3 数据统计

5.4.3.1 统计通道设置



图 5- 30 统计设置

- 统计使能：开启/关闭对应通道统计功能。选择输出数据勾选统计后，如果关闭使能，则会保留最后一次统计值；将选择输出数据统计勾选取消，会清除当前值变为“**NoData**”。
- 数据源：位置 1、位置 2 和厚度。
- 统计类型：最大值、最小值、峰峰值。
- 统计复位：将当前统计值归 0。

统计通道设置与输出数据选择和实时数据统计值对应，输出数据选择勾选统计后，对应通道使能开启，此时会统计使能后的所有数据，直至关闭使能。统计值会在实时数据统计进行显示：

图 5- 31 输出数据选择

图 5- 32 实时数据统计值

5.4.3.2 时域数据抽样

图 5- 33 时域数据抽样设置

用户在进行高速采样时，如果只需要低频数据刷新，可以通过时域数据抽样降低上传的数据量。抽样参数包括抽样比例和抽样方式。抽样比例的设置范围1~65535。

例如，探头工作在10000Hz的采样率下，但只需要1Hz的数据刷新频率，则可以将抽样比例设置为10000，则探头会每10000个数据抽样一点上传。探头提供两种抽样方式，邻近点模式下，上传的数据为第10000点、20000点、30000点…数据，在平均模式下，上传的数据为第1~10000点平均值，10001~20000点平均值，20001~30000点平均值…。注意数据抽样平均只针对位移测量值，即位移1、位移2和厚度，其余参数仍按照第10000点、20000点、30000点…数据上传。

5.4.4 采样编号与时间戳

图 5- 34 采样编号与时间戳

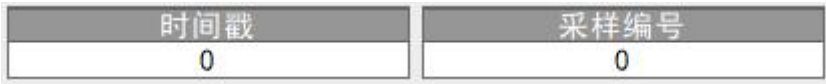


图 5- 35 实时数据采集编号与时间戳

时间戳以秒单位显示实时更新，分辨率为 1us，当计时满 60 分钟后，回滚至 0 重新开始。点击时间戳复位后，可将时间戳复位为 0。

选择输出数据勾选采样编号，实时数据采集编号值实时更新，点击采样编号清零后，归 0。

5.5 输入输出配置

5.5.1 SYNC 端口配置

5.5.1.1 端口终结电阻使能

SYNC 端口带有可配置的 100 Ω 终结匹配电阻，以减少线路上的反射干扰。当线缆长度较长或者信号频率较高时，建议开启终结匹配电阻。

注 意

- 1. 线路上并接多台设备时，建议只开启末端设备的终结电阻，否则可能导致线路驱动器过载。
- 2. 需要延长 SYNC 端口线缆时，请采用差分阻抗 100 Ω 的屏蔽双绞线缆。

5.5.1.2 端口模式

SYNC 端口可配置为以下功能。

端口功能	功能说明
不使用	不使用 SYNC 端口
用户触发输入	高速计数触发，供连接外部差分编码器进行等距触发
作为 SYNC 从机	接收主机探头的 SYNC 同步帧，受控进行同步测量。
作为 SYNC 主机	作为主机输出 SYNC 同步帧，可用于多探头的交替曝光或同步测量。

	与 NPN 触发输入共同使用时，可通过一台设备的 NPN 输入同步触发另一设备测量。
--	--

表格 5- 5 SYNC 端口功能说明

5.5.1.3 多机同步协议主机发送数据选择

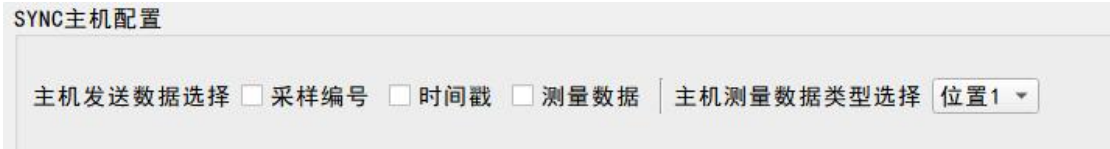


图 5- 36 SYNC 主机配置

设备作为 SYNC 主机时，可以选择将采样编号、时间戳、测量数据等发送给从机，用于进行多探头数据运算及同步采样等功能。当采样较高时，对 SYNC 所能进行传输的数据类型数会有限制，限制条件如表格 5-6 所示。

表格 5- 6 SYNC 主机传输数据限制

采样间隔	SYNC 最大传输数据类型数
$t \geq 20\mu s$	3
$20\mu s > t \geq 8\mu s$	2
$\leq 8\mu s$	1

同时，用户还可选择传输给从机的测量数据类型，包含位置 1、位置 2、厚度三种类型。

5.5.1.4 作为 SYNC 主机时的交替曝光节拍数



图 5- 37 SYNC 主机交替曝光节拍数

需要设置探头的采样顺序时使用，最大可设置节拍数为 4。

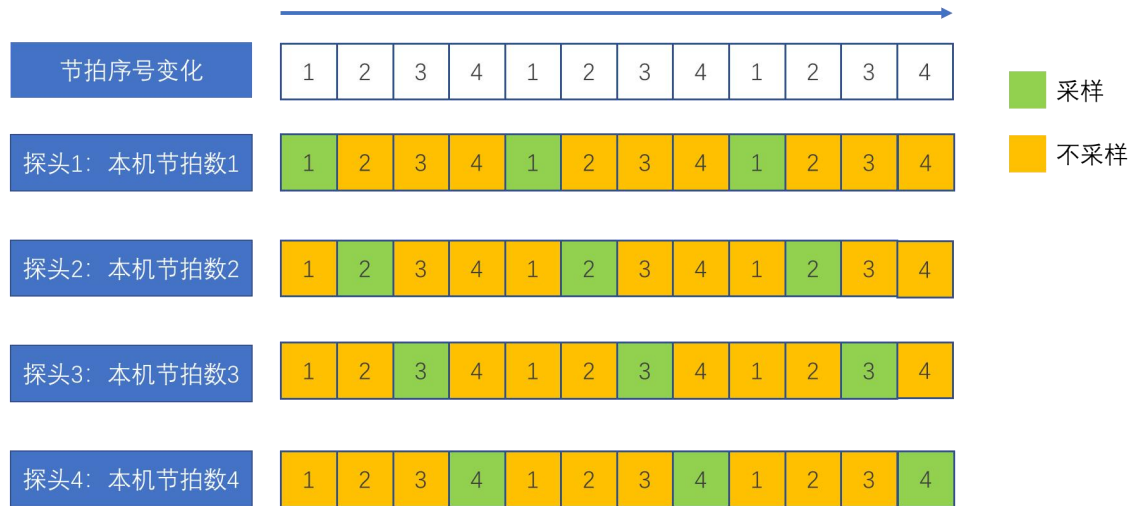


图 5- 38 多机同步采样

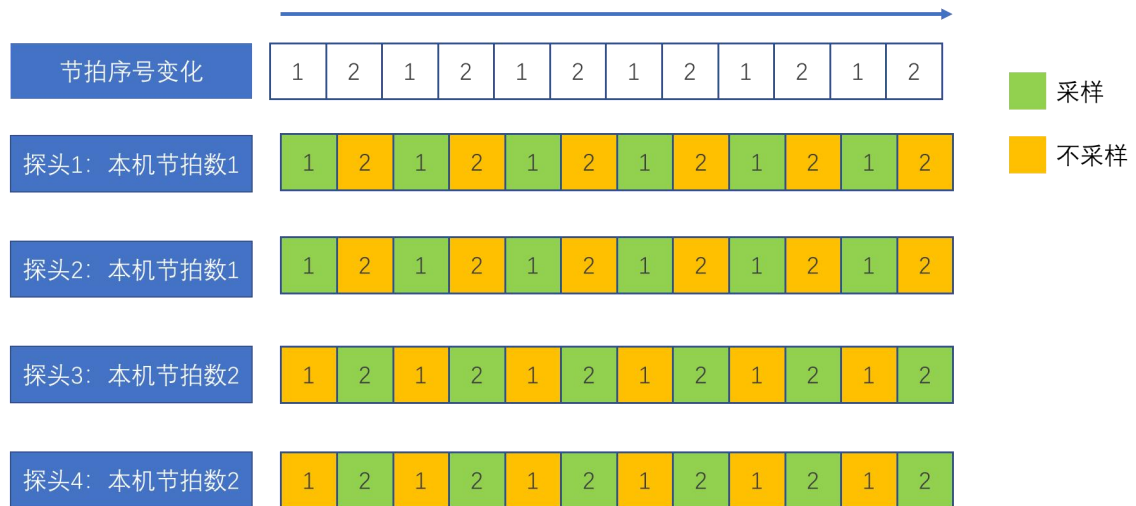


图 5- 39 多机同步采样，特定探头节拍相同

如图所示，主机发送的节拍序号在 1-N 之间变化，当节拍序号与本机节数一致时，才会进行采样，从而可以避免不同探头间可能存在的干扰。如果需要两个探头同步采样，只需配置两个探头本机节拍数一致即可。

例如，当两个探头需要进行同步时，可以将探头 1 的 SYNC 端口终结电阻使能关闭，端口使用用途为作为协议主机，将探头 2 的 SYNC 端口终结电阻使能开关，端口使用用途为作为协议从机。曝光节拍数设置如下：

	作为 SYNC 主机时的交替曝光节拍数	本机所在节拍数	作用
主机	1	1	同步采样
从机	1	1	
主机	2	1	交替采样，抗干扰
从机	2	2	

5.5.1.5 触发源

探头触发源可配置为内部/SYNC 高速触发输入/NPN 输入，功能说明如下：

端口功能	功能说明
内部	使用内部固定时间间隔触发。
SYNC 高速触发输入	SYNC 端口输入脉冲进行高速计数触发。
用户触发输入	NPN 输入端口进行电平/边沿触发

表格 5- 7 触发源说明

注 意

当 SYNC 端口功能设置为“作为 SYNC 从机”时，探头始终受控于另一探头，触发源设置无效。

5.5.1.6 触发计数复位

SYNC 作为高速计数触发时，探头对 SYNC 端口的脉冲进行计数，并以一定间隔触发采样，此按钮复位当前的脉冲计数。

5.5.1.7 触发配置

计数触发配置选项	配置范围	说明
抽稀比例	0~65535	每 N 个脉冲进行 1 次测量。配置为 0 时不进行测量。
滤波宽度	0.1~1638.4us，以 4 倍为步进递增	滤除小于设定时间长度的正脉冲或负脉冲。
触发有效电平	下降沿/上升沿	对下降沿或上升沿进行计数。

表格 5- 8 触发配置说明

5.5.1.8 主机发送测量数据选择



图 5- 40 主机发送测量数据类型选择

主机可以选择向从机发送的测量数据类型，包括位置 1、位置 2、厚度三种类型。当主机发送数据选择中没有选择测量数据时，被选择的不会被传送到主机。

5.5.1.9 从机 MATH 符号配置及距离 2 配置

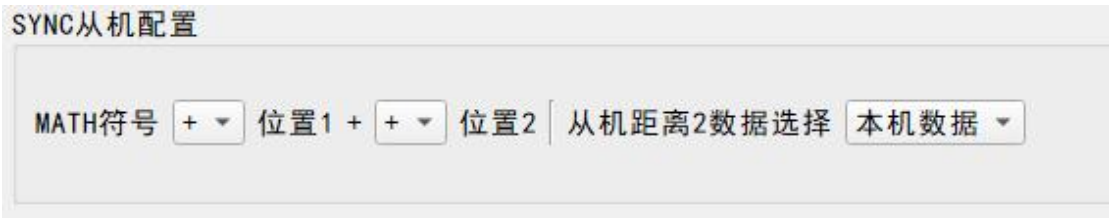


图 5- 41 从机 MATH 符号配置

从机可以选择位置 1、位置 2 运算的符号，当从机距离 2 数据选择为【本机数据】时，位置 2 为通过本机峰检测参数设置得到透明物体下层厚度（当测量物体为透明时，不透明情况下可能为无效值），当从机距离 2 数据选择为【主机数据】时，位置 2 为主机通过同步协议传送过来的测量数据（测量数据类型由主机进行配置）

5.5.2 NPN 输入输出

5.5.2.1 输入信号使用用途



图 5- 42 NPN 输入信号使用用途

NPN 输入信号使用用途	功能说明
不使用	不使用 NPN 输入端口
激光使能	NPN 输入端口为有效电平（导通）时，激光点亮。
采集触发源	用外部电平/边沿触发探头采集

统计使能	NPN 输入端口为有效电平（导通）时，对测量值进行统计。
------	------------------------------

表格 5- 9 NPN 输入功能说明

5.5.2.2 触发功能事件计数模式

（此功能该版本未提供）

5.5.2.3 输出通道功能配置



图 5- 43 NPN 输出通道功能配置

NPN 输出端口功能	功能说明
不使用	不使用 NPN 输出端口
作为比较器输出	将比较器比较结果输出到 NPN 端口。

表格 5- 10 NPN 输出配置说明

5.5.2.4 输入触发功能参数配置



图 5- 44 NPN 输入触发功能参数配置

配置选项	配置范围	说明
触发模式	边沿触发/电平触发	边沿触发：检测到有效边沿跳变，则采样设定数量的测量值。 电平触发：当输入电平处于设定有效电平时，持续测量，否则不测量。
极性	下降沿/上升沿	对下降沿或上升沿进行计数。

边沿触发单次触发点数	0~65535	每个边沿的触发点数。 0：不触发； 1~65534：每个边沿触发对应点数的测量。 65535：检测到边沿后，持续测量，直到对“边沿触发单次触发点数”写 0 停止。
输入滤波宽度	0.1~1638.4us，以 4 倍为步进递增	滤除小于设定时间长度的正脉冲或负脉冲。

表格 5- 11 输入触发功能配置说明

注 意

对于 NPN 输入，导通时电平是低电平，从断开到导通的边沿是下降沿。

5.5.3 模拟与数字输出

5.5.3.1 模拟输出配置

模拟输出配置

模拟通道号	输出使能	范围	数据源选择	映射起点 (mm)	映射终点 (mm)	无效数据输出值	设置
A01	<input type="radio"/> 关闭	0~5V	位置1	0.00000	0.00000	最小值	设置

图 5- 45 模拟输出配置

模拟输出各控件的含义如下：

- 模拟输出通道为：AO1
- 模拟输出开关状态包括：开启、关闭，设置为开时，输出电压或电流，设置为关时，不输出。
- 模拟输出范围包括：0-5V、0-10V、 ± 5 V、 ± 10 V、4-20mA
- 数据源选择包括：位置 1、位置 2、厚度、统计 1、统计 2。数据源选择的含义为，当选择了特定数据源时，模拟输出量会根据数据源测量数据的变化而变化，例如，当数据源选择为位置 1，则当位置 1 读数发生变化时，模拟输出也会发生变化。
- 映射起点、映射终点单位为 mm，设置超过量程时无效，量程根据传感头型号确定。同时映射终点与映射起点之差应大于 0.1mm。
- 无效数据输出值包括：最小值、最大值，其含义为，当前选择的数据源读数不在设定的映射起点与映射终点范围内，将模拟输出设置为可输出模拟量的

最大值或最小值。例如，当数据源选择为位置 1，映射起点为-10mm，映射终点为 10mm 时，输出范围为 0-5V，无效数据输出值为最大值，则当位置 1 读数小于-10mm 或大于 10mm 时，模拟量输出都为 5V。

- 映射起点、终点相对与电压（流）范围起点终点的映射关系为：假设映射起点为 x_1 ，终点为 x_2 ，电压（流）起点为 y_1 ，终点为 y_2 ，某个时刻实时数据 x 对应的输出电压（流）的计算公式为：

$$y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}(x - x_1) + y_1$$

例如，当数据源选择为位置 1，映射起点为-10mm，映射终点为 10mm 时，输出范围为 0-5V，则如果位置 1 读数为 0mm，模拟输出为 2.5V，如果位置 1 计数为 5mm，模拟输出为 3.75V。

点击设置按钮，将界面上的值，发送给传感器。

5.5.3.2 数字输出配置

配置选项	配置范围	说明
保持时间	0~65535ms	输出在高/低电平之间切换后，至少保持设定时间才允许下一次电平切换。

表格 5- 12 数字输出保持时间说明

5.5.3.3 比较器通道配置

比较器通道配置

比较器通道号	数据源	比较器上限 (mm)	比较器上限滞回 (mm)	比较器下限 (mm)	比较器下限滞回 (mm)	
1	位置1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	设置
2	位置1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	设置

比较器下限应不大于上限

图 5- 46 比较器通道配置

配置选项	配置范围	说明
数据源	位置 1/位置 2/ 厚度/统计通道 1/统计通道 2	选定的数据进行比较
比较器上限	-2147mm~+2147mm	见图 5-40 滞回值说明
比较器上限滞回	-2147mm~+2147mm	
比较器下限	-2147mm~+2147mm	

比较器下限滞回	-2147mm~+2147mm	
---------	-----------------	--

表格 5- 13 比较器配置说明

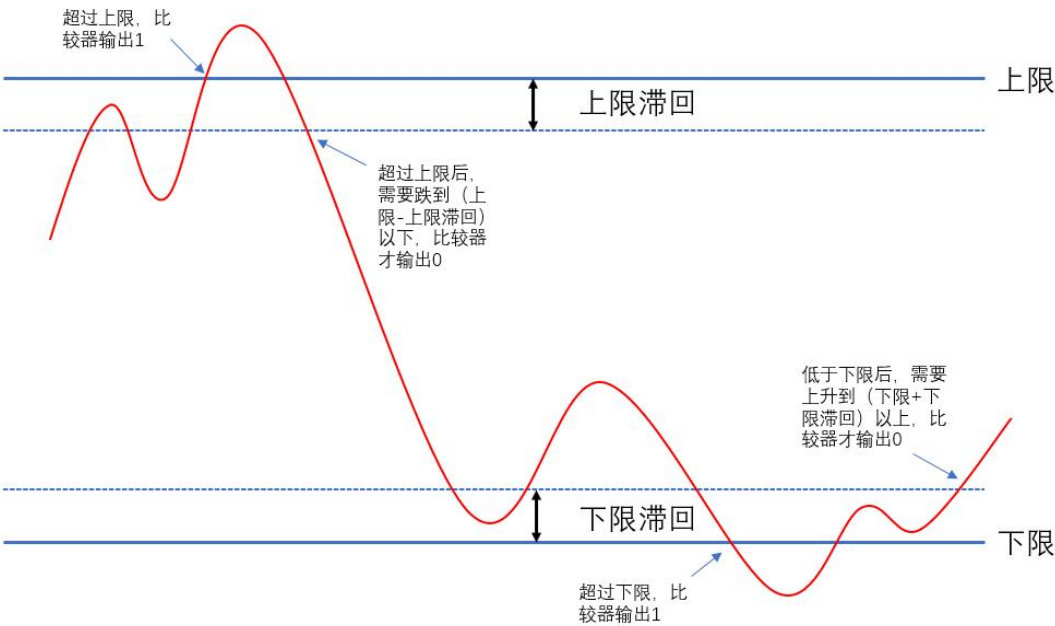


图 5- 47 滞回值说明

5.5.3.4 比较器通道使能

比较器通道使能

比较器通道号	比较器使能	比较器极性
1	超下限输出	输出正逻辑
2	超下限输出	输出负逻辑

图 5- 48 比较器通道使能

配置选项	配置范围	说明
比较器使能	超下限输出/超上限输出/ 超上下限输出	超下限输出：只比较下 限； 超上限输出：只比较上 限； 超上下限输出：比较上 限和下限。

比较器极性	输出正逻辑/输出负逻辑	输出正逻辑：超限时， 输出 NPN 有效电平（导通）； 输出负逻辑：超限时， 输出 NPN 无效电平（断开）
-------	-------------	---

表格 5- 14 比较器使能说明

5.6 设备配置管理

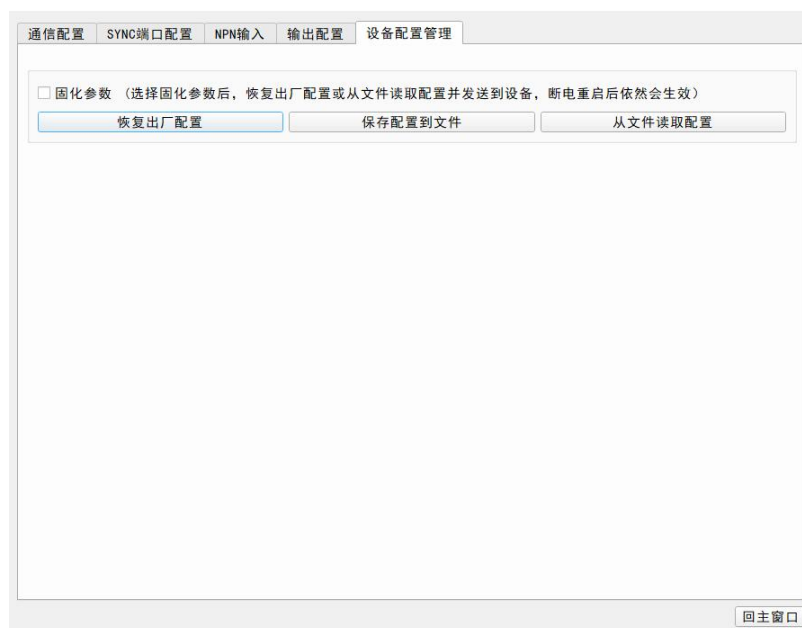


图 5- 33 设备配置管理

设备配置管理的作用为方便用户保存传感器的测量配置，使得在经过参数调试之后得到的测量配置能够快速应用到其它传感器，主要功能包括以下三项：

- 恢复出厂设置，传感器在出厂时设置了默认参数，能够适应大部分测量情况下的应用，如果用户在调试参数时，遇到了异常情况无法测量时，可以选择恢复出厂配置。
- 保存配置到文件，即将当前设备的参数以文件的形式保存在磁盘中，用户可从磁盘中读取该文件并配置到其它设备，使其它设备拥有与当前设备相同的测量参数。
- 从文件读取配置，即读取“保存配置到文件”操作步骤中保存的配置文件，然后将配置文件中的参数发送到传感器中。如果存在以下情况，读取配置将失败：

1. 配置文件不存在。

2. 不是“保存配置到文件”操作步骤中保存的配置文件，软件会反馈配置文件格式错误。

注 意

当勾选“固化参数”复选框时，用户在“恢复出厂配置”或“从文件读取配置”中发送到设备的参数，将固化到设备中，设备在断电重启后，参数仍然有效。

5.7 高级配置

5.7.1 量程对应像素截取参数查询

采样间隔和像素抽样方式对图像截取配置中的像素数目会产生影响，当采样间隔降低到一定程度时，在一个采样周期内无法完成对图像传感器中所有像素点的采样，仅支持采集部分像素点的数据；而同时，像素抽样方式不同，所支持的像素数目也不同，详细限制见 5.4.1.1。

当采样间隔较小无法支持全量程采样时，可通过量程对应像素截取参数查询功能，查询目标量程对应像素截取参数。

目标采样间隔	6.25us	像素抽样方式	高分辨率模式（不抽样）	
目标量程起点 (mm)	0.000000	目标量程终点 (mm)	0.000000	查找

注意事项：

1. 本对话框中搜索得到的参数，至主窗口设置后生效。
2. 对话框中的抽样方式和采样率仅为查询条件，当前传感器的实际参数应到主窗口查看

图 5- 49 像素截取参数查找

查找前，首先应先选择目标采样间隔（采样间隔越小，支持的像素数目越小），从而确定当前采样间隔支持的最大像素数目。

然后，应先选择实际工作时的像素抽样方式（相同采样间隔下，高速模式下支持的像素数目会比高分辨率模式要多，当高分辨率模式下的像素不足以支持目标量程时，可切换为高速模式，高速模式与高分辨率模式的区别详见 5.3.1.2）。

然后选择目标测量范围（即确定量程的起点与终点），当被测物位于量程中心时（即零点附近），传感器精度相较于量程边缘会更好一些，因此目标量程范围应尽量位于零点附近。

下面以最大量程为±50mm，CMOS 传感器型号为 0 型的激光位移传感器进行说明：

当采样间隔为 6.25us，像素抽样方式为高分辨率模式时，传感器的视野范围为 9.96%，对应量程范围大约为 10mm（实际量程比最大量程×视野范围稍大一些），

因此可设置目标量程起点为-5mm，目标量程终点为 5mm，点击查询，得到推荐的像素截取参数为，图像起始像素 339，像素数目 102。

当采样间隔为 6.25us，用户打算测量的量程范围为 15mm 时，对应最小像素数目约为 150 左右，高分辨率模式下支持像素数目仅为 102，此时可以将像素抽样方式更改为高速模式，高速模式下支持像素数目为 204，满足要求，查询得到推荐的像素截取参数为，图像起始像素 316，像素数目 148。

当高速模式下的视野范围依然达不到目标量程时，说明当前采样间隔下无法满足该量程（例如，上述传感器在采样间隔为 6.25us 时，如果量程起点为-15mm,目标量程终点为 15mm，将无法查询到满足条件的参数），此时用户应选择更大的采样间隔，或者是适当减小目标量程的范围。

注意

1. 本对话框中搜索得到的参数，到主窗口设置后才会生效。
2. 对话框中的抽样方式和采样率仅为查询条件，当前传感器的实际参数应到主窗口查看

5.7.1 设备 MAC 地址更改

传感器的 MAC 地址默认为通过设备唯一识别号生成，不同设备之间的 MAC 地址不相同，因此存在冲突的概率极小，但在少数情况下（例如，传感器与其它类型设备在同一网段下通信），传感器与其它网络设备 MAC 地址存在冲突，导致通信异常，此时，可以通过 MAC 地址设置窗口，将设备 MAC 地址手动更改为与其它设备不同的 IP 地址。

传感器连接成功后，可通过高级配置=>MAC 地址生成和设置=>打开 MAC 配置窗口。

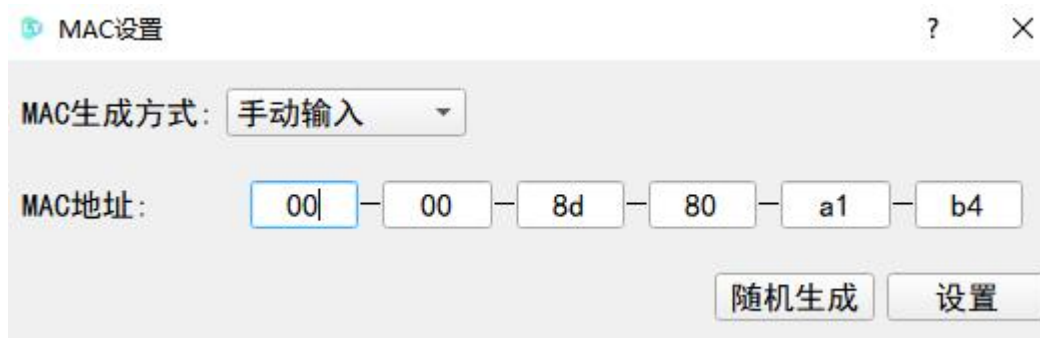


图 5- 50 MAC 地址设置窗口

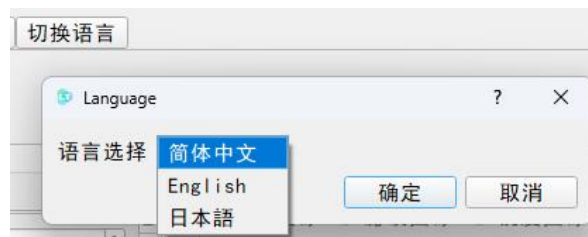
MAC 地址生成方式通常包括基于设备 ID、基于设备序列号、手动输入三种方式，默认为基于设备 ID，如果两台传感器基于设备 ID 生成 MAC 地址相同，可以选择基于设备序列号生成或者手动输入。基于设备 ID 或基于设备序列号的情况下，

MAC 地址由传感器内部自动生成，用户无需输入。手动输入时，用户可手动输出一个 MAC 地址，或者通过随机生成按钮，生成一个随机 MAC 地址。点击设置后，重启传感器，设置的新 MAC 地址便会生效。

5.7.2 软件语言切换

5.7.2.1 软件内更改

点击主界面“切换语言”按钮，在弹出的“语言选择框”进行操作。选择语言选项（当前语言可提供中文(chinese)、英文(english)、日文(japanese)三种选项）。点击“确定”，重启软件后生效。



5.7.2.2 配置文件内更改

用户可通过更改 cfg 文件夹下 mpsys.ini 文件下的配置，mpsys.ini 如图所示。

```
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)
[language]
type=english
```

图 5- 12 语言配置选项

当前语言可提供中文(chinese)、英文(english)、日文(japanese)三种选项，默认为中文，在软件打开前，可通过更改 mpsys.ini 中的语言配置来更改软件的语言。

注 意

更改初始化文件应在软件打开前进行。

6. 测量数据采集

6.1 设备通信与连接

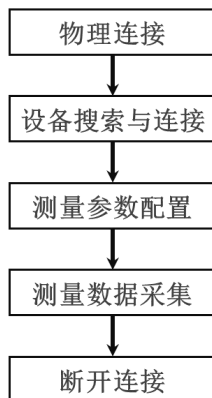


图 6-1 连接流程图

传感器的通信与连接流程如图所示，在通过搜索设备得到传感器编号并与传感器连接后，便可以对传感器进行参数配置和数据采集。如果在上一次连接中已经配置了有效的测量参数，则可以跳过测量参数配置，直接开始数据采集，然后断开连接。

6.2 原始图像查看

测量参数的配置，往往需要结合图像传感器采集到的原始图像进行反馈，通过查看原始图像中峰的位置及高度等信息，可以判断当前测量位置是否位于合理范围、光源功率是否合适、是否能检测到有效测量峰值等。

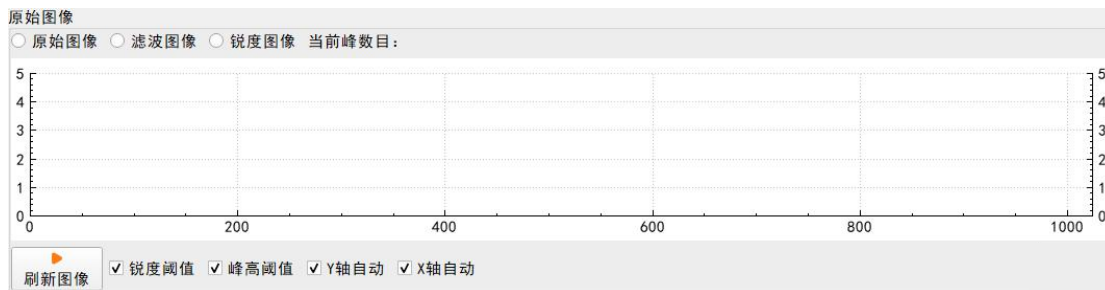


图 6-2 原始图像

图像查看窗口位于主界面右上角，如图所示，下面对其中每个控件功能进行详细介绍。

- 刷新图像按钮，当软件与传感器建立连接后，点击刷新图像按钮，软件便开

始动态读取当前被选中传感器的原始图像，此时刷新图像按钮变为停止刷新。



图 6- 3 停止刷新

点击停止刷新按钮时，图像停止刷新。其它停止刷新图像的情况包括：

1. 当前被选中传感器断开连接

- 峰值阈值复选框，当复选框被选中时，原始图像图窗中有一条红线标识当前峰高度阈值与原始图像的相对位置；复选框未选中时，不显示红线。
- Y 轴自动复选框，当复选框被选中时，软件会自动调整原始图像，使其位于图窗显示范围内，此时用户无法通过鼠标对在 Y 方向上对图像进行缩放；复选框未选中时，用户可通过鼠标对在 Y 方向上对图像进行缩放，但可能存在图像位于图窗范围外的情况。
- X 轴自动复选框，功能与 Y 轴自动复选框相同，其自动调整轴为 X 坐标轴。
- 原始图像/滤波图像单选框，当选择原始图像时，上传图像传感器采集的真实图像，当选择滤波图像时，上传经过滤波去除噪声之后的图像。
- 当前峰数目显示标签，当连续刷新图像时，也会实时读取当前检测到有效峰的数目。

6.3 设备实时数据查看

6.3.1 实时数据显示

用户选择单台设备调试时，可以对单台设备的实时数据进行查看，实时数据窗口位于主界面右下角，如图所示。

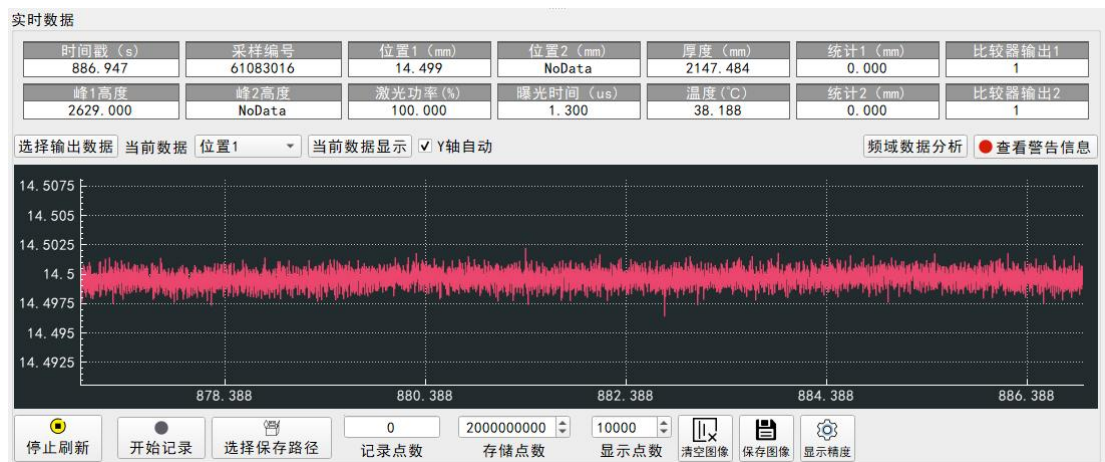


图 6- 4 实时数据窗口

下面对其中每个控件功能进行详细介绍。

- 刷新数据按钮，点击【刷新数据】按钮，软件便从当前已连接且被选中的传感器采集测量数据，并显示在实时数据图窗中，此时【刷新数据】按钮变为【停止刷新】按钮。点击【停止刷新】按钮，停止数据的刷新。其它停止数据采集的情况包括：
 1. 当前被选中传感器断开连接
- 当前数据下拉列表框，数据图窗中显示多种数据，当下拉列表框中选择特定数据时，此时 Y 轴自动复选框勾选，则数据图窗将调整被勾选的数据曲线到正中可见范围。
- Y 轴自动复选框，勾选时，数据图窗调整“当前数据下拉列表框”中数据到图窗可显示范围内；未勾选时，用户可通过鼠标对数据图窗进行缩放。
- 数据输出选择按钮，传感器可选择多种数据输出，可输出的数据包括时间戳、采样编号、位置 1、位置 2、厚度、统计 1、统计 2、比较器输出、峰 1 高度、峰 2 高度、激光功率、曝光时间、警告信息、温度。当点击数据输出选择按钮时，弹出数据输出选择窗口，窗口中列出上述可选择的数据类型，如图所示，通过勾选特定数据前的复选框选择相应输出数据。



图 6- 5 输出数据选择

应当注意的是，只有输出数据选择图窗的被勾选的数据，才会在主界面中显示，未被勾选的数据，传感器将不会上传，因此也不会显示。

- 显示点数输入框，显示点数即为数据图窗中显示曲线的数据点数，用户可根据想观察的数据量的大小修改相应点数。默认为 10000 点。
- 实时数据显示，在数据图窗的上方，列出了所有数据类型，当数据图窗曲线刷新时，将同时在实时数据显示栏中显示测量数据的最新测量值。输出数据选择窗口未勾选的数据，将不显示。
- 开始记录：未点击开始记录数据时，采集在数据只在图窗中动态显示，未保存到硬盘中，点击开始记录，数据在图窗中显示的同时也保存到硬盘中。点击【开始记录】按钮，软件开始向文件写入数据，此时开始记录【开始记录】变为【停止记录】。同时，开始记录之后，用户将不能打开选择输出数据窗口进行数据类型的选择。
- 选择保存路径：选择记录数据所保存的文件夹，默认为软件所在文件目录下

的 data 文件夹，用户可自行选择新的保存文件夹，开始记录后，软件将在保存路径下新建一个以当前时间为文件名的 csv 文件，并向该文件写入数据。

- 记录点数：点击开始记录后磁盘中所记录的数据点数，动态刷新。
- 存储点数：设定开始记录后存储在磁盘中的点数上限，最大为 $2e10$ 点，达到该存储点数后，软件将停止向文件写入数据。
- 显示点数：设定图窗中可显示的数据数量，最少为 100 点，最大为 100000 点。
- 清空图像：将当前图窗中显示的曲线删除，曲线重新开始刷新。
- 保存图像：将当前图窗中曲线以图片的形式保存到文件，保存的曲线图像为点击保存时刻的图像。
- 查看警告信息：显示出当前测量场景下存在的异常警告，警告表述见下图 6-6 警告信息。灰色表示警告信息未上传，绿色表示正常，红色表示警告。

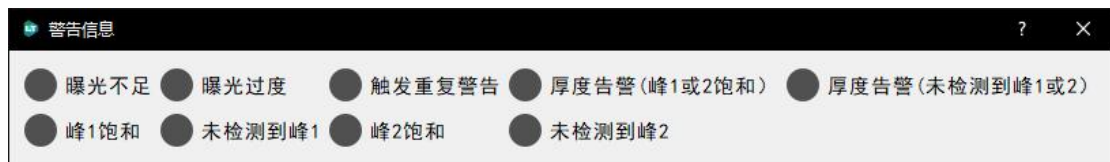


图 6- 6 警告信息

- 曝光不足：
 - 1).光源未打开
 - 2).手动曝光方式下，手动曝光值或光功率手动设定值过低
 - 3).自动曝光模式下，自动曝光时间上限或光功率自动控制上限过低
 - 4).被测物体色泽较暗，反光较弱
- 曝光过度：
 - 1).手动曝光方式下，手动曝光值或光功率手动设定值过高
 - 2).自动曝光模式下，自动曝光时间上限或光功率自动控制上限过高
 - 3).被测物体色泽较亮，反光较强
- 触发重复警告：

触发频率高于采样频率。
- 峰 1 饱和、峰 2 饱和：

峰高达到 3200+。
- 未检测到峰 1、未检测到峰 2：

原始图像中未识别到有效的峰。

6.3.2 大号显示

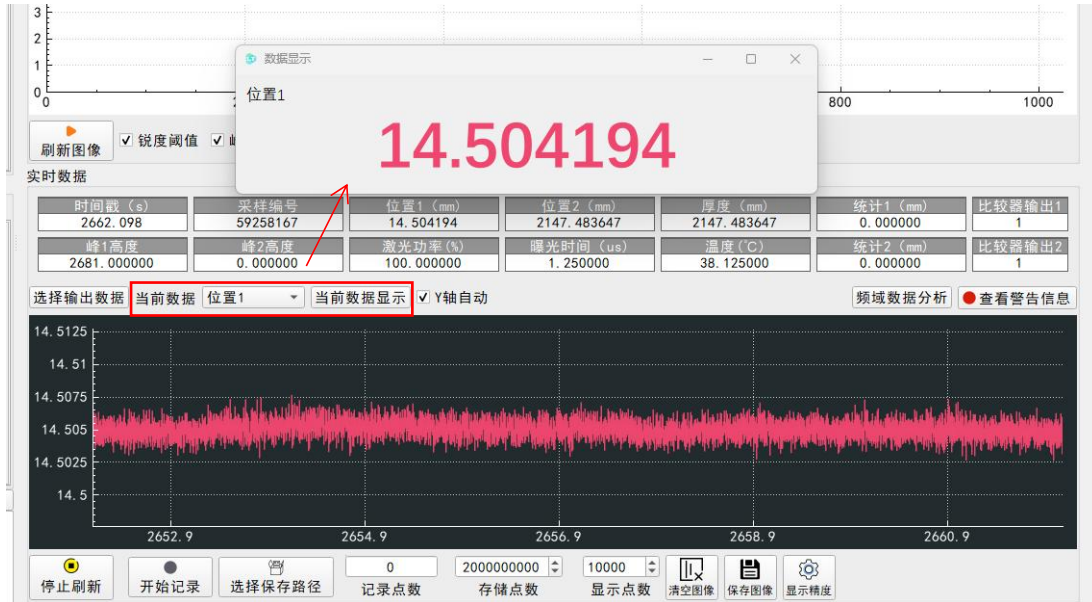


图 6- 7 大号显示

6.3.3 修改显示精度

点击“当前数据显示”按钮后，弹出大号显示的窗口，并根据当前数据（下拉框所选择的）进行数据显示。

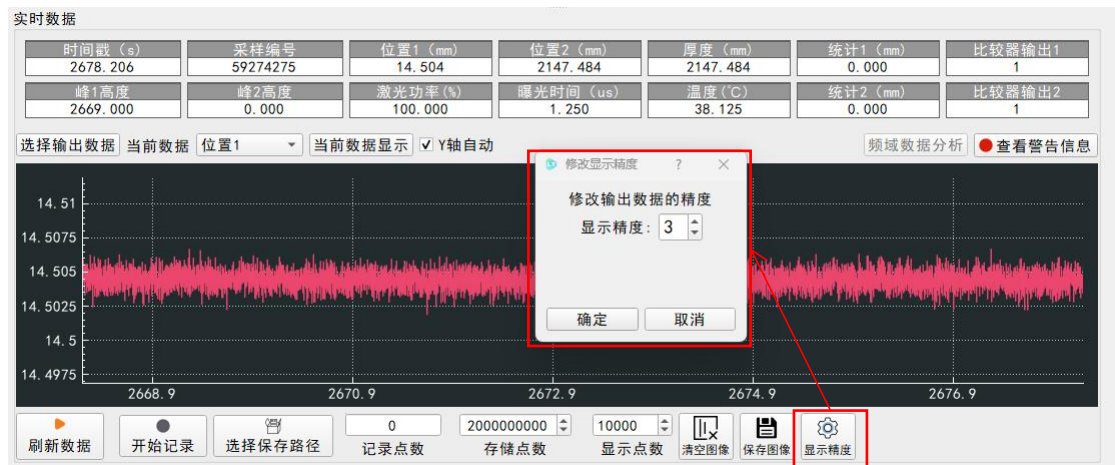


图 6- 8 修改显示精度

点击“当前数据显示”按钮后，弹出修改显示精度的窗口。修改显示精度窗口中，在显示精度框中输入需要的精度（保留小数点后几位），并点击“确定”按钮进行修改。

6.4 双探头对射厚度测量配置

6.4.1 配置方式

1. 对射测厚前，首先将两台设备分别设置为同一网段下两个不同的 IP 地址，例如 192.168.0.10、192.168.0.11，然后使用导线将两台设备端子的 SYNC+ 和 SYNC- 分别相连。

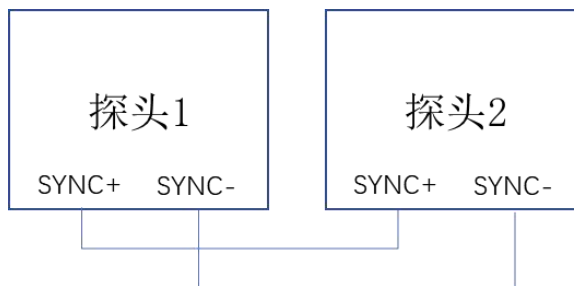


图 6- 9 探头同步线连接方式

2. 上位机软件首先搜索到两台设备，并分别与其建立连接，此时会出现【跳转到 MATH 界面】按钮。

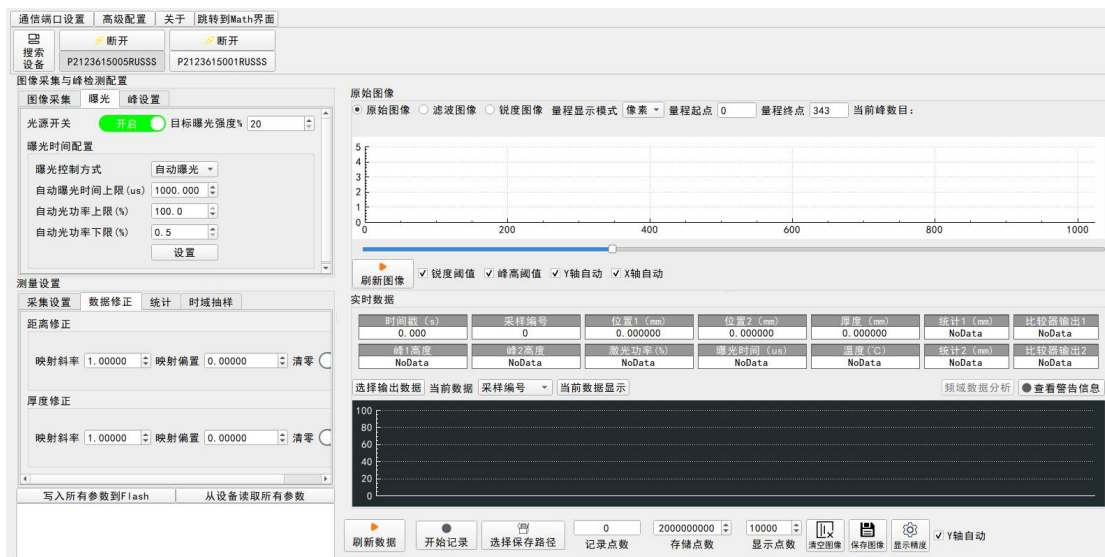


图 6- 10 连接两台设备

3. 选择打算用于计算厚度值的设备，在【选择输出数据】中选择位置 1、位置 2（同步测厚时对应探头 2 的位置 1）、厚度。（位置 1、位置 2 仅用查看两台探头测量值的变化，如果只查看厚度数据，也可仅选择厚度）。

注意

不用于厚度计算的设备，只用于提供同步信号和位置 1 测量数据，因此仅选

择位置 1 即可。

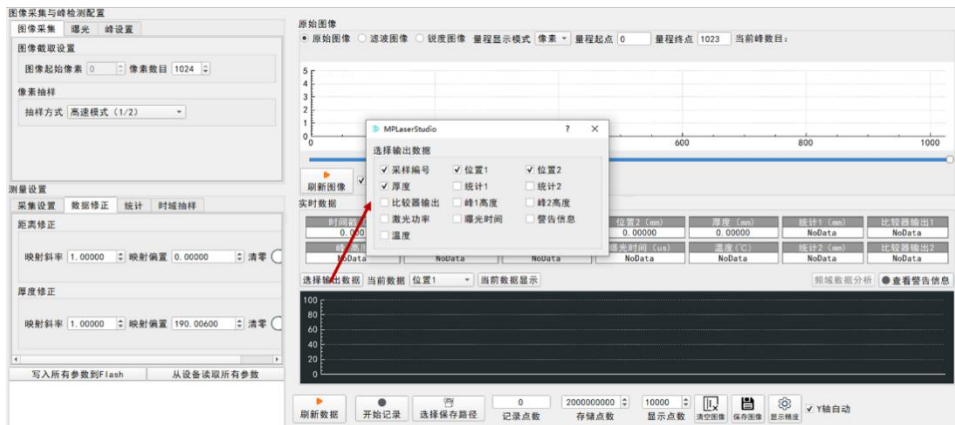


图 6- 11 用于计算厚度的设备选择输出数据

4. 然后点击【跳转到 MATH 界面按钮】，弹出如下窗口。



图 6- 12 对射测厚设备选择

其中【探头 1 (MATH 计算)】对应传感器将两个探头位置作为厚度输出，【探头 2】用于提供同步信号，使探头测量值同步。点击【确定】，上位机会对两个探头进行测厚相关配置。

自动配置同步参数复选框默认勾选，在切换到 MATH 测量界面时，会自动进行同步相关配置，如果上一次测量过程中已经进行配置，可取消勾选该复选框，防止重复设备。

自动选择输出数据复选框默认勾选，在切换到 MATH 界面时，进行 MATH 计算的探头 1 的位置 1、位置 2 及厚度数据即为探头 1 位置、探头 2 位置以及对射测厚厚度，因此如果要输出三个数据，需要默认选择探头 1 的位置 1、位置 2 及厚度，如果用户只查看厚度数据，可以在取消勾选自动选择输出数据复选框，并在主界面选择打算输出的数据。

5. 设备选择完成后，弹出厚度测量界面，此时仅显示用于 MATH 计算的设备的测量数据，参数配置也针对用于 MATH 计算的设备。

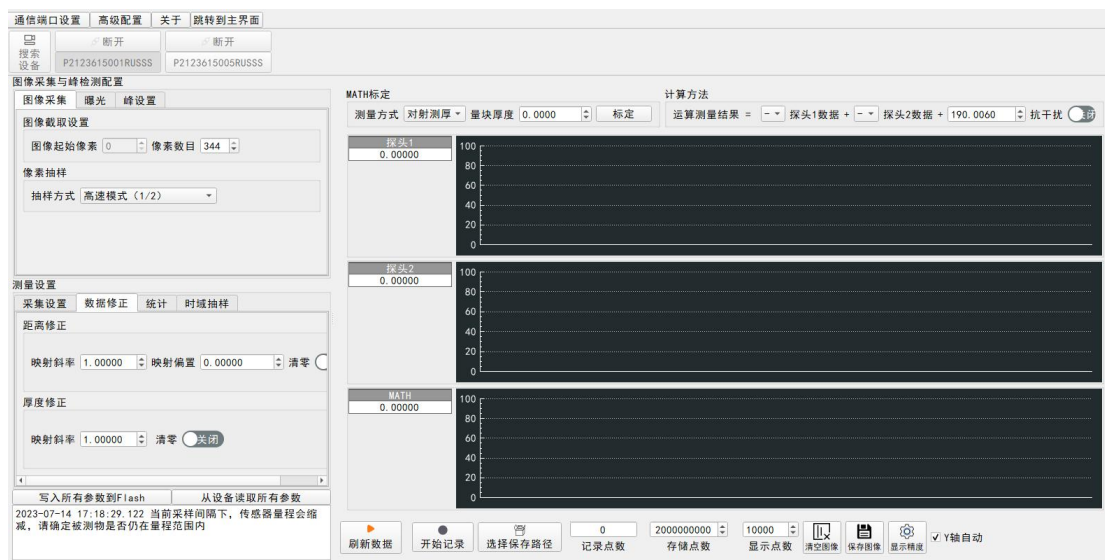


图 6- 13 厚度测量及配置界面

6. 厚度显示及配置界面中, 用户可进行计算方法配置和厚度标定, 详情见 6. 4. 2 小节。

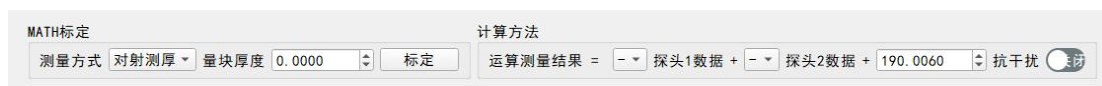


图 6- 14 双探头常见测量方式

MATH 标定的作用为: 根据当前实际测量方式及量块的厚度, 计算得到当前安装条件下, 准确计算厚度应当设置的数学符号及偏移, 根据探头安装方式的不同,

通常有同侧测高和对射测厚两种方式。

如图 6-14 所示，对射测厚时，被测物的厚度计算公式为

$$\Delta = offset - x_1d - x_2$$

其中 $offset$ 由探头安装位置及参考距离决定(即图中的 $L - R_2 - R_1$)，在安装位置未知的情况下， $offset$ 是未知的，需要由一个已知厚度的量块标定得到，假设量块厚度为 Δ_0 ，测量该量块时的探头读数为 x_{10} ， x_{20} ，则

$$offset = \Delta_0 + x_{10} + x_{20}$$

然后再由标定得到的 $offset$ 去计算实际被测物厚度。

例如，量块厚度为 1mm，探头 1 读数为-6.5mm，探头 2 读数为-2.5mm，则当前安装位置下的偏移值 $offset = 1 - 6.5 - 2.5 = -8\text{mm}$ 。在计算其它被测物厚度时计算方法为 $\Delta = -8 - x_1 - x_2$ 。

同侧测高时，标定方法相同。

6.4.2.2 MATH 标定方法



图 6- 15 MATH 标定

在进行 MATH 标定时，选择与对应的测量方式，并在量块厚度中填写量块实际厚度（如 1mm），点击标定，此时软件便自动调整计算方法及偏移值，使 MATH 值变为量块实际值。



图 6- 16 MATH 计算方法

MATH 标定完成，可将量块移除，测量实际被测物厚度，经过标定后 MATH 值便为被测物实际厚度。

6.4.2.3 探头抗干扰



图 6- 17 探头抗干扰开关

探头对射测不透明物体厚度时，两个探头的激光不会相互干扰，因此【抗干扰】

选择可以关闭，对射测透明物体厚度或物体厚度较薄，两个探头之前可能会相互干扰，此时【抗干扰】应开启，此时两个探头会交替进行采样。

6.4.3 非同步测厚相关

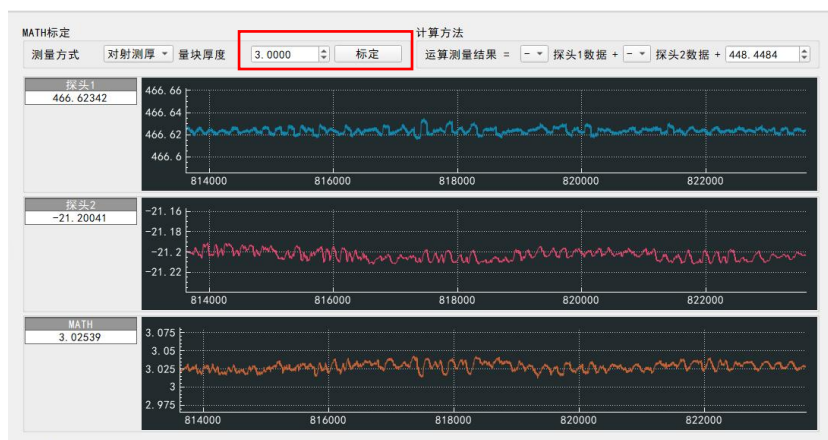
- 1、连接两台或以上的点激光，点击“跳转到 Math 界面”。



- 2、在弹出的设备选择界面，选择两台不同的设备，并取消“同步设置”的勾选后，点击“确定”。



- 3、输入“量块厚度”的数值，点击 Math 界面中“标定”按钮，进行标定（确认探头都在量程内），若标定成功，MATH 运算图框将显示与“量块厚度”差异不大的数值。



6.5 多探头数据采集及窗口显示

通常情况下，用户使用参数配置软件对单探头参数进行配置，并查看数据和原始图像，从而使探头达到最佳测量效果，在连接多个探头时，用户对每个探头都配置好参数后，可以切换到多探头数据采集界面，最多可打开 8 个窗口，查看 8 个探头的测量数据。

6.5.1 探头连接与多窗口界面切换

首先软件与多个探头（探头数最大为 8）建立连接，然后在显示设置=>多窗口显示中勾选【显示】，软件界面右侧出现一个长条形按钮，点击该按钮，便切换到多窗口数据显示界面。

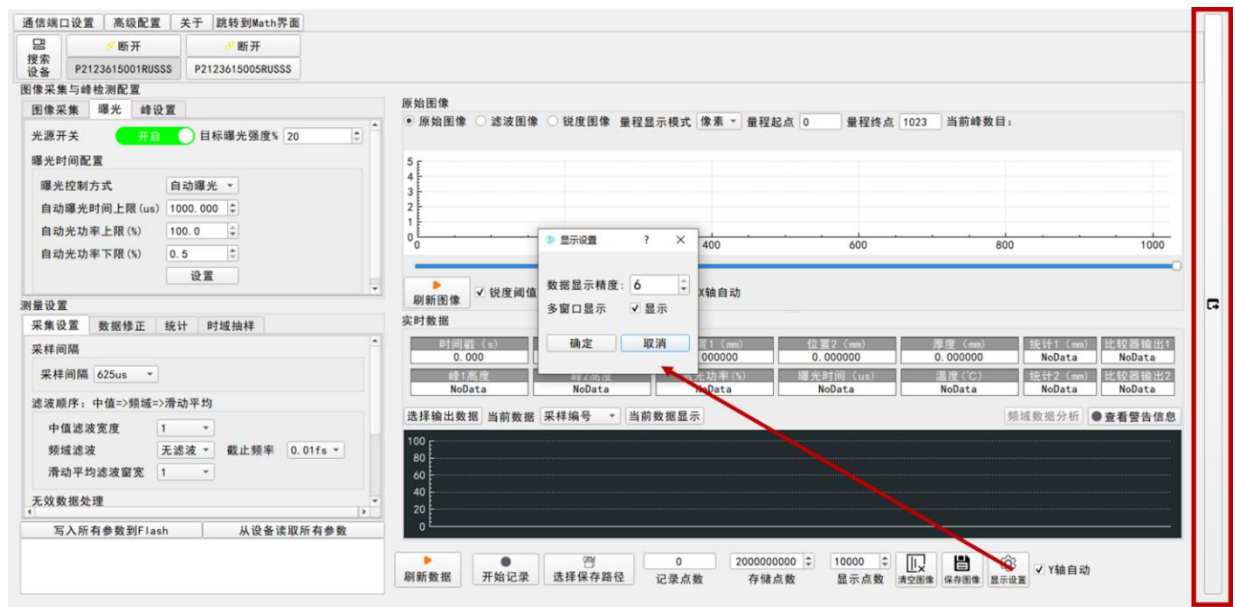


图 6- 18 切换到多窗口数据显示界面

6.5.2 多窗口数据显示

切换到多窗口数据显示界面中，出现如下界面。

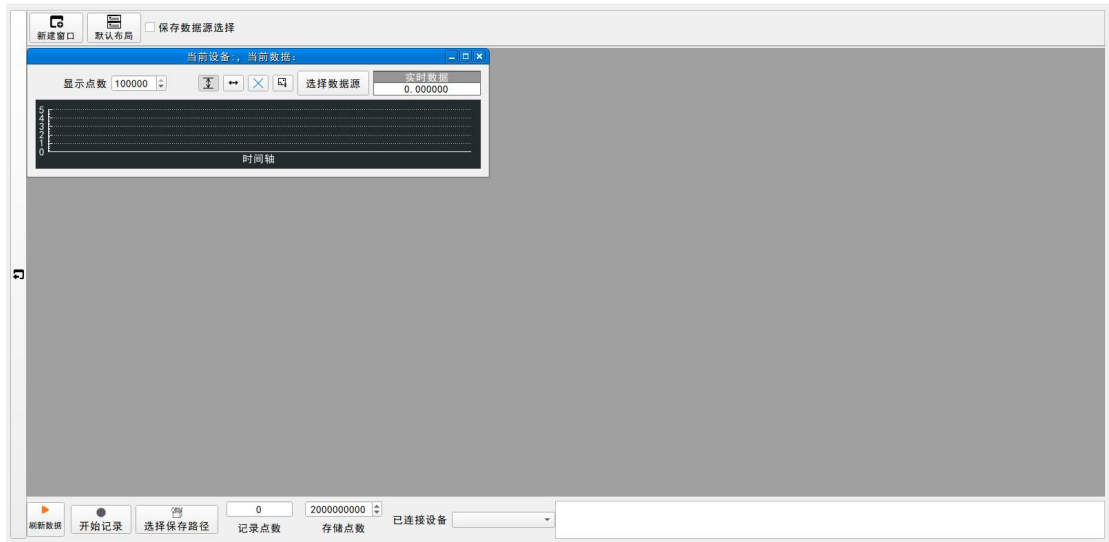


图 6-19 多窗口数据显示界面

其中左侧长条形按钮为切换到参数配置界面按钮，点击该按钮，便切换回参数配置。

软件刚打开时，默认显示 1 个曲线窗口，用户如果要查看多个窗口数据，可点击新建窗口，便会新打开一个曲线显示窗口，并自动选择当前已连接设备尚未被显示的设备数据类型。

点击【默认布局】，软件便调整各个窗口的大小和位置，其各窗口在界面合理分布。

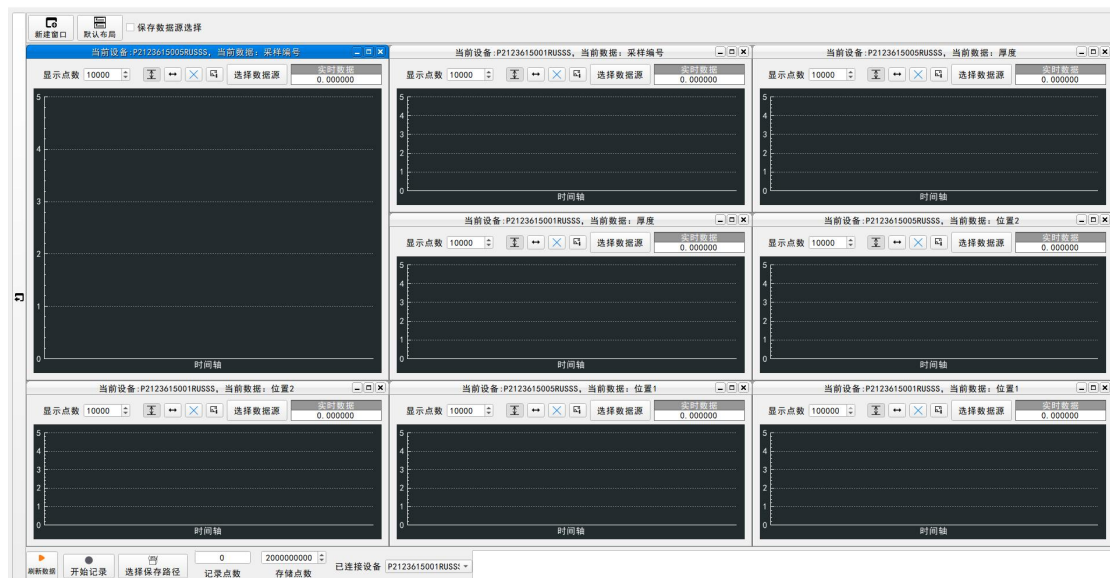


图 6-20 通过默认布局调用曲线显示界面位置

【保存数据源选择】勾选时，软件将会记住每个曲线显示窗口当前显示的数据类型和对应设备，下一次打开软件时，如果软件连接的设备中有上一次软件关闭时保存的曲线显示窗口设备，且对应数据类型有选择输出，则优先选择上一次保存的数据类型进行刷新。

点击【刷新数据】，软件便开始采集当前与计算机已建立连接的所有设备的测量数据，并显示在曲线显示窗口中。

点击【开始记录】，软件会记录当前连接设备的数据到对应的文件当中，记录的文件名格式为【序列号+记录开始时刻.csv】，文件路径会显示在右下角日志框中。

【已连接设备】下拉选框会显示，在参数配置界面中，与计算机建立连接的设备，搜索到但未连接的设备，不会在下拉框中显示，刷新数据时也不会采集对应设备的测量数据。

6.5.3 曲线显示子窗口

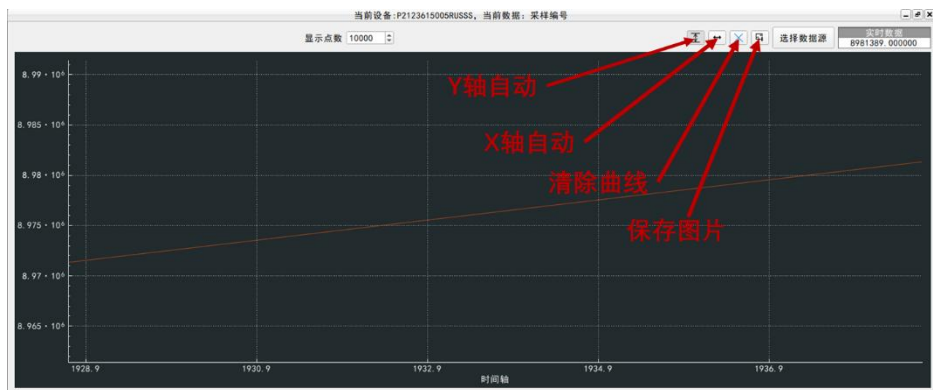


图 6- 21 曲线显示子窗口

界面正中，显示当前曲线对应的设备序列号和数据类型。

【显示点数】用于控制曲线显示窗口中的数据量，显示点数越大，显示的数据量越大，相应地，刷新速度也更慢。

【Y 轴自动】勾选时，自动将测量数据调整到 Y 轴合适范围内，此时不可通过鼠标缩放，相应地，不勾选时，将不会对测量数据进行自动调整，此时可能存在数据超出显示范围的情况。

【X 轴自动】，在不刷新数据情况下，可将数据 X 轴调整的合适范围内。

【清除曲线】，可当前图窗的曲线清除。

【保存图片】，可将曲线保存为 png 格式图片。

【实时数据】，显示当前数据的最新值。

【选择数据源】，点击选择数据源，弹出如下窗口。

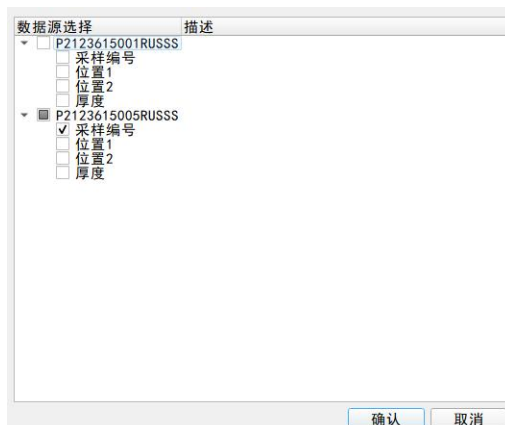


图 6- 22 数据源选择

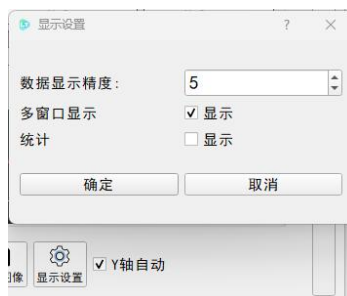
用户可在其中选择某个设备的其中一种数据类型，显示在曲线图窗中。

【显示类型切换】可选择类型有：“实时数据”、“平均值”、“最大值”、“最小值”以及“峰谷值”。数据统计均以显示点数进行计算。



6.6 区间统计

统计功能默认不显示，需在主界面使用“显示设置”功能进行显示。



勾选“统计”对应的显示勾选框，此主界面显示“开始统计”按钮。从点击“开始统计”按钮开始统计直到再次点击按钮停止，并弹出相关信息的统计窗口。



6.7 测量异常情况排除

症状	确认内容	解决方法
没有数据、数据全为 0 或为-2147。	修正系数是否为 0	在数据修正查看映射斜率，默认设置为 1
	触发方式为内部触发？	在高级配置 => SYNC 端口配置查看触发源，如果是外部，需要有外部触发才会采样，内部触发则为软件采样。
	是否选择输出数据	如果测量前没有选择任何输出数据，开始测量后将没有数据
	峰检测和峰选择参数是否设置？	应在配置窗口中设置合适的峰检测参数，使满足条件的峰被检测到，应选择合适的峰选择模式，测距时，应选择最大值模式，测厚时，应选择窗口或编号模式
连接不成功	设备是否刚上电？	设备刚上电时，需要 10s 时间启动程序，此时连接没有响应
	计算机本地 IP 地址是否更改？	请参考 5.2.1 通信前的准备。
	端口号是否被占	尝试设置其他端口号进行通信。

	用?	

7. 实用测量操作

7.1 修改 IP 地址为自定义地址

控制器出厂时默认的 IP 地址为 192.168.0.10, 默认与控制器进行通信的计算机 IP 地址为 192.168.0.20, 计算机用于接收信息的通信端口为 8001。

用户如果需要将控制器 IP 地址更改为自定义的 IP 地址, 需要通过 USB 或以太网以默认参数与控制器建立连接, 才能进行更改, 下面进行详细说明。

1. 计算机 IP 地址更改与传感器同一网段的地址, 传感器默认 IP 地址为 192.168.0.10, 则计算机 IP 地址应为 192.168.0.X(X 范围为[1,254])

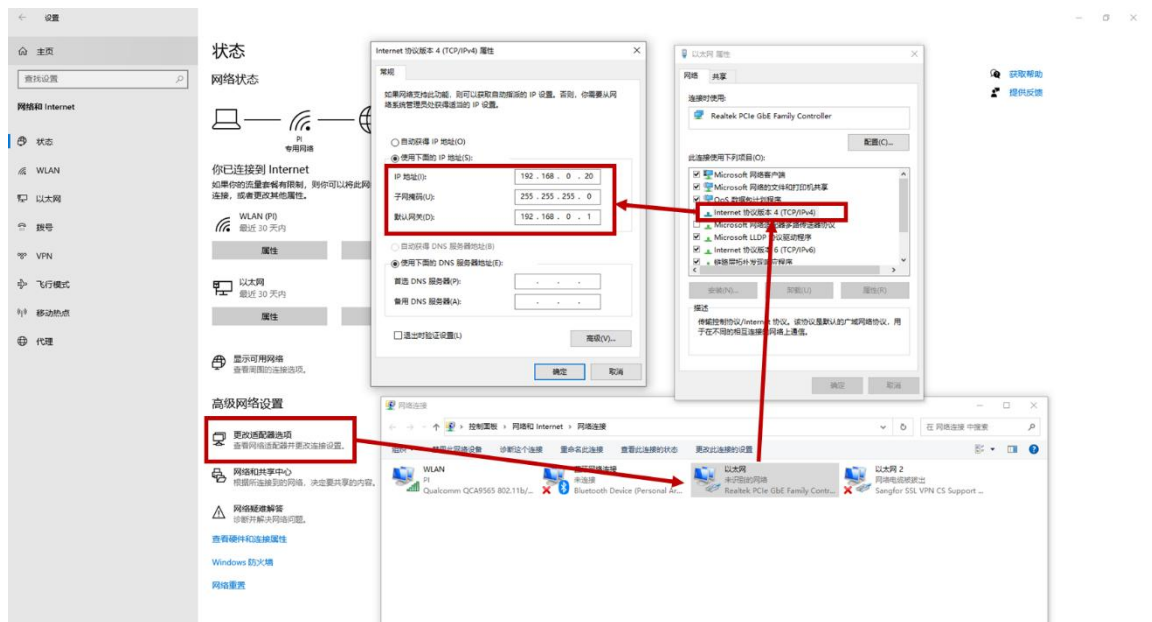


图 7- 1 计算机 IP 地址更改

2. 连接成功后, 通过高级配置=>通信配置, 更改设置 IP 地址为其它地址, 并写入所有参数到 Flash, 例如, 打算将控制器 IP 地址更改为 10.0.0.11, 则对应的网络设置为:

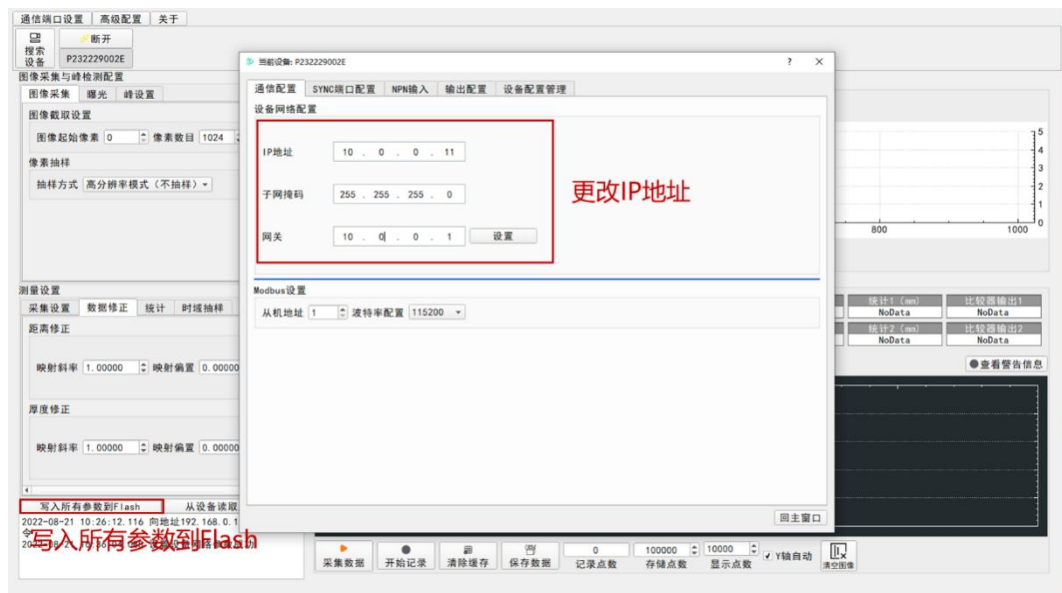


图 7- 2 与传感器连接成功后，更改网络参数

- 设备断电重启，同时计算机 IP 地址更改为与设备新 IP 地址同一网段的地址，例如，上一步骤中新 IP 地址为 10.0.0.11,则计算机 IP 地址应更改为 10.0.0.X。

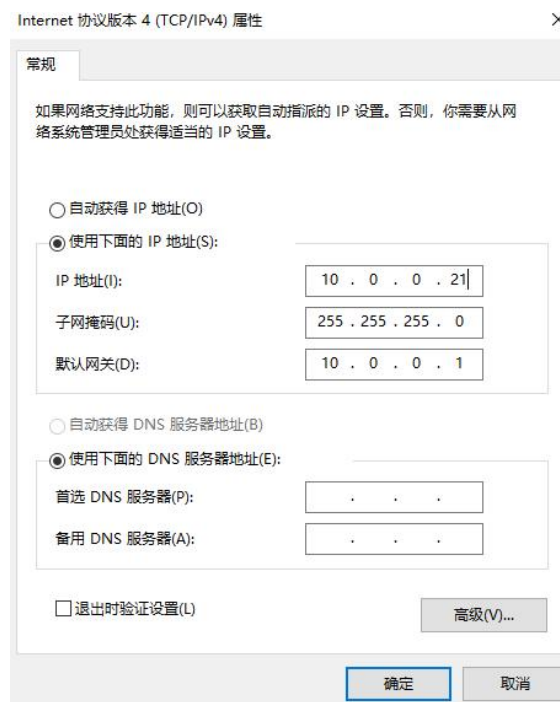


图 7- 3 将网卡 IP 地址改为新 IP 地址

8. Modbus RTU 通信协议

本章节介绍了如何使用 Modbus RTU 协议，实现对 P 系列激光位移传感器的参数配置与数据读取功能。

使用前，注意事项：

- （1）使用 Modbus RTU 协议时，传感器只能作为从机使用。
- （2）使用前，请确保从机地址、串口波特率设置正确，从机地址取值范围：1 ~ 247。
- （3）从机地址、串口波特率可通过配套上位机软件进行设置，串口波特率设置最大不超过 115200 bits/s。（默认设置：从机地址为 1，波特率为 115200 bits/s）
- （4）传感器从上电到完成配置，大约需要 5s。在配置完成后，才可通过 Modbus RTU 协议读写寄存器数据，否则读写操作会超时。

为方便操作，推荐使用配套的上位机软件完成参数设置。

Modbus 通信参数设置操作，见“附录 2 Modbus 通信参数设置”。

8.1 通信规格

按照表格 7-1 通信规格，进行 MODBUS 串行通信，波特率通过配套的上位机软件进行设置。

通信规格	通信接口	RS-485，半双工 2 线制
	波特率	9600/19200/38400/57600/115200
	数据位	8 位

	奇偶校验位	无
	停止位	1 位
	通信协议	MODBUS RTU

表格 7- 1 通信规格

8.2 Modbus 通信规约

8.2.1 RTU 模式信息帧格式

开始	地址字段	功能代码	数据	错误校验 (CRC)	结束(起 始)
3.5 个字符 时间以上 的间隔	1 个字 节	1 个字节	0~252 个字 节	2 字节	3.5 个字符 时间以上 的间隔

表格 7- 2 RTU 模式信息帧格式

(1) 地址字段

地址字段为从设备地址，地址取值范围：0~247（十进制）。单个设备的实际地址范围是 1~247，地址 0 作为广播地址。主设备发送消息时，将从设备地址放到信息帧中，以便从设备识别此消息是否是发给本机的，如是本机地址，则从设备做出响应。从设备回复主设备时，在回应消息的地址域中提供本机地址，以便主设备识别是哪个从设备返回的数据。

(2) 功能码

功能码用于表示消息帧的功能，取值范围为 1~255（十进制）。从设备根据功能码，执行相应的功能，执行完成后在响应消息帧中返回同样的功能码。如果出现异常，返回的消息帧中将功能码最高位（MSB）设置为 1。

(3) 数据域

数据域存放功能码需要操作的具体数据。数据域以字节为单位，长度可变。

(4) 错误校验（CRC）

参与 CRC 计算的数据区域：包含一帧内从地址字段至数据区段内容，即计算 CRC 校验前的所有字节。

在 Modbus RTU 串行通信中，错误校验码是 16 位（2 个字节）的二进制值，采用 CRC-16 校验方法，多项式为 CRC-16/MODBUS: $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$ 。

错误校验码在数据帧中的传输顺序为：低字节在前，高字节在后。

CRC 值由发送设备计算，并添加到报文中。接收设备在报文接收过程中重新计算 CRC，并和接收的实际值进行比较,进行比较的值如果不同则为出错。

CRC 具体算法，见附录 1：Modbus RTU CRC 算法代码。

8.2.2 传感器支持的功能码

本传感器支持的功能码，如表表格 7-3 支持的功能码列表所示：

功能代码	功能名	操作
03H	读保持寄存器	读取 1 个或多个保持寄存器的内容
04H	读输入寄存器	读取 1 个或多个输入寄存器的内容
06H	写单个寄存器	向 1 个保持寄存器写入值

表格 7- 3 支持的功能码列表

8.2.3 功能码 03(0x03)

功能码 03 的请求帧数据格式（主机→从机）如表格 7-4 请求帧数据格式（功能码 03）所示：

字节序号	0	1	2	3	4	5	6	7
数据内容	从机地址	功能码	起始地址高字节	起始地址低字节	寄存器数量高字节	寄存器数量低字节	CRC 校验低字节	CRC 校验高字节
取值范围	1~247	03	0 ~ 65535		1~125			

表格 7- 4 请求帧数据格式（功能码 03）

功能码 03 的响应帧数据格式（从机→主机）如表格 7-5 响应帧数据格式（功能码 03）所示：

字节序号	0	1	2	3	4
数据内容	从机地址	功能码	字节数	寄存器值 1 低字节	寄存器值 2 高字节
取值范围	1~247	03	2*N（N 为读取的 寄存器个 数）			

表格 7- 5 响应帧数据格式（功能码 03）

字节序号	2N+1	2N+2	2N+3	2N+4
数据内容	寄存器值N低 字节	寄存器值N高 字节	CRC 校 验 低 字节	CRC 校 验 高 字节
取值范围				

8.2.4 功能码 04(0x04)

功能码 04 的请求帧数据格式（主机→从机）如表 7-6 所示：

字节序号	0	1	2	3	4	5	6	7
数据内容	从机地址	功能码	起始地址 高字节	起始地址 低字节	寄存器量 高字节	寄存器量 低字节	CRC 校验低 字节	CRC 校验高 字节
取值范围	1~247	04	0 ~ 65535		1~125			

表格 7- 6 请求帧数据格式（功能码 04）

功能码 04 的请求帧数据格式（从机→主机）如表 7-7 所示：

字节序号	0	1	2	3	4
------	---	---	---	---	---	-------

数据内容	从机地址	功能码	字节数	寄存器值 1 低字节	寄存器值 1 高字节
取值范围	1~247	04	2 * N (N 为读取的寄存器个数)			

表格 7- 7 响应帧数据格式（功能码 04）

字节序号	2N+1	2N+2	2N+3	2N+4
数据内容	寄存器值 N 低字节	寄存器值 N 高字节	CRC 校验 低字节	CRC 校验 高字节
取值范围				

8.2.5 功能码 06(0x06)

功能码 06 的请求帧数据格式（主机→从机）如表 7-8 所示：

序号	0	1	2	3	4	5	6	7
数据内容	从机地址	功能码	寄存器地址 高字节	寄存器地址 低字节	寄存器值 高字节	寄存器值 低字节	CRC 校验 低字节	CRC 校验 高字节
取值	1~247	06						

表格 7- 8 请求帧数据格式（功能码 06）

功能码 06 的响应帧数据格式（从机→主机）如表 7-9 所示：

序号	0	1	2	3	4	5	6	7
数据内容	从机地址	功能码	寄存器地址 高字节	寄存器地址 低字节	寄存器值 高字节	寄存器值 低字节	CRC 校验 低字节	CRC 校验 高字节
取值	1~247	06						

表格 7- 9 响应帧数据格式（功能码 06）

8.3 错误响应帧格式

当从机收到主机发送的信息帧时，先进行 CRC 校验，如 CRC 校验错误，则忽略该帧；

如从机检测到了 CRC 校验以外的错误，则向主机返回错误信息帧。错误信息帧中返回的功能码，是将主机发送的功能码最高位置 1 而来，相当于在主机发送的功能码基础上加 0x80。

举例：主机发送的功能码为 0x03，则对应的错误功能码为 0x83；

字节序号	0	1	2	3	4
数据内容	地址码	功能码	错误码	CRC 校验低字节	CRC 校验高字节

表格 7- 10 错误响应帧格式

错误码	错误码含义	详细说明
01	非法的功能码	接收到的功能码不支持
02	非法的数据地址	指定的地址超出从机的范围
03	非法的数据值	接收到主机发送的数据值超出相应地址的数据范围

表格 7- 11 错误码说明

8.4 Modbus 寄存器分配

8.4.1 参数设置类寄存器

参数存放在保持寄存器（Holding Register）中。

参数设置与读取，通过功能码“03”、功能码“06”操作保持寄存器实现。

8.4.2 寄存器列表

寄存器地址	功能名称	数据类型	寄存器数
0000	激光启停	2 字节无符号	1
0001	光功率自动开关	2 字节无符号	1
0002	光功率值设置	2 字节无符号	1
0003	中值滤波参数设置	2 字节无符号	1
0004	滑动平均滤波参数设置：窗口尺寸	2 字节无符号	1
0005	高/低通滤波器参数设置： 高/低通滤波器选择、滤波器频率	2 字节无符号	1
0006	采样率设置	2 字节无符号	1
0007	设置当前位移 1 为零点	2 字节无符号	1
0008	无效数据保持点数设置	2 字节无符号	1
0009	统计 1 启停	2 字节无符号	1
0010	统计 1 参数： 数据源、统计类型	2 字节无符号	
0011	统计 1 复位	2 字节无符号	
0012	统计 2 启停	2 字节无符号	
0013	统计 2 参数： 数据源、统计类型	2 字节无符号	
0014	统计 2 复位	2 字节无符号	
0015	时间码复位	2 字节无符号	
0016	编号复位	2 字节无符号	
0017~0019	预留		3
0020	存储参数	2 字节无符号	
0021~0059	预留		38

表格 7- 12 保持寄存器列表（对应功能码 03H、06H）

注：

- (1) 传感器定义的保持寄存器最大数量为 60 个；
- (2) 寄存器写入无效值时，原寄存器的值不发生改变；

8.4.3 寄存器说明

寄存器地址	功能名称	取值范围	数据类型	读/写	寄存器数
0000	激光启停	0：停止 1：启动	2 字节无符号	读/写	1
0001	光功率自动开关	0：手动 1：自动	2 字节无符号	读/写	1
0002	光功率设置	5~1000 对应光功率:0.5%~100%	2 字节无符号	读/写	1
0003	中值滤波器宽度	0x00：无滤波 0x01：3 0x02：5 0x03：9 0x04：15 0x05：31 0x06：63	2 字节无符号	读/写	1
0004	滑动平均参数设置：窗口尺寸	0x00：1 0x01：4 0x02：16 0x03：64 0x04：256 0x05：1024	2 字节无符号	读/写	1
0005	高低通滤波器参数	高 8 位参数： 0x00：无滤波	2 字节无符号	读/写	1

	设置：高 8 位表示滤波器选择；低 8 位表示高/低通滤波器频率	器 0x01：低通 0x02：高通 低 8 位参数： 0x00：0.01fs 0x01：0.02fs 0x02：0.04fs 0x03：0.10fs 0x04：0.20fs 0x05：0.40fs 例：0x0103 表示使用低通滤波器，滤波器频率 0.10fs。			
0006	采样率设置	0x08：6.25us 0x09：8us 0x0a：10us 0x0b：12.5us 0x0c：16us 0x0d：20us 0x0e：25us 0x0f：32us 0x10：40us 0x11：50us 0x12：62.5us 0x13：80us 0x14：100us	2 字节无符号	读/写	1

		0x15: 125us 0x16: 160us 0x17: 200us 0x18: 250us 0x19: 320us 0x1a: 400us 0x1b: 500us 0x1c: 625us 0x1d: 800us 0x1e: 1ms			
0007	设置当前位移1为零点	0:取消归零, 距离的映射偏置辉置为0; 1: 位移归零, 将当前位置1设置为零点, 距离的映射偏置会发生变化。	2 字节无符号	读/写	1
0008	无效数据保持点数设置	0~65535 注: 值为 65535 时, 表示一致保持最后 1 次有效值;	2 字节无符号	读/写	1
0009	统计1启停	0: 统计停止 1: 统计使能	2 字节无符号	读/写	1
0010	统计1参数: 高8位: 数据源; 低8位: 统计类型	高8位: 0: 距离1 1: 距离2 2: 厚度	2 字节无符号	读/写	1

		低 8 位: 0: 最大值 1: 最小值 2: 峰峰值 例: 0x0102 表示距离 2 的峰峰值; 0x0000 表示距离 1 的最大值。			
0011	统计 1 复位	1: 统计复位; 其它值无效	2 字节无符号	读/写	1
0012	统计 2 启停	0: 统计停止 1: 统计使能	2 字节无符号	读/写	1
0013	统计 2 参数: 高 8 位: 数据源; 低 8 位: 统计类型	高 8 位: 0: 距离 1 1: 距离 2 2: 厚度 低 8 位: 0: 最大值 1: 最小值 2: 峰峰值 例: 0x0102 表示距离 2 的峰峰值; 0x0000 表示距离 1 的最大值。	2 字节无符号	读/写	1
0014	统计 2 复位	1: 统计复位; 其它值无效	2 字节无符号	读/写	1

0015	时间码复位	1: 时间码复位; 其它值无效	2 字节无符号	读/写	1
0016	编号复位	1: 编号复位; 其它值无效	2 字节无符号	读/写	1
0017~0019	预留				3
0020	存储参数	1: 将当前参数写入到 flash, 存储结束后, 该值自动置为 0; 其它设置值无效。		读/写	1

表格 7- 13 寄存器说明列表

8.5 数据读取类寄存器

测量数据存放在输入寄存器中（Input Register）。

通过功能码“04”操作输入寄存器，实现测量数据的读取操作。

8.5.1 寄存器列表

寄存器地址	功能名称	单位	数据类型	寄存器数	备注
0000 ~ 0001	距离 1	mm	4 字节 有符号	2	数值扩大了 1000000 倍
0002 ~ 0003	距离 2	mm	4 字节 有符号	2	数值扩大了 1000000 倍
0004~ 0005	厚度	mm	4 字节 有符号	2	数值扩大了 1000000 倍

0006~ 0007	统计值 1	mm	4 字节 有符号	2	数值扩大了 1000000 倍
0008~ 0009	统计值 2	mm	4 字节 有符号	2	数值扩大了 1000000 倍
0010 ~ 0039	预留			30	

表格 7- 14 输入寄存器列表（对应功能码 04H）

8.5.2 寄存器说明

寄存器地址	功能名称	数据类型	读/写	寄存器个数
0000	距离 1 高 16 位	2 字节 有符号	只读	1
0001	距离 1 低 16 位	2 字节 有符号	只读	1
0002	距离 2 高 16 位	2 字节 有符号	只读	1
0003	距离 2 低 16 位	2 字节 有符号	只读	1
0004	厚度高 16 位	2 字节 有符号	只读	1
0005	厚度低 16 位	2 字节 有符号	只读	1
0006	统计值 1 高 16 位	2 字节 无符号	只读	1
0007	统计值 1 低 16 位	2 字节 无符号	只读	1
0008	统计值 2 高 16 位	2 字节 无符号	只读	1

0009	统计值 2 低 16 位	2 字节 无符号	只读	1
------	--------------	-------------	----	---

表格 7- 15 输入寄存器说明

注：传感器定义的输入寄存器数量为 40 个，超出范围将会报错。

8.6 应用示例

8.6.1 读取参数示例（功能码 03）

举例：传感器的从机地址为“1”，同时读取传感器激光启停、光功率自动开关、光功率设置值等参数。

分析：读取传感器参数，需使用“功能码 03”，读取保持寄存器的值。激光启停、光功率自动开关、光功率设置值对应的寄存器地址分别为 0000、0001、0002，因此可通过一次性读取 3 个寄存器的方式读取参数值。即用功能码 03，读保持寄存器起始地址为 0000，读取寄存器个数为 3 个。

主机发送请求报文：01 03 00 00 00 03 05 CB

主机发送报文	占字节数	数据内容（16 进制）
从机地址	1	01
功能码	1	03
寄存器起始地址	2	00 00
读取寄存器个数	2	00 03
CRC 校验	2	05 CB

表格 7- 16 读参数请求报文解析

从机发送响应报文：01 03 06 00 01 00 00 01 F4 1C A2

从机响应报文	占字节数	数据内容（16 进制）
从机地址	1	01
功能码	1	03
字节数	1	06
寄存器 0000 的数据	2	00

		01
寄存器 0001 的数据	2	00 00
寄存器 0002 的数据	2	01 F4
CRC 校验	2	1C A2

表格 7- 17 读参数响应报文解析

数值分析：激光打开、光功率手动设置、光功率设置值为最大光功率的 50%。

8.6.2 设置参数示例（功能码 06）

举例：传感器的从机地址为“1”，设置传感器的采样间隔为 100us。

分析：设置光强度值参数，需使用“功能码 06”，往地址为 0006 的保持寄存器写入值，采样间隔对应的寄存器值为 20（0x14），即向地址为“0006”的保持寄存器，写入 0x14 数值。

主机发送请求报文：01 06 00 06 00 14 69 C4

主机发送报文	占字节数	数据内容（16 进制）
从机地址	1	01
功能码	1	06
寄存器地址	2	00 06
寄存器值	2	00 14
CRC 校验	2	69 C4

表格 7- 18 设置参数请求报文解析

从机发送响应报文：01 06 00 06 00 14 69 C4

从机响应报文	占字节数	数据内容（16 进制）
从机地址	1	01
功能码	1	06
寄存器地址	2	00 06
寄存器值	2	00

		14
CRC 校验	2	69 C4

表格 7- 19 设置参数响应报文解析

8.6.3 读取数据示例（功能码 04）

举例：传感器的从机地址为“1”，读取该传感器的测量数据：距离 1、距离 2、厚度。

分析：读取距离 1，需使用“功能码 04”，读取输入寄存器地址 0x0000-0x0005 的数值，读取的寄存器个数为 6 个。

主机发送的请求报文：01 04 00 00 00 06 70 08

主机发送报文	占字节数	数据内容（16 进制）
从机地址	1	01
功能码	1	04
寄存器起始地址	2	00 00
读取寄存器个数	2	00 06
CRC 校验	2	70 08

表格 7- 20 读取数据请求报文解析

传感器发送的响应报文：01 04 0C 00 21 D3 4F 00 1A 49 E1 00 07 89 6D A0 2C

从机响应报文	占字节数	数据内容（16 进制）
从机地址	1	01
功能码	1	04
字节数	1	0C
寄存器 0000 的数据	2	00 21
寄存器 0001 的数据	2	D3 4F
寄存器 0002 的数据	2	00 1A
寄存器 0003 的数据	2	49

		E1
寄存器 0004 的数据	2	00 07
寄存器 0005 的数据	2	89 6D
CRC 校验	2	A0 2C

表格 7- 21 读取数据响应报文解析

数值分析：

距离 1 的数值为 0x0021D34F，转换为有符号整数为 2216783，值放大了 1000000 倍，距离 1 的实际测量值为 2.216783mm；

距离 2 的数值为 0x001A49E1，转换为有符号整数为 1722849，值放大了 1000000 倍，距离 2 的实际测量值为 1.722849mm；

厚度的数值为 0x0007896D，转换为有符号整数为 493933，值放大了 1000000 倍，厚度的实际测量值为 0.493933mm。

注：当读取的数据值为 0x7FFFFFFF（16 进制）或 2147483647（有符号整数）时，则表示当前的测量值无效。

8.7 附录

8.7.1 附录 1 Modbus RTU CRC 算法代码

```
static const unsigned char aucCRCHi[] = {
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
    0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40
};
```

```

static const unsigned char aucCRCLo[] = {
    0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7,
    0x05, 0xC5, 0xC4, 0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E,
    0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09, 0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9,
    0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A, 0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD, 0x1D, 0x1C, 0xDC,
    0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,
    0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32,
    0x36, 0xF6, 0xF7, 0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4, 0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D,
    0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A, 0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38,
    0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE, 0x2E, 0x2F, 0xEF,
    0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
    0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1,
    0x63, 0xA3, 0xA2, 0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4,
    0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F, 0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB,
    0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68, 0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB, 0x7B, 0x7A, 0xBA,
    0xBE, 0x7E, 0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,
    0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0,
    0x50, 0x90, 0x91, 0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92, 0x96, 0x56, 0x57, 0x97,
    0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C, 0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E,
    0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99, 0x59, 0x58, 0x98, 0x88, 0x48, 0x49, 0x89,
    0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
    0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42, 0x43, 0x83,
    0x41, 0x81, 0x80, 0x40
};

```

```
unsigned short MB_CRC16(unsigned char * pucFrame, unsigned short usLen )
{
    unsigned char    crc_h = 0xFF;
    unsigned char    crc_l = 0xFF;
    unsigned short   index,  crc_value;
    while( usLen-- )
    {
        index = crc_l ^ *( pucFrame++ );

        crc_l = (unsigned char)(crc_h ^ aucCRCHi[index]);

        crc_h = aucCRCLo[index];
    }

    crc_value = crc_h;
    crc_value <<= 8;
    crc_value |= crc_l;

    return crc_value;
}
```


8.7.2 附录 2 Modbus 通信参数设置

Modbus 通信参数设置包括从机地址、波特率设置。参数设置步骤如下所示：

步骤 1： 打开上位机软件，与传感器成功连接；

步骤 2： 进入 Modbus 配置界面

在上位机软件主窗口，点击菜单栏“高级配置”——>通信配置——>Modbus 配置，如图 7-1 Modbus 通信参数配置所示。

步骤 3： 设置从机地址

在从机地址设置框里选择输入设置的地址，取值范围 1-247；

步骤 4： 设置 Modbus 通信波特率

在波特率配置设置下拉框里选择要设置的波特率。

The screenshot displays a software configuration window with several tabs: '通信配置' (Communication Configuration), 'SYNC端口配置' (SYNC Port Configuration), 'NPN输入' (NPN Input), and '输出配置' (Output Configuration). The '通信配置' tab is active. Below the tabs, there are three sections: '设备网络配置' (Device Network Configuration), 'Modbus设置' (Modbus Settings), and a '回主窗口' (Return to Main Window) button at the bottom right. The '设备网络配置' section includes input fields for 'IP地址' (IP Address) set to '192 . 168 . 0 . 10', '子网掩码' (Subnet Mask) set to '255 . 255 . 255 . 0', and '网关' (Gateway) set to '192 . 168 . 0 . 1', with a '设置' (Set) button. The 'Modbus设置' section, highlighted with a red box, contains '从机地址' (Slave Address) set to '1' and '波特率配置' (Baud Rate Configuration) set to '115200'.

图 8- 1 Modbus 通信参数配置